

(10 Hz) dwóch odbiorników umieszczonych po północnej NM (niebieski) i południowej SM (zielony) stronie głównego przęsła. Wyraźnie widoczny jest ruch skrętny konstrukcji oraz reakcja całego obiektu na ekscentryczne obciążenie o dynamicznym charakterze.

Kolejne dwa wykresy (rys. 5) przedstawiają odkształcenia konstrukcji wywołane równomiernym obciążeniem każdej ze stron jezdni podczas przejazdu pojazdów widocznych na rysunku. Amplituda względnej zmiany wysokości głównego przęsła sięga w tym wypadku 4 i 3 cm.

Oprócz odkształceń będących bezpośrednim skutkiem przyłożonej siły, bardzo istotna jest informacja o drganiach własnych konstrukcji ujawniających stopień jej reakcji na wymuszenia dynamiczne (ruch uliczny, tektonika, atmosfera, hydrosfera). Aby określić częstotliwość drgań własnych, zebrane dane wstępnie przetworzono, a następnie podano szybkiej transformacji Fouriera. Wszystkie odbiorniki ujawniły częstotliwość oscylacji równą 0,931 Hz (rys. 6). Jest ona zbliżona do wartości 0,95 Hz uzyskanej podczas badań odbiorczych obiektu [Olaszek, Ładoga, 2003]. Dla północnych pylonów (składowe poziome) odnotowano dodatkowo drgania o częstotliwości 1,274 Hz – również odpowiadające wynikom otrzymanym podczas badań odbiorczych. Z kolei strona południowa drgała podczas sesji z częstotliwością 1,32 Hz.

## ● TAK DLA POMIARÓW GNSS

Przeprowadzone doświadczenia pozwalają patrzeć optymistycznie na możliwości wykorzystania wysokoczęstotliwościowych pomiarów GNSS w badaniu dynamiki konstrukcji inżynierskich. Technologia satelitarnego wyznaczenia pozycji staje się poważną alternatywą dla innego typu czujników przemieszczeń. Główną wadą tego rozwiązania jest wciąż niska dokładność w długich okresach: rzędu 2 cm dla składowej pionowej i 1 cm dla współrzędnych poziomych. W przypadku wielu obiektów problemem może być również zbyt niska częstotliwość wyznaczania pozycji oraz konieczność uzyskania rezultatów o wysokiej wiarygodności (na poziomie ufności min. 95%).

Trzeba jednak pamiętać, że stan obiektu mostowego zostanie przedstawiony w pełni tylko przy połączeniu obserwacji geometrycznych z fizycznymi, ponieważ oba rodzaje monitoringu wzajemnie się

uzupełniają. W żadnym wypadku wdrożenie nowego systemu bazującego na zintegrowanej pracy odbiorników GNSS czy sieci pochylomierzy nie może zastąpić istniejących rozwiązań badających poziom naprężeń, oddziałujących sił itd. Natomiast prowadzenie analiz przy zastosowaniu jedynie pomiarów względnych dostarcza tylko danych w odniesieniu do pojedynczego punktu i nie przedstawia modelu obiektu w ujęciu całościowym.

Współczesna geodezja inżynierska stoi zatem przed nie lada wyzwaniem. Na barkach geodetów spoczywa bowiem obowiązek dostarczania coraz to efektywniejszych narzędzi, technik i algorytmów pomiarowych, które będą w stanie sprostać wymaganiom wykonawców i projektantów.

DR INŻ. KRZYSZTOF KARSZNIA

(specjalizuje się w zagadnieniach geodezji zintegrowanej i monitoringu strukturalnego, kierownik działu Monitoringu Geodezyjnego Leica Geosystems Sp. z o.o.)

MGR INŻ. MACIEJ WRONA

(specjalizuje się w zagadnieniach monitoringu strukturalnego konstrukcji inżynierskich, asystent w Zakładzie Geomatyki Stosowanej na Wydziale Inżynierii Lądowej i Geodezji WAT w Warszawie)

RECENZENT:

PROF. DR HAB. WOJCIECH PACHELSKI  
(Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie)

## Literatura

- Brown, D.J., 2007: Mosty, Trzy tysiące lat zmagania z naturą, Wydawnictwo „Arkady”, Warszawa;
- Brown N., Troyer L., Zelzer O., Van Craenenbroeck J., 2006: Advances in RTK and post Processed Monitoring with Single Frequency GPS, „Journal of Global Positioning Systems”, vol. 5, No. 1-2;
- Figurski M., Chmielewski M., Kroszczyński K., Kamiński P., Gałuszkiewicz M., Wrona M., 2007: System autorski WAT, GEODETA 12/2007;
- Karsznia K., 2007: Nic nie jest statyczne, czyli system strukturalnego monitoringu przemieszczeń i odkształceń Leica GeoMoS, GEODETA 9/2007;
- Karsznia K., 2008: Wykrywanie słabych punktów, Geodezyjny i geotechniczny monitoring w ujęciu dynamicznym, „Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie”, lipiec-sierpień 2008;
- Karsznia K., Wrona M., 2009: Zintegrowane systemy monitoringu geodezyjnego w badaniu dynamiki konstrukcji inżynierskich obiektów budowlanych, GEODETA 3/2009;
- Olaszek P., tagoda M., 2003: Badania w trakcie budowy i odbioru mostu Siekierskiego w Warszawie, II Sympozjum Badania i diagnostyka mostów, Opole;
- Ołdziejewska A., Berger A., 2006: Budowa mostu podwieszonoego przez Wisłę w Płocku, „GEOINŻYNIERIA drogi mosty tunel”, 03/2006;
- Van Craenenbroeck J., 2007: Continuous Beam Deflection Monitoring Using Precise Inclinometers, Strategic Integration of Surveying Services, FIG Working Week 2007, Hong Kong SAR, China 13-17 May 2007;
- Wong Kai-yuen, Man King-leung, Chan Wai-ye, 2006: Monitoring Hong Kong's Bridges Real Time Kinematic Spans the Gap, GPS World & Advanstar Publication

## KRÓTKO

● ArcGIS Business Analyst Online firmy ESRI to nowa aplikacja przeznaczona do przeprowadzania analiz społecznych i ekonomicznych w środowisku przeglądarki internetowej; umożliwia szybkie i proste generowanie raportów, wykresów i map tematycznych, a także przeprowadzanie złożonych analiz przestrzennych; dzięki intuicyjnemu interfejsowi jego obsługa nie wymaga doświadczenia w programowaniu czy obsłudze programów GIS; aplikacja przeznaczona jest przede wszystkim dla analityków rynku oraz planistów.

● Kanadyjska firma **Geo-Plus Geomatics** wypuściła na rynek VisionPlus 2009 do pomiarów geodezyjnych; aplikacja służy do końcowej obróbki wyników pomiarów w terenie i umożliwia zarządzanie rysunkiem z zastosowaniem narzędzi COGO; w najnowszej wersji usprawniono zarządzanie projektami budowlanymi, ułatwiono wprowadzanie granic działek oraz umożliwiono pełną integrację danych z oprogramowaniem AutoCAD, Civil 3D, MicroStation i Powerdraft.

● Firma **LizardTech** wypuściła na rynek bezpłatny program GeoViewer 3.0 przeznaczony do przeglądania rastrowych i wektorowych danych przestrzennych; aplikacja umożliwia przeglądanie warstw z różnych źródeł (m. in. z serwerów WMS i JPIP) oraz ich eksport do formatów GeoTIFF, Jpeg, Jpeg2000, MrSID oraz PNG; GeoViewer jest samodzielnym programem będącym kontynuacją serii płatnych produktów pod nazwą GeoExpress View.

● Wrocławska firma **Softline** opracowała na zlecenie Departamentu Kontroli na Miejscu ARiMR nakładkę M-ZMK do swojego głównego produktu – programu C-Geo; zestaw C-Geo M-ZMK zostanie wykorzystany podczas tegorocznej kampanii kontroli na miejscu metodą inspekcji terenowej; dzięki niemu można łatwo przygotowywać dokumentację i opracowywać dane pomiarowe ze wszystkich stosowanych w Agencji typów odbiorników GPS; nakładka wykorzystuje źródła danych w formatach XML, SHP, GeoTIFF, CIT i MDB.

● Aplikacja **TatukGIS Editor 2.0** polskiej firmy **TatukGIS** oferuje m.in.: obsługę skryptów w języku Pascal i Basic, blisko 3 tys. zdefiniowanych układów współrzędnych, obsługę formatów TAB, DWG2000, LandXML, MS SQL, PostGIS, Oracle GeoRaster, ArcSDE Raster, Surfer Grid i innych, reprojekcję w locie danych rastrowych i wektorowych oraz kompatybilność ze standardami WMS, WMS i KML.