



SYSTEM KIEROWANYCH MIN PRZECIWPANCERNYCH NOWEJ GENERACJI

CONTROLLED ANTITANK MINES OF NEW GENERATION

Marcin SZCZEPANIAK, Wiesław JASIŃSKI, Wiesław MADEJ,
Andrzej WOJCIECHOWSKI, Piotr KRYSIAK, Janusz ŚLIWIŃSKI

Wojskowy Instytut Techniki Inżynieryjnej
Military Institute of Technical Engineering

Streszczenie. W pracy zaprezentowano system kierowanych min przeciwpancernych (SKMP), który jest niespotykanym w świecie środkiem przeznaczonym do budowy zapór inżynieryjnych, wpisującym się w koncepcję inteligentnego pola walki. Miny są innowacyjnym rozwiązaniem, które integruje w jeden inteligentny system czujniki: akustyczny, sejsmiczny, termalny i skaner laserowy. System umożliwia ustawienie odcinka pola minowego z kierowanych min przeciwpancernych, które po wyłączeniu zabezpieczeń I i II stopnia działają autonomicznie wybierając cele i niszcząc je wybuchowo formowanym pociskiem. System nadzorowany jest przez operatora, który może zdalnie, sygnałem radiowym za pomocą sterownicy, wprowadzić miny w stan zabezpieczenia II stopnia, po którym możliwe jest założenie zabezpieczenia I stopnia, zdjęcie min z miejsca ustawienia i powtórne wykorzystanie w innym miejscu. SKMP niszczy czołgi, wozy opancerzone, samochody ciężarowe oraz trały samojezdne. Praca przedstawia koncepcję budowy systemu oraz wyniki badań państwowych poszczególnych elementów.

Słowa kluczowe: inżynieria pola walki, badania sprzętu wojskowego, miny przeciwpancerne, pociski formowane wybuchowo.

1. Wstęp

Celem pracy było opracowanie systemu kierowanych min przeciwpancernych (SKMP), który stanowić ma kolejny etap ewolucji zapór inżynieryjnych, umożliwiających przeciwdziałanie ruchom wojsk przeciwnika (pojazdów bojowych,

Abstract. The paper presents a System of Controlled Antitank Mines (SCAM) which is a world unknown solution of a concept of intelligent battlefield and is designed to build engineering dams. The mines have an innovative solution integrating acoustic, seismic, thermal and laser scanner sensors into a single intelligent system. The system allows the setting of a minefield from directed antitank mines which autonomously select and destroy targets by explosively formed projectile when the security levels I and II are taken off. The system is supervised by an operator who can remotely set the II security level using radio controls and then the mines may be set in the I security state to take them out and use again in a new place. SCAM destroys tanks, armored vehicles, trucks and self-propelled bonded between (trawling) rigs. The paper presents a concept of the system and some results of state qualification tests for individual elements.

Keywords: battlefield engineering, tests of military equipment, anti-tank mines, explosively formed projectile.

1. Introduction

A project was dedicated to develop a System of Controlled Antitank Mines (SCAM) to be a next stage of evolution for engineering dams preventing the movement of enemy troops (combat vehicles, trans-

środków transportowych).

Podstawą opracowania były zatwierdzone Założenia Taktyczno - Techniczne (ZTT) na SKMP, które powstały, jako rozwinięcie Wymagania Operacyjnego nr 17.1.2. Projekt realizowany był w ramach pracy badawczo - rozwojowej.

SKMP poprzez zastosowane rozwiązania konstrukcyjne oraz technologie wykonania jest powiązany z następującymi obszarami wyszczególnionymi w dokumencie „Priorytetowe kierunki badań w resorcie obrony narodowej na lata 2013-2022”:

- sensory i obserwacja (4.2) - zastosowanie zapalnika wykorzystującego podczas wykrywania, identyfikacji, śledzenia i niszczenia celów zintegrowanego zestawu czujników (akustycznego, sejsmicznego i termalnego),
- broń precyzyjna i uzbrojenie (4.3) - zastosowanie czynnika rażenia w postaci nowo opracowanego ładunku wybuchowego generującego pocisk formowany wybuchowo (Explosively Formed Projectile – EFP). Ładunek ten współpracuje ściśle z układami zapalnika umożliwiając zwiększenie zdolności rażenia w porównaniu z klasycznymi minami przeciwburtowymi.

1.1. Budowa i możliwości systemu

System składa się z jednostki minowania, która zbudowana jest z 21 szt. kierowanych min przeciwpancernych (KMP), co zaprezentowano na rysunku 1 oraz zestawu urządzeń umożliwiających obsługę min, oraz sterowanie i zarządzanie ustawionymi minami, co przedstawia rysunek 2.

System KMP ma umożliwiać:

- ustawienie pola minowego lub grup min;
- samoczynne nakierowywanie się poszczególnych min na cele znajdujące się w znacznej odległości;
- samoczynne rażenie (niszczenie lub unieszkodliwianie) celów znajdujących w znacznej odległości (do 80 m), niezależnie od położenia względem miny (działanie dookolne);
- monitorowanie stanów eksploatacyjnych wszystkich min po ustawieniu ich na polu minowym;

porting means).

The development was based on the approved Tactical-technical Specifications (TTS) for SCAM which followed the Operational Specifications No 17.1.2. The project was performed in the frame of research-development work.

Design solutions and manufacture technologies link the SCAM with following areas specified in the document ‘Priorities of National Defence Sector for Research Projects of 2013-2022’:

- Sensors and observation (4.2) – application of a fuse with an integrated set of sensors (acoustic, seismic and thermal) for detection, identification, tracking and destruction of targets.
- Accurate weapons and armament systems (4.3) – application of a hitting factor in the form of a newly developed explosive charge generating Explosively Formed Projectile – EFP. The charge works strictly together with the units of the fuse to provide better hitting capacities than conventional anti-ship mines.

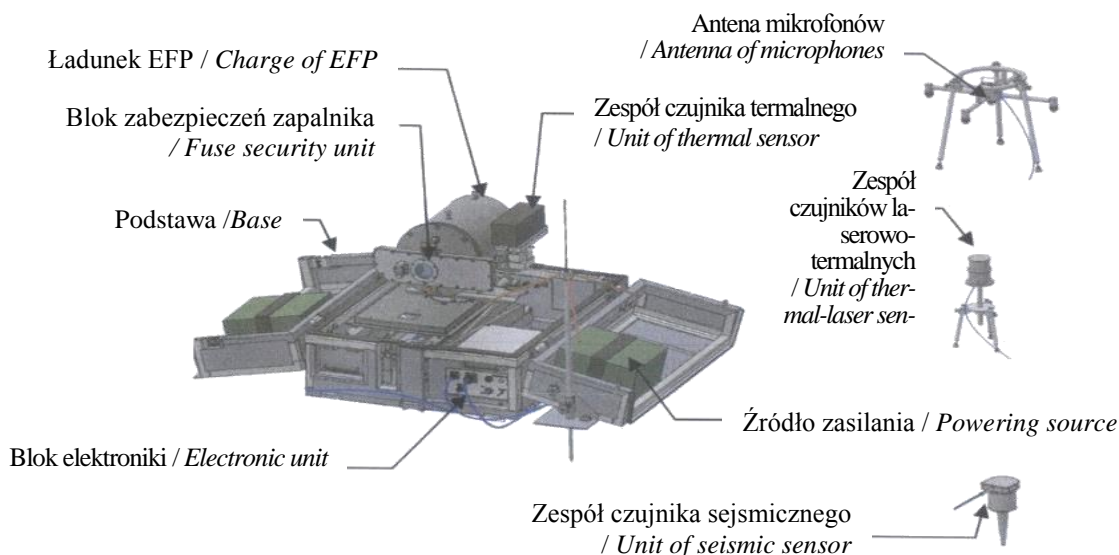
1.1. Design and Possibilities of System

The system consists of a mining unit which is built of 21 items of Directed Anti-tank Mines (DAM) shown in Fig. 1 and a set of instruments for handling the mines and for control and management of deployed mines what is shown in Fig. 2.

System of DAM has to provide:

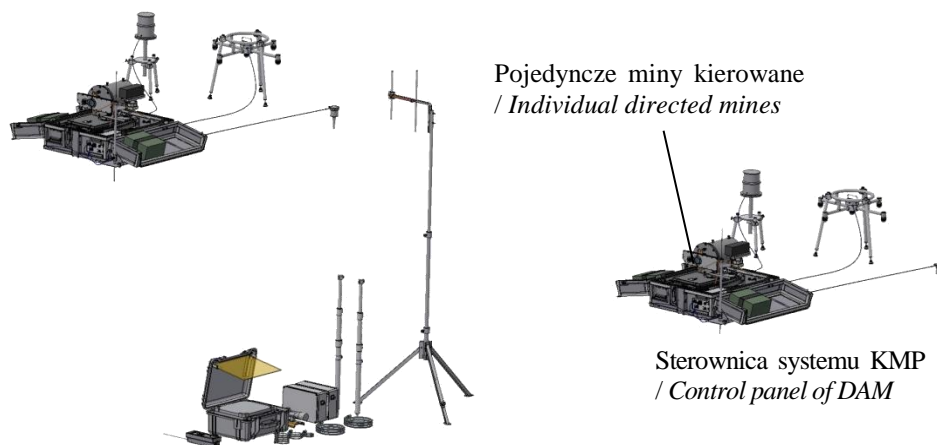
- Setting a mine field or groups of mines;
- Autonomous aiming of particular mines on the targets placed in a significant distance;
- Hitting (destruction or incapacitation) the targets in self-operating mode at significant distances (to 80 m) independent on the position against the mine (omnidirectional operation);
- Monitoring the technical status of all mines after their deployment on the mine field;
- Remote control of conditions of all

- zdalną kontrolę nad stanem wszystkich min ustawionych na polu minowym;
 - uproszczenie procesu rozminowania poprzez możliwość dezaktywowania ustawionego pola minowego i demontażu min;
 - ponowne ustawienie pola minowego z tych samych elementów w innym miejscu;
- mines deployed on the mine field;
 - Simplification of demining process through a possibility of deactivation of the set minefield and disassembling the mines;
 - Reuse of the same components for setting a new minefield in another place;



Rys. 1. Główne elementy składowe miny

Fig. 1. Main components of a mine



Rys. 2. Główne elementy składowe systemu KMP

Fig. 2. Main elements of DAM system

- zwiększenie odporności pola minowego na rozminowanie (ręczne, mechaniczne, wybuchowe);
 - działanie w każdych warunkach klimatycznych i dobowych;
- Increased resistance of the mine field against demining (manual, mechanical, explosive);
 - Operation at each climatic and day and night conditions;

- zmniejszenie liczby osób zaangażowanych do ustawiania pola minowego.

1.2. Zasadnicze dane taktyczno-techniczne systemu

Najważniejszymi, z punktu widzenia użytkowego, parametrami taktyczno-technicznymi są:

- 1) szerokość pola minowego – do 1,0 km;
- 2) ustawianie miny – 3 osoby (2 żołnierzy obsługi KMP i kierowca samochodu);
- 3) obsługa miny – 2 osoby;
- 4) krok minowania – 80 m±10 m;
- 5) odległość między rzędami min – 160 m±10 m;
- 6) czas ustawiania KMP z pełną konfiguracją – do 30 minut;
- 7) zasięg wykrywania i identyfikacji celów – do 200 m;
- 8) zasięg rażenia – od 2 m do 80 m;
- 9) przebijanie pancerza bocznego pojazdu (do 100 mm płyty pancernej);
- 10) masa KMP – 195 kg/kpl.;
- 11) kąt rażenia – 0 do 360 stopni.
- 12) zakres regulacji wysokości ustawienia KMP – od 0,5 m do 1,2 m;
- 13) układy KMP - nieusuwalność, samolikwidacja, samoneutralizacja;
- 14) możliwość wielokrotnego użycia – zdjęcie z miejsca ustawienia i powtórne użycie w innym miejscu;
- 15) nadzór nad polem minowym - możliwość sterowania stanem miny przez operatora zdalnie sygnałem radiowym;
- 16) czas działania systemu (bez wymiany źródeł zasilania) - 30 dni;
- 17) maskowanie systemu - poprzez dedykowane dla każdej KMP pokrycia maskujące na zimę śnieżną, pustynię i teren lesisty;
- 18) zasięg łączności radiowej – do 1,0 km.

2. Etapy pracy i wyniki prowadzonych badań

W ramach realizacji pracy opracowano system uzbrojenia, którego podstawowym elementem jest mina przeciwpancerna nowego typu.

W pierwszym etapie przystąpiono do opracowania ładunku EFP (Explosively Formed

- Decreased number of people engaged in setting the minefield.

1.2. Main Tactical-technical Specifications of the System

There are following the most important user's tactical-technical characteristics:

- 1) Minefield width - to 1.0 km;
- 2) Setting a mine - 3 persons (2 soldiers handling the DAM and car driver);
- 3) Handling the mine - 2 persons;
- 4) Mining step - 80 m±10 m;
- 5) Distance between the rows of mines min – 160 m±10 m;
- 6) Deployment time of DAM in full configuration – to 30 minutes;
- 7) Range of detection and identification of targets – to 200 m;
- 8) Range of hitting – from 2 m to 80 m;
- 9) Penetration of vehicle sidewall armour (to 100 mm of armour plate);
- 10) Mass of DAM – 195 kg/item;
- 11) Angle of hitting – 0 to 360 degrees;
- 12) Adjusted height of setting for DAM – from 0.5 m to 1.2 m;
- 13) Units of DAM – not removable, self-destruction, self-neutralisation;
- 14) Possibility for multiple use – taking out from a deployment place and secondary use in another place;
- 15) Supervision of the minefield – possible remote control of the mine status by operator using radio communication;
- 16) System operation time (without exchange of batteries) – 30 days;
- 17) System camouflage – through camouflage cover dedicated for each DAM for snowy winter, desert and forests;
- 18) Range of radio links – to 1.0 km.

2. Stages of Work and Results of Tests

In the frame of the work a weapon system composed mainly from a modern anti-tank mine has been developed.

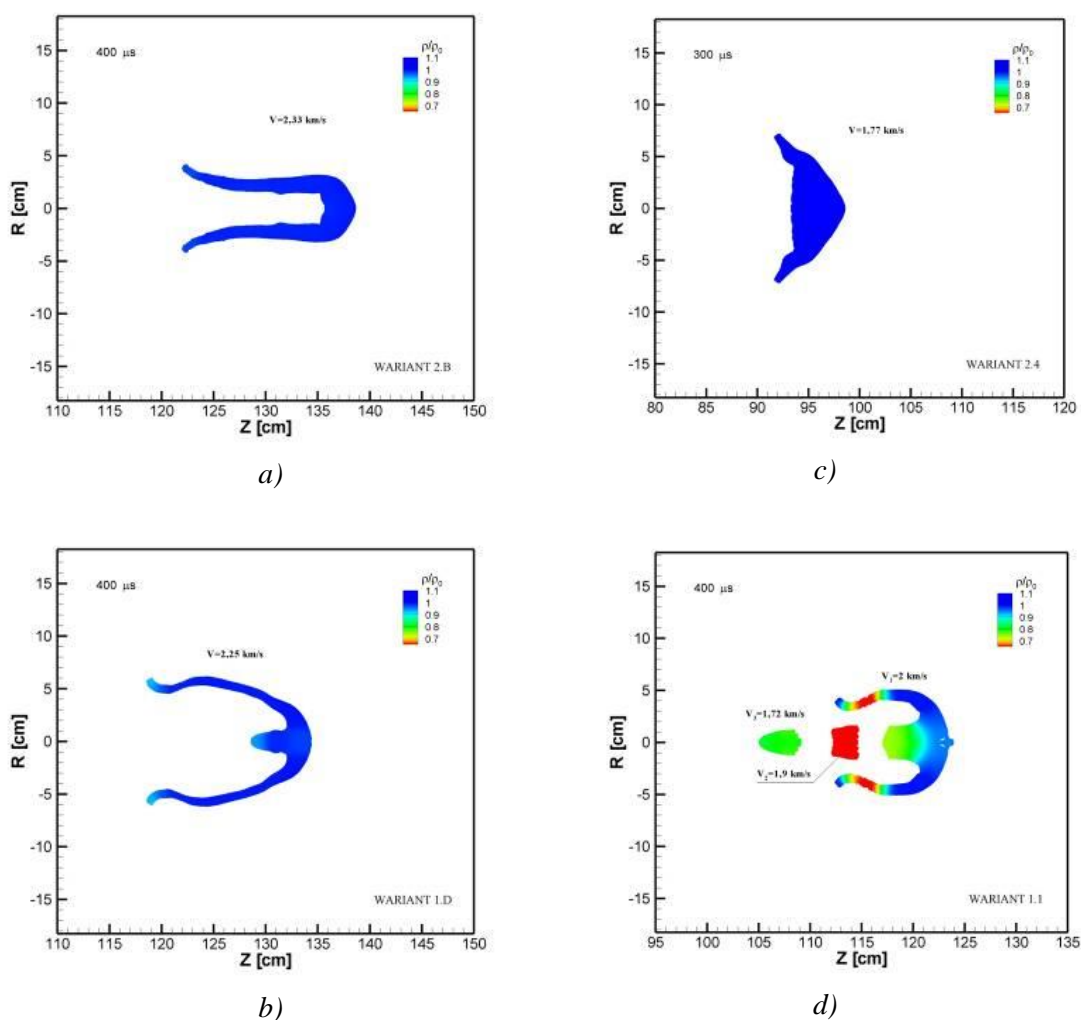
In the first stage the development of EFP charge was initiated in co-operation

Projectile - EFP) we współpracy z Wojskową Akademią Techniczną oraz francuską firmą EURENCO. Opracowano konstrukcję ładunku o zmniejszonej wrażliwości na oddziaływanie czynników zewnętrznych (mechanicznych, termicznych), generującego wybuchowo formowany pocisk, zapewniający przebicie pancerza stalowego o grubości do 100 mm z odległości od 2 do 80 m.

W pierwszej fazie pracy wykonano, dla różnych warunków brzegowych (konstrukcji ładunku, jego geometrii, zastosowanego materiału wybuchowego), szereg symulacji cyfrowych procesu formowania się pocisku, co pokazuje rysunek 3.

with the Military University of Technology and French company EURENCO. It was developed a design of the charge with reduced sensitivity against the action of external conditions (mechanical, thermal) that produces an explosively formed projectile providing the penetration of steel armour with thickness to 100 mm at distances between 2 and 80 m.

In the first phase of the work a series of computer simulations for projectile shaping process were performed at various border conditions (design of the charge, its geometry and used explosive material) and it is shown in Fig. 3.



Rys. 3. Symulacje ładunków EFP: a), b) prawidłowo formowane c), d) nieprawidłowo formowane
 Fig. 3. Simulations of EFP charges: a), b) correctly formed c), d) incorrectly formed

Następnie, po fizycznym wykonaniu partii ładunków symulacje te były weryfikowane

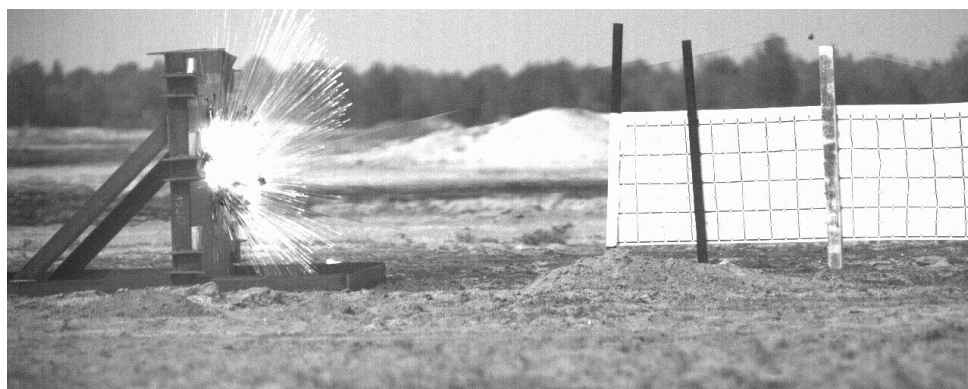
Next a lot of charges were fabricated and these simulations were verified by the

podczas badań poligonowych związanych z możliwościami przebicia płyt pancernych. Proces lotu oraz przebijania przeszkody był monitorowany za pomocą ultraszybkiej kamery firmy Phantom, co przedstawiono na rysunku 4.

Jednocześnie dopracowywano szczegóły konstrukcyjne kadłubów oraz ładunków materiału wybuchowego. Wszystko to skutkowało zwiększaniem parametrów rażenia kolejnych partii modelowych, aż do osiągnięcia 100% skuteczności rażenia prototypu (w warunkach badań państwowych).

proving range tests to check penetrating capacities on armour plates. The flying phase and penetration of the plate was monitored by high speed camera of Phantom company what is illustrated in Fig. 4.

At the same time the designing details of frames and charges of explosive material were improved. This all resulted in increased hitting characteristics of consecutive model lots until 100% hitting effectiveness was achieved for prototype (in conditions of state qualification tests).



Rys. 4. Badania ładunku EFP

Fig. 4. Tests of EFP charge

Przeprowadzone badania pozwoliły na weryfikację symulacji komputerowych i analizę wpływu zmian zależności geometrycznych wkładki na skuteczność przebicia przeszkody. Wprowadzono niewielkie zmiany w konstrukcji pokrywy kadłuba (wzmocnienie) oraz ukształtowaniu czterech rodzajów wkładek: jednej z żelaza Armco (stożkowej) i trzech miedzianych (dwóch stożkowych i jednej sferycznej).

Dla każdej wersji wykonano po dwa ładunki. Ładunki te zostały zaelaborowane materiałem typu PBX (gęstość $1,65 \text{ g/cm}^3$, prędkość detonacji $8,25 \text{ km/s}$), który był pobudzany zapalnym elektrycznym ZE i detonatorem pośrednim wklejanym częściowo w ładunek zasadniczy. W celu poprawnego napełniania kadłuba materiałem wybuchowym podczas elaboracji, jego powierzchnie wewnętrzne zostały pokryte warstwą materiału antyadhezyjnego – politetrafluoroetylenu (PTFE).

W drugim etapie przystąpiono do opracowania:

Carried out tests enabled the verification of computer simulations and the analysis of linear geometry changes affecting penetration capacities. Some changes were made in the structure of the frame cover (strengthening) and in the shapes of four types of liners: one made from Armco steel (conical) and three from copper (two conical and one spherical).

For each version two charges were made. The charges were filled with PBX material (density 1.65 g cm^{-3} , velocity of detonation 8.25 km s^{-1}) that was detonated by an electric igniter ZE and by a secondary detonator that was partly stuck into the main charge. The internal surfaces of the frame were covered by a layer of anti-adhesive material (politetrafluoroetylene - PTFE) in order to fill properly the frame by explosive material.

In the second stage the efforts were focused on development of:

a) Algorithms for processing signals. In

a) algorytmów przetwarzania sygnałów. We współpracy z Instytutem Telekomunikacji, Teleinformatyki i Akustyki Wydziału Elektroniki Politechniki Wrocławskiej opracowano układy wykrywania, rozpoznawania i prognozowania ruchu celu, działające na zasadzie analizy sygnałów akustycznych z zestawu mikrofonów i czujnika sejsmicznego. Zastosowanie złożonych algorytmów przetwarzania sygnałów pozwoliło na uzyskanie wysokiej czułości i precyzji działania układu.

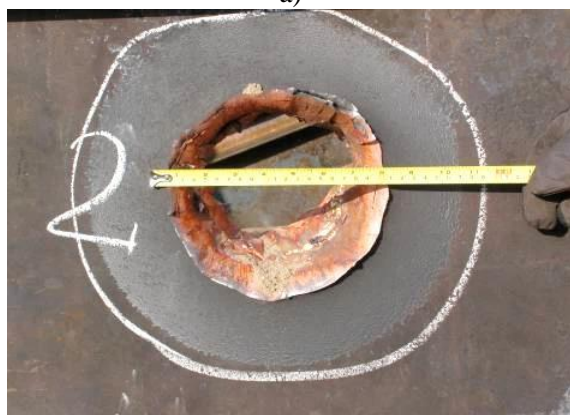
co-operation with the Institute of Telecommunication, Tele-information and Acoustics at the Faculty of Electronics of Wrocław University of Technology the units were developed for detection, recognition and prediction of target movement operating on the principle of analysis of acoustic signals from a set of microphones and a seismic sensor. The use of signal processing complex algorithms provided the high sensitivity and precision for system operation.



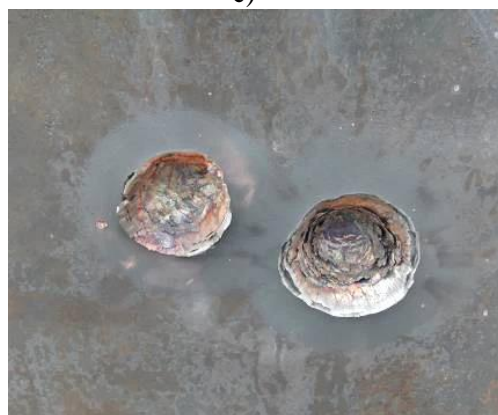
a)



c)



b)



d)

Rys. 5. Efekty działania ładunków EFP: a) pocisk w locie, b) przebita płyta pancerna, c) dwa fragmenty wkładki w locie, d) ślady trafień fragmentów pocisku

Fig. 5. The effects of the charge EFP: a) projectile in flight, b) penetrated armor plate, c) two elements EFP charge in flight, d) traces hits of EFP charge

Podczas badań testowano różne konfiguracje czujników akustycznych oraz algorytmów przetwarzających sygnały akustyczne i sejsmiczne, które miały pozwolić na uzyskanie informacji o obecności pojazdu w strefie wykrycia, jego rodzaju, kierunku jazdy i odległości. Wytypowane rozwiązania testowano w warunkach laboratoryj-

Various configurations of acoustic sensors and algorithms processing the acoustic and seismic signals to get reliable information about the presence of a vehicle within detection zone, its type, direction of its movement and distance to it were tested in the work. Selected solutions were tested in laboratory conditions

nych (na stacjonarnym stanowisku wykorzystującym bazę danych sygnatur akustycznych) oraz poligonowych (z wykorzystaniem wozów bojowych oraz innych pojazdów). Umożliwiło to uzyskanie podczas badań państwowych ponad 80% skuteczności działania, tj. lokalizacji, wykrywania, identyfikacji i celnego rażenia celów.



(in a stationary laboratory set-up that exploits the data base of acoustic signatures) and in proving ground (by using combat and other vehicles). It provided more than 80% operational efficiency for target localisation, detection, identification and accurate hitting during the state qualification tests.



Rys. 6. Badanie skuteczności działania systemu

Fig. 6. Tests of the effectiveness of the system

b) układów zapalnika związanych z rażeniem celu – we współpracy z firmą Vigo System S. A. opracowano czujnik termalny umożliwiający dodatkową weryfikację kierunku ruchu celu i precyzyjną detekcję celu w osi rażenia miny.

Podczas pracy testowano różne konfiguracje detektorów termalnych, których zadaniem jest zweryfikowanie, określonego przez układy akustyczne, kierunku poruszania się celu oraz wybranie optymalnego momentu podjęcia decyzji o detonacji ładunku EFP. W warunkach poligonowych sprawdzano wpływ warunków otoczenia (oświetlenia, nagrzewania oraz odbić) na prawidłowe działanie układu. Podczas badań kwalifikacyjnych uzyskano ponad 80% skuteczności działania, tj. lokalizacji, wykrywania, identyfikacji i celnego rażenia celów.

c) sterownicy i oprogramowania sterującego – we współpracy z firmą MIKROB S. A. opracowano funkcjonalne oprogramowanie

b) Units of fuse responsible for hitting the target – in co-operation with Vigo System S. A. Company a thermal sensor has been developed for additional verification of target movement direction and precise detection of the target along the mine hitting axis.

Different configurations of thermal detectors were tested in the work to verify the direction of target movement that was indicated by acoustic units and to select an optimal moment for detonation of EFP charge. The impact of environmental conditions (light, heating and reflections) into the proper operation of the unit was examined in conditions of proving ground. Operational efficiency of target localisation, detection, identification and accurate hitting was above 80% at qualification tests.

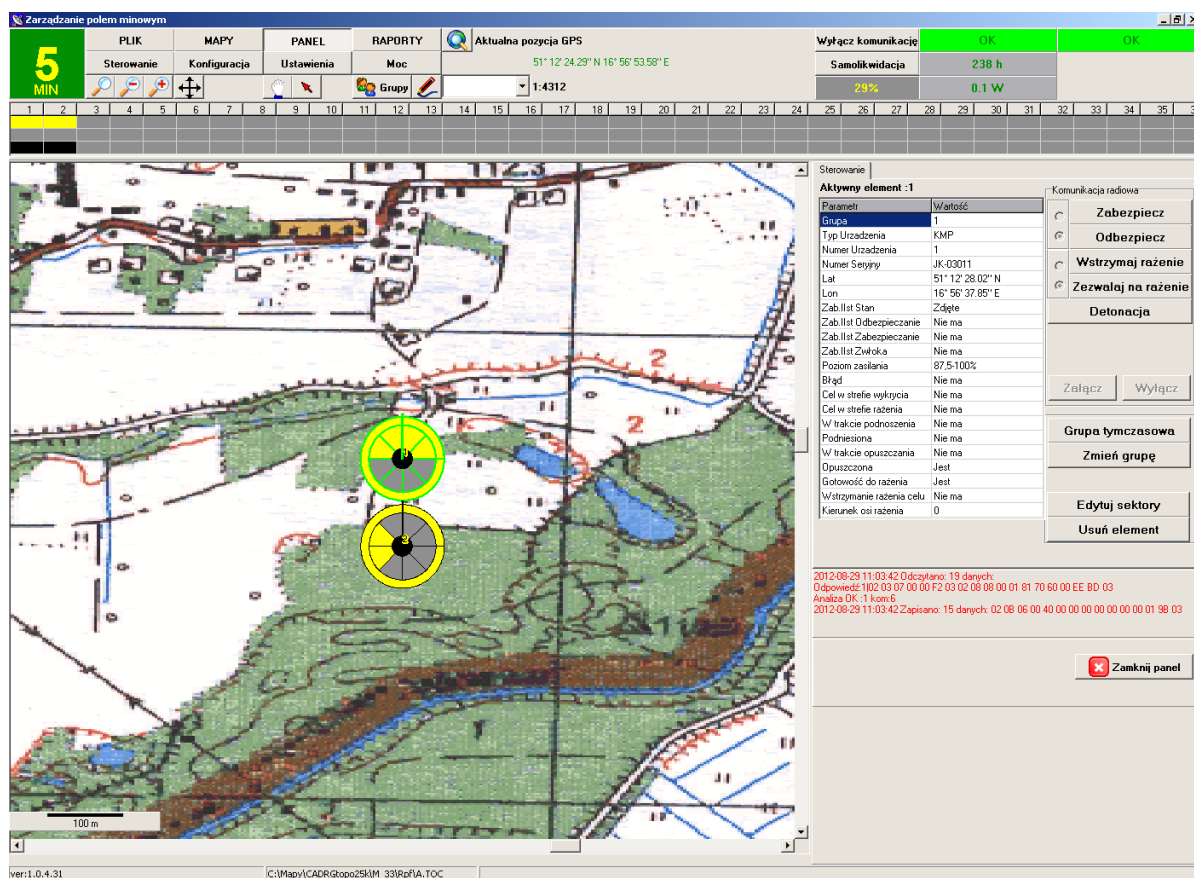
c) The controls with suitable control software – in co-operation with MIKROB S. A. company the functional software

zarządzające pracą systemu, które zainstalowano na sterownicy zbudowanej na bazie komputera przenośnego o wzmocnionej konstrukcji. W celu zwiększenia ergonomii systemu, do konfigurowania min ustawionych na polu minowym, opracowano przenośne urządzenie (konfigurator), który jest elementem pośredniczącym w przekazywaniu danych między minami, a sterownicą.

Podczas prac nad modelem oraz prototypem przebadano możliwość konfigurowania oraz monitorowania stanu wszystkich min oraz zdalnego (radiowego) nadzoru nad minami ustawionymi na polu minowym.

governing the operation of the system was developed and was installed into the control panels built on the base of a rugged portable computer. The ergonomics of the system was increased by application of a portable intermediate panel (configuration panel) exchanging data between the mines and the controls to configure the arrangement of mines on the minefield.

Possibilities of configuration, monitoring and remote (radio) supervision of statuses of all mines deployed on a mine-field were examined at preparing the model and prototype.



Rys. 7. Ekran sterownicy podczas badań KMP
Fig. 7. Screen of managing computer of DAM system

3. Podsumowanie

System kierowanych min przeciwpancernych ma parametry użytkowe (np. zdolność przebicia), jak również eksploatacyjne (np. możliwość działania dookólnego, które przewyższają parametry

3. Summary

Parameters of DAM system have been proved by tests (concerning both the capacities such as penetration and the functionality such as omnidirectional opera-

klasycznych min przeciwburtowych (np. polskiej MPB, będącej pierwowzorem) - co potwierdziły przeprowadzone badania.

SKMP wykrywa cel, określa jego kierunek i niszczy go, jeżeli znajdzie się on w odległości mniejszej niż 80 m od miny. Czynnikiem rażącym jest pocisk EFP, poruszający się z prędkością ok. 2500 m/s i mający możliwość przebicia pancerza o grubości 100 mm. Pocisk uderza w jedno z miejsc najslabiej opancerzonych, tj. bok pojazdu na wysokości układu jezdnego i poniżej wieży (w przedziale wysokości 0,4-1,2 m). Energia oddziaływania na pojazd jest znacznie większa od energii przeciwpancernych pocisków artyleryjskich i raketowych.

SKMP z założenia działa całkowicie w trybie automatycznym, co powoduje, że skuteczność zwalczania środków opancerzonych jest większa niż innych środków bojowych o podobnym zastosowaniu. Istnieje, jako opcja, możliwość przejęcia przez operatora kontroli nad momentem odpalenia ładunku.

Struktura pola minowego, zbudowanego z KMP powoduje, że zastosowanie klasycznych metod rozminowania (trałowania mechanicznego, elektronicznego czy wybuchowego za pomocą ładunków wydłużonych) nie zapewnia możliwości wykonania pewnego przejścia w polu minowym. Wynika to z faktu, że wozy bojowe próbujące pokonać pole minowe po przetrałowanym odcinku mogą być nadal rażone przez sąsiadujące miny.

Konstrukcja systemu umożliwia wstrzymanie działania całego pola minowego lub poszczególnych jego elementów np. podczas wycofywania się wojsk własnych lub w celu przepuszczenia przez pole minowe pojazdów trałujących, rozpoznawczych lub pierwszej grupy pojazdów bojowych, a następnie ponowne aktywowanie określonych KMP lub całego pola.

System kierowanych min przeciwpancernych umożliwia utworzenie pola minowego o wymiarach ok. 900x300 m. Obrona podobnego obszaru przez klasyczne miny przeciwpancerne wymagałaby zastosowania od ok. 1,2 tys. min z zapalnikiem niekontaktowym lub min narzutowych do ok. 4 tys. min z zapalnikiem kontaktowym. Stosunkowo nieduża liczba KPM w systemie skutkuje niższym kosztem pola minowego w porównaniu z podobnym wielkościowo, utworzonym z klasycznych lub narzutowych min

tion) and they exceed conventional anti-shoulder mines (e.g. the Polish MPB) which are the system's predecessor.

SCAM detects a target and establishes its direction and destroys it at the distances to 80 m. The killing medium is the EFP moving with velocity of ca. 2500 m/s and penetrating armours of 100 mm thickness. The projectile hits into a place where the armour is the weakest i.e. into the side of a vehicle at the height of tracking system and below the turret (between 0.4-1.2 m). The energy of impact and reaction against the vehicle is significantly greater than for the antitank artillery projectiles and missiles.

SCAM usually operate in completely automatic mode what causes that the effectiveness of engagement of armoured assets is greater than for other types of similar weapon systems at lower costs. Moreover there is an option for controlling the moment of charge detonation by operator.

Structure of the minefield built from DAM causes that the application of conventional demining methods (making passages by elongated charge or mechanical, electronic trawling) does not provide a reliable passing in the minefield. It results from the fact that the combat vehicles trying to pass a trawled part of the minefield may still be hit by other mines.

Design of the system makes possible to stop the operation of the whole minefield or its specific parts during e.g. withdrawal of own troops or making passages for trawling, reconnaissance or the first wave of combat vehicles and to reactivate again the whole field or particular DAMs.

System of Controlled Antitank Mines may be used to set a minefield with the size of ca. 900x300 m. The defence of a similar area by conventional antitank mines would require the number of mines between ca. 12 hundred (mines with non-contact fuse or scattered mines) to ca. 40 hundred (mines with contact fuses). Relatively low number of DAMs in the system reduces the cost of the minefield

przeciwpancernych.

System kierowanych min przeciwpancernych umożliwia wyłączenie w dowolnym momencie przez operatora (za pomocą sterownicy) i ewentualne ponowne włączenie aktywności KPM oraz zmianę czasu samolikwidacji. Możliwe jest również całkowite rozbrowienie min za pomocą sterownicy, co umożliwia bezpieczne usunięcie wszystkich min z pola minowego i powtórne ich wykorzystanie w innym miejscu. Pola minowe utworzone ze znajdujących się obecnie na wyposażeniu min przeciwpancernych nie mają takich właściwości.

comparing to conventional or scattered antitank mines applied at similar area.

Operator of System of Controlled Antitank Mines can deactivate and reactivate again (through the controls) the DAMs at any moment and change the time of self-destruction. Moreover it is possible to disarm the mines completely by the controls to take the mines safely out from the minefield and use them in another place. The minefields using the mines being currently in the service do not possess any of such properties.

Literatura / Literature

- [1] Milewski E., *Eksperymentalno-teoretyczna optymalizacja ładunków do wybuchowego formowania pocisków*, Rozprawa doktorska, WAT Warszawa 1997
- [2] Śliwiński J, Wysocki T., *Efektywność min przeciwburtowych*, Konferencja Naukowo-Techniczna nt.: Problemy rozwoju produkcji i eksploatacji uzbrojenia, Rynia 1996
- [3] Borkowski J., *Konstrukcja i badania układu do wybuchowego formowania pocisków dla miny przeciwśmigłowej*, Rozprawa doktorska, WAT Warszawa 2007
- [4] Praca zbiorowa pod redakcją Jacha K., *Komputerowe modelowanie dynamicznych oddziaływań ciał metodą punktów swobodnych*, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2001
- [5] Opracowanie zbiorowe, *Sprawozdanie z badań „Systemu kierowanych min przeciwpancernych Jarzębina K”*, Archiwum WITI, Wrocław 2013.

