

WOJCIECH JANUSZ
Instytut Geodezji i Kartografii

**ROLA GEODEZJI INŻYNIERYJNEJ
W PROFILAKTYCE I PROGNOZOWANIU
STANÓW PRZEDAWARYJNYCH ORAZ USUWANIU
SKUTKÓW KATASTROF BUDOWLANYCH**

1. PROFILAKTYKA

Mogłoby się zdawać, że dobry projekt budowlany gwarantuje bezawaryjność i niedopuszczenie do katastrofy powstającego obiektu. O tym, że tak nie jest świadczą nieomal codzienne informacje o katastrofach budowlanych występujących w różnych częściach świata, również w krajach, w których metodyka projektowania i budowy stoją na wysokim poziomie. Przeciwdziałanie występowaniu katastrof i awarii różnego rodzaju obiektów budowlanych jest w projektach wyrażone w taki sposób, że są one opracowywane z uwzględnieniem stopnia dopuszczonego ryzyka, z próbami pogodzenia sprzecznych ze sobą elementów:

- konsekwencji ewentualnego wystąpienia awarii i katastrof,
- kosztów zapobiegania awariom i katastrofom na drodze projektowej.

Wyrazem tego np. w projektowaniu budowli hydrotechnicznych jest liczenie ich na bezpieczne funkcjonowanie przy maksymalnym przyborze wody pojawiającym się w mniejszych odstępach czasu (dla obiektów o niedużych konsekwencjach ewentualnej katastrofy) lub większych odstępach czasu (dla obiektów o konsekwencjach poważniejszych) – na wodę 50-letnią, 100-letnią, 1000-letnią itd. Każdej z przyjętych częstotliwości odpowiada określony poziom prawdopodobieństwa wystąpienia katastrofy i określony koszt zapobiegania jej wystąpieniu na drodze zabezpieczeń przewidzianych w projekcie. W budowlach o dużych połaciach dachowych liczy się je z uwzględnieniem

przewidywanej częstotliwości pojawiania się katastrofalnie dużych opadów śniegu, w budowlach wysokich i wiotkich z uwzględnieniem częstotliwości pojawiania się katastrofalnych wiatrów, jednak oczywiście nie da się przewidzieć wszelkich ekstremalnych zagrożeń, np. nieszczęśliwego wystąpienia zbiegu kilku ich rodzajów.

Do zagwarantowania prawidłowości funkcjonowania powstającego obiektu i ograniczenia możliwości wystąpienia jego awarii i katastrof niezbędny jest nie tylko dobrze opracowany projekt, ale również realizowanie obiektu i jego eksploataowanie ze ścisłym przestrzeganiem wszystkich danych projektowych i zaleceń technologicznych podanych w projekcie.

Wśród nich znajdują się dane i zalecenia informujące o dopuszczalnych odchyłkach wymiarów i usytuowania elementów wznoszonej konstrukcji. Te zalecenia są wyraźnie adresowane również do specjalistów z zakresu geodezji, bowiem na większości dużych i skomplikowanych budowach spełnienie wymagań dotyczących wymiarów i usytuowania elementów wznoszonej konstrukcji nie jest możliwe bez prowadzenia **geodezyjnej obsługi budowy**. Obsługa taka obejmuje: wytyczanie osi konstrukcyjnych, kontrolę położenia szalunków i elementów konstrukcji oraz wyznaczanie zachodzących w czasie budowy przemieszczeń i odkształceń. Obsługa ta służy głównie umożliwieniu takiego usytuowania elementów konstrukcyjnych, przy którym nie występują imperfekcje geometryczne konstrukcji przekraczające zakres tolerancji podanych w projekcie.

Z punktu widzenia zapobiegania wystąpieniu możliwych awarii i katastrof konstrukcji nośnych chroni to w pierwszej kolejności przed powstawaniem mimośrodów obciążeń, groźnych zwłaszcza przy pojawianiu się dużych nieprzewidzianych obciążeń dodatkowych.

W przypadku instalowanych maszyn i urządzeń mechanicznych **geodezyjna obsługa montażu** ma za zadanie wytyczanie fundamentów maszyn i urządzeń, sprawdzanie wymiarów elementów przed ich montażem oraz takie ich wzajemne usytuowanie przy montażu, aby możliwe było funkcjonowanie maszyn i urządzeń zgodne z instrukcją eksploatacji. W fazie prób rozruchowych często niezbędne jest również wykonywanie pomiarów kontrolnych, obejmujących wyznaczanie odchyłek, przemieszczeń i odkształceń fundamentów oraz elementów maszyn i urządzeń mechanicznych.

Konieczność i celowość zlecenia geodezyjnej obsługi budowy i montażu znalazła już dawno pełne zrozumienie u inwestorów i wykonawców budowli, bowiem bez tego trudno sobie wyobrazić nie tylko

osiągnięcie wymaganych standardów jakości budowy, ale również osiągnięcie sprawnego, ekonomicznego prowadzenia prac budowlanych i montażowych.

Geodezyjna obsługa budowy i montażu jest działalnością o bardzo dużym stopniu odpowiedzialności rozumianej zarówno w kategoriach ekonomicznych jak i związanych z bezpieczeństwem ludzi, budowli oraz zainstalowanych maszyn i urządzeń. Jej prowadzenie wymaga bardzo dobrej znajomości własnego fachu oraz praktycznej znajomości zasad organizacyjnych i technicznych związanych z prowadzeniem budowy i montażu, którą ogólnie można nazwać „umiejętnością czytania i rozumienia projektu i instrukcji eksploatacji, przetwarzania ich w dokumenty stanowiące podstawę do tyczenia i kontroli geodezyjnej oraz dostosowania się przy tych pracach do warunków i zasad prowadzenia budowy”. Trzeba powiedzieć, że geodeta zajmujący się obsługą budowy i montażu ma do czynienia z różnego rodzaju wznoszonymi obiektami i musi dobrze rozumieć nie tylko specyfikę ich konstrukcji, ale i podstawowe zasady funkcjonowania, a zwłaszcza zależność dobrego funkcjonowania wznoszonego obiektu od spełnienia cech wymiarowych. Wiedzę taką zdobywa się oczywiście poprzez praktyczne uczestnictwo w budowie, ale niezbędne jest też umiejętne posługiwanie się literaturą techniczną, instrukcjami i wytycznymi prowadzenia geodezyjnej obsługi różnych obiektów. Wynika to między innymi z faktu, że wymagania dotyczące dokładności wykonania prac budowlanych trzeba umieć tłumaczyć na wymagania stawiane dokładności i trybowi własnej pracy geodety w ramach obsługi budowy.

Tu trzeba wspomnieć, że w latach 70. ubiegłego stulecia z inicjatywy Profesora Bogdana Neya oraz pod Jego osobistym kierownictwem naukowym i organizacyjnym opracowana została przez zespół kilkudziesięciu specjalistów reprezentujących główne ośrodki badawcze i wykonawcze w kraju, Instrukcja Geodezyjna Resortu Przemysłu Ciężkiego (Ney B., 1997) i obszerny zbiór wytycznych jej stosowania w zależności od typu wznoszonego obiektu, a mianowicie:

- obsługi geodezyjnej budowy zakładów przemysłowych,
- inwentaryzacji sieci przewodów podziemnych i napowietrznych w zakładach przemysłowych,
- obsługi geodezyjnej przy budowie i eksploatacji pieców koksowniczych, urządzeń walcowniczych i turbin,
- obsługi geodezyjnej budowy i eksploatacji urządzeń hutniczych,
- obsługi geodezyjnej budowy i eksploatacji pieców obrotowych,

- masywnych budowli wieżowych,
- obsługi geodezyjnej budowy i eksploatacji stoczni i statków morskich,
- obsługi geodezyjnej budowy i eksploatacji suwnic i jezdni suwnicowych.

Ta instrukcja i zbiór wytycznych stanowi nadal nieocenioną pomoc w prowadzeniu obsługi geodezyjnej nie tylko wymienionych typów obiektów ale – przez analogię i adaptację – również obiektów innego rodzaju. Zawiera ona również wiele pożytecznych informacji i zaleceń dotyczących wykonywania geodezyjnych pomiarów odchyłek i przemieszczeń.

W ciągu 30 lat od czasu powstania tego zbioru przepisów technologicznych nastąpił radykalny rozwój technik pomiarów i obliczeń geodezyjnych i w związku z tym już kilkakrotnie zastanawiano się nad potrzebą podjęcia prób opracowania zaktualizowanych wersji instrukcji i wytycznych, ale ku dość powszechnemu zdziwieniu praca taka okazywała się bardzo trudna i odstępowano od niej, stwierdzając przy tym uspokajająco, że w gruncie rzeczy ówczesne sformułowanie wymagań i zaleceń w głównym zarysie jest nadal aktualne i nie koliduje z nowo powstałymi możliwościami pomiarowo-obliczeniowymi. Świadczy to znakomicie o poziomie ówczesnego opracowania, na który w znaczący sposób miał wpływ sposób i głęboki zakres koordynacji prac, sprawowanej przez obecnego Wielce Szanownego Jubilata, Pana Profesora Bogdana Neya.

O tym, jak duże znaczenie ma prowadzenie geodezyjnej obsługi budowy dla profilaktyki jej bezpieczeństwa niech świadczy następujący drobny przykład. W czasie wieloletniej eksploatacji jazu prowadzono pomiary jego przemieszczeń. W wyniku tych pomiarów stwierdzono, że żelbetowa konstrukcja jednego z przęseł jazu podlega nadmiernym, stale powiększającym się osiadaniom. Poszukując przyczyn tego niepokojącego stanu, na podstawie relacji robotników uczestniczących w budowie stwierdzono, że w czasie budowy zrezygnowano z geodezyjnego wyznaczenia poziomu głębienia wykopu pod żelbetową konstrukcją tego przęsła. Po wykonaniu wykopu zorientowano się, że jest on zbyt głęboki i ponownie zasypano go do poziomu wymaganego w projekcie, a następnie na takiej, nasypowej warstwie gruntu o obniżonych parametrach wytrzymałościowych wzniesiono konstrukcję przęsła, co zapewne stało się powodem stwierdzonych później nadmiernych osiadań. Przykład ten pokazuje, że korzystanie z geodezyjnej obsługi budowy nie tylko chroni przed przekraczaniem tolerancji wymiarowych,

ale umożliwia unikanie błędów w zakresie technologii budowy, których konsekwencje mogą pojawić się ze znacznym opóźnieniem i są wówczas szczególnie groźne wskutek trudności ustalenia ich przyczyn.

Reasumując możemy powiedzieć, że profilaktyczna rola geodezyjnej obsługi budowy polega głównie na niedopuszczeniu do wykonania budowy niezgodnie z wymiarowymi wymaganiami projektu, co ma niewątpliwie wpływ na ograniczenie możliwości wystąpienia awarii i katastrof.

2. PROFILAKTYKA I PROGNOZOWANIE

W czasie budowy i eksploatacji mogą z różnych przyczyn zachodzić przemieszczenia i deformacje podłoża budowlanego, budowli lub jej fragmentów, co w konsekwencji prowadzi niekiedy do powstawania nadmiernych naprężeń konstrukcji oraz do zbyt dużych zmian wymiarów i wzajemnych pozycji elementów zainstalowanych maszyn i urządzeń. Wśród danych projektowych i w instrukcjach eksploatacyjnych coraz częściej spotyka się informacje dotyczące dopuszczalnych wartości przemieszczeń i odkształceń. Możliwość sprawdzania w wyniku **geodezyjnego monitoringu przemieszczeń**, czy w rzeczywistości te dopuszczalne wartości nie są przekraczane, ma doniosłe znaczenie dla ograniczenia możliwości występowania awarii i katastrof. Znaczenie to ma dwojaki charakter:

- jest elementem **profilaktyki** umożliwiającym sprawdzanie na bieżąco, czy nie występują przemieszczenia nadmierne, a po ewentualnym otrzymaniu informacji, że jednak to nastąpiło, podejmowanie przez projektanta i wykonawcę budowy lub eksploatatora istniejącego obiektu decyzji wstrzymujących lub zmieniających sposób budowy czy eksploatacji,
- w przypadku gdy napływające z kolejnych pomiarów informacje świadczą o przemieszczeniach, które mieszczą się w dopuszczalnych granicach, lecz stopniowo narastają, są one elementem **prognozowania**, umożliwiającym podejmowanie decyzji niedopuszczających do nadmiernego wzrostu przemieszczeń i odkształceń, grożącego awarią lub katastrofą.

W tym zakresie nie zawsze informacje zawarte w projekcie i instrukcjach eksploatacyjnych wywołują pożądaną reakcję inwestorów i wykonawców, polegającą na zwracaniu się do geodetów o prowadzenie w czasie budowy i eksploatacji obiektu budowlanego **monitoringu odchylek, przemieszczeń i deformacji**. Dominuje tu często przekonanie

o tak wysokiej posiadanej umiejętności budowania i eksploataowania obiektu, przy której przemieszczenia i deformacje na pewno nie przekroczą podanych w projekcie wartości granicznych, a więc nie warto ponosić dodatkowych kosztów i trudów związanych z zamawianiem i prowadzeniem pomiarów oraz analizowaniem ich wyników.

W wielu przypadkach okazuje się jednak, że taki pogląd inwestora lub wykonawcy prac budowlanych jest zawodny. Następuje to zwłaszcza w przypadkach nieoczekiwanego zachowania się podłoża pod wpływem głębienia wykopów czy też przyrastających w miarę budowy i eksploatacji obciążeń podłoża i powodowanych budową zmian warunków wodnych. Zawodność tego poglądu ma też miejsce w momentach wszelkich nieoczekiwanych zmian warunków obciążenia powstającej lub eksploatowanej konstrukcji, zwłaszcza obciążeń dynamicznych i drgań związanych z pracą zainstalowanych maszyn (Cieśliński R., 2001).

W ostatnich latach coraz częściej problem przemieszczeń i deformacji przybiera znaczenie nie tylko natury technicznej, ale również wymiernej natury ekonomicznej i organizacyjnej. Następuje to zwłaszcza w miastach, gdzie budowy z głębokimi wykopami wpływają na deformacje i uszkodzenia obiektów istniejących w sąsiedztwie, w konsekwencji powodując spory o odszkodowanie lub protesty sąsiadów utrudniające uzyskanie pozwoleń na budowę. Z tego powodu uzyskiwane dokumenty pomiarowe z monitoringu geodezyjnego, zawierające informacje o zachodzących przemieszczeniach, stają się nie tylko podstawą do podejmowania kroków zabezpieczających przed awarią lub katastrofą, ale stają się też dowodem w ewentualnych sprawach o odszkodowania na rzecz sąsiadów, którzy twierdzą, że ich budynki doznały uszkodzeń na skutek prowadzonej budowy.

W tym miejscu należy wspomnieć, że dzisiejszy Wielce Szanowny Jubilat, Pan Profesor Bogdan Ney, ma istotny udział w rozwoju metodyki wyznaczania przemieszczeń, a zwłaszcza prognozowania możliwego rozwoju przemieszczeń i odkształceń. Udział ten zaznaczył się między innymi w Jego pracy habilitacyjnej (Ney B., 1977). Jest godne szczególnego podkreślenia, że Szanowny Jubilat, mimo że porusza się swobodnie w tematyce wszystkich działów geodezji i kartografii, uznał za stosowne wybrać problematykę geodezji inżynierskiej jako obszar, w którym pragnął zaznaczyć swój własny rozwój naukowy.

Można wymienić wiele przykładów poprawnego i skrupulatnego wykorzystywania geodezyjnego monitoringu przemieszczeń i odkształceń budowanych i eksploatowanych obiektów, służącego wykrywaniu

niekorzystnych zjawisk w fazie, w której nie przyjmują one jeszcze rozmiarów grożących awarią lub katastrofą. Wśród nich trzeba wspomnieć o monitoringach obiektów szczególnie odpowiedzialnych, to jest takich, których ewentualna awaria lub katastrofa mogłyby przyczynić się do znacznych strat w ludziach i strat materialnych. W grupie takiej znajdują się w szczególności obiekty piętrzące wodę i inne media, np. osady flotacyjne, zwłaszcza wówczas, gdy w strefie wpływu ewentualnego niekontrolowanego wypływu wody lub gromadzonych mediów znajdują się osiedla, zakłady przemysłowe i instalacje, po zalaniu których mógłby powstać efekt domina, tj. zwielokrotnienia rozmiarów katastrofy.

Zakład Geodezji Stosowanej IGiK jest aktywnie zaangażowany w prace rozwojowe i praktyczne zastosowania powstających metod geodezyjnego monitoringu przemieszczeń i deformacji. Wśród głównych zastosowań trzeba wspomnieć o prowadzonym przez Zakład od 5 lat monitoringu przemieszczeń obiektów i podłoża szczytowo-pompowej Elektrowni Wodnej Żarnowiec (Janusz J., Janusz W., 2004).

Nie sięgając do przykładów odległych, dotyczących monitoringu przemieszczeń, wspomnę, że np. większość budynków na trasie warszawskiego metra objęta jest okresową kontrolą osiadań, co łatwo zauważyć w alei Niepodległości, gdzie co kilkanaście metrów na budynkach są zainstalowane repery służące do tego celu. Monitoring osiadań jest tu prowadzony zarówno dla dobra niezakłóconego funkcjonowania metra, jak i w celu niedopuszczenia do szkodliwego wpływu metra na trwałość budynków i komfort życia ich mieszkańców. Przy okazji trzeba podkreślić, że monitoring geodezyjny nie jest jedynym środkiem zachowania bezpieczeństwa i komfortu. Przypomnę bowiem, że na skutek skarg lokatorów tychże budynków przy alei Niepodległości niedawno przeprowadzono tam monitoring drgań powstających podczas przejazdów pociągów metra. Wprawdzie monitoring ten nie wykazał obniżenia poziomu bezpieczeństwa, ale potwierdził, że nastąpiło obniżenie komfortu przebywania w budynkach przy trasie metra. Rezultat badania dał asumpt do poszukiwania przyczyn nadmiernych drgań i w konsekwencji do wykrycia wad konstrukcyjnych kół wagonów metra, w wyniku czego podjęto działania mające na celu ich poprawienie. Monitoring drgań został przeprowadzony przez zespół współpracowników niedawno zmarłego wybitnego specjalisty w zakresie badania drgań konstrukcji, prof. dr. hab. inż. Romana Ciesielskiego, kierownika

katedry na Politechnice Krakowskiej, członka rzeczywistego Polskiej Akademii Nauk.

Ścisła współpraca Zakładu Geodezji Stosowanej IGiK z prof. R. Ciesielskim podkreślona przezeń w (Ciesielski R., 2001) przyczyniła się w przeszłości między innymi do bardzo korzystnego łączenia geodezyjnego monitoringu przemieszczeń i monitoringu drgań turbozespołów 500 MW i 250 MW w elektrowni Kozienice. W elektrowni Kozienice dzięki tej współpracy udało się wykryć i usunąć przyczyny obniżonej sprawności turbozespołów a także uniknąć konsekwencji ewentualnej ich awarii.

Jeśli w czasie budowy i eksploatacji obiektu prowadzony jest z odpowiednią częstotliwością geodezyjny monitoring przemieszczeń i prowadzona jest na bieżąco analiza jego wyników, to z dużym prawdopodobieństwem możliwe jest zapobieganie powstawaniu awarii i katastrof w przypadku, gdy mogą one być konsekwencją śledzonego, stopniowego narastania stanu zagrożenia wznoszonego lub eksploatowanego obiektu. Mamy wówczas do czynienia z możliwością wykrywania stanów przedawaryjnych, których przerwanie następuje w wyniku interwencji projektanta i wykonawcy, podjętej wskutek odpowiednio wczesnej informacji ze strony geodety i geotechnika o możliwym stanie zagrożenia. Takie przerwanie stanu przedawaryjnego na ogół zapobiega awarii lub katastrofie. Przerwanie interwencją stanu przedawaryjnego polega w większości przypadków na podjęciu działań zmieniających tryb budowy i eksploatacji. Jest to połączone ze wzmożeniem monitoringu, tj. zwiększeniem częstotliwości i zakresu pomiarów przemieszczeń.

Można przytoczyć wiele przykładów potwierdzających powyższe. Między innymi nastąpiło to w prowadzonych przez Zakład Geodezji Stosowanej IGiK monitoringach przemieszczeń ścian szczelinowych na budowach w Warszawie (Janusz J. i in., 2002). Na budowie przy ulicy Browarnej zauważone w porę niepokojące zachowanie się ściany szczelinowej spowodowało, że w ciągu ponad miesiąca dokonywania prac przeciwdziałających awarii lub katastrofie trzeba było wyznaczać codziennie zmiany nachylenia i ugięcia tej ściany (znacznie częściej niż w okresie przed wykryciem stanu niepokojącego). Na budowie przy ulicy Koszykowej stwierdzone pęknięcie ściany budynku zabytkowego sąsiadującego z budową prowadzoną w głębokim wykopie spowodowało wstrzymanie prac budowlanych, czasowe wyprowadzenie lokatorów tego budynku, podjęcie prac wzmacniających fundamenty i znacznie zintensyfikowaną kontrolę geodezyjną zachowania się

ściany szczelinowej. Kontynuacja budowy nastąpiła po stwierdzeniu w wyniku prowadzonego monitoringu przemieszczeń, że nastąpił ich zanik.

3. USUWANIE SKUTKÓW AWARII I KATASTROF

Gdy dochodzi do awarii lub katastrofy w wyniku nagle zaistniałych, nieprzewidzianych i niekorzystnych zdarzeń lub **gdy katastrofa jest wynikiem stopniowego narastania zagrożenia, które jednak nie było wcześniej konsekwentnie śledzone**, konieczne jest podjęcie działań niedopuszczających do rozszerzenia się rozmiaru strat. Wówczas z reguły następuje intensyfikacja prac geodezyjnych, obejmująca inwentaryzację zaistniałych uszkodzeń i monitoring przemieszczeń znacznie rozszerzony co do zakresu rzeczowego i zagęszczony w czasie. Prace takie prowadzono np. na budowie multikina Europlex w Warszawie przy ul. Puławskiej, gdzie w roku 1998 wskutek błędu popełnionego przez zagraniczne biuro projektowe ściana szczelinowa uległa ugięciu z przemieszczeniem o 21 cm a następnie złamaniu (Wysokiński L., 2002). Inwentaryzacja jest niezbędna do ustalenia planu działań likwidujących skutki awarii lub katastrofy, natomiast zintensyfikowany monitoring przemieszczeń służy sprawdzaniu, czy podjęte działania zapobiegające rozszerzeniu zaistniałej awarii lub katastrofy przynoszą oczekiwane efekty.

Zakres i częstotliwość prac geodezyjnych wynikający z zaistniałej katastrofy jest trudny do przewidzenia i jest ustalany doraźnie, stosownie do zaistniałej sytuacji. Przykładem tego może być tragiczna katastrofa wież WTC w Nowym Jorku, spowodowana zamachem terrorystycznym. Wieże te zostały wzniesione wraz z czterema innymi, niższymi budynkami w wykopie o głębokości 20–27 m otoczonym ścianami szczelinowymi o łącznej długości rzędu 1500 m, stanowiącymi ścianę szczelną „wanny” służącej do ochrony podziemnych części tych budowli przed zalaniem wodą gruntową, mającą w podłożu na terenie otaczającym znacznie wyższy poziom piętrzenia (Rakowski G., 2003a). Zawalenie się obu wież spowodowało zniszczenie stropów kondygnacji podziemnych, które były jednocześnie rozporami przeciwdziałającymi ugięciom ścian szczelinowych pod wpływem parcia podłoża otaczającego terenu. Gruz, który po zawaleniu wież wypełniał wykop, zastąpił zniszczone stropy, niedopuszczając do zawalenia się ścian szczelinowych, lecz podjęte po katastrofie wydobywanie tego gruzu spowodowało, że ściana szczelinowa zaczęła tracić podparcie i zaczęła ulegać

ugięciom, które wywołały przemieszczenia przekraczające 30 cm. Z tego powodu w miejscu katastrofy wież WTC przerwano wydobywanie gruzu i zamontowano 700 dodatkowych kotew gruntowych, podtrzymujących ścianę szczelinową a dopiero po tym kontynuowano oczyszczenie podziemnej części zawalonych wież (Rakowski G., 2003b).

Wszystkie te prace musiały z natury rzeczy odbywać się przy zintensyfikowanej kontroli geodezyjnej ugięć ścian szczelinowych.

LITERATURA

- Ciesielski R., 2001, *O zmianach stanu konstrukcji inżynierskich, ich przyczynach i sprawdzeniach pomiarowych*. Prace IGiK z.102.
- Janusz J. i inni, 2002, *Badanie przemieszczeń, zmian nachylenia i ugięć ścian szczelinowych z użyciem inklinometru i zintegrowanego tachimetru elektronicznego*. (Sprawozdanie z projektu badawczego 8 T 12E 003 20).
- Janusz J., Janusz W., 2004, *Metodyka badania podatności budowli piętrzących wodę na zmiany obciążenia*. Seria Monograficzna nr 9, IGiK Warszawa.
- Kłosiński B., 2002, *Projektowanie obudów głębokich wykopów*. Seminarium „Głębokie wykopy na terenach wielkomiejskich” Warszawa, 19.11.2002.
- Ney B., Śliwka J. i inni, 1976, *Instrukcja Geodezyjna Resortu Przemysłu Ciężkiego*. Wyd. WEMA, Warszawa:
- 1) Załącznik 8 – Wytyczne wykonania geodezyjnych pomiarów zakładów przemysłowych;
 - 2) Załącznik 9 – Wytyczne wykonania geodezyjnej inwentaryzacji sieci przewodów podziemnych i napowietrznych w zakładach przemysłowych;
 - 3) Załącznik10 – Wytyczne wykonania prac geodezyjnych przy budowie i eksploatacji pieców koksowniczych, urządzeń walcowniczych i turbin;
 - 4) Załącznik11 – Wytyczne wykonania geodezyjnych pomiarów urządzeń hutniczych;
 - 5) Załącznik12 – Wytyczne wykonania geodezyjnych pomiarów pieców obrotowych;
 - 6) Załącznik13 – Wytyczne wykonania geodezyjnych pomiarów masywnych budowli wieżowych;
 - 7) Załącznik14 – Wytyczne wykonania geodezyjnych pomiarów stoczni i statków morskich;

8) Załącznik 15 – Wytyczne wykonania pomiarów suwnic i jezdni suwnicowych.

Ney B., 1977, *Metoda wyznaczania deformacji poziomych sieci geodezyjnych*. Rozprawa habilitacyjna, AGH Kraków 19.10.1977.

Pietras R., 2004, *Dlaczego runęły wieże WTC w Nowym Jorku – raz jeszcze*. Inżynieria i Budownictwo 5/2004.

Rakowski G., 2003a, *Dlaczego runęły wieże WTC w Nowym Jorku*. Inżynieria i Budownictwo 1/2003.

Rakowski G., 2003b, *Po katastrofie wież WTC w Nowym Jorku (aspekty techniczne)*. Inżynieria i Budownictwo 12/2003.

Szulborski K., 2002, *Awarie budowlane związane z głębokimi wykopami*. Seminarium „Głębokie wykopy na terenach wielkomiejskich”. Warszawa 19.11.2002.

Wysokiński L., 1987, *Uszkodzenia budynków w Warszawie na tle pomiarów odkształceń podłoża*. Konferencja KILiW PAN i PZITB. Krynica, T1.

Wysokiński L., 2002, *Badania geotechniczne przed i w trakcie wykonywania głębokich wykopów budowlanych*. Seminarium „Głębokie wykopy na terenach wielkomiejskich”. Warszawa 19.11.2002.

