# AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH
INSTYTUT ZARZĄDZANIA I DOWODZENIA

# MODELOWANIE I SYMULACJA W PROCESIE DOSKONALENIA DOWÓDZTWA SZCZEBLA TAKTYCZNEGO WOJSK LĄDOWYCH SZ RP

**Praca naukowo-badawcza**





WARSZAWA

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

*WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH*

**INSTYTUT ZARZĄDZANIA I DOWODZENIA**

# MODELOWANIE I SYMULACJA W PROCESIE DOSKONALENIA DOWÓDZTWA SZCZEBLA TAKTYCZNEGO WOJSK LĄDOWYCH SZ RP

**Praca naukowo – badawcza**

**pk. DOSKONALENIE DOWÓDZTWA**



**Warszawa** **2007**

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH

INSTYTUT ZARZĄDZANIA I DOWODZENIA

# MODELOWANIE I SYMULACJA W PROCESIE DOSKONALENIA DOWÓDZTWA SZCZEBLA TAKTYCZNEGO WOJSK LĄDOWYCH SZ RP

**Praca naukowo – badawcza**

pk. DOSKONALENIE DOWÓDZTWA

Warszawa 2007

Recenzent: płk dr hab. Henryk SPUSTEK

Opracował zespół autorski
w składzie:

Redakcja naukowa, wstęp, rozdział 1, zakończenie: ppłk dr inż. Krzysztof KRAKOWSKI

Rozdział 2: płk dr hab. inż. Jarosław WOŁEJSZO

Rozdział 3: mjr mgr inż. Krystian FRĄCIK

# SPIS TREŚCI

# WSTĘP

Warunkiem osiągnięcia i zachowania wymaganych zdolności operacyjnych do realizacji misji (zadań), w tym przygotowania wojsk lądowych do działania zgodnie z przeznaczeniem i procedurami obowiązującymi w North Atlantic Treaty Organization (NATO), jest osiągnięcie pożądanego poziomu wyszkolenia. Szkolenie wojskowe poprzez wymagania, kryteria i standardy przygotowuje siły zbrojne do realizacji zadań ujętych w *„Strategii Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej"* oraz uszczegółowionych w *„Strategii Wojskowej Rzeczypospolitej Polskiej"*. Szkolenie wojskowe jest procesem narodowym, tzn. realizowanym w oparciu o narodową koncepcję przygotowania sił zbrojnych do realizacji zadań wynikających z misji Sił Zbrojnych RP uwzględniając przy tym zapisy z sojuszniczych dokumentów doktrynalnych.

Celem szkolenia wojskowego jest przygotowanie kadr, dowództw, wojsk, rezerw osobowych do wykonywania zadań w ramach przyjętych misji sił zbrojnych a wynikających z przeznaczenia każdego z wymienionych ogniw. Kompozycja Sił Zbrojnych RP umożliwia przypisanie każdemu rodzajowi sił zbrojnych, każdej służbie, jednostce i instytucji miejsca oraz roli w realizacji misji sił zbrojnych. Jest to istotny czynnik determinujący proces szkolenia wojskowego.

W literaturze problemu szkolenie wojskowe interpretowane jest w ujęciu systemowym.

System szkolenia wojskowego identyfikowany jest jako zbiór elementów, takich jak: *podmioty szkolenia, treści szkolenia (kształcenia), formy i metody, środowisko materialne* oraz *sieć wzajemnych powiązań i relacji między nimi*, służących realizacji założonych *celów szkolenia (kształcenia)*[1]. Ujęcie systemowe implikuje do postrzegania szkolenia wojskowego poprzez charakterystyczne cechy systemowe:

- badany obiekt jest systemem,
- badany system składa się z powiązanych wzajemnie podsystemów,

---

[1] J. Halik, *System szkolenia wojsk lądowych sił zbrojnych RP w czasie pokoju*, cz. 1. *Ogólne założenia systemu szkolenia wojsk lądowych sił zbrojnych RP*, AON, Warszawa 2002, s. 18–19.

– badany system jest podsystemem systemu wyższego rzędu,

– badany system można przedstawić w postaci modelu systemu umożliwiając poznanie i zrozumienie istoty jego funkcjonowania[2].

Wszystkie elementy systemu szkolenia wojskowego ewoluują poprzez wzajemne powiązania i relacje między nimi. Zmiana w sensie jakościowym któregokolwiek elementu systemu szkolenia wpływa bezpośrednio na ewolucję pozostałych elementów. W systemie szkolenia wojskowego procesowi zmian podlegają, m.in.: metody i formy organizacyjne, cele i treści, podmioty szkolenia i szeroko rozumiane środowisko materialne.

Na rozwój człowieka, obywatela jako świadomego podmiotu procesu kształcenia i doskonalenia w dużym stopniu wpływa:

– przechodzenie od kształcenia formalnego do nieformalnego, niezależnego od systemu oświaty;

– zwiększanie się aktywności zawodowej i edukacyjnej młodzieży i dorosłych;

– zdobycie wiedzy i umiejętności, stawiane ponad uzyskanie formalnego tytułu, świadectwa czy dyplomu;

– proces dydaktyczny kreujący styl twórczy i innowacyjny w myśleniu i działaniu;

– kształtowanie umiejętności komunikacji, zdobywania, klasyfikacji i weryfikacji informacji;

– ewolucja technologiczna.

Technologie informacyjne poprzez wiele środków i narzędzi zmieniają sam proces zdobywania wiedzy, uczenia się i wpływają na strukturę systemu edukacji. Jednym z elementów koncepcji kształcenia ustawicznego jest wykorzystywanie technologii informacyjno-komunikacyjnych, wprowadzanie innowacyjnych technik nauczania i uczenia się opartych na tych technologiach i kształcenie drogą elektroniczną[3]. Nowoczesna koncepcja kształcenia wymaga nie tylko sprzętu

---

[2] Por. P. Sienkiewicz, *Analiza systemowa. Podstawy i zastosowania*, Wydawnictwo Bellona, Warszawa 1994, s. 17–18.

[3] Por. *Education and training in Europe: diverse systems, shared goals for 2010*, Luxembourg 2002, (w:) *Program prac dotyczący przyszłych celów systemów edukacji*, MENiS, Warszawa 2003.

informatycznego, środków komunikacji (internet/intranet), znajomości ich obsługi i możliwości wykorzystania, ale także wysokiej jakości cyfrowych materiałów dydaktycznych, aplikacji edukacyjnych, baz danych i możliwości kierowania indywidualną pracą podmiotu uczącego się.

Głównym założeniem działalności badawczej jest zbadanie w procedurze naukowej metodą sondażu diagnostycznego i modelowania złożonej problematyki doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego.

Całą procedurę badawczą realizowano w pięciu głównych etapach, które tworzą główne czynności badawcze równocześnie z zastosowanymi metodami, technikami i narzędziami badawczymi.

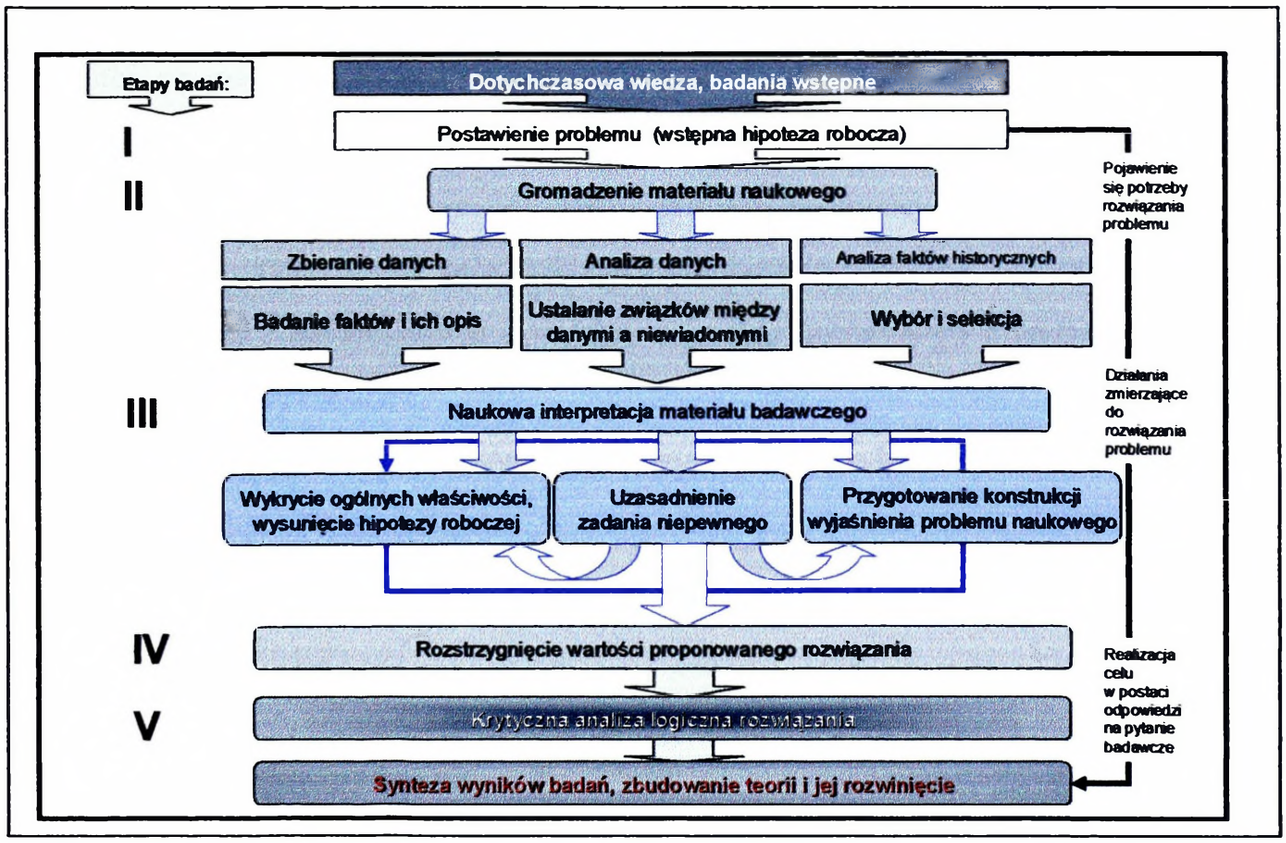
–etap I – identyfikacja problemu badawczego;

–etap II – gromadzenie materiału naukowego;

–etap III – naukowa interpretacja materiału naukowego;

–etap IV – weryfikacji hipotezy roboczej;

–etap V – synteza wyników badań.




**Rys. 1. Przyjęta na potrzeby pracy struktura procedury badawczej**

*Źródło: Opracowano na podstawie S. Kaminski, Nauka i metoda*

W etapie I i II dokonano wyboru i sprecyzowano problem badawczy, zweryfikowano założenia wstępnej hipotezy roboczej. Te etapy badań polegały przede wszystkim na badaniu teorii modelowania i identyfikacji systemów oraz teorii systemu doskonalenia dowództw szczebla taktycznego.

Literatura przedmiotu badań została podzielona na trzy działy. Pierwszy dział to zbiór literatury wstępnej wprowadzającej w obszary wiedzy związanej z metodologią badań naukowych metody i narzędzia badawcze możliwe do zastosowania przy prowadzeniu badań. Drugi dział stanowiły pozycje literatury, które usystematyzowały obszary teoretyczne dotyczące edukacji, kształcenia i doskonalenia. Trzeci dział to zbiór literatury dotyczącej modelowania, identyfikacji systemów, symulacji numerycznych i eksperymentów naukowych.

Wyniki badań wstępnych oraz posiadana wiedza pozwoliły zespołowi autorskiemu zdefiniować cel główny pracy jako: ***Implementacja metod symulacji numerycznych do procesu doskonalenia dowództw szczebla taktycznego wojsk lądowych SZ RP oraz opracowanie założeń przygotowania z wykorzystaniem symulacji numerycznych dowództwa szczebla taktycznego wojsk lądowych do dowodzenia wojskami.***

Stosownie do przyjętego celu badań, problem badawczy sprowadza się do odpowiedzi na pytanie: ***Jakie założenia ogólne stanowią podstawę realizacji procesu przygotowania i doskonalenia dowództw szczebla taktycznego z wykorzystaniem symulacji numerycznych***?

Tak sformułowany problem badawczy wymaga odpowiedzi na następujące pytania (problemy) szczegółowe:

1. *Jakie są podstawy teoretyczne modelowania i symulacji numerycznych jako środka dydaktycznego*?
2. *W jakim zakresie i w jakim stopniu symulacja numeryczna znalazła zastosowanie w systemie doskonalenia dowództw*?
3. *Jak powinien wyglądać proces doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego w aspekcie wykorzystania symulacji numerycznych?*

*4. W jakim zakresie zastosowanie symulacji numerycznych wpłynie na efektywność procesu przygotowania i doskonalenia dowództw szczebla taktycznego?*

Rozpoznanie sytuacji problemowej oraz analiza zrealizowanych przedsięwzięć badawczych, treść prac już opublikowanych, jak też założeń do niezamkniętych jeszcze programów badawczych pozwoliły zespołowi autorskiemu na sformułowanie kilku istotnych dla dalszych rozważań hipotez[4].

Hipoteza pierwsza. Technologie informacyjne poprzez swoją dostępność wywierają wpływ na wszystkie dziedziny życia społecznego, w tym na system kształcenia i doskonalenia kadr w organizacjach. Wzrasta indywidualne przygotowanie informatyczne i ogólnotechniczne podmiotu kształcenia – ucznia, studenta, kandydata na żołnierza zawodowego, podoficera i oficera, co przejawia się w ogólnodostępności do informacji i jej nośników oraz technik jej przetwarzania i zobrazowania oraz powszechne zastosowanie technologii informacyjnych w życiu codziennym. Proces doskonalenia dowództw wymaga wsparcia informatycznego.

Metody symulacji numerycznej są efektywnym i skutecznym narzędziem wsparcia procesu przygotowania i doskonalenia kadr dowódczo-sztabowych i dowództw.

Hipoteza druga. Symulacja numeryczna jest sposobem wykorzystania środków informatycznych w procesie szkolenia wojskowego w celu przygotowania indywidualnego i zespołowego kadr dowódczo-sztabowych do realizacji zadań w nowych uwarunkowaniach technicznych i informacyjnych współczesnych działań zbrojnych. Do zastosowania nowych technologii informatycznych w praktyce niezbędne jest przygotowanie kadry do jej wykorzystania, doskonalenia w wykonywaniu obowiązków służbowych na zajmowanym stanowisku służbowym w ramach doskonalenia dowództw.

Istnieje ścisła korelacja pomiędzy efektywnością procesu przygotowania i doskonalenia kadr i dowództw a stosowaniem technologii informatycznych w tym

---

[4] R. Wieleba, J. Wocial, G. Pietrzak, *Modele eksperymentów symulacyjnych z zastosowaniem systemu „Złocień": metodyka opracowania eksperymentu symulacyjnego*, AON, Warszawa 2004; R. Wieleba, K. Kaliński, P. Boryn, *Modele eksperymentów symulacyjnych z zastosowaniem JTLS*, AON, Warszawa 2005; M. Ratajczak, R. Wieleba, J. Wocial, *Symulacyjny model walki na szczeblu taktycznym: synteza koncepcji symulacyjnego modelu walki*, AON, Warszawa 2002; M. Kinasiewicz, *Modelowanie procesów walki informacyjnej: model „Cyberwar"*, AON, Warszawa 2006 i inne.

procesie. Zastosowanie symulacji numerycznych wpływa na skuteczność procesu doskonalenia dowództw.

W przyjętej procedurze badawczej w etapie III badań badany stan rzeczy (problem naukowy) postrzegany jest jako obiekt rzeczywisty o przypisanych cechach systemu. Tym samym określony jest cel działania obiektu (osiągnięcie zdolności przez dowództwo szczebla taktycznego wojsk lądowych SZ RP do realizacji zadań wynikających z ich przeznaczenia) oraz wyodrębnione elementy obiektu działania (systemu doskonalenia dowództwa). System doskonalenia dowództwa ujęto jako system składowy systemu wyższego rzędu jest jednocześnie jednym z zasadniczych celów działania tegoż systemu.

Pierwszoplanowym narzędziem badawczym w dochodzeniu do rozwiązania problemu jest **metoda sondażu diagnostycznego** uzupełniona innymi metodami, które spełniają funkcje dopełniające. W celu badania problemu doskonalenia dowództwa brygady zmechanizowanej w aspekcie modelowania sytemu rzeczywistego, posłużono się metodą wnioskowania. Wnioskowanie jest procesem rozumowania charakteryzującym się odpowiednim stopniem niezawodności, w którym wiarygodność przesłanek uprawdopodobni prawdziwość wniosków, ale w którym przesłanki nie zapewniają prawdziwości wniosków, a czynią je tylko bardziej prawdopodobnymi. W procedurze badawczej wycinka systemu społecznego, jakim niewątpliwie jest system szkolenia wojskowego i będący jego częścią podsystem doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego, wnioskowanie jest uprawdopodobniające, gdyż wnioski wyciągane przez badacza są możliwe do zweryfikowania tylko w praktyce w trakcie eksperymentu dydaktycznego, przy określonych założeniach i ograniczeniach.

W następnej kolejności, w etapie IV badań w oparciu o techniki modelowania opracowano koncepcję procesu doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego z wykorzystaniem symulacji numerycznych. Model systemu rzeczywistego interpretowanego jako proces doskonalenia opisany został poprzez funkcję zmiennych niezależnych i zależnych i wartości czasu obejmując wszystkie podmioty procesu. Podmioty procesu doskonalenia oraz odpowiadające im procesy nauczania i uczenia się pozostają w interakcji ze zmiennymi ***wewnętrznymi***: ce-

lem procesu, treściami nauczania, zasadami, metodami, formami kształcenia, infrastrukturą dydaktyczną, itd. oraz zmiennymi niezależnymi ***zewnętrznymi***, pozostającymi poza wpływem podmiotów procesu. Powiązane ze sobą zmienne wewnętrzne podlegają w procesie modelowania korelacjom ze zmiennymi zewnętrznymi. Indukcja zmiennych zewnętrznych i wewnętrznych jako sprzężeń zwrotnych jest jednym ze sposobów badania modelu systemu w kontekście prognozowania struktury modelu w zależności o zakresu wartości parametrów i ich wzajemnej korelacji. Oddziaływania pomiędzy podmiotami doskonalenia dowództwa jako procesu kształcenia a zmiennymi wewnętrznymi i zewnętrznymi stanowią strukturalny składnik procesu kształcenia.

Piąty, ostatni etap prac obejmował podsumowanie wyników badań, ich uogólnienie i syntezę. Zespół autorski przyjął określoną, wiarygodną interpretację rozwiązania problemu badawczego, która przedstawiona została w niniejszym opracowaniu.

Struktura pracy obejmuje wstęp, trzy rozdziały oraz zakończenie.

We **wstępie** zaprezentowano metodologiczne aspekty badań oraz konstrukcję opracowania pisarskiego pracy badawczej. Uzasadniono w nim także wybór tematu i przedstawiono przyjętą procedurę badań.

**Rozdział pierwszy** obejmuje metodologiczne podstawy modelowania systemów. Podstawy teoretyczne i algorytm procesu modelowania przedstawiono w kontekście symulacji numerycznych.

**Rozdział drugi** umiejscawia symulacje numeryczne w procesie doskonalenia dowództw szczebla taktycznego wojsk lądowych SZ RP oraz precyzuje zasadnicze czynniki determinujące zastosowanie symulacji numerycznych w tym procesie.

**Rozdział trzeci** jest rezultatem podsumowania procesu badawczego dotyczącego specyfiki realizacji procesu doskonalenia dowództwa w warunkach permanentnego stosowania narzędzi symulacyjnych.

Praca została uzupełniona załącznikami poszerzającymi zakres informacji dotyczących ważnych, zdaniem autora, problemów.

Opracowane i zaprezentowane w rozdziale 3. wnioski w zakresie charakterystyki procesu doskonalenia dowództwa w środowisku systemów informacyjnych mogą stanowić podstawę do dalszych prac, ukierunkowanych tym razem na identyfikację zmian i modyfikacji w zakresie form, metod i treści kształcenia kadr dowódczych i sztabowych, w celu ich jak najlepszego przygotowania do funkcjonowania w środowisku sieciocentrycznym.

## STAN WIEDZY O PRZEDMIOCIE BADAŃ

Metody obliczeniowe stosowane w badaniach naukowych w ostatnim półwieczu rozwinęły się tak bardzo, że w chwili obecnej stosowanie ich jest nieodzowne do rozwiązywania złożonych zagadnień badawczych dotyczących między innymi: modelowania zjawisk środowiska naturalnego w obszarze Ziemi, przestrzeni kosmicznej, wytwarzania nowych materiałów dla elektroniki i informatyki, biotechnologii i nanotechnologii. Rozwój współczesnej technologii determinowany jest stosowaniem coraz lepszych i szybszych komputerów i aplikacji komputerowych umożliwiających ich efektywniejsze wykorzystanie.

Podstawowymi technikami - metodami eksperymentalnymi stosowanymi w naukach przyrodniczych i technicznych są: *modelowanie, identyfikacja* i *symulacja numeryczna.*

Ogólna teoria systemów opisując system w sposób abstrakcyjny lub rzeczywisty w zależności od stopnia jego złożoności posługuje się pojęciem modelowania. Model systemu, modelowanie systemu to nic innego jak zbiór twierdzeń, praw, hipotez poddanych sprawdzeniu jego prawidłowości, adekwatności do warunków w jakich ma być stosowany.

**Modelem** nazywamy zbiór elementów rzeczywistości, przyjętych jako istotne dla danego zagadnienia oraz reguł, które nimi rządzą[5]. Model to sformalizowany opis rzeczywistości, powstały poprzez opis systemu z pominięciem mniej istotnych jego elementów, system nowy, uproszczony[6].

---

[5] Białynicki – Birula I i I, *Modelowanie rzeczywistości. Od gry w życie Conwaya przez żuka Mandelbrota do maszyny Turinga*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2002, s.11.

[6] Por. Gajda J., *Prognozowanie i symulacja a decyzje gospodarcze*, C.H. Beck, Warszawa 2001, s. XVIII.

**Model systemu** jest wzorcem metodologicznym, paradygmatem spełniającym następujące funkcje:

– jest podstawą do ustalenia rozmiaru, w jakim działanie systemu jest sterowane, czyli w jaki sposób i na ile umożliwia ono realizację zamierzeń badawczych,

– wraz z odpowiednią teorią daje podstawę do skorygowania wyników osiąganych za pomocą różnych technik,

– ujawnia, jakiego rodzaju wiedza jest potrzebna w celu dostosowania do niego uzyskanych wyników[7].

Identyfikacja obiektu badań z otaczającej rzeczywistości to zasadniczy etap procesu modelowania. Wyodrębnienie obiektu badań jako elementu systemu rzeczywistego może być intuicyjne i eksperymentalne. Wyodrębnianie intuicyjne stanowi element procesu modelowania a wyodrębnianie eksperymentalne jest elementem procesu identyfikacji.

Obiektem badań interpretowanym jako układ rzeczywisty, wydzieloną część świata rzeczywistego, może być proces, stosunki, zjawiska, oddziaływania, eksploatacja, funkcjonowanie a więc może to być obiekt naturalny (realnie występujący), sztuczny (będący wytworem myśli człowieka), mieszany (zawierający elementy naturalne i sztuczne). Obiekt badań jest elementem złożonym naturalnym, sztucznym lub mieszanym poddawanym procesowi modelowania. Obiekt badań może być przedstawiony jako złożony w wypadku, kiedy możemy zidentyfikować zmienne opisowe-obserwowalne i nieobserowalne, mierzalne i niemierzalne, sterowalne i niesterowalne istotne dla zrozumienia opisu systemu, układu (między zmiennymi zachodzą relacje przyczynowo-skutkowe) – rys. 2[8].

---

[7] Gomółka Z., *Elementy ogólnej teorii systemów*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 1999, s. 39.

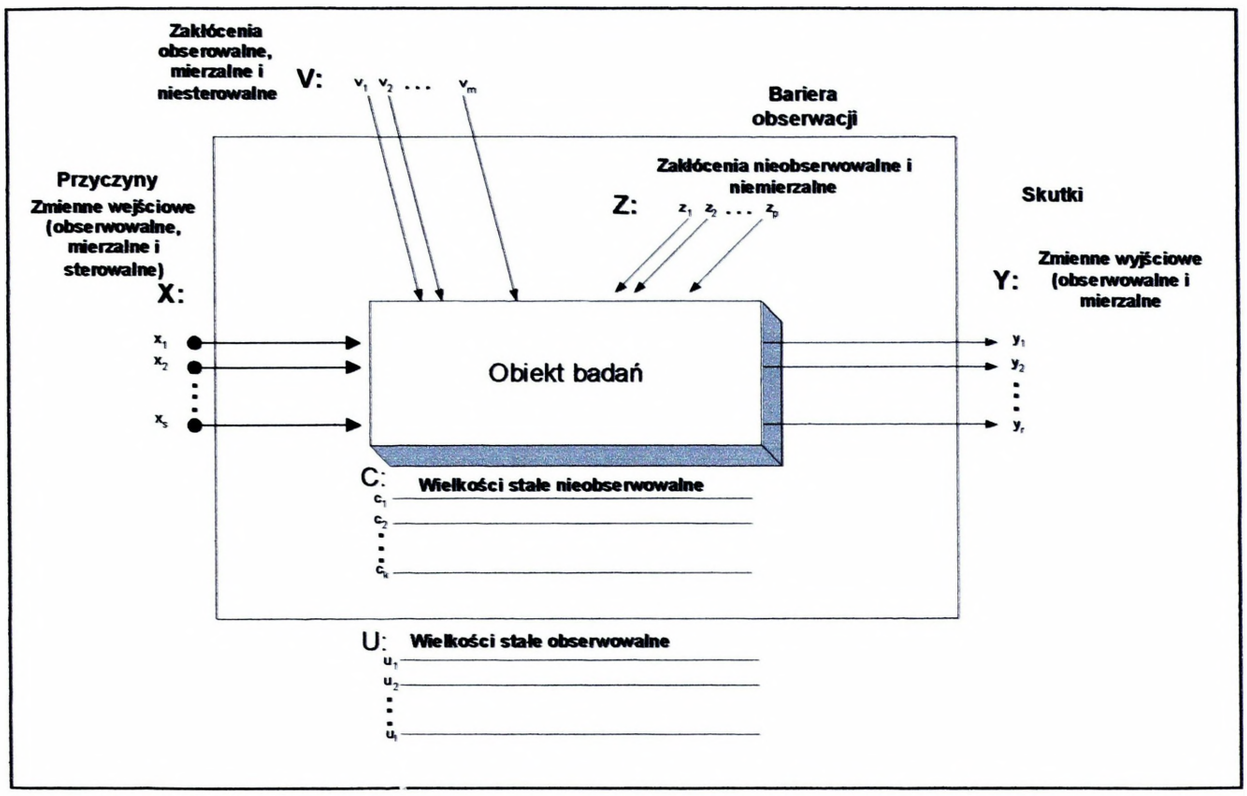
[8] Por. Kukiełka L., *Podstawy badań inżynierskich*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2002, s.14.

*Zmienne mierzalne*- to zmienne, które możemy mierzyć dostępnymi miernikami.

*Zmienne niemierzalne*- to zmienne które w chwili obecnej nie możemy mierzyć z założoną dokładnością.

*Zmienne sterowalne*- to takie zmienne, których wartości można zmieniać.

*Zmienne niesterowalne*- to zmienne których nie możemy zmieniać.

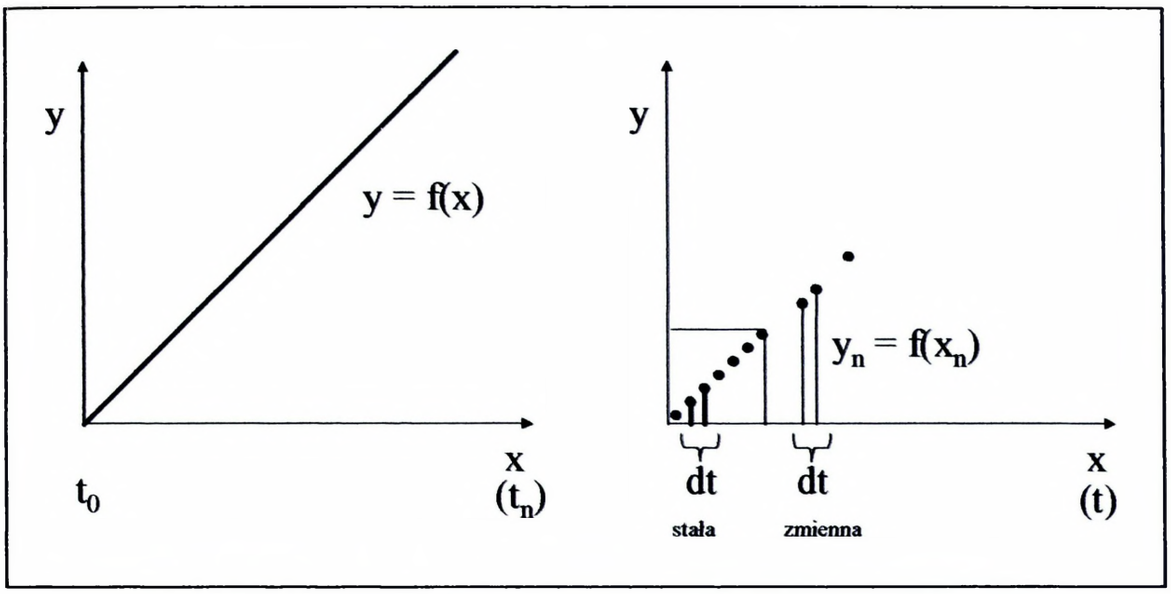



**Rys. 2. Złożony obiekt badań**

*Źródło: Kukiełka L., Podstawy badań inżynierskich, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2002, s. 14.*

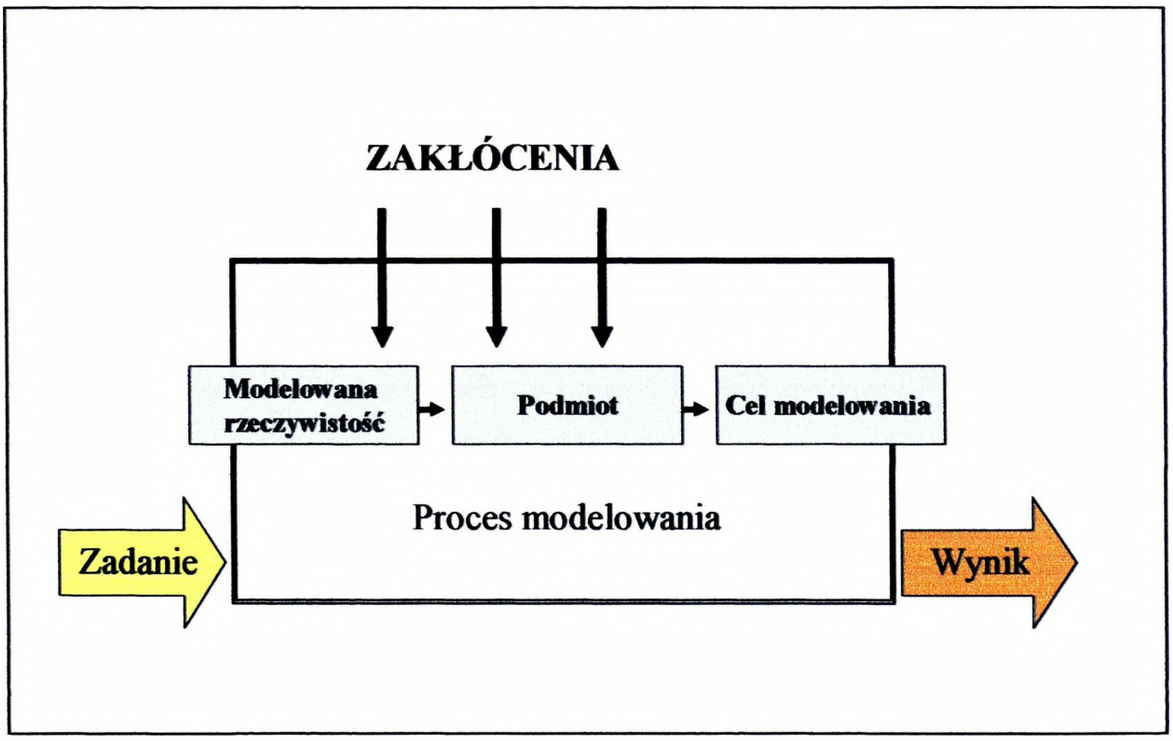
Zmienne w modelach mogą mieć wartości ciągłe lub dyskretne (skokowe) w czasie. W pierwszym wypadku wartości zmiennej są określane dla każdego momentu czasu, w drugim w sposób dyskretny. Odległości pomiędzy umownymi przedziałami czasowymi mogą być stałe lub zmienne. Ideogram takiego ujęcia zmiennych modelu przedstawia rys 3.

W procesie modelowania występują zawsze trzy elementy: *przedmiot, podmiot* i *cel modelowania.* Istotne znaczenia mają zakłócenia oddziaływujące, na uzyskany wynik końcowy – rys. 4. Zakłócenia w procesie modelowania warunkowane są między innymi subiektywizmem oceny przez podmiot modelu.




**Rys. 3. Zmienne ciągłe i zmienne dyskretne użyte w modelu**

*Źródło: opracowanie własne*




**Rys. 4. Proces modelowania rzeczywistości**

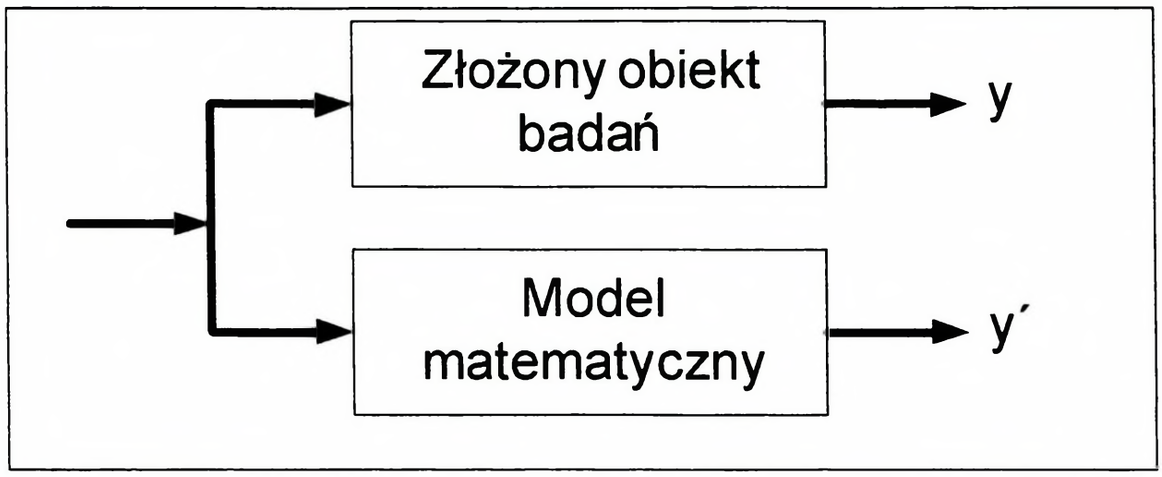
*Źródło: Spustek H., Wybrane zagadnienia badań operacyjnych i modelowania liniowego, AON, Warszawa 2002, s. 10.*

Modelowanie jest jednym ze sposobów dostarczających opisu procesu lub zjawiska. W ujęciu Sienkiewicza modelowanie jest narzędziem analizy systemowej polegającym na odwzorowaniu obiektu rzeczywistego, traktowanego jako

oryginał, za pomocą określonego języka i metody w obiekt symboliczny, obraz oryginału, który ujęty jako obraz obiektu rzeczywistego jest jego modelem[9].

Zasadą tworzenia modelu matematycznego jest stworzenie takiego układu par wartości zmiennych $x$ wejścia i zmiennych $y'$ wyjścia (obiektu badań przedstawionego na rys. 1), aby dla stworzonego modelu nie różniły się one od wartości zmiennej $y$ obiektu rzeczywistego. Oznacza to skonstruowanie matematycznego wzorca działania obiektu badań (systemu).

Zasadę tworzenia modelu matematycznego przedstawia rys. 5.




**Rys. 5. Zasada tworzenia modelu matematycznego**

*Źródło: Kukiełka L., Podstawy badań inżynierskich, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2002, s. 11.*

Proces modelowania, czyli identyfikacji, estymacji i zastosowania modelu może być przedstawiany w następujący sposób – rys. 6:

– *intuicyjne* wyodrębnienie systemu z rzeczywistości i wstępne posegregowanie elementów w systemie,

– *ustalenie* relacji i właściwości systemu,

– *ustalenie* i rozważanie możliwych warunków istnienia i zachowania się systemu oraz ingredientów kryterium oceny efektywności systemu,

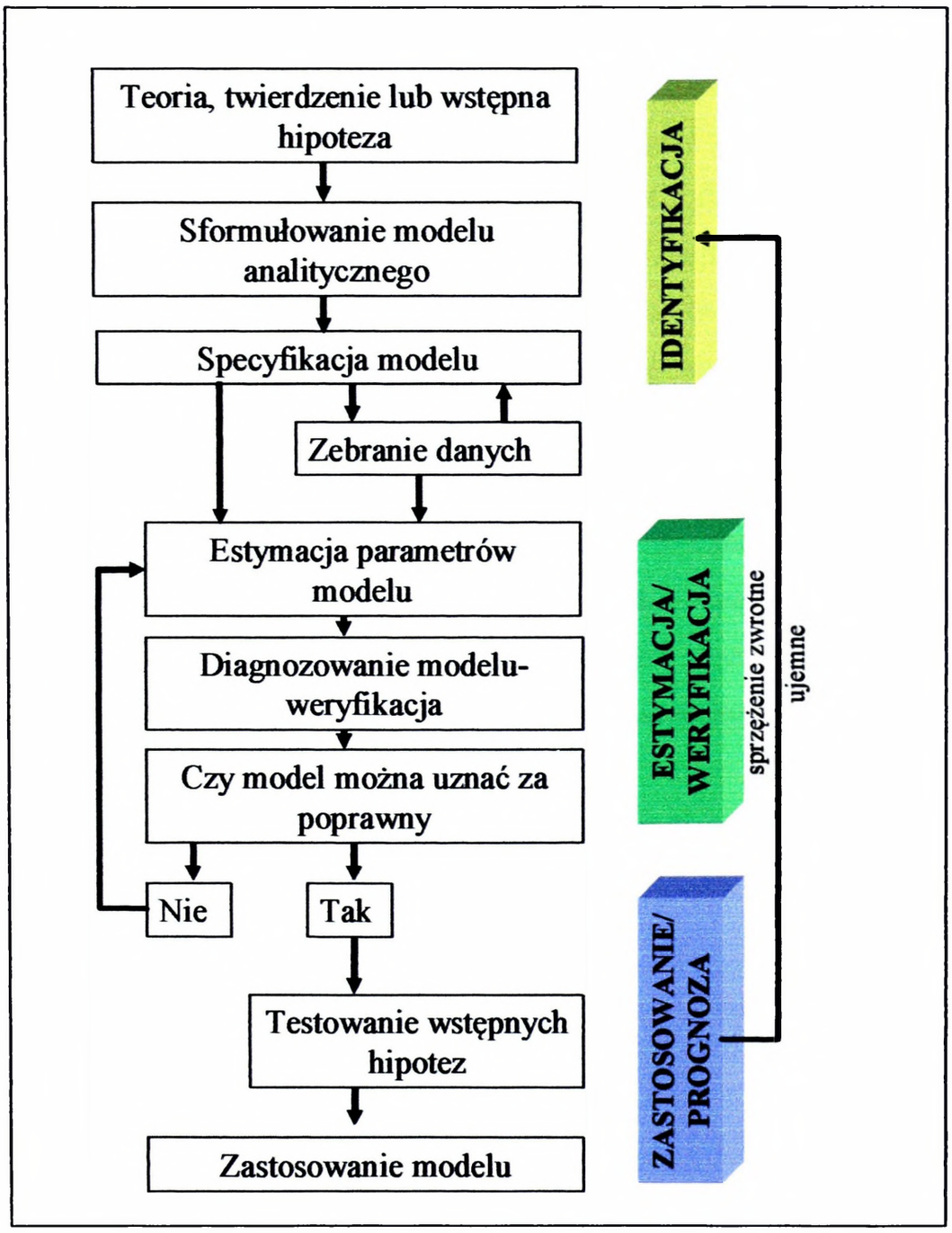
– *analiza* zbioru elementów w systemie wyodrębnionym intuicyjnie i wydzielenie podzbioru elementów domniemanych, wymagających szczegółowego badania celem potwierdzenia celowości przynależności do danego systemu,

[9] Por. Sienkiewicz P., *Analiza systemowa*... op. cit.

– *analiza* otoczenia systemu wyodrębnionego intuicyjnie i wydzielenie podzbioru elementów domniemanych, wymagających szczegółowego badania celem potwierdzenia celowości pominięcia ich w systemie,

– *analiza* wydzielonych wcześniej podzbiorów w aspekcie cech, relacji i własności oraz ostateczne zaliczenie, bądź pominięcie ich w systemie,

– *właściwe* uporządkowanie elementów w systemie, ocena tego uporządkowania ze względu na osiąganie maksymalnej efektywności systemu.




**Rys. 6. Elementy procesu modelowania**

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Sienkiewicz P., *Analiza systemowa, podstawy i zastosowania*, Wydawnictwo Bellona, Warszawa 1994, s. 54

Obok modelowania, alternatywnym sposobem otrzymywania modeli matematycznych jest **identyfikacja**. W przeciwieństwie do analitycznego modelowania jest to podejście eksperymentalne. Identyfikacja polega na wyznaczaniu modeli dynamicznych na podstawie danych doświadczalnych. System poddany zostaje kolejnym doświadczeniom, po których dobieramy parametry systemu tak by pasowały one do danych doświadczalnych. Identyfikacja obejmuje: przygotowanie eksperymentu, zebranie danych, określenie właściwej postaci modelu, wyznaczenie jego parametrów, sprawdzenie poprawności modelu – rys. 7.

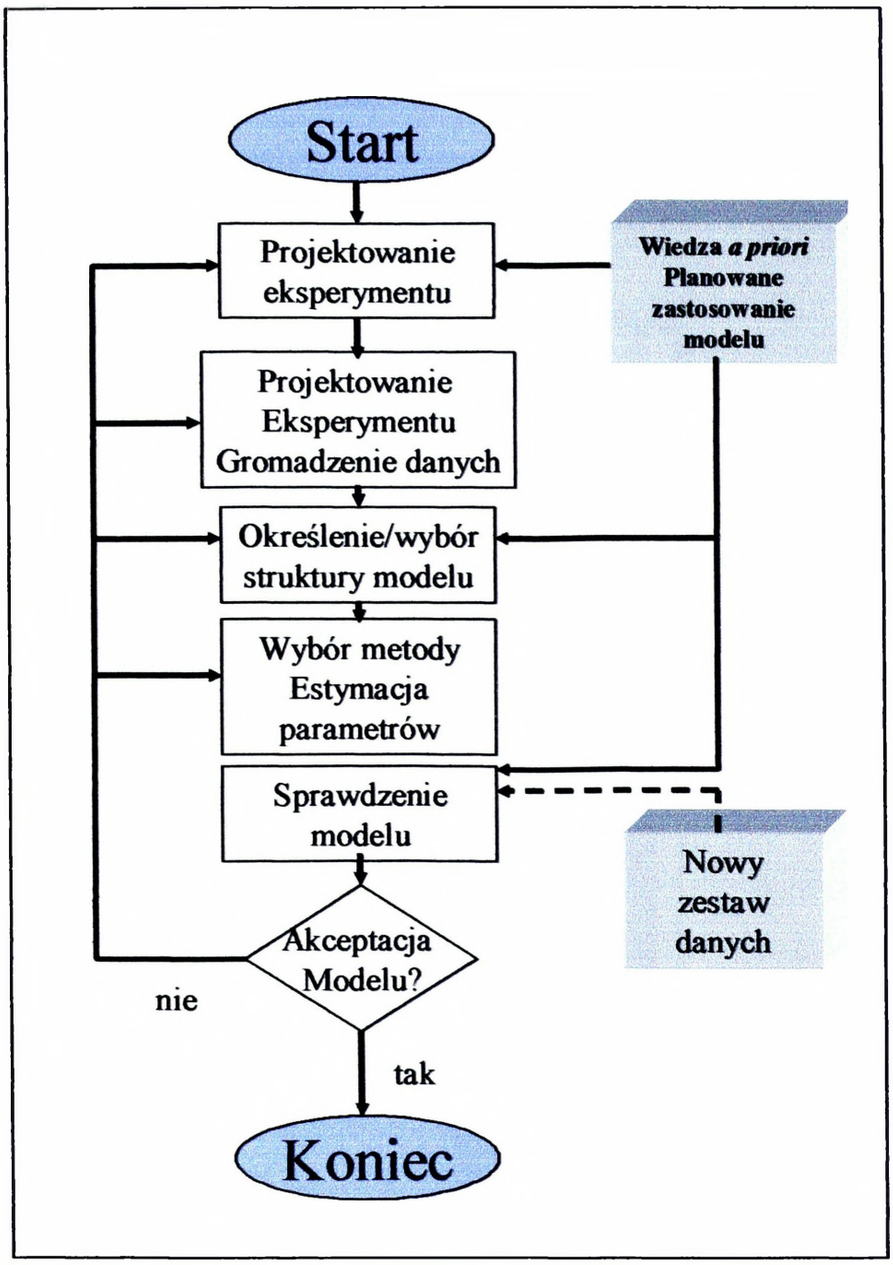
Identyfikacja polega na wprowadzeniu sygnału wejścia i pobudzenia systemu, obserwacji i gromadzenia sygnału wejściowego i wyjściowego w przyjętym przedziale czasu. Zgromadzone eksperymentalnie dane stanowią podstawę do konstrukcji modelu parametrycznego systemu. Kolejnym krokiem jest estymacja nieznanych wartości parametrów modelu. Zastosowanie metod statystycznych pozwala na estymację wartości parametrów modelu. Znane wartości parametrów są testowane w modelu w celu sprawdzenia czy właściwie odzwierciedlają system rzeczywisty.

Złożoność badanych obiektów implikuje do stosowania obok modelowania metod identyfikacji. Ma to szczególne znaczenie dla oszacowania parametrów nieznanych wyprowadzanych z modelowania. Modele uzyskane metodą identyfikacji mają cechy odróżniające je od modeli matematycznych uzyskanych metodą modelowania:

– mają ograniczoną możliwość stosowania (ich struktura i generowane wartości wyjścia zachowują morfizm tylko dla wyidealizowanych, przyjętych układów eksperymentu),

– pozwalają na uzyskanie zgodności modelu z danymi eksperymentalnymi nie wyjaśniając struktury fizycznej systemu,

– łatwe w otrzymaniu i wykorzystaniu.

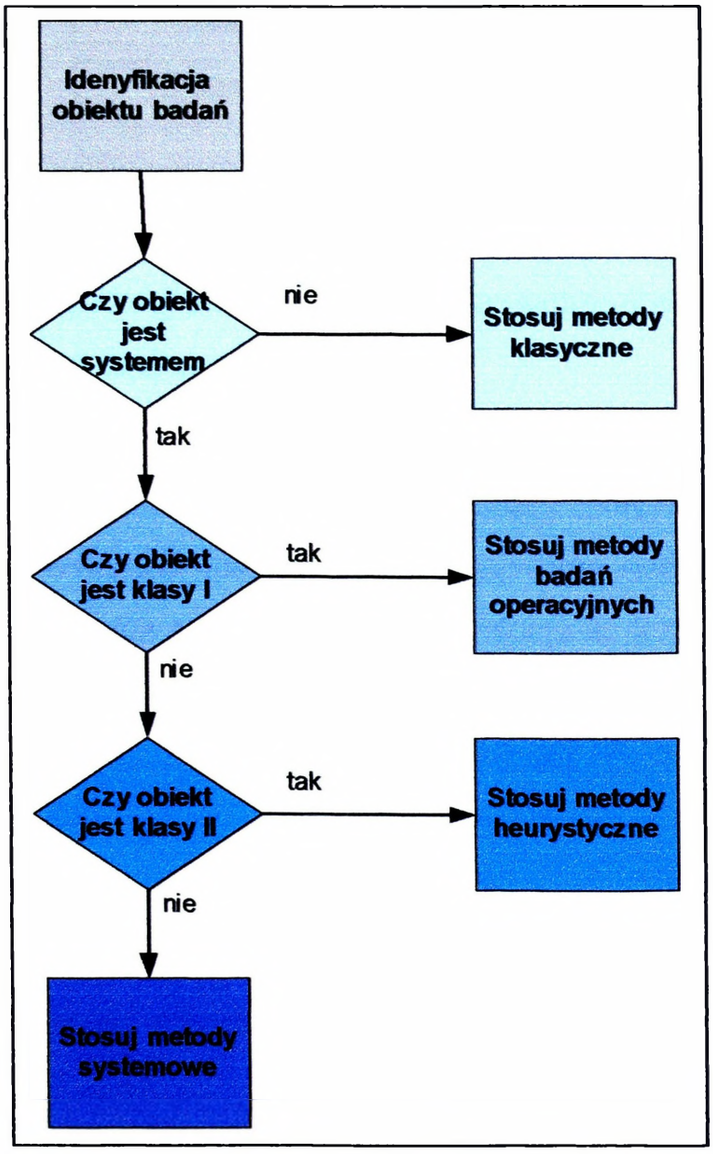



**Rys. 7. Schemat blokowy identyfikacji**

*Źródło: Söderström T., Stoica P., Identyfikacja systemów, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997, s. 33*

Specyficznego podziału modeli w zależności od struktury sytuacji, procesu, zjawiska (obiektu badań) dokonał P. Sienkiewicz – rys. 8. Jako punkt wyjścia posłużyła klasyfikacja obiektu badań według języka opisu. Klasa I (o dobrze określonej strukturze) dotyczy obiektów dających się kwantyfikować – opisywać ilościowo. Klasa II (o nieokreślonej strukturze) to obiekty dające się opisać tylko słownie (werbalnie). Klasa III (o słabo określonej strukturze) to obiekty mieszane ilościowo – jakościowe. W zależności od klasyfikacji badanego obiektu następuje dobór modelu.

Obiekty badań klasy I rozpatruje się za pomocą badań operacyjnych, klasy II metod heurystycznych, natomiast klasy III metodami systemowymi a w szczególności analizą systemową. Analiza systemowa istotna z punktu zastosowania metod modelowania i identyfikacji dotyczy obiektów rozpatrywanych jako system.




**Rys. 8. Identyfikacja obiektu badań i zastosowanego modelu**

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie: P. Sienkiewicz, Analiza systemowa, podstawy i zastosowania, Wydawnictwo Bellona, Warszawa 1994*

Badania systemowe organizacji opierają się na trzech przyjętych kryteriach podziału: rezultat modelowania (cel poznawczy), język modelowania (forma przekazu), aspekt badań systemowych. Dokonana klasyfikacja pozwala wyróżnić następujące modele:

**Tabela 1**

| KRYTERIUM | I. REZULTAT MODELOWANIA | II. JĘZYK MODELOWANIA | III. ASPEKTY BADAŃ SYSTEMOWYCH |
|---|---|---|---|
| MODELE | *Wyjaśniające* | *Opisowe* | *Morfologiczne* |
| | *Ocenowe* | *Formalne* | *Funkcjonalne* |
| | *Decyzyjne* | *Matematyczne* | *Rozwoju* |

Pierwsze kryterium wyrażając cel poznawczy pozwala wyróżnić trzy typy modeli:

– ***modele wyjaśniające*** mają na celu uzyskanie określonego stopnia wyjaśnienia istoty cech systemu,

– ***modele ocenowe*** pozwalają na uzyskanie ocen (wypowiedzi aprobaty lub dezaprobaty dla stanu – przeszłego, przyszłego, bieżącego – systemu,

– ***modele decyzyjne*** mające na celu uzyskanie określonych decyzji, niezbędnych do osiągnięcia pożądanego stanu systemu ze względu na przyjęte kryterium.

Drugie kryterium wyrażające formę przekazu (język modelowania) dzieli modele na:

– ***opisowe*** – wyrażane językiem naturalnym,

– ***formalne*** – wyrażane językiem logiki, głównie logiki matematycznej,

– ***matematyczne*** – opisane językiem matematyki (np. analizy funkcjonalnej, probabilistyki, algebry).

Trzecie kryterium oparte na typologii *badań systemowych*, dzieli systemy w aspekcie:

– ***morfologii*** – struktury, budowy systemu,

– ***funkcjonowania*** – zachowania, działania systemu,

– ***rozwoju*** – przemian, ewolucji systemu.

Model systemu rzeczywistego w aspekcie badań systemowych zawiera następujące charakterystyki:

– *jakościowe* – opis parametryczny,

- *strukturalne* – opis morfologiczny,
- *funkcjonalne* – opis proceduralny,
- *prognostyczne* – opis rozwoju systemu.

Przedstawiona charakterystyka modelu pozwala na: uzyskanie jednoznacznych pojęć i reguł wnioskowania prowadzących do obiektywizacji danej teorii empirycznej oraz uzyskania nowych, istotnych informacji o badanych systemach rzeczywistych.

Ogólna klasyfikacja modeli pozwala na wyodrębnienie dwóch zasadniczych typów modeli:

- modele koncepcyjne – konceptualne (intuicyjne),
- modele matematyczne[10].

**Symulacje numeryczne** są narzędziem analitycznym, które w istotny sposób może ułatwić proces poznania i zrozumienia złożonych zjawisk przyrodniczych, technicznych, matematyczno-fizycznych i społecznych. Zasadniczym celem symulacji jest zebranie danych o zachowaniu się modelu systemu za pomocą narządzi numerycznych (komputerów i oprogramowania). Stworzenie modelu całego systemu lub poszczególnych elementów systemu, którymi można by odpowiednio operować, aby w rezultacie poznać i zrozumieć funkcjonowanie badanego systemu w zmieniających się warunkach. Proces symulacji jest twórczy i odkrywczy ponieważ symulacja numeryczna poprzez eksperymentowanie z modelem wyidealizowanym za pomocą komputera, bada i dostarcza informacji na temat funkcjonowania tego modelu. Działanie badanego, bądź tylko odwzorowywanego systemu jest wyrażane w czasie poprzez zmienne systemowe.

W wyniku doświadczeń symulacyjnych nie zawsze uzyskujemy jednoznaczne rozwiązanie badanego problemu. Dzięki wyznaczeniu zbioru możliwych rozwiązań, poprzez zastosowanie narzędzi statystycznych możliwe jest zobrazowanie tych rozwiązań w sposób zrozumiały i przystępny. Użycie symulacji jako narzędzia do nauki rozwiązywania różnorodnych problemów jest jedną z częściej stosowanych współcześnie technik, a obszary jej zastosowań to praktycznie wszystkie dziedziny nauki.

---

[10] Model matematyczny obiektu jest postacią funkcji $y = f(c,u,x,v,z)$ – wielkości z rys. 2.

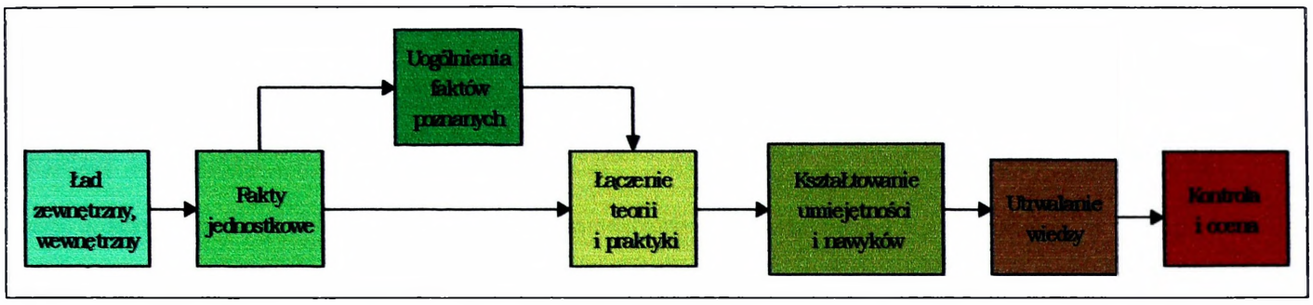
Punktem wyjścia w symulacji numerycznej jest model matematyczny systemu rzeczywistego. Wprawienie w ruch modelu systemu realizowane jest poprzez podanie wartości wejściowych i wartości parametrów zmiennych występujących w modelu. Otrzymane na wyjściu wartości stanowią podstawowe wielkości analizowane w celu opracowania wyników prowadzonej symulacji. Do analizy i opracowania wyników symulacji wykorzystuje się metody statystyczne.

Proces kształcenia a także szkolenia wojskowego opiera się na trzech typach aktywności człowieka: intelektualnej, emocjonalnej i praktycznej. Aktywność intelektualna polega na przyswajaniu wiedzy, pojęć, teorii, faktów i praw. Aktywność emocjonalna kształtuje wartości indywidualne i społeczne w oparciu o wiedzę o otoczeniu. Aktywność praktyczna polega na zdobywaniu nawyków, umiejętności, zachowań poprzez odtwarzanie konkretnych czynności praktycznych. Każdy z trzech typów aktywności człowieka jako podmiotu kształcącego się jako punkt wyjścia traktuje wiedzę. Wiedza i jej opanowanie stanowi zasadniczy element procesu kształcenia. Relacje $N \leftrightarrow U$ stanowią o istocie procesu kształcenia.

Proces kształcenia przedstawiany w postaci siedmioogniwowego schematu[11] – rys. 9 polega na agregacji działań podmiotów kształcenia zmierzających do osiągnięcia określonych celów dydaktycznych a realizowanych w sposób cykliczny i uporządkowany tj. świadomy i prawidłowościowy. Siedmioogniwowy proces kształcenia składa się z ogniw: ładu wewnętrznego i zewnętrznego, poznawania faktów jednostkowych, kształtowania i poznawania uogólnień faktów poznanych, łączenia teorii z praktyką, kształtowanie umiejętności i nawyków, utrwalanie wiedzy, kontroli i oceny stopnia uzyskanych i zdobytych wiadomości i nawyków.



[11] Zaczyński P. W., *Proces kształcenia* w: Pomykało W. (red.), *Encyklopedia Pedagogiczna*, Wydawnictwo Fundacji Innowacja, Warszawa 1993, s. 626.




**Rys. 8. Identyfikacja procesu kształcenia**

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Pomykało W. (red.), Encyklopedia Pedagogiczna, Wydawnictwo Fundacji Innowacja, Warszawa 1993*

***Ład zewnętrzny i wewnętrzny*** to ogół warunków materialnych i niematerialnych cechujących zarówno proces kształcenia jak i jego podmioty. Przez ład zewnętrzny należy rozumieć warunki zewnętrzne tego procesu jako składniki materialne – środki dydaktyczne, lokalowe i bezpośrednie otoczenie podmiotów kształcenia oraz składniki niematerialne wynikające z uporządkowania procesu kształcenia. Uporządkowanie procesu kształcenia w sensie prakseologicznym można interpretować jako: dyscyplinę wewnętrzną podmiotu kształcącego i kształcącego się, ich gotowość do udziału w procesie nauczania – uczenia się, otwartość na treści kształcenia. Ładem wewnętrznym jest zbiór cech psychofizycznych podmiotów kształcenia a szczególnie posiadanie przez nich zasobu wiedzy i umiejętności niezbędnych do uczestniczenia w procesie kształcenia a wpływających na dążenie do osiągnięcia założonych celów dydaktycznych. Pojęcie ładu wewnętrznego wiąże się z kształtowaniem postaw edukacyjnych – woli poznania i samodoskonalenia jako nadrzędnej w stosunku do relacji *Nauczyciel-Uczeń* ($N \leftrightarrow U$).

***Poznanie faktów jednostkowych*** jest odwzorowaniem otaczającej rzeczywistości w postaci wybiórczej faktograficznej jej interpretacji dydaktycznej. Poprzez fakty jednostkowe podmiot kształcący zapoznaje się bezpośrednio lub pośrednioz rzeczywistością. Poznanie bezpośrednie realizowane jest poprzez kontakt z przedmiotem, zjawiskiem, prawem fizycznym, przy czym istnieje możliwość ingerencji podmiotu kształcącego się w poznawany wycinek rzeczywisto-

ści[12]. Poznanie pośrednie odbywa się poprzez element łączący poznawany wycinek rzeczywistości z podmiotem kształcącym. Łącznikiem tym jest najczęściej słowo oraz środki materialne zastępujące poznawaną rzeczywistość. Środki materialne to środki audiowizualne, modele fizyczne, makiety, poprzez które podmiot kształcący zdobywa wiedzę o otaczającej rzeczywistości.

***Uogólnienia faktów poznanych*** jako element procesu kształcenia mają na celu zbudowanie aparatu pojęciowego o zaobserwowanych i przyswojonych faktach a tym samym generalizowanie pojęć, praw, związków i zależności występujących w otaczającej rzeczywistości.

***Łączenie teorii z praktyką*** umożliwia zespolenie tego, co abstrakcyjne z konkretnym działaniem, czynnością praktyczną. Uogólnione prawa, związki i zależności mogą być zastosowane w praktyce w innych niż poznane wcześniej fakty jednostkowe a przez to wiedza o nich wzbogaca się o elementy poznania twórczego, często produkcyjnego. W dalszej części poznanie realizowane jest jako ***kształtowanie umiejętności i nawyków***.

Nawyki interpretowane jako wyćwiczone w wyniku częstego powtarzania umiejętności stanowią podstawę do szukania dróg rozwiązań analogicznych jak wyćwiczone a przez to działanie jest bardziej ekonomiczne, skuteczne i dokładne. Nawyki i przyzwyczajenia są bardzo ważnym elementem kształtowania postaw w szkoleniu wojskowym. Wiedza i umiejętności poznane i zapamiętane a rozwijane dalej poprzez nawyki postępowania, działania zgodnie z wyćwiczonym algorytmem zapobiegają procesowi zapominania i wpływają na ***utrwalenie poznanej wiedzy***. Sprawność intelektualna podmiotów jest w procesie kształcenia pochodną poznania i utrwalenia wiedzy i umiejętności. Podtrzymywanie wiedzy umożliwia opanowanie kolejnych treści kształcenia i ich wzajemne uzupełnianie się, gdyż trudno przyswajać kolejne części treści procesu kształcenia bez trwałego opanowania poprzednich.

---

[12] Ingerencja podmiotu kształcącego w proces poznania faktów upodabnia go do procesu poznania naukowego
i czyni go przez to szczególnie atrakcyjnym w procesie kształcenia. Modelowanie zjawisk i procesów oraz ich dalsza symulacja stanowią przykład stosowania eksperymentu jako odmiany poznania bezpośredniego
i wdrażanej zasady poglądowości w procesie kształcenia.

***Kontrola i ocena*** spełnia w procesie kształcenia funkcje *społeczne, psychologiczne* i *pedagogiczne*[13]. Funkcje społeczne sprowadzają się do kontroli i oceny procesu kształcenia oraz jego elementów w aspekcie zgodności: treści kształcenia z przyjętymi celami wychowawczymi i edukacyjnymi, przyjętych form i metod kształcenia. Funkcje psychologiczne wpływają na odpowiedni poziom motywacji podmiotów procesu kształcenia do intensyfikacji wysiłku edukacyjnego. Osiąga się je poprzez: informowanie podmiotu kształcącego się o osiąganych wynikach kształcenia, uznania efektów procesu kształcenia w otoczeniu jako osiągnięć indywidualnych, kształtowanie potrzeby samokontroli. Funkcje pedagogiczne kontroli stanowią przedmiot oceny zarówno podmiotu kształcącego jak i kształcącego się. Dwupodmiotowość kontroli i oceny powoduje rozdzielenie jej na kontrolę i ocenę wyników i kontrolę samego procesu kształcenia. Kontrola jest w tym aspekcie oceną, czyli szacowaniem utylitarnych[14] zdolności i osiągnięć osób i rezultatów pracy uczestników procesu.

---

[13] Kontrola w „*Nowym słowniku Języka Polskiego*" pod redakcją B. Dunaja (red.), Wydawnictwo Wilga, Warszawa 2005, oznacza „*sprawdzanie, czy stan rzeczywisty czegoś zgadza się ze stanem pożądanym, oraz ustalanie ewentualnych odstępstw.*" Natomiast ocena to „*wartościujący sąd, opinia o czymś, kimś; umowny znak kwalifikujący, określający wartość, jakość pracy ucznia i jej wyników*".

[14] Utylitaryzm oceny sprowadza się do jej wykorzystania w pomiarze osiągnięć dydaktycznych podmiotów procesu kształcenia, szczególnie podmiotu kształcącego się. Ocena pracy pedagogiczno – wychowawczej podmiotu kształcącego jest często niewymiernym elementem oceny stosowanych metod i form organizacyjnych a ponadto uzależniona jest od relacji zachodzących pomiędzy podmiotami w trakcie procesu kształcenia.

# 1. METODOLOGIA BUDOWY SYMULACYJNEGO MODELU SYSTEMU RZECZYWISTEGO

Treści zawarte w ramach rozdziału stanowią próbę usystematyzowania wiedzy na temat zasad budowy modeli systemów rzeczywistych. Zagadnienia modelowania systemów rzeczywistych są rozległe, stąd do rozważań wybrano jedynie te aspekty, które w zasadniczy sposób wiążą się z problematyką konstruowania modeli symulacyjnych systemów rzeczywistych. Proces modelowania polega w ogólności na wykonaniu transpozycji systemu rzeczywistego na twór abstrakcyjny zwany modelem w wyniku operacji modelowania. Proces ten przebiega w kilku określonych etapach, począwszy od sformułowania założeń modelowych, określenia zmiennych, oszacowania parametrów modelu w wyniku ich estymacji, aż po ich weryfikację w oparciu o przygotowane scenariusze.

## *1.1. STRUKTURA MODELU*

Model w swojej istocie budowany jest głównie po to, aby służyć pomocą w zrozumieniu rzeczywistych mechanizmów oraz inspirować do kolejnych pytań stawianych w efekcie analizy wyników działania modelu. Zatem nie należy oczekiwać rozwiązania zobrazowanych w sposób modelowy problemów, lecz raczej należy traktować model w charakterze narzędzia pomocniczego, jednego z wielu narzędzi używanych przez analityka (osobę badającą systemy rzeczywiste).

Pojęcie systemu[15] odnosi się do opisu strukturalnego modelu z założeń opisu samego modelu, który jest unormowanym zbiorem instrukcji służących do generowania danych o reakcji pomiędzy *We* (Wejścia) a *Wy* (Wyjścia) modelu. Opis strukturalny modelu może być opisem *statycznym struktury modelu*, a więc odnoszącym się bezpośrednio do zbiorów danych wejściowych, zbioru podstawy czasu, zbioru danych wyj-

[15] "System jest pojęciem matematycznym składającym się z podstawy czasu, pewnej ilości zbiorów, które charakteryzują wszystkie możliwe wymuszenia wejściowe i reakcje wyjściowe oraz funkcji, które determinują reakcje wyjściowe generowane w odpowiedzi na wymuszenia wejściowe". B.P. Zeigler, *Teoria modelowania i symulacji*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1984, s. 49.

ściowych generowanych przez model lub opisem *dynamicznym struktury modelu* dotyczącym opisu funkcji, interakcji elementów i schematu ich oddziaływań.

### 1.1.1. OPIS MODELU – PRZYJĘTA KONWENCJA

Model systemu rzeczywistego w aspekcie przyjętego języka modelowania może być opisany ***językiem naturalnym*** będącym stosowanym językiem nauki. W taki sposób przedstawiane są modele tworzone w naukach społecznych, medycznych, w mniejszym stopniu w naukach wojskowych. Opis modelu w tym ujęciu polega na opisowym odwzorowaniu istniejących relacji, warunków, opisujących zachowanie się modelu i jego reakcji na zmiany otoczenia. Język naturalny w postaci tekstu dzieli się na teksty mówione (nie do zastosowania w budowie modelu), teksty pisane ręcznie, teksty drukowane. W aspekcie języka opisu modelu, a co za tym idzie automatycznego przetwarzania tekstu, zastosowanie może znaleźć tylko tekst drukowany. Automatyczne przetwarzanie tekstów pisanych ręcznie i mówionych jest w wysokim stopniu utrudnione i wyspecjalizowane. Ważną rolę pełni w tym wypadku kodowanie tekstu, które może być: akustyczne, wizualne, symboliczne, technologiczne[16]. Powyższe sposoby kodowania tekstu charakteryzuje się następująco:

– tekst kodowany akustycznie – stanowi zapis cyfrowy tekstu mówionego (identycznie jak w przypadku zapisu utworów muzycznych na płytach CD);

– tekst kodowany wizualnie – jest cyfrowym zapisem tekstu pisanego ręcznie lub drukowanego, dokonywanym przez podział powierzchni tekstu na bardzo małe elementy (np. piksele) i przypisanie im wartości biały-czarny;

– tekst kodowany symbolicznie – stanowi zapis tekstu w formie szeregu liczbowego z przypisanymi znaczeniami poszczególnym elementom tego szeregu (identycznie jak w kodzie ASCII[17]);

– tekst kodowany technologicznie – jest kompilacją kodowania wizualnego i symbolicznego, w którym po opisaniu znaku układem pikseli przypisane zostają mu odpowiednie ciągi liczbowe.

---

[16] J. Bień, *Koncepcja słownikowej informacji morfologicznej i jej komputerowej weryfikacji*, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1991, s. 10.

[17] American Standard Code for Information Interchange – amerykański standardowy kod do wymiany informacji.

Wyniki symulacji rozumianej jako "wprawienie modelu w ruch" poddane zostają opracowaniu z zastosowaniem narzędzi statystycznych. Opis nieformalny modelu systemu rzeczywistego składa się z wykazu elementów modelu, zmiennych wraz z parametrami, współzależności pomiędzy elementami i założeń przyjętych do procesu modelowania.

Nieformalny opis modelu może mieć postać[18]:

1. Elementy modelu:

– element A
– element B
– element C
– element...
– element N

} Opis ogólny pewnych części wyodrębnionych z całości systemu rzeczywistego

2. Zmienne opisowe

element A
– zmienna $A_1$
– zmienna $A_2$
– zmienna $A_3$
– zmienna A...
– zmienna $A_n$
element B
– zmienna $B_1$
– zmienna $B_2$
– zmienna $B_3$
– zmienna B...
– zmienna $B_n$
element C
– zmienna – –$C_1$
– zmienna $C_2$
– zmienna $C_3$
– zmienna C...
– zmienna $C_n$
element...
– zmienna...
element N
– zmienna $N_1$
– zmienna $N_2$
– zmienna $N_3$
– zmienna N...
– zmienna $N_n$

} Wartości każdej zmiennej w zakresie, w jakim występują w dowiązaniu do elementów systemu. Jeżeli zmienne występują w opisie formalnym modelu należy im przypisać określone wartości ze zbioru możliwych wartości zmiennej i nadać symbol oznaczający tę wartość

[18] P.B. Zeigler, *Teoria modelowania...*, op. cit., s. 44–45.

3. Parametry modelu
   - Parametr 1
   - Parametr 2
   - Parametr 3
   - Parametr...
   - Parametr n

} Zakres każdego z parametrów opisany za pomocą symbolu oznaczającego dowolny element tego zakresu. Przedstawienie roli parametru w opisie strukturalnym modelu

4. Interakcja elementów. Opisuje wpływ, oddziaływanie i sprzężenia zwrotne pomiędzy elementami za pomocą praw, prawidłowości, założeń strukturalnych.

5. Schemat interakcji. Elementy modelu zobrazowane jako opisane prostokąty połączone liniami interakcji, w których oddziaływanie jednego elementu na drugi przedstawione jest za pomocą grota skierowanego w kierunku elementu, na który wywierany jest wpływ. Schemat interakcji jest elementem tworzenia opisu strukturalnego modelu uproszczonego.

Opis nieformalny modelu pozostawia wiele luk i niedomówień, które zostają zapełnione i wyjaśnione w trakcie formalizowania modelu podstawowego w model uproszczony (scalony). Do opisu uproszczonego modelu formalnego używa się przede wszystkim matematyki i logiki.

Użycie **języka formalnego**, głównie matematyki i logiki matematycznej, pozwala na podporządkowanie budowy modelu i jego późniejsze badanie aksjomatom i twierdzeniom logicznym. Stopień sformalizowania tak opisywanego modelu wzrasta w porównaniu do modelu opisanego językiem naturalnym.

Odmiennie niż ma to miejsce w języku naturalnym alfabet języka formalnego może składać się ze zbioru liter od a do z (identycznie jak w języku naturalnym), zbioru cyfr, zbioru znaków i równań matematycznych, znaków zero-jedynkowych, symboli. Z zastrzeżeniem, że słowa tworzone są na podstawie zbioru znaków alfabetu i stanowią skończony ciąg znaków. Zbiór słów dających się opisać za pomocą skończonego zbioru znaków alfabetu przyjmuje nazwę języka formalnego. **Język formalny** jest skończonym zbiorem słów tworzonych w oparciu o alfabet. Pojęcie języka formalnego odnosi się do informatyki. Jeżeli słowo nie można opisać skończoną ilością znaków niespełnione jest kryterium języka formalnego i nie może być używane w informatyce.

Używanie słów i pojęć języka naturalnego w języku formalnym jest jedynie zapożyczeniem i w żaden sposób nie należy znaczeń słów utożsamiać ze znaczeniami w języku naturalnym.

W modelu matematycznym językiem opisu jest matematyka. Model matematyczny zbudowany jest z matematycznych relacji: równań, nierówności, warunków logicznych opisujących zachowanie się ***zmiennych endogenicznych*** (wewnętrznych) i ***egzogenicznych*** (zewnętrznych)[19] badanego modelu. W tym też ujęciu model matematyczny jest najbardziej sformalizowanym opisem systemu modelowanego na potrzeby procesu badawczego. Język modelowania jest w kontekście opisu modelu najważniejszym kryterium, gdyż bezpośrednio wpływa na stopień sformalizowania modelowanego systemu.

Zastosowanie języka naturalnego do opisu modelu nie pozwala na jednoznaczne (lub prawie jednoznaczne) zrozumienie istoty i struktury badanego systemu z powodu:

- wieloznaczeniowości języka naturalnego,
- dużej liczby interpretacji i definicji naukowych słów – kluczy,
- istnienia nazw pozornych, pustych, zbyt ogólnych[20].

Zastosowanie do opisu modelu języka logiki formalnej i matematyki usuwa błędy wieloznaczności oraz ogólności i precyzuje znaczenie słów użytych w opisie modelu do jednoznacznych pojęć.

Opis modelowanego systemu dokonuje się z wykorzystaniem kompleksu możliwych języków modelowania. Jest to opis, w którym stosuje się zarówno język naturalny, formalny, jak i matematyczny. Do ogólnego opisu modelu, realizowanego w celu przedstawienia założeń budowy modelu, stosuje się zazwyczaj język naturalny. Do opisu szczegółowego modelu, w tym do przedstawienia parametrów i zmiennych systemu lub jego estymatorów w sposób ogólny, stosuje się język logiki lub matematyki. Do opracowania wyników modelowania systemu i jego symulacji stosuje się język matematyki, a w szczególności probabilistyki i statystyki matematycznej.

---

[19] Zmienne egzogeniczne opisują równania, nierówności i warunki logiczne dotyczące zmian otoczenia modelowanego systemu.

[20] Por. A. Szewczyk, G. Wojarnik, *Diagnozowanie systemów informacyjnych w teorii i praktyce*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2001, s. 52–60.

Przyjmując, że "*model jest uproszczonym opisem rzeczywistości*"[21] i określając cel budowy modelu, który ma zostać zbudowany z taką precyzją, do jakiej zmusza proces badawczy, określamy wykaz zmiennych modelu. Następnie możemy implikować konkretny język opisu do danego modelu. W zależności od celu, stopnia sformalizowania oraz pożądanych wyników stosujemy jeden z omówionych wyżej języków modelowania.

W opisie formalnym i matematycznym modelu stosuje się standardowe symbole graficzne, o ile w konstruowaniu modelu nie korzysta się z programów wspomagających[22].

### 1.1.2. LISTA ZMIENNYCH MODELU

W procesie budowy modelu istotną funkcję spełniają zmienne modelu, definiowane w dwóch zasadniczych obszarach: obszarze ***zmiennych endogenicznych*** oraz ***zmiennych egzogenicznych***. Dodatkowo na potrzeby budowy modelu do zbioru zmiennych można dołączyć ***zmienne sztuczne***, tj. takie, które pragmatycznie nie zostały wyodrębnione w rzeczywistości, ale których istnienie jest możliwe[23]. Zmienne endogeniczne to takie, których wartości zawierają się wewnątrz badanego systemu (układu). Zmienne egzogeniczne to takie, których wartości formują się w otoczeniu systemu. Wartości zmiennych egzogenicznych mogą przybierać wartości ***dodatnie*** (tzn. wywierają wpływ pozytywny na system) lub ***ujemne*** (tzn. negatywnie oddziałują na system). W tym też ujęciu zmienna endogeniczna ma charakter ***zmiennej zależnej*** (podlegającej modyfikacji), zmienna egzogeniczna określana jest jako ***zmienna niezależna***.

Jeżeli przyjmiemy obiekt badań za system prosty lub złożony (rozpatrywany jako model systemu), wtedy możemy zidentyfikować zmienne występujące w modelu i sklasyfikować je jako:

- ***zmienne endogeniczne obserwowalne objaśniające,***
- ***zmienne endogeniczne obserwowalne objaśniane,***

---

[21] Por. J. Gajda, *Prognozowanie* ..., op. cit., s. XVI.

[22] Zgodne ze standardem ANSI. Por. A.C. Chung., *Simulation modeling handbook. A practical approach*, CRC PRESS, London 2004.

[23] *Zmienne sztuczne* stanowią te wartości, których nie można zakwalifikować do dwóch pozostałych obszarów.

– ***zmienne endogeniczne nieobserwowalne,***

– ***zmienne egzogeniczne obserwowalne, ilościowe i jakościowe,***

– ***zmienne egzogeniczne nieobserwowalne***[24].

Analiza modelu systemu społecznego pozwala na dokonanie klasyfikacji jego zmiennych jako:

– ***zmienne celu*** (zmienne wyjściowe opisujące stan rzeczy pożądany i osiągalny przez działający system);

– ***zmienne diagnozy*** (zmienne stanów systemu w przeszłości i stanów w chwili obecnej, jeżeli system funkcjonuje w teraźniejszości);

– ***zmienne prognostyczne*** (dotyczące skutków zamierzonego działania systemu podlegającego modelowaniu);

– ***zmienne decyzyjne*** (dotyczące wyboru sposobu działania systemu);

– ***zmienne kryterialne*** (zbiór kryteriów oceny – opracowanie otrzymanych wyników – szacowanie wyników)[25].

W modelach symulacyjnych po przyjęciu kryterium czasu zmienne dzielą się na trzy podzbiory:

– ***zmienne wejściowe***, których wartości nie zależą od zachowania modelu systemu,

– ***zmienne stanu***, opisujące zmiany wartości cech obiektu w czasie,

– ***zmienne wyjściowe***, opisujące wartości możliwe do zaobserwowania z zewnątrz modelu.

W wypadku istnienia wzajemnych korelacji pomiędzy zmiennymi, tzn. zmiana jednej zmiennej jest przyczyną zmian innej zmiennej, istnieje zależność przyczynowa pomiędzy takimi zmiennymi. Zależność zmiennych $x$ i $y$ od innej zmiennej $z$ świadczy o istnieniu tzw. ***zmiennych uwikłanych***, których wartości powodują zmiany innych zmiennych, jest to też jednoznaczne z istnieniem pozornego związku pomiędzy zmiennymi $x$ i $y$.

---

[24] Por. L. Kukiełka, *Podstawy ...*, op. cit., s.14–15.

### 1.1.3. LISTA PARAMETRÓW MODELU

Parametry modelu określają wkład jaki każda ze zmiennych egzogenicznych wnosi w kształtowanie wartości zmiennej endogenicznej. Parametry modelu mogą być ***stałe*** (dotyczy to szczególnie ***modeli deterministycznych***, w których sygnał wyjściowy może być obliczony na podstawie znanego sygnału wejściowego) lub zmienne w sposób losowy (w ***modelach stochastycznych***, gdzie czynnik losowy uniemożliwia dokonanie dokładnych obliczeń)[26]. W modelach deterministycznych parametry modelu mogą być znane (ich wartości są obliczone) lub odwzorowywane wartościami oczekiwanymi. W modelach stochastycznych zmienne losowe podlegają generowaniu przez ***generator liczb losowych***.

Parametry modelu mogą mieć postać:

**A. *szeregową*,**

Zmienna $x$ oddziałuje na zmienną $y$, gdzie wyjście zmiennej $x$ jest jednocześnie wejściem zmiennej $y$;

**B. *równoległą*,**

Zmienna $x$ oddziałuje na co najmniej dwie zmienne $y$ i $z$, gdzie wyjście zmiennej $x$ jest jednocześnie wejściem zmiennej $y$ i $z$;

***C. zwrotną.***

Wyjście zmiennej $x$ jest jednocześnie jej wejściem lub wyjście zmiennej $x$ jest wejściem zmiennej $y$ a jej wyjście jest wejściem zmiennej $x$.

Parametry przedstawione w tej postaci określają kierunek oddziaływania nie zaś ich wartości. Wartości parametrów mogą być stałe w czasie (dla modeli statycznych) lub zmienne w czasie (dla modeli dynamicznych).

Zmiana wielkości parametrów może mieć wartość ***zadaną*** (tj. określoną, znaną) i ***dowolną*** (tj. wartość losową).

Wartości parametrów wyznaczane są za pomocą estymatorów przedziałowych (wartości parametrów leżą w przedziale pomiędzy dwiema liczbami) lub estymatorów

---

[25] Por. J. Zieleniewski, *Organizacja i zarządzanie*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1981, s. 123–126.

[26] Por. T. Söderström, P. Stoica, *Identyfikacja systemów*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1997, s. 183.

punktowych (tj. przyjmujących wartości funkcji w próbie – pojedynczej zmiennej losowej)[27].

Określone metody estymacji punktowej (estymacji parametrycznej) i estymacji przedziałowej (estymacji nieparametrycznej) znajdują zastosowanie zarówno w modelowaniu, jak też identyfikacji.

Do oszacowania wartości parametrów modelu stosuje się metody statystyczne. Zasadniczymi metodami estymacji punktowej parametrów są:

a) ***metoda momentów Pearsona,***

b) ***metoda największej wiarygodności Fishera,***

c) ***metoda najmniejszych kwadratów (regresji liniowej)***[28].

W estymacji przedziałowej parametrów nie jest konieczne jednoznaczne określenie końców przedziału (w przeciwieństwie do estymacji punktowej, w wyniku której otrzymuje się estymator parametru w postaci jednej liczby), ale wyznaczenie takich granic przedziału, by prawdopodobieństwo popełnienia pomyłki było jak najmniejsze. Najpopularniejszą metodą estymacji przedziałowej jest ***metoda przedziałów ufności J. Neymana***[29].

Wymienione metody estymacji parametrów wyznaczają ich wartości lub dystrybuanty zmiennej losowej i określony rozkład ich prawdopodobieństwa. Estymacja parametrów nie jest jednoznaczna z ich weryfikacją, tj. ustaleniem, czy dana hipoteza statystyczna jest słuszna czy nie. Postępowanie zmierzające do weryfikacji hipotezy statystycznej (dotyczącej wartości parametrów lub postaci ich rozkładu) określa się mianem testu hipotezy statystycznej. Testy hipotez dzieli się na parametryczne i nieparametryczne. Testy parametryczne (testy istotności) dotyczą weryfikacji hipotez staty-

---

[27] Wszystkie wartości parametrów obliczone na podstawie próby *N- elementowej* z populacji *M-elementowej* nazywa się funkcjami wartości w próbie, natomiast każdą funkcję próby określa się mianem statystyki. Statystyka służąca do wyznaczenia (oszacowania) nieznanego parametru rozkładu zmiennej losowej lub nieznanego momentu to estymator parametru lub momentu.

[28] ***Metoda momentów Pearsona*** wykorzystuje pojęcie $k$ – tego momentu względem punktu $c$. Metoda ta polega na porównaniu ze sobą pewnej liczby momentów z próby z przypisanymi do nich momentami rozkładu. Porównanie znanych funkcji do nieznanych parametrów rozkładu. J. Koronacki, J. Mielniczuk, *Statystyka*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004. ***Metoda największej wiarygodności*** polega na takim wyznaczeniu estymatorów nieobciążonych o minimalnej wariancji przy stosunkowo prostej metodologii obliczeń, aby wyznaczona gęstość rozkładu próby odpowiadała maksymalnie dużej liczbie możliwych parametrów w przypadku dużej liczby prób. ***Metoda najmniejszych kwadratów*** polega na takim doborze parametrów, aby średnie odchylenie kwadratowe przyjmowało wartości minimalne.

[29] Por. L. Kukiełka, *Podstawy* ..., op. cit., K. Mańczak, *Technika planowania eksperymentu*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1976.

stycznych o nieznanych parametrach rozkładu zmiennej losowej, jeżeli znana jest dystrybuanta tej zmiennej. Testy nieparametryczne (testy zgodności) odnoszą się do rozkładu prawdopodobieństwa próby.

Testy istotności mają na celu sprawdzenie, czy przyjęta hipoteza statystyczna nie jest fałszywa. Weryfikacji hipotez przez testy parametryczne dokonuje się poprzez eliminację błędów grubych (niewłaściwe przeprowadzone doświadczenie, niewłaściwy pomiar, inne przyczyny błędów) oraz testów równości rozproszenia (wariancji) w różnych populacjach normalnych. Eliminacji błędów grubych można dokonać poprzez statystykę Grubbsa, statystyki $B^{+}_{4}$; $B^{+}_{6}$; $B^{+}_{7}$; $B^{+}_{8}$ i $B^{-}_{4}$; $B^{-}_{6}$; $B^{-}_{7}$; $B^{-}_{8}$. Testy równości wariancji, to m.in. testy Bertletta, Cochrana, Hartleya[30].

Metody nieparametryczne weryfikacji hipotez statystycznych (testy zgodności), to metody polegające na:

a) ustaleniu z próby parametrów niezbędnych do oszacowania rozkładu *a priori*,

b) poprzez zastosowanie odpowiedniego testu zgodności (porównanie rozkładu *a priori* z rozkładem empirycznym).

Testy zgodności przeprowadza się na dwa sposoby – metodą graficzną i metodami analitycznymi. Do najpopularniejszych metod analitycznych weryfikacji zgodności hipotez należą:

*a) metoda chi kwadrat ($\chi^2$),*

*b) test Kołmogorowa,*

*c) test Kołomogorowa i Smirnowa,*

*d) adaptacyjny test Neymana.*

Weryfikacja hipotezy statystycznej pozwala na określenie prawdziwości hipotezy statystycznej, a tym samym na ustaleniu wartości parametrów oraz ich rozkładu.

### 1.1.4. LISTA RÓWNAŃ MODELOWYCH

Modele matematyczne mogą przybierać różnorodną postać. Ze względu *na liczbę równań modelowych mówimy o modelach* ***jednorównaniowych*** lub ***wielorównaniowych***, zaś ze względu na charakter zależności modelowych mowa jest o modelach ***li-***

[30] Szczegółowy opisy powyższych testów parametrycznych zawierają m.in. opracowania: L. Kukiełka, *Podstawy* ..., op. cit.; J. Koronacki, J. Mielniczuk, *Statystyka*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004.

***niowych*** i modelach ***nieliniowych***. Dobór postaci modelu matematycznego do opisu obiektu (systemu) podlegającego modelowaniu bądź identyfikacji jest bardzo istotny z uwagi na zastosowanie odpowiedniej procedury optymalizacji do wyznaczenia parametrów równań oraz możliwości dalszej analizy obiektu badań, wnioskowania statystycznego.

W przypadku modeli liniowych do opisu systemu stosuje się układ równań liniowych stopnia pierwszego w postaci:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{A}x + \boldsymbol{\varepsilon}, \tag{1.1}$$

gdzie:

**y** – wektor zmiennych endogenicznych (objaśnianych),

**x** – wektor zmiennych ustalonych (objaśniających),

**A** – macierz parametrów strukturalnych modelu,

**ε** – wektor składników losowych w okresie t.

Układ równań (1.1) można zapisać w postaci[31]:

$$\mathbf{y} = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{t-1} a_{ij} x_{ij} + \varepsilon_t \text{ dla } t = 1,\ldots,k \tag{1.2}$$

gdzie:

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_t \end{bmatrix}, \quad x = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{k1} \\ x_{12} & x_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{k2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{1t} & x_{2t} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{kt} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{a}^T = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ a_k \end{bmatrix}, \quad \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \varepsilon_k \end{bmatrix}.$$

dla $k = 4$, nieznanymi parametrami $a_1, a_i$, dla $i = 1,\ldots, k$, gdzie $k$ jest liczbą zmiennych wejściowych modelu wielomian algebraiczny liniowy ma postać:

$$y = a_0 + a_1 x_{11} + a_2 x_{21} + a_3 x_{31} + a_4 x_{41}$$

[31] Por. L. Kukiełka, *Podstawy* ..., op. cit., s. 77; N. Łapińska-Sobczak, *Opisowe modele ekonometryczne, elementy teorii, przykłady i zadania,* Wydanie VII, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2001, s. 21–22.

Nieznajomość wektora parametrów **a** skutkuje koniecznością zebrania ***t*** – elementowej próby statystycznej do oszacowania wartości parametru.

Do opisu modelu liniowego mogą być użyte funkcje wykładnicze, ale tylko uzyskujące postać liniową względem parametrów lub zmiennych[32].

*Przykład*

Dla modelu jedorównaniowego: $C_t = e^{\gamma_0} Q_{t-1}^{\gamma_1} t^{\gamma_2} e^{\varepsilon_t}$ po transformacji logarytmicznej uzyskujemy postać liniową względem parametrów[33]:

$$\ln C_t = \gamma_0 + \gamma_1 \ln Q_{t-1} + \gamma_2 \ln t + \varepsilon_t$$

Modele ***wielorównaniowe liniowe*** opisują badany obiekt (system) za pomocą wielu równań spełniających warunek liniowości. Jeżeli jedno z równań opisujących obiekt jest nieliniowe, to nie jest spełniony warunek liniowości dla modelu wielorównaniowego i taki model nazywany jest nieliniowym.

W modelach wielorównaniowych o określonej liczbie E – równań liniowych liczba zmiennych endogenicznych jest równa liczbie E – równań liniowych. Postać strukturalna – wektorowa układu równań liniowych:

$$\mathbf{BY}_t = \mathbf{AX}_t + \boldsymbol{\varepsilon}_t \qquad \text{dla } t = 1,\dots,n \tag{1.3}$$

może zostać zapisana w postaci układu równań:

$$\begin{cases} y_{1t} = \sum_{j \neq 1}^{E} b_{1j} y_{jt} + \sum_{k=1}^{K} a_{1k} x_{kt} + \varepsilon_{1t} \\ y_{2t} = \sum_{j \neq 2}^{E} b_{2j} y_{jt} + \sum_{k=1}^{K} a_{2k} x_{kt} + \varepsilon_{2t} \\ y_{Et} = \sum_{j=1}^{E-1} b_{Ej} y_{jt} + \sum_{k=1}^{K} a_{Ek} x_{kt} + \varepsilon_{1Et}, \end{cases}$$

gdzie:

$y_{jt}$ – zmienne endogeniczne, $j = 1,\dots,E, t = 1,\dots,n$,

[32] Patrz H. Spustek, *Wybrane zagadnienia badań operacyjnych i modelowania liniowego*, AON, Warszawa 2002.

[33] N. Łapińska-Sobczak, *Opisowe modele ekonometryczne* ..., op. cit., s. 23.

$x_{kt}$ – zmienna egzogeniczna, $k = 1,\ldots,K, t = 1,\ldots,n$,

$a, b$ – parametry strukturalne modelu,

$\varepsilon$ – składnik losowy.

Mnożąc stronami równanie macierzowe (1.3) przez $\mathbf{B}^{-1}$ otrzymujemy[34]:

$$\mathbf{Y}_t = \mathbf{B}^{-1}\mathbf{A}\mathbf{X}_t + \mathbf{B}^{-1}\boldsymbol{\varepsilon}_t \tag{1.4}$$

Podstawiając: $\mathbf{B}^{-1}\mathbf{A} = \mathbf{D}$ (1.5)

oraz $\mathbf{B}^{-1}\boldsymbol{\varepsilon}_t = \boldsymbol{\eta}_t$

otrzymamy zredukowaną postać modelu:

$$\mathbf{Y}_t = \mathbf{D}\mathbf{X}_t + \boldsymbol{\eta}_t, \tag{1.6}$$

w którym zmienne endogeniczne są funkcją z góry ustalonych zmiennych egzogenicznych i składników losowych.

Liniowy model wielorównaniowy jest ***identyfikowalny***, jeżeli liczba nieznanych parametrów w macierzach **A** i **B** jest równa liczbie równań macierzowych postaci (1.5).

Model wielorównaniowy jest ***nieidentyfikowalny***, jeżeli liczba nieznanych parametrów A i B jest większa niż liczba równań macierzowych postaci (1.5).

Modele **nieliniowe** mogą być opisane funkcjami:

- logarytmicznymi,
- trygonometrycznymi,
- wykładniczymi,
- potęgowymi,
- ułamkowymi,
- mieszanymi.

Funkcje logarytmiczne do opisu modelu przyjmują postać:

$$Y = b_0 + b_1 \ln x_1 + b_2 \ln x_2 + \ldots + b_n \ln x_n, \qquad \text{gdzie: } n = s + 1$$

[34] Ibidem, s. 27–28.

Funkcje trygonometryczne do opisu modelu definiowane są indywidualnie przez budującego model, np.:

$$Y = b_0 + b_1\sin(a_1x_1) + b_2\cos(a_2x_2) + \ldots + b_{n-1}\sin(a_{n-1}x_s) + b_n\sin(a_nx_s)$$

dla $n = 2s+1$

W obu przypadkach $a_1, a_2, a_{n-2}, a_{n-1}$ są liczbami rzeczywistymi, $b_0, b_1, b_{n-1}, b_n$, są nieznanymi parametrami modelu[35].

Funkcje wykładnicze opisu modelu w postaci strukturalnej przedstawiane są jako:

$$Y = e_1^{Y(x_{ij}b_j)} = \exp\left[Y_1(x_i; b_j)\right] \tag{1.7}$$

Funkcje potęgowe w postaci strukturalnej mają postać:

$$Y = \prod_{i=o}^{S} x_i^{b_i} \tag{1.8}$$

Funkcje wymierne stanowią odwrotność funkcji liniowych i przybierają postać:

$$Y = \frac{1}{Y_i(x_i b_j)} \tag{1.9}$$

Funkcje mieszane zwane też hybrydowymi są połączeniem przedstawionych powyżej funkcji. W związku z powyższym mogą być połączeniem funkcji ułamkowo-wykładniczych, potęgowo-wykładniczych.

Postacie zredukowane modelu (1.6) mogą być identyfikowalne wówczas, gdy można wyznaczyć parametry strukturalne modelu z jego postaci zredukowanej. Gdy nie można tego zrobić, to taki model nazywamy nieidentyfikowalnym. W przypadku modelu jednoliniowego można stwierdzić, że jest on identyfikowalny, jeżeli pomiędzy zmiennymi endogenicznymi objaśniającymi równania nie zachodzi współliniowość[36].

Dla modeli wieloliniowych musi być spełniony warunek identyfikowalności dla wszystkich równań modelu. Liczba zmiennych endogenicznych w tym wypadku może być mniejsza lub równa liczbie parametrów dla modeli identyfikowalnych w każdym

---

[35] Por. L. Kukiełka, *Podstawy* ..., op. cit., s. 79–82.

[36] Zjawisko ***współliniowości*** w tej postaci polega na braku związków liniowych pomiędzy wartościami zmiennych endogenicznych objaśniających równania i ilości szacowanych parametrów mniejszej od liczby obserwacji w próbie.

równaniu, równa dla modeli jednoznacznie identyfikowalnych, mniejsza od liczby parametrów dla modeli nadmiernie identyfikowalnych.

Identyfikowalność parametrów modelu jest warunkiem koniecznym do dalszej estymacji parametrów. W przypadku gdy nie jest spełniony warunek jednoznacznej identyfikowalności dla całego modelu, to model należy poddać analizie i ustaleniu prawidłowości wszystkich równań, zmiennych i ich parametrów. Szczególnie w przypadku zaistnienia równania nieidentyfikowalnego, sprawdzeniu podlegają wszystkie równania w aspekcie istnienia zmiennej objaśniającej istniejącej a nie ujętej w równaniach modelowych.

### 1.1.5. LISTA OGRANICZEŃ

Kompozycja modelu, a zwłaszcza budowa jego matematycznego odwzorowania jest skomplikowanym elementem procesu modelowania czy też identyfikacji, a stopień tej komplikacji uzależniony jest od wielu czynników, w tym:

- stopnia zgodności odwzorowania modelu z jego rzeczywistym obrazem (wzorcem);
- zastosowanego języka opisu modelu;
- właściwego doboru równań matematycznych opisujących strukturę i zależności między elementami, submodelami[37];
- właściwego wyznaczenia zmiennych modelowych oraz parametrów modelu.

Ograniczenia procesu modelowania są tym bardziej istotne, że w pragmatyce modelowania najwięcej trudności, a co za tym idzie najwięcej ograniczeń, wynika ze znalezienia zależności matematycznych w opisywanym modelu, a zwłaszcza wyznaczenie zmiennych i parametrów je opisujących. Dobór właściwych zmiennych modelowych do opisu jednego z elementów lub submodelu przy niewłaściwym lub nieprecyzyjnym opisie pozostałych submodeli staje się przyczyną błędnych wyników procesu modelowania.

Ograniczenia procesu modelowania wiążą się bezpośrednio z zasadą ***zasadności*** (zgodności modelu). Zasada zasadności modelu dotyczy stopnia odwzorowania rze-

---

[37] Por. H. Orłowski, J. Hawryluk, *Modelowanie cyfrowe*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1971.

czywistości przez model, zgodności danych pochodzących z systemu rzeczywistego i generowanych przez model. Zasadność replikatywna modelu (***model zasadny replikatywnie***) oznacza zgodność danych generowanych przez model z danymi uzyskanymi wcześniej z systemu rzeczywistego. Zasadność predykcyjna modelu (***model zasadny predykcyjnie***) oznacza zgodność danych generowanych przez model z danymi z systemu rzeczywistego jeszcze przed uzyskaniem danych z systemu rzeczywistego. Zasadność strukturalna modelu (***model zasadny strukturalnie***) oznacza zgodność reakcji wewnętrznych modelu i zaobserwowanych w systemie rzeczywistym odzwierciedlających jednocześnie sposób działania systemu rzeczywistego, aby wytworzyć tę reakcję[38]. Konstrukcja modelu zasadnego strukturalnie stanowi idealne rozwiązanie odwzorowania systemu rzeczywistego w aspekcie nauki.

Stopień złożoności systemu rzeczywistego w odniesieniu do stopnia złożoności modelu może ograniczać lub uniemożliwiać skonstruowanie i symulację modelu. Zbudowany model podstawowy (model bazowy opisany językiem formalnym) zostaje poddany odpowiednim uproszczeniom.

Uproszczenie modelu bazowego (zasadnego strukturalnie) dokonuje się poprzez:

- pomijanie jednego lub więcej elementów, parametrów, zmiennych opisowych modelu;
- zastępowanie zmiennych deterministycznych przez zmienne probabilistyczne;
- uogólnienie wartości zmiennych (jednej lub kilku);
- agregowanie elementów w submodele i agregowanie zmiennych opisowych w submodelach.

Stopień uproszczenia modelu bazowego wpływa na zasadność strukturalną modelu. Maksymalizacja upraszczania modelu bazowego dąży do pozostawienia tylko tych elementów i relacji pomiędzy nimi, które są istotne dla procesu badawczego. Z powyższego założenia wynika, że upraszczanie modelu i tworzenie modelu scalonego (uproszczonego) ogranicza się w stopniu odpowiednim dla danego eksperymentu symulacyjnego identyfikowalnego w postaci zbioru warunków układu eksperymentu.

---

[38] Zob. B.P. Zeigler, *Teoria* ..., op. cit., s. 25–26.

Przez pojęcie ***eksperymentu*** rozumie się serię doświadczeń, mających na celu wyznaczenie pożądanego opisu matematycznego, tj. modelu matematycznego systemu[39].

Układ eksperymentu symulacyjnego jest strukturą $E$ zależną od następujących elementów[40]:

- zbioru wartości wejściowych $\Omega_E$ możliwych do zastosowania w układzie $E$,
- zbioru wartości wyjściowych $Y_E$ możliwych do zaobserwowania w układzie $E$,
- funkcji obserwacji $\lambda_E$ w układzie $E$,
- zakresu zasadności $V_E$ układu $E$,

przy ograniczeniach:

- $\Omega_E$ jest zbiorem domkniętym z przedziału $\Re$,
- $Y_E$ jest zbiorem zdeterminowanym, w którym nie występują zmienne losowe,
- $\lambda_E$ jako funkcja wyjścia przekształca ciąg wartości zmiennych stanu w zbiór wartości zmiennych opisowych w czasie $t$ (chwili obliczeniowej – czasie obliczeniowym),
- $V_E$ jest niepustym podzbiorem ze zbioru $Y_E$.

Układ eksperymentu dla danego elementu $A$ stanowi strukturę $E$ taką, że reakcja systemu rzeczywistego możliwa do zaobserwowania w układzie eksperymentu $E_A$ należy do $A$. Struktura takiego elementu jest identyfikowalna i zasadna względem systemu rzeczywistego i w oparciu o model uproszczony i strukturę modelu możemy wyciągnąć prawidłowe wnioski o strukturze elementu $A$.

---

[39] Zob. K. Mańczak, *Technika planowania...*, op. cit.
[40] B.P. Zeigler, *Teoria...*, op. cit., s. 380.

## 1.2. SPOSÓB DEKOMPOZYCJI MODELU

"*Dekompozycja*" rozdzielenie, rozerwanie z łac. de – z czego, od, wy – ang. dis – roz. W języku francuskim *décomposition* oznacza rozkład, rozpad, psucie się[41]. Pojęcie dekompozycji jest przeciwieństwem znaczeniowym słowa "***kompozycja***" – oznaczającym układ, budowa, mieszanina części składowych.

Budowanie modelu scalonego systemu wymaga agregowania zmiennych wejściowych i opisowych systemu. Dekompozycja jest formą kierowanej dezagregacji modelu, polegającej na rozbiorze modelu w oparciu o celowy plan eksperymentu symulacyjnego.

Dekompozycja modelu bierze swój początek już w fazie identyfikacji. Wówczas to, tak jak ma to miejsce podczas weryfikacji tożsamości (pierwotne znaczenie słowa "*identyfikacja*"), następuje nieformalny podział obszaru zainteresowania na poszczególne części, stanowiące podzbiory modelowanej rzeczywistości.

### 1.2.1. LISTA PODMODELI

Dekompozycja modelu jest jednym z narządzi, będących sposobem analizy badanego systemu. W kontekście procesu modelowania dekompozycja modelu pozwala na rozbiór modelu na podmodele, algorytmy, funkcje. Dekompozycja modelu ma na celu potwierdzenie zgodności stworzonego modelu z systemem rzeczywistym lub projektowanym. Jest to także narzędzie i zasada inżynierii oprogramowania pozwalająca na rozdzielenie problemu na odseparowane, niezależne algorytmy, łatwe do wytworzenia, zarządzanie nimi, a nawet ponowne wykorzystanie.

Dekompozycja systemu przebiega w sposób następujący:

- podział systemu na części składowe: moduły i funkcje,
- zachowanie hierarchicznej struktury modułów,
- przedstawienie przepływów (sprzężeń) między modułami.

W dekompozycji modelu przedstawione rozwiązanie może przyjąć postać:

- podział modelu na podmodele,

---

[41] W. Kopaliński, *Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych*, Wydanie XVII rozszerzone, Wydawnictwo Wiedza Powszechna, Warszawa 1989, s. 108, 111.

– zachowanie parametrów modelu,

– zachowanie zmiennych endogenicznych i egzogenicznych,

– przedstawienie przepływów, parametrów modelu[42].

Dekompozycja modelu jest nie tylko podziałem modelu, ale jest nowym modelem, w którym model dekomponowany zostaje zastąpiony przez inne submodele realizujące określone funkcje: zachowawcze, czasowe i przestrzenne modelu.

Dekompozycja modelu pozwala na zastąpienie modelu pierwotnego przez submodele realizujące określone zadania cząstkowe wyodrębnione z zadania modelu pierwotnego. W tym ujęciu dekompozycja modelu może być dekompozycją funkcjonalno-strukturalną. Przyjęta koncepcja dekompozycji musi pozostawać w zgodzie z następującymi kryteriami:

– spełnianie warunków modelu pierwotnego (pozostawanie w zgodzie z modelem podstawowym – pierwotnym),

– wskazanie metody rozbioru dekomponowanego modelu,

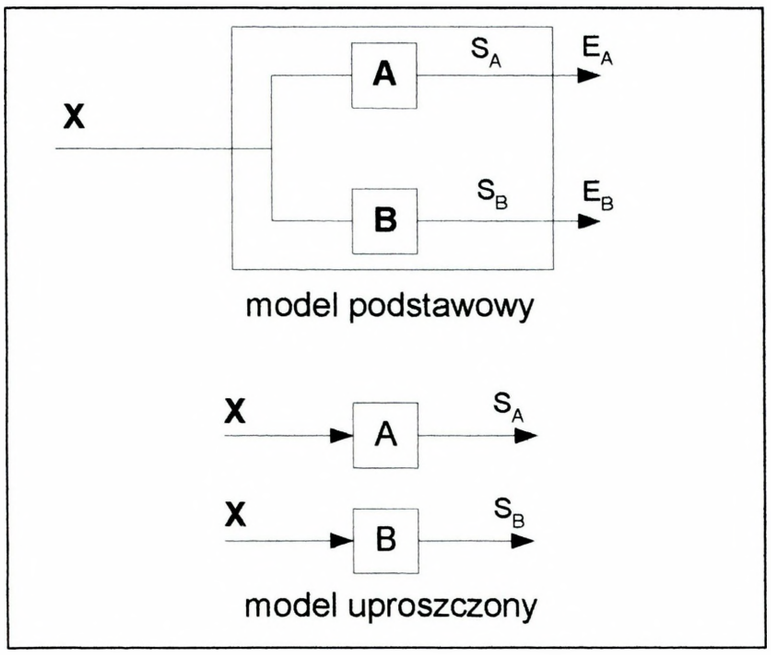
– zachowanie koordynacji submodeli, tj. zachowanie istniejących zależności i parametrów poszczególnych submodeli.

Dekompozycja modelu jest rozdziałem modelu na elementy dogodne do rozpatrywania w konkretnych warunkach eksperymentu symulacyjnego. Dla umownego modelu podstawowego składającego się z wzajemnie oddziaływujących na siebie elementów $A,B,C$ dekompozycja modelu polega na wyodrębnieniu takiego układu eksperymentów, w którym reakcja systemu rzeczywistego dla każdego elementu $A,B$ lub $C$ będzie możliwa do zaobserwowania w układzie eksperymentu $E_A,E_B,E_C$. Jeżeli taka dekompozycja jest możliwa, to możemy wywnioskować, że na podstawie przyjętego modelu scalonego (uproszczonego) zasadnego i układu eksperymentu można wyciągnąć wnioski o strukturze każdego z elementów $A,B,C$ modelu i jego identyfikacji opisowej.

Najprostszym przypadkiem dekompozycji jest ***dekompozycja równoległa*** modelu, w którym elementy systemu na siebie nie oddziałują (rys. 1.1).

---

[42] Por. P. Sienkiewicz, *Analiza systemowa...*, op. cit., s. 108–111.




**Rys. 1.1. Dekompozycja równoległa a model podstawowy i uproszczony**

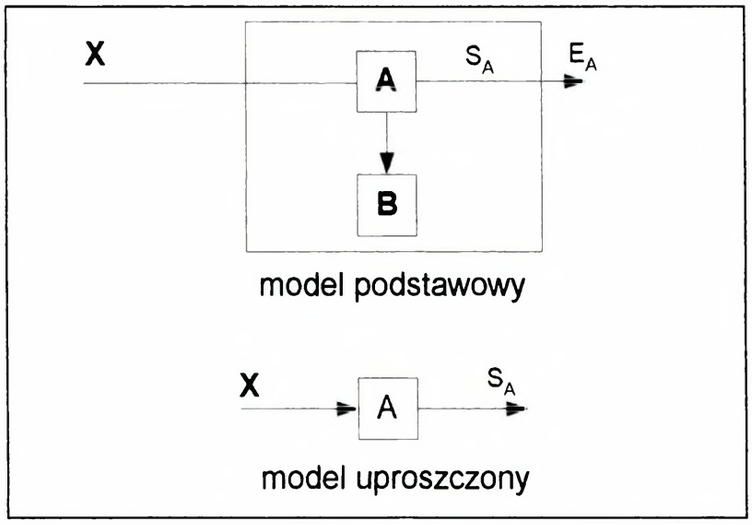
*Źródło: opracowanie własne na podstawie: B.P. Zeigler, Teoria modelowania i symulacji, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1984.*

W tym przypadku dekompozycja polega na wyodrębnieniu układu eksperymentu, w którym na wyjściu modelu podstawowego oddziałuje tylko $A$ lub $B$.

Przyjmując że $Q_{AB} = Q_A * Q_B$ jest zbiorem stanów modelu i $E_A$ lub $E_B$ opisuje przekształcenie wyjściowe $S_A$ lub $S_B$, zależne tylko od $Q_A$ lub $Q_B$, element $A$ lub element $B$ jest homomorficznym[43] odwzorowaniem modelu podstawowego w układzie $E_A$ lub $E_B$ przedstawionym w postaci modelu uproszczonego. Zasadnym modelem uproszczonym w układzie $E_A$ lub $E_B$ będzie element $A$ lub $B$.

[43] ***Morfizm*** *(relacja zachowania)* stanowi odwzorowanie jednego systemu w drugim, w tym przypadku morfizm systemu rzeczywistego, modelu podstawowego a modelu uproszczonego, czy modelu symulacyjnego, polega na zachowaniu właściwości jednego modelu w drugim. ***Homomorfizm*** (z grec. "Homo" – podobny i "morph" – struktura) polega na zgodności systemu rzeczywistego z modelem podstawowym w układzie Wejścia i Wyjścia (tj. zachowane są relacje przejścia i wyjścia dla tych samych wartości wejścia). Różnica pomiędzy nimi polega na mniejszej liczbie stanów modelu podstawowego a systemu rzeczywistego. ***Izomorfizm*** polega na zgodności w opisach strukturalnych systemu rzeczywistego i modelu na poziomie Wejścia – Wyjścia. Mogą

W przypadku istnienia wzajemnego oddziaływania elementów bez sprzężenia zwrotnego stosuje się **dekompozycję szeregową**. Na rysunku 1.2 element $A$ oddziałuje bez sprzężenia zwrotnego na element $B$. Wyodrębnienie elementu $A$ jest możliwe, w przypadku elementu $B$ nie jest to możliwe ze względu na oddziaływanie elementu $A$.



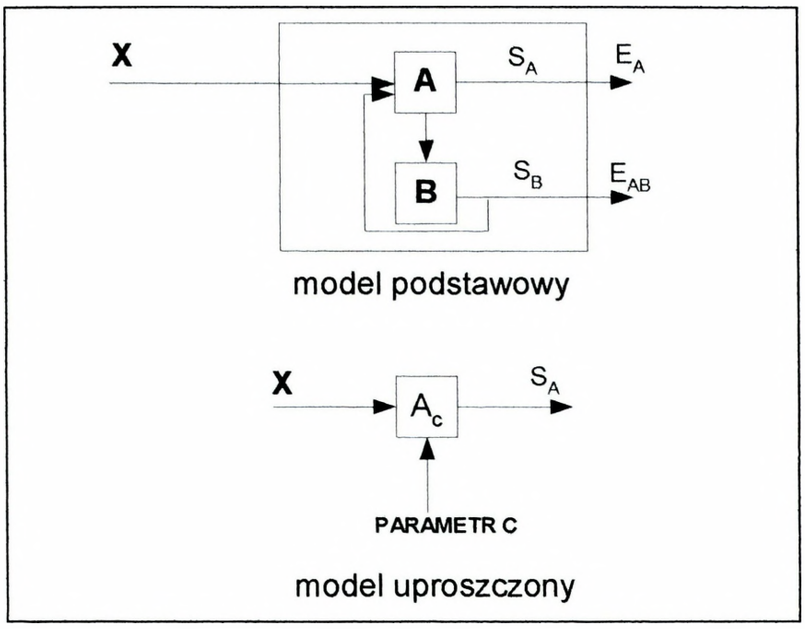

**Rys. 1.2. Dekompozycja szeregowa a model podstawowy i uproszczony**

*Źródło:* opracowanie własne na podstawie: B.P. Zeigler, *Teoria modelowania...*, op. cit.

W przypadku istnienia sprzężeń zwrotnych pomiędzy elementami systemu istnieje obwód sprzężenia zwrotnego obejmujący elementy (dwa lub więcej) systemu (rys. 1.3). |W przypadku istnienia sprzężenia zwrotnego stan elementu $B$ w przedziale czasu $t'$ jest w przybliżeniu stały[44].

istnieć różnice na wyższych poziomach opisu (bardziej szczegółowy poziom opisu). Por. B.P. Zeigler*Teoria* ..., op. cit., s. 350–352.

[44] Czas $t'$ stanowi różnicę pomiędzy stanem elementu w czasie $t$ wyjściowym a stanem elementu w czasie $t_1$, $t'=t-t_1$.




**Rys. 1.3. Dekompozycja sprzężenia zwrotnego a model podstawowy i uproszczony**

*Źródło:* opracowanie własne na podstawie: B.P. Zeigler, *Teoria modelowania...*, op. cit.

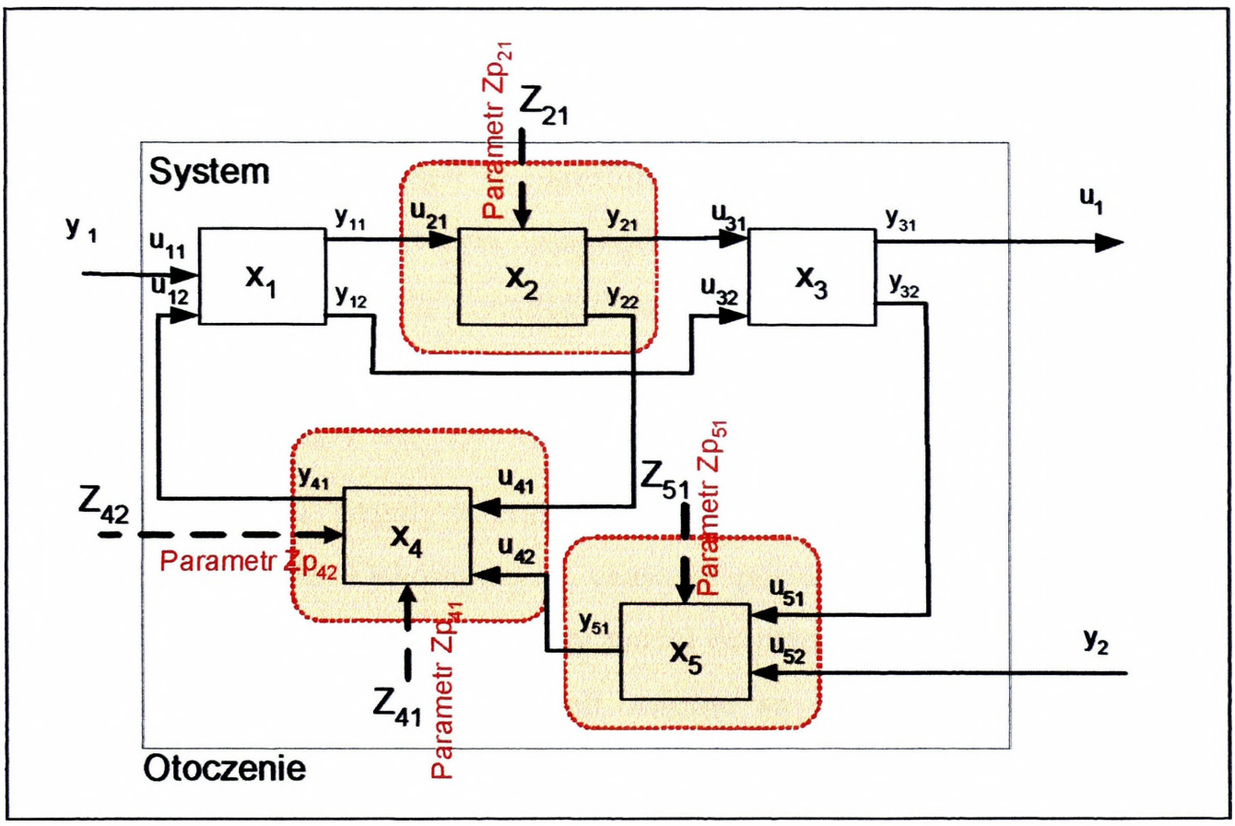
Wyjście elementu $A$ jest składową wartości wyjścia zewnętrznego $E_A$ oraz stałego wejścia otrzymanego z $B$ poprzez sprzężenie zwrotne. W przedziale czasu $t'$ model uproszczony jest zasadny dla podstawienia na wejściu elementu $A$ modelu podstawowego wielkości parametrycznej $c$ zamiast sprzężenia zwrotnego. Dla każdego parametru $c, c_1, \ldots, c_n$ (zmiany wartości wyjścia elementu $B$) model uproszczony jest zasadny tak długo, jak wartości wyjścia elementu $B$ są wartościami stałymi.

## 1.2.2. KRYTERIA PODZIAŁU

Dekompozycja modelu jest jego podziałem na odpowiednio ze sobą powiązane submodele. W związku z przedstawionymi powyżej rodzajami dekompozycji modelu, możemy wyodrębnić dekompozycję parametryczną, czasową, sygnału (podmiotu, strumienia infromacyjnego), sterowania[45]. ***Dekompozycja parametryczna*** jest metodą stosowaną w modelowaniu optymalizacyjnym, wykorzystywanym w procesach produkcyjnych, sterowania układami elektronicznymi, robotyce, w mniejszym stopniu naukach społecznych. Ideą dekompozycji parametrycznej jest wyodrębnienie submodeli zgodnie z oddziałującymi zmiennymi modelu, a tym samym jego parametrami. ***Dekompozycja czasowa*** polega na podziale modelu na submodele zgodnie z przyjętym

[45] Por. W. Findeisen, *Wielopoziomowe układy sterowania*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1974; Z. Bubnicki, *Teoria a algorytmy sterowania*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2005.

kryterium czasu, tj. działania poszczególnych elementów modelu w danej sekwencji czasowej. Ideą dekompozycji czasowej jest takie wyodrębnienie submodeli, aby w określonej próbie czasowej oznaczyć tylko elementy działające, traktowane jako konkretny submodel. ***Dekompozycja sygnału*** polega na wyodrębnieniu z modelu – submodeli zgodnie z przepływem konkretnych sygnałów wejściowych, a tym samym dokonać analizy przebiegu konkretnego sygnału wejścia w modelu. Dokonana dekompozycja dzieli model na submodele dostosowane do obiegu sygnałów, informacji, podmiotu. ***Dekompozycja sterowania*** jest rodzajem dekompozycji stosowanym zwłaszcza w modelowaniu systemów komputerowych, elektronicznych układach sterowania, elektrotechnice. Idea dekompozycji sterowania sprowadza się do podziału modelu według kryterium algorytmu sterowania, który poddany zostaje segmentacji (wyznaczaniu sublogarytmów częściowych) dostosowanym do realizacji zadań częściowych modelu sterowania.




**Rys. 1.4. Dekompozycja parametryczna (przykład)**

*Źródło: Opracowanie własne.*

W przedstawionym układzie *dekompozycji parametrycznej* system reprezentowany jest poprzez strukturę bloków o pewnych stanach wejściowych $\mathbf{u}_{ij}$, stanie wewnętrznym $\mathbf{x}_i$ stanie wyjściowym $\mathbf{y}_{ij}$ oraz oddziałujących na system zmiennych wewnętrznych i zewnętrznych systemu $\mathbf{z}_{ij}$.

W przedstawionym systemie istnieje jednoznaczna zależność funkcyjna:

$$y_i = f(x_{ij}, u_{ij}, z_{ij}) \tag{1.10}$$

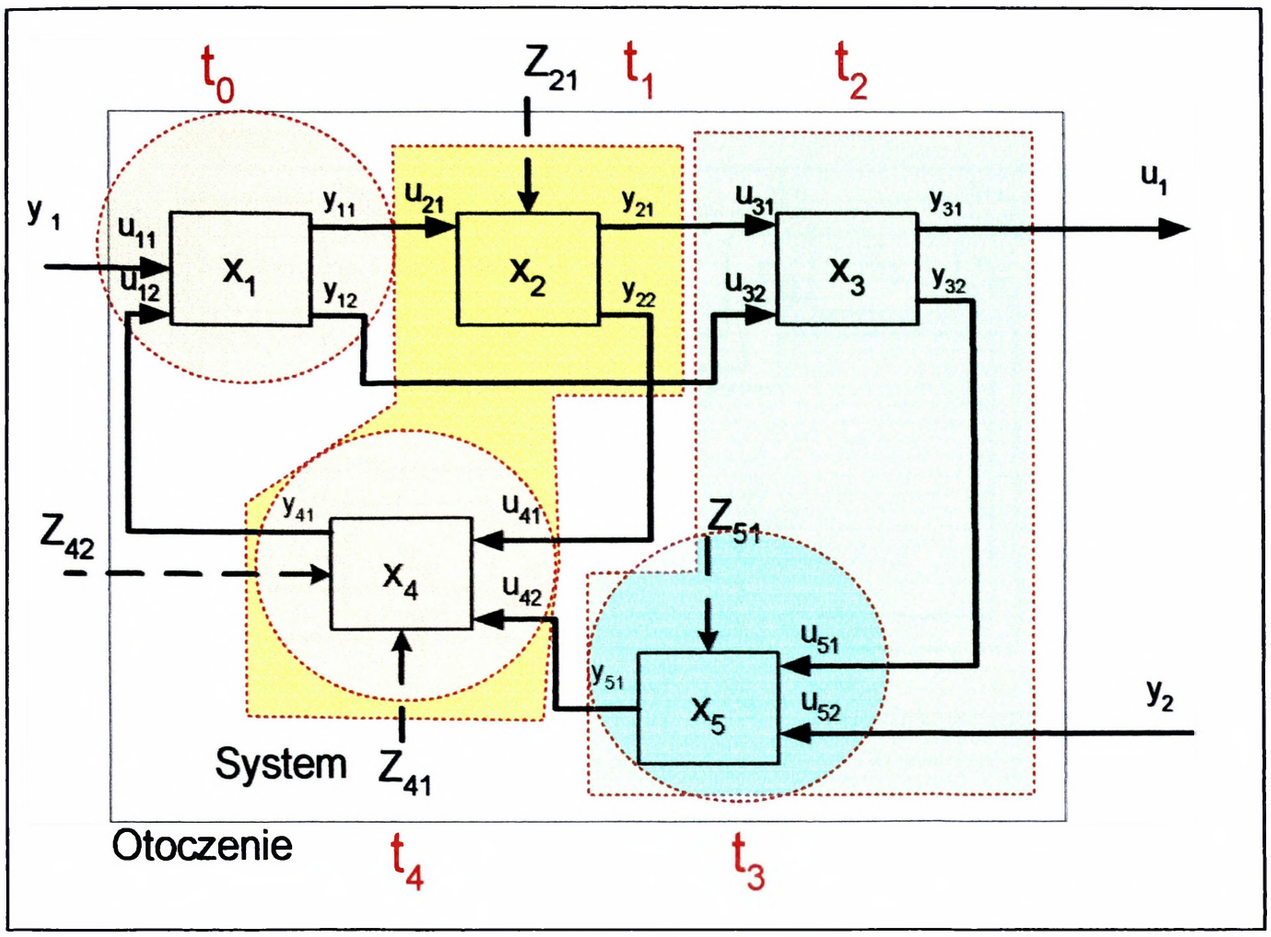
dla $Zp_{ij}$ – rys. 1.4 – z przedziału wartości parametrów zmiennej $\mathbf{z}_{ij}$.

Zależność (1.10) oznacza, że stan $y_i$ osiągany jest przez powyższe równanie z zastrzeżeniem, że taki sam stan $y_i$ może być osiągnięty przez różne wartości stanów wejściowych $\mathbf{x}_i$. Dekompozycja parametryczna dokonana w tym przypadku uzależnia badanie systemu od ilości i wielkości zmiennych i ich parametrów. Uaktywnienie bądź zablokowanie wpływu określonej zmiennej systemu skutkuje możliwością badania jej wpływu na wartości wyjściowe submodeli.

*Dekompozycja czasowa* podporządkowana kryterium czasu umożliwia sekwencyjne wyodrębnienie submodeli w określonej sekwencji czasowej rozumianej jako umowny przedział czasu, w którym następuje dekompozycja systemu.

Poszczególne submodele wyodrębnione na rysunku 1.5. podporządkowane są symulacji dyskretnej w czasie $t$ należącym do zbioru momentów obliczeniowych $(t_0, t_1, t_2, \ldots, t_n)$, takich że $t' = \langle t_0, t_4 \rangle$. Moment obliczeniowy $t'$ określa niezależność stanów modelu od czasu. Reguły interakcji pozostają niezależne w czasie a zależne od wartości stanu modelu. Dekompozycja czasowa przedstawiona na rysunku 1.5 odzwierciedla odpowiedni zdezagregowany model do planu eksperymentu symulacyjnego, w którym badane stany submodeli zależne są od $t''$ należącego do zbioru $t' = \langle t_0, t_4 \rangle$.

*Dekompozycja sygnału* jest rodzajem dekompozycji zorientowanej nie na obiektach, elementach systemu a na sygnale, operacjach technologicznych, prefabrykacie, procesie produkcyjnym itp. W zależności od złożoności systemu: ilości elementów, submodeli, zmiennych, wejściach i wyjściach struktura dekomponowanych submodeli jest prosta lub złożona.

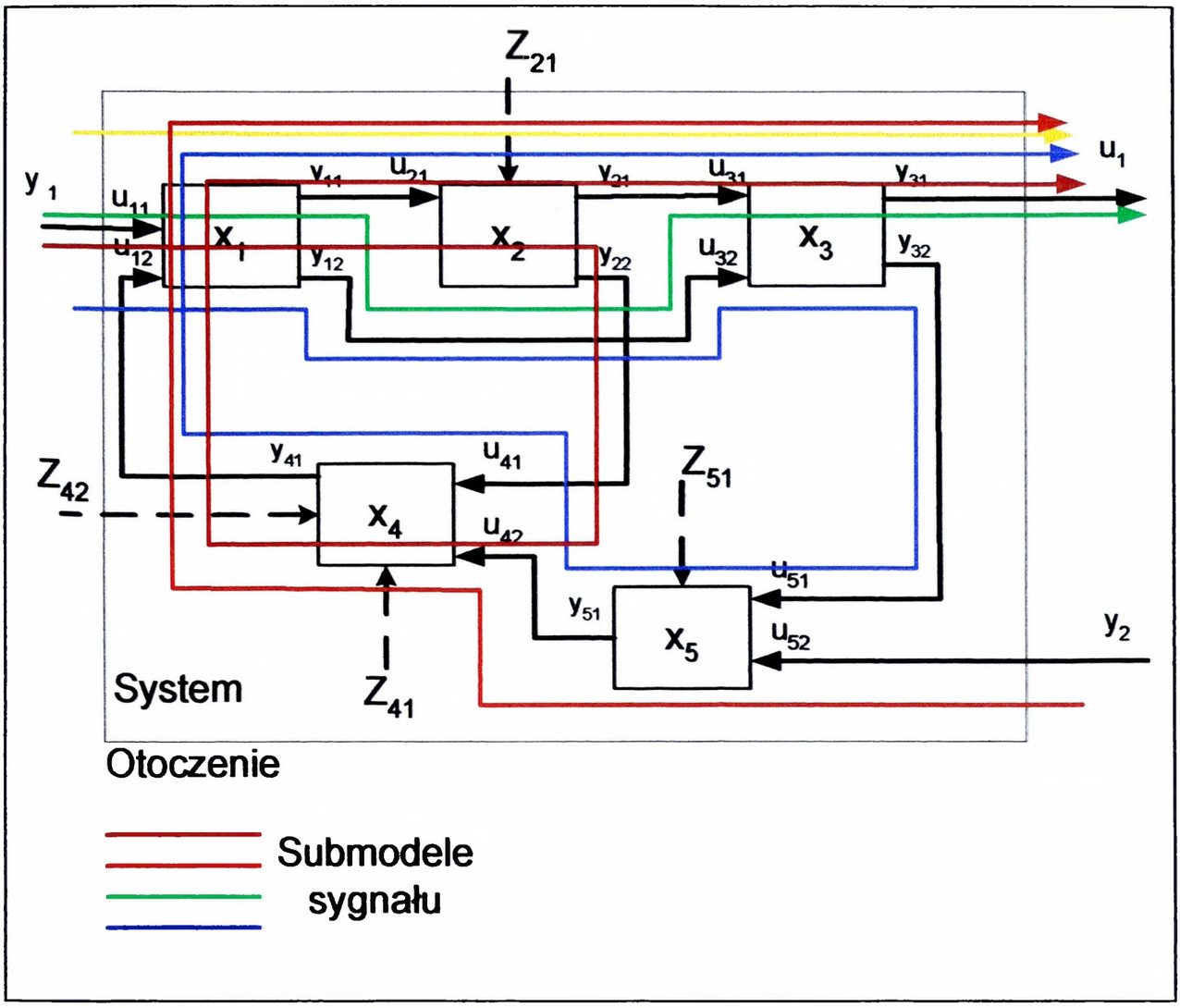



**Rys. 1.5. Dekompozycja czasowa systemu (przykład)**

*Źródło: Opracowanie własne.*

Przedstawiony na rysunku 1.6 sposób dekompozycji, według sygnału kolorem linii, określa obieg sygnału (procesu technologicznego) dla każdej z wartości zmiennej *We* modelu. Każda z kolorowych linii jest w tym modelu pewnym scenariuszem eksperymentu symulacyjnego tworzonym na potrzeby procesu badawczego.

*Dekompozycja sterowania* (rys. 1.7) jest najczęściej wielopoziomowa, gdyż odnosi się do systemów złożonych z wielu elementów, z których każdy realizuje określone funkcje lub zadania sterowania. Podział tych zadań wynika ze złożoności algorytmów sterowania, częstotliwości interwencji. Odpowiedni algorytm sterowania jest w tym ujęciu submodelem obiektu wyznaczającym wartości sterowane $m_i$ na podstawie informacji wejściowych. W dekompozycji sterowania algorytm sterowania $m_i$ wyznaczany jest przez projektanta systemu dla konkretnego submodelu do realizacji określonego zadania sterowania.

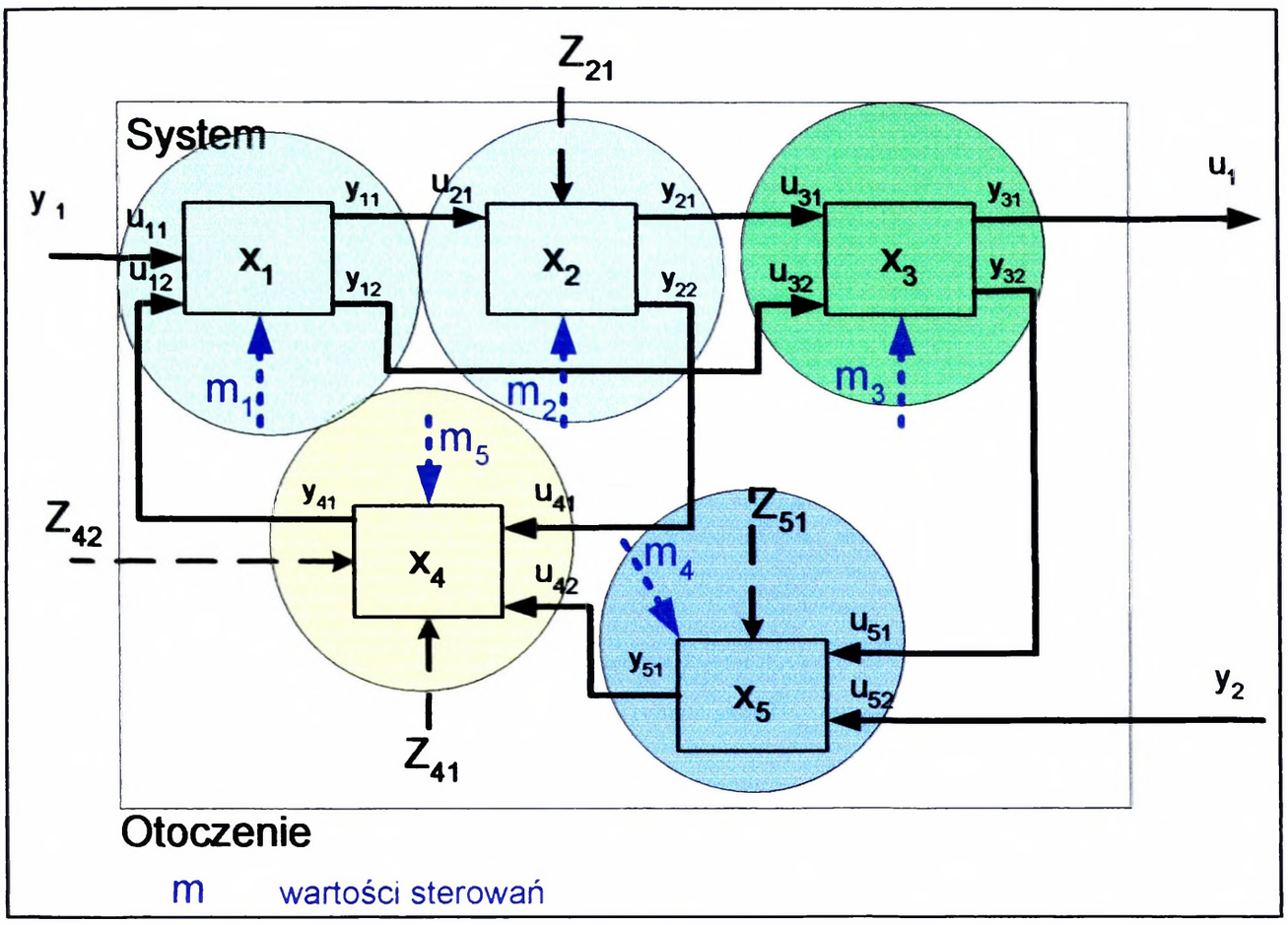



**Rys. 1.6. Dekompozycja sygnału systemu (przykład)**

*Źródło: Opracowanie własne.*

Optymalna dekompozycja, a więc taka, która w określonym procesie modelowania spełni założenia optymalizacji, umożliwia: zrozumienie struktury modelu, implementację submodeli do innych zadań, możliwość ponownego użycia, znaczne uproszczenie integracji elementów i submodeli w dalszych etapach procesu modelowania.

W zależności od stopnia złożoności modelowanego systemu dekompozycja optymalna będzie dekompozycją zorientowaną strukturalnie lub dekompozycją zorientowaną obiektowo. W wypadku dekompozycji zorientowanej strukturalnie dekomponowane są funkcje, algorytmy, zmienne modelu. W dekompozycji zorientowanej obiektowo dekomponowane są obiekty będące większą złożonością elementów, ale pozostają w określonych relacjach wewnętrznych i zewnętrznych systemu.




**Rys. 1.7. Dekompozycja sterowania (przykład)**

*Źródło: Opracowanie własne.*

## 1.2.3. POWIĄZANIA PODMODELI Z OTOCZENIEM

W zależności od poziomu szczegółowości opisu systemu[46], w jakim może on być opisany, wyróżnia się wzrost szczegółowości opisu strukturalnego modelu.

– Na *poziomie podstawowym* (zerowym) system jest opisany parami *Wejścia – Wyjścia* zwanych relacjami *We – Wy* systemu.

– Na *poziomie I* oprócz relacji *We – Wy* zostaje dokonany opis funkcji *We – Wy* związanych ze stanem systemu. Funkcja *We – Wy* systemu, zwana funkcją przejścia, opisuje sposób przejścia ze stanu systemu do stanu kolejnego w oparciu o wartości *Wejścia*.

– Na kolejnym, *II poziomie* opisu systemu wprowadza się pojęcia zbioru stanów systemu (przestrzeni stanów), należącym do zbioru liczb rzeczywistych oraz funkcję

[46] Zob. B.P. Zeigler, *Teoria...*, op. cit., s. 336.

wyjściową opisującą przekształcenie stanu systemu w dające się zaobserwować wyjście systemu. Kolejne poziomy opisu systemu sprowadzają system opisywany do postaci zagregowanych, dostosowanych do poziomu szczegółowości eksperymentu symulacyjnego.

– Na *poziomie III* poprzez agregację elementów systemu powstaje model uproszczony systemu. Zostaje on opisany z zachowaniem funkcji *We – Wy* oraz niezbędną ilością informacji koniecznych do rozróżnienia poszczególnych zagregowanych elementów systemu.

– *Poziom IV* opisuje system ustrukturowany, tj. system opisany nie tylko poprzez zbiory stanów i funkcji systemu, ale także poprzez zbiory i funkcje obejmujące wszystkie możliwe stany i ich funkcje przejścia. Reasumując, na poziomie IV system zostaje opisany poprzez elementy, zmienne opisowe, relację pomiędzy elementami i struktury ich oddziaływań.

– *Poziom V* opisuje system w oparciu o model podstawowy (bazowy) i uproszczony. Szczegółowość poziomu V znajduje zastosowanie w budowie modeli symulacyjnych.

Powiązania dekomponowanych submodeli z otoczeniem modelu (otoczeniem modelowanego systemu) oraz sposób ich zobrazowania uzależniony jest od stopnia opisu systemu. Na poziomie modelu podstawowego wszystkie powiązania modelu z otoczeniem stanowią wierne odzwierciedlenie powiązań występujących w systemie rzeczywistym. Model uproszczony poprzez agregację zmiennych i ich parametrów oraz tworzenie na ich podstawie submodeli jest w mniejszym stopniu uzależniony od otoczenia systemu. W zależności od przyjętego celu procedury badawczej ilość wartości We z otoczenia systemu rzeczywistego jest inna.

Powiązanie submodeli z otoczeniem realizowane jest poprzez wartości wejścia oraz wyjścia z modelu. Każdy z submodeli może być powiązany strukturalnie z określonymi elementami otoczenia pozostającymi w strukturze modelu jako wartości funkcji wejścia lub oddziaływać na wskazane elementy otoczenia systemu rzeczywistego poprzez wartości funkcji wyjścia. W procesie modelowania istotnego znaczenia nabierają zwłaszcza wartości funkcji wejścia wpływające bezpośrednio lub z opóźnieniem na wartości stanu submodelu.

## 1.2.4. BUDOWA SCENARIUSZA DECYZYJNEGO

Pod pojęciem scenariusza decyzyjnego procesu modelowania należy rozumieć tworzenie i realizację eksperymentów symulacyjnych według określonego planu – planu eksperymentu[47]. Planowanie eksperymentu symulacyjnego to realizacja eksperymentów według wcześniej ustalonego schematu (scenariusza decyzyjnego modelowania) o określonych właściwościach. Scenariusz decyzyjny modelu jest określonym dla danego procesu badawczego układem eksperymentów, w których zmianie podlegają czynniki badane w modelu (wartości wejścia, zmienne opisowe). Zmianom podlegają wszystkie lub tylko niektóre wartości z ogólnej liczby zmiennych wejściowych, w przypadku eksperymentu biernego lub dodatkowo zmienne opisowe w przypadku eksperymentu aktywnego. Eksperyment bierny stanowi statystyczną interpretację charakterystyk modelu otrzymanych na wyjściu modelu. Eksperyment aktywny przewiduje dodatkowo zmianę wartości zmiennych opisowych elementów modelu zgodnie z odpowiednim modelem matematycznym w zakładanym przedziale zmienności wartości zmiennych opisowych.

Najmniej skomplikowanym scenariuszem eksperymentu aktywnego jest scenariusz dwupoziomowy (***dwupoziomowy plan eksperymentu***)[48]. W scenariuszu tym konkretne zmienne wejściowe przyjmują wartości tylko na dwóch poziomach: górnym $\left(x_s^0 + \Delta x_s\right)$ i dolnym $\left(x_s^0 - \Delta x_s\right)$, gdzie $x_s$ stanowi wartość wejścia $x$ (dla $s = 1,2,\ldots,S$) przy $2^L$ różnych doświadczeniach, gdzie $L$ stanowi liczbę zmiennych wejściowych. Dwupoziomowy plan eksperymentu znajduje zastosowanie w wyznaczeniu charakterystyk modeli liniowych.

Do wyznaczania modeli liniowo-kwadratowych stosuje się ***plany trójpoziomowe***, w których poszczególne zmienne wejściowe przyjmują wartości na trzech poziomach: górnym $\left(x_s^0 + \Delta x_s\right)$, centralnym $(x_0)$ i dolnym $\left(x_s^0 - \Delta x_s\right)$, gdzie $x_s$ stanowi wartość wejścia $x$ (dla $s = 1,2,\ldots,S$). W tym przypadku scenariusz eksperymentu zakłada $3^L$ doświadczeń. Zarówno przy planie dwu, jak i trójpoziomowym eksperymentu, $\Delta x_s$ oznacza przyrost bezwzględnej wartości zmiennej $x_s$ w zbiorze liczb naturalnych $\mathrm{N}$.

---

[47] Zob. L. Kukiełka, *Podstawy*..., op. cit., s. 114; K. Mańczak, *Technika planowania*..., op. cit., s. 108–122.
[48] Ibidem, s. 115

W przypadku występowania większej liczby zmiennych wejściowych $L = 4,5,6,\ldots$ wzrasta poziom trudności obliczeń[49]. Trudności obliczeń eliminuje się poprzez zastosowanie ***kompozycyjnych planów eksperymentu***, będących uzupełnieniem dwupoziomowego planu eksperymentu. Plany kompozycyjne tworzy się poprzez rozszerzenie dwupoziomowych planów typu $2^L$ o symetryczne doświadczenia gwiezdne oraz doświadczenia centralne. Symetryczne doświadczenia gwiezdne powstają poprzez zmianę wartości wejścia lub zmienne opisowe na dwóch poziomach $\pm\Delta$ zwanych punktami gwiezdnymi, przy zachowaniu pozostałych wartości na poziomie zerowym. Doświadczenia centralne tworzy się poprzez wstawienie wartości zerowej we wszystkich wartościach wejścia i zmiennych opisowych. Plany kompozycyjne pozwalają na ograniczenie liczby eksperymentów do wartości określonej wzorem:

$$N = n_k + n_\Delta + n_0 = 2^L + 2L + n_0, \tag{1.11}$$

gdzie: $n_k$ – liczba pomiarów planu dwupoziomowego, $n_\Delta$ – liczba pomiarów w punktach gwiezdnych, $n_0$ – liczba pomiarów w środku programu, $L$ – liczba czynników badanych[50].

Planowanie scenariuszy doświadczeń jako element procesu modelowania odbywa się z chwilą zakończenia budowy modelu uproszczonego (scalonego). Podczas przygotowania scenariusza decyzyjnego eksperymentu należy rozważyć:

*a)* ***hipotezy (założenia), które model ma rozstrzygnąć,***

*b)* ***zmienne, które mają być badane,***

*c)* ***oczekiwany błąd pomiaru,***

*d)* ***oczekiwane interakcje pomiędzy elementami modelu i zmiennymi,***

*e)* ***koszty (o ile warunkują proces badawczy, w tym modelowanie),***

f) ***ograniczenia, które należy nałożyć na model (pozostając w zgodzie z zasadnością modelu)***[51].

W budowanym na potrzeby procesu modelowania scenariuszu decyzyjnym eksperymentu zasadniczymi elementami są badane procesy i zjawiska zachodzące w sys-

---

[49] $3^4 = 81$ ale już $3^5 = 243$.

[50] L. Kukiełka, *Podstawy...*, op. cit., s. 130.

[51] Por. E. Szücs, *Modelowanie matematyczne w fizyce i technice*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1977, s. 182–194.

temie rzeczywistym a przedstawione w modelu podstawowym poprzez zmienne zależne i niezależne. Zakres badanych zmiennych opisowych, zmiennych stanu i wartości ($We$) stanowi zasadniczy determinant budowy scenariusza decyzyjnego eksperymentu symulacyjnego, tj. każdy z elementów modelu, zmiennych i ich parametrów może stanowić podstawę budowy scenariusza modelu.

## *1.3. MODEL SYMULACYJNY*

Model matematyczny systemu rzeczywistego jest przeniesieniem jego konstrukcji strukturalnej wraz ze wszystkimi współzależnościami w płaszczyznę nauki. Symulacja stanowi proces "wprawienia w ruch modelu symulacyjnego", tj. polega na podaniu sygnału wejściowego, elementu wejściowego na wejściu modelu, celem uruchomienia ciągłego działania modelu symulacyjnego. Działanie modelu odwzorowuje funkcjonowanie systemu rzeczywistego z tą różnicą, że odbywa się w sposób umowny, matematyczny i wirtualny w środowisku informatycznym. Ciągłe działanie modelu rozumiane jest szerzej i nie musi oznaczać (chociaż może) jedynie ciągłość czasową.

### 1.3.1. PRZYGOTOWANIE DANYCH

System rzeczywisty, będąc zasadniczym źródłem danych obserwowalnych, pozwala na wyodrębnienie pożądanego segmentu rzeczywistości będącego podstawą danych do dalszych badań i obserwacji. Jak wykazano w poprzednich podrozdziałach, opis wyodrębnionego segmentu systemu rzeczywistego może być dokonany poprzez opis nieformalny modelu lub poprzez formalizację opisu jako modelu uproszczonego. Zarówno w jednym, jak i drugim podejściu dla zrozumienia jego opisu posługujemy się pojęciami zmiennych opisowych, wejściowych i wyjściowych. Zmienne mogą stanowić zbiór możliwych odczytów wartości określonych mierników ilościowych i jakościowych. Przykład może stanowić dystrybutor paliwa na stacji benzynowej, w którym miernik na pompie dystrybutora wskazuje ilość benzyny przepływającej przez pompę do baku samochodu, miernik jakościowy pozwala na określenie cech jakościowych, np. wilgotności, temperatury, procentowego składu substancji.

Przygotowanie danych do modelu jest całokształtem czynności realizowanych już od tworzenia opisu nieformalnego modelu, a nawet na etapie wyodrębnienia danego, badanego segmentu rzeczywistości z całości systemu rzeczywistego. Model podstawowy będący opisem nieformalnym modelu przekształcony w model uproszczony (optymalnie w model zasadny strukturalnie) poprzez techniki upraszczania, takie jak pomijanie interakcji, agregację zmiennych, wytwarza zbiór danych niezbędnych do określenia układu scenariusza decyzyjnego układu eksperymentu, a tym samym dalszego procesu modelowania. Dane do opisu modelu podstawowego czerpie się bezpośrednio z obserwacji systemu rzeczywistego. W modelu uproszczonym zbudowanym na potrzeby procesu badawczego dane opisu systemu rzeczywistego przyjmują wartości ze zbiorów – wartości $We, Wy$, zmiennych opisowych, parametrów przyjętych przez eksperymentatora w oparciu o kryterium homomorfizmu.

Pozyskiwanie danych do budowy modelu i jego dalszej symulacji odbywa się poprzez:

- obserwację segmentu systemu rzeczywistego,
- estymację parametryczną,
- estymację nieparametryczną.

Obserwacja danego segmentu systemu rzeczywistego pozwala na wyodrębnieniu wartości $We, Wy$ systemu oraz określeniu elementów systemu, którym przypisane zostaną określone zmienne opisowe modelu.

Przygotowane dane mogą mieć postać symboliczną, graficzną pozostającą w zgodzie z zapisem matematycznym lub logiki formalnej lub być przedstawione w postaci opisu nieformalnego modelu jako dane opisowe – tekstowe (kodowane symbolicznie lub technologicznie).

### 1.3.2. BADANIE REAKCJI MODELU NA DANE HISTORYCZNE

Zbudowany, uproszczony model systemu rzeczywistego opisany poprzez wartości wejścia $We$, wyjścia $Wy$, zmienne opisowe i parametry tych zmiennych może zostać poddany badaniu zgodności modelu z danymi historycznymi. Przyjmując że stworzony model uproszczony jest zasadny replikatywnie, tj. dane uzyskane na $We - Wy$

modelu są zgodne z danymi uzyskanymi na $We-Wy$ systemu rzeczywistego oraz mając określone wartości $We$ i $Wy$ ze zbioru rzeczywistych wartości $We$ i $Wy$ uzyskanych w wyniku analiz danych historycznych, testujemy model uproszczony. Badanie reakcji modelu na dane historyczne może być jednym z testów zgodności statystycznej modelu.

Dysponując modelem uproszczonym segmentu systemu rzeczywistego przygotowanym do danego scenariusza decyzyjnego modelu można, korzystając z uzyskanych metodą analiz danych historycznych, badać zasadność modelu w aspekcie wartości historycznych $We$ i $Wy$. Jest to uzasadnione w przypadku dysponowania określonym zbiorem danych o wartościach wejścia i wyjścia. Znajomość dodatkowych danych nie jest niezbędna, ale ich posiadanie pozwala na zbadanie zasadności strukturalnej modelu względem systemu rzeczywistego i modelu podstawowego.

Wybierane losowo wartości wejściowe ($We$) $q_0$ ze zbioru danych historycznych wartości ($We$) i podstawione jako wartości ($We$) modelu uproszczonego realizują przebieg symulacyjny procesu zachodzącego w systemie rzeczywistym. Mogą zaistnieć dwie sytuacje: *pierwsza* – model nie generuje pożądanej wartości ($Wy$) $p_0$ (będącej w parze z wartością ($We$) w zbiorze danych historycznych, *druga* – model generuje wartość ($Wy$) $p_0$ identyczne jak wartości ($Wy$) w zbiorze danych historycznych. W pierwszym przypadku nie można wyciągnąć wniosku, że model jest zasadny replikatywnie. Wyciągnięcie wniosku, że model jest niezasadny jest też błędna, ponieważ nie wiadomo, czy nie wytworzyłby on pożądanych danych ($Wy$) $p_0$ dla innych wartości ($We$) $q_n$ ze zbioru danych historycznych. W tym celu sprawdzeniu podlegają wszystkie wartości ($We$) ze zbioru danych historycznych, aż do momentu uzyskania pożądanych wartości ($Wy$). Dopiero gdy wyczerpane zostaną wszystkie możliwości i nie uzyska się pożądanej wartości ($Wy$) można odrzucić model jako niezasadny.

W przypadku wystąpienia sytuacji drugiej, tj. gdy model generuje wartość ($Wy$) $p_0$ identyczne jak wartości ($Wy$) w zbiorze danych historycznych, może to oznaczać: istnienie zasadności modelu lub brak zasadności modelu. Nie otrzymano bowiem zgodności modelu dla wszystkich par ($We-Wy$). Kontynuowanie eksperymentu symu-

lacyjnego dla wszystkich par ($We - Wy$) pozwoli na ostateczne zweryfikowanie zasadności modelu. Należy przyjąć, że model będzie zasadny replikatywnie dla wszystkich wartości ($We$) w przyjętym na potrzeby eksperymentu scenariuszu decyzyjnym.

### 1.3.3. BUDOWA SCENARIUSZA BAZOWEGO DLA ZADANEGO HORYZONTU CZASOWEGO

Czas jest jednym z podstawowych pojęć funkcjonujących w systemach dynamicznych. Upływ czasu postępuje niezależnie a zaistnienie kolejnych zdarzeń (stanów modelu) podporządkowane jest temu procesowi. Upływ czasu w modelu może być upływem ciągłym (jednostkowy skok czasu należy do zbioru liczb rzeczywistych[52]) lub upływem dyskretnym (jednostkowy skok czasu należy do zbioru liczb całkowitych).

W modelach ciągłych w czasie, upływ czasu dokonuje się w sposób ciągły (czas zwiększa swoje wartości o stałe przyrosty, zwiększając zawsze swoje wartości $t_0 \langle t_1$ a $t_1 \langle t_2$).

W modelach dyskretnych w czasie, zdarzenia modelu występują w sposób skokowy, tj. czas zwiększa swoją wartość okresowo poprzez skoki jednostek wartości przyrostu czasu. Jednostki podstawowe stanowią wielokrotność określonej jednostki czasu.

Korzystając ze zbioru $T$ (podstawy czasu modelu) można opisać występowanie zdarzeń (kolejnych stanów modelu) w czasie. Przedział czasu określany jest horyzontem czasowym modelu lub przedziałem obserwacji modelu[53]. Zatem $\langle t_0, t_1 \rangle$ może być zbiorem jednostronnie otwartym, jednostronnie zamkniętym, obustronnie zamkniętym lub obustronnie otwartym. Czas $t_0$ określa się mianem czasu początkowego, natomiast $t_1$ czasem końcowym. Przyjmując że $t_0$ może znajdować się w jednym z trzech zbiorów wartości $T$, tj. w przeszłości, teraźniejszości lub przyszłości, identycznie w przypadku $t_1$, istnieje przedział czasu $T'$, taki że $T' = \langle t_0, t_1 \rangle$ (należący do zbioru $T$). Dla danego horyzontu czasowego $T'$ w czasie $t_0$ rozpoczyna się "praca modelu", tj. war-

[52] Przez skok czasu należy rozumieć zmianę jednostkową wartości $t_0$ w $t_1$ w zakresie zbioru T, gdzie T stanowi zbiór uporządkowany zamknięty lub otwarty jedno lub obustronnie.

tość ($We$) zostaje wprowadzona na wejściu modelu, zmienna opisowa elementu modelu zastąpiona zostaje zmienną stanu modelu, opisującą zmianę zaistniałą w elemencie na wskutek zmiennych i ich parametrów oraz wartości wejścia ($We$). W przypadku modeli z opóźnieniem wartości ($Wy$) generowane są w czasie $t_n$, gdzie $t_n \rangle t_0$. W modelach bez opóźnień wartość ($Wy$) generowana jest w czasie $t_0$. Zmiana wartości czasu powoduje wprowadzanie kolejnych wartości ($We$), aż do osiągnięcia czasu $t_n$. Czas $t_n$ stanowi moment zakończenia "pracy" – funkcjonowania modelu. O ile w przypadku korzystania z wartości ($We$) historycznych, tj. znanych wartości ($We$) i znanych wartości ($Wy$) historycznych systemu rzeczywistego, można badać zasadność replikatywną i predykcyjną, a nawet strukturalną modelu, o tyle w przypadku, gdy $t_0$ jest równe zero należy liczyć się z ograniczonym zakresem zasadności modelu, chyba że zasadność modelu została udowodniona wcześniej.

W przypadku danego horyzontu czasowego istnieje ograniczona liczba par ($We - Wy$), takich że stosując na wejściu wartość ($We_1$) w czasie $t_0$ otrzymujemy na wyjściu wartość ($Wy_1$) w czasie $t_0$ i adekwatnie stosując na wejściu wartość ($We_1$) w czasie $t_1$ otrzymujemy na wyjściu wartość ($Wy_1$) w czasie $t_1$. Do stanu modelu $\delta_0$, w jakim znajduje się on w czasie $t_0$ należącym do zbioru możliwych stanów systemu $Q$ wprowadzenie wartości ($We_1$) powoduje reakcję modelu i działanie zgodnie z funkcją przejścia stanu $\delta$. Reakcja modelu kończy się w czasie $t_1$ przejściem do stanu $\delta_1$. Postępując identycznie, poprzez podstawienie wartości ($We_2$) w czasie $t_1$ otrzymuje się przejście ze stanu $\delta_1$ do stanu $\delta_2$ w czasie $t_2$. Cechą charakterystyczną tego typu reakcji modelu jest kolejność stanów modelu, tj. każdy kolejny stan modelu $\delta_n$ jest wynikiem przejścia ze stanu poprzedzającego $\delta_{n-1}$ w czasie $\langle t_{n-1}, t_n \rangle$. Dla każdego modelu opisanego zależnością:

$$G = \langle T, We, \Omega_{We}, Q_{Wy}, \delta_{We}, \lambda \rangle, \tag{1.12}$$

gdzie:

$G$ – struktura modelu;

---

[53] Por. B.P. Zeigler, *Teoria...*, op. cit., s. 270.

$T$ – podstawa czasu (horyzont czasowy – zbiór wartości czasu zamknięty, otwarty, półotwarty, półzamknięty);

$We$ – zbiór wartości wejściowych;

$\Omega_{We}$ – zbiór wartości $We$ generowanych przez układ wprowadzający (kolejność wartości wejściowych, uporządkowana lub losowa kolejność wartości generowanych w zbiorze możliwych wartości $We$);

$Q$ – zbiór stanów;

$Wy$ – zbiór wartości wyjścia;

$\delta_{We}$ – funkcja przejścia stanu modelu ze stanu $\delta_0$ do $\delta_1$;

$\lambda$ – funkcja $Wy$ (opisująca przekształcenie wartości $\delta_1$ w czasie $t_1$ w wartości $\delta_1$ czasu $t_1$;

horyzont czasowy stanowi podstawę funkcjonowania struktury, a tym samym podstawę funkcjonowania scenariusza bazowego modelu[54].

### 1.3.4. WYZNACZENIE CHARAKTERYSTYK MODELU

Przyjmując za podstawę zasadności modelu stopień zgodności reakcji ($We - Wy$) z możliwą do zaobserwowania reakcją systemu rzeczywistego, w modelach zasadnych replikatywnie i predykcyjnie, dąży się do otrzymania zasadności strukturalnej. Istnienie warunku zgodności par ($We - Wy$) modelu z systemem rzeczywistym jest konieczne dla uzyskania podstawowej zasadności replikatywnej modelu. Ten etap tworzenia modelu służący uzyskaniu podstawowego stopnia jego zasadności jest świadomym usiłowaniem odzwierciedlenia pewnych własności strukturalnych modelu charakteryzujących także system rzeczywisty. Model podstawowy, a następnie model scalony traktowany zostaje jako model zasadny dla danego układu eksperymentu symulacyjnego, o ile model podstawowy jest zdolny do wiernego przedstawienia relacji systemu rzeczywistego. Analogicznie powstały model scalony jest zasadny w stopniu replikatywnym, predykcyjnym lub strukturalnym.

## 1.4. EKSPERYMENT SYMULACYJNY

Symulacja numeryczna jest serią doświadczeń zgodnie z określonym przez badacza planem eksperymentu symulacyjnego. Numeryczne środowisko eksperymentu symulacyjnego umożliwia nie tylko oszczędność kosztów modelowania i możliwość korzystania z całego szeregu aplikacji i środowisk programistycznych, ale przede wszystkim oszczędność czasu i wiarygodność wyników, o ile model jest zasadny.

### 1.4.1. ZAŁOŻENIA EKSPERYMENTU SYMULACYJNEGO

Budowany model kształcenia został oparty na podejściu sytemowym. Jako podstawę modelu przyjęto układ płaszczyzn stanowiących poszczególne środowiska wychowawcze i edukacyjne.

Proces kształcenia, a tym samym efektywność kształcenia jest zespołem współzależnych czynników i zjawisk wielowymiarowych i wielopłaszczyznowych realizowanych w wielu systemach edukacyjnych i wychowawczych. Za podstawę funkcjonowania procesu kształcenia w ogólności przyjęto układ następujących płaszczyzn:

1. Warunki rodzinne ,
2. Edukacji szkolnej,
3. Szkolnictwa wyższego,
4. Doskonalenia zawodowego w ramach kształcenia profesjonalnego w strukturze szkoleń zawodowych.

---

[54] Ibidem, s. 296.

## 1.4.2. DANE WEJŚCIOWE

Zawężając obszar rozważań do niezbędnego, za punkt wyjścia budowy modelu przyjęto system doskonalenia zawodowego w szkoleń zawodowych. Struktura opisu modelu pokrywa się przyjętym w podrozdziale 1.1.

MODEL PODSTAWOWY

**Elementy:**

PODMIOTY PROCESU: ***Podmiot kształcący się***, doskonalący swoją wiedzę i umiejętności – pozostający w różnym stopniu przygotowany do realizacji tego procesu (oznaczony jako $U$); ***podmiot kształcący*** – przekazujący wiedzę i umiejętności (oznaczony jako $N$).

WEJŚCIA: Źródła pozyskiwania podmiotów procesu jako zewnętrznego pobudzania systemu.

**Zmienne opisowe:**

*Zmienne opisowe związane z podmiotem kształcącym się* oznaczające zmienne procesu uczenia się (oznaczone jako $u$). Ich zakres uzależniony jest od rozwoju osobowości, zainteresowań, zmian aksjologicznych procesu kształcenia i przyjętej drogi życiowej, stopnia przygotowania do życia zawodowego.

*Zmienne opisowe związane z podmiotem kształcącym* oznaczające zmienne procesu nauczania (oznaczone jako $n$). Zmienne związane z $N$ dotyczą jego dojrzałości społecznej, przyjętego przez niego systemu wartości, kwalifikacji ogólnych i zawodowych, cech osobowościowych.

***Czynniki (zmienne niezależne wewnętrzne) wyznaczające efekty procesu kształcenia:***

1. Cele $(c)$;
2. Treści $(t)$;
3. Metody $(m)$;
4. Zasady kształcenia $(z)$;
5. Formy organizacyjne $(o)$;
6. Infrastruktura dydaktyczna $(i)$;

7. Współdziałanie $N$ z $U$ w zakresie wyników nauczania $(w)$;

8. Sztuka uczenia się $(s)$ utożsamiana z możliwością przyswajania wiedzy i umiejętności[55].

***Czynniki (zmienne niezależne zewnętrzne) wyznaczające efekty procesu kształcenia*:**

1. Zmienne gospodarcze wynikające z procesów integracji gospodarczej $(g)$;

2. Zmienne prognostyczne wynikające z zapotrzebowania rynku pracy w zakresie wykwalifikowanych kadr specjalistycznych $(k)$;

3. Zmienne podaży i popytu lokalnego rynku pracy $(r)$;

4. Zakres współpracy pracodawców z systemem oświaty $(p)$;

5. Zmienne informacyjne o losach podmiotu uczącego się w późniejszym okresie czasu $(l)$;

6. Zmienne budżetowe – opisujące środki budżetowe i pozabudżetowe wydawane na edukację $(f)$;

7. Zmienne wynikające z obowiązującego prawa unijnego, krajowego i lokalnego $(a)$;

8. Otoczenie ośrodka edukacyjnego – inne ośrodki edukacyjne $(sz)$;

9. Formy, metody doskonalenia metodycznego podmiotu kształcącego i ich dostęp-ność $(d)$;

10. Środki multimedialne oddziałujące w sposób ciągły na proces kształcenia jako zmienne niezależne wynikające z treści edukacyjnych źródeł medialnych $(v)$;

11. Inne podmioty uczestniczące w procesie kształcenia (stowarzyszenia, fundacje, związki zawodowe, korporacje zawodowe) $(i)$.

Z uwagi na to, że zmienne wejściowe modelu stanowi podmiot kształcący się $(U)$, mamy następujące zmienne zewnętrzne:

– Wejścia = $\{0, a, b, c, \ldots\}$, gdzie $a, b, c, \ldots$ stanowią kolejne grupy podmiotów (grupy szkoleniowe);

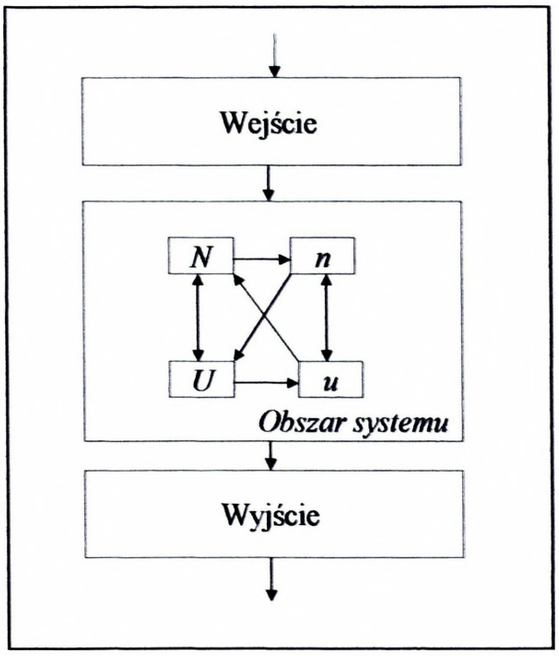
---

[55] Por. U. Jeruszka (red), *Efektywność kształcenia zawodowego. Kształcenie zawodowe a rynek pracy*, Instytut Pracy i Spraw Socjalnych, Warszawa 2000, s. 30–33.

– Wejścia = $\{g,k,r,p,l,f,a,sz,d,v,i\}$, zagregowane do postaci *ś* – zmiennej zagregowanej oznaczającej zmienne czynniki otoczenia ośrodka dydaktycznego z zakresu zmiennej losowej generowanych liczb z przedziału $[0;1]$.

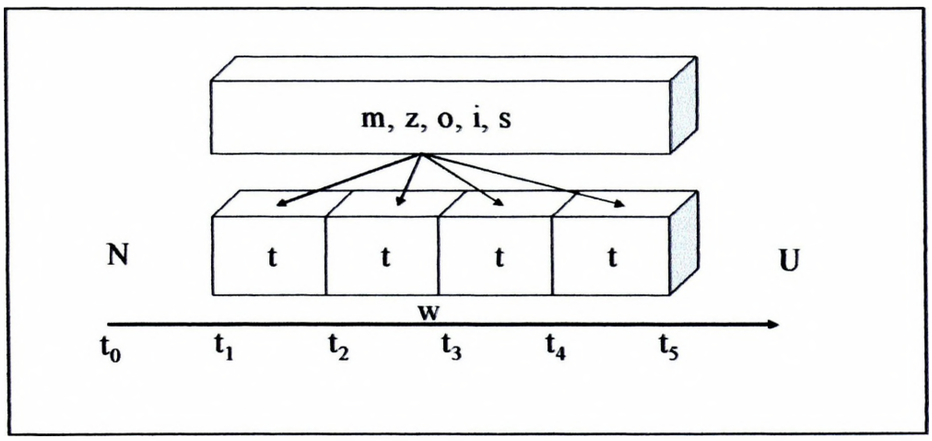
Czas pozostawania w obszarze oddziaływania systemu z zakresu liczb całkowitych.

Wyjście $=\{0,a_{Wy},b_{Wy},c_{Wy},\ldots\}$, gdzie $a_{Wy},b_{Wy},c_{Wy}$ stanowi oceny kolejnych grup szkoleniowych opuszczających system.




**Rys. 1.8. Relacje pomiędzy zmiennymi w modelu**

*Źródło: Opracowanie własne.*

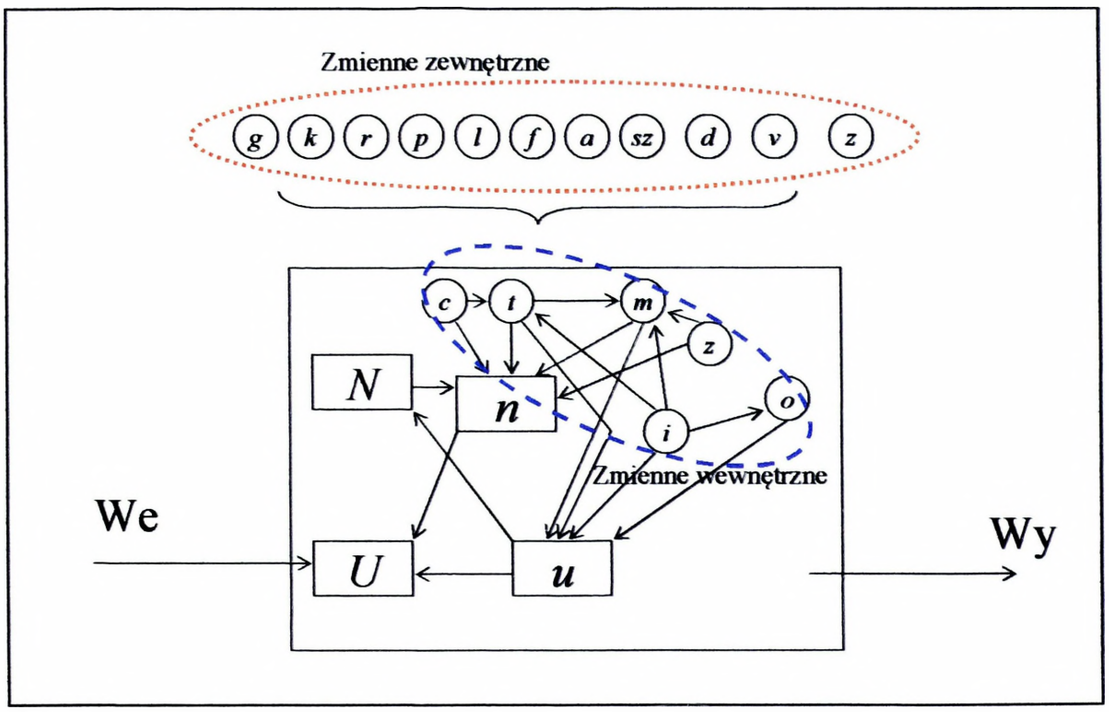



**Rys. 1.9. Zmienne modelowe i ich symboliczne umiejscowienie w proponowanym modelu**

*Źródło: Opracowanie własne.*

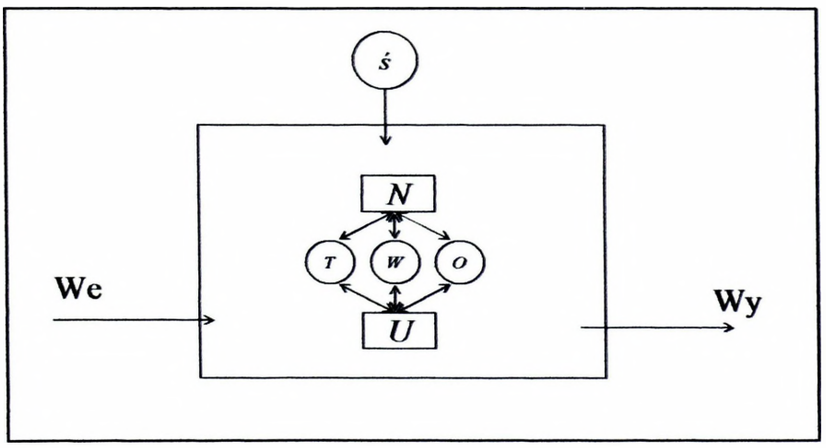
Po zagregowaniu zmiennych wewnętrznych przyjmują one postać: $T$ – treści kształcenia, $W$ – zmienne warunkowe realizacji procesu kształcenia, $O$ – zmienne czynnikowe związane z organizacją procesu kształcenia.

Zagregowanie zmiennych zewnętrznych i wewnętrznych, tak jak pokazano na rysunku 1.10. prowadzi do uzyskania modelu podstawowego w postać modelu scalonego (rys. 1.11).




**Rys. 1.10. Uproszczony schemat modelu podstawowego procesu kształcenia**

*Źródło: Opracowanie własne.*




**Rys. 1.11. Model procesu kształcenia**

*Źródło: Opracowanie własne.*

W proponowanym modelu oceny procesu kształcenia przyjęto następujące zmienne: $N$ związane z czynnikami pochodzącymi od podmiotu kształcącego, $U$ – związane z podmiotem kształcącym się, $T$ – treści kształcenia, $W$ – warunki realizacji procesu kształcenia, $O$ – czynniki związane z organizacją procesu kształcenia, $ś$ – środowisko (czynniki związane z otoczeniem zewnętrznym – zmienne niezależne).

Model matematyczny oceny procesu kształcenia określony jest zależnością funkcyjną[56]:

$$K = f(N, U, T, W, O, ś). \tag{1.13}$$

**Interakcja elementów:**

Przyjęta podstawa czasu jest dyskretna. Wówczas: $t_1 - t_0 = 1$ $i$ $t_i \in [t_0, t_n]$, gdzie t należy do zbioru liczb całkowitych.

Proces doskonalenia opisany poprzez funkcję zmiennych niezależnych i zależnych i wartości czasu obejmuje w pewnym powiązaniu strukturalnym, funkcjonalnym i hierarchicznym wszystkie podmioty procesu. Osoby podmiotu kształcącego, podmiotu kształcącego się oraz odpowiadające im procesy nauczania i uczenia się pozostają w interakcji ze zmiennymi wewnętrznymi współwyznaczającymi efekty procesu, tj.: celami, treściami, zasadami, metodami, formami, infrastrukturą dydaktyczną itd., oraz zmiennymi niezależnymi zewnętrznymi, pozostającymi poza wpływem podmiotów procesu. Powiązane ze sobą zmienne niezależne wewnętrzne podlegają uwarunkowaniom zmiennych zewnętrznych. Ich oddziaływania mają charakter sprzężeń zwrotnych, polegających na ciągłym minimalizowaniu różnic pomiędzy celami kształcenia a zmiennymi zewnętrznymi. Oddziaływania pomiędzy podmiotami procesu a zmiennymi wewnętrznymi pozostają we współzależności ze zmiennymi zewnętrznymi w sposób ciągły i stanowią strukturalny składnik procesu kształcenia.

Grupa szkoleniowa $a$ na Wejściu w czasie $t_0$ sygnalizowana jest przez sygnał $We = a$, wchodzi ona bezpośrednio w obszar systemu. W miarę przesuwania się zegara modelu na grupę $a$ oddziałują: podmiot kształcący, zagregowane zmienne wewnętrz-

[56] Szerzej: U. Jeruszka, *Teoretyczne podstawy efektywności kształcenia zawodowego* (w:) *Efektywność...*, op. cit., s. 32.

ne, zagregowane zmienne zewnętrzne. Z chwilą osiągnięcia określonego czasu $t_{Wy}$ grupa opuszcza obszar systemu.

W typowej trajektorii zmiennych zagregowanych modelu uproszczonego obserwacyjny przedział czasu należy do zbioru $[t_0, t_n)$. W czasie $t_0$ "model jest pusty"[57], w czasie $t_a$ przybywa grupa szkoleniowa. W chwili $t_a$ rozpoczyna się działanie systemu. Poprzez zmienne zagregowane $T, W, O$ oraz $\acute{s}$ w czasie $t_{a+1}$ następuje oddziaływanie $N$ na zmienną wejściową $We_a$. Reakcja ta pozostaje konsekwencją $We_a$ jako warunku początkowego systemu.

### 1.4.3. WYNIKI SYMULACJI I ICH INTERPRETACJA

Przyjmując że istnieje zasadność modelu oceny procesu kształcenia względem układu eksperymentu i obserwowalnej reakcji systemu rzeczywistego, w ramach tych układów konkretnym zmiennym przyporządkowane zostały wartości parametrów:

$N$ – {Przygotowany-*1*, Nieprzygotowany-*0*, Średnioprzygotowany-*0,5*};

$U$ – {Wartości j.w.};

$T$ – *{0;1}*, zmienna losowa z przedziału *(0;1)*;

$W$ – *{0,1}*, gdzie *0* oznacza brak warunków realizacji procesu kształcenia, *1* oznacza zapewnienie najlepszych warunków realizacji tego procesu;

$O$ – *{0,1}*, gdzie *0* oznacza brak właściwej organizacji procesu kształcenia, *1* oznacza właściwą organizację procesu;

$\acute{s}$ – *{0,1}*, gdzie *0* oznacza negatywny wpływ otoczenia, *1* oznacza pozytywny wpływ czynników zewnętrznych.

Zakładając dalej, że w danym modelu badana będzie określona liczba zmiennych, można wybrać konkretny plan eksperymentu symulacyjnego uzależniony od liczby zmiennych, dla $L \geq 4$ będący planem kompozycyjnym realizowanym według wzoru:

$$N = 2^L + 2L + n_0; \tag{1.14}$$

[57] Termin "***model pusty***" przyjęto za: B.P. Zeigler, *Teoria...*, op. cit., s. 178 i oznacza zbiór pusty zajętości modelu w czasie $t_{a-1}$, kiedy w obszar modelu przybywa grupa szkoleniowa (pierwsza wartość *We* modelu).

gdzie: $N$ – liczba eksperymentów, $n_0$ – liczba pomiarów przedziału środka eksperymentu, $L$ – liczba czynników badanych (por. zależność 1.11).

Dla $n_0 = 1, L = 6$, po podstawieniu do wzoru $N = 2^L + 2L + n_0$ otrzymamy[58]:

$$N = 2^6 + 2 * 6 + 1 = 77.$$

Plan eksperymentu dla planu kompozycyjnego przybiera postać macierzową, przedstawioną w formie uproszczonej dla $L = 6$, przy czym tylko jedna zmienna jest zmienną losową generowaną przez generator liczb losowych z przedziału $(0;1)$ – patrz zależność (1.21) przedstawiająca tablicę wartości parametrów zmiennych modelowych w modelu oceny procesu kształcenia.

Postać modelu oceny procesu szkolenia daną zależnością ogólną (1.13), można przedstawić przyjmując **model ściśle liniowy** w następujący sposób:

$$K = f(N, U, T, W, O, ś) = a_0 + a_1 N + a_2 U + a_3 T + a_4 W + a_5 O + a_6 ś. \tag{1.15}$$

Pojęcie "*Model ściśle liniowy*" wymaga wyjaśnienia. Rozróżnia się następujące, podstawowe typy modeli:

- ściśle liniowe – oznacza to, że są one liniowe względem zmiennych objaśniających, jak i parametrów strukturalnych:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \ldots + b_k X_k + u \tag{1.16}$$

- liniowe względem parametrów:

$$Y = a + bX + cX^2 + u_1 \tag{1.17}$$

- liniowy względem zmiennych:

$$Y = f + gX + g^2 Z + u_2 \tag{1.18}$$

- ściśle nieliniowy — nie ma możliwości przekształcenia na model liniowy:

$$Y = h(X^i + Z^j) u_3. \tag{1.19}$$

Klasyfikację modeli można przeprowadzić poprzez analizę pochodnej cząstkowej zmiennej objaśnianej względem parametrów. **Model liniowy** charakteryzuje się niezależnością wszystkich pochodnych zmiennej objaśnianej od wszystkich parame-

[58] K. Mańczak, *Technika planowania...*, op. cit., s.157.

trów. Cechą charakterystyczną **modelu ściśle liniowego** jest niezależność pochodnych cząstkowych względem parametrów od każdego parametru oraz niezależność pochodnych cząstkowych względem zmiennych od każdej zmiennej. W **modelu ściśle nieliniowym**, pochodne cząstkowe względem parametrów oraz względem zmiennych są funkcjami parametrów i zmiennych modelu.

Na przykład, ściśle nieliniowy jest model:

$$Y = \frac{a}{1 + be^{-cX}} + u, \tag{1.20}$$

w którym a, b, c są parametrami, natomiast $e$ to podstawa logarytmu naturalnego[59].

[59] Por. H. Spustek, *Przewaga w walce i operacji*, rozprawa habilitacyjna, AON, Warszawa 2003, s.18–19.

Tablica wartości parametrów zmiennych modelowych w modelu oceny procesu kształcenia*

$$
\mathbf{X} = \begin{bmatrix}
1 & 1 & 1 & 0{,}2 & 1 & 1 & 1 \\
1 & 1 & 1 & 0{,}5 & 1 & 1 & 0 \\
1 & 1 & 1 & 0{,}04 & 1 & 0 & 1 \\
1 & 1 & 1 & 0{,}1 & 0 & 1 & 1 \\
1 & 1 & 1 & 0{,}31 & 1 & 1 & 1 \\
1 & 1 & 0 & 0{,}94 & 1 & 1 & 1 \\
1 & 0 & 1 & 0{,}96 & 1 & 1 & 1 \\
1 & 1 & 1 & 0{,}42 & 1 & 0 & 0 \\
1 & 1 & 1 & 0{,}94 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 1 & 0{,}5 & 0{,}88 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 1 & 0 & 0{,}97 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0{,}5 & 0 & 0{,}36 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0{,}5 & 0 & 0{,}3 & 0 & 0 & 0 \\
1 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
1 & & \dots & \dots & & & \\
1 & & & & \dots & \dots & \\
\hline
1 & & \dots & \dots & & & \\
1 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
1 & 0 & 0 & 0{,}64 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 1 & 0{,}57 & 0 & 0 & 1 \\
1 & 0 & 1 & 0{,}26 & 0 & 1 & 0 \\
1 & 0 & 1 & 0{,}34 & 1 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 1 & 0{,}9 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 1 & 0{,}7 & 0 & 1 & 1 \\
1 & 0 & 1 & 0{,}64 & 1 & 1 & 1 \\
1 & 0 & 1 & 0{,}27 & 0 & 1 & 1 \\
1 & 0 & 1 & 0{,}38 & 0 & 0 & 1 \\
1 & 0 & 1 & 0{,}95 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0{,}93 & 0 & 0 & 1 \\
1 & 0 & 0 & 0{,}18 & 0 & 1 & 0 \\
1 & 0{,}5 & 1 & 0{,}03 & 1 & 0 & 0
\end{bmatrix}
\qquad (1.21)
$$

*) Pierwsza kolumna w macierzy obok zawiera same jedynki co spowodowane jest wymogiem algorytmu sieciowego Klasycznej Metody Najmniejszych Kwadratów (KMNK)

Dla modelu określonego zależnością (1.15) należy oszacować wartości parametrów $a_0, a_1, \ldots, a_6$ oraz błędy szacunku tych parametrów.

Rysunki 1.12 i 1.13 przedstawiają zależności wartości poszczególnych zmiennych modelowych oraz wartości średniej oceny procesu szkolenia w funkcji ilości eksperymentów.

Poszukiwane wartości parametrów modelu $a_0, a_1, \ldots, a_6$ oraz błędy szacunku tych parametrów określono na podstawie wzorów macierzowej metody najmniejszych kwadratów:

$$\mathbf{a} = (\mathbf{X}^{\mathrm{T}}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^{\mathrm{T}}\mathbf{y}, \tag{1.21}$$

gdzie: $\mathbf{y}$ jest wektorem obserwacji zmiennej objaśnianej K będącej wektorem oceny procesu kształcenia

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}_{nx1}, \tag{1.22}$$

$\mathbf{X}$ jest macierzą zaobserwowanych wartości zmiennych objaśniających:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \cdots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & \cdots & x_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & \cdots & x_{kn} \end{bmatrix}_{nx(k+1)}, \tag{1.23}$$

zaś $\mathbf{a}$ jest poszukiwanym wektorem wartości parametrów $a_0, a_1, \ldots, a_6$.

W celu określenia błędu oszacowań parametrów modelu obliczono macierz wariancji i kowariancji:

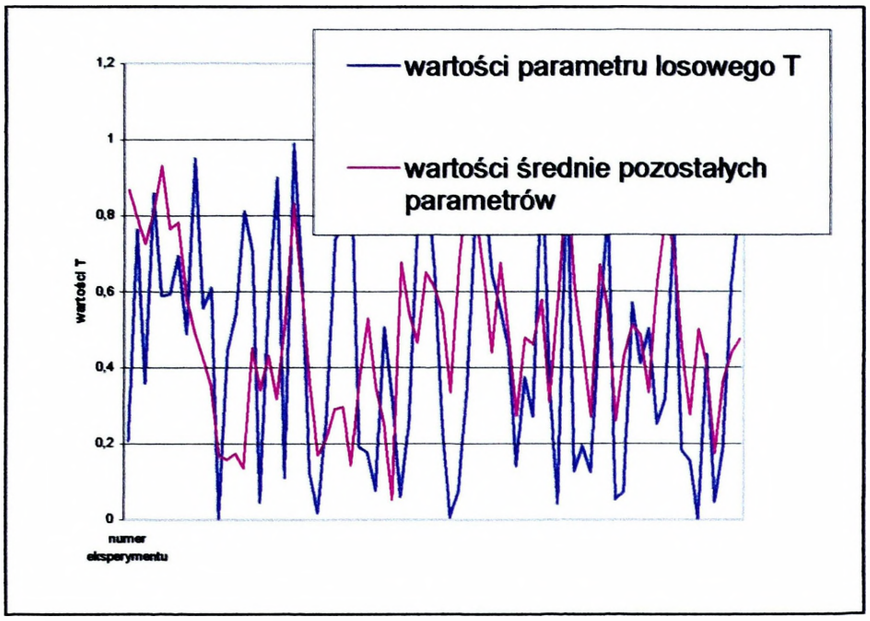
$$\mathbf{D}^2(\mathbf{a}) = S^2(\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1} = [d_{ij}]_{(k+1)x(k+1)}, \tag{1.24}$$

gdzie:

$$S^2 = \frac{\mathbf{y}^T\mathbf{y} - \mathbf{a}^T\mathbf{X}^T\mathbf{y}}{n-(k+1)}$$

n – liczba pomiarów (tu: 190), k – liczba szacowanych parametrów (tu: 7).

Średni błąd szacunku poszukiwanych parametrów oblicza się poprzez wyciągnięcie pierwiastków kwadratowych z wartości diagonalnych $d_{ii}$ macierzy $\mathbf{D}$.




**Rys. 1.12. Wartości poszczególnych zmiennych modelowych w funkcji ilości eksperymentów**

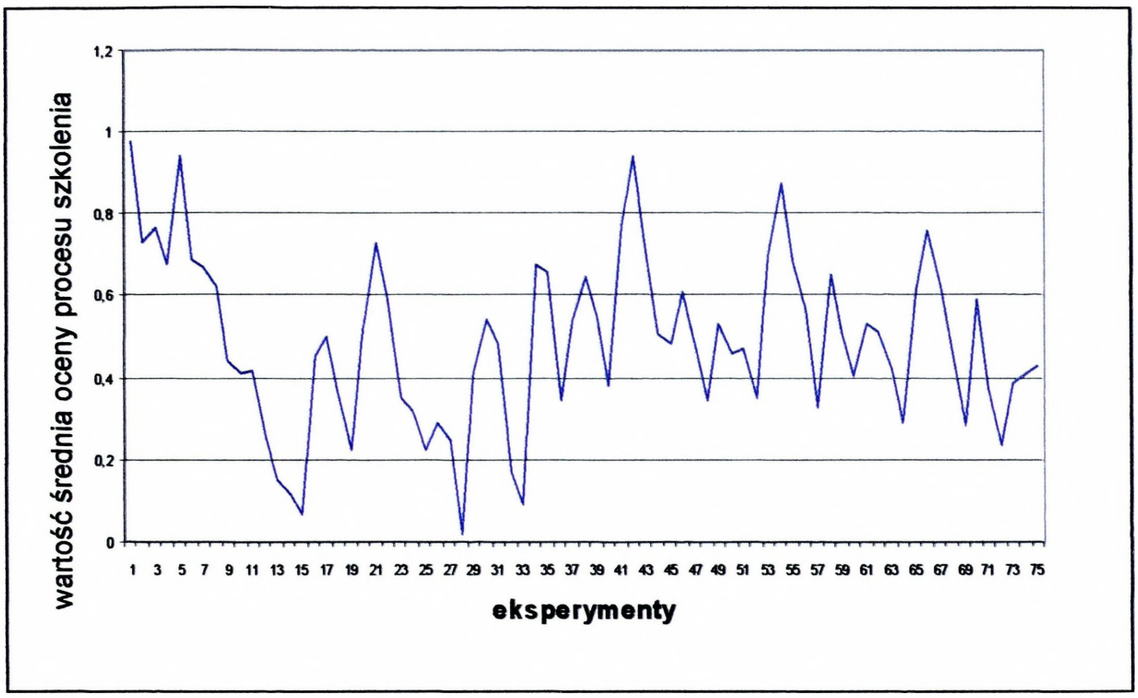
*Źródło: Opracowanie własne.*

Dla przyjętego planu eksperymentu, wartości poszczególnych parametrów i zmiennych losowych, macierz planu eksperymentu pozostaje w warunku jednoznaczności z macierzą wyników eksperymentu symulacyjnego dla danego planu eksperymentu. Jednoznaczność tę stwierdzono na podstawie badań polegających na określeniu stopnia zmienności poszczególnych zmiennych modelowych, wartości współczynników wzajemnej korelacji liniowej Pearsona zmiennych występujących w modelu i stopnia korelacji tych zmiennych ze zmienną objaśnianą oraz na podstawie sprawdzenia modelu na istnienie efektu katalizy[60].

W wyniku badań stwierdzono, że wszystkie proponowane do modelu zmienne charakteryzują się wystarczająco dużą zmiennością. Występuje silna korelacja pomiędzy zmiennymi objaśniającymi i zmienną objaśnianą. Korelacja ta przekracza w każdym

[60] Efekt katalizy w modelu liniowym oznacza silne skorelowanie zmiennej objaśnianej ze zmiennymi objaśniającymi w sensie: wysoka wartość współczynnika korelacji wielorakiej spowodowana silnym skorelowaniem zmiennych objaśniających między sobą. Zmienne objaśniające, które wywołały efekt katalizy należy wyeliminować z modelu.

przypadku wartość 0,33 stanowiącą wartość graniczną[61]. Korelacja pomiędzy wszystkimi zmiennymi objaśniającymi (mierzona parami) osiągała wartości poniżej 0,33, co potwierdziło zasadność przyjęcia podanego zbioru zmiennych modelowych. Jednocześnie stwierdzono, że zjawisko katalizy nie występuje.




**Rys. 1.13. Wartość średnia oceny procesu kształcenia w funkcji ilości eksperymentów**

*Źródło: Opracowanie własne.*

| | |
|---|---|
| Odchylenie standardowe | 0,201239 |
| Średnia | 0,500829 |
| Kowariancja | 0,002445 |
| Maximum | 0,999907 |
| Minimum | 0,078965 |

Oszacowane wartości parametrów modelu oceny procesu kształcenia oraz błędy szacunku tych parametrów przedstawia tabela 1.1.

[61] Wyznaczenie krytycznej wartości współczynnika korelacji o zadanym poziomie istotności $\gamma$ i n – 2 stopniach swobody, odbywa się na podstawie wzoru: $r^* = \left[\frac{(I^*)^2}{(I^*)+n-2}\right]^{\frac{1}{2}}$, gdzie $I^*$ – jest wartością odczytywaną z

**Tabela 1.1.**

**Oszacowane wartości parametrów modelu oceny procesu kształcenia**

| Lp. | Współczynnik | Wartość współ-czynnika | Średni błąd szacunku parametru |
|---|---|---|---|
| 1 | $a_0$ | 0,07 | 0,09 |
| 2 | $a_1$ | 0,16 | 0,08 |
| 3 | $a_2$ | 0,15 | 0,09 |
| 4 | $a_3$ | 0,01 | 0,12 |
| 5 | $a_4$ | 0,17 | 0,08 |
| 6 | $a_5$ | 0,16 | 0,07 |
| 7 | $a_6$ | 0,15 | 0,07 |

## *WNIOSKI*

1. Ściśle liniowy, płaszczyznowy model oceny procesu szkolenia znajduje uzasadnienie merytoryczne poparte analizą statystyczną będącą jedną z metod weryfikacji podczas budowy modeli zjawisk rzeczywistych.

2. Odporność modelu na zjawisko katalizy pozwala przypuszczać, że poprawnie został wyodrębniony zbiór zmiennych endogenicznych proponowanego modelu.

3. Zmienne użyte w modelu wiernie reprezentują modelowane zjawiska.

4. Największy błąd szacunkowy zaobserwowano podczas określania wartości współczynnika stojącego w modelu przy zmiennej losowej. Jest to zrozumiałe i spowodowane trudnościami ścisłego oszacowania wpływu zjawisk losowych na badane zjawiska rzeczywiste. Jednocześnie należy stwierdzić, że zmienna losowa nie ma tu decydującego wpływu na wartości zwracane przez model. Potwierdza to zasadność budowy modelu w przedstawionej postaci.

5. Oszacowane błędy parametrów modelu pozwalają na akceptację przyjętego zbioru zmiennych endogenicznych.

---

tablic statystycznych (rozkładu t – Studenta dla danej wartości $\gamma$ oraz n – 2 stopni swobody).

# 2. SYMULACJE NUMERYCZNE W PROCESIE DOSKONALENIA DOWÓDZTWA SZCZEBLA TAKTYCZNEGO WOJSK LĄDOWYCH SZ RP

Interpretacja pojęcia ***symulacja*** w wielu publikacjach sprowadza się do łączenia tego pojęcia ściśle z modelem, modelowaniem, próbkowaniem modelu, metodą Monte Carlo[52].

W języku polskim słowo symulacja oznacza *„sztuczne odtwarzanie właściwości jakiegoś zjawiska występującego w naturze"*[53]. W literaturze problemu symulacja jest definiowana jako *„proces tworzenia i eksperymentowania ze skomputeryzowanym modelem matematycznym fizycznego systemu"*[54] lub jako *„technika, która służy do przeprowadzania eksperymentów na pewnych rodzajach modeli, które opisują zachowanie się złożonych systemów przy przyjętych założeniach i przewidywaniach"* [55]. Symulacja jest też określana mianem *„**techniki numerycznej** służącej do dokonywania eksperymentów na pewnych rodzajach modeli matematycznych, które opisują przy pomocy **maszyny cyfrowej** zachowanie się złożonego systemu w ciągu długiego okresu czasu"*[56].

W przytaczanych powyżej definicjach, a także innych występujących w literaturze zauważamy następujące cechy wspólne:

– symulacja jest procesem eksperymentowania z modelem;

– symulacja wykorzystuje model systemu rzeczywistego do przedstawienia przebiegu w czasie charakterystyk modelu a nie systemu;

– symulacja odbywa się przy wykorzystaniu maszyn numerycznych – komputerów.

---

[52] Por. I. Białynicki-Birula, I. Białynicka-Birula, *Modelowanie rzeczywistości...*, op. cit.; D.W. Heermann,, *Podstawy symulacji komputerowych w fizyce*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1997; T. Trzaskalik, *Modelowanie optymalizacyjne*, Wydawnictwo Absolwent, Łódź 2000; B. Siemieniecki, *Technologia informacyjna w polskiej edukacji*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2002; B.P. Zeigler, *Teoria ...*, op. cit.

[53] B. Dunaj (red), *Nowy ...*, op. cit.

[54] C.A. Chung, *Simulation ...*, op. cit.

[55] T. Sztucki, *Encyklopedia marketingu*, Wydawnictwo Placet, Warszawa 1998.

[56] Por. T.H. Naylor., *Modelowanie cyfrowe systemów ekonomicznych*, Warszawa 1975 (w:) J.B. Gajda, *Prognozowanie ...*, op. cit., s. 3.

Głównym ***celem symulacji*** jest przeprowadzenie eksperymentu na modelu systemu złożonego według określonego, znanego układu eksperymentu, w którym zmienne i parametry ulegają zmianie w kolejnych eksperymentach. Zachowanie systemu zobrazowane zostaje poprzez dane wynikowe, które podlegają analizie i wizualizacji.

W praktyce dydaktycznej istotnym elementem jest wizualizacja danych wynikowych, która jest bezpośrednio odbierana przez podmiot kształcenia.

***Charakter symulacji*** sprowadza się do analizy zachowania się modelu systemu w czasie. Symulacja numeryczna ma naturę dwutorową, a jej przebieg ma charakter:

a) symulacji procesu,

b) obserwacji wartości określonych zmiennych symulowanego procesu. Wynik symulacji tworzą dane do wnioskowania statystycznego.

Symulacja procesu jest odtworzeniem rzeczywistego procesu w warunkach cyfrowych przy określonych wielkościach *We* i zmiennych oraz ich parametrach. W tym aspekcie symulacja może mieć charakter symulacji dyskretnej w czasie (gdy zbiór $T$ czasu jest przeliczalny) lub symulacji dyskretnej w stanie (gdy zbiór $S$ stanów jest przeliczalny)[57].

Symulacja jako obserwacja realizacji określonych operacji matematycznych w procesie realizowana poprzez wyznaczenie macierzy dopuszczalnych stanów modelu:

$$\hat{Y} = T \bullet S,$$

gdzie:

$T = [t_1, t_2, t_3, \ldots, t_n]$ – wektor wartości $t_i$,

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} & \ldots & s_{1m} \\ s_{21} & s_{22} & s_{23} & \ldots & s_{2m} \\ s_{31} & s_{32} & s_{33} & \ldots & s_{3m} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ddots \\ s_{n1} & s_{n2} & s_{n3} & \ldots & s_{nm} \end{bmatrix}$$ – macierz stanów symulowanego procesu.

[57] Por. R. Wieleba, J. Wocial, *Symulacyjny model walki na szczeblu taktycznym. Użytkowanie symulacyjnych systemów walki pk. Modelowanie 2*, AON, Warszawa 2003.

$$T \bullet S = \sum_{i=1}^{n} t_i s_i$$

Przez ***stan systemu*** należy rozumieć *liczbę danych* $s$, których wartości w danej chwili czasu $t$ przy znanych wartościach wejściowych stanowią zbiór informacji o systemie. W systemie opisywanym poprzez zmienną wyjściową $y$, pozostającą w interakcji funkcyjnej $\Phi$ od zmiennych $x_k$ a przedstawianym jako funkcja liniowa[58]:

$$y_i = \Phi(x_1, x_2, ..., x_k) = b_1 x_1 + b_2 x_2 +, ..., + b_k x_k \text{, dla } k = 1, ..., K,$$

gdzie:

y – oznacza reakcję modelu lub inaczej zmienną wyjściową,

$x_k$ – wartość interpretowana jest jako badana zmienna,

$b_k$ – stanowi parametr zmiennej.

Zmiana wartości badanej zmiennej $x$ umożliwia obserwację reakcji modelu $y$ w czasie $t$. W tym wypadku istota symulacji sprowadza się do zgromadzenia odpowiedniej liczby prób zbioru $T$ obserwacji na $x$ i na $y$. Przeprowadzenie odpowiedniej liczby symulacji pozwala na oszacowanie wartości parametru $b_k$.

Innego rodzaju symulacja występuje, jeżeli prowadzenie eksperymentu symulacyjnego staje się niemożliwe lub zbyt kosztowne, np. poprzez zastosowanie maszyn cyfrowych o dużej mocy obliczeniowej. Prowadzi się wtedy tzw. *quasi-symulację*, tj. wprawia w ruch model systemu poprzez eksperymentowanie ze zmiennymi $x_k$ i wartościami parametrów $b_k$, razem lub osobno. Quasi-symulacja jest symulacją schematyczną na modelu uproszczonym danego systemu. Zbudowany model uproszczony w quasi-symulacji jest niepełnym odwzorowaniem systemu rzeczywistego, tj. uwzględniając zmienne i ich parametry oraz elementy systemu rzeczywistego i ich wzajemne oddziaływania nie tworzy pełen system rzeczywisty, a tylko jego ograniczony wycinek[59].

---

[58] J.B. Gajda, *Prognozowanie...*, op. cit., s. 3.

[59] Jako przykład może posłużyć model mózgu człowieka. Znając jego budowę, interakcje i przepływy elektronów moglibyśmy zbudować model uproszczony mózgu. Jednak ilość komórek nerwowych i ich strukturalne uporządkowanie oraz właściwości elektryczne uniemożliwiają wprost stworzenie takiego modelu. Dla celów badawczych tworzy się model mózgu składający się na przykład z tysiąca neuronów i na jego podstawie

W przypadku modeli bardziej skomplikowanych (a do takich należy zaliczyć modele symulacyjne walki) ilości równań liniowych i nieliniowych, zależności stałych i dynamicznych pomiędzy zmiennymi endogenicznymi a egzogenicznymi może być ogromna. Występowanie elementów losowych jako zakłóceń (zmiennych niemierzalnych- obserwowalnych), losowych zmiennych lub zmiennych wartości parametrów z pewnym prawdopodobieństwem lub ograniczeniem zwiększa stopień komplikacji modelu, a tym samym procesu symulacji.

W rzeczywistości, podczas procesu budowy modelu wykonuje się wiele uproszczeń służących przybliżeniu modelowanych zjawisk, zależnie od możliwości badawczych podczas tworzonych eksperymentów numerycznych. Stosownie do wykonywanych uproszczeń uzyskuje się odpowiednią postać modelu matematycznego (tabela 2.1).

Wielu autorów odnosi znaczenie symulacji do ***symulacji deterministycznej***, tj. wyznaczającej wartości zmiennych endogenicznych jako rozwiązania układu równań różnicowych[60] i ***symulacji stochastycznej (probabilistycznej)***, tj. służącej badaniu właściwości modelu poprzez generowanie reprezentatywnej próby zmiennych egzogenicznych (niezależnych) w celu obliczenia charakterystyki rozkładów wynikowych zmiennych endogenicznych (zależnych)[61].

---

buduje się model uproszczony mózgu. Symulacji poddany zostaje model uproszczony zbudowany na podstawie modelu, który w przypadku *quasi-symulacji* stanowi model rzeczywisty systemu.

[60] W symulacji deterministycznej nie występują zmienne losowe.

[61] Niech będzie dany zbiór ***R*** – liczb rzeczywistych lub jego podzbiór. Elementy zbioru ***R*** oznaczmy jako ***t***. *Procesem stochastycznym nazywamy funkcję* ***X(t)***, *której wartościami dla każdej ustalonej wartości* ***t*** *są zmienne losowe.* Zmienną ***t*** możemy nazwać czasem. Zmienną losową $X(t_0)$, którą otrzymujemy ustalając w ***X(t)*** wartość ***t***, nazywamy *wartością procesu* (w chwili $t_0$), natomiast możliwe wartości przyjmowane przez zmienne losowe w dowolnych chwilach nazywamy *stanami procesu*. Por. H. Spustek, K. Krakowski, *Modele symulacyjne w zastosowaniach wojskowych*, Zeszyty Naukowe AON, Warszawa 2004, cz. I, II, III.

**Tabela 2.1.**

**Przybliżenia i ich efekty w konstrukcji modeli**

| *Lp.* | *Rodzaj przybliżenia* | *Zmiany w konstrukcji modelu* |
|---|---|---|
| 1. | Pomijanie małych wpływów | Zmniejszenie liczby równań<br>Zmniejszenie złożoności równań |
| 2. | Pomijanie wpływu otoczenia na modelowane zjawisko | Zmniejszenie liczby równań<br>Zmniejszenie złożoności równań |
| 3. | Agregacja parametrów modelu | Równanie modelowe przyjmuje postać równań różniczkowych zwyczajnych |
| 4. | Założenie o liniowości modelowanego zjawiska | Równania modelowe przyjmują postać liniową |
| 5. | Założenie o niezależności parametrów modelu od czasu | Równania modelowe przyjmują postać równań różniczkowych o stałych współczynnikach |
| 6. | Założenie o braku nieokreśloności, pominięcie zmiennych losowych | Postać równań liniowych jest czysto deterministyczna |

*Źródło: opracowano na podstawie: C. Szczepaniak, Podstawy modelowania systemu, Wydawnictwo PWN, Warszawa 1999, s. 13.*

Podstawowym zagadnieniem symulacji stochastycznej, w sytuacji gdy mamy dane informacje o przebiegu procesu rzeczywistego w pewnych określonych momentach czasu jest znalezienie rozkładu zmiennej losowej dla pewnego innego momentu czasu[62]. Dla modeli najprostszych analiza rozkładów sprowadza się do wyznaczenia średniej, wariancji badanych zmiennych. W przypadkach bardziej zaawansowanych porównuje się z rozkładami wzorcowymi – rozkładem normalnym, t-Studenta, gamma, beta itd. Symulacja dostarcza nam informacji na temat zbioru rozwiązań, w celu oszacowania ryzyka związanego z wyborem jednego z nich. Ma to szczególne znaczenie wtedy, gdy nie możemy dokonać przeglądu wszystkich możliwych rezultatów (ze względu na ich olbrzymią ilość), a szansa na poprawne odgadnięcie wyniku nie wydaje się być wysoka. Doskonałym narzędziem do symulacji stochastycznej jest metoda Monte Carlo (w skrócie MC).

Metoda MC służy do analizy procesów stochastycznych. Pozwala ona symulować zachowanie się układu zależnego od zespołu zmiennych i ich losowych parametrów, których wartości podlegają żądanym funkcjom rozkładu prawdopodobieństwa zaistnienia takich a nie innych wyników. Wartości parametrów zmiennych generowane są w sposób losowy przez generatory liczb losowych[63]. Metoda MC związana jest bezpośrednio z tzw. procesem Markowa.

Proces Markowa opisuje zjawiska, w których znajomość stanu układu w danej chwili determinuje związki probabilistyczne dla chwil przyszłych, a dodatkowe informacje o zachowaniu się w przeszłości układu nie mogą wnieść nic nowego do jego zachowań przyszłych. W procesie Markowa, w danej chwili czasu $t$, funkcja zależności zmiennej losowej $X$ od czasu $t$ przyjmuje określoną wartość, którą możemy oznaczyć jako $X(t)$. Przejście układu ze stanu $i$ do $j$ jest przejściem losowym i nie zależy od rodzaju stanów przed $i$ oraz stanów po $j$. W procesie stochastycznym $X(t)$, $t \in T$ wartości zmiennych losowych mogą mieć charakter skończony, przeliczalny – nieskończony lub ciągły[64]. Jeżeli przyjmiemy, że celem symulacji numerycznych jest zebranie danych o zachowaniu się systemu symulowanego, przy zmiennych warunkach wejściowych, używając komputerów oraz stosownego oprogramowania, to potrzeba stosowania symulacji komputerowych zachodzi przede wszystkim wówczas, gdy bezpośrednie badanie zachowania się systemów rzeczywistych jest zbyt kosztowne, trudne lub wręcz niewykonalne ze względów pomiarowych i trudności obliczeniowych. Ma to szczególne znaczenie między innymi w naukach ekonomicznych i społecznych. W modelowaniu zjawisk społecznych i technicznych można rozróżnić następujące trzy typy symulacji:

***Typ 1.*** *Człowiek – model fizyczny.* Symulacje dokonywane przez eksperymentatora na podstawie zbudowanych modeli fizycznych (np. próby aerodynamiczne,

---

[62] Por. I.N. Bronsztejn, K.A. Siemienidiajew, *Matematyka*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2004, s. 793–794.

[63] Algorytm metody Monte Carlo zawarty jest m.in. (w:) A. Chyliński, *Metoda Monte Carlo w bankowości*, Wydawnictwo TWIGGER S.A., Warszawa 1999 za: F. Fabozzi, *Fixed income mathematics*, Probus Publishing Co., 1997. Z algorytmu MC skorzystano (w:) H. Spustek, K. Krakowski, *Modele symulacyjne w zastosowaniach wojskowych*, Zeszyty Naukowe AON nr 2(55), Warszawa 2004, cz. I.

[64] W procesie Markowa o przeliczalnych zbiorach stanów dla dowolnych $n = 1,2,\ldots,n$ (zbiór liczb całkowitych dodatnich) i dla dowolnych wartości parametru $t_n \in T$, gdzie $t_0 < t_1 < \ldots < t_n$, oraz dla dowolnych całko-

„*crash testy*" samochodów, rozchodzenie się fali uderzeniowej w różnych środowiskach).

***Typ 2.*** *Człowiek – model matematyczny.* Symulacje, w których nie występuje model fizyczny a jedynie niematerialny, numeryczny, w postaci funkcji określanych na pewnych zmiennych wielkościach. Generowane są pewne rozwiązania wynikowe w odpowiedzi na decyzje podejmowane przez człowieka lub w wyniku jego działania.

***Typ 3.*** *Człowiek – automat.* Symulacje, w których na podstawie ściśle określonego algorytmu utworzonego przez człowieka zbudowano model matematyczny. Po zadaniu parametrów wejściowych, wybór decyzji jest sugerowany bądź dokonywany przez automat (tego typu reakcje występują np. w elektrociepłowniach i elektrowniach atomowych, w przestrzeni powietrznej – w lotnictwie i kosmosie – wszędzie tam, gdzie czas reakcji człowieka mógłby być za długi i spowodować katastrofę)[65].

W zastosowaniach wojskowych można wyodrębnić trzy zasadnicze typy symulacji:

1. *Symulacje strukturalne*,
2. *Symulacje wirtualne*,
3. *Symulacje rzeczywiste*[66].

***Symulacje strukturalne*** odnoszą się do wsparcia numerycznego ćwiczeń wojskowych poprzez generowanie danych wyjściowych przy wprowadzonych przez operatora danych wejściowych. System symulacji strukturalnej generuje jedną z najbardziej prawdopodobnych reakcji elementów struktury ćwiczenia (sił, środków, terenu, rodzaju działań, warunków atmosferycznych), na zmianę któregoś z parametrów wprowadzoną przez operatora i zwraca je jako dane wyjściowe.

***Symulacje wirtualne*** mogą być interpretowane jako symulacje generujące obraz rzeczywistego lub wyimaginowanego terenu wraz z elementami niezbędnymi do tworzenia sytuacji dydaktyczno-szkoleniowej w powiązaniu z warunkami realnego uczestniczenia w stworzonej sytuacji. Dokonuje się tego poprzez stworzenie dokładnych makiet uzbrojenia i sprzętu wojskowego (UiSW) wraz z możliwością generowa-

---

witych $i, j$ funkcja prawdopodobieństwa przejścia ze stanu $i$ do $j$ wynosi: $p_{ij}(\tau,t) = P[X(t) = jX(\tau) = i]$, gdzie $\tau < t$ i nie jest zależna od wartości procesu w chwilach poprzedzających $\tau$.

[65] R. Ignasiak, (red) *Badania operacyjne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001, s. 143.

[66] Por. J. Wołejszo , P. Dela, *Wsparcie komputerowe ćwiczeń wojskowych*, AON, Warszawa 2003.

nia zjawisk fizycznych występujących w trakcie jego użytkowania, np. przyspieszenie, drgania, wibracje, hałas, wskazania parametryczne urządzeń pomiarowych, możliwość prowadzenia obserwacji.

*Symulacje rzeczywiste* to typ symulacji, w których przy wykorzystaniu dodatkowego wyposażenia zamontowanego na UiSW zastępuje się fizyczne oddziaływanie środków ogniowych wraz z ich parametrami rażenia. Zestawy do symulacji rzeczywistej nie odtwarzają rzeczywistości a zastępują jedynie określone parametry uzbrojenia w warunkach rzeczywistego działania środków walki.

## 2.1. DETERMINANTY ZASTOSOWANIA SYMULACJI NUMERYCZNYCH W PROCESIE DOSKONALENIA DOWÓDZTWA SZCZEBLA TAKTYCZNEGO WOJSK LĄDOWYCH SZ RP

Sytuacja człowieka w środowisku globalnej dominacji informacji staje się niezwykle złożona, ponieważ jest on skazany na wolność, autonomiczność, a także ograniczony jest odpowiedzialnością za własne decyzje i wybory. Dylematy współczesnej edukacji sprowadzają podmiot kształcenia do roli świadomego uczestnika procesu edukacyjnego. Jednocześnie świadomość edukacyjna i wychowawcza uczestników procesu kształcenia nie powinna się ograniczać do zachowania wartości etycznych, moralnych, a w tym: własnego „ego", akceptacji odmiennych światopoglądów, szacunku dla wartości, zaufania dla otoczenia społecznego, lokalny i globalny pluralizm kulturowy, odporność na sytuacje kryzysowe i lęki. Świadomość społeczna oraz aktywność w kształceniu ustawicznym, to cechy nieodłącznie towarzyszące współczesnej edukacji. Nie bez znaczenia pozostaje też wielopodmiotowość środków przekazu dydaktycznego-medialnego, które w różny sposób oddziałują na podmiot kształcenia.

Rozwój elektronicznych środków przekazu informacji stwarza szanse dla reformy procesu nauczania, stanowiąc jednocześnie zagrożenie dla adaptacji środowiskowej podmiotów kształcenia. Reinterpretacja adaptacji człowieka do wyzwań współczesnej koncepcji edukacji ustawicznej nawiązuje do dwóch procesów składających się na zespół elementów adaptacyjnych, tj. ***asymilacji*** interpretowanej jako przystoso-

wanie nowych informacji do już posiadanej struktury wiedzy i ***akomodacji*** określanej jako przystosowywanie wiedzy już posiadanej do informacji nowych[67].

Przyjmując że głównym celem edukacji jest umiejętność poszukiwania, zdobywania wiedzy i umiejętność korzystania z informacji potrzebnych do rozwiązywania problemów w pracy zawodowej można zauważyć, że współczesne środki dydaktyczne, a zwłaszcza środki masowego przekazu, ułatwiają dostęp do informacji związanych z organizacją życia społecznego, kulturalnego i aktywnego udziału w rozwoju zawodowym. Problem świadomości społecznej, a w tym świadomej samoedukacji nie został w tym kontekście ograniczony do odbioru informacji, ale również do jej kreowania i uczestnictwa w życiu społecznym i zawodowym. Obszar doświadczeń społecznych uzyskiwanych wcześniej stopniowo, pod kontrolą systemu edukacyjnego stał się w chwili obecnej dzięki dostępowi do informacji jednolity dla wszystkich, bez względu na grupę, rolę społeczną i wiek. *Świadoma samoedukacja* to zgodnie z koncepcją kształcenia ustawicznego obejmującego cały okres życia człowieka świadomość przynależności do grupy, społeczeństwa lokalnego i aktywizacja obywatelska oraz indywidualna potrzeba i umiejętność pozyskiwania odpowiedniego wykształcenia i umiejętności niezbędnych w pełnoprawnym uczestnictwie w życiu społecznym i samorealizacji zawodowej[68]. Określone w strategii „procesu lizbońskiego" cele strategiczne systemu edukacji europejskiej dotyczą[69]:

- *CEL I* – poprawy jakości i efektywności systemów edukacji w UE,
- *CEL II* – ułatwienia powszechnego dostępu do systemów edukacji,
- *CEL III* – otwarcia systemów edukacji na środowisko i świat.

W obszarze pierwszego i drugiego celu strategicznego szczególne znaczenie w rozwoju społeczeństwa informacyjnego mają cele szczegółowe[70]. Aktywność edukacyjna

---

[67] Por. A. Ogonowska, *Edukacja medialna, klucz do rozumienia społecznej rzeczywistości*, Wydawnictwo Towarzystwa Naukowego Societas Vistulana, Kraków 2003.

[68] Por. *Education and training in Europe: diverse systems, shared goals for 2010*, Luxembourg 2002, (w:) Program prac dotyczący przyszłych celów systemów edukacji, Ministerstwo Edukacji Narodowej i Sportu, Warszawa 2003, www.men.gov.pl/wspolpraca/unia_europejska/ed_europ.php.

[69] „Proces lizboński" zapoczątkowało posiedzenie Rady Europy w Lizbonie w marcu 2000 roku. Przyjęte na tym posiedzeniu deklaracje stały się podstawą przygotowania i przyjęcia w dniu 14 lutego 2002 roku programu prac dotyczących realizacji przyszłych celów systemów edukacji europejskiej. Uzupełnieniem „procesu lizbońskiego" jest „proces boloński" zmierzający do stworzenia do roku 2010 zintegrowanego europejskiego obszaru szkolnictwa wyższego.

[70] **Cel strategiczny pierwszy** obejmuje: *podniesienie jakości kształcenia i doskonalenia zawodowego nauczycieli i osób prowadzących szkolenia, rozwijanie kompetencji i umiejętności potrzebnych dla społeczeństwa*

cyjna, a co za tym idzie ***postawa poszukująco-innowacyjna, kreatywna*** w przeciwieństwie do typowej replikatywnej postawy edukacyjnej dominującej do chwili obecnej, może stanowić ideał człowieka ery informacyjnej. Ma to szczególne znaczenie w obszarze funkcjonowania nowych struktur organizacyjnych, struktur zadaniowych, w których istnieje zapotrzebowanie na nowy typ pracownika, którego cechują: zdolności twórcze, samodzielność myślenia, umiejętność funkcjonowania w zmiennych warunkach decyzyjnych[71]. Kształtowaniu cech osobowych pracownika tego typu może wspomóc rozwój i wykorzystanie technologii informatycznej i telekomunikacyjnej.

Brak barier informacyjnych lub kontrola dostępu do informacji, otwartość telekomunikacyjna stanowią uwarunkowania systemu kształcenia współczesnych kadr. System ten oparty jest na ***strukturze formalnej*** w ramach obowiązującego systemu edukacji – placówki oświatowe państwowe i niepaństwowe oraz o ***strukturze nieformalnej***, którą tworzą ośrodki edukacyjne nieformalne – centra szkoleniowe, kursowe, konferencyjne, kolegia współpracy, uniwersytety ludowe[72].

W tych uwarunkowaniach proces kształcenia, doskonalenia dowództwa brygady realizowany jest w dwóch zasadniczych obszarach – ***służbowym i pozasłużbowym***[73]. W obszarze służbowym dominującą rolę odgrywają wzorce kształcenia nastawione na ***instruowanie*** poprzez transmisję wiedzy i gotowych wartości oraz wzorce ***proceduralno-ćwiczeniowe*** dotyczące ćwiczenia działania praktycznego, opanowania określonych standardów postępowania, procedur. Zastosowanie określonego wzorca jest często automatyczne, gdyż jest bezpośrednio związane z celem i treściami kształcenia, doskonalenia. W obszarze pozasłużbowym, niezbędne stają się wzorce kształcenia ***poszukujące, problemowe***, które poprzez atrakcyjność treści oraz środków dydaktycz-

---

*wiedzy, zapewnienie powszechnego dostępu do technologii informacyjno – komunikacyjnych*, zwiększenie rekrutacji w dziedzinach nauk ścisłych i technicznych, optymalne wykorzystanie zasobów. **Cel strategiczny drugi** obejmuje: *tworzenie otwartego środowiska edukacyjnego,* ***uatrakcyjnienie procesu kształcenia,*** wspieranie aktywności obywatelskiej, zapewnienie równości szans i spójności społecznej.

[71] Do nowych struktur organizacyjnych zaliczyć można: *struktury innowacyjne, korporacje wirtualne, organizacje zdezagregowane, adhokrację* – strukturę zadaniową.

[72] Znaczenie uniwersytetów ludowych wzrasta. Ich liczba rośnie a dobór celów i programów kształcenia nie jest uzależniony od organu założycielskiego (organizacje społeczne, partie polityczne, organizacje kościelne) jak to miało miejsce w latach 1950–1989 ale podporządkowany został potrzebom konkretnych środowisk. Nowy wymiar uniwersytetów ludowych to przede wszystkim edukacja dorosłych.

[73] Wykorzystanie czasu wolnego pracownika dla samoedukacji zostało dostrzeżone przez UNESCO Institute for Education w programie *Areas of Learning Basic to Lifelong Education*, (w:) P. Lengrand, *Obszary permanentnej edukacji*, Wydawnictwo Towarzystwa Wolnej Wszechnicy Polskiej, Warszawa 1995.

nych ogólnodostępnych wytwarzają potrzebę rozwoju efektywnego wykonywania specyficznych zadań w podmiocie kształcenia[74].

*Uatrakcyjnienie procesu kształcenia,* jako cel deklaracji lizbońskiej, polega na dostosowaniu oferty edukacyjnej do potrzeb indywidualnych podmiotu, dostosowanie zajmowania pierwszych i kolejnych stanowisk służbowych od osiągniętych kwalifikacji zawodowych w pierwszym rzędzie formalnych, następnie kompetencji nieformalnych. Dowartościowanie kształcenia ustawicznego jako procesu ciągłego odnawiania wiedzy i umiejętności prowadzących do podnoszenia kwalifikacji zawodowych sprowadza się do dostrzegania wielowymiarowej aktywności człowieka. Wyodrębnia się trzy typy działalności człowieka – działalności w sferze ***emocjonalnej, intelektualnej i praktycznej***[75]. Sfera emocjonalno-intelektualna opiera się na kontakcie człowieka i rzeczywistości, na poznawaniu świata, przeżywaniu wartości. Sfera praktyczna dotyczy kreowania, zmieniania świata poprzez aktywność twórczą a nie tylko aktywność poznawczą. Wszystkie trzy sfery razem tworzą dopiero człowieka twórczego – aktywnego, świadomego podmiotu kształcenia ustawicznego.

W obszarze zainteresowań dydaktyki wojskowej szczególnego znaczenia nabiera aktywność praktyczna. Posiadana wiedza stanowi w tym wypadku początek użyteczności twórczej a zarazem praktycznej, wpływającej na bezpośrednie kreowanie otaczającej rzeczywistości.

W kontekście teoretycznym symulacje numeryczne interpretowane jako *odtwarzanie właściwości jakiegoś zjawiska występującego w naturze za pomocą narzędzi numerycznych* znajdują swoje miejsce w procesie kształcenia, doskonalenia dowództwa brygady poprzez:

---

[74] *Aktywność edukacyjna* i uatrakcyjnienie procesu kształcenia jako jedne z wielu celów deklaracji lizbońskiej może stanowić założenia strategii rozwoju systemu kształcenia wojskowego. Termin aktywność edukacyjna odnosi się do wszystkich podmiotów procesu kształcenia, gdyż bezpośrednio dotyczy zarówno podmiot kształcący się jak i kształcący w tym samym stopniu, różni się tylko treściami, formami i metodami kształcenia. Przez aktywność edukacyjną należy rozumieć poszukiwanie, dobór i uczestnictwo w strukturze formalnej i nieformalnej systemu kształcenia wojskowego w zależności od potrzeb i możliwości podmiotu. Uczestnictwo aktywne polega dodatkowo na świadomym uczestnictwie podmiotu w życiu społecznym. Aktywność edukacyjna jest jednym z elementów aktywności społecznej i jako taka może być elementem procesu przygotowania obywatela do aktywnego udziału w życiu społecznym.

[75] Sfery aktywności człowieka wiążą się bezpośrednio z koncepcją prakseologiczną człowieka jako istoty: dzielnej, zmieniającej rzeczywistość w której żyje (*homo valens*), kierującej się emocjonalnym stosunkiem do postrzeganej rzeczywistości (*homo faber*), pełnej, rozwiniętej, wewnętrznie spójnej (*homo concors*), twórczej (*homo creator*). W. Okoń, *Wprowadzenie...*, op. cit.

– wykorzystanie środowiska informatycznego jako źródła bodźców sensorycznych (oddziaływanie na co najmniej dwa zmysły jednocześnie, w przyszłości na więcej jak trzy zmysły);

– dobór atrakcyjnych źródeł wiedzy w postaci modeli rzeczywistych zjawisk wraz z ich związkami, zależnościami, z możliwością wpływu na ich przebieg;

– zastosowanie sposobów wpływających na asymilację wiedzy i jej retencję (przechowywanie)[76];

– skuteczne utrwalanie wiedzy poprzez cykliczne powracanie do poznanych treści oraz umiejętności zastosowania jej w praktyce;

– kontrola opanowania wiedzy i samokontrola postępów.

Symulacje numeryczne w koncepcji kształcenia ustawicznego należy rozpatrywać jako:

– ***po pierwsze*** – narzędzie wspomagające proces kształcenia,

– ***po drugie*** – technika edukacji medialnej realizowanej za pomocą aplikacji komputerowych,

– ***po trzecie*** – metoda, technika badawcza realizowana na potrzeby procesu kształcenia.

System doskonalenia dowództw w kategoriach podmiotu kształcenia jest ***wielopłaszczyznowy*** poprzez:

1. *kształcenie indywidualne elementów podstawowych* danego dowództwa, tj. oficerów i podoficerów stanowiących obsadę personalną dowództwa,
2. *doskonalenie i zgrywanie sekcji, zespołów, wydziałów dowództwa*,
3. *doskonalenie i zgrywanie centrów, zespołów i sekcji funkcjonalnych stanowisk dowodzenia* (rys. 1.6).

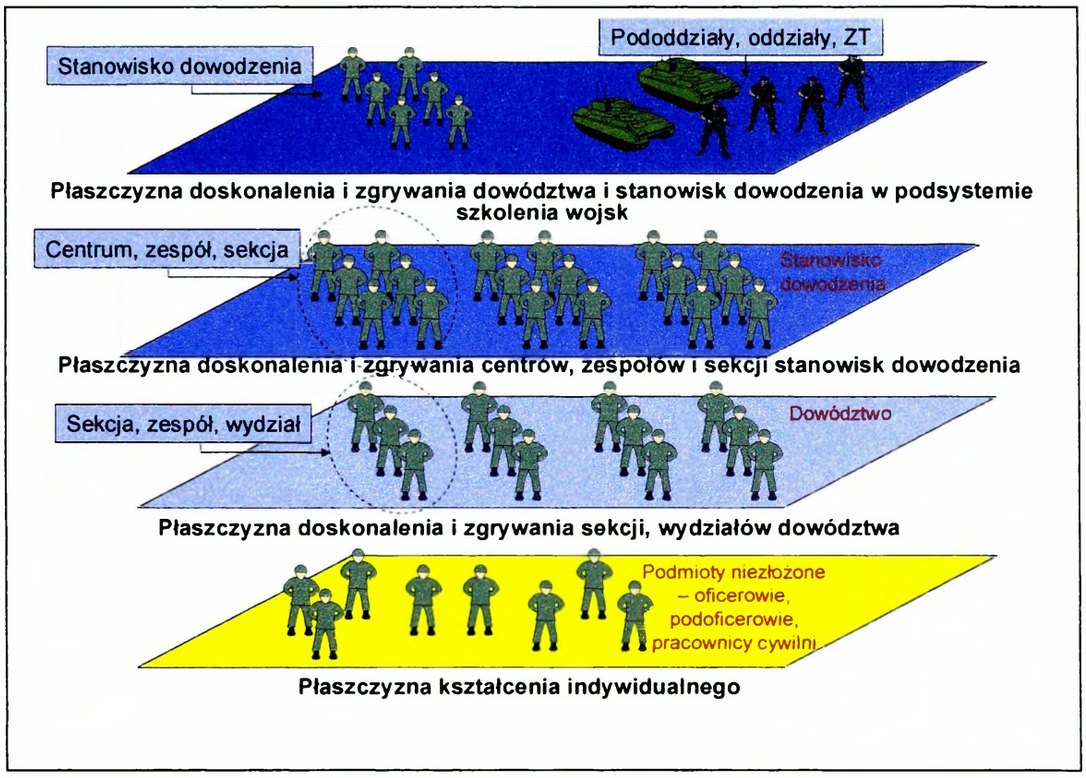
Ponadto w aspekcie funkcjonalnym istotne jest *dowiązanie systemu doskonalenia dowództw do systemu szkolenia wojsk, w którym dowództwa stanowią integralną część pododdziału, oddziału, związku taktycznego i jako organ dowodzenia uczestniczą we*

---

[76] Stopniowe zapoznawanie z elementami, ich budową i strukturą. Powiązanie elementów w system wyższego rzędu, po czym wskazanie zależności i związków przyczynowo – skutkowych. Realizowane poprzez łączenie wielozmysłowego postrzegania z emocjonalnym przeżywaniem zjawiska – możliwością wpływania na jego przebieg. Pośrednio wiąże się to z zasadą dydaktyczną *stopniowania trudności*.

*wszystkich przedsięwzięciach dydaktycznych z udziałem wojsk swego szczebla dowodzenia lub szczebla dowodzenia przełożonego.*

Doskonalenie dowództw pozostaje w zależności z systemem szkolenia i doskonalenia rezerw osobowych w stopniu uzależnionym od posiadanej kategorii gotowości i operacyjnego przeznaczenia jednostki wojskowej. Zależność ta wynika z ilości kadr rezerwy, pozostających na przydziale mobilizacyjnym, korpusów osobowych kadr rezerwy, a przede wszystkim z różnicy pomiędzy etatem czasu W i P (potrzeb mobilizacyjnych) dowództwa.




**Rys. 2.1. Płaszczyzny systemu doskonalenia dowództw**

Źródło: *Opracowanie własne*

W procesie kształcenia dowództwa szczebla taktycznego realizowanym na czterech płaszczyznach (rys. 2.1), symulacje numeryczne mogą mieć zastosowanie jako narzędzie i jako technika. Na płaszczyźnie kształcenia indywidualnego – jako technika edukacji realizowanej za pomocą aplikacji symulacyjnych odwzorowujących wycinek rzeczywistości, realizującej w procesie kształcenia strategię: informacyjną (cel poznawczy), problemową i emocjonalną z elementami praktycznej. Na pozostałych

płaszczyznach – jako narządzie wspomagające proces kształcenia uzupełniając środki dydaktyczne stosowane dotychczas[77].

Istotą symulacji numerycznych w procesie kształcenia dowództwa szczebla taktycznego jest umożliwienie wykorzystania zdolności uczenia się przy wykorzystaniu narzędzi, technik zmieniających bezpośrednie poznawanie (w praktycznych działaniach taktycznych pododdziałów, oddziałów) na poznanie pośrednie o charakterze abstrakcyjnym, wirtualnym, jako wizualne przedstawienie rzeczywistości[78]. Symulacje numeryczne poprzez ewentualność kreowania rzeczywistości (w znaczeniu rzeczywistości wirtualnej) umożliwiają:

- percepcyjne poznawanie rzeczywistości,
- poznawanie wiedzy o rzeczywistości,
- kształtowanie emocjonalnego stosunku do rzeczywistości,
- rozwijanie umiejętności kreowania rzeczywistości[79].

Zastosowanie symulatorów, urządzeń treningowych w szkoleniu wojsk nie ogranicza możliwości stosowania podobnych rozwiązań w doskonaleniu dowództw szczebla taktycznego wojsk lądowych[80]. Stosowane w szkoleniu wojsk urządzenia treningowe i symulatory są platformami symulacji wirtualnej. Uczą i doskonalą umiejętności praktyczne w posługiwaniu się UiSW, w mniejszym stopniu umożliwiają rozwiązywanie sytuacji problemowych[81]. W doskonaleniu dowództwa ZT, oddziału, pododdziału w zależności od rozpatrywanej płaszczyzny podmiotowej najistotniejsze

---

[77] Do środków tych w szkoleniu wojskowym zaliczyć można m.in.: podręczniki, instrukcje, mapy, wykresy, schematy, oryginalne UiSW, środki audiowizualne, symulatory, trenażery – modele, komputery i centra (ośrodki) symulacyjne jako kompleksowe wykorzystanie symulacji pola walki.

[78] W sensie indywidualnego pozyskiwania wiedzy i zbiorowego nabywania i doskonalenia umiejętności do działań zespołowych. ***Poznanie bezpośrednie*** należy interpretować jako poznawanie realnych rzeczy, zjawisk, procesów oraz związków i zależności w warunkach rzeczywistych. ***Poznanie abstrakcyjne*** wiąże się z poznaniem symbolicznym, oderwanym od fizycznego modelu, a reprezentowane poprzez środki dydaktyczne jako bodźce sensoryczne – wzrokowe, słuchowe, rzadziej inne.

[79] Rola symulacji numerycznych wiąże się z funkcjami realizowanymi przez środki dydaktyczne, a w tym i komputery. Funkcje środków dydaktycznych przedstawiane są przez badaczy w powiązaniu z procesem kształcenia, w którym zostały zastosowane.

[80] W szkoleniu pododdziałów ogólnowojskowych stosuje się obecnie m.in. symulator strzelań do czołgu LEOPARD 2A4 typu „ASPT", laserowy symulator strzelań do czołgu LEOPARD 2A4 typu „AGDUS", Zmodernizowany trenażer BWP-1 typu ORTLES – 3M/Z, zmodernizowany trenażer czołgu T-72 typu BESKID-2M/Z, trenażer do nauki jazdy czołgiem PT-91 typu JAGUAR 4M, laserowe symulatory strzelań CZANTORIA-1P zestaw plutonowy.

[81] Sytuacje problemowe – taktyczne, a co za tym idzie umożliwienie ich rozwiązywania stwarzają symulatory strzelań, trenażery załóg wozów bojowych i czołgów. Rozwiązaniem nowatorskim w wojskach lądowych są zestawy AGDUS i CZANTORIA-1P, umożliwiające prowadzenie ćwiczeń dwustronnych z wojskami bez

jest umożliwienie indywidualnego lub zespołowego rozwiązywania sytuacji problemowych i decyzyjnych w warunkach niepewności i ryzyka. W tym właśnie obszarze zastosowanie symulacji strukturalnej w połączeniu z symulacją wirtualną jest najbardziej celowe poprzez:

- zobrazowanie dwu lub trójwymiarowe obszaru prowadzenia działań taktycznych;
- generowanie właściwości terenu w zależności od warunków atmosferycznych;
- nieautomatyczne wzorce zachowania, konieczność reakcji;
- komunikowanie pomiędzy podmiotami;
- odwzorowanie sieciocentrycznego pola walki poprzez powiązanie w system informacyjny – decydentów (dowódców, zespoły, centra) z elementami sensorycznego postrzegania pola walki i platformami rażenia[82];
- łączenie w jedną funkcjonalną całość różnorodnych metod kształcenia.

## 2.2. OKREŚLENIE WYMAGAŃ I POTRZEB STOSOWANIA SYMULACJI NUMERYCZNYCH W PROCESIE DOSKONALENIA DOWÓDZTWA SZCZEBLA TAKTYCZNEGO WOJSK LĄDOWYCH SZ RP

Dowództwo szczebla taktycznego w aspekcie strukturalnym i funkcjonalnym można definiować jako: *uporządkowany, trwały zbiór elementów personalnych wraz z ich schematem oddziaływań wewnętrznych zapewniający osiąganie założonego celu* i jako *zbiór procesów (funkcji, czynności) wykonawczych i informacyjno-decyzyjnych realizowanych przez dowództwo.* W aspekcie struktury dowództwa ujęcie funkcjonalne systemu doskonalenia dowództwa warunkowane jest poprzez spełnienie następujących wymagań i potrzeb:

1. *Rzeczowych,*

---

strzelania amunicją bojową. Są to jednak zestawy drogie w eksploatacji ze względu na konieczność wykorzystania etatowego UiSW w warunkach polowych.

2. *Atrybutowych,*
3. *Czasowych,*
4. *Podmiotowych.*

Do wymagań *rzeczowych* należy zaliczyć: infrastrukturę i środki dydaktyczne niezbędne do realizacji procesu dydaktycznego. W strukturze infrastruktury i środków dydaktycznych nadrzędną rolę pełnią: środki łączności i automatyzacji procesu dowodzenia znajdujące się w pomieszczeniach pracy, pomieszczeniach sztabowych, szkolnych ośrodkach dowodzenia, stacjonarnych stanowiskach dowodzenia, infrastruktura i środki czasowo wykorzystywane w procesie doskonalenia dowództwa – baza dydaktyczna ośrodków szkolenia poligonowego wojsk lądowych, Centrum Symulacji i Komputerowych Gier Wojennych. W kontekście wymagań technicznych i potrzeb symulacji numerycznych najistotniejszym środkiem dydaktycznym jest *„komputer"*.

Wyposażenie miejsc pracy w sprzęt informatyczny oraz dostęp do szybkich łączy transmisji danych stanowi integralny element systemu doskonalenia dowództwa i jego sprawnego funkcjonowania w realizacji zadań wynikających z jego przeznaczenia. O ile parametry techniczne komputerów nie stanowią dużej przeszkody technicznej, o tyle aplikacje wspomagające proces dydaktyczny doskonalenia dowództwa wiążą się nie tylko z odpowiednimi przepływnościami danych[83] ale także z określeniem miejsca i roli aplikacji w cyklu doskonalenia dowództwa. Wspomniane wcześniej przez zespół badawczy płaszczyzny doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego są ujęciem systemowym możliwości systemów, aplikacji symulacyjnych w procesie doskonalenia dowództwa.

Aktualnie funkcjonujące systemy informatyczne wykorzystywane są w wojskach lądowych, przede wszystkim do:

- dowodzenia i kierowania,
- kierowania środkami walki,

---

[82] Sensoryczne postrzeganie pola walki można definiować jako: wirtualizację terenu, elementów ugrupowania bojowego własnego i przeciwnika i możliwości ich postrzegania sensorycznego – za pomocą zmysłów lub urządzeń je wspomagających w przestrzeni walki.

[83] W zależności od technik przekazu multimedialnego treści kształcenia mogą mieć formę: *rzeczywistości wirtualnej, obrazu cyfrowego, audio, tekstu pisanego, wideo, animacji, grafiki, projektowania, modelowania.* Wymagana przepływność w wybranych aplikacjach bez kompresji wynosi w Mb/s: telenauczanie – 30–166; wideotelefonia i wideokonferencje w sieciach cyfrowych ISDN – 30,4; telewizja na żądanie VoD – 166; telewizja wysokiej rozdzielczości HDTV – 332–1493. Por. L. Kiełtyka, *Komunikacja w zarządzaniu, techniki, narzędzia i formy przekazu informacji*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 2002.

– zarządzania i kierowania systemami logistycznymi,

– wspomagania działalności bieżącej w zakresie: ewidencji i sprawozdawczości kadrowej, rachunkowości i sprawozdawczości finansowej, zarządzania zasobami ludzkimi na potrzeby organizacyjno-mobilizacyjne,

– elektronicznej wymiany danych[84].

Aspekt wymagań rzeczowych dotyczy dowództwa jako organizacji realizującej określone cele:

– *organizacyjne*,

– *produkcyjno-informacyjne*,

– *usługowe*,

– *eksperckie*.

Cele *organizacyjne* wynikają bezpośrednio z realizacji funkcji dowodzenia i miejsca w łańcuchu dowodzenia.

Cele *produkcyjne* utożsamiane są z wytwarzaniem. W wypadku dowództwa wytworem są informacje, analizy, meldunki, decyzje oraz ich dystrybucja i obieg.

Cele *usługowe* związane z realizacją zadań planistycznych i organizacyjnych na korzyść podległych elementów oraz udział w realizacji celu przełożonego.

Cele *eksperckie* wiążą się ze wsparciem dowódcy w podjęciu decyzji.

Symulacje numeryczne mogą aktywnie wspierać dowództwo w realizacji celów organizacyjnych poprzez wsparcie procesu dowodzenia przez system ekspercki.

Do wymagań *atrybutowych* systemu doskonalenia dowództwa należą treści kształcenia stanowiące podstawowy element procesu kształcenia. Dobór treści kształcenia w przypadku doskonalenia dowództwa podporządkowany jest realizacji zadań wynikających z przeznaczenia dowództwa. Treści kształcenia w doskonaleniu dowództwa powinny zapewnić:

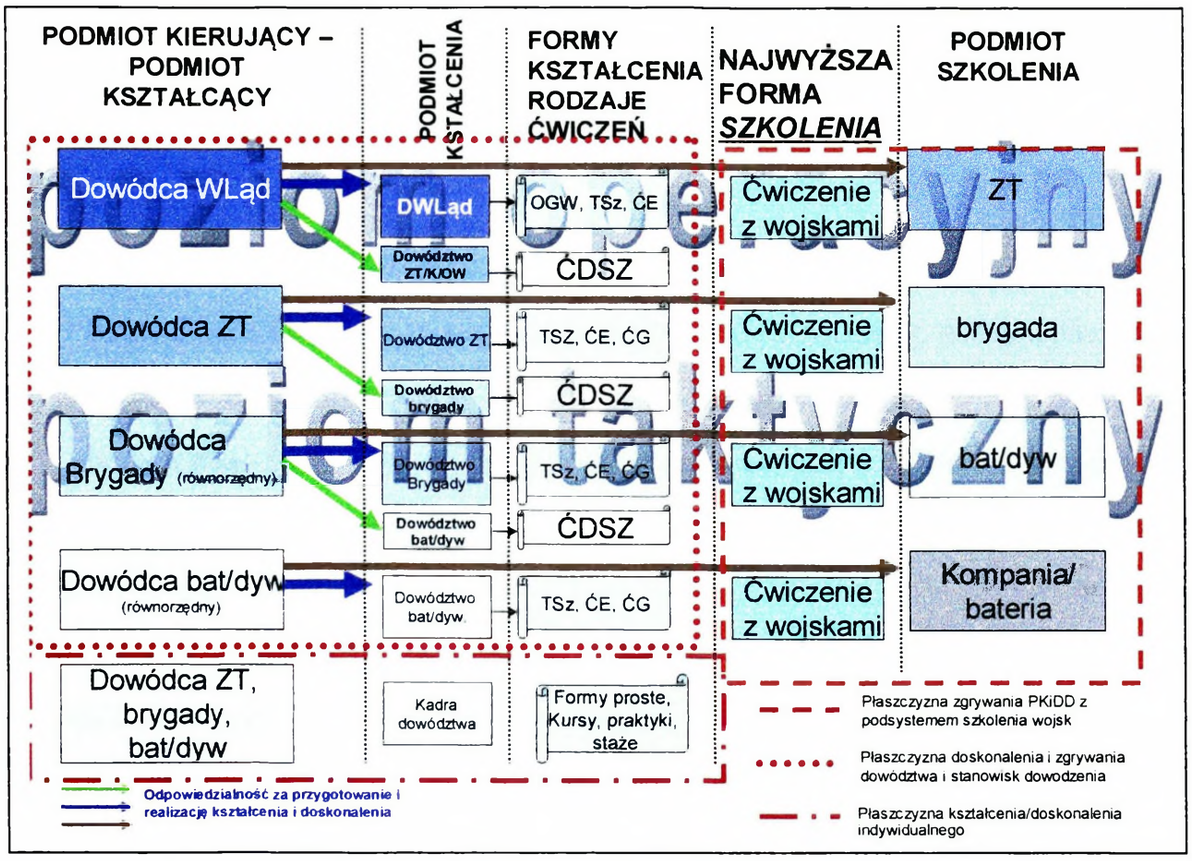
– nauczanie i doskonalenie umiejętności indywidualnych i zespołowych w planowaniu, organizowaniu i prowadzenia działań taktycznych na terenie kraju;

– umiejętność:

---

[84] Do systemów tych należy zaliczyć: LOGIS-ZSMP, LOGIS-ZŚB, LOGIS-ZSMM, LOGIS-KOL, GRAF-DR/M, GRAF-SIK, MIKOŁAJEK-ODDZ, LIR-DSO, EWIDENT-P, KARMIN-MOB, KARMIN-PC/MOB/VIII, KARMIN-KADRY, CRONOS, MIL-LAN, MIL-WAN, INTER-MON 2KZ, SEC-WAN, GRAF-WŁ, PGO-2003 (ciągle modernizowany), MapInfo, TOPAZ itd.

- płynnego przejścia ze struktur dowodzenia w czasie pokoju na struktury wojennego systemu dowodzenia,
- organizowania działań w ramach ugrupowania taktycznego przełożonego lub samodzielnie,
- organizowania współdziałania z wojskami wsparcia krajowego i organami administracji rządowej i samorządowej,
- planowania i organizowania działań, w ramach struktur sił wielonarodowych i sojuszniczych na i poza terytorium kraju, w tym w operacjach kryzysowych i humanitarnych,
- planowania i organizowania działań, w ramach narodowej operacji połączonej;
  - zgrywanie wewnętrzne struktury systemu walki w działaniach taktycznych[85].




**Rys. 2.2. Uprawnienia i odpowiedzialność dowódcy za planowanie, kierowanie i koordynację procesu kształcenia na poszczególnych szczeblach dowodzenia wojsk lądowych**

Źródło: *Opracowanie własne*

[85] Por. J. Wołejszo, *Wybrane aspekty doskonalenia ośrodków decyzyjnych*, AON, Warszawa 2003; *Organizacja szkolenia dowództw i sztabów w Siłach Zbrojnych RP (DD/7.1)*, Szt. Gen. WP, Warszawa 2004.

W oparciu o treści kształcenia w systemie doskonalenia dowództwa stosuje się podział na *szkolenie programowe* i *szkolenie uzupełniające*. ***Szkolenie programowe*** dowództwa obejmuje programowanie, planowanie, organizowanie oraz realizację ćwiczeń wojskowych z dowództwem i dowództwami i wojskami mu podległymi (rys. 2.2)[86]. ***Szkolenie uzupełniające*** obejmuje przedmioty ogólne i specjalistyczne: gotowość bojową i mobilizacyjną, szkolenie operacyjno-taktyczne, regulaminy, szkolenie strzeleckie, szkolenie fizyczne, kształcenie obywatelskie, szkolenie ekonomiczne, informatykę, ochronę informacji niejawnych, bhp i inne w zależności od potrzeb. Głównym celem szkolenia uzupełniającego jest pogłębienie wiedzy ogólnej i specjalistycznej oraz doskonalenie umiejętności specjalistycznych kadry dowództwa.

Wymagania stawiane przed treściami kształcenia w koncepcji zastosowania symulacji numerycznych wynikają z zadań i celów, do realizacji których przygotowuje się dowództwo i obejmują:

- dobór treści,
- opracowanie struktury dydaktycznej treści z punktu widzenia komunikatów dydaktycznych,
- połączenie treści dydaktycznych w różnorodne formy prezentacji danych,
- tworzenie modułów dydaktycznych poprzez powiązanie treści dydaktycznych w większą całość programową,
- budowę sieci dostępu do modułów dydaktycznych w czasie uzależnionym od decyzji podmiotu (w tym możliwość korzystania z modułów dydaktycznych w czasie pozasłużbowym).

W ramach wymagań *czasowych* systemu doskonalenia dowództwa należy uwzględnić czas przeznaczony na przygotowanie i prowadzenie przedsięwzięć szkolenia programowego i szkolenia uzupełniającego. Ćwiczenia wojskowe angażują większą część dowództwa w ich prowadzenie, ograniczony zaś skład osobowy wydzielany jest na ich przygotowanie. Przygotowanie ćwiczeń wojskowych jest jednym z elementów działalności bieżącej realizowanej przez dowództwo w czasie pokoju i z tego też

[86] Dowództwo programuje, planuje, organizuje i prowadzi: ćwiczenia z wojskami, ćwiczenia dowódczo-sztabowe z dowództwami, treningi sztabowe z własnym szczeblem dowodzenia.

względu nie angażuje całego stanu osobowego dowództwa[87]. Czas szkolenia uzupełniającego jest ograniczony do jednego dnia w miesiącu[88].

W kontekście wymagań czasowych o których mowa we wstępie rozdziału, nieodzownym jest określenie ***czasu pozasłużbowego*** jako możliwego do wykorzystania w sposób systemowy w ramach systemu indywidualnego doskonalenia kadry dowództwa. Sposobem na podniesienie lub wręcz stworzenie systemu pozasłużbowego doskonalenia kadr jest konstrukcja programu edukacji zdalnej kadr dowódczo-sztabowych. Odpowiednie próby w armiach innych państw zostały już wdrożone. Przykładem może być program edukacyjny sponsorowany przez armię amerykańską – eCYBERMISSION. Standardowymi programami edukacji zdalnej w armii amerykańskiej są: US Army Correspondence Course Program, GoArmyEd (program otwierający dostęp do całego systemu ACES – The Army Continuing Education System), program TADLP (The Army Distance Learning Program)[89]. Dodatkowo w każdej bazie, gdzie stacjonują amerykańscy żołnierze funkcjonują lokalne centra edukacyjne (Local Army Education Center).

Do wymagań *podmiotowych* należy zaliczyć skład i strukturę personalną dowództwa. Na szczeblach taktycznych struktura dowództwa jest bardzo podobna a jedyne różnice wynikają ze składu osobowego dowództwa.

Wymagania podmiotowe uzależnione są od wielu czynników, do których należą:

- korpus osobowy i specjalność wojskowa,
- kompetencje personalne i czynniki interpersonalne[90].

W aspekcie wymagań podmiotowych dowództwo szczebla taktycznego występuje zawsze w dwóch zasadniczych rolach: po pierwsze jako organizator/podmiot kształ-

---

[87] W zależności od typu i formy przygotowywanego ćwiczenia wojskowego wydzielony ze składu dowództwa zespół autorski do opracowania ćwiczenia wojskowego może liczyć od 5–6 osób (do treningu sztabowego). Wnioski z analizy dokumentacji ćwiczeń realizowanych na szczeblu brygady wykazały, że skład zespołu autorskiego do opracowania ćwiczenia dowódczo-sztabowego szkieletowego waha się w granicach od 9 do 15 osób.

[88] Szkolenie uzupełniające realizowane jest w grupach szkoleniowych, dowództwo stanowi oddzielną grupę szkoleniową i najczęściej prowadzi i uczestniczy w szkoleniu uzupełniającym w pierwszym tygodniu miesiąca.

[89] www.earmyu.com, www.atsc.army.mil/accp, www.tadlp.monroe.army.mil,

[90] Do kompetencji personalnych ogólnych można zaliczyć: *poszukiwanie informacji, tworzenie koncepcji, giętkość koncepcyjna, badanie opinii, tworzenie zgranych zespołów, prezentowanie idei, wywieranie wpływu, pewność siebie, dążenie do osiągnięć, dążenie do samoedukacji, zorientowanie na przyszłość*. Por. T. Majewski, *Kierownik – dowódca w organizacji. Zadania, czynności, umiejętności*, AON, Warszawa 2003.

Do czynników interpersonalnych można zaliczyć: *zdolność komunikowania się, inspirowanie do samorozwoju, doradzanie i motywowanie, umiejętność analizy i oceny*.

cący procesu doskonalenia dowództwa własnego szczebla dowodzenia i podwładnych dowództw, po drugie jako uczestnik/podmiot kształcący się w ramach tego procesu. Zastosowanie symulacji numerycznych w procesie doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego może mieć wymiar: ***narzędziowy*** i ***merytoryczny***. Wymiar narzędziowy sprowadza symulacje numeryczne do roli narzędzia wspomagającego proces dydaktyczny. W wymiarze merytorycznym symulacje numeryczne stanowią element treści problemowych do rozwiązywania, których przygotowuje się podmiot kształcący się.

## 2.3. ZASTOSOWANIE SYMULACJI NUMERYCZNYCH W DOSKONALENIU DOWÓDZTWA SZCZEBLA TAKTYCZNEGO WOJSK LĄDOWYCH SZ RP

Zastosowanie symulacji numerycznych w doskonaleniu dowództwa determinuje wiele czynników i współzależności, do których można zaliczyć:

- *cel,*
- *strategię działania, otoczenie dalsze i bliższe oraz ich zmiany,*
- *kulturę organizacyjną,*
- *postawy i zachowania związane z postępem społecznym i nowymi wzorcami i ideałami,*
- *profesjonalizm i ambiwalentność*[91].

*Cel* jako czynnik determinujący zastosowanie symulacji numerycznych odnosi się do koncepcji wykorzystania symulacji numerycznych w charakterze czynnika warunkującego osiągnięcie zakładanych rezultatów. Przez cel jednostkowy i systemowy (indywidualny i zbiorowy) można rozumieć cel osiągany *za pomocą symulacji numerycznych* i cel stosowania symulacji numerycznych. *Celem osiąganym za pomocą symulacji numerycznych* jest przygotowanie dowództwa do realizacji zadań określonych przez przełożonego, osiągnięcie i utrzymanie wymaganej zdolności bojowej.

---

Charakterystykę podmiotów systemu szkolenia wojskowego zawarto w rozdziale II.

[91] Ambiwalentność rozumiana jako zawierająca elementy przeciwstawne, dwuwartościowe interpretowana jest poprzez pełnienie przez dowództwo brygady dwóch zasadniczych, często przeciwstawnych ról – dowództwa doskonalącego podległe dowództwa batalionów/dywizjonów a ponadto samemu doskonalącemu się w ramach tych samych i innych przedsięwzięć dydaktycznych. Por. M. Lisiecki, *Zmiany jako czynnik rozwoju*

Celem stosowania symulacji numerycznych jest wsparcie procesu doskonalenia dowództwa, uatrakcyjnienie tego procesu, a ponadto wdrożenie do samoedukacji kadry dowództwa. Cel zastosowania symulacji numerycznych powinien być przekonujący, czytelny i niepozostający w sprzeczności z celami jednostkowymi.

*Otoczenie bliższe i dalsze* warunkuje zastosowanie symulacji numerycznych poprzez:

– niestabilność i zmiany o charakterze: społecznym, politycznym, psychospołecznym, ekonomicznym, kulturowym, technicznym i naukowym;

– zmiany w charakterze strategii działania;

– interferencje pomiędzy elementami systemu doskonalenia a otoczeniem bliższym i dalszym[92].

*Kultura organizacyjna*[93] wytworzyła się w dowództwie jako twór niematarialny i może być postrzegana w kategoriach emocjonalno-behawioralnych: *przestrzennych* (ograniczona do obszaru oddziaływania dowództwa) i *zmiennych w czasie* (otoczenie dowództwa warunkuje jej kulturę). W wielu publikacjach istota kultury organizacji sprowadza się do:

– stopnia podejmowania ryzyka i inicjatywy własnej członków organizacji,

– szczegółowości działania pracowników (analiza celów i zadań),

– nastawienia na wyniki działania nie na sposób, metody do nich prowadzące,

– nastawienia na członków organizacji,

– nastawienia na zespoły,

– rywalizacji i stabilizacji[94].

---

*organizacji*, Studia i materiały Instytutu Zarządzania i Marketingu Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego, Wydawnictwo KUL, Lublin 2003.

[92] Elementy systemu doskonalenia dowództwa brygady takie jak: formy, metody, infrastruktura i środki dydaktyczne, zasady nauczania i doskonalenia, organizacja i podmioty procesu pozostają we współzależności z otoczeniem dowództwa jako organizacji a stopień interferencji jest zróżnicowany oddzielnie dla każdego z elementów.

[93] Przez kulturę organizacyjną można rozumieć: *„całość zawierającą wiedzę, wierzenia, sztukę, prawo, moralność, zwyczaje oraz wszystkie umiejętności i nawyki przyswojone przez człowieka jako członka danej społeczności"* za: R. Jaworski, *Zarządzanie kulturą organizacji w warunkach globalizacji*, (w:) M. Lisiecki *Zmiany*..., op. cit., Najbardziej przejrzystą definicję kultury organizacji przedstawiono w pracy pod red. M. Strzoda, *Wybrane terminy* ..., op. cit.: *„zespół norm, wartości, wzorców zachowania, mitów, symboli oraz wytworów materialnych określających specyficzne postawy i przekonania oraz zachowanie członków organizacji"*.

[94] Por. R. Jaworski, *Zarządzanie*..., op. cit.; S.R. Robins, *Zarządzanie w organizacji*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1998; J.K. Solarz, *Narodowe style zarządzania. Mity i fakty?*, Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław–Warszawa–Gdańsk–Łódź 1984.

Wychodząc z takiego przedstawienia istoty kultury organizacji można stwierdzić, że kultura organizacji zhierarchizowanej, jaką jest dowództwo szczebla taktycznego wojsk lądowych, ograniczona jest czasem, przestrzenią, siłami oddziaływania i jej kierunkami i może być *twórcza* i *destrukcyjna*.

Charakterystycznym elementem kultury dowództwa jest:

– kontrolowany stopień podejmowania ryzyka w działaniu, a co za tym idzie ograniczona innowacyjność działania;

– analityczne podejście do rozwiązywania problemów, zadań, osiągania celów (drobiazgowość);

– „proceduralizm" działania (tryb planowania, organizowania i prowadzenia działań ściśle określony w instrukcjach, regulaminach, procedurach);

– nastawienie na zespoły, wokół których koncentruje się funkcjonowanie dowództwa;

– stabilizacja rozwoju a nie stabilny rozwój.

Zastosowanie symulacji numerycznych może spotkać się w praktyce z jedną z trzech ustalonych przez kulturę organizacji postaw: *przychylną, obojętnej akceptowalności, wrogości*.

Kultura organizacji w tym kontekście stanowi ***szansę*** i ***barierę***. Szansa wiąże się z wpływem nowych wzorców, norm, wartości wraz z kadencyjną zmianą na stanowiskach, a przede wszystkim wpływem kadr sztabowych ukształtowanych w innych warunkach kulturowych w kraju i za granicą. Barierą w zastosowaniu symulacji numerycznych może być zbiór cech indywidualnych i zespołowych, takich jak: negatywny stosunek do zmian, indywidualizm personalny lub jego zupełny brak (postawa maskowania w tłumie), stosunek do pracy zawodowej, unikanie sytuacji problemowych, materialne przesłanki działania.

Bezpośrednio z kulturą organizacji wiążą się *postawy i zachowania związane z postępem społecznym i nowymi wzorcami i ideałami*. Wprowadzenie nowych narzędzi, sposobów uczenia się wymaga od każdego elementu dowództwa opanowania nowych umiejętności profesjonalnych, nabycia wiedzy. Bez wiedzy i umiejętności trudno wprowadzać i utrwalać w zastosowaniu nowości techniczne i sposoby rozwiązywania problemów.

Zmiana postaw i zachowań w kierunku organizacji – dowództwa uczącego się, innowacyjnego poprzez zarządzanie wiedzą stanowi jeden z elementów strategii rozwoju. Zarządzanie wiedzą, jako element strategii rozwoju dowództwa, to zbiór źródeł informacji jako wiedzy, procesów informacyjnych, a także zasad, norm i technik generowania informacji, gromadzenia i przechowywania informacji nieprzetworzonej, przetwarzania informacji, przekazywania i udostępniania informacji, wykorzystywania informacji[95]. Zarządzanie wiedzą jest zarządzaniem systemem informacyjnym w ujęciu personalnym, gdzie główny nacisk kładzie się na element ludzki powiązany z innymi elementami systemu: zasobami, metodami i technikami.

Budowa dowództwa jako organizacji uczącej się wiąże się z przeobrażeniami życia społecznego w oparciu o rozwój w kierunku społeczeństwa informacyjnego, telekomunikacyjnego. Wykorzystanie technologii do podnoszenia efektywności kształcenia, zwłaszcza w obszarze samoedukacji, wynika ze zmian postaw i zachowań współczesnego człowieka. Podnoszenie wiedzy ogólnej i specjalistycznej warunkowane jest zmianami w strukturze społecznej, dostrzeżeniem ekonomiczności takiego działania. Wiedza i umiejętności jako podstawowy zasób każdego człowieka wpływają na jego atrakcyjność personalną[96].

*Profesjonalizm* wiąże się nieodłącznie z kwalifikacjami, postawami i zachowaniami wyróżniającymi osoby osiągające największą efektywność w działaniu. Profesjonalizm jest pochodną tego, co jest określane jako kompetencje – „*wiedza, umiejętności, zachowania, przymioty i postawy wyróżniające te osoby, które osiągają najwyższą efektywność*" i jako kwalifikacje – „*umiejętności zdobyte przez wykształcenie i doświadczenie potrzebne do wykonywania określonej pracy, czynności, funkcji*"[97].

Profesjonalizm odnosi się do dyspozycji psychicznych składających się na osobowość człowieka: dyspozycji kierunkowych i instrumentalnych[98]. Pierwsze dotyczą strony emocjonalnej, drugie strony intelektualno-sprawnościowej osobowości czło-

---

[95] A. Szewczyk, G. Wojarnik, *Diagnozowanie*..., op. cit., s. 43.

[96] Maksymalny poziom kompetencji zawodowych, zdobywanie całego szeregu cech osobowościowych, wszechstronnej kompetencji, umiejętności organizacyjnych, zdolności postrzegania rzeczywistości to zbiór warunków do osiągnięcia poziomu atrakcyjności personalnej. Por. A. Majewska, *Edukacja dorosłych a praca andragoga*, (w:) *Nauczyciel andragog* ..., op. cit.

[97] M. Strzoda, *Wybrane*..., op. cit.

[98] P. Tyrała, *Kształtowanie priorytetowych kompetencji w kształceniu dorosłych*, (w:) *Nauczyciel andragog*..., op. cit.

wieka. Jako czynnik determinujący zastosowanie symulacji numerycznych w doskonaleniu dowództwa profesjonalizm stanowi czynnik sprawczy, innowacyjny.

## 2.4. PROCES DOSKONALENIA DOWÓDZTWA SZCZEBLA TAKTYCZNEGO WOJSK LĄDOWYCH Z ZASTOSOWANIEM SYMULACJI NUMERYCZNYCH

Treści kształcenia systemu doskonalenia dowództwa ukierunkowują je do dalszej analizy w aspekcie zastosowania symulacji numerycznych w tym systemie. Treści kształcenia mogą być rozpatrywane w kontekście:

a) treści kształcenia jako materiału nauczania,

b) typów operacji na materiale nauczania,

c) sposobów wykorzystania operacji na materiale nauczania,

d) indywidualnych, społecznych, materiałowo-technicznych warunków wykonania operacji na materiale nauczania,

e) kompetencji osoby kierującej procesem kształcenia,

f) wymagań określających, które z operacji na materiale nauczania muszą zostać opanowane i w jakim zakresie[99].

*Treści kształcenia jako materiał nauczania* stanowią zbiór informacji zawartych w różnych dyscyplinach naukowych w całości lub w części składających się na wytwór nauk wojskowych. Wiedza wojskowa jako rezultat wielowiekowej twórczości teoretyków i praktyków wojskowych powinna być przedstawiana jako elementy struktury sieciowej ujmującej najważniejsze elementy i ich powiązania w zależności przyczynowo-skutkowej. Tworząc tym samym kategorie wiadomości identyfikowane wspólnie wokół istotnych informacji. Przyjmując że treścią kształcenia są fakty, pojęcia, prawa, teorie naukowe, to symulacje numeryczne mogą stanowić podstawowy środek dydaktyczny służący przedstawianiu faktów naukowych poprzez pryzmat zbudowanych teorii naukowych przy zachowaniu pojęć, praw uniwersalnych i aksjomatów[100]. Zasadniczym działem zastosowania symulacji numerycznych jako treści

---

[99] Por. J. Gnitecki, *Zarys teorii programów kształcenia w szkole wyższej*, za: K. Żegnałek, *Dydaktyka edukacji obronnej...*, op. cit., s. 174.

[100] Por. K. Żegnałek, *Dydaktyka...*, op. cit.; W. Okoń, *Wprowadzenie...*, op. cit.

kształcenia w kształceniu, doskonaleniu dowództwa brygady jest ***szkolenie operacyjno-taktyczne*** (rys.2.3).

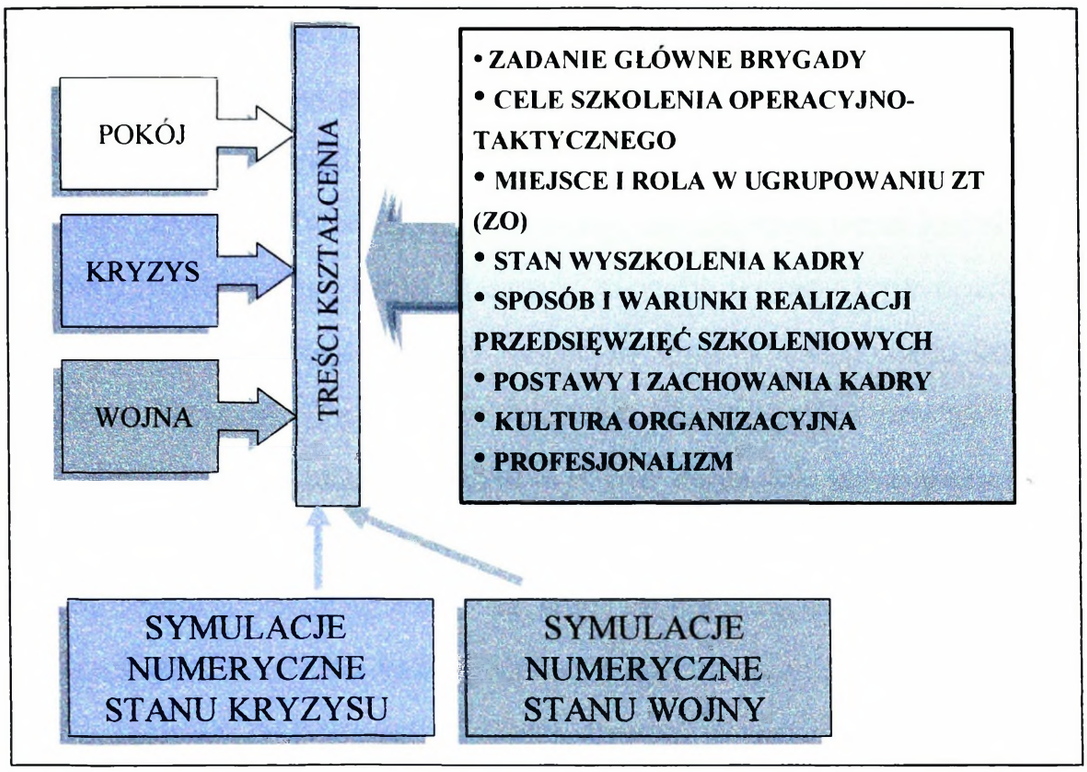
Przez szkolenie operacyjno-taktyczne definiuje się *„szkolenie z zakresu sztuki wojennej, objęte programem szkolenia dowództw, sztabów i wojsk"*[101] lub jako *„stronę metodyczną taktyki ogólnej i sztuki operacyjnej"*[102]. Szkolenie operacyjno-taktyczne jest jednym z przedmiotów szkolenia wojskowego obejmującym swym zakresem zasady sztuki wojennej i operacyjnej oraz zasady taktycznego szkolenia programowego dowództw i wojsk. Szkolenie operacyjno-taktyczne dotyczy dowództw i wojsk wszystkich szczebli dowodzenia.

Szkolenie operacyjno-taktyczne integruje wokół siebie całokształt problematyki doskonalenia dowództwa. W tym aspekcie obejmuje: działania taktyczne, operacje wsparcia pokoju, udział w likwidacji skutków klęsk żywiołowych, katastrof i skażeń środowiska, wsparcie i zabezpieczenie działań, dowodzenie i łączność. Treści kształcenia jako materiału dydaktycznego dotyczą wszystkich możliwych celów wykorzystania danego szczebla organizacyjnego wojsk do działań w każdym z trzech stanów (pokoju/kryzysu/wojny). Symulacje numeryczne stanowić będą środek i technikę symulacji strukturalnej lub wizualnej każdego z tych trzech stanów (P,K,W).

---

[101] *Leksykon wiedzy wojskowej*, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 1979, s. 432.

[102] B. Szulc (kier. zespołu), *Metodyka przygotowania i prowadzenia ćwiczeń taktycznych i operacyjnych w wojskach lądowych, AON*, Warszawa 1993.




**Rys. 2.3. Czynniki wpływające na dobór treści szkolenia a symulacje numeryczne**

*Źródło:* Opracowanie własne na podstawie: A. Juncewicz., *Szkolenie operacyjno-taktyczne dowództwa brygady Sił Zbrojnych RP* (rozprawa doktorska), Warszawa 2002.

*Typy operacji na materiale nauczania* można interpretować jako zbiór sytuacji dydaktycznych stworzonych na potrzeby procesu dydaktycznego[103]. Pod wpływem sytuacji dydaktycznych następują w podmiocie kształcenia zmiany stosowne do zakładanego celu. Materiał nauczania w trakcie procesu kształcenia zostaje poddany jednej z czterech zasadniczych operacji:

- podania,
- wskazania problemu,
- ćwiczenia,
- pokazu.

Operacje na materiale nauczania stanowią tutaj sposób pracy pomiędzy podmiotami procesu kształcenia identycznie jak w przypadku metod nauczania.

*Operacja podania* dotyczy pełnego bądź niepełnego przedstawienia gotowych do przyswojenia treści kształcenia. W przypadku podania niepełnego pozostaje do uzupełnienia obszar wiedzy, którą podmiot kształcący się uzupełnia samodzielnie.

Wskazanie problemu jest sposobem poszukiwania rozwiązań samodzielnie i ewentualna ich weryfikacja przez podmiot kształcący.

Ćwiczenia eksponują aktywność praktyczną.

Pokaz jest operacją obserwacji, inscenizacji określonych treści kształcenia.

Symulacje numeryczne mogą stanowić element łączący typy operacji w jedną strukturalną całość. Czynnikiem determinującym skuteczność procesu kształcenia nie będzie podmiot kształcący, a jedynie aplikacja wspomagająca proces kształcenia – podręcznik elektroniczny, program symulacji wirtualnej lub strukturalnej spełniający tym samym rolę podmiotu kształcącego.

*Sposoby wykorzystania operacji na materiale nauczania* odnoszą się do sposobów organizacji procesu dydaktycznego i mogą być utożsamiane z formą organizacyjną przedsięwzięcia dydaktycznego. W toku procesu doskonalenia dowództwa można wyodrębnić działanie *jednostkowe, zbiorowe* i *grupowe*.

***Działaniem jednostkowym*** jest samokształcenie lub samouctwo realizowane samodzielnie[104].

***Działaniem zbiorowym*** jest prowadzenie przedsięwzięć dydaktycznych kompleksowo i jednocześnie z większą liczbą uczestników.

***Działanie grupowe*** odnosi się do podziału na grupy dydaktyczne rozwiązujące określone sytuacje dydaktyczne w sposób zorganizowany, jako zespół doraźny lub stały.

Zastosowanie symulacji numerycznych w każdym z tych trzech działań w sposób kompleksowy i systematyczny umożliwi w pełni korzystanie z założeń koncepcji kształcenia ustawicznego a jednocześnie nawiąże do „procesu lizbońskiego" w obszarze jego celów.

*Indywidualne, społeczne, materiałowo-techniczne warunki wykonania operacji na materiale nauczania* to zbiór cech charakteru podmiotów kształcenia, warunków społecznych i materiałowo-technicznych procesu kształcenia. Do cech osobowości podmiotu kształcącego w wymiarze ***podmiotu niezłożonego*** można przyjąć pewne

---

[103] Sytuacja dydaktyczna jest częścią całego procesu dydaktycznego obejmującą: aktywność wewnętrzną i zewnętrzną podmiotu kształcącego się ukierunkowaną przez cel, działanie podmiotu kształcącego i warunki procesu. Por. W. Okoń, *Nowy...*, op. cit., s. 273.

[104] Ibidem, s. 251.

cechy uniwersalne, ogólne takie jak: *prawość i stałość charakteru, sprawiedliwość, konsekwencja, wytrwałość, poziom intelektualno-kulturalny, postawa twórcza*[105].

W literaturze przedmiotu można spotkać się z dyrektywami „*sztuki kształcenia*", które w sposób szczegółowy odnoszą się do podmiotu kształcącego jako niezwykle ważnego w procesie kształcenia. Taki podmiot powinien przede wszystkim posiadać umiejętności i cechy:

- *kształtowania mistrzostwa poprzez utrwalanie ruchów właściwych, innowacji korzystnych;*
- *zapobiegania błędowi określonego rodzaju przez przechwycenie go w trakcie jego trwania i wskazanie jego istoty;*
- *wyrabiania automatyzmów z jednoczesnym rozbudzaniem umysłu;*
- *umiejętności rozbudzania umysłów poprzez własne przejęcie problemem;*
- *solidności, planowości, systematyczności w wykonywaniu zamierzeń;*
- *indywidualności;*
- *zdolności do konkretyzacji pojęć abstrakcyjnych;*
- *znawstwa przedmiotu nauczania;*
- *talentu dydaktycznego*[106].

W kontekście ***osobowości*** podmiotu kształcącego się interpretowanej jako kanony andragogiczne[107] występują cechy, którymi można opisać taki podmiot:

- jest w zaawansowanym rozwoju umysłowym i fizycznym,
- pracuje zawodowo lub przygotowuje się do pracy zawodowej,
- ma większe doświadczenie zawodowe od młodzieży uczącej się,
- jest bardziej odpowiedzialny,
- ma rozbudowaną potrzebę samodzielności życiowej,
- obiektywnie postrzega rzeczywistość,
- jest odporny psychicznie i fizycznie,
- krytycznie postrzega, ale wypowiada sądy ostrożnie,
- myśli abstrakcyjnie[108].

---

[105] Por. W. Okoń, *Wprowadzenie...*, op. cit., s. 373–374.

[106] T. Kotarbiński, *Sprawność i błąd*, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1957, s. 6–15.

W znaczeniu ***czynności*** podmiot dorosły jest obdarzony świadomością, ponieważ:

- podejmuje działania świadomie,
- ma określony pogląd na świat,
- ma indywidualne cele,
- dąży do samorozwoju i sam wybiera kierunki swego działania,
- koncentruje uwagę na rzeczach ważnych,
- oddziela sądy od uczuć,
- dąży do zdobywania nowych doświadczeń życiowych[109].

Warunki *społeczne* w literaturze andragogicznej sprowadzają proces kształcenia do systemu instytucji i działań mających charakter społeczny, tj. wpisanych w ustalony porządek społeczny z opisem ról przysługujących podmiotom procesu kształcenia.

Warunki *materiałowo-techniczne* w uwarunkowaniach osobowościowych i społecznych znajdują swoje odzwierciedlenie w zespole środków dydaktycznych wykorzystywanych obecnie w procesie kształcenia. Wykorzystanie technologii informacyjnych w koncepcji kształcenia ustawicznego, kształcenia na odległość jest konsekwencją wyzwań wobec społeczeństwa informacyjnego, a jednocześnie zróżnicowania w dostępie do infrastruktury telekomunikacyjnej. W tym też kontekście stworzenie jednakowych warunków materiałowo-technicznych osiąga się poprzez: opracowanie rozwiązań organizacyjnych i technicznych dostępu do aplikacji wspomagających proces kształcenia, w tym symulacji numerycznych, prowadzenie badań i wdrażanie nowych technologii kształcenia ogólnego i zawodowego zgodnych ze strategią rozwoju wojsk lądowych, ujednolicaniu procedur oceny jakościowej i efektywności zastosowania aplikacji numerycznych w procesie doskonalenia dowództw.

*Kompetencje osoby kierującej procesem kształcenia* wiążą się z realizacją wielu zadań, a w tym: komunikacji wiedzy i umiejętności, rozwijania innowacyjności i zdol-

---

[107] Wszystkie podmioty procesu kształcenia w systemie szkolenia wojsk lądowych SZ RP są osobami dorosłymi, stąd zasadniczą nauką pedagogiczną zajmującą się kształceniem w wojsku jest andragogika.

[108] B. Szulc, *Andragogiczny kontekst kształcenia oficerów*, w: *Nauczyciel andragog u progu XXI wieku*, op. cit., s. 209–222.

ności twórczych, kształtowania postaw i charakterów, organizowanie działań, posługiwanie się środkami kształcenia, sprawdzanie i ocenianie osiągnięć[110].

W literaturze problemu coraz większą uwagę poświęca się umiejętnościom motoryczno-technicznym podmiotu kierującego procesem kształcenia w posługiwaniu się środkami kształcenia. Wiedza i umiejętność stosowania nowoczesnych rozwiązań technologicznych idąc w parze z dostępem do tych rozwiązań zwiększa wydajność procesu kształcenia. Zdolności organizacyjne jako kolejny czynnik to planowanie i organizowanie procesu doskonalenia dowództwa.

W aspekcie podmiotu złożonego, jakim jest dowództwo zdolności organizacyjne są pochodną umiejętności organizacyjnych wielu osób dowództwa, a w szczególności: dowódcy, szefa sztabu, szefa szkolenia, szefa logistyki jako głównych czynników sprawczych i odpowiedzialnych za planowanie, organizowanie i prowadzenie doskonalenia dowództwa.

*Wymagania określające, które z operacji na materiale nauczania muszą zostać opanowane i w jakim zakresie* jest elementem zarówno doboru treści kształcenia, jak również stanowi podstawowy element strategii oceny działania systemu doskonalenia dowództwa. Wiele teorii doboru treści kształcenia szczegółowo omawianych w literaturze pedagogicznej znajduje zastosowanie w wojskach lądowych w sposób utylitarny, ale wybiórczo w wybranych obszarach[111]. Wyszczególnione operacje na materiale nauczania, tj.: podania, wskazania problemu, ćwiczenia, pokazu oraz wymagania, jakie stawiane są przed podmiotem kształcenia w zakresie opanowania treści kształcenia w sposób szczególny odnoszą się do programu i planu doskonalenia dowództwa.

W sensie określenia wymagań dydaktycznych kategoryzacja celów na *poznawcze, kształcące i wychowawcze* może być zbyt wąska[112].

---

[109] Ibidem.

[110] Por. W. Okoń, *Wprowadzenie...*, op. cit., s. 382–385.

[111] W literaturze przedmiotu spotyka się szereg typologii teorii doboru treści kształcenia. Za interesującą można uznać typologię K. Żegnałka. Wyróżnił on podział teorii doboru na dwa główne nurty: *tradycyjne* i *współczesne*. Do tradycyjnych zalicza: *materializm dydaktyczny, formalizm dydaktyczny, utylitaryzm dydaktyczny*. Do współczesnych zaliczył: *materializm funkcjonalny, strukturalizm dydaktyczny, problemowo-kompleksową, egzemplaryzm, funkcji życiowych, szerokich pól treściowych, programowania dydaktycznego, rdzeni treściowych*.

[112] Por. W. Okoń, *Wprowadzenie...*, op. cit.

Taksonomia celów zaproponowana przez K. Denka jest bardziej szczegółowa i została dalej rozbudowana przez K. Żegnałka. Wyróżnili oni następujący podział celów:

- naczelne,
- ogólne,
- pośrednie,
- szczegółowe,
- operacyjne[113].

Dokonana typologia celów kształcenia odnosi się do ich szczegółowości zgodnie z zasadą: od celów ogólnych do szczegółowych. Stopień szczegółowości celów ma charakter operacyjny wtedy i tylko wtedy, gdy w sposób jasny i zwięzły określają zamiar i cel podmiotu kształcącego. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w sposobie przedstawiania celu operacyjnego.

Cel operacyjny powinien składać się z trzech zasadniczych elementów:

1) *opisu zachowania podmiotu kształcącego się* – co wykona, co potrafi, realizację jakich działań można uznać za osiągnięcie celu,

2) *sytuacji sprawdzania* – warunki, w jakich działać będzie podmiot kształcący się,

3) *kryteriów osiągnięć* – standardów osiągnięcia określonych zachowań, zakresu wiedzy i umiejętności opanowanie których można uznać za wystarczający[114].

Cele i zadania szkolenia wojsk lądowych sił zbrojnych określane są w planach oraz programach rozwoju i funkcjonowania Sił Zbrojnych RP opracowanych w ramach planowania taktycznego – średniookresowego. Szczegółowe zadania w obszarze szkolenia formułowane są w „*Dyrektywie szefa Sztabu Generalnego WP do działalności Sił Zbrojnych RP na...rok*". Na tej podstawie dowódca WLąd w swoich rozkazach i wytycznych, stosownie do posiadanych kompetencji, określa szczegółowe zadania szkoleniowe do szkolenia dowództw i wojsk. Każdego roku określone zostają szczegółowe zadania i priorytety szkolenia wojsk operacyjnych i wojsk wsparcia krajowe-

---

[113] K. Denek, *O nowy kształt edukacji*, za: K. Żegnałek, *Dydaktyka...*, op. cit.
[114] Ibidem.

go[115]. Przyjmują one postać „*Rozkazu dowódcy wojsk lądowych do działalności wojsk lądowych na rok...*".

Na szczeblu dowództwa szczebla taktycznego główne cele doskonalenia dowództwa w cyklu rocznym ujęte zostają w następujących zasadniczych dokumentach:

- Rozkazie dowódcy do działalności w roku następnym,
- Planie zasadniczych przedsięwzięć oddziału,
- Planie szkolenia uzupełniającego kadry i pracowników wojska,
- Diagramie szkolenia oddziału[116].

Wymagania jako cele procesu doskonalenia dowództwa realizowanego w cyklu czasu podlegają sprecyzowaniu, uszczegółowieniu, konkretyzacji, przypisaniu do podmiotu osiągającego cel i kierującego jego osiąganiem.

## *WNIOSKI :*

1. W aspekcie zastosowania symulacji numerycznych w procesie doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego wojsk lądowych taksonomia treści i celów doskonalenia dowództwa ma wymiar *ilościowy* i *jakościowy*.
2. W wymiarze ilościowym ustalone zostają zasadnicze treści kształcenia przyporządkowane określonym kategoriom i przedmiotom w dziedzinie poznawczej i emocjonalnej.
3. W sensie jakościowym określone zostają poziomy i zakresy informacyjne, kryteria sprawdzania i oceny opanowanych treści kształcenia. Analiza celów taksonomicznych, jakie może spełniać zastosowanie symulacji numerycznych w procesie doskonalenia dowództwa pozwala na stwierdzenie, że symulacje numeryczne mogą umożliwić efektywne opanowanie ***wiedzy*** i ***umiejętności*** w dziedzinie poznawczej.
4. W dziedzinie emocjonalnej umożliwią: odbieranie bodźców zmysłowych, reagowanie na otrzymane bodźce, wartościowanie i ocenę odbieranych bodźców.

---

[115] Dla przykładu zasadniczym celem szkolenia wojsk lądowych w 2006 roku jest *przygotowanie oddziałów i pododdziałów wojsk lądowych do użycia poza granicami kraju w ramach narodowych i sojuszniczych operacji połączonych oraz szkolenie pododdziałów wyznaczonych do sił zdolnych do przerzutu „DF"*.

[116] Por. *Instrukcja o planowaniu i rozliczaniu działalności bieżącej w siłach zbrojnych RP*, Szt. Gen. WP, Warszawa 2004.

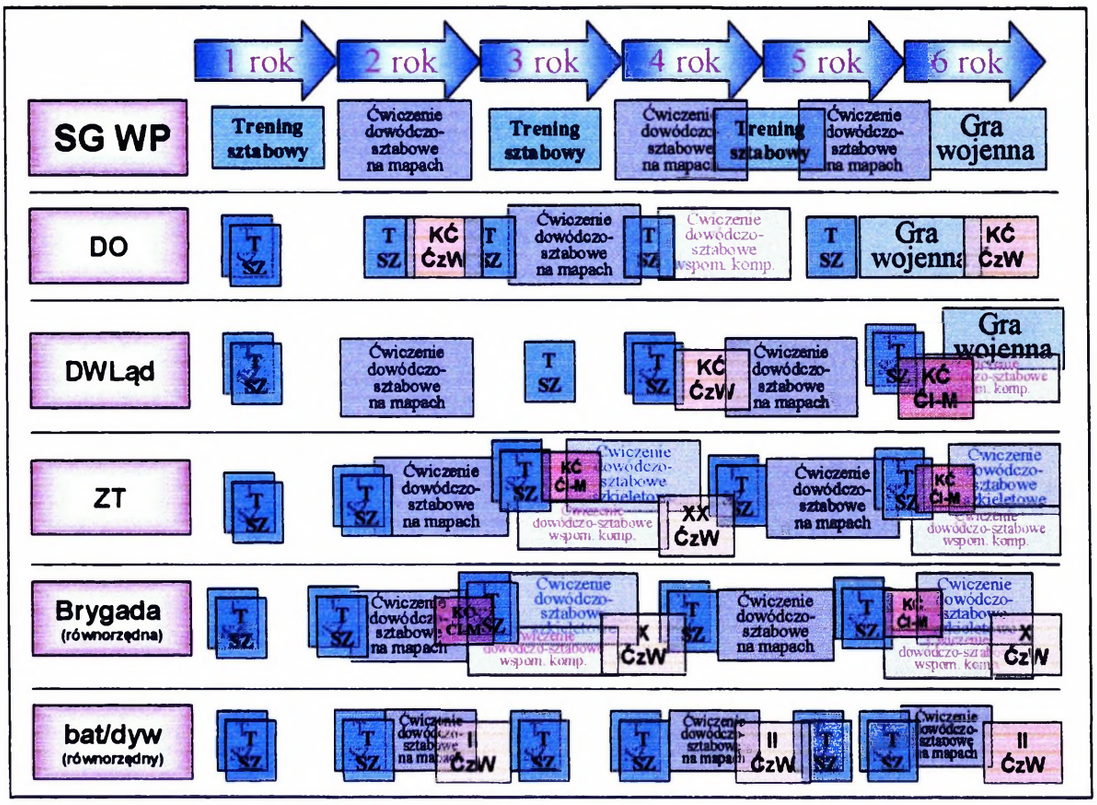
5. Opanowanie konkretnej części wiedzy dokonane zostanie poprzez zapamiętanie i zrozumienie ustalonych wiadomości.

6. Opanowanie umiejętności będzie stanowić uzupełnienie o praktyczne zastosowanie poznanych wiadomości, najpierw w typowych algorytmizowanych sytuacjach problemowych generowanych w symulacji strukturalnej lub wirtualnej.

7. W następnej kolejności, wprowadzone sytuacje problemowe pozwolą na twórcze rozwiązywanie problemów wynikających z generowanej sytuacji.

# 3. KONCEPCJA SYSTEMU DOSKONALENIA DOWÓDZTWA SZCZEBLA TAKTYCZNEGO WOJSK LĄDOWYCH W ASPEKCIE ZASTOSOWANIA SYMULACJI NUMERYCZNYCH

Doskonalenie dowództwa szczebla taktycznego jest zespołem złożonych czynności i przedsięwzięć realizowanych w określonych przedziałach czasu. Funkcjonujący w wojskach lądowych SZ RP cykl planowania doskonalenia dowództw precyzuje i określa cele, zadania, formy organizacyjne przedsięwzięć dydaktycznych realizowanych w dowództwach wszystkich szczebli dowodzenia, narzucając ich częstotliwość, miejsce prowadzenia i zaangażowane siły i środki. Przyjęty cykl czasowy – **sześcioletni, czteroletni, trzyletni, dwuletni** i przedsięwzięcia dydaktyczne realizowane w tym cyklu zaprezentowano na rysunku 3.1[117].

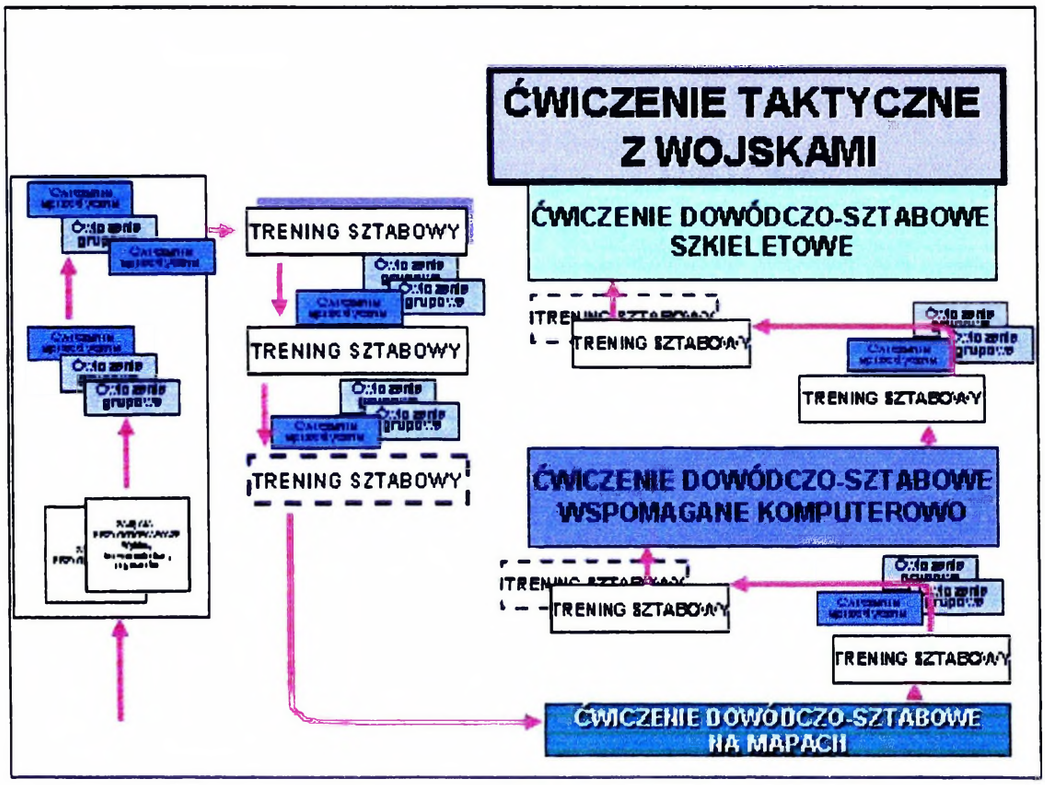



**Rys. 3.1. Częstotliwość form przedsięwzięć dydaktycznych realizowanych w zależności od szczebla dowodzenia**

*Źródło:* opracowanie własne na podstawie: *Organizacja szkolenia dowództw i sztabów w Siłach Zbrojnych RP (DD/7.1)*, Szt. Gen. WP, Warszawa 2005, Szkol. 802/2004.

[117] *Organizacja ...*, op. cit.

Cykliczność przedsięwzięć dydaktycznych powiązana jest z przyjętym okresem przygotowania ćwiczącego szczebla dowodzenia do udziału w najważniejszym dla niego (zgodnie z hierarchią ważności form) ćwiczeniu taktycznym z wojskami, ćwiczeniu dowódczo-sztabowym szkieletowym lub grze wojennej[118]. Analiza przyjętego cyklu przygotowania dowództwa pozwoliła na opracowanie harmonogramu szkolenia dowództwa w celu jego skutecznego przygotowania do ćwiczenia głównego[119]. Na poziomie taktycznym wojsk lądowych głównym zamierzeniem szkoleniowym jest ćwiczenie taktyczne z wojskami. Osiągnięcie celu procesu doskonalenia dowództwa, jakim jest praktyczne zgranie dowództwa w obszarze planowania i dowodzenia podległymi wojskami w realizacji zadań wynikających z przeznaczenia sił możliwe jest poprzez hierarchiczny cykl przedsięwzięć dydaktycznych (rys. 3.2).




**Rys. 3.2. Cykl stosowania form przedsięwzięć dydaktycznych realizowanych w dowództwie szczebla taktycznego**

*Źródło:* opracowanie własne na podstawie: *Organizacja szkolenia dowództw i sztabów w Siłach Zbrojnych RP (DD/7.1)*, Szt. Gen. WP, Warszawa 2005, Szkol. 802/2004.

---

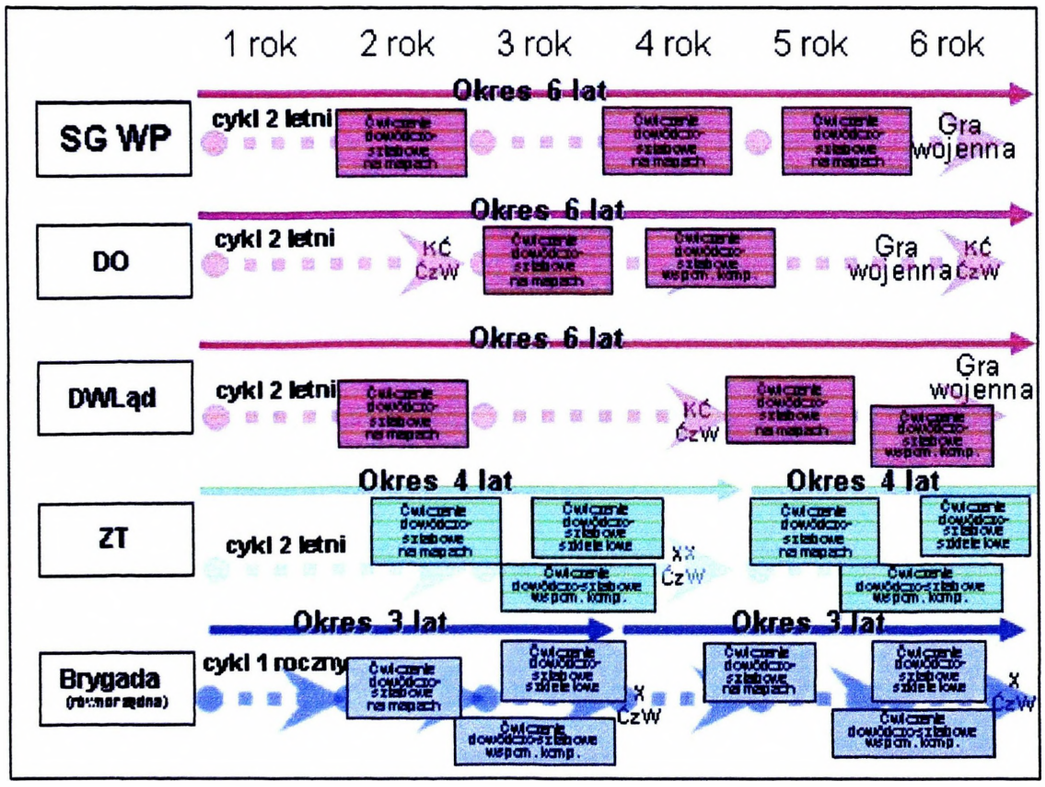
[118] W zależności od szczebla dowodzenia. Na szczeblu taktycznym najważniejszym ćwiczeniem będzie ćwiczenie taktyczne z wojskami, na szczeblu operacyjnym – ćwiczenie dowódczo-sztabowe szkieletowe lub operacyjna gra wojenna, na szczeblu strategicznym- gra wojenna

[119] *Organizacja…*, op. cit., s. 27.

Podstawowym elementem koordynacji i planowania przedsięwzięć dydaktycznych jest programowanie ćwiczeń. Oprócz ustalenia zbioru wymagań szkoleniowych cyklu doskonalenia dowództwa, ustaleń organizacyjno-metodycznych, norm i kalkulacji, programowanie jest formalną stroną procesu dowodzenia, w tym stawiania zadań. Programowanie ćwiczeń jest czynnością planistyczną, koordynacyjną i zadaniową. Działalność bieżąca w SZ RP[120] podporządkowana jest wynikowi procesu programowania ćwiczeń (ujętemu w dokumentach planistycznych – programu ćwiczeń dowództw, np. *Program ćwiczeń ... DZ na lata 2005–2010*).

Przyjęcie okresu programowania ćwiczeń[121] w cyklu na określony okres czasu wynika z trzech elementów (rys. 4.3):

- szczebla dowodzenia i częstotliwości ćwiczeń głównych danego szczebla,
- cyklu przygotowania dowództwa szczebla nadrzędnego,
- cyklu przygotowania podległego bezpośrednio szczebla dowodzenia.




**Rys. 3.3. Cykl i okres programowania ćwiczeń w zależności od szczebla dowodzenia**

*Źródło: opracowanie własne na podstawie: Organizacja szkolenia dowództw i sztabów w Siłach Zbrojnych RP (DD/7.1)*, Szt. Gen. WP, Warszawa 2005, Szkol. 802/2004.

---

[120] Zasady planowania działalności bieżącej w SZ RP określone są w: *Instrukcja o planowaniu* ..., op. cit.

[121] Czas *cyklu szkolenia dowództwa – przygotowanie do udziału w ćwiczeniu głównym* nie jest pojęciem tożsamym, ale stanowi odmienny problem wynikający z częstotliwości ćwiczeń z wojskami poszczególnych szczebli dowodzenia. Częstotliwość ćwiczeń z wojskami i ćwiczeń dowódczo-sztabowych warunkuje cykl szkolenia.

Celem systemu doskonalenia dowództw jest osiągnięcie, utrzymanie i podnoszenie sprawności i gotowości organów dowodzenia do realizacji zadań. W aspekcie doskonalenia dowództw istotne jest doskonalenie indywidualne kadry dowództwa realizowane w trakcie ćwiczeń dowództw. Ćwiczenia mają za zadanie utrzymać odpowiedni poziom indywidualnych umiejętności kadry do aktywnego uczestnictwa w rozwiązywaniu problemów w zakresie organizowania i prowadzenia działań taktycznych.

Każde ćwiczenie z dowództwami realizowane na wszystkich szczeblach dowodzenia jest podporządkowane osiąganiu, utrzymywaniu i podnoszeniu zdolności operacyjnych organów dowodzenia w zakresie:

- dowodzenia wojskami,
- racjonalnego użycia sił,
- tworzenia przewagi,
- wykorzystania mobilności wojsk,
- zachowania ciągłości i skuteczności działań,
- zachowania zdolności bojowej i ochrony wojsk[122].

Struktura organizacyjna, skład uczestników, cele i treści szkolenia dowództw powinny umożliwiać dowództwom realizację głównych zadań szkoleniowych dotyczących:

- przygotowania i doskonalenia wojsk do realizacji zadań zgodnie z ich przeznaczeniem w czasie pokoju, kryzysu i wojny;
- doskonalenia indywidualnych umiejętności kadry dowództw na wszystkich szczeblach dowodzenia;
- doskonalenia sprawności systemu walki (działań taktycznych);
- doskonalenia zdolności dowództw do planowania, organizowania i prowadzenia działań zgodnie z przeznaczeniem;
- wdrażania do praktyki szkoleniowej narodowych i sojuszniczych doktryn i procedur operacyjnych[123].

---

[122] Por. *Organizacja*..., op. cit.
[123] *Doktryna*..., op. cit.

Symulacje numeryczne znalazły zastosowanie w doskonaleniu dowództw szczebla taktycznego. Ćwiczenia wspomagane komputerowo ujęte w dokumentach doktrynalnych jako forma ćwiczeń z dowództwami są symulacją strukturalną, w której ćwiczącym dowództwom przedstawiane są w postaci danych wyjściowych jako przetworzone skutki podjętych przez nie decyzji. Każdy meldunek sytuacyjny, zapotrzebowanie, informacja, zarządzenie przygotowawcze, zarządzenie bojowe i rozkaz bojowy jako zbiór danych i parametrów wygenerowanych przez ćwiczące dowództwo po wprowadzeniu do systemu symulacyjnego wraca do ćwiczących w postaci informacji zwrotnej, przekazywanej w systemie obiegu informacji odwzorowującym rzeczywiście funkcjonujący w praktyce.

Wszystkie elementy systemu doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego przy zastosowaniu kryterium czasu pozwalają na rozpatrywanie go jako procesu dydaktycznego, procesu kształcenia[124]. Zadany horyzont czasowy (cykl, okres) i jego powtarzalność, a także utrzymanie zbliżonych strukturalnie elementów składowych procesu umożliwia rozpatrywanie go w kategoriach systemowych i implementację do niego symulacji numerycznych.

## 3.1. ZASTOSOWANIE SYMULACJI NUMERYCZNYCH W PROCESIE DOSKONALENIA DOWÓDZTW

Doskonalenie dowództwa każdego szczebla dowodzenia, w tym szczebla taktycznego jest procesem ciągłym, tj realizowanym nieprzerwanie od czasu jego utworzenia. Do czasu osiągnięcia gotowości do działań zgodnie z wojennym przeznaczeniem, zdaniem zespołu badawczego, właściwszym określeniem będzie szkolenie dowództwa. Jakkolwiek z chwilą osiągnięcia przez dowództwo gotowości do podjęcia działań proces doskonalenia dowództw jest interpretowany jako proces dydaktyczny.

---

[124] Proces dydaktyczny jest to *„ciąg systematycznych czynności* (...) (podmiotów kształcenia – przypis autorski) *umożliwiających opanowanie wiedzy, opanowanie sprawności w jej stosowaniu, rozwijanie zdolności i zainteresowań, kształtowanie przekonań i postaw* (...). *Każdorazowy dobór momentów tego procesu zależy od: przedmiotu nauczania, celu i tematu zadań dydaktycznych, wieku podmiotu, metod nauczania i warunków w jakich ten proces przebiega"*. W. Okoń, *Nowy*..., op. cit., s. 195. *„Proces kształcenia to zespół nauczycielskich i uczniowskich działań skierowanych na realizację założonych celów dydaktycznych i przebiegających w sposób regularny, czyli powtarzający się"*. P.W. Zaczyński, *Proces kształcenia* (w:) *Encyklopedia pedagogiczna*..., op. cit., s. 626.

### 3.1.1. CELE SYSTEMU DOSKONALENIA DOWÓDZTW W ASPEKCIE ZASTOSOWANIA SYMULACJI NUMERYCZNYCH

Doskonalenie dowództw w aspekcie rozwiązań doktrynalnych jest to zespół kolejno następujących po sobie czynności, obejmujących organizację szkolenia, szkolenie, kontrolę i ocenę postępów w szkoleniu. Ma on charakter ciągły, jest organizowany i realizowany na wszystkich poziomach dowodzenia.[125] Z tego też względu zadaniem zespołu badawczego zasadniczym celem doskonalenia dowództw jest ich wszechstronne przygotowanie, w tym zgranie obsad etatowych organów dowodzenia do realizacji zadań zgodnie z przeznaczeniem. Aby cel ten osiągnąć dowództwa podejmują przedsięwzięcia dydaktyczne w kierunku osiągnięcia czterech zasadniczych celów operacyjnych:

– *Cele indywidualnych* związanych z osiągnięciem sukcesu zawodowego, zdobycie kwalifikacji odpowiadających zdolnościom, zainteresowaniom, zamiłowaniem;

– *Cele społecznych* (systemowe) dotyczących przygotowania oficera do funkcjonowania w ramach dowództwa;

– *Cele społeczne powiązane z przygotowaniem dowództwa* do osiągnięcia i utrzymywania zdolności bojowej do realizacji zadań;

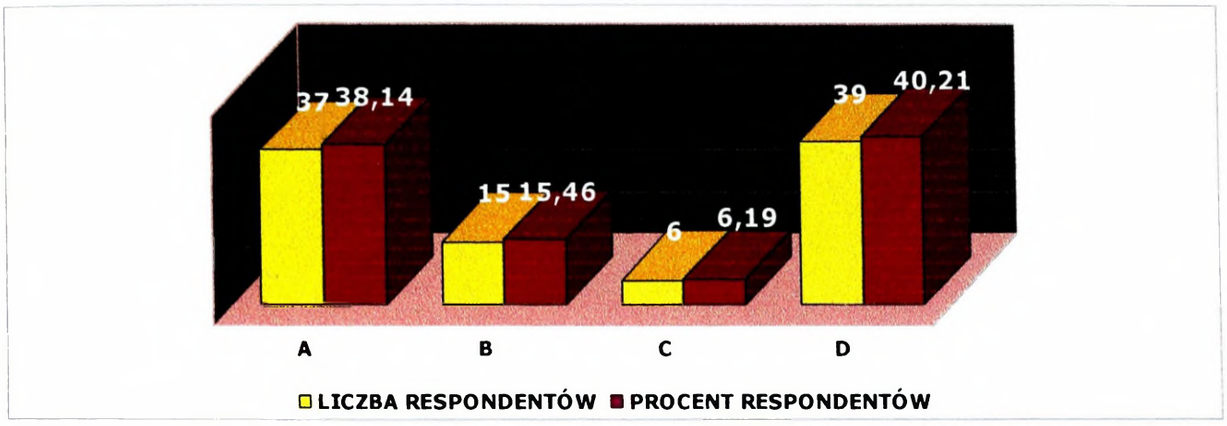
– *Cele poznawcze, kształcące i wychowawcze* odnoszące się do wyposażenia podmiotu w wiedzę, umiejętności, nawyki, kształtowania jego sprawności umysłowej i fizycznej oraz kształtowanie jego osobowości.

Dywersyfikacja osiągania celów w świetle przeprowadzonych badań została uzależniona od czynnika czasu: po pierwsze właściwe przygotowanie do objęcia nowego stanowiska służbowego realizowane w ramach kształcenia profesjonalnego kadr, po drugie uczestnictwo w przedsiąwzięciach doskonalenia dowództwa. Respondenci w odpowiedzi na pytanie: Które, Pana/Pani zdaniem cele procesu kształcenia są najważniejsze w czasie przygotowywania się do objęcia nowego stanowiska służbowego? Odpowiedzieli, że najważniejszymi do osiągnięcia są cele indywidualne (38, 14%) i cele poznawcze, kształcące i wychowawcze (40,12%) (rys. 3.4.)[126].

---

[125] Doktryna szkolenia sił zbrojnych RP. DD/7, Szt. Gen. WP, Warszawa 2006.

[126] Szczegółowe wyniki badań sondażowych zawarte są w załączniku 2.




**Rys. 3.4. Opinia respondentów na temat celów procesu kształcenia ważnych w czasie przygotowywania się do objęcia nowego stanowiska służbowego**

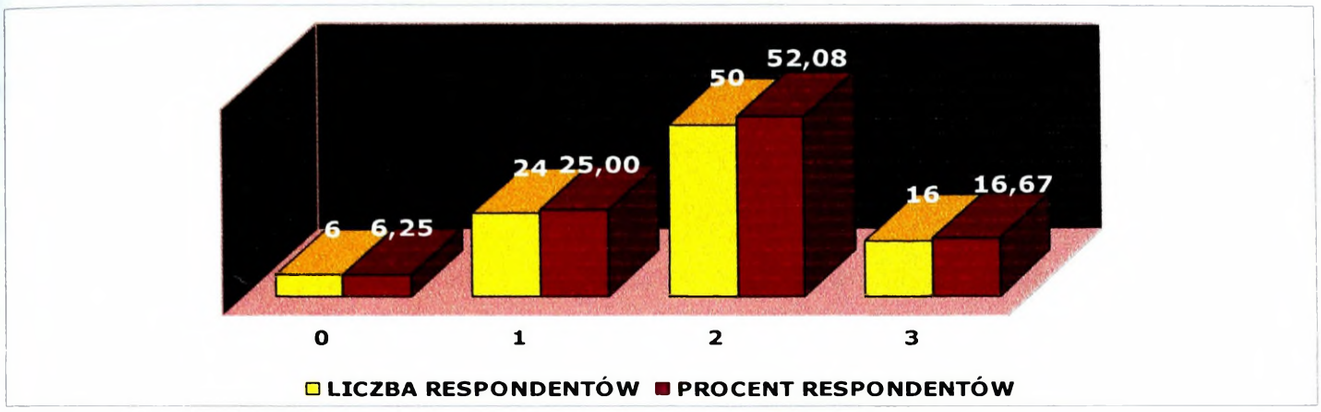
*Źródło: opracowanie własne*

Przypisanie znaczenia celom poznawczym i kształcącym jako priorytetowym do osiągnięcia w trakcie przygotowania do objęcia nowego stanowiska służbowego podkreśla dostrzeganie wagi systemu kształcenia i doskonalenia kadr. Cele poznawcze i kształcące są zdaniem zespołu badawczego najważniejsze do osiągnięcia z wykorzystaniem modelowania i symulacji numerycznych.

Dywersyfikacja celów kształcenia poznawczych jako istotnych dzieli je na:

- wiadomości ogólne i zawodowe - specjalistyczne;
- rozumienie odbieranych bodźców, wiadomości i ich przedstawianie;
- zastosowanie wiadomości do wykonania określonych czynności praktycznych;
- analiza i synteza materiału informacyjnego i kreowanie nowych treści;
- kryteria i ocena wartości treści informacji;
- wartościowanie treści kształcenia i jej systematyzacja jako jednostki ogólnego systemu wartości;
- automatyzacja działań zmierzająca do skrócenia czasu reakcji na zaistniały problem informacyjno – decyzyjny; czynności wyćwiczone;
- kierowanie i umiejętność bycia kierowanym;
- zastosowanie wiadomości i umiejętności w sytuacjach problemowych.

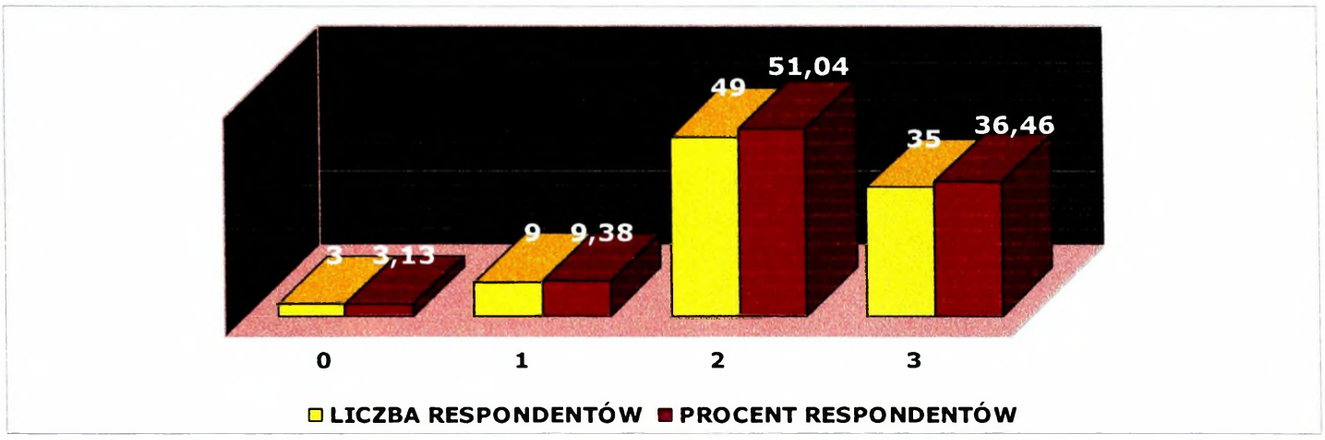
W opinii respondentów waga poszczególnych celów kształcenia jest zróżnicowana. Respondenci przypisali automatyzacji działań i zastosowaniu wiadomości i umiejętności w sytuacjach problemowych największe znaczenie (rys. 3.5 i 3.6).




**Rys. 3.5. Opinia respondentów na temat wagi automatyzacji działań**

Stopień ważności: od 3 (najważniejsze) do 0 (nieważne)

*Źródło: opracowanie własne*




**Rys. 3.6. Opinia respondentów na temat wagi zastosowania wiadomości i umiejętności w sytuacjach problemowych**

Stopień ważności: od 3 (najważniejsze) do 0 (nieważne)

*Źródło: opracowanie własne*

Opinia respondentów implikuje stwierdzenie, że zarówno budowa modelu jak też symulacje strukturalne i wizualne są niezbędnymi elementami procesu kształcenia umożliwiającymi osiągnięcie zakładanych celów kształcenia poprzez swój wymiar narzędziowy i merytoryczny.

Innym problemem jest identyfikacja celów funkcjonowania systemu doskonalenia dowództw wojsk lądowych. W tym aspekcie celem funkcjonowania w WLąd SZ RP systemu doskonalenia dowództw jest:

**1.** Przygotowanie etatowych obsad dowództw wszystkich szczebli dowodzenia do realizacji misji i zadań w ramach całych SZ,

2. Zgrania obsad operacyjnych stanowisk dowodzenia funkcjonujących w ramach Wojennego Systemu Dowodzenia (WSyD),

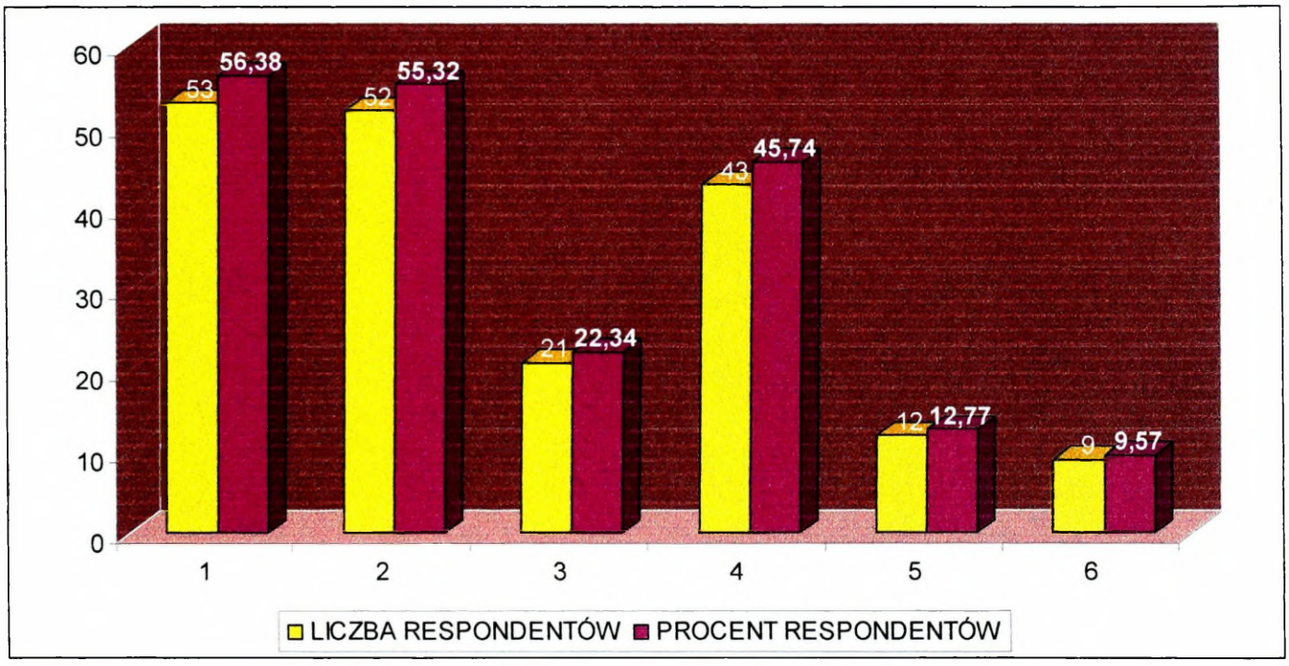
3. Utrzymanie właściwego stopnia gotowości bojowej dowództw do płynnego przejścia na struktury (WSyD),

4. Przygotowanie do wykonywania czynności osób funkcyjnych dowództw wynikających z zajmowanego stanowiska czasu „P" „K" i „W" (Pokoju, Kryzysu, Wojny),

5. Doskonalenie kwalifikacji ogólnych i specjalistycznych kadr dowództw,

6. Podtrzymywanie umiejętności praktycznych kadr dowództw.

Ankietowani na pytanie: Który z wymienionych celi jest według Pana/Pani najważniejszy, i do którego przykłada Pan/Pani największą wagę? odpowiedzieli (rys. 3.7.):




**Rys. 3.7. Opinia respondentów na temat znaczenia poszczególnych celów funkcjonowania systemu doskonalenia dowództw (wartość 3 – najważniejsze)**

*Źródło: opracowanie własne*

56% z nich oceniło, że cel 1, 55% przypisało tą wartość także celowi 2, na kolejnym miejscu cel 4.

Dostrzeganie przez ankietowanych tylko tych celi oznacza posiadanie niedostatecznych informacji na temat możliwości dydaktycznych symulacji numerycznych w zdobywaniu wiedzy i doskonaleniu umiejętności praktycznych kadry dowództw.

### 3.1.2. TREŚCI KSZTAŁCENIA W SYSTEMIE DOSKONALENIA DOWÓDZTW W ASPEKCIE ZASTOSOWANIA SYMULACJI NUMERYCZNYCH

Treścią doskonalenia dowództw jest rozwiązywanie problemów z zakresu przygotowania i prowadzenia połączonych działań taktycznych (operacyjnych) oraz reagowania kryzysowego na terytorium kraju i poza nim, stosownie do szczebla dowodzenia, jego przeznaczenia i przypisanego zakresu zadań. W doskonaleniu dowództw rozpatrywana jest problematyka i zagadnienia zapewniające ich uczestnikom właściwe przygotowanie się do realizacji przedsięwzięć i zadań, wynikających ze specyfiki danego rodzaju sił zbrojnych (rodzaju wojsk)[127]. Realizacja procesu doskonalenia dowództw jako działań zmierzających do uzyskania przez podmiot wiedzy i umiejętności oscyluje wokół odpowiedniego doboru treści kształcenia stosownie do założonego celu.

Teorie doboru treści kształcenia: *teoria materializmu dydaktycznego, formalizmu dydaktycznego, utylitaryzmu dydaktycznego, materializmu funkcjonalnego, strukturalizmu dydaktycznego, problemowo-kompleksowa, egzemplaryzmu, paradygmatyzmu, funkcji życiowych, szerokich pól treściowych, programowania dydaktycznego*[128] opierają się na założeniu, że treść kształcenia jest materiałem dydaktycznym, źródłem informacji, umiejętnością, cząstką ogólnej wiedzy bez względu na formę i sposób (metodę) jej przekazania.

W tym kontekście dobór treści kształcenia może mieć wymiar naukowy, dydaktyczny, interpersonalny. Naukowy dobór treści kształcenia uzależniony jest od rozwoju dziedzin nauki i temu procesowi podporządkowany[129]. Wraz z rozwojem nauki i techniki ulega modyfikacji i przebudowie. Dydaktyczny dobór treści kształcenia oparty jest na uwarunkowaniach procesu kształcenia jako procesu dydaktycznego, procesu nauczania i uczenia się. Dobór treści kształcenia uzależniony jest od przyjęcia dydaktycznej teorii doboru treści kształcenia. Wymiar interpersonalny wynika z posia-

---

[127] Doktryna szkolenia ..., op. cit., s.20.

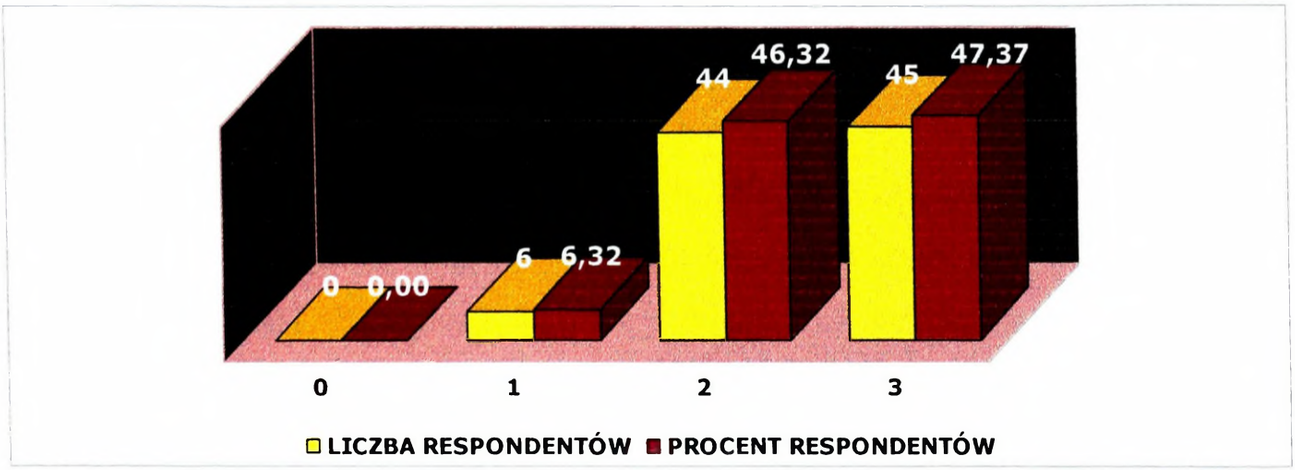
[128] Por. W. OKOŃ, K. ŻEGNAŁEK, J. WOŁEJSZO.

[129] Treści nauczania podporządkowane są historycznie ukształtowanym dziedzinom siedmiu sztuk wyzwolonych starożytnej Grecji i Rzymu: *gramatyki, retoryki, dialektyki, arytmetyki, geometrii, astronomii i muzyki.*

dania przez zespół, osoby opracowujące program kształcenia odpowiednich cech psychofizycznych, tj.: konstruktywnych, organizacyjnych i komunikatywnych[130].

Dobór treści doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego zdaniem zespołu badawczego powinien być definiowany poprzez teorię doboru szerokich pól treściowych, w których wyodrębnia się obszary zadaniowe:

- przygotowania i prowadzenia sojuszniczej operacji militarnej w ramach artykułu 5 traktatu północnoatlantyckiego w ramach Połączonych Sił Zbrojnych NATO;
- przygotowania i prowadzenia operacji militarnych i niemilitarnych prowadzonych na mocy postanowień organizacji międzynarodowych i umów wielostronnych;
- planowania i prowadzenia wspólnych z siłami sojuszniczymi operacji obronnych i kryzysowych na i poza terytorium kraju;
- przyjęcia sił wzmocnienia i realizacji zadań w ramach HNS;
- planowanie i prowadzenie operacji i działań taktycznych;
- wewnętrzne zgrywanie struktur organów dowodzenia w prowadzeniu działań taktycznych właściwego szczebla dowodzenia.




**Rys. 3.8 Opinia respondentów na temat wagi treści specjalistycznych**

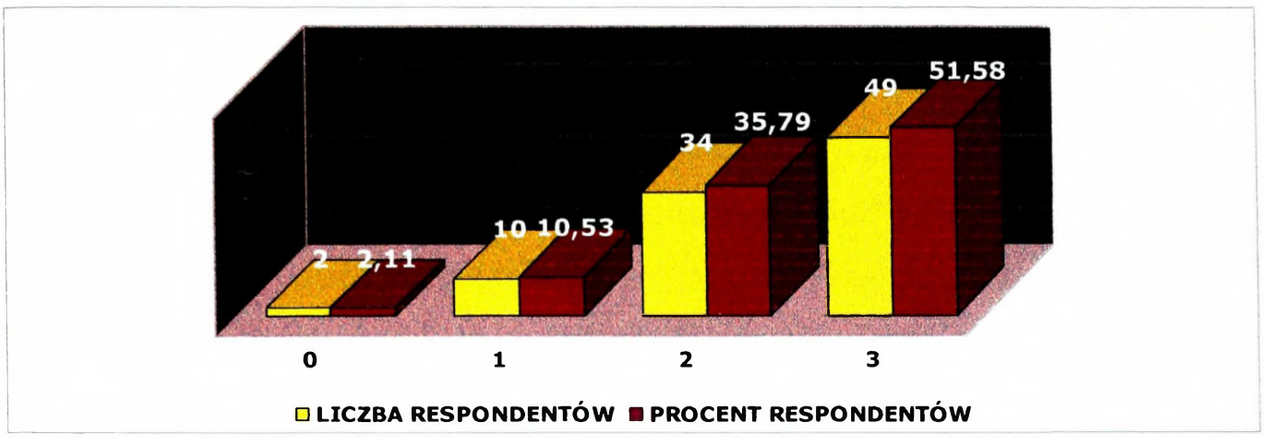
Stopień ważności: od 3 (najważniejsze) do 0 (nieważne)

*Źródło: opracowanie własne*

Respondenci za najważniejsze uznali wiedzę specjalistyczną której nie uzyskano w trakcie kształcenia profesjonalnego w AON,WSO (SCH, PSZ) na kursach i studiach podyplomowych, aż 93 % przypisało tym treściom znaczenie ważne

[130] *Encyklopedia pedagogiczna...*, op. cit., s. 822.

i bardzo ważne (rys. 3.8.). Identycznie w przypadku nawyków i umiejętności praktycznych aż 87 % respondentów oceniło je jako ważne i bardzo ważne (rys. 3.9).




**Rys. 3.9. Opinia respondentów na temat wagi nawyków i umiejętności praktycznych**

Stopień ważności: od 3 (najważniejsze) do 0 (nieważne)

*Źródło: opracowanie własne*

Jeżeli przyjmiemy, że treści kształcenia, to wzajemnie ze sobą powiązane wiadomości, nawyki, umiejętności, wartości i doświadczenia przekazywane lub kształtowane przez podmiot kształcący i przyswajane bądź opanowane przez podmiot kształcący się w celu osiągnięcia zakładanego celu procesu kształcenia[131] to symulacje numeryczne poprzez swój zakres oddziaływania sensorycznego stanowią pomost pomiędzy dostrzeganiem, postrzeganiem a zrozumieniem. Symulacje numeryczne w aspekcie treści kształcenia powinny obejmować dwa zasadnicze obszary: wiedzę specjalistyczną w wymienionych wcześniej obszarach zadaniowych oraz nawyki i umiejętności specjalistyczne. Z tego też względu w doskonaleniu dowództw szczególnie istotne są symulacje strukturalne a dopiero później wirtualne jako przekaźnik treści kształcenia.

### 3.1.3. INFRASTRUKTURA DYDAKTYCZNA I ŚRODKI DYDAKTYCZNE W SYSTEMIE DOSKONALENIA DOWÓDZTW W ASPEKCIE ZASTOSOWANIA SYMULACJI NUMERYCZNYCH

W literaturze przedmiotu można spotkać pojęcia: baza dydaktyczna, środki dydaktyczne, materialna środowisko dydaktyczne. Każde z tych pojęć odnosi się do pro-

[131] Por. K. Żegnałek, *Dydaktyka...*, op. cit., s. 176.

cesu kształcenia jako otoczenie, środowisko dydaktyczne obejmujące całość obiektów i pomieszczeń wraz z ich wyposażeniem sprzyjającym uczeniu się i nauczaniu.

***Baza materialna*** jest utożsamiana z bazą dydaktyczną i definiowana jako: „*ogół czynników istotnych dla istnienia i rozwoju czegoś; środki materiałowe i wyposażenie techniczne*, stanowiące podstawę działalności danej instytucji"[132].

***Środki dydaktyczne*** to przedmioty materialne umożliwiające usprawnianie procesu kształcenia i uzyskania optymalnych osiągnięć. Przy czym funkcje środków dydaktycznych sprowadzają się do poglądowości przedstawianych treści, ułatwiania procesów myślowych, pomocy w zdobywaniu sprawności praktycznego działania, umożliwienie ekspresji jako przeżywania uczuć, wrażeń, myśli[133].

Środki dydaktyczne usprawniają proces kształcenia, stanowią część infrastruktury dydaktycznej, która w systemie kształcenia wojsk lądowych składa się z takich elementów, jak:

1. budynki dydaktyczne,
2. obiekty sportowe (hale sportowe, baseny, boiska),
3. biblioteki,
4. gabinety metodyczne,
5. sale tradycji, izby pamięci itp.,
6. sieci komputerowe,
7. sieci telewizji dydaktycznej,
8. pracownie komputerowe wraz z sieciami inter i intranetowymi,
9. centra i systemy symulacji komputerowych[134],
10. indywidualne egzemplarze UiSW (uzbrojenia i sprzętu wojskowego) wykorzystywane w szkoleniu pojedynczego żołnierza,
11. pozostałe UiSW indywidualny i zespołowy (broń zespołowa, wozy bojowe, wozy dowodzenia i wozy dowódczo-sztabowe, systemy walki wraz z dodatkowym wyposażeniem specjalistycznym),

---

[132] K. Żegnałek, *Edukacja...*, op. cit., s. 342.

[133] Por. T. Brodziński, K. Wenta (red), *Techniki multimedialne w technice, edukacji ekologicznej i kształceniu zawodowym*, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 1998.

[134] Por. K. Żegnałek, *Edukacja...*, op. cit., s. 341.

12.środki bojowe i bojowego zabezpieczenia (amunicja, materiały wybuchowe i minerskie środki bojowe, środki bojowe symulujące oddziaływanie środków bojowych przeciwnika, środki chemiczne i zapalające),

13.pozostałe – wykorzystywane w kształceniu.

Wymienione w punktach 10–13 elementy infrastruktury dydaktycznej stanowią etatowy sprzęt uzbrojenia i wyposażenia indywidualnego żołnierza i pododdziału, oddziału, ZT wojsk lądowych i są wykorzystywane w kształceniu jako element infrastruktury dydaktycznej systemu szkolenia wojsk lądowych wynikający z nierozerwalnego kształcenia żołnierza, pododdziału, oddziału, ZT na etatowym UiSW.

Do infrastruktury dydaktycznej specjalistycznej wojsk lądowych zaliczyć należy także:

1) przygotowane stanowiska dowodzenia,

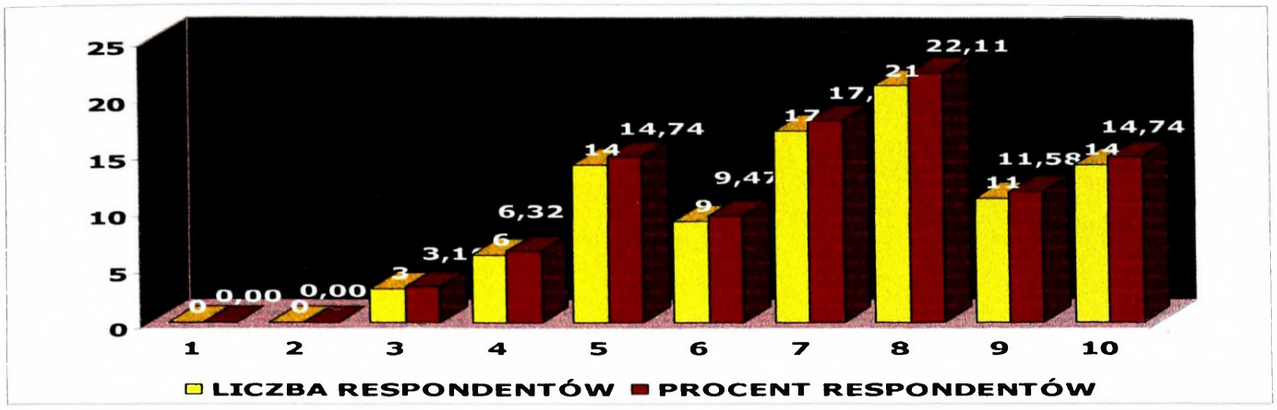
2) place musztry i ośrodki szkolenia wart i służb,

3) tory przeszkód i pozostałe specjalistyczne obiekty ćwiczeń w garnizonie i w ośrodkach szkolenia poligonowego wojsk lądowych (OSF, ośrodki szkolenia OPL, rozpoznania itp.),

4) strzelnice garnizonowe i poligonowe w tym place ćwiczeń ogniowych i rzutnie granatów,

5) pasy ćwiczeń taktycznych.

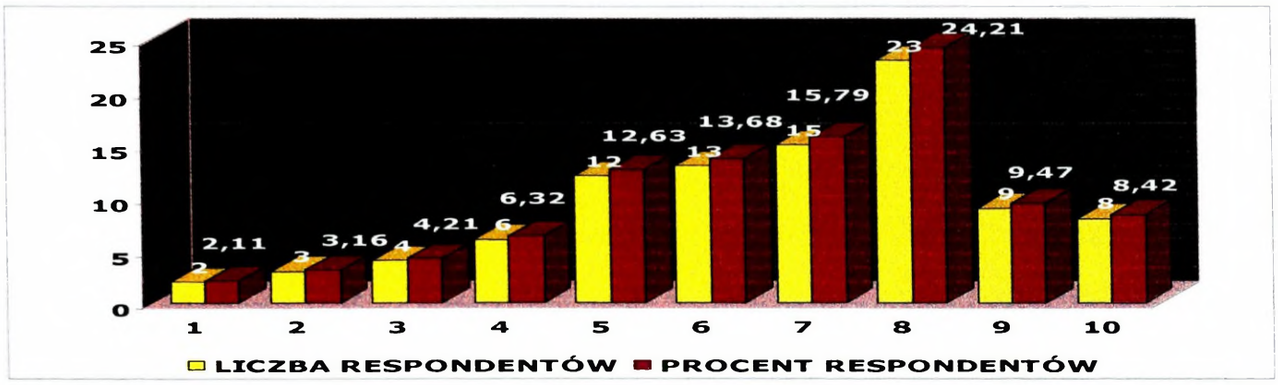
Opinia respondentów na temat znaczenia poszczególnych środków dydaktycznych w procesie doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego jest zróżnicowana. Jakkolwiek respondenci zgodnie wskazują na znaczenie sieci komputerowych w miejscu pracy, pracowni komputerowych wraz z sieciami lokalnymi, centr i systemów symulacji komputerowych, przygotowanych SD w warunkach polowych i MSD (rys. 3.10.-3.13) Wyodrębnienie elementów infrastruktury dydaktycznej tworzonych przez lub na potrzeby środowiska teleinformatycznego wskazuje na konieczność rozwoju tego typu środków dydaktycznych na wszystkich poziomach dowodzenia w tym także poziomie dowodzenia taktycznego.




**Rys. 3.10. Opinia respondentów na temat wagi sieci komputerowych w miejscu pracy**

Stopień ważności: od 10 (najważniejsze) do 0 (nieważne)

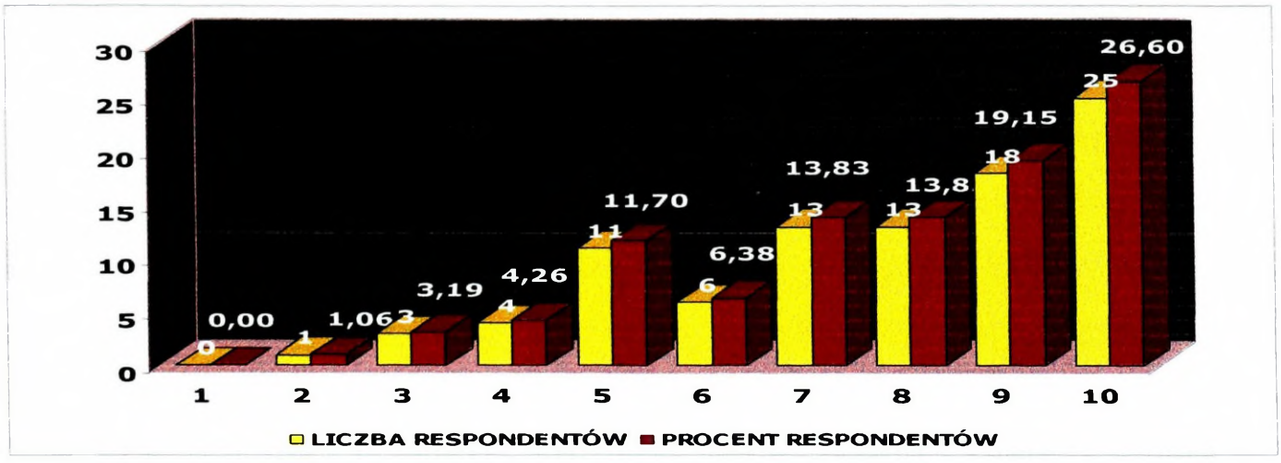
*Źródło: opracowanie własne*




**Rys. 3.11. Opinia respondentów na temat wagi pracowni komputerowych wraz z sieciami lokalnymi**

Stopień ważności: od 10 (najważniejsze) do 0 (nieważne)

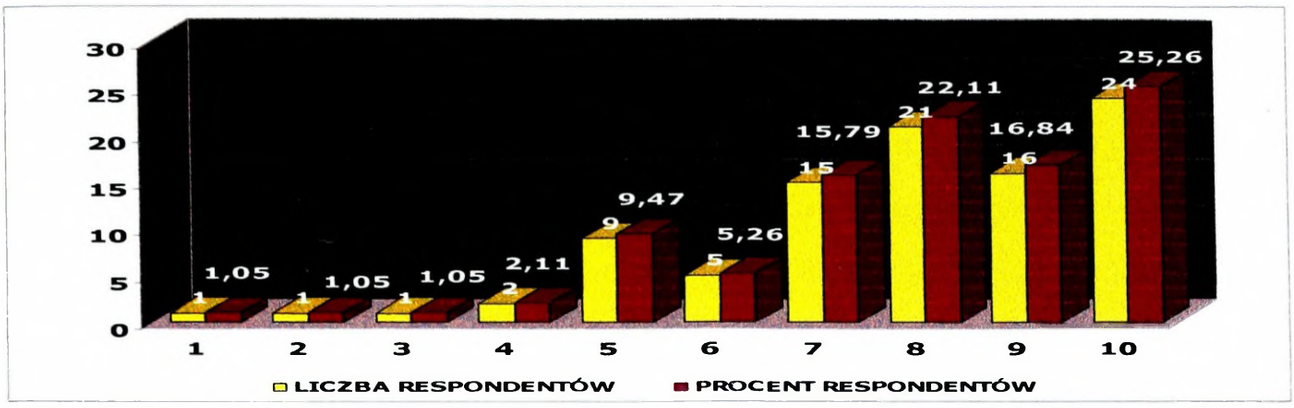
*Źródło: opracowanie własne*




**Rys. 3.12. Opinia respondentów na temat wagi centr i systemów symulacji komputerowych**

Stopień ważności: od 10 (najważniejsze) do 0 (nieważne)

*Źródło: opracowanie własne*




**Rys. 3.13. Opinia respondentów na temat wagi przygotowanych w MSD lub warunkach polowych SD**

Stopień ważności: od 10 (najważniejsze) do 0 (nieważne)

*Źródło: opracowanie własne*

Ponad 70% respondentów bardzo duże znaczenie przypisuje sieciom lokalnym, pracowniom komputerowym, systemom symulacyjnym w których realizacja procesu doskonalenia dowództw obudowana jest aplikacjami komputerowymi a w tym w szczególności modelom i symulacjom numerycznym.

## 3.1.4. FORMY ORGANIZACYJNE PROCESU DOSKONALENIA DOWÓDZTW W ASPEKCIE ZASTOSOWANIA SYMULACJI NUMERYCZNYCH

K. Żegnałek określa jako formę kształcenia *„kształt zajęć"*, ułożenie pod względem organizacyjnym czynności dydaktycznych podmiotu kształcącego i kształcącego się, informując o strukturze organizacyjnej danych zajęć[135].

Zespół badawczy przyjął że, przyjęcie określonej formy organizacyjnej przedsięwzięcia dydaktycznego pozwala na jej nazwanie – przypisanie nazwy. Jednakże w ramach danej formy organizacyjnej używane są różnorodne metody kształcenia stanowiące bezpośredni rodzaj relacji pomiędzy podmiotami procesu kształcenia. Podmioty kształcenia pozostają podporządkowane określonym granicom organizacyjnym

[135] K. Żegnałek, *Dydaktyka...*, op. cit., s. 284.

przyjętej formy kształcenia, mogą jednakże pozostawać w dowolnym sprzężeniu komunikacyjnym poprzez metodę, nawet w jednym przedsięwzięciu dydaktycznym[136].

Literatura pedagogiczna podaje wiele typologii form kształcenia w zależności od przyjętego kryterium podziału, tj.: liczby uczestników, czasu trwania, miejsca, stopnia złożoności poszczególnych form. Ze względu na liczbę uczestników formy można podzielić na jednostkowe i zbiorowe. Do form jednostkowych zalicza się korepetycje, konsultacje i samokształcenie. Głównym kryterium podziału form w literaturze pedagogicznej jest kryterium *miejsca* i *złożoności*. Ze względu na miejsce kształcenia wyróżnia się formy szkolne i pozaszkolne.

Kryterium złożoności dzieli formy na proste i złożone. W literaturze dydaktyki wojskowej ten podział jest stosowany częściej niż według pozostałych kryteriów[137]. Do podstawowych form wojskowej działalności dydaktycznej zalicza się:

– zajęcia pracowniano-audytoryjne (*wykład, seminarium, konsultacja, instruktaż*);

– zajęcia pracowniano-warsztatowe (*zajęcia w warsztatach, pracowniach, laboratoriach, parkach sprzętu technicznego*);

– zajęcia terenowe (*pokaz przedmiotów, działania, terenu*)[138];

– *zajęcia na strzelnicach, na placach ćwiczeń taktycznych i ogniowych, specjalistycznych ośrodkach szkolenia, torach przeszkód*)[139];

– wycieczki, podróże, obozy, gry, imprezy sportowo-obronne[140].

Do form złożonych zalicza się: treningi, ćwiczenia wojskowe (ćwiczenia taktyczne ze strzelaniem, ćwiczenia dowódczo-sztabowe, treningi sztabowe).

Przeprowadzone badania audytoryjne wykazały, że zdaniem ankietowanych zasadniczymi formami stosowanymi w szkoleniu i doskonaleniu dowództw powinny być ( *w kolejności od najmniej ważnych do najważniejszych)*:

---

[136] *Sprzężenie komunikacyjne* jest zbiorem przekazów (komunikatów) pomiędzy podmiotami procesu nauczania – uczenia się i występowania reakcji odbioru lub jego braku i informacji zwrotnej o zrozumieniu lub niezrozumieniu przekazu. Por. E. Więckowska, *Charakterystyka cyklu komunikacji zamkniętej i cyklu komunikacji otwart*ej, (w:) W. Horyń, J. Maciejewski (red.), *Nauczyciel andragog u progu XXI wieku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2002.

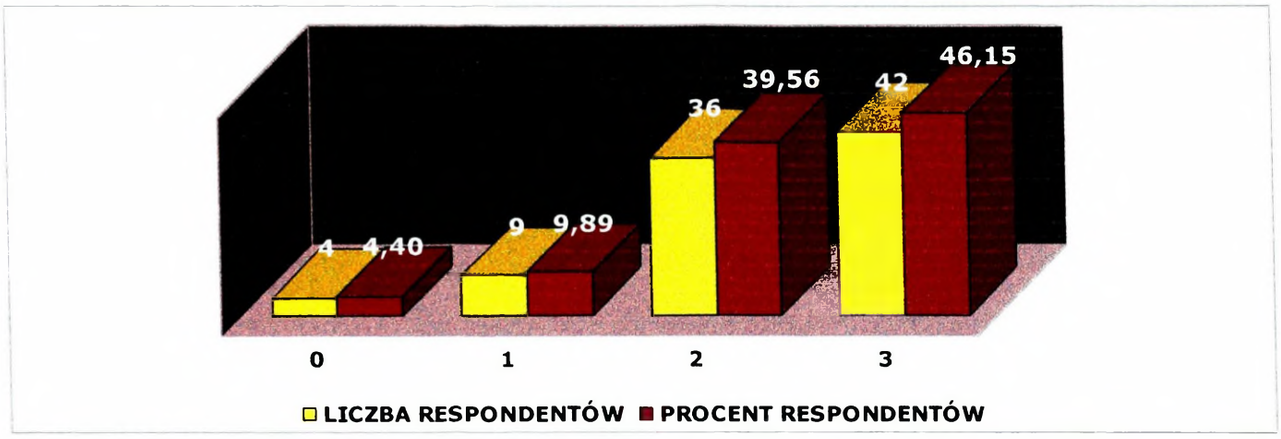
[137] Por. K. Żegnałek, *Dydaktyka...*, op. cit.; J. Bogusz, *Dydaktyka wojskowa*, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 1983; J. Halik, *System szkolenia...*, op. cit.; J. Wołejszo (red.), *System szkolenia...*, op. cit.

[138] Por. K. Żegnałek, *Dydaktyka...*, op. cit.

[139] Ibidem.

[140] W ramach współzawodnictwa sportowego, rekreacji i wypoczynku.

- imprezy sportowo-obronne (18%),
- zajęcia pracowniano-audytoryjne (55%)
- zajęcia terenowe (69%),
- ćwiczenia epizodyczne (70%),
- zajęcia na placach ćwiczeń taktycznych i ogniowych (75%),
- ćwiczenia grupowe (78%),
- ćwiczenia dowódczo-sztabowe szkieletowe (83%),
- ćwiczenia dowódczo-sztabowe na mapach (83%),
- treningi sztabowe (85%),
- ćwiczenia dowódczo-sztabowe wspomagane komputerowo (85%) (3.14.),
- ćwiczenia taktyczne z wojskami (92%) (rys. 3.15.).

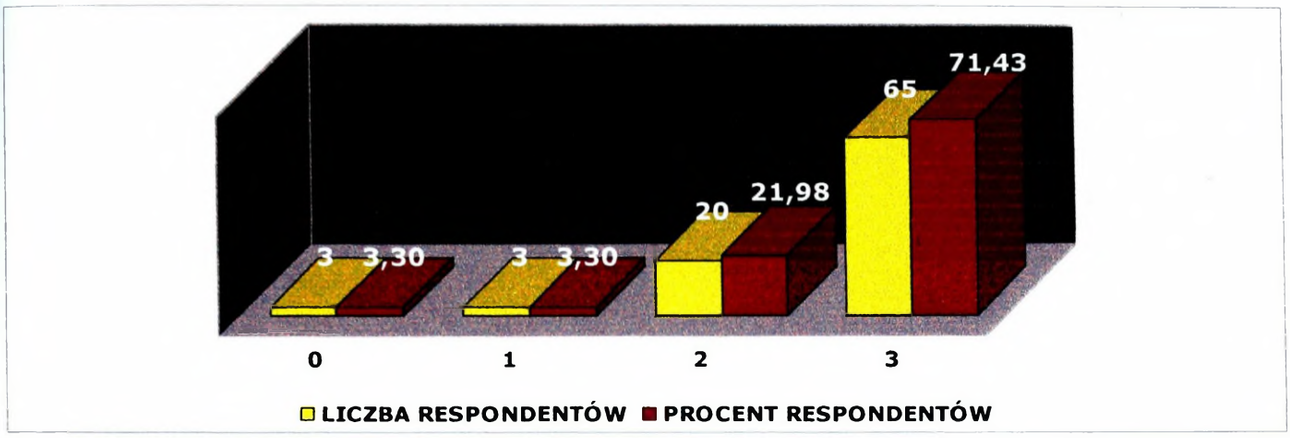



**Rys. 3.14. Opinia respondentów na temat wagi ćwiczeń dowódczo-sztabowych wspomaganych komputerowo w doskonaleniu dowództw**

Stopień ważności: od 3 (najważniejsze) do 0 (nieważne)

*Źródło: opracowanie własne*

Poszczególne formy dydaktyczne mogą uwzględniać różny stopień zastosowania symulacji numerycznych w procesie doskonalenia dowództwa. Zwłaszcza w złożonych formach dydaktycznych przy zastosowaniu zróżnicowanych metod należy szukać miejsca stosowania symulacji numerycznych. Ćwiczenia wojskowe angażując szereg szczebli dowodzenia w sposób kompleksowy i zintegrowany powinny uwzględniać możliwości aplikacji i systemów symulacji numerycznej. Wykorzystanie tylko i wyłącznie Centrum Symulacji i Komputerowych Gier Wojennych do procesu doskonalenia dowództwa jest środkiem niewystarczającym.




**Rys. 3.15. Opinia respondentów na temat wagi ćwiczeń taktycznych z wojskami w doskonaleniu dowództw**

Stopień ważności: od 3 (najważniejsze) do 0 (nieważne)

*Źródło: opracowanie własne*

Jednocześnie ankietowani na pytanie: W której z wymienionych form organizacyjnych Pan/Pani bierze najczęściej udział w ramach doskonalenia dowództwa? odpowiedzieli, że najczęstszymi formami organizacyjnymi w ramach których doskonalą swoje umiejętności są: treningi sztabowe (49% respondentów przypisało tej formie najwyższe wagi), ćwiczenia z wojskami, w tym ćwiczenia ze strzelaniem i bez strzelania, ćwiczenia taktyczno – specjalne rodzajów wojsk, ćwiczenia reagowania kryzysowego z udziałem wojsk (35% respondentów), ćwiczenia dowódczo – sztabowe: szkieletowe, wspomagane komputerowo, na mapach (29% respondentów). Pozostałe formy organizacyjne: ćwiczenia epizodyczne, ćwiczenia grupowe, treningi techniczne i proceduralne traktowane są w sposób marginalny i jak wynika z wyników badań uczestnictwo w nich jest sporadyczne. Na uwagę zasługuje fakt, dostrzeżenia samokształcenia jako formy niezbędnej w doskonaleniu kadry dowództwa szczebla taktycznego.

### 3.1.5. METODY W DOSKONALENIU DOWÓDZTW W ASPEKCIE ZASTOSOWANIA SYMULACJI NUMERYCZNYCH

Metoda kształcenia będąc zespołem stosowanych czynności podmiotów kształcenia ukierunkowanych na osiągnięcie zamierzonych celów kształcenia w oparciu o dostępną infrastrukturę dydaktyczną jest w swej istocie bezpośrednią relacją wystę-

pującą pomiędzy dwoma podmiotami – wykładowcą a studentem, nauczycielem a uczniem, instruktorem a szkolonym, dowódcą a podwładnym.

W. Okoń zaproponował podział metod według kryterium funkcjonalno-strukturalnego na cztery grupy:

1) metody asymilacji wiedzy (***podające***),
2) metody samodzielnego dochodzenia do wiedzy (***problemowe***),
3) metody waloryzacyjne (***eksponujące***),
4) metody praktyczne[141].

Metody asymilacji wiedzy, to: pogadanka, *dyskusja, wykład, praca z książką*. Do metod samodzielnego dochodzenia do wiedzy należą: metoda *przypadków, metoda sytuacyjna, burza mózgów, mikronauczanie i gry dydaktyczne*. Metody waloryzacyjne – metody impresyjne i ekspresyjne eksponują wartości emocjonalno-artystyczne. Najbardziej wartościowe z punktu widzenia dydaktyki wojskowej są metody praktyczne: ćwiczebne i realizacji zadań wytwórczych. Metody ćwiczebne to: *instruktaż, ćwiczenie, trening*.

Wielu autorów podkreśla znaczenie metod w procesie kształcenia jako bezpośredniego sprzężenia zwrotnego pomiędzy podmiotami kształcenia akcentując jednocześnie uniwersalność metod, tj. możliwość stosowania nawet kilku metod w jednym przedsięwzięciu dydaktycznym. Stosowanie metod kształcenia stanowi zmienną zależną od wielu czynników, m.in. od: przygotowania dydaktycznego podmiotu kształcącego, skonstruowanego programu kształcenia, celu, infrastruktury dydaktycznej. W tym kontekście stosowana metoda kształcenia uzależnia osiągnięcie zakładanych celów kształcenia pomimo właściwej formy organizacji procesu.

Analizy literatury i doświadczenie zespołu badawczego pozwoliły na wytypowanie szeregu metod implementowanych na potrzeby dydaktyki wojskowej. Do metod tych zaliczymy:

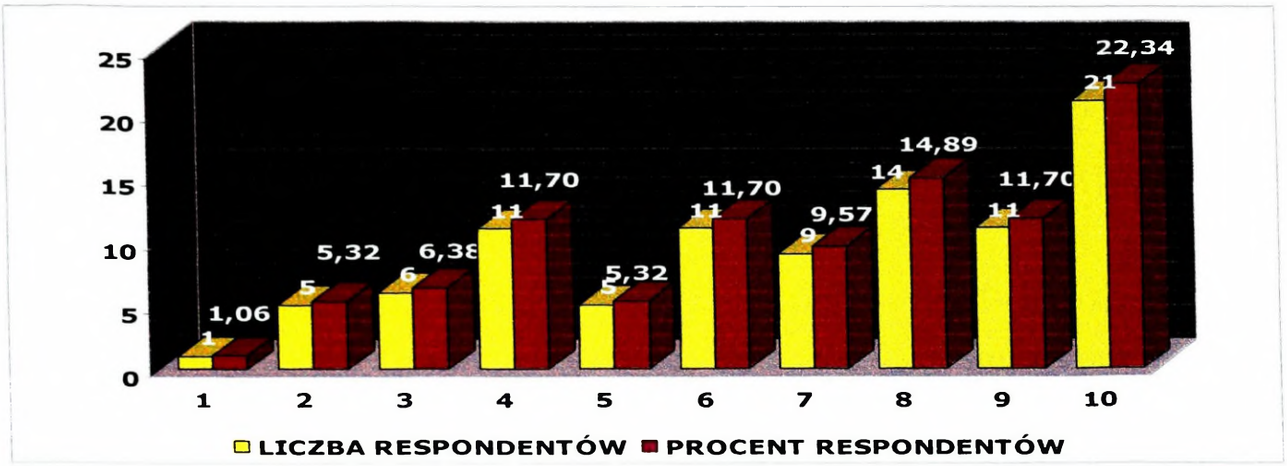
- wykład,
- instruktaż,
- pokaz przedmiotów i działania,
- rekonesans w terenie,

---

[141] W. Okoń, *Wprowadzenie do...*, op. cit., s. 254.

- ćwiczenia sensoryczne,
- ćwiczenia motoryczne,
- dyskusja dydaktyczna,
- metoda sytuacyjna,
- metoda przypadków,
- metoda gier decyzyjnych.

Ankietowani na pytanie: które z metod stosowanych w doskonaleniu dowództw osiągają najlepsze efekty odpowiedzieli, że najbardziej efektywna jest metoda gier decyzyjnych, aż 48% ankietowanych przyznało, tej metodzie górną skalę wartości (rys. 3.16).




**Rys. 3.16. Opinia respondentów na temat efektywności metody gier decyzyjnych**

Stopień ważności: od 10 (najważniejsze) do 0 (nieważne)

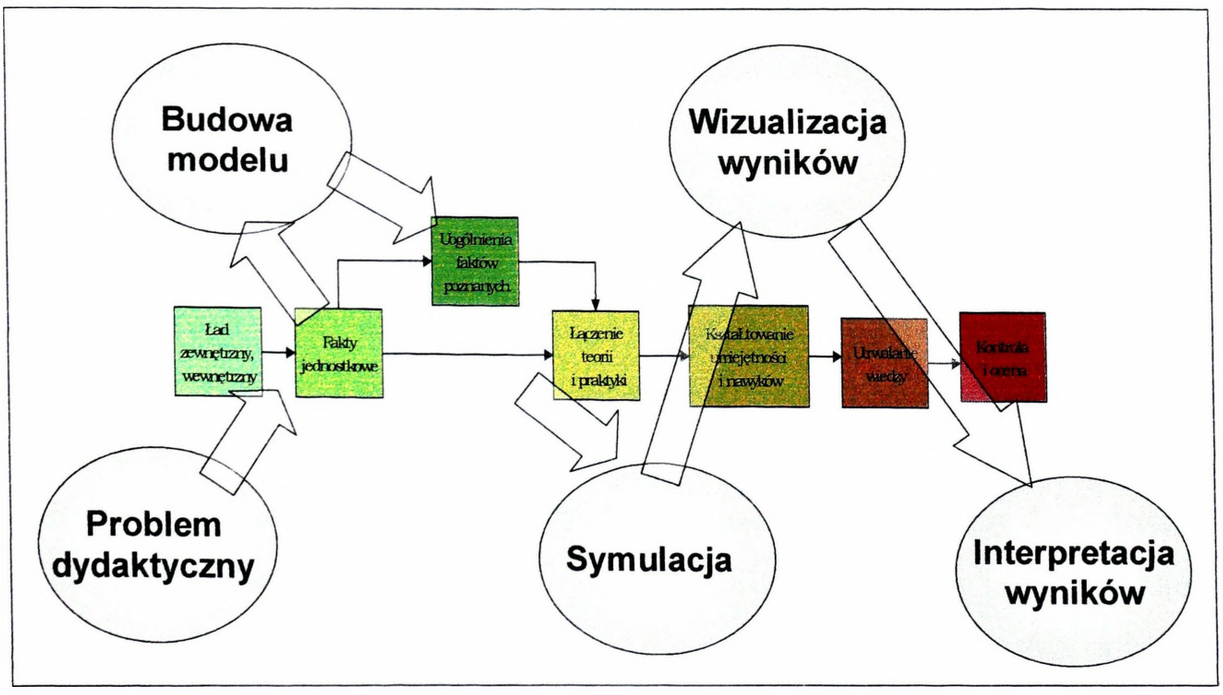
*Źródło: opracowanie własne*

Zastosowanie w procesie dydaktycznym właściwego zespołu metod umożliwia ukształtowanie określonej grupy cech psychofizycznych podmiotu kształcącego. Każdy z zespołów metod stosowany jest w kontekście osiąganych celów i może być przypisany formom organizacyjnym. Zastosowanie symulacji numerycznych w procesie doskonalenia dowództwa w grupie metod asymilacji wiedzy i metod samodzielnego dochodzenia do wiedzy pozwala na uatrakcyjnienie procesu kształcenia a ponadto rozszerzenie procesu na płaszczyznę samokształcenia, doskonalenia indywidualnego.

## 3.2. SYSTEM DOSKONALENIA DOWÓDZTWA SZCZEBLA TAKTYCZNEGO WOJSK LĄDOWYCH - KONCEPCJA WYKORZYSTANIA SYMULACJI NUMERYCZNYCH

Symulacje numeryczne podporządkowały sobie już niektóre dziedziny życia społecznego – ekonomia i procesy gospodarcze, prognozowanie, przewidywanie pogody, projektowanie i wdrażanie projektów, budownictwo, elektronika i obszary prowadzenia badań naukowych. Ich implementacja na potrzeby nauk pedagogicznych odbywa się już od niemal połowy ubiegłego wieku. Jakkolwiek stopień ich stosowania wzrasta od czasu zastosowania komputerów osobistych, aplikacji i systemów symulacyjnych.

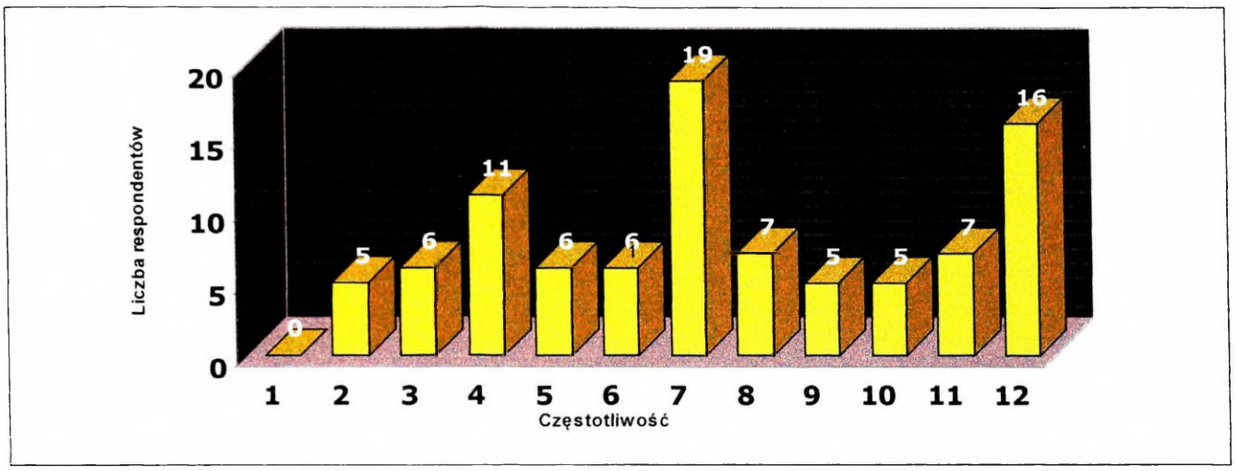
Przedstawione przez zespół badawczy możliwości zastosowania modelowania i symulacji numerycznych w aspekcie procesu doskonalenia kadr wskazują na jego dwupodmiotowość. Po pierwsze zastosowanie modelowania i dalej symulacji numerycznej jest metodą i formą organizacyjną, dzięki której określone treści doskonalenia znajdą zastosowanie w procesie kształcenia. Po drugie symulacja numeryczna w aspekcie technicznym, jest narzędziem dydaktycznym umożliwiającym przekazywanie treści kształcenia. Powyższe możliwości zastosowania symulacji numerycznych pozwalają na umiejscowienie symulacji numerycznych w cyklu doskonalenia dowództw.




**Rys. 3.18. Zastosowanie modelowania i symulacji numerycznych w procesie kształcenia**

*Źródło: opracowanie własne*

Rysunek 3.18. przedstawia możliwości zastosowania modelowania i symulacji numerycznych w procesie kształcenia interpretowanym jako cykl następujących po sobie czynności dydaktycznych realizowanych w określonych warunkach. Taka interpretacja procesu kształcenia pozwoliła zespołowi autorskiemu na stosowanie modelowania i symulacji numerycznych zarówno w ujęciu podmiotowym jak i przedmiotowym. W tym ujęciu całość procesu kształcenia wspierana jest w zróżnicowany sposób od stworzenia problemu dydaktycznego poprzez budowę modelu wycinka systemu rzeczywistego, symulację, wizualizację i interpretację wyników. Każda z tych czynności może być zarówno podmiotem, treścią tego procesu lub też być środkiem dydaktycznym, przedmiotem wspierającym proces.



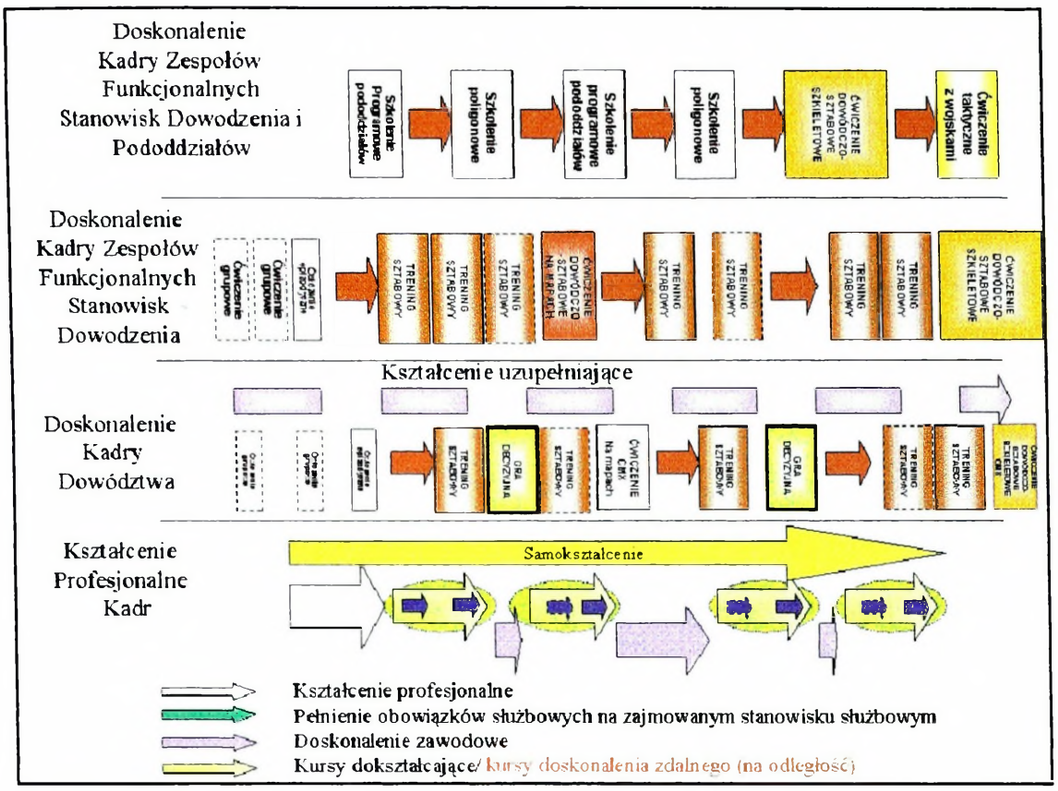

**Rys. 3.19. Wykorzystanie przez respondentów czasu wolnego do realizacji samokształcenia i różnych form dokształcania**

Skala częstotliwości od 1 (rzadko) poprzez 6 (często) do 12 (zawsze)

*Źródło: opracowanie własne*

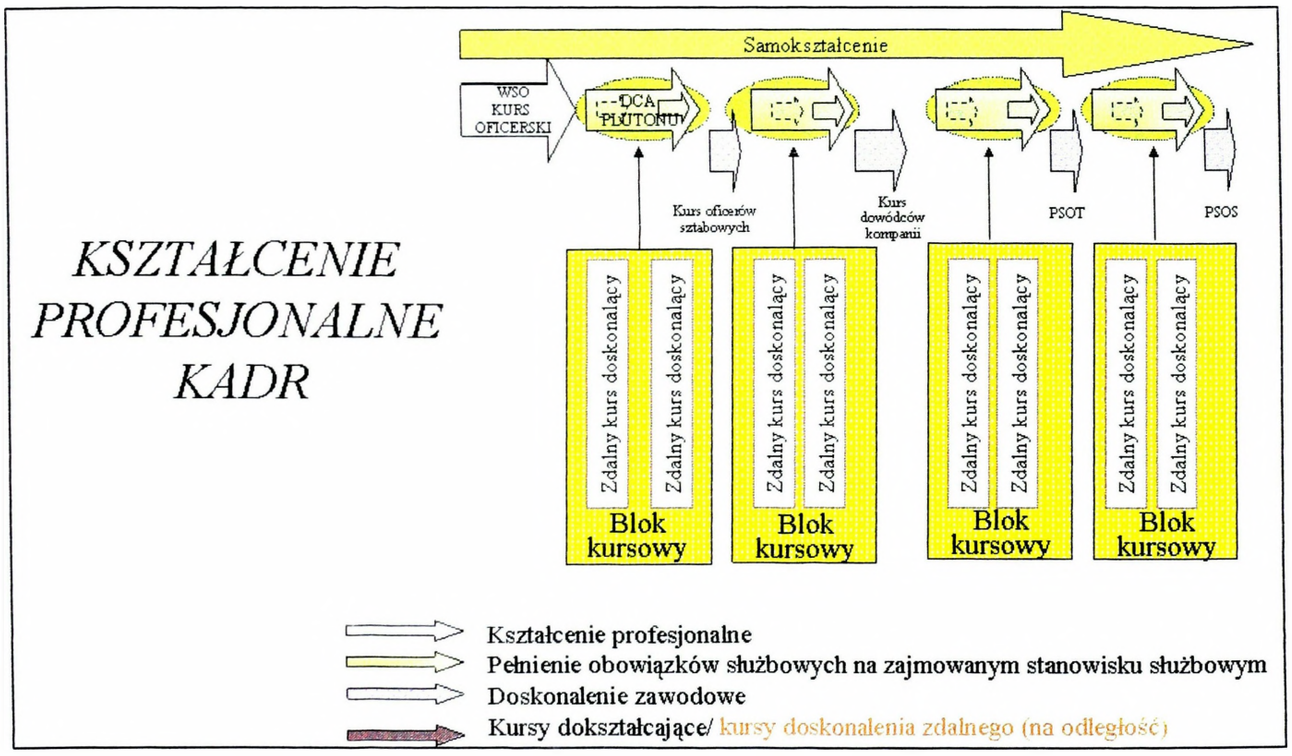
Struktura systemu doskonalenia dowództw wojsk lądowych zwłaszcza w ujęciu płaszczyznowym umożliwia rozpatrywanie tego systemu w aspekcie symulacji numerycznych w dwojaki sposób. Po pierwsze w ujęciu czasowym jako cykl przedsięwzięć dydaktycznych w przedziale czasu. Po drugie jako strukturę systemową realizującą określone cele systemowe w sposób kompleksowy i zorganizowany (rys 3.18).

Pierwszym obszarem w jakim symulacje numeryczne powinny być stosowane jest podsystem kształcenia profesjonalnego kadr realizujący między innymi zadania na potrzeby kształcenia i doskonalenia kadr dowództw wojsk lądowych wszystkich szczebli dowodzenia (rys. 3.19).




**Rys. 3.18. Płaszczyzny systemu doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego wojsk lądowych**

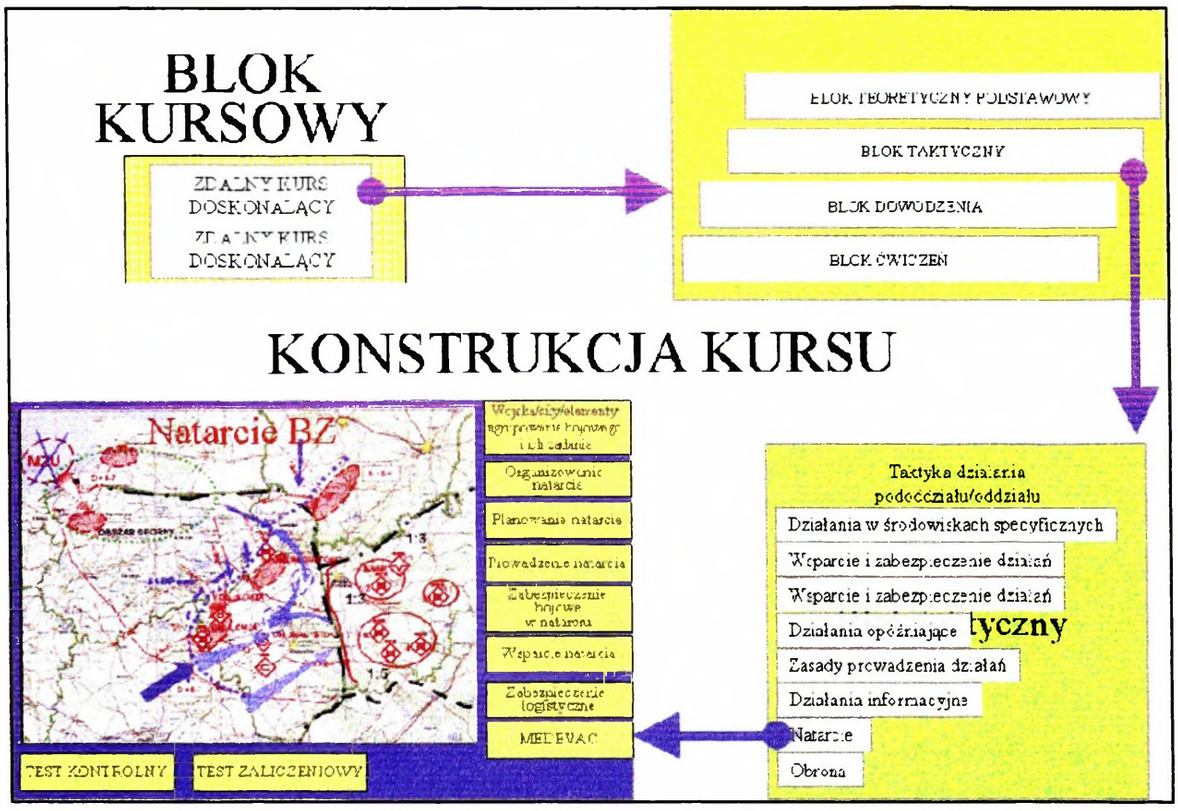
*Źródło: opracowanie własne*




**Rys. 3.19. Zastosowanie symulacji numerycznej w podsystemie kształcenia profesjonalnego realizującego zadania na potrzeby kształcenia i doskonalenia kadr dowódczych wojsk lądowych**

*Źródło: opracowanie własne*

System kształcenia profesjonalnego realizowany przez ośrodki dydaktyczne akademickie, centra szkolenia, ośrodki kursowe realizuje zadania kształcenia kadr na potrzeby sił zbrojnych w sposób cykliczny, okresowy a okres realizacji zadań podporządkowany jest przyjętemu systemowi kształcenia, kursów i szkoleń. Zdaniem zespołu autorskiego możliwości zastosowania symulacji numerycznej poza symulacją wirtualną tkwią przede wszystkim w efektywnym wykorzystaniu czasu pozasłużbowego oraz czasu służbowego w swej istocie przeznaczonego na samokształcenie. Na potrzeby procesu badawczego zespół badawczy zbudował koncepcję wykorzystania czasu przeznaczonego na samokształcenie poprzez uczestnictwo w systemie kursów kształcenia zdalnego realizowanego poprzez INTERNET. Przykład bloku kursowego przedstawia rys. 3.20.

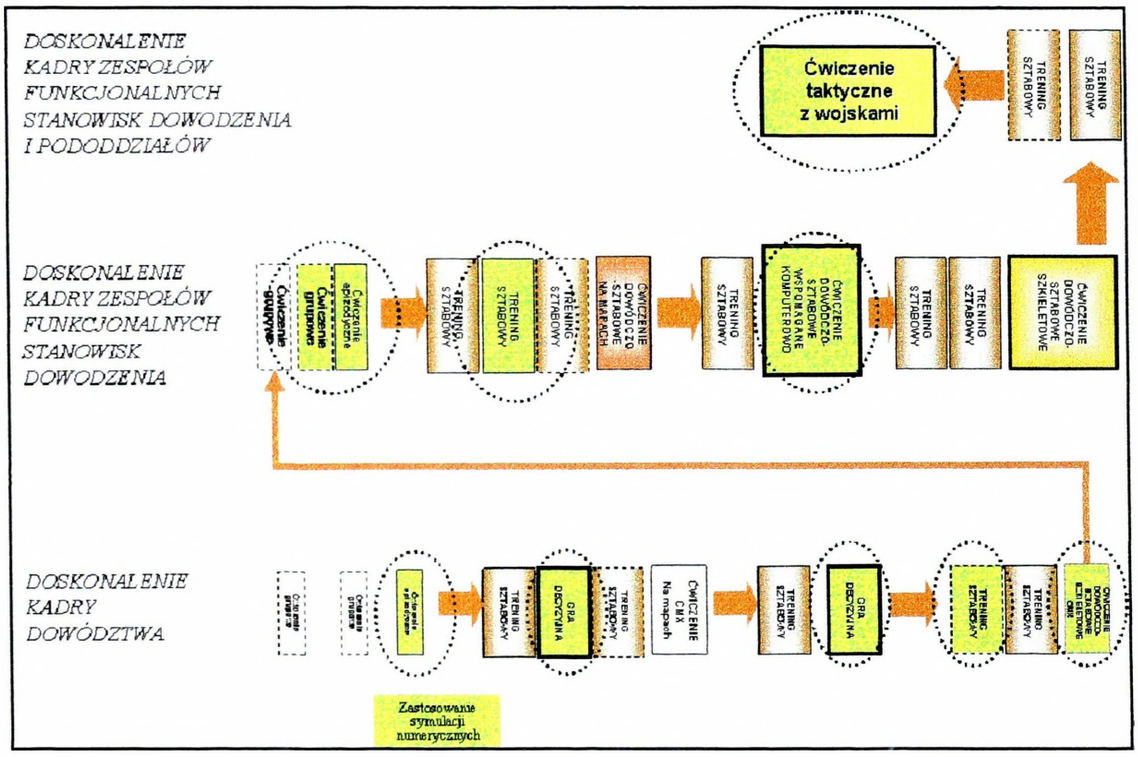



**Rys. 3.20. Struktura bloku kursowego zdalnego kursu doskonalącego (wariant)**

*Źródło: opracowanie własne*

Struktura zdalnego kursu doskonalącego uwarunkowana jest w tym ujęciu miejscem w cyklu kursów, przeznaczeniem, stopniem zaawansowania zastosowanych aplikacji i pakietów treści dydaktycznych, ośrodkiem dydaktycznym występującym w roli mentora (podmiotu wiodącego-konsultanta). Ilość kursów oraz ich przeznaczenie i zakres powinno być dostosowane do potrzeb i możliwości odbiorców systemu tj.

kadr dowódczo-sztabowych wszystkich szczebli dowodzenia. Zakres tematyczny kursu wynikając bezpośrednio z aktualnych potrzeb wojsk lądowych skierowany zostaje na uzupełnianie wiedzy uzyskanej w trakcie studiów i kursów, pogłębianie umiejętności wykorzystywania narzędzi informatycznych, doskonalenie zdolności personalnych w ocenie sytuacji i podejmowania decyzji, uświadamiania zagrożeń i dysfunkcji wynikających z braku informacji o otoczeniu, itp. System kursowy kształcenia zdalnego powinien być wkomponowany w obecnie funkcjonujący system kształcenia profesjonalnego kadr jako system pomocniczy przygotowujący kadry do odbycia studiów, kursów, szkoleń w jednolitym systemie kształcenia i doskonalenia kadr. Kierowanie kursem odbywało by się w sposób scentralizowany w jednym z ośrodków dydaktycznych realizującym zadania kształcenia kadr na potrzeby SZ RP.




**Rys. 3.21. Struktura cyklu doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego (wariant)**

*Źródło: opracowanie własne*

W strukturze systemu doskonalenia dowództw szczebla taktycznego wojsk lądowych najważniejsze miejsca zajmuje cykliczność i częstotliwość ćwiczeń wojskowych oraz zasadniczy program ćwiczeń danego szczebla dowodzenia. Przygotowanie dowództwa do realizacji zadań zgodnie z jego przeznaczeniem jest procesem cyklicznym tj. realizowanym okresami w przedziale czasu. Długość okresu uzależniana jest od szczebla dowodzenia co nie zawsze jest właściwym kryterium różnicującym. Re-

alizacja funkcji dowódczych (kierowania) dowództwa szczebla taktycznego i kompetencyjny zakres odpowiedzialności dowódcy implikują do postrzegania procesu doskonalenia dowództwa w trzech zasadniczych obszarach: doskonalenia kadry dowództwa, doskonalenia kadry zespołów funkcjonalnych stanowiska dowodzenia, doskonalenia kadry zespołów funkcjonalnych stanowiska dowodzenia i stanowisk dowodzenia podległych elementów ugrupowania bojowego i współdziałających pododdziałów i sił (rys. 3.21.). Każdy z tych obszarów realizuje funkcje koincydentne zróżnicowane w aspekcie celu. Symulacje numeryczne stosowane w doskonaleniu dowództwa stanowią podstawę prowadzenia wybranych ćwiczeń dowódczo-sztabowych wspomaganych komputerowo, gier i ćwiczeń decyzyjnych, ćwiczeń epizodycznych, treningów sztabowych. Będą też stanowić element urealnienia ćwiczeń z wojskami, poprzez zastosowanie symulacji rzeczywistej, wirtualnej i strukturalnej.

## *WNIOSKI:*

1. Cele operacyjne procesu doskonalenia dowództw - wszechstronne przygotowanie, w tym zgranie obsad etatowych organów dowodzenia do realizacji zadań zgodnie z przeznaczeniem osiągane są poprzez przedsięwzięcia dydaktyczne w których symulacje numeryczne powinny znaleźć miejsce.
2. Symulacje numeryczne w aspekcie treści kształcenia obejmują dwa zasadnicze obszary: wiedzę specjalistyczną oraz nawyki i umiejętności specjalistyczne.
3. W doskonaleniu dowództw szczególnie istotne są symulacje strukturalne a dopiero później wirtualne jako przekaźnik treści kształcenia.
4. Wyodrębnienie elementów infrastruktury dydaktycznej tworzonych przez lub na potrzeby środowiska teleinformatycznego wskazuje na konieczność rozwoju tego typu środków dydaktycznych na wszystkich poziomach dowodzenia w tym także poziomie dowodzenia taktycznego.
5. Poszczególne formy przedsięwzięć dydaktycznych mogą uwzględniać różny stopień zastosowania symulacji numerycznych w procesie doskonalenia dowództwa. Szczególnie w złożonych formach dydaktycznych przy zastosowaniu zróżnicowanych metod należy stosować symulacje numeryczne. Ćwiczenia wojskowe angażując szereg

szczebli dowodzenia w sposób kompleksowy i zintegrowany powinny uwzględniać możliwości aplikacji i systemów symulacji numerycznej.

6. Uatrakcyjnienie procesu kształcenia, rozszerzenie procesu na płaszczyznę samokształcenia, doskonalenia indywidualnego możliwe jest poprzez zastosowanie symulacji numerycznych w procesie doskonalenia dowództwa w grupie metod asymilacji wiedzy i metod samodzielnego dochodzenia do wiedzy.

7. Rozwój technologii informatycznych jako obszaru możliwości wykorzystania symulacji numerycznej wzrasta a dzięki koncepcji kształcenia zdalnego zanika bariera dostępności.

# ZAKOŃCZENIE

Zasadniczym celem prac badawczych była implementacja metod symulacji numerycznych do procesu przygotowania i doskonalenia dowództwa oraz opracowanie koncepcji doskonalenia dowództwa brygady z wykorzystaniem symulacji numerycznych.

Przeprowadzone badania umożliwiły rozwiązanie problemu badawczego na poziomie adekwatnym do rzeczywistości. Stosując procedurę badawczą, potwierdzono hipotezy robocze i osiągnięto cel badań.

Obszar badań obejmował opracowania z zakresu modelowania zjawisk i procesów, dydaktyki i andragogiki, dydaktyki wojskowej a także materiały z ćwiczeń.

Przedstawione wyniki są w przeważającej części oparte na badaniach empirycznych a zwłaszcza modelowaniu procesu dydaktycznego. Badania teoretyczne stanowiły czynności pomocnicze i wstępne zmierzające do ustalenia podstaw teoretycznych problemu badawczego.

Badanie problematyki doskonalenia dowództwa możliwe było dzięki osobistemu udziałowi zespołu badawczego w ćwiczeniach prowadzonych w Akademii Obrony Narodowej, ćwiczeniach z wojskami pk. „*ANAKONDA 06*"z 11 DKPanc, ćwiczeniu wojskami pk. "*DRAGON 07*" z 12 DZ, ćwiczeniu dowódczo-sztabowym pk. "*GRANICA-06*" z 1DZ. Wyciągnięte wnioski były przedmiotem konsultacji, dyskusji naukowej, wymiany poglądów w trakcie warsztatów szkoleniowych pk. "*OPERATOR 06*" i „*OPERATOR 07*".

Przeprowadzone badania teoretyczne i empiryczne problemu doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego wojsk lądowych, pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- Modelowanie jest skomplikowaną metodą badawczą, której zastosowanie w naukach wojskowych jest wskazane i efektywne.
- Wyodrębniony z systemu szkolenia wojskowego podsystem doskonalenia dowództw jest wielopłaszczyznowy poprzez kształcenie indywidualne oficerów, podoficerów stanowiących obsadę personalną dowództwa oraz zespołowe doskonalenie i zgrywanie sekcji, zespołów, pionów dowództwa i centrów, zespołów i sekcji funkcjonalnych stanowisk dowodzenia.
- W kształceniu i doskonaleniu dowództwa szczebla taktycznego wojsk lądowych w zależności od rozpatrywanej płaszczyzny funkcjonują zróżnicowane elementy procesu dydaktycznego.

- Interakcje w jakich pozostają elementy systemu doskonalenia dowództw zależą od funkcji realizowanych przez podmioty procesu. Każdy z podmiotów pełni jedną z dwóch funkcji – kieruje procesem lub uczestniczy w procesie.
- System doskonalenia dowództw powinien być realizowany w dwóch obszarach – służbowym i pozasłużbowym.
- Symulacje numeryczne w procesie kształcenia i doskonalenia dowództwa można rozpatrywać jako: narzędzie wspomagające, technikę edukacji medialnej, metodę i technikę badawczą realizowaną na potrzeby procesu dydaktycznego.
- Zastosowanie rozwiązań organizacyjnych i technicznych dostępu do aplikacji wspomagających proces kształcenia i doskonalenia, wdrażanie nowych technologii kształcenia specjalistycznego zgodnego ze strategią rozwoju wojsk lądowych stanowi element koncepcji kształcenia ustawicznego implementowanego do systemu szkolenia wojskowego.
- Elementy systemu kształcenia i doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego, rozpatrywane jako proces, w zadanym horyzoncie czasowym, umożliwiają modelowanie przy wykorzystaniu numerycznych narzędzi wspomagających.

Koniecznym wydają się dalsze, szczegółowe badania w tym zakresie – szczególnie w aspekcie tworzenia koncepcji wykorzystania aplikacji i systemów wspomagających proces kształcenia profesjonalnego i doskonalenia dowództw wojsk lądowych .

141

# BIBLIOGRAFIA


1. Białynicki – Birula I, Białynicka – Birula I, *Modelowanie rzeczywistości. Od gry w życie Conwaya przez żuka Mandelbrota do maszyny Turinga*, Wydawnictwo Prószyński i S-ka, Warszawa 2002
2. Bieniok H. (kier. zesp.), *Metody sprawnego zarządzania, Planowanie, Organizowanie, Motywowanie, Kontrola*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 1999
3. Bień J., *Koncepcja słownikowej informacji morfologicznej i jej komputerowej weryfikacji*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1991
4. Bogusz J., *Dydaktyka wojskowa*, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 1983
5. Brodziński T., Wenta K. (red),*Techniki multimedialne w technice, edukacji ekologicznej i kształceniu zawodowym*, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 1998
6. Bronsztejn I. N., Siemienidiajew K. A., *Matematyka*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2004
7. Bubnicki Z. *Teoria a algorytmy sterowania*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2005
8. Chung A. C., *Simulation modeling handbook. A practical approach*, CRC PRESS, London 2004
9. Chyliński A., *Metoda Monte Carlo w bankowości*, Wydawnictwo TWIGGER S.A., Warszawa 1999
10. Czajka M., *Matlab*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2005
11. *Doktryna Szkolenia Sił Zbrojnych RP, DD/7*, SG WP, Warszawa 2006
12. Dunaj B. (red.), *Nowy słownik języka polskiego*, Wydawnictwo Wilga, Warszawa 2005
13. *Encyklopedia pedagogiczna XXI wieku*, t. II, Wydawnictwo Akademickie „Żak", Warszawa 2003
14. Findeisen W., *Wielopoziomowe układy sterowania*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1974
15. Gajda J., *Prognozowanie i symulacja a decyzje gospodarcze*, C.H. Beck, Warszawa 2001
16. Gomółka Z., *Elementy ogólnej teorii systemów*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 1999
17. Halik J., *System szkolenia wojsk lądowych sił zbrojnych RP w czasie pokoju cz. I, II, III*, AON, Warszawa 2002
18. Hamer H., *Klucz do efektywności nauczania. Poradnik dla nauczycieli*, Biblioteka Wychowawcy, Wydawnictwo Veda, Ministerstwo Edukacji Narodowej, Warszawa 1994
19. Heermann D., W., *Podstawy symulacji komputerowych w fizyce*, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1997
20. Horyń W., Maciejewski J. (red.), *Nauczyciel andragog u progu XXI wieku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2002
21. Ignasiak R., *Badania operacyjne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001
22. *Instrukcja o planowaniu i rozliczaniu działalności bieżącej w siłach zbrojnych RP*, Szt. Gen. WP, Warszawa 2004
23. Jeruszka U. (red), *Efektywność kształcenia zawodowego. Kształcenie zawodowe*

142

*a rynek pracy*, Instytut Pracy i Spraw Socjalnych, Warszawa 2000
24. Juncewicz A., *Szkolenie operacyjno-taktyczne dowództwa brygady Sił Zbrojnych RP (rozprawa doktorska)*, AON, Warszawa 2002
25. Kiełtyka L., *Komunikacja w zarządzaniu, techniki, narzędzia i formy przekazu informacji*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 2002
26. Kieżun W., *Sprawne zarządzanie organizacją*, Wydawnictwo SGH, Warszawa 1998
27. Kinasiewicz M., *Modelowanie procesów walki informacyjnej: model „Cyberwar"*, AON, Warszawa 2006
28. Kopaliński W., *Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych*, Wydanie XVII rozszerzone, Wydawnictwo Wiedza Powszechna, Warszawa 1989
29. Koronacki J., Mielniczuk J., *Statystyka*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004
30. Kotarbiński T., *Sprawność i błąd*, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1957
31. Krakowski K., *Działalność kontrolna i rozliczeniowo – zadaniowa na szczeblu pododdziału wojsk lądowych SZ RP*, AON, Warszawa 2004
32. Krakowski K., Redziak Z., *Metodyka przygotowania i prowadzenia ćwiczenia taktycznego z wojskami*, AON, Warszawa 2005
33. Kręcikij J., *Wybrane problemy kierowania zgrupowaniami wielonarodowych sił połączonych*, AON, Warszawa 2003
34. Kukiełka L., *Podstawy badań inżynierskich*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002
35. *Leksykon Wiedzy Wojskowej*, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 1979
36. Lisiecki M, *Zmiany jako czynnik rozwoju organizacji*, Studia i materiały Instytutu Zarządzania i Marketingu Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego, Wydawnictwo KUL, Lublin 2003
37. Łapińska – Sobczak N., *Opisowe modele ekonometryczne, elementy teorii, przykłady i zadania*, Wydanie VII, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2001
38. *Mała encyklopedia logiki*, Wydawnictwo Zakładu Narodowego im. Ossolińskich, Warszawa, Wrocław, Kraków 1970
39. Majewski T., *Kierownik – dowódca w organizacji. Zadania, czynności, umiejętności*, AON, Warszawa 2003
40. Mańczak K., *Technika planowania eksperymentu*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1976
41. Michniak J., *Dowodzenie i łączność*, AON, Warszawa 2005
42. Matlab, The Language of Technical Computing, The MathsWorks, Inc, Natick 2005
43. Mrozek B, Mrozek Z., *Matlab i Simulink. Poradnik użytkownika*, Wydawnictwo Hellion, Gliwice 2004
44. Lengrand P., *Obszary permanentnej edukacji (Areas of Learning Basic to Lifelong Education)*, Wydawnictwo Towarzystwa Wolnej Wszechnicy Polskiej, Warszawa 1995
45. Ogonowska A., *Edukacja medialna, klucz do rozumienia społecznej rzeczywistości*, Wydawnictwo Towarzystwa Naukowego Societas Vistulana, Kraków 2003
46. Okoń W., *Nowy słownik pedagogiczny*, Wydawnictwo „Żak", Warszawa 1996
47. Okoń W., Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej, Wydawnictwo Akademickie „Żak", Warszawa 1998
48. *Organizacja szkolenia dowództw i sztabów w Siłach Zbrojnych RP (DD/7.1)*, Szt. Gen. WP, Warszawa 2004

145

49. Orłowski H., Hawryluk J., *Modelowanie cyfrowe*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1971

50. Pomykało W. (red.),*Encyklopedia pedagogiczna*, Wydawnictwo Fundacji „Innowacja", Warszawa 1993
51. *Program indywidualnej oceny dowódcy w ramach działalności kontrolnej w resorcie Obrony Narodowej*, Wydawnictwo Departamentu Kontroli MON, Dep. Kontr. 13/2002
52. *Program oceny jednostek resortu obrony narodowej*, Wydawnictwo Departamentu Kontroli MON, Dep.Kontr.14/2005, Dep.Kontr.15/2005, Dep.Kontr.16/2005, Dep.Kontr.17/2005
53. *Program prac dotyczący przyszłych celów systemów edukacji*, Ministerstwo Edukacji Narodowej i Sportu, Warszawa 2003
54. *Program Szkolenia Żołnierzy Zasadniczej Służby Wojskowej Pododdziałów Wojsk Pancernych i Zmechanizowanych*, Warszawa 2005, DWLąd
55. *Program Szkolenia Pododdziałów Zawodowych Wojsk Pancernych i Zmechanizowanych*, Warszawa 2005, DWLąd
56. Ratajczak M., Wieleba R., Wocial J., *Symulacyjny model walki na szczeblu taktycznym: synteza koncepcji symulacyjnego modelu walki*, AON, Warszawa 2002
57. Robins S. R., *Zarządzanie w organizacji*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1998
58. *Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 03 grudnia 2002 roku w sprawie tworzenia gminnego zespołu reagowania kryzysowego, powiatowego i wojewódzkiego zespołu reagowania kryzysowego oraz Rządowego Zespołu Koordynacji Kryzysowej i ich funkcjonowania*, Dz. U. nr 215, poz. 1818
59. Siemieniecki B., *Technologia informacyjna w polskiej edukacji*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2002
60. Sienkiewicz P., *Analiza systemowa, podstawy i zastosowania*, Wydawnictwo Bellona, Warszawa 1994
61. *Simulink. Simulation and Model-Based Design*, The MathsWorks, Inc, Natick 2005
62. *Słownik języka polskiego*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1992
63. Solarz J. K., *Narodowe style zarządzania. Mity i fakty?*, Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Gdańsk-Łódź 1984
64. Söderström T., Stoica P., *Identyfikacja systemów*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1997
65. Spustek H., *Wybrane zagadnienia badań operacyjnych i modelowania liniowego*, AON, Warszawa 2002
66. Spustek H, *Przewaga w walce i operacji*, Rozprawa habilitacyjna, AON 2003
67. Spustek H., Krakowski K., *Modele symulacyjne w zastosowaniach wojskowych*, Zeszyty Naukowe AON, Warszawa 2004, cz I, II, III
68. Spustek H., Strzoda M., Krakowski K., *Simulation and distance learning 2005, Simulation Methods Applied to Suport Decision Process*, Brno 2005
69. Stępień R. (red.), *Kształtowanie umiejętności dowódczych i sztabowych słuchaczy wyższych uczelni wojskowych* pk. „PEDAGOGIKA – 5", AON, Warszawa 1995
70. Strzoda M., Prusiński N., *System dowodzenia, terminologia, cz. I*, AON, Warszawa 2001
71. Strzoda M. (red.), *Wybrane terminy z zakresu dowodzenia i zarządzania*, AON, Warszawa 2002
72. Szczepaniak C., *Podstawy modelowania systemu*, Państwowe Wydawnictwo

144

Naukowe, Warszawa 1999
73. *Symbolic Math Toolbox*, The MathsWorks, Inc, Natick 2005
74. Szewczyk A., Wojarnik G., *Diagnozowanie systemów informacyjnych w teorii i praktyce*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2001
75. Sztucki T., *Encyklopedia marketingu*, Wydawnictwo Placet, Warszawa 1998
76. Szulc B. (kier. zespołu), *Metodyka przygotowania i prowadzenia ćwiczeń taktycznych i operacyjnych w wojskach lądowych*, AON, Warszawa 1993
77. Szücs E., *Modelowanie matematyczne w fizyce i technice*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1977
78. Tao Pang, *Metody obliczeniowe w fizyce. Fizyka i komputery*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2001
79. Trzaskalik T., *Modelowanie optymalizacyjne*, Wydawnictwo Absolwent, Łódź 2000
80. *Ustawa o służbie wojskowej żołnierzy zawodowych z dnia 11 września 2003 roku*, Dz. U nr 179, poz. 1750
81. *Ustawa z dnia 05 czerwca 1998 roku o samorządzie województwa*, Dz. U. nr 91, poz. 576
82. *Ustawa z dnia 05 czerwca 1998 roku o samorządzie powiatu*, Dz. U. nr 91, poz. 578
83. *Ustawa z dnia 08 czerwca 1990 roku o samorządzie gminnym*, Dz. U. nr 16, poz. 95
84. Wieleba R., Wocial J., Pietrzak G., *Modele eksperymentów symulacyjnych z zastosowaniem systemu „Złocień": metodyka opracowania eksperymentu symulacyjnego*, AON, Warszawa 2004
85. Wieleba R., Kaliński K., Boryn P., *Modele eksperymentów symulacyjnych z zastosowaniem JTLS*, AON, Warszawa 2005
86. Wieleba R., Wocial J., *Symulacyjny model walki na szczeblu taktycznym. Użytkowanie symulacyjnych systemów walki pk. Modelowanie 2*, AON, Warszawa 2003
87. Wołejszo J., Dela P., *Wsparcie komputerowe ćwiczeń wojskowych*, AON, Warszawa 2003
88. Wołejszo J. (kier.), *System szkolenia wojsk lądowych*, AON, Warszawa 2005
89. Wołejszo J., *Modyfikacja struktur organizacyjnych dowództw szczebla taktycznego Wojsk Lądowych Sił Zbrojnych RP*, Rozprawa habilitacyjna, Zeszyty Naukowe AON, Warszawa 2004
90. Wołejszo J., *Wybrane aspekty doskonalenia ośrodków decyzyjnych*, AON, Warszawa 2003
91. Wojnarowski J., *Zarządzanie systemem mobilizacyjnym Sił Zbrojnych RP*, AON, Warszawa 2004
92. Zalewski A., Cegieła R., *Matlab. Obliczenia numeryczne i ich zastosowania*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 2003
93. Zeigler B.P., *Teoria modelowania i symulacji*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1984
94. Zieleniewski J., *Organizacja i zarządzanie*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1981
95. Żegnałek K., *Dydaktyka edukacji obronnej*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2003

145

Załącznik 1

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH

INSTYTUT ZARZĄDZANIA I DOWODZENIA

# KWESTIONARIUSZ ANKIETY

*INFO - SZKOL*

# WYMAGANIA I POTRZEBY SYMULACJI NUMERYCZNYCH W DOSKONALENIU DOWÓDZTWA SZCZEBLA TAKTYCZNEGO

W związku z badaniami prowadzonymi w Akademii Obrony Narodowej nt. *„Modelowanie i symulacja w procesie doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego wojsk lądowych SZ RP"* zwracam się do Pana/Pani z prośbą o udzielenie odpowiedzi i przytoczenie osobistych refleksji, poglądów i spostrzeżeń dotyczących problemów wykazanych w kolejnych pytaniach. Ankieta jest anonimowa a wszelkie sugestie i osobiste wypowiedzi będą wykorzystane tylko i wyłącznie do celów badawczych.

Z poważaniem

Ppłk dr inż. Krakowski Krzysztof

Mjr mgr inż. Frącik Krystian

WARSZAWA 2007 r.

Z uwagi na szeroką problematykę ankiety i w celu uniknięcia wieloznaczności i niekonsekwencji chciałbym wyjaśnić kilka zasadniczych pojęć, do których będę się odwoływał w dalszej części ankiety:

***Modelem*** *nazywamy zbiór elementów rzeczywistości, przyjętych jako istotne dla danego zagadnienia, oraz reguł, które nimi rządzą.*

***Model systemu*** *jest wzorcem metodologicznym, paradygmatem spełniającym następujące funkcje:*

- *ustalenia rozmiaru, w jakim działanie systemu jest sterowane*
- *z odpowiednią teorią daje podstawę do skorygowania wyników osiąganych za pomocą różnych technik,*
- *ujawnia, jakiego rodzaju wiedza jest potrzebna w celu dostosowania do niego uzyskanych wyników.*

***Symulacja*** *to sztuczne odtwarzanie właściwości jakiegoś zjawiska występującego w naturze.*

***Symulacje numeryczne*** *są narzędziem analitycznym, które ułatwia proces poznania i zrozumienia złożonych zjawisk przyrodniczych, technicznych, matematyczno-fizycznych i społecznych. Zasadniczym celem symulacji jest zebranie danych o zachowaniu się modelu systemu za pomocą narządzi numerycznych (komputerów i oprogramowania).*

***System szkolenia sił zbrojnych*** *stanowi celowo i dynamicznie działający układ elementów obejmujących podmioty szkolenia, cele, treści, formy i metody szkolenia, bazę szkoleniową itp., ściśle ze sobą powiązanych i wzajemnie na siebie oddziaływujących, zapewniający przygotowanie kadry, dowództw i wojsk oraz rezerw osobowych do realizacji zadań stojących przed siłami zbrojnymi.*

***System kształcenia*** *jest to ukierunkowany przez społecznie wyznaczone cele, dynamicznie działający zespół elementów, obejmujący nauczycieli, uczniów, treści kształcenia i społeczno-materialne środowisko oraz wzajemne związki między tymi elementami.*

***Doskonalenie*** *jest procesem podwyższania kwalifikacji (kompetencji zawodowych) za pośrednictwem różnych form kształcenia i samokształcenia w związku z tym, że zdobyte wykształcenie zawodowe dewaluuje się wraz ze zmianami zachodzącymi w otoczeniu jak i tym, że zmianie podlegają oczekiwania i wymagania pracy zawodowej.*

*W oparciu o swoją wiedzę, umiejętności i doświadczenie Proszę o udzielenie odpowiedzi na poniższe pytania. Pytania poprzedzone będą metryczką, której rzetelne wypełnienie pozwoli na uzyskanie danych niezbędnych do oszacowania wartości parametrów budowanego modelu systemu doskonalenia dowództwa. Wszelkie dane osobowe pozostają anonimowe a ich interpretacja uzasadniona jest analizą statystyczną.*

## ***METRYCZKA***

**1. Jaki stopień wojskowy Pan/Pani posiada?**

*(proszę wpisać nazwę stopnia)*

.....

**2. Jaką posiada Pan/Pani wysługę lat?**

*(proszę podkreślić)*

a) 0 lat;
b) 1-3 lata;
c) 4-6 lat;
d) 7-10 lat;
e) 10-15 lat;
f) 15 lat i więcej.

**3. Jaką specjalność wojskową Pan/Pani reprezentuje?**

*(proszę podkreślić)*

a) Ogólnowojskowa;
b) Inżynieryjna;
c) Rakietowa i Artylerii;
d) Łączności i Informatyki;
e) Logistyczna;
f) Rozpoznanie;
g) Obrona Przed Broną Masowego Rażenia;
h) Obrona Przeciwlotnicza.

4. **Jakie ma Pan/Pani wykształcenie?**

*(proszę podkreślić wszystkie kursy i studia jakie Pan/Pani ukończył/a)*

a) Średnie;
b) Policealne;
c) Wyższe I stopnia;
d) Wyższe II stopnia;
e) Studia podyplomowe poza AON;.
f) Studia podyplomowe w AON;
g) Kursy specjalistyczne w ośrodkach NATO (proszę wpisać jakie) ……
h) Kursy inne (proszę wpisać jakie) ……

5. **Jakie stanowisko służbowe Pan/Pani zajmuje, zajmował/a w okresie poprzedzającym studia w AON ?**

*(proszę wpisać nazwę stanowiska)*

……

6. **Czy używa pan w pracy komputera, a jeżeli *tak* to w przybliżeniu w jakim dziennym wymiarze czasowym?**

*(Proszę zaznaczyć i wpisać)*

☐ ***tak*** ☐ ***nie***

Korzystam z komputera ok. ☐ godzin dziennie.

7. **Z jakich programów użytkowych/pakietów aplikacji korzysta Pan/ Pani w pracy ?**

*(Proszę zaznaczyć lub wpisać )*

a) Poczta elektroniczna Exchange, Microsoft Outlook;
b) Pakiet aplikacji biurowych Microsoft – WORD, EXCEL, ACCESS, POWERPOINT, MS PROJECT;
c) ZOL;
d) DDM 90000;
e) KARMIN – KADRY;
f) EWIDENT P;
g) GBIM,
h) LOGIS-E, LOGIS-KOL, LOGIS-ZŚB, LOGIS-ZSMM, LOGIS-ZSMP;
i) PGO -2000 lub wersje nowsze;
j) SPIRALA –MU/IS/K;
k) SZYK;
l) MSI ŚREDNIA;
m) Inne ……

8. **Z jakich programów/pakietów aplikacji Pan/Pani korzysta w czasie wolnym/pozasłużbowym?**

*(Proszę zaznaczyć lub wpisać )*

a) *Poczta elektroniczna* - Exchange, Microsoft Outlook, The Bat lub inna;
b) *Pakiet aplikacji biurowych* Microsoft – WORD, EXCEL, ACCESS, POWERPOINT, PROJECT;
c) *Programy edukacyjne* – (proszę wpisać jakie ) …… ……;
d) *Gry*;
e) *Programy użytkowe* (proszę wpisać jakie ) …… …… ……;;
f) Internet;
g) Inne : …… ……

9. **Czy posiada Pan/Pani dostęp do Internetu?**

*(Proszę zaznaczyć właściwą odpowiedź )*

a) Stałe łącze przez lokalną sieć komputerową;
b) Neostradę;
c) Netbox;
d) Modem telefoniczny ;
e) Nie posiadam;
f) Inny: ……

**10. Czy brał Pan/Pani udział w ćwiczeniach wspomaganych komputerowo?**

*(Proszę zaznaczyć i uzupełnić )* Kto był głównym ćwiczącym? Jakie stanowisko pan/pani zajmował/a?

a) Ćwiczenie w CSiKGW przy AON;
……
……

b) Ćwiczenie w sojusznicze;
……
……

c) Ćwiczenie międzynarodowe;
……
……

d) Nie brałem.

**11. Z jakimi systemami symulacyjnymi /aplikacjami numerycznymi zetknął/a się Pan/Pani w szkoleniu dowództw ?**

*(Proszę zaznaczyć właściwą odpowiedź )*

a) JTLS;
b) JCATS;
c) ZŁOCIEŃ;
d) JANUS;
e) TACTICAL SIMULATION (TACSIM);
f) WARSIM 2000;
g) OneSAF;
h) INNY
……

## ANKIETA:

1. **Które, Pana/Pani zdaniem cele procesu kształcenia są najważniejsze w czasie przygotowywania się do objęcia nowego stanowiska służbowego?**

*(Proszę zaznaczyć wybraną jedną odpowiedź)*

a) *Cele indywidualne* związane z osiągnięciem sukcesu zawodowego, zdobycie kwalifikacji odpowiadających zdolnościom, zainteresowaniom, zamiłowaniem;
b) *Cele społeczne* (systemowe) dotyczące przygotowania oficera do funkcjonowania w ramach dowództwa;
c) *Cele społeczne powiązane z przygotowaniem dowództwa* do osiągnięcia i utrzymywania zdolności bojowej do realizacji zadań;
d) *Cele poznawcze, kształcące i wychowawcze* odnoszące się do wyposażenia podmiotu w wiedzę, umiejętności, nawyki, kształtowania jego sprawności umysłowej i fizycznej oraz kształtowanie jego osobowości.

2. **Które, Pana zdaniem, cele kształcenia są najistotniejsze w procesie doskonalenia dowództw?**

*(Proszę przypisać wartości w skali: 3 (najważniejsze), 2 (ważne), 1 (mało ważne), 0 (nieważne) każdej z odpowiedzi)*

☐ – Wiadomości ogólne i zawodowe - specjalistyczne;
☐ – Rozumienie odbieranych bodźców, wiadomości i ich przedstawianie;
☐ – Zastosowanie wiadomości do wykonania określonych czynności praktycznych;
☐ – Analiza i synteza materiału informacyjnego i kreowanie nowych treści;
☐ – Kryteria i ocena wartości treści informacji;
☐ – Wartościowanie treści kształcenia i jej systematyzacja jako jednostki ogólnego systemu wartości;
☐ – Automatyzacja działań zmierzająca do skrócenia czasu reakcji na zaistniały problem informacyjno – decyzyjny; czynności wyćwiczone;
☐ – Kierowanie i umiejętność bycia kierowanym;
☐ – Zastosowanie wiadomości i umiejętności w sytuacjach problemowych.

3. **Jakie, Pana/Pani zdaniem treści kształcenia są szczególnie ważne w procesie doskonalenia kadry dowództwa brygady?**

*(Proszę przypisać wartości w skali: 3 (najważniejsze), 2 (ważne), 1 (mało ważne), 0 (nieważne) każdej z odpowiedzi)*

☐ – Wiadomości specjalistyczne, których nie uzyskano w trakcie kształcenia profesjonalnego w AON,WSO (SCH, PSZ) na kursach i studiach podyplomowych;
☐ – Umiejętności i nawyki praktyczne, które mają bezpośredni wpływ na realizację zadań a niezbędne w skutecznym działaniu na zajmowanym stanowisku służbowym;
☐ – Uogólnione doświadczenia indywidualne podmiotu kształcącego;
☐ – Wartości i systemy wartości w tym patriotyzm jako element treści każdego procesu kształcenia.

150

4. **Jakie środki i obiekty dydaktyczne uznał/a by Pan/Pani za szczególnie przydatne w procesie doskonalenia dowództwa szczebla taktycznego?**
*(Proszę przypisać wartości w skali od **10** (najważniejsze) do **1** (najmniej ważne) każdej z odpowiedzi)*

| ŚRODKI I OBIEKTY DYDAKTYCZNE | Wartość |
|---|---|
| 1. Obiekty sportowe (hale sportowe, baseny, boiska), | |
| 2. Biblioteki beletrystyczne i specjalistyczne (wojskowe), | |
| 3. Specjalistyczne gabinety metodyczne, | |
| 4. Sale tradycji, izby pamięci itp., | |
| 5. Sieci komputerowe w miejscu pracy, | |
| 6. Telewizja dydaktyczna, | |
| 7. Pracownie komputerowe wraz z sieciami lokalnymi, | |
| 8. Centra i systemy symulacji komputerowych, | |
| 9. Przygotowane stanowiska dowodzenia w MSD, w budynkach lub polowe, | |
| 10. Tory przeszkód i pozostałe specjalistyczne obiekty ćwiczeń w garnizonie i ośrodkach szkolenia poligonowego wojsk lądowych (pasy ćwiczeń taktycznych, ośrodki szkolenia OPL, rozpoznania, itp.), | |

5. **Które z form zajęć zdaniem Pana/Pani są ważne w doskonaleniu dowództw?**
*(Proszę przypisać jedną z wartości w skali: **3** (najważniejsze), **2** (ważne), **1** (mało ważne), **0** (nieważne) każdej z odpowiedzi)*

| | |
|---|---|
| **Zajęcia pracowniano – audytoryjne** (wykład, seminarium, konsultacja, warsztaty, instruktaże) | |
| **Zajęcia terenowe** (pokaz działania, rekonesanse) | |
| **Zajęcia na placach ćwiczeń taktycznych i ogniowych**, | |
| **Imprezy sportowo – obronne**, w tym imprezy integracyjne | |
| **Ćwiczenia taktyczne z wojskami** | |

| | |
|---|---|
| **ĆDSz szkieletowe** | |
| **ĆDSz wspomagane komputerowo** | |
| **ĆDSz na mapach** | |
| **Treningi sztabowe** | |
| **Ćwiczenia grupowe** | |
| **Ćwiczenia epizodyczne** | |

6. **Które z metod stosowane w doskonaleniu dowództw zdaniem Pana/Pani osiągną najlepsze efekty?**
*(Proszę przypisać wartości w skali od **10** (najważniejsze) do **1** (najmniej ważne) każdej z odpowiedz)*

| | |
|---|---|
| Wykład | |
| Instruktaż | |
| Pokaz przedmiotów i działania | |
| Rekonesans w terenie | |
| Ćwiczenia sensoryczne | |
| Ćwiczenia motoryczne | |

| | |
|---|---|
| Dyskusja dydaktyczna | |
| Metoda sytuacyjna | |
| Metoda przypadków | |
| Metoda gier decyzyjnych | |

7. *Celem funkcjonowania podsystemu kształcenia i doskonalenia dowództw jest ……*
**Który z wymienionych jest według Pana/Pani najważniejszy i do którego przykłada Pan/Pani największą wagę? Proszę uzupełnić powyższe zdanie!**
*(Proszę przypisać wartości w skali: **3** (najistotniejsze), **2** (istotne), **1** (mało ważne), **0** (nieważne) każdej z odpowiedzi)*

151

- Przygotowanie etatowych obsad dowództw wszystkich szczebli dowodzenia do realizacji misji i zadań w ramach całych SZ,
- Zgrania obsad operacyjnych stanowisk dowodzenia funkcjonujących w ramach Wojennego Systemu Dowodzenia (WSyD),
- Utrzymanie właściwego stopnia gotowości bojowej dowództw do płynnego przejścia na struktury (WSyD),
- Przygotowanie do wykonywania czynności osób funkcyjnych dowództw wynikających z zajmowanego stanowiska czasu „P" „K" i „W" (Pokoju, Kryzysu, Wojny),
- Doskonalenie kwalifikacji ogólnych i specjalistycznych kadr dowództw,
- Podtrzymywanie umiejętności praktycznych kadr dowództw.

**8. W której z wymienionych form organizacyjnych Pan/Pani bierze najczęściej udział w ramach doskonalenia dowództwa?**

*(Proszę przypisać wartości w skali od **10** (najczęściej) do **1** (rzadko) każdej z form)*

| FORMA | |
|---|---|
| Gry decyzyjne, treningi i ćwiczenia w ramach OWSGB, działania systemu reagowania kryzysowego gminnego, powiatowego, wojewódzkiego | |
| Ćwiczenia dowódczo – sztabowe: szkieletowe, wspomagane komputerowo, na mapach | |
| Treningi sztabowe | |
| Ćwiczenia epizodyczne | |
| Ćwiczenia grupowe | |
| Ćwiczenia z wojskami, w tym ćwiczenia ze strzelaniem i bez strzelania, ćwiczenia taktyczno – specjalne rodzajów wojsk, ćwiczenia reagowania kryzysowego z udziałem wojsk | |
| Treningi: techniczny, umiejętności praktycznych, proceduralny | |
| Samokształcenie | |
| Wykład | |
| Seminarium | |

**9. Treści kształcenia w ramach realizacji procesu doskonalenia spełniają określone funkcje? Która z wymienionych jest według Pana/Pani najważniejsza i do którego przykłada Pan/Pani największą wagę? Proszę uzupełnić powyższe zdanie!**

*(Proszę przypisać wartości w skali: **3** (najistotniejsze), **2** (istotne), **1** (mało ważne), **0** (nieważne) każdej z odpowiedzi)*

- Nauczanie i doskonalenie umiejętności indywidualnych i zespołowych w prowadzeniu działań taktycznych,
- Umiejętności przejścia ze struktur dowodzenia czasu P na struktury czasu K i W,
- Umiejętność organizowania działań samodzielnych i w strukturze przełożonego,
- Umiejętność organizowania współdziałania z TOAP (Terenowymi Organami Administracji Państwowej),
- Planowanie i organizowania działań w strukturach NATO i międzynarodowych,
- Planowanie i organizowanie działań w ramach narodowej operacji połączonej

**10. Czy w trakcie wykonywania zadań służbowych (w godzinach służbowych) stara się Pan/Pani podnosić swoje umiejętności i wiedzę indywidualnie w ramach samokształcenia lub dokształcania?**

*(proszę zaznaczyć na skali )*

Rzadko — Często — Zawsze w gdy mam czas

**Załącznik 2**

# WYNIKI Z BADAŃ ANKIETOWYCH

1. **TEAMAT BADAŃ**: Technologie informatyczne w procesie doskonalenia dowództw;
2. **METODY BADAWCZE:** ankietowanie;
3. **CEL BADAŃ:** Uzyskanie danych dotyczących wykorzystania środków informatycznych w pracy na stanowiskach funkcyjnych w dowództwie szczebla taktycznego oraz umiejscowienie elementów procesu doskonalenia dowództwa;
4. **CZAS BADAŃ:** Badania przeprowadzono w czerwcu i lipcu 2006 r. oraz październiku 2007 r.
5. **MIEJSCE BADAŃ:** Akademia Obrony Narodowej, 17 WBZ, 15 BZ.
6. **PROBLEMATYKA BADAŃ:** Patrz załącznik 1 – kwestionariusz ankiety;

**OPIS PRZEBIEGU BADAŃ:** Ankietowaniu poddano studentów studiów podyplomowych WWLąd (PSOT), uzupełniających studiów magisterskich WWLąd (USM) a także kadry dowództw brygad zmechanizowanych (15 Brygady Zmechanizowanej w Giżycku i 17 Wielkopolskiej Brygady Zmechanizowanej w Międzyrzeczu). Kwestionariusz ankiety zawierał pytania dotyczące: celów procesu kształcenia, treści kształcenia, stosowanych środków dydaktycznych i zasad kształcenia, struktury organizacyjnej czynności dydaktycznych, metod kształcenia i form najczęściej stosowanych w ramach doskonalenia dowództw. Uzyskane odpowiedzi po analizie statystycznej wykorzystano do opracowania wyników badań.

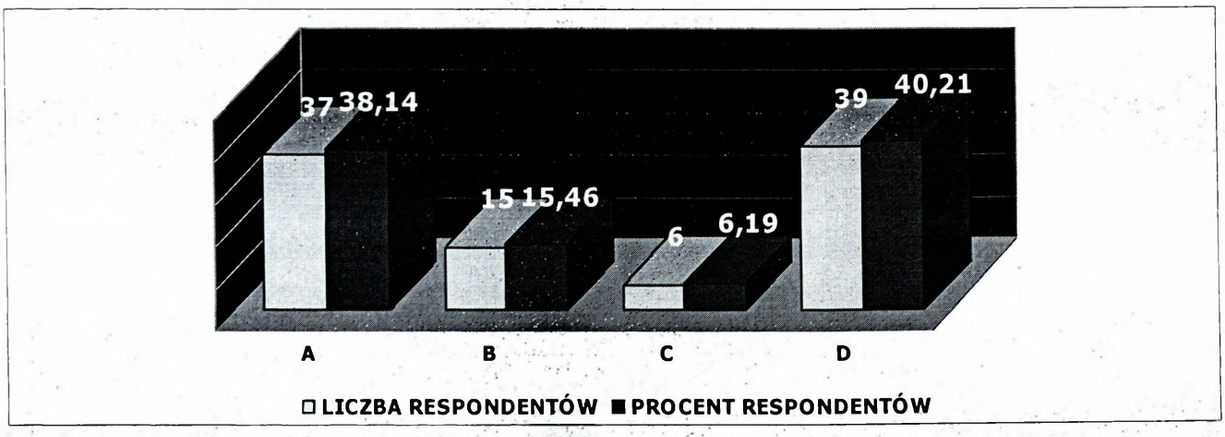
# ZESTAWIENIE WYNIKÓW BADAŃ ANKIETOWYCH

## 1. Opinia respondentów na temat celów procesu kształcenia ważnych w czasie przygotowywania się do objęcia nowego stanowiska służbowego

(Respondenci wybierali jedną z czterech odpowiedzi)

**Tabela 1**

| PYTANIE | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| A | 37 | 38,14 |
| B | 15 | 15,46 |
| C | 6 | 6,19 |
| D | 39 | 40,21 |
| Razem | 97 | 100,00 |




**Rys. 1** Wykres opinii respondentów

**Źródło**: Opracowanie własne

154

## 2. Opinia respondentów na temat ważności celów kształcenia w procesie doskonalenia dowództw.

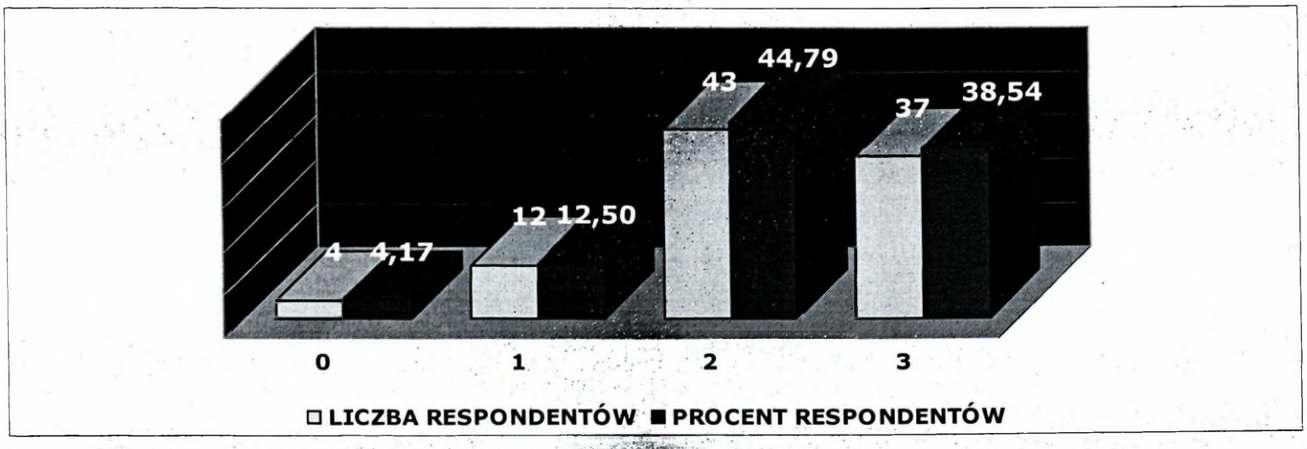
Stopień ważności: od **3** (najważniejsze) do **0** (nieważne)

*(Liczba respondentów w podpunktach jest różna, z powodu unikania odpowiedzi przez ankietowanych)*

**2.1.** Wiadomości ogólne i zawodowe – specjalistyczne.

**Tabela 2**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 4 | 4,17 |
| 1 | 12 | 12,50 |
| 2 | 43 | 44,79 |
| 3 | 37 | 38,54 |
| Razem | 96 | 100,00 |




**Rys. 2** Wykres opinii respondentów

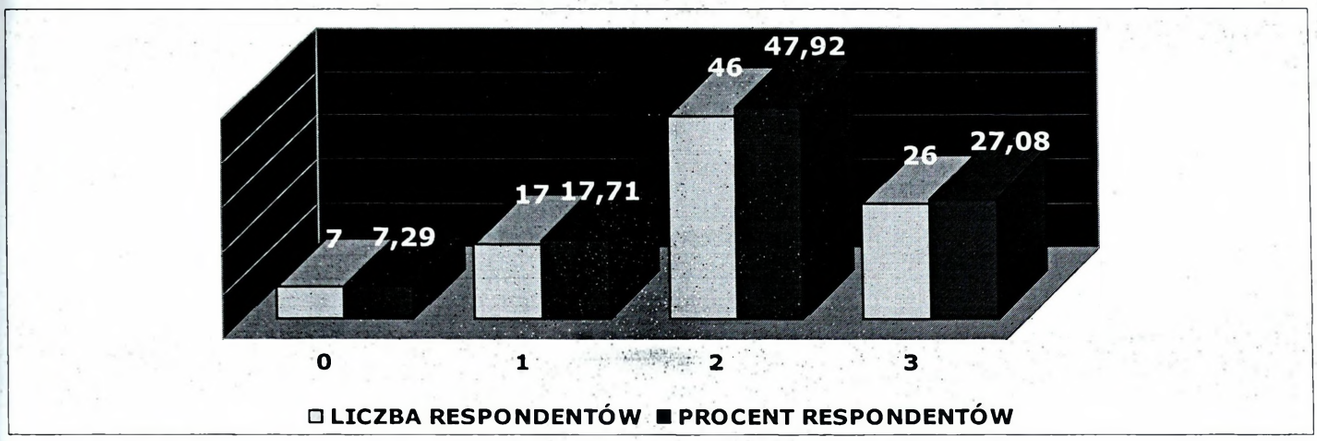
**Źródło:** Opracowanie własne

155

**2.2.** Rozumienie odbieranych bodźców, wiadomości i ich przedstawianie.

Tabela 3

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 7 | 7,29 |
| 1 | 17 | 17,71 |
| 2 | 46 | 47,92 |
| 3 | 26 | 27,08 |
| Razem | 96 | 100,00 |



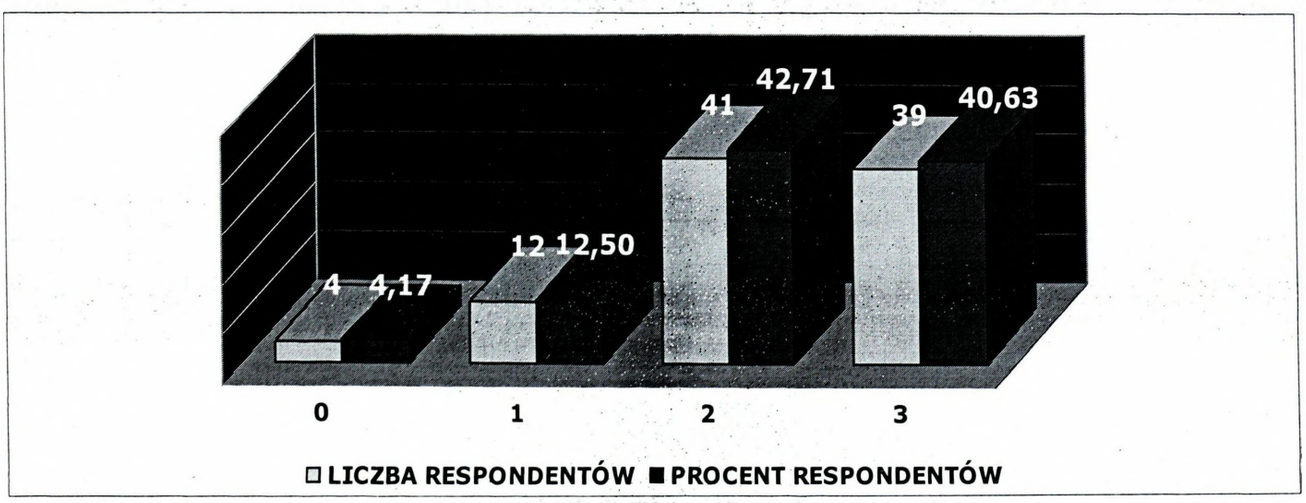

**Rys. 3** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**2.3.** Zastosowanie wiadomości do wykonania określonych czynności praktycznych.

Tabela 4

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 4 | 4,17 |
| 1 | 12 | 12,50 |
| 2 | 41 | 42,71 |
| 3 | 39 | 40,63 |
| Razem | 96 | 100,00 |




**Rys. 4** Wykres opinii respondentów

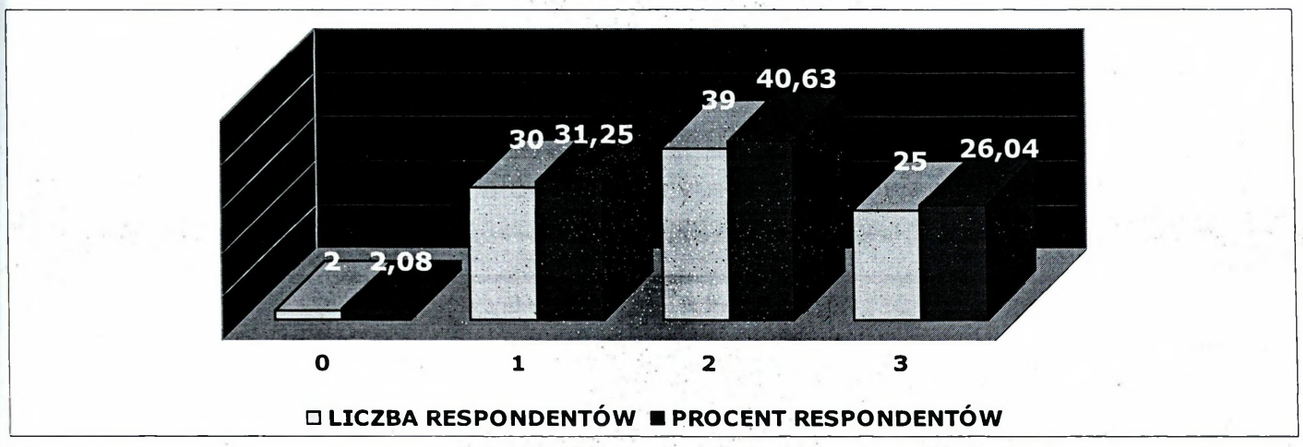
**Źródło:** Opracowanie własne

156

**2.4.** Analiza i synteza materiału informacyjnego i kreowanie nowych treści.

Tabela 5

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 2 | 2,08 |
| 1 | 30 | 31,25 |
| 2 | 39 | 40,63 |
| 3 | 25 | 26,04 |
| Razem | 96 | 100,00 |



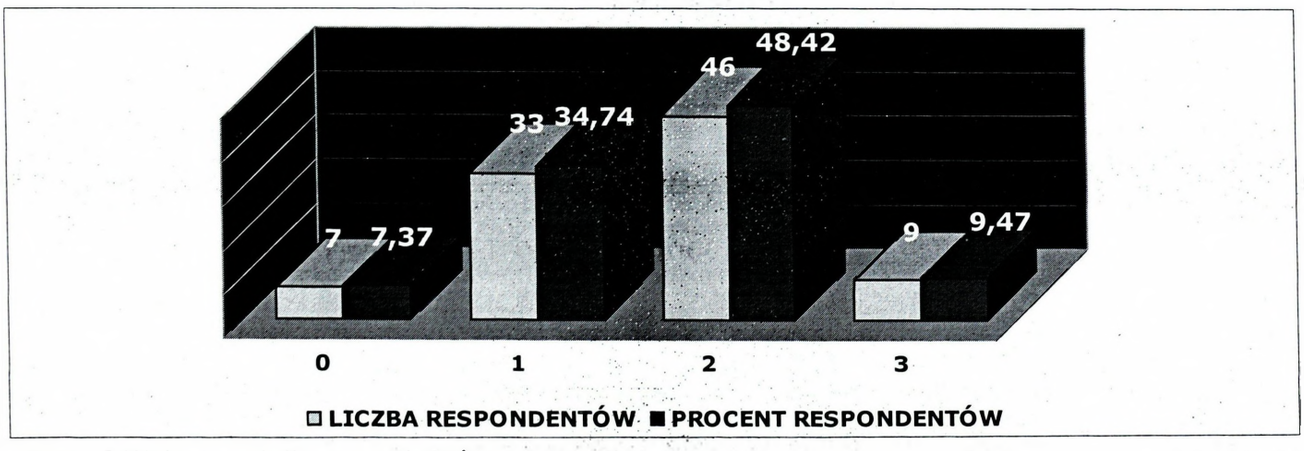

**Rys. 5** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**2.5.** Kryteria i ocena wartości treści informacji.

Tabela 6

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 7 | 7,37 |
| 1 | 33 | 34,74 |
| 2 | 46 | 48,42 |
| 3 | 9 | 9,47 |
| Razem | 95 | 100,00 |



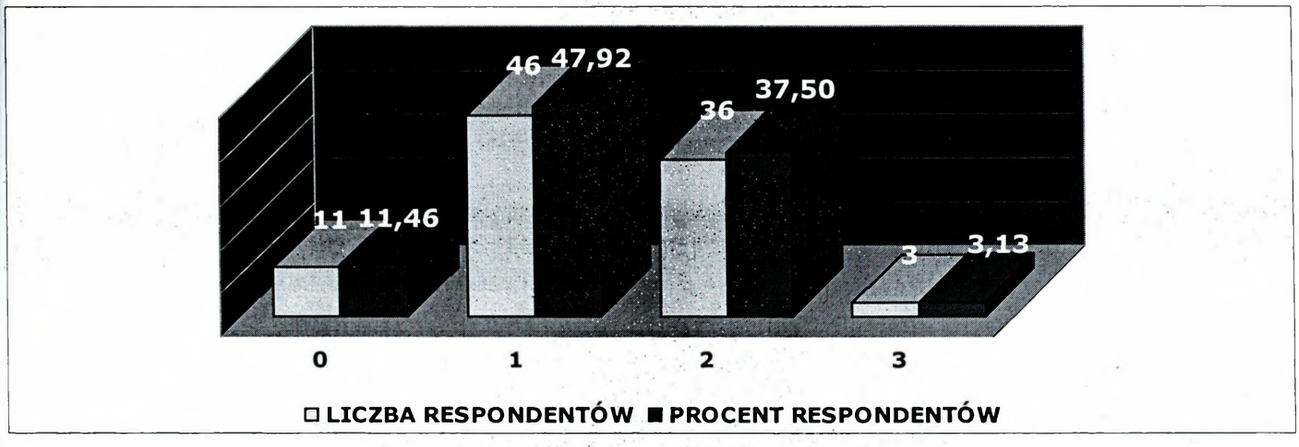

**Rys. 6** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**2.6.** Wartościowanie treści kształcenia i jej systematyzacja jako jednostki ogólnego systemu wartości.

Tabela 7

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 11 | 11,46 |
| 1 | 46 | 47,92 |
| 2 | 36 | 37,50 |
| 3 | 3 | 3,13 |
| Razem | 96 | 100,00 |



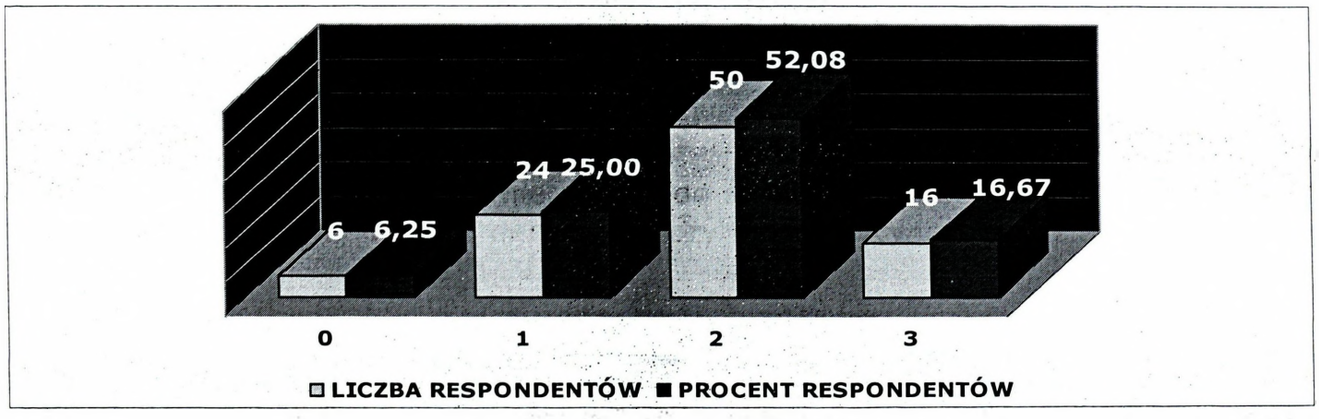

**Rys. 7** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**2.7.** Automatyzacja działań zmierzająca do skrócenia czasu reakcji na zaistniały problem informacyjno – decyzyjny, czynności wyćwiczone.

Tabela 8

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 6 | 6,25 |
| 1 | 24 | 25,00 |
| 2 | 50 | 52,08 |
| 3 | 16 | 16,67 |
| Razem | 96 | 100,00 |




**Rys. 8** Wykres opinii respondentów

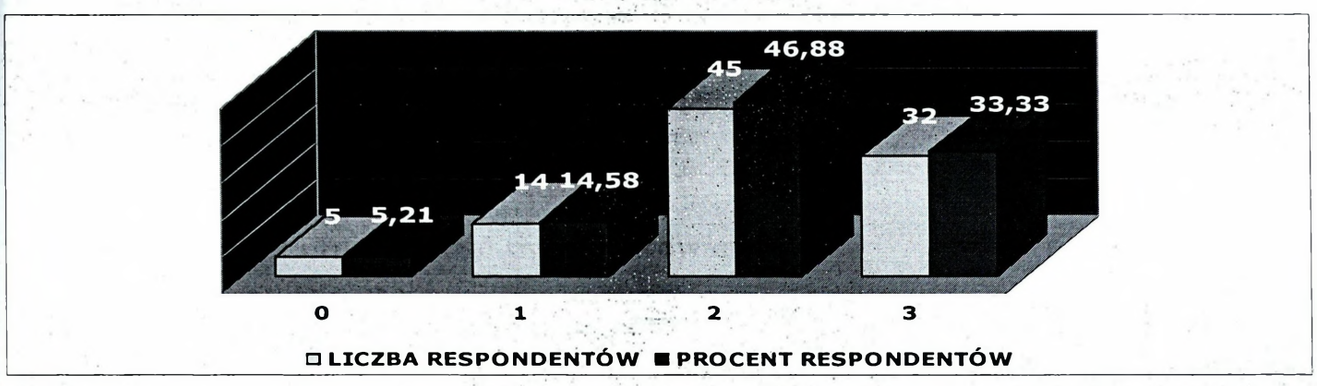
**Źródło:** Opracowanie własne

158

**2.8.** Kierowanie i umiejętność bycia kierowanym.

Tabela 9

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 5 | 5,21 |
| 1 | 14 | 14,58 |
| 2 | 45 | 46,88 |
| 3 | 32 | 33,33 |
| Razem | 96 | 100,00 |



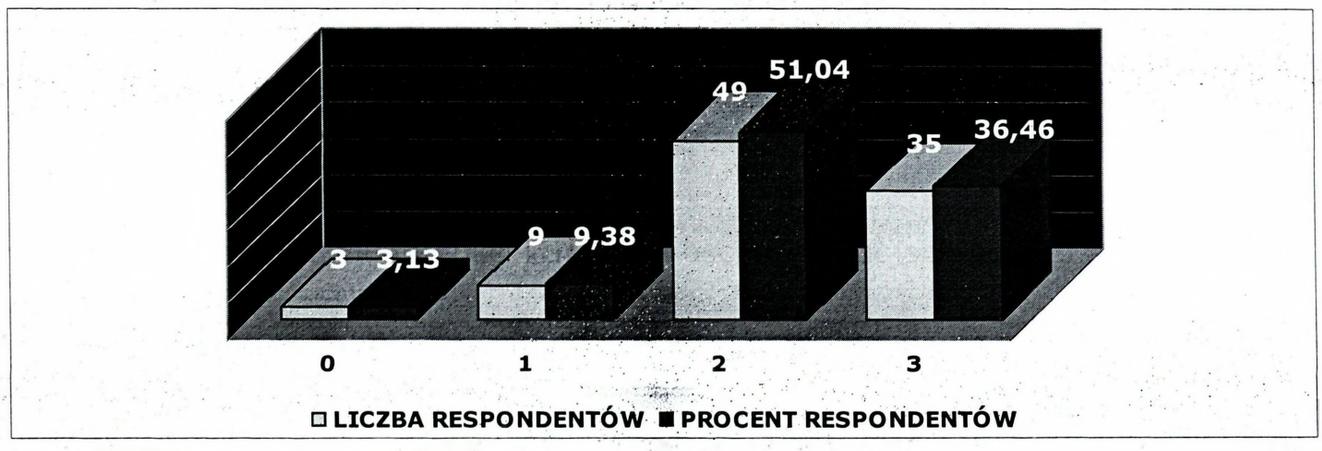

**Rys. 9** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**2.9.** Zastosowanie wiadomości i umiejętności w sytuacjach problemowych.

Tabela 10

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 3 | 3,13 |
| 1 | 9 | 9,38 |
| 2 | 49 | 51,04 |
| 3 | 35 | 36,46 |
| Razem | 96 | 100,00 |




**Rys. 10** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

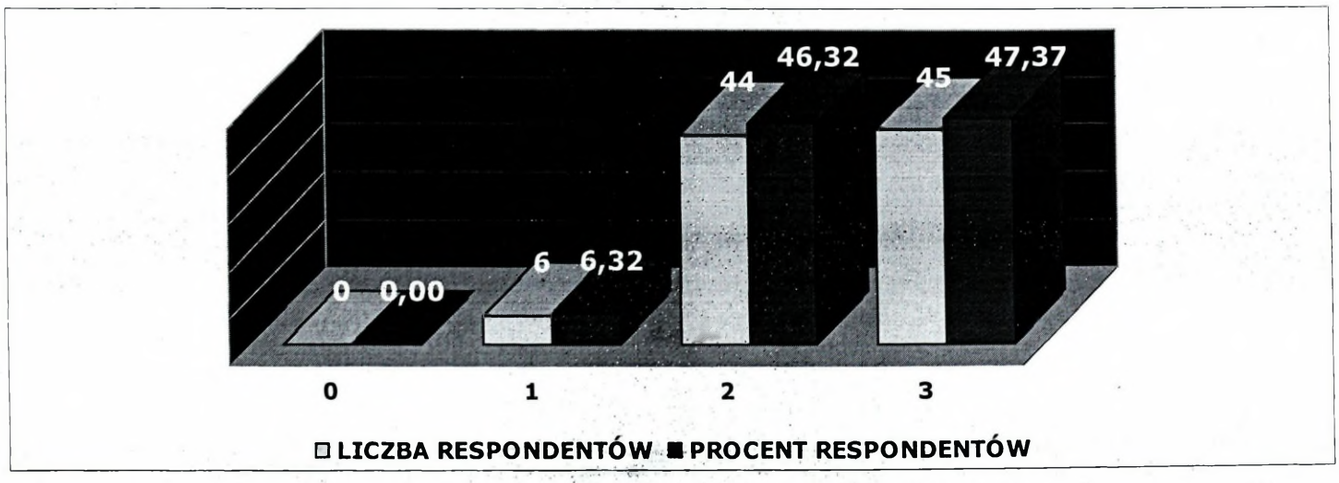
**3. Opinia respondentów na temat wagi kolejnych treści kształcenia w procesie doskonalenia kadry dowództwa brygady.**

Stopień ważności: od **3** (najważniejsze) do **0** (nieważne)

**3.1.** Wiadomości specjalistyczne, których nie uzyskano w trakcie kształcenia profesjonalnego w AON, WSO (SCH, PSZ) na kursach i studiach podyplomowych.

**Tabela 11**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0,00 |
| 1 | 6 | 6,32 |
| 2 | 44 | 46,32 |
| 3 | 45 | 47,37 |
| Razem | 95 | 100,00 |



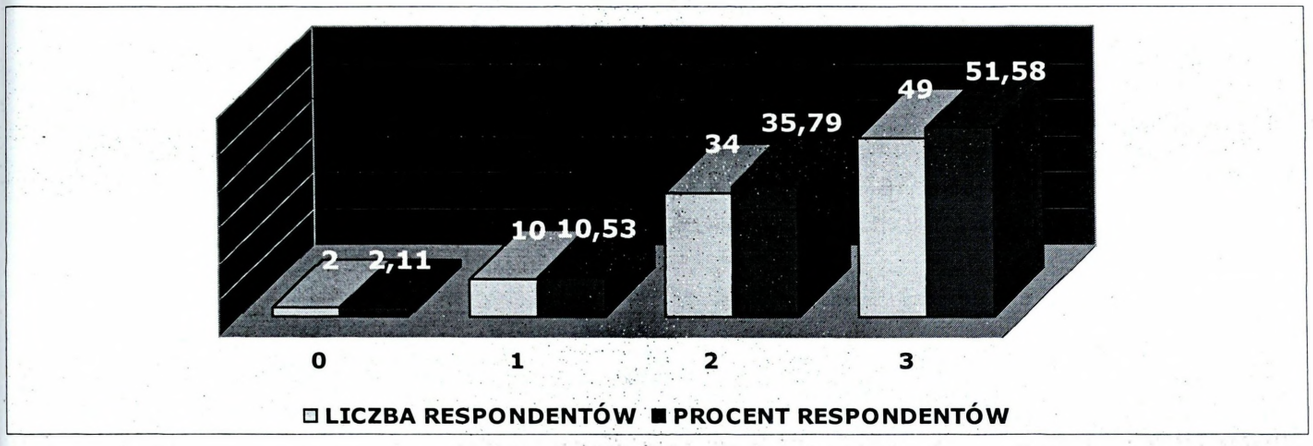

**Rys. 11** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**3.2.** Umiejętności i nawyki praktyczne, które mają bezpośredni wpływ na realizację zadań a niezbędne w skutecznym działaniu na zajmowanym stanowisku służbowym.

**Tabela 12**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 2 | 2,11 |
| 1 | 10 | 10,53 |
| 2 | 34 | 35,79 |
| 3 | 49 | 51,58 |
| Razem | 95 | 100,00 |



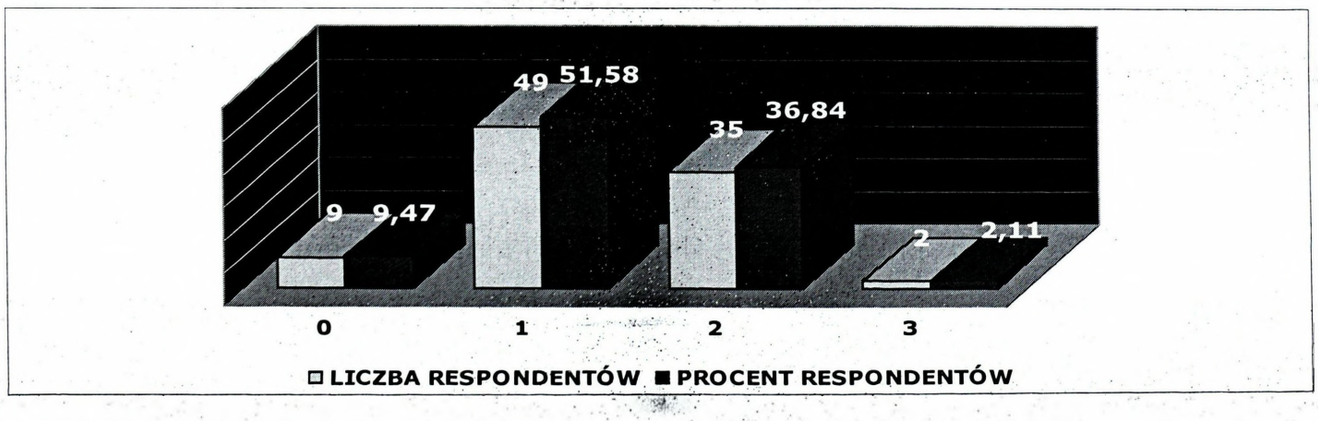

**Rys. 12** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**3.3.** Uogólnione doświadczenia indywidualne podmiotu kształcącego.

**Tabela 13**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 9 | 9,47 |
| 1 | 49 | 51,58 |
| 2 | 35 | 36,84 |
| 3 | 2 | 2,11 |
| Razem | 95 | 100,00 |



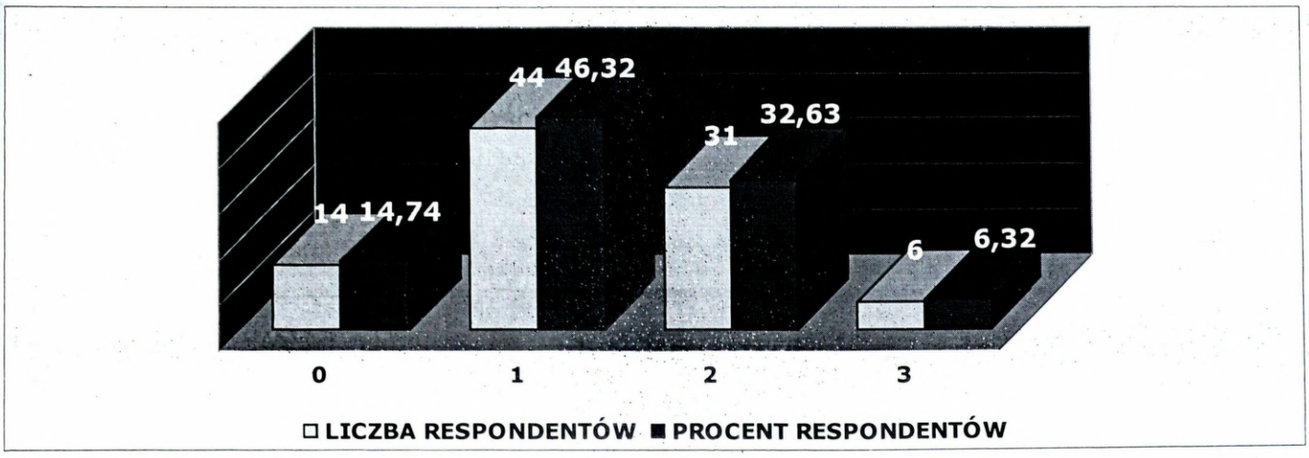

**Rys. 13** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**3.4.** Wartości i systemy wartości w tym patriotyzm jako element treści każdego procesu kształcenia.

**Tabela 14**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 14 | 14,74 |
| 1 | 44 | 46,32 |
| 2 | 31 | 32,63 |
| 3 | 6 | 6,32 |
| Razem | 95 | 100,00 |




**Rys. 14** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

162

## 4. Opinia respondentów na temat środków i obiektów dydaktycznych szczególnie przydatnych w procesie doskonalenia dowództwa brygady.

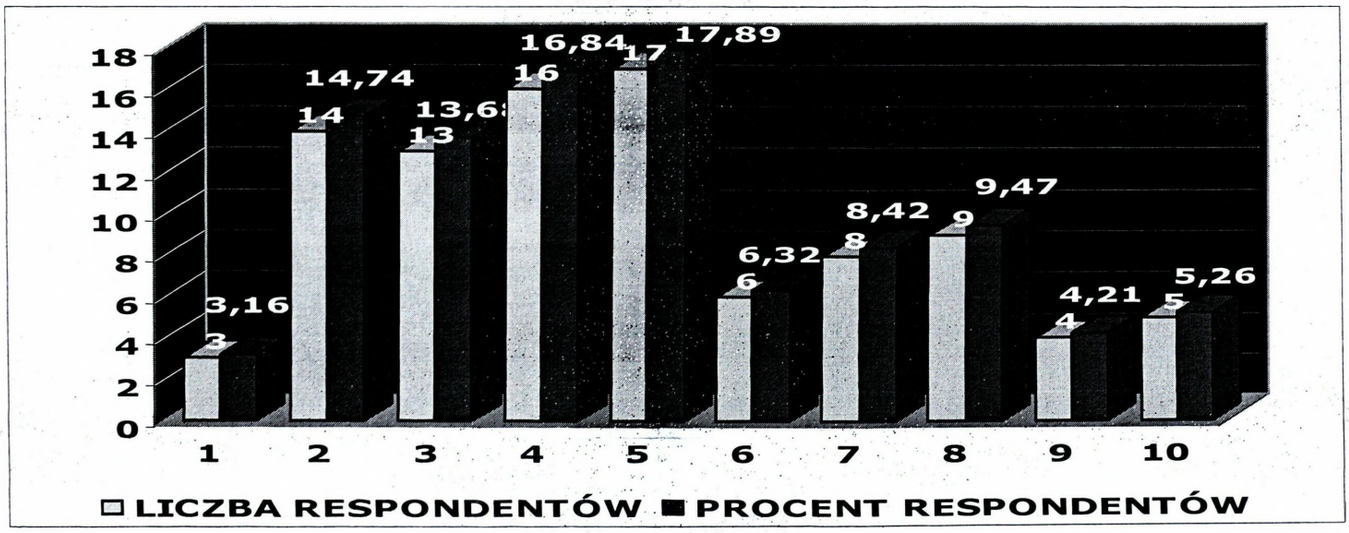
Respondenci przypisywali wartości w skali od **10** (najważniejsze) do **1** (najmniej ważne) każdej z odpowiedzi, przy czym wartości mogły się powtarzać.

*(Liczba respondentów w poszczególnych podpunktach jest różna z powodu unikania odpowiedzi przez ankietowanych)*

4.1. Obiekty sportowe (hale sportowe, baseny, boiska).

**Tabela 15**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 3 | 3,16 |
| 2 | 14 | 14,74 |
| 3 | 13 | 13,68 |
| 4 | 16 | 16,84 |
| 5 | 17 | 17,89 |
| 6 | 6 | 6,32 |
| 7 | 8 | 8,42 |
| 8 | 9 | 9,47 |
| 9 | 4 | 4,21 |
| 10 | 5 | 5,26 |
| Razem | 95 | 100,00 |




**Rys. 15** Wykres opinii respondentów

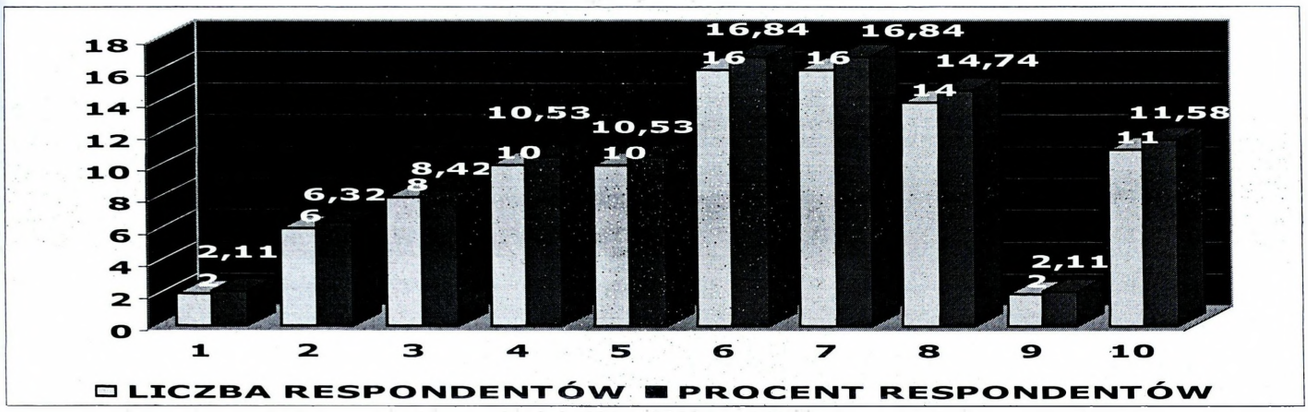
**Źródło:** Opracowanie własne

163

## 4.2. Biblioteki beletrystyczne i specjalistyczne (wojskowe).

**Tabela 16**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 2,11 |
| 2 | 6 | 6,32 |
| 3 | 8 | 8,42 |
| 4 | 10 | 10,53 |
| 5 | 10 | 10,53 |
| 6 | 16 | 16,84 |
| 7 | 16 | 16,84 |
| 8 | 14 | 14,74 |
| 9 | 2 | 2,11 |
| 10 | 11 | 11,58 |
| **Razem** | **95** | **100,00** |



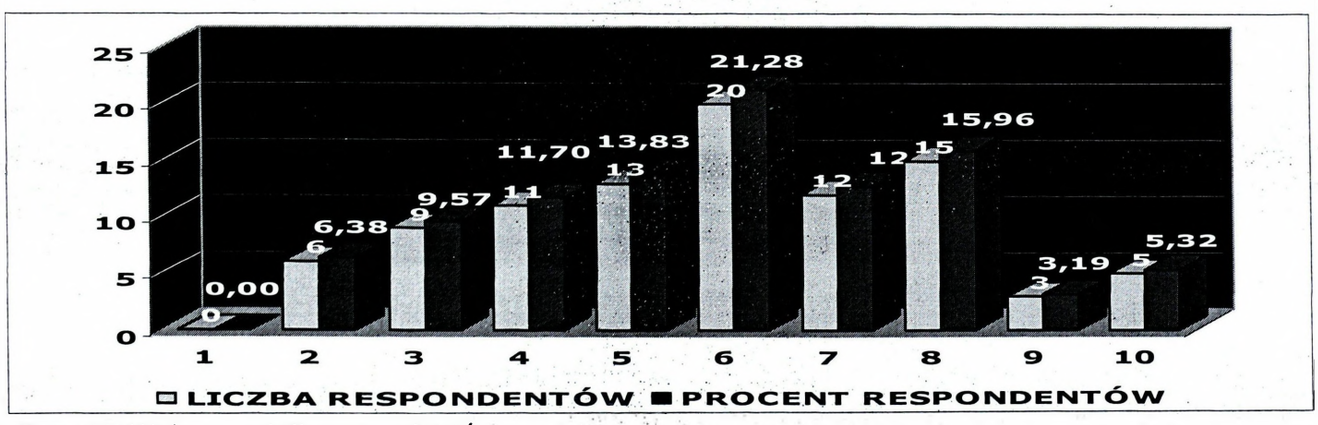

**Rys. 16** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 4.3. Specjalistyczne gabinety metodyczne

**Tabela 17**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 0,00 |
| 2 | 6 | 6,38 |
| 3 | 9 | 9,57 |
| 4 | 11 | 11,70 |
| 5 | 13 | 13,83 |
| 6 | 20 | 21,28 |
| 7 | 12 | 12,77 |
| 8 | 15 | 15,96 |
| 9 | 3 | 3,19 |
| 10 | 5 | 5,32 |
| **Razem** | **94** | **100,00** |



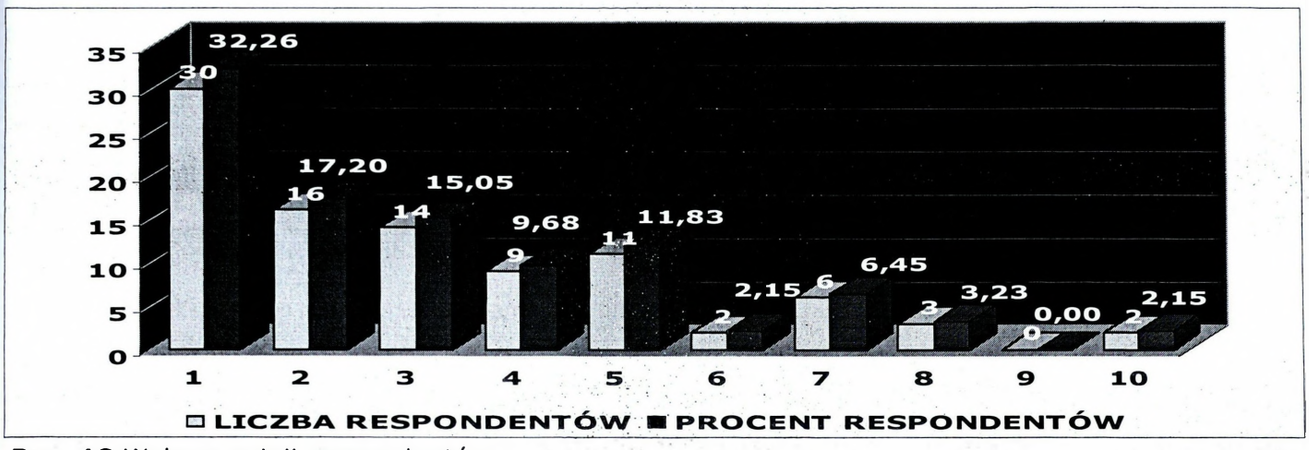

**Rys. 17** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 4.4. Sale tradycji, izby pamięci itp.

**Tabela 18**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 30 | 32,26 |
| 2 | 16 | 17,20 |
| 3 | 14 | 15,05 |
| 4 | 9 | 9,68 |
| 5 | 11 | 11,83 |
| 6 | 2 | 2,15 |
| 7 | 6 | 6,45 |
| 8 | 3 | 3,23 |
| 9 | 0 | 0,00 |
| 10 | 2 | 2,15 |
| **Razem** | **93** | **100,00** |



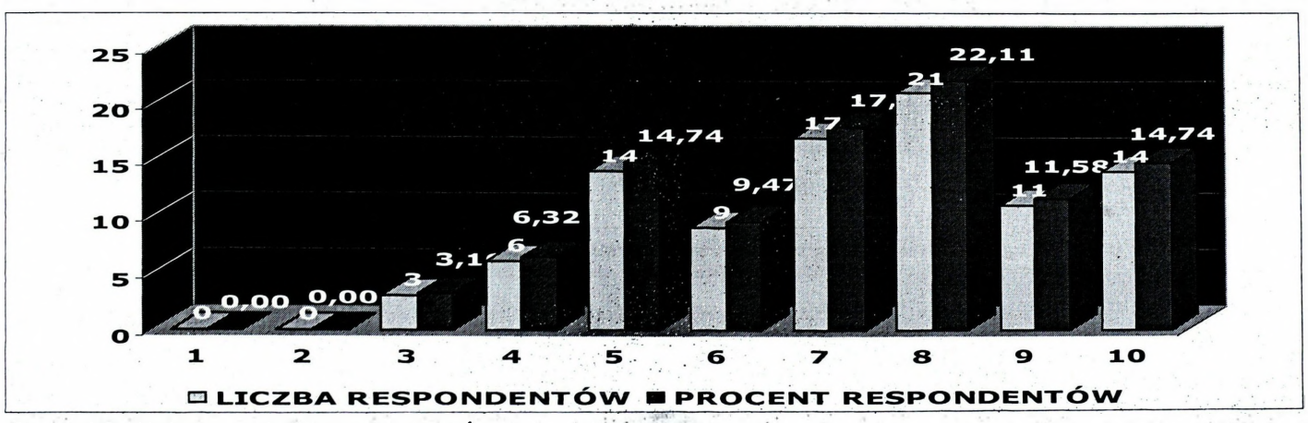

**Rys. 18** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 4.5. Sieci komputerowe w miejscu pracy.

**Tabela 19**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 0,00 |
| 2 | 0 | 0,00 |
| 3 | 3 | 3,16 |
| 4 | 6 | 6,32 |
| 5 | 14 | 14,74 |
| 6 | 9 | 9,47 |
| 7 | 17 | 17,89 |
| 8 | 21 | 22,11 |
| 9 | 11 | 11,58 |
| 10 | 14 | 14,74 |
| **Razem** | **95** | **100,00** |




**Rys. 19** Wykres opinii respondentów

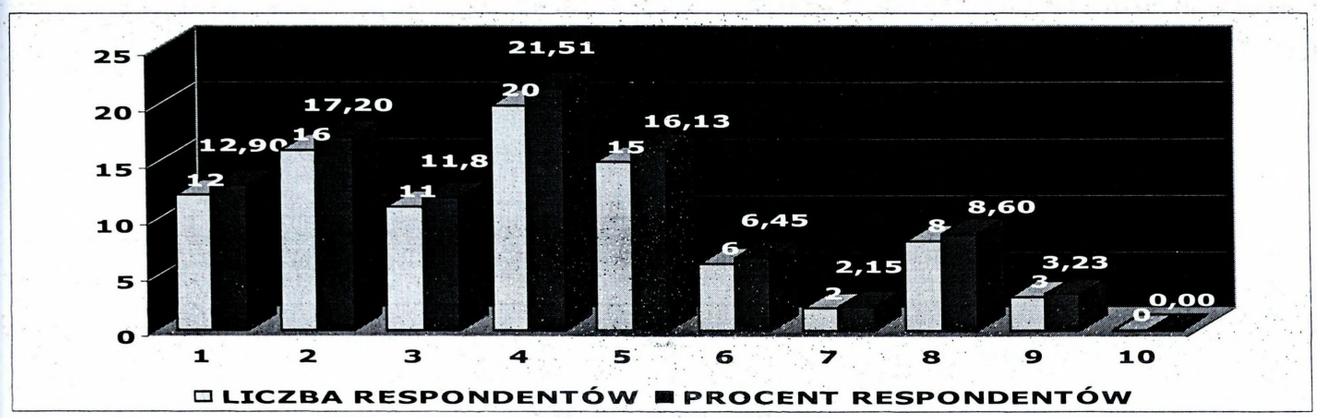
**Źródło:** Opracowanie własne

165

## 4.6. Telewizja dydaktyczna.

**Tabela 20**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 12 | 12,90 |
| 2 | 16 | 17,20 |
| 3 | 11 | 11,83 |
| 4 | 20 | 21,51 |
| 5 | 15 | 16,13 |
| 6 | 6 | 6,45 |
| 7 | 2 | 2,15 |
| 8 | 8 | 8,60 |
| 9 | 3 | 3,23 |
| 10 | 0 | 0,00 |
| **Razem** | **93** | **100,00** |



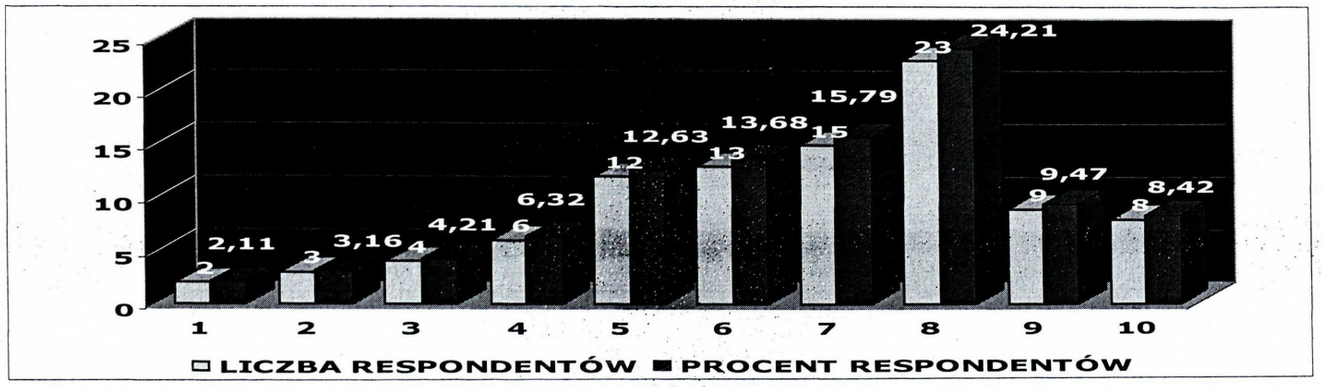

**Rys. 20** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 4.7. Pracownie komputerowe wraz z sieciami lokalnymi.

**Tabela 21**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 2,11 |
| 2 | 3 | 3,16 |
| 3 | 4 | 4,21 |
| 4 | 6 | 6,32 |
| 5 | 12 | 12,63 |
| 6 | 13 | 13,68 |
| 7 | 15 | 15,79 |
| 8 | 23 | 24,21 |
| 9 | 9 | 9,47 |
| 10 | 8 | 8,42 |
| **Razem** | **95** | **100,00** |



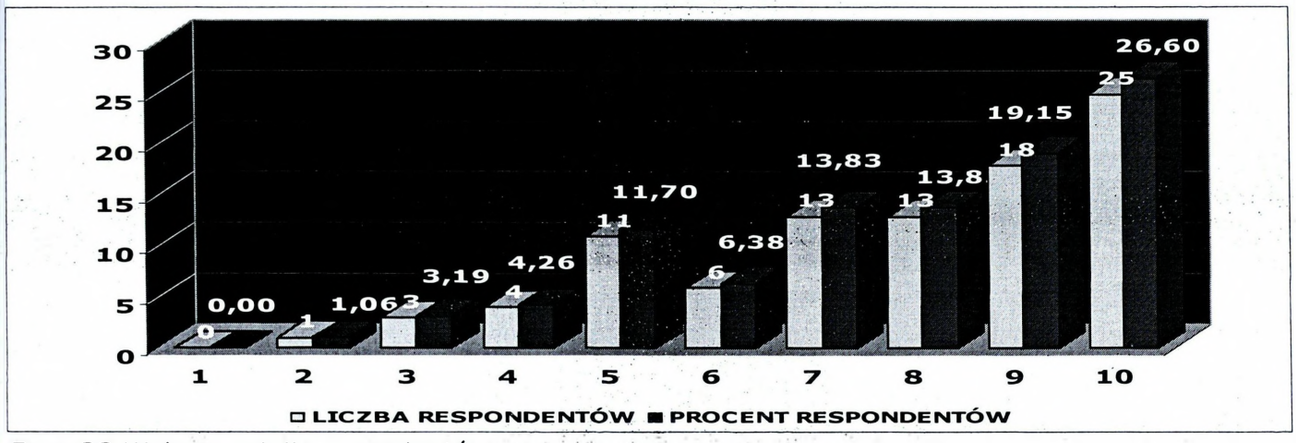

**Rys. 21** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 4.8. Centra i systemy symulacji komputerowych.

**Tabela 22**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 0,00 |
| 2 | 1 | 1,06 |
| 3 | 3 | 3,19 |
| 4 | 4 | 4,26 |
| 5 | 11 | 11,70 |
| 6 | 6 | 6,38 |
| 7 | 13 | 13,83 |
| 8 | 13 | 13,83 |
| 9 | 18 | 19,15 |
| 10 | 25 | 26,60 |
| **Razem** | **94** | **100,00** |



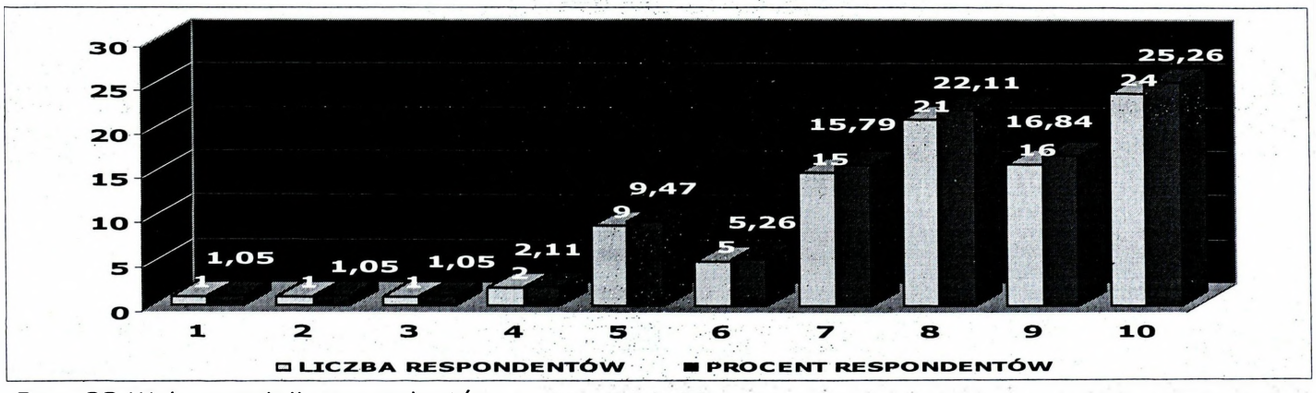

**Rys. 22** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 4.9. Przygotowane stanowiska dowodzenia w MSD, w budynkach lub polowe.

**Tabela 23**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1,05 |
| 2 | 1 | 1,05 |
| 3 | 1 | 1,05 |
| 4 | 2 | 2,11 |
| 5 | 9 | 9,47 |
| 6 | 5 | 5,26 |
| 7 | 15 | 15,79 |
| 8 | 21 | 22,11 |
| 9 | 16 | 16,84 |
| 10 | 24 | 25,26 |
| **Razem** | **95** | **100,00** |



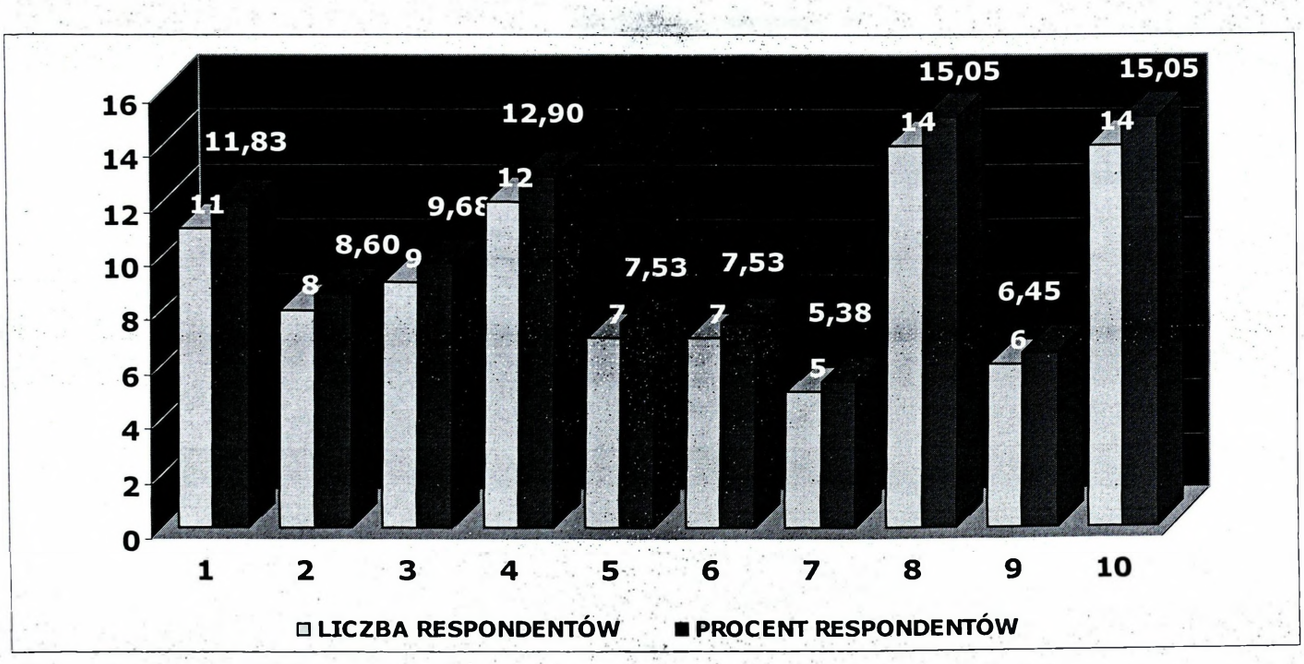

**Rys. 23** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

4.10. Tory przeszkód i pozostałe specjalistyczne obiekty ćwiczeń w garnizonie i w ośrodkach szkolenia poligonowego wojsk lądowych (OSF, ośrodki szkolenia OPL, rozpoznania, itp.).

**Tabela 24**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 11 | 11,83 |
| 2 | 8 | 8,60 |
| 3 | 9 | 9,68 |
| 4 | 12 | 12,90 |
| 5 | 7 | 7,53 |
| 6 | 7 | 7,53 |
| 7 | 5 | 5,38 |
| 8 | 14 | 15,05 |
| 9 | 6 | 6,45 |
| 10 | 14 | 15,05 |
| Razem | 93 | 100,00 |




**Rys. 24** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

168

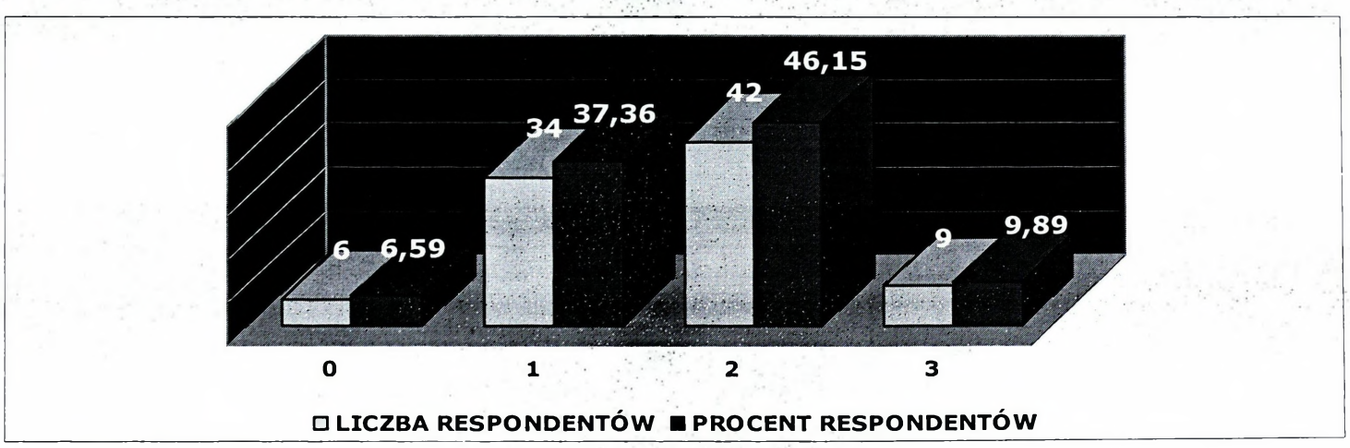
## 5. Opinia respondentów na temat ważności form zajęć w doskonaleniu dowództw.

Respondenci przypisywali wartości w skali od **3** (najważniejsze) do **0** (nieważne) każdej z odpowiedzi, przy czym wartości mogły się powtarzać.

5.1. Zajęcia pracowniano – audytoryjne (wykład, seminarium, konsultacja, instruktaż).

**Tabela 25**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 6 | 6,59 |
| 1 | 34 | 37,36 |
| 2 | 42 | 46,15 |
| 3 | 9 | 9,89 |
| Razem | 91 | 100,00 |



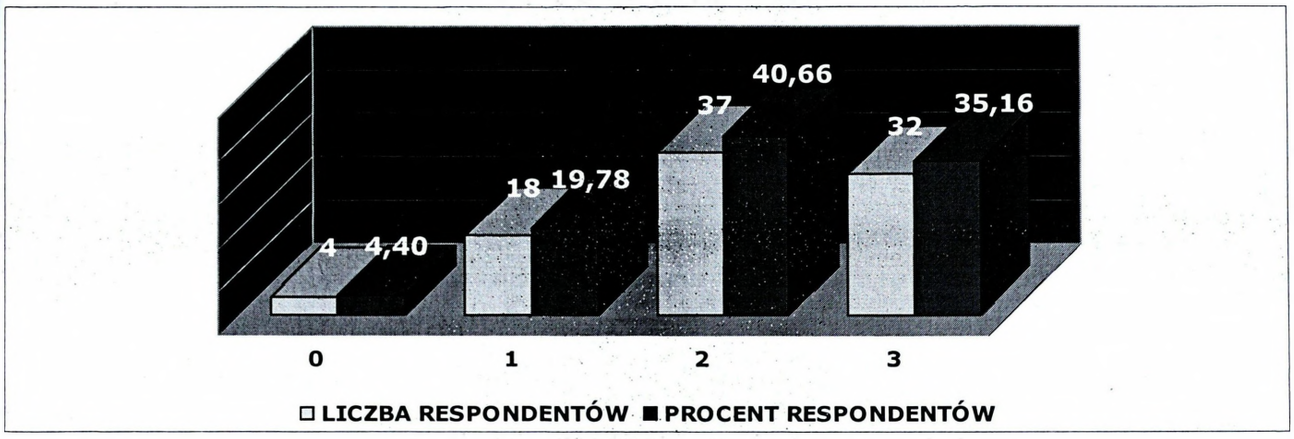

**Rys. 25** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 5.2. Zajęcia na placach ćwiczeń taktycznych i ogniowych.

Tabela 26

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 4 | 4,40 |
| 1 | 18 | 19,78 |
| 2 | 37 | 40,66 |
| 3 | 32 | 35,16 |
| Razem | 91 | 100,00 |



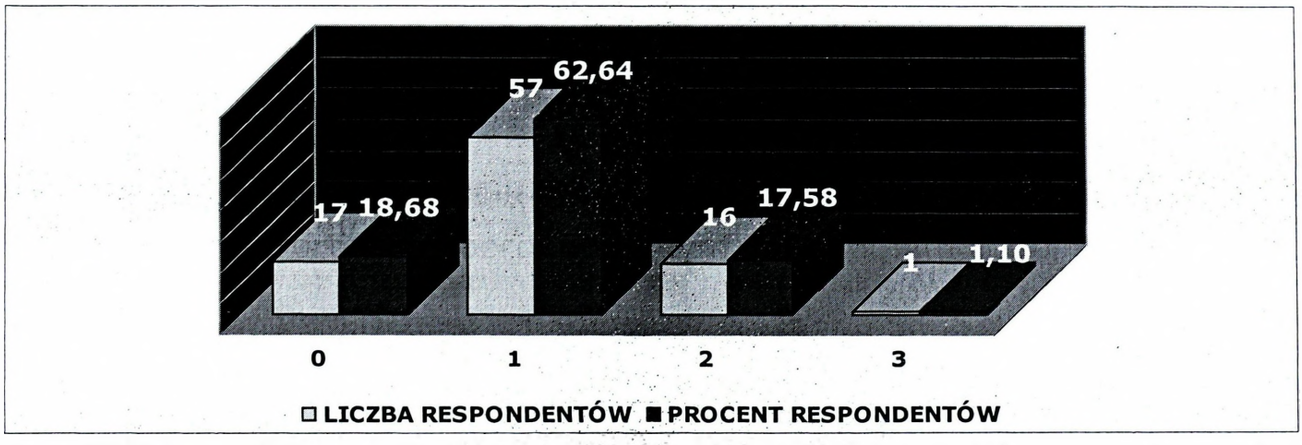

**Rys. 26** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 5.3. Imprezy sportowo – obronne, w tym imprezy integracyjne.

Tabela 27

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 17 | 18,68 |
| 1 | 57 | 62,64 |
| 2 | 16 | 17,58 |
| 3 | 1 | 1,10 |
| Razem | 91 | 100,00 |



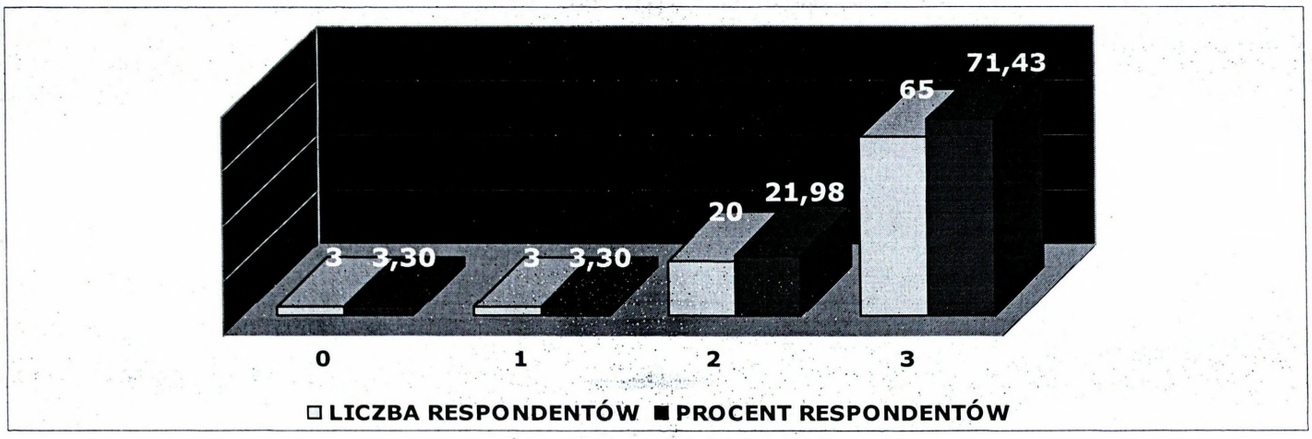

**Rys. 27** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 5.4. Ćwiczenia taktyczne z wojskami.

Tabela 28

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 3 | 3,30 |
| 1 | 3 | 3,30 |
| 2 | 20 | 21,98 |
| 3 | 65 | 71,43 |
| Razem | 91 | 100,00 |



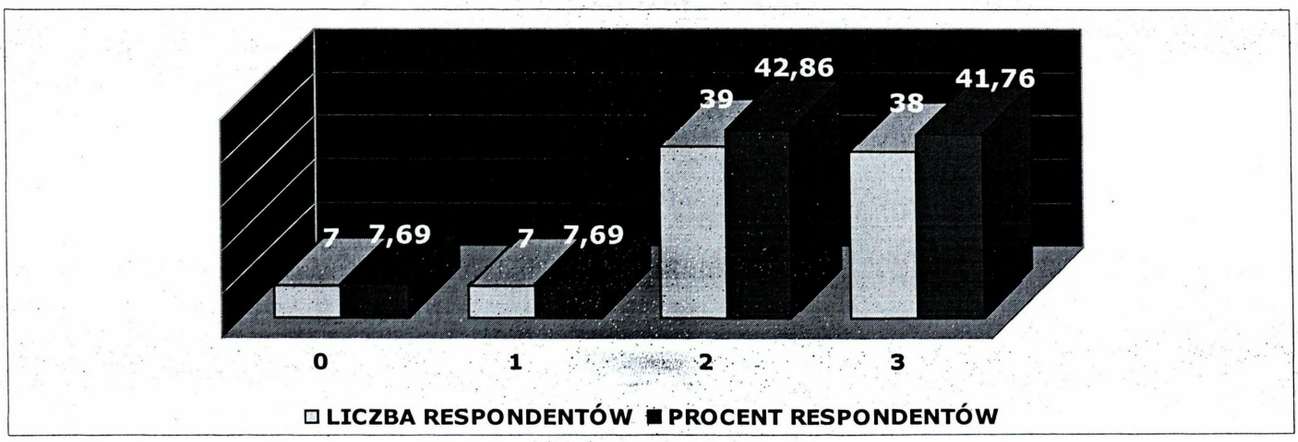

**Rys. 28** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 5.5. Ćwiczenia dowódczo – sztabowe szkieletowe.

Tabela 29

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 7 | 7,69 |
| 1 | 7 | 7,69 |
| 2 | 39 | 42,86 |
| 3 | 38 | 41,76 |
| Razem | 91 | 100,00 |



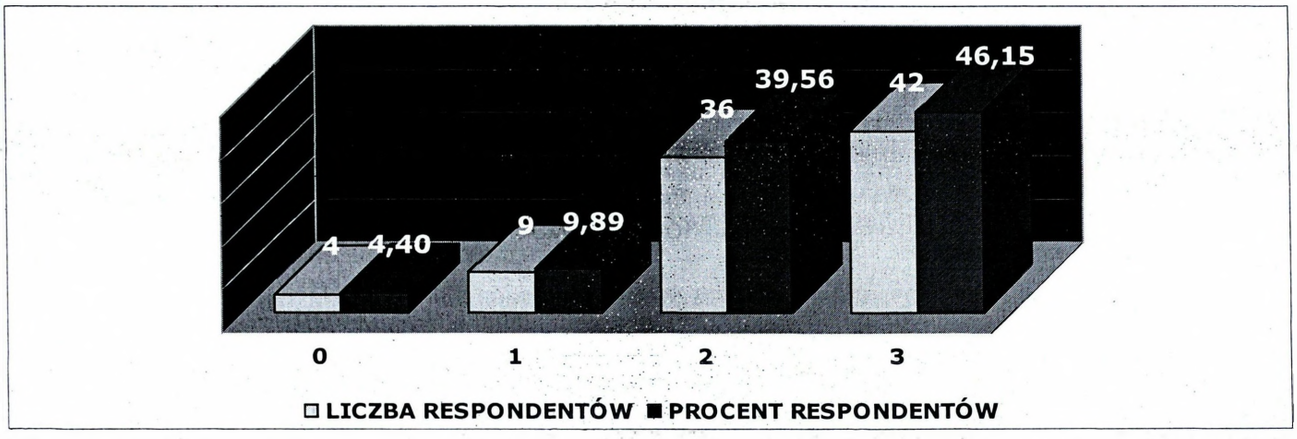

**Rys. 29** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

5.6 Ćwiczenia dowódczo – sztabowe wspomagane komputerowo.

Tabela 30

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 4 | 4,40 |
| 1 | 9 | 9,89 |
| 2 | 36 | 39,56 |
| 3 | 42 | 46,15 |
| Razem | 91 | 100,00 |



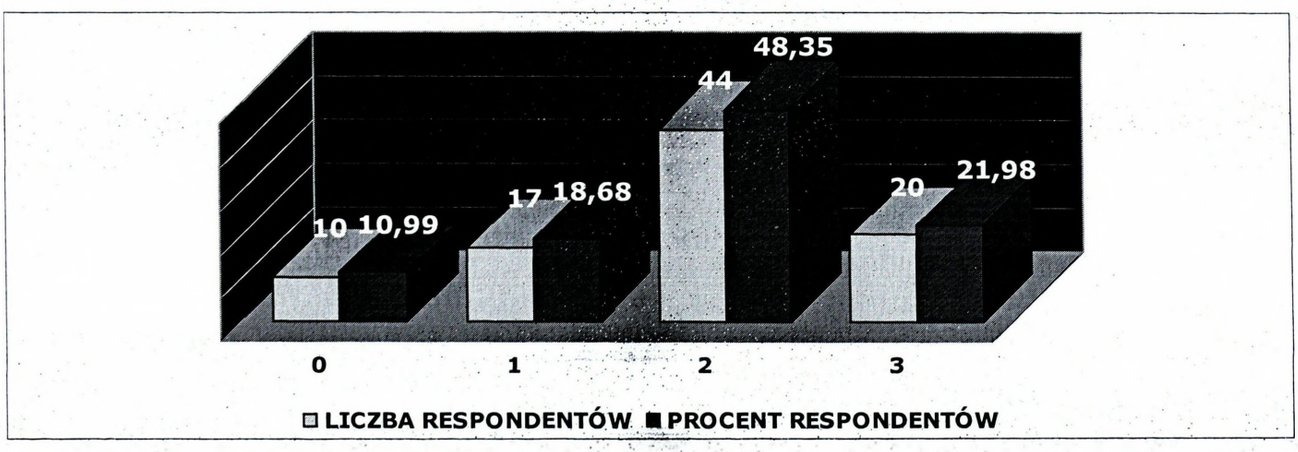

**Rys. 30** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

5.7 Zajęcia terenowe (pokaz działania, rekonesanse).

Tabela 31

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 10 | 10,99 |
| 1 | 17 | 18,68 |
| 2 | 44 | 48,35 |
| 3 | 20 | 21,98 |
| Razem | 91 | 100,00 |



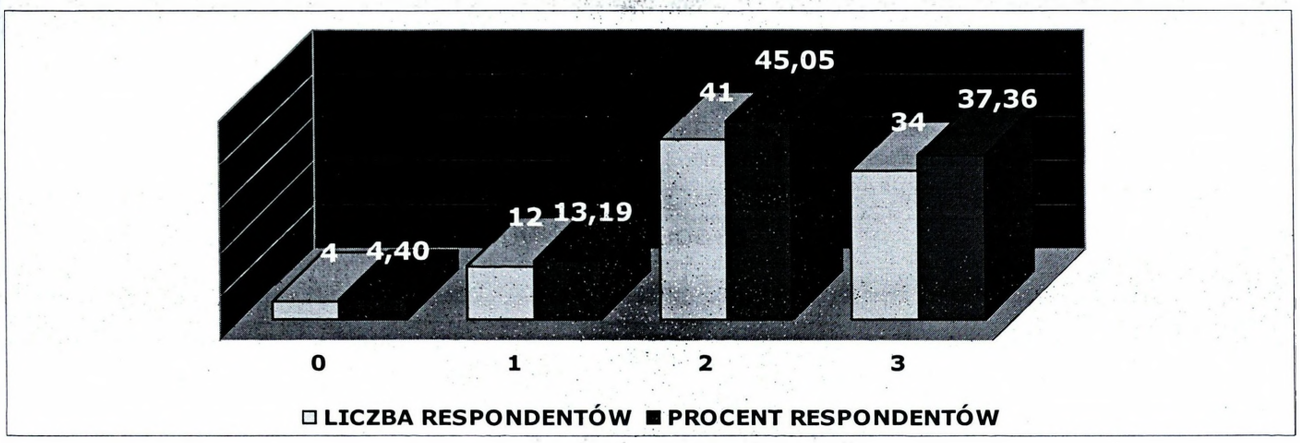

**Rys. 31** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 5.8 Ćwiczenia dowódczo-sztabowe na mapach.

Tabela 32

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 4 | 4,40 |
| 1 | 12 | 13,19 |
| 2 | 41 | 45,05 |
| 3 | 34 | 37,36 |
| Razem | 91 | 100,00 |



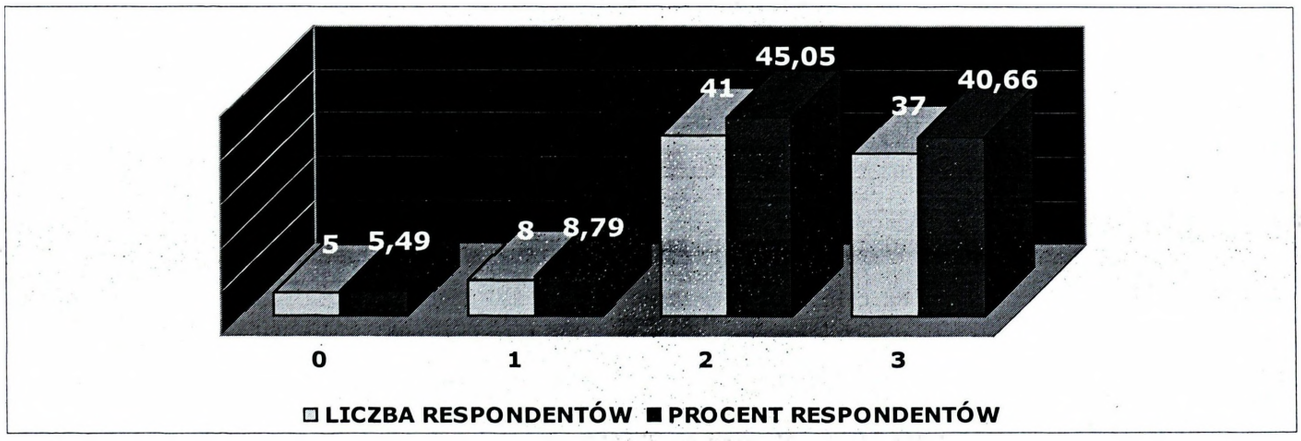

**Rys. 32** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 5.9 Treningi sztabowe.

Tabela 33

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 5 | 5,49 |
| 1 | 8 | 8,79 |
| 2 | 41 | 45,05 |
| 3 | 37 | 40,66 |
| Razem | 91 | 100,00 |




**Rys. 33** Wykres opinii respondentów

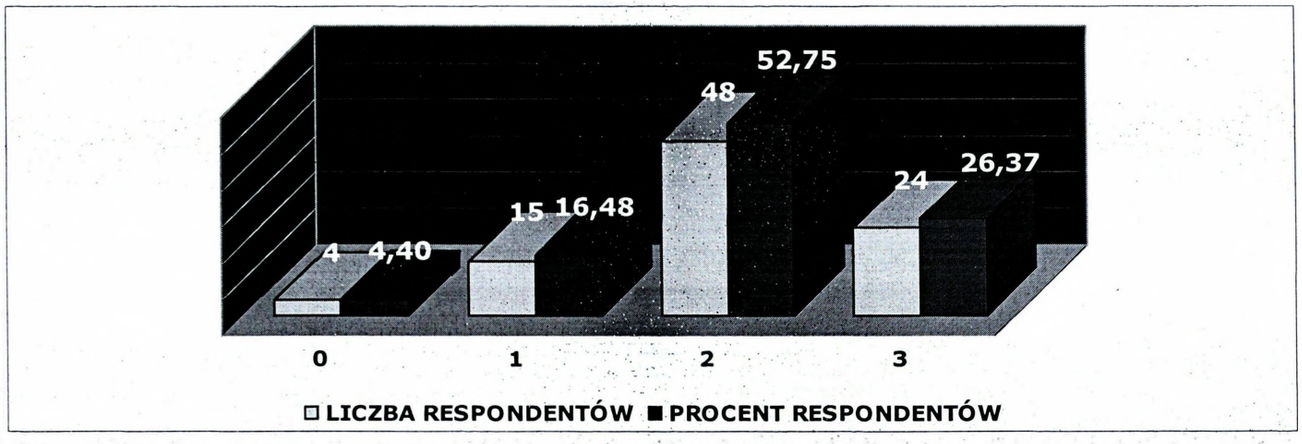
**Źródło:** Opracowanie własne

173

## 5.10 Ćwiczenia grupowe.

Tabela 34

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 4 | 4,40 |
| 1 | 15 | 16,48 |
| 2 | 48 | 52,75 |
| 3 | 24 | 26,37 |
| Razem | 91 | 100,00 |



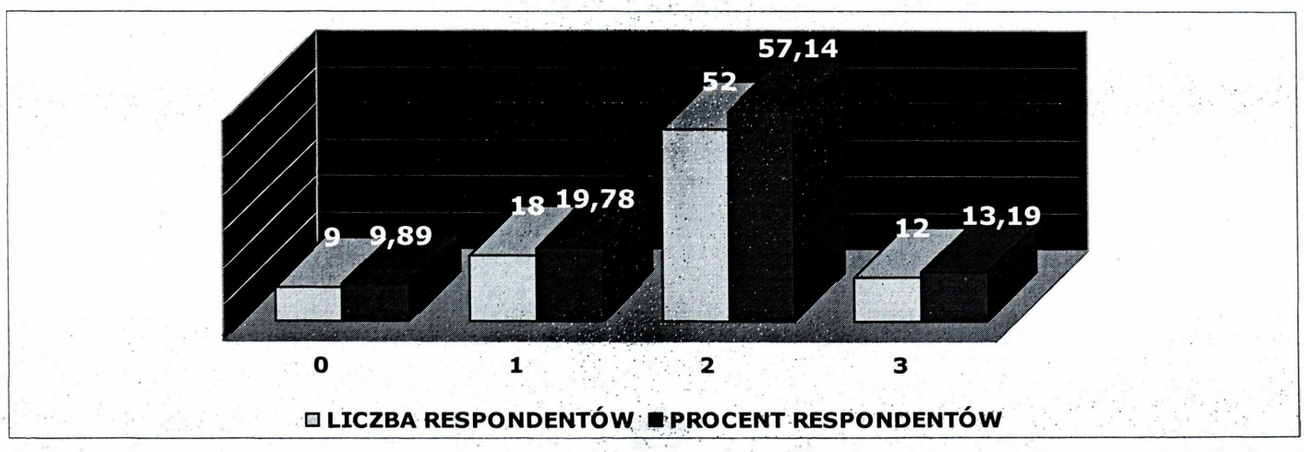

**Rys. 34** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 5.11 Ćwiczenia epizodyczne.

Tabela 35

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 9 | 9,89 |
| 1 | 18 | 19,78 |
| 2 | 52 | 57,14 |
| 3 | 12 | 13,19 |
| Razem | 91 | 100,00 |




**Rys. 35** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

174

## 6. Opinia respondentów na temat, które z metod stosowanych w doskonaleniu dowództw osiągają najlepsze efekty.

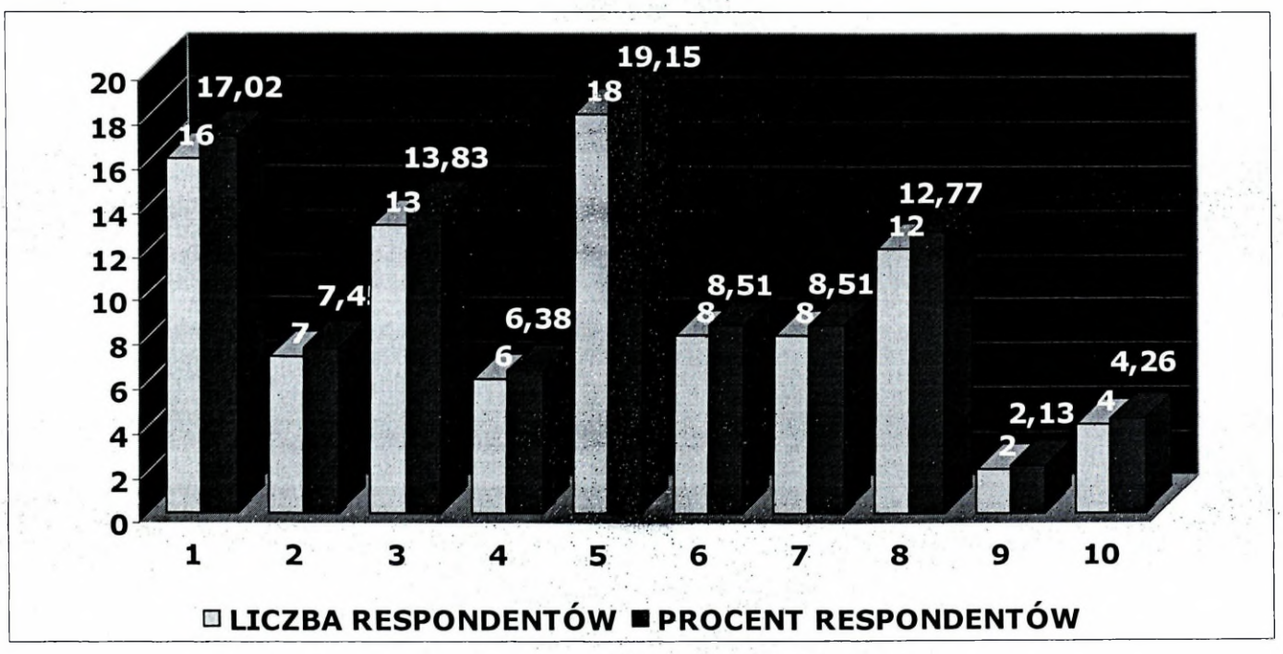
Respondenci przypisywali wartości w skali od 10 (najważniejsze) do 1 (najmniej ważne) każdej z odpowiedzi, przy czym wartości mogły się powtarzać.

*(Liczba respondentów w poszczególnych podpunktach jest różna z powodu unikania odpowiedzi przez ankietowanych)*

6.1. Wykład.

**Tabela 36**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 16 | 17,02 |
| 2 | 7 | 7,45 |
| 3 | 13 | 13,83 |
| 4 | 6 | 6,38 |
| 5 | 18 | 19,15 |
| 6 | 8 | 8,51 |
| 7 | 8 | 8,51 |
| 8 | 12 | 12,77 |
| 9 | 2 | 2,13 |
| 10 | 4 | 4,26 |
| Razem | 94 | 100,00 |




**Rys. 36** Wykres opinii respondentów

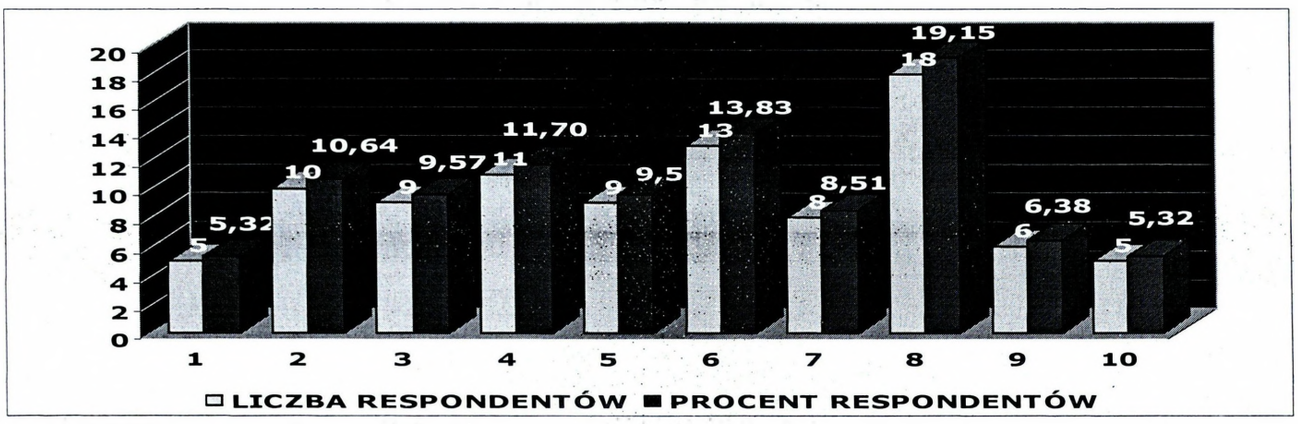
**Źródło:** Opracowanie własne

175

## 6.2. Instruktaż.

**Tabela 37**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 5 | 5,32 |
| 2 | 10 | 10,64 |
| 3 | 9 | 9,57 |
| 4 | 11 | 11,70 |
| 5 | 9 | 9,57 |
| 6 | 13 | 13,83 |
| 7 | 8 | 8,51 |
| 8 | 18 | 19,15 |
| 9 | 6 | 6,38 |
| 10 | 5 | 5,32 |
| **Razem** | **94** | **100,00** |



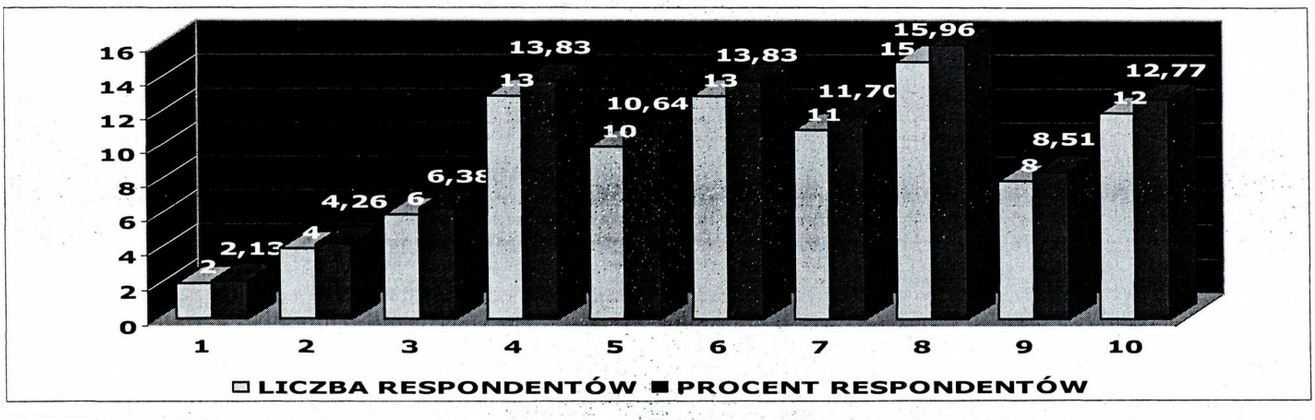

**Rys. 37** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 6.3. Pokaz przedmiotów i działania.

**Tabela 38**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 2,13 |
| 2 | 4 | 4,26 |
| 3 | 6 | 6,38 |
| 4 | 13 | 13,83 |
| 5 | 10 | 10,64 |
| 6 | 13 | 13,83 |
| 7 | 11 | 11,70 |
| 8 | 15 | 15,96 |
| 9 | 8 | 8,51 |
| 10 | 12 | 12,77 |
| **Razem** | **94** | **100,00** |



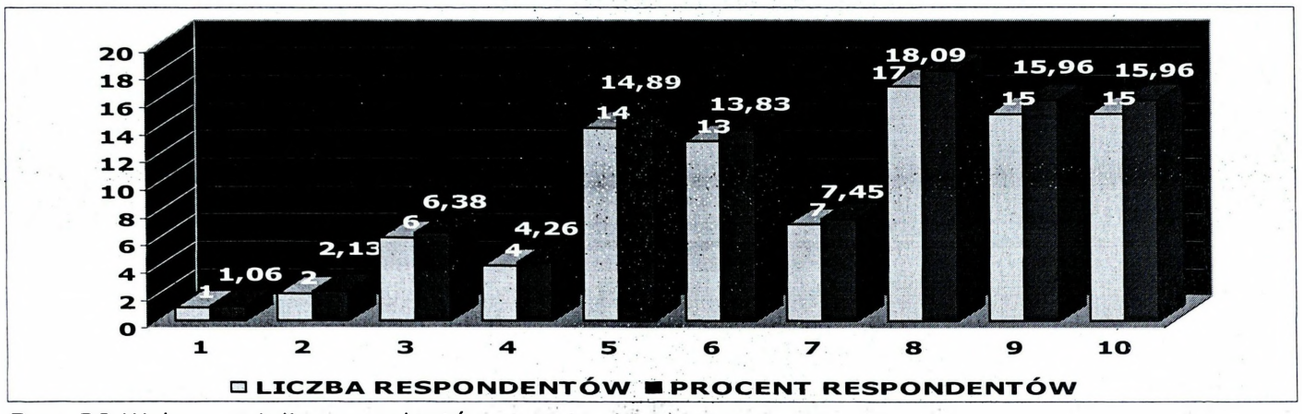

**Rys. 38** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 6.4. Rekonesans w terenie.

**Tabela 39**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1,06 |
| 2 | 2 | 2,13 |
| 3 | 6 | 6,38 |
| 4 | 4 | 4,26 |
| 5 | 14 | 14,89 |
| 6 | 13 | 13,83 |
| 7 | 7 | 7,45 |
| 8 | 17 | 18,09 |
| 9 | 15 | 15,96 |
| 10 | 15 | 15,96 |
| **Razem** | **94** | **100,00** |



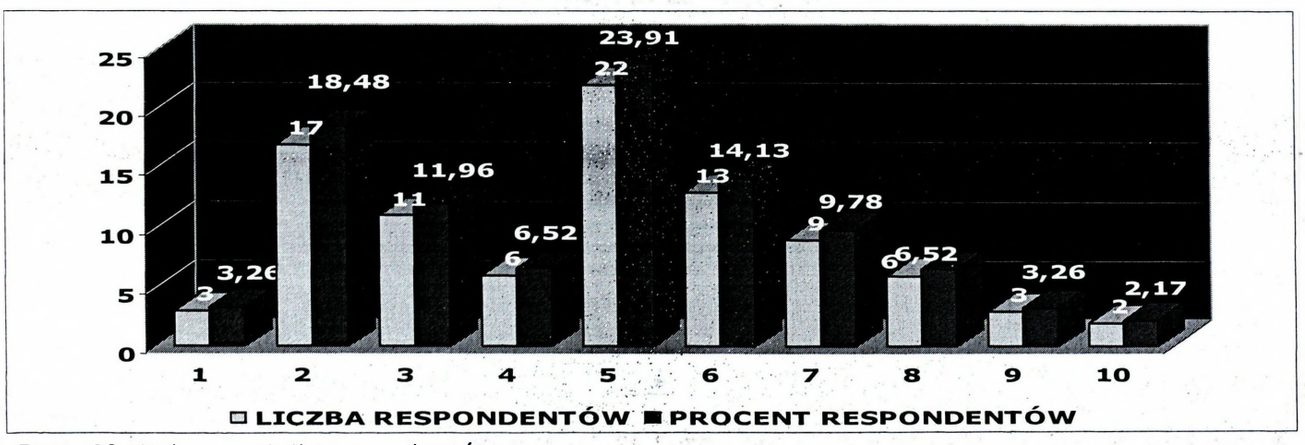

**Rys. 39** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 6.5. Ćwiczenia sensoryczne.

**Tabela 40**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 3 | 3,26 |
| 2 | 17 | 18,48 |
| 3 | 11 | 11,96 |
| 4 | 6 | 6,52 |
| 5 | 22 | 23,91 |
| 6 | 13 | 14,13 |
| 7 | 9 | 9,78 |
| 8 | 6 | 6,52 |
| 9 | 3 | 3,26 |
| 10 | 2 | 2,17 |
| **Razem** | **92** | **100,00** |



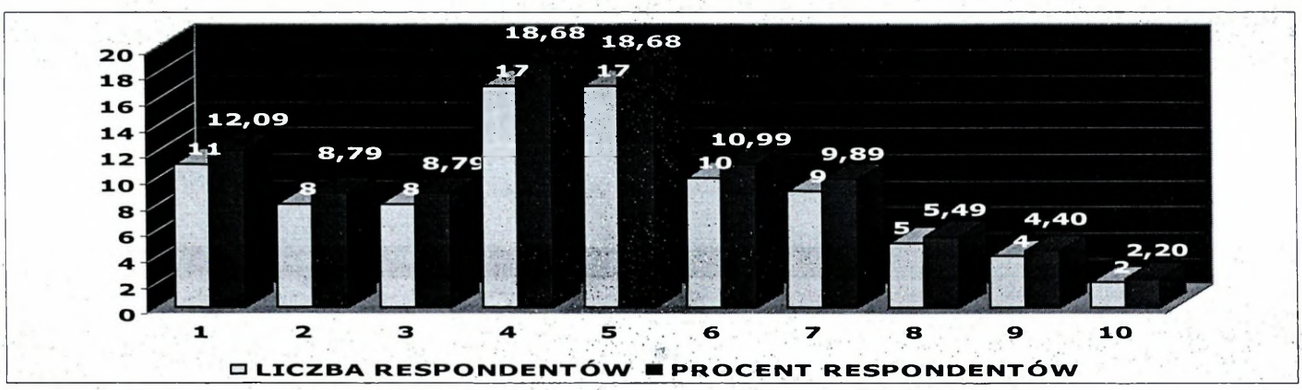

**Rys. 40** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 6.6. Ćwiczenia motoryczne.

**Tabela 41**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 11 | 12,09 |
| 2 | 8 | 8,79 |
| 3 | 8 | 8,79 |
| 4 | 17 | 18,68 |
| 5 | 17 | 18,68 |
| 6 | 10 | 10,99 |
| 7 | 9 | 9,89 |
| 8 | 5 | 5,49 |
| 9 | 4 | 4,40 |
| 10 | 2 | 2,20 |
| **Razem** | **91** | **100,00** |



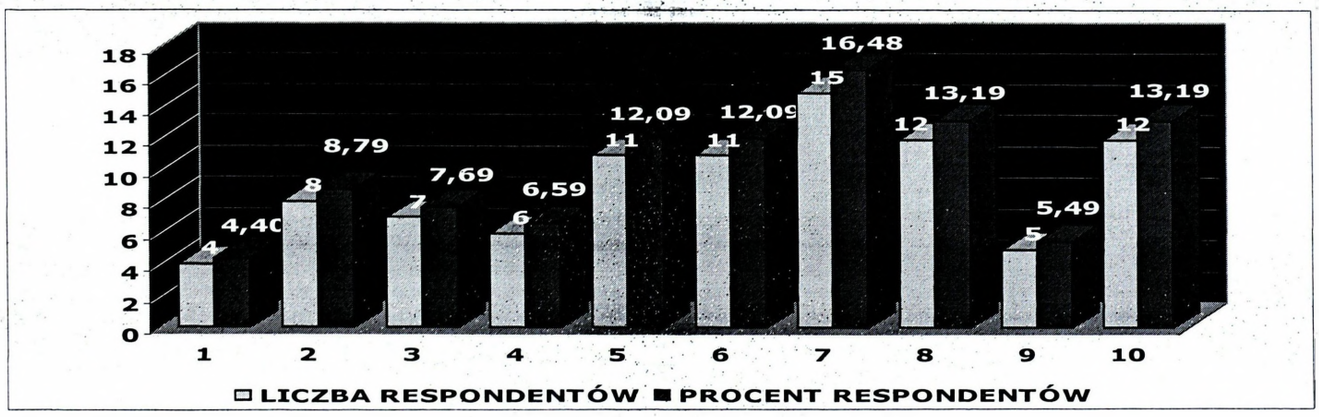

**Rys. 41** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 6.7. Dyskusja dydaktyczna.

**Tabela 42**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 4 | 4,40 |
| 2 | 8 | 8,79 |
| 3 | 7 | 7,69 |
| 4 | 6 | 6,59 |
| 5 | 11 | 12,09 |
| 6 | 11 | 12,09 |
| 7 | 15 | 16,48 |
| 8 | 12 | 13,19 |
| 9 | 5 | 5,49 |
| 10 | 12 | 13,19 |
| **Razem** | **91** | **100,00** |




**Rys. 42** Wykres opinii respondentów

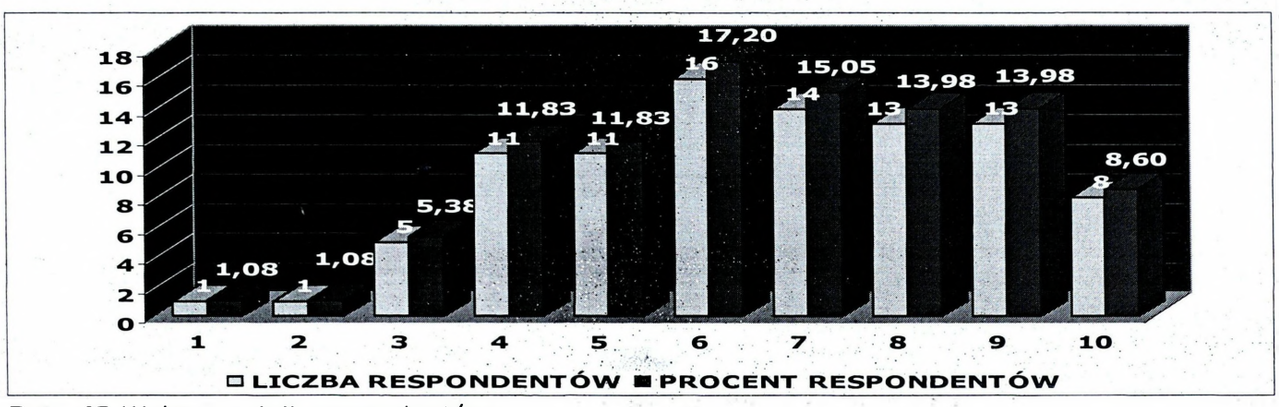
**Źródło:** Opracowanie własne

178

## 6.8. Metoda sytuacyjna.

**Tabela 43**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1,08 |
| 2 | 1 | 1,08 |
| 3 | 5 | 5,38 |
| 4 | 11 | 11,83 |
| 5 | 11 | 11,83 |
| 6 | 16 | 17,20 |
| 7 | 14 | 15,05 |
| 8 | 13 | 13,98 |
| 9 | 13 | 13,98 |
| 10 | 8 | 8,60 |
| **Razem** | **93** | **100,00** |



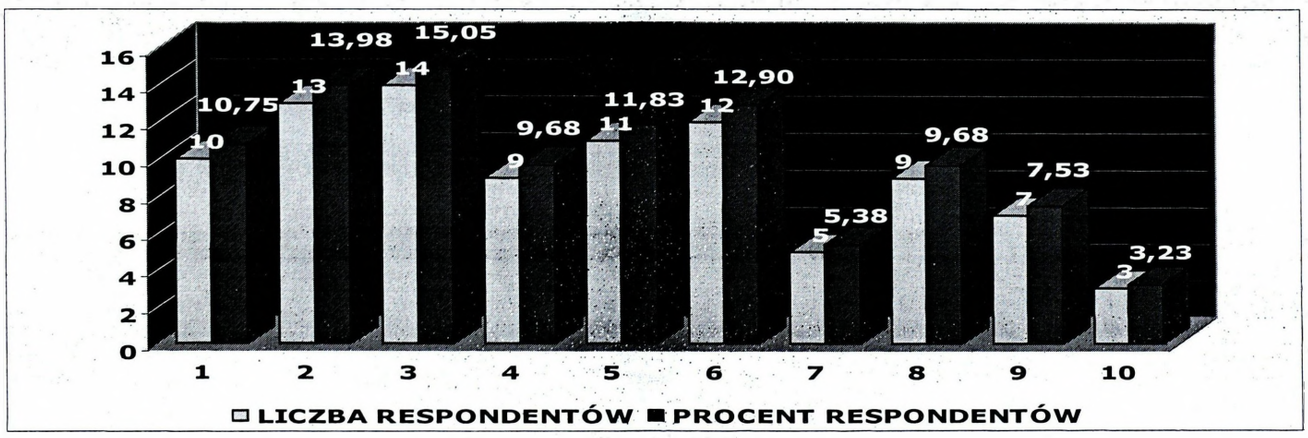

**Rys. 43** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 6.9. Metoda przypadków.

**Tabela 44**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 10 | 10,75 |
| 2 | 13 | 13,98 |
| 3 | 14 | 15,05 |
| 4 | 9 | 9,68 |
| 5 | 11 | 11,83 |
| 6 | 12 | 12,90 |
| 7 | 5 | 5,38 |
| 8 | 9 | 9,68 |
| 9 | 7 | 7,53 |
| 10 | 3 | 3,23 |
| **Razem** | **93** | **100,00** |



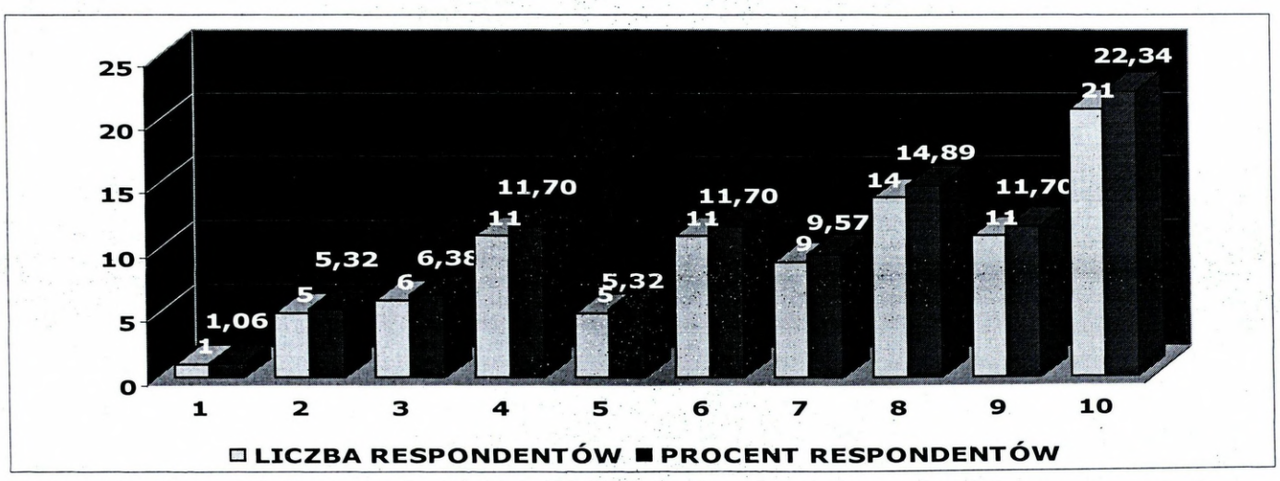

**Rys. 44** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 6.10. Metoda gier decyzyjnych.

**Tabela 45**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1,06 |
| 2 | 5 | 5,32 |
| 3 | 6 | 6,38 |
| 4 | 11 | 11,70 |
| 5 | 5 | 5,32 |
| 6 | 11 | 11,70 |
| 7 | 9 | 9,57 |
| 8 | 14 | 14,89 |
| 9 | 11 | 11,70 |
| 10 | 21 | 22,34 |
| **Razem** | **94** | **100,00** |




**Rys. 45** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 7. Opinia respondentów na temat, który z celów podsystemu doskonalenia dowództw jest najważniejszy.

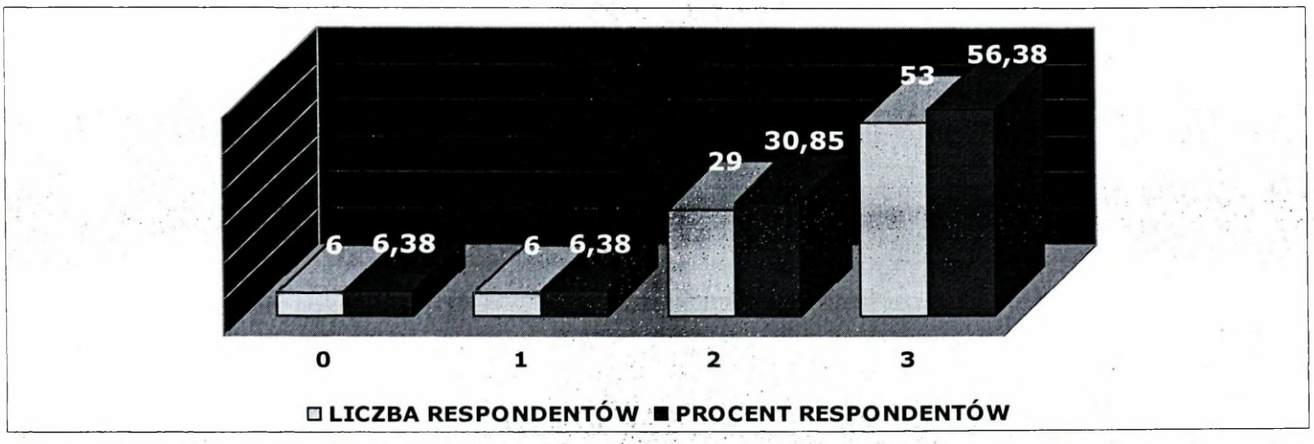
Respondenci przypisywali wartości w skali od **3** (najważniejsze) do **0** ( nieważne) każdej z odpowiedzi, przy czym wartości mogły się powtarzać.

*(Liczba respondentów w poszczególnych podpunktach jest różna, z powodu unikania odpowiedzi przez ankietowanych)*

**7.1.** Przygotowanie etatowych obsad dowództw wszystkich szczebli dowodzenia do realizacji misji i zadań w ramach całych SZ.

**Tabela 46**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 6 | 6,38 |
| 1 | 6 | 6,38 |
| 2 | 29 | 30,85 |
| 3 | 53 | 56,38 |
| Razem | 94 | 100,00 |



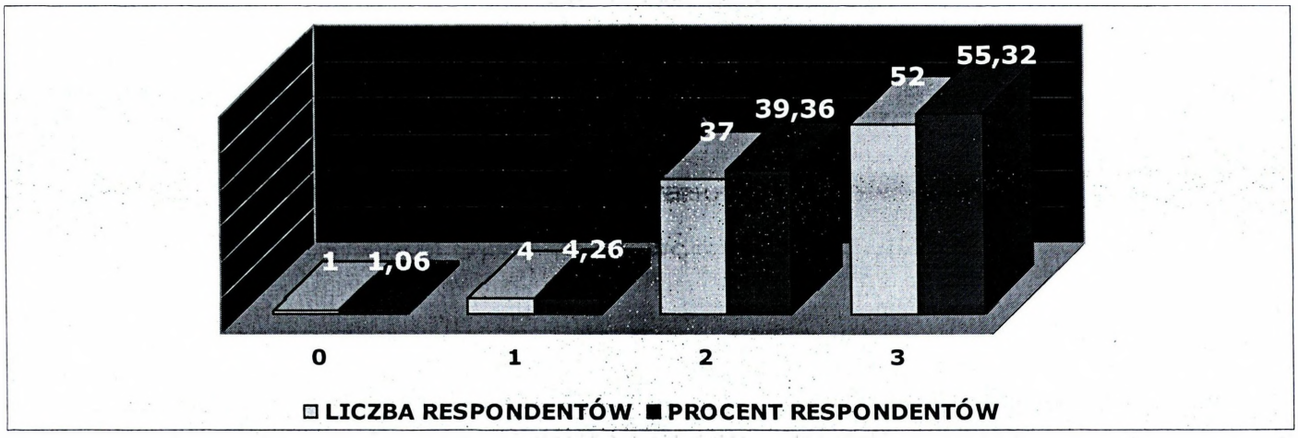

**Rys. 46** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**7.2.** Zgranie obsad operacyjnych stanowisk dowodzenia funkcjonujących w ramach Wojennego Systemu Dowodzenia (WSyD).

Tabela 47

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 1 | 1,06 |
| 1 | 4 | 4,26 |
| 2 | 37 | 39,36 |
| 3 | 52 | 55,32 |
| Razem | 94 | 100,00 |



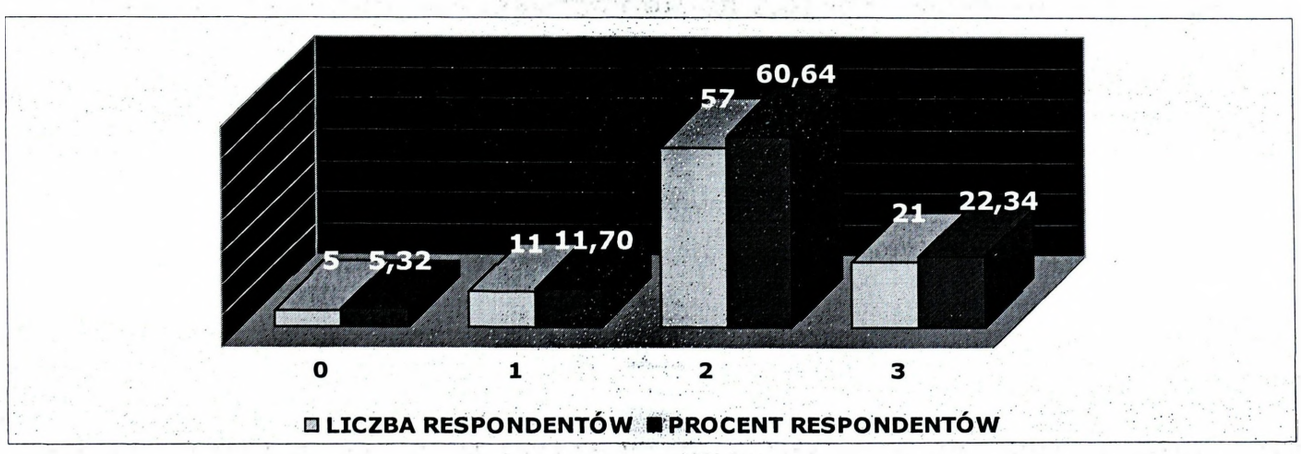

**Rys. 47** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**7.3.** Utrzymanie właściwego stopnia gotowości bojowej dowództw do płynnego przejścia na struktury (WSyD).

Tabela 48

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 5 | 5,32 |
| 1 | 11 | 11,70 |
| 2 | 57 | 60,64 |
| 3 | 21 | 22,34 |
| Razem | 94 | 100,00 |



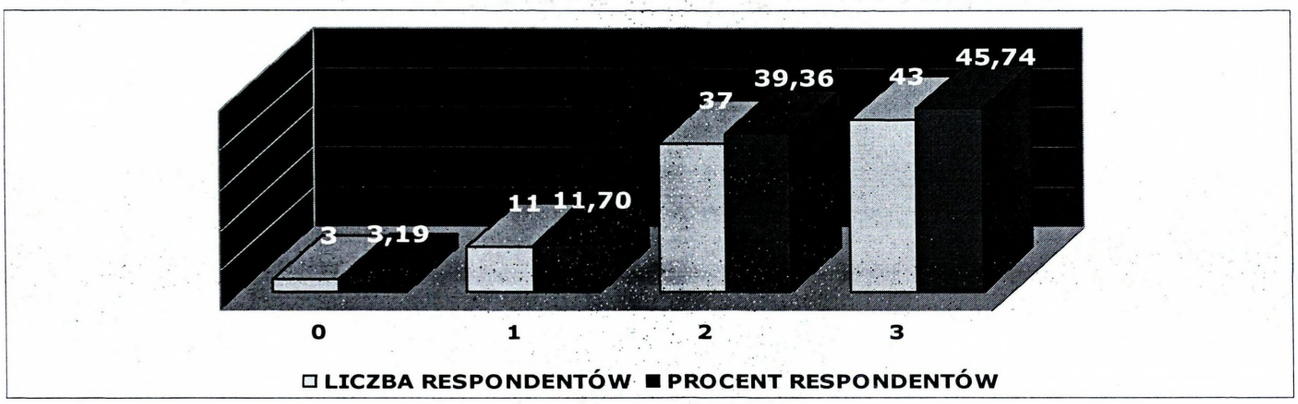

**Rys. 48** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**7.4.** Przygotowanie do wykonywania czynności osób funkcyjnych dowództw wynikających z zajmowanego stanowiska czasu „P" „K" i „W" (Pokoju, Kryzysu, Wojny).

**Tabela 49**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 3 | 3,19 |
| 1 | 11 | 11,70 |
| 2 | 37 | 39,36 |
| 3 | 43 | 45,74 |
| Razem | 94 | 100,00 |



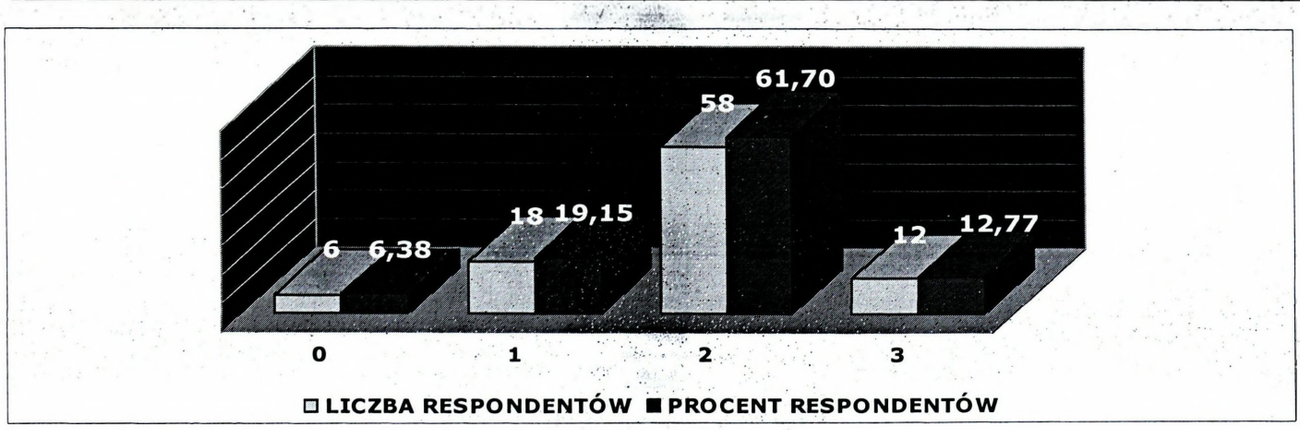

**Rys. 49** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**7.5.** Doskonalenie kwalifikacji ogólnych i specjalistycznych kadr dowództw.

**Tabela 50**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 6 | 6,38 |
| 1 | 18 | 19,15 |
| 2 | 58 | 61,70 |
| 3 | 12 | 12,77 |
| Razem | 94 | 100,00 |




**Rys. 50** Wykres opinii respondentów

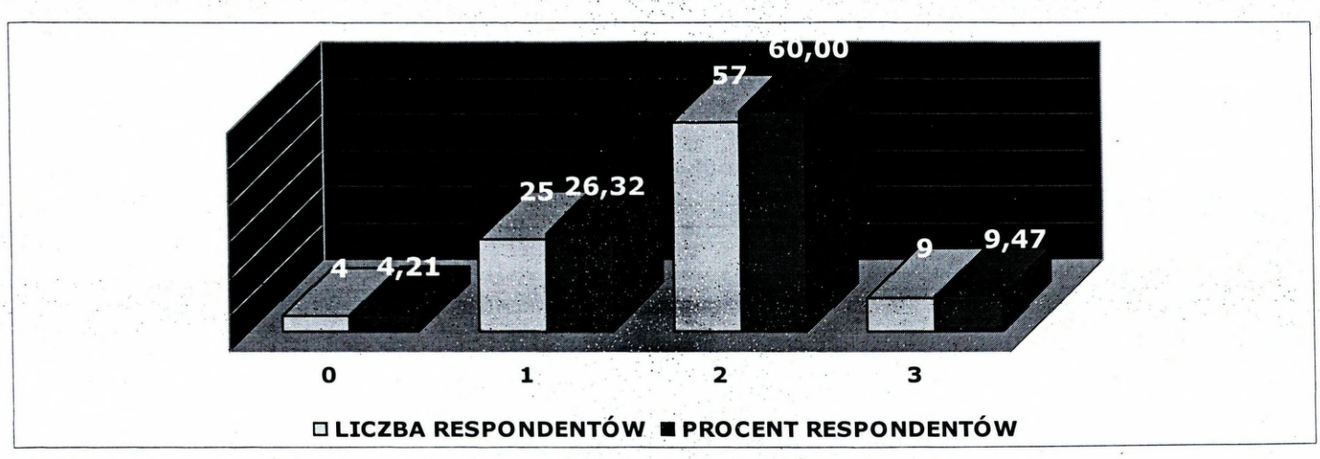
**Źródło:** Opracowanie własne

183

**7.6.** Podtrzymywanie umiejętności praktycznych kadr dowództw.

**Tabela 51**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 4 | 4,21 |
| 1 | 25 | 26,32 |
| 2 | 57 | 60,00 |
| 3 | 9 | 9,47 |
| Razem | 95 | 100,00 |




**Rys. 51** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 8. Ocena uczestnictwa respondentów w formach organizacyjnych podsystemu doskonalenia dowództw.

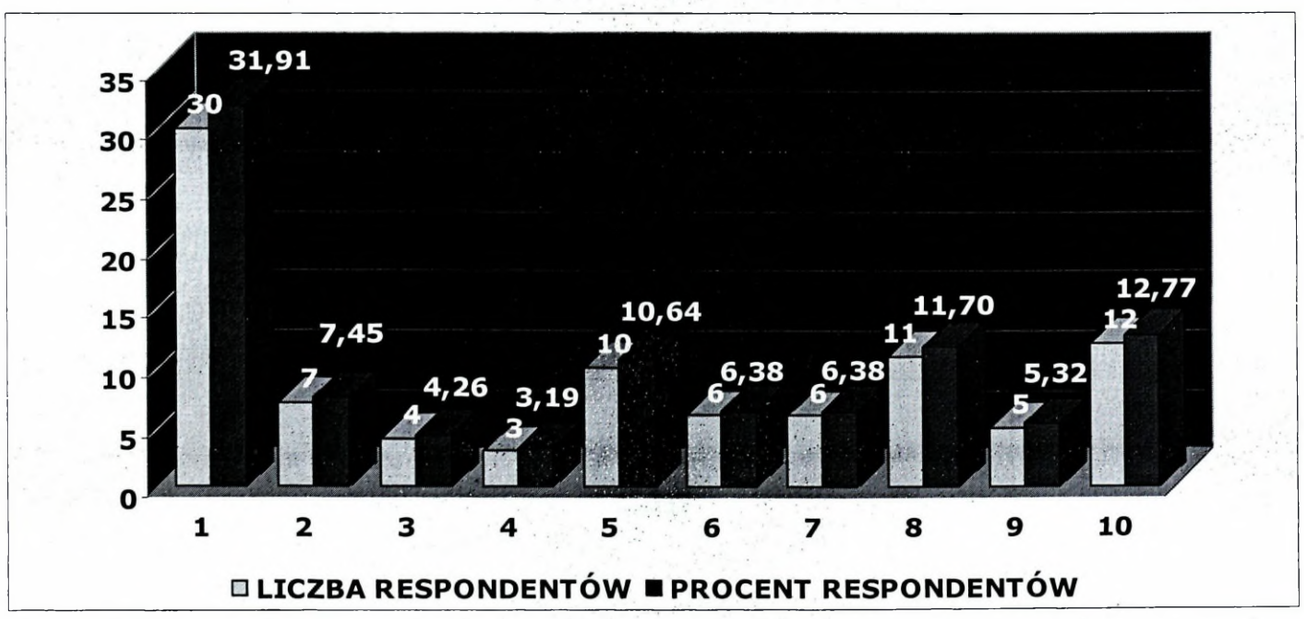
Respondenci przypisywali wartości w skali od **10** (najważniejsze) do **1** (najmniej ważne) każdej z odpowiedzi, przy czym wartości mogły się powtarzać.

*(Liczba respondentów w poszczególnych podpunktach jest różna, z powodu częstego unikania odpowiedzi przez ankietowanych)*

**8.1.** Gry decyzyjne, treningi i ćwiczenia w ramach OWSGB, działania systemu reagowania kryzysowego gminnego, powiatowego, wojewódzkiego.

**Tabela 52**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 30 | 31,91 |
| 2 | 7 | 7,45 |
| 3 | 4 | 4,26 |
| 4 | 3 | 3,19 |
| 5 | 10 | 10,64 |
| 6 | 6 | 6,38 |
| 7 | 6 | 6,38 |
| 8 | 11 | 11,70 |
| 9 | 5 | 5,32 |
| 10 | 12 | 12,77 |
| Razem | 94 | 100,00 |




**Rys. 52** Wykres opinii respondentów

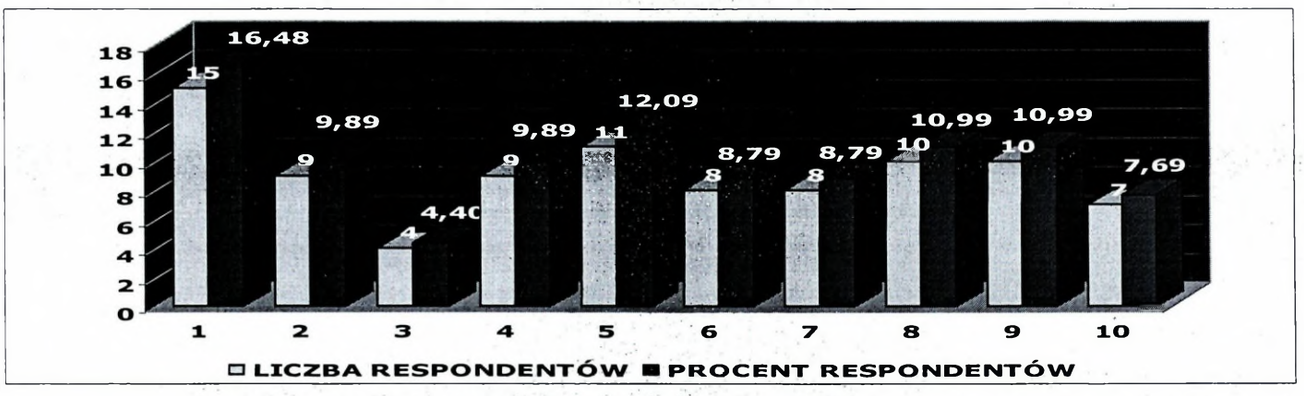
**Źródło:** Opracowanie własne

185

## 8.2. Ćwiczenia dowódczo – sztabowe: szkieletowe, wspomagane komputerowo, na mapach.

**Tabela 53**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 15 | 16,48 |
| 2 | 9 | 9,89 |
| 3 | 4 | 4,40 |
| 4 | 9 | 9,89 |
| 5 | 11 | 12,09 |
| 6 | 8 | 8,79 |
| 7 | 8 | 8,79 |
| 8 | 10 | 10,99 |
| 9 | 10 | 10,99 |
| 10 | 7 | 7,69 |
| **Razem** | **91** | **100,00** |



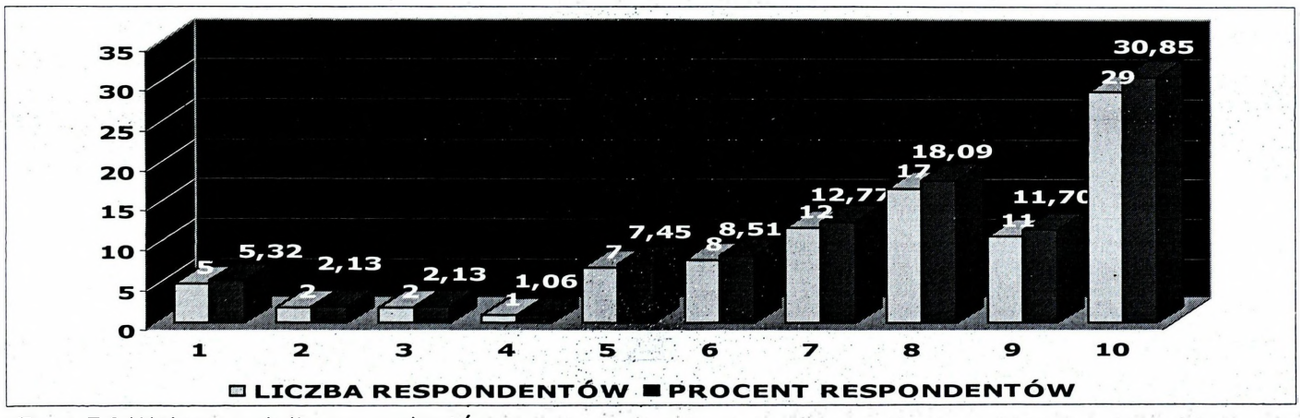

**Rys. 53** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 8.3. Treningi sztabowe.

**Tabela 54**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 5 | 5,32 |
| 2 | 2 | 2,13 |
| 3 | 2 | 2,13 |
| 4 | 1 | 1,06 |
| 5 | 7 | 7,45 |
| 6 | 8 | 8,51 |
| 7 | 12 | 12,77 |
| 8 | 17 | 18,09 |
| 9 | 11 | 11,70 |
| 10 | 29 | 30,85 |
| **Razem** | **94** | **100,00** |




**Rys. 54** Wykres opinii respondentów

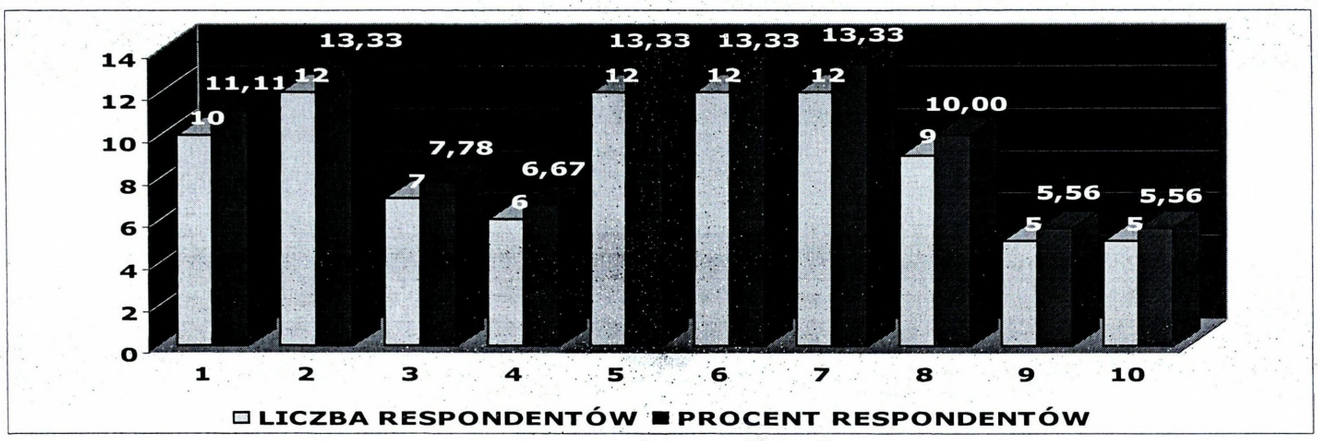
**Źródło:** Opracowanie własne

186

## 8.4. Ćwiczenia epizodyczne.

Tabela 55

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 10 | 11,11 |
| 2 | 12 | 13,33 |
| 3 | 7 | 7,78 |
| 4 | 6 | 6,67 |
| 5 | 12 | 13,33 |
| 6 | 12 | 13,33 |
| 7 | 12 | 13,33 |
| 8 | 9 | 10,00 |
| 9 | 5 | 5,56 |
| 10 | 5 | 5,56 |
| **Razem** | **90** | **100,00** |



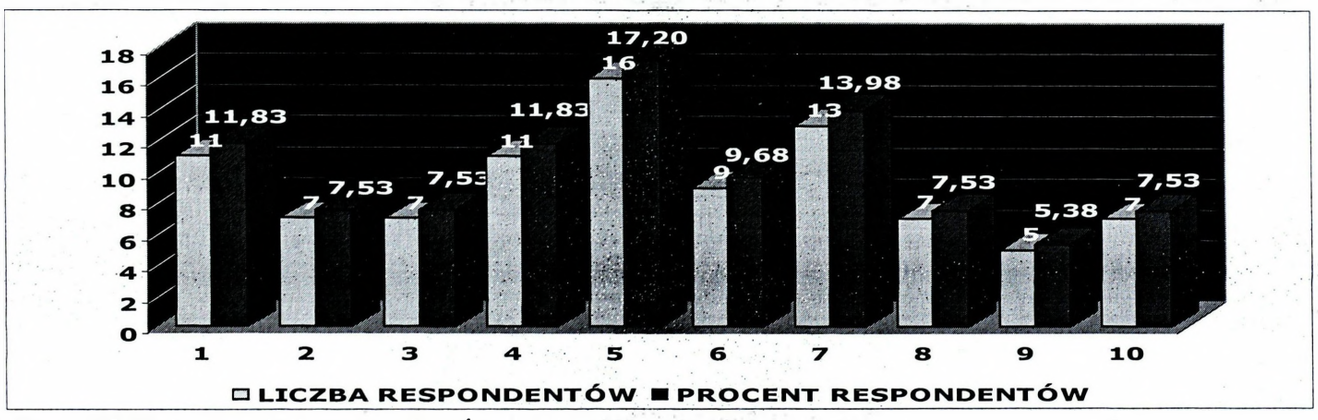

**Rys. 55** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 8.5. Ćwiczenia grupowe.

Tabela 56

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 11 | 11,83 |
| 2 | 7 | 7,53 |
| 3 | 7 | 7,53 |
| 4 | 11 | 11,83 |
| 5 | 16 | 17,20 |
| 6 | 9 | 9,68 |
| 7 | 13 | 13,98 |
| 8 | 7 | 7,53 |
| 9 | 5 | 5,38 |
| 10 | 7 | 7,53 |
| **Razem** | **93** | **100,00** |



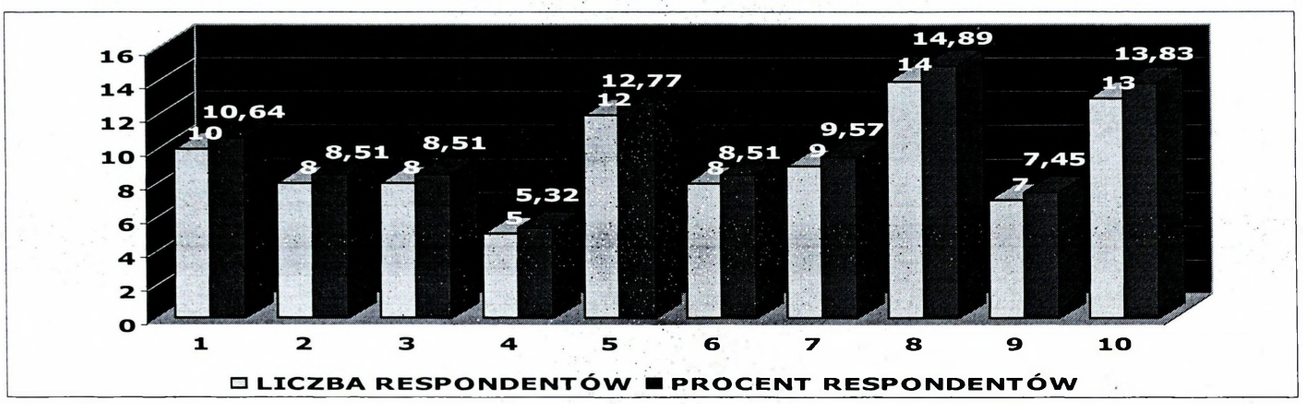

**Rys. 56** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**8.6.** Ćwiczenia z wojskami, w tym ćwiczenia ze strzelaniem i bez strzelania, ćwiczenia taktyczno – specjalne rodzajów wojsk, ćwiczenia reagowania kryzysowego z udziałem wojsk.

**Tabela 57**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 10 | 10,64 |
| 2 | 8 | 8,51 |
| 3 | 8 | 8,51 |
| 4 | 5 | 5,32 |
| 5 | 12 | 12,77 |
| 6 | 8 | 8,51 |
| 7 | 9 | 9,57 |
| 8 | 14 | 14,89 |
| 9 | 7 | 7,45 |
| 10 | 13 | 13,83 |
| **Razem** | **94** | **100,00** |



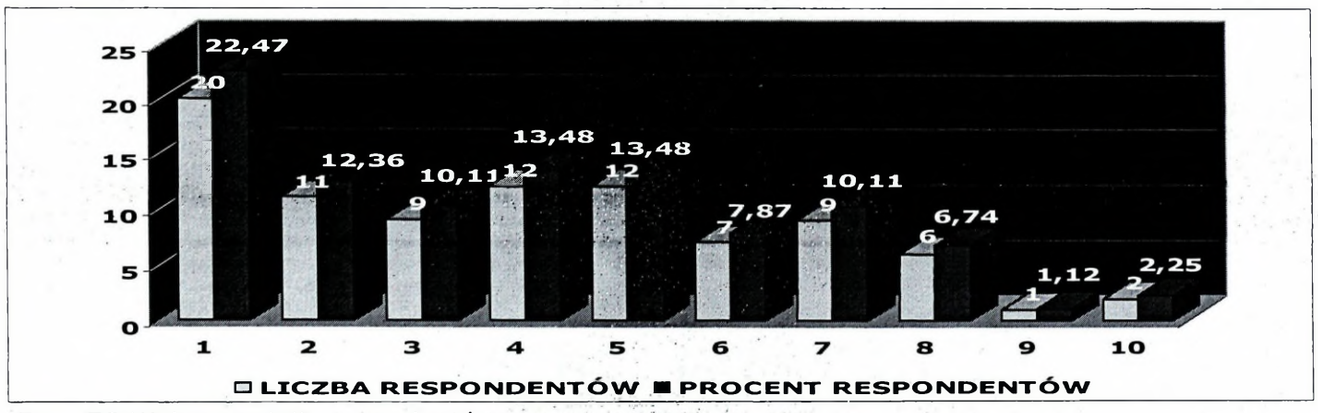

**Rys. 57** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**8.7.** Treningi: techniczny, umiejętności praktycznych, proceduralny.

**Tabela 58**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 20 | 22,47 |
| 2 | 11 | 12,36 |
| 3 | 9 | 10,11 |
| 4 | 12 | 13,48 |
| 5 | 12 | 13,48 |
| 6 | 7 | 7,87 |
| 7 | 9 | 10,11 |
| 8 | 6 | 6,74 |
| 9 | 1 | 1,12 |
| 10 | 2 | 2,25 |
| **Razem** | **89** | **100,00** |



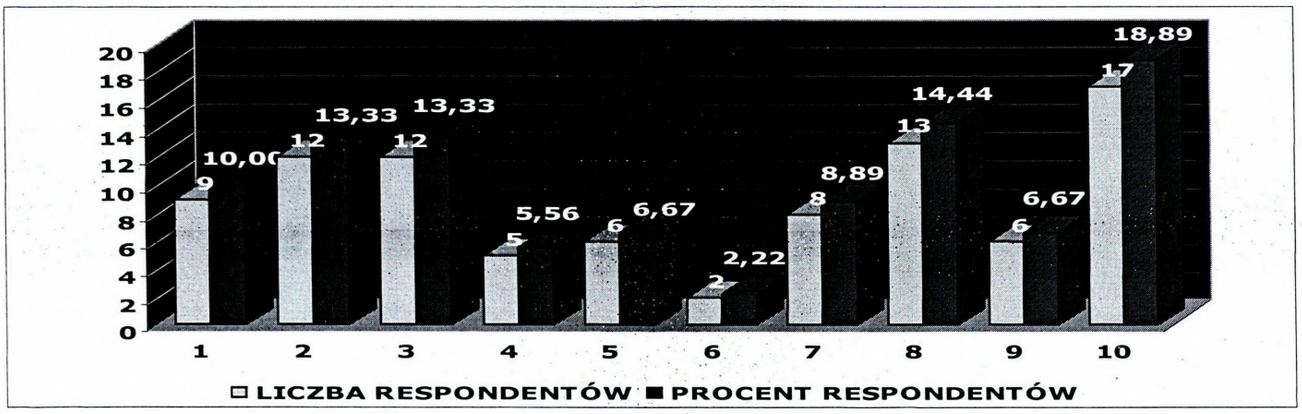

**Rys. 58** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 8.8. Samokształcenie.

Tabela 59

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 9 | 10,00 |
| 2 | 12 | 13,33 |
| 3 | 12 | 13,33 |
| 4 | 5 | 5,56 |
| 5 | 6 | 6,67 |
| 6 | 2 | 2,22 |
| 7 | 8 | 8,89 |
| 8 | 13 | 14,44 |
| 9 | 6 | 6,67 |
| 10 | 17 | 18,89 |
| **Razem** | **90** | **100,00** |



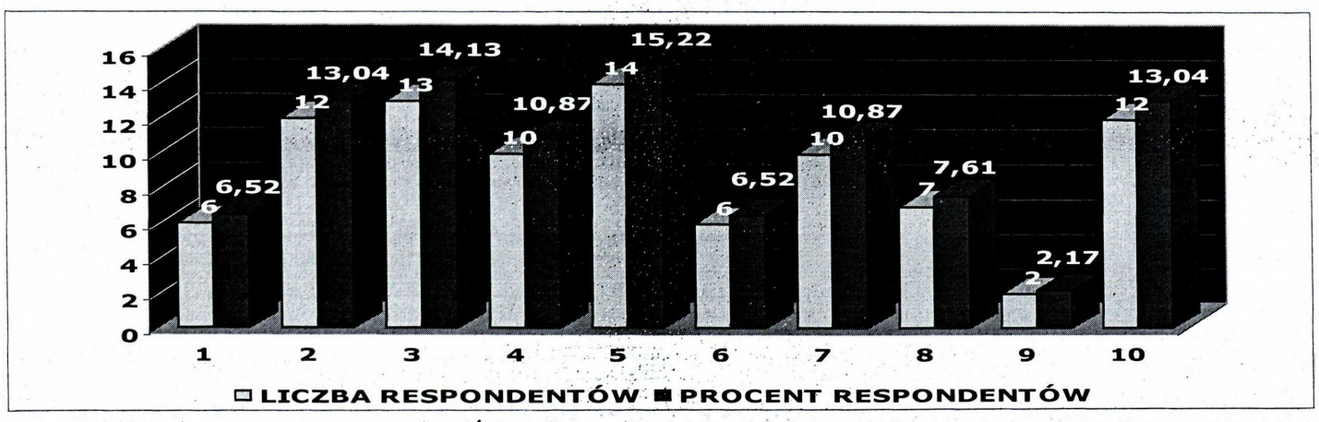

**Rys. 59** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 8.9. Wykład.

Tabela 60

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 6 | 6,52 |
| 2 | 12 | 13,04 |
| 3 | 13 | 14,13 |
| 4 | 10 | 10,87 |
| 5 | 14 | 15,22 |
| 6 | 6 | 6,52 |
| 7 | 10 | 10,87 |
| 8 | 7 | 7,61 |
| 9 | 2 | 2,17 |
| 10 | 12 | 13,04 |
| **Razem** | **92** | **100,00** |




**Rys. 60** Wykres opinii respondentów

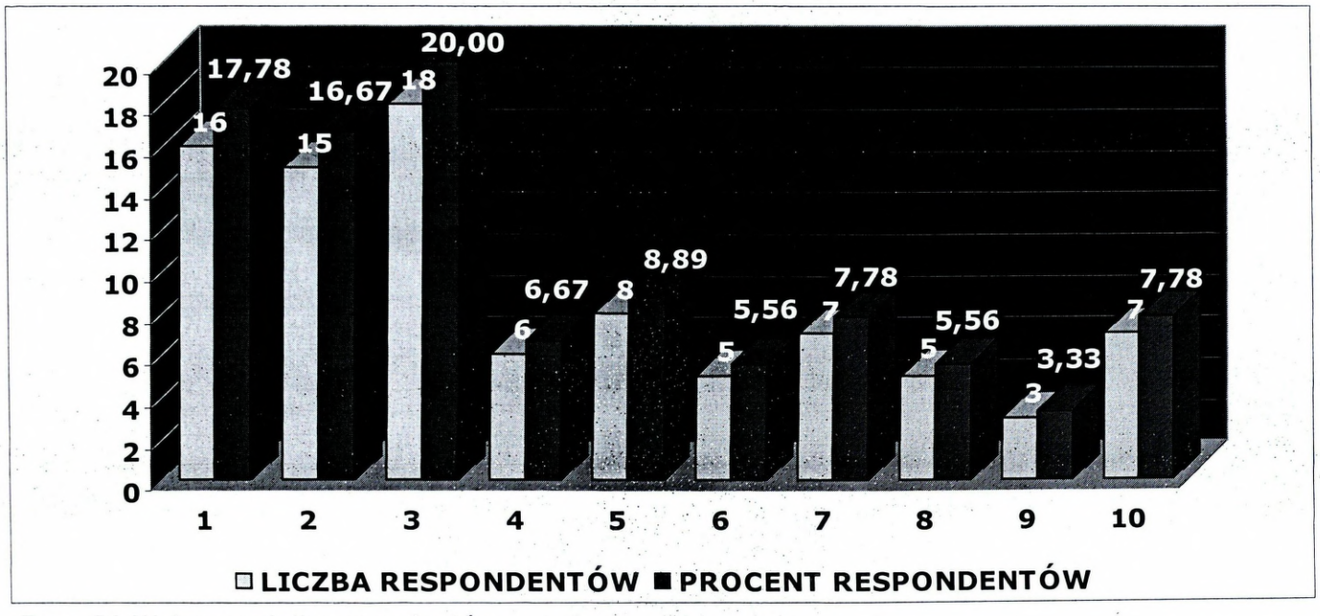
**Źródło:** Opracowanie własne

189

**8.10.** Seminarium.

**Tabela 61**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 1 | 16 | 17,78 |
| 2 | 15 | 16,67 |
| 3 | 18 | 20,00 |
| 4 | 6 | 6,67 |
| 5 | 8 | 8,89 |
| 6 | 5 | 5,56 |
| 7 | 7 | 7,78 |
| 8 | 5 | 5,56 |
| 9 | 3 | 3,33 |
| 10 | 7 | 7,78 |
| **Razem** | **90** | **100,00** |




**Rys. 61** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 9. Ocena respondentów na temat ważności treści kształcenia w ramach procesu doskonalenia.

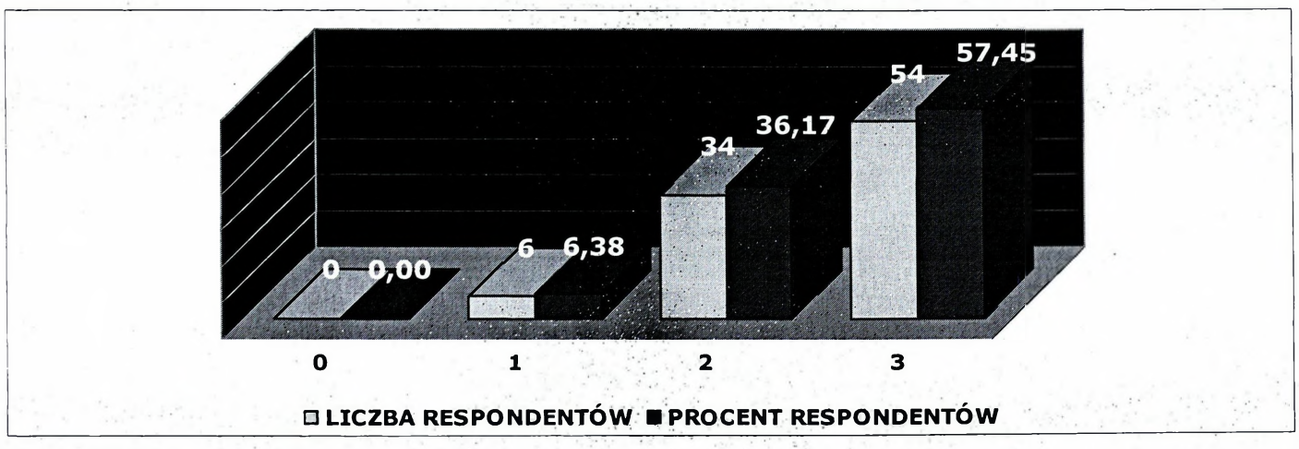
Respondenci przypisywali wartości w skali od **3** (najistotniejsze) do **0** (nieważne) każdej z odpowiedzi, przy czym wartości mogły się powtarzać.

*(Liczba respondentów w podpunktach jest różna, z powodu unikania odpowiedzi przez ankietowanych).*

**9.1.** Nauczanie i doskonalenie umiejętności indywidualnych i zespołowych w prowadzeniu działań taktycznych.

**Tabela 62**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0,00 |
| 1 | 6 | 6,38 |
| 2 | 34 | 36,17 |
| 3 | 54 | 57,45 |
| Razem | 94 | 100,00 |



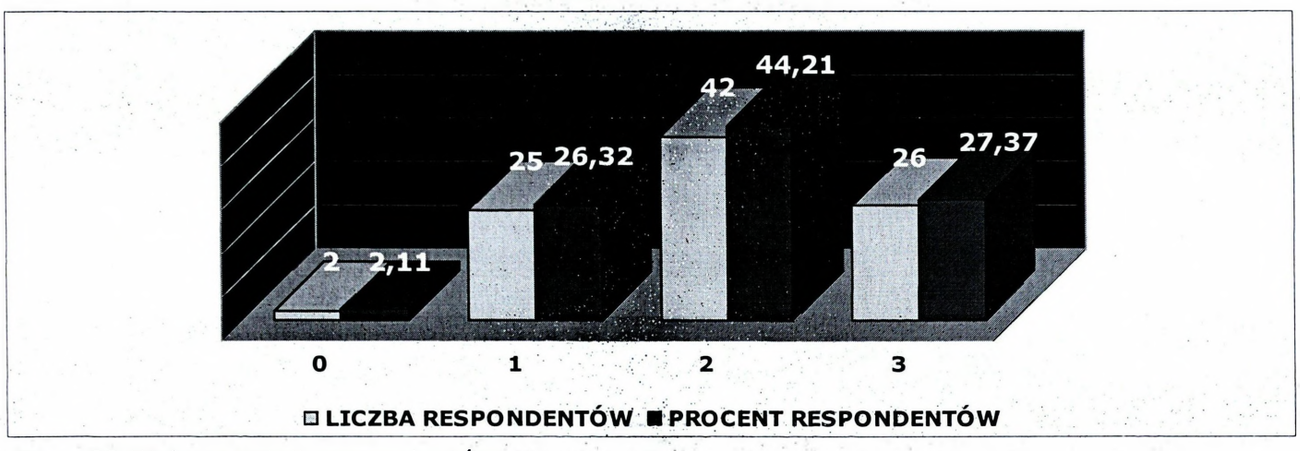

**Rys. 62** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**9.2.** Umiejętność przejścia ze struktur czasu „P" na struktury czasu „K" i „W".

Tabela 63

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 2 | 2,11 |
| 1 | 25 | 26,32 |
| 2 | 42 | 44,21 |
| 3 | 26 | 27,37 |
| Razem | 95 | 100,00 |



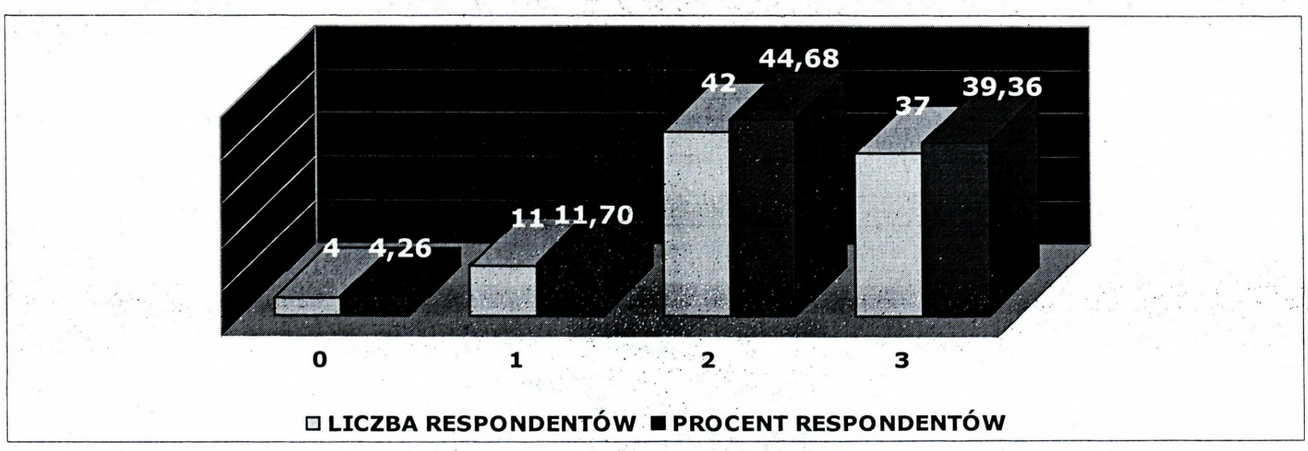

**Rys. 63** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**9.3.** Umiejętność organizowania działań samodzielnych i w strukturze przełożonego.

Tabela 64

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 4 | 4,26 |
| 1 | 11 | 11,70 |
| 2 | 42 | 44,68 |
| 3 | 37 | 39,36 |
| Razem | 94 | 100,00 |




**Rys. 64** Wykres opinii respondentów

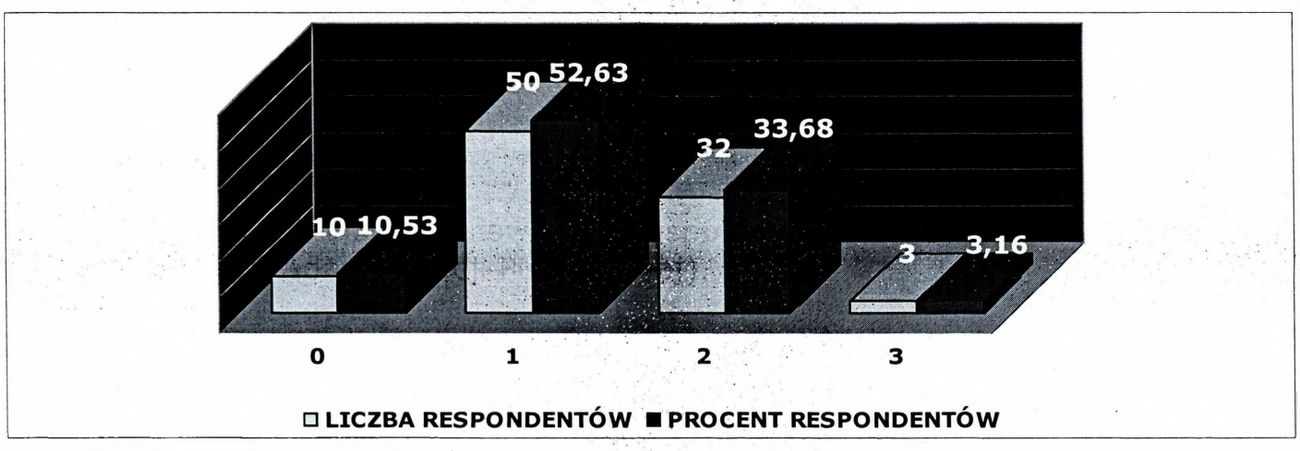
**Źródło:** Opracowanie własne

192

**9.4.** Umiejętność zorganizowania współdziałania z TOAP (Terenowymi Organami Administracji Państwowej).

**Tabela 65**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 10 | 10,53 |
| 1 | 50 | 52,63 |
| 2 | 32 | 33,68 |
| 3 | 3 | 3,16 |
| Razem | 95 | 100,00 |



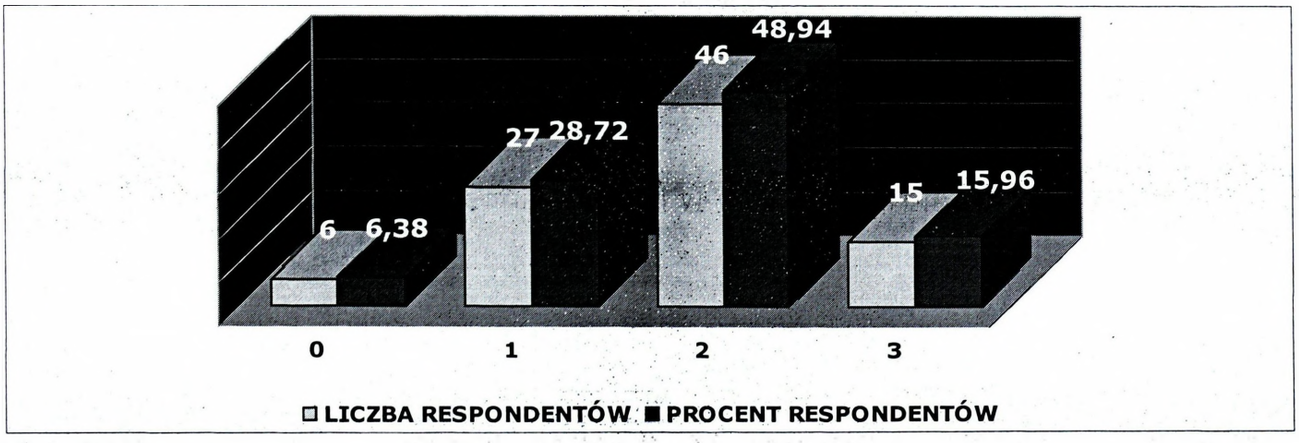

**Rys. 65** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**9.5.** Planowanie i organizowanie działań w strukturach NATO.

**Tabela 66**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 6 | 6,38 |
| 1 | 27 | 28,72 |
| 2 | 46 | 48,94 |
| 3 | 15 | 15,96 |
| Razem | 94 | 100,00 |



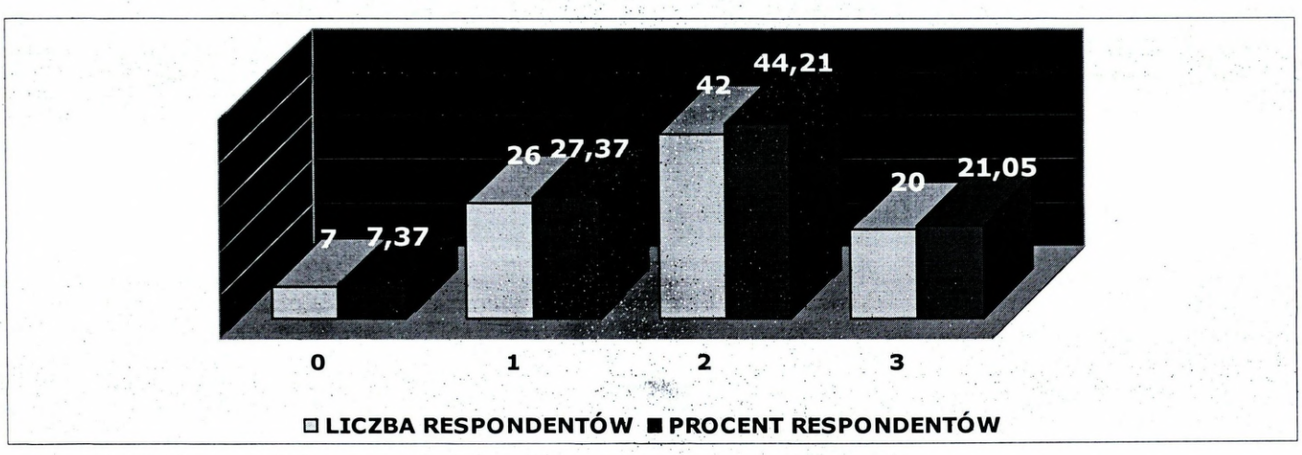

**Rys. 66** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

**9.6.** Planowanie i organizowanie działań w ramach narodowej operacji połączonej.

**Tabela 67**

| STOPIEŃ WARTOŚCI | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|
| 0 | 7 | 7,37 |
| 1 | 26 | 27,37 |
| 2 | 42 | 44,21 |
| 3 | 20 | 21,05 |
| Razem | 95 | 100,00 |

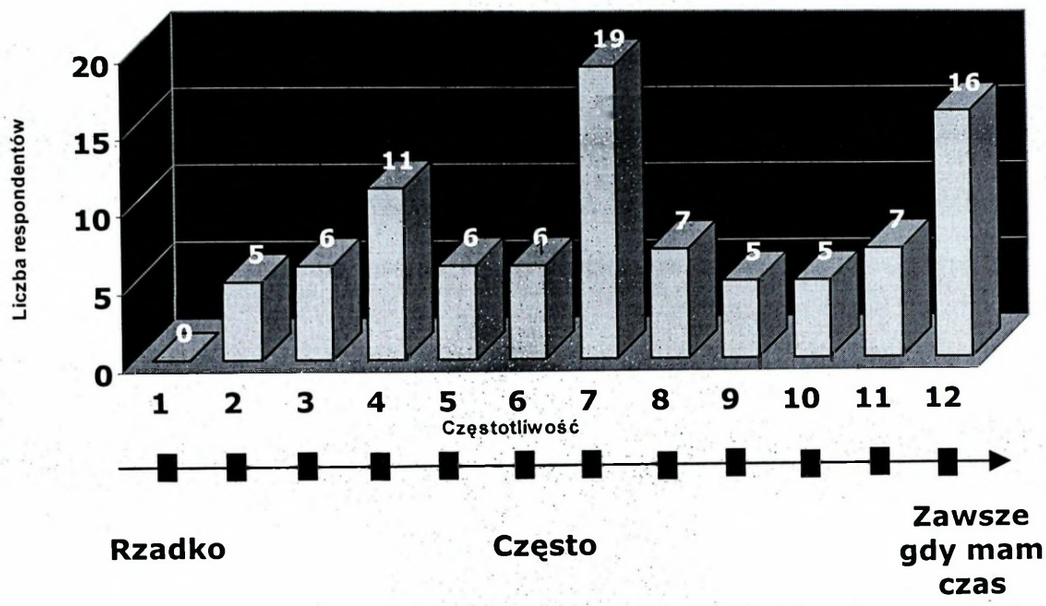



**Rys. 67** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

## 10. Ocena respondentów na temat dokształcania i samokształcenia w trakcie wykonywania zadań służbowych.

Respondenci zaznaczali odpowiedni punkt na skali, od lewej **(rzadko)** poprzez środek **(często)** do prawego końca skali **(zawsze gdy mam czas)**



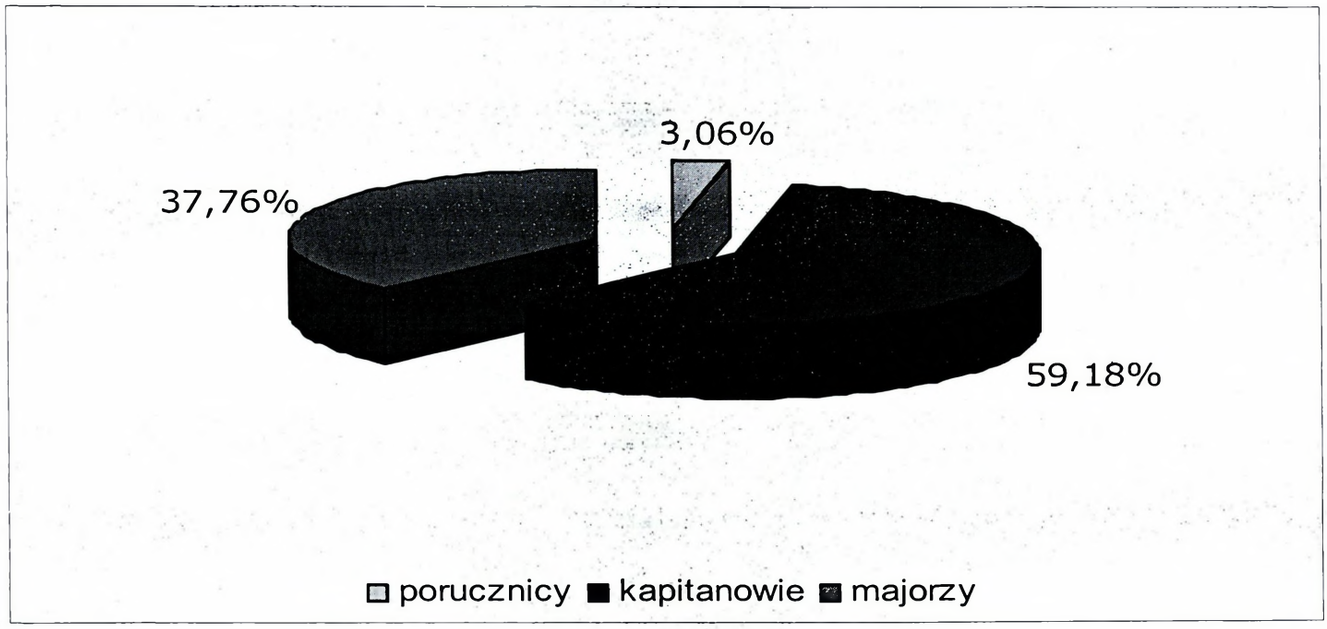

**Rys. 68** Wykres opinii respondentów

**Źródło:** Opracowanie własne

W ankiecie wzięło udział 98 oficerów kursu specjalistycznego kandydatów na dowódców batalionów/dywizjonów (równorzędnych), podyplomowych studiów operacyjno – taktycznych oraz uzupełniających studiów magisterskich Wydziału Wojsk Lądowych Akademii Obrony Narodowej.

**Tabela 68**

| LP | WYSZCZEGÓLNIENIE | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|---|
| 1 | porucznicy | 3 | 3,06 |
| 2 | kapitanowie | 58 | 59,18 |
| 3 | majorzy | 37 | 37,76 |
| | Razem | 98 | 100,00 |



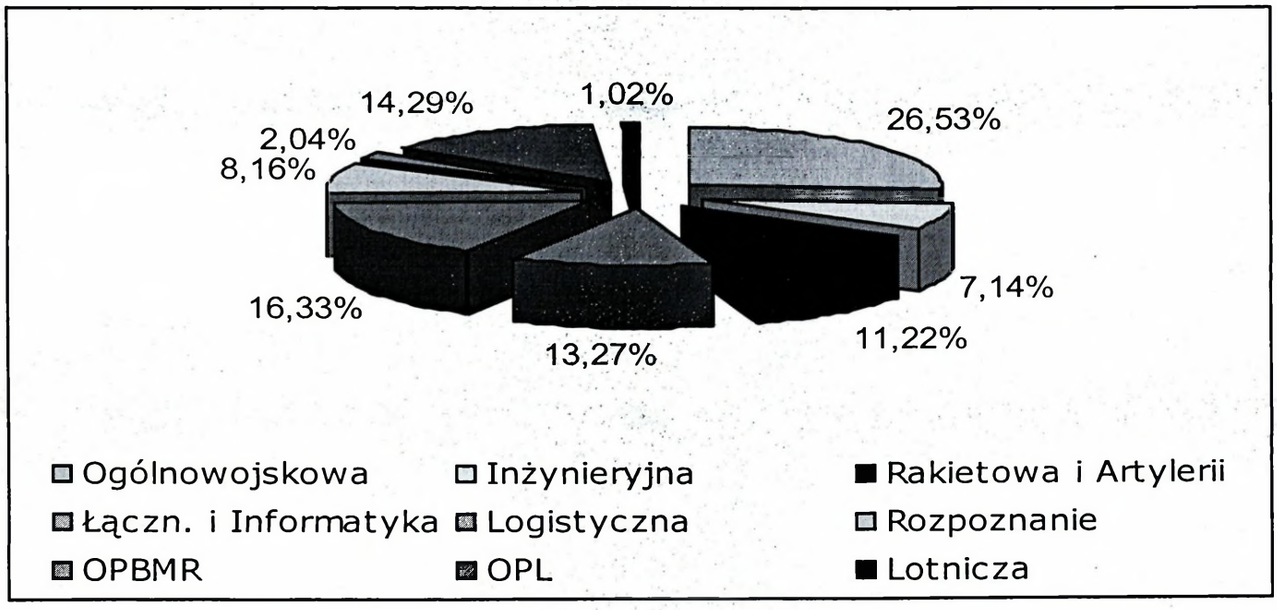

**Rys. 69** Skład respondentów według kryterium stopnia wojskowego

**Źródło:** Opracowanie własne

Respondenci reprezentowali następujące specjalności wojskowe:

**Tabela 69**

| LP | WYSZCZEGÓLNIENIE | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|---|
| 1 | Ogólnowojskowa | 26 | 26,53 |
| 2 | Inżynieryjna | 7 | 7,14 |
| 3 | Rakietowa i Artylerii | 11 | 11,22 |
| 4 | Łączn. i Informatyka | 13 | 13,27 |
| 5 | Logistyczna | 16 | 16,33 |
| 6 | Rozpoznanie | 8 | 8,16 |
| 7 | OPBMR | 2 | 2,04 |
| 8 | OPL | 14 | 14,29 |
| 9 | Lotnicza | 1 | 1,02 |
| | Razem | 98 | 100,00 |



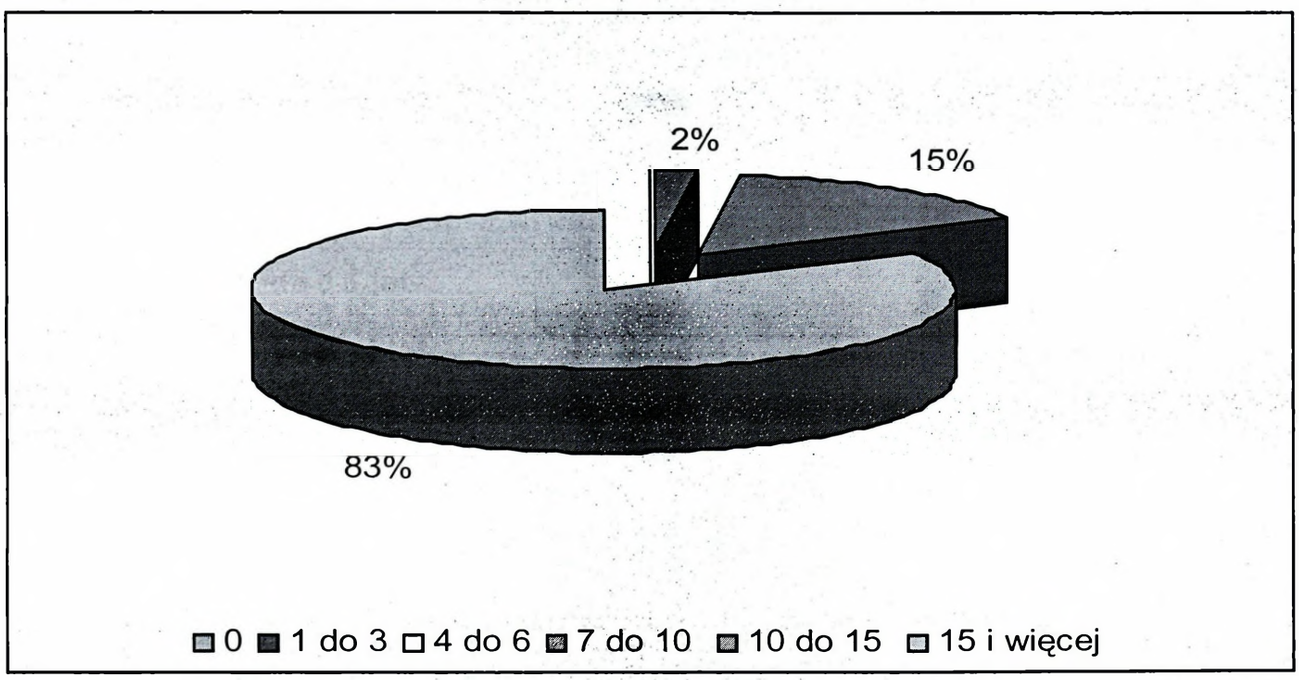

**Rys. 70** Skład respondentów według kryterium specjalności wojskowej

**Źródło:** Opracowanie własne.

Respondenci posiadali następujący staż służby wojskowej:

**Tabela 70**

| LP | WYSZCZEGÓLNIENIE | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0,00 |
| 2 | 1 do 3 lat | 0 | 0,00 |
| 3 | 4 do 6 lat | 0 | 0,00 |
| 4 | 7 do 10 lat | 2 | 2,04 |
| 5 | 10 do 15 lat | 15 | 15,31 |
| 6 | 15 i więcej lat | 81 | 82,65 |
| | Razem | 98 | 100,00 |



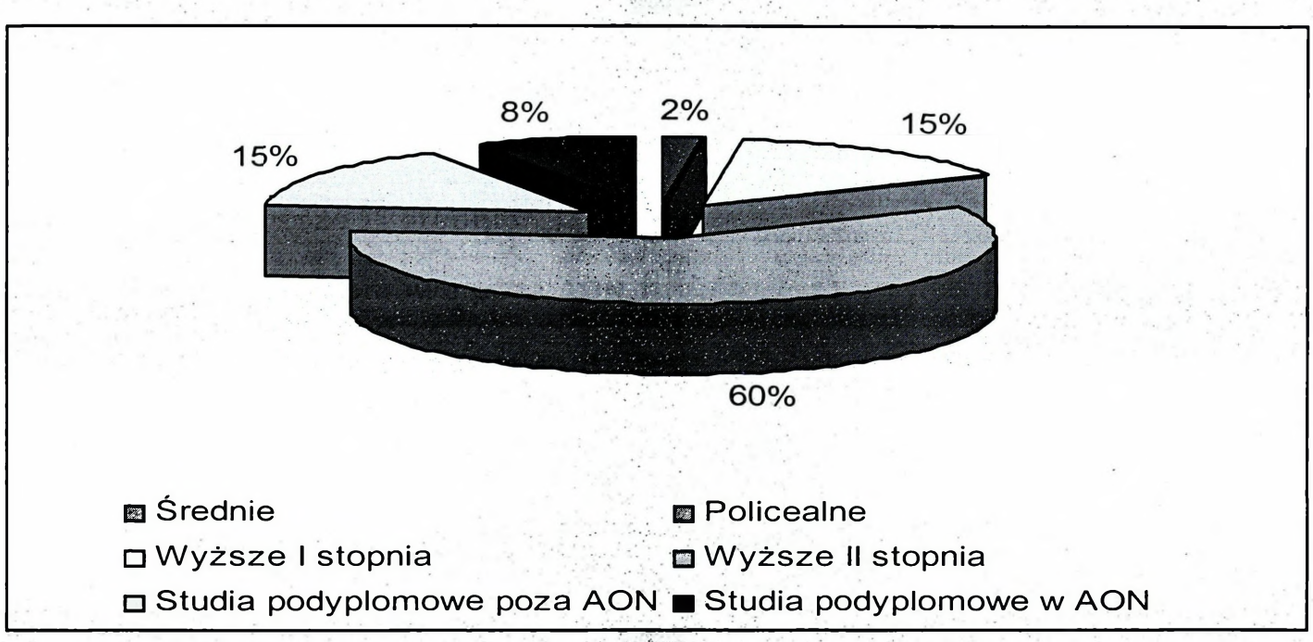

**Rys. 71** Skład respondentów według kryterium stażu służby wojskowej

**Źródło:** Opracowanie własne.

Respondenci reprezentowali następujące wykształcenie:

**Tabela 71**

| LP | WYSZCZEGÓLNIENIE | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|---|
| 1 | Średnie | 2 | 2,04 |
| 2 | Policealne | 0 | 0,00 |
| 3 | Wyższe I stopnia | 15 | 15,31 |
| 4 | Wyższe II stopnia | 58 | 59,18 |
| 5 | Studia podyplomowe poza AON | 15 | 15,31 |
| 6 | Studia podyplomowe w AON | 8 | 8,16 |
| | Razem | 98 | 100,00 |



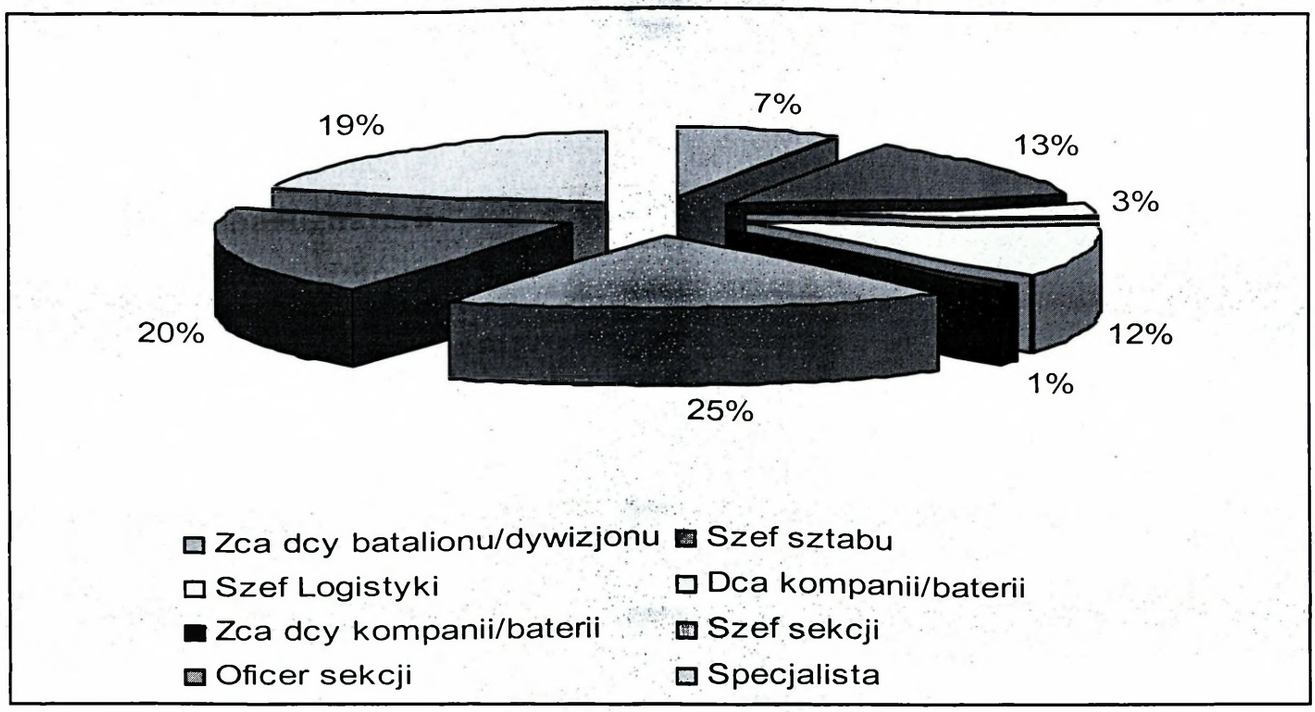

**Rys. 72** Skład respondentów według kryterium wykształcenia

**Źródło:** Opracowanie własne.

Respondenci zajmowali następujące stanowiska służbowe:

**Tabela 72**

| LP | WYSZCZEGÓLNIENIE | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|---|
| 1 | Zca dcy batalionu/dywizjonu | 7 | 7,14 |
| 2 | Szef sztabu | 12 | 12,24 |
| 3 | Szef Logistyki | 3 | 3,06 |
| 4 | Dca kompanii/baterii | 11 | 11,22 |
| 5 | Zca dcy kompanii/baterii | 1 | 1,02 |
| 6 | Szef sekcji | 23 | 23,47 |
| 7 | Oficer sekcji | 19 | 19,39 |
| 8 | Specjalista | 18 | 18,37 |
| 9 | Inne | 4 | 4,08 |
| | Razem | 98 | 95,92 |



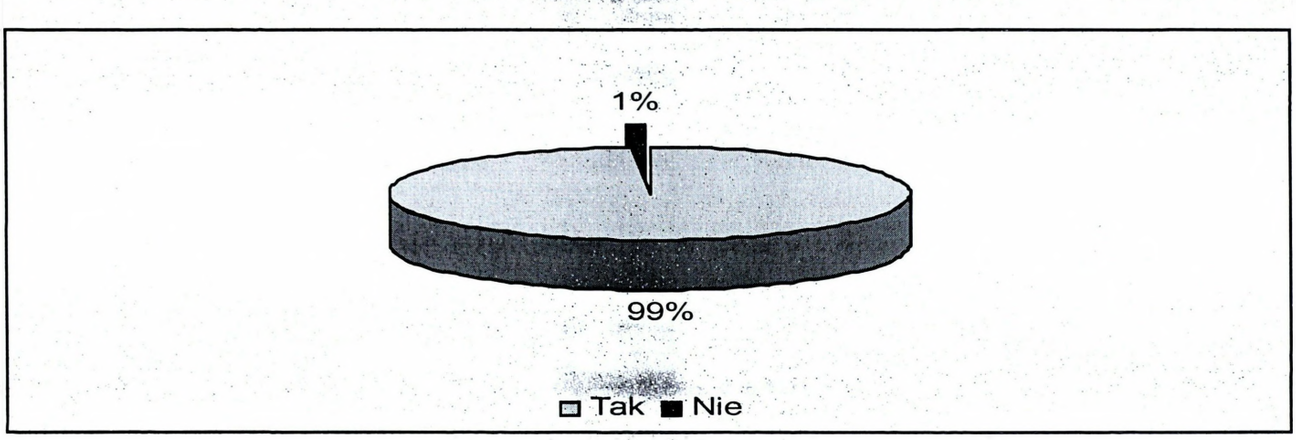

**Rys. 73** Skład respondentów według kryterium zajmowanego stanowiska

**Źródło:** Opracowanie własne.

Respondenci na pytanie czy używają w pracy komputera odpowiedzieli:

Tabela 73

| LP | WYSZCZEGÓLNIENIE | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|---|
| 1 | Tak | 97 | 98,98 |
| 2 | Nie | 1 | 1,02 |
| | Razem | 98 | 100,00 |

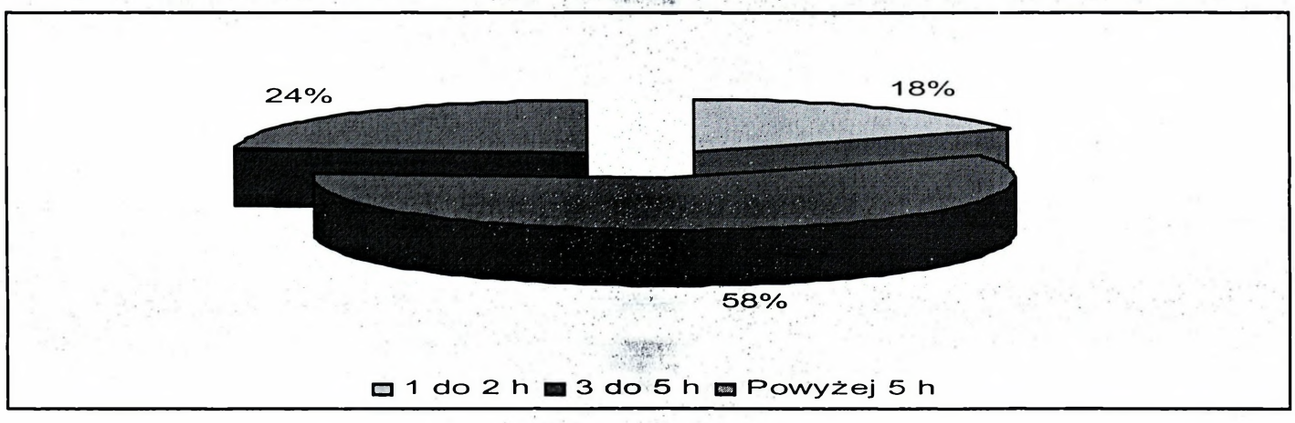



**Rys. 74** Skład respondentów, którzy korzystają z komputera w czasie pracy
**Źródło:** Opracowanie własne.

Przy czym na pytanie: *W jakim dziennym wymiarze czasowym używa Pan komputera*? Odpowiedzieli:

Tabela 74

| LP | WYSZCZEGÓLNIENIE | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 do 2 h | 17 | 17,35 |
| 2 | 3 do 5 h | 58 | 59,18 |
| 3 | Powyżej 5 h | 23 | 23,47 |
| | Razem | 98 | 100,00 |

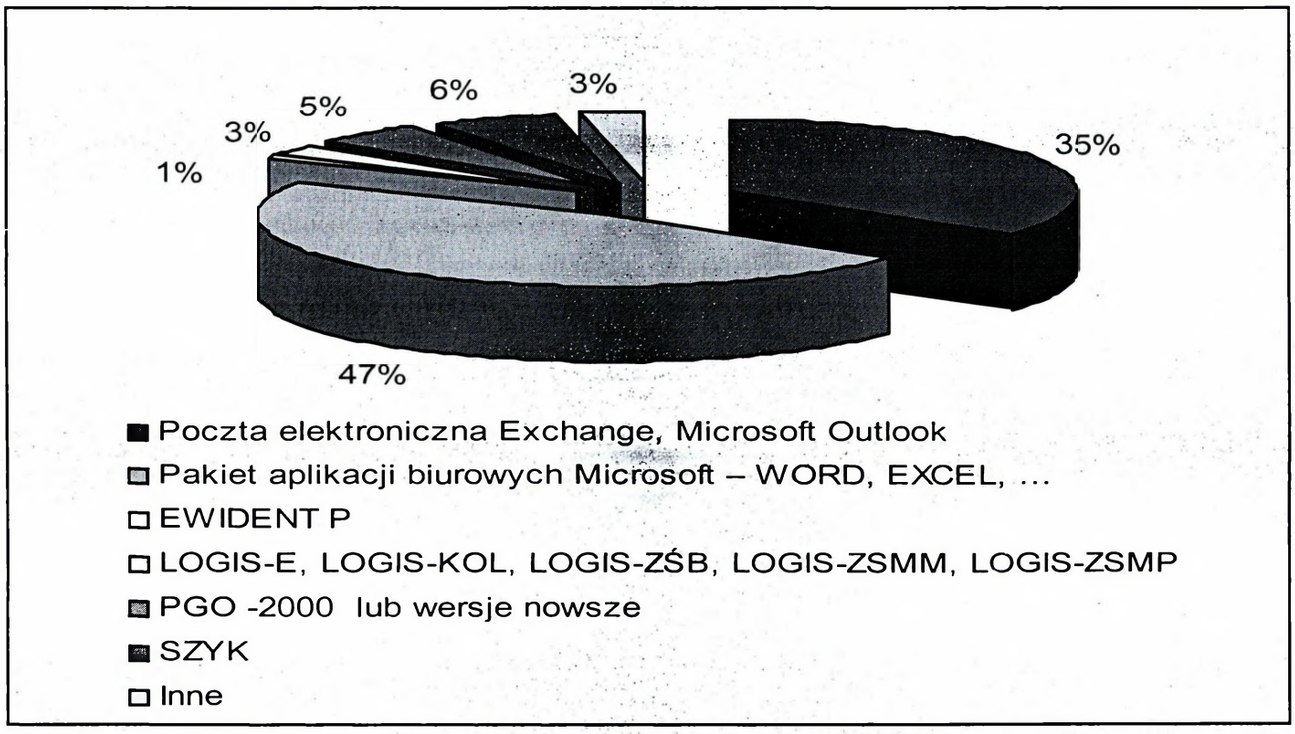



**Rys. 75** Skład respondentów, którzy korzystają w pracy z komputerów w różnych przedziałach czasu
**Źródło:** Opracowanie własne.

Na pytanie *Z jakich programów użytkowych/pakietów aplikacji Pan korzysta*, respondenci odpowiedzieli:

Tabela 75

| LP | WYSZCZEGÓLNIENIE | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|---|
| 1 | Poczta elektroniczna Exchange, Microsoft Outlook | 67 | 34,90 |
| 2 | Pakiet aplikacji biurowych Microsoft – WORD, EXCEL, ... | 92 | 47,92 |
| 3 | EWIDENT P | 1 | 0,52 |
| 4 | LOGIS-E, LOGIS-KOL, LOGIS-ZŚB, LOGIS-ZSMM, LOGIS-ZSMP | 5 | 2,60 |
| 5 | PGO -2000 lub wersje nowsze | 10 | 5,21 |
| 6 | SZYK | 11 | 5,73 |
| 7 | Inne | 6 | 3,13 |
| Razem | | 192 | 100,00 |



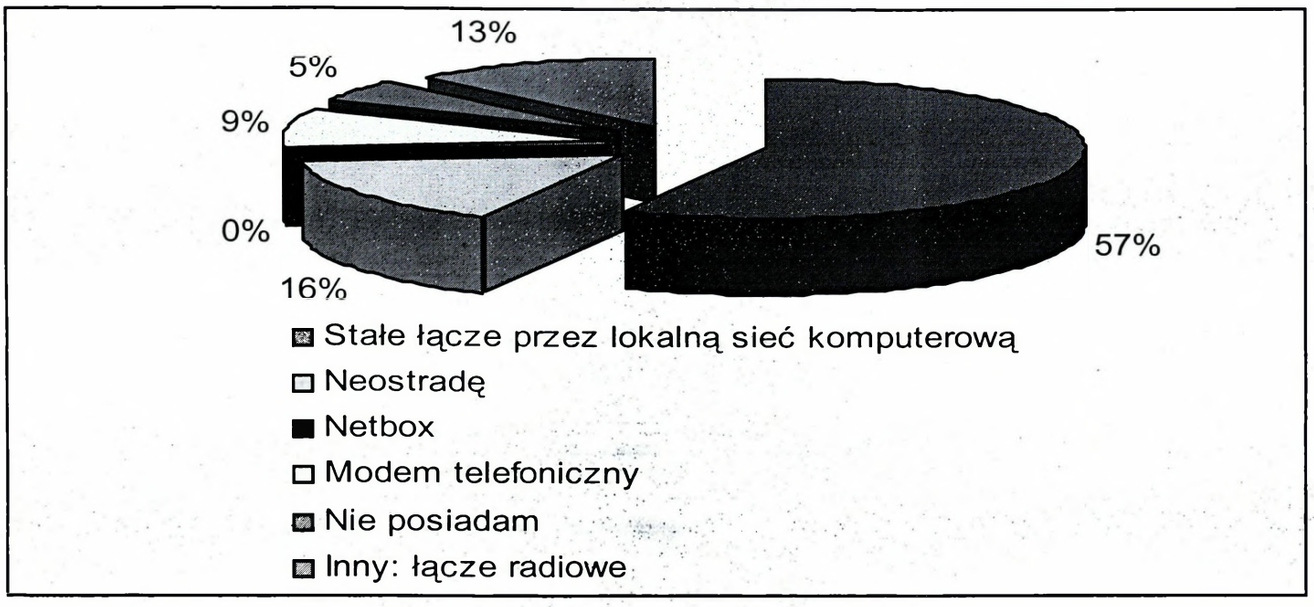

**Rys. 76** Skład respondentów, którzy korzystają w pracy z wybranych programów użytkowych/ pakietów aplikacji

**Źródło:** Opracowanie własne.

Respondenci posiadają dostęp do Internetu poprzez:

**Tabela 77**

| LP | WYSZCZEGÓLNIENIE | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|---|
| 1 | Stałe łącze przez lokalną sieć komputerową | 55 | 57,29 |
| 2 | Neostradę | 15 | 15,63 |
| 3 | Netbox | 0 | 0,00 |
| 5 | Modem telefoniczny | 9 | 9,38 |
| 7 | Nie posiadam | 5 | 5,21 |
| 8 | Inny: ŁĄCZE RADIOWE | 12 | 12,50 |
| Razem | | 96 | 100,00 |



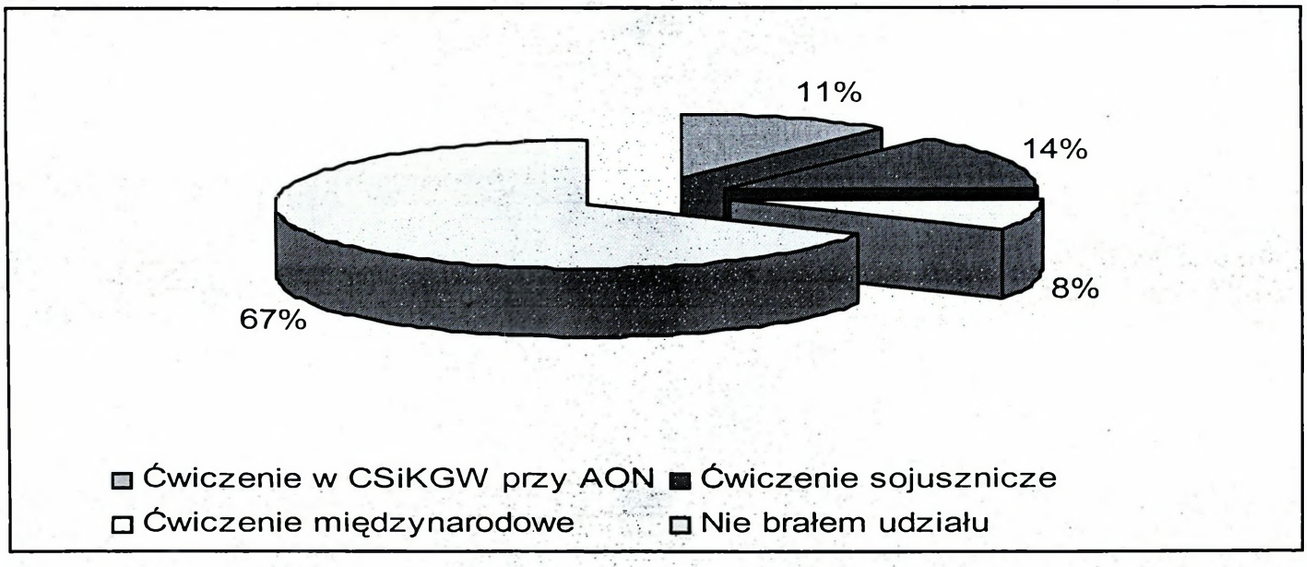

**Rys. 78** Skład respondentów, którzy posiadają dostęp do Internetu

**Źródło:** Opracowanie własne.

Respondenci brali udział w ćwiczeniach wspomaganych komputerowo:

**Tabela 78**

| LP | WYSZCZEGÓLNIENIE | LICZBA RESPONDENTÓW | PROCENT RESPONDENTÓW |
|---|---|---|---|
| 1 | Ćwiczenie w CSiKGW przy AON | 11 | 11,00 |
| 2 | Ćwiczenie sojusznicze | 14 | 14,00 |
| 3 | Ćwiczenie międzynarodowe | 8 | 8,00 |
| 4 | Nie brałem udziału | 67 | 67,00 |
| | Razem | 100 | 100,00 |




**Rys. 79** Skład respondentów, którzy brali udział w różnych ćwiczeniach wspomaganych komputerowo

**Źródło:** Opracowanie własne.