

dr inż. Maria Gadomska*
dr inż. Jan Gadomski*

Trwałość reperów w aspekcie długookresowych pomiarów przemieszczeń obiektu

*Durability of bench marks in terms of long-term measurements
of displacements*

Badanie przemieszczeń w budynkach związane jest z oceną przebiegu reakcji obiektu na działanie czynników zewnętrznych i wewnętrznych oraz ustalenie stopnia naruszenia równowagi obiektu w wyniku awarii i skuteczności wykonania zabiegów zabezpieczających. Po to, aby pomiary przemieszczeń spełniały swoją rolę, muszą cechować się poprawnością, odpowiednią dokładnością i aktualnością [2].

Wyznaczenie wielkości przemieszczeń wymaga założenia sieci geodezyjnej zawierającej punkty odniesienia rozmieszczone poza zasięgiem przewidywanych przemieszczeń oraz punkty kontrolowane umieszczone w badanym obiekcie. Przy projektowaniu prac związanych z przemieszczeniami należy uwzględnić fakt, że pomiary wykonywane nie są jednorazowo, ale mogą trwać nawet wiele lat, dlatego też biorąc pod uwagę długi okres obserwacji, punkty należy rozmieścić starannie i w takiej liczbie, żeby w pełni odzwierciedlały przemieszczenia badanego obiektu. Założoną sieć kontrolną poddaje się pomiarowi na początku obserwacji obiektu (pomiar wyjściowy „zerowy”) i po pewnym czasie (pomiar aktualny). Najczęściej kolejne pomiary aktualne wykonywane są w ściśle określonych odstępach czasu i są one z reguły odnoszone do pomiaru wyjściowego lub, w uzasadnionych przypadkach, do jednego z pomiarów aktualnych.

Po wykonaniu pomiarów przeprowadza się opracowanie wyników, rozpoczynając od ustalenia, które punkty odniesienia spełniają warunki stałości w okresie pomiędzy pomiarem wyjściowym i aktu-

alnym. Po stwierdzeniu stałości i ustaleniu bazy odniesienia określa się przemieszczenia punktów kontrolowanych w badanym obiekcie. W artykule zostaną przedstawione niektóre problemy związane z trwałością punktów kontrolowanych umieszczonych w badanych obiektach oraz przykłady obiektów, w których prowadzone były pomiary przemieszczeń pionowych. Ograniczono się do przemieszczeń pionowych, ponieważ badania takie stanowią ok. 80% wszystkich prac związanych z pomiarami przemieszczeń poziomych i pionowych [1].

Niektóre badane obiekty

Obiekt nr 1. Budynek dwukondygnacyjny podpiwniczony, w którym na parterze znajduje się aula, a na piętrze pomieszczenia laboratoryjne. W części podpiwniczonej konstrukcja opiera się na dwóch rzędach słupów. W związku z licznymi rysami na wszystkich kondygnacjach od 2010 r. prowadzony jest monitoring obiektu, w ramach którego obserwowano przemieszczenia pionowe słupów w części podpiwniczonej. Obserwacje prowadzono co 3 miesiące. Na podstawie obserwacji rys, przemieszczeń słupów, ugięć belek stropowych podjęto decyzję o wykonaniu prac zabezpieczających przed awarią. Podczas kolejnego pomiaru kontrolnego stwierdzono, że część reperów znajdujących się na słupach została wymontowana przez ekipę wykonującą prace budowlane. Po zakończeniu prac remontowych ekipa ta ponownie zamontowała w starych otworach „zabezpieczone” repery. Pomiar wykonany w styczniu 2012 r. jest pomiarem wyjściowym „zerowym”, w stosunku do którego odnoszone są pomiary wykonywane obecnie. Nie ma więc informacji o przemieszczeniach, jakie wystąpiły w trakcie wykonywania prac remonto-

wych oraz możliwości porównania obserwacji przed i po remoncie. Brak informacji ze strony ekipy remontowej o wymontowaniu reperów i ponownym i zamontowaniu w tych samych otworach mógł dać fałszywy obraz przemieszczeń. Porównując różnice wysokości między reperami przed wymontowaniem i po ponownym zamontowaniu stwierdzono duże różnice, przekraczające kilkakrotnie błędy pomiarów oraz tempo przemieszczeń przed remontem.

Obiekt nr 2. Hala produkcyjna, w której znajdują się maszyny posadowione na żelbetowych fundamentach ramowych o rozstawie łupów 6 m i wysokości 7,10 m. Maszyny te składają się z wielu zestawów o łącznej długości ok. 100 m. Są to maszyny o bardzo wysokiej precyzji działania i wymagają, aby poszczególne ich podzespoły pozostawały w ustawieniu z bardzo małymi dopuszczalnymi odchyleniami. Producent maszyn określił również dopuszczalne przemieszczenia fundamentów, na których znajdują się maszyny. Bardzo istotne jest nierównomierne osiadanie fundamentów. W tym celu na słupach fundamentu, na wysokości ok. 0,70 m powyżej poziomu posadzki, zastabilizowano 88 reperów. W celu uniknięcia uszkodzenia zostały one zabezpieczone nakrętkami osłonowymi. Zarówno repery, jak i nakrętki wykonano ze stali słabej jakości. Na skutek korozji i braku konserwacji oraz przeglądów nie było możliwości swobodnego odkręcenia nakrętki, a po użyciu narzędzi repery obracały się w otworach. Podczas kolejnych pomiarów stwierdzono, że repery nie są stabilne. Okazało się, że również sposób zamontowania reperów na słupach był bardzo słaby – materiał mocujący wykruszał się z otworu. Zabezpieczenie reperów przed uszkodzeniem, wykonane ze sła-

* Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

bego materiału, zamiast poprawić jakość pomiarów przemieszczeń, przyczyniło się do naruszenia stabilności punktów kontrolowanych.

Obiekt nr 3. Budynek wolno stojący dwukondygnacyjny podpiwniczony. W obiekcie zaobserwowano liczne rysy i spękania. W celu monitorowania obiektu założono na zewnątrz 8 reperów. Po kilkuletnich obserwacjach przez miejscy pionowych wszystkie repery zostały usunięte, natomiast pozostały nienaruszone repery odniesienia zamontowane na sąsiednich budynkach. Prace remontowe i zabezpieczające budynku nie zostały podjęte, mimo że zainstalowane repery świadczyły o złym stanie obiektu.

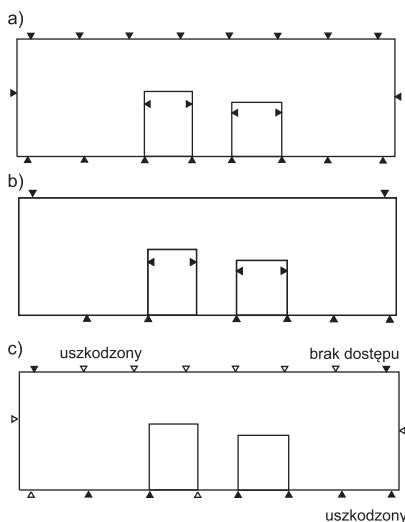
Obiekt nr 4. Budynek biurowy trzykondygnacyjny całkowicie podpiwniczony (fotografia), posadowiony bezpośrednio na ławach ciągłych, żelbetonowych szerokości 1,80 m. Podłoże fundamentów stanowią ekspansywne iły trzeciorzędowe serii poznańskiej. Ściany grubości 42 cm wykonane są z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej. Układ konstrukcyjny budynku jest pro-



Obiekt nr 4

W obiekcie stwierdzono liczne rysy, spękania, rozwarstwienia poziome, deformacje posadzek. Repery założono na zewnątrz budynku na przedłużeniu ścian poprzecznych, a także 4 repery wewnątrz na korytarzu (rysunek 1a). Pomiar prowadzono przed i w trakcie wymiany podłoża gruntowego pod ławami fundamentowymi. Kolejnym etapem prac zabezpieczających było założenie ściągów spinających ściany i opasek stalowych na zewnątrz budynku.

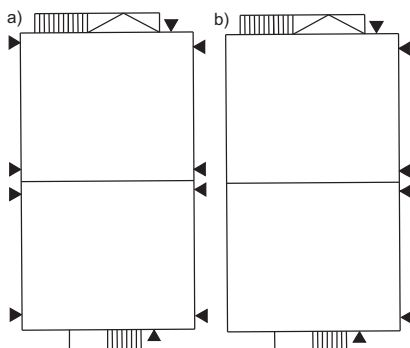
Podczas tych prac część reperów wymontowano (rysunek 1b) i po zakończeniu robót remontowych ponownie zamontowano w pobliżu starych miejsc (rysunek 1c). Okazało się, że do części na nowo zamontowanych reperów nie ma dostępu, bowiem znajdują się pod parapetami okiennymi, a część zastania nowa



Rys. 1. Rozmieszczenie reperów: a) w 1995 r.; b) w 1997 r.; c) aktualne

konstrukcja zabezpieczająca. Repery znajdujące się wewnątrz budynku zostały usunięte ze względów estetycznych. Należy podkreślić, że obiekt wymagał obserwacji jeszcze po wykonaniu remontu. Obecnie nie są już prowadzone systematyczne obserwacje.

Obiekt nr 5. Budynek mieszkalny dwukondygnacyjny całkowicie podpiwniczony. Posadowiony jest na betonowych ławach fundamentowych szerokości 0,9 m na głębokości $D = 1,1$ m poniżej poziomu terenu i w strefie podmarzania. Fundament oparto bezpośrednio na ilach trzeciorzędowych serii poznańskiej o bardzo zróżnicowanym stanie wilgotnościowym, od stanu zwartego do twaroplastycznego. W związku z pojawieniem się rys na ścianach i na nadprożach oraz deformacji posadzek podjęto badania geotechniczne i jednocześnie pomiary geodezyjne przemieszczeń pionowych. Zgodnie z ustaleniami z właścicielem na obiekcie założono 10 reperów, z czego w pobliżu dylatacji po dwa z każdej strony (rysunek 2). W międzyczasie jed-



Rys. 2. Rozmieszczenie reperów: a) w 2003 r.; b) aktualne

nak część reperów została zakryta przez właściciela, który podniósł z jednej strony teren i wykonał opaskę betonową wokół budynku.

Posumowanie i wnioski

Pomimo istotnej roli pomiaru przemieszczeń budowli w ocenie stanu bezpieczeństwa konstrukcji niewielką rolę przywiązuje się do elementów niezbędnych do wyznaczania wielkości tych przemieszczeń. Główne przyczyny to:

- brak zainteresowania wykonawcy w trakcie budowy;
- brak zainteresowania użytkownika lub właściciela obiektu;
- mała świadomość społeczna (wyrwanie, niszczenie);
- niedociągnięcia ze strony wykonawców takich znaków (słabe spoiwo łączące reper z obiektem, nieodpowiedni materiał, z którego wykonane są repery – stal szybko korodująca, brak konserwacji);
- niewłaściwe rozmieszczenie reperów (niejednokrotnie wbrew ustaleniom z geodetą).

Aby repery (punkty kontrolowane) spełniały swoją funkcję przez dłuższy okres, należy podchodzić z większą odpowiedzialnością do ich zabezpieczenia przed zniszczeniem w trakcie budowy i po przekazaniu obiektu do użytkowania. Pozyskany materiał obserwacyjny, dzięki pozostawieniu tych znaków w stanie nienaruszonym będzie bardziej wartościowy i obciążony mniejszymi błędami.

Abstract

The article deals with the problems connected with the arrangement and durability of benchmarks used for measurements of vertical displacements of objects. There have been presented objects on which long term measurements of displacements were performed. Although there are different causes of poor durability, it is primarily the effect of insufficient knowledge as to how to mark the determined displacements.

Literatura

[1] Janusz W.: Metoda obliczania pionowych przemieszczeń i deformacji fundamentu budowli z identyfikacją i uwzględnieniem symptomów jego nieciągłości. Prace IGK T. LI z. 109, 2005.
[2] Lazzarini T. i inni: Geodezyjne pomiary przemieszczeń budowli i ich otoczenia. PPWK Warszawa, 1977.