

KSZTAŁCENIE I PRZYGOTOWANIE ZAWODOWE



NIEPEWNOŚĆ W DOWODZENIU

pplk dr inż. Zbigniew REDZIAK
Akademia Obrony Narodowej

Abstract

This article features the implementation of decision-making criteria under conditions of uncertainty during the Military Decision Making Process at the tactical level of the Polish Army. It is primarily intended for theorists and practitioners who deal with the optimisation of the decision-making process. The content of the article is focused on the Military Decision Making Process and implementation of its decision criteria such as: Wald's pessimism, Hurwicz's optimism, Savage's regret, Szaniawski's caution and Laplace's equal likelihood. The paper presents an example of using some quantitative tools which support decision-making processes and when used competently, may facilitate the making of optimal decisions by commanders.

Key words – uncertainty, criteria, command process.

Wstęp

Analiza literatury przedmiotu i doświadczenia wynikające z prowadzonych operacji wojskowych wskazują, że jedną z największych trudności, z którymi muszą się zmierzyć dowódcy jest niepewność w trakcie podejmowania decyzji. Choć podczas podejmowania decyzji nie mogą oni zupełnie wyeliminować strat ludzkich, to jednak powinni minimalizować straty wśród cywili. Sprostanie takiej sytuacji wymaga od dowódców dojrzałości, sprawiedliwości i siły charakteru. Wynik może zależeć od decyzji podjętej przez dowódców nawet na najniższych szczeblach dowodzenia. Zasadniczą sprawą staje się więc usprawnienie procesu podejmowania decyzji.

Problem niepewności jest obecnie tak powszechny, że stwarza konieczność uwzględniania go na każdym poziomie dowodzenia. Pojawiające się nowe koncepcje podejmowania decyzji są bardziej lub mniej adekwatną odpowiedzią na dynamiczne zmiany zachodzące w wojsku i jego otoczeniu. Jednak trafne podejmowanie decyzji w warunkach niepewności nie zawsze jest możliwe, szczególnie w sytuacji dysponowania ograniczoną ilością posiadanych informacji oraz presji czasu. Z regu-

ły dowódcy nie posiadają pełnej i pewnej informacji dotyczącej charakteru i kierunku przemian zachodzących w otoczeniu.

We współczesnych wojskowych organizacjach zwiększa się ilość i ranga decyzji podejmowanych w sytuacji posiadania niepełnej i niepewnej informacji. Zatem sprawne dowodzenie w coraz większym stopniu powoduje konieczność uwzględniania zjawiska niepewności. Niewątpliwie na sukces w walce wpływa posiadanie przez dowódców głębokiej wiedzy i dużych umiejętności w aspekcie świadomego postrzegania niepewności. Ponieważ z reguły nie posiadają oni niezbędnych zasobów do zmniejszenia niepewności, to są zmuszeni do poznania narzędzi wspierających dokonywanie rozstrzygnięć w sytuacji posiadania niepełnej i niepewnej informacji. Poprawne zrozumienie charakteru zjawiska niepewności zwiększa sprawność procesu decydowania, a tym samym przyczynia się do wzrostu trafności dokonywanych rozstrzygnięć w codziennej praktyce dowódczej.

Niepewność pojawia się w sytuacji, gdy istnieje duża złożoność i współzależność elementów otoczenia. Silnie ujawnia się ona wraz ze wzrostem zmienności i dynamizmu trudno przewidywalnych oraz odległych w czasie zdarzeń przy jednoczesnym słabnięciu kontroli decydenta nad uwarunkowaniami zewnętrznymi. Jednak największa niepewność pojawia się wtedy, gdy dowódca nie jest w stanie określić, jakie czynniki powinien uwzględnić przy rozstrzygnięciu. Mogą one prowadzić do pojawienia się przeświadczenia o istnieniu zagrożenia, które z czasem może przerodzić się w poczucie bezradności i skłonność do zawierzenia ślepego losowi. Niestety pomimo rozwoju i postępu naukowo-technicznego we współczesnej praktyce dowodzenia są to jeszcze nierzadkie sytuacje. Implikuje to poszukiwanie coraz to nowych, bardziej racjonalnych narzędzi wspierających dokonywanie rozstrzygnięć w warunkach niepewności.

Ponieważ niepewność implikuje brak możliwości określenia prawdopodobieństwa wystąpienia przyszłych zdarzeń, zazwyczaj dowódcy nie są w stanie przy pomocy dostępnych im narzędzi oszacować oczekiwanej użyteczności przewidywanych wyników. Dlatego pojawia się trudność, w oparciu o jakie kryterium należy dokonać trafnej decyzji. W tej sytuacji propozycje znawców normatywnej teorii decyzji mogą stać się użyteczną dyrektywną sprawnego postępowania, umożliwiającą dokonywanie optymalnych wyborów przez dowódców.

Do dalszych rozważań przyjęto, że niepewność *jest sytuacją, w której nie można obliczyć prawdopodobieństwa niezależnych od woli decydenta przyszłych stanów zjawisk lub przebiegu procesów. Przy czym w sytuacji tej występuje możliwość zidentyfikowania możliwych sposobów działania oraz określenia zbioru stanów świata zewnętrznego i oszacowania wyników działań.* W przeszłości i obecnie dowódcy posiadają bardzo ograniczony wpływ na kształtowanie niepewności, której poziom z reguły zależy od nieprzewidywalnych i niesterowalnych uwarunkowań znajdujących się w ich otoczeniu.

Koncepcja implementacji kryteriów decyzyjnych w warunkach niepewności w procesie dowodzenia

Analiza literatury przedmiotu¹ pozwala stwierdzić, że w wojskach lądowych Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej proces dowodzenia można postrzegać, jako szereg powtarzających się cykli informacyjno-decyzyjnych realizowanych przez dowódców i dowództwa. Polega on na permanentnym zbieraniu, selekcji i agregowaniu informacji, a następnie ich przetwarzaniu w informacje decyzyjne, które w formie zadania przekazywane są wykonawcom. Powinien on zapewnić wysoką gotowość bojową i właściwe przygotowanie wojsk do sprawnego osiągnięcia celów walki. Można w nim wyróżnić po cztery fazy, etapy i czynności. Wśród faz cyklu decyzyjnego są²:

1. Ustalenie położenia.
2. Planowanie.
3. Stawianie zadań.
4. Kontrola.

Celem fazy *ustalenia położenia* jest stworzenie dowódcy jasnego i przejrzystego obrazu sytuacji, na podstawie którego może on ją ocenić, podjąć decyzję, postawić zadania i kierować działaniami. Jest ono permanentnie realizowane w trakcie prowadzenia działań

Sporządzenie planu działania, który stanowi podstawę do opracowania i wydania rozkazu bojowego, jest celem fazy *planowania*. Faza ta składa się z czterech następujących po sobie etapów³:

- a) ocena sytuacji,
- b) podjęcie decyzji,
- c) sporządzenie planu działania,
- d) sporządzenie rozkazu bojowego.

Stworzenie dowódcy warunków do podjęcia decyzji jest celem *oceny sytuacji*.

Etap ten podzielony jest na następujące czynności⁴:

- analizę zadania,
- ocenę czynników wpływających na wykonanie zadania i ustalenie wariantów działania,
- rozważenie wariantów działania,
- porównanie wariantów działania.

Wyodrębnienie składników zadania jest celem *analizy zadania*. Ponieważ wyniki analizy w zasadniczy sposób wpływają na trafność podejmowanych decyzji, jest ona kluczowym momentem w całym cyklu decyzyjnym i stanowi punkt krytyczny

¹ Zob. *Planowanie działań na szczeblu taktycznym w wojskach lądowych DD/3.2.5*, DWLąd Wewn. 96/2007, Warszawa 2007; J. Wołęjszo, R. Jakubczak (red.), *Obronność. Teoria i praktyka*, Bellona, Warszawa 2013; N. Prusiński, *Metody pracy dowódcy w procesie decyzyjnym*, AON, Warszawa 2009; J. Kręcikij, J. Wołęjszo (red.), *Podstawy dowodzenia*, AON, Warszawa 2007.

² *Planowanie*..., s. 21–28.

³ J. Wołęjszo, R. Jakubczak (ed.), *Obronność*..., s. 211.

⁴ Tamże, s. 211–215.

na drodze do osiągnięcia założonego celu działania. Precyzuje ona, co i w jakim celu należy wykonać, aby sprawnie zrealizować otrzymane zadanie. Wnioski wynikające z przeprowadzonej analizy zadania formułuje się w postaci⁵:

- sprecyzowanego zadania własnego,
- myśli przewodniej dowódcy,
- opracowanej kalkulacji czasu,
- wybranej metody pracy dowództwa,
- kryteriów do porównania wariantów działania,
- zadań do pracy sztabu i podległych wojsk,
- wytycznych do pracy dowództwa wynikłych z wstępnej kalkulacji czasu.

Zidentyfikowanie i szczegółowa ocena czynników, które będą oddziaływać na realizację otrzymanego zadania oraz ustalenie kilku sposobów jego wykonania, jest celem *oceny czynników wpływających na wykonanie zadania i ustalenia wariantów działania*. Ocena czynników wpływających na wykonanie zadania dotyczy przeciwnika, wojska własnego, środowiska i innych czynników, które należy wziąć pod uwagę.

Celem *rozważenia wariantów działania* jest ustalenie słabych i silnych stron poszczególnych wariantów działania wojsk własnych, w zestawieniu z prawdopodobnym wariantem (wariantami) działania przeciwnika.

Wyłonienie wariantu, który będzie rekomendowany dowódcy podczas odprawy decyzyjnej, jest celem *porównania wariantów działania*. Czynność ta polega na obiektywnym porównaniu ze sobą ustalonych i rozważonych poprzednio wariantów działania.

Następnie realizowany jest etap *podjęcia decyzji*, który dokonuje się w trakcie odprawy decyzyjnej. Decyzja dowódcy pokazuje jego wolę przeprowadzenia działań, a rozwinięty na jej podstawie zamiar działania obrazuje sposób i kolejność ich wykonania.

Celem *sporządzenia planu działania* jest fizyczne utworzenie planu działania, który jest graficznym odzwierciedleniem zamiaru dowódcy. Plan ten powinien zawierać wszystkie informacje wymienione przez dowódcę w trakcie ogłaszania zamiaru działania.

Graficzne i opisowe przedstawienie zamiaru działania dowódcy jest celem *sporządzenia rozkazu bojowego*. Jego wykonanie umożliwia przejście do trzeciej fazy cyklu decyzyjnego procesu dowodzenia – stawiania zadań.

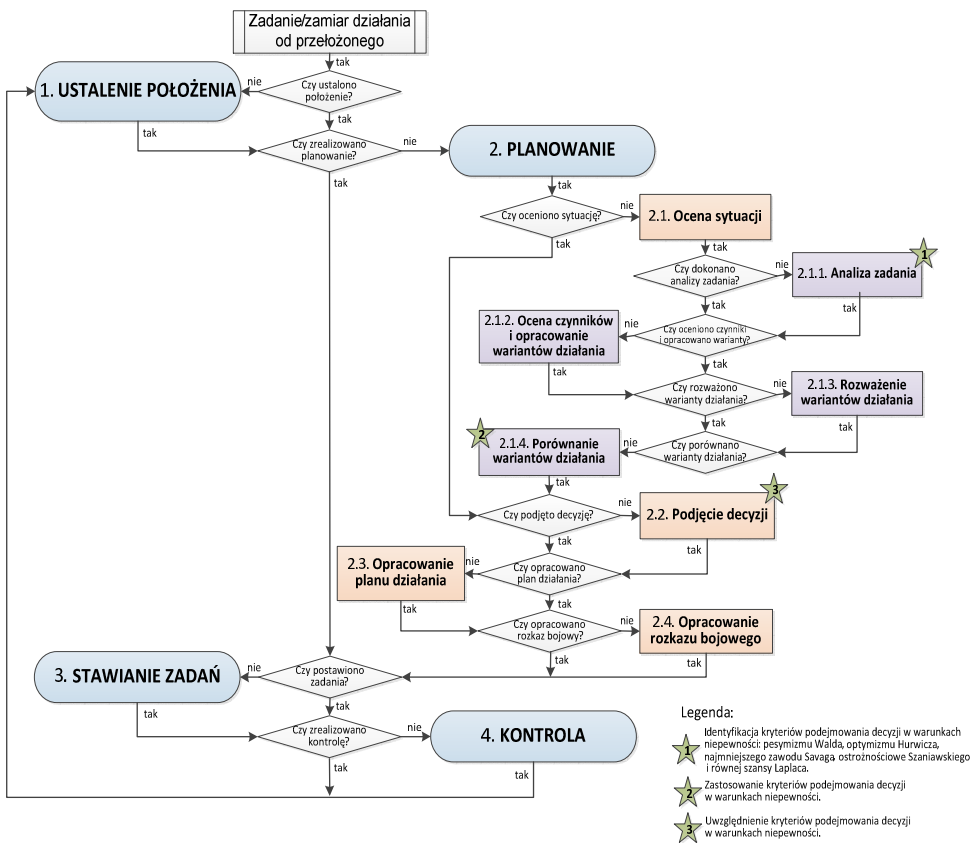
Przekazanie wykonawcom zadań wynikających z decyzji podjętej przez dowódcę jest celem *stawiania zadań*. Z reguły należy dążyć do osobistego przekazania zadań. Dzięki temu dowódca posiada możliwość sprawdzenia, czy podwładni właściwie je zrozumieli.

Celem *kontroli* jest sprawdzenie skutków dotychczasowego planowania i postawienia zadań oraz sposobu ich wprowadzania w życie. Kontrola zapewnia ciągłość procesu dowodzenia, gdyż jej rezultaty stanowią podstawę do uaktualniania posiadanych danych o sytuacji, czyli ustalania położenia i realizacji kolejnych faz cyklu.

⁵ *Planowanie...*, s. 32–35.

W czasie realizacji cyklu decyzyjnego istotnego znaczenia dla podjęcia optymalnej decyzji nabiera zastosowanie uzasadnionego oraz zrozumiałego i akceptowalnego kryterium wyboru. Prowadzone badania wskazują, że oprócz dotychczas funkcjonujących rozwiązań w procesie podejmowania decyzji w wojskach lądowych można również zaimplementować kryteria podejmowania decyzji w warunkach niepewności, będące dorobkiem nauk matematycznych i ekonomicznych. Kryteria te mogą zostać uwzględnione w trakcie (patrz rysunek 1):

1. Analizy zadania.
2. Porównania wariantów działania.
3. Podjęcia decyzji.



Źródło: opracowanie własne.

Rys. 1. Kryteria podejmowania decyzji w warunkach niepewności w cyklu decyzyjnym procesu dowodzenia – propozycja

Analiza zadania – identyfikacja kryteriów decyzyjnych

Jednym z wniosków z analizy zadania są kryteria do porównania wariantów działania. Zgodnie z dokumentem doktrynalnym kryteria te podzielono na trzy podstawowe grupy⁶:

a) regulaminowe zasady działania – np. zasada ekonomii sił, koncentracji wysiłku, swobody działania, itp.;

b) rodzaje wojsk – określenie wagi poszczególnych kryteriów dotyczących wsparcia bojowego i zabezpieczenia działań;

c) kryteria wynikłe z analizy zadania – zmienna grupa kryteriów wynikających z zadania otrzymanego do wykonania. Dotyczą one sprawności działania, czasu wykonania zadania, zachowania odwodu itp.

Pomijając fakt, że kryteria wykorzystywane przy porównywaniu wariantów działania, które zostały zdefiniowane w czasie analizy zadania, z reguły ograniczają kreatywność podwładnych podczas wypracowywania propozycji rozwiązania problemu decyzyjnego, to ich interpretacja i stosowanie w praktyce jest uznaniowe. W związku z tym zachodzi konieczność zobiektywizowania przyjętych kryteriów decyzyjnych. Szczególnie jest to wartościowe, kiedy dowódcy, pomimo posiadania niepełnej i niepewnej informacji, dążą do zobiektywizowania i zoptymalizowania swoich wyborów. Mogą tego dokonać między innymi przez zastosowanie jednego lub kilku kryteriów podejmowania decyzji w warunkach niepewności, takich jak (patrz rysunek 2)⁷:

1. Kryterium pesymizmu Walda.
2. Kryterium optymizmu Hurwicza.
3. Kryterium najmniejszego zawodu Savaga.
4. Kryterium ostrożnościowe Szaniawskiego.
5. Kryterium równej szansy Laplaca.

Kryterium pesymizmu Walda, zwane również regułą największego bezpieczeństwa⁸, opiera się na założeniu, że podejmujący decyzję zawsze powinien być nastawiony pesymistycznie, czyli zakładać *złośliwość* czynników znajdujących się wewnątrz i na zewnątrz organizacji. W tym przypadku przedmiotem porównania i wyboru powinny być najgorsze skutki możliwych wariantów działania. Najbardziej uzasadnione, według Walda, jest dokonanie wyboru takiego wariantu, który przynosi najwyższy z minimalnych zysków (maksimin). Kryterium to opiera się na asekuranckich postawach decydenta⁹. Jest ono uznana i szeroko stosowaną dyrektywą decyzyjną w takich obszarach działalności ludzkiej, jak: ekonomia, statystyka, badania operacyjne, filozofia¹⁰.

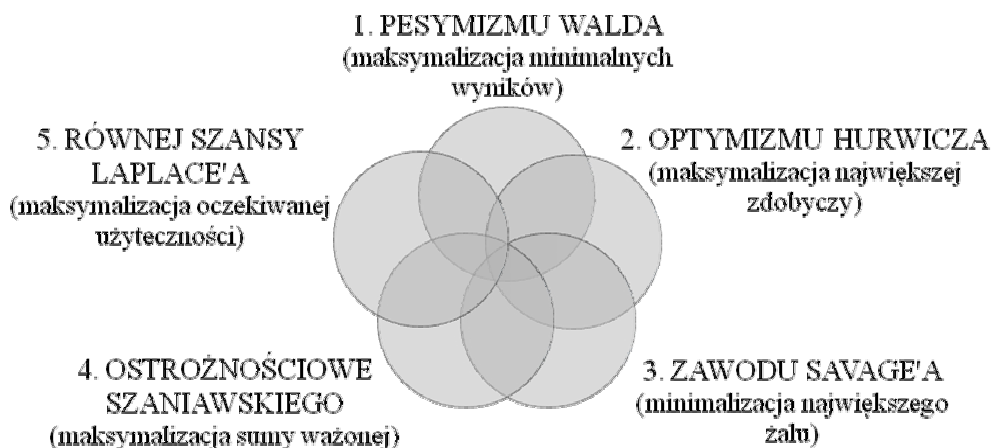
⁶ *Planowanie...*, s. 35.

⁷ Por. A. Tyszka, *Decyzje. Perspektywa psychologiczna i ekonomiczna*, Scholar, Warszawa 2010, s. 332–339; Z. Redziak, *Podstawy teorii podejmowania decyzji*, AON, Warszawa 2013, s. 169–176.

⁸ K. Bolesta-Kukułka, *Decyzje menedżerskie*, PWE, Warszawa 2003, s. 222.

⁹ Z. Ścibiorek, *Podejmowanie decyzji*, ULMAK, Warszawa 2003, s. 163.

¹⁰ M. Sniedovich, *Wald's maximin model: a treasure in disguise!* Journal of Risk Finance, 9(3) 2008, s. 287–291.



Źródło: opracowanie własne.

Rys. 2. Kryteria podejmowania decyzji w warunkach niepewności

Decyzję optymalną określamy w tym przypadku za pomocą następującego wzoru:

$$D_o = \max(\min U_i) \quad 1$$

gdzie:

D_o – decyzja optymalna,

U_i – użyteczność (np. zysk) rozważnych i -tych stanów rzeczy,

$i = 1, 2, \dots, n$.

Z odważnym podejmowaniem ryzyka związane jest **kryterium optymizmu Hurwicza**, zwane również regułą największej zdobyczy (maximax)¹¹. Przy zastosowaniu tego sposobu postępowania kluczowego znaczenia nabiera indywidualne ustalenie wskaźnika optymizmu (α). Zakłada się, że suma wskaźnika (poziomu) optymizmu i pesymizmu równa się 1. Aby wyznaczyć wskaźnik optymizmu decydent powinien zastanowić się, przy jakim zdarzeniu x byłby indyferentny (obojętny) pomiędzy decyzjami D_1 i D_2 , opisanymi w tabeli 1:

Tabela 1

Wyznaczanie wskaźnika optymizmu Hurwicza

Lp.	Decyzje (D)	Zdarzenia – zbiór stanów świata zewnętrznego (S)	
		S_1	S_2
1.	D_1	0	1
2.	D_2	x	x

Źródło: T. Tyszka, *Decyzje...*, s. 335.

¹¹ K. Bolesta-Kukułka, *Decyzje...*, s. 222.

Przykładowo: jeżeli decydent uzna, że jest indyferentny między D_1 i D_2 dla x równego 0,8, to wskaźnik optymizmu $\alpha = 0,8$. W tym przypadku wskaźnik pesymizmu wynosi $1 - \alpha = 1 - 0,8 = 0,2$.

Decydowanie opiera się tutaj na następującym algorytmie: największy wynik poszczególnych decyzji mnoży się przez wskaźnik optymizmu oraz dodaje się najmniejszy wynik pomnożony przez wskaźnik pesymizmu. Suma tych iloczynów charakteryzuje *zdobycz* przypisaną każdemu działaniu. Następnie maksymalizuje się działania, czyli wybiera decyzję, której wynik jest największy. W związku z tym decyzję optymalną opisuje następująca relacja:

$$D_o = \max\{[\max U_i x \alpha] + [\min U_i x (1 - \alpha)]\} \quad 2$$

gdzie:

D_o – decyzja optymalna,

U_i – użyteczność (np. zysk) rozważanych *i-tych* stanów rzeczy,

α – wskaźnik optymizmu,

$(1 - \alpha)$ – wskaźnik pesymizmu,

$i = 1, 2, \dots, n$.

Równie pesymistycznym, co kryterium Walda, jest kryterium **najmniejszego zawodu Savage'a**¹². Różni się ono od poprzednio opisywanego sposobem postępowania. Wymaga przetworzenia macierzy wyników w macierz żalu. W celu obliczenia tzw. wielkości *zawodu* Savage'a proponuje się jako miarę wielkości zawodu różnicę pomiędzy zyskiem maksymalnym a rzeczywisty zyskiem, który można uzyskać, znając z góry stan rzeczy, który wystąpił. Przetworzenie w ten sposób całej tabeli wyników pozwala na ustalenie maksymalnych zawodów, w każdym z dostępnych stanów rzeczy. Następnie należy zastosować regułę polegającą na wyborze najmniejszego z maksymalnych zawodów dostępnych decyzji (minimaks zawodu).

Stosując kryterium najmniejszego zawodu, decyzję optymalną można przedstawić za pomocą następującego wzoru:

$$D_o = \min(\max Z_i) \quad 3$$

gdzie:

D_o – decyzja optymalna,

U_i – wielkość żalu,

$i = 1, 2, \dots, n$.

Sumę ważoną najmniejszą i średnią użyteczność decyzji uwzględnia **kryterium ostrożnościowe Szaniawskiego**. W przeciwieństwie do kryterium optymizmu Hurwicza drugim składnikiem sumy ważonej jest nie wartość maksymalna, ale średnia z możliwych rezultatów. Podobieństwo polega na tym, że dopuszcza się, aby decydent sam ustalił wskaźnik. W przypadku K. Szaniawskiego jest to wskaźnik

¹² Tamże, s. 223.

ostrożności, natomiast u A. Hurwicza – wskaźnik optymizmu. W związku z tym decydent nie musi się ograniczać jedynie do wartości minimalnych, jak w przypadku kryterium optymizmu Walda. Jednak powinien ustalić wskaźnik ostrożności β , gdzie $0 \leq \beta \leq 1$ oraz $\beta + (1 - \beta) = 1$. Wybór decyzji optymalnej polega na maksymalizacji sumy ważonej najmniejszych użyteczności mnożonej przez *wskaźnik ostrożności* (β) i średniej użyteczności mnożonej przez jego przeciwieństwo, nazwijmy go *wskaźnik odwagi* ($1 - \beta$) poszczególnych decyzji. Decyzję optymalną można wyrazić za pomocą wzoru¹³:

$$D_o = \max\{\{\min U_i \times \beta\} + [1/n \sum_{i=1}^n U_i \times (1 - \beta)]\} \quad 4$$

gdzie:

D_o – decyzja optymalna,

U_i – użyteczność (np. zysk, strata) rozważanych i -tych decyzji,

β – wskaźnik ostrożności,

$(1 - \beta)$ – wskaźnik odwagi,

$i = 1, 2, \dots, n$.

Kryterium Laplace’a, zwane również regułą równej szansy¹⁴, opiera się na założeniu, że decydenci uwzględniają jedynie indywidualne przypuszczenia co do prawdopodobieństwa zdarzeń. W przypadku, gdy nie znają oni prawdopodobieństwa poszczególnych zdarzeń, powinni uznać, że są one równe. Wówczas będą dążyć do maksymalizacji oczekiwanej użyteczności, przyjmując założenie, że wszystkie stany rzeczy będą występowały z jednakowym prawdopodobieństwem. Kryterium to, chociaż często wykorzystywane przy podejmowaniu decyzji w warunkach niepewności, jest w swojej istocie specyficznym przypadkiem podejmowania decyzji w warunkach ryzyka, kiedy subiektywnie przyjmuje się, że wszystkie zdarzenia są tak samo prawdopodobne.

Zatem decyzję optymalną możemy opisać za pomocą następującego wzoru:

$$(1 - \beta) \quad 5$$

gdzie:

D_o – decyzja optymalna,

U_i – oczekiwana użyteczności (np. zysk, strata) rozważanych i -tych decyzji,

$i = 1, 2, \dots, n$.

Podstawą do zdefiniowania obecnie funkcjonujących kryteriów podejmowania decyzji w warunkach niepewności jest sformułowane w XVIII wieku przez T. Bayesa

¹³ Por. T. Tyszka, *Decyzje...*, s. 336.

¹⁴ B.R. Kuc (red.), *Zarządzanie ryzykiem – wyzwania XXI wieku*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Prawa im. H. Chodakowskiej, Warszawa 2007, s. 67.

założenie, które mówi, że jeśli nie ma różnicy między prawdopodobieństwem wystąpienia różnych zdarzeń, to należy przyjąć, że każdy z nawzajem wykluczających się stanów może pojawić się z tym samym prawdopodobieństwem. Innymi słowy, w przypadku, gdy nie możemy stwierdzić, że jakieś zdarzenie jest bardziej prawdopodobne niż inne, to oba powinny być traktowane jako równie prawdopodobne. To założenie, chociaż niezbędne do sformułowania kryteriów decyzyjnych w sytuacji niepewności, posiada zasadniczą słabość polegającą na tym, że w rzeczywistych sytuacjach bardzo rzadko zdarza się tak, że wszystkie przewidywane zdarzenia zachodzą z jednakowym prawdopodobieństwem. Zatem należy pamiętać, że wskazane kryteria, pomimo swojej niewątpliwiej, godnej uwagi użyteczności, posiadają ograniczoną możliwość odzwierciedlenia i wyjaśnienia rzeczywistych decyzji.

W tym miejscu warto podkreślić, że założenia teorii podejmowania decyzji w warunkach niepewności można zastosować zarówno do gry z naturą, jak również z konkurentem (przeciwnikiem). W obu tych przypadkach interesujące jest wprowadzenie założeń teorii gier, której przedmiotem zainteresowania są konflikty zbrojne, ekonomiczne, polityczne itp.¹⁵

Porównanie wariantów działania – zastosowanie kryteriów podejmowania decyzji w warunkach niepewności

Zgodnie z zapisami doktrynalnymi wyróżnia się trzy zasadnicze metody porównania wariantów działania¹⁶:

- a) wad i zalet,
- b) głosowania,
- c) kryteriów.

We wszystkich tych metodach, aby dokonać porównania poszczególnych wariantów działania, wykorzystywane są tabele oceny tych wariantów, wypełnione treścią w trakcie poprzedniej czynności, czyli rozważenia. Nietrudno dostrzec, że metody wad i zalet oraz głosowania są wysoce subiektywne. Co więcej, wyznaczanie rang opisowym kryteriom decyzyjnym również jest mało obiektywne. W związku z tym postulat zredukowania negatywnego wpływu subiektywności ocen uzasadnia zastosowanie obiektywnych kryteriów podejmowania decyzji w warunkach niepewności.

Dla lepszego zrozumienia zastosowania powyższych kryteriów, posłużono się hipotetycznym przykładem porównania wyników walki wojsk własnych i przeciwnika, zaprezentowanych w tabeli 2. Dowódca przyjął, że przy podjęciu decyzji uwzględni, oprócz posiadanej wiedzy i doświadczenia, również informacje wynikające z wyliczeń matematycznych wskazujących decyzję optymalną na podstawie kryteriów: pesymizmu Walda, optymizmu Hurwicza, żalu Savage'a, ostrożności Szaniawskiego i równej szansy Laplace'a.

¹⁵ Por. Z.J. Pietraś, *Teoria gier jako sposób analizy procesów podejmowania decyzji politycznych*, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 1997, s. 21.

¹⁶ *Planowanie...*, s. 45–48.

W tej sytuacji algorytm wyboru decyzji optymalnej według **kryterium pesymizmu Walda** będzie przebiegał następująco:

Czynność 1. Budowa macierzy wyników (patrz tabela 2).

Tabela 2

Macierz oceny wyników walki pomiędzy wojskami własnymi a przeciwnikiem – przykład

Lp.	Decyzje (warianty działania wojsk własnych)	Zdarzenia (warianty działania przeciwnika)		
		Wariant przeciwnika nr 1	Wariant przeciwnika nr 2	Wariant przeciwnika nr 3
1.	Wariant wojsk własnych nr 1	5	1	-4
2.	Wariant wojsk własnych nr 2	2	3	-3
3.	Wariant wojsk własnych nr 3	2	0	1

Źródło: opracowanie własne.

Zawarte w niej informacje pozwalają na opisanie problemu decyzyjnego poprzez następujące elementy:

a) rezultaty (wyniki) działania – w postaci wygranej (zysków) lub przegranej (strat), które znajdują się na przecięciu decyzji (wariantów działania wojsk własnych) i zdarzeń (wariantów przeciwnika),

b) zdarzenia, czyli zbiór stanów świata zewnętrznego – zdefiniowane jako warianty działania przeciwnika w powiązaniu z otoczeniem,

c) decyzje – zdefiniowane jako możliwe warianty działania wojsk własnych.

Rezultaty dotyczą osiągnięcia celów działania w odniesieniu do wojsk własnych, przeciwnika i otoczenia. Mogą być zapisane językiem matematycznym lub ujęte opisowo. Konieczne jest precyzyjne rozumienie oszacowanych rezultatów działania. W tabeli 3 przedstawiono propozycję jednostek umownych w skali od -5 do 5, gdzie wartości dodatnie oznaczają wygraną wojsk własnych, wartości ujemne – porażkę wojsk własnych.

Wskazane jest, aby cele działania były rozpatrywane w aspekcie rzeczowym, czasowym i przestrzennym. Natomiast przy opisie strat wojsk powinno się uwzględnić ich podział na bezpowrotne i powrotne, z rozbięciem na siłę żywą i zasadniczy sprzęt wojskowy. Z kolei podczas rozpatrywania systemu walki konieczne jest ujęcie następujących podsystemów: dowodzenia, rozpoznania, rażenia, wsparcia bojowego i wsparcia działań. Powinno się przestrzegać zasady, że jeżeli chociaż jeden ze wskaźników uzyskuje wartość przynależną do niższego lub wyższego rezultatu walki, to przyjmuje się jego ocenę wynikającą z najsłabszego wskaźnika dla wojsk własnych i najsilniejszego wskaźnika dla przeciwnika.

Opis liczbowy i słowny rezultatów działania wojsk własnych – propozycja

Opis liczbowy rezultatów działania	Opis słowny rezultatów działania
5	<i>Wysoka wygrana wojsk własnych</i> Wojska własne: cele działania osiągnięte w 90–100%. Straty do 10%. Wysoce sprawny system walki. Pełna inicjatywa. Przeciwnik: cele działania osiągnięte do 10%. Straty do 100%. niesprawny (zniszczony) system walki. Bezpowrotnie utracona inicjatywa.
od 3 do 4	<i>Umiarkowana wygrana wojsk własnych</i> Wojska własne: cele działania osiągnięte w 70–89%. Straty do 20%. Umiarkowanie sprawny system walki. Umiarkowana inicjatywa. Przeciwnik: cele działania osiągnięte w 11–20%. Straty do 75%. Umiarkowanie niesprawny (trwale obezwładniony) system walki. Trwale utracona inicjatywa.
od 1 do 2	<i>Niska wygrana wojsk własnych</i> Wojska własne: cele działania osiągnięte w 50–69%. Straty do 30%. Nisko sprawny system walki. Niska inicjatywa. Przeciwnik: cele działania osiągnięte w 21–30%. Straty do 50%. Nisko niesprawny (czasowo obezwładniony) system walki. Czasowo utracona inicjatywa.
0	<i>Brak rozstrzygnięcia</i> Wygrane i przegrane wojsk własnych i przeciwnika równoważą się. Żadna ze stron nie zdominowała drugiej.
od -1 do -2	<i>Niska przegrana wojsk własnych</i> Wojska własne: cele działania osiągnięte w 21–30%. Straty do 50%. Nisko niesprawny (czasowo obezwładniony) system walki. Czasowo utracona inicjatywa. Przeciwnik: cele działania osiągnięte w 50–69%. Straty do 30%. Nisko sprawny system walki. Niska inicjatywa.
od -3 do -4	<i>Umiarkowana przegrana wojsk własnych</i> Wojska własne: cele działania osiągnięte w 11–20%. Straty do 75%. Umiarkowanie niesprawny (trwale obezwładniony) system walki. Trwale utracona inicjatywa. Przeciwnik: cele działania osiągnięte w 70–89%. Straty do 20%. Umiarkowanie sprawny system walki. Umiarkowana inicjatywa.
-5	<i>Wysoka przegrana wojsk własnych</i> Wojska własne: cele działania osiągnięte do 10%. Straty do 100%. Niesprawny (zniszczony) system walki. Bezpowrotnie utracona inicjatywa. Przeciwnik: cele działania osiągnięte w 90–100%. Straty do 10%. Wysoce sprawny system walki. Pełna inicjatywa.

Źródło: opracowanie własne.

Czynność 2. Wyznaczenie najniższych wyników dla dopuszczalnych decyzji (wariantów działania wojsk własnych).

Czynność ta koncentruje się na analizie prognozowanych wyników. Należy wskazać najniższe wyniki dla poszczególnych decyzji. W przedstawionym przykładzie najniższy wynik (zobacz tabela 2) wynosi dla:

$$\min U_1 \text{ (wariant wojsk własnych nr 1)} = -4$$

$$\min U_2 \text{ (wariant wojsk własnych nr 2)} = -3$$

$$\min U_3 \text{ (wariant wojsk własnych nr 3)} = 0$$

Czynność 3. Wybór największego wyniku z najniższych zgodnie ze wzorem (1).

Krok ten polega na wyborze największego wyniku z minimalnych (maksimini), czyli jest to wariant nr 3, gdzie minimalny wynik wynosi 0 – jest on największy spośród pozostałych minimalnych wyników w poszczególnych wariantach wojsk własnych.

Z kolei algorytm wyboru decyzji (wariantu) optymalnej według **kryterium optymizmu Hurwicza** przebiega następująco:

Czynność 1. Budowa macierzy wyników.

Posłużono się taką samą macierzą jak w przypadku poprzednich kryteriów, czyli tabelą 2.

Czynność 2. Wyznaczenie wskaźnika optymizmu.

Założono, że współczynnik optymizmu wynosi 0,6. W tej sytuacji wskaźnik pesymizmu wynosi 0,4.

Czynność 3. Wyznaczenie w macierzy wyników (wypłat) maksymalnych i minimalnych rezultatów możliwych decyzji.

Dla poszczególnych decyzji wyznaczone zostały maksymalne i minimalne wyniki. Następnie oblicza się użyteczność dla poszczególnych decyzji, sumując wartości otrzymane z iloczynu wskaźnika optymizmu i największego wyniku oraz wskaźnika pesymizmu i najmniejszego wyniku.

$$U_1 \text{ (wariant wojsk własnych nr 1)} = 0,6 \times 5 + 0,4 \times (-4) = 3 - 1,6 = 1,4$$

$$U_2 \text{ (wariant wojsk własnych nr 2)} = 0,6 \times 3 + 0,4 \times (-3) = 1,8 - 1,2 = 0,6$$

$$U_3 \text{ (wariant wojsk własnych nr 3)} = 0,6 \times 2 + 0,4 \times 0 = 1,2 - 0 = 1,2$$

Czynność 4. Wybór najwyższego wyniku – zgodnie ze wzorem (2).

Zatem optymalna jest decyzja pierwsza (wariant działania wojsk własnych nr 1), ponieważ gwarantuje ona największy wynik wynoszący 1,4.

Postępowanie, w przypadku tego samego przykładu dotyczącego **kryterium żalu Savage'a** przebiega następująco:

Czynność 1. Budowa macierzy wyników.

Macierz ta jest taka sama jak w przypadku poprzednich kryteriów (tabela 2).

Czynność 2. Wyznaczenie macierzy żalu.

Macierz wyników transformujemy na macierz żalu. Obliczamy stratę jako różnicę między największym rezultatem w każdym zdarzeniu, który otrzymalibyśmy gdybyśmy wiedzieli, jaki będzie zbiór stanów świata zewnętrznego, a pozostałymi rezultatami. Zatem w każdej kolumnie dotyczącej zdarzeń (wariantów przeciwnika) od maksymalnej wielkości odejmujemy poszczególne mniejsze lub równe niej wartości – patrz tabela 4.

Macierz żalu Savage'a

Lp.	Decyzje (warianty działania wojsk własnych)	Zdarzenia (warianty działania przeciwnika)		
		Wariant przeciwnika nr 1	Wariant przeciwnika nr 2	Wariant przeciwnika nr 3
1.	Wariant wojsk własnych nr 1	$5 - 5 = 0$	$3 - 1 = 2$	$1 - (-4) = 5$
2.	Wariant wojsk własnych nr 2	$5 - 2 = 3$	$3 - 3 = 0$	$1 - (-3) = 4$
3.	Wariant wojsk własnych nr 3	$5 - 2 = 3$	$3 - 0 = 3$	$1 - 1 = 0$

Źródło: opracowanie własne.

Czynność 3. Wyznaczenie największych żali dla każdej z decyzji.

Maksymalne żale (zaznaczone pogrubioną czcionką) w tej macierzy wynoszą:

$$\max Z_1 \text{ (wojsk własnych nr 1)} = 5$$

$$\max Z_2 \text{ (wojsk własnych nr 1)} = 4$$

$$\max Z_3 \text{ (wojsk własnych nr 1)} = 3$$

Czynność 4. Wybór minimalnego z maksymalnych żali zgodnie ze wzorem (3).

Polega ona na wskazaniu maksymalnych żalów w poszczególnych decyzjach (wariantach działania wojsk własnych) i wskazaniu najmniejszego z nich. W tym przypadku maksymalny żal wynosi 5 i wystąpi w przypadku wariantu wojsk własnych nr 1. Następny w kolejności maksymalny żal wynosi 4 i dotyczy wariantu wojsk własnych nr 2. Najmniejszy żal wynosi 3 i wystąpił w przypadku wariantu wojsk własnych nr 3. W omawianym przykładzie racjonalny dowódca, dokonując wyboru przy pomocy zasady minimalizacji maksymalnego żalu, powinien wybrać wariant działania wojsk własnych nr 3.

W tym miejscu warto zauważyć, że chociaż żal nie jest uczuciem przyjemnym dla decydenta, to może on przynieść mu korzyść. Po pierwsze, obawa przed żalem z reguły skłania do głębszej oceny sytuacji przed podjęciem decyzji. Po drugie, często doprowadza do uniknięcia tego samego błędu, a tym samym pozytywnie wpływa na korektę nietrafnych decyzji.

Algorytm postępowania w przypadku **kryterium ostrożnościowego Szaniawskiego** składa się z następujących kroków:

Czynność 1. Budowa macierzy wyników.

Posłużono się identyczną macierzą jak w przypadku poprzednich kryteriów (patrz tabela 2).

Czynność 2. Wyznaczenie wskaźnika ostrożności (β).

Założono, że u odważnego decydentem wskaźnik ostrożności jest niski i wynosi 0,4. W tej sytuacji wskaźnik odwagi wynosi $= 0,6$.

Czynność 3. Obliczenie wartości średniej $1/n \sum_{i=1}^n U_i$ w poszczególnych decyzjach.

$$1/n \sum_{i=1}^n U_i \text{ dla } D_1 \text{ wynosi } \frac{5 + 1 + (-4)}{3} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$1/n \sum_{i=1}^n U_i \text{ dla } D_2 \text{ wynosi } \frac{2 + 3 + (-3)}{3} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$1/n \sum_{i=1}^n U_i \text{ dla } D_3 \text{ wynosi } \frac{2 + 0 + 1}{3} = \frac{3}{3} = 1,00$$

Czynność 4. Obliczenia sumy ważonej użyteczności poszczególnych decyzji:

$$U_1 = 0,4 \times (-5) + 0,6 \times 2/3 = -2,0 + 0,4 = -1,6$$

$$U_2 = 0,4 \times (-3) + 0,6 \times 2/3 = -1,2 + 0,4 = -0,8$$

$$U_3 = 0,4 \times 0 + 0,6 \times 3/3 = 0 + 0,6 = 0,6$$

Czynność 5. Wybór optymalnej decyzji poprzez maksymalizację sumy ważonej (patrz wzór 4). W tym przypadku optymalnym wyborem będzie wariant wojsk własnych nr 3.

W omawianym przypadku, stosując kryterium **równej szansy Laplace'a**, należy wykonać następujące czynności:

Czynność 1. Budowa macierzy wyników.

Macierz ta jest taka sama jak poprzednie – patrz tabela 2.

Czynność 2. Obliczenie oczekiwanej użyteczności każdej z decyzji.

Ponieważ nie są znane prawdopodobieństwa stanów świata zewnętrznego, należy przyjąć, że są one jednakowo prawdopodobne. Zatem przy trzech stanach, każdy z nich wystąpi z prawdopodobieństwem równym 1/3. Można to zapisać następująco:

$$1/n \sum_{i=1}^n U_i \text{ dla } D_1 \text{ wynosi } \frac{5 + 1 + (-4)}{3} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$1/n \sum_{i=1}^n U_i \text{ dla } D_2 \text{ wynosi } \frac{2 + 3 + (-3)}{3} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$1/n \sum_{i=1}^n U_i \text{ dla } D_3 \text{ wynosi } \frac{2 + 0 + 1}{3} = \frac{3}{3} = 1,00$$

Czynność 3. Wybór najwyższej oczekiwanej użyteczności.

Wybór dokonywany jest na podstawie maksymalizacji wartości oczekiwanej wyników. Warunek ten spełnia wariant działania wojsk własnych nr 3, gdzie wartość oczekiwana jest najwyższa i wynosi 1,00. Warto w tym miejscu zaznaczyć, że jeżeli decydenci określiliby subiektywne prawdopodobieństwo stanów, to decyzja optymalna mogłaby być odmienna. Słabością tego kryterium jest to, że zakłada ono indyferentny stosunek do prawdopodobieństwa, co nie zawsze ma miejsce w rzeczywistości.

Podjęcie decyzji – uwzględnienie kryteriów podejmowania decyzji w warunkach niepewności

Celem etapu podjęcia decyzji jest dokonanie wyboru jednego z wariantów działania. Decyzja dowódcy pokazuje jego wolę przeprowadzenia działań, a rozwinięty na jej podstawie zamiar działania obrazuje sposób i kolejność wykonania tych działań. Po dokonaniu wyboru dowódca ogłasza swoją decyzję oraz przedstawia zamiar działania, który musi zawierać jego myśl przewodnią.

Stworzenie dowódcy optymalnych warunków do podjęcia decyzji jest możliwe między innymi poprzez uwzględnienie w tym etapie kryteriów decyzyjnych. W zależności od kontekstu sytuacyjnego i preferencji decyzyjnych dowódca może uwzględnić jedno lub kilka dotychczas stosowanych doktrynalnych kryteriów decyzyjnych – np. regulaminowych zasad działania, rodzajów wojsk, analizy zadania. Mogą one być uzupełnione o listę kryteriów podejmowania decyzji w warunkach niepewności – np. kryterium pesymizmu Walda, kryterium optymizmu Hurwicza, kryterium najmniejszego zawodu Savaga, kryterium ostrożnościowe Szaniawskiego, kryterium równej szansy Laplace’a.

Przytoczony powyżej przykład wyników walki wskazuje, że zastosowanie do tego samego problemu decyzyjnego różnych kryteriów doprowadza do podjęcia odmiennych rozstrzygnięć w warunkach niepewności. Stosując kryterium pesymizmu Walda, żalu Savage’a, ostrożnościowe Szaniawskiego i równej szansy Laplace’a optymalną decyzją jest wariant działania wojsk własnych nr 3. Z kolei kryterium optymistyczne Hurwicza wskazuje, że racjonalni dowódcy powinni wybrać wariant działania wojsk własnych nr 1. Ponieważ w omawianym przykładzie zastosowanie poszczególnych kryteriów oraz wskaźników doprowadza do powstania różnych dyrektyw decyzyjnych, proponowane narzędzia wsparcia procesu dokonywania rozstrzygnięć w warunkach niepewności generują tylko pomocne do tego informacje. I tak ostateczną odpowiedzialność za skutki decyzji ponoszą dowódcy. W związku z tym mogą oni, ale nie muszą, uwzględniać dyrektywy wynikające z ich zastosowania.

Kryteria podejmowania decyzji w warunkach niepewności są użyteczne w sytuacji, gdy znane są skutki działań i zbiór stanów świata zewnętrznego. Jednak dowódcy niekiedy są zmuszeni do wyboru w warunkach głębokiej niewiedzy, kiedy to nie mogą przewidzieć również zbioru stanów świata oraz jego konsekwencji. W takiej sytuacji, według J. Kozielskiego, jedną z najważniejszych metastrategii decyzyjnych jest zasada *zysku, jako środka ciężkości*¹⁷. Zgodnie z nią przy wyborze powinno się koncentrować jedynie na pozytywnych skutkach działań i ignorować możliwości negatywne. Takie nastawienie dodaje odwagi dowódcom i jest niezbędne do transgresji własnych możliwości. Dzięki temu często wychodzą oni z opresji, nie tracąc rozmachu działania, co umożliwia zachowanie przewagi nad przeciwnikiem. Jednak strategia ta, chociaż w wielu przypadkach skuteczna, nie jest w pełni racjonalna. Oprócz podstawowej zalety w postaci pojawienia się trendu nieustannego rozwoju posiada również wadę związaną z możliwością poniesienia dotkliwych strat wynikających ze zbyt optymistycznego postrzegania sił

¹⁷ J. Kozielski, *The Polish economic reform: Transgressive decision making*, Journal of Economic Psychology nr 6, 2006, s. 175–204.

wojsk własnych, sprzyjających uwarunkowań środowiskowych i słabości przeciwnika. Zatem wiele wskazuje na to, że najskuteczniejsi są ci dowódcy, którzy w swoim działaniu wykorzystują nadarzające się okazje, nie zapominając przy tym o przeciwdziałaniu pojawiającym się zagrożeniom. Nadal zachowanie zasady *złotego środka*, czyli zbalansowania działań, przynosi najlepsze długofalowe efekty.

Zakończenie

Podsumowując dotychczasowe rozważania, można stwierdzić, że istnieją racjonalne przesłanki do zaimplementowania kryteriów podejmowania decyzji w warunkach niepewności do obecnie funkcjonującego cyklu decyzyjnego procesu dowodzenia na poziomie taktycznym w wojskach lądowych Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej. Nie ulega wątpliwości fakt, że przedstawione powyżej operacje matematyczne w powiązaniu z proponowanymi kryteriami podejmowania decyzji w warunkach niepewności pomagają dowódcom optymalizować wybory. Przy czym nie są ostatecznym drogowskazem postępowania. Spełniają one istotną i często niezastąpioną funkcję wspierającą wypracowanie optymalnych rozstrzygnięć. W zależności od osobowości, sytuacyjnego nastawienia do niepewności decydenci podejmują rozstrzygnięcia. Jeżeli ich postawa jest asekurancka, wskazane jest, aby oparli swój wybór na kryterium pesymizmu Walda. Jeżeli nie lubią przegrywać, powinni skorzystać z kryterium najmniejszego zawodu Savage'a lub ostrożnościowego Szaniawskiego. W przypadku, gdy nie chcą działać bez jakiegokolwiek preferencji, uzasadnione jest wybranie kryterium równej szansy Laplace'a. Natomiast w przypadku chęci maksymalizacji największego zysku, najwłaściwsze jest kryterium optymizmu Hurwicza.

Należy podkreślić, że zastosowanie kryteriów podejmowania decyzji w warunkach niepewności nie zawsze przekłada się na poprawę sprawności funkcjonowania wojska. Wynika to między innymi z faktu, że zakładają one jednakowo prawdopodobne wystąpienie poszczególnych zdarzeń, co w walce jest zjawiskiem bardzo rzadkim. W związku z tym znajomość i zastosowanie poszczególnych kryteriów nie jest jedyną regułą decyzyjną. Prowadzone badania jednoznacznie wskazują, że najlepsze efekty uzyskują dowódcy, którzy porównują wyniki otrzymane przy zastosowaniu różnych kryteriów, a następnie, podejmując decyzje, uwzględniają nie tylko informacje uzyskane z tych matematycznych obliczeń, ale również kierują się posiadaną wiedzą, doświadczeniem i intuicją.

Pojawiająca się refleksja w toku prowadzonych badań stała się przyczynkiem do wskazania kierunków dalszej eksploracji, przede wszystkim w aspekcie opracowania wielokryterialnego modelu podejmowania decyzji w warunkach niepewności w wojskowym procesie podejmowania decyzji. Nie budzi zastrzeżeń fakt, że zachodzi potrzeba wielokierunkowych, pogłębionych badań w tym obszarze. Przy czym uzyskane efekty mogą stanowić wartościowy materiał do dalszych poszukiwań teoretycznych i praktycznych, zmierzających do głębszego zrozumienia i większego usprawnienia procesu podejmowania decyzji w warunkach niepewności.

Bibliografia

- Bolesta-Kukulka K., *Decyzje menedżerskie*, PWE, Warszawa 2003.
- Kozielecki J., *The Polish economic reform: Transgressive decision making*, Journal of Economic Psychology nr 6, 2006.
- Kręcikij J., Wołejczo J. (red.), *Podstawy dowodzenia*, AON, Warszawa 2007.
- Kuc B.R. (red.), *Zarządzanie ryzykiem – wyzwania XXI wieku*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Prawa im. H. Chodakowskiej, Warszawa 2007.
- Pietras Z.J., *Teoria gier jako sposób analizy procesów podejmowania decyzji politycznych*, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 1997.
- Planowanie działań na szczeblu taktycznym w wojskach lądowych DD/3.2.5, DWLąd Wewn. 96/2007*, Warszawa 2007.
- Prusiński N., *Metody pracy dowódcy w procesie decyzyjnym*, AON, Warszawa 2009.
- Redziak Z., *Podstawy teorii podejmowania decyzji*, AON, Warszawa 2013.
- Sniedovich M., *Wald's maximin model: a treasure in disguise!* Journal of Risk Finance, 9(3) 2008.
- Ścibiorek Z., *Podejmowanie decyzji*, ULMAK, Warszawa 2003.
- Tyszka A., *Decyzje. Perspektywa psychologiczna i ekonomiczna*, Scholar, Warszawa 2010.
- Wołejczo J., Jakubczak R. (red), *Obronność. Teoria i praktyka*, Bellona, Warszawa 2013.
-

UNCERTAINTY IN COMMAND**Introduction**

The analysis of literature on the subject matter and the experience gained from military operations could prove that decision-making and how to handle it is a really tough issue facing our land forces' commanders. Although they cannot eliminate human losses during decision making, they should minimise civilian casualties. In order to succeed under such conditions, commanders will require maturity, judgment and strength of character. The outcome may depend on decisions made by commanders even at the lowest level of command. A crucial issue in this situation is to improve the decision-making process.

The problem of uncertainty is so universal nowadays that it necessitates consideration at all command levels. Emerging new decision making concepts respond more or less adequately to the dynamic changes taking place in an army's forces and its environment. However, properly defining the reasons and effects of the changes occurring is not always possible, particularly during a shortage of resources under time pressure. Therefore, as a rule commanders do not have complete and certain information relating to the changes taking place in the environment.

The number and the importance of decisions made in situations of incomplete and uncertain information are growing in contemporary military organisations. Therefore, effective command increasingly forces the need for taking the uncertainty

phenomenon into consideration. Undoubtedly, commanders' deep knowledge and great abilities in conscious perception of uncertainty affect success in battle. Since, as a rule, they do not have the necessary resources to decrease uncertainty, they are forced to familiarise themselves with tools supporting decision making in situations when they have uncertain or incomplete information. The correct understanding of the character of the uncertainty phenomenon enhances the effectiveness of the decision making process and, thus, contributes to an increase in the adoption of correct solutions in a managers' everyday command practice.

Uncertainty occurs in a situation when the complexity and correlation of the environmental elements are considerable. It strongly manifests itself along with the changeability and dynamism of difficult to predict and time distant events while simultaneously weakening the decision maker's control of external conditions. However, the greatest uncertainty appears when the commanders are not able to define which factors to take into consideration to achieve a solution. Such difficult decision making circumstances influence a manager's subjective feelings. They may lead to a conviction about an existing threat that may later change into a feeling of helplessness and a tendency to rely on blind chance. Unfortunately, in spite of technical and scientific development and progress in contemporary managerial practice, such situations are not rare. This implies a need to look for new and more adequate tools to support decision-making under conditions of uncertainty.

Because uncertainty implies the impossibility of determining the probability of future events, commanders are generally unable to assess the expected utility of expected results using the tools which are available to them. Therefore, a difficulty arises over which criterion to choose in order to make the right decision. In this situation, the proposals and suggestions of normative decision theory experts could become a useful directive of expeditious actions that will allow commanders to make optimal choices.

For further consideration, it has been assumed that uncertainty *is a situation in which the probability of independent from the decision maker's will future states of phenomena or the courses of processes cannot be calculated. At the same time, in this situation, there is an opportunity to identify possible courses of action, determine a set of external world states and assess the results of actions.* Both in the past and in the present, the commanders have very limited influence on shaping the uncertainty, the level of which level usually depends on unpredictable and uncontrollable conditions contained in their environment.

Implementation of the conception of decision making criteria under uncertainty in the command process

The analysis of the literature on the subject matter¹ leads to the conclusion that the command and control process in the Armed Forces' of the Republic of Poland land forces can be perceived as a series of repeated information – decision-making cycles conducted by commanders or commands. It consists in permanent gathering, selection and aggregating of information and then processing it into decision-making information which later, in the form of a task or mission, is directed to its executors. This process should ensure high combat readiness and appropriate forces' readiness to efficiently achieve the combat goals. Four phases, stages and activities can be distinguished in it. The phases of the decision-making cycle include²:

1. Situation awareness.
2. Planning.
3. Operation order issuance.
4. Control.

The aim of the *situation awareness* phase is to create a clear and transparent picture of the situation for the commander, based on which s/he can conduct a situation estimate, make a decision, issue tasks and orders, as well as command and control the operation. It is permanently carried out during the conducting of operations.

The purpose of the *planning* phase is to develop a plan of operation which is the basis for preparing and issuing an operation order. This phase consists of four stages which follow in succession³:

- a) situation estimate,
- b) decision making,
- c) development of plan,
- d) operation order production.

The aim of the *situation estimate* is to create decision-making conditions for the commander. This stage is divided into the following activities⁴:

- mission analysis,
- evaluation of factors affecting mission accomplishment and determining courses of action (COAs),
- considering courses of action,
- comparing courses of action,

¹ See: *Planowanie działań na szczeblu taktycznym w wojskach lądowych* (Operation Planning on Tactical Level in Land Forces), DD/3.2.5, DWLąd Wewn. 96/2007, Warsaw 2007; J. Wołęjszo, R. Jakubczak (ed.), *Obronność. Teoria I praktyka* (Defence. Theory and Practice), Bellona, Warsaw 2013; N. Prusiński, *Metody pracy dowódcy w procesie decyzyjnym* (Commander's Methods of Work in the Decision-Making Process), AON, Warsaw 2009; J. Kręcikij, J. Wołęjszo (ed.), *Podstawy dowodzenia* (Fundamentals of Command and Control), AON, Warsaw 2007.

² *Planowanie...*, p. 21–28.

³ J. Wołęjszo, R. Jakubczak (ed.), *Obronność...*, p. 211.

⁴ *Ibidem*, pp. 211–215.

The purpose of *mission analysis* is to distinguish mission components. Due to the fact that the results of mission analysis have a significant influence on taking the right decision, the mission analysis is the key moment in the whole decision-making cycle and is a critical point in order to reach the assumed mission goal. It defines precisely what should be done and why in order to accomplish the mission effectively. Conclusions resulting from conducted mission analysis take the form of⁵:

- mission,
- commander's intent,
- time estimate,
- methods of command's work,
- criteria to compare courses of action,
- tasks for staff and subordinated forces,
- guidelines for the command to develop resulting from initial time estimate.

The aim of the *evaluation of factors affecting the mission accomplishment and developing courses of action* is to identify and evaluate in detail factors that will affect the accomplishment of the mission (task) and determine several courses of action. The evaluation of factors influencing the mission accomplishment includes the enemy, friendly forces, the environment and other factors that need to be taken into consideration.

The aim of the *courses of action consideration* is to determine weaknesses and strengths of friendly forces' particular courses of action and compare them with the enemy's probable COAs.

The purpose of the *courses of action comparison* is to determine the COAs which will be recommended for the commander during the decision briefing. It is to compare in an objective way previously determined and considered COAs.

The next step is the *commander's decision* stage, which takes place during the decision briefing. The commander's decision shows his/her intent to conduct operations, whereas the concept of operations developed based on the decision visualises the way and sequence of the operations' execution.

The aim of the *development of plan* is to create a physical plan of operation which is a graphic visualisation of the commander's concept. This plan should include all information mentioned by the commander while announcing the concept of operations.

The purpose of the *operation order production* is to present in a graphic and descriptive way the commander's concept of operations. Its execution makes it possible to move to the third phase of the decision-making cycle i.e. the operation order issuance.

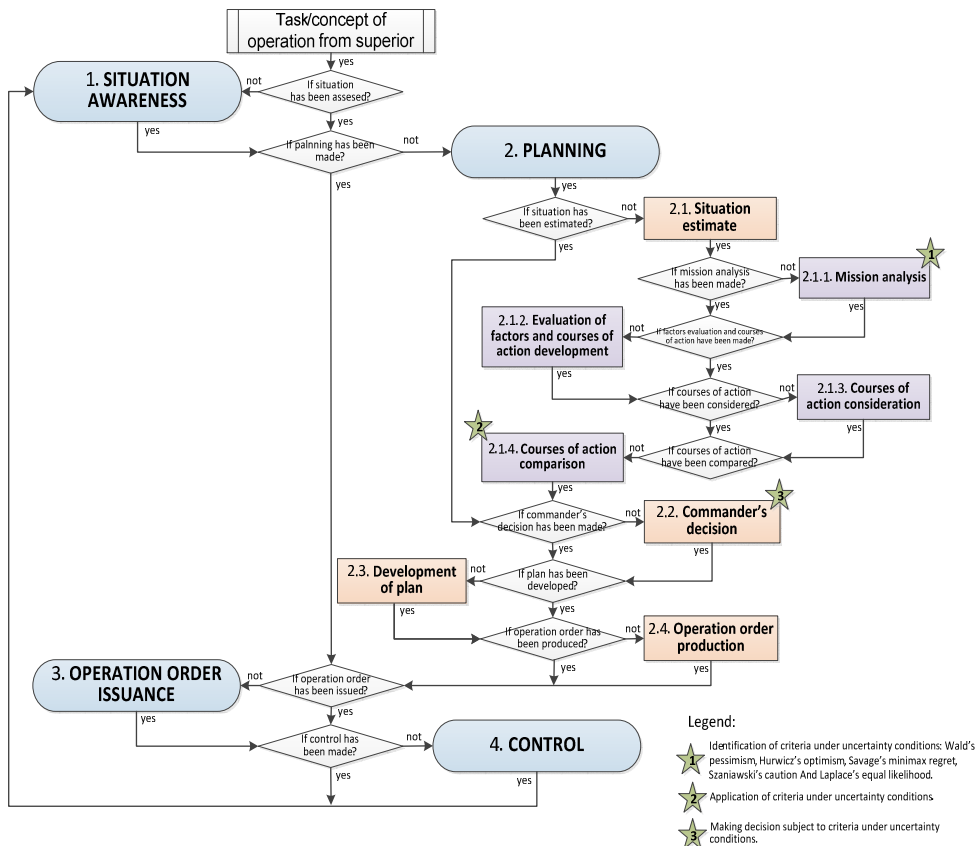
The aim of the *operation order issuance* is to issue missions and tasks to their executors resulting from the decision taken by the commander. As a rule, it is recommended that the tasks and orders are issued personally. In this way the commander can check if his/her subordinates have understood them in the right way.

⁵ *Planowanie.....*, pp. 32–35.

The aim of the *control* is to check the effects of current planning and issuing operation orders and their implementation. The control ensures the continuity of the command and control process, as its results are the basis for updating data relating to the situation, thus determining the location and accomplishing the subsequent phases of the cycle.

During accomplishment of the decision-making cycle, the application of a justified and acceptable choice criterion is vital for making an optimal decision. The research shows that apart from already functioning solutions in the decision-making process, it is also possible to implement decision-making criteria in the land forces, which are undertaken in conditions of uncertainty and are the achievements of mathematical and economic sciences. These criteria may be taken into consideration (see Fig. 1).

1. Mission analysis.
2. Courses of action comparison.
3. Commander's decision.



Source: the author's own research.

Figure 1. Decision-making criteria under conditions of uncertainty in the decision-making process in the command and control cycle

Mission Analysis – identification of decision-making criteria

One of the conclusions resulting from the mission analysis is the criteria to compare courses of action. According to the doctrine, these criteria are divided into three basic groups⁶:

- a) principles of operation in regulations – economy of force, concentration of effort, freedom of operation,
- b) kinds of forces – determining the importance of a particular criterion relating to combat support and operation support;
- c) criteria resulting from mission/task analysis – changeable group of criteria stemming from the mission/task to be accomplished. They refer to the effectiveness of operation, time of task accomplishment, holding reserves, etc.

Not taking into consideration the fact that the criteria used to compare COAs, which have been defined during the mission analysis, as a rule limits the subordinates' creativity while developing a proposal to solve the decision-making problem and its interpretation and implementation are in practice discretionary. Therefore, it is necessary to make the adopted decision-making criteria objective. It is particularly valuable when commanders intend to make their choices objective and optimal in spite of having incomplete and uncertain information at their disposal. They can make a decision applying one or more criteria of decision –made under conditions of uncertainty such as (see Fig. 2)⁷:

1. Wald's pessimism criterion.
2. Hurwicz's optimism criterion.
3. Savage's minimax regret criterion.
4. Szaniawski's caution criterion.
5. Laplace's equal likelihood criterion.

Wald's pessimism criterion, also called the rule of the highest security⁸, is based on an assumption that a decision maker should always be pessimistically inclined; thus it assumes the malice of factors inside and outside the organisation. In this case, the worst outcome of possible courses of action should be the object of comparison and selection. According to Wald, the most reasonable action is to choose such a variant which brings the maximum of minimal outcomes (results) – maximin. This criterion is based on a decision maker's play-safe attitudes⁹. It is a recognised and widely used decision-making directive in various areas and fields of human activity such as: economics, statistics, operations research and philosophy¹⁰.

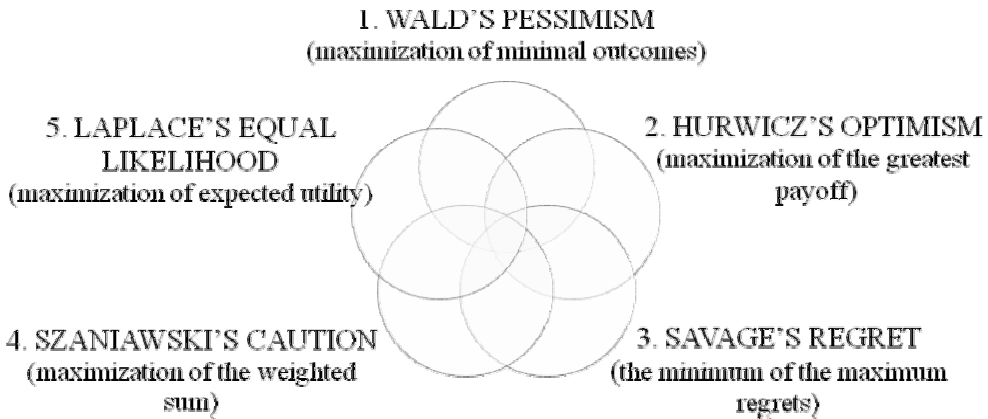
⁶ *Planowanie...*, p. 35.

⁷ Compare. T. Tyszka, *Decyzje. Perspektywa psychologiczna i ekonomiczna* (Decisions. Psychological and Economic Perspective), Scholar, Warsaw 2010, pp. 332–339; Z. Redziak, *Podstawy teorii podejmowania decyzji* (Fundamentals of Decision-Making Theory), AON, Warsaw 2013, pp. 169–176.

⁸ K. Bolesta-Kukulka, *Decyzje menedżerskie* (Managerial Decisions), PWE, Warsaw 2003, p. 222.

⁹ Z. Ścibiorek, *Podejmowanie decyzji* (Decision Making) ULMAK, Warsaw 2003, p. 163.

¹⁰ M. Sniedovich, *Wald's maximin model: a treasure in disguise!* *Journal of Risk Finance*, 9(3) 2008, pp. 287–291.



Source: the author's own research.

Figure 2. Decision making criteria in conditions of uncertainty

In this case, the optimal decision is defined by the following formula:

$$D_o = \max(\min U_i) \tag{1}$$

where:

D_o – denotes the optimal decision,

U_i – denotes the utility (e.g. profit) of the state of matters under consideration,

i – denotes 1, 2, ..., n number.

Hurwicz's optimism criterion relies on courageous risk taking and is also called the principle of the greatest gain (maximax)¹¹. When it is applied, it is of crucial importance to individually determine the optimism index (α). It is assumed that the ratio (level) of optimism and pessimism equals to 1. In order to determine the optimism index, the decision maker should consider at what event x he/she would be indifferent between decisions D_1 and D_2 , that are described in table 1:

Table 1

Determining Hurwicz's optimism index

No.	Decisions (D)	Events – the set of external world states (S)	
		S_1	S_2
1.	D_1	0	1
2.	D_2	x	x

Source: T. Tyszka, *Decyzje...*, p. 335.

¹¹ K. Bolesta-Kukulka, *Decyzje...*, p. 222.

For example, if the decision maker states that he/she is indifferent between D_1 and D_2 for x equal to 0.8, the optimism index amounts to $\alpha = 0.8$. In this case, the optimism index is $1 - \alpha = 1 - 0.8 = 0.2$.

Deciding is based here on the following algorithm: the greatest result (outcome) of particular decisions is multiplied by the optimism index and the lowest result multiplied by the pessimism index. The sum of these products is characteristic for the gain assigned to each action. Then the actions are maximised, i.e. the decision whose outcome is the greatest is taken. Therefore, the optimal decision is described by the following relationship:

$$D_o = \max\{[\max U_i x \alpha] + [\min U_i x (1 - \alpha)]\} \quad 2$$

where:

D_o – denotes the optimal decision,

U_i – denotes the utility (e.g. profit, loss) of the state of matters under consideration,

α – denotes the optimism index,

$(1 - \alpha)$ – denotes the pessimism index,

i – denotes 1, 2, ..., n number.

Savage's. minimax regret criterion¹² is as pessimistic as Wald's. The method of actions (proceedings) differs from the one described above. It requires the processing of the outcomes matrix into a regret matrix in order to calculate the so-called amount of regret. As a measure of regret amount, Savage proposes the difference (ratio) between the maximum profit and actual one, which can be obtained knowing in advance the state of affairs that has already occurred. Processing the entire table of outcomes (results) in this way allows one to determine maximal regrets in each available state of affairs. Then the rule is to be applied in order to select the lowest (minimum) of the largest (maximum) regrets of available decisions (minimax regret).

Applying the lowest (minimum) regret criterion, the optimal decision can be illustrated using the following formula:

$$D_o = \min(\max Z_i) \quad 3$$

where:

D_o – denotes the optimal decision,

Z_i – denotes the amount of regret,

i – denotes 1, 2, ..., n number.

Szaniawski's caution criterion This criterion takes into consideration the weighted sum of the smallest and medium utility of decision. Contrary to Hurwicz's optimism criterion, the second component of the weighted sum is not the maximum value but the average of possible results. The similarity lies in the fact that the decision

¹² Ibidem, p. 223.

maker is permitted to set the index (indicator) him/herself. In K. Szaniawski's case it is the caution index, whereas in Hurwicz's – the optimism index. Therefore, the decision maker does not have to be limited to the minimum results (outcomes) as in the case of Wald's optimism criterion. However, he/she should determine the caution index β , where $0 \leq \beta \leq 1$ and $\beta + (1 - \beta) = 1$. The choice of optimal decision relies in the maximisation of the weighted sum of minimum utility multiplied by β caution index and the average utility multiplied by its opposite, let it be called the courage index $(1 - \beta)$ of particular decisions. The optimal decision can be expressed by the formula¹³:

$$D_o = \max\{[\min U_i \times \beta] + [1/n \sum_{i=1}^n U_i \times (1 - \beta)]\} \quad 4$$

where:

D_o – denotes the optimal decision,

U_i – denotes the utility (e.g. profit, loss) decisions under consideration,

β – denotes the caution index,

$(1 - \beta)$ – denotes the courage index,

i – denotes 1, 2, ..., n number.

Laplace's criterion, also called equal likelihood principle¹⁴, assumes that decision makers base merely on individual conjecture relating to the probability of events. If they do not know the likelihood of particular events, they should recognise that they are equal. Then they will seek to maximise the expected utility, assuming that all states of matters will occur with equal probability. This criterion, although frequently used while making a decision under uncertainty, is actually a special case of decision making under risk, when it is subjectively assumed that all events are just as likely.

Therefore, the optimal decision can be defined by the following formula:

$$(1 - \beta) \quad 5$$

where:

D_o – denotes the optimal decision,

U_i – denotes the utility (e.g. profit, loss) decisions under consideration,

i – denotes 1, 2, ..., n number.

The basis for defining the currently functioning criteria of decision-making under uncertainty is the assumption formulated by T. Bayes in the 18th century, which says that if there is no difference between the probability of different events to emerge, it must be assumed that each of mutually exclusive states can appear

¹³ Compare, T. Tyszka, *Decyzje...*, p. 336.

¹⁴ R.B. Kuc (ed.), *Zarządzanie ryzykiem – wyzwania XXI wieku* (Risk Management – Challenges of the 21st Century), Wyższa Szkoła Zarządzania i Prawa im. H. Chodakowskiej, Warsaw 2007, p. 67.

with the same probability. In other words, in a case where it is impossible that one event is more probable than the other; both of them should be treated as equally probable. This assumption, although necessary for formulating decision-making criteria under uncertainty, shows a fundamental weakness, i.e. in real situations it rarely happens that all expected events occur with equal probability. Therefore, it is worth remembering that the criteria under consideration, in spite of their remarkable utility, have a limited possibility to reflect and explain actual (real) decisions.

It is worth noting here that the assumptions theory of decision-making under uncertainty can be used for both playing with nature and the competitor (enemy) as well. In both these cases, it is interesting to introduce the principles of game theory that deal with, among other things, armed, economic or political conflicts¹⁵.

Courses of action comparison – application of decision-making criteria

In accordance with doctrinal regulations, three main methods of COA comparison can be distinguished¹⁶:

- a) advantages and disadvantages method,
- b) voting method,
- c) criteria method.

In all these methods, in order to compare particular COA variants, the tables (matrices) of these COA variants estimations are used, which are filled in with the content of the previous activity i.e. consideration. Moreover, allocating significance to descriptive decision-making criteria is hardly objective. Therefore, the postulate to reduce the negative influence of evaluation subjectivity justifies the application of objective decision-making criteria under conditions of uncertainty.

In order to understand the application of the above mentioned criteria, a hypothetical sample for comparing the results of friendly and enemy forces fighting was used, as shown in Table 2. The commander assumed that while decision making s/he will also take into consideration, apart from his/her knowledge and experience, information resulting from mathematical calculations pointing to an optimal decision based on the criteria of Wald's pessimism, Hurwicz's optimism, Savage's minimax regret, Szaniawski's caution and Laplace's equal likelihood.

In this situation, the algorithm of selecting an optimal decision according to Wald's pessimism criterion will run as follows:

Step 1. The construction of outcome (profits or losses) matrix – presented in Table 2.

¹⁵ Compare: Z.J. Pietraś, *Teoria gier jako sposób analizy procesów podejmowania decyzji politycznych* (Game Theory as a Way to Analyse Processes of Taking Political Decisions), Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 1997, p. 21.

¹⁶ *Planowanie...*, pp. 45–48.

Table 2

Sample matrix evaluating the results of fighting between friendly and enemy forces

No.	Decisions (friendly forces' COAs)	Events (enemy COAs)		
		Enemy COA no 1	Enemy COA no 2	Enemy COA no 3
1.	Friendly forces' COA no 1	5	1	-4
2.	Friendly forces' COA no 2	2	3	-3
3.	Friendly forces' COA no 3	2	0	1

Source: the author's own research.

Information contained in the table allows the decision-making process to be described through the following elements:

- results of actions taken – as gains or losses which are located on the crossing of decision (friendly forces' COAs) and events (enemy COAs),
- events – i.e. the set of external world states – here defined as enemy COAs in connection with the environment,
- decisions – defined as possible friendly forces' COAs.

The results relate to achieving the goals of operation (in material, time and space dimensions) in reference to friendly forces, enemy and environment. They may be written in the language of mathematics or in a descriptive way. It is necessary to understand precisely the estimated results of operation. Table 3 features the proposal of symbolic units on the –5 to 5 scale, where positive values mean victory for friendly forces and negative values –defeat for friendly forces

Table 3

Numerical and verbal description of results of friendly forces' operations – proposal

Numerical description of operations results	Verbal description of operations results
5	<p><i>Overwhelming friendly forces' victory</i> <i>Friendly forces:</i> goals of operation achieved at 90-100%. Losses up to 10%. Highly effective combat system. Complete initiative. <i>Enemy:</i> goals of operation achieved at 10%. Losses up to 100%. Ineffective combat system. Irretrievably lost initiative</p>
from 3 to 4	<p><i>Moderate friendly forces' victory</i> <i>Friendly forces:</i> goals of operation achieved at 70-89%. Losses up to 20%. Moderately effective combat system. Moderate initiative. <i>Enemy:</i> goals of operation achieved at 11-20%. Losses up to 75%. Moderately ineffective combat system (permanently incapacitated). Permanently lost initiative.</p>

Numerical description of operations results	Verbal description of operations results
0	<p style="text-align: center;"><i>Lack of settlement</i></p> <p>Friendly and enemy forces' victories and defeats balance. Neither party dominated the other.</p>
from -1 to -2	<p style="text-align: center;"><i>Narrow friendly forces' defeat</i></p> <p><i>Friendly forces:</i> goals of operation achieved at 21-30%. Losses up to 50%. Somewhat ineffective combat system (temporarily incapacitated). Temporarily lost initiative.</p> <p><i>Enemy:</i> goals of operation achieved at 50-69%. Losses up to 30%. Barely effective combat system. Low initiative.</p>
from -3 to -4	<p style="text-align: center;"><i>Moderate friendly forces' defeat</i></p> <p><i>Friendly forces:</i> goals of operation achieved at 11-20%. Losses up to 75%. Moderately ineffective combat system (permanently incapacitated). Permanently lost initiative.</p> <p><i>Enemy:</i> goals of operation achieved at 70-89%. Losses up to 20%. Moderately effective combat system. Moderate initiative.</p>
-5	<p style="text-align: center;"><i>Overwhelming friendly forces' defeat</i></p> <p><i>Friendly forces:</i> goals of operation achieved at 10%. Losses up to 100%. Ineffective combat system. Irretrievably lost initiative.</p> <p><i>Enemy:</i> goals of action operation at 90-100%. Losses up to 10%. Highly effective combat system. Complete initiative.</p>

Source: the author's own research.

It is reasonable to consider the goals of operations in material, time and spatial aspects. However, while describing losses the forces should take into account their division into irreparable and reparable ones distinguishing human losses and losses in equipment. In turn, while considering the combat system it is necessary to take into account the following command and control sub-systems such as command and control, reconnaissance, destruction, combat support and operation support. A rule should be observed that if at least one index gains a value belonging to a lower or higher combat result, its value is taken resulting from the weakest index for friendly forces and the strongest index for the enemy.

Step 2. Determining the minimal outcomes for acceptable decisions (our courses of action).

This activity focuses on the analysis of expected outcomes (results). The lowest scores for particular decisions are to be indicated. In this example, the lowest score (see table 2) is as follows:

$$\min U_1 \text{ (friendly forces' course of action no 1)} = -4$$

$$\min U_2 \text{ (friendly forces' course of action no 2)} = -3$$

$$\min U_3 \text{ (friendly forces' course of action no 3)} = 0$$

Step 3. Choosing the maximum result out of the lowest (minimum) in accordance with Formula (1).

This step aims to choose the greatest (maximum) outcome (result) out of the minimal ones (maximini) – Decision No 3, where the minimum profit is 0 and is the largest of the remaining minimal results, in particular our course of action.

The algorithm of the action taken for **Hurwicz’s optimism criterion** is as follows:

Step 1. The construction of outcomes matrix.

The same matrix is applied as in the case of previous criteria, i.e. Table 2.

Step 2. Determining the optimism index.

It has been assumed that the optimism index equals to 0.6. In this situation, the pessimism index equals to 0.4.

Step 3. Determining results (payoffs) matrix of maximum and minimum outcomes of possible decisions.

For particular decisions, maximum and minimum payoffs have been determined. Then, the utilities of particular decisions are calculated by summing the values received from the product of the optimism index and the greatest result and the pessimism index and the minimum result.

$$U_1 \text{ (friendly forces' course of action no 1)} = 0.6 \times 5 + 0.4 \times (-4) = 3 - 1.6 = 1.4$$

$$U_2 \text{ (friendly forces' course of action no 2)} = 0.6 \times 3 + 0.4 \times (-3) = 1.8 - 1.2 = 0.6$$

$$U_3 \text{ (friendly forces' course of action no 3)} = 0.6 \times 2 + 0.4 \times 0 = 1.2 - 0 = 1.2$$

Step 4. Choosing the highest result in accordance with Formula (2).

Thus, Decision no 1 (friendly forces’ course of action no 1) is the optimal one because it guarantees the highest result of 1.4.

The action taken for the same example, referring to **Savage’s minimax regret criterion**, is as follows:

Step 1. The construction of outcome matrix.

This matrix is the same as in Wald’s criterion (Table 2).

Step 2. Determining the regret matrix.

We transform the results (outcomes) matrix into the regret matrix and then calculate the loss as the difference between the maximum result in any event that we would get if we knew what the set of external world states and other result would be. Thus, in each column relating to the events (enemy courses of action) we subtract particular smaller or equal values from the maximum amount – see Table 4.

Table 4

Savage’s regret matrix

No.	Decisions (friendly forces’ COAs)	Events (enemy COAs)		
		Enemy COA no 1	Enemy COA no 2	Enemy COA no 3
1.	Friendly forces’ COA no 1	5 – 5 = 0	3 – 1 = 2	1 – (-4) = 5
2.	Friendly forces’ COA no 2	5 – 2 = 3	3 – 3 = 0	1 – (-3) = 4
3.	Friendly forces’ COA no 3	5 – 2 = 3	3 – 0 = 3	1 – 1 = 0

Source: the author’s own research.

Step 3. Determining the greatest (maximum) regrets for each decision.

The maximum regrets (in bold) in this matrix are as follows:

$$\max Z_1 \text{ (friendly forces' course of action no 1)} = 5$$

$$\max Z_2 \text{ (friendly forces' course of action no 2)} = 4$$

$$\max Z_3 \text{ (friendly forces' course of action no 3)} = 3$$

Step 4. Choosing the minimal out of maximal regret in accordance with Formula (3).

This step relies on the identification of the maximum regrets in particular decisions (our course of action) and determining the least regret. In this case, the maximum regret amounts to 5 and occurs in the case of friendly forces' course of action 1. The next maximal regret is 4 which refers to friendly forces' course of action no 2. The least regret is 3 occurs in case of friendly forces' course of action no 3. This example shows that a rational commander, while taking a decision applying the minimisation of maximum regret, should decide on friendly forces' course of action no 3.

It is worth noting that although regret is an unpleasant feeling for the decision maker, it can bring him/her benefit. Firstly, the fear of regret generally leads to a deeper assessment of the situation before making a decision. Secondly, it often leads to avoiding making the same mistake and in this way contributes positively to correct wrong decisions.

The algorithm of the activities **Szaniawski's caution criterion** consists of the following steps:

Step 1. The construction of results (outcome) matrix.

The identical matrix has been applied as in the case of previous criteria (see Table 2).

Step 2. Determining the caution index (β).

It has been assumed that this index is low for a courageous decision maker and amounts to 0.4. In this situation the courage index is $1 - \beta = 0.6$.

Step 3. Calculating the average value $1/n \sum_{i=1}^n u_i$ in particular decisions.

$$1/n \sum_{i=1}^n U_i \text{ dla } D_1 \text{ wynosi } \frac{5 + 1 + (-4)}{3} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$1/n \sum_{i=1}^n U_i \text{ dla } D_2 \text{ wynosi } \frac{2 + 3 + (-3)}{3} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$1/n \sum_{i=1}^n U_i \text{ dla } D_3 \text{ wynosi } \frac{2 + 0 + 1}{3} = \frac{3}{3} = 1,00$$

Step 4. Calculating the weighted sum of particular decisions' utility:

$$U_1 = 0.4 \times (-5) + 0.6 \times 2/3 = -2.0 + 0.4 = -1.6$$

$$U_2 = 0.4 \times (-3) + 0.6 \times 2/3 = -1.2 + 0.4 = -0.8$$

$$U_3 = 0.4 \times 0 + 0.6 \times 3/3 = 0 + 0.6 = 0.6$$

Step 5. The choice of the optimal decision by maximisation of the weighed sum (see Formula 4). In this case, the optimal choice will be friendly forces' course of action no 3.

In the case of the example applying **Laplace's equal likelihood criterion**, the following steps should be followed:

Step 1. The construction of results (outcome) matrix.

This matrix is the same as the previous ones – see Table 2.

Step 2. Calculating the expected utility of each decision.

Because the probabilities of the external world states are not known, it should be assumed that they are equally likely. Therefore, with three states, each of them will occur with a probability equal to 1/3. This can be written as follows:

$$1/n \sum_{i=1}^n U_i \text{ dla } D_1 \text{ wynosi } \frac{5 + 1 + (-4)}{3} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$1/n \sum_{i=1}^n U_i \text{ dla } D_2 \text{ wynosi } \frac{2 + 3 + (-3)}{3} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$1/n \sum_{i=1}^n U_i \text{ dla } D_3 \text{ wynosi } \frac{2 + 0 + 1}{3} = \frac{3}{3} = 1,00$$

Step 3. Choosing the highest (maximum) expected utility.

The choice is made based on the maximisation of the expected results values (5). Friendly forces' course of action no 3 fulfils this condition and the expected value is the highest and amounts to 1.00. It is worth noting here that if decision-makers described a subjective probability of the states, the optimal decision could be different. The weakness of this criterion is the fact that it assumes an indifferent attitude to probability, which is not always the case in reality.

Commander's decision – making a decision subject to decision criteria

The aim of the decision-making stage is to choose one COA. The commander's decision shows his/her intent to carry out operations and, based on it, the concept of operations visualises the direction and sequence of these operations. Having made the choice, the commander announces his/her decision and presents the concept of operations, which must contain the commander's intent.

Creating optimal conditions for the commander to make a decision is possible by taking into consideration decision-making criteria, among other things. Depending on the situational context and decision-making preferences, the commander may take into consideration one or several currently used doctrinal decision-making criteria – e.g. rules of engagement, kinds of forces, task/mission analysis. They may be complemented with a list of decision-making criteria under uncertainty, as for

instance the criteria of Wald's pessimism, Hurwicz's optimism, Savage's minimax regret, Szaniawski's caution and Laplace's equal likelihood.

The example quoted above indicates that applying different criteria to the same decision-making process leads to taking different decisions under uncertainty. Using Wald's pessimism criterion, Savage's regret criterion, Szaniawski's caution criterion and Laplace's equal likelihood criterion, the optimal decision is friendly forces' COA no 3. However, Hurwicz's optimism criterion shows that rational commanders should choose friendly forces' COA no 1. Due to the fact that applying these particular criteria and indexes leads to different decision directives, the suggested tools to support the decision-making process under uncertainty generate only helpful information. Actually, these are the commanders who take responsibility for the final decision. Therefore, they can, but do not have to, take into consideration the directives resulting from their application.

Criteria for decision-making under uncertainty are useful in a situation when the effects of actions and the set of the external world states are known. However, the commanders are sometimes forced to make a choice without sufficient knowledge when they cannot predict the set of the world states and its consequences. In such a case, according to J. Koziellecki, one of the most important decision making meta-strategies is the principle of profit as a centre of gravity¹⁷. In accordance with it, one should focus only on positive effects of actions and ignore negative possibilities while making a choice. Such an approach encourages commanders and it is necessary for the transgression of their own abilities. As a result, they often overcome depression without losing the momentum of their actions, which allows them to maintain an advantage over their enemies. However, this strategy is not fully rational but in many cases effective. Apart from the fundamental advantage of a continuous trend in the development, it has a drawback connected with the possibility of suffering severe losses resulting from an over-optimistic perception of friendly forces' strength, favourable environment conditions and enemy weaknesses. Thus, there are many arguments proving that the most effective commanders are those who, in their actions, use opportunities and, at the same time, do not forget about threats. Continuing to maintain the so-called golden mean, i.e. balanced actions, bring the best long-term effects.

Conclusion

To sum up the following considerations, it can be concluded that there are rational premises to implement decision-making criteria under conditions of uncertainty into the currently functioning decision-making cycle of the command and control process at the land forces' tactical level of the Armed Forces of the Republic of Poland.

¹⁷ J. Koziellecki, *The Polish economic reform: Transgressive decision making*, Journal of Economic Psychology nr 6, 2006, pp. 175–204.

There is no doubt that the mathematical operations presented above in connection with the proposed criteria of decision making under uncertainty help the commanders to optimise their choices. At the same time, they are not the ultimate lodestar of their actions. They play an important and often irreplaceable part in supporting the development of an optimal decision. Decision makers make decisions depending on their personality or a situational attitude to uncertainty. If their attitude is to play safe, it is advisable for them to take a decision based on Wald's pessimism criterion. If they do not like to lose, they should take advantage of Savage's least regret criterion or Szaniawski's caution criterion. In case they do not want to act without any preferences, it is reasonable to choose Laplace's equal likelihood criterion. However, if they strive to maximise the biggest gain, Hurwicz's optimism criterion seems the most appropriate.

It must be underlined that applying the criteria of decision-making under fire does not always translate into the improvement of the effectiveness of military units. This results from the fact that they assume an equally likely occurrence of particular events, among other things, which is a very rare phenomenon in battle. Because of this, the knowledge and application of particular criteria is not the only decision-making rule. The research clearly shows that the best results are achieved by those commanders who compare the results obtained through having applied different criteria and who take into account, while making decisions, not only the information obtained from mathematical calculations but are also guided by their knowledge, experience and intuition.

The idea that appeared during the research paved the way for indicating the directions of further exploration, particularly in terms of developing a multi-criteria model of decision-making under uncertainty in the Military Decision Making Process. There is no doubt that multi-sided and in-depth research in this area is needed. At the same time, the results obtained can provide valuable material for further theoretical and practical explorations aimed at a deeper understanding and greater improvement of the process of decision-making under conditions of uncertainty.

Bibliography

- Bolesta-Kukułka K., *Decyzje menedżerskie (Manageral Decisions)*, PWE, Warsaw 2003.
- Kozielecki J., *The Polish economic reform: Transgressive decision making*, *Journal of Economic Psychology* nr 6, 2006.
- Kręcikij J., Wołęjszo J. (ed.), *Podstawy dowodzenia (Fundamentals of Command and Control)*, AON, Warsaw 2007.
- Kuc R.B. (ed.), *Zarządzanie ryzykiem – wyzwania XXI wieku (Risk Management – Challenges of the 21st Century)*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Prawa im. H. Chodakowskiej, Warsaw 2007.
- Pietraś Z.J., *Teoria gier jako sposób analizy procesów podejmowania decyzji politycznych (Game Theory as a Way to Analyse Processes of Taking Political Decisions)*, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 1997.

- Planowanie działań na szczeblu taktycznym w wojskach lądowych (Operation Planning on Tactical Level in Land Forces), DD/3.2.5, DWŁąd Wewn. 96/2007, Warsaw 2007.
- Prusiński N., Metody pracy dowódcy w procesie decyzyjnym (Commander's Methods of Work in the Decision-Making Process), AON, Warsaw 2009.
- Redziak Z., Podstawy teorii podejmowania decyzji (Fundamentals of Decision-Making Theory), AON, Warsaw 2013.
- Sniedovich M., Wald's maximin model: a treasure in disguise! *Journal of Risk Finance*, 9(3) 2008.
- Ścibiorek Z., Podejmowanie decyzji (Decision Making), ULMAK, Warsaw 2003.
- Tyszka T., Decyzje. Perspektywa psychologiczna i ekonomiczna, (Decisions. Psychological and Economic Perspective), Scholar, Warsaw 2010.
- Wołęjszo J., Jakubczak R. (ed.), Obronność. Teoria i praktyka (Defence. Theory and Practice), Bellona, Warsaw 2013.