

Kosmiczne możliwości

O znaczeniu i rozbudowie Centrum Geomatyki Stosowanej WIG WAT opowiada GRZEGORZ NYKIEL, pracownik Wydziału Inżynierii Lądowej i Geodezji Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie

DAMIAN CZEKAJ: Z którego zakupu dokonanego w ramach projektu rozbudowy CGS jesteście szczególnie dumni?

GRZEGORZ NYKIEL: Wyróżniłbym dwa urządzenia. Pierwsze to symulator sygnałów GNSS (fot. na stronie obok). W naszym kraju nikt takiego nie ma, a w Europie niewiele jest ośrodków dysponujących podobnym sprzętem. To niezwykle zaawansowane urządzenie, którego zakup pochłonął niemal połowę budżetu naszego projektu. Ponadto wskazałbym na radiometr mikrofalowy. W Polsce do tej pory tylko Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej mógł się pochwalić zbliżonym rozwiązaniem. Trzy radiometry – ale dużo starsze od naszego i o innej konfiguracji – są zainstalowane na stacjach aerologicznych IMGW.

Nabyliście też kilka innych urządzeń [patrz ramka s. 18]. Tego nowego sprzętu jest całkiem sporo...

Bo i spektrum zainteresowań badawczych Centrum jest duże. Zajmujemy się nawigacją satelitarną, monitorowaniem stacji referencyjnych w Polsce (zarówno państwowej sieci ASG-EUPOS, jak i prywatnych), rozwojem algorytmów, metod obliczeniowych, badaniem troposfery i jonosfery z wykorzystaniem sygnałów satelitarnych oraz modelowaniem numerycznym pogody. Jesteśmy jednym z dwóch w Polsce i jednym z 16 w Europie centrów analiz sieci EPN (EUREF Permanent Network). Ponadto – wspólnymi siłami z Politechniką Warszawską – nadzorujemy i koordynujemy działalność wszystkich pozostałych centrów na kontynencie. Stąd też nasze zapotrzebowanie na rozbudowaną infrastrukturę sprzętową.

Poza tym w ramach projektu zakupiliśmy nie tylko rozwiązania satelitarne dla CGS, ale również specjalistyczny sprzęt dla Laboratorium Laserowej Teledetekcji Kosmicznej WAT, w tym komponenty do stacji obserwacyjnej z akwizycją danych oraz do laserowego profilometru atmosferycznego.

I wszystkie te urządzenia już działają?

Większość tak. Jedynie radiometr mikrofalowy nie pracuje jeszcze operacyjnie – wcześniej musieliśmy przygotować specjalną platformę, na której zostanie

on zamontowany. Całość – platforma z radiometrem – stanie na dachu Instytutu Optoelektroniki. Jest to najwyższy budynek na terenie kampusu WAT i zapewni najlepsze warunki obserwacyjne.

Co skłoniło was do zainicjowania tego projektu?

Nowy sprzęt to szansa na dalszy rozwój Centrum i prowadzonych przez nas badań, a także szerszą współpracę z ośrodkami naukowymi polskimi i zagranicznymi. Liczymy również na szerszą współpracę z sektorem komercyjnym.

Zależało nam na urządzeniach przyszłościowych, konkurencyjnych, które pozwolą w najbliższych latach ubiegać się o projekty naukowe zarówno krajowe (np. organizowane przez Narodowe Centrum Nauki i Narodowe Centrum Badań i Rozwoju), jak i zagraniczne (np. z Europejskiej Agencji Kosmicznej).

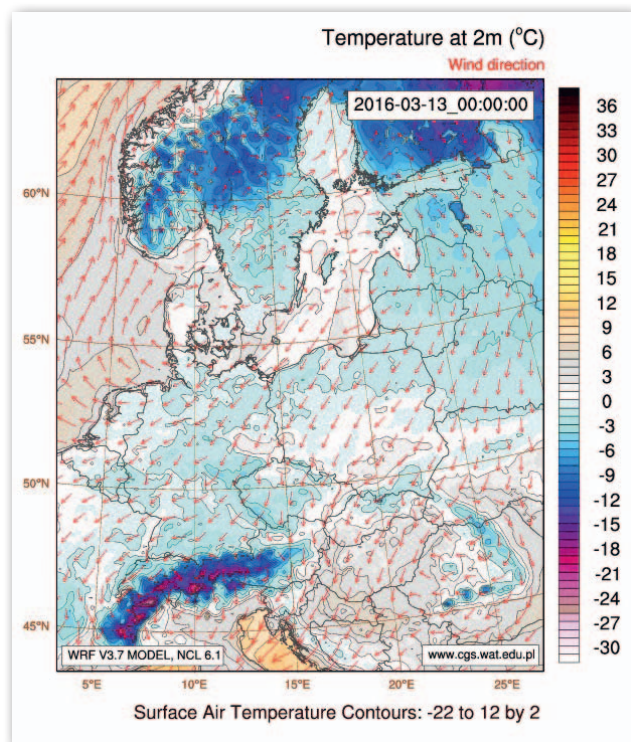
Zdecydowanie największy potencjał tkwi w symulatorze. Nasz instrument umożliwia symulowanie w tym samym czasie aż 9 różnych częstotliwości! W dobie dynamicznego rozwoju systemów nawigacji satelitarnej – mamy przecież GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, a także kilka lokalnych – jest to niezwykle ważna cecha. Możemy podłączyć do niego dowolny odbiornik GNSS i sprawdzić, jak sobie radzi z odbiorem sygnałów z wszystkich systemów, nawet tych, które nie są jeszcze w pełni operacyjne, jak np. Galileo (urządzenie asymuluje wszystkie planowane satelity). Ponadto symulator pozwala na testowanie różnych algorytmów przetwarzania sygnałów czy też badanie odbiorników w sytuacjach ekstremalnych. Możemy

choćby zasymulować następującą sytuację – kładziemy odbiornik na samolocie odrzutowym i sprawdzamy, jak on w takich warunkach odbiera sygnał. Z naukowego punktu widzenia jest tutaj duże pole do popisu, szczególnie że do tej pory podobnych badań raczej się w Polsce nie wykonywało. Testowanie odbiorników to również wyjście naprzeciw zapotrzebowaniu rynku, na którym pojawia się coraz więcej nowych rozwiązań.

Z kolei zakupiony przez nas radiometr – dzięki któremu uzyskujemy profile temperatury i wilgotności m.in. do modelowania pogody oraz wyznaczania opóźnienia troposferycznego, które trzeba uwzględnić podczas ustalania pozycji. Także w przypadku tego urządzenia zakres potencjalnych badań i zastosowań jest bardzo szeroki. Poza tym mamy jeszcze inne instrumenty. Na brak pracy raczej nie powinniśmy narzekać.

Jak przebiegała realizacja projektu?

Mieliśmy bardzo mało czasu. Dokumentację projektową zaczęliśmy pisać



Efekty numerycznego modelowania pogody w CGS WAT – od lewej:



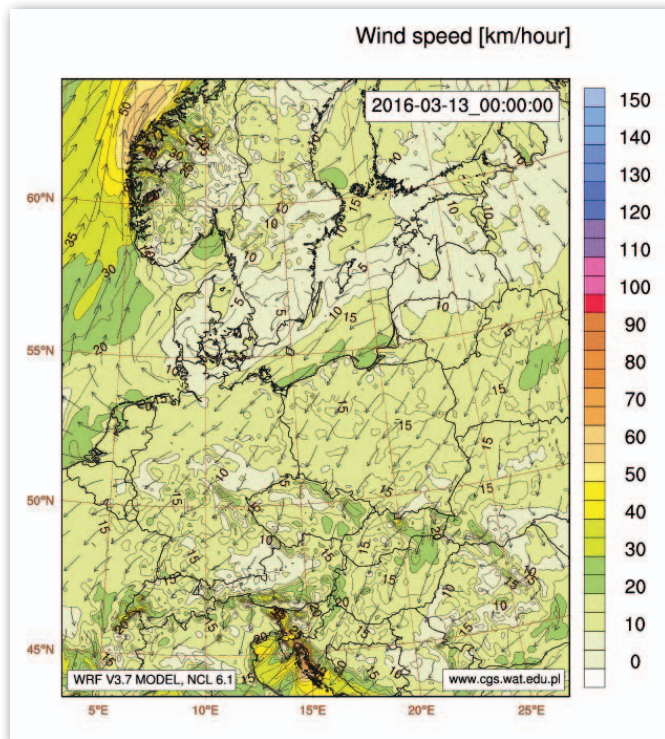
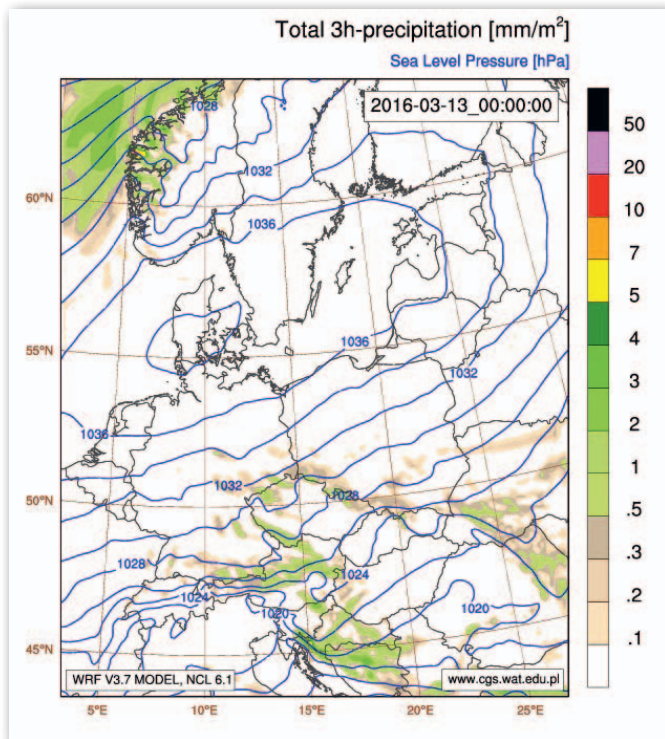
Grzegorz Nykiel przy symulatorze sygnałów GNSS

Rozbudowa CGS WAT

Z upływem 2015 r. zakończył się projekt „Rozbudowa Obserwatorium Satelitarnego Centrum Geomatyki Stosowanej Wojskowej Akademii Technicznej”, który był realizowany w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego na lata 2007-13. Całkowita wartość przedsięwzięcia wyniosła 4,85 mln zł (poziom dofinansowania – 85%). Głównym celem projektu realizowanego pod kierunkiem prof. Mariusza Figurskiego był dalszy rozwój Obserwatorium Satelitarnego CGS WAT. Polegał on na zwiększeniu możliwości technicznych w zakresie monitorowania nawigacyjnych systemów GNSS oraz stworzeniu infrastruktury sprzętowej do realizacji badań naukowych i aplikacji przemysłowych związanych z rozwojem tej dziedziny.

na początku zeszłego roku, parę miesięcy później nastąpiło rozstrzygnięcie konkursu i otrzymaliśmy dofinansowanie, które musieliśmy wykorzystać i rozliczyć do końca 2015 r. Mimo tych ograniczeń czasowych udało nam się kupić wszystko to, co wcześniej zaplanowaliśmy. Sam sprzęt nabyliśmy w drodze tradycyjnej procedury przetargowej. Zgłosiło się kilku producentów i wybraliśmy najkorzystniejsze propozycje. Jedynie w przypadku radiometru mikrofalowego wpłynęła pojedyncza oferta, bo w Europie jest tylko jedna firma, która produkuje tego rodzaju rozwiązania. Tworząc specyfikację przetargową, odpowiadaliśmy sobie na pytanie, do jakich badań będziemy dane

Fot.: CGS WAT



temperatura, opady, prędkość wiatru

Fot.: CGS WAT

narzędzie wykorzystywać i czego od niego oczekujemy. Nasze wymagania – np. w stosunku do symulatora – były na tyle duże, że wzbudziły zdziwienie wielu producentów. Do tej pory niewiele ośrodków w Europie zgłaszało zapotrzebowanie na tak kompleksowy i drogi sprzęt.

Myślicie już o kolejnej rozbudowie?

Na razie nie mamy takich planów. Sprzęt, który teraz posiadamy, w zupełności zaspokaja nasze potrzeby. Ale oczywiście nie wiadomo, co będzie jutro. Być może uda nam się pozyskać jakiś wieloaspektowy projekt i niezbędny będzie zakup dodatkowych rozwiązań. Na razie osławiamy się z tym, co mamy. Większość z kupionych przez nas urządzeń to nowy sprzęt, z którym wcześniej w CGS nie mieliśmy do czynienia. Teraz nie tyle rozwijamy istniejącą infrastrukturę Centrum, ile tworzymy nową. Staramy się jak najlepiej zorganizować, integrujemy wszystkie elementy, aby móc je później efektywnie wykorzystać. Sprawa jest przecież dość świeża – rozbudowę CGS zakończyliśmy

raptem parę miesięcy temu, a radiometr nadal czeka na instalację.

Ale podjęliście już jakieś bardziej konkretne działania...

Pierwszy wniosek do projektu, w którym wykorzystamy nowy sprzęt, został już złożony i dotyczy ściślejszego połączenia technik pomiarowych GNSS, meteorologicznych i numerycznych modeli pogody w zabezpieczeniu działań sił zbrojnych RP. Zastanawiamy się również nad kilkoma innymi projektami.

Jest jednak zdecydowanie za wcześnie, aby móc mówić o jakichś szczegółach. Poza tym prowadzimy wstępne rozmowy z firmami, które byłyby np. zainteresowane testowaniem swoich rozwiązań. Rynek geodezji satelitarnej, a już w szczególności odbiorników GNSS na tyle szybko się rozwija, że chętnych na świadczone przez nas usługi nie powinno zabraknąć.

Warto również wspomnieć, że Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, na którym realizowana była część przedsięwzięcia, zobowiązał się do zatrudnienia w 2016 r.

dwóch osób (w tym jednej kobiety), które będą pracowały z nowym sprzętem przez 5-letni okres trwałości projektu. To znacznie wzmocni nasz zespół. Obecnie poszukujemy takich osób – absolwentów geofizyki, elektroniki, geodezji lub fizyki.

Czy z nowego sprzętu będą korzystać studenci?

Oczywiście. Już zdążyliśmy wydać kilka tematów prac dyplomowych – głównie magisterskich – związanych z wykorzystaniem np. symulatora GNSS. Ten sprzęt nie będzie dostępny „na co dzień” w trakcie zajęć, bo nie jest do tego przystosowany. Natomiast doktoranci i studenci piszący prace dyplomowe czy wykonujący projekty w ramach działalności w kołach naukowych będą mogli z niego korzystać bez ograniczeń.

Zapewne pan sam też skorzysta z tych urządzeń. Może podczas prac nad doktoratem?

Przy doktoracie na pewno nie (*śmiech*). Przede mną już tylko obrona.

Rozmawiał Damian Czekaj

Co zakupiono w ramach projektu rozbudowy Centrum Geomatyki Stosowanej WAT?

● **Symulator sygnałów GNSS Spirent GSS9000** charakteryzuje się możliwością jednoczesnego symulowania sygnału na 108 fizycznych kanałach (9 modułów po 12 kanałów każdy). Taka konfiguracja



oraz aktywowane licencje pozwalają na jednoczesne symulowanie i analizę sygnałów dla wszystkich dostępnych częstotliwości satelitów systemów GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, SBAS.

● **Oprogramowanie do symulatora SimGEN** odpowiada za konfigurowanie oraz zarządzanie procesem symulacji. Rozwiązanie umożliwia m.in. kompleksowe definiowanie symulowanego punktu oraz jego trajektorii, a także określanie modeli wielodrożności, wpływu troposfery i jonosfery na pomiary GNSS.

● **Odbiornik softwarowy GNSS IFEN SX3** (na fot. poniżej z lewej) stanowi narzędzie do weryfikacji oraz walidacji rozwiązań



systemowych stosowanych w tradycyjnych odbiornikach GNSS. Pozwala na odbieranie sygnałów na wszystkich obecnie dostępnych częstotliwościach satelitów GPS, Galileo, GLONASS oraz BeiDou.

● **Wysokoczęstotliwościowy odbiornik GNSS Javad Delta 3S** (na fot. powyżej z prawej) charakteryzuje się liczbą 860 fizycznych kanałów, co umożliwia w jednym czasie obserwację wszystkich dostępnych satelitów i częstotliwości (GPS L1/L2/L5, Galileo E1/E5A/E5B/E6, GLONASS L1/L2/L3, QZSS L1/L2/L5, BeiDou B1/B2/B3, SBAS L1/L5).

● **Radiometr mikrofalowy RPG HATPRO G4** pełni istotną funkcję w badaniach stanu troposfery, która wpływa na propagację sygnałów mikrofalowych wykorzystywanych przez satelitarne systemy nawigacyjne. Dzięki zastosowaniu dwóch pasm częstotliwości (22,24-31,4 GHz oraz 51,0-58,0 GHz) umożliwia on pasywny, ciągły po-



Fot.: Radiometer Physics

miar profili temperatury i wilgotności w troposferze do wysokości 10 km. Ogromną zaletą pozyskanego radiometru mikrofalowego jest możliwość pomiaru opóźnienia troposferycznego w kierunku do satelitów systemów GPS i Galileo.

● **Mikroskop ramanowski inVia Renishaw** (który w ramach projektu został rozbudowany i zmodernizowany) oraz sprzężony z nim **mikroskop sił atomowych** pozwalają uzyskać mikroskopowe mapy opisujące rozkład ładunku elektrostatycznego, przewodność elektryczną czy przewodność termiczną. Mogą być również wykorzystane do badania kształtu oraz rozmiarów pyłu na powierzchni ciał niebieskich.

● **Komponenty do stacji obserwacyjnej z akwizycją danych**, która umożliwi wysokorozdzielczą obserwację przestrzeni kosmicznej ze zautomatyzowaną rejestracją obrazu.

● **Komponenty do laserowego profilometru atmosferycznego**, który jest wykorzystywany do analizy struktury gęstości i dynamiki atmosfery od poziomu gruntu aż do rejonów kosmicznej próżni.

Źródło: WAT

