

METEOROLOGICZNE ASPEKTY FUNKCJONOWANIA GRUP DYSPOZYCYJNYCH

METEOROLOGICAL ASPECTS OF THE FUNCTIONING OF UNIFORMED PUBLIC SERVICES

Leszek Kilanowski¹

WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA
WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ I GEODEZJI

Streszczenie: Celem artykułu jest przedstawienie możliwości zabezpieczenia meteorologicznego grup dyspozycyjnych podczas działań, szczególnie w sytuacjach kryzysowych. Autor zwrócił uwagę na historyczne uwarunkowania wpływu pogody na zabezpieczenie operacji oraz potrzebę posiadania aktualnych danych meteorologicznych z rejonu działań. Autor zwraca uwagę, że w zabezpieczeniu hydrometeorologicznym funkcjonowania grup dyspozycyjnych, najważniejsze jest posiadanie danych oraz wykonywanie pomiarów meteorologicznych poza miejscem stałego stacjonowania.

Abstract: The aim of the article is to present the possibility of meteorological protection of uniformed public services during actions, especially in crisis situations. The author drew attention to the historical determinants of the influence of the weather on the security of operations and the need to have up-to-date meteorological data from the area of operations. The author points out that in the hydro-meteorological protection of the functioning of uniformed public services, the most important thing is to have data and perform meteorological measurements outside the place of permanent stationing.

1 Mgr inż. Leszek Kilanowski – pracownik Wydziału Inżynierii Lądowej i Geodezji Wojskowej Akademii Technicznej, zatrudniony na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego. Posiada wieloletnie doświadczenie w zakresie meteorologicznego zabezpieczenia szkolenia lotniczego oraz meteorologicznego zabezpieczenia działań wojsk w strukturach NATO. Emerytowany Szef Szefostwa Służby Hydrometeorologicznej Sił Zbrojnych; e-mail: leszek.kilanowski@wat.edu.pl. Leszek Kilanowski, M. Sc. Eng. – employee of the Faculty of Civil Engineering and Military Geodesy of the Technical University, employed as a scientific and didactic assistant. He has many years of experience in the field of meteorological protection of aviation training and meteorological protection of military operations in NATO structures. Retired Head of the Hydrometeorological Service of the Armed Forces; e-mail: leszek.kilanowski@wat.edu.pl.

Słowa kluczowe: zabezpieczenie hydrometeorologiczne, grupy dyspozycyjne, automatyczne systemy pomiarów meteorologicznych.

Keywords: hydrometeorological protection, uniformed public services, automatic meteorological measurement systems.

Wstęp

Założenia teoretyczne grup dyspozycyjnych określają organizacje społeczne, które szkoląc i przygotowując się do swojego funkcjonowania, przyjmują jako jedną z głównych zasad – dyspozycyjność. W tym znaczeniu do grup dyspozycyjnych zalicza się wszystkie grupy mundurowe i uzbrojone, których zasady działania często z samego założenia oparte są na szeroko rozumianej dyspozycyjności służbowej. Tak więc wszystkie grupy militarne, paramilitarne, cywilne i ochotnicze łączy specjalizowany charakter działań, które determinuje również ich kompetencyjne zakresy działań. Szczególnie istotne jest funkcjonowanie grup dyspozycyjnych dla zapewnienia bezpieczeństwa państwa i podjęcia natychmiastowego działania w sytuacjach kryzysowych. Przykładem takich grup z perspektywy sił zbrojnych mogą być lądowe, lotnicze i morskie jednostki sił szybkiego reagowania, dyżurne eskadry lotnictwa, jednostki obrony powietrznej, służby logistyczne albo inne wysokospecjalizowane elementy sił zbrojnych, mające istotny wpływ na prowadzone lub planowane operacje. Nie oznacza to wcale, że grupy dyspozycyjne to wyłącznie organizacje wojskowe, to także zwarte oddziały policji, a także pododdziały państwowej straży pożarnej, czy także wiele innych formacji realizujących specjalistyczne zadania obronno-ochronne i ratownicze. Specyfiką takich grup jest ich zdolność do działania, bardzo często w wyjątkowo trudnych i niesprzyjających warunkach, co wymaga doboru personelu i wyposażenia go w specjalistyczny sprzęt. Jednym z bardziej istotnych aspektów zabezpieczenia działania grup decyzyjnych jest zapewnienie precyzyjnego dostarczania danych o stanie pogody. Pogoda jest kluczowym determinantem działania dowolnej grupy dyspozycyjnej działającej w warunkach sytuacji kryzysowej.

Zapewnienie aktualnych oraz prognozowanych danych o warunkach meteorologicznych, analiza odpowiednich danych klimatycznych niejednokrotnie miały decydujące znaczenie w powodzeniu lub klęsce realizowanych operacji. Szczególnie widoczne jest to podczas analizy wpływu pogody na operacje wojskowe. Ale nie tylko. Pogoda utrudnia, a czasami także ułatwia, prowadzenie dowolnych operacji kryzysowych, dlatego uzyskanie precyzyjnych danych meteorologicznych jest ważne w działaniu każdego sztabu kryzysowego. Niemniej w literaturze przedmiotu więcej jest opisanych przykładów dotyczących wojska, stąd do dalszych rozważań przyjęto operacje wojskowe, na przykład operacja OWERLORD największa w dziejach operacja desantowa. Zaplanowana na 5 czerwca 1944 roku inwazja w Normandii, omal nie legła w gruzach, bo w planowaniu tej operacji zbyt mało zwrócono uwagę

na pogodę. Sztorm na morzu oraz pełne zachmurzenie o niskiej podstawie, opady i słaba widzialność praktycznie uniemożliwiały działania na morzu i w powietrzu. Wtedy to okazało się jak ogromnie znaczenie może mieć precyzyjna prognoza pogody przedstawiona przez meteorologów, przewidująca krótkotrwałą poprawę warunków atmosferycznych, tzw. okno, co pozwoliło dowódcy sił alianckich generałowi Dwightowi Eisenhowerowi na podjęcie właściwej decyzji i rozpoczęcie inwazji na Normandię. Innym przykładem, była sytuacja amerykańskiej 3 Floty na Pacyfiku. Formacja dowodzona przez adm. Williama Halseya, składająca się z 13 lotniskowców, 8 pancerników, 15 krążowników, 58 niszczycieli wraz z licznymi jednostkami zaopatrzeniowymi i pomocniczymi w dniu 17 grudnia 1944 roku, w wyniku kłopotów z łącznością (zawsze się zdarzały), niezależnie od tego, że amerykańska służba meteorologiczna właściwie zaprognozowała nadchodzący sztorm, to jednak 3 Flota źle odczytała dane meteorologiczne, zwłaszcza o kierunku przemieszczania się sztormu, podjęto więc błędną decyzję, kierując okręty w sam środek żywiołu, a było się czego obawiać. Sztorm był ogromny, o niespotykanej sile, z wiatrem o prędkości do 230 km/h oraz z falami o wysokości do 20 m. Uderzenie tego żywiołu spowodowało olbrzymie spustoszenia na pokładach okrętów, a dla trzech niszczycieli zakończyło się niestety tragicznie, zatoneły wraz z 790 członkami załogi².

Przedstawione przykłady zdają się jednoznacznie potwierdzać, że ani oddziały wojskowe, ani jakiegokolwiek inne grupy dyspozycyjne nie mogą realizować dobrze swoich zadań bez znajomości aktualnych i prognozowanych warunków atmosferycznych. Ze względu na to, że w miejscach planowanych działań rzadko znajdują się stacje meteorologiczne, które dostarczyłyby niezbędnych danych, konieczne jest więc posiadanie mobilnych (przenośnych) systemów pomiarów hydrometeorologicznych oraz mobilnych stacji meteorologicznych. Stanowi to istotę badawczą tego opracowania.

Współcześnie rozwój techniki, informatyki oraz systemów łączności pozwolił na skonstruowanie wielu rodzajów automatycznych i mobilnych systemów pomiarowych, jak i również mobilnych stacji meteorologicznych, które oprócz wykonywania pełnego zakresu pomiarów, pozwalają na całodobową pracę meteorologów. W chwili obecnej systemy te są wysokospecjalizowane, ukierunkowane na potrzeby użytkownika danego systemu. Opracowane zostały zarówno systemy do wykonywania pomiarów hydrologicznych, jak i meteorologicznych oraz aerologicznych.

Głównymi założeniami przy opracowywaniu tych systemów było:

- zapewnienie tej samej jakości pomiarów parametrów meteorologicznych jak dla systemów „stacjonarnych”;
- prosta obsługa montażu i demontażu systemu (wymagania zakładają często instalację i obsługę przez jedną osobę);

² T. Zawadzki, *Wichry Wojny*, <http://www.polityka.pl/pomocnikhistoryczny;pierwsza>; B. Szymański, *Armie pokonane przez pogodę*, <http://www.edulandia.pl/edukacja>.

- zapewnienie zasilania z niezależnych źródeł, w tym pracę przez określony czas przy braku zasilania zewnętrznego;
- niewielki ciężar systemu i nieduże jego rozmiary;
- możliwość przewożenia systemu standardowymi środkami lokomocji (np. samochodem, pociągiem, samolotem, na okręcie);
- zapewnienie pracy w ciężkich warunkach (wysoka i niska temperatura, duża wilgotność, duże zanieczyszczenie);
- automatyzacja wybranych zadań (np. składanie depeesz meteorologicznych, aerologicznych);
- możliwość przesyłania danych do wielu odbiorców przy wykorzystaniu łączy przewodowych i bezprzewodowych.

Założenia te dobrze wpisują się w potrzeby zabezpieczenia meteorologicznego grup dyspozycyjnych działających w operacjach reagowania kryzysowego, bo po pierwsze, są mobilne, przy tym wysokospecjalizowane, ukierunkowane na potrzeby użytkownika operującego w skrajnie trudnych uwarunkowaniach, po drugie ich małe wymiary oraz niewielki ciężar pozwalają rozwijać je w dowolnych miejscach, tam gdzie mają służyć grupom ratowniczym, po trzecie urządzenia te mogą funkcjonować w skrajnie niekorzystnych warunkach fizycznych, co czyni te urządzenia wyjątkowo przydatnymi dla grup dyspozycyjnych, operujących w misjach zarządzania kryzysowego.

Przedstawiony w artykule sprzęt jest sprzętem wysokospecjalistycznym, jednakże zarządzanie w sytuacji kryzysowej i organizowanie działań ratowniczych jest działaniem realizowanym przy deficycie czasu i często przy ograniczonym dostępie wymaganych danych o aktualnej sytuacji. Posiadanie mobilnego sprzętu zabezpieczenia hydrometeorologicznego pozwoliłoby na realizację tego zabezpieczenia w dowolnych warunkach w czasie rzeczywistym.

1. Mobilne, automatyczne stacje meteorologiczne

Systemami pozwalającymi na pomiar zasadniczych parametrów stanu atmosfery są mobilne systemy pomiarowe. Systemy te przeznaczone są do wykonywania pomiarów naziemnych.

Urządzenia te w większości zostały wprowadzone na wyposażenie Sił Zbrojnych RP, które są wyposażane w coraz nowocześniejsze mobilne systemy pomiarowe. Przyrządy te w podstawowej wersji wykonują pomiary ciśnienia, temperatury, wilgotności oraz kierunku i prędkości wiatru. Wyposażone są w czujniki, które charakteryzują się bardzo dużą dokładnością i rozdzielczością. Wiatromierze rotorowe są zastępowane wiatromierzami ultradźwiękowymi, które posiadają wbudowany kompas oraz moduł GPS. Wiatromierze te po instalacji nie wymagają orientacji geograficznej, a w sytuacji, gdy umieszczone są np. na okręcie, odpowiednie oprogramowanie potrafi wyliczyć wiatr rzeczywisty – uwzględniający ruch czujnika. Mobilne systemy

pomiarowe wyposażone są również w rozbudowane systemy łączności (bluetooth, radiomodemy), które pozwalają na dostarczanie danych do wielu użytkowników, nie tylko łączami stałymi. Szkoda tylko, że tych urządzeń nie użytkuje się w samych grupach dyspozycyjnych, a byłyby bardzo przydatne.



Rys. 1. Stacja meteorologiczna Vaisala
Źródło: materiały firmy Vaisala



Rys. 2. Mobilna stacja pomiarowa
Źródło: materiały firmy COMET

Mobilne stacje meteorologiczne w zależności od potrzeb użytkownika (np. zabezpieczenia działań lotnictwa, straży pożarnej czy służb chemicznych) mogą być wyposażone w dodatkowe czujniki, jeżeli są potrzebne. Mogą to być ceilometry – mierzą dolną podstawę chmur (nowoczesne, laserowe czujniki wykrywają przynajmniej cztery warstwy chmur), widzialnościomierze, detektory wyładowań atmosferycznych, deszczomierze. Odpowiednie oprogramowanie pozwala na wizualizację oraz archiwizację danych.



Rys. 3. Teodolit do pomiarów „wiatrów górnych” TAMAYA TD-4
Źródło: materiały firmy COMET



Rys. 4. System pomiarów „wiatrów górnych” PilotSonde Meteomodem
Źródło: materiały firmy COMET

Prostota i funkcjonalność współczesnych urządzeń i systemów pomiarowych zapewniają ich coraz szersze zastosowanie. Na przykład podczas zabezpieczenia wojsk powietrzno-desantowych, lotnictwa, skoków spadochronowych czy lotów szybowcowych konieczne jest wykonywanie pomiarów parametrów wiatru w przyziemnej warstwie do ok. 3 km. Pomiary te wykonuje się głównie dwiema metodami – teodolitową i przy wykorzystaniu specjalnych sond wyposażonych w GPS. Takie urządzenia mogą mieć szersze zastosowanie, np. w działaniach ratowniczych (ewakuacyjnych), mogłyby więc stanowić wyposażenie także poza lotnictwem.

Metoda teodolitowa wykorzystuje precyzyjny teodolit, którym śledzi się napełniony wodorem lub helem balon. Zmierzone kąty azymutu i elewacji są przeliczane przez specjalistyczną aplikację, która podaje kierunek i prędkość wiatru na poziomach nad powierzchnią ziemi.

Metoda wykorzystująca GPS polega na podwieszeniu pod unoszący się balon specjalnej sondy, która wysyła swoją aktualną pozycję i wysokość, co pozwala na wyliczenie parametrów „wiatrów górnych”.

Obie metody mają swoje wady i zalety. Metoda teodolitowa jest niezależna od dostępności sygnału GPS, lecz posiada ograniczenia związane z obecnością chmur (po wejściu balonu w chmury pomiar jest niemożliwy), w nocy trzeba stosować dodatkowe źródło światła, podwieszane pod balon, aby móc prowadzić obserwację. Metoda wykorzystująca GPS nie posiada tych ograniczeń, lecz jest zależna od sygnału GPS, a sondy wysyłają dane drogą radiową, co może być podczas konfliktów zbrojnych pewnym ograniczeniem.

2. Mobilne stacje aerologiczne

Współczesna meteorologia, szczególnie modele numeryczne opracowujące prognozy, wymagają dużej ilości danych i to nie tylko z pomiarów przyziemnych. Bardzo istotny jest pomiar w jak najgrubszej warstwie atmosfery (w sprzyjających warunkach do ok. 30 km wysokości), co można osiągnąć, wykonując pomiary parametrów w przekroju pionowym (temperatury, ciśnienia, wilgotności, prędkości i kierunku wiatru). W Polsce stacje stacjonarne aerologiczne zlokalizowane są w Legionowie, Łebie i Wrocławiu. Oczywiście meteorolodzy w Polsce chcieliby gęstszej sieci aerologicznej, lecz wykonywanie stałych pomiarów, dwa lub cztery razy na dobę jest drogie. Dlatego Siły Zbrojne RP zostały wyposażone w mobilne systemy pomiarów aerologicznych, które pozwalają na wykonywanie sondaży w dowolnym miejscu i czasie. Można te potrzeby oczywiście kwestionować, twierdząc, że nie ma takiej potrzeby, bo dane te można uzyskać z systemu krajowego, nie będą one tak aktualne i przydatne w czasie, miejscu oraz rodzaju prowadzonych operacji.

Pomiar pionowego sondażu atmosfery, zasadniczo może być realizowany dwiema metodami, obie polegają na wypuszczeniu balonu z podwieszoną sondą.

W pierwszym przypadku sonda (radioteodolitowa) zawierająca czujniki mierzące ciśnienie, temperaturę i wilgotność wysyłając sygnał radiowy, jest śledzona przez odpowiednią antenę na ziemi, dzięki czemu możemy obliczyć kierunek i prędkość wiatru na poszczególnych poziomach. Odpowiednie oprogramowanie pozwala na zobrazowanie zmierzonych parametrów w sposób przydatny dla meteorologa.



Rys. 5. Radioteodoliticzny System Sondażu Atmosfery „BAR”

Źródło: materiały firmy AVIOMET

Druga metoda polega na wyposażeniu wypuszczanej sondy, mierzącej temperaturę i wilgotność oraz w czujnik GPS, który na bieżąco podaje położenie i wysokość. System ten posiada jedną zaletę w stosunku do poprzedniego systemu, stosowana antena do odbioru sygnału jest zdecydowanie mniejsza, a kompletny system można przewieźć nawet samochodem osobowym. Załączone oprogramowanie pozwala na graficzne zobrazowanie danych sondażowych, pozwalające na opracowywanie dokładniejszych prognoz. Zestawy takie są również na wyposażeniu wojskowej służby meteorologicznej.

Oba systemy pozwalają na opracowywanie odpowiednich depesz meteorologicznych, zgodnych ze standardami WMO i NATO, które mogą być udostępniane w sieci wymiany danych.

Dodatkową różnicą jest sposób wyznaczania ciśnienia i wysokości poszczególnych poziomów pomiarowych. W metodzie z GPS mierzona jest wysokość i na tej podstawie wyliczane ciśnienie, a w drugiej mierzone ciśnienie i wyliczana wysokość. Obie metody zgodne są z zaleceniami WMO³.

³ The World Meteorological Organization – Światowa Organizacja Meteorologiczna z siedzibą w Genewie.



Rys. 6. Systemy pomiarów aerologicznych Meteomodem
Źródło: materiały firmy COMET

W rejonach, w których nie można wysłać stałego personelu, a konieczne jest wykonywanie sondaży aerologicznych, można wykorzystać np. automatyczną stację RobotSonde. Stacja pozwala na automatyczne wypuszczanie balonu z sondą w określonych przez użytkownika przedziałach czasu, odebrane dane są wysyłane do odbiorcy w dowolnym miejscu na świecie. Rola człowieka polega tylko na „załadowaniu” stacji raz na parę dni.



Rys. 8. Automatyczna stacja pomiarów aerologicznych RobotSonde
Źródło: materiały firmy Meteomodem

3. Polowe stacje meteorologiczne

Polowe stacje meteorologiczne pozwalają na całodobową pracę pełnego zespołu meteorologów i obserwatorów. Są w pełni autonomiczne, wyposażone w sprzęt pozwalający na prowadzenie całego zakresu pomiarów stanu atmosfery (automatyczne stacje pomiarowe, mobilne stacje aerologiczne lub systemy do pomiarów parametrów wiatru w warstwie przyziemnej). Posiadają odpowiednie systemy łączności, pozwalające na odbiór i wysyłanie danych meteorologicznych. W ogrzewanym i klimatyzowanym pomieszczeniu synoptycy mogą opracowywać prognozy, zapewniając kompletne zabezpieczenie meteorologiczne. Polowa stacja meteorologiczna posiada niezależny system zasilania, który pozwala na długotrwałą pracę bez zasilania zewnętrznego. Pomieszczenie dla pracy meteorologów oprócz wyposażenia specjalistycznego jest wzorowane na dobrych camperach, posiada wiele udogodnień, które umożliwiają długotrwałe przebywanie żołnierzy. Samochód, który ma podwozie terenowe, pozwala na dojazd w praktycznie dowolne miejsce. Mógłby więc wziąć udział w operacji ratowniczej, jaka prowadzona jest aktualnie (sierpień 2017) w okolicach Chojnic, zapewniając precyzyjne prognozy sztabom kryzysowym i służbom ratowniczym. Nadają się więc do szerokich zastosowań.

Polowe stacje meteorologiczne są wykorzystywane do zabezpieczenia działań lotnictwa poza stałym miejscem bazowania, operacji desantowych czy innych zadań wymagających precyzyjnych pomiarów warunków atmosferycznych i prognoz meteorologicznych.



Rys. 8. Polowa stacja meteorologiczna

Źródło: materiały promocyjne firmy COMET

4. Kompaktowe stacje meteorologiczne

Komórki służby meteorologicznej, oddziały desantowe, posiadają na swoim wyposażeniu kompaktowe stacje Kestrel. Mimo małych rozmiarów, są wyposażone w pełni profesjonalne czujniki, takie jak: anemometr, termometr, higrometr (wilgotnościomierz), barometr i kompas.



Rys. 9. Kompaktowa stacja pomiarowa KESTREL 5500

Źródło: materiały promocyjne firmy Kestrelmeters

Dzięki czemu realizują wiele funkcji przydatnych użytkownikom, np. pomiary takich parametrów, jak:

- ciśnienie barometryczne,
- wiatr boczny,
- wysokość gęstościowa,
- temperatura punktu rosy,
- wskaźnik stresu cieplnego (*Heat stress index*),
- wilgotność względna,
- aktualne ciśnienie powietrza (bez redukcji),
- temperatura,
- temperatura mokrego termometru (psychrometryczna),
- temperatura odczuwalna,
- prędkość wiatru,
- kierunek wiatru,
- wiatr boczny (*Crosswind*).

Przyrządy tego typu nie wykonują pomiarów z taką dokładnością, jak ich większe odpowiedniki, ale dzięki bardzo małym rozmiarom pozwalają na wyjątkową mobilność. Zainstalowane oprogramowanie pozwala na wykorzystywanie ich

przez różnych użytkowników w specyficzny sposób w najtrudniejszych warunkach. Pracują z nimi żołnierze sił specjalnych, snajperzy (są urządzenia przeznaczone do obliczeń balistycznych), strażacy.

5. Perspektywy rozwoju mobilnych, automatycznych systemów pomiarowych

Rozwój technologii pomiarowej pozwala na coraz większą automatyzację pomiarów warunków atmosferycznych. Współczesne systemy mogą dodatkowo wykonywać pomiary takich parametrów, jak widzialność, wysokość podstawy chmur czy szczególnie trudne bez udziału człowieka – tj. wielkość zachmurzenia i oblodzenie pasów startowych. W perspektywie pomiary powinny wykonywane z coraz mniejszym udziałem człowieka, w całym zakresie potrzeb pomiarowych.

W zabezpieczeniu meteorologicznym istotną rolę odgrywają radary meteorologiczne. Wyposażenie w nowoczesne, mobilne radary dopplerowskie pozwoliłoby na znaczącą poprawę zabezpieczenia meteorologicznego. Radary meteorologiczne pozwalają na precyzyjne ostrzeganie przed szczególnie niebezpiecznymi zjawiskami w chmurach *Cumulonimbus* czy przed zjawiskiem uskoku wiatru. Dlatego bardzo korzystne byłoby wyposażenie służby w mobilne dopplerowskie radary meteorologiczne, które są powszechnie stosowane np. w armii amerykańskiej. Niestety dobrej jakości radary są drogie i kosztowne w eksploatacji.



Rys. 11 Mobilny radar meteorologiczny

Źródło: <http://www.nssl.noaa.gov/tools/radar/mobile/>

Podsumowanie

Wagę zabezpieczenia hydrometeorologicznego w działaniach grup dyspozycyjnych w pełni obrazują różnego rodzaju potrzeby praktyczne, powstające niestety po fakcie, jak na przykład systemy ostrzegania na Wielkich Jeziorach Mazurskich (21 sierpnia 2007 r. biały szkwał na jeziorach mazurskich zabił 12 osób, wiatr wiejący z prędkością do 130 km/h wyrzucił ponad 40 łodzi i żaglówek. Fale na jeziorach osiągały wysokość trzech metrów, w akcji ratowniczej z wody wyłowiono 70 osób). Nowoczesne radary meteorologiczne (informujące o gwałtownych burzach i opadach, co szczególnie istotne w rejonach górskich i podgórskich) również zostały zainstalowane po powodzi tysiąclecia w 1997 (zginęło 55 osób, zniszczonych zostało wiele budynków, a straty oceniano na 12 mld złotych). Ostatnia tragedia, jaka miała miejsce w okolicach Pomorza, sprawiła, że podejmuje się dyskusje na temat całkowitej rekonstrukcji systemu ostrzegania (prace wszczęte przez MSWiA). Jest więc potrzeba, której częścią powinno być wyposażenie w sprzęt pomiarowy grup dyspozycyjnych cywilnych, a także Wojsk Obrony Terytorialnych, dla których możliwość prognozowania pogody w toku działań bojowych wydają się niezbędne.

BIBLIOGRAFIA

- [1] WMO Publication No. 8: „Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation”.
- [2] BREUER W. B., *Ścisłe tajne w II wojnie światowej*, Warszawa 2001.
- [3] KUBIAK K., *Epizody „wojny o pogodę”. Niemieckie załogowe stacje meteorologiczne w Arktyce 1941-1945*, Warszawa 2012.
- [4] *Pomocnik Historyczny POLITYKI – Tajniki II wojny*, „Polityka” 2015.

