

dr inż. Maria Gadomska<sup>1)</sup>

# Długookresowy monitoring obiektów posadowionych na podłożu ekspansywnym

## *Long-term monitoring of objects constructed in expansive soil foundation*

DOI: 10.15199/33.2015.05.21

(Studium przypadku)

**Streszczenie.** Obiekty posadowione na podłożu ekspansywnym ulegają licznym uszkodzeniom i wymagają długookresowych obserwacji. Na podstawie wieloletnich obserwacji stwierdzono istotne przemieszczenia pionowe, pomimo przeprowadzonych prac zabezpieczających. W przypadku niektórych obiektów przemieszczenia są zróżnicowane i w związku z tym można zrezygnować z częstych obserwacji części obiektu o nieznaczających przemieszczeniach.

**Słowa kluczowe:** przemieszczenia pionowe, monitoring, grunty ekspansywne.

**Abstract.** Objects constructed in expansive soil foundation reveal significant damage and require long-term observation. In effect of long-term monitoring, significant vertical displacements that had occurred despite conservation works, were found on the objects. On some objects the displacements are highly diversified and, therefore, observation of the parts with slight displacements can be abandoned.

**Keywords:** vertical displacement, monitoring, expansive soil.

Przemieszczenia pionowe podłoża fundamentowego, zależnego od charakteru gruntów, mają negatywny wpływ na konstrukcje budynków posadowionych w ich strefie. Szczególnie jest to widoczne w przypadku iłłów ekspansywnych, które zmieniają objętość na skutek zmiany stosunków wodnych spowodowanych przez przyczyny naturalne, takie jak oddziaływanie klimatu i roślinności lub zakłócenie naturalnej infiltracji wody i parowania na skutek zagospodarowania terenu; obniżania zwierciadła wód gruntowych czy nawodnienia przez użytkowanie nieszczelnych instalacji. W różnych rejonach świata podłoża ekspansywne ma różnego pochodzenia i charakteryzuje się różnymi stopniami ekspansywności oraz wskaźnikami plastyczności i skurczliwości. W analizowanym przypadku grunty ekspansywne należą do zróżnicowanego litologicznie kompleksu osadów serii poznańskiej. Ich miąższość wynosi 20 ÷ 160 m, a miejscami zostały całkowicie zredukowane. W wielu miejscach ility serii poznańskiej są przykryte utworami czwartorzędowymi. Dodatkowo morfologia stropu iłłów poznańskich na badanym terenie jest bardzo skomplikowana.

W przypadku obiektów posadowionych na takim podłożu mogą pojawić się rysy, pęknięcia ich elementów konstrukcyjnych, pochylenia posadzek, deformacje otworów drzwiowych i okiennych. Miąższość iłłów

na terenie Bydgoszczy waha się od kilku do 40 m, a w niektórych miejscach występuje tuż pod powierzchnią. Na obszarach płytkiego występowania iłłów trzeciorzędowych odnotowano liczne awarie i poważne uszkodzenia budynków. Przyczyny i przebieg awarii były już wielokrotnie opisywane w literaturze [1, 4]. Wpływ podłoża gruntowego na obiekty zależy również od rodzaju konstrukcji, sposobu posadowienia, obciążenia podłoża. W artykule przedstawimy przykłady obiektów o różnych przemieszczeniach, na których prowadzony jest monitoring przemieszczeń pionowych i stanu obiektu pod względem budowlanym.

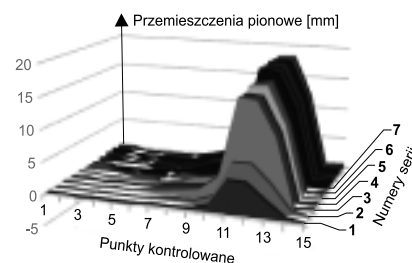
### Monitorowane obiekty

**Obiekt nr 1 (kościół) – pomiar wyjściowy 15.11.1994 r.** Kościół (zbudowany w latach 1933 – 1939; fotografia 1) i przybudówki wykonano z cegły ceramicznej. Przybu-



**Fot. 1. Kościół z zaznaczonym obszarem przemieszczeń**  
Photo 1. Church with marked area of displacements

dówka wschodnia jest dwukondygnacyjna (parter był przeznaczony na kapliczkę). Wzniesiono ją z cegły pełnej na słabej zaprawie wapiennej. Ściany kapliczki grubości 51 cm są bez tynków zewnętrznych. Stropodach to dwuspadowa konstrukcja więźarów drewnianych pokrytych deskami i papą; strop nad piwnicą – typu Kleina. Fundamenty są ceglane posadowione 1,20 m poniżej terenu na kilkunastocentymetrowej warstwie piasków średnich przewarstwionych żwirem, zalegającej na stropie iłłów serii poznańskiej. Przemieszczenia pionowe większości punktów mieszczą się w granicach dokładności pomiarów. Istotne przemieszczenia (wynoszące maksymalnie +18,4 mm) wykazują tylko punkty 11, 12, 13 znajdujące się na uszkodzonym narożniku (rysunek 1).



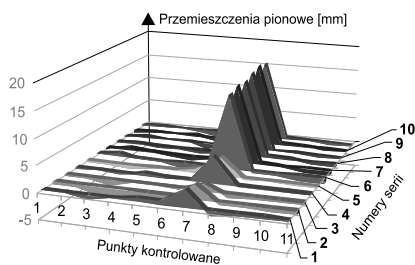
**Rys. 1. Przemieszczenia punktów kontrolowanych w czasie**

*Fig. 1. Displacements points controlled in time*

**Obiekt nr 2 (budynek mieszkalny) – pomiar wyjściowy 08.10.2003 r.** Budynek mieszkalny wielorodzinny pięciokondygnacyjny z lat siedemdziesiątych XX w. części-

<sup>1)</sup> Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska; e-mail: marga@utp.edu.pl

wo podpiwniczony, wykonany został w technologii wielkiej płyty, z podłużnymi ścianami osłonowymi z betonu komórkowego. Układ konstrukcyjny budynku jest poprzeczny. Obiekt posadowiono na zmiennej głębokości  $0,5 \div 2,0$  m p.p.t. bezpośrednio w kompleksie łąk, północnym szczytem wcinając się w przylegającą kilkumetrową skarpe [5]. Jak wynika z analizy przemieszczeń pionowych punktów kontrolowanych, istotne przemieszczenia wykazuje tylko punkt nr 7 (rysunek 2) znajdujący się w pobliżu narożnika ściany szczytowej budynku (fotografia 2).



**Rys. 2. Przemieszczenia pionowe punktów kontrolowanych w czasie**

*Fig. 2. Displacements points controlled in time*



**Fot. 2. Widok budynku od strony południowej wraz z zaznaczonym obszarem przemieszczeń**

*Photo 2. View of the building south view with marked area of displacement*

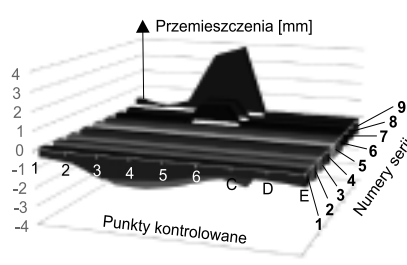
**Obiekt nr 3 (hala produkcyjna) – pomiar wyjściowy 08.09.1993 r.** Badana hala produkcyjna jest niepodpiwniczona z magazynem o wymiarach 18 x 12 m i wysokości 14 m i została posadowiona na ławach żelbetowych (fotografia 3). Podłoże budowlane stanowią utwory czwartorzędowe i trzeciorzędowe. Osady trzeciorzędowe są reprezentowane przez ekspansywne ropy serii poznańskiej, zalegające do 15 m p.p.t. W przypadku tej hali zrezygnowano z monitoringu przemieszczeń całego obiektu, ponieważ obserwowano przemieszczenia pionowe punktów w rejonie awarii (rysunek 3), a punkty znajdujące się poza strefą uszkodzeń nie doznały wzajemnych przemieszczeń (stały się one bazą odniesienia).

**Obiekt nr 4 (kompleks budynków użyteczności publicznej) – pomiar wyjściowy – 01.07.2005 r.** Budynki wybudowano



**Fot. 3. Hala produkcyjna z zaznaczonym obszarem przemieszczeń**

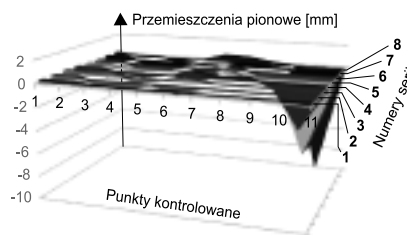
*Photo 3. Production hall with marked displacement area*



**Rys. 3. Przemieszczenia punktów kontrolowanych w czasie**

*Fig. 3. Displacements points controlled in time*

w drugiej połowie lat 70. XX w. w technologii szkieletowej, prefabrykowanej żelbetowej. Fundamenty posadowiono na głębokości 1,5 – 2,0 m poniżej poziomu terenu, a w przypadku zachodniej części budynku bezpośrednio w warstwie gruntów bardzo spoiwych, których strop łagodnie opada w kierunku północno-wschodniego narożnika do głębokości 3,0 – 3,5 m p.p.t. Punkty zabitych na części obiektu wykazują istotne przemieszczenia i wymagają dalszych obserwacji, natomiast przemieszczenia czterech punktów kontrolowanych wynoszą poniżej 0,3 mm (rysunek 4).

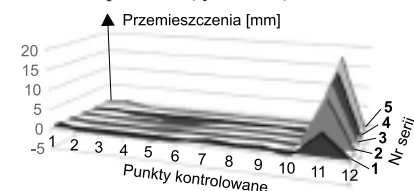


**Rys. 4. Przemieszczenia punktów kontrolowanych w czasie**

*Fig. 4. Displacements points controlled in time*

**Obiekt nr 5 (budynek hotelowy) – pomiar wyjściowy 2003 r.** Jest to budynek czterokondygnacyjny z lat 70. XX w., częściowo podpiwniczony, wykonany w technologii wielkiej płyty, z podłużnymi ścianami osłonowymi z betonu komórkowego, o układzie konstrukcyjnym poprzecznym.

Obiekt posadowiono na żelbetowych ławach fundamentowych, a część niepodpiwniczoną oddzielono dylatacją. W części podpiwniczonej głębokość posadowienia jest zmienna i wynosi  $2,60 \div 2,90$  m p.p.t. W tym przypadku znacznemu przemieszczeniu ulega tylko jeden punkt (nr 11) znajdujący się w pobliżu narożnika budynku, a przemieszczenia pozostałych punktów mieszczą się w granicach dokładności pomiaru (rysunek 5).



**Rys. 5. Przemieszczenia punktów kontrolowanych w czasie**

*Fig. 5. Displacements points controlled in time*

## Podsumowanie

W przypadku przedstawionych obiektów występuje ten sam problem. Niezależnie od konstrukcji obiektu zmiany przemieszczeń dotyczą tylko ograniczonej jego części. W związku z tym wydaje się zbyt duże dalsze monitorowanie całego obiektu. Należy skupić się na części, gdzie występują nadal istotne przemieszczenia. W wyniku zmian zachodzących w pobliżu obiektów (zmiana zagospodarowania terenu, przebudowa lub likwidacja starej zabudowy) punkty odniesienia wcześniej tam się znajdujące uległy zniszczeniu [2, 3]. W celu zapewnienia ciągłości pomiarów punkty znajdujące się na już stabilnej części obiektu mogą służyć jako punkty odniesienia bez konieczności poszukiwania miejsc do umieszczenia nowych punktów odniesienia.

*Wszystkie fotografie – Autorka*

## Literatura

- [1] Gadomski J., Gadomska M., Kumor M. K.: Monitorowanie przemieszczeń pionowych obiektów posadowionych na podłożu ekspansywnym. Technical Sciences Supplement No 2, Wydawnictwo UWM Olsztyn 2005.
- [2] Gadomski J., Gadomska M.: Przemieszczenia bezwzględne i problemy związane z ich wyznaczeniem. Materiały Budowlane 5/2011.
- [3] Gadomski J., Gadomska M.: Stałość punktów odniesienia w aspekcie długookresowych pomiarów przemieszczeń. Praca zbiorowa pod red. Artura Plichy i Ireneusza Wyczałka: Inżynierskie zastosowania geodezji. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 2012.
- [4] Gorączko A.: Badanie przemieszczeń pionowych podłoża ekspansywnego w Bydgoszczy na przykładzie wybranych obiektów. Praca doktorska ATR Bydgoszcz 2007.
- [5] Gorączko A., Gadomska M., Kumor M. K.: Obserwacje przemieszczeń obiektów budowlanych posadowionych na podłożu ekspansywnym na wybranym przykładzie. Budownictwo i Architektura 2014.

*Otrzymano 19.01.2015 r.*