

Ireneusz Plebankiewicz^{1*}
 Adam Januszko²
 Anna Kwak¹
 Grzegorz Musiał³
 Wojciech Przybył¹

ANALIZA ZOBRAZOWAŃ I DANYCH SPEKTRALNYCH Z WYBRANYCH MIEJSC PÓŁKULI PÓŁNOCNEJ ORAZ PRZYKŁADOWE REALIZACJE WZORÓW KAMUFLAŻOWYCH DLA TYCH MIEJSC

1. Kamuflaż a środowisko

Ukrycie się przed przeciwnikiem jest jednym ze skutecznych sposobów osiągnięcia przewagi i to zarówno w obronie jak i w ataku. Jednym ze sposobów ukrycia się jest zastosowanie kamuflażu, a jedną z jego form jest upodobnienie się do tła terenu (rys. 1). Szybki rozwój i coraz większe możliwości sensorów optoelektronicznych stosowanych w rozpoznaniu wojskowym podnoszą wymagania względem kamuflażu, które swoją rolę muszą realizować nie tylko w zakresie widzialnym, ale również poza nim, obejmując np. podczerwień, czy ultrafiolet (rys. 2).

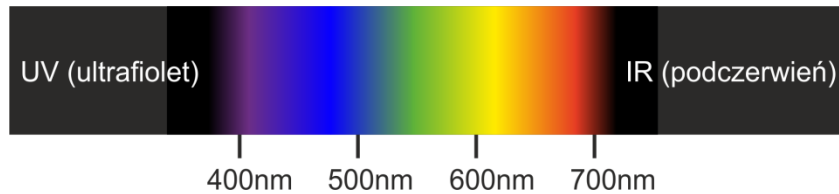


Rys. 1. Rodzaje i podział maskowania [1]

¹ mgr inż., Wojskowy Instytut Techniki Inżynieryjnej im. profesora Józefa Kosackiego
² dr hab. inż., Wojskowy Instytut Techniki Inżynieryjnej im. profesora Józefa Kosackiego
³ Wojskowy Instytut Techniki Inżynieryjnej im. profesora Józefa Kosackiego
 * autor do korespondencji: plebankiewicz@witi.wroc.pl

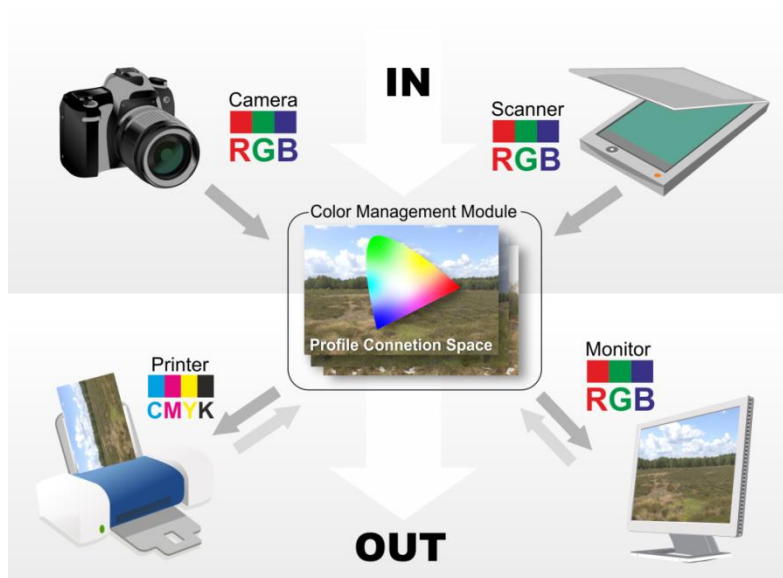
2. Badania środowiskowe

Wojskowy Instytut Techniki Inżynieryjnej w ciągu kilkunastu lat dokonał szeregu pomiarów trójkromatycznych (CIE L*a*b*) – odzwierciedlających postrzeganie ludzkiego oka oraz charakterystyk spektralnych reemisji obejmujących zakres ultrafioletu (UV), widzialny (VIS) oraz bliskiej podczerwieni (IR).



Rys. 2. Fragment widma promieniowania elektromagnetycznego obejmujący ultrafiolet, zakres widzialny oraz bliską podczerwień

W badaniach wykorzystywano szereg urządzeń, m.in. aparaty fotograficzne, kolorymetry oraz spektrofotometry. Aparaty fotograficzne były wpięte do Cyfrowego Systemu Zarządzania Barwą (rys. 3), który składał się z części wejściowej (IN) – urządzenia dostarczające informacje o kolorach (skalibrowane aparaty fotograficzne, skanery, aplikacje graficzne), części wyjściowej (OUT) – urządzenie obrazujące (skalibrowane monitory, drukarki, projektory) oraz część zarządzającej (*Color Management Module* – CMM) – stanowiącej główny element pośredniczący w przetwarzaniu obrazów. Wykorzystywany System oraz użyty model kolorów CIE L*a*b* umożliwiały zachowanie jak najwyższej wierności percepcyjnej barw.



Rys. 3. Model Cyfrowego Systemu Zarządzania Barwą (*Color Management System* – CMS) [2]

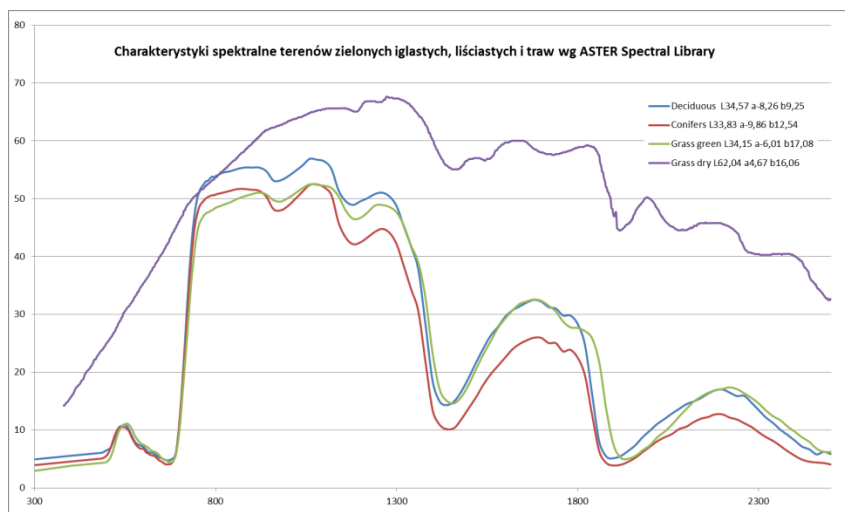
Dodatkowe informacje o kolorach elementów środowiska uzyskiwano wykorzystując kolorymetr i przenośny spektrofotometr, które umożliwiały łatwą i bezpośrednią akwizycję w terenie danych o kolorach w modelu CIE L*a*b* (rys. 4)



Rys. 4. Wykorzystanie kolorymetru do akwizycji danych kolorystycznych w terenie

Charakterystyki widmowe dla zakresu widzialnego (400÷700 nm) uzyskiwano za pomocą spektrofotometru przenośnego, a dla szerszego zakresu, obejmującego również ultrafiolet (200÷400nm) i bliską podczerwień (700÷2500 nm), do badań wykorzystano spektrofotometri laboratoryjne.

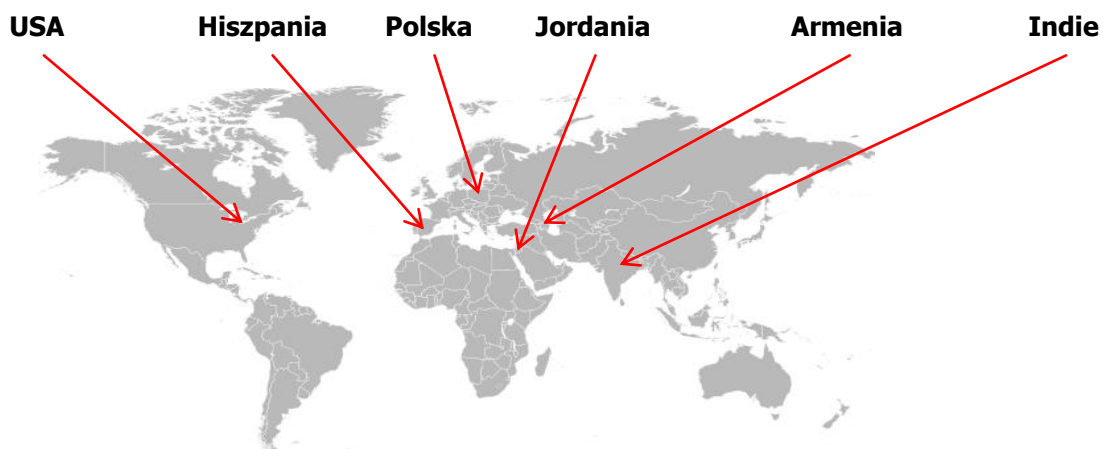
Otrzymane pomiary porównywano do charakterystyk spektralnych dla lasu liściastego (*deciduous*), iglastego (*conifers*) oraz traw (*grass*) w zakresie od 302 nm do 2500 nm pochodzące z biblioteki *ASTER Spectral Library* – Johns Hopkins University (JHU) (rys. 5).



Rys. 5. Charakterystyki spektralne terenów zielonych iglastych, liściastych i traw (*Aster Spectral Library*)

Badania środowiskowe odbywały się w różnych miejscach na Ziemi (półkula północna) i obejmowały (rys. 6): Europę Południowo-Zachodnią (Hiszpania), Europę

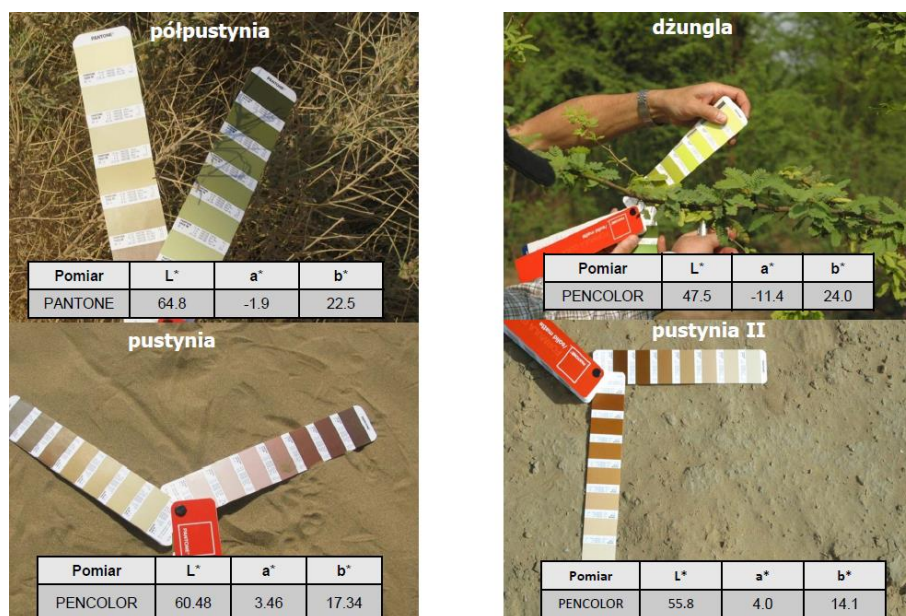
Środkową (Polska), Bliski Wschód (Jordania), Kaukaz (Armenia), Środkowy Wschód (Indie) oraz Wschodnie Wybrzeże Ameryki Północnej (USA – Massachusetts).



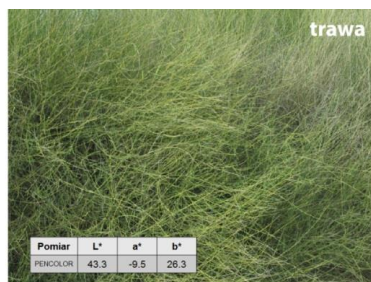
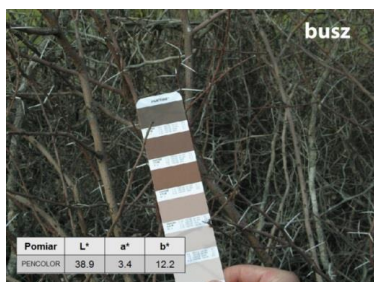
Rys. 6. Miejsca wykonywania zobrażeń i pomiarów charakterystyk

Celem badań było zebranie informacji o dominujących kolorach różnych środowisk oraz ich charakterystyk spektralnych, które mogłyby być źródłem do opracowania kamuflaży dedykowanych dla danego środowiska (tła). W kolejnych podrozdziałach przedstawiono różne typy środowisk najczęściej występujących na badanych obszarach.

2.1. Azja Środkowa – Indie



Rys. 7a. Różne typy środowiska Indii wraz z przykładowymi kolorami dominującymi: półpustynia, dżungla, pustynia piaszczysta, skalisto-piaszczysta



Rys. 7b. Różne typy środowiska Indii (c.d.)
wraz z przykładowymi kolorami dominującymi: busz, trawa

2.2. Kaukaz – Armenia

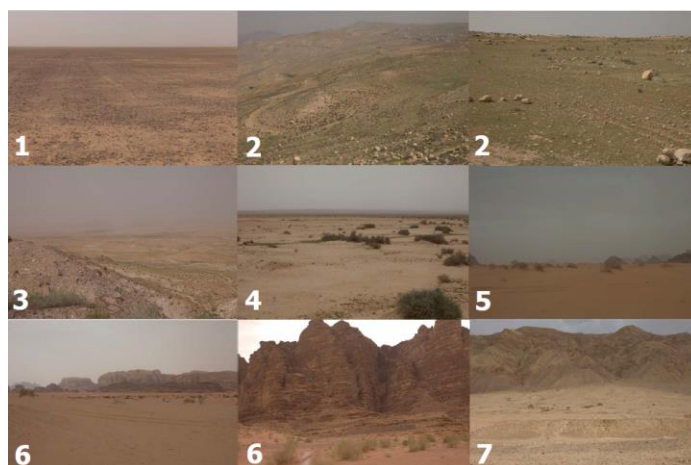


Rys. 8. Różne górzyste typy środowiska Armenii:
step zielony, step kamienisty, lasy, step płowy



Rys. 9. Różne typy górzyste środowiska Armenii w zakresie bliskiej podczerwieni:
step kamienisty, step płowy

2.3. Bliski Wschód – Jordania

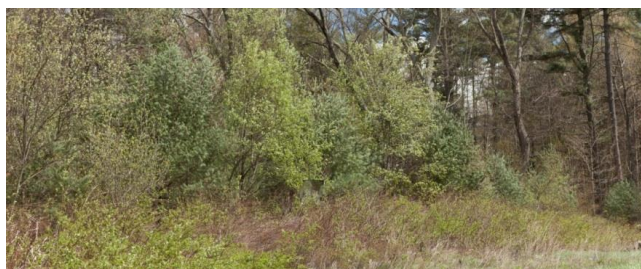


Rys. 10. Przykłady różnorodnych typów środowiska Jordanii: półpustynie, pustynie



Rys. 11. Fragment zobrazowania pustyni skalisto-piaszczystej (Jordania) w zakresie widzialnym (VIS) i podczerwieni (IR)

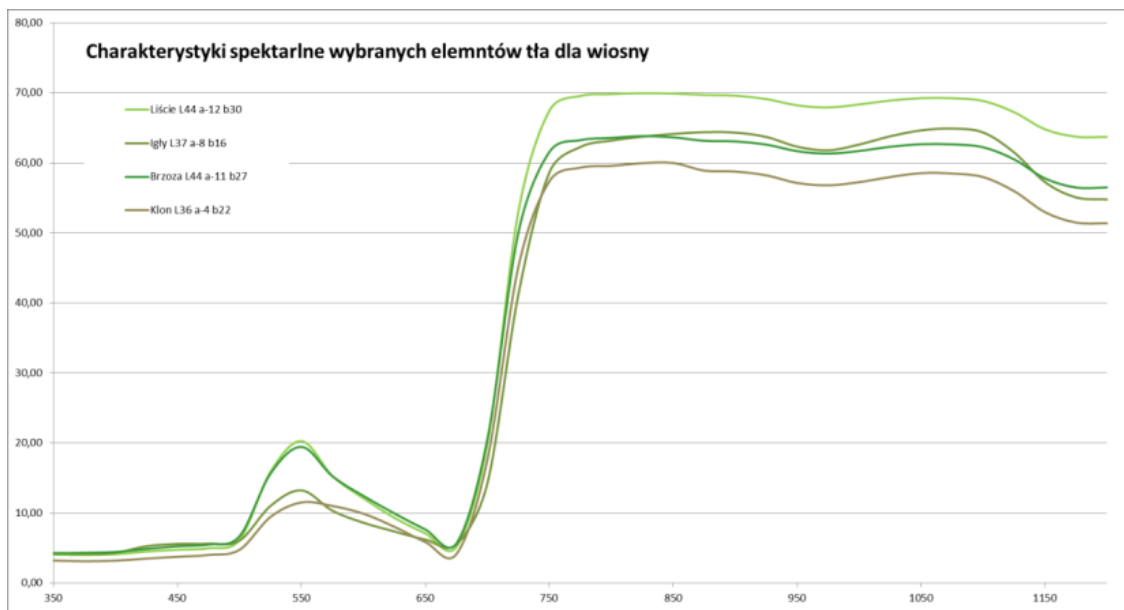
2.4. Ameryka Północna – Massachusetts



Rys. 12. Fragment obszaru lasu mieszanego – Ameryka Północna (Massachusetts)

3. Analizy zdjęć i charakterystyk spektralnych

Wzory kamuflażowe mundurów, pokryć maskujących, kamuflażu mobilnego czy pojazdów charakteryzują się ograniczoną liczbą kolorów, która zazwyczaj nie przekracza kilku – zwykle jest to 3÷4. Zatem uzyskane zobrazowania (rys. 7÷12). wraz z danymi kolorymetrycznymi oraz charakterystykami spektralnymi (rys. 13) z różnych środowisk były poddawane analizie jakościowej i ilościowej w celu uzyskania reprezentatywnych barw tła. Na potrzeby tej analizy opracowano specjalistyczne autorskie oprogramowanie umożliwiające ekstrahowanie barw reprezentatywnych oraz ich udziałów.

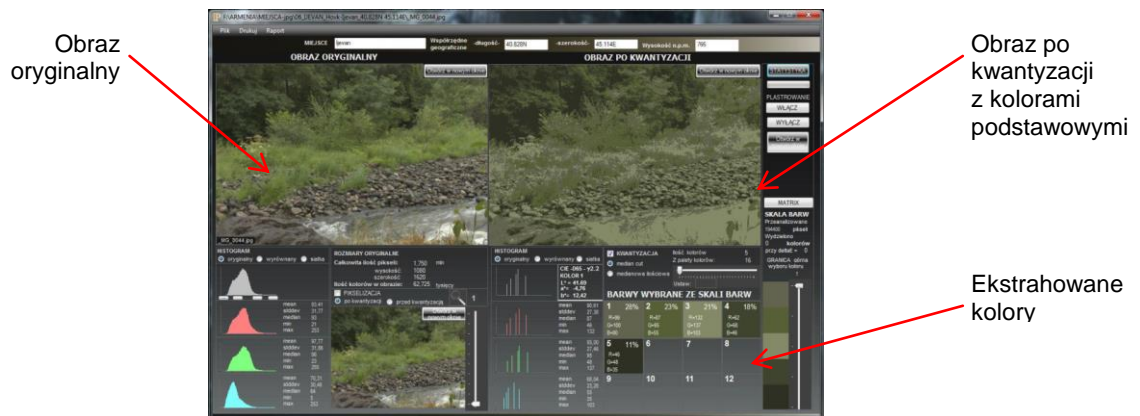


Rys. 13. Charakterystyki spektralne wybranych elementów środowiska dla wiosny – Europa Środkowa – Polska

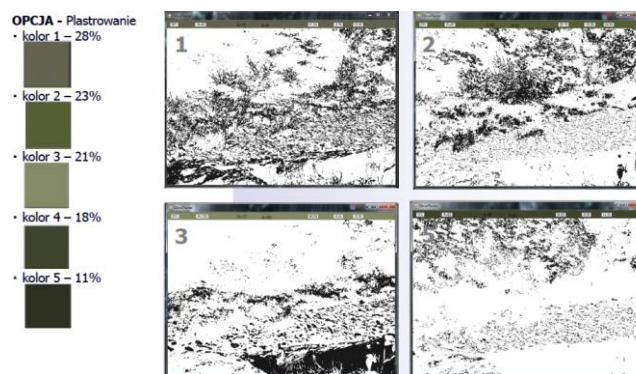
Projekt koncepcyjny programu zakładał napisanie aplikacji umożliwiającej ekstrahowanie barw z zobrazowań wykonanych w terenie. Ponieważ powstająca aplikacja miała charakter rozwojowy w miarę powstawania programu dodawano nowe funkcje. Dwie z nich zostały przedstawione na rys. 14 i 15.

Na rys.14 przedstawiono zrzut ekranu pokazujący graficzny interfejs użytkownika GUI (*ang. Graphical User Interface*) w menu programu STATYSTYKA. Funkcja ta przeprowadza analizę statystyczną zobrazowania (obraz oryginalny) i wyświetla w poszczególnych polach barwy podstawowe (ekstrahowane kolory) oraz obraz po kwantyzacji i redukcji kolorów do barw podstawowych (obraz po kwantyzacji z kolorami podstawowymi). Program umożliwia ustawienie zakresu redukcji liczby barw w przedziale od 3 do 256.

Na rys. 15 przedstawiono zrzut ekranu z funkcją programu PLASTROWANIE. Funkcja ta na poszczególnych polach przedstawia rozkład wyekstrahowanych barw podstawowych na zobrazowaniu. Na rys. 16 przedstawiono raport generowany przez program jako dokument z przeprowadzonej analizy, który może być dołączany do sprawozdania.



Rys. 14. Zrzut ekranu autorskiego oprogramowania do analizy kolorystycznej – ekstrahowanie kolorów



Rys. 15. Analiza zobrazowań – plastrowanie



Rys. 16. Analiza zobrazowań – przykładowe raporty z analizy zobrazowań

4. Przykładowe wzory kamuflażowe

Wybrane reprezentatywne kolory wraz z ich charakterystykami spektralnymi posłużyły do projektowania dedykowanych do określonych typów środowisk wzorów kamuflażowych [3÷5]. Na rys. 17÷19 przedstawiono wybrane projekty lub ich realizacje obejmujące pokrycie maskujące, umundurowanie oraz pojazd.



Rys. 17. Fragment raportu pokrycia maskującego (Kaukaz)



Rys. 18. Mundury w wersji wiosennej i jesiennej (Europa Środkowa)



Rys. 19. KTO Rosomak w kamuflażu „pikselowym” pustynnym – wizualizacja

5. Podsumowanie

Grupa badawcza Wojskowego Instytutu Techniki Inżynieryjnej w ciągu kilkunastu lat dokonała akwizycji zobrażeń oraz pomiarów kolorymetrycznych i charakterystyk spektralnych reemisji środowiska w różnych miejscach kuli ziemskiej. Pozyskana i stale rozbudowywana baza danych umożliwia „szybkie” i skuteczne projektowanie wzorów kamuflażowych dla sił zbrojnych znajdujących się w rejonach o zbliżonych charakterystykach, jakie już zbadano. W tym celu zaprojektowano i wykonano aplikację komputerową, która służy do przeprowadzania analiz kolorystycznych dla różnych typów tła terenu w oparciu o zebrane informacje środowiskowe. Aplikacja pozwala na szybkie uzyskiwanie informacji o dominujących kolorach i ich udziałach dla wybranych obszarów kuli ziemskiej. Informacje te są wykorzystane przy projektowaniu i realizacji dedykowanych – dla konkretnych środowisk – wzorów kamuflażowych pokryć maskujących, mundurów oraz pojazdów. Na podstawie zdobytych doświadczeń i analiz dokonano zgłoszeń patentowych [4,5].

Literatura

- [1] Maskowanie wojsk i wojskowej infrastruktury obronnej, DD/3.20, MON/SG WP, Warszawa 2010.
- [2] MURPHY C., FRASTER B., BUNTING F., Real World Colour Management, 2nd Edition, Pearson Education Inc. 2004
- [3] LASMANOWICZ P., GRUDZIŃSKI K., MUSIAŁ G.; Dedykowany kamuflaż pikselowy; INŻYNIERIA WOJSKOWA – Problemy i perspektywy, pod redakcją dr. hab. inż. Adama Januszko. WITI; ISBN 978-83-911434-8-3; s. 389 – 398.
- [4] Sposób przygotowania wzoru kamuflażu; Twórcy: Karol GRUDZIŃSKI, Adam JANUSZKO, Piotr LASMANOWICZ; Nr zgłoszenia: P.395736; Data zgłoszenia: 22.07.2011; Nr patentu: **Pat.219873**.
- [5] Sposób generowania cyfrowego wzoru kamuflażu; Twórcy: Ireneusz PLEBANKIEWICZ, Wojciech PRZYBYŁ, Bogusława SZCZODROWSKA, Grzegorz MUSIAŁ; Nr zgłoszenia: P.412804, Data zgłoszenia: 22.06.2015; Nr patentu: **Pat.226797**.

ANALYSIS OF IMAGING AND SPECTRAL DATA FROM THE SELECTED AREAS OF THE NORTHERN HEMISPHERE AND EXAMPLES OF RESPECTIVE CAMOUFLAGE PATTERNS FOR THESE REGIONS

Summary

Throughout the last dozen years, Military Institute of Engineer Technology in Wroclaw has acquired images and colorimetric measurements, along with spectral characteristics of the natural environment in different areas of the globe. These measurements served as a starting point for the preparation of camouflage patterns for camouflaging nets, uniforms, and vehicles using a dedicated, original computer software. The paper presents a selection of images and spectral characteristics of elements of the natural environment, as well as camouflages dedicated to them.

