

Zestawienie systemów monitoringu geodezyjnego

Na wszelki wypadek

Systemy monitoringu nie wzbudzają na razie wśród geodetów większych emocji. Mało jest na ich temat publikacji, rzadko pojawiają się na branżowych konferencjach, a producenci promują je dość niemrawo. Ale wkrótce ma się to diametralnie zmienić.

Jerzy Królikowski

Monitoring geodezyjny ma być po-
noć najszybciej rozwijającą się ga-
łęzią geodezji. Prognozy ekono-
miczne wskazują, że wartość tego rynku
będzie rosła w tempie nawet 20% roc-
znie. Dla porównania: w przypadku błyskawicznie rozwijającej się branży nawigacji satelitarnej jest to obecnie 13% z perspektywą spadku do 2% w końcu tej dekady. Uzasadnieniem tak optymistycznych prognoz dla monitoringu jest przede wszystkim rozwój budownictwa, w wyniku czego wznoszone są coraz wyższe i bardziej karkołomne inwestycje. Dzięki systemowi monitoringu inwestor może dokładnie i na bieżąco kontrolować zachowanie konstrukcji, a także jej wpływ na okoliczne budynki. To również świetne zabezpieczenie przed bezpodstawnymi pozwami o odszkodowanie. Tak więc choć wykorzystanie systemów monitoringu geodezyjnego w wielu krajach (w tym w Polsce) nie jest wprost wymagane przez prawo, a jednocześnie sporo kosztuje, to przy inwestycjach wartych miliardy złotych czy dolarów (jak warszawskie metro) nikt przy zdrowych zmysłach nie kwestionuje już zasadności takich rozwiązań.

Choć w Polsce wielkich inwestycji jest niewiele, nie znaczy to, że rynek monitoringu nie ma perspektyw. Wręcz przeciwnie! Paradoksalnie szansą jest starzejąca się infrastruktura, jak np. wznoszone w PRL-u zapory czy bloki energetyczne. Prędzej czy później muszą one być objęte jakimś rodzajem monitoringu, inaczej mogą stanowić ogromne zagrożenie dla pracowników, a nawet okolicznej ludności.

Przestrógą dla inwestorów chcących oszczędzać na systemach monitoringu jest katastrofa w węgierskiej hucie aluminium Ajka w 2010 r. Ze zbiornika retencyjnego wylało się wówczas 700 tys. m³

żrących substancji, zabijając 10 osób, powodując straty materialne sięgające 35 mln euro oraz nieodwracalne szkody w środowisku naturalnym. Gdyby zbiornik objęty był monitoringiem, katastrofy zapewne udałoby się uniknąć, a w najgorszym przypadku możliwe byłoby chociaż ostrzeżenie okolicznych mieszkańców.

Zanim przyjrzymy się poszczególnym systemom, warto doprecyzować, co to znaczy monitoring, gdyż termin ten bywa przez geodetów nadużywany. Otóż słowo to pochodzi z greki i oznacza ostrzeżenie oraz przypominanie. Dlatego zadaniem systemów monitoringu jest nie tylko sam pomiar kontrolny, ale i ostrzeżenie o przekroczeniu ustalonych wcześniej wartości progowych. Produkty te, oprócz instrumentów pomiarowych, muszą się więc składać także z oprogramowania, które zbierze dane, przeanalizuje je, pomoże zinterpretować oraz wyda raport, ostrzeżenie lub alarm.

Jak widać w tabelach na następnych stronach, liczba systemów monitoringu jest niewielka, ale każdy z nich dostępny jest w wielu konfiguracjach skrojonych pod indywidualne potrzeby klienta. Z tego wynika także spora rozpiętość kosztów – począwszy od kilkudziesięciu tysięcy do nawet kilku milionów złotych.

Z punktu widzenia potencjalnego klienta ofertę systemów monitoringu można podzielić na trzy kategorie. Pierwsza to całkowicie autorskie, kompleksowe rozwiązania, w ramach których klient otrzymuje sprzęt, oprogramowanie oraz wsparcie techniczne przy instalacji oraz eksploatacji systemu. I to właśnie takie produkty wzięliśmy pod uwagę w zestawieniu. W drugim przypadku zewnętrzną firmą kupuje od producenta system monitoringu, rozbudowuje go o własne sensory lub autorskie moduły oprogramowania i oferuje jako nowy produkt.

Trzecim wyjściem jest wykorzystanie używanego systemu. Usługę taką świadczą np. firmy geodezyjne lub budowlane, które nabyły oprogramowanie i nowy sprzęt pomiarowy na potrzeby konkretnej budowy. Gdy ta się skończyła, spółka – bogata w doświadczenie – może zaproponować monitoring następnym inwestorom (o ile tylko pozwala na to licencja). Brzmi prosto, choć warto pamiętać, że takie pomiary są zagadnieniem na tyle złożonym, że wejście na ten rynek wymaga opanowania rozległej wiedzy, daleko wykraczającej poza program studiów geodezyjnych.

Proposiliśmy dystrybutorów, by oprócz opisanego poszczególnych produktów w tabeli wymienili najważniejsze cechy swoich systemów, w szczególności te, które wyróżniają je na tle konkurencji. Krzysztof Karsznia ze spółki Leica Geosystems za atut systemu GeoMoS uznaje przede wszystkim jego względnie długą, 20-letnią historię. W tym czasie szwajcarska firma miała okazję przetestować to rozwiązanie na różnorodnych inwestycjach oraz systematycznie je dopracowywać. Najświeższym efektem tych wysiłków jest wersja 5.3 systemu (patrz s. 55), a jeszcze więcej nowości ma się znaleźć w wydaniu 6.0, którego premiera zapowiadana jest na koniec tego roku.

Istotną zaletą GeoMoS-a jest jednolitość instrumentarium. Leica Geosystems oferuje bowiem tachimetry czy odbiorniki GNSS skrojone specjalnie na potrzeby monitoringu. Ale system jest na tyle elastyczny, że można do niego podłączyć dowolny instrument pomiarowy tej szwajcarskiej marki.

Na uwagę zasługuje także software, który jest łatwy w instalacji i obsłudze, stabilny, a ponadto ma wiele zaawansowanych funkcji, takich jak: tworzenie złożonych wykresów, wykorzystanie modeli refrakcji atmosfery (zwiększających dokład-



Fot. Jerzy Kwolekowski

ność tachimetrii), korelowanie ze sobą różnych obserwacji (w tabeli oznaczone jako „łączenie funkcyjne sensorów”) czy budowanie tzw. wirtualnych sensorów. Istotnym aspektem tego software’u jest pełna współpraca z oprogramowaniem Leica Spider do zarządzania stacjami referencyjnymi GNSS. Wyróżnikiem jest również moduł Adjustment opracowany przez niemiecką firmę Technet. Służy on do wyrównywania danych pomiarowych, dzięki czemu system monitoringu może służyć również do wczesnego ostrzegania z uwzględnieniem obserwacji wyrównanych (cecha szczególnie istotna przy dużej ilości spostrzeżeń oraz ich powtarzalności). Istotną zaletą jest gotowość oprogramowania GeoMoS do współpracy z bazą danych SQL Server. Wykorzystując operacje bazodanowe, można zatem praktycznie bez ograniczeń budować dodatkowe aplikacje dla zewnętrznych systemów informatycznych – np. SyZMoS dla działającego w KGHM Polska Miedź systemu SyZeM (GEODETA 4/2012).

Krzysztof Karsznia zaznacza ponadto, że polski dystrybutor wyodrębnił w swojej strukturze Dział Systemów Monitoringu. Dzięki temu jego oferta lepiej dostosowana jest do krajowych realiów, a firma może szybko reagować na potrzeby kontrahenta i współpracować z polskimi uczelniami (patrz s. 45).

System francuskiej firmy SolData sprawdza się na różnych inwestycjach od 1996 roku, choć na polskim rynku jest nowością. Łukasz Uchański z firmy Scan Survey Geomatics – polskiego dystrybutora tego rozwiązania, zwraca uwagę przede wszystkim na moduł Atlas. Jest to zautomatyzowany system pomiarowy pozyskujący informacje o przemieszczeniach pionowych w technologii satelitarnej interferometrii radarowej (InSAR). Jego podstawową zaletą jest

możliwość monitorowania na kolejnych obrazach obszaru o wymiarach nawet 100 x 100 km. Dla każdego kilometra kwadratowego Atlas może mierzyć nawet do 20 tys. punktów z błędem poniżej 3 mm.

Pozostałe moduły wdrażane przez firmę SSG pozwalają na: automatyczny pomiar przemieszczeń z wykorzystaniem tachimetrów zmotoryzowanych – zarówno na lustro, jak i metodą bezlustrową (dzięki modułowi Nomad tachimetr może stać się nawet autonomicznym zestawem do monitoringu), badanie oddziaływań akustycznych i wibracji, wykorzystanie zdjęć lotniczych i skaningu laserowego do monitoringu, a także sprawne zbieranie i zarządzanie danymi, ich wizualizację oraz analizę.

W omówionych powyżej systemach można wykorzystać bardzo szerokie spektrum instrumentów pomiarowych, nie tylko geodezyjnych. Tymczasem zupełnie inną koncepcję przyjęła japońska firma Topcon, której system bazuje wyłącznie na precyzyjnych zmotoryzowanych tachimetrach serii Topcon MS lub Sokkia NET.

Zdaniem Marcina Mazippusa z firmy TPI zaletami MSP są przede wszystkim wysokiej klasy instrumenty pomiarowe gwarantujące dokładność i powtarzalność pomiaru, a także skalowalność rozwiązania. Podstawową opcją systemu jest MSP Light zaprojektowany z myślą o sytuacjach, w których monitoring jest jedynie częścią prac pomiarowych, a ciągłe działanie systemu nie jest konieczne. W skład takiego rozwiązania wchodzi oprogramowanie instalowane w pamięci tachimetru (obok standardowego programu pomiarowego) oraz moduł PC do późniejszej analizy wyników i tworzenia raportów. Software umożliwia m.in. cykliczny i automatyczny pomiar zdefiniowanych celów (pryzmat, folia) oraz zbieranie danych do pamięci instrumentu.

Z kolei pełny system MSP to – jak podpowiada Marcin Mazippus – korzystne rozwiązanie do niewielkich projektów, które jednak wymagają permanentnej kontroli i monitorowania deformacji. Dane zbierane są w nim cykliczne i automatycznie trafiają przez tachimetr do jednostki centralnej i komunikacyjnej, skąd wysyłane są do oprogramowania biurowego. Dzięki modułowi kontrolnemu użytkownik może np. definiować tolerancje odchyłek pomiarów, których przekroczenie ma być podstawą do wysyłania alarmów.

Wśród zalet systemu MSP wypada wymienić również możliwość sterowania systemem za pomocą zewnętrznego oprogramowania, co pozwala kontrolo-

wać obiekty bez konieczności wysyłania w niebezpieczne środowisko operatorów sprzętu pomiarowego. Ponadto z poziomu jednego oprogramowania możliwa jest obsługa wielu niezależnych projektów w różnych miejscach.

Zaprezentowany w 2007 roku system Trimble 4D Control zaprojektowano przede wszystkim z myślą o połączeniu zalet zmotoryzowanych tachimetrów (wraz ze wspomagającymi ich pracę stacjami meteo) oraz satelitarnych stacji referencyjnych. W najnowszym wydaniu 4.0 możliwe jest już gromadzenie danych niemalże z każdego czujnika geotechnicznego, rozbudowano także moduł internetowy, by umożliwić śledzenie monitoringu każdemu, kto został upoważniony przez operatora. Co daje integracja pomiarów tachimetrycznych i satelitarnych w jednym oprogramowaniu? Jak wyjaśnia Grzegorz Romik z firmy Geotronics Polska, umożliwia to np. monitorowanie stabilności tachimetru i punktów nawiazania, a także monitoring punktów dwoma niezależnymi sensorami, co znacznie zwiększa wiarygodność pomiaru i umożliwia wyłapanie błędnych odczytów. W ocenie producenta połączenie tych sensorów świetnie sprawdza się także w kopalniach odkrywkowych, gdzie odbiornik satelitarny będzie monitorował np. brzegi skarp, a tachimetry skupią się na miejscach o gorszej widoczności nieba.

Niewątpliwą zaletą systemu Trimble 4D Control jest także wysokiej jakości sprzęt pomiarowy. Jako stację referencyjną producent proponuje odbiornik Net R9, który na 440-kanałach może śledzić wszystkie dostępne i budowane systemy nawigacji, a dzięki opatentowanym technologiom przetwarzania sygnałów oferuje nawet milimetrową dokładność pomiaru z częstotliwością sięgającą 50 Hz. Do pomiarów tachimetrycznych Trimble sugeruje zaś instrument S8. Oprócz wysokiej dokładności (0,5” dla kątów i 0,8 mm dla odległości) czy dalekiego zasięgu (do 5 km) instrument wyróżniają serwomotory z technologią MagDrive – ciche, beztarcowe, a jednocześnie gotowe na długotrwałe pomiary.

Interesująco prezentuje się także oprogramowanie, które oferuje rozbudowane możliwości analizy danych (zarówno w czasie rzeczywistym, jak i w postprocessingu) oraz dzielenia się nimi. Warto tu zwrócić uwagę na moduł Monitoring aplikacji polowej Access. Umożliwia on automatyczne zebranie danych dla żądanych punktów, a także ich inspekcję oraz przesłanie do biura – wszystko to można wykonać z poziomu tachimetru S8.

Zestawienie systemów monitoringu geodezyjnego

nazwa	Leica Geosystems GeoMoS	Leica Geosystems GeoMoS HiSpeed	
rok wprowadzenia do sprzedaży	1994	2010	
Oprogramowanie			
dostępne moduły/zestawy narzędzi	<ul style="list-style-type: none"> •GeoMoS Monitor (moduł konfiguracyjny) składający się z: Monitor Option 1 – obliczenia/wyznaczanie przemieszczeń, Monitor Option 2 – kontrola zakresów/systemy powiadamiania o zdarzeniach, Monitor Option 3 – eksport danych do wyrównania w GeoMoS Adjustment; •GeoMoS Analyzer (moduł konfiguracyjny) składający się z Analyzer Option 1 – obsługa tachimetru; •GeoMoS Adjustment (wyrównywanie obserwacji oraz analizy statystyczne); •GeoMoS Web (moduł internetowy) – wizualizacja i analizy, serwis meteorologiczny, geodynamiczny i sejsmiczny, interaktywna przeglądarka czujników, punktów, eksport danych; •serwis monitorowania deformacji Cross Check (obsługuje tylko pomiary statyczne GNSS) – wizualizacja i analizy, prezentacja wyników ze stacji referencyjnych, przeglądarka odbiorników, punktów, eksport danych 	<ul style="list-style-type: none"> •NMEA/Spider RT Positioning (analiza danych GNSS w formacie NMEA oraz w postaci produktów czasu rzeczywistego programu Leica Spider); •Spider PP Positioning (analiza produktów postprocessingu programu Leica Spider); •Nivel200 (obsługa pochyłomierzy – zarówno pojedynczych, jak i sieci sensorów); •Limit Checks (kontrola zakresów bezpieczeństwa), •Messaging and Events (obsługa komunikatów o zdarzeniach) 	
ważniejsze funkcje	obsługa instrumentarium geodezyjnego, geotechnicznego, geofizycznego i meteorologicznego, obsługa modułów łączności (Leica Com-Box) i kamery terenowej, redukcje ze względu na refrakcję, obsługa lokalnych układów współrzędnych, definiowanie wirtualnych czujników i funkcji analitycznych, określanie współzależności zdarzeń, wyznaczanie średnich wartości z danego okresu, postprocessing danych	szybkotemne monitorowanie obiektów inżynierskich za pomocą odbiorników GNSS lub/oraz pochyłomierzy; zarządzanie danymi zarówno z pojedynczych sensorów, jak i z całości sieci (np. podczas monitorowania obiektów wysmukłych i wydłużonych); analiza w czasie rzeczywistym oraz w postprocessingu; analizy szeregów czasowych GNSS	
alerty	SMS (modemy GSM serii Leica GFU lub serwisy internetowe), e-mail, obsługa wyjścia cyfrowego (np. systemu alarmowego), uruchomienie aplikacji zdalnej	SMS (modemy GSM serii Leica GFU lub serwisy internetowe), e-mail, obsługa wyjścia cyfrowego (np. systemu alarmowego), uruchomienie aplikacji zdalnej	
prezentacja graficzna	bitmapa, wykresy proste i złożone (wielomiany), prezentacja w odniesieniu do danych „zerowych” i bezwzględnych, wykresy poziome, przyspieszenia, zmian wektorów przemieszczeń, prezentacja wektorów zmian poziomych i pionowych, zależności przemieszczeń, przeglądarka DXF	bitmapa, wykresy proste – forma ciągła dla każdego punktu kontrolowanego	
prezentacja numeryczna	raport ogólny funkcjonowania systemu, prezentacja bieżących wyników, raport zbiorczy z danego okresu na zadanym poziomie ufności wraz z wyznaczeniem obserwacji odstających, edytor komentarzy	raport ogólny funkcjonowania systemu	
raportowanie	tak	tak	
automatyzacja raportowania	eksport zestawów danych do bazy	eksport zestawów danych do plików tekstowych, prezentowanie danych w internecie	
udostępnienie danych (tabelarycznych, graficznych) w przeglądarce internetowej	tak, przez GeoMoS Web	tak	
formaty eksportu danych	grafika, wektory i kontury (m.in. DXF), pliki tekstowe, XLS, CSV	ASCII, TXT	

SolData Geoscope	Topcon MSP	Trimble 4D Control
1996	2011	2007
<ul style="list-style-type: none"> ● Centaur – zdalny pomiar przemieszczeń i deformacji; ● 3D Cyclop – zdalny pomiar przemieszczeń i deformacji 3D bez lustra; ● Nomad – autonomiczna stacja pomiarowa; ● Gorgone – pomiar akustyki i wibracji wraz z analizą; ● Helimap – system skaningu z pułapu helikoptera; ● ATLAS – wielkoobszarowy monitoring osiadań; ● Geoscope – system akwizycji i dystrybucji danych 	<ul style="list-style-type: none"> ● RAPID Mobile (instalowany na kontrolerze) – zarządzanie projektem, sterowanie pomiarem; ● RAPID PC (PC w terenie, w przypadku użycia jednego tachimetru) – zarządzanie projektem, sterowanie pomiarem, zbieranie i gromadzenie danych; ● RAPID SiteCom (PC w terenie) – zarządzanie komunikacją oraz zbieranie i przysyłanie danych; ● RAPID OffCom (PC w biurze lub na serwerze) – zarządzanie komunikacją, odbiór danych z SiteCom oraz ich zapis; ● RAPID DataChecker (PC w biurze lub na serwerze) – kontrola danych z OffCom; ● RAPID StarPro (PC w biurze lub na serwerze) – konwersja i wizualizacja danych, alarmowanie; ● RAPID Processor (PC w biurze lub na serwerze) obliczanie danych, określenie przemieszczeń; ● RAPID WEBPRO – usługa umożliwiająca skorzystanie z serwerów obliczeniowych MSP 	<ul style="list-style-type: none"> ● T4D opcja 1 – postprocessing (tachimetr, odbiornik GNSS); ● T4D opcja 2 – czas rzeczywisty (tachimetr, czujnik geotechniczny), postprocessing (odbiornik GNSS); ● T4D opcja 3 – czas rzeczywisty (tachimetr, odbiornik GNSS, czujnik geotechniczny)
kompleksowe zabezpieczenie inwestycji pod kątem pozyskiwania i analizy pomiarów na potrzeby zarządzania ryzykiem; pomiar szerokiego spektrum właściwości fizycznych wybranych elementów badanego obiektu w czasie rzeczywistym wraz z funkcją parametryzacji pomiarów i generowania stanów ostrzegawczych i alarmowych	zarządzanie projektem, sterowaniem pomiarem, zbieranie i przysyłanie danych, konwersja i prezentacja graficzna, zarządzanie komunikacją, alarmowanie, analiza danych, określanie przemieszczeń punktów monitorowanych, usługa umożliwiająca korzystanie z serwerów obliczeniowych MSP bez konieczności inwestycji w sprzęt i software	monitoring optyczny, geotechniczny i GNSS w jednym oprogramowaniu; łączenie obserwacji z tachimetru Trimble S8 i odbiornika Trimble NetR9 GNSS; główne zalety: monitorowanie stabilności tachimetru i punktów nawiązania, monitoring punktów dwoma niezależnymi sensorami, automatyczna kalibracja kompensatora tachimetru, monitoring bezlustrowy
e-mail, SMS, wi-fi, radiomodem, sygnał dźwiękowy lub świetlny	e-mail lub SMS	np. e-mail, SMS, sygnał dźwiękowy
dowolna zdefiniowana przez klienta (forma rastrowa, wektorowa lub hybrydowa; prowadzenie analiz na zebranych danych – prezentacja wyników m.in. w postaci wykresów lub w interaktywnym serwisie na tle zdjęć bądź map)	mapa, wykresy proste i złożone (także za pośrednictwem MS Excel)	mapa (podgląd obiektu na wybranym podkładzie, np. Google Maps); wykres prosty 2D (graficzne zilustrowanie relacji pomiarowych na obiekcie – punkty nawiązania, monitorowane itp.); wykresy złożone (szczegółowa prezentacja przemieszczeń dla punktów objętych monitoringiem); widok spersonalizowany (podgląd monitorowanego obszaru na zdjęciu użytkownika z lokalizacją czujników pomiarowych); graficzna prezentacja statusu czujnika
przemieszczenia 3D, wibracje 3D, wychylenia 2D/3D, rozwarcie szczelin, poziom wód gruntowych, warunki atmosferyczne	wielkości przemieszczeń pionowe i poziome z pojedynczego cyklu danego dnia lub dowolnego okresu	przemieszczenia wzdłuż osi: X, Y, H oraz zdefiniowanych przez użytkownika; przemieszczenia 2D i 3D; trend przemieszczeń, przyspieszenie, status czujnika
tak	tak	tak
raporty cyfrowe i analogowe zawierające informacje dotyczące istoty pomiaru, urządzeń, warunków, kwestii prawnych	tak	generowanie i wysyłanie raportów do wybranych odbiorców zgodnie z ustawieniami użytkownika
tak – rzeczywistość rozszerzona dla platform mobilnych lub w przeglądarce internetowej	tak	tak, dostęp zależny od zdefiniowanych uprawnień; moduł internetowy (Web) dostępny w standardzie
dowolny format GIS i CAD	TXT, XLS	różne tekstowe i graficzne

Zestawienie systemów monitoringu geodezyjnego

nazwa	Leica Geosystems GeoMoS	Leica Geosystems GeoMoS HiSpeed	
Oprogramowanie cd.			
obsługiwane bazy danych	Microsoft SQL Server	obsługa danych w formacie tekstowym - rejestracja w trybie on-line do pliku	
obsługa data loggerów	tak, firmy Campbell Scientific	nie	
łączenie funkcyjne różnych sensorów	tak (tzw. virtual sensors)	nie	
rozwiązania typu on-board (oprogramowanie do monitoringu instalowane bezpośrednio w instrumencie pomiarowym)	nie	nie	
licencjonowanie	cena zależna od modułów oprogramowania oraz instrumentarium; zakup modułów i licencji na obsługiwane czujniki jest kosztem jednokrotnym; w przypadku Leica GeoMoS Web i CrossCheck - jednorazowa opłata za założenie konta i wprowadzenie punktu do systemu oraz subskrypcja kwartalna.	licencja bezpłatna (funkcjonalność podstawowa) lub płatna (pełne analizy współrzędnych, opcje powiadamiania); brak licencjonowania czujników	
Sensory			
geodezyjne			
tachimetry (•dokł. pomiaru kąta, •odległości, •zasięg do lustra, •automatyczne rozpoznawanie celu, •pomiar bezlustrowy, •prędkość obrotowa)	Leica TM/TS, •0,5"/1", •0,6 mm + 1 ppm, •3500 m, •tak, •tak, •600 grad/s; także serie Leica TPS1000, TPS1100, TPS1200, Leica Viva i wideotachimetr TS15 wraz z ukła- dami kontrolnymi Leica SwitchBox (zapewniają- cymi stabilną pracę i zdalny, automat. restart)	nie	
odbiorniki GNSS (•śledzone systemy, •1-/2-częstotliwościowy, •częstotliwość pomiaru)	dedykowany Leica GMX901/902, •GPS/GPS i GLONASS, •1/2-cz. •1/20 Hz; dedykowany Leica GM10, •GPS, GLONASS, Galileo, SBAS, •2-cz, •50 Hz; inne odbiorniki Leica Geosystems	dedykowany Leica GMX901/902, •GPS/GPS i GLONASS, •1/2-cz. •1/20 Hz; dedykowany Leica GM10, •GPS, GLONASS, Galileo, SBAS, •2-cz, •50 Hz; inne odbiorniki Leica Geosystems	
niwelatory kodowe (•dokładność, •zasięg)	dedykowany Leica DNA 03/10 •0,3/1,0 mm/km, •110 m; inne niwelatory cyfrowe Leica Geosystems	nie	
pochyłomierze (•1-/2-osiowy, •dokł. pomiaru kąta, •metoda działania)	Leica Nivel 210 i 220, •2-osiowy, 0,2"/0,6", •elektrooptyczna	Leica Nivel 210 i 220, •2-osiowy, 0,2"/0,6", •elektrooptyczna	
dalmierze laserowe (•dokładność •zasięg)	Leica Disto D8, •1 mm, •200 m; inne modele Disto i Dimetix z Bluetooth	nie	
niegeodezyjne			
szczelinomierze	przez data logger	nie	
akcelerometry	przez data logger	nie	
tensometry	przez data logger	nie	
inklinometry	przez data logger	nie	
piezometry	tak, bezpośrednio	nie	
niwelatory hydrostatyczne	przez data logger	nie	
sensory meteorologiczne	tak, bezpośrednio	nie	
inne	tak	nie	
transmisja danych z sensorów	LAN, WLAN, radio, WAN, GPRS/UMTS, wi-fi	LAN, WLAN, radio, WAN, GPRS/UMTS, wi-fi	
Przykłady wdrożeń	II linia metra warszawskiego, zbiornik Żelazny Most (KGHM Polska Miedź), Kopalnia Węgla Brunatnego w Bełchatowie	wysokościowce przy ul. Próżnej i Złotej 44 w Warszawie, most w Diepoldsau (Szwajcaria), mosty Tancarville i Pont de Normandie (Francja), kolej dużych prędkości we Włoszech	
Dystrybutor	Leica Geosystems Polska	Leica Geosystems Polska	

SolData Geoscope	Topcon MSP	Trimble 4D Control
dowolna zdefiniowana przez klienta (głównie Oracle)	brak danych	Microsoft SQL Server 2008 i nowsze
tak	nie	dla czujników geotechnicznych i stacji meteorologicznych
tak	nie	tak, integracja obserwacji tachimetrycznych i GNSS dla tego samego punktu
tak (systemy skaningu laserowego i georadarowe)	RAPID On-Board - automatyczny monitoring wraz z podglądem odchyłek RAPID STARPRO LITE - generowanie raportów z On-Board	moduł Monitoring oprogramowania polowego Trimble Access dla kontrolerów TCU i TSC3; pomiar serii, analizy, alarmy, raportowanie; wykresy w Trimble 4D Control
cena zależna od wielkości i czasu trwania projektu (sprzedaż lub wynajem licencji)	cena zależna od: liczby obsługiwanych urzędzeń, struktury terenowej systemu, wzajemnego rozmieszczenia czujników.	cena zależna od wyboru opcji oraz od liczby sensorów; każda opcja zawiera niezbędne funkcje (wykresy, raportowanie, alarmy itd.) w standardzie; moduł Web - w opcji 2 i 3
wszystkie dostępne na rynku modele tachimetrów robotycznych (m.in. Leica, Trimble, Sokkia) o parametrach odpowiadających potrzebom projektu	Sokkia NET05AX/Topcon MS05AX, ●0,5", ●0,8 mm + 1 ppm, ●3500 m, ●tak, ●tak, ●60°/s; Sokkia NET1AX/Topcon MS1AX, ●1", ●1 mm + 1 ppm, ●3500 m, ●tak, ●tak, ●60°/s	Trimble S8, ●0,5" i 1", ●0,8 mm +1 ppm, ●do 5000 m ●tak (FineLock), ●tak, ●115°/s (może być wykorzystywany także w klasycznych pomiarach)
wszystkie dostępne na rynku modele odbiorników GNSS o parametrach odpowiadających potrzebom projektu	nie	Trimble NetR9, ●GPS, GLONASS, Galileo, Compass, QZSS, SBAS, OmniSTAR, ●2-cz., ●do 50 Hz
wszystkie dostępne na rynku modele niwelatorów kodowych o parametrach odpowiadających potrzebom projektu	nie	Trimble DiNi 03/07 (bez wymiany danych), ●0,3/0,7 mm/km, ●100 m
wszystkie dostępne na rynku modele pochyłomierzy o parametrach odpowiadających potrzebom projektu	nie	dowolny pochyłomierz 1- lub 2-osiowy wykorzystujący data logger
wszystkie dostępne na rynku modele dalmierzy laserowych o parametrach odpowiadających potrzebom projektu	nie	dowolny dalmierz wykorzystujący data logger
tak	nie	tak
tak	nie	nie
tak	nie	tak
tak	nie	tak
tak	nie	tak
tak	nie	nie
tak	nie	tak
georadar, pomiar InSAR z pułapu satelitarnego	nie	dylatometry, szczelinomierze, panele słoneczne, inne
kabel, GSM, internet, radio, sieć radiomodemów	kabel, LAN, wi-fi, radio, GSM	kabel (RS, Ethernet), GSM (modem bezprzewodowy 3G), radio
infrastruktura transportowa w Budapeszcie, Amsterdamie, Kijowie; firmy: Andra, CNR, Total, Rhodia, Lafarge, Eurovia; Luwr, Sagrada Familia, Ermitaż, Instytut Smithsonian	Marina Bay Finance Centre (Singapur), Deep Tunnel Sewerage System (Singapur), most Benjamin Sheares (Singapur), Mevalana Museum (Turcja, Konya)	Kopalnia LW „Bogdanka” - monitoring GNSS i geotechniczny wież szybowych, dworzec kolejowy w Katowicach - monitoring optyczny, KWK „Krupiński” - monitoring GNSS i geotechniczny
Scan Survey Geomatics Warszawa	TPI	Geotronics Polska