



## PASYWNA TARCZA TERMICZNA DO PROWADZENIA SZKOLEŃ I STRZELAŃ W DZIEŃ I W NOCY

### *PASSIVE THERMAL TARGET FOR DAY AND NIGHT TIME TRAINING AND FIRING*

Waldemar ŚWIDERSKI, Paweł HŁOSTA  
Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia  
*Military Institute of Armament Technology*  
Grzegorz POLAK, Dariusz TYMIŃSKI  
OPTIMUM Tymiński i S-ka

DOI 10.5604/01.3001.0010.6148

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono koncepcję tarczy termicznej. Tarcza ta zapewnia prowadzenie strzelań z użyciem celowników noktowizyjnych i termowizyjnych w warunkach nocnych i dziennych bez wymiany tarczy. Obraz tarczy w celownikach nocnych jest widoczny dzięki oświetleniu jej przez reflektor podczerwieni. Tarcza jest tak skonstruowana, aby odbity od tarczy strumień promieniowania podczerwonego był skierowany do obiektywu celownika. W porównaniu z dotychczas stosowanymi rozwiązaniami nowa tarcza termiczna ma wiele zalet: jest natychmiast gotowa do działania po oświetleniu przez reflektor bez konieczności długotrwałego podgrzewania, zużywa znacznie mniej energii i cechuje ją większa żywotność. Projekt jest obecnie na etapie badań prototypu tarczy.

**Słowa kluczowe:** szkolenie strzeleckie, podczerwień, tarcza termiczna

### 1. Wstęp

Jednym z podstawowych rodzajów szkoleń każdego żołnierza jest szkolenie strzeleckie, podczas którego uczy się żołnierzy obsługi, budowy i zasad działania broni palnej, prawidłowej postawy strzeleckiej oraz posługiwania się bronią. Głównym celem tego szkolenia jest doskonalenie umiejętności prowadzenia ognia z broni strzeleckiej do różnych celów i w różnych wa-

**Abstract:** A concept of a thermal target is presented in the paper. The same target may be used for firings with night-vision and thermo-vision sights at day and night conditions. A picture of the target is visible for it is lit by an infrared spotlight. The design of the target makes the beam of reflected infrared radiation hit the optics of a sight. The new thermal target has many advantages comparing to existing solution: it is ready to operate straightforwardly after lighting by the spotlight, without any need for a long time preheating, the consumption of energy is significantly reduced, and its life cycle is increased. The project is currently in the phase of testing the target's prototype.

**Keywords:** firing training, infrared, thermal target

### Introduction

A training process on firing is one of basic ones dedicated for teaching soldiers the handling, design and operation of firearms, and the correct posture at firing and using an arm piece. The main aim of the training is to improve the skills of firing with the firearm at different targets and weather conditions and

runkach pogodowych i dobowych. Szczególnie trudnym elementem szkolenia jest strzelanie w nocy. W nocy strzelanie prowadzi się do celów oświetlonych, demaskujących się błyskami oraz niedemaskujących się. Do celów niedemaskujących się prowadzi się ogień wykorzystując celowniki optoelektroniczne (noktowizyjne i termowizyjne), a cele demaskuje się promiennikami podczerwieni i ciepła [1].

Prowadzenie strzelań w warunkach nocnych wymaga zmiany typu tarczy, do której się strzela. Jest to szczególnie kłopotliwe i czasochłonne w przypadku strzelnic czołgowych. Masa takiej tarczy może wynosić ok. 150 kg. Wymaga to zaangażowania kilku pracowników, a wymiana kilku tarcz może trwać kilka godzin. Przystosowanie strzelnicy z powrotem do strzelań w warunkach dziennych wiąże się z identycznymi kłopotami.

W artykule przedstawiono innowacyjne rozwiązanie tarczy służącej do szkoleń i strzelań w warunkach nocnych jak i w świetle widzialnym, bez konieczności jej wymiany.

## 2. Analiza światowych rozwiązań technologii wykonania tarcz do strzelań w nocy

W ramach analizy światowych rozwiązań technologii wykonania celów (tarcz) do strzelań w warunkach nocnych z zastosowaniem celowników termowizyjnych i noktowizyjnych przeanalizowano ponad 50 patentów (amerykańskich, chińskich, brytyjskich, niemieckich, rosyjskich i jeden polski). Większość z tych patentów dotyczy aktywnych (podgrzewanych) tarcz (celów) termicznych i była zgłoszona w latach 80-tych i 90-tych ubiegłego wieku oraz w pierwszych latach po 2000 roku. Tylko parę patentów dotyczy rozwiązań z zastosowaniem oświetlaczy w podczerwieni do wizualizacji tarcz (celów) w warunkach nocnych. Poniżej przedstawiono przykłady takich rozwiązań.

Patent amerykański [2] z 1981 opracowany przez zespół twórców pod kierunkiem Marshalla dotyczy podgrzewanego celu, który ma symulować pojazd (czołg, wóz opancerzony) z podgrzewanymi niektórymi elementami (koła, wylot spalin z silnika, wieża) (rys. 1). Te elementy mają wyższą temperaturę w rzeczywistych obiektach, co umożliwia ich wykrycie w podczerwieni.

time of the day. Night firings are especially difficult parts of the training. During the night the firing is conducted at illuminated targets showing themselves by the flashes or not. The fire at masked targets is conducted by using optical-electronic sights (night and thermal vision) and targets are spotted by infrared and thermal radiators [1].

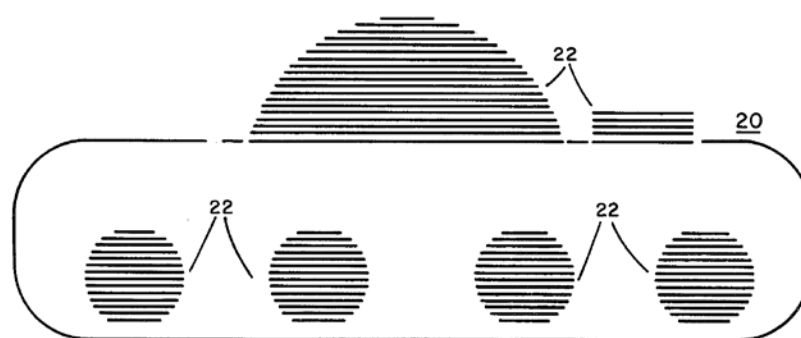
For the night firings a type of target has to be changed. It is especially troublesome and time consuming for tank firing ranges. Such target may weigh ca. 150 kg. It requires a few workers to be engaged and the replacement may take a number of hours for a few targets. Adaptation of the firing range again to day time firings is connected with similar difficulties.

The paper presents an innovative solution of the target which may be used for trainings and firings during the night and day without any need of its replacement.

## 2. Analysis of World Technologies for Night Firing Targets

More than 50 patents (from the US, UK, China, Germany, Russia and Poland) for technologies of targets dedicated to night firings with application of night and thermal vision sights were studied. The most of them deal with active (heated) targets and were submitted in the 80-ties and 90-ties of the former century and in the first years after 2000. Only a few patents exploit infrared illuminators to visualise targets (aims) at night. Some exemplary solutions are presented below.

The US patent [2] from 1981 prepared by a team headed by Marshall refers to a heated aim simulating a vehicle (tank, armoured vehicle) with some heated parts (wheels, motor exhaust gases exit, turret) (Fig. 1). These parts have higher temperature in real objects and can be detected in infrared.

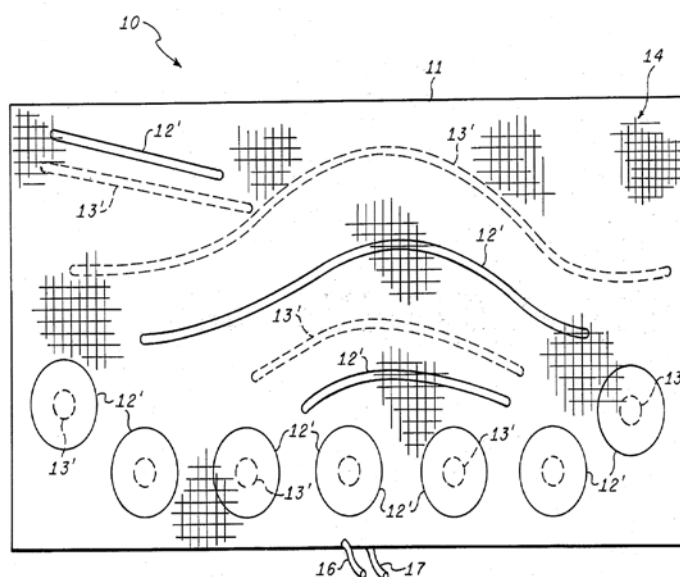


Rys. 1. Tarcza podgrzewana przedstawiająca pojazd wojskowy [2]

Fig. 1. Heated target representing a military vehicle [2]

Podobnym rozwiązaniem jest patent amerykański [3] z 1982 r. zgłoszony przez D. W. Booth. Dotyczy również podgrzewanej tarczy, w której podgrzewając wybrane elementy można symulować jako cele różnego typu pojazdy. Idea patentu przedstawiona jest na rysunku 2.

Next US patent presented by D. W. Booth [3] in 1982 is a similar solution. It also describes a target with heated separate components simulating different vehicles. Concept of this patent is shown in Fig. 2.



Rys. 2. Tarcza podgrzewana przedstawiająca pojazd wojskowy [3]

Fig. 2. Heated target representing a military vehicle [3]

Patent amerykański [4] z 2002 r. zgłoszony przez D. Reshef dotyczy celów (tarcz) płaskich i trójwymiarowych. Podgrzewając niektóre elementy tarczy można uzyskać cel zbliżony do celu rzeczywistego widocznego w podczerwieni (rys. 3 i 4).

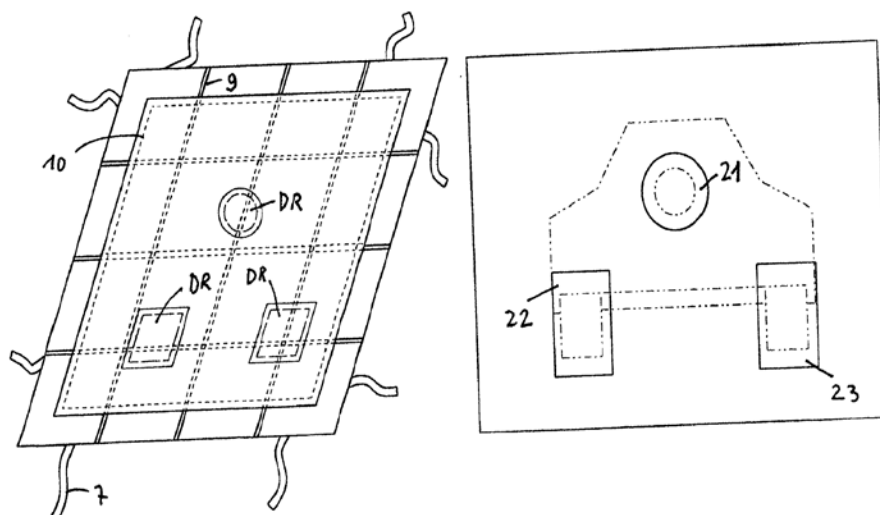
Innym rozwiązaniem odbiegającym od pozostałych jest patent amerykański [5] z 1986 r. zgłoszony przez R. L. Hundstada. Ogólna kon-

The US patent [4] from 2002 presented by D. Reshef concerns the flat and three dimensional aims (targets). A picture of an aim similar to realistic infrared image may be received by heating some components of the target (Fig.3 and 4).

Another solution distinguishing from others is the US patent [5] from 1986 submitted by R. L. Hundstad. The general

cepcja wynalazku dotyczy materiału jakim pokryta jest tarcza (rys. 5÷7). W wyniku oświetlenia powierzchni tarczy promieniowaniem podczerwonym, jego odbicie i rozproszenie symuluje nagrzewanie docelowej powierzchni tarczy. Nie ma przedstawionych wymagań co do źródła promieniowania podczerwonego.

concept of the invention lies in the material covering the target (Fig. 5÷7). The surface of the target is lit by infrared radiation which after reflection and scattering simulates the heating of specific parts of the target. No requirements for the infrared radiation source are presented.



**Rys. 3. Nakładka podgrzewana na tarczę i tarcza podgrzewana przedstawiająca pojazd wojskowy [4]**

**Fig. 3. The heated overlying cover and the heated target representing a military vehicle [4]**

### 3. Koncepcja pasywnej tarczy termicznej

W ramach realizacji projektu finansowanego z funduszu badań własnych WITU, we współpracy z firmą OPTIMUM Tymiński i S-ka, opracowana została koncepcja pasywnej tarczy termicznej zgłoszonej do Urzędu Patentowego jako wniosek wynalazczy [6].

Układ tarczy strzeleckiej ze źródłem promieniowania podczerwonego przeznaczony jest do prowadzenia ćwiczeń dziennych i nocnych na strzelnicach i poligonach, również w warunkach ograniczonej widoczności. Może być on użyty w zakresie nauki rozpoznawania celów, celowania i prowadzenia ognia z broni, wykorzystując przyrządy obserwacyjno-celownicze pracujące w zakresie widzialnym i podczerwonym.

Istota układu polega na tym, że powtarzalne, trójwymiarowe struktury powierzchniowe odbijające i rozpraszające promieniowanie podczerwone tarczy, zawierają wypukłe zwierciadła sferyczne. Osie symetrii zwierciadeł sferycznych są równoległe względem siebie, zaś sko-

### 3. Concept of Passive Thermal Target

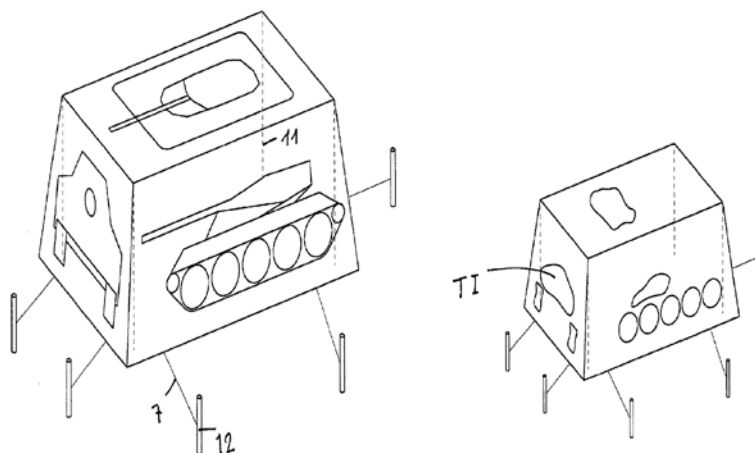
A concept of a passive thermal target was developed by the *Military Institute of Armament Technology (MIAT)* and *OPTIMUM Tymiński i S-ka* in the frame of the project financed by MIAT's research resources and was submitted to the Patent Office as an invention motion [6].

The system of the firing target with the source of infrared radiation is designated for day and night training sessions on firing and practicing ranges also in conditions of limited visibility. It may be used in training process for recognition of targets, aiming and firing with firearms by using observation-aiming devices operating on visible and infrared ranges.

Repeatable three-dimensional superficial structures with embedded spherical convex mirrors reflecting and scattering the target's infrared radiation are the essence of the system. The axes of symmetry of spherical mirrors are parallel to

śnie usytuowane względem pionu i odchylone od niego w kierunku źródła promieniowania podczerwonego.

each other and tilted to the vertical direction towards the source of infrared radiation.



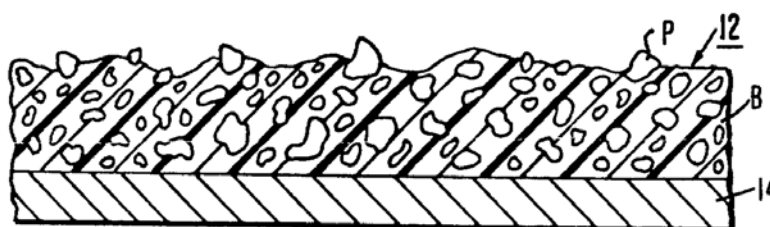
Rys. 4. Trójwymiarowe podgrzewane obiekty przedstawiające pojazdy wojskowe [4]

Fig. 4. Three-dimensional heated objects representing military vehicles [4]



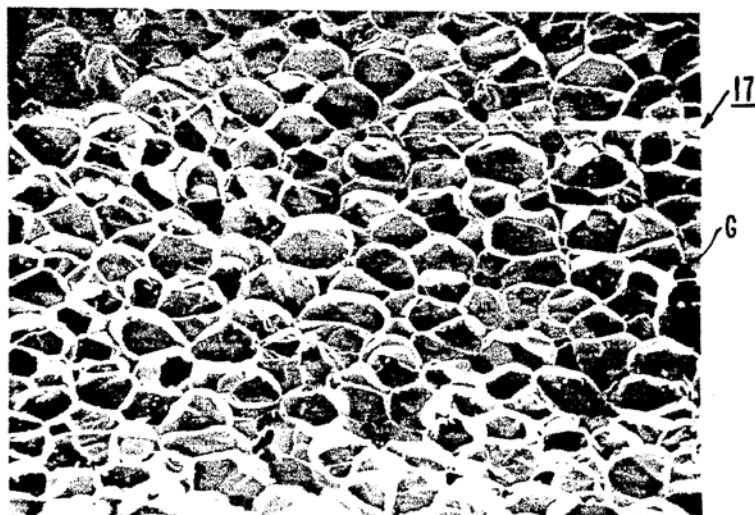
Rys. 5. Zdjęcie o powiększeniu 100x powierzchni odbijającej zawierającymi cząstki (elementy) o wysokim współczynniku załamania promieniowania podczerwonego [5]

Fig. 5. Picture with 100x enlargement of reflecting surface including particles (elements) with high coefficient of infrared radiation bending [5]



Rys. 6. Zdjęcie o powiększeniu 200x alternatywnego rozwiązania powierzchni odbijającej wykonanej z pianki polietylenu zawierającej wysokie stężenie pęcherzyków wypełnionych gazem [5]

Fig. 6. Picture with 200x enlargement of alternative solutions for reflecting surface made from polyethylene foam with high content of gas bubbles [5]



**Rys. 7. Zdjęcie o powiększeniu 50x alternatywnego rozwiązania ryflowanej powierzchni metalowej [5]**

*Fig. 7. Picture with 50x enlargement of alternative rifled metallic surface [5]*

Zwierciadła sferyczne pokryte są warstwą tlenku glinu zabarwioną na zielono o grubości nieprzekraczającej 6  $\mu\text{m}$ . Oświetlany promieniowaniem podczerwonym trójwymiarowy wzór powierzchniowy tarczy strzeleckiej, zawierający przede wszystkim zwierciadła sferyczne, zapewnia prawie całkowite odbicie padającej wiązki. Powoduje również odpowiednie ukształtowanie odbitej wiązki promieniowania podczerwonego dochodzącego do przyrządów obserwacyjno-celowniczych, mieszczącej się w kącie bryłowym poniżej jednego steradiana. Odbita wiązka promieniowania podczerwonego mieszcząca się w niewielkim kącie bryłowym ma znaczną gęstość energii, zapewniającą skuteczne opromienianie przyrządów obserwacyjno-celowniczych. Zabarwiona na zielono warstwa pokrywająca zwierciadła sferyczne umożliwia odpowiednią widoczność tarczy przy jej oświetlaniu promieniami z zakresu widzialnego. Dzięki prawie całkowitemu odbiciu padającej wiązki promieniowania podczerwonego przez zwierciadła sferyczne tarczy, do jej opromieniwania można zastosować źródło promieniowania podczerwonego o stosunkowo małej mocy. Układ ten umożliwia efektywną obserwację i opcjonalnie skuteczne strzelanie do tarczy widocznej jako cel, zarówno w warunkach nocnych jak i dziennych, przy małych wymaganiach w zakresie mocy źródła promieniowania podczerwonego, co ma szczególne znaczenie podczas zasilania niniej-

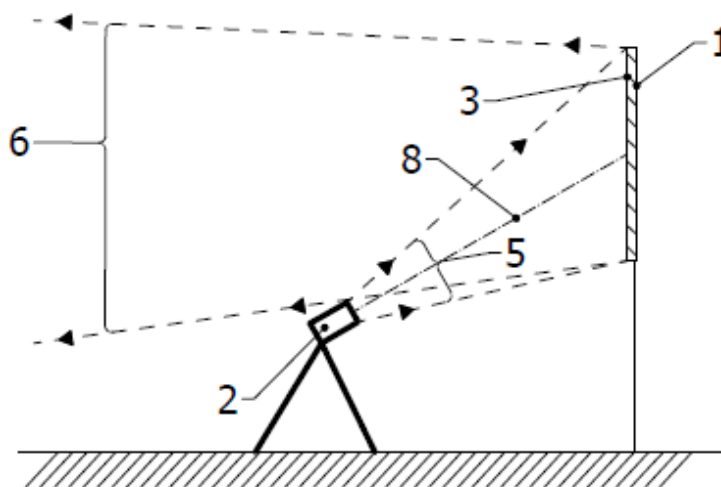
The spherical mirrors are covered by a 6  $\mu\text{m}$  thick layer of aluminium oxide in green colour. A superficial three-dimensional pattern of the firing target including most of all the spherical mirrors is lit by the infrared radiation and provides almost a complete reflection of incident infrared beam. It also forms a suitable shape of infrared reflected beam contained within the spherical angle below one steradian that propagates to observation-aiming devices. The reflected infrared beam contained within a small spherical angle has a significant density of energy which provides efficient lighting of observation-aiming devices. Green layer covering the spherical mirrors secures a relevant visibility of the target lit by day time rays. As the beam of incident infrared radiation is almost completely reflected by spherical mirrors of the target then it may be lit by a relatively low power source of infrared radiation. The system provides efficient observation and optionally effective firing at the target that is visible as an aim both at day and night conditions and at low requirements for power of the infrared radiation source what is especially important as it is supplied

szego źródła z akumulatorów.

Opracowane rozwiązanie zaprezentowano na rys. 8÷10. Rysunek 8 przedstawia widok z boku układu pionowej tarczy strzeleckiej ze źródłem promieniowania podczerwonego oświetlającym tarczę. Rysunek 9 przedstawia w widoku izometrycznym fragment tarczy z widocznym trójwymiarowym wzorem powierzchniowym naświetlanym promieniowaniem podczerwonym, a rysunek 10 przedstawia fragment tarczy, pokazany na rysunku 9 w widoku z boku od strony jednego z boków fragmentu tarczy.

by batteries.

Developed solution is presented in figures 8÷10. Fig. 8 shows a side view of the vertical firing target with the infrared radiation source for lighting it. Fig. 9 shows an isometric view of a part of the target with three-dimensional superficial pattern lit by the infrared radiation and Fig. 10 presents a fragment of the target shown in Fig. 9 viewed from one of sides of target's fragment.



**Rys. 8. Układ pionowej tarczy strzeleckiej ze źródłem promieniowania podczerwonego oświetlającym tarczę [6]**

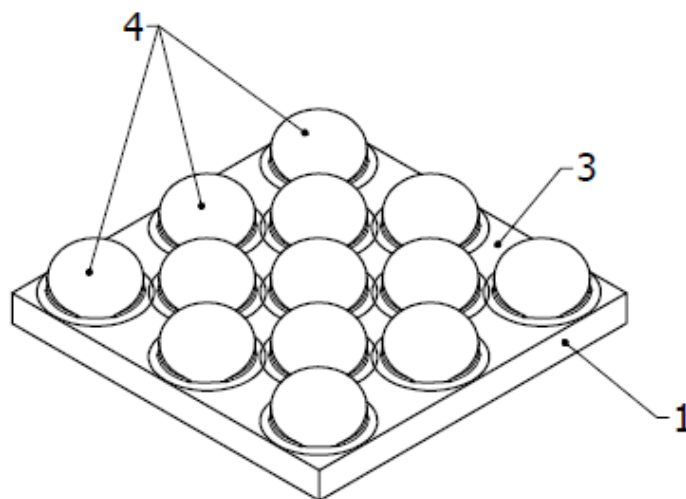
**Fig. 8. System of the vertical firing target with the infrared radiation source illuminating the target [6]**

Układ ten składa się z tarczy strzeleckiej 1 ustawionej pionowo i źródła 2 promieniowania podczerwonego ją oświetlającego (rys.8). Źródło 2 promieniowania podczerwonego znajduje się poniżej dolnej krawędzi tarczy 1, zaś oś 8 padającej wiązki 5 promieniowania podczerwonego nachylona jest do poziomu pod kątem 30 stopni. Oświetlana powierzchnia 3 tarczy 1 składa się z powtarzalnych, trójwymiarowych struktur powierzchniowych, głównie odbijających i w znacznie mniejszym stopniu rozpraszających promieniowanie podczerwone, zawierających jednakowe, wypukłe zwierciadła sferyczne 4 równomiernie rozlokowane na powierzchni 3 (rys. 9). Zwierciadła sferyczne 4 pokryte są warstwą tlenku glinu o grubości 6  $\mu\text{m}$ , zabarwioną na zielono. Osie symetrii 7 wypukłych zwierciadeł

The system consists of the firing target 1 set vertically and infrared radiation source 2 for lighting it (Fig. 8). The source 2 is placed below the bottom edge of target 1 and the axis 8 of the incident infrared radiation beam 5 is declined against the level by 30 degrees. The illuminated surface 3 of the target consists of repeatable three-dimensional superficial structures including equally arranged identical convex spherical mirrors 4 which mainly reflect and in a less degree scatter the infrared rays (Fig. 9). The spherical mirrors 4 are covered by a green layer of aluminium oxide of 6  $\mu\text{m}$  thickness. The axes of symmetry 7 of the convex spherical mirrors 4 are paral-

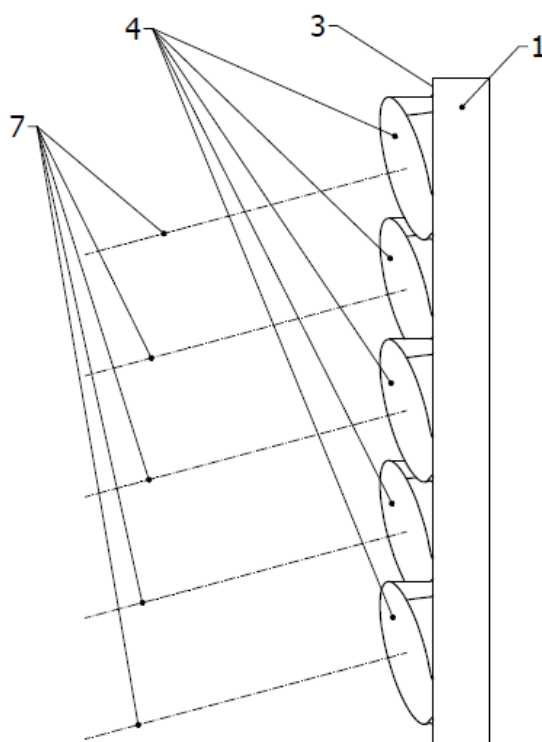
sferycznych 4 są równoległe względem siebie i odchyłone od pionu o kąt 105 stopni w kierunku źródła 2 promieniowania podczerwonego (rys. 10).

lel to each other and declined by 105 degrees from the vertical direction towards the infrared radiation source 2 (Fig. 10).



**Rys. 9. Fragment tarczy [6]**

**Fig. 9. Fragment of the target [6]**



**Rys. 10. Fragment tarczy – widok z boku [6]**

**Fig. 10. Fragment of the target – side view [6]**

Wiązka 5 promieniowania podczerwonego emitowana przez źródło 2, padając na powierzchnię 3 tarczy 1, dzięki wypukłym zwier-

The beam of infrared radiation 5 is transmitted by source 2 and after incidence to surface 3 of target 1 it becomes



ciadłom sferycznym 4 ulega prawie całkowitemu odbiciu. Odbita wiązka 6 promieniowania podczerwonego mieści się w kącie bryłowym nie większym niż jeden steradian, efektywnie oświetlając termowizyjne przyrządy obserwacyjno-celownicze (nie objęte rysunkiem), dzięki czemu, w warunkach nocnych tarcza 1 jest wyraźnie widoczna jako cel ze stanowiska obserwacyjno-celowniczego.

W warunkach dziennych, dzięki efektywnemu odbijaniu promieniowania widzialnego o barwie zielonej przez warstwę zwierciadeł sferycznych 4, tarcza 1 jest wyraźnie widziana przez optyczne przyrządy obserwacyjno-celownicze jako cel o zielonej powierzchni 3.

#### **4. Podsumowanie**

W porównaniu z dotychczas stosowanymi tarczami do strzelań w nocy przedstawione w artykule rozwiązanie pasywnej tarczy termicznej ma szereg zalet:

- tarcza może być użyta zarówno do strzelań w warunkach nocnych jak i dziennych bez konieczności wymiany;
- natychmiast po oświetleniu przez reflektor promieniowaniem podczerwonym jest widoczna w celownikach noktowizyjnych i termowizyjnych;
- tarcza nie wymaga podgrzewania tylko oświetlenia przez reflektor, którego pobór energii jest zdecydowanie niższy niż przy tarczy podgrzewanej;
- reflektor zasilany jest prądem stałym z akumulatora;
- do tarczy można oddać zdecydowanie więcej strzałów niż do tarczy podgrzewanej ponieważ uderzające w tarczę pociski nie uszkodzą instalacji podgrzewającej;
- poprzez regulację strumienia promieniowania podczerwonego generowanego przez reflektor można regulować kontrast termiczny między tarczą a tłem, dostosowując obraz celu do rzeczywistych warunków strzelania.

Wyniki badań modeli tarczy potwierdziły przyjęte założenia w koncepcji pasywnej tarczy termicznej. Będą one przedstwiczone w kolejnych publikacjach.

Podczas III edycji konkursu *Innowa-*

almost totally reflected by convex spherical mirrors 4. The reflected beam 6 of infrared radiation is contained within a spherical angle below one steradian what efficiently illuminates thermo-vision observation-aiming devices (not shown in the picture) what makes that target 1 is clearly visible at night conditions as an aim from the observation-aiming site.

For the effective reflection of visible radiation of green colour during the day light conditions the target 1 is also clearly visible through the optical observation-aiming devices as an aim with green surface 3.

#### **4. Summary**

The solution presented in the paper has following advantages comparing to targets for night firings used up to now:

- Target may be used for firings both at night and day without any need of replacement;
- It is immediately visible in night and thermal vision sights when illuminated by the infrared radiation spotlight;
- The target has not to be heated but only illuminated by the spotlight which has much less power consumption than a heated target;
- The spotlight is powered from a DC battery;
- The target may accept a greater number of shots than a heated target as the hitting projectiles make no harm for illuminating system;
- Thermal contrast between the target and background may be adjusted by controlling spotlight's infrared radiation flux adapting the picture of the aim to real firing conditions.

Results of tests carried out on the models of the target have confirmed accepted assumptions of the concept for passive thermal target. They will be presented in next publications.

During the III-rd edition devoted to competition *Innovations for the Polish Armed Forces* which was organised by

*cje dla Sił Zbrojnych RP*, zorganizowanej przez Inspektorat Implementacji Innowacyjnych Technologii Obronnych, w kategorii projekty badawczo rozwojowe, za projekt *Opracowanie technologii wykonania tarczy termicznej do prowadzenia szkoleń i strzelań w nocy*, nagrodę – wyróżnienie otrzymało konsorcjum WITU- OPTIMUM Tymiński i S-ka Sp. J.

the Inspectorate for Implementation of Defence Technologies the consortium MIAT-OPTIMUM Tymiński i s-ka Sp. J. has won the award-distinction in category of research and development projects for the project *Development of Production Technology of Thermal Target for Night Trainings and Firings*.

### **Literatura / Literature**

- [1] Program szkoleń z broni strzeleckiej, MON SG WP, Szkol.857/2012
- [2] Patent: Thermal Target and Weapon Fire Simulator for Thermal Sight US 4279599, 1981
- [3] Patent: Live Fire Thermal Target US 4346901, 1982
- [4] Patent: Multi-spectral Products US 2002/0066864, 2002
- [5] Patent: Infrared Radiation Responsive Target US 4605232, 1986
- [6] P.419475: Układ pionowej tarczy strzeleckiej ze źródłem promieniowania podczerwonego, oświetlanej przez to źródło, 2016

