



## Współczesne systemy minowania narzutowego

DAWID TOMICA<sup>1</sup>, ARKADIUSZ RUBIEC<sup>2</sup>

<sup>1</sup>2 Mazowiecki Pułk Saperów – JW 2189,

ul. Leśna 4C, 05-100 Nowy Dwór Mazowiecki, dawid\_tomica@wp.pl

<sup>2</sup>Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Inżynierii Mechanicznej,  
ul. gen. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa, arkadiusz.rubiec@wat.edu.pl

**Streszczenie.** Od lat broń minowa ma ogromne znaczenie na polu walki. Wprowadzenie do użytku w pełni zmechanizowanych systemów minowania pozwoliło na zmniejszenie bezpośredniej ekspozycji żołnierzy na oddziaływanie przeciwnika, minimalizację strat własnych oraz znaczne przyspieszenie prac. W artykule przedstawiono oraz poddano analizie porównawczej współczesne systemy minowania narzutowego, a także nakreślono dalsze kierunki badań związane z tym tematem.

**Słowa kluczowe:** zapory minowe, systemy minowania narzutowego, systemy pirotechniczne

DOI: 10.5604/01.3001.0015.7013

### 1. Wprowadzenie

Zapory inżynieryjne, w tym zapory minowe, stanowią skuteczny środek odstraszający, dzięki któremu istotnie można spowolnić ruch wrogich wojsk. O efektywności zapór minowych decydują m.in. takie czynniki jak [1]:

- czas ustawiania zapory minowej,
- zdolność do uszkodzania wrogich celów,
- zdolność do zatrzymania wrogich wojsk,
- możliwość szybkiego rozminowania pola przez wojska własne.

Jeden z krytycznych parametrów stanowi czas ustawiania zapory minowej. Decyduje o tym, jak szybko będzie ona zdolna do pełnienia swojej funkcji oraz, po uwzględnieniu średniej prędkości ruchu wojsk wrogich, o tym, w jakiej odległości od nich można jeszcze skutecznie zaporę ustawić.

Jedną z najskuteczniejszych i najbardziej efektywnych metod ustawiania pól minowych jest metoda minowania narzutowego. Bieżące poglądy na temat zastosowań systemów minowania narzutowego wynikają przede wszystkim z doświadczeń historycznych w tym zakresie. Potwierdzają one, że tego typu systemy doskonale wpisują się w dynamikę współczesnego pola walki [2]. Różnorodność istniejących rozwiązań systemów minowania narzutowego powoduje trudności w ich jednoznacznej ocenie.

W pracy podjęto próbę przygotowania analizy porównawczej istniejących systemów wykorzystywanych w procesie ustawiania pól minowych metodą narzutową, która w perspektywie będzie wykorzystana do opracowania własnej koncepcji systemu. W analizie ograniczono się wyłącznie do inżynierskich systemów minowania.

## 2. Charakterystyka systemów minowania narzutowego

Norma obronna NO-10-A001 opisuje inżynierski system minowania jako zestaw urządzeń zamontowanych na pojeździe, śmigłowcu lub innym środku transportowym albo ustawionych na ziemi, służący do wyrzucania min z zasobnika minowego za pomocą środków pirotechnicznych lub mechanizmów sprężynowych w celu pośpiesznej i narzutowej budowy pola minowego [3]. Natomiast w normie obronnej NO-10-A222 opisany jest ustawiacz min narzutowych jako samobieżny pojazd kołowy/gąsienicowy lub przyczepa z zamontowaną wyrzutnią min oraz układem sterowania, przeznaczony do ustawiania narzutowych pól minowych [4]. Wyrzutnia min to urządzenie składające się z jedno- lub wielolufowych miotaczy min, służące do ustawienia miotaczy w określonym kierunku względem pojazdu bazowego i umożliwiające wystrzeliwanie min narzutowych z pomocą układu sterowania i kontroli wyrzutu min, który składa się ze sterownicy wraz z instalacją elektryczną i podzespołami wykonawczymi [4]. Na potrzeby tej pracy system minowania narzutowego zdefiniowano jako ustawiacz min, czyli jako zespół, w którego skład wchodzi pojazd bazowy, wyrzutnia min (urządzenie miotające), magazyn min oraz układ sterowania przeznaczony do ustawiania narzutowych pól minowych.

W pełni zmechanizowane ustawiacze zastępują minowanie sposobem ręcznym oraz ręczno-mechanicznym, ponieważ nie wymagają roznoszenia, ustawiania oraz maskowania min. Obecnie większość systemów minowania narzutowego do miotania min na wyznaczoną odległość wykorzystuje niewielkie ładunki pirotechniczne. Ustawiacze wyposażone są w miotacze min, które mogą je przenieść w specjalnie skonstruowanych kasetach [3]. Sterowanie oraz odpalenie ładunków miotających odbywa się z kabiny pojazdu.

Systemy minowania narzutowego poprzez zmianę częstości wyrzucanych min oraz prędkości jazdy nośnika regulują gęstość pola minowego w celu zapewnienia wymaganej wartości wskaźnika prawdopodobieństwa rażenia pojazdu [5].

Według normy STANAG 2036 można wyróżnić dwie gęstości pola minowego, liniową oraz powierzchniową, wyrażone zależnościami [1]:

- gęstość liniowa jest równa liczbie min podzielonej przez długość pola minowego:

$$g_l = \frac{n}{l} \left[ \frac{1}{m} \right], \quad (1)$$

gdzie:  $n$  — liczba min ustawionych na polu,  
 $l$  — długość pola minowego;

- gęstość powierzchniowa jest równa liczbie min podzielonej przez powierzchnię pola minowego:

$$g_p = \frac{n}{l \cdot b} \left[ \frac{1}{m^2} \right], \quad (2)$$

gdzie:  $n$  — liczba min ustawionych na polu,  
 $l$  — długość pola minowego,  
 $b$  — głębokość pola minowego.

W tej samej normie na podstawie wartości gęstości pola minowego oraz prawdopodobieństwa rażenia pojazdu dokonano klasyfikacji narzutowych pól minowych w zależności od funkcji, jaką mają pełnić. Podzielono je na: zakłócające, związujące, kierujące oraz blokujące pola minowe, przy czym:

- zakłócające pole minowe (ang. *disrupt*):
  - niska gęstość powierzchniowa,
  - współczynnik prawdopodobieństwa rażenia pojazdu:  $P = 0,4 \div 0,5$ ,
  - gęstość liniowa:  $g_l = 0,4 \div 0,5 \frac{\text{miny}}{\text{metr bieżący pola}}$  ;
- związujące pole minowe (ang. *fix*):
  - średnia gęstość powierzchniowa,
  - współczynnik prawdopodobieństwa rażenia pojazdu:  $P = 0,5 \div 0,6$ ,
  - gęstość liniowa:  $g_l = 0,5 \div 0,6 \frac{\text{miny}}{\text{metr bieżący pola}}$  ;
- kierujące pole minowe (ang. *turn*):
  - wysoka gęstość powierzchniowa,
  - współczynnik prawdopodobieństwa rażenia pojazdu:  $P = 0,75 \div 0,85$ ,
  - gęstość liniowa:  $g_l = 0,9 \div 1,1 \frac{\text{miny}}{\text{metr bieżący pola}}$  ;
- blokujące pole minowe (ang. *block*):
  - wysoka gęstość powierzchniowa,
  - współczynnik prawdopodobieństwa rażenia pojazdu:  $P \geq 0,85$ ,
  - gęstość liniowa:  $g_l \geq 1,1 \frac{\text{miny}}{\text{metr bieżący pola}}$  .

## 2.1. Systemy minowania narzutowego na wyposażeniu armii państw obcych

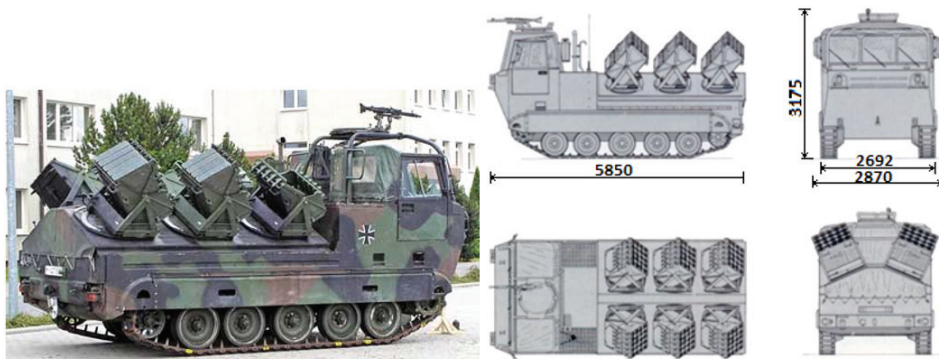
W ramach programu FASCAM armia Stanów Zjednoczonych w roku 1995 wprowadziła do użytku system minowania narzutowego M139 Volcano (ang. *Volcano Mine Dispenser*) (rys. 1) [6]. Był on alternatywą dla przestarzałego systemu GEMSS, wykorzystującą pirotechniczny sposób miotania min. Jako że Stany Zjednoczone nigdy nie podpisały konwencji o zakazie użycia min przeciwpiechotnych (traktat ottawski — 1997 r.), system ten korzysta z min zarówno przeciwpancernych, jak i przeciwpiechotnych [7]. Montowany jest na samochody ciężarowe, transportery gąsienicowe M548 oraz kontenery typu *flat-rack*.

Na transporterze gąsienicowym M548 montowane są dwa miotacze min M87, które mieszczą łącznie 160 kaset minowych. W każdej kasecie może się znaleźć pięć min przeciwpancernych Gator (AT - *anti-tank mine*) i po jednej minie przeciwpiechotnej (AP - *anti-personnel mine*) [8]. System Volcano daje możliwość ustawienia mieszanych pól minowych. Maksymalna gęstość liniowa takiego pola wynosi 0,72 miny przeciwpancernej oraz 0,14 miny przeciwpiechotnej na metr bieżący pola minowego, co zapewnia wskaźnik prawdopodobieństwa rażenia pojazdu równy 0,8. Miny wyrzucane są na stałą odległość w zakresie od 25 do 60 metrów [10]. Czas przeładowania (nie obejmuje czasu dojazdu do miejsca przeładowania) dla doświadczonej czteroosobowej załogi wynosi około 20 minut. Załadowanie ustawacza min wykonywane jest wyłącznie przez żołnierzy [11].



Rys. 1. System minowania narzutowego VOLCANO [9]

W roku 1986 do Bundeswehry dostarczono pierwszą partię systemu minowania narzutowego MSM-Fz Skorpion (rys. 2) [12]. Jest on złożony z pojazdu transportowego M548GA1 z gąsienicowym układem jezdnym. W tylnej części kadłuba zamontowane są wyrzutnie min składające się z sześciu obracanych miotaczy z prowadnicami typu MAE [13]. Miotacze obracane są wokół własnej osi z położenia transportowego do położenia bojowego, które pozwala na wyrzucanie min ukośnie do tyłu. Obrót miotaczy wykonuje ręcznie dwuosobowa załoga. Każdy miotacz zawiera 20 luf, w których mieszczą się kasety minowe z pięcioma minami AT2. Każda mina jest miotana niezależnie, niewielkim ładunkiem pirotechnicznym. Za kontrolę gęstości pola minowego poprzez regulowanie częstości wyrzucania min odpowiada system EPAG znajdujący się w kabinie pojazdu. W zależności od potrzeby system inżynierski MSM-Fz może wystrzelić grupę pięciu min AT2, niezależnie od prędkości pojazdu [13]. Jednym ustawiaczem można ustawić dwa pasy min o gęstości 0,2; 0,4 lub 0,6 miny na metr bieżący zapory, co daje długości pół minowych rzędu 3000, 1500 i 1000 m. Przy czym szerokość pasa minowego wynosi 40 m. Masa własna transportera M548GA1 to około 12 ton. Szerokość pojazdu wynosi 2692 mm, a wysokość 3175 mm [14]. Niewielki stosunek wysokości pojazdu do jego długości negatywnie wpływa na jego stateczność.



Rys. 2. System inżynierski Skorpion [12]

Na wyposażeniu armii brytyjskiej znajdują się aktualnie dwa systemy minowania. System inżynierski EMI Ranger (rys. 3) oraz nowszy Shielder (rys. 4). System EMI Ranger wykorzystywany jest przy stawianiu przeciwpiechotnych pól minowych. Pojedyncza wyrzutnia min zamontowana jest na transporterze opancerzonym FV 432 – Trojan. Miny są wystrzeliwane z prowadnic za pomocą ładunków miotających na stałą odległość od 100 do 120 metrów [6]. Wyrzutnia może obracać się automatycznie o 360°, jednak w praktyce wykorzystuje się tylko minowanie na boki. Rurowe prowadnice ułożone są w czterech rzędach po 18 prowadnic w każdym. W każdej z nich mieści się 18 min, co łącznie daje możliwość wyrzucenia 1269 min [15].



W skład systemu Shielder wchodzi podwozie transportera opancerzonego Stormer. Tak jak w przypadku systemu EMI Ranger wykorzystano podwozie gąsienicowe. Ustawiacz ten przeznaczony jest w pierwszej kolejności do zakładania przeciwpancernych pól minowych, ale istnieje także możliwość miotania min przeciwpiechotnych. Miny wyrzucane są przy użyciu ładunków miotających na boki pojazdu. Obrót modułów wyrzutni odbywa się z wykorzystaniem silnika hydraulicznego sterowanego z kabiny pojazdu [16]. Na pojeździe znajduje się sześć modułów, a w każdym z nich 20 luf mieszczących kasetę minową wyposażoną w sześć min. Jedna jednostka ognia to 720 min. Miny wyrzucane są na stałą odległość od 25 do 60 metrów [15]. System Shielder oparty jest na amerykańskim systemie Volcano i używa tych samych min (Gator) oraz kaset minowych [16].



Rys. 3. System inżynieryjny Ranger na podwoziu gąsienicowym [16]



Rys. 4. Ustawiacz min Shielder [17]

Na wyposażeniu armii Federacji Rosyjskiej znajduje się system minowania narzutowego UMZ (UMZ-K) (rys. 5). Podwoziem bazowym systemu może być ZIL-131W (rys. 5) oraz KAMAZ 63501 (rys. 6). Istnieje także najnowsza wersja UMZ-G na podwoziu czołgów T-72 i T-90. W zależności od wersji na pojeździe może się znaleźć od sześciu do dziewięciu miotaczy po 30 luf. System może obsługiwać wszystkie miny narzutowe Federacji Rosyjskiej [18]. Zmiana min nie wymaga żadnej modyfikacji ustawiacza. Miny umieszczone są w kasetach minowych, a te ładowane są ręcznie do luf. Miotacze min są zamontowane na stałe pod kątem  $50^\circ$  i mają możliwość obrotu z pozycji transportowej do bojowej. Obracane są przez żołnierzy. Jedna jednostka minowania UMZ-K to 180 kaset z minami przeciwpiechotnymi (PFM, POM), przeciwpancernymi — PDM lub przeciwpancernymi — PTM. Maksymalna długość pola minowego układanego przy użyciu jednej jednostki minowania to w przypadku:

- min przeciwpiechotnych (PFM) — 3200 m;
- min przeciwpiechotnych (POM) — 5000 m;
- min przeciwpancernych (PTM) — 600 m [19].

Tworzone przez pojedynczą jednostkę minowania pola minowe mają 240 metrów głębokości. Prędkość układania min wynosi do 40 km na godzinę. Załoga operacyjna składa się z dwóch osób [20].



Rys. 5. Naziemny system minowania narzutowego UMZ na pojeździe ZIL-131W [20]

Francuski system minowania Minotaur (rys. 7), zbudowany na ciężarówce Renault średniej ładowności, przeznaczony jest do ustawiania kasetowych min przeciwpancernych MIAC DIS F1 i przeciwpiechotnych na powierzchni gruntu. Ustawiacz składa się z modułowych wyrzutni rurowych i pulpitu sterowniczego. Na pojeździe umieszczono sześć modułów, z których każdy zawiera 20 wyrzutni rurowych po pięć min w każdej rurze. Wyrzutnie można ustawić z kabiny pod kątem  $45^\circ$  z szybkością  $1^\circ/\text{s}$ . Miny z wyrzutni wyrzucane są za pomocą ładunku miotającego [6].

Moduły zamontowane są na podstawie, przy której umieszczono podnośnik sterowany elektrycznie. Każdy moduł jest w pełni zintegrowany z podstawą. W nowszej wersji ma być zdejmowany, co znacznie ułatwi załadunek nowej porcji min [6].



Rys. 6. UMZ-K na pojeździe KAMAZ-63501 [20]

Odpalanie ładunków prochowych wyrzucających miny odbywa się z pulpitu sterowniczego. W pamięci komputera urządzenia sterowniczego gromadzi się takie dane jak liczba min znajdujących się w modułach i wymagana gęstość pola minowego. Na ekranie monitora pojawia się wtedy informacja o długości pola minowego. Wyświetlana jest także prędkość pojazdu, z jaką ma się on poruszać, aby zachować założoną gęstość pola minowego. W ciągu 5 minut można ustawić pole minowe o wymiarach  $1000 \times 300$  m, złożone z 1000 min [21]. Do tego celu należy wykorzystać trzy pojazdy z sześcioma modułami każdy. Miny są gotowe do działania po 4 minutach od ułożenia ich na ziemi. Można je wyrzucać na jedną lub dwie strony pojazdu. Szerokość pola minowego określana jest kątem podniesienia modułu. Układając pole minowe za pojazdem, moduły znajdują się w położeniu poziomym. Wykorzystując  $10^\circ$  podniesienie podstawy modułu, możliwe jest układanie min w odległości 90 metrów za pojazdem. Maksymalny zasięg minowania wynosi 275 metrów [21]. Możliwe jest także układanie min ponad naturalnymi przeszkodami oraz chwilowe wstrzymanie minowania podczas przejeżdżania przez rowy lub układanie pola minowego z nieruchomego pojazdu poprzez regulację kąta pochylenia wyrzutni. Obsługa ustawiacza składa się z dwóch osób [21].

System minowania narzutowego Istrice (rys. 8) jest włoską konstrukcją zbliżoną budową do francuskiego ustawiacza Minotaur. Składa się z czterech modułowych zasobników umieszczonych na pojeździe ciężarowym Fiat 90 PM (4 × 4) lub na transporterze opancerzonym M113. Każdy zasobnik może zawierać:

- 18 przewodnic rurowych (po 5 min w przewodnicy) dla min przeciwpancernych VS 12;



- 18 przewodnic rurowych (po 36 min w przewodnicy) dla min przeciwpiechotnych typu Mk9 (naciskowego działania);
- 32 przewodnice rurowe (po 14 min w przewodnicy) dla min przeciwpiechotnych typu Mk2 (naciskowego działania) [19].

Jedno załadowanie pojedynczego zasobnika to 90 min przeciwpancernych, 648 min przeciwpiechotnych Mk9 lub 448 min przeciwpiechotnych Mk2. Zasięg wyrzutu min mieści się w zakresie od 50 do 70 metrów. Miny wyrzucane są za pośrednictwem ładunku miotającego odpalanego z kabiny pojazdu. Zasobnik można ręcznie obracać wokół własnej osi, co daje możliwość minowania na boki oraz do tyłu. Gęstość minowania uzależniona jest od częstości wyrzucania min, sterowanej z kabiny pojazdu, oraz prędkości jazdy nośnika [19].



Rys. 7. System minowania Minotaur [21]



Rys. 8. Saperski ustawiacz min Istrice [22]

## 2.2. Systemy minowania narzutowego na wyposażeniu SZ RP

Na wyposażeniu SZ RP znajdują się dwa systemy minowania narzutowego. Inżynierski system minowania Kroton na transporterze opancerzonym MT-LB (rys. 9) oraz platforma minowania narzutowego Baobab na podwoziu Jelcza P.662 (rys. 10). Oba systemy wykorzystują te same miotacze min TMN lub MZK-E [23]. Miotacze min są zespołem czterech niezależnie sterowanych i kontrolowanych wyrzutni min, umieszczonych na wspólnej konstrukcji mechanicznej mocowanej obrotowo na pojeździe i wyposażonych w instalację elektryczną umożliwiającą podłączenie poszczególnych kaset minowych przez ich przyłącze do sterownicy. Każdy z miotaczy wyposażony jest w 20 luf, w których mieszczą się kasety z minami. Każda kaseta załadowana jest pięcioma minami MN-123 i waży około 23 kg. Miotacze pozwalają miotać 400 min na odległość od 30 do 90 m [24]. Minowanie odbywa się podczas jazdy nośnika na drugim lub trzecim biegu z prędkością 7,5-22 km/h. Sterownica pozwala na ustawienie okresu wyrzucania min na jedną lub dwie sekundy. System umożliwia zakładanie pola minowego po obu stronach pojazdu jednocześnie. Miotacze min do wykonania narzutowej zapory minowej mogą być ustawione zgodnie ze schematami pokazanymi na rysunkach 11-13:

- w położeniu transportowym z opancerzeniem w położeniu pionowym (rys. 11),
- w położeniu roboczym podstawowym z opancerzeniem w położeniu pod kątem lub pionowym (rys. 12),
- w położeniu roboczym dodatkowym z opancerzeniem w położeniu poziomym lub pod kątem (rys. 13).

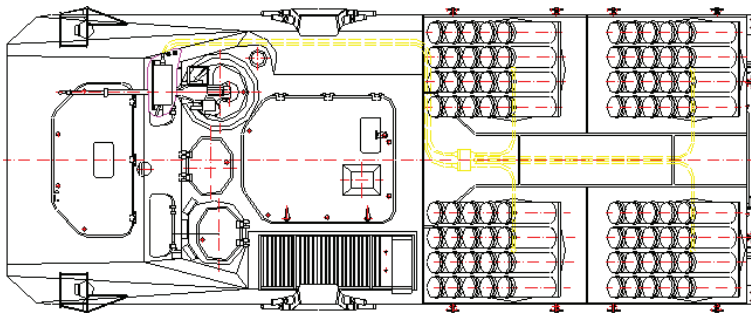
Załadowanie min do miotaczy zajmuje około 40 minut i jest wykonywane ręcznie przez załogę [25].



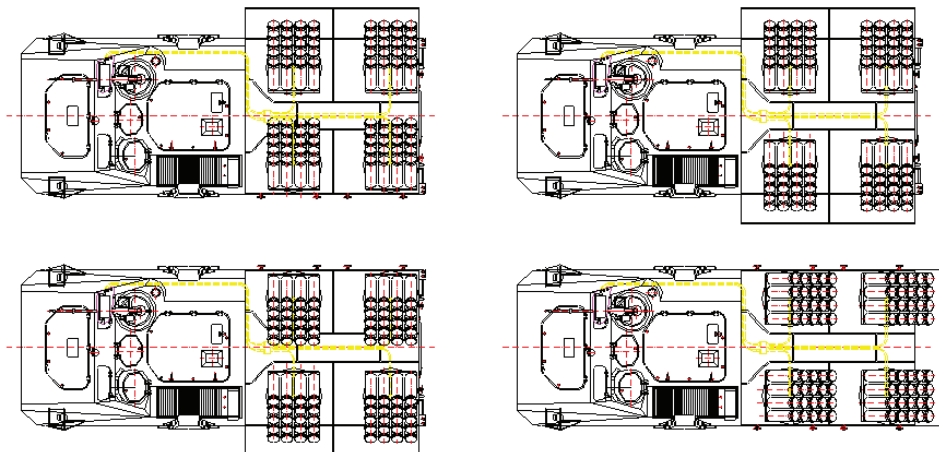
Rys. 9. Transporter minowania narzutowego ISM Kroton [26]



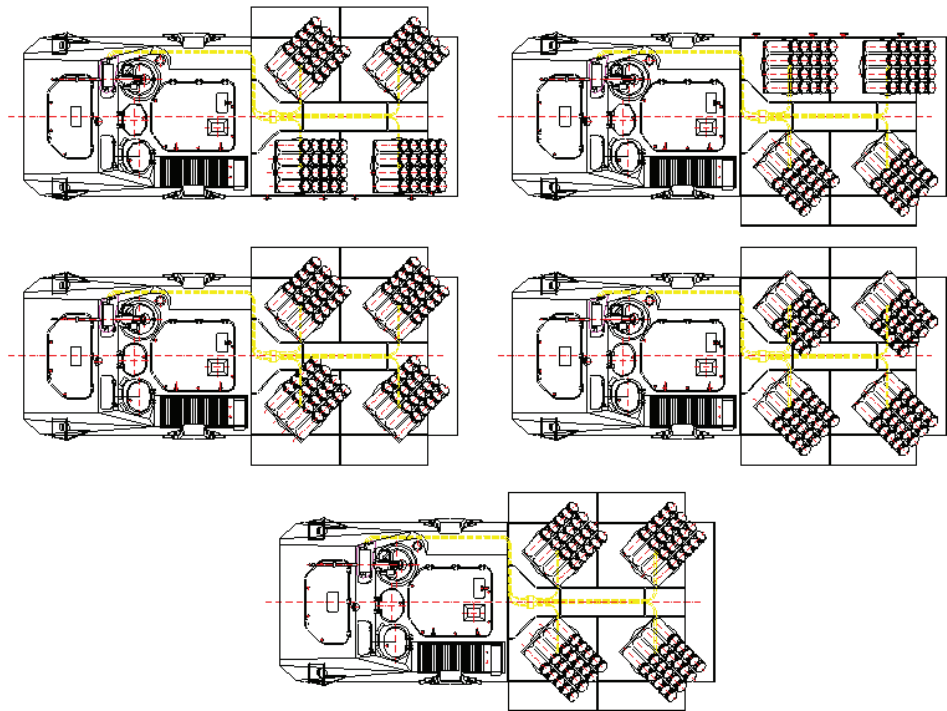
Rys. 10. Platforma minowania narzutowego Baobab [27]



Rys. 11. Położenie miotaczy min w systemie ISM Kroton – położenie transportowe [24]



Rys. 12. Położenie miotaczy min w systemie ISM Kroton – położenie robocze podstawowe [24]



Rys. 13. Położenie miotaczy min w systemie ISM Kroton – położenie robocze dodatkowe [24]

Główne parametry porównywanych systemów minowania narzutowego przedstawiono w tabeli 1.

TABELA 1

Porównanie współczesnych systemów minowania narzutowego

Państwo	Nazwa	Nośnik (baza)	Zasięg (m)	Wymiary pola* (m)	Liczba min	Prędkość minowania (km/h)	Czas minowania (minuty)	Możliwość sterowania odległością miotania
USA	VOLCANO	transporter opancerzony	25-60	1600 × 35	960	ok. 20	do 15	Nie
					(4 × 40 × 6 min)			
Niemcy	SCORPION	transporter opancerzony	20-40	1000 × 40	600	15	do 12	Nie
Wielka Brytania	EMI Ranger	transporter opancerzony	100-120	22115 × 20	1269	10	do 38	Nie
	Shielder	transporter opancerzony	25-60	1200 × 35	720	20	do 11	Nie
Rosja	UMZ	samochód ciężarowy	20-60	w zależności od min	w zależności od min	5-40	w zależności od min	Nie
Francja	Minotaur	samochód ciężarowy	90-275	1000 × 60	600	12	do 15	Tak
Włochy	Istricte	transporter opancerzony	50-70	600 × 20	360	10	do 11	Nie
		samochód ciężarowy						
Polska	ISM Kroton	transporter opancerzony	30-90	667 × 60	400	7,5-22	do 15	Nie
		samochód ciężarowy						Nie

\* Wymiary pola minowego przy zachowaniu gęstości liniowej 0,6 miny na metr bieżący, przy jednokrotnym przejeździe oraz jednostronnym wyrzucaniu min



### 3. Analiza porównawcza istniejących systemów minowania narzutowego

Jedną z głównych cech umożliwiających bezpośrednie porównanie systemów minowania narzutowego jest rodzaj zastosowanego podwozia. W aktualnie istniejących systemach minowania narzutowego (punkt 2) urządzenia miotające montuje się zarówno na podwoziach gąsienicowych transporterów opancerzonych, jak również na podwoziach kołowych samochodów ciężarowych. Pojazdy kołowe umożliwiają rozwijanie większych prędkości, w granicach do 100 km/h. Dzięki temu możliwe jest zwiększenie prędkości jadącej kolumny podczas przemieszczania się wojsk. Natomiast pojazdy gąsienicowe wymagają dodatkowego transportu w postaci przyczep niskopodwoziowych bądź specjalnie przygotowanych wagonów kolejowych. Ograniczeniem pojazdów kołowych (w stosunku do gąsienicowych) jest zdecydowanie mniejsza manewrowość, spowodowana dużo większym promieniem skrętu — brak skrętu burtowego. Zaletami pojazdu kołowego są przede wszystkim niższe koszty produkcji i eksploatacji, mniejsze niszczenie dróg o nawierzchni utwardzonej, niski stopień hałasu i większe przebiegi międzynaaprawcze [28]. W tabeli 2 zestawiono główne zidentyfikowane wady oraz zalety wykorzystania podwozi gąsienicowych i kołowych w systemach minowania narzutowego.

TABELA 2

Wady i zalety podwozia gąsienicowego i kołowego w kontekście wykorzystania do systemu minowania

	Wady	Zalety
<b>Podwozie gąsienicowe</b>	Wymaga dodatkowego transportu na drogach utwardzonych	Wysoka odporność układu na uszkodzenia
	Wysokie koszty produkcji	Duża zdolność pokonywania podłoża o niskiej nośności
	Wysokie koszty eksploatacji	Duża zdolność pokonywania wzniesień o zróżnicowanym podłożu
		Duża zdolność pokonywania przeszkód terenowych
<b>Podwozie kołowe</b>	Niska odporność układu na uszkodzenia	Wysoka prędkość jazdy po drogach utwardzonych
	Mała zdolność pokonywania podłoża o niskiej nośności	Niskie koszty produkcji
	Mała zdolność pokonywania przeszkód terenowych	Niskie koszty eksploatacji

Systemy minowania narzutowego charakteryzują się wieloma parametrami takimi jak:

- odległość miotania min,
- częstotliwość miotania min,
- szerokość pasma minowania,
- prędkość jazdy nośnika [3].

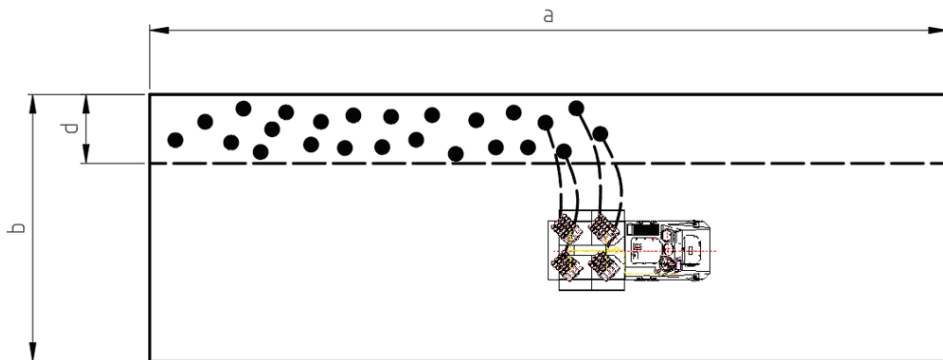
Bezpośrednie porównanie wartości podanych parametrów technicznych systemów minowania narzutowego nie umożliwia ich oceny pod kątem przydatności taktycznej.

Na potrzeby analizy porównawczej istniejących systemów minowania narzutowego opracowano wzorcowe pole minowe (rys. 14) o następujących parametrach:

- gęstość liniowa pola wynosząca 0,9 miny/m;
- długość pola wynosząca  $a = 1500$  m,
- głębokość pola minowego  $b = 500$  m.

Przy ocenie założono dodatkowo, że:

- miny wyrzucane będą na jedną stronę;
- minowanie będzie się odbywać ze stałą średnią prędkością jazdy dla każdego pojazdu;
- czas na przygotowanie urządzeń, min oraz ponowne załadowanie urządzeń został pominięty.



Rys. 14. Uproszczony schemat minowania wzorcowego pola minowego

Na potrzeby porównania istniejących systemów minowania narzutowego, bazując na przyjętych założeniach i parametrach wzorcowego pola minowego, opracowano następujące wskaźniki oceny:

- liczba przejazdów niezbędnych do zaminowania pola o danej głębokości:

$$l_p = \frac{b}{d}, \quad (3)$$

- liczba min wykorzystanych na jeden przejazd:

$$l_{m_1} = b \cdot g_l \quad (4)$$

- liczba min niezbędnych do zaminowania pola:

$$l_{m_c} = l_p \cdot l_{m_1}, \quad (5)$$

- liczba wymaganych jednostek minowania:

$$l_{jm} = \frac{l_{m_c}}{jm}, \quad (6)$$

- czas minowania:

$$t_c = \frac{l_p}{l_{wp}} \cdot t_1, \quad (7)$$

gdzie:  $b$  — głębokość pola minowego,  
 $d$  — szerokość pasma minowania;  
 $g_l$  — gęstość liniowa pola;  
 $jm$  — jedna jednostka minowania — maksymalna liczba min znajdujących się na nośniku przygotowanym do minowania.

Otrzymane wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 3.

Szerokość pasma minowania wpływa na liczbę przejazdów potrzebnych na otrzymanie określonej głębokości pola minowego. Systemy takie jak Kroton, Minotaur oraz UMZ wyrzucają miny na paśmie szerokości 60 metrów, co w przypadku zakładania pola minowego o przyjętych wcześniej wymiarach daje możliwość osiągnięcia odpowiedniej głębokości po dziewięciu przejazdach. Natomiast systemy minujące pasmo o szerokości 20 metrów wymagają aż 25 przejazdów. System inżynierski Kroton jest w stanie najszybciej wykonać wzorcowe pole minowe przy użyciu dwóch pojazdów minujących (18,8 minuty). System umożliwia minowanie z relatywnie wysoką prędkością sięgającą 20 km/h przy okresie pomiędzy wyrzucaniem min wynoszącym jedną sekundę oraz wymaga najmniejszej liczby przejazdów. Jednak z powodu jednej z najmniejszej liczby min zaminowanie pola wymaga 29 jednostek minowania. Biorąc pod uwagę czas ponownego ładowania min (który nie został uwzględniony w obliczeniach), przy użyciu dwóch pojazdów ISM Kroton będzie on wynosił około 400 minut (nie licząc czasu dojazdu do rejonu wyjściowego).

TABELA 3

Porównanie wartości obliczonych wskaźników oceny dla wzorcowego pola minowego

	Volcano	Skorpion	Ranger	Shielder	UMZ	Minotaur	Istrice	Kroton/ Baobab
<b>Jednostka mi- nowania</b>	960	600	1269	720	540	600	360	400
<b><math>d</math> [m]</b>	35	40	20	35	60	60	20	60
<b>[1/m]</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
<b>Średnia prędkość jazdy nośnika [km/h]</b>	20	15	10	20	7	12	10	20
<b><math>a</math> [m]</b>	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
<b><math>b</math> [m]</b>	500	500	500	500	500	500	500	500
<b><math>l_p</math></b>	14,3	12,5	25,0	14,3	8,3	8,3	25,0	8,3
<b><math>l_{m_1}</math></b>	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350
<b><math>l_{m_c}</math></b>	19286	16875	33750	19286	11250	11250	33750	11250
<b><math>l_{jm}</math></b>	20,1	28,1	26,6	26,8	20,8	18,8	93,8	28,1
<b>Czas jedno- krotnego prze- jazdu [min]</b>	5	6	9	5	13	8	9	5
<b><math>t_c</math> [min]</b>	64,2	75	225	64,2	107,2	62,6	225	37,6
<b>Gęstość po- wierzchniowa pola [1/m<sup>2</sup>]</b>	0,026	0,023	0,045	0,026	0,015	0,015	0,045	0,015

#### 4. Dalsze kierunki badań

Jednym z głównych kierunków rozwoju współczesnych systemów minowania narzutowego jest automatyzacja procesu minowania, mająca na celu ograniczenie bezpośredniej ekspozycji żołnierzy na oddziaływanie przeciwnika, minimalizację strat własnych oraz znaczne przyspieszenie prac. Wszystkie z analizowanych systemów minowania narzutowego wykorzystują pirotechniczny sposób minowania, który ma ograniczone możliwości w zakresie implementacji procesów automatycznych. Ponadto wyrzucanie min z wykorzystaniem energii ładunku miotającego powoduje, że ich konstrukcja jest relatywnie droga, gdyż musi być odporna na wybuch ładunku miotającego. Podobnie jest w przypadku konstrukcji miotaczy. Systemy takie mają zdecydowanie mniejsze możliwości w zakresie płynnej regulacji i zmiany parametrów miotania.

Alternatywą dla konwencjonalnych rozwiązań jest np. możliwość wykorzystania mechanicznego sposobu miotania min poprzez zastosowanie elementów sprężystych czy też siły odśrodkowej. Zaletą tego typu rozwiązania jest przede wszystkim brak konieczności użycia dodatkowych ładunków pirotechnicznych, a tym samym zapewnienie lepszej skrytości stawiania zapór minowych.

Dalsze prace badawcze będą ukierunkowane m.in. na:

- opracowanie alternatywnej koncepcji systemu minowania narzutowego, który nie będzie wykorzystywał energii ładunku pirotechnicznego;
- zidentyfikowanie energii niezbędnej do miotania miny z wykorzystaniem opracowanej koncepcji;
- zaproponowanie rozwiązania układu napędowego do urządzenia miotającego;
- opracowanie systemu sterowania;
- przeprowadzenie wstępnych badań symulacyjnych efektywności zaproponowanych rozwiązań.

## 5. Podsumowanie

W artykule przedstawiono krótką charakterystykę zasadności stawiania pól minowych metodą narzutową oraz istniejące klasyfikacje pól minowych. Następnie omówiono i wskazano główne parametry inżynierskich systemów minowania, które aktualnie znajdują się na wyposażeniu wybranych armii obcych oraz SZ RP. Wszystkie prezentowane rozwiązania do miotania min wykorzystywały systemy pirotechniczne i energię powstałą w wyniku wybuchu ładunku miotającego.

W dalszej części pracy dokonano analizy porównawczej opisanych systemów. Bezpośrednie zestawienie parametrów technicznych omawianych systemów minowania narzutowego uniemożliwiło ich obiektywne porównanie, zwłaszcza w kontekście efektywnego wykorzystania na współczesnym polu walki. Dostępne parametry pozwoliły natomiast na opracowanie własnego systemu oceny opartego na porównaniu zdolności poszczególnych systemów do ustawienia zdefiniowanego wzorcowego pola minowego, na podstawie zaproponowanych wskaźników oceny, do których należą: liczba przejazdów niezbędnych do zaminowania pola o danej głębokości, liczba min wykorzystanych na jeden przejazd, liczba min niezbędnych do zaminowania pola, liczba wymaganych jednostek minowania oraz czas minowania. Na podstawie przyjętych wskaźników oceny dokonano wyboru najbardziej i najmniej efektywnego systemu minowania. Najskuteczniejszy spośród analizowanych jest system minowania narzutowego Kroton, którego czas minowania wynosi 37,6 minuty, a liczba wymaganych jednostek minowania 28,1. Natomiast najgorsze okazały się system Istricte oraz system Ranger, których czas minowania wyniósł 225 minut, a liczba wymaganych jednostek minowania kolejno 93,8 i 26,6.



Ponieważ pirotechniczne systemy miotania nie dają dużej możliwości automatyzacji procesu minowania narzutowego, płynnej zmiany odległości miotania min oraz częstości miotania, w pracy wskazano alternatywną możliwość podejścia do metody miotania min, bez ładunku miotającego. Jednocześnie przedstawiono najważniejsze kierunki badawcze, które w najbliższej przyszłości należy rozważyć w celu uszczegółowienia koncepcji systemu będącego alternatywą dla obecnie stosowanych, a mającego znacznie większe możliwości w zakresie robotyzacji.

Źródło finansowania pracy — środki własne autorów.

Artykuł wpłynął do redakcji 14.12.2021. Zatwierdzono do publikacji 12.01.2022.

Arkadiusz Rubiec: <https://orcid.org/0000-0003-1010-4973>

#### LITERATURA

- [1] MICHA J., *Metoda sterowania stanem bojowym narzutowych pól minowych*, rozprawa doktorska, WAT, Warszawa 1994.
- [2] LUDAS M., *Współczesne techniki, środki i sprzęt do minowania*, Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe, Gliwice, 1, 2009, 71-80.
- [3] Norma obronna NO-10-A001. *Sprzęt inżynierski. Klasyfikacja i terminologia*, MON, 2020.
- [4] Norma obronna NO-10-A222. *Ustawiacze min narzutowych. Wymagania i metody badań*, MON 2020.
- [5] STANAG 2036. *Land Minefield Laying, Marking, Recording, and Reporting Procedures*, Edition 5, 27th January 2005.
- [6] GARSTKA J., *Saperskie ustawiacze min*, Nowa Technika Wojskowa, 7, 1995, 12-13.
- [7] CAMERON M.A., *Global civil society and the Ottawa process: Lessons from the movement to ban anti-personnel mines*, Canadian Foreign Policy Journal, 7, 1, 1999, 85-102.
- [8] REYNOLDS T., NAGATA J., CASON R., BELTE D., *Preliminary Airworthiness Evaluation of the UH-60A Equipped with the XM-139 VOLCANO Mine Dispensing System*, Defense Technical Information Center, 1987.
- [9] Strona Global Security, <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/volcano.htm> [dostęp: 5.06.2021 r.].
- [10] OLSEN G.L., *Transformation of M139 VOLCANO to The Objective Force*, Alliant Techsystems (ATK), Plymouth 2000.
- [11] *Mine/Countermine Operations*, Headquarters Department of the Army, Washington DC 2 February 2004.
- [12] Strona Army Recognition, [https://www.armyrecognition.com/germany\\_light\\_armoured\\_vehicle\\_blinde\\_leger/skorpion\\_miws\\_m548\\_armoured\\_armored\\_vehicle\\_mine\\_laying\\_german\\_army\\_germany\\_pictures\\_description\\_ide.html](https://www.armyrecognition.com/germany_light_armoured_vehicle_blinde_leger/skorpion_miws_m548_armoured_armored_vehicle_mine_laying_german_army_germany_pictures_description_ide.html) [dostęp: 8.08.2021 r.].
- [13] BOSIACKI H., KNAPEK H., *Charakterystyka sprzętu do minowania państw sąsiadujących z Rzeczpospolitą Polską*, Wrocław 2002.

- [14] Tankograd Publishing, Publication ID: nr 9033, CVR(T): *Scorpion – Scimitar – Sabre*, <https://www.tankograd.com/cms/website.php?id=/en/CVR-T-Scorpion-Scimitar-Sabre.htm> [dostęp: 8.08.2021 r.].
- [15] KING C., *Jane's Mines and Mine Clearance*, Janes Information Group, Coulsdon, 2005.
- [16] *Military Trucks and Engineering Vehicles* – e-book, [www.Military-Today.com](http://www.Military-Today.com) [dostęp: 8.10.2020 r.].
- [17] Strona Military Today, *Shielder. Mine laying vehicle*, <http://www.military-today.com/engineering/shielder.htm> [dostęp: 8.10.2021 r.].
- [18] WYSOCKI K., DEPCZYŃSKI M., SZYMCAK P., *Współczesne wojska inżynieryjne Federacji Rosyjskiej*, Akademia Sztuki Wojennej, Warszawa 2017.
- [19] GARSTKA J., *Saperskie ustawiacze min*, Nowa Technika Wojskowa, 9, 1995, 8-11.
- [20] Strona Sputnik News, <https://sputniknews.com/russia/201506261023877981/> [dostęp: 8.07.2021 r.].
- [21] Wikimedia, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:9th\\_Light\\_Armoured\\_Marine\\_Brigade\\_Bastille\\_Day\\_2013\\_Paris\\_t114228.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:9th_Light_Armoured_Marine_Brigade_Bastille_Day_2013_Paris_t114228.jpg) [dostęp: 10.08.2021 r.].
- [22] Broszura *Valsella Meccanotecnica*, 1986, <https://www.ebay.co.uk/itm/1-1986-PUB-VALSELLA-MECCANOTECNICA-ISTRICE-MINE-FIAT-4X4-90PM16-ORIGINAL-AD-/291329001336> [dostęp: 9.08.2021 r.].
- [23] <https://www.witi.wroc.pl/oferta/57-waniejsze-wdroenia-karty-sprztu/141-inzynieryjny-system-minowania-ism> [dostęp: 9.08.2021 r.].
- [24] *Transporter Minowania Narzutowego ISM – opis i użytkowanie*, WITI.
- [25] KIŃSKI A.: *ISM KROTON wkrótce w linii*, Nowa Technika Wojskowa, 12, 2003, 16-17.
- [26] Strona Oto Kroton, <https://otokroton.wordpress.com> [dostęp: 12.08.2021 r.].
- [27] RESZCZYŃSKI J., „Nowe otwarcie” systemu minowania *Baobab*, *Defence24*, 15.09.2016, <https://www.defence24.pl/nowe-otwarcie-systemu-minowania-baobab> [dostęp: 14.08.2020 r.].
- [28] ZAJLER W., *Platformy bojowe*, Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe, Gliwice, nr 2, 2004.

D. TOMICA, A. RUBIEC

### Modern mine scattering systems

**Abstract.** For years, mine weapons have been irreplaceable on the battlefield. Using fully mechanised mine scattering systems makes it possible to reduce the direct exposure of soldiers to the enemy's fire, minimises losses, and significantly hastens the work. The article presents a comparative analysis of modern mine scattering systems, as well as outlined further research directions related to this topic.

**Keywords:** mine explosive barriers, mine scattering systems, pyrotechnic systems

**DOI:** 10.5604/01.3001.0015.7013