



**ROZWIĄZANIA ZASTOSOWANE W PROCESIE KOMUNIKACJI  
SYMULATORÓW Z JEDNOSTKĄ STERUJĄCĄ W SYSTEMIE „ŚNIEŻNIK”**  
***SOLUTIONS USED FOR COMMUNICATION OF SIMULATORS WITH  
CONTROL UNIT IN “SNIEZNIK” SYSTEM***

Wojciech CHROBOT

Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia  
*Military Institute of Armament Technology*

**Streszczenie:** W artykule opisano rozwiązania komunikacyjne stosowane w systemie treningowym do broni strzeleckiej „Śnieżnik”. Przedstawiono rodzaje topologii sieciowych, szczegółowo je opisano oraz podano przykłady zastosowania poszczególnych rodzajów sieci. Zaprezentowano różne sposoby połączeń symulatorów z systemem oraz dokonano klasyfikacji połączeń ze względu na topologię. Szczegółowo opisano urządzenie służące do komunikacji symulatorów mobilnych ze „Śnieżnikiem”. Podano jego podstawowe funkcje oraz wyszczególniono różnice między zmodernizowaną wersją urządzenia a wersją bazową.

Słowa kluczowe: system szkolno-treningowy, rozwiązana sieciowe, symulator

## 1. Wstęp

W Siłach Zbrojnych RP duży nacisk kładzie się na szkolenie żołnierzy w zakresie posługiwania się bronią. Każde narzędzie, które przyspieszy szkolenie, zmniejszając przy tym koszty, jest wdrażane w Wojsku Polskim. Wraz z postępem technologicznym możliwe jest konstruowanie coraz bardziej zaawansowanych systemów treningowych, będących uzupełnieniem tradycyjnego szkolenia. Jednym z przykładów takich nowoczesnych systemów treningowych jest system „Śnieżnik”. Eksploatowany od 2005 roku w Wojsku Polskim system szkolno-treningowy do broni strzeleckiej został opracowany przez Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia oraz firmę Autocomp Management

**Abstract:** The paper describes communication solutions used in small arms training system “Snieznik”. Some types of network topologies are presented with their detailed description and examples of deployment. The paper describes various ways of communication between simulators and the system and the rating of links in regard of topology. The system used for communication of mobile simulators with “Snieznik” is described in detail. System’s basic functions are presented and differences between its upgraded and basic versions are specified.

Keywords: training-practicing system, network solutions, simulator

## 1. Introduction

The Polish Armed Forces have been putting a great stress to train soldiers in handling the weapons. Each tool that accelerates the training and reduces costs is implemented by the Polish Forces. Along with technological development more advanced training systems may be designed to supplement traditional training. “Snieznik” is one of examples of such modern training systems. The small arms training-practicing system was developed by the Military Institute of Armament Technology and Autocomp Management Sp. z o. o. and has been used by the Polish Armed Forces since 2005. Up to

Sp. z o. o. Do 31.12.2014 r. zainstalowany został w 13 jednostkach na terenie kraju. We wszystkich tych jednostkach jest intensywnie eksploatowany przez oddziały tam stacjonujące, jak również przez żołnierzy wizytujących. Co roku liczba jednostek wyposażonych w ten system zwiększa się. Zwiększa się również liczba dostępnych symulatorów broni. Każde doposażenie systemu w nowy typ symulatora wiąże się z rozwiązaniem wielu problemów takich jak: sposób dostarczenia do symulatora energii elektrycznej zasilającej elektronikę, dostarczenia sprężonego powietrza, które umożliwia ruch układów przeladowania oraz sposób komunikacji symulatora z systemem. Sposób komunikacji wybierany jest na samym początku projektowania symulatora, gdyż rzutuje on na inne zagadnienia związane z użytkowaniem symulatora, wybierając na przykład łączność bezprzewodową, zyskujemy mobilność urządzenia, kosztem czasu działania na zasilaniu bateryjnym.

## 2. Rodzaje możliwych połączeń symulatorów z systemem

Jednym z podstawowych założeń przy projektowaniu systemu „Śnieżnik” jest to, że wszystkie symulatory dostępne w pojedynczym ćwiczeniu mogą działać równocześnie. W celu spełnienia tego warunku, przy jednoczesnym zachowaniu prostoty działania wykorzystano rozwiązania z zakresu sieci komputerowych.

Pod względem zastosowanego medium transmisyjnego można wyróżnić:

- łączy przewodowe
- łączy bezprzewodowe

W obrębie łączności przewodowej można wyróżnić topologie, zgodnie z [1]:

- topologia magistrali (rys. 1a)
- topologia gwiazdy (rys. 1b)
- topologia rozproszonej gwiazdy (rys. 1c)
- topologię drzewiastą (Rys. 1d)
- topologia pierścienia (Rys. 1e)
- topologia kraty (rys. 1f)

31 December, 2014 it was installed in 13 units in the country. The system is intensively used by troops of these military units and also by visiting troops. There are increasing numbers of military units equipped with this system and available simulators of weapons. Each new type of simulator added on to the system requires a solution of numerous questions such as: supplying electric energy to the simulator electronics, supplying the compressed air for driving reloading systems or finally the communication between simulator and the system. The way of communication is selected at the beginning of simulator design process as it influences into other issues concerning the use of simulator, for example by switching into a wireless communication there is a gain on system mobility but operation time is reduced by batteries.

## 2. Types of Possible Links Between Simulators and the System

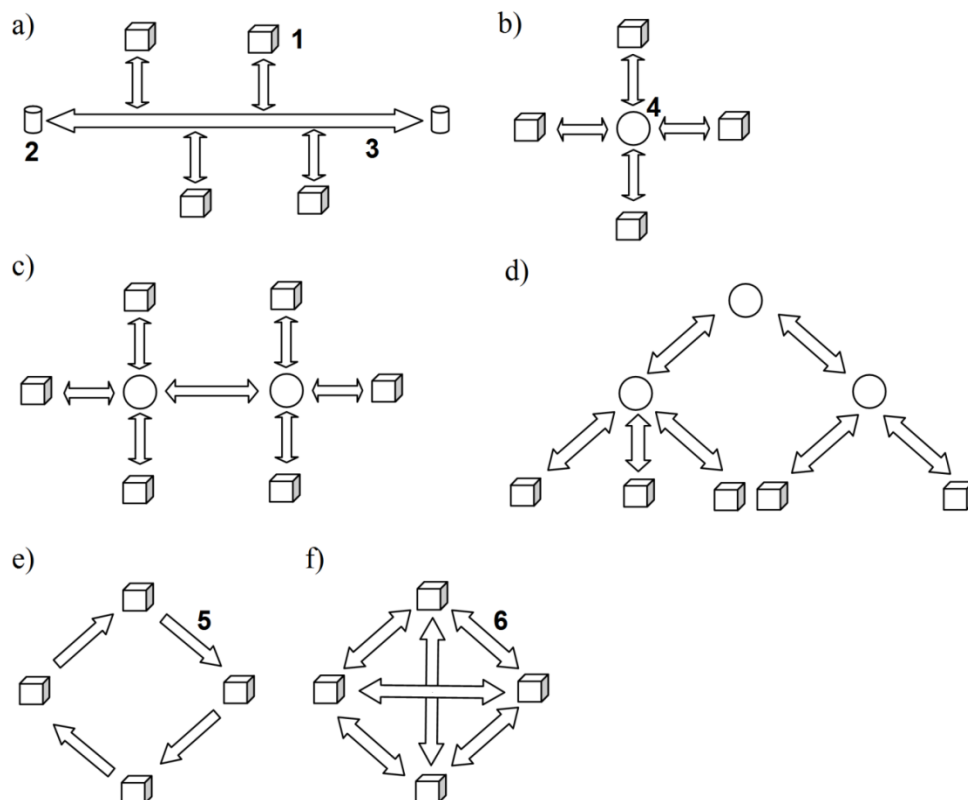
One of the basic assumptions at designing “Śnieżnik” system is that all simulators available for a training scenario have to operate simultaneously. In order to meet this requirement and provide the simplicity of operation the solutions used by computer networks were applied.

Regarding the medium used for transmission there is:

- Wire link
- Wireless link.

According to [1] following topologies may be distinguished for wire links:

- Main line topology (Fig. 1a)
- Star topology (Fig. 1b)
- Topology of scattered star (Fig. 1c)
- Tree topology (Fig. 1d)
- Ring topology (Fig. 1e)
- Grating topology (Fig. 1f).



**Rys. 1. Możliwe połączenia w sieciach przewodowych:** 1) Punkt końcowy, 2) Terminator, 3) Magistrala, 4) Koncentrator/Przełącznik, 5) Połączenie w jedną stronę, 6) Połączenie w dwie strony

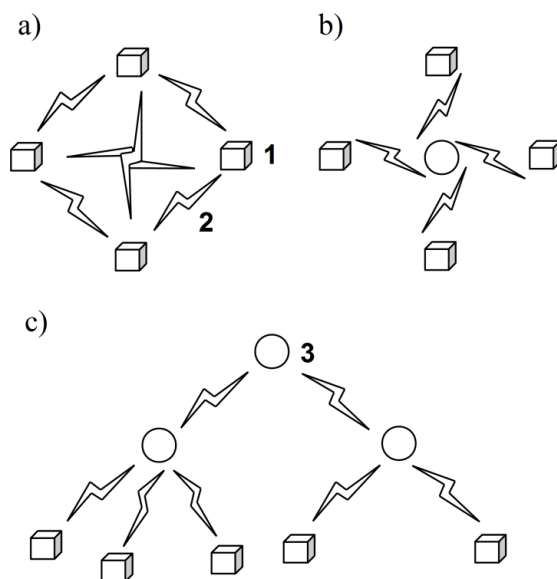
**Fig. 1. Possible connections in wire networks:** 1) Terminal point, 2) Terminator, 3) Main line, 4) Concentrator/Switch, 5) One way connection, 6) Two ways connection

W obrębie łączności bezprzewodowej:

- topologia kraty (rys. 2a)
- topologia gwiazdy (rys. 2b)
- topologia drzewiasta (rys. 2c)

For the wireless communication:

- Grating topology (Fig. 2a)
- Star topology (Fig. 2b)
- Tree topology (Fig. 2c).



**Rys. 2. Możliwe połączenia w sieciach bezprzewodowych:** 1) Punkt końcowy, 2) Połączenie bezprzewodowe w dwie strony, 3) Koncentrator/przełącznik.

**Fig. 2. Possible connections in wireless networks:** 1) Terminal point, 2) Two ways wireless connection, 3) Concentrator/ switch.

Topologia magistrali polega na podłącze-

The main line topology is based on

niu wszystkich punktów sieci do jednej szyny danych. Rozwiązanie tego typu znajduje zastosowanie wszędzie tam gdzie ważna jest jak najmniejsza ilość linii sygnałowych. Ograniczeniem takiego rozwiązania jest względnie mała szybkość przesłania pojedynczego pakietu, jak również w pewnych niekorzystnych przypadkach, długi czas oczekiwania na wysłanie danych (istnieją rozwiązania niwelujące ten problem, jednak przy ich zastosowaniu sieć jest bardziej skomplikowana). Do najpopularniejszych magistrali można zaliczyć I2C, CAN, PROFIBUS, 1-wire. Magistrala 1wire wymaga tylko jednej linii sygnałowej (która także może spełniać rolę linii zasilającej).

Topologia gwiazdy jest powszechnie stosowaną topologią sieciową. Polega ona na tym, że połączenia punkt-punkt rozchodzą się centralnie gwieżdziście od węzła centralnego. W tej topologii wszystkie dane przesyłane przez sieć muszą być przekazane przez węzeł centralny. Pokrewna do topologii gwiazdy jest topologia gwiazdy rozproszonej, w której węzeł centralny jest połączony z innym węzłem centralnym równorzędnym połączeniem. Topologie gwiazdy są najbardziej rozpowszechnionymi topologiami w sieciach LAN. Jako przełącznik/koncentrator może służyć hub lub switch. Do zalet takiej topologii można zaliczyć dużą przepustowość oraz łatwą rozbudowę. Do minusów należą: większa liczba kabli oraz zależność całej sieci od działania głównego koncentratora. W przypadku uszkodzenia koncentratora cała sieć jest zagrożona.

W sieciach drzewiastych pojedynczy węzeł najwyższego poziomu jest połączony z węzłami znajdującymi się na drugim poziomie hierarchii. Każdy z węzłów drugiego poziomu jest połączony z węzłami trzeciego poziomu. W rozwiązaniu muszą istnieć, co najmniej trzy poziomy, gdyż dwa poziomy wskazywałyby na topologię gwiazdy. Na tej topologii może zostać oparta sieć LAN, szerzej o tej topologii, jak i różnych standardach w obrębie tej sieci można przeczytać w [2] lub w dokumentach określających standard sieci LAN, MAN oraz WAN [3]

Topologia pierścienia stanowi zamkniętą pętlę, w której każdy węzeł jest elementem inicjującym i kończącym transmisję. Dane są przekazywane w jednym kierunku od nadawcy wiadomości do odbiorcy. Plusem takiego roz-

connecting all points of the network to one data rail (bus). This type solution is used when a minimal number of signal lines are required. The limitation of this solution lies in a low transmission rate for individual data packet and at some adverse circumstances there is also long waiting time for data sending (there are solutions eliminating this problem but when they are used the network becomes more complex). The most popular main lines are I2C, CAN, PROFIBUS, and 1-wire. The main line 1-wire requires only one signal line (it may also be the powering line).

Star topology is commonly used by networks. The principle of it is that point-point connections go in radial directions from the central hub. All data must be transmitted in this topology through the central hub. Similar to star topology is the topology of scattered star where the central hub is connected with another central hub by an equivalent link. Star topologies are most common in LAN systems. A hub or switch may be used as switch/concentrator. High transmission rate and simple extension are the benefits of this topology. The great amount of cabling and dependence of all network on operation of the main hub are the drawbacks. When the hub is damaged the whole network is threatened.

In tree networks an individual cell (node) of the highest level is connected with the cells being on the second level in hierarchy. Each node of the second level is connected with nodes of the third level. At least three levels are required in this solution as only two levels correspond to star topology. System LAN may be based on this topology and more information on it and various standards within this system may be found in [2] or in documents specifying the standards of LAN, MAN and WAN systems [3].

The ring topology is a closed loop where each node initiates and ends the transmission. Data is transmitted in one direction from the sender of a message to the recipient. Low cost of design and cabling are the benefits of such solution. Low transmission rate and complicated extension are its disadvantages. Examples of

wiązania są niskie koszty budowy oraz małe zużycie kabla. Minusem mała przepustowość, oraz trudności w rozbudowie. Przykładem takich sieci są Token ring oraz FDDI.

Topologia siatki polega na tym, że każdy węzeł takiej sieci jest połączony punkt-punkt z dowolnym innym węzłem. Niewątpliwymi zaletami takiego połączenia jest duża niezawodność oraz przepustowość. Ograniczeniami są wysokie koszty instalacyjne i skomplikowanie. Siatka niepełna jest to taka siatka, w której istnieją węzły niepołączone ze sobą. Przykładem siatki niepełnej jest sieć Internet.

Topologia gwiazdy w sieciach bezprzewodowych, polega na połączeniu każdego węzła z punktem dostępowym. Dane wysłane z węzła A do węzła B zawsze muszą przejść przez punkt dostępowy. Zaletami takiego rozwiązania jest łatwość rozbudowy oraz duża przepustowość, wadami: zależność całej sieci od punktu dostępowego. Jego awaria powoduje zatrzymanie ruchu w sieci. Najpopularniejszym przykładem sieci o tej topologii jest sieć Wi-Fi, opisana pod kątem bezpieczeństwa w [4] lub od strony technicznej w [5].

Topologia kraty, podobnie jak w topologii siatki dla łącza przewodowego, polega na połączeniu każdego z każdym. Brak jest przełączników, gdyż o wyborze odpowiedniej trasy dla pakietów decyduje każdy z węzłów, zawierający odpowiednie oprogramowanie. Zaletami takiej sieci jest łatwość rozbudowy i niezawodność. Wadą jest skomplikowanie. Przykładem sieci o tej topologii może być ZigBee.

Sieć ZigBee można również zbudować na bazie bezprzewodowej topologii drzewiastej gdzie rolę głównego przełącznika (wierzchołka drzewa) pełni koordynator (Zigbee Coordinator - ZC), rolę urządzeń pośredniczących w wymianie pakietów pełnią rutery (Zigbee Router - ZR) a punkty bez potomków to urządzenie końcowe (Zigbee Endpoint Device - ZED).

### 3. Szczegółowe rozwiązania systemu łączności w systemie „Śnieżnik”

Spośród wszystkich możliwych topologii sieci komputerowych tylko niektóre są interesujące z punktu widzenia możliwości ich zastosowania w systemie „Śnieżnik”. Jednym z rozwiązań jest użycie medium przewodowego o topologii gwiazdy. Rolę koncentratora spełnia

such systems are Token ring and FDDI.

In net topology each node of the network is connected point-point to any other node. High reliability and transmission rate are unquestionable benefits of such communication. High installation costs and complexity are the limitations. Uncompleted net includes the nodes which are not connected between them. Internet is an example of uncompleted net.

Star topology in wireless networks is based on connecting each node with access point. Data sent from node A to node B must always go by access point. Simple extension and high transmission rate are the benefits of this solution and dependence of the whole network on access point is its disadvantage. Its failure stops the communication of the network. The most popular example of the network with such topology is Wi-Fi network and its safety is described in [4] and technical aspects in [5].

Grating topology similarly to net topology for wire links is based on connecting everyone with everyone. Switches are eliminated as the route for data packages is decided by every node that uses suitable software. The reliability and simple extension are the network benefits. Complexity is a drawback. Example of network with such topology is ZigBee.

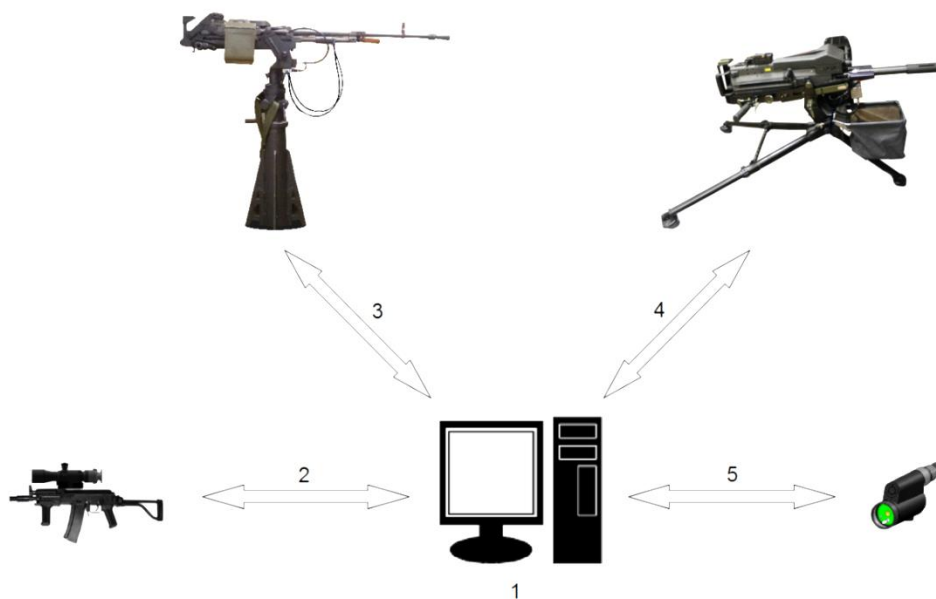
The ZigBee network may be also built by using wireless tree topology where the role of the main switch (top of the tree) is played by a coordinator (Zigbee Coordinator - ZC) and the role of intermediate units participating in exchange of packages is played by routers (Zigbee Router - ZR) and the points without descendants are the end points (Zigbee Endpoint Device - ZED).

### 3. Detailed Communication Solutions for “Snieżnik” System

Among all possible computer network topologies only some of them may be used in “Snieżnik” system. One of them is a wire medium with star topology. Unit controlling process of training (Operator’s Computer) is the concentrator.

tutaj jednostka sterująca przebiegiem ćwiczenia (Komputer Operatora). Do plusów takiego rozwiązania zalicza się stabilność połączenia oraz to, że kabel z przewodami sygnałowymi może także zawierać przewody doprowadzające zasilanie elektryczne. Do wad takiego rozwiązania zalicza się ograniczoną mobilność tak podłączonych symulatorów. W większości implementacji ograniczenie mobilności nie jest przeszkodą, gdyż w ten sposób są podłączane symulatory broni ciężkich takich jak MK19, WKM (rys. 3), czy o z góry ograniczonej mobilności, tj. PK przeznaczony do montażu na śmigłowcu. W tych zastosowaniach wszystko przemawia na korzyść użycia łącza przewodowego: symulatory WKM oraz PK oprócz dużych gabarytów mają dość dużą szybkostrzelność, dlatego stabilność połączenia i małe opóźnienia w przesyłaniu sygnału są tutaj priorytetowe. W MK19 mamy do czynienia ze sporym wydatkiem energii elektrycznej niezbędnym do uzyskania efektu odrzutu, co jeszcze bardziej uzasadnia użycie połączenia przewodowego (szerzej o tym symulatorze można przeczytać w [6]). W pewnych przypadkach zastosowanie medium przewodowego jest kompromisem pomiędzy ograniczeniem ruchów żołnierza obsługującego dany symulator, a spełnieniem wymagań stawianych całemu systemowi. Do takich przypadków zalicza się połączenie przewodowe pomiędzy Komputerem Operatora a symulatorem karabinu z symulatorem lunety np. PCS lub pomiędzy KO a symulatorem lunety obserwacyjnej Leupold (rys. 3 pozycja 2 i 5). Wymaganiem, które narzuca w tym przypadku wybór medium przewodowego jest zapewnienie nieopóźnionego obrazu w symulatorach lunet. Symulatory lunet wyposażone są w wyświetlacze cyfrowe, obrazujące aktualny widok tej części pola walki, w które w danym czasie jesteśmy wycelowani. Zastosowanie medium bezprzewodowego wprowadziłoby opóźnienia w prezentowanym obrazie, co w skrajnym przypadku uniemożliwiłoby celowanie lub obserwację z symulatorów lunet.

Stability of connection and use of the same cable for signals and electric power supply are positive aspects of the solution. Limited mobility of simulators connected in this way is a disadvantage. For most of implementations the disadvantage of limited mobility is not an essential problem as in such way are connected simulators of heavy guns such as MK19, WKM (Fig. 3) or those with earlier assumed limited mobility i.e. PK designated for integration on the board of helicopter. For these deployments everything suggests the use of a wire link: simulators of WKM and PK apart of large sizes also have a relatively great rate of fire so the stability of connection and small delays in transmission of signals is the priority here. In MK19 there is an extensive demand for electric energy needed for recoil effect what justifies even more the use of wire link (more information about this simulator is in [6]). In some cases the use of wire medium is a compromise between restrictions of movements of a soldier handling the particular simulator and requirements of the whole system. The wire connection between Operator's Computer and the simulator of the gun and telescopic sight e.g. PCS or between OC and observation telescope Leupold (Fig. 3 position 2 and 5) fall into this category. As simulators of telescopes have to use not delayed pictures then in this case this is the condition which dictates the selection of a wire medium. Simulators of telescopes are equipped with digital displays presenting live pictures of this part of combat field to which the gun is aimed. The use of a wireless medium could introduce some delays in presented pictures and in an extreme case prevent the aiming or the use of telescope simulators for observation.



**Rys. 3. Połączenia przewodowe symulatorów broni „ciężkich” oraz symulatorów o specjalnych wymaganiach:** 1) komputer operatora (KO), 2) połączenie przewodowe pomiędzy symulatorem karabinu z symulatorem lunety a KO, 3) połączenie przewodowe pomiędzy symulatorem WKM a KO, 4) połączenie przewodowe pomiędzy symulatorem MK19 a KO, 5) połączenie przewodowe pomiędzy symulatorem lunety Leupold a KO.

*Fig. 3. Wire links for simulators of heavy guns and of special requirements: 1) Operator's computer (OC), 2) Wire link between simulator of the gun with simulator of telescope and OC, 3) Wire link between simulator of WKM (large calibre machinegun) and OC, 4) Wire link between simulator of MK19 and OC, 5) Wire link between simulator of telescope Leupold and OC.*

W przypadku symulatorów, w których ważna jest mobilność obsługi, zdecydowano się na zastosowanie bezprzewodowego łącza komunikacji symulatora z jednostką sterującą przebiegiem ćwiczenia. Z uwagi na wymagania stawiane Systemowi symulatory mobilne połączono w sieć o topologii gwiazdy. Rolę przełącznika pełni punkt dostępowy, natomiast punktami końcowymi są poszczególne symulatory broni lub symulatory broni podłączone do specjalnych modułów. Punkt dostępowy jest połączony przewodowo z Komputrem Operatora.

W pierwszych wersjach „Śnieżnika” stosowano moduły łączności bezprzewodowej bezpośrednio umieszczone w każdym symulatorze. Takie rozwiązanie związane było z dość dużą ingerencją w broń, z której powstawał symulator i było awaryjne. Szerzej o poprzedniej wersji systemu można przeczytać w [7].

W następnych instalacjach postanowiono zmienić koncepcję łączności i wprowadzono dodatkowe urządzenie służące do komunikacji symulatorów z systemem. Urządzenie to zostało nazwane Modułem Komunikacji z Bro-

In case of simulators for which an important thing is the mobility of its crew the decision was made to use a wireless link communicating the simulator with the unit that controls training process. Considering the requirements put for the System the mobile simulators were connected through the star topology network. The role of the switch is met by access point and the end points are particular simulators of weapons or simulators connected to special modules. Access point is linked by wire to Operator's Computer.

The first versions of “Śnieżnik” were used wireless communication modules integrated directly into each simulator. Such solution required relatively extensive changes in the weapon used as simulator and was defective. More details for previous version are included in [7].

For next designs another concept of communication was used that introduced an additional unit communicating simulators and the system. The unit was named Module for Communication with Weapon

nią, w skrócie MKB (rys. 4)



(MCW) (Fig. 4).

**Rys.4. Moduł komunikacji z bronią**

**Fig. 4. Module for communication with weapon**

Podstawową funkcją Modułu Komunikacji z Bronią jest zapewnienie łączności pomiędzy pojedynczym egzemplarzem symulatora broni a jednostką sterującą przebiegiem ćwiczenia. Od strony symulatora łączność ta jest zapewniona dzięki połączeniu kablowemu (rys. 5), natomiast od strony jednostki sterującej jest to połączenie radiowe, poprzez punkt dostępowy (rys. 7). Szczególnym rodzajem łączności przy użyciu MKB jest łączność z symulatorem moździerza LM60 (rys. 6). Symulator ten z jednej strony łączy się przez MKB z punktem dostępowym, natomiast sam na pokładzie ma własny układ radiowy służący do wymiany danych z granatami. Jeżeli potraktujemy Symulator Moździerza oraz podłączone do niego urządzenie MKB, jako jeden węzeł sieci, to trójka: punkt dostępowy, Symulator LM60 z MKB oraz symulatory granatów tworzą sieć o topologii drzewiastej.

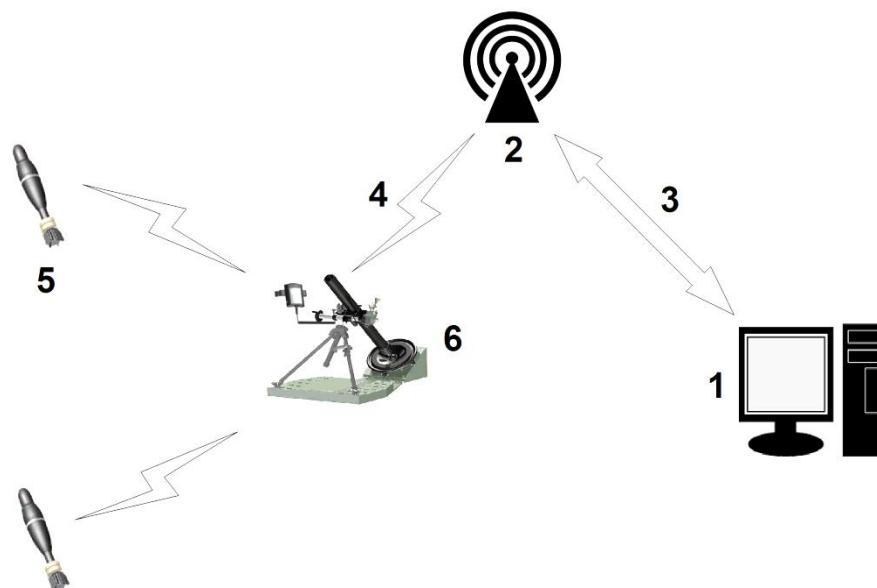
The basic function of the Module for Communication with Weapon is to provide a communication link between particular item of weapon simulator and the unit that controls the training. From the side of the simulator the link is secured by wire connection (Fig. 5) and from the side of control unit it is a radio link through the access point (Fig. 7). Special type of MCW communication is the link with the LM60 mortar simulator (Fig. 6). This simulator from one side is connected to access point through MCW and it itself has own onboard radio unit for exchanging data with grenades. If the Mortar Simulator and MCW unit connected to it is treated as one node of a network then the triad of access point, LM60 simulator with MCW and simulators of grenades create a network of tree topology.



**Rys. 5. MKB podłączone do symulatora karabinu Beryl**

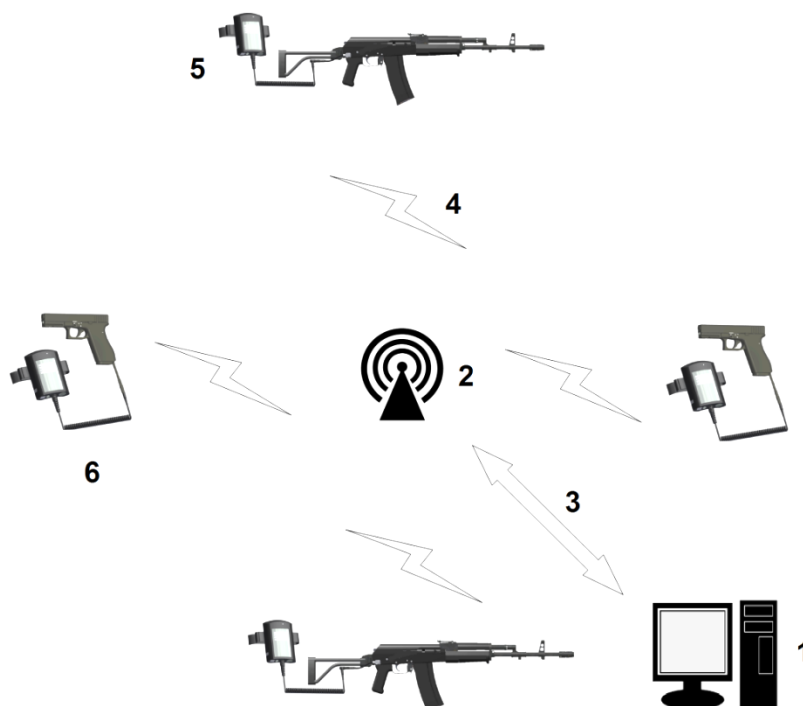
**Fig. 5. MCW connected to simulator of Beryl gun**





**Rys. 6. Połączenie symulatora Moździerza LM60 z jednostką sterującą przebiegiem ćwiczenia:** 1) komputer operatora, 2) punkt dostępowy, 3) połączenie przewodowe, 4) połączenie bezprzewodowe, 5) symulator granatu moździerzowego, 6) symulator moździerza LM60 z MKB

**Fig. 6. Connection between the simulator of LM60 Mortar and the unit controlling the run of training:** 1) Operator's computer, 2) Access point, 3) Wire link, 4) Wireless link, 5) Simulator of mortar grenade, 6) Simulator of LM60 mortar with MCW



**Rys. 7. Przykład połączenia symulatorów z jednostką sterującą przebiegiem ćwiczenia:** 1) komputer operatora, 2) punkt dostępowy, 3) połączenie przewodowe, 4) połączenie bezprzewodowe, 5) symulator karabinu Beryl z MKB, 6) symulator pistoletu Glock z MKB

**Fig. 7. An example of connection between simulators and the unit controlling the run of training:** 1) Operator's computer, 2) Access point, 3) Wire link, 4) Wireless link, 5) Simulator of Beryl gun with MCW, 6) Simulator of Glock Pistol with MCW

Moduł Komunikacji z Bronią występuje w dwóch wersjach: bazowej i zmodernizowanej. O potrzebie opracowania nowej wersji modułu zadecydowała duża liczba przewidywanych nowych instalacji systemu „Śnieżnik” oraz potrzeba poprawy parametrów technicznych poprzedniego rozwiązania. Obydwie wersje nie różnią się wyglądem zewnętrznym, ani rozmieszczeniem złącz. Zmiany w obydwu wersjach dotyczą tylko elektroniki. Rozwój technologiczny pozwolił na zastosowanie mniejszej liczby podzespołów (np. w miejsce trzech mikrokontrolerów umieszczono jeden). Zmodernizowano także zasilanie modułu. W miejsce jednego pakietu dwóch akumulatorów litowo-jonowych umieszczono dwa oddzielne akumulatory litowo-jonowe o większej pojemności i wydajności prądowej. Dodatkowo są one umieszczone w odpowiednich uchwytach, które umożliwiają szybką wymianę ich na inne.

Nowa zmodernizowana wersja MKB, podobnie jak poprzednia, zapewnia zasilanie podpiętemu symulatorowi. Wymienia z nim również niezbędne dane, takie jak: stan spustu, stan podpięcia magazynka, stan świecenia lasera, kąt pochylenia lufy (w przypadku symulatora moździerza) itd. Od strony Jednostki sterującej przebiegiem ćwiczenia MKB zapewnienia stałą, dosyć szybką łączności dwukierunkową. Wymiana informacji w tym przypadku jest bogatsza niż z podpiętą bronią. Wymieniane z komputerem operatora dane informują o stanie podpiętego symulatora jak również o stanie samego modułu. Urządzenie w nowszej wersji jest wyposażone w funkcje naprawcze. W przypadku wykrycia problemów z komunikacją pomiędzy Modułem a symulatorem, objawiających się całkowitym zerwaniem łączności lub chwilowymi zanikami łączności, na tyle częstymi i długimi, że nie jest możliwe prawidłowe przeprowadzenie ćwiczenia, urządzenie przystępuje do naprawy połączenia. W pierwszej kolejności wykorzystywane są wszystkie metody obsługi błędów umieszczone w programie mikrokontrolera sterującego urządzeniem, jeżeli nie wpłyną one na poprawę stanu łączności, zostaje podjęta próba automatycznej naprawy poprzez odłączenie zasilania symulatora, a następnie włączenie go na stałe. MKB można podłączyć do dowolnego z symulatorów mobilnych. Symulator jest

## nication with Weapon

The Module of Communication with Weapon exists in two options: basic and upgraded. A new option of the module was developed for new planned installations of “Snieznik” system and to improve technical characteristics of existing solution. The external view and positions of connectors are the same for two options. Only the electronics is different. Development of technology reduced the number of subunits (e.g. three micro-controllers were replaced by one). The powering of the module was also upgraded. One set consisting of two lithium-ion batteries was replaced by two separate lithium-ion batteries of greater capacity and amperage. Moreover they are placed in special holders enabling their rapid replacement.

The new upgraded option of MCW, similarly as the former one, is responsible for powering the attached simulator. It also exchanges with the simulator the necessary data such as: status of trigger, status of the magazine attaching, laser status of lighting, angle of barrel inclination (for mortar simulator), etc. From the side of Unit controlling the run of training the MCW provides a permanent two way transmission of relatively high rate. In this case the exchange of data is more extensive than with the attached gun. Data exchanged with the operator's computer informs about the status of attached simulator and the module itself. The unit of the latest option has a self-repairing function. When problems of communication between the Module and simulator appear in form of complete break of the link or temporarily fading which prevents anyway the run of the exercise then the unit starts the link repair procedure. In the first turn all methods available in the software of the unit microcontroller are used for handling the errors and in the second step, if the communication still does not work, an effort is undertaken for automatic repair through disconnecting simulator power supply and connecting it again for constant powering. The MCW may be connected to any mobile simulator. The simu-

automatycznie wykrywany i widoczny w systemie natychmiast po podłączeniu. Dosyć ważną funkcjonalnością, która występuje tylko w nowej wersji Modułu, jest funkcja bezprzewodowego przeprogramowania MKB. Polega ona na tym, że po uruchomieniu odpowiedniego oprogramowania na komputerze operatora mamy możliwość wgrania innego programu sterującego do Modułu Komunikacji z Bronią.

Wgrywanie nowego oprogramowania odbywa się automatycznie i bezprzewodowo, warunkiem wykonania tej czynności jest widoczność modułu w komputerze operatora. Cała operacja dla jednego MKB trwa około 2 minut. W tym samym czasie można przeprogramować równolegle do 7 modułów.

## 5. Podsumowanie

W artykule przedstawiono różne rozwiązania komunikacyjne zastosowane w systemie „Śnieżnik”. W pierwszym rozdziale zaprezentowano wybrane topologie sieci przewodowych jak i bezprzewodowych. Następnie pokazano, które topologie zostały użyte w Systemie. W opisie rozwiązań bezprzewodowych szczególny nacisk położono na urządzenie MKB. Jest to urządzenie dosyć istotne z punktu widzenia Systemu, gdyż umożliwia komunikację z systemem każdemu mobilnemu symulatorowi. Bazowa wersja MKB jest używana z powodzeniem w 13 jednostkach na terenie kraju (stan na dzień 31.12.2014 r.). Zmodernizowana wersja MKB jest stosowana obecnie tylko w Centrum Symulatorów w Wojskowym Instytucie Technicznym Uzbrojenia w Zielonce i jest przygotowana do wyposażenia nowych instalacji Systemu, począwszy od 2016 roku. Moduł Komunikacji z Bronią jest obiektem zgłoszenia patentowego w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej. Oprócz samego MKB zgłoszenie patentowe zostało złożone na wybrane symulatory systemu, jak również niektóre unikalne rozwiązania.

W artykule przedstawiono gotowe rozwiązania sieciowe występujące w systemie „Śnieżnik”. Objasniono zasadność ich użycia w danym miejscu sieci oraz podano ograniczenia, jakie wprowadzają w Systemie. Nie można jednoznacznie stwierdzić, które roz-

lator is instantly and automatically detected and visible in the system after connection. A possibility of wireless reprogramming for MCW is a significant function existing only in the new option of the Module. It means that after starting appropriate software in the operator's computer it is possible to install another controlling program into the Module for Communication with Weapon.

Installation of the new software is carried out automatically and wirelessly provided that the module is visible in the operator's computer. The whole operation takes ca. 2 min for one MCW. In the same time up to 7 modules may be reprogrammed in parallel.

## 5. Summary

Various solutions of communication links used in “Śnieżnik” system are presented in the paper. In the first chapter some selected topologies of wire and wireless networks are presented. Next it was shown which topologies were deployed in the system. In description of wireless solutions a special stress was put on the MCW. It is a significant unit for the system as it provides communication with the system for each mobile simulator. The base option of MCW is successfully used in 13 military units in the country (state on the day 31 December, 2014). The upgraded version of MCW is currently used only by the Centre of Simulators in the Military Institute of Armament Technology in Zielonka and is prepared to be integrated into new installations of the system beginning from 2016. The Module for Communication with Weapon is a subject of patent application to the Patent Office of the Polish Republic. Apart of the MCW the patent applications were made for some simulators of the system and also for other unique solutions.

Some ready network solutions used by “Śnieżnik” system are described in the paper. The sense of their use in particular points of the network was explained with the limitations they cause for it. It is not possible to state clearly which solution is

wiązanie jest lepsze, a które gorsze, gdyż nie istnieje jedno kryterium porównawcze. Łącze bezprzewodowe jest lepsze rozpatrując mobilność symulatorów, jednocześnie ustępuje łączy przewodowemu pod względem stabilności i spełnienia wymagań czasowych (np. podczas przesyłania obrazu do symulatorów lunet). Konstruktorzy odpowiedzialni za rozwój i modernizację systemu, w przypadku rozwiązań sieciowych, zawsze starają się dobrać takie rozwiązanie, które da optymalny rezultat. W tym celu stale uaktualniają swoją wiedzę oraz testują nowe urządzenia i systemy komunikacji sieciowej.

better and which worse as there is no one qualification criterion. Wireless link is better for the mobility of simulators but it is worse than a wire link concerning the stability and meeting the timing requirements (e.g. at sending pictures to simulators of telescopes). In the case of network solutions the designers who are responsible for development and upgrading of the system always try to select a solution which may provide an optimal result. To do so they have to brush up their knowledge and test new equipment and systems of network communication on regular way.

### **Literatura / Literature**

- [1] Sosinsky B. : Network Bible (Sieci Komputerowe) Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, Indiana 2009 (Helion S.A. 2011)
- [2] Kevin R., Fall W., Richard Stevens : TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols (2<sup>nd</sup> Edition) (TCP/IP od środka Protokoły Vademecum profesjonalisty) Pearson Education, Inc. (Helion S.A. 2013)
- [3] IEEE 802.1<sup>TM</sup>: Bridging & Management, <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.1.html>, 2016r.
- [4] Chris Sanders: Practical Packet Analysis: Using Wireshark to Solve Real-World Network Problems (Praktyczna analiza pakietów Wykorzystanie narzędzia Wireshark do rozwiązywania problemów z siecią) No Starch Press, Inc. (Helion S.A. 2013)
- [5] IEEE 802.11<sup>TM</sup>: Wireless Lans, <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.11.html>, 2016r.
- [6] Kowalewski J., Chrobot W. : Symulator 40 mm granatnika automatycznego MK – 19. Problemy Techniki Uzbrojenia, WITU, Zeszyt 128, 2013r. s. 65-72
- [7] Kowalewski J., Hłosta.: Adaptacja bojowej broni strzeleckiej do symulowanych strzelań treningowych. Problemy Techniki Uzbrojenia, WITU, Zeszyt 92, 2004, s. 85-91