

MARIA GADOMSKA*, JAN GADOMSKI**

MONITORING OBIEKTÓW PO WYKONANIU PRAC ZABEZPIECZAJĄCYCH PRZED KATASTROFĄ

STRUCTURE'S MONITORING AFTER WORKS PREVENTING CATASTROPHE

Streszczenie

W niniejszym artykule przedstawiono problemy monitoringu obiektów, na których prowadzone były prace zabezpieczające przed katastrofą. Na przykładach pokazano, jak duże przemieszczenia pionowe mogą występować w miejscach, gdzie prowadzone były prace.

Słowa kluczowe: grunty ekspansywne, monitoring obiektów, prace zabezpieczające, przemieszczenia pionowe

Abstract

In the article the problems of structures' monitoring on which preventing works has been done against catastrophe has been presented. On examples was presented how large vertical displacement can exist in places of preventing works.

Keywords: expansive clays, structure's monitoring, preventing works, vertical displacement

* Dr inż. Maria Gadomska, Katedra Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy.

** Dr inż. Jan Gadomski, Katedra Budownictwa Drogowego, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy.

1. Wstęp

Podłoże budowlane Bydgoszczy to ropy plicieńskie zwane też poznańskimi. Są to grunty ekspansywne, najbardziej pęczniące spośród gruntów spoistych występujących płytko pod powierzchnią terenu. Grunty te zalegają często w strefie posadowienia fundamentów i są przyczyną bardzo wielu awarii budowlanych, wynikających z niepoprawnie rozwiązanych zadań geotechnicznych. Skutki ekspansywności gruntu ujawniają się dopiero w przypadku uaktywnienia się procesu pęcznienia i skurczu na skutek występowania takich czynników, jak np.:

- zmiany klimatyczne, opady atmosferyczne, przemarzanie,
- rozbudowa drenażu i systemów kanalizacyjnych,
- rozwój roślinności,
- lokalne awarie sieci wodno-kanalizacyjnych lub c.o. itd. [5].



Ryc. 1. Zasięg ropy serii poznańskiej

Fig. 1. Range of Poznań set expansive clay

Wskutek zmian wilgotnościowych następują pionowe przemieszczenia:

- w górę (podniesienia) w wyniku pęcznienia przy wzroście wilgotności,
 - w dół (osiadania) w wyniku skurczu przy przesychnianiu i osiadania pokonsolidacyjnego ropy.
- Na rycinie 1 przedstawiono zasięg ropy serii poznańskiej na terenie Polski [6].

Przebieg skutków zmian wilgotnościowych iłłów ekspansywnych jest bardzo powolny. Uszkodzenia i awarie stwierdza się zwykle po upływie nie mniej niż dziesięciu lat eksploatacji obiektów, a w przypadku 25% badanych obiektów na terenie Bydgoszczy awarie nastąpiły dopiero po 30 latach eksploatacji. Uszkodzenia mogą występować w różnym czasie i z różną intensywnością. W związku z tym trudno wcześniej zaplanować odpowiedni monitoring zagrożonych obiektów. W przypadku, gdy zagrożenie już wystąpi też nie zawsze przeprowadza się monitoring. Często po wykonaniu prac zabezpieczających przed katastrofą nie prowadzi się obserwacji obiektu i monitoringu stanu zachowania.

Na pięciu przykładach pokazano, jakie zmiany zachodzą w obiekcie, na którym wykonano prace zabezpieczające i to w wielu przypadkach w bardzo szerokim zakresie.

2. Przemieszczenia pionowe obiektów po wykonaniu prac zabezpieczających

Obiekt nr 1

Jest to kościół zbudowany w latach 1933–1939. Kościół i przybudówki zostały wykonane z cegły ceramicznej. Przybudówka wschodnia jest dwukondygnacyjna, parter był przeznaczony na kapliczkę. Przybudówka wykonana jest z cegły pełnej na słabej zaprawie wapiennej. Ściany kapliczki o grubości 51 cm są bez tynków zewnętrznych. Stropodach to dwuspadowa konstrukcja więźarów drewnianych pokrytych deskami i papą; strop nad piwnicą typu Kleina. Fundamenty ceglane są posadowione 1,20 m poniżej terenu na kilkunastocentymetrowej warstwie piasków średnich, przewarstwionych żwirem, zalegającej na stropie iłłów serii poznańskiej.

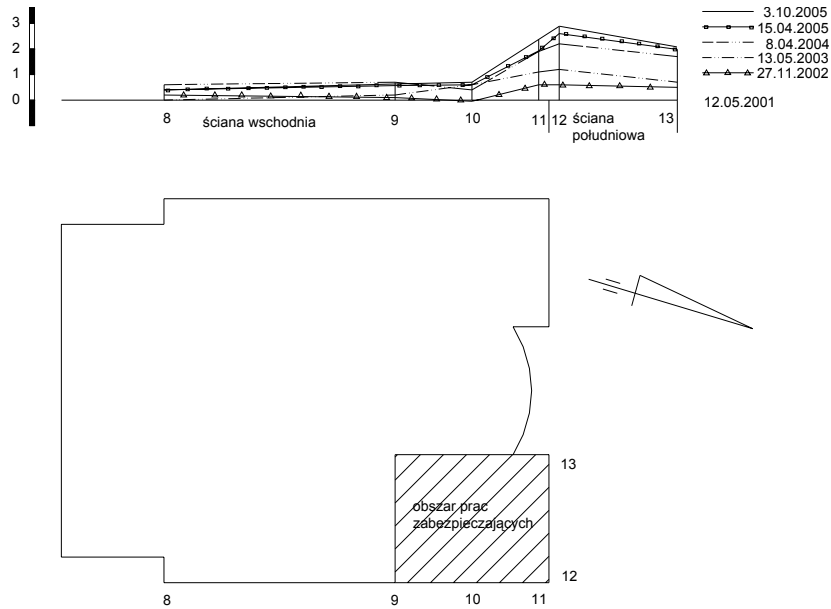
Pomiary geodezyjne przed pracami zabezpieczającymi oraz w trakcie tych prac nie były prowadzone. Pierwsze pomiary przemieszczeń pionowych i poziomych wykonano w ramach monitoringu obiektu podczas prowadzenia intensywnych prac budowlanych w pobliżu obiektu. Prace zabezpieczające zakończono na wiosnę 1999 r. Po pracach tych, 12.05.2001 r., dokonano pomiaru 15 punktów kontrolnych znajdujących się na obiekcie. Z pomiarów okresowych wynika, że narożnik budynku ulega przemieszczeniom pionowym (ryc. 2). Pozostałe punkty ulegają przemieszczeniom mieszczącym się w dokładności pomiarów geodezyjnych. Przemieszczeniom znaczącym ulega ta część, na której wystąpiły największe uszkodzenia przed pracami zabezpieczającymi.

Obiekt nr 2

Jest to hotelowy budynek czterokondygnacyjny (akademik) z lat 70. XX wieku, całkowicie podpiwniczony. Wykonany został w technologii wielkiej płyty. Podłużne ściany osłonowe wykonano z gazobetonu, układ konstrukcyjny budynku jest poprzeczny.

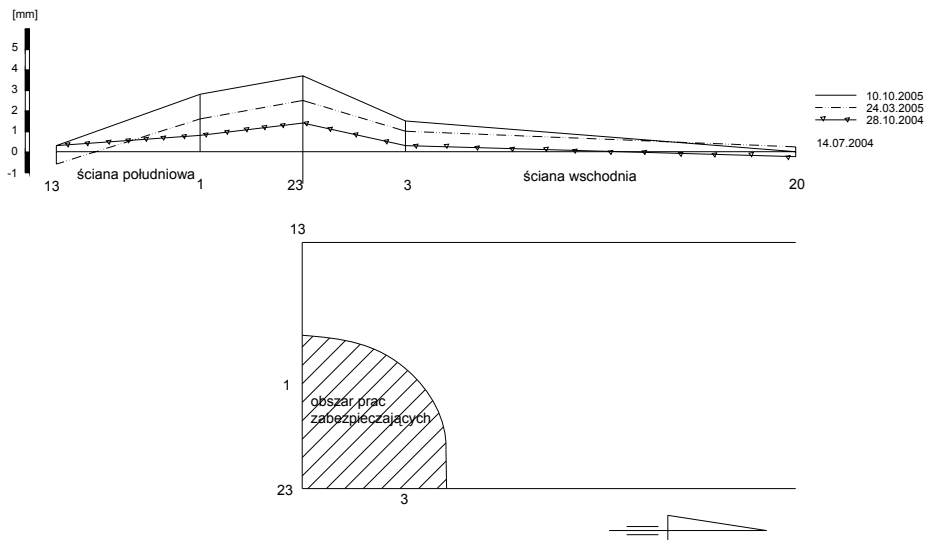
Stan awarii części szczytowej nastąpił w 2003 r. Latem 2004 roku obiekt wzmocniono ściągamami stalowymi, a od strony uszkodzonej usunięto grupę drzew.

Przed pracami zabezpieczającymi wykonano dwa pomiary 24 punktów kontrolnych (reperów). Na zewnątrz budynku znajdowało się 13 punktów, a wewnątrz (w piwnicy) 11 punktów. Po zakończeniu prac dokonano pomiaru wszystkich punktów (14.07.2004 r.) i w stosunku do tego pomiaru obliczono przemieszczenia pionowe punktów w okresie późniejszym. Przemieszczenia znaczące przedstawiono na ryc. 3, pozostałe mieszczą się w dokładności pomiaru przemieszczeń pionowych. Na obiekcie tym widoczne są również przemieszczenia tylko w miejscach, gdzie nastąpiły uszkodzenia, a następnie prowadzone były prace zabezpieczające.



Ryc. 2. Przemieszczenia pionowe narożnika budynku i obszar prac zabezpieczających

Fig. 2. Vertical displacement of the building's corner and range of preventing works



Ryc. 3. Przemieszczenia pionowe reperów na ścianie południowej i ścianie wschodniej oraz obszar prac zabezpieczających

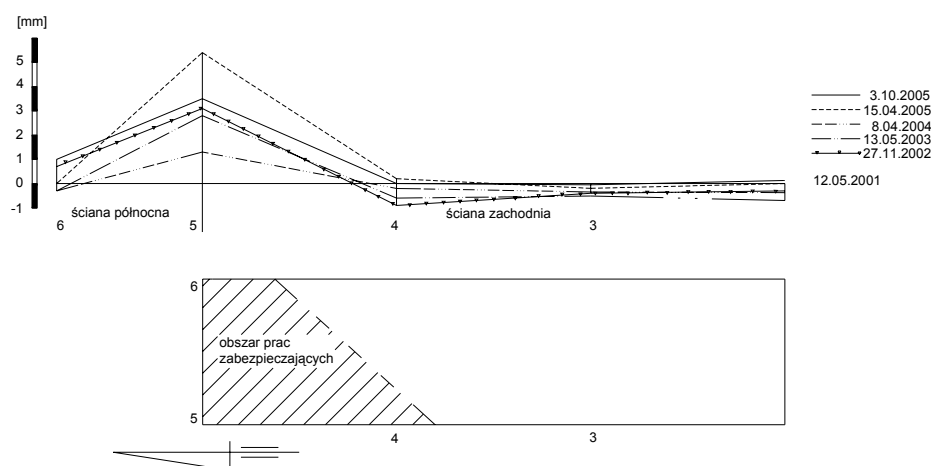
Fig. 3. Vertical displacements of benchmarks on southern and eastern wall and range of preventing works

Obiekt nr 3

Budynek wielorodzinny pięciokondygnacyjny z lat 70. XX wieku. Częściowo podpiwniczony, wykonany w technologii wielkiej płyty. Podłużne ściany osłonowe wykonano z gazobetonu. Układ konstrukcyjny budynku jest poprzeczny.

Awaria jednej ze szczytowych ścian budynku nastąpiła w 2002 r. Jako wzmocnienie zastosowano mikropale pod ławami fundamentowymi części szczytowej.

Przed i w trakcie prac zabezpieczających nie prowadzono żadnych pomiarów przemieszczeń pionowych i poziomych. Po wykonaniu prac zabezpieczających (8.10.2003 r.) na zewnątrz budynku zastabilizowano 11 reperów (punktów kontrolnych). W stosunku do tego pomiaru określono przemieszczenia wszystkich punktów. Na rycinie 4 przedstawiono przemieszczenia punktów na ścianie zachodniej i północnej. Pozostałe punkty przemieściły się w granicach dokładności pomiaru przemieszczeń pionowych.



Ryc. 4. Przemieszczenia pionowe reperów na ścianie północnej i zachodniej oraz obszar prac zabezpieczających

Fig. 4. Vertical displacements of benchmarks on northern and western wall and range of preventing works

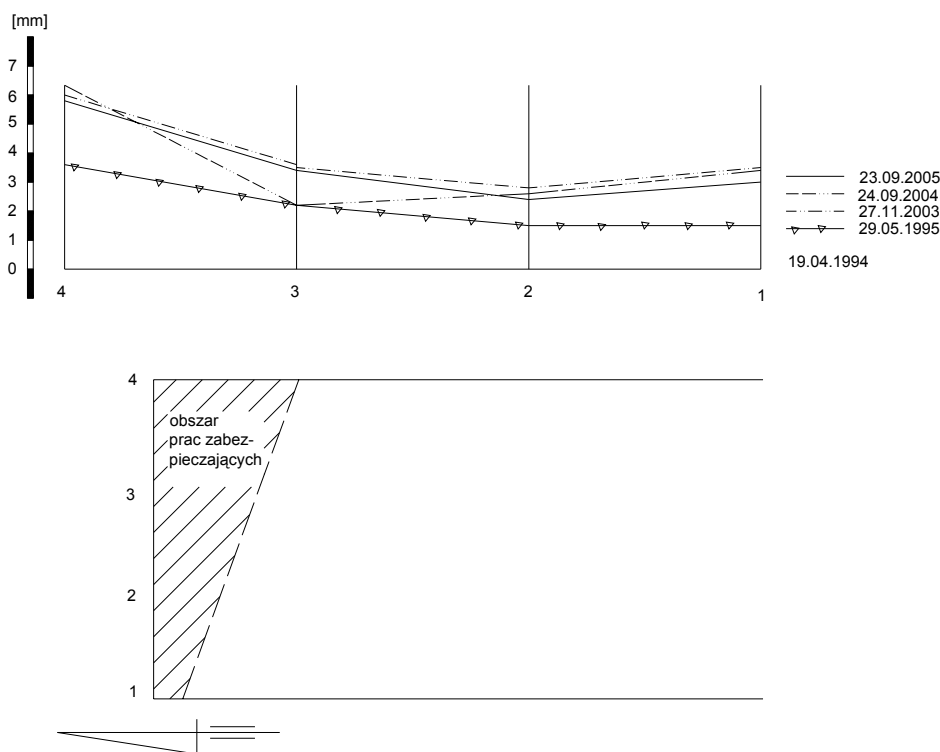
Obiekt nr 4

Badany obiekt to hala produkcyjna, niepodpiwniczona z magazynem o wysokości 14 m i wymiarach 18×12 m. Jest to konstrukcja żelbetowa, szkieletowa, prefabrykowana. Posadowiona na ławach żelbetowych. Podłoże budowlane stanowią ility serii poznańskiej zalegające na powierzchni terenu do głębokości co najmniej 15 m p.p.t.

Na początku lat 90. XX wieku wystąpiła awaria. Jako wzmocnienie konstrukcji zastosowano do fundamentu iniekcje cementowe.

Pomiary geodezyjne przemieszczeń pionowych wykonano tylko podczas końcowego etapu prac zabezpieczających. Założono sieć składającą się z 6 punktów kontrolnych tylko w obszarze uszkodzeń. Po zakończeniu pomiarów planowych i prac zabezpieczających dokonano pomiaru tych punktów (19.04.1994 r.) i w stosunku do tego pomiaru obliczono przemieszczenia w okresie późniejszym. Wyniki pomiarów przedstawiono na ryc. 5. Największe przemieszcze-

nia nastąpiły w obszarze, gdzie były największe uszkodzenia obiektu i gdzie wykonano prace zabezpieczające na samym obiekcie i w jego otoczeniu.



Ryc. 5. Przesunięcia pionowe ściany północnej

Fig. 5. Vertical displacements of northern wall

Obiekt nr 5

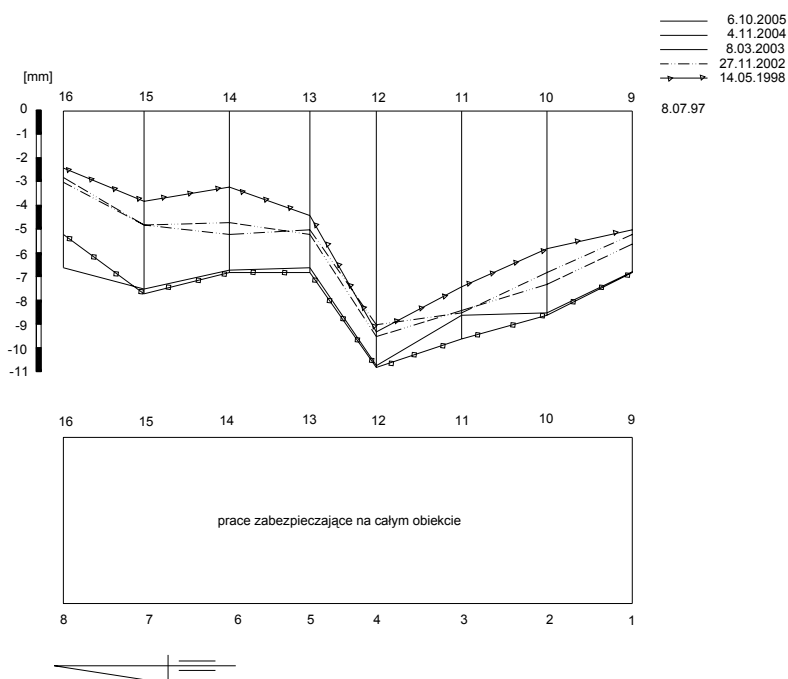
Jest to trzykondygnacyjny budynek biurowy, całkowicie podpiwniczony, zrealizowany w technologii tradycyjnej. Dach stanowi stropodach z dyli betonowych kryty papą. Stropy wykonano częściowo jako DZ-3, a częściowo z płyt żelbetowych prefabrykowanych, wielotworowych. Ściany zbudowano z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie ceramiczno-wapiennej. Budynek posiada fundamenty żelbetowe, ławowe ciągłe. Układ konstrukcyjny budynku jest poprzeczny.

Stan uszkodzenia budynku zaobserwowano w 1994 r., a w 1996 r. wystąpił stan awarii. Jako zabezpieczenie wykonano w 1996 r. konstrukcję stalową stężającą budynek, podbito fundamenty oraz zabezpieczono grunt przed wpływem czynników powodujących ekspansywność, w bruzdzie i pod piwnicą.

Na badanym obiekcie przed rozpoczęciem robót zabezpieczających założono sieć składającą się z 22 punktów (18 punktów zastabilizowano na zewnątrz budynku i 4 punkty wewnątrz budynku). Podczas prac zabezpieczających podłoże gruntowe prowadzono planowe pomiary przemieszczeń pionowych. W trakcie wykonywania stalowej konstrukcji stężącej budynek

usunięto punkty wewnątrz obiektu, natomiast na zewnątrz uszkodzono 2 repery, a 11 zniszczono. Po wykonaniu stężeń na zewnątrz wznowiono sieć i 08.07.1997 r. wykonano pomiar nowej sieci. Pomiar ten traktowany jest jako „zerowy” dla pomiarów dokonanych później już po zakończeniu prac zabezpieczających.

Na rycinie 6 przedstawiono przemieszczenia punktów kontrolnych ściany wschodniej budynku – są to osiadania znaczące.



Ryc. 6. Przemieszczenia pionowe reperów na ścianie wschodniej

Fig. 6. Vertical displacements of benchmarks on eastern wall

Na obiekcie tym widoczne są przemieszczenia ku górze ściany zachodniej. Analizując przekroje poprzeczne, obserwuje się przemieszczenia drugiej ściany w przeciwnym kierunku, a wielkości bezwzględne przemieszczeń są porównywalne. Na całym obiekcie zaobserwowano bardzo istotne przemieszczenia pionowe w górę i w dół. W przypadku tego obiektu prace zabezpieczające prowadzono na całym budynku, a nie tylko jego fragmentach tak jak na obiektach 1, 2, 3, 4.

3. Podsumowanie

Monitorowanie zachowania się obiektu posadowionego na podłożu ekspansywnym byłoby bardzo pożądane, ale trudno wcześniej przewidzieć, na którym obiekcie wystąpi niekorzystny wpływ tego zjawiska. Próby monitorowania podejmowane są zbyt późno lub dopiero podczas

prac zabezpieczających budynek przed katastrofą. Zakres tych prac oraz obszar jest bardzo różny, obejmuje często tylko fragment obiektu, na którym zaistniały uszkodzenia, a w niektórych przypadkach cały obiekt i jego otoczenie. Po wykonaniu prac zabezpieczających praktycznie brak dalszego zainteresowania zachowaniem się obiektu. Na przedstawionych przykładach pokazano, jak duże zmiany mogą zachodzić w miejscach, gdzie wykonywane były prace zabezpieczające. Wyniki takich pomiarów mogą posłużyć do analizy i oceny, czy środki zabezpieczające były odpowiednie i wystarczające.

Literatura

- [1] G a d o m s k a M., *Badanie obiektów posadowionych na gruntach ekspansywnych*, XI Konferencja Katedr i Zakładów Geodezji Wydziałów Niegeodezyjnych, Bydgoszcz–Wenecja 1996.
- [2] G a d o m s k a M., G a d o m s k i J., *Badanie przemieszczeń pionowych obiektów w trakcie prac zabezpieczających przed katastrofą*, XIII Konferencja Katedr Geodezji na Wydziałach Niegeodezyjnych, Szklarska Poręba 1998.
- [3] G a d o m s k a M., G a d o m s k i J., K u m o r M.K., *Interpretacje wyników monitorowania obiektu murowego posadowionego na podłożu ekspansywnym*, praca zbiorowa, *Budownictwo ogólne – zagadnienia konstrukcyjne, materiałowe i cieplno-wilgotnościowe w budownictwie*, Wydawnictwa Uczelniane ATR, Bydgoszcz 2003.
- [4] G a d o m s k i J., G a d o m s k a M., K u m o r M.K., *Monitorowanie przemieszczeń pionowych obiektów posadowionych na podłożu ekspansywnym*, Technical Sciences, Supplement 2, UWM, Olsztyn 2005.
- [5] G r a b o w s k a-O l s z e w s k a R., *Właściwości punktów nienasyconych*, PWN, Warszawa 1998.
- [6] P r z y s t a ń s k i J., *Posadowienie budowli na gruntach ekspansywnych*, Rozprawy Nr 244, Politechnika Poznańska, Poznań 1991.