

Marian BRZEZIŃSKI

marian.brzezinski@wat.edu.pl; nr ORCID: 0000-0002-7123-7748

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Logistyki, Instytut Logistyki

Prognozowanie strat techniki wojsk lądowych

Forecasting technology for military trips

Cele artykułu jest zaproponowanie metody prognozowania strat techniki wojsk lądowych z wykorzystaniem aparatu analitycznego rachunku prawdopodobieństwa. Przedstawiono analizę strat technicznych wojsk lądowych w działaniach bojowych, istotę prognozowania strat technicznych oraz zastosowanie rozkładu Weibulla do prognozowania strat technicznych w działaniach bojowych wojsk lądowych.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, technika wojskowa, straty, prognozowanie.

The goal of the article is to propose a method for predicting losses of land forces techniques using the probability theory analytical device. The analysis of technical losses of land forces in combat operations, the essence of forecasting technical losses and the use of the Weibull distribution to forecast technical losses in combat operations of ground troops are presented.

Keywords: security, military technology, losses, forecasting.

WSTĘP

Ilościowe określenie strat bojowych techniki wojskowej jest zadaniem trudnym, wymagającym rozległych badań i umiejętności prognozowania [2,3,4]. Do prognozowania strat można zastosować matematyczne metody analizy przy dużej liczbie uproszczeń, które redukuje się w miarę rozwoju badań, stopniowo włączając elementy probabilistyki, teorii gier, analizy graficznej i programowania matematycznego. Prognozowanie strat techniki wojskowej wymaga zbudowania odpowiednich modeli, który powinny właściwie odzwierciedlać proces działań bojowych i opierać się na fundamentach wynikających z teorii modelowania. W ćwiczeniach i treningach do szacowania strat techniki wojsk lądowych oraz ich struktury wykorzystuje się tabele opracowane dla poszczególnych szczebli organizacyjnych wojsk. Prognozowanie strat w oparciu o tabele stanowią więc modele deterministyczne, które nie uwzględniają stochastycznego charakteru ich powstawania. Spośród wielu metod prognozowania w ocenie autora najbardziej przydatny do sporządzania prognoz strat techniki wojskowej jest aparat analityczny rachunku prawdopodobieństwa. Ze scenariuszy prowadzenia działań bojowych wynika, że straty techniki wojsk lądowych można aproksymować rozkładem Weibulla.

1. ANALIZA STRAT TECHNIKI WOJSKOWEJ W DZIAŁANIACH BOJOWYCH

Straty bojowe techniki wojskowej we współczesnych konfliktach zbrojnych kształtują się niejednolicie. Roczne straty powstałe w obu wojnach światowych plasowały się średnio na poziomie dwudziestu (karabiny) do nawet ponad dwustu procent (lotnictwo) przeciętnego stanu posiadania poszczególnych rodzajów sprzętu. Straty w czołgach oraz innym sprzęcie ciężkim w konflikcie izraelsko-arabskim przekraczały średnio czterokrotnie wskaźniki z dotyczące drugiej wojny światowej [10].

W czasie wojny w Zatoce Perskiej wojska koalicyjne zniszczyły w przybliżeniu 70% czołgów i sprzętu artylerii Iraku, które były zaangażowane w operacje obronne, ponosząc przy tym straty w wysokości 0,6% [8].

Wielkość strat bojowych wojsk jest uzależniona przede wszystkim od następujących czynników [4]: przewidywanych działań bojowych, miejsca i roli wojsk w ugrupowaniu bojowym, stosunku sił walczących stron, rodzaju zastosowanych przez przeciwnika środków rażenia, intensywności prowadzonych działań, rozbudowy inżynieryjnej, maskowania, warunków terenowych i atmosferycznych oraz poziomu dowodzenia.

Straty techniki lądowej zależą od następujących czynników: przewidywanych zmian sytuacji wynikających z manewru (*kontrataków*), stopnia rozbudowy inżynieryjnej rejonu (*pasa*) obrony, rodzaju terenu, możliwości własnego oddziaływania na przeciwnika, stosunku sił na kierunku uderzenia, skuteczności środków rażenia przeciwnika, natężenia ognia i zakresu stosowanych przez przeciwnika środków ogniowych w poszczególnych etapach walki, sposobu realizacji natarcia przez przeciwnika (*ugrupowania bojowego*).

Specjaliści NATO prognozują, że dobowe straty w sprzęcie pancernym wojsk pierwszego rzutu znajdujących się na głównym kierunku uderzeń przeciwnika podczas operacji obronnej na środkowo-europejskim Teatrze Działań Wojennych prowadzonych z użyciem broni konwencjonalnej mogą sięgać 25%. Podobne wielkości wskaźników strat techniki pancernej przyjmowane są także w wojsku polskim.

W Bundeswehrze dobowe straty techniki prognozuje się w zależności od intensywności walki oraz głębokości zadań. Dla przykładu, w batalionie straty techniki, zależnie od intensywności walki przyjmuje się 5-12% w czasie walk mało intensywnych, 12-14% podczas walk średnio intensywnych oraz do 30% w czasie walk silnie intensywnych.

Na podstawie analiz dotychczasowych konfliktów zbrojnych przyjmuje się, że w obronie wojska poniosą mniejsze straty w technice niż wojska w natarciu. Straty techniki mogą ulec zwiększeniu w przypadku użycia wojsk jako oddziału wydzielonego w pasie

przesłaniania lub na pozycji przedniej oraz do wykonywania kontrataków. Wojska broniące się na głównym kierunku obrony poniosą znacznie wyższe straty od wojsk broniących się na pomocniczym kierunku, a użycie przez przeciwnika broni precyzyjnego rażenia może powodować straty porównywalne ze stratami ponoszonymi w natarciu. Obrona manewrowa oparta na ruchliwości wojsk i ich aktywności oraz uporczywej obronie ważnych obiektów i rejonów wpłynie także na zwiększenie strat. W przypadku obrony pozycyjnej opartej na systemie ognia i zapór inżynieryjnych oraz wykorzystaniu przeszkód naturalnych, straty będą niższe. Jeżeli wojska będą się broniły w pierwszym rzucie oraz na pierwszej pozycji straty techniki będą znacznie wyższe od wojsk w drugim rzucie oraz broniących kolejnych pozycji obrony. Także etap walki, warunki terenowe oraz stopień rozbudowy inżynieryjnej rejonu obrony będą miały wpływ na poziom strat techniki wojskowej.

Wojska nacierające w pierwszym rzucie poniosą większe straty w technice niż drugorzutowe lub znajdujące się w obronie. Także nacierające na głównym kierunku uderzenia będą miały większe straty od nacierających na pomocniczym kierunku uderzenia. Podczas przełamywania pierwszej pozycji obrony zawczasu przygotowanej lub znajdującej się w dogodnym do obrony terenie straty techniki lądowej będą zdecydowanie wyższe niż podczas przełamywania kolejnych pozycji obrony. Z dużymi stratami techniki należy się liczyć w wojskach będących w natarciu z forsowaniem przeszkody wodnej, a z niższymi w czasie pościgu i boju spotkaniowego.

Oddziaływanie przez przeciwnika potencjalnymi środkami rażenia może prowadzić do: uszkodzeń i zniszczeń mechanicznych, deformacji struktury materiałów konstrukcyjnych, okresowych zmian właściwości materiałów konstrukcyjnych, uszkodzeń i zniszczeń termicznych.

Powstałe w wyniku oddziaływania przeciwnika uszkodzenia i zniszczenia obiektów technicznych nazywa się uszkodzeniami i zniszczeniami bojowymi. W takim przypadku uszkodzenia i zniszczenia obiektów technicznych mogą być nagłe, chociaż spodziewane ale właściwie nieprzewidywalne. Liczba uszkodzeń i zniszczeń bojowych techniki wojskowej jest zdecydowanie wyższa od uszkodzeń eksploatacyjnych.

Wyłączenie techniki z użytkowania w działaniach zbrojnych następuje przede wszystkim na skutek jej uszkodzeń i zniszczeń, stanowiąc dla wojsk straty bojowe i eksploatacyjne. Oprócz strat techniki wynikających z uszkodzeń i zniszczeń, wyłączenia z użytkowania mogą być także rezultatem unieruchomień, porzuceń lub zdobycia przez przeciwnika - rysunek 1.

Straty techniki wojskowej dzielą się na bezpowrotne i powrotne. Straty bezpowrotne stanowi technika całkowicie lub częściowo zniszczona. Do strat bezpowrotnych zalicza się zniszczenia techniki lub uszkodzenia w stopniu uzasadniającym jego kasację lub powodującym nieopłacalność naprawy. Z uszkodzonej techniki wojskowej zaliczanej do strat bezpowrotnych można odzyskać niektóre sprawne zespoły, podzespoły, mechanizmy lub części w celu ich wykorzystania w procesie naprawy.

Straty powrotne stanowi: technika unieruchomiona, uszkodzona oraz porzucona, a czasem odzyskana, którą uprzednio zdobył przeciwnik. Powrót do ugrupowania bojowego wojsk techniki stanowiącej straty powrotne może nastąpić w rezultacie realizacji procesów ewakuacji i napraw. Warunkiem wystarczającym powrotu do ugrupowania bojowego wojsk techniki uruchomionej lub porzuconej jest realizacja procesów ewakuacji. Technika wojskowa może być uszkodzona w stopniu: bardzo dużym, dużym, średnim, małym lub bardzo małym. Warunkiem jej powrotu do ugrupowania bojowego jest realizacja procesów ewakuacji i naprawy lub tylko naprawy.

Ilościowe określenie strat bojowych techniki wojskowej jest zadaniem trudnym, wymagającym rozległych badań i umiejętności prognozowania. Do prognozowania strat stosuje się matematyczne metody analizy przy dużej liczbie uproszczeń, które redukuje się w miarę rozwoju badań, stopniowo włączając elementy probabilistyki, teorii gier, analizy graficznej i programowania matematycznego. Współczesne opracowania w zakresie określania strat techniki wojskowej są wzbogacone o teorię oddziaływania systemów, w których ocena strat jest zagadnieniem podstawowym bowiem od nich uzależnia się zdolności przetrwania danego systemu walki o określonych warunkach z uwzględnieniem dynamiki oddziaływania przeciwnika.

2. ISTOTA PROGNOZOWANIE STRAT TECHNIKI WOJSKOWEJ

Prognozowanie jest racjonalnym, naukowym przewidywaniem przyszłych zdarzeń, którego celem jest zmniejszanie ryzyka w procesie decyzyjnym. Użytkownicy prognoz nie powinni oczekiwać, że będą one nierealistycznie dokładne. Prognoza jest precyzyjnym i niepewnym sądem odnoszącym się do przyszłości prognozowanego zjawiska. Prognoza, której poziom niepewności jest akceptowalny przez jej odbiorcę to prognoza dopuszczalna [6,7].

Przesłanki prognostyczne to hipotezy (założenia) przyjęte na podstawie wiedzy o właściwościach występujących w prognozowanym zjawisku albo między nim a innymi zjawiskami. Założenie pewnych hipotez odnoszących się do sposobów oddziaływania tych składników prowadzi do objęcia przez prognostę pewnej postawy wobec przyszłych stanów

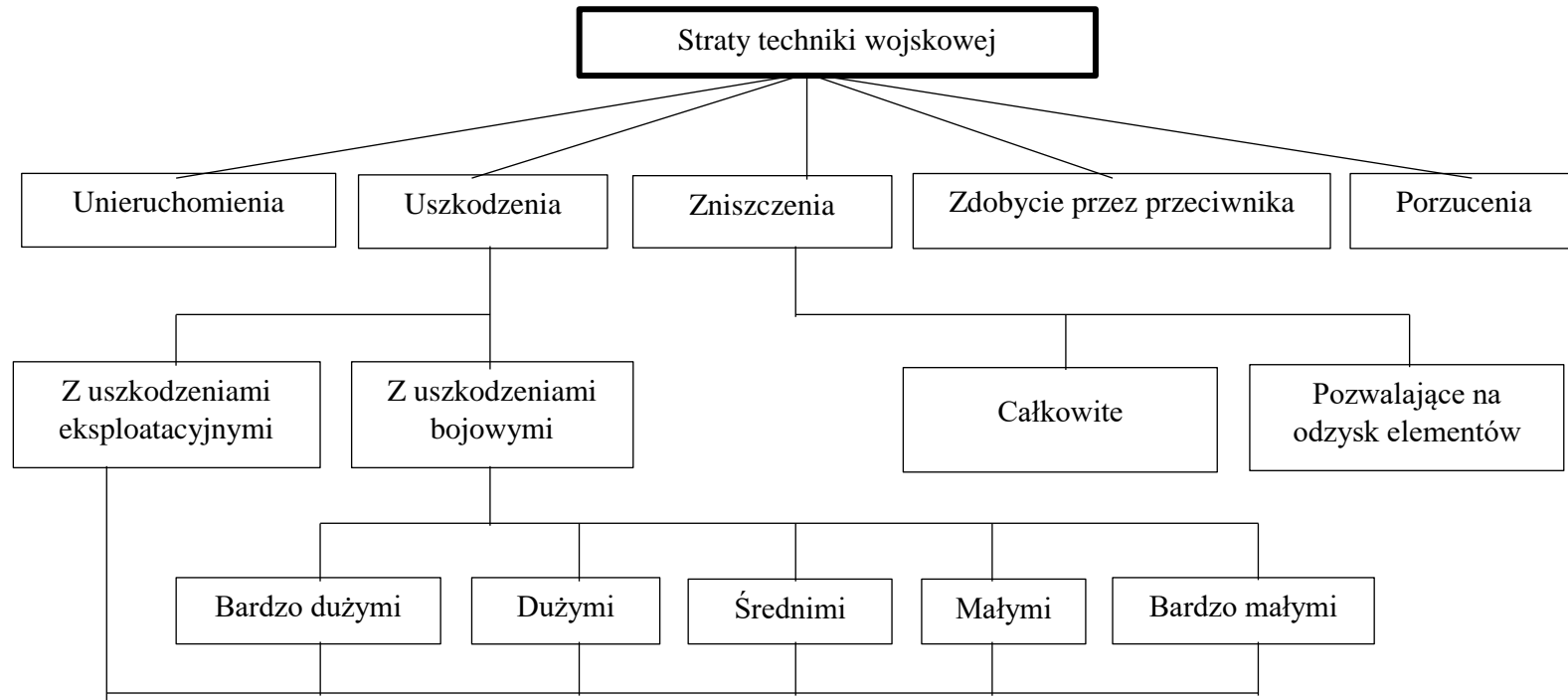
prognozowanego zjawiska. Wyróżnić można dwie postawy prognostyczne: pasywną i aktywną. Postawa pasywna charakteryzuje się założeniem o stałości (w okresie, z którego rozpatrywane są dane używane później do skonstruowania prognozy oraz w okresie dla którego tworzona jest prognoza) powiązań jakie występują między zjawiskiem prognozowanym a wpływającymi na nie czynnikami. Postawa aktywna oznacza założenie tezy, że przyszłość jest w mniejszym lub większym stopniu niezależna od przeszłości. Dopuszczalna jest zmiana dotychczasowych powiązań występujących pomiędzy prognozowanym zjawiskiem a wpływającymi na nie czynnikami.

Okresem prognozy nazywamy okres dla którego tworzy się prognozę, a liczbę okresów, których dotyczy prognoza - horyzontem prognozy. Można budować na przykład codzienne prognozy strat sprzętu technicznego, z których najdalsza będzie dotyczyć końca operacji zaczepnej lub obronnej. Okresem prognozy w tej sytuacji będzie dzień, a horyzontem np. siódmy lub piąty dzień operacji.

Interwałem prognozy jest czas dzielący momenty opracowania kolejnych prognoz (częstotliwość tworzenia nowych prognoz). Jeżeli horyzont prognozy jest dłuższy od jej interwału oraz prognozy są sporządzane w każdym okresie - mówimy o prognozowaniu kroczącym.

Prognoza odnosi się do zaistnienia określonego przyszłego zdarzenia w rozpatrywanym obiekcie, opisanego przy pomocy pewnej zmiennej (grupy zmiennych), nazywanej zmienną prognozowaną. Wyróżniamy zmienne ilościowe (ich stan jest wyrażony liczbą) oraz jakościowe (opisywane słownie na przykład „wysoki”, „średni” lub „niski” poziom jakości). W przypadku prognozowania strat techniki wojskowej w działaniach bojowych mamy do czynienia z prognozami ilościowymi, chociaż na poziomie strategicznym można mówić także prognozach jakościowych.

Wyróżnić można dwie postawy prognostyczne: pasywną i aktywną. Postawa pasywna charakteryzuje się założeniem o stałości (w okresie, z którego rozpatrywane są dane używane później do skonstruowania prognozy oraz w okresie dla którego tworzona jest prognoza) powiązań jakie występują między zjawiskiem prognozowanym a wpływającymi na nie czynnikami. Przykładowo może to być dobową prognoza strat brygady zmechanizowanej.



Rys. 1. Klasyfikacja przyczyn strat oraz wielkości uszkodzeń i zniszczeń techniki wojskowej [3].

Postawa aktywna oznacza założenie tezy, że przyszłość jest w mniejszym lub większym stopniu niezależna od przeszłości. Dopuszczalna jest zmiana dotychczasowych powiązań występujących pomiędzy prognozowanym zjawiskiem a wpływającymi na nie czynnikami. Taka sytuacja wymaga sporządzania prognoz nie tylko na całą operację, ale jej aktualizację po każdej dobie działań bojowych.

W ćwiczeniach i treningach do szacowania strat techniki wojsk lądowych oraz ich struktury wykorzystuje się tabele opracowane dla poszczególnych szczebli organizacyjnych wojsk. Zawierają one orientacyjne dobowe procentowe wskaźniki strat określonych rodzajów technik w zależności od rodzaju działań i miejsca w ugrupowaniu operacyjnym (bojowym). Do praktycznego szacowania przewidywanych strat techniki wojskowej wykorzystuje się zwykle dobowe wskaźniki strat opracowane w formie tabel i nomogramów, zdając sobie sprawę z tego, że zawierają one wiele uproszczeń. Dobowe wskaźniki strat określonych rodzajów techniki lądowej uwzględniają zwykle: rodzaj działań bojowych, położenie w ugrupowaniu bojowym oraz szczebel organizacyjny wojsk. Wskaźniki dobowych strat techniki lądowej w działaniach obronnych i zaczepnych przyjmuje się zwykle w granicach do kilku do kilkudziesięciu procent. Najwyższe wskaźniki strat przyjmowane są dla czołgów, bojowych wozów piechoty oraz transporterów opancerzonych i samochodów opancerzonych. Straty techniki wojskowej wynikające z uszkodzeń eksploatacyjnych przyjmuje się w ilości 3-5% stanu etatowego uzbrojenia i sprzętu wojskowego. Przyjęcie założenia, że prognozowane straty techniki wojskowej będą tożsame jak ich wskaźniki strat jest praktycznie wystarczające, ponieważ i tak prognozy tego rodzaju są obarczone dużym błędem. Jednak uwzględnienie czynników mających wpływ na poziom strat techniki lądowej, takich jak: etap działań bojowych, położenie w ugrupowaniu bojowym, kierunek działań bojowych, rodzaj terenu pozwoli zwiększyć wiarygodność prognozy techniki wojskowej. Wymienione czynniki świadczą o dużej złożoności problemu oceny przewidywanych strat w technice lądowej w działaniach bojowych. Niektóre z nich, jak etap działań obronnych (*dynamika działań zaczepnych*), położenie w ugrupowaniu bojowym, kierunek działań bojowych oraz rodzaj terenu można uwzględnić w prognozowaniu strat techniki lądowej poprzez zastosowanie odpowiednich szacunkowych współczynników [5].

Prognozowanie strat w oparciu o tabele stanowią więc modele deterministyczne, które nie uwzględniają stochastycznego charakteru ich powstawania. Analizy strat i oceny systemu naprawy techniki wojskowej w działaniach bojowych w oparciu o modele deterministyczne szczególnie na szczeblu taktycznym są w ocenie autora niewystarczające. System naprawy

powinien być przygotowany na maksymalne skrócenie reakcji na powstające straty, stąd prognozowanie strat techniki wojskowej w krótszych odcinkach czasu umożliwi zwiększenie skuteczności jego funkcjonowania. Spośród wielu metod prognozowania w ocenie autora najbardziej przydatny do sporządzania prognoz strat techniki wojskowej jest aparat analityczny rachunku prawdopodobieństwa.

Ze scenariuszy prowadzenia działań bojowych wynika, że straty techniki wojsk lądowych można aproksymować rozkładem Weibulla. Wynika to z faktu, że poziom powstawania strat techniki wojsk lądowych zmienia się w czasie prowadzenia operacji (walki), wobec tego stosownym typem rozkładu prawdopodobieństwa jest właśnie rozkład Weibulla. Rozkład Weibulla można traktować jako rozwinięcie rozkładu wykładniczego, polegające na tym, że w rozkładzie wykładniczym intensywność uszkodzeń ma stałą wartość, natomiast w przypadku rozkładu Weibulla intensywność uszkodzeń jest zmienną o przebiegu monotonicznym [1].

Przy założeniu, że prognozowana zmienna przybiera postać rozkład Weibulla, aby wyznaczyć prognozę zmiennej wystarczy znać dwa parametry:

k - prawdopodobieństwo wystąpienia awarii w czasie;

λ - czas, po którym zginie $1 - \frac{1}{e} \approx 63,2\%$ populacji.

Parametr k rozkładu określa zachowanie prawdopodobieństwa awarii (śmierci) w czasie:

- dla $k < 1$ prawdopodobieństwo wystąpienia awarii (śmierci) maleje wraz ze wzrostem czasu. W przypadku modelowania awarii techniki sugeruje to, że niektóre egzemplarze mogą posiadać defekty fabryczne i powoli są eliminowane z populacji;
 - dla $k = 1$ (rozkład wykładniczy) prawdopodobieństwo wystąpienia awarii jest stałe. Wskazuje to, że awarie mają charakter niezależnych zdarzeń losowych;
 - dla $k = 2$ (rozkład Rayleigha) prawdopodobieństwo awarii rośnie liniowo z czasem;
- dla $k > 1$ prawdopodobieństwo wzrasta z upływem czasu. Sugeruje, że główną przyczyną awarii mogą być zużywające się z czasem elementy urządzeń.

Do określenia prognozowanych strat obliczyć należy dystrybuantę rozkładu Weibulla, wyrażającą się wzorem:

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{\lambda}\right)^k} \quad (1)$$

gdzie:

- e - podstawa logarytmu naturalnego (liczba Eulera);
- x - czas walki;
- k - parametr kształtu;

- λ - czas po którym zniszczeniu ulegnie około 63,2% sprzętu.

3. ZASTOSOWANIE ROZKŁAU WEIBULLA DO PROGNOZOWANIA STRAT TECHNIKI WOJSKOWJ W DZIAŁANIACH BOJOWYCH WOJSK LĄDOWYCH

Zastosowanie rozkładu Weibulla do prognozowania strat techniki wojsk lądowych przedstawiono na przykładzie zasadnicze techniki czołgowo-samochodowej brygady zmechanizowanej w natarciu i w obronie. Przyjęto, że brygada zmechanizowana jest wyposażona w BWP-1 -174, kołowe transportery opancerzone KTO Rosomak -201 oraz czołgi - 58. Założono, i że doba walki wynosi 12 godzin. Prognozy strat techniki wojskowej dla brygady zmechanizowanej w walce sporządzono dla dwóch wariantów: w obronie w pierwszym rzucie i w natarciu brygady znajdującej się w odwodzie.

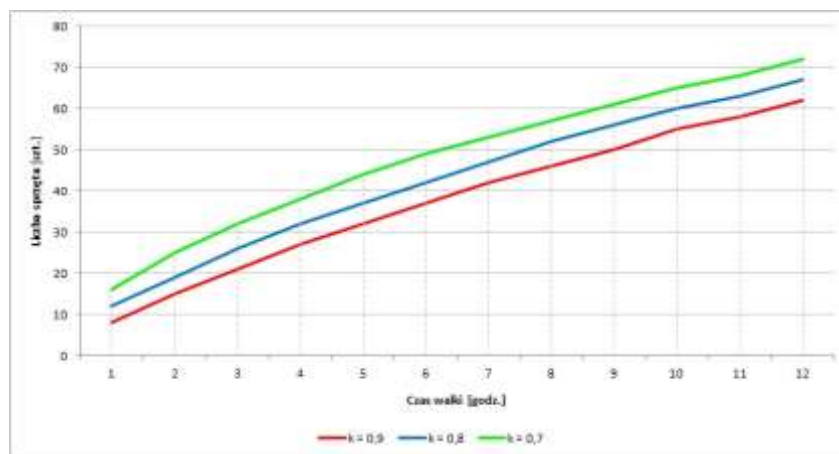
Aby prognozować straty sprzętu czołgowo-samochodowego w działaniach bojowych brygady koniecznym jest określenie dwóch parametrów: kształtu k zależny od prawdopodobieństwa wystąpienia uszkodzenia (zniszczenia) sprzętu w zależności od rodzaju prowadzonych działań bojowych (w natarciu będzie on wyższy niż w obronie) szacowany przez ekspertów oraz λ określający czas po którym zniszczeniu ulegnie w przybliżeniu 63,2% jednostek sprzętowych, trudny do oszacowania ze względu na nieregularność prowadzonych działań i konieczność uwzględnienia szeregu czynników wpływających na jego wartość.

Wykorzystując arkusza kalkulacyjny Excell obliczono dystrybuantę rozkładu Weibulla, a następnie opracowano prognozę strat za dobę walki. Prognozę strat sprzętu czołgowo samochodowego przedstawiono w tabeli 1, a narastanie strat z interwałem godzinowym: w obronie rysunek 2, 3 i 4 oraz w natarciu rysunek 5, 6 i 7.

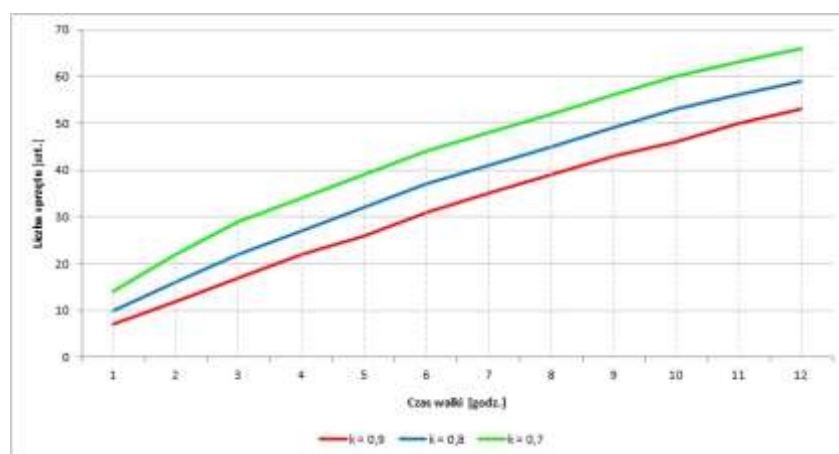
Tabela 1. Prognoza strat sprzętu czołgowo-samochodowego BZ w działaniach bojowych

Rodzaj działań bojowych	Rodzaj sprzętu technicznego	Ilość sprzętu technicznego	Parametr k	Parametr λ	Straty dobowe	
					%	ilość
Obrona	BWP-1	174	0,9	30	35,5	62
			0,8		38,1	67
			0,7		40,9	72
	KTO Rosomak	201	0,9	45	26,2	53
			0,8		29,3	59
			0,7		32,3	66
	Czołgi	58	0,9	56	37,3	22
			0,8		39,8	24

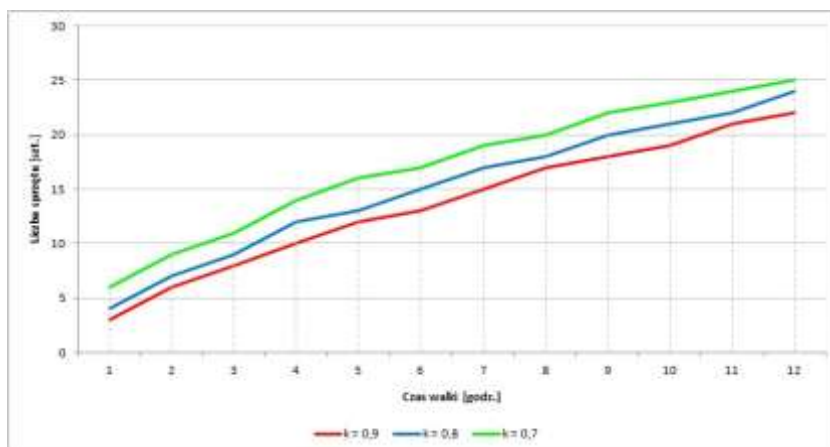
			0,7		42,5	25
Natarcie	BWP-1	174	0,7	45	32,7	57
			0,6		36,4	64
			0,5		40,3	71
	KTO Rosomak	201	0,7	60	27,7	56
			0,6		31,7	64
			0,5		36,1	73
	Czołgi	58	0,7	45	32,7	19
			0,6		36,4	22
			0,5		40,3	24



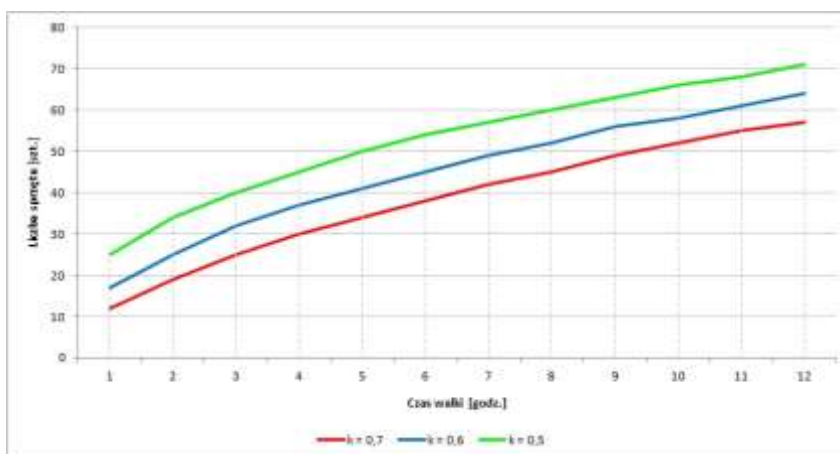
Rys. 2 Godzinowe narastanie strat bojowych wozów piechoty w obronie [9]



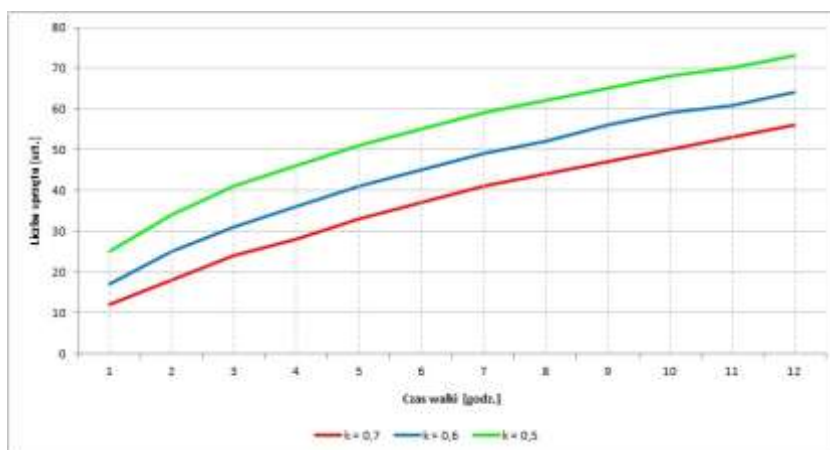
Rys. 3 Godzinowe narastanie strat kołowych transporterów opancerzonych BZ w obronie [9]



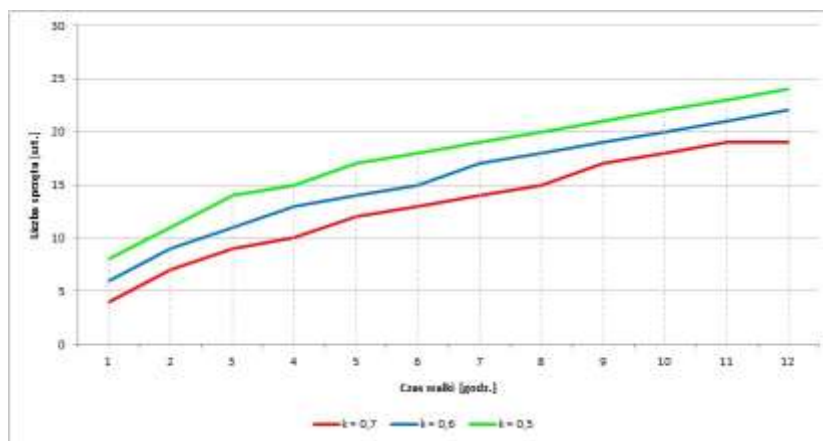
Rys. 4 Godzinowe narastanie strat czołgów BZ w obronie [9]



Rys. 5 Godzinowe narastanie strat bojowych wozów piechoty w natarciu [9]



Rys. 6 Godzinowe narastanie strat kołowych transporterów opancerzonych BZ w natarciu [9]



Rys. 7 Godzinowe narastanie strat czołgów BZ w natarciu [9]

PODSUMOWANIE

W badaniach teoretycznych oraz ćwiczeniach dowódczo-sztabowych powszechnie stosuje się prognozowanie strat w oparciu o tabele, które zawierają procentowe dobowe wskaźniki. Prognozowanie strat w oparciu o tabele stanowią więc modele deterministyczne, które nie uwzględniają stochastycznego charakteru ich powstawania. Przedstawianie prognozy strat w wymiarze dobowym w ocenie autora jest niewystarczające. System naprawy techniki wojskowej musi być przygotowany się na maksymalne skrócenie czasu reakcji na potrzeby wojsk, stąd prognozowanie strat dokonywane w krótszych odcinkach czasu umożliwia zwiększenie jego skuteczności. W opracowaniu przedstawiono metodę prognozowania w oparciu o aparat analityczny rachunku prawdopodobieństwa. W tym celu zastosowano prognozowanie strat technicznych BZ w obronie i w natarciu w oparciu o rozkład Weibulla, który najlepiej oddaje istotę kształtowania się strat techniki wojsk lądowych.

LITERATURA:

Będkowski L., Dąbrowski T., Podstawy eksploatacji, Część II Podstawy niezawodności eksploatacyjnej, WAT, Warszawa, 2006.

Brzeziński M., Chylak E., Eksploatacja w logistyce wojskowej, Bellona, Warszawa 1996.

Brzeziński M., Logistyka Wojskowa, Bellona, Warszawa 2005.

Brzeziński M., Modelowanie systemu remontu techniki wojsk lądowych, WAT, Warszawa 2010.

Brzeziński M., Ocena systemów eksploatacji techniki wojsk lądowych, WAT, Warszawa 2018.

Cieślak M., Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław, 1992.

Dittmann P., Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Metody i ich zastosowanie, Wydawnictwo Nieoczywiste – imprint GAB Media, 2016.

Dworecki S., Kęsoń T., Konflikty zbrojne w Europie i na Bliskim Wschodzie, MON, Warszawa, 1996.

Świątek P., Prognozowanie strat sprzętu czołgowo samochodowego w działaniach bojowych brygady, (praca dyplomowa napisana pod kierownictwem M. Brzezińskiego), WAT, Warszawa 2018.

Zasady zabezpieczenia tyłowego połączonych SZ NATO, WPZ nr 3/1989, s. 123.