

PolSERVICE Geo – tradycja i nowoczesność

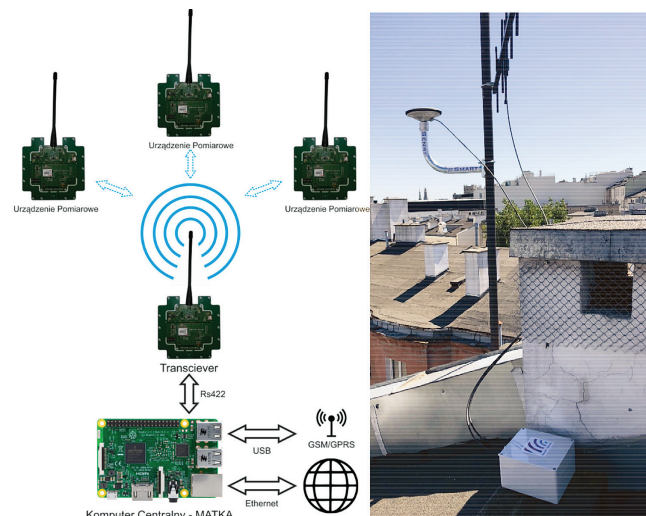


W swojej codziennej praktyce zaobserwowaliśmy, że automatyzacja rewolucjonizuje obecny rynek pracy. Proces ten również uwidacznia się w dziedzinie geodezji. Stosowane instrumenty są coraz szybsze, wydajniejsze, bardziej precyzyjne oraz wymagają mniej od samego użytkownika. Ponadto w miejscach, w których wymagany jest pomiar w czasie niemal rzeczywistym, stosuje się już powszechnie zautomatyzowane systemy tachimetrów robotycznych. Instrumenty zrobotyzowane w procesie pomiaru, jak i interpretacji otrzymanych wyników eliminują całkowicie czynnik ludzki. Systemy takie, pomimo wielu niewątpliwych zalet, nie pozbawione są wad. Przy dobrej wizurze, dużej ilości i dużym skupieniu punktów pomiarowych są to systemy bezkonkurencyjne. Jednak w przypadku pomiarów punktów o znacznym rozproszeniu i zakładanej dużej dokładności pomiaru (1 mm) systemy takie wymagają montażu wielu urządzeń, z czym wiąże się ogromne koszty instalacji. Fakt ten skłonił nas do poszukiwania rozwiązań, które mogłyby sprawdzić się we wspomnianej sytuacji.

Jako, że w naszej pracy korzystamy z najnowszych technologii, staraliśmy się wyjść naprzeciw rosnącym potrzebom rynku, robiąc krok dalej. Tym krokiem było wprowadzenie naszego autorskiego rozwiązania, którym jest system SmartSense. Obraliśmy cel, którym było stworzenie kompleksowego rozwiązania dla prowadzenia zautomatyzowanego, pracującego w trybie ciągłym, wyposażonego w funkcję wczesnego ostrzegania systemu monitoringu strukturalnego. Rozwiązania, które jest kosztowo efektywne, łatwe w obsłudze, dające możliwość ciągłej, zdalnej i praktycznie bezobsługowej obserwacji. Dzięki specjalnie skonstruowanemu oprogramowaniu zapewnia użytkownikowi dostęp do wszelkich wyników prowadzonej obserwacji w każdym momencie i miejscu, wraz z możliwością spersonalizowania formy prezentacji danych, a także włączenia do systemu innych urządzeń pomiarowych. I ten cel osiągnęliśmy. Powstał komplementarny system pomiarów przemieszczeń 3D z wykorzystaniem sieci rozproszonych odbiorników GNSS. System ten to efekt kilkuletnich prac badawczych prowadzonych w ramach projektu realizowanego przez PolSERVICE Geo przy wsparciu finansowym Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Na system SmartSense składają się platforma sprzętowa i platforma monitoringowa GIS.

Platforma sprzętowa to sieć urządzeń, której ideę oparto na topologii gwiazdy. Centrum „dowodzenia” stanowi urządzenie, które komunikuje się, z urządzeniami pomiarowymi dokonującymi obserwacji położenia z wykorzystaniem technologii GNSS. Schemat kompletnego systemu pomiarowego przedstawiono na rys. 1.

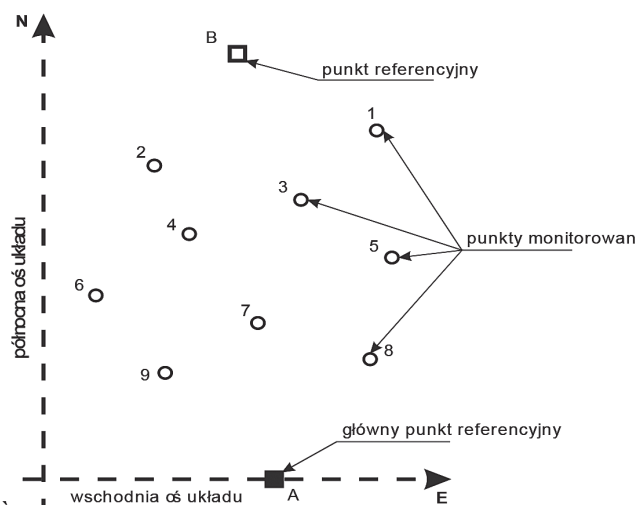


Rys. 1. Schemat blokowy kompletnego Systemu Pomiarowego oraz zdjęcie punktu pomiarowego

Urządzenie centralne przetwarza dane z urządzeń pomiarowych oraz na ich podstawie wylicza wektory przemieszczeń urządzeń umieszczonych na punktach monitorowanych obiektów inżynierskich. Dane te na bieżąco aktualizowane są w bazie danych pomiarowych zlokalizowanej na serwerze danych z dostępną przez przeglądarkę WWW platformą GIS do prezentacji wyników pomiarów. Aby system spełniał wszystkie wymagania stawiane systemom monitorującym, został wyposażony w procedury oceny zagrożenia oraz systemy powiadomienia o sytuacjach wyjątkowych/awaryjnych, które są dodatkowo dokonywane za pośrednictwem sieci GSM. Należy pamiętać, że idea monitoringu nie opiera się tylko na pomiarze, o czym wielokrotnie się zapomnia. Monitoring to system ostrzegania, który będzie funkcjonował przy prawidłowej interpretacji wyniku pomiaru i autonomicznej decyzji włączającej dalszą procedurę informacyjną/ bądź alarmową.

Same urządzenia pomiarowe są energooszczędnymi, autonomicznymi węzłami sieci bezprzewodowej dokonującymi akwizycji danych pochodzących z wbudowanego odbiornika GNSS oraz dodatkowo wyposażone w pochylomierze są w stanie mierzyć wychylenie urządzenia w dwóch prostopadłych płaszczyznach. Zastosowany wewnątrz interfejs umożliwia również pomiary innych wielkości środowiskowych (np. temperatury, wilgotności itd., itp.). Komunikacja pomiędzy urządzeniami pomiarowymi a urządzeniem centralnym odbywa się bezprzewodowo. Niezawodność komunikacji zapewniają procedury stosowane w przemysłowych sieciach komunikacyjnych polegające na przesyłaniu pakietów kontrolnych, jak i powtórnych próbach przesyłu danych w przypadku chwilowego braku komunikacji. W środowisku przemysłowym jest to o tyle istotne, gdyż urządzenia są często narażone na różnego rodzaju zakłócenia (jak np. zakłócenia od spawania łukowego, praca agregatów wysokiej mocy itp.), które chwilowo mogą zakłócić proces komunikacji bezprzewodowej. W systemie, który czuwa nad bezpieczeństwem mienia nierzadko też ludzi, jest to niedopuszczalne.

Podstawą pracy systemu jest schemat układu pomiarowego projektowany indywidualnie pod monitorowaną inwestycję. Liczba punktów referencyjnych jest dowolnie konfigurowana w zależności od zadania. Wszystko zależy od złożoności projektu i ewentualnego ryzyka wystąpienia potencjalnej awarii. W przypadku obiektów o mniejszym znaczeniu projektujemy systemy z jednym punktem referencyjnym, natomiast dla obiektów strategicznych, z przeznaczeniem mieszkaniowym i wysokim ryzykiem zagrożenia awarią stosujemy systemy z wieloma punktami referencyjnymi i wewnętrzną kontrolą stałości punktów odniesienia (rys. 2).



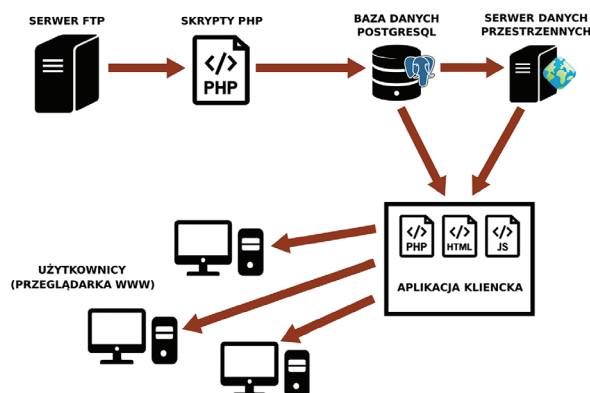
Rys. 2. Przykład rozkładu punktów w systemie

Nieodłączną częścią systemu pomiarowego jest platforma monitoringowa GIS. Moduł wizualizacji wyników i raportowania, będący składową platformy

programistycznej, stanowi moduł dostępowy, umożliwiający użytkownikom wyświetlenie wyników pomiarów za pomocą przeglądarki internetowej WWW. Moduł ten składa się z szeregu połączonych, skomunikowanych i współdziałających ze sobą komponentów, należących do grupy rozwiązań, zarówno typu back-end (odpowiednie zapisywanie i przetwarzanie danych na serwerze), jak i front-end (prezentacja danych w przeglądarce WWW użytkownika).

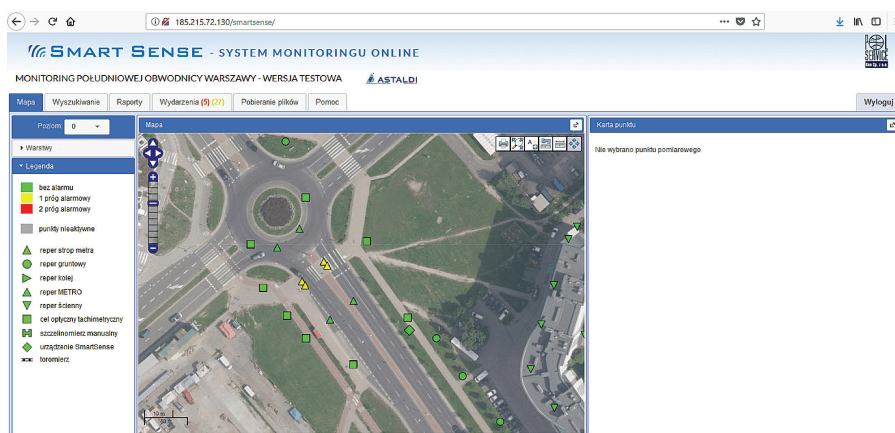
System składa się z głównych komponentów takich jak serwer bazy danych przechowujący wyniki pomiarów, serwer danych przestrzennych umożliwiający wyświetlanie danych w klienckich aplikacjach mapowych przy użyciu usług WMS (Web Map Server). Serwer ten jest niezbędny do wydajnego wyświetlania złożonych danych (np. podkładów mapowych zawierających znaczną liczbę obiektów o charakterze liniowym bądź powierzchniowym). Zastosowane skrypty umożliwiają zasilanie bazy danych danymi z innych urządzeń pomiarowych np. typu data logger zbierających dane z czujników geotechnicznych (pochyłomierze, inklinometry, ekstensometry, piezometry, szczelinomierze, akcelerometry) oraz wyników wszelkich pomiarów manualnych.

Ostatni komponent systemu to aplikacja kliencka w formie platformy internetowej (portalu), która ma za zadanie graficzną wizualizację wyników pomiarów w intuicyjnej formie. Poglądowy schemat modułu wizualizacji wyników i raportowania przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Schemat modułu wizualizacji wyników i raportowania

Aplikacja uruchamiana jest w przeglądarce WWW po podaniu odpowiedniego adresu URL. Po wpisaniu nazwy użytkownika i hasła w panelu zarejestrowany użytkownik zostanie przekierowany do aplikacji zawierającej spersonalizowaną dla tego użytkownika treść (w szczególności zakres dostępu do poszczególnych funkcji aplikacji, zdefiniowany poligon badawczy wraz z fragmentem mapy podkładowej, zlokalizowane przestrzennie punkty pomiarowe, progowe wartości alarmowe dla każdego z punktów oraz czynności podejmowane przez aplikację po przekroczeniu progu). Do tworzenia kont klienckich oraz definiowania spersonalizowanych treści dla poszczególnych użytkowników uprawniony jest administrator systemu.

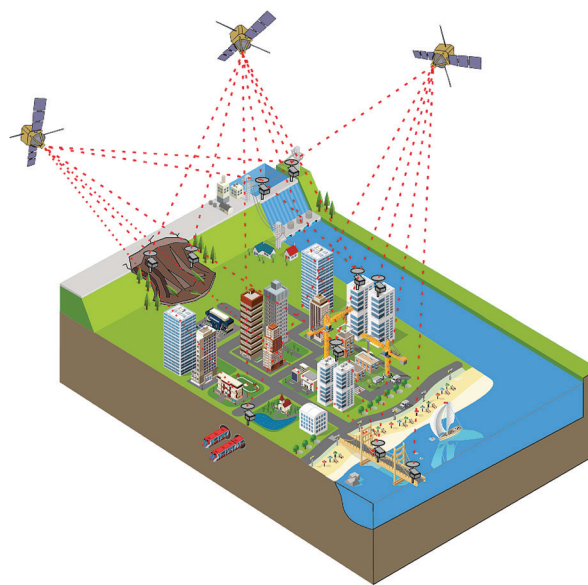


Rys. 4. Platforma monitoringowa GIS

Zastosowania

Zaprojektowany przez nas system jest modułowy, co umożliwia jego dowolne skalowanie.

Dzięki temu system ma zastosowanie, zarówno w przypadku monitorowania otoczenia obiektów punktowych takich jak pojedyncze budynki na przykład w strefie zagrożenia osuwiskowego, jak i małoobszarowych w postaci zabudowy w zasięgu oddziaływania wykopu, korpusu zapory oraz liniowych jak drogi, mosty, obwałowania czy też zabudowa wzdłuż i nad tunelami (rys. 5).



Rys. 5. Schemat zastosowania systemu pomiaru przemieszczeń technologią GNSS

W ramach półtorarocznego pilotażu mamy potwierdzoną skuteczność systemu w zakresie monitorowania skarp, monitorowania obiektów w strefie oddziaływania wykopu w gęstej zabudowie miejskiej, jak również monitorowania obiektów znajdujących się w strefie oddziaływania budowy tunelu Południowej Obwodnicy Warszawy. We wszystkich tych lokalizacjach system sprawdził się doskonale, czego potwierdzeniem jest duża zgodność rejestrowanych przemieszczeń z prowadzonym monitoringiem manualnym. Dodatkowo w ramach naszych badań przeprowadziliśmy półtoraroczny test stabilności pracy systemu z oceną dokładności w obserwatorium astronomicznym Instytutu Geodezji i Kartografii w Borowej Górze. W efekcie system uzyskał certyfikat dokładnościowy potwierdzający submilimetrową dokładność pomiaru przemieszczeń.

Z punktu widzenia funkcjonalności systemu najciekawszą zrealizowaną przez nas do tej pory instalacją jest monitoring skarpy, gdzie urządzenia pomiarowe zostały zamontowane na budynku mieszkalnym (rys. 6a) znajdującym się w zasięgu oddziaływania prowadzonych prac oraz ścianie szczelnej stabilizującej skarpe (rys. 6b) oraz na punktowych grodzicach zainstalowanych na skarpie. Skuteczna praca systemu pozwoliła tu na zminimalizowanie pomiarów manualnych od niezbędnego minimum oraz na potwierdzenie stabilności obszaru w przeszłości aktywnego osuwiskowo oraz stateczności skarpy w miejscu pobliskiego budynku mieszkalnego.

Dodatkowo w czasie prowadzonych robót doszło do uruchomienia procesu osuwiskowego w obrębie pasa drogowego, co zostało wychwycone dzięki zastosowanym urządzeniom. Duża ilość danych pomiarowych (dwa pomiary na dobę) pozwoliła na oszacowanie tempa ruchu masowego, jak również na określenie momentu stabilizacji



Rys. 6. Fotografia punktu pomiarowego zlokalizowanego a) na chronionym budynku b) na konstrukcji oporowej

skarpy po zastosowaniu odpowiednich zabiegów wzmacniających. System w tych warunkach potwierdził swoją skuteczność i przyczynił się do uniknięcia awarii budowlanej mogącej zagrażać pobliskiej zabudowie.

Podstawowym przeznaczeniem systemu jest długotrwały pomiar przemieszczeń obiektów budowlanych znajdujących się w zasięgu oddziaływania budowy. System instaluje się najczęściej przed rozpoczęciem prac ziemnych, co umożliwia określenie stanu zerowego i wyznaczenie zakresu przemieszczeń bez wpływu projektowanych robót. Takie podejście umożliwia rozróżnienie wpływu pochodzącego z placu budowy od innych źródeł.

Zgromadzone dane pomiarowe prowadzą do zwiększenia bezpieczeństwa sąsiednich obiektów i zminimalizowania kosztów ewentualnych prac naprawczych poprzez wczesne ostrzeganie niedostępne w przypadku najczęściej stosowanych metod manualnych o interwale tygodniowym lub dwutygodniowym. Więcej informacji znajdziecie na www.geo.polservice.com.pl.

Dr inż. Kamil Kielbasiński
Specjalista ds. Monitoringu i Geotechniki
Polservice Geo