



Współczesne systemy pomiarowe dla meteorologicznego wsparcia działań wojsk*

Janusz JASIŃSKI^{1,2}, Sławomir PIETREK²

¹*Przedsiębiorstwo Badawczo-Produkcyjne Aviomet Sp. z o.o.
ul. Radiowa 49, 01-485 Warszawa*

²*Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji,
Zakład Systemów Informacji Geograficznej
ul. Gen. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa*

Streszczenie. Monitorowanie warunków atmosferycznych podczas planowania i wykonywania zadań bojowych stanowi jeden z podstawowych elementów wspomagających procesy decyzyjne i zwiększa możliwości pełnego wykorzystania sił i środków. Aktualne dane meteorologiczne ułatwiają szybkie i skuteczne reagowanie w dynamicznie zmieniających się sytuacjach na polu walki, a dane archiwalne (klimatyczne) pozwalają oceniać meteorologiczne warunki charakterystyczne dla obszaru prowadzenia działań.

W artykule przedstawiono systemy do wykonywania bezpośrednich pomiarów elementów meteorologicznych dla potrzeb meteorologicznego wsparcia działań wojsk – stacjonarne systemy lotniskowe, mobilne stacje pomiarowe i systemy radioteodolitowego sondowania atmosfery – wprowadzone na wyposażenie polskich sił zbrojnych w okresie ostatnich kilkunastu lat.

Słowa kluczowe: meteorologia, meteorologiczne systemy pomiarowe, dane meteorologiczne

* Artykuł był prezentowany na VIII Międzynarodowej Konferencji Uzbrojeniowej nt. „Naukowe aspekty techniki uzbrojenia i bezpieczeństwa”, Pułtusk, 6-8 października 2010 r.

1. WSTĘP

Współczesne pole walki stawia coraz większe wymagania przed żołnierzami, sprzętem bojowym, organizacją działań oraz ich zabezpieczeniem. Sprostanie rosnącym wyzwaniom nie jest możliwe bez rozwijania systemów szkolenia oraz doskonalenia wyposażenia i specjalistycznego wsparcia. Opracowywane i wdrażane nowoczesne systemy broni pozwalają w pełni wykorzystać swoje możliwości tylko przy odpowiednim poziomie specjalistycznego wsparcia, w tym meteorologicznego. Uwzględnienie warunków meteorologicznych jest istotne już na etapie planowania misji i może stanowić o sukcesie podczas realizacji zadań.

Obecnie dane meteorologiczne są kluczowym elementem większości obliczeń wykonywanych podczas przygotowania i wykonywania działań, w tym nawigatorskich związanych z wyznaczaniem toru lotu statków powietrznych, desantowanych przez nie wojsk, zrzuconych ładunków i bomb, obliczeń balistycznych związanych z wyznaczaniem trajektorii lotu rakiet i pocisków, obliczeń związanych z wyznaczaniem zasięgu pola rażenia bojowymi środkami chemicznymi.

W okresie ostatnich kilkunastu lat meteorologiczne systemy pomiarowe na wyposażeniu sił zbrojnych zostały poddane gruntownej modernizacji – nastąpiła wymiana sprzętu analogowego do pomiarów bezpośrednich wykonywanych przez obserwatorów na różnorodne elektroniczne specjalizowane w pełni zautomatyzowane stacje i systemy pomiarowe. Nowoczesne systemy i sprzęt umożliwiają umieszczanie modułów pomiarowych w miejscach najbardziej reprezentatywnych dla monitorowanego obszaru oraz wykonywanie pomiarów elementów meteorologicznych z większą dokładnością i częstością. Ponadto, obecnie meteorolodzy mają dostęp do danych nie tylko lokalnie w miejscu wykonywania pomiarów, ale mogą je pozyskiwać w czasie rzeczywistym z dowolnego systemu włączonego do sieci wymiany danych pomiarowych.

2. LOTNISKOWY SYSTEM POMIAROWY – METNET

Lotniskowy system pomiarowy MetNet do wykonywania bezpośrednich pomiarów parametrów meteorologicznych, skonstruowany w oparciu o technologię rozproszonej inteligencji, bazuje na czujnikach stosowanych w automatycznych stacjach pomiarowych. Modułowość systemu umożliwia jego konfigurowanie zgodnie z potrzebami użytkownika oraz rozbudowę systemu o kolejne elementy pomiarowe – od pojedynczego czujnika w minimalnej konfiguracji do złożonego systemu wykonującego pomiary np. prędkości i kierunku wiatru, temperatury i wilgotności powietrza, ciśnienia atmosferycznego, widzialności, wysokości podstawy chmur, wyładowań atmosferycznych, natężenia i sumy opadów atmosferycznych, temperatury gruntu, wysokości poziomu wód gruntowych, usłonecznienia.

Dostępne różnorodne moduły komunikacyjne, w tym wykorzystujące łączność bezprzewodową, pozwalają instalować czujniki w miejscach najbardziej reprezentatywnych dla wykonywanych pomiarów i przekazywać dane do wielu miejsc zobrazowania dla użytkownika.

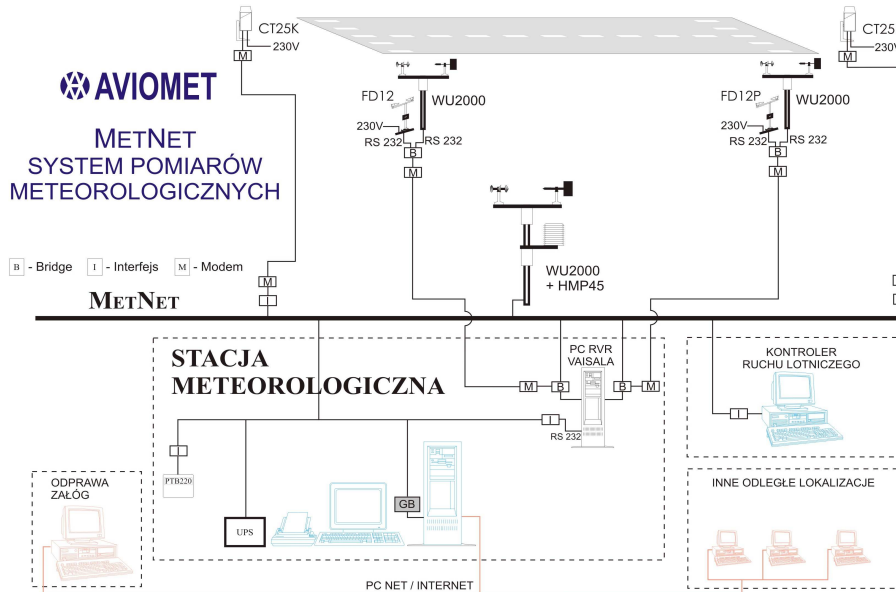
System MetNet charakteryzuje się kilkoma zasadniczymi cechami, istotnymi z punktu widzenia jego instalacji i użytkowania:

- **elastycznością** dającą możliwość konfigurowania zestawu czujników pomiarowych zgodnie z potrzebami użytkownika i warunkami instalacji urządzeń,
- **modułowością** umożliwiającą rozbudowę już użytkowanego systemu o kolejne elementy pomiarowe,
- **otwartością** zapewniającą możliwość przyłączenia wysoce specjalizowanych czujników pomiarowych różnych producentów,
- **autonomicznością czujników** zapewniającą, bez potrzeby przeprowadzania ponownej konfiguracji systemu, możliwość zastąpienia dowolnego czujnika innym tego samego typu oraz gwarantującą działanie pozostałej części systemu po wyłączeniu któregokolwiek z czujników pomiarowych, np. do kalibracji lub serwisowania,
- **rozproszaniem inteligencji** umożliwiającym pracę złożonych systemów na komputerach o mniejszej mocy obliczeniowej poprzez rozłożenie realizacji większości zadań obliczeniowych (np. analizy poprawności danych pomiarowych, uwzględniania współczynników kalibracyjnych, statystyki pomiarowej, obliczeń dodatkowych wielkości meteorologicznych, formatowania wyników) na poziom poszczególnych głowic pomiarowych,
- **kompleksowością** obejmującą realizację wszystkich zadań z zakresu zapewnienia użytkownikom oczekiwanych danych meteorologicznych – począwszy od wykonywania pomiarów, poprzez przetwarzanie danych pomiarowych i wykonywanie obliczeń statystycznych, wykonywanie obliczeń żądanych wielkości meteorologicznych, zobrazowanie wyników pomiarów i obliczeń na komputerze systemu oraz na dodatkowych komputerach podłączonych do systemu np. z wykorzystaniem protokołu TCP/IP, tworzenie lokalnej bazy pomiarów meteorologicznych (archiwum danych pomiarowych), zestawianie depech i komunikatów meteorologicznych z danych pomiarowych i obserwacyjnych, aż po transmisję danych do innych systemów.

Właściwości systemu pozwalają konstruować go, poczynając od pojedynczego czujnika w minimalnej konfiguracji i rozbudowywać w dowolnym czasie do złożonego systemu wykonującego wiele różnych pomiarów.

Pozwala to również na konstruowanie zarówno systemów stacjonarnych przeznaczonych do pracy w stałym miejscu instalacji przez długi czas, jak i budowanie automatycznych przenośnych stacji pomiarowych, uruchamianych w żądanych miejscach stosownie do aktualnych potrzeb użytkownika.

Skład systemu i rozmieszczenie poszczególnych głowic pomiarowych można w pełni dostosować do zapotrzebowania użytkownika na dane pomiarowe. Dostępne różnorodne moduły komunikacyjne, w tym wykorzystujące łączność bezprzewodową, pozwalają instalować czujniki w miejscach najbardziej reprezentatywnych dla wykonywanych pomiarów (oddalonych nawet o kilka kilometrów od jednostki centralnej systemu), a dane przekazywać do wielu miejsc zobrazowania dla użytkownika (rys. 1).



Rys. 1. Przykład organizacji systemu pomiarowego MetNet na obszarze lotniska [4]

Fig. 1. Organization of the MetNet system in an airbase, an example [4]

W skład systemu monitorowania warunków atmosferycznych mogą wchodzić głowice pomiarowe zapewniające dane dotyczące bardzo wielu różnorodnych elementów meteorologicznych, np. prędkości i kierunku wiatru, temperatury i wilgotności powietrza, temperatury gruntu, natężenia i sumy opadów atmosferycznych, wysokości poziomu wód gruntowych, usłonecznienia, wyładowań atmosferycznych oraz różnorodne przyrządy do pomiarów aktywności.

3. MOBILNE SYSTEMY POMIAROWE AGAT 20

Systemy pomiarowe AGAT 20 firmy Aviomet zostały zaprojektowane i wykonane do monitorowania warunków atmosferycznych w zastosowaniach mobilnych:

- AGAT 20L dla zabezpieczenia sił powietrznych (rys. 2),
- AGAT 20S dla zabezpieczenia sił powietrzno-desantowych (rys. 3),
- AGAT 20A dla zabezpieczenia wojsk raketowych i artylerii (rys. 5),
- AGAT 30 dla zabezpieczenia wojsk chemicznych (rys. 4).

Systemy mobilne charakteryzują się również wysoką jakością pozyskiwanych danych i można je rozwinąć w warunkach polowych w każdym terenie. Systemy wyposażone są we własne zasilanie z baterii akumulatorów i panelu słonecznego, co pozwala stosować je w warunkach polowych bez dostępu do zasilania sieciowego.

Automatyczny mobilny system do pomiarów meteorologicznych AGAT 20L (rys. 2) może składać się z podstawowej stacji pomiarów przyziemnych (prędkość i kierunek wiatru, temperatura i wilgotność powietrza, ciśnienie atmosferyczne), miernika widzialności PWD22M z detektorem pogody (mgły, zamglenia, opady), miernika wysokości podstawy chmur CT25KAM, deszczomierza QMR101, detektora wyładowań atmosferycznych SA20M.

Mobilny system do pomiarów meteorologicznych AGAT 20S (rys. 3) przeznaczony jest do wykonania pomiarów i przeprowadzenia obliczeń pionowego profilu wiatru w warstwie od powierzchni ziemi do wysokości obserwacji balonów pilotowych na potrzeby meteorologicznego zabezpieczenia desantowania wojsk. Obserwacje balonu są wykonywane przez obsługę systemu, a odczyty wskazań teodolitu i obliczenia są realizowane automatycznie.

Mobilny system do pomiarów meteorologicznych AGAT 30 (rys. 4) został zaprojektowany dla potrzeb wsparcia wojsk chemicznych. Niewielka i lekka stacja pomiarowa zapewnia pomiar, zapis i zobrazowanie sześciu parametrów określających warunki atmosferyczne. Zasadniczy element stacji – sensor meteorologiczny WXT520 wykonuje pomiary prędkości i kierunku wiatru, natężenia opadów atmosferycznych, ciśnienia atmosferycznego oraz temperatury i wilgotności względnej powietrza.



Rys. 2. Mobilny system do pomiarów meteorologicznych AGAT 20L [1]

Fig. 2. AGAT 20L Mobile meteorological measurement system [1]



Rys. 3. Mobilny system meteorologicznych pomiarów pionowego profilu wiatru AGAT 20S [2]

Fig. 3. AGAT 20S Mobile meteorological wind profile measurement system [2]



Rys. 4. Mobilny system do pomiarów meteorologicznych AGAT 30 [3]

Fig. 4. AGAT 30 Mobile meteorological measurement system [3]

4. RADIOTEODOLITOWY SYSTEM SONDAŻOWY



Rys. 5. Radioteodolitowy system sondażowy BAR [5]

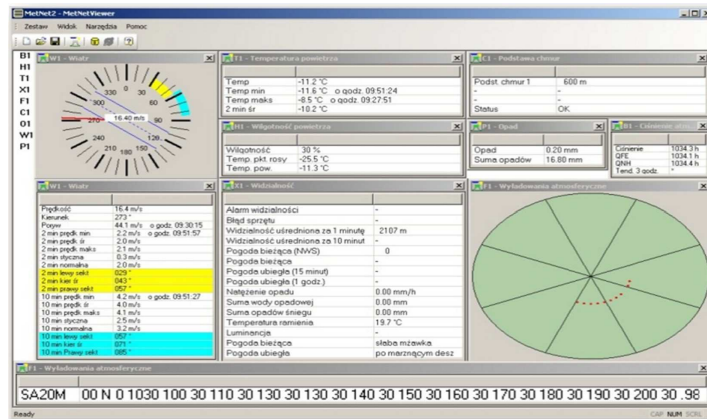
Fig. 5. BAR Radiotheodolite upper air sounding system [5]

Radioteodolitowy system sondażowy (rys. 5) przeznaczony jest do wykonywania sondaży atmosfery (sondaży aerologicznych), pomiarów przyziemnych wartości elementów meteorologicznych, przetwarzania danych i opracowania informacji dla potrzeb meteorologicznego zabezpieczenia wojsk rakietowych i artylerii. System przygotowuje informacje meteorologiczne w postaci graficznej i w postaci depech zgodnych ze standardami NATO, Światowej Organizacji Meteorologicznej (WMO) i Sił Zbrojnych RP.

5. OPROGRAMOWANIE DO PRZETWARZANIA I ZOBRAZOWANIA DANYCH POMIAROWYCH

Systemy do monitorowania warunków atmosferycznych zapewniają:

- prezentację aktualnych danych pomiarowych i wyników obliczeń statystycznych na różnorodnych urządzeniach zobrazowujących (laptopy, konsole) (rys. 6),
- archiwizację danych i narzędzia do ich przetwarzania, np. dla celów analizy zmienności warunków atmosferycznych (rys. 6),
- możliwości natychmiastowego informowania (np. z wykorzystaniem telefonii komórkowej) określonych grup użytkowników o wystąpieniu warunków atmosferycznych przekraczających wartości progowe zdefiniowane dla wybranych elementów meteorologicznych, np. temperatury, widzialności, prędkości wiatru.



Rys. 6. Zobrazowanie danych z pomiarów meteorologicznych [4]

Fig. 6. Meteorological measurement data displays[4]

6. PODSUMOWANIE

Nowoczesne rozproszone systemy pomiarowe wprowadzane na wyposażenie wojska umożliwiają konstruowanie zestawów pomiarowych ściśle dostosowanych do potrzeb użytkowników, a możliwość ich rozbudowy w dowolnym czasie pozwala uwzględniać aktualne uwarunkowania ekonomiczne. W systemach takich możliwe jest zintegrowanie wysoce specjalizowanych czujników pomiarowych od różnych producentów w celu uzyskania wyników najlepiej odpowiadających wymaganiom meteorologicznego zabezpieczenia działań różnych rodzajów sił zbrojnych.

LITERATURA

- [1] AGAT 20L, *Podręcznik użytkownika*, Aviomet, 2009.
- [2] AGAT 20S, *Podręcznik użytkownika*, Aviomet, 2007.
- [3] AGAT 30, *Podręcznik użytkownika*, Aviomet, 2008.
- [4] Jasiński J., Kumoch L., *Meteorological Measurement Systems with Dispersed Intelligence*, ECAM 2005, Utrecht, Holandia, 12-16.09.2005.
- [5] Jasiński J., Pietrek S., Współczesne systemy pomiarów parametrów meteorologicznych w warstwie granicznej atmosfery, *Materiały XIII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej Inżynierii Wojskowej „Eksploatacja infrastruktury w sytuacjach kryzysowych”*, Rynia, 18-20.10.2004.

Contemporary Measurement Systems for Meteorological Support of Military Operations

Janusz JASIŃSKI, Sławomir PIETREK

Abstract. Monitoring of weather conditions during planning and performing military operations is one of the basic elements supporting decision making processes and increasing effectiveness of armed forces operations. Current meteorological data facilitate prompt and effective reacting in dynamically changing situations in the battlefield while archive data (climatic) enable to assess prevailing meteorological conditions for the battle area.

The paper presents systems for direct measurements of meteorological elements for meteorological support of military operations – stationary airbase systems, mobile weather stations and radiotheodolite upper air sounding systems – introduced in the Polish armed forces in several recent years.

Keywords: meteorology, meteorological measurement systems, meteorological data