

Problemy techniczne budowy obiektów na terenie istniejącej gęstej zabudowy

Prof. dr hab. inż. Leonard Runkiewicz, mgr inż. Jan Sieczkowski,
Instytut Techniki Budowlanej

1. Wprowadzenie

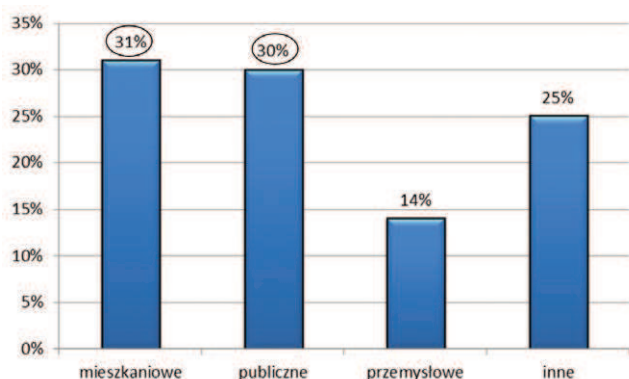
Rozwój miast wymaga w strefach śródmiejskich wykorzystywania nawet niewielkich działek, zlokalizowanych w gęstej zabudowie. Wysokie koszty takich działek powodują planowanie budynków wysokich, z reguły z kilkoma kondygnacjami podziemnymi. Wiąże się to z potrzebą wykonywania głębokich wykopów w bezpośrednim lub bliskim sąsiedztwie istniejących budynków, na ogół posadowionych na niewielkiej głębokości poniżej poziomu terenu. Wybudowanie części podziemnych nowych budynków wymaga wykonania niezbędnych wykopów, zazwyczaj o głębokości kilkunastu metrów. Takie wykopy muszą mieć odpowiednią obudowę, właściwie rozpartą i zakotwioną, najczęściej w postaci ścian szczelinowych odpowiednio podpartych na wysokości. Przemieszczenia obudów wykopów, a zatem i podłoża gruntowych, powodują także przemieszczenia zabudowy w sąsiedztwie wykopów. Wpływy głębokich wykopów na budynki sąsiednie powinny być już przeanalizowane na etapie projektowania nowego budynku [10]. Ważnym zagadnieniem są też przeciwwskazania odnośnie do obniżania zwierciadła wód gruntowych, wynikające z konieczności ochrony np. drewnianych elementów posadowienia obiektów zabytkowych [6]. Można stwierdzić, że głębokie posadowienie budynków i ich wpływu na sąsiednią zabudowę stanowią jeden z ważniejszych problemów do rozwiązania podczas planowania nowej inwestycji [9].

Oddziaływania nowo realizowanych obiektów na budynki istniejące odbywa się zasadniczo za pośrednictwem podłoża gruntowego przez zmiany ich parametrów geotechnicznych. Pomijane są przypadki, gdy dowolne elementy konstrukcyjne nowych obiektów budowlanych bezpośrednio oddziałują na elementy konstrukcyjne obiektów istniejących (np. wsparcie fundamentu nowego na istniejącym) albo następuje mechaniczne oddziaływanie na istniejący obiekt, jak np. uderzenie dźwigu budowlanego w ścianę budynku.

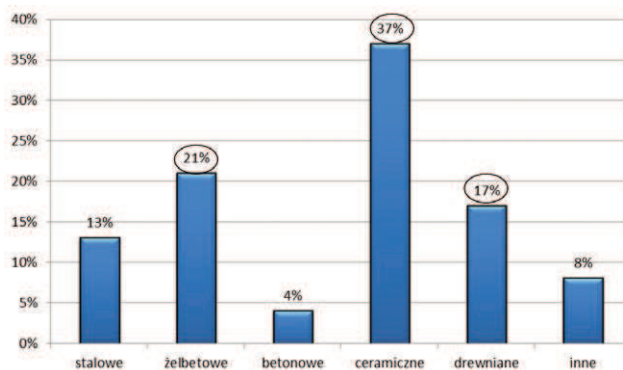
Przy prowadzeniu robót budowlanych mogą nastąpić zmiany w podłożu gruntowym na skutek [7]:

- odprężenia gruntów po wykonaniu wykopu,
- dodatkowych obciążeń gruntu nową budowlą,

- obniżenia poziomu wód gruntowych na skutek wykonania wykopu lub pompowania wody,
 - zawilgoceń gruntu wodami opadowymi przy otwartych wykopach,
 - zawilgoceń i wymywania gruntów na skutek uszkodzenia instalacji wodociągowych lub kanalizacyjnych,
 - obciążeń dynamicznych (np. drgań) i mechanicznych występujących w trakcie prowadzenia robót budowlanych,
 - ingerencji w podłoże gruntowe, np. przez iniekcję.
- W wyniku wymienionych zmian w podłożach gruntowych mogą nastąpić:
- przemieszczenia i osiadania gruntów,
 - przemieszczenia i pęknięcia istniejących fundamentów,
 - obniżenia nośności i sztywności istniejących fundamentów,
 - uszkodzenia konstrukcji istniejących obiektów budowlanych (powstanie zarysowań i pęknięć elementów konstrukcyjnych),
 - stany awaryjne lub katastrofy sąsiadujących obiektów budowlanych,
 - uszkodzenia instalacji (np. gazowej, zaopatrzenia w wodę) i wyposażenia sąsiadujących obiektów budowlanych,
 - kumulacje naprężeń w elementach konstrukcyjnych, co może spowodować w przyszłości ich uszkodzenie.
- Tak więc fazy przygotowania i projektowania inwestycji w gęstej zabudowie śródmiejskiej powinny obejmować:
- wszechstronne rozpoznanie warunków gruntowowodnych zarówno pod projektowanym obiektem budowlanym, jak i w strefie jego wpływu na zabudowę sąsiednią,
 - określenie wymagań dotyczących rozwiązania funkcjonalno przestrzennego części podziemnej (liczba kondygnacji podziemnych, usytuowanie wjazdów do części podziemnej),
 - wybór rodzaju obudowy i metody realizacji części podziemnej projektowanego obiektu,
 - określenie stref oddziaływania projektowanego obiektu na zabudowę sąsiednią,
 - monitoring stanu obiektów istniejących.
- W artykule opisano zagrożenia, jakim podlegają istniejące



Rys. 1. Udział procentowy awarii i katastrof w latach 1962-2013 według podziału na rodzaje budownictwa



Rys. 2. Udział procentowy awarii i katastrof w latach 1962-2013 według podziału ze względu na materiały

budynki w sąsiedztwie realizowanych budynków plombowych w gęstej zabudowie śródmiejskiej, monitorowanie stanu tych budynków, a także sposoby ich wzmocnienia. Przedstawione opisy zilustrowano przykładami z praktyki inżynierskiej.

2. Analiza zagrożeń i awarii starego budownictwa

Analizując zagrożenia, jakim będą podlegać budynki istniejące w sąsiedztwie planowanej zabudowy plombowej, należy pamiętać o przyczynach awarii i katastrof, jakie miały miejsce na terenie naszego kraju w ciągu ostatnich 50 lat. Dane na ten temat gromadzone są i analizowane w ITB od 1962 r. [5]. Udział procentowy powstałych zagrożeń, awarii i katastrof według podziału na rodzaje budownictwa pokazano na rysunku 1, według podziału na materiały, z jakich obiekty zostały wykonane – na rysunku 2. Z przedstawionych rysunków wynika, że najbardziej zagrożone awariami są stare budynki użyteczności publicznej oraz budynki mieszkalne o konstrukcji murowanej, szkieletowej lub mieszanej. Budynki takie są najczęściej mocno wyeksploatowane, które nie były regularnie remontowane i konserwowane i w dalszym ciągu podlegają systematycznej degradacji.

Przystępując do projektowania obiektu wymagającego wykonania głębokiego wykopu, należy wyznaczyć zasięg strefy oddziaływania wykopu oraz stwierdzić, jakie budynki znajdują się w tej strefie. Budynki te powinny być poddawane badaniom mającym na celu dokonanie oceny stanu technicznego konstrukcji i elementów ich wyposażenia. Wyniki badań powinny umożliwić określenie możliwości przeniesienia przez konstrukcje tych budynków dodatkowych obciążeń spowodowanych przewidywanym nierównomiernym przemieszczaniem się podłoża w strefie ich posadowienia. Jeżeli konstrukcje budynków nie będą zdolne do przeniesienia tych dodatkowych obciążeń, niezbędne jest zaprojektowanie odpowiednich wzmocnień konstrukcji budynku oraz podłoża [11].

Podczas oceny stanu technicznego istniejących budynków niezbędne jest określenie:

- wieku konstrukcji,
- rodzaju posadowienia – bezpośrednie, pośrednie,
- układu konstrukcyjnego – ścianowy, szkieletowy, ramowy,
- rodzaju stropów – prefabrykowane, monolityczne,
- konstrukcji przekrycia dachowego – stropodach, dach stromy,
- sposobu zapewnienia sztywności przestrzennej,
- rozwiązań materiałowych elementów konstrukcji,
- sposobu użytkowania budynku – przewidziany w projekcie i aktualny,
- występujących uszkodzeń elementów konstrukcji i wyposażenia.

Dodatkowo powinny być określone czynniki występujące w trakcie eksploatacji budynków, które mogły wpłynąć na stan techniczny elementów konstrukcji, np. awarie sieci uzbrojenia podziemnego w pobliżu budynków, pożary.

Należy także uwzględnić drgania przekazywane przez podłoże, które będą generowane podczas wbijania pali i ścianek szczelnych, wyburzeń budowli itp. [1].

Miarą przemieszczeń konstrukcji obiektów znajdujących się w sąsiedztwie budowy z głębokimi wykopami są wychylenia, ugięcia i pęknięcia elementów konstrukcji. Wychylenie budynku od pionu jest istotnym czynnikiem oceny jego właściwości technicznych i użytkowych. Dopuszczalna wartość wychylenia budynku wynosi 3 promile; większe wartości wychylenia wymagają odpowiednich ingerencji technicznych.

3. Przemieszczenie pionowe podłoża w pobliżu wykopów

Wartość przemieszczeń pionowych powierzchni terenu i kształt niecki osiadań zależą przede wszystkim od rodzaju zastosowanej obudowy wykopu oraz schematu jej pracy statycznej i rodzaju gruntów podłoża.

Zasięg oddziaływania wykopów zależy od odkształcalności gruntów, głębokości wykopów, rozmiarów rzutu wykopów, zasięgu i czasu trwania ewentualnego obniżenia zwierciadła wody gruntowej, a także długości

i nośności kotwi gruntowych – jeżeli stateczność ścian wykopu zabezpieczano kotwami gruntowymi [4]. Największe przemieszczenia pionowe powierzchni terenu występują przy budynku w strefie o szerokości od 0,50 do 0,75 h (gdzie h – głębokość wykopu), a przemieszczenia te zanikają w odległości 2 h, a przy stosowaniu obniżenia zwierciadła wody gruntowej (przy studniach depresyjnych usytuowanych poza obrysem wykopu) od 3 do 4 h od krawędzi wykopu [4].

Według [3] przy ocenie oddziaływań wykopu na budynki sąsiednie wskazane jest wyróżnianie dwóch stref oddziaływania wykopu:

- strefa S_I – strefa bezpośrednich oddziaływań wykopu, tj. obszar w bezpośrednim sąsiedztwie wykopu, w którym w szczególnych przypadkach (np. wskutek niedostatecznej nośności obudowy, nadmiernego ugięcia obudowy) mogą wystąpić przemieszczenia podłoża zagrażające nośności konstrukcji budynku,
- strefa S_{II} – fragment strefy oddziaływań wykopu, w którym występujące przemieszczenia podłoża mogą powodować uszkodzenia w budynku nie zagrażające jednak nośności konstrukcji.

Zasięg strefy S_I należy przyjmować jako równy maksymalnej odległości od obudowy do najbardziej prawdopodobnej linii poślizgu w gruncie (maksymalnej szerokości klina odłamu).

Zasięg stref oddziaływania wykopu dla najczęściej występujących gruntów podano, za [2], w tabeli 1.

Tabela 1. Zasięg stref oddziaływania wykopu

Rodzaj gruntu	S_I	S_{II}
Wykop w piaskach	0,5 H_w	2,0 H_w
Wykop w glinach	0,75 H_w	2,5 H_w
Wykop w ilach	1,0 H_w	3 ÷ 4 H_w
H_w – głębokość wykopu		

Jeżeli przy wykonywaniu wykopu nie przewiduje się obniżenia zwierciadła wody gruntowej, podane w tabeli 1 wartości S_{II} można zmniejszyć o 20%.

W przypadku istniejących budynków zabytkowych dopuszczalne zasięgi oddziaływania wykopu zaleca się zwiększyć o 50%.

Wartości podane w tabeli 1 powinny być, w miarę możliwości, weryfikowane i korygowane na podstawie wyników pomiarów przemieszczeń budynków prowadzonych podczas wykonywania głębokich wykopów w danym rejonie [3].

Rzeczywiste przemieszczenia podłoża wyznacza się za pomocą reperów umieszczonych na ścianach, fundamentach i innych elementach istniejących w pobliżu budynków.

Dopuszczalne przemieszczenia podłoża określa się dla każdego budynku w zależności od jego usytuowania, technologii wykonania oraz stanu technicznego.

4. Monitorowanie stanu technicznego obiektów istniejących

Istniejące uszkodzenia budynków powinny zostać zinventaryzowane zarówno w postaci dokumentacji fotograficznej, jak i rysunków określających położenie uszkodzeń i ich wielkość (długość i rozwarście rys i pęknięć).

Zakres obserwacji zabudów istniejących zależy od usytuowania i odległości od krawędzi wznoszonego budynku. W strefie najbliższej wznoszonego obiektu obserwacją wizualną i geodezyjną powinny być objęte przemieszczenia:

- pionowe i poziome elementów konstrukcji nośnej (słupy, ściany); w przypadku budynków składających się z kilku oddzielonych segmentów – każdej oddzielonej części,
- poziome korony obudowy wykopu oraz na głębokości podpór pośrednich – pionowe płyty dennej wznoszonego budynku.

Częstotliwość obserwacji powinna być dostosowana do tempa postępu robót budowlanych i może być zmniejszona po wykonaniu części podziemnej budynku. Obserwacje powinny być prowadzone do momentu stabilizacji odkształceń podłoża gruntowego, co z reguły następuje po około roku od zakończenia budowy.

Wyniki badań geodezyjnych powinny być niezwłocznie analizowane i porównywane z wartościami prognozowanymi, podawanymi w dokumentacji projektowej. W przypadku wystąpienia nadmiernych odkształceń lub przemieszczeń wszelkie roboty budowlane powinny zostać wstrzymane, a budynki poddane analizie statyczno-wytrzymałościowej.

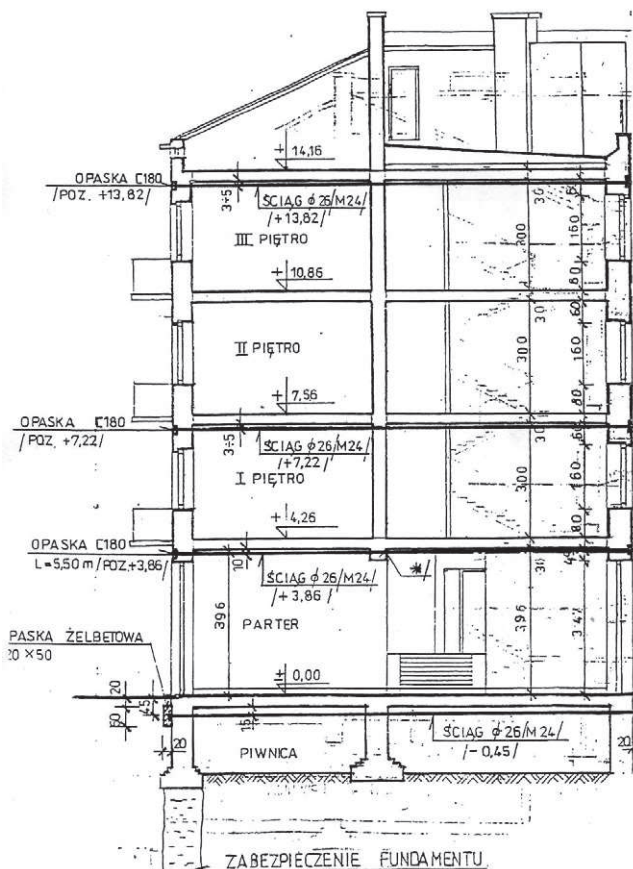
Przykłady rozmieszczenia reperów na budynkach znajdujących się w strefie oddziaływań dla budowy w centrum Warszawy, wraz z wybranymi wykresami przemieszczeń pokazano na rysunkach 4–7. Rysunek 4 i 5 dotyczy budynku apartamentowego, a rysunki 6 i 7 – budynku mieszkalnego z częścią biurowo-usługową. Stabilizacja odkształceń w obu przypadkach nastąpiła po czasie dłuższym niż 1,5 roku.

Przemieszczenia pionowe reperów pokazane na rysunkach 3 i 4 mieściły się w granicach dopuszczalnych (<20 mm) dla tego typu konstrukcji murowej. Również przemieszczenia poziome reperów pokazane na rysunkach 5 i 6 mieściły się w granicach dopuszczalnych (<10 mm) dla tego typu konstrukcji murowej. Niemniej jednak w obu przypadkach zalecono profilaktycznie zastosowanie ściągów poziomych zgodnie z pracą [8].

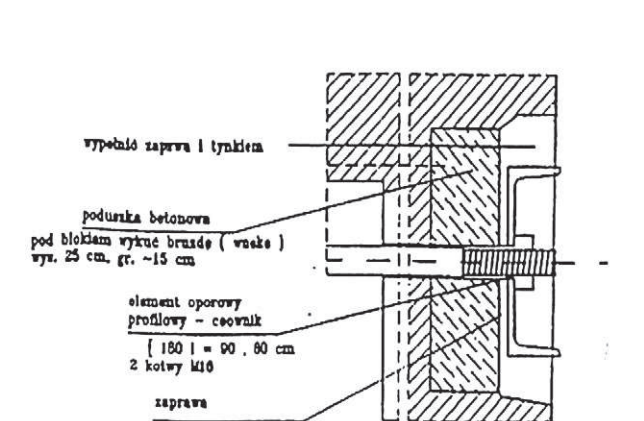
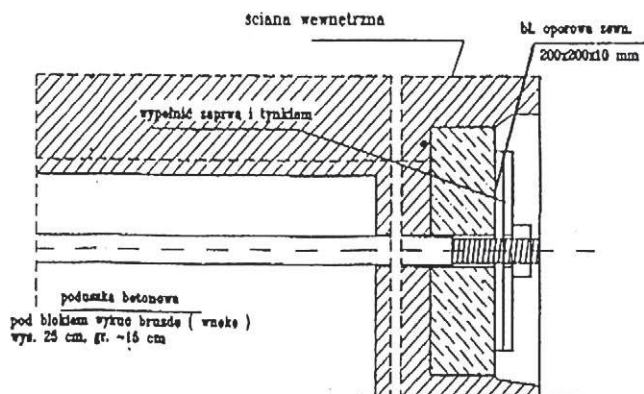
5. Wzmocnienia obiektów istniejących

W zależności od wielkości prognozowanych przemieszczeń podłoża gruntowego oraz stanu technicznego budynków często zachodzi konieczność zabezpieczenia lub wzmocnienia elementów ich konstrukcji.

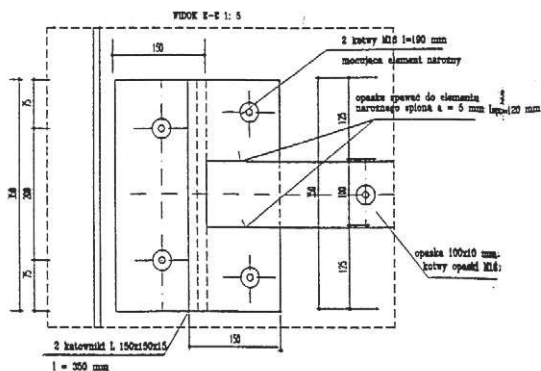
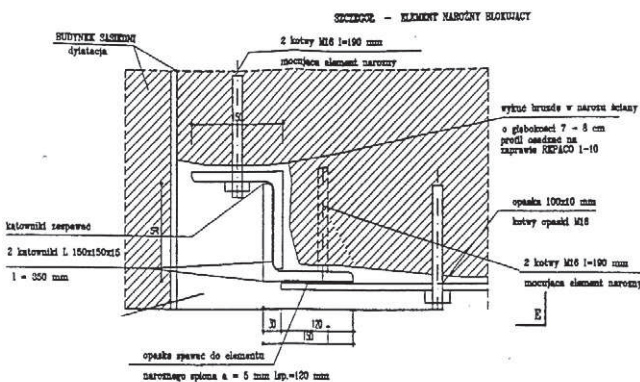
Wzmocnienie strefy posadowienia budynków może być wykonane przez:



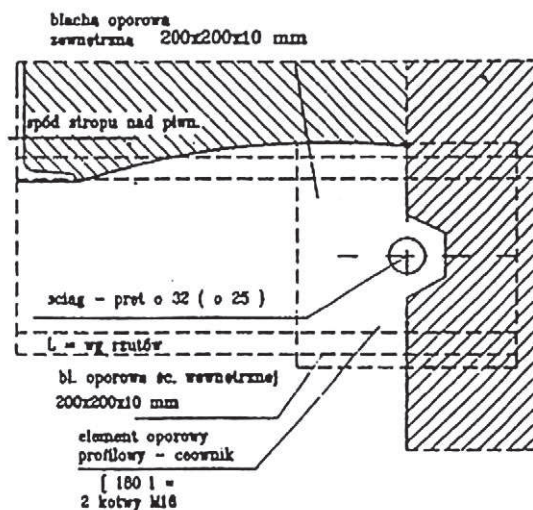
Rys. 8. Przykładowy przekrój budynku wzmocnionego poziomymi ściągnięciami stalowymi



Rys. 10. Szczegół „ukrycia” zakotwienia ściągnięcia w obiekcie zabytkowym



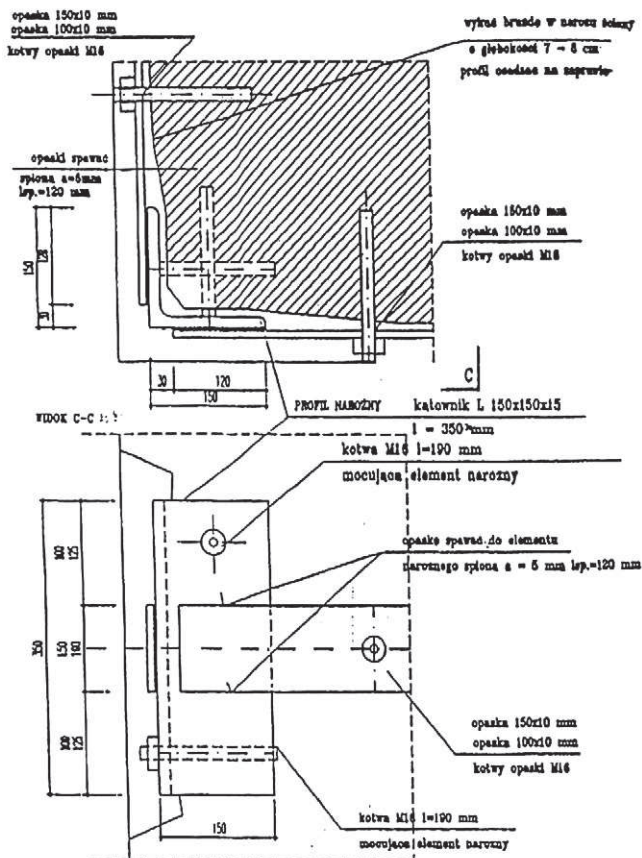
Rys. 9. Szczegół zakotwienia ściągnięcia przy dylatacji



Rys. 11. Szczegół „ukrycia” ściągnięcia w ścianie obiektu zabytkowego

Przed rozpoczęciem realizacji nowych budynków płombowych każdorazowo należy ocenić ich oddziaływanie na sąsiednie obiekty. Takie postępowanie umożliwi zastosowanie odpowiednich zabezpieczeń, technik i technologii, które pozwolą na wyeliminowanie uszkodzeń i awarii sąsiednich budynków.

Wiedza o budynkach sąsiednich jest z reguły bardzo ograniczona, co powoduje, że określenie cech mechaniczno-



Rys. 12. Szczegół „zakotwienia” ściągów w narożu budynku

-wytrzymałościowych elementów konstrukcyjnych tych budynków wymaga przeprowadzenia odpowiednich badań, często trudnych i czasochłonnych, kosztownych i uciążliwych dla użytkowników. W wyniku tych badań zapadają również decyzje o zakresie niezbędnych wzmocnień konstrukcji. Prowadzone obserwacje (monitoring) przemieszczeń i odkształceń zachodzących podczas realizacji obiektu,

umożliwiają podejmowanie szybkich decyzji związanych z bezpieczeństwem zarówno wznoszonego obiektu, jak i zabudowy sąsiedniej.

Jak wykazała praktyka, niewłaściwe rozwiązania przedstawionych w referacie zagadnień związanych z wykonywaniem budynków plombowych w gęstej zabudowie często są przyczyną dużych szkód społecznych i ekonomicznych. Dlatego też powinny być one każdorazowo rozwiązywane przez specjalistów (rzecoznawców) budowlanych.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Kawecki J., Uwzględnienie wpływów dynamicznych przy inwestycjach w obszarach zurbanizowanych. V Konferencja Naukowo-Techniczna „Warsztat Pracy Rzeczoznawcy Budowlanego, Kielce 1999 (119-138)
- [2] Kotlicki W., Wysokiński L., Zagrożenie awarią budynków usytuowanych w sąsiedztwie głębokich wykopów. XX Konferencja Naukowo-Techniczna „Awarye Budowlane”. Międzyzdroje 2001
- [3] Kotlicki W., Wysokiński L., Ochrona zabudowy w sąsiedztwie głębokich wykopów. Seria: instrukcje, wytyczne, poradniki nr 376/2002, ITB, Warszawa 2002
- [4] Michalak H., Kształtowanie konstrukcyjno-przestrzenne garaży podziemnych na terenach silnie zurbanizowanych. Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, seria architektura, zeszyt 2/2006
- [5] Raporty ITB o zagrożeniach, awariach i katastrofach budowlanych od 1962 r. (Temat NK-45, gł. referent L. Runkiewicz) Biblioteka ITB
- [6] Rybak Cz., Rybak J., Zabezpieczenia wykopów i posadowienia obiektów z zastosowaniem technologii jet-grouting. V Konferencja Naukowo-Techniczna „Warsztat Pracy Rzeczoznawcy Budowlanego, Kielce 1999 (203-210)
- [7] Runkiewicz L., Kowalewski J.: Diagnostyka i wzmocnienia istniejących budynków przy realizacji „plomb”. V Konferencja Naukowo-Techniczna „Warsztat Pracy Rzeczoznawcy Budowlanego, Kielce 1999 (211-224)
- [8] Runkiewicz L., Wzmacnianie konstrukcji żelbetowych. Poradnik. ITB, Warszawa 2011
- [9] Siemińska-Lewandowska A., Głębokie wykopy. Projektowanie i wykonawstwo. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 2010
- [10] Szulborski K., Problemy konstrukcyjne w realizacji inwestycji wznoszonych w zabudowie zwartej. V Konferencja Naukowo-Techniczna „Warsztat Pracy Rzeczoznawcy Budowlanego, Kielce 1999 (277-293)
- [11] Szulborski K., Michalak H., Woźniak M., Zabezpieczenia i obserwacje obiektów w sąsiedztwie głębokich wykopów. XXIV Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji. Wista 2009 (229-264)

Uwaga!

Członkowie PZITB i PIIB prenumeratę na rok 2015 mogą zamówić także przez Okręgowe Izby Inżynierów Budownictwa.

<p style="font-size: 24px; margin: 0;">Prenumerata – 252 zł</p> <p style="font-size: 24px; margin: 0;">Ulgowa – 126 zł</p>	<p style="font-size: 24px; margin: 0;">Studencka – 126 zł</p> <p style="font-size: 24px; margin: 0;">Elektroniczna – 75 zł</p>
--	--

Zapraszamy do zakupu prenumeraty „Przeglądu Budowlanego”