

Zbigniew SZCZERBOWSKI, Rafał GAWAŁKIEWICZ

Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Kraków

Przykład geodezyjnej metodyki pomiarów przemieszczeń budynków wielkokubaturowych

Streszczenie

Przedstawione w pracy problematyka zawiera podsumowanie prac geodezyjnych prowadzonych dla oceny deformacji zabytkowego kościoła pw. Zwiastowania Najświętszej Marii Panny w Inowrocławiu. Wyniki cząstkowych prac prezentowane były we wcześniejszych publikacjach (Szczerbowski 2003; Szczerbowski, Gawalkiewicz 2005). W 2005 r. wykonane zostały dodatkowe pomiary, dzięki którym uzyskano model przemieszczeń elementów konstrukcyjnych budynku. W 2005 r. założono sieć obserwacyjną, która pozwoli w dalszej perspektywie czasu na ocenę procesu zmian geometrycznych obiektu.

Omówione prace stanowią przykład sposobu realizacji pomiarów przemieszczeń wielkokubaturowych obiektów, co ma szczególne znaczenie w przypadku obszarów górniczych. Zwykle opis deformacji opiera się na wynikach pomiarów kilku punktów (reperów) pozwalających na oszacowanie deformacji podłoża (charakteryzowanych wskaźnikami deformacji). Szczegółowy opis stanu przemieszczenia elementów konstrukcyjnych (czy procesu ich przemieszczania się) jest szczególnie istotny dla potrzeb realizacji prac budowlanych. Wiedza o procesie przemieszczeń budynku jest niezbędna przy podejmowaniu decyzji dotyczących prac zabezpieczających. Z nimi wiąże się zarówno aspekt ekonomiczny jak i bezpieczeństwo funkcjonowania obiektu.

1. Wprowadzenie

W przypadku wielu budowli zlokalizowanych na terenach górniczych, szczególną uwagę należy poświęcać obiektom wielkokubaturowym lub wysmukłym narażonym m.in. na działanie takich czynników zewnętrznych, jak:

- atmosferycznych – parcia wiatru, zmienne nasłonecznienie itp.;
- drgania podłoża powodowane przez tabor szynowy i kołowy;
- geomechaniczne własności podłoża: zróżnicowanie strukturalne górotworu, tj. jego ciągłości, jednorodności i izotropii, szczególnie istotnych dla stabilności tych obiektów (cechujących się zmiennym naciskiem na podłoże) itp.

Innym czynnikiem wpływającym na deformacje ww. obiektów jest eksploatacja górnictwa. Jej skutkiem mogą być rejestrowane metodami geodezyjnymi deformacje geometrii obiektu (wychylenia, przemieszczenia itp.). Szczególny charakter deformacji górotworu i powierzchni towarzyszy górnictwu solnemu. Chociaż uszkodzenia elementów w przypadku obiektów wielkokubaturowych w formie zarysowań i spękań często wydają się pozornie niegroźne, to mogą one jednak być przejawem zmiany jego geometrii. Z kolei zmiany geometrii mogą być

rezultatem różnego rodzaju niestabilności podłoża. Stosowane obecnie technologie geodezyjne, pozwalają wyznaczenie z dużą dokładnością wartości przemieszczeń elementów konstrukcyjnych budynku, a w odpowiedniej perspektywie czasu prędkości tego procesu.

Przedstawiona praca stanowi kontynuację wcześniejszych opracowań (Szczerbowski 2003; Szczerbowski, Gawałkiewicz 2005) poświęconych wynikom badań geodezyjnych i geofizycznych w rejonie kościoła pw. Zwiastowania Najświętszej Marii Panny w Inowrocławiu. W związku z powyższym szczegółowy opis dotyczący charakterystyki obszaru badań został tutaj pominięty. Omówione zostały natomiast rezultaty prac geodezyjnych wykonanych w 2005 roku wraz z ich metodyką. Przedstawiony sposób realizacji geodezyjnych prac pomiarowych może stanowić przykład postępowania w przypadku badania deformacji podobnych obiektów (wielkokubaturowych, objętych wpływami deformacji podłoża).

Zgodnie z założeniami obowiązującej klasyfikacji ITB analizowany obiekt zaliczany jest do grupy budowli:

- powierzchniowych (rozległych);
- odkształcalnych (ze względu na zdolności odkształcania się obiektu przy eformującym się podłożu);
- nieodpornych (z uwagi na zachowanie bezpieczeństwa użytkowania i wartości użytkowych).

Z postępującym procesem obserwowanych uszkodzeń budynku wiążą się specyficzne uwarunkowania, na które składają się:

- charakterystyka geologiczna podłoża – pustki krasowe występujące w utworach czapy gipsowej oraz prawdopodobne występowanie uskoku o południkowym przebiegu bezpośrednio pod budynkiem (Pilecki i in. 2003),
- poddanie wpływom eksploatacji górniczej – pośrednim, bezpośrednim,
- zmienność deformacji podłoża i związanych z nimi zmiennością obciążenia budynku – różne fazy deformacji powierzchni o różnych prędkościach osiadań terenu czy ostatnio jego wypiętrzania się.

Ostatnie z wyżej wymienionych wiąże się ze specyficznym charakterem deformacji powierzchni terenu dla górotworu solnego. Pomimo niskich wartości wskaźników deformacji dla takich obszarów dodatkowym, istotnym czynnikiem jest długotrwały czas oddziaływania prowadzonej eksploatacji górniczej na obiekt (Wodyński 1991). W przedstawionym przypadku obciążenia obiektu wynikają z długotrwałych (ok. 40 lat) deformacji podłoża (osiadania terenu co najmniej 5 mm na rok) oraz zmiany ich charakterystyki (zatrzymanie procesu osiadań a następnie rozpoczęcie wypiętrzania terenu). Z kolei z wymienionymi wyżej specyficznymi uwarunkowaniami o charakterze geologicznym wiąże się zróżnicowany rozkład osiadań reperów zastabilizowanych na ścianach kościoła (wschodniej, północnej i zachodniej), co zostało szerzej omówione w pracy (Szczerbowski 2003).

2. Charakterystyka oraz rezultaty wykonanych prac geodezyjnych

Dla oceny zachowania się górotworu solnego (naruszonego wcześniejszą eksploatacją górniczą i skutkami procesów geologicznym) oraz stopnia deformacji budynku kościoła pw. Zwiastowania Najświętszej Marii Panny w Inowrocławiu wykonane zostały w latach 2002–2005 pomiary geofizyczne oraz geodezyjne. Prace geofizyczne obejmowały:

- pomiary mikrograwimetryczne,
- pomiary sejsmiczne,

- pomiary georadarowe,
- pomiary elektrooporowe.

Natomiast w ramach prac geodezyjnych wykonano:

- niwelację reperów ściennych,
- pomiary tachymetryczne wybranych elementów konstrukcyjnych,
- niwelację posadzki kościoła,

Wyniki wszystkich prac geofizycznych wykazały strefę (lub strefy) anomalne w podłożu analizowanego obiektu. Z kolei wyniki pomiarów niwelacyjnych potwierdziły różnicę wartości przemieszczeń pionowych się poszczególnych części obiektu.

2.1. Ogólna charakterystyka wyników pomiarów geodezyjnych z lat 2002–2004

Podstawą badania deformacji geometrycznych wynikających z przemieszczeń elementów konstrukcyjnych (ściany, filary itp.) obiektu były pomiary wysokościowe metodą niwelacji precyzyjnej oraz pomiary tachymetryczne. Wyniki prac pomiarowych z lat 2002, 2003, 2004 i 2005 metodą niwelacji precyzyjnej pozwoliły na ocenę przemieszczeń pionowych obiektu (wyznaczonych z obserwacji wysokościowych trzech reperów ściennych zastabilizowanych na ścianach kościoła). Natomiast przeprowadzone w 2004 r. geodezyjne pomiary tachymetryczne miały na celu wstępne rozpoznanie wartości wychylenia budynku. W tym celu objęto pomiarem wybrane krawędzie ścian: naw bocznych, prezbiterium, wieży głównej z dzwonnica, wież przyprezbiterialnych, wież przyległych do naw bocznych. Uzyskano informację o wartościach oraz kierunkach wychylenia ważniejszych segmentów kościoła przedstawione w pracy Szerbowski i Gawalkiewicza (2005). Innego typu pomiarem było wyznaczenie współrzędnych (aktualizacja) punktu państwowej osnowy poziomej, którym jest jeden z elementów górnej, dachowej części wieży (środek głowicy u podstawy krzyża zamocowanego na iglicy). Wykonane obserwacje pozwoliły na wyznaczenie:

- pochylenie płaszczyzny wyznaczonej przez repery ścienne,
- wychyleń ścian budynku kościoła,
- przemieszczenia punktu państwowej osnowy poziomej II klasy.

W pierwszym przypadku maksymalne wychylenie (w odniesieniu do stanu z 1965 r.) wyniosło ponad 20 mm (dla długości ok. 60 m). Wartość ta jest miarą nierównomierności osiadania budynku w okresie ostatnich 40 lat, natomiast nachylenie ww. płaszczyzny jest generalnie w kierunku wschodnim. Z kolei kierunki wychyleń objętych pomiarem ścian są różne. W tym przypadku jednak z uwagi na uzyskane wartości, istotne są wychylenia wieży kościoła. Jest ona generalnie wychylona w kierunku NW (maksymalnie ok. 20 cm, na wysokości ok. 30 m nad powierzchnią terenu). Wyznaczone przemieszczenie ww. punktu osnowy poziomej o ok. 20 cm w kierunku północno-wschodnim w okresie ostatnich 20 lat wskazuje na złożoność obrazu geometrycznych deformacji wiekowego budynku.

2.2. Wyniki pomiarów z 2005 roku

Analiza wyników niwelacji precyzyjnej reperów z 2002 r. wykazała nierównomierność procesu osiadania budynku w ciągu ostatnich 40 lat. Wyniki prace pomiarowych z lat 2003, 2004 i 2005 potwierdziły występowanie zróżnicowania procesu przemieszczeń pionowych tych reperów i tym samym poszczególnych części obiektu. Wyniki tych prac oraz pomiarów pionowości ścian budynku stanowiły podstawę projektu bardziej szczegółowych prac

geodezyjnych, które zaplanowano na 2005 r. Konieczność ich realizacji wynikała dodatkowo z zaobserwowanego rozwoju spękań ścian, posadzki oraz sklepienia obiektu. Wykonane w 2005 roku prace obejmowały:

- niwelację precyzyjną 3 reperów wysokościowych (zastabilizowanych na ścianach zewnętrznych budynku) państwowej sieci wysokościowej III klasy,
- pomiar wysokościowy posadzki kościoła,
- stabilizację na ścianach, w cokole oraz w posadzce sieci reperów (rys. 2.1),
- inwentaryzację wybranych spękań wewnątrz kościoła,
- niwelację reperów na cokole obiektu,
- niwelację reperów zastabilizowanych w posadzce kościoła,
- pomiar (wyznaczenie) współrzędnych reperów zastabilizowanych w ścianach (fasada) kościoła,
- pomiar wychylenia filarów, ścian zewnętrznych i wewnętrznych obiektu.

Efektem wykonanych prac miało być uzyskanie szczegółowego obraz deformacji (wychyleń ścian i filarów, nachylenia posadzki) oraz uzyskanie bazowych wartości współrzędnych dla zastabilizowanych punktów sieci badawczej, na którą składają się:

- repery zastabilizowane w posadzce kościoła (objęte pomiarami niwelacyjnymi dla oceny przemieszczeń pionowych),
- repery zastabilizowane na cokole na zewnątrz obiektu (objęte pomiarami niwelacyjnymi dla oceny przemieszczeń pionowych),
- repery zastabilizowane na ścianach zewnętrznych obiektu dla oceny przemieszczeń poziomych i pionowych budynku).



Rys.2.1. Szkic sytuacyjny przestrzennej sieci obserwacyjnej dla pomiarów przemieszczeń budynku kościoła pw. Zwiastowania NMP w Inowrocławiu

Fig.2.1 The situational scheme of the spatial network for displacement observation of of The Virgin Mary Annunciation Church in Inowrocław

Wszystkie zastabilizowane repery tworzyły więc sieć wysokościową lub sieć sytuacyjno-wysokościową. Uzyskane wartości współrzędnych pozwolą w przyszłości na wyznaczenie

przemieszczeń (pionowych czy poziomych). Szkic sytuacyjny ilustrujący rozmieszczenie ww. reperów zamieszczono na rys. 2.1.

Decyzja o stabilizacji osnowy badawczej oraz o objęciu szczegółowymi pomiarami budynku kościoła podjęto została po analizie uzyskanego obrazu wysokościowego podszkicu kościoła oraz wyników prac z 2004 r. Zakładając, że w przeszłości była ona pozioma, to można przyjąć, że jej aktualne nachylenia są efektem niestabilności podłoża. W strefach o dużej zmienności tych nachyleń obserwuje się jej spękania. Powstawanie tych i innych spękań świadczy o postępującym procesie deformacji obiektu. Stąd właśnie decyzja o prowadzeniu okresowych pomiarów przemieszczeń. Wyniki tak prowadzonych obserwacji będą ponadto istotne po wykonaniu prac zabezpieczających (w ocenie ich skuteczności).

Zrealizowane w 2005 roku pomiary tachymetryczne różniły się m.in. od poprzednich tym, że wykonane zostały w odniesieniu do zastabilizowanych punktów osnowy pomiarowej. Osnowa taka umożliwi w przyszłości określenie przemieszczeń punktów, dla których wyznaczone zostały współrzędne (x,y,z) . W pomiarach sytuacyjnych i wysokościowych wykorzystano wysokiej klasy przyrządy pomiarowe. Pomiary tachymetryczne wykonane zostały bezzwierciadlanym, precyzyjnym tachimetrem Geodimetr 5503 firmy Trimble. Średni błąd położenia sytuacyjnego tych punktów nie przekroczył $m_p = \pm 0,002$ m, natomiast średni błąd wysokościowy $m_H = \pm 0,003$ m. W pomiarach wysokościowych wykorzystano precyzyjny niwelator NA 3003 firmy Leica. Średni błąd wysokości punktu z pomiarów niwelacji precyzyjnej (punkty zastabilizowane w posadzce kościoła i na cokole) nie przekroczył ± 1 mm.

W pomiarach wychyleń ścian budynku kościoła wyznaczono tachymetrycznie współrzędne 50 punktów. Punkty pomiarowe zgrupowane są w liniach pomiarowych. Na daną linię składało się 2–6 punktów (w zależności od możliwości ich stabilizacji czy rodzaju badanego elementu konstrukcji obiektu).

Tabela 2.1.

Maksymalne wartości wyznaczonych wychyleń poszczególnych elementów konstrukcyjnych budynku kościoła pw. Zwiastowania NMP w Inowrocławiu (w 2004 r.)

Table 2.1.

Maximum values of determined deflections of transept particular structure elements (without the high bell tower) in The Virgin Mary Annunciation Church in Inowrocław (in 2004)

Element	wartość wychylenia na wysokości ok. 10 m	kierunek wychylenia
ściana północna	72,1 mm	północny
ściana południowa	55,2 mm	zachodni
ściana wschodnia	30,3 mm	północny
ściana zachodnia	63,3 mm	północno-zachodni
filary – rząd północny	45,5 mm	północno-zachodni
filary – rząd południowy	27,5 mm	południowo-zachodni

Stwierdzenie istotnych dla stabilności budowli spękań i przemieszczeń wewnątrz kościoła jest niemożliwe z uwagi na pokrycie powierzchni ceglanej kopuły warstwą tynku oraz ciemno-barwnymi polichromiami. Z kolei w odsłoniętych fragmentach ścian widoczne są spękania i zarysowania na zewnętrznych elewacjach oraz wewnątrz wież kościoła. Widoczne wewnątrz zarysowania i spękania nie zawsze mają swe odpowiedniki na elewacji zewnętrznej wieży. W ramach wykonanych prac zinventaryzowane zostały również szczeliny. Wartości rozsunęcia pionowego powierzchni wybranych szczelin w kopule kościoła przedstawiono w tabeli 2.2.

Tabela 2.2.
Zestawienie wartości pionowego rozsunięcia powierzchni dla wybranych pęknięć kopuły kościoła
Table 2.2.
Juxtaposition of surface vertical extension values for selected cracks of church cupola

profil	wartość przemieszczenia powierzchni w strefie spękań
A – A'	27,0 mm
B – B'	28,4 mm
C – C'	33,8 mm

Przedstawione wartości przemieszczeń (rozsunień) w strefach spękań świadczą o stopniu deformacji powierzchni ceglanej. Najbardziej niepokojące są jednak spękania kopuły kościoła, które wymagają pilnego remontu. Zaobserwowane uszkodzenia kopuły wskazują, że mają one charakter rozwojowy i wymagane są w najbliższym okresie prace zabezpieczające, które zatrzymają proces jej pęknięcia.

2.3. Ogólna charakterystyka przemieszczeń

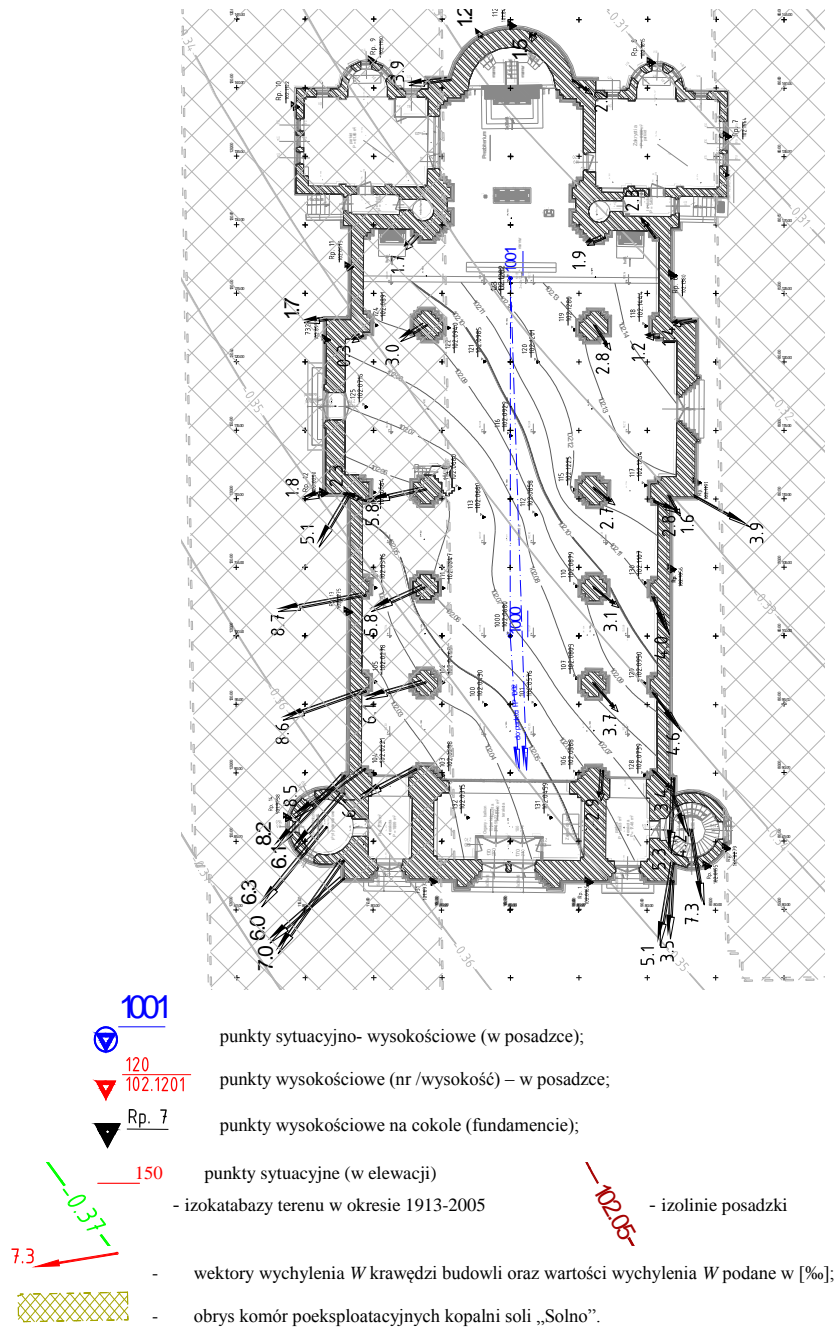
Wyniki pomiarów z 2005 roku wychyleń ścian budynku potwierdziły rezultaty obserwacji z 2004 r. (zrealizowane odmienną techniką pomiarową). Na podstawie wykonanych prac pomiarowych stwierdzono:

- wychylenie ścian wieży głównej w kierunku NW, maksymalne ok. 7,0‰ (rys. 2.2),
- wychylenie filarów, o różnych kierunkach: filary w północnym rzędzie wychylone są w kierunku N i NW (maksymalnie 6,1‰), natomiast w rzędzie południowym w kierunku S i SW (maksymalnie 3,7‰),
- pochylenie płaszczyzny posadzki w kościele w kierunku NW o wartości ok. 2,8‰ (maksymalna różnica wysokości pomiędzy punktami wynosi ok. 12 cm),
- pochylenie płaszczyzny przechodzącej przez repery ścienne osnowy wysokościowej III klasy w kierunku NW (różnica stanu aktualnego i z 1965 r. Maksymalna różnica wysokości pomiędzy reperami (repery: 731 i 112) wynosi ok. 2 cm, co daje wartość wychylenia ok. 0,4‰.
- pochylenie płaszczyzny przechodzącej przez cokół obiektu jest w kierunku NW (podobnie jak w przypadku posadzki w kościele). Maksymalna różnica wysokości pomiędzy punktami (Rp. 7 i Rp. 14) wynosi ok. 19 cm, co daje wartość wychylenia ok. 3,2 ‰.

Ponadto, zaobserwowano następujące uszkodzenia:

- pęknięcia posadzki wewnątrz kościoła (o przebiegu generalnie południkowym),
- pęknięcia ścian elewacji nawy bocznej i wieży głównej kościoła, opisane już wcześniej w pracy (Szczerbowski 2003; Szczerbowski, Gawalkiewicz 2005),
- pęknięcia i przemieszczenia fragmentów ścian wewnątrz wieży głównej (na wszystkich jej poziomach),
- pęknięcia i przemieszczenia kopuły kościoła.

Niektóre z ww. zmian zostały zinwentaryzowane, co umożliwi w przyszłości opis rozwoju tych uszkodzeń. Uzyskany przestrzenny obraz przemieszczeń budynku może mieć znaczenie poznawcze np. przy opracowaniu modelu deformacji tego obiektu z punktu widzenia mechaniki budowli. Z pewnością ma on znaczenie praktyczne, stanowiąc merytoryczną podstawę projektowania prac remontowych i zabezpieczających.



Rys. 2.2. Graficzna prezentacja deformacji geometrii świątyni ZNMP w Inowrocławiu. Całkowite wychylenia poszczególnych krawędzi ścian części nawowej, prezbiterialnej oraz filarów.
 Fig. 2.2 The graphic presentation of geometric deformations of The Virgin Mary Annunciation Church in Inowrocław. The total deflections particular wall edges of the nave, presbytery and pillars.

3. Podsumowanie

Wyniki pomiarów tachimetrycznych oraz niwelacyjnych wskazują na przechylenie się kościoła w generalnie kierunku północno-zachodnim. Cechą charakterystyczną ujawnionych przemieszczeń poszczególnych elementów budynku, co do wartości i kierunku jest ich korelacja z przebiegiem izolinii obniżeń powierzchni terenu (określonych na podstawie niwelacji precyzyjnej sieci reperów ściennych): maksymalna wartość odchylenia płaszczyzny posadzki oraz cokołu na zewnątrz budynku jest zbliżona do wartości całkowitych obniżeń powierzchni terenu na tym obszarze (za ostatnie 40 lat), kierunki wychyleń ścian są generalnie zgodne z kierunkiem zapadania niecki osiadań całkowitych.

Wychylenie międzynawowych filarów oraz pilastrów przyściennych naw bocznych spowodowało lokalne uszkodzenia sklepienia kolebkowego nawy głównej oraz kopuły (w części nawowej). Biorąc pod uwagę charakterystykę przemieszczenia filarów, spękania kopuły wynikają z naprężeń rozciągających. Niestety, dotychczasowe prace konserwatorskie polegały głównie na pokryciu spękanej powierzchni zaczynem cementowym lub masą gipsową, co uniemożliwia inwentaryzację rzeczywistego stanu technicznego. Największe wartości pionowych rozsunieć spękań na powierzchni kopuły zarejestrowano od strony południowo-wschodniej.

Dodatkowe pomiary wychylenia obiektu wykonane w 2005 roku pozwoliły na bardziej szczegółowy obraz deformacji (zarówno w odniesieniu do linii pionu jak i płaszczyzny poziomej). Ocena czasowej charakterystyki procesu deformacji możliwa będzie po określeniu zmian wartości współrzędnych reperów zastabilizowanych w posadzce i w ścianach obiektu. Wykonana w 2005 roku osnowa (sytuacyjno-wysokościowa, w postaci punktów ściennych i ziemnych) pozwoli ponadto na powiązanie obserwowanych przemieszczeń poszczególnych elementów obiektu i ocenę związku tego procesu z przemieszczeniami powierzchni terenu.

Z przedstawionych wyników widać, że ocena deformacji obiektu na podstawie zachowania się pojedynczych reperów wysokościowych (jaką zwykle się wykonuje na obszarach objętych wpływami eksploatacji) jest niepełna i nie pozwala na uzyskanie całościowego obrazu uszkodzeń czy opisu zagrożeń z nich wynikających. Ponadto, szczegółowy obraz uszkodzeń w wielu przypadkach może być istotny w rozstrzygnięciu o przyczynach obserwowanych uszkodzeń (szkoda górnicza, budowlana itp.).

Przedstawione rezultaty geodezyjnych pomiarów przemieszczeń budynku kościoła pw. Zwiastowania NMP w Inowrocławiu pozwoliły na sformułowanie pewnych wniosków o charakterze ogólnym dotyczących badań deformacji wielkokubaturowych obiektów. Zróżnicowana charakterystyka przemieszczeń poszczególnych elementów konstrukcyjnych (różne wartości i różne kierunki wychyleń) wymagała w analizowanym przypadku założenia przestrzennej sieci do obserwacji przemieszczeń. Podstawowymi elementami konstrukcyjnymi budynków wielkokubaturowych wymagających geodezyjnych obserwacji wychyleń i przemieszczeń są: posadzka, ściany nośne, filary. Dla oceny procesu przemieszczeń ww. elementów konieczne jest trwale zastabilizowanie na nich punktów obserwacyjnych tworzących przestrzenną sieć badawczą. Cykliczne pomiary tachimetryczne lub niwelacyjne ww. punktów pozwolą na wyznaczenie składowych przemieszczeń badanych elementów konstrukcyjnych. W przypadku ścian i filarów wyniki pomiarów dotyczyłyby głównie składowej poziomej przemieszczeń (pomiar tachimetryczny), natomiast w przypadku posadzki składowej pionowej (niwelacja). Dla zwiększenia wiarygodności wyników punkty obserwacyjne sieci badawczej powinny tworzyć mniej więcej pionowe linie (bazy) pomiarowe – interpretacja obejmowałaby więc grupę punktów a nie tylko pojedyncze punkty (wychylenie danej linii pomiarowej).

Przedstawiona propozycja prac pomiarowych w diagnostyce obiektów (w tym przypadku obiektu przewidzianego w niedalekiej przyszłości do remontu) nawiązuje do wymogów prawa unijnego w zakresie geodezyjnego monitorowania obiektów III kategorii geotechnicznej („... the evaluation of performance should normally be based on the measurement of displacements ...”).

Praca wykonana w ramach badań statutowych 11.11.150.652.

Literatura

- [1] EN 1997 Eurocode 7 Geotechnical design.
- [2] Instytut Techniki Budowlanej. Instrukcja 364/2000: „Wymagania techniczne dla obiektów budowlanych wznoszonych na terenach górniczych”, Warszawa 2000.
- [3] Pilecki Z., Szczerbowski Z., Kłosiński J., Koster M. 2003: Sejsmiczne badanie stanu górotworu na terenie wysadu solnego Inowrocław. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie, 5 (105), 48–50.
- [4] Szczerbowski Z. 2003: Górnictwo-geologiczne uwarunkowania uszkodzeń budynku kościoła pw. Zwiastowania NMP w Inowrocławiu. Geodezja, półrocznik Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, t. 9, z. 2/1, 529–536.
- [5] Szczerbowski Z., Gawalkiewicz R. 2005: Użyteczność geodezyjnych pomiarów w diagnostyce zabytkowych obiektów na przykładzie kościoła w Inowrocławiu. Przegląd Budowlany, miesięcznik Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa, Warszawa, 22–28.
- [6] Wodyński A. 1991: Wpływ powolnych i długotrwałych deformacji powierzchni na zagrożenie zabudowy. Zeszyty Naukowe AGH. Geodezja.

The example of geodetic survey method for displacement evaluation of large volume buildings

The obtained results allowed defining a certain conception of a perform system of deformation surveys for large volume buildings that is especial importance in the case of mining areas. So far a description of deformations is usually based on observations of limited number of points that allow estimating ground deformations (characterized by deformation indicators and inventory of damages of certain building construction elements. The detailed description of displacement condition of individual parts of construction (or their displacement process) is particularly important in the aspect of construction works. Knowledge of deformation process of depleted construction element displacements is important for making decision concerning support works. The relevant wit the decisions are the economic aspect and safety functioning of objects

Przekazano: 12 kwietnia 2006 r.