Artykuł recenzowany: Wykorzystanie systemu monitoringu geodezyjnego do ciągłej kontroli zmian geometrycznych konstrukcji obiektów mostowych

ŁĄCZĄC BRZEGI

STRESZCZENIE: Artykuł „Łącząc brzegi" opisuje problematykę geodezyjnych pomiarów konstrukcji mostowych. Ze względu na coraz większą skalę wznoszonych obiektów istnieje potrzeba dostarczania coraz lepszych narzędzi do wiarygodnej kontroli odkształceń i przemieszczeń konstrukcji. Jest to niezbędne dla zweryfikowania faktycznego stanu technicznego obiektu oraz zapewnienia najwyższego stopnia bezpieczeństwa. Oprócz licznych instalacji monitoringu geodezyjnego na świecie, autorzy przedstawili przykłady pierwszych w Polsce testów pomiarowych na obiektach mostowych. Opisano zintegrowany system monitoringu geodezyjnego wykorzystany do pomiarów na moście w Cigacicach. Drugi z testów dotyczy zastosowania wysokoczęstotliwościowych pomiarów GNSS w badaniu dynamiki konstrukcji Mostu Siekierkowskiego w Warszawie.

ABSTRACT: The article „Connecting banks" describes issues of bridge construction measurements using new survey methods. Increasing scale of emergent constructions needs better measurement tools for reliable control of deformations and movements of the object. It is essential to verify condition of the construction and provide the highest level of safety. Authors characterize sample monitoring installations and first measurement tests on bridges in Poland. Integrated measurements techniques were used on construction in Cigacice. Second test was taken on Siekierkowski Bridge in Warsaw using high rate GNSS data for measurements of the construction dynamics.

KRZYSZTOF KARSZNIA,
MACIEJ WRONA

Mosty od wieków łączyły ludzi, przyczyniając się do rozwoju cywilizacyjnego. Konieczność zapewnienia szybkiej i rozwiniętej na dużą skalę komunikacji stawia obecnie przed architektami i planistami spore wyzwania. Światowe osiągnięcia w dziedzinie budowy mostów są imponujące, jak choćby wielokilometrowe obiekty w Hongkongu, Japonii, Chinach, USA, Francji, Danii czy Wielkiej Brytanii. W Polsce kilometrowe przeprawy (w budowie lub już zrealizowane) są m.in. we Wrocławiu, Gdańsku, Płocku, Puławach i Toruniu. Każdy z tych obiektów jest niepowtarzalny, a konieczność permanentnej obserwacji ich stanu – niepodważalna.

Systemy ciągłego monitoringu obiektów inżynierskich, w tym mostowych, były i są tematem wielu opracowań [Wong i in., 2006; Brown i in., 2006; Figurski i in., 2007; Karsznia, Wrona, 2009]. Geodezyjny monitoring obiektów inżynierskich jest działaniem kompleksowym. W przeciwieństwie do okresowego pomiaru kontrolnego, w sposób ciągły dostarcza wiarygodnych informacji o zmianach geometrii badanej konstrukcji. Uruchomienie takiego spójnego systemu kontrolno-pomiarowego wymaga współpracy wielu specjalistów oraz jasnego podziału kompetencji. Dane dostarczone przez geodetów muszą być umiejętnie zinterpretowane, tak by odpowiednie służby natychmiast uzyskały wiarygodną informację o stanie danej struktury. Pozwala to na podjęcie odpowiednich kroków zaradczych, zanim wykryte niepokojące zjawisko stanie się niebezpieczne dla życia i zdrowia ludzi, a także zagrozi mieniu i okolicznej infrastrukturze.

SIŁY DZIAŁAJĄCE NA MOSTY

Wykonanie projektu monitoringu mostu oraz przygotowanie harmonogramu wdrożenia i eksploatacji takiego systemu wymaga interdyscyplinarnej współpracy geodetów, mostowców, geologów czy geotechników. Wcześniej należy zapoznać się z warunkami geologicznymi i hydrogeologicznymi bezpośredniego otoczenia mostu, warunkami atmosferycznymi panującymi w miejscu budowanej przeprawy, rodzajem konstrukcji realizowanego obiektu, danymi technicznymi, działającymi na konstrukcję siłami itp. Analizując właściwości fizyczne mostu, w sposób szczególny rozpatrujemy przejęcie, przeniesienie i wykorzystanie sił, którym obiekt jest poddany. Siły te mają trzy źródła: ciężar własny mostu, obciążenia użytkowe przemieszczające się po moście oraz obciążenia zewnętrzne – środowiskowe, jak wiatr, oddziaływanie wody czy sejsmika otoczenia [Brown D.J., 2007].

Oddziaływanie tych czynników na konstrukcje może być różne – w zależności od materiału, typu konstrukcji, sposobu użytkowania mostu oraz jego lokalizacji. Jednak w ustroju każdego mostu fizyczny charakter sił można sprowadzić do czterech typów: rozciąganie, które działa na materiał odśrodkowo, ściskanie – działające dośrodkowo, ścinanie – dążące do rozwarstwienia materiału oraz skręcanie. Właściwość materiału niezbędna do przenoszenia tych sił jest nazywana wytrzymałością. Kombinacja różnych typów sił wewnętrznych i różnych cech wytrzymałościowych jest podstawą do rozróżnienia głównych rodzajów mostów. Przy rozważaniu sposobu, w jaki rozchodzą się siły w podstawowych typach konstrukcji, istotne jest ustalenie, jak obiekt współpracuje z podłożem. W przypadku belek siły ściskające i rozciągające równoważą się wewnątrz ustroju nośnego, tak że na grunt przenoszone są tylko obciążenia pionowe. To samo dotyczy konstrukcji wspornikowych podpartych centralnie. Łuki charakteryzują się tendencjami do rozpierania podłoża, z jednoczesnym oddziaływaniem pionowym.

Z racji swojej funkcjonalności, a także rozmiarów, na szczególną uwagę zasługują mosty podwieszone i wiszące [Ołdziejewska, Berger, 2006]. Dzięki stosowanym przy ich budowie rozwiązaniom możliwe jest konstruowanie coraz dłuższych przęseł i pokonywanie coraz szerszych przeszkód. W Polsce na uwagę zasługuje most na Wiśle w Płocku, którego całkowita długość wynosi 1200 m.

MONITORING TSING MA

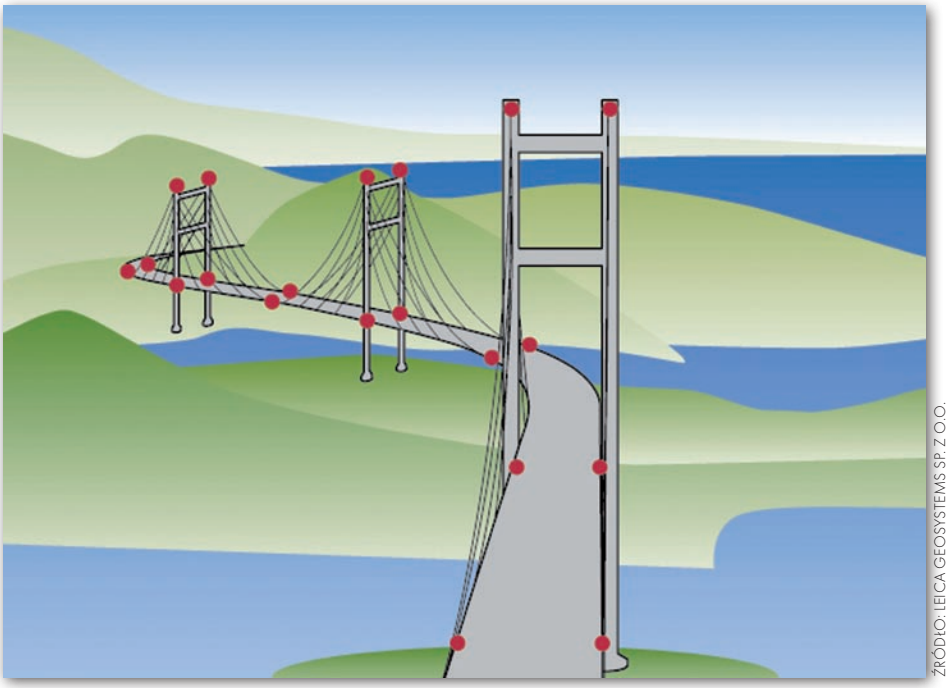
Najdłuższym na świecie mostem podwieszanym jest Tsing Ma w Hongkongu, który obsługuje ruch kołowy oraz kolejowy. Składająca się z trzech „segmentów" konstrukcja przebiega w sumie na przestrzeni 3,5 km – długość przeprawy Tsing wynosi bowiem 1377 m, a pozostałe (Kap Shui Mun oraz Tiang Kau) mają odpowiednio 1177 m i 820 m. Jak wiele innych mostów podwieszanych, konstrukcja ta pracuje w granicach od kilku centymetrów do kilku metrów – zależnie od panujących obciążeń. Chociaż wydaje się, iż warunki te nie stanowią zagrożenia dla tego typu konstrukcji, jednak nasilanie się drgań i obciążeń w czasie może być powodem zagrożenia stabilności przeprawy.

W tym przypadku zastosowanie znajduje system monitoringu bazujący na technice pomiaru GNSS w czasie rzeczywistym (RTK), który pozwala wyznaczyć przemieszczenia z centymetrową dokładnością oraz na bieżąco śledzić ruchy konstrukcji spowodowane wiatrem, zmianami temperatur oraz obciążeniami. Nowo wdrożone rozwiązanie jest uzupełnieniem dotychczasowego systemu monitoringu klasycznego. Takie kompleksowe podejście umożliwia wyznaczanie bieżących przemieszczeń lin i dźwigarów, a także pylonów. Otrzymane wartości służą do określania stanu sił i naprężeń działających w elementach konstrukcji. Dzięki interpretacji wyników oraz zastosowania do analiz metody elementów skończonych (FEM) powstaje model, którego rozwiązanie umożliwia identyfikację zagrożeń oraz ich przewidywanie.

CELE I ELEMENTY SKŁADOWE MONITORINGU

Do głównych celów stawianych systemom monitoringu obiektów mostowych zaliczamy:

- rejestrowanie parametrów przemieszczeń, odzwierciedlanie obciążeń i warunków naprężeń;
- dostarczanie ciągłych informacji do oszacowania rozkładu naprężeń/skręceń głównych elementów konstrukcji;
- dokumentowanie nienaturalnych obciążeń/zjawisk, takich jak silne wiatry, trzęsienia ziemi, przeciążenia związane z intensywnym ruchem pojazdów, kolizje statków z podporami mostów;
- wykrywanie uszkodzeń lub kumulacji czynników niszczących konstrukcję mostu;
- szacowanie zdolności obciążeniowej;
- weryfikacja i walidacja założeń konstrukcyjnych;
- dostarczanie informacji dla celów napraw/utrzymania i inspekcji.



ŹRÓDŁO: LEICA GEOSYSTEMS SP. Z O.O.

Rys 1. Miejsca proponowanego rozmieszczenia sensorów – odbiorników GNSS oraz precyzyjnych pochyłomierzy – na konstrukcji mostu podwieszonego

Zintegrowany monitoring geodezyjny mostów, podobnie jak w przypadku obiektów budowlanych [Karsznia, Wrona, 2009], spełnia dwie podstawowe funkcje. Po pierwsze – pozwala na sprawne i wiarygodne prowadzenie prac realizacyjnych podczas budowy, a po drugie – daje możliwość permanentnej oceny stanu obiektu po jego wykonaniu.

W skład systemu monitoringu mostu wchodzi na ogół pięć elementów:

- lokalny system pozyskiwania danych zbierający informacje o wartościach fizycznych konstrukcji mostu,
- system pozyskiwania danych geometrycznych (GNSS, tachimetria precyzyjna, niwelacja, sieć pochyłomierzy) w zewnętrznym układzie,
- centrum zarządzania – komputer z oprogramowaniem analizującym,
- infrastruktura teleinformatyczna (światłowody, sieć LAN),

ŹRÓDŁO: LEICA GEOSYSTEMS SP. Z O.O.

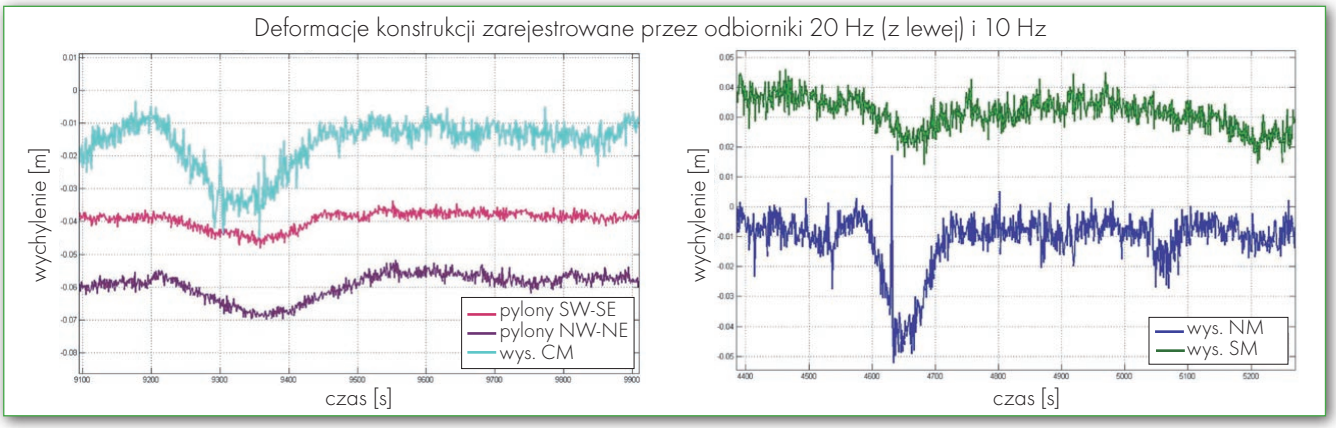
Rys. 2. Sprzęt pomiarowy na moście w Cigacicach

Rys. 3. Rozmieszczenie odbiorników GNSS na Moście Siekierkowskim

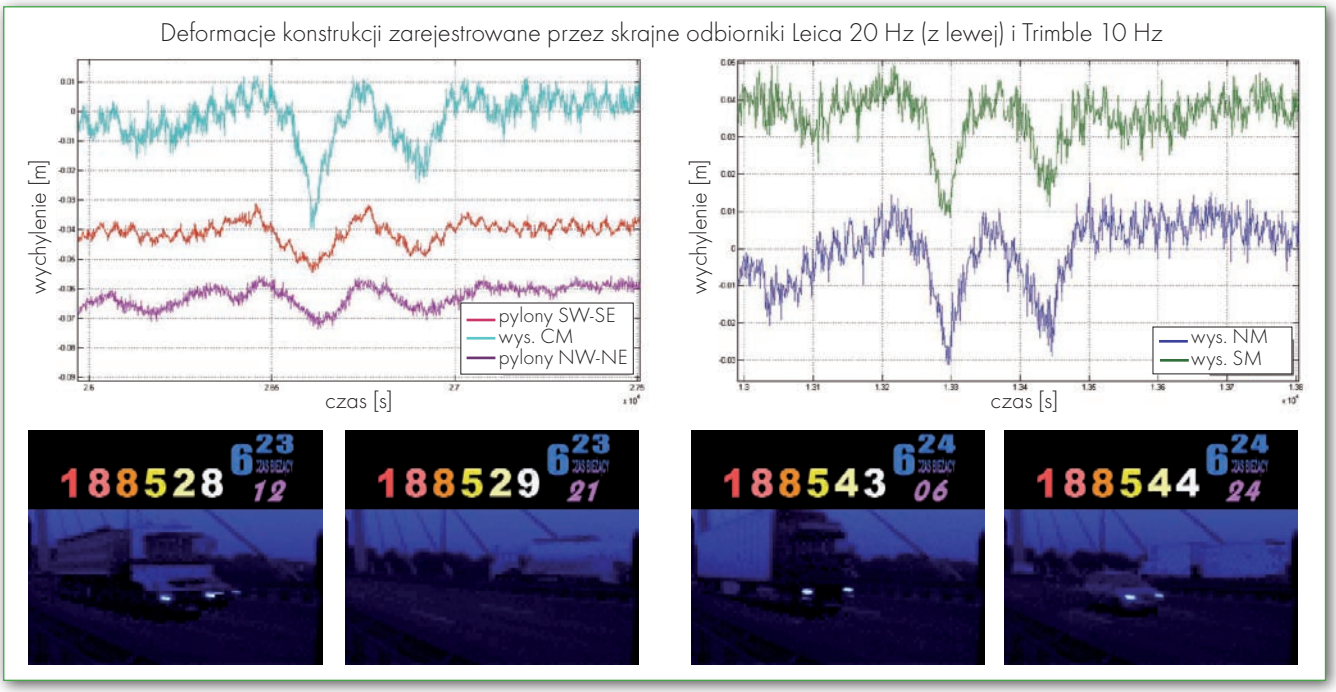
- infrastruktura łączności (radio, transmisja GPRS).

INSTRUMENTY POMIAROWE

Nie istnieją dwie identyczne przeprawy. Choćby same różnice w wykonawstwie, położeniu i warunkach eksploatacji przesądzają o indywidualnym charakterze każdej z nich. Nie ma zatem uniwersalnych systemów pomiarowych znajdujących zastosowanie dla każdej konstrukcji. Oczywiste jest również, że instrumenty wykorzystujące różne technologie są odpowiednie do badania różnego typu objawów wymuszenia (naprężenia, odkształcenia). Z tego powodu w systemach monitoringu wykorzystywane są rozmaite sensory dostosowane do charakterystyki budowli. Analizując systemy monitoringu na różnych obiektach, można dokonać pewnego usyste-



Rys. 4. Przejazd dwóch ciężarowych aut po północnej stronie jezdni



Rys. 5. Równomierne obciążenie głównego przęsła mostu

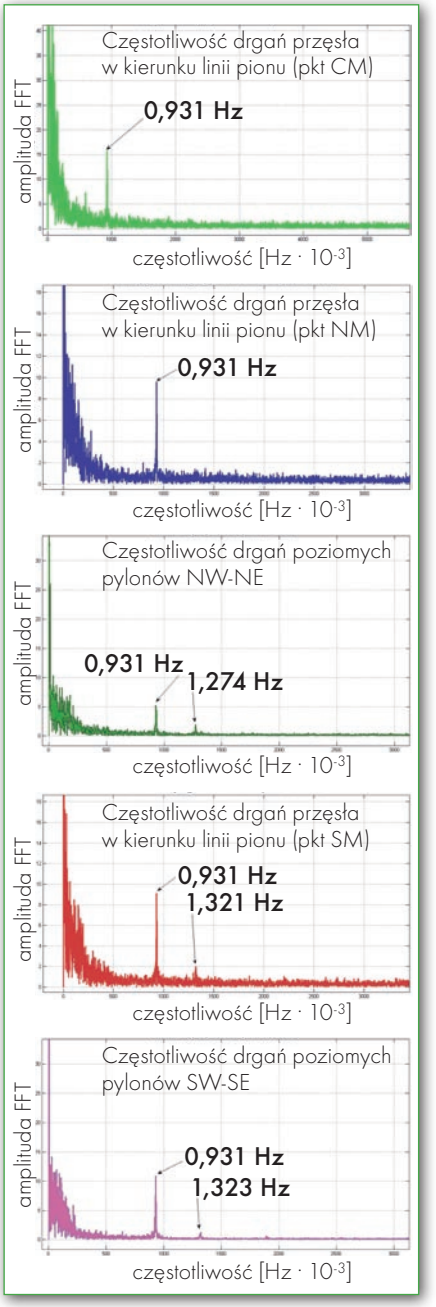
matyzowania zasad ich działania. Najbardziej popularnymi instrumentami geodezyjnymi pracującymi w sposób niezależny bądź zintegrowany są odbiorniki satelitarne GNSS (GPS + GLONASS) o częstotliwości pozycjonowania od 20 do nawet 100 Hz, pochyłomierze i sieci pochyłomierzy, niwelatory cyfrowe (precyzyjne i techniczne) oraz precyzyjne tachimetry elektroniczne nowej generacji wyposażone w szybkobieżne serwomotory.

Popularność odbiorników GNSS podyktowana jest ich uniwersalnością oraz bezobsługową pracą w każdych warunkach pogodowych. Najczęściej montowane są w miejscach maksymalnych oczekiwanych wartości przemieszczeń – na końcach krawędzi przęseł, w ich połowie oraz w ¼, a także na pylonach. Dane pozyskiwane w rezultacie pomiaru GNSS integrowane są z pozostałymi danymi. W tym celu używane jest specjalistyczne oprogramowanie, np. Leica GeoMoS [Karsznia, 2007].

Pochyłomierze dają możliwość rejestracji pracy konstrukcji w ujęciu punktowym lub sieciowym. Przy znanych parametrach fizycznych konstrukcji mostu oraz rodzaju materiału można na podstawie obserwowanych zmian kątów pochyleń płaszczyzny wyznaczać wartości działających na nią obciążeń [Van Craenenbroeck, 2007]. Taki monitoring – bazujący na integracji wartości geometrycznych (przemieszczenia w czasie) i fizycznych (prawo Hooka) – daje wiarygodny obraz zachowania się całej konstrukcji oraz umożliwia podjęcie konkretnych działań zaradczych (wstrzymanie ruchu na moście, rejestracja czynników wywołujących nadmierne obciążenia itp.).

PIERWSZE W POLSCE TESTY

Na uwagę zasługuje jeden z pierwszych w Polsce testów geodezyjnego ciągłego monitoringu przeprawy mostowej, który miał miejsce w dniach 27-28 sierpnia 2007 r. w miejscowości Cigacice (projekt Leica Geosystems Polska we współpracy z Uniwersytetem Zielonogórskim). Charakter tego obiektu, jak również rodzaje obciążeń (spowodowanych wahadłowym ruchem pojazdów) pozwoliły na dobór instrumentarium (rys. 2). Test wykonano przy użyciu precyzyjnego tachimetru elektronicznego Leica TCRP1203 z zestawem luster do monitoringu oraz precyzyjnego niwelatora cyfrowego Leica DNA03 z kompletem łat inwarowych [Karsznia, 2008]. Integracja pomiarów



Rys. 6. Częstotliwości drgań własnych poszczególnych elementów konstrukcji obliczona z godzinnej sesji pomiarowej

oraz prezentacja wyników monitoringu wykonana została w oprogramowaniu GeoMoS Monitor (konfiguracja sensorów, definicja cykli pomiarowych) oraz Analyzer (graficzna prezentacja wyników).

POMIARY NA MOŚCIE SIEKIERKOWSKIM

Kolejnym interesującym przedsięwzięciem pomiarowym było wykorzystanie przez Zakład Geomatyki Stosowanej obserwacji GNSS w badaniu dynamicznego zachowania Mostu Siekierkowskiego w Warszawie. Udział w testach wzięli również przedstawiciele Zarządu Dróg i Mostów, Warszawskiego Przedsiębiorstwa Geodezyjnego oraz Leica Geosystems. Wyniki poprzedniego pomiaru testowego na Moście im. Obrońców Modlina 1939 r. potwierdziły użyteczność technologii GNSS w badaniu dynamicznych zmian geometrii dużych konstrukcji inżynierskich [GEODETA 12/2007].

Główne przęsło Mostu Siekierkowskiego o długości 250 metrów podwieszone jest za pomocą 28 stalowych lin na dwóch pylonach o wysokości 90 m. Podczas pomiarów wykorzystano 9 odbiorników GPS: po 2 rozmieszczone na szczycie każdego z pylonów, 3 następne w poprzek głównego przęsła, a 2 posłużyły jako referencyjne dla pomiarów różnicowych (rys. 3). Dla identyfikacji odkształceń wykorzystano 2 kamery VHS. Sesja pomiarowa rozpoczęła się o 3 w nocy i obejmowała pięciogodzinną obserwację sygnału GNSS na dwóch częstotliwościach L1, L2 [GEODETA 10/2007].

Proces wyznaczenia pozycji post factum, wymagający dużej mocy obliczeniowej (ponad 5 godzin obserwacji GNSS z częstotliwością 20 Hz i 10 Hz), przeprowadzono w ZGS na klastrze Fenix w programie TRACK (GAMIT) pracującym pod systemem Linux. Wydajność obliczeniowa Fenixa to ok. 210 GFLOP. Zmodyfikowany w ZGS algorytm działania aplikacji opisano w GEODECIE 12/2007.

WYNIKI BADAŃ MOSTU SIEKIERKOWSKIEGO

Dane z odbiorników umieszczonych na pylonach wykorzystano do zbadania ich wzajemnego zachowania (NW-NE i SW-SE) podczas dynamicznego obciążenia głównego przęsła. Przykładowy przebieg przejazdu samochodów ciężarowych przedstawia rysunek 4. W tym przypadku znacząco obciążona była jedynie północna strona przeprawy, co potwierdza nierównomierne przemieszczenie głównego przęsła. Analiza odległości pomiędzy pylonami ujawniła ich ruchy poziome dochodzące do 2 cm. Wykresy na rys. 4 ilustrują moment przejazdu po północnej stronie mostu dwóch pojazdów ciężarowych w odstępie ok. 80 m z szacowaną prędkością 60 km/h. Na pierwszym wykresie przedstawiono przebieg składowej pionowej pozycji odbiornika (20 Hz) na środku głównego przęsła CM (błękitny) oraz zmiany odległości pomiędzy pylonami SW-SE (różowy) i NW-NE (fioletowy). Wykres drugi przedstawia przebieg składowej pionowej

(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 poddano 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 pochyłomierzy 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 inżynieryjna 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 zmagań z naturą, Wydawnictwo „Arkady", Warszawa;
•Brown N., Troyer L., Zelzer O., Van Craenenebroeck 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 Inżynieryjne", lipiec-sierpień 2008;
•Karsznia K., Wrona M., 2009: Zintegrowane systemy monitoringu geodezyjnego w badaniu dynamiki konstrukcji inżynierskich obiektów budowlanych, GEODETA 3/2009;
•Olaszek P., Łagoda M., 2003: Badania w trakcie budowy i odbioru mostu Siekierkowskiego w Warszawie, II Sympozjum Badania i diagnostyka mostów, Opole;
•Ołdziejewska A., Berger A., 2006: Budowa mostu podwieszonego 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-yee, 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 będacym 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.