

W Y T I C Z N E

dotyczące techniki i organizacji prac geodezyjnych
związanych z obsługą i kontrolą stanu bezpieczeństwa
obiektów hydrotechnicznych

Opracowano zgodnie z umową 124/72
na zamówienie Biura Studiów
i Projektów Energetycznych "Energoprojekt"

opr. doc.dr hab. Wojciech Janusz

W Y T Y C Z N E

**dotyczące techniki i organizacji prac geodezyjnych
związanych z obsługą i kontrolą stanu bezpieczeństwa
obiektów hydrotechnicznych**

**Opracowano zgodnie z umową 124/72
na zamówienie Biura Studiów
i Projektów Energetycznych "Energoprojekt"**

opr. doc.dr hab. Wojciech Janusz

Spis treści wytycznych

	str.
Wstęp	2
<u>Rozdział 1. Geodezyjna obsługa realizacji obiektów hydrotechnicznych</u>	4
1.1. <u>Ogólne zasady prowadzenia prac geodezyjnych związanych z projektowaniem i realizacją obiektów hydro - technicznych</u>	4
1.1.1. Zakres prac	4
1.1.2. Podstawowe wymagania dotyczące prowadzenia prac geodezyjnych	5
1.1.3. Wykaz przepisów formalno-prawnych i technicznych	6
1.2. <u>Prace geodezyjne w fazie przygotowania inwestycji</u>	8
1.2.1. Przygotowanie podkładów geodezyjnych do opracowania studium lokalizacji, założeń techniczno ekonomicznych i projektów	8
1.2.2. Założenie osnów geodezyjnych	11
1.2.3. Układy współrzędnych	16
1.3. <u>Prace geodezyjne w fazie realizacji inwestycji</u>	19
1.3.1. Geodezyjne opracowanie projektu budowlanego	19
1.3.2. Tyczenie i geodezyjna kontrola wykonania obiektu ..	21
<u>Rozdział 2. Wymagania dotyczące wykonywania prac geodezyjnych związanych z kontrolą bezpieczeństwa obiektów hydrotechnicznych</u>	27
2.1. <u>Ogólne wymagania dotyczące prac geodezyjnych związanych z kontrolą bezpieczeństwa obiektów hydrotechnicznych</u>	28
2.2. <u>Prace geodezyjne w fazie projektowania inwestycji</u>	31
2.2.1. Opracowanie projektu rozmieszczenia znaków i urządzeń pomiarowo-kontrolnych do wyznaczania przemieszczeń i odkształceń	31

2.2.2. Opracowanie programu stabilizacji znaków i urządzeń pomiarowo-kontrolnych oraz programu wykonywania pomiarów przemieszczeń i odkształceń	35
2.2.3. Prace geodezyjne w fazie poprzedzającej realizację obiektu	37
2.3. <u>Prace geodezyjne w fazie realizacji inwestycji</u>	41
2.3.1. Uzupełnianie sieci znaków i stabilizowanie urządzeń p-k	41
2.3.2. Wykonywanie okresowych pomiarów przemieszczeń . . .	45
2.3.3. Opracowanie wyników pomiarów okresowych	48
2.3.4. Przedstawienie wyznaczonych przemieszczeń i odkształceń oraz ich geometryczna interpretacja . . .	49
2.4. <u>Prace geodezyjne w fazie prób eksploatacyjnych i rżzruchu</u>	52
2.4.1. Wykonywanie pomiarów przemieszczeń	52
2.4.2. Opracowanie, przedstawienie i przekazywanie wyników pomiarów przemieszczeń	54
2.5. <u>Prace geodezyjne w fazie eksploatacji</u>	56
2.5.1. Aktualizacja sieci znaków i urządzeń p-k	56
2.5.2. Wykonywanie pomiarów okresowych	57
2.5.3. Opracowanie wyników okresowych pomiarów	58
2.5.4. Przedstawienie wyznaczonych przemieszczeń i odkształceń oraz ich interpretacja geodezyjna	60
2.6. <u>Zasady dokumentowania prac geodezyjnych</u>	62
2.6.1. Opisy i szkice znaków i urządzeń p-k /metryki/. Dokumentacja sieci geodezyjnych do wyznaczania przemieszczeń	62
2.6.2. Operaty pomiarowe i obliczeniowe z pomiarów okresowych	64
2.6.3. Graficzna ilustracja wyznaczanych przemieszczeń i odkształceń	67
2.6.4. Sprawozdanie z wykonanych pomiarów i prac kameralnych	72

2.7.	<u>Utrzymanie sieci znaków i urządzeń p-k oraz przechowywanie dokumentacji geodezyjnej</u>	75
2.7.1.	Utrzymanie znaków i urządzeń p-k	75
2.7.2.	Utrzymanie stanowisk, tras pomiarowych i wizur . .	76
2.7.3.	Zagwarantowanie warunków BHP na stanowiskach i trasach pomiarowych oraz na dojściach	77
2.7.4.	Przechowywanie dokumentacji geodezyjnej	78
	<u>Rozdział 3. Ogólne zasady prowadzenia prac geodezyjnych związanych z kontrolą bezpieczeństwa obiektów hydrotechnicznych</u>	82
3.1.	<u>Informacje wprowadzające</u>	83
3.1.1.	Podstawowe określenia dotyczące wyznaczania przemieszczeń i odkształceń	83
3.1.2.	Ogólne zasady projektowania szybkości, częstotliwości i dokładności prac geodezyjnych	89
3.1.3.	Orientacyjne dokładności wyznaczania przemieszczeń i odkształceń	93
3.2.	<u>Ogólne zasady projektowania sieci kontrolnych</u>	97
3.2.1.	Określenie niezbędnego zakresu, dokładności i częstotliwości wyznaczania przemieszczeń i odkształceń obiektu metodami geodezyjnymi	97
3.2.2.	Opracowanie projektów kontrolnych sieci geodezyjnych z wstępną analizą dokładności wyznaczeń . . .	101
3.2.3.	Koordynacja projektów sieci kontrolnych z projektami budowlanymi	105
3.3.	<u>Ogólne zasady prowadzenia prac polowych</u>	107
3.3.1.	Stabilizowanie znaków i urządzeń p-k	107
3.3.2.	Wykonywanie pomiarów przygotowawczych	108
3.3.3.	Wykonywanie pomiaru wyjściowego	110
3.3.4.	Wykonywanie pomiarów okresowych	111
3.4.	<u>Ogólne zasady prowadzenia prac kameralnych</u>	116
3.4.1.	Obliczanie przemieszczeń poziomych związane z użyciem sieci trygonometrycznej lub liniowo-kątowej /wyznaczanie Δx , Δy /	117

3.4.2.	Obliczanie pojedynczych składowych przemieszczeń poziomych związane z użyciem metody stałej prostej, prostoliniowego ciągu poligonowego lub ciągu strzałek bez okresowo mierzonych odległości między punktami	122
3.4.3.	Obliczanie przemieszczeń pionowych związane z użyciem metody niwelacji geometrycznej /lub hydro - statycznej/	124
3.4.4.	Obliczenia związane z użyciem urządzeń p-k	125
3.4.5.	Identyfikacja i ocena stałości punktów stałych . .	127
3.4.6.	Kameralna kontrola i ocena dokładności pomiarów i obliczeń	128
3.4.7.	Obliczenia dla celów geometrycznej interpretacji przemieszczeń	132
3.5.	<u>Ogólne informacje i zalecenia dotyczące stosowania poszczególnych metod, znaków i urządzeń p-k</u>	135
3.5.1.	Metody wyznaczania przemieszczeń i odkształceń , .	135
3.5.2.	Znaki i urządzenia p-k do wyznaczania przemieszczeń i odkształceń	145
3.6.	<u>Badania pokrewne przy kontroli bezpieczeństwa obiektów i ich związki z wyznaczaniem przemieszczeń i odkształceń</u>	151
	Wykaz literatury	154
	Rysunki i załączniki	157

Wstęp

Niniejsze wytyczne opracowane zostały w celu zwrócenia uwagi na niedoceniane dotychczas ustalenia typu organizacyjno-technicznego, niezbędne dla prawidłowego przygotowania, wykonywania i wykorzystania pomiarów geodezyjnych związanych z realizacją oraz ochroną bezpieczeństwa obiektów hydrotechnicznych.

Zawierają one 3 rozdziały, z których:

- pierwszy obejmuje ogólne zasady prowadzenia prac geodezyjnych związanych z projektowaniem i realizacją inwestycji hydrotechnicznych;
- drugi obejmuje wymagania dotyczące wykonywania prac geodezyjnych związanych z kontrolą bezpieczeństwa obiektów hydrotechnicznych zestawione w kolejności występowania tych prac;
- trzeci obejmuje ogólne zasady prowadzenia prac geodezyjnych związanych z kontrolą bezpieczeństwa obiektów hydrotechnicznych zestawione wg asortymentu prac.

Dla prawidłowego prowadzenia omawianych prac należy stosować się do ustaleń niniejszych wytycznych jak również do ustaleń zawartych w:

- 1/ Szczegółowych instrukcjach posługiwania się poszczególnymi metodami i przyrządami pomiarowo-kontrolnymi,
- 2/ Szczegółowych instrukcjach eksploatacji poszczególnych obiektów hydrotechnicznych,
- 3/ Przepisach wymienionych w wykazie zamieszczonym w 1 rozdziale wytycznych,
- 4/ Literaturze technicznej cytowanej w wytycznych.

Rozdział 1

Geodezyjna obsługa realizacji

obiektów hydrotechnicznych

1.1. Ogólne zasady prowadzenia prac geodezyjnych związanych z projektowaniem, realizacją obiektów hydrotechnicznych.

1.1.1. Zakres prac.

W zakres prac geodezyjnych związanych z projektowaniem i realizacją obiektów hydrotechnicznych wchodzi :

- 1/ Sporządzenie podkładów geodezyjnych /map, przekrojów/ do studiów lokalizacji, założeń techniczno-ekonomicznych i projektów obiektów hydrotechnicznych.
- 2/ Geodezyjne opracowanie planu generalnego projektu.
- 3/ Wykonywanie pomiarów i dokumentów technicznych niezbędnych do rozgraniczenia i wyłączenia terenu inwestycji.
- 4/ Wytaczanie obiektu i jego elementów w terenie oraz kontrolowanie zgodności ich realizacji z wymaganiami projektu pod względem wymiarowym i pod względem usytuowania w terenie.
- 5/ Prowadzenie bieżącej inwentaryzacji powykonawczej /planu generalnego inwentaryzacyjnego/.
- 6/ Wyznaczanie przemieszczeń i odkształceń obiektu i podłoża.
- 7/ Wykonywanie pomiarów zamuleń i innych zmian spowodowanych realizacją lub eksploatacją obiektu / np. osuwisk zboczy w otoczeniu sztucznego zbiornika utworzonego przez zapórę/.

Prace wymienione w p.6 i 7 dotyczą zarówno nowopowstałych jak i istniejących dotychczas starych obiektów.

1.1.2. Podstawowe wymagania dotyczące prowadzenia prac geodezyjnych.

Prace wymienione w 1.1.1. należy wykonywać zgodnie z dalej wymienionymi przepisami jak też z niniejszymi wytycznymi. Należy zwłaszcza zwracać uwagę na:

- 1/ Wykonywanie wszystkich prac geodezyjnych w terminach dostosowanych do ustalonych terminów realizacji zadań projektowych, realizacyjnych i eksploatacyjnych obiektu.
- 2/ Ustalenie niezawodnego systemu kontaktów między zespołem geodezyjnym a biurem projektowym, inwestorem i wykonawcą obiektu w celu uzgadniania danych, uzgadniania wspólnych poczynań i wzajemnego informowania się o przebiegu prac.
- 3/ Wykonywanie pomiarów z dokładnością dostosowaną do potrzeb i natychmiastowe kontrolowanie wyników /zwłaszcza wyników tyczenia elementów obiektu/.
- 4/ Aktualizowanie zamówień na prace geodezyjne i planów przedsiębiorstw geodezyjnych w sposób gwarantujący ciągłość pomiarów przemieszczeń zwłaszcza w końcowym okresie budowy i w trakcie przystępowania do eksploatacji obiektów.

Wykaz przepisów formalno-prawnych i technicznych

- I Ustawa z dnia 30 maja 1962 r. Prawo wodne.
/Dz.U. 34/62 poz.158/.
- II Ustawa z dnia 31 stycznia 1961 r. Prawo budowlane.
/Dz.U. 7/61 poz.46/.
- III Zarządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 19 lipca 1963 r. w sprawie wykonywania czynności geodezyjnych przy wyznaczaniu obiektów budowlanych. /M.P. 60/63 poz.307/.
- IV Rozporządzenie Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 stycznia 1973 r. w sprawie ustalenia miejsca realizacji inwestycji budowlanych oraz państwo - wego nadzoru budowlanego nad budownictwem powszechnym.
/Dz.U. 4/73/.
- V Dekret z dnia 21 września 1950 r. o rozgraniczeniu nie - ruchomości Skarbu Państwa lub nieruchomości nabywanych dla realizacji narodowych planów gospodarczych.
- VI Ustawa z dnia 2 grudnia 1960 r. o kolejach. /Dz.U. 9/70 poz. 76/.
- VII Ustawa z dnia 29 marca 1962 r. o drogach publicznych.
/Dz.U. 20/62 poz.90/.
- VIII Uchwała Rady Ministrów z dnia 10 lutego 1971 r. w sprawie pasów drogowych dróg publicznych /M.P. 11/71 poz.88/.
- IX Szczegółowe przepisy postępowania przy wykonywaniu robót geodezyjnych związanych z wywłaszczeniem nieruchomości. Okólnik nr 1 Prezesa GUGiK z dnia 31 stycznia 1963 r.
- X Zarządzenie nr 83 Prezesa Rady Ministrów z dnia 18 sierpnia 1969 r. w sprawie zapewnienia bezpieczeństwa budowli piętrzących oraz budowli zamykających zbiorniki magazynujące płynne lub półpłynne substancje pomieszane z wodą.
- XI Zarządzenie nr 54 Ministra Górnictwa i Energetyki z dnia 30 lipca 1969 r. w sprawie dalszej poprawy stanu technicznego zbiorników wodnych i osadników przemysłowych w zakładach resortu górnictwa i energetyki oraz analizy stanu bezpieczeństwa w zakładach górniczych w zakresie zwalczania zagrożeń wodnych.

- XII Zarządzenie nr 49 Prezesa CUGW z dnia 18 listopada 1969 r. w sprawie instrukcji utrzymania budowli piętrzących wodę oraz eksploatacji mającej wpływ na ich bezpieczeństwo.
- XIII Wytyczne opracowania instrukcji utrzymania budowli piętrzących wodę oraz eksploatacji mającej wpływ na ich bezpieczeństwo. /Załącznik do Zarządzenia Nr 49 Prezesa CUGW /XII
- XIV Ramowa instrukcja nadzoru inwestorskiego robót hydrotechnicznych w energetyce. Zjednoczenie Energetyki W-wa 1973.
- XV Ramowa instrukcja eksploatacji. Mokre składowiska popiołu i żużla. Zjednoczenie Energetyki W-wa 1970.
- XVI Wyposażenie budowli hydrotechnicznych w urządzenia kontrolno-pomiarowe. Wytyczne instruktażowe projektowania. CUGW W-wa 1969.
- XVII Wyposażenie budowli hydrotechnicznych w urządzenia kontrolno-pomiarowe. Warunki techniczne wykonania i odbioru. CUGW. W-wa /maszynopis/.
- XVIII Ramowa instrukcja eksploatacji. Budowle hydrotechniczne w elektrowniach wodnych i ciepłych. Zjednoczenie Energetyki. Warszawa 1972 r.
- XIX Instrukcja O-I. Ogólne zasady techniczne i porządkowe. wprowadzona zarządzeniem nr 4 Prezesa GUGiK z dnia 20 stycznia 1969 r. /Dz.U. GUGiK nr 3, poz.10/.
- XX Obowiązujące instrukcje techniczne GUGiK wg wykazu podanego w Dz.Urz.GUGiK nr poz.13 z dnia 19 kwietnia 1971 r.
- XXI Geodezyjne wyznaczanie pionowych przemieszczeń budowli metodą niwelacji precyzyjnej. Instrukcja wewnętrzna Geo - projektu. W-wa 1972 r.
- XXII Porozumienie między Zjednoczeniem Energetyki a Głównym Urzędem Geodezji i Kartografii w sprawie geodezyjnej obsługi budownictwa hydrotechnicznego i współpracy przy kontroli bezpieczeństwa budowli hydrotechnicznych w energetyce wodnej i ciepłej, zawarte dnia 31 grudnia 1971 r.

1.2. Prace geodezyjne w fazie przygotowania inwestycji

1.2.1. Przygotowanie podkładów geodezyjnych do opracowania studium lokalizacji, założeń techniczno-ekonomicznych i projektów.

1.2.1.1. Studium lokalizacji obejmuje swym zasięgiem obszar zróżnicowany w zależności od rodzaju i rozmiaru zamierzonej inwestycji, jednak zawsze wielokrotnie większy od obszaru samej inwestycji. Założenia techniczno -
- ekonomiczne obejmują kilka mniejszych obszarów od -
powiadających wielkością wytypowanym wariantom lokalizacji inwestycji. Projekt dotyczy jednego z tych obszarów uznanego za teren realizacji omawianej inwestycji.

Studium lokalizacji daje w wyniku ogólne przesłanki, które zostają w toku założeń techniczno-ekonomicznych sprawdzone w sposób bardziej szczegółowy w odniesieniu do poszczególnych wariantów, zaś w toku opracowania projektu stanowią podstawę do projektowania konkretnych rozwiązań technicznych obiektu lub zespołu obiektów. Do różnych zadań w ramach studium lokalizacji potrzebne są podkłady mapowe w skalach od 1:300 000 do 1:25 000, Do opracowania założeń techniczno-ekonomicznych potrzebne są podkłady mapowe w skalach 1:2 000, 1:1 000 i 1:500 oraz sporadycznie podkłady w innych skalach. Podkłady te powinny zawierać udokumentowanie wyników badań hydrogeologicznych i geotechnicznych.

Do opracowania projektów można korzystać w zasadzie z podkładów mapowych wykonanych dla celów założeń techniczno-ekonomicznych uzupełniając w miarę potrzeby w przypadku ewentualnych poważniejszych zmian w zakresie rzeczowym inwestycji.

1.2.1.2. Do studium lokalizacji i założeń techniczno-ekonomicznych należy wykorzystywać istniejące, nadające się do tego podkłady geodezyjne, wzbogacając je w drodze uzupełnień treścią istotną z punktu widzenia rozwiązywanych zagadnień. W przypadku, gdy obszar zainteresowań pokryty jest podkładami w różnych skalach, układach i o zróżnicowanym poziomie technicznym, można dla celów studium lokalizacji sporządzać podkłady na drodze kompilacji, pod warunkiem, że zostaną wykonane dodatkowe pomiary i przeliczenia umożliwiające po - prawne wzajemne dopasowanie map oraz sprawdzenie i ocenę dokładności mapy powstałej w wyniku kompilacji. Ponadto można do tych celów korzystać fotomapy i fotoszkice. Dodatkowe pomiary i obliczenia powinny dotyczyć w pierwszym rzędzie sprowadzenia podkładów do jednolitego układu odniesienia, zwłaszcza pod względem poziomu odniesienia wysokości.

1.2.1.3. W przypadku gdy istniejące podkłady, użyte do założeń techniczno-ekonomicznych nie spełniają wymagań niezbędnych do celów projektowych, należy wykonywać zdjęcie całego obszaru zainteresowania z dokładnością właściwą do opracowania mapy sytuacyjno-wysokościowej w skali 1:500. Mapy w skalach mniejszych uzyskuje się wówczas drogą pomniejszych połączonej z generalizacją.

W praktyce opracowanie projektów budowlanych następuje na podkładach w skali 1:250 nie wymagających jednak kartometryczności odpowiadającej tej skali. W związku z tym podkłady w skali 1:250 można uzyskiwać drogą powiększeń ze skali 1:500 z ewentualnym wzbogaceniem o niektóre ważne szczegóły drogą zdjęć uzupełniających.

Podkłady mapowe dla celów studium lokalizacji, założeń techniczno-ekonomicznych i projektu należy uzupełniać o określone przez projektanta: przekroje terenowe oraz przekroje poprzeczne i podłużne rzeki, rysunki i zestawienia określające usytuowanie i wysokości położenia istniejących budowli wodnych i obiektów związanych z gospodarką wodno-ściekową i inne elementy.

Podkłady mapowe i inne materiały geodezyjne dla celów opracowania studium lokalizacji, założeń techniczno-ekonomicznych i projektu należy wykonywać zgodnie z powszechnie obowiązującymi instrukcjami wydawanymi przez Główny Urząd Pomiarów Kraju, uzupełniając je o elementy uzgodnione z projektantem przy uwzględnieniu specyfiki budownictwa hydrotechnicznego. Omówienie potrzeb wynikających z tej specyfiki znajduje się np. w [12] .

Należy podkreślić, że podkłady do celów projektowych powinny być sporządzane w oparciu o jednolitą ośnowę, zakładaną zgodnie z zasadami omówionymi w 1.2.2.

1.2.2. Założenie osnów geodezyjnych.

1.2.2.1. Osnowy geodezyjne używane w związku z inwestycjami hydro-technicznymi służą do:

- określenia układu współrzędnych /osnowa podstawowa/,
- sporządzenia podkładów projektowych,
- prowadzenia prac realizacyjnych,
- prowadzenia inwentaryzacji budowy,
- określenia układu odniesienia wyznaczanych przemieszczeń.

W poszczególnych przypadkach wyżej wymienione funkcje może pełnić jedna lub kilka różnych osnów bądź ich części pod warunkiem wzajemnego powiązania punktami łącznymi i wyrażenia w jednolitym układzie przez nawiązanie do osnowy podstawowej.

1.2.2.2. Osnowę podstawową należy zakładać w postaci zespołu punktów rozmieszczonych wokół i na obszarze projektowanego obiektu na wyniosłościach i w miejscach umożliwiających zachowanie tych punktów przez cały okres budowy oraz umożliwiających łatwe nawiązywanie do nich osnow pełniących pozostałe funkcje wg punktu 1.2.2.1.

W zależności od warunków terenowych i rodzaju obiektu punkty osnowy podstawowej należy wyznaczać metodą mikrotriangulacji, poligonizacji precyzyjnej lub technicznej a pod względem wysokościowym metodą niwelacji precyzyjnej bądź technicznej. Sieć podstawowa powinna być nawiązana do sieci państwowej w sposób nie obniżający jej dokładności /gdy pomiary sieci podstawowej są dokładniejsze od pomiarów istniejącej na rozpatrywanym obszarze sieci

państwowej, co zachodzi często z uwagi na inwestowanie na terenach rolno-leśnych, mających niskie kategorie terenu/.

Osnowę podstawową należy zakładać natychmiast po zatwierdzeniu lokalizacji obiektu lub nawet wcześniej w przypadku, gdy przed tym konieczne jest wykonanie podkładów do opracowania założeń techniczno-ekonomicznych. Zaleca się, aby każda z osnów pełniących pozostałe funkcje wg punktu 1.2.2.1. była nawiązana i wyrażona w układzie osnowy podstawowej przed okresem wykorzystania. Na moment ten należy zwracać szczególną uwagę, bowiem często fragmenty podkładów do projektowania i pierwsze wytyczenia obiektów towarzyszących dokonywane są w oparciu o osnowę tymczasową, zakładaną przed osnową podstawową, co w późniejszym okresie powoduje duże trudności, konieczność korygowania projektów bądź też przyczynia się do błędów realizacji.

Dokładność wyznaczenia punktów osnowy podstawowej należy dostosować wymaganej dokładności wytyczania szczególnych osi konstrukcyjnych obiektu, uwzględniając przy tym fakt, że wytyczenia nie odbywają się bezpośrednio z punktów osnowy podstawowej lecz z punktów nawiązanej do niej osnowy służącej do prowadzenia prac realizacyjnych. Punkty osnowy podstawowej należy stabilizować w sposób trwały oraz w miarę możliwości sygnalizować je na stałe w taki sposób, aby można było w dowolnym momencie wyznaczać, kontrolować lub wznawiać punkty osnów pełniących pozostałe funkcje, bez konieczności doraźnego sygnalizowania punktów osnowy podstawowej. Te punkty osnowy podstawowej, które pełnią jednocześnie rolę stałych punk-

tów odniesienia sieci kontrolnych /por. rozdział 2/ należy stabilizować w sposób właściwy dla sieci kontrolnych.

1.2.2.3. Osnowa do sporządzania podkładów projektowych może być zakładana fragmentami na obszarach objętych aktualnie wykonywanymi podkładami. Dokładność i rozmieszczenie punktów tej osnowy powinny być dostosowane do wymagań wynikających ze sporządzania mapy sytuacyjno-wysokościowej w skali 1:500, na terenach kategorii A w przypadku projektów budowli betonowych. W wypadku wznoszenia obiektów o konstrukcji ziemnej /obwałowania zbiorników, osadników, cieków wodnych/ można obniżyć dokładność osnowy jak do opracowania podkładów na terenach kategorii B w skali 1:1 000. Rozmieszczenie punktów osnowy powinno być dodatkowo dostosowane do potrzeb wynikających z wyznaczenia miejsc geologicznych otworów i odkrywek badawczych, wyznaczenia i sygnalizowania przekrojów terenowych oraz przekrojów i kilometrażu rzeki.

1.2.2.4. Osnowę do prowadzenia prac realizacyjnych należy zakładać w sposób zależny od ukształtowania terenu oraz od konstrukcji i technologii wykonywania obiektu. Zazwyczaj w pierwszej kolejności następuje zlokalizowanie w terenie osi głównej obiektu w oparciu o projekt sporządzony na przygotowanym uprzednio podkładzie, po czym wytycza się osie konstrukcyjne obiektu w stosunku do oznaczonej już osi głównej. W przypadku obiektów prostoliniowych osie konstrukcyjne wytycza się bezpośrednio z punktów wytyczonych na osi głównej, natomiast przy bardziej skomplikowanym układzie korzysta się do tego celu z punktów osnowy realizacyjnej.

Jeśli osie główna i osie konstrukcyjne zostały już wytyczone i oznaczone w terenie przed założeniem sieci realizacyjnej, to zadaniem punktów sieci realizacyjnej jest zabezpieczenie tych osi i umożliwienie wielokrotnego wznawiania ich i wynoszenia na różne poziomy wznoszonego obiektu. W tym przypadku punkty sieci realizacyjnej należy stabilizować na przedłużeniach odpowiednich osi i na liniach równoległych do nich. Jeśli jednak wytyczenie osi konstrukcyjnych wymaga uprzedniego założenia sieci realizacyjnej, to jej kształt i rozmieszczenie poszczególnych punktów należy dostosować do najkorzystniejszego w danych warunkach sposobu tyczenia. Następnie po dokonaniu tyczenia należy zastabilizować dodatkowe punkty sieci realizacyjnej na przedłużeniach poszczególnych osi i na liniach równoległych do nich, w celu ich zabezpieczenia i możliwości wielokrotnego wznawiania. Punkty sieci realizacyjnych należy zakładać w miejscach umożliwiających kontrolowanie ich stałości i wznawianie w stosunku do punktów sieci podstawowej a jednocześnie umożliwiającymi bezpośrednio, szybkie i dokładne wznawianie i przenoszenie osi konstrukcyjnych na różne poziomy obiektu.

Przy zakładaniu sieci realizacyjnej trzeba się liczyć z możliwością przypadkowego niszczenia poszczególnych punktów oraz z planowym ich traceniem w strefach robót ziemnych i na obszarach podlegających zalaniu. Z tego powodu projekt sieci powinien przewidywać różne rozmieszczenie punktów sieci realizacyjnej w poszczególnych fazach robót ziemnych, budowy i rozruchu obiektu, gwarantujące możliwość wznawiania i przenoszenia osi konstruk-

cyjnych pomimo utraty niektórych punktów. Z tego też powodu poszczególne punkty lub fragmenty osnowy realizacyjnej zakłada się w różnym czasie przed i w okresie realizacji obiektu, w zależności od konkretnych potrzeb i dostępności terenu. Jednocześnie każdy punkt osnowy realizacyjnej powinien być możliwy do wznowienia w oparciu o punkty osnowy podstawowej i inne widoczne punkty sieci realizacyjnej.

Położenia wszystkich punktów sieci realizacyjnej należy wyznaczyć w stosunku do punktów osnowy podstawowej z dokładnością odpowiadającą wymaganej dokładności wzajemnego rozmieszczenia osi konstrukcyjnych obiektu.

Do tego celu można posłużyć się dowolną metodą w zależności od wymaganej dokładności, posiadanych instrumentów i istniejących warunków pomiaru.

Wzajemne rozmieszczenie punktów służących do zabezpieczenia, wznawiania i przenoszenia pojedynczej osi konstrukcyjnej na inne poziomy powinno być określone z dokładnością dostosowaną do wymaganej dokładności położenia szczegółów konstrukcji obiektu wytyczanych względem tej osi /za zwyczaj wyższą od dokładności określenia wzajemnego położenia wszystkich punktów sieci realizacyjnej obiektu/. Przy każdorazowym wykorzystaniu punktów osnowy realizacyjnej do wznawiania lub przenoszenia osi konstrukcyjnych na inne poziomy niezbędne jest sprawdzenie, czy wykorzystane do tego celu punkty osnowy realizacyjnej nie uległy przesunięciu. W przypadku stwierdzenia, że nastąpiło przesunięcie, należy wykorzystać inne nieporuszone punkty lub przed wykorzystaniem wyznaczyć w terenie uprzednie

miejsce rozpatrywanego punktu /wznowić punkt/. Przy wznawianiu punktów należy posługiwać się metodami wyznaczania przemieszczeń omówionymi w rozdziałach 2 i 3 i wyznaczone wielkości przemieszczeń odkładać w terenie od istniejących punktów z odwrotnymi znakami w celu zidentyfikowania i oznaczenia właściwych pozycji tych punktów /zgodnych z pozycjami przed przesunięciem stabilizacji/.

- 1.2.2.5. Osnowę do prowadzenia inwentaryzacji budowy mogą stanowić zachowane w stanie nienaruszonym i nieprzesunięte punkty osnów przeznaczonych do pozostałych celów w przypadku, gdy wynik inwentaryzacji uwidaczniany jest wyłącznie w postaci rysunkowej na podkładzie, który służył uprzednio do celów projektowania. W przypadku, gdy wynik inwentaryzacji jest uwidaczniany w formie liczbowej i służy celom kontrolnym /kontrola wymiarowa/, pomiar inwentaryzacyjny można opierać jedynie na punktach osnowy realizacyjnej, wykorzystanej uprzednio do tyczenia, wznawiania i przenoszenia osi konstrukcyjnych na inne poziomy.
- 1.2.2.6. Osnowę kontrolną stanowią punkty sieci kontrolnych, zakładanych zgodnie z zaleceniami podanymi w rozdziałach 2 i 3.

1.2.3. Układy współrzędnych.

- 1.2.3.1. Podkłady geodezyjne do studium lokalizacji należy sporządzać w jednym ustalonym układzie, odpowiadającym układowi przeważającej liczby adaptowanych do tego celu map pokrywających rozpatrywany obszar.

1.2.3.2. Podkłady mapowe do założeń techniczno-ekonomicznych i do projektu należy opracowywać w lokalnym układzie założonej osnowy podstawowej, przy czym w przypadku, gdy oś główna obiektu jest wcześniej zlokalizowana w terenie /np. w przypadku przebudowy, rozbudowy istniejącego obiektu lub gdy lokalizacja osi może być postanowiona bez podkładu mapowego/ najkorzystniej jest jedną z osi układu współ - rzędnych prostokątnych płaskich przyjąć równoległe do osi głównej obiektu.

Przy realizacji obiektów hydrotechnicznych o skomplikowanym układzie przestrzennym /np. elektrownie pompowe/ za oś główną obiektu należy przyjmować oś główną jego części wymagającej największej dokładności /np. oś rurociągu, budynku elektrowni itp./.

Początek lokalnego układu współrzędnych prostokątnych płaskich należy obierać w takim miejscu, aby współrzędne wszystkich punktów w rejonie inwestycji były dodatnie. Do projektowania i realizacji obiektu należy wykorzystywać współrzędne punktów osnowy obliczone w tym układzie lokalnym, w którym zostały sporządzone podkłady mapowe do projektowania. Niezależnie od tego należy obliczyć współrzędne punktów osnowy podstawowej w układzie państwowym, niezbędne dla celów ewidencyjnych, rozgraniczeniowych i do rozwiązywania zadań projektowych związanych z funkcjonalnym powiązaniem obiektu z innymi istniejącymi obiektami.

Obliczenie to może być dokonane na drodze transformacji współrzędnych wyrażonych w układzie lokalnym przy dopasowaniu do punktów sieci państwowej włączonych do sieci podstawowej rozpatrywanego obiektu.

1.2.3.3. Rzędne wysokości punktów osnowy podstawowej oraz wszystkich założonych znaków wysokości należy wyrażać w układzie "Kronstadt" przez nawiązanie niwelacyjne do reperów sieci państwowej /nawiązanie należy dokonać do jednego reperu sprawdzonego względem co najmniej dwu innych reperów sieci państwowej/.

W uzasadnionych przypadkach można posługiwać się w pracach projektowych i przy realizacji obiektu rzędnymi reperów przeliczonymi na układ lokalny pod warunkiem specjalnego zaznaczenia tego faktu w dokumentacji. Wówczas konieczne jest też korzystanie z identycznie przeliczonych wysokości oznaczonych poziomów wód oraz istniejących budowli hydrotechnicznych i budowli związanych z gospodarką wodno-ściekową w zasięgu oddziaływania wzroszonego obiektu.

1.3. Prace geodezyjne w fazie realizacji inwestycji

1.3.1. Geodezyjne opracowanie projektu budowlanego

1.3.1.1. Geodezyjnym opracowaniem projektu budowlanego nazywamy wyrażenie danych projektowych w formie umożliwiającej przenoszenie ich w teren /wytyczanie/. Na geodezyjne opracowanie składa się:

- a/ sprawdzenie wzajemnej zgodności wymiarów projektowych określających wymiary i rozmieszczenie szczegółów obiektu w przypadkach, gdy projekt zawiera nadliczbowe ilości tych danych i jednocześnie istnieje możliwość skonfrontowania ich z rozmieszczeniem względem punktów osnowy,
- b/ przeliczenie wymiarów projektowych określających pozycje osi i szczegółów obiektu na współrzędne w układzie osnowy lub na miary odniesione do punktów osnowy,
- c/ obliczenie miar podlegających odłożeniu w terenie podczas wytyczania osi i szczegółów obiektu oraz sporządzenie szkiców dokumentacyjnych do wyniesienia w teren.

1.3.1.2. Geodezyjne opracowanie projektu budowlanego /zwane przy większych obiektach geodezyjnym opracowaniem planu generalnego projektu/ jest bezpośrednio powiązane z procesem projektowania i z procesem tyczenia szczegółów obiektu oraz kontroli prawidłowości zrealizowania tych szczegółów. Na powiązania te należy zwracać szczególną uwagę z tego powodu, że przy dużych obiektach projektowanie jednych i realizacja innych fragmentów obiektu hydrotechnicznego

przebiegają zazwyczaj równoległe, w związku z czym za -
chodzi potrzeba sukcesywnego inwentaryzowania wznoszonych
fragmentów obiektu, dostarczania wyników inwentaryzacji
do biura projektów w celu wprowadzenia ewentualnych ko -
rekt z tytułu stwierdzonych zmian i błędów realizacji
do projektów sąsiednich fragmentów obiektu oraz w celu
wprowadzania poprawek do geodezyjnego opracowania projek -
tu w przypadku, gdy zachodzą w tym projekcie zmiany wy -
nikające z w/w zmian i błędów realizacji bądź zmiany
spowodowane innymi przyczynami. Należy podkreślić, że
w budownictwie hydrotechnicznym zmiany lub poprawki pro -
jektów w trakcie realizacji występują bardzo często z
przyczyn obiektywnych, jak na przykład z powodu uzyska -
nia w czasie realizacji bardziej szczegółowego rozpozna -
nia budowy geologicznej podłoża w miejscach dokonywanych
wyłomów pod poszczególne fragmenty obiektu, aniżeli
rozeznanie uzyskane wcześniej na podstawie dokonanych
wierceń próbnych.

Z wyżej wymienionych względów geodezyjne opracowanie pro -
jektów powinno być dokonywane sukcesywnie w trakcie pro -
jektowania i realizacji, przy czym sprawdzenie danych
wg 1.3.1.1.a/ powinno obejmować nie tylko wewnętrzną
zgodność danych projektowych lecz również ich zgodność
ze zmianami spowodowanymi przez odchyłki zrealizowanych
wcześniej fragmentów obiektu /konfrontacja z wynikami in -
wentaryzacji powykonawczej gotowych fragmentów obiektu/.

1.3.1.3. Geodezyjnym opracowaniem projektu budowlanego powinna
zajmować się osoba mająca bardzo dobrze opanowane umiejęt -
ności w zakresie:

- odczytywania dokumentacji projektowej dotyczącej projektów robót ziemnych, budowlano-montażowych oraz projektów wykonania i montażu urządzeń mechanicznych, konstrukcji stalowych i maszyn /zamknięć przelewów, turbozespołów itp./,
- przeliczania wymiarów pobranych z dokumentacji na współrzędne w układzie osnowy ze szczególnym zwróceniem uwagi na tolerancje wymiarów oraz na wszelkie poprawki projektu i wynikające z nich konsekwencje dla tyczenia,
- metodyki tyczenia osi i szczegółów obiektu z uwzględnieniem miejscowych warunków terenowych, posiadanego sprzętu pomiarowego i czasu pozostawianego na dokonanie tyczenia,

oraz dobrze orientująca się w aktualnym stanie osnowy realizacyjnej i możliwości jej wykorzystania do tyczenia.

1.3.1.4. Szkice dokumentacyjne potwierdzone przez projektanta lub inwestora za zgodność z danymi projektu zostają użyte do tyczenia, po czym zostają przekazane do przechowania w archiwum komórki geodezyjnej.

1.3.2. Tyczenie i geodezyjna kontrola wykonania obiektu.

1.3.2.1. Tyczeniem obiektu nazywamy wytyczanie w terenie i oznaczanie miejsc osi konstrukcyjnych i ważniejszych szczegółów obiektu. Odróżniamy:

- 1/ tyczenie dla celów zlokalizowania obiektu lub poszczególnych jego budowli, polegające na wytyczeniu i oznaczeniu punktu i osi głównej lub uzgodnionych innych punktów twidoczonych w projekcie /np. punkty

załamań obrysu fundamentu/,

2/ tyczenie szczegółowe, polegające na przenoszeniu wytyczonych uprzednio osi głównych i osi konstrukcyjnych na określone poziomy budowli i na wytyczaniu względem nich ważniejszych szczegółów realizowanego obiektu.

1.3.2.2. Kontrolą geodezyjną realizacji obiektu nazywamy pomiary i obliczenia służące do sprawdzenia, czy obiekt jest realizowany pod względem wymiarów i położenia zgodnie z dokumentacją projektową w granicach wymaganej dokładności.

1.3.2.3. Tyczenie szczegółowe może polegać na wytyczaniu i oznaczaniu wskaźników określających położenie osi lub fragmentów obiektu bądź też na bezpośrednim ustawianiu lub kształtowaniu elementów obiektu lub deskowań "pod instrument". Trasowanie wskaźników może być dokonywane tylko i wyłącznie na podstawie danych zestawionych na szkicu dokumentacyjnym wyniesienia, wykonanym w ramach geodezyjnego opracowania projektu i potwierdzonym przez inspektora nadzoru inwestycyjnego za zgodność z danymi aktualnego projektu.

W wyniku trasowania należy oznaczyć w terenie lub na istniejących, trwale połączonych elementach obiektu wszystkie wytyczone wskaźniki i przekazać je do wykorzystania i pod ochronę bezpośrednio w terenie odpowiedniemu użytkownikowi /wykonawcy prac ziemnych, budowlanych, montażowych lub instalacyjnych/. Jako dowód dokonanego tyczenia sporządza się w terenie szkic wykonawczy /realizacyjny/ wyniesienia. Szkic ten można wykonać na

odbitce szkicu dokumentacyjnego, podając na nim miary odłożone w terenie, miary kontrolujące niezależnie poprawność wytyczenia, miejsca i numery oznaczonych wskaźników, datę wytyczenia, nazwisko i podpis tyczącego i przejmującego wskaźniki oraz numer szkicu dokumentacyjnego, którego dane były podstawą do wyniesienia.

Szkic wykonawczy wyniesienia wykonany w 3 egzemplarzach zostaje przekazany inspektorowi nadzoru inwestorskiego, odpowiedniemu wykonawcy i do archiwum komórki geodezyjnej.

1.3.2.4. Metodę tyczenia wskaźników ustala wykonawca pomiarów wspólnie z wykonawcą geodezyjnego opracowania projektu, biorąc pod uwagę rozmieszczenie punktów osnowy realizacyjnej względem tyczonych szczegółów, posiadane instrumenty, warunki terenowe i warunki środowiska pomiarów oraz wymaganą dokładność i szybkość wytyczenia. W przypadku gdy tyczenie dokonywane jest "pod instrument" należy zwrócić dodatkowo szczególną uwagę na warunki stabilności instrumentów i warunki BHP uwzględniając ruch budowli w trakcie operacji ustawiania tyczonych elementów.

Tyczenie wskaźników powinno być dokonywane z taką dokładnością, aby błąd graniczny położenia wskaźnika nie przekraczał 0,4 dopuszczalnej odchyłki położenia szczegółu obiektu ustawianego względem tego wskaźnika. Oznacza to, że łączny błąd graniczny położenia szczegółu z powodu błędów wykonania i montowania /błędów budowli nych/ nie może przekraczać 0,9 dopuszczalnej odchyłki położenia szczegółu określonej w projekcie.

Orientacyjne dokładności prac geodezyjnych, związanych

z tyczeniem różnych szczegółów obiektów hydrotechnicznych podane są w [12] .

1.3.2.5. Kontrolą geodezyjną obejmuje się:

- a/ rozmieszczenie i podstawowe wymiary wszystkich budowli składających się na obiekt hydrotechniczny wraz z ukształtowaniem terenu, wyrażając wyniki w postaci tzw. planu generalnego inwentaryzacyjnego,
- b/ rozmieszczenie i wymiary uzgodnionych elementów i szczegółów obiektu przed i po ich zmontowaniu, wyrażając wyniki kontroli w postaci zestawień wyznaczonych odchyłek od projektu i w postaci szkiców wykonawczych kontroli geodezyjnej.

1.3.2.6. Pomiary i obliczenia związane z kontrolą geodezyjną należy wykonywać z taką dokładnością, aby można było bezsprzecznie stwierdzić, czy kontrolowane fragmenty obiektu zostały wykonane zgodnie lub niezgodnie z wymaganiami projektu. Wyznaczone odchyłki położenia należy wyrażać w układzie określonym przez punkty osnowy realizacyjnej. Oznacza to, że w praktyce wyznaczenie odchyłek położenia zrealizowanych fragmentów obiektu należy wykonać z dokładnością równą dokładności uprzedniego tyczenia wskaźników do zrealizowania tych fragmentów.

1.3.2.7. Wyniki kontroli wg 1.3.2.5.a/ przedstawione w postaci generalnego planu inwentaryzacyjnego pozostają w okresie budowy u wykonawcy prac geodezyjnych i powinny być udostępniane na każde życzenie inspektorom nadzoru inwestorskiego i wykonawcom oraz projektantowi. Na życzenie można też wykonywać wyciągi lub odbitki z generalnego planu inwentaryzacyjnego, podając na nich date aktualna

dla zarejestrowanego stanu budowy. W przypadku, gdy wynik inwentaryzacji wyraźnie wskazuje na niezgodności realizacji z projektem, przekazanie to następuje z inicjatywy geodety /bez oczekiwania na życzenie/.

1.3.2.8. Wyniki kontroli wg 1.3.2.5.b/ podlegają natychmiastowemu przekazaniu inspektorom nadzoru inwestora i odpowiedniemu wykonawcy oraz projektantowi.

1.3.2.9. Kontrolę geodezyjną należy prowadzić sukcesywnie przez cały okres budowy, wykonując pomiary w terminach uzależnionych od faktycznego przebiegu odpowiednich robót podlegających tej kontroli.

Należy zwrócić szczególną uwagę na terminowość kontrolowania zanikających robót /urządzenia podziemne i fundamenty podlegające zasypaniu, urządzenia wewnątrz budowli przed zabetonowaniem itp./.

W związku z tym inspektor inwestora lub odpowiedniego wykonawcy są obowiązani powiadamiać geodetę z odpowiednim /uzgodnionym/ wyprzedzeniem o przystąpieniu do robót wymagających kontroli geodezyjnej a następnie o zakończeniu tych robót i o terminie, w którym nastąpi zasypanie, zabetonowanie, zalanie lub inna okoliczność uniemożliwiająca kontrolę geodezyjną. Geodeta jest obowiązany przystąpić do kontroli bezpośrednio po otrzymaniu wiadomości o zakończeniu odpowiednich robót lub co najmniej przed utratą dostępu i możliwości dokonania kontroli oraz przed przystąpieniem do dalszych robót ziemnych, budowlanych, montażowych lub instalacyjnych, których przebieg jest uzależniony od wyników kontroli geodezyjnej /np. gdy montaż kolejnych elementów powinien

nastąpić po usunięciu nadmiernych odchyłek wcześniej
zmontowanych elementów lub z uwzględnieniem korekt wyni-
kających z odchyłek stwierdzonych w wyniku kontroli geo-
dezyjnej/.

Rozdział 2

Wymagania dotyczące wykonywania

prac gospodarych związanych z kontrolą bezpieczeństwa

obiektów hydrotechnicznych

2.1. Ogólne wymaganie dotyczące prac geodezyjnych związanych z kontrolą bezpieczeństwa obiektów hydrotechnicznych

- 2.1.1. Prace geodezyjne związane z kontrolą bezpieczeństwa obiektów hydrotechnicznych polegają na wyznaczaniu przemieszczeń punktów kontrolowanych oznaczonych trwale w ustalonych miejscach konstrukcji obiektu lub podłoża oraz na bezpośrednim pomiarze niektórych parametrów przemieszczeń i odkształceń obiektu lub podłoża.
- 2.1.2. W celu poprawnego wyznaczania przemieszczeń, w sposób umożliwiający wykorzystanie ich do oceny stanu bezpieczeństwa obiektu należy stosować następujące zasady:
- 2.1.2.1. Rozmieszczać kontrolowane punkty oraz urządzenia pomiarowo-kontrolne do wyznaczania parametrów przemieszczeń i odkształceń w miejscach reprezentatywnych dla oceny zachowania się obiektu i podłoża, ustalonych w wyniku analizy statycznej i dynamicznej pracy obiektu oraz jego odporności na przewidywane wpływy jak również w wyniku hydrogeologicznej i geotechnicznej analizy podłoża.
- 2.1.2.2. Rozmieszczać pozostałe punkty sieci geodezyjnych /stałe i pomocnicze punkty odniesienia/ w takich miejscach aby:
- 1/ spełnione były wymagania dokładnościowe wyznaczania przemieszczeń punktów kontrolowanych przyjętą metodą i sprzętem pomiarowym w istniejących oraz przewidywanych warunkach środowiska,

2/ część punktów niezbędna do obliczania przemieszczeń znajdowała się w miejscach gwarantujących wzajemną gęstość ich położenia.

- 2.1.2.3. Stabilizować wszystkie punkty sieci i wykonywać pomiar wyjściowy przed wystąpieniem przyczyn wywołujących przemieszczenia o wielkościach znaczących dla oceny bezpieczeństwa.
- 2.1.2.4. Wykonywać wszystkie pomiary okresowe w terminach określonych przez program badań i szczegółową instrukcję eksploatacji z uwzględnieniem odchyłeń spowodowanych niekorzystnymi dla pomiarów warunkami atmosferycznymi lub odchyłeń faktycznego przebiegu robót ziemnych i budowlanych w stosunku do harmonogramu.
- 2.1.2.5. Wykonywać wszystkie okresowe pomiary w miarę możliwości tym samym sprzętem pomiarowym, przy zachowaniu takiego samego procesu pomiarowego, przy wykorzystaniu tego samego obserwatora, w miarę możliwości w podobnych warunkach środowiska /pomiary wykonywane w tych samych porach roku/ itp. w celu uzyskania minimalnych wielkości błędów różnic między wynikami powtarzanych pomiarów tych samych wielkości.
- 2.1.2.6. W możliwie jak najszerszym zakresie kontrolować wyniki wykonanych pomiarów natychmiast w miejscu ich wykonywania.
- 2.1.2.7. Opracowywać wyniki wykonanych pomiarów /obliczać przemieszczenia, błędy przemieszczeń, konfrontować przemieszczenia wyznaczone różnymi metodami i przedstawiać wyniki do interpretacji budowlanej i geotechnicznej możliwie jak najszybciej po zakończeniu każdego pomiaru

okresowego.

- 2.1.2.8. Przemieszczenia obliczać w miarę możliwości metodą różnicową.
- 2.1.2.9. Notować ustalone warunki towarzyszące pomiarom /średnią temperaturę powietrza z dekady poprzedzającej pomiar i z okresu trwania pomiaru, temperaturę wody, opady, dobowe stany wody w zbiorniku, obciążenia itp./.
- 2.1.2.10. Sporządzać sprawozdania techniczne z wykonanych pomiarów i obliczeń w sposób nie pozostawiający żadnych wątpliwości co do sposobu wykonania tych prac i co do istotnych warunków towarzyszących, mających wpływ na ocenę wyników oraz na dalsze pomiary i obliczenia.
- 2.1.2.11. Przechowywać wszelkie dokumenty pomiarowe, obliczeniowe i sprawozdania przez cały czas prowadzenia badań stanu bezpieczeństwa obiektu.
- 2.1.2.12. Utrzymywać znaki i urządzenia pomiarowo-kontrolne w dobrym stanie technicznym, gwarantującym porównywalność wyników pomiarów okresowych przez cały okres badań stanu bezpieczeństwa obiektu oraz utrzymywać w dobrym stanie trasy pomiarów, stanowiska obserwacyjne i chronić przed zarośnięciem lub zabudowaniem przestrzenie dla wizur.
- 2.1.2.13. Wyznaczać położenia wszystkich zastabilizowanych znaków i urządzeń p-k do wyznaczania przemieszczeń i do innych rodzajów badań /np. tensometrów/ w jednolitym układzie współrzędnych oraz dokumentować je wraz z danymi dotyczącymi charakterystyki konstrukcyjnej miejsc wbudowania.

2.2. Prace geodezyjne w fazie projektowania inwestycji.

2.2.1. Opracowanie projektu rozmieszczenia znaków i urządzeń pomiarowo-kontrolnych do wyznaczania przemieszczeń i odkształceń

2.2.1.1. Projekt rozmieszczenia znaków kontrolowanych i urządzeń pomiarowo-kontrolnych w obiekcie, podłożu pod nim i w rejonie obiektu opracowuje hydrotechniczny, zaś w podłożu otaczającym zbiornik opracowuje geolog lub geotechnik przy wzajemnej konsultacji i przy konsultacji z geodetą. Projekty te należy opracować biorąc pod uwagę niezbędny zakres badań stanu bezpieczeństwa obiektu.

Konsultacje z geodetą dotyczą technicznych możliwości wykonania pomiarów i wyznaczenia przemieszczeń lub odkształceń przy zaprojektowanym rozmieszczeniu znaków kontrolowanych i urządzeń pomiarowo-kontrolnych.

Opracowane projekty powinny zawierać określenie wymaganych dokładności wyznaczenia przemieszczeń lub odkształceń wraz z uzasadnieniem od strony potrzeb badawczych oraz określenie przewidywanych wielkości przemieszczeń i odkształceń w czasie budowy i eksploatacji obiektu.

2.2.1.2. Projekty sieci pomiarowo-kontrolnych, służących do wyznaczania przemieszczeń punktów kontrolowanych, opracowuje geodeta przy konsultacji z hydrotechnikiem i geologiem lub geotechnikiem.

Projekty sieci należy opracowywać zgodnie z zaleceniami 3 rozdziału niniejszych wytycznych biorąc pod uwagę dwie podstawowe przesłanki:

- 1/ potrzebę wyznaczenia przemieszczeń punktów kontrolowanych, rozmieszczonych zgodnie z projektem wg punktu 2.2.1.1. oraz
- 2/ możliwość wyznaczania przemieszczeń tych punktów z wymaganą dokładnością, częstotliwością i szybkością w istniejących i przewidywanych warunkach miejscowych /ukształtowania i pokrycia terenu, rozmieszczenia rejonów stałych pod względem geologicznym, ruchu budowlanego, warunków atmosferycznych/.

Projekty sieci pomiarowo-kontrolnych powinny zawierać:

- rysunki określające rozmieszczenie znaków geodezyjnych z odróżnieniem punktów stałych, pomocniczych i kontrolowanych i wzajemne ich powiązanie mierzonymi okresowo wielkościami,
- kierunki osi układu odniesienia do wyznaczania przemieszczeń,
- rysunki określające rodzaje znaków i sposób ich zastabilizowania oraz specyfikację znaków,
- niezbędne wyjaśnienia co do przyjętych metod pomiarów i obliczeń oraz zakresu pomiarów w fazach określonych w punkcie 2.2.2.,
- opis i wyniki wstępnej analizy dokładności wyznaczenia przemieszczeń za pomocą zaprojektowanych sieci, przy przyjętych metodach pomiarów i obliczeń oraz przy przewidywanym najbardziej niekorzystnym rozmieszczeniu najmniejszej dopuszczalnej ilości punktów stałych.

Wymienione części projektów należy opracować z podziałem na fazy wyznaczania przemieszczeń omówione w programie /pkt. 2.2.2./.

Punkty stałe sieci p-k należy projektować w takich miejscach, aby w miarę możliwości mogły służyć do określania układu odniesienia wyznaczanych przemieszczeń we wszystkich fazach /przed robotami ziemnymi, podczas robót ziemnych i budowlano-montażowych, w czasie rozruchu i eksploatacji obiektu/. Jednocześnie należy w miarę możliwości część tych punktów stabilizować w takich miejscach, aby mogły służyć również jako punkty podstawowe sieci realizacyjnej obiektu /per. rozdział 1/.

2.2.1.3. Projekty wg punktów 2.2.1.1. i 2.2.1.2. należy opracowywać w sposób skoordynowany z projektem budowlanym i projektem zagospodarowania terenu wokół obiektu.

Projekt rozmieszczenia znaków kontrolowanych i urządzeń pomiarowo-kontrolnych należy opracować dwustopniowo /wstępny i techniczny/ natomiast projekt sieci pomiarowo-kontrolnych można opracowywać trzyetapowo /wstępny, techniczny i wykonawczy/.

O takim podziale projektowania sieci pomiarowo-kontrolnych na oddzielne etapy decyduje fakt, że nawet drobne zmiany lub poprawki projektu budowlanego albo niezgodności realizacji z tym projektem i nieoczekiwane zmiany zagospodarowania planu budowy wpływają na ogół bardzo niekorzystnie na możliwość zrealizowania zaprojektowanych sieci.

Projekt wstępny należy opracowywać równolegle z założeniami techniczno-ekonomicznymi, natomiast techniczny równolegle z projektem budowlanym. Projekt wykonawczy sieci pomiarowo-kontrolnych należy opracować bezpośrednio przed realizacją sieci. Projekt ten należy opracować

w taki sposób, aby w miarę możliwości nie zmieniał przyjętego w projekcie technicznym: rozmieszczenia znaków kontrolowanych, dokładności wyznaczenia przemieszczonych znaków i szybkości wykonywania pomiarów okresowych. Projekt wykonawczy może zawierać niezbędne zmiany w stosunku do projektu technicznego w zakresie rozmieszczenia punktów stałych i pomocniczych oraz w zakresie sposobu powiązania punktów sieci okresowo mierzonymi wielkościami. Inne zmiany w projekcie wykonawczym sieci pomiarowo kontrolnych w stosunku do projektu technicznego dopuszczalne są w przypadku, gdy obiekt jest realizowany niezgodnie z projektem budowlanym /na podstawie zmian lub poprawek do tego projektu/.

2.2.1.4. Wstępne projekty rozmieszczenia znaków i urządzeń p-k oraz sieci p-k należy opracować z takim wyprzedzeniem w stosunku do określonego przez program /pkt. 2.2.2./ terminu stabilizacji aby można było zamówić i wyprodukować odpowiednie znaki i urządzenia oraz wykonać prace przygotowawcze do stabilizacji i pierwszych pomiarów. Podstawą do zamówienia znaków i urządzeń p-k jest ich specyfikacja zawarta w projektach wstępnych, ewentualnie uzupełniona w terminie późniejszym ze względu na korekty wynikające z projektów technicznych.

2.2.1.5. Projekt rozmieszczenia znaków kontrolowanych i urządzeń p-k oraz projekt sieci p-k dla istniejących obiektów, które uprzednio nie były kontrolowane, lub których sposób kontrolowania wymaga korekty, należy opracowywać przy jednoczesnym uwzględnieniu następujących przesłanek:

- uzasadnionego technicznie zakresu badań stanu bezpieczeństwa obiektu,
- technicznych możliwości wykonywania pomiarów,
- ograniczenia przebudowy fragmentów obiektu, dla umożliwienia pomiarów, do niezbędnego minimum,
- ograniczenia zmian otoczenia obiektu, dla umożliwienia pomiarów, do niezbędnego minimum /ścieżki, tarasy, przecinki itp./.

2.2.2. Opracowanie programu stabilizacji znaków i urządzeń pomiarowo-kontrolnych oraz programu wykonywania pomiarów przemieszczeń i odkształceń.

2.2.2.1. Równoległe z projektami wg punktu 2.2.1. należy opracować:

- program stabilizacji znaków i urządzeń p-k,
- program wykonywania pomiarów i obliczania przemieszczeń. Programy te należy opracować dla następujących faz i zakresów wyznaczania przemieszczeń i odkształceń:
 - przed rozpoczęciem robót ziemnych i budowlano-montażowych,
 - podczas robót ziemnych i budowlano-montażowych,
 - podczas prób rozruchowych,
 - podczas eksploatacji obiektu i podczas jego remontów.

2.2.2.2. Program stabilizacji znaków i urządzeń p-k powinien zawierać określenie terminów zastabilizowania poszczególnych znaków i urządzeń lub ich zespołów w stosunku do terminów poprzedzających i następujących faz /prac ziemnych, budowlano-montażowych, prób rozruchowych, eksploatacji i remontów/. Program powinien być opracowany w postaci harmono-

gramu aktualizowanego stosownie do faktycznego przebiegu robót ziemnych i budowlano-montażowych oraz prób rozruchowych.

Program stabilizacji opracowuje geodeta i uzgadnia z projektantem, inwestorem i głównym wykonawcą obiektu z punktu widzenia zgodności z potrzebami oraz z uwzględnieniem możliwości zrealizowania /dostępność terenu i odpowiednich fragmentów obiektu/.

1.2.2.3. Program wykonywania pomiarów przemieszczeń powinien zawierać:

- określenie zakresu i terminów wykonania pomiaru przygotowawczego /por. 3.1.1.9/ i pomiaru wyjściowego w stosunku do terminów wykonania robót ziemnych, budowlano-montażowych, prób rozruchowych lub eksploatacji,
- określenie wymaganej częstotliwości oraz dopuszczalnego czasu trwania każdego okresowego pomiaru i obliczenia przemieszczeń,
- określenie rodzajów i zakresu innych pomiarów wykonywanych równocześnie z omawianymi pomiarami geodezyjnymi /temperatury, poziom zwierciadła wody itp./ - na podstawie programów tych pomiarów.

Określenie częstotliwości pomiarów okresowych może być podane w postaci harmonogramu lub w postaci omówienia określającego, w zależności od jakich okoliczności należy ustalać terminy pomiarów.

1.2.4. Program wykonywania pomiarów i obliczeń opracowuje geodeta na podstawie danych uzyskanych od projektanta obiektu i uzgadnia go z projektantem z punktu widzenia zgodności z potrzebami oraz z inwestorem i głównym wykonawcą z punktu widzenia możliwości zrealizowania

/dostępność terenu i odpowiednich fragmentów obiektu/.

2.2.3. race geodezyjne w fazie poprzedzającej realizację obiektu.

2.2.3.1. Przed przystąpieniem do robót ziemnych i budowlano-montażowych należy zgodnie z projektami wg punktu 2.2.1. i programem wg punktu 2.2.2. zastabilizować:

- 1 - punkty sieci p-k niezbędne do wyznaczania przemieszczeń i odkształceń podłoża w okresie poprzedzającym roboty ziemne,
- 2 - punkty sieci niezbędne do wyznaczania przemieszczeń i odkształceń podłoża pod wpływem robót ziemnych i budowlano - montażowych,
- 3 - możliwe do założenia części sieci p-k do wyznaczania przemieszczeń znaków kontrolowanych na powstających fragmentach obiektu, obejmujące punkty stałe i pomocnicze.

2.2.3.2. Sieci wg punktu 1 /2.2.3.1./ zakłada się w przypadkach, gdy w bezpośrednim zasięgu wzajemnych oddziaływań obiektu i podłoża znajdują się strefy podłoża podlegające przemieszczeniom i odkształceniom pod wpływem: innych istniejących obiektów, prowadzonych robót /np. eksploatacja górnicza/ oraz naturalnych oddziaływań zewnętrznych. Przed rozpoczęciem robót ziemnych należy zgodnie z programem wg punktu 2.2.2. wykonać co najmniej dwa cykle pomiarów okresowych takich sieci w celu określenia przemieszczeń znaków kontrolowanych w podłożu pod wpływem oddziaływań niezależnych od tych robót.

2.2.3.3. Sieci wg punktu 2 /2.2.3.1./ zakłada się w przypadkach gdy:

- roboty ziemne i budowlano-montażowe związane z realizacją rozpatrywanego obiektu mogą spowodować zachwianie stateczności zboczy, zmiany fizykochemiczne podłoża wywołujące osłabienie jego nośności i inne niekorzystne skutki,
 - niezbędne jest określenie in situ wielkości odkształceń podłoża pod wpływem zmian obciążenia i porównanie z wielkościami przewidywanymi na drodze teoretycznej.
- Przed rozpoczęciem robót ziemnych należy zgodnie z programem wg punktu 2.2.2. wykonać co najmniej pomiar wyjściowy sieci w celu zarejestrowania położenia znaków kontrolowanych przed wystąpieniem przyczyn odkształceń.

2.2.3.4. Punkty stałe i pomocnicze sieci wg punktu 3 /2.2.3.1./ zakłada się w tej fazie w celu:

- ustabilizowania się znaków przed okresem ich wykorzystania,
- zasygnalizowania w sposób trwały miejsc stanowisk i tras pomiarowych wymagających chronienia przy robotach ziemnych oraz przy tymczasowym i ostatecznym zagospodarowaniu terenu otaczającego obiekt.

2.2.3.5. W rozpatrywanej fazie należy zastabilizować wszystkie znaki geodezyjne wymagające użycia do tego celu sprzętu wiertniczego, bowiem wówczas jest on wykorzystywany do prowadzenia w rejonie przyszłej budowy wierceń próbnych.

2.2.3.6. Założone znaki należy natychmiast inwentaryzować, wyznaczając z pomiaru ich współrzędne w układzie sieci realizacyjnej obiektu i w układzie wyznaczanych przemieszczeń /jeśli układy te różnią się/.

Dla każdego znaku należy sporządzić metrykę zawierającą:

- oznaczenie numeru, przeznaczenie i datę założenia,
- szkic usytuowania względem trwałych elementów terenu,
- szkic sposobu posadowienia i konstrukcji znaku,
- określenie rodzaju konstrukcji chroniącej znak przed uszkodzeniem,
- rzędną i współrzędne znaku,
- rubryki przeznaczone na sukcesywne uzupełnianie informacjami na temat dokonywanych okresowo konserwacji znaku i na temat ważnych okoliczności dotyczących utrzymania znaku w stanie przydatności oraz na zestawienie wyznaczonych przemieszczeń znaku.

Ponadto należy sporządzić szkic wykonawczy założonej sieci /lub jej fragmentu/ podając na nim:

- rozmieszczenie punktów z oznaczeniami określającymi przeznaczenie, numerami i współrzędnymi,
- wzajemne powiązanie punktów okresowo mierzonymi wielkościami /celowe, trasy przebiegu ciągów itp./,

W/w dokumenty należy opracować co najmniej w dwu egzemplarzach, z których jeden pozostaje w komórce geodezyjnej zaś drugi oddaje się głównemu wykonawcy obiektu wraz z przekazaniem założonych znaków pod ochronę. O przekazaniu znaków pod ochronę należy powiadomić pisemnie inwestora.

2.2.3.7. Odpowiedzialność za ochronę znaków sieci p-k ponosi główny wykonawca obiektu, natomiast geodeta jako użytkownik znaków powinien okresowo sprawdzać stan ich ochrony i w przypadku stwierdzenia uszkodzenia składać inwestorowi odpowiednie meldunki ze wskazaniem konsekwencji

technicznych i niezbędnych działań w celu umożliwienia dalszych pomiarów.

2.2.3.8. Pomiary wyjściowe sieci lub fragmentów sieci założonych w rozpatrywanej fazie należy wykonać w sposób umożliwiający w przyszłości obliczanie przemieszczeń zarówno metodą różnicową jak i metodą współrzędnych. Zalecenie to wynika stąd, że w fazie robót ziemnych mogą wystąpić duże przemieszczenia punktów a ponadto może nastąpić niszczenie niektórych punktów, powodujące zmianę struktury sieci lub duże przesunięcia na skutek niedokładności wznawiania punktów w tych samych miejscach. Przy pomiarach należy w miarę możliwości zachować wymagania wg punktu 2.1.2.5. wyłączając oczywiście przypadki, kiedy wymagania te nie mogą mieć pełnego zastosowania /np. przy pomiarach przemieszczeń reperów wglębnych pod wpływem zdejmowania nadkładu/.

2.2.3.9. Wyznaczone w tej fazie przemieszczenia znaków osadzonych w podłożu należy natychmiast przekazywać projektantowi w celu ewentualnego uwzględnienia w pracach nad projektem budowlanym obiektu.

2.2.3.10. W rozpatrywanej fazie należy poczynić przygotowania do pomiarów przemieszczeń w dalszych fazach polegające na:

- skompletowaniu instrumentów geodezyjnych i sprzętu pomocniczego do pomiarów przemieszczeń,
- skompletowaniu lub przynajmniej zamówieniu znaków geodezyjnych i urządzeń p-k do wyznaczania przemieszczeń i odkształceń z zagwarantowaniem dostawy przed projektowanym terminem ich użycia,
- sporządzeniu i zgłoszeniu zapotrzebowania kadrowego dla wykonania prac zgodnie z programem wg punktu 2.2.2.

2.3. Prace geodezyjne w fazie realizacji inwestycji

2.3.1. Uzupełnianie sieci znaków i stabilizowanie urządzeń p-k.

2.3.1.1. W czasie prowadzenia robót ziemnych i budowlano-montażowych należy zgodnie z projektami wg punktu 2.2.1. i programem wg punktu 2.2.2. stabilizować sukcesywnie, w miarę uzyskiwania dostępu i możliwości ochrony znaków i urządzeń:

- 1 - brakujące znaki stałe i pomocnicze sieci p-k do wyznaczenia przemieszczeń znaków kontrolowanych na powstających fragmentach obiektu,
- 2 - tymczasowe znaki kontrolowane do wyznaczenia przemieszczeń w czasie budowy obiektu,
- 3 - trwałe znaki kontrolowane do wyznaczenia przemieszczeń w czasie budowy, prób rozruchowych i eksploatacji obiektu,
- 4 - urządzenia p-k do wyznaczenia przemieszczeń i odkształceń.

2.3.1.2. Tymczasowe znaki kontrolowane /najczęściej repery do wyznaczenia osiadań obiektu/ stabilizuje się w przypadku, gdy w czasie budowy zachodzi potrzeba wyznaczenia przemieszczeń w miejscach, które później stają się niedostępne /w części fundamentowej obiektu podlegającej zasypce lub zatopieniu albo w części podlegającej zasłonięciu/. Stabilizowanie i wykorzystanie tych znaków powinno odbywać się z zachowaniem warunków:

- znak powinien być zastabilizowany bezpośrednio po uzyskaniu dostępu do miejsca stabilizacji w porożu -

- mieniu z wykonawcą obiektu, który przejmuje znak pod czasową ochronę oraz wykonuje prace niezbędne dla czasowego udostępnienia znaku i trasy do pomiarów,
- przed utraceniem znaku /dokonaniem zasypki, zalaniem, zniszczeniem/ niezbędne jest zastabilizowanie kolejnego znaku tymczasowego lub trwałego, który przejmuje jego rolę, i wykonanie pomiaru przejściowego, wiążącego oba znaki,
 - wykonawca budowy może dopuścić do utracenia znaku dopiero po uzyskaniu od geodety meldunku o wykonaniu pomiaru przejściowego /pomiar przejściowy obejmuje wyznaczenie przemieszczenia punktu traconego i położenia względem niego nowego punktu przejmującego jego rolę/.

2.3.1.3. W trakcie robót budowlano-montażowych geodeta wspólnie z wykonawcą budowy są obowiązani dopilnować, aby w projektowanych miejscach zastabilizowania trwałych znaków kontrolowanych i urządzeń p-k do wyznaczania przemieszczeń i odkształceń zostały wykonane odpowiednie wnęki, wsporniki, osłony itp. przewidziane przez techniczny projekt rozmieszczenia znaków i urządzeń p-k, przeznaczone do stabilizowania i do celów pomiarowych. Podczas tego sprawdzania geodeta powinien skonfrontować rozwiązanie projektu z wymaganiami natury pomiarowej /np. sprawdzić czy zaprojektowane przestrzenie na celowe gwarantują w rzeczywistości uzyskanie celowych dostatecznie odległych od przeszkód/ i ewentualnie wnieść propozycję dokonania poprawek w przygotowaniu miejsc stabilizowania znaków i urządzeń. Poprawki te powinny być uzgodnione z projektantem obiektu.

2.3.1.4. Trwałe znaki kontrolowane i urządzenia p-k należy stabilizować bezpośrednio po uzyskaniu dostępu do miejsc stabilizowania /po rozdeskowaniu konstrukcji betonowych, oczyszczeniu miejsc stabilizowania i po przeprowadzeniu operacji montażowych, które mogłyby spowodować uszkodzenie znaku lub urządzenia p-k /np. zakładanie rurociągów odwadniających w galeriach, instalacji elektrycznej itp./.

Zastabilizowane znaki i urządzenia należy natychmiast zaopatrzyć w trwałe osłony ochronne oraz dodatkowo w zewnętrzne osłony tymczasowe na czas budowy, chroniące przed uszkodzeniami mechanicznymi w trakcie robót instalacyjnych i innych.

2.3.1.5. Wszystkie zastabilizowane znaki kontrolowane /tymczasowe i trwałe/ oraz urządzenia p-k należy zaopatrzyć w oznaczenia określające w widoczny sposób rodzaj znaku lub urządzenia i jego numer w ustalonym układzie numeracji.

Znaki i urządzenia stabilizowane w budowlach ziemnych należy zasygnalizować tabliczkami na metalowych słupkach, natomiast znaki i urządzenia zastabilizowane w budowlach betonowych należy zasygnalizować tabliczkami lub przez namalowanie w pobliżu odpowiednich oznaczeń na ścianie w miejscu nie podlegającym zaciekom.

2.3.1.6. Założone znaki należy zinwentaryzować i sporządzić dla nich metryki zgodnie z zaleceniami punktu 2.2.3.6. przy czym dla znaków tymczasowych należy podać przewidywany czasokres wykorzystania /uzupełnić później o rzeczywisty czasokres/.

Założone urządzenia p-k należy również zinwentaryzować wyznaczając ich rzędne i współrzędne oraz opracować metryki. W metrykach urządzeń p-k należy podawać:

- przeznaczenie i rodzaj urządzenia, symbol i numer firmowy,
- zakres pomiarowy i dokładność urządzenia wg danych wytwórcy,
- oznaczenie numeru i datę założenia,
- szkic sposobu posadowienia z oznaczeniem kierunków osi pomiarowych względem osi układu sieci kontrolnej,
- rzędne i współrzędne urządzenia /punktu urządzenia wskazanego na szkicu posadowienia/, w układzie sieci realizacyjnej i w układzie sieci kontrolnej,
- rubryki przeznaczone na sukcesywne uzupełnianie informacji na temat dokonywanych okresowo konserwacji urządzenia i na temat ważnych okoliczności dotyczących utrzymania urządzenia w stanie przydatności oraz na zestawienie wyników okresowych pomiarów /rezultaty końcowe/.

Ponadto należy sporządzić szkic wykonawczy założonych znaków kontrolowanych i urządzeń p-k, podając na nim:

- rozmieszczenie znaków i urządzeń z oznaczeniami określającymi przeznaczenie, numerami i współrzędnymi /przy dużym zagęszczeniu współrzędne w tabelce na marginesie szkicu/,
- wzajemne powiązanie mierzonymi wielkościami i numery tych wielkości.

Szkic rozmieszczenia znaków kontrolowanych i urządzeń p-k należy wykonać w skali w odpowiednich rzutach, na tle rysunku obiektu, z wykazaniem szczegółów obiektu istotnych z punktu widzenia identyfikacji miejsc znaków i urządzeń oraz z punktu widzenia znaczenia rezultatów pomiarów /np. przebieg szczelin dylatacyjnych, galerii,

szybów w budowlach betonowych, rozmieszczenie maszyn i mechanizmów, rozmieszczenie materiałów o różnej strukturze i cechach w budowlach ziemnych itp./.

2.3.1.7. Wszystkie znaki i urządzenia p-k oraz trasy pomiarowe należy przekazywać pod ochronę głównemu wykonawcy budowy. Geodeta jako użytkownik znaków i urządzeń p-k powinien okresowo sprawdzać stan ich ochrony i przydatności do pomiarów, konserwować je i składać w tych sprawach odpowiednie meldunki inwestorowi.

2.3.2. Wykonywanie okresowych pomiarów przemieszczeń.

2.3.2.1. Terminy okresowych pomiarów przemieszczeń w czasie budowy, ustalone zgodnie z programem wg punktu 2.2.2. należy uzależniać głównie od faktycznego zaawansowania robót ziemnych i budowlano-montażowych a następnie od ekstremalnych oddziaływań zewnętrznych na obiekt /np. gwałtowne przybory wód/ i od stopnia przydatności warunków atmosferycznych do wykonywania pomiarów.

2.3.2.2. Wyjściowy pomiar przemieszczeń znaków kontrolowanych na obiekcie oraz wyjściowy pomiar przy użyciu każdego urządzenia p-k należy wykonać jak najwcześniej, przed wystąpieniem okoliczności powodujących przemieszczenie lub odkształcenie, które mamy wyznaczyć, lecz po ustabilizowaniu się założonego znaku lub urządzenia.

2.3.2.3. Na pomiar wyjściowy powinny składać się dwa cykle pomiaru, następujące bezpośrednio po sobie. Przyczyny tego są następujące:

- wyniki pomiaru wyjściowego stanowią bazę odniesienia do porównywania wyników wszystkich dalszych pomiarów okresowych a więc powinny odznaczać się wyższym stopniem pewności, że są poprawne technicznie,
- w czasie pomiaru wyjściowego zdobywa się doświadczenie na temat specyficznych warunków miejscowych /atmosferycznych, związanych z ruchem budowlanym oraz pracą różnych agregatów itp./ oddziaływujących na wyniki i dokładność pomiarów i ustala się tryb wykonywania dalszych pomiarów okresowych mający na celu ograniczenie tych niekorzystnych oddziaływań /kolejność pomiarów w zależności od warunków atmosferycznych i ruchowych, ograniczanie ruchu przy pomiarach niektórych wielkości itp./.

2.3.2.4. Jako wyniki pomiaru wyjściowego należy przyjmować wartości średnie z obu cykli lub wartości z drugiego cyklu /w przypadku, gdy podczas pierwszego cyklu zauważone zostały niekorzystne wpływy warunków na wyniki, co stało się podstawą do zmiany trybu wykonania drugiego cyklu pomiaru wyjściowego i dalszych pomiarów okresowych/.

2.3.2.5. Pomiary okresowe w czasie budowy należy prowadzić zgodnie z ogólnymi zasadami podanymi w niniejszych wytycznych a zwłaszcza zasadami wg punktu 2.1.1.5. i zasadami stosowania odpowiedniej metody pomiarowej. Przy pomiarach należy stosować się do punktu 2.1.2.9. zwracając w tej fazie szczególną uwagę na notowania dotyczące stanu budowy /obciążenia w miejscu pomiarów i w jego otoczeniu i inne wielkości wg wskazań projektanta/. Wyniki pomiarów należy natychmiast kontrolować w terenie, zwłaszcza przy

pomiarze przejściowym poprzedzającym utratę znaków tym -
czasowych /por.pkt. 2.3.1.2./.

- 2.3.2.6. O każdorazowym przystąpieniu do pomiaru okresowego i o jego zakończeniu geodeta zawiadamia inwestora i głównego wykonawcę obiektu. Główny wykonawca obowiązany jest usunąć przed przystąpieniem do pomiaru wszelkie powstałe przy pracach przeszkody /w zakresie uzgodnionym uprzednio podczas przekazywania pod ochronę wg punktu 2.3.1.7./ oraz naprawić ewentualne uszkodzenia znaków i urządzeń pod nadzorem i według wskazań geodety. Ponadto główny wykonawca jest odpowiedzialny za zagwarantowanie bezpiecznych warunków pracy zespołu geodezyjnego.
- 2.3.2.7. Wobec tego, że w czasie budowy obiektu nie jest praktycznie możliwe równoczesne rozpoczęcie pomiarów przemieszczeń wszystkich znaków kontrolowanych, należy dążyć do tego, aby po zastabilizowaniu każdego zespołu znaków wykonany był dla nich pomiar wyjściowy, przy czym jednocześnie należy w miarę możliwości wykonać kolejny pomiar okresowy dotyczący wcześniej założonych znaków.
- 2.3.2.8. Pomiar przejściowy dla tymczasowych znaków kontrolowanych przed ich utratą należy wykonać równocześnie z ostatnim okresowym pomiarem przemieszczeń znaku traconego lub w czasie jednego z wcześniejszych pomiarów okresowych tego znaku /gdy znak przejmujący jego rolę już jest zastabilizowany lecz jeszcze trudno dostępny dla normalnych pomiarów okresowych/.

2.3.3. Opracowanie wyników pomiarów okresowych.

2.3.3.1. Przeszacowania punktów kontrolowanych i przeszacowania lub odkształcenia wyznaczone przy użyciu urządzeń p-k należy obliczać natychmiast po zakończeniu cyklu pomiaru okresowego.

2.3.3.2. Ze względu na nierównoczesność pomiarów wyjściowych dla poszczególnych grup punktów kontrolowanych omówioną w punkcie 2.3.2.7. należy obliczenia przeszacowań wykonać w dwu wariantach:

1 - obliczać przeszacowania wszystkich znaków kontrolowanych w odniesieniu do wyników pomiarów wyjściowych odpowiednich grup znaków /założonych w różnych terminach/,

2 - obliczać przeszacowania wszystkich znaków w odniesieniu do wyników tego pomiaru okresowego, który odbył się równocześnie z pomiarem wyjściowym ostatniej z założonych grup znaków kontrolowanych.

2.3.3.3. Natychmiast po pomiarze przejściowym traconego tymczasowego znaku kontrolowanego - należy obliczyć jego przeszacowanie, skontrolować obliczenie i przeanalizować wiarygodność uzyskanego wyniku oraz wykonać i skontrolować obliczenia określające początkową pozycję znaku, który przejął jego rolę. Czynności te należy wykonać przed utratą rozpatrywanego znaku.

2.3.3.4. Obliczanie przeszacowań należy w miarę możliwości wykonywać metodą różnicową, jednak w przypadkach koniecznych, uzasadnionych w sprawozdaniu z wykonanych prac, dopuszcza się stosowanie metody współrzędnych.

2.3.4. Przedstawianie wyznaczonych przemieszczeń i odkształceń oraz ich geodezyjna interpretacja.

2.3.4.1. Wyznaczone przemieszczenia punktów kontrolowanych należy przedstawiać w formie zestawień tabelarycznych z podaniem:

- numeru punktu lub urządzenia p-k,
- terminów pomiaru aktualnego i wyjściowego,
- wielkości przemieszczenia lub odkształcenia wyznaczonego w rozpatrywanym okresie,
- błędów wyznaczenia przemieszczenia lub odkształcenia.

Zestawienie powinno być uzupełnione sprawozdaniem z pomiaru i obliczenia zawierającym informacje i omówienia na temat:

- sposobu wykonania pomiaru i numerów dzienników pomiarowych zawierających wyniki pomiaru wyjściowego i aktualnego,
- sposobu wykonania obliczeń przemieszczeń i ich błędów oraz numerów teczek z obliczeniami,
- warunków atmosferycznych mających znaczenie dla oceny zachowania się obiektu i dla wyników pomiarów,
- stanu zaawansowania budowy i stanu obciążeń zewnętrznych i wewnętrznych,
- składu rozmieszczenia punktów kontrolowanych o wyznaczonych przemieszczeniach na tle rysunku obiektu.

2.3.4.2. Wyznaczone przemieszczenia i odkształcenia należy też przedstawiać w postaci graficznej. Niezależnie od formy graficznego przedstawienia wyznaczonych przemieszczeń i odkształceń obowiązuje zawsze:

- pokazanie rozmieszczenia rozpatrywanych punktów na tle odpowiednich rysunków obiektu z numerami wg zestawień tabelarycznych,
- oznaczenie wyznaczonych przemieszczeń punktów w postaci składowych wektorów przemieszczeń lub oznaczenie w ustalony sposób początkowej i aktualnej pozycji punktu na wykresie,
- wyraźne odróżnienie treści rysunkowej stanowiącej wy - nik interpolacji przestrzennej lub czasowej wyznaczo - nych przemieszczeń lub odkształceń od w/w wyznaczonych przemieszczeń punktów,
- podanie przy oznaczonych wektorach ich wartości liczb - bowych, podanie skali lub podziałki tych wektorów. Podziałkę wektorów należy podawać zawsze przy zmniejsza - niu lub powiększaniu rysunku.

W miarę możliwości na rysunkach należy podawać również w formie liczbowej lub graficznej informacje o istotnych warunkach mających wpływ na wielkości przemieszczeń lub odkształceń /wg danych zamieszczonych w sprawozdaniu omówionym w 2.3.4.1./. Wykresy przemieszczeń i odkształ - ceń powinny być sporządzane w kilku wariantach w takiej formie aby umożliwiały:

- śledzenie sposobu przemieszczania się każdego punktu kontrolowanego w czasie,
- śledzenie sposobu przemieszczenia się zespołu punktów kontrolowanych osadzonych na każdym podlegającym od - rębnej analizie fragmencie obiektu lub podłoża /np. na każdym monolitycznym bloku konstrukcji betonowej/,
- śledzenie sposobu przemieszczania się i odkształcania fragmentów obiektu podlegających odrębnej analizie

w funkcji czasu.

2.3.4.3. Wyznaczone przemieszczenia, przedstawione w postaci tabelarycznej należy wraz ze sprawozdaniem przekazywać możliwie jak najszybciej do inwestora i projektanta w celu przeanalizowania przez nich stanu bezpieczeństwa obiektu, nie czekając na zakończenie opracowań graficznych wg punktu 2.3.4.2. Opracowanie graficzne należy przekazać natychmiast po jego ukończeniu.

2.4. Prace geodezyjne w fazie prób eksploatacyjnych i rozruchu

2.4.1. Wykonywanie pomiarów przemieszczeń.

2.4.1.1. W zasadzie w rozpatrywanej fazie pomiary przemieszczeń i odkształceń wykonuje się przy użyciu uprzednio założonych znaków geodezyjnych i urządzeń p-k, przeznaczonych do pomiarów w okresie budowy i eksploatacji. Ewentualna potrzeba założenia znaków i urządzeń przeznaczonych wyłącznie do pomiarów w tej fazie powinna być wyraźnie podkreślona w projektach wg 2.2.1.

2.4.1.2. Projekty wg 2.2.1. i program wg 2.2.2. powinny zawierać wydzielone części, określające zakres i tryb wykonywania pomiarów w okresie prób eksploatacyjnych i rozruchu całego obiektu lub jego poszczególnych fragmentów oraz zainstalowanych mechanizmów, turbozespołów itp.

2.4.1.3. Należy brać pod uwagę, że w okresie prób eksploatacyjnych i rozruchu wykonuje się zazwyczaj pomiary okresowe z większą częstotliwością aniżeli w innych fazach, dostosowaną do szybkości zachodzących zmian obciążenia i innych zmian powodujących przemieszczenia i odkształcenia. Z tych samych powodów czas trwania pomiaru okresowego powinien być na ogół w tej fazie krótszy aniżeli w innych fazach. W celu sprostania tym wymaganiom, stosownie do bilansu posiadanego personelu i sprzętu pomiarowego dopuszcza się ograniczenie w tej fazie zakresu wyznaczania przemieszczeń i odkształceń, wyznaczając przemieszczenia niektórych tylko znaków, wybranych spośród istniejących oraz korzystając z niektórych urządzeń p-k. Wybór znaków i urządzeń powinien być taki, aby można było bardzo szybko

zauważyć przemieszczenia lub odkształcenia grożące niebezpieczeństwem i spowodować zatrzymanie lub zmianę sposobu prowadzenia prób eksploatacyjnych lub rozruchu.

2.4.1.4. Ze względu na konieczną szybkość pomiarów i większą ich częstotliwość w tej fazie, zachodzi niekiedy potrzeba zrezygnowania z wyznaczania przemieszczeń bezwzględnych lub niektórych składowych tych przemieszczeń.

Wówczas projekt i program powinny przewidywać wyznaczenie tych składowych przemieszczeń bezwzględnych lub względnych, które są zgodne co do kierunku z przewidywanym kierunkiem obciążenia obiektu oraz wyznaczenie odkształceń właściwych na tym kierunku.

W omawianej fazie niezbędne jest obejmowanie pomiarami nie tylko obiektu ale i podłoża w strefie ich wzajemnego oddziaływania.

2.4.1.5. Program pomiarów w fazie rozruchu i prób eksploatacyjnych powinien być zgodny z instrukcją rozruchu i eksploatacji oraz uzgodniony z projektantem i inwestorem w celu skoordynowania przebiegu pomiarów z przebiegiem prób i rozruchu. W czasie przeprowadzania prób i rozruchu strony powinny na bieżąco informować się o wszelkich zachodzących zmianach w sposobie i czasie przeprowadzania prób, rozruchu i pomiarów oraz powinny korygować przebieg tych prac dla osiągnięcia celów, z myślą o których ułożony był program wg 2.2.2.

2.4.2. Opracowanie, przedstawienie i przekazywanie wyników pomiarów przemieszczeń.

- 2.4.2.1. W przypadku, gdy szybkość przeprowadzania prób eksploatacyjnych i rozruchu jest bardzo duża, natychmiast po zakończeniu pomiaru okresowego i połowym obliczeniu i sprawdzeniu wyników oblicza się różnice między wielkościami zmierzonymi aktualnie a wielkościami zmierzonymi podczas pomiaru poprzedzającego próby i rozruch. Obliczone różnice z charakterystyką ich dokładności przekazuje się natychmiast inspektorowi nadzoru inwestycyjnego w celu umożliwienia śledzenia stanu bezpieczeństwa. Aby śledzenie to mogło przynieść pozytywne efekty należy przed przystąpieniem do prób i rozruchu przygotować szkice rozmieszczenia znaków geodezyjnych i urządzeń p-k, przekazać je inspektorowi i poinformować o znaczeniu geometrycznym rezultatów, które będą przekazywane po każdym pomiarze okresowym. Przekazywane wyniki należy przedstawić w formie tabelarycznej z podaniem numerów punktów, odcinków i urządzeń p-k zgodnie z w/w szkicem, numeru dziennika pomiarowego, daty i godziny pomiaru oraz informacji o warunkach towarzyszących pomiarom, istotnych z punktu widzenia oceny wartości pomiarów i z punktu widzenia oceny zachowania się obiektu. Ponadto należy podać wyniki oceny dokładności uzyskanych rezultatów pomiarów i ewentualnie uwagi na temat geometrycznego znaczenia rezultatów, ułatwiające dalszą ich interpretację.
- 2.4.2.2. Bezpośrednio po zakończeniu każdego pomiaru okresowego należy przystąpić do opracowania wyników pomiaru, obej-

mującego: obliczenie przemieszczeń znaków kontrolowanych i odkształceń zmierzonych za pomocą urządzeń p-k lub obliczonych z wyznaczonych przemieszczeń oraz oceny do - kładności tych rezultatów obliczeń. Zakres tych obliczeń należy dostosować do zaprojektowanego i zrealizowanego zakresu pomiarów. Wyniki obliczeń w formie tabelarycznej a w miarę możliwości również graficznej należy przekazać wraz ze sprawozdaniem z pomiarów i obliczeń możliwie jak najszybciej inwestorowi i projektantowi. W sprawozdaniu należy podać informacje o ewentualnie wykrytych w czasie obliczeń błędach w przekazanych uprzednio wynikach po - miarów, spowodowanych np. przez warunki atmosferyczne a niemożliwych do określenia przed wykonaniem obliczeń. Oczywiście należy dążyć do tego, aby system kontroli wy - ników umożliwiał wykrywanie większości błędów już w trakcie pomiarów lub bezpośrednio po ich zakończeniu a przed przystąpieniem do omawianych obliczeń.

2.5. Prace geodezyjne w fazie eksploatacji

2.5.1. Aktualizacja sieci znaków i urządzeń p-k.

2.5.1.1. Wszystkie uprzednio założone trwałe znaki i urządzenia p-k należy przed odbiorem końcowym obiektu i przed pierwszym pomiarem okresowym, wykonywanym w fazie eksploatacji, sprawdzić w celu stwierdzenia, czy nie uległy uszkodzeniu. Znaki i urządzenia uszkodzone należy naprawić lub wymie - nić, przy czym rodzaj i sposób dokonanej naprawy lub wymiany należy odnotować w metryce znaku lub urządzenia z podaniem wyników pomiaru przejściowego /obliczonych danych przejściowych/ oraz daty dokonanej naprawy i pomiaru. W przypadku, gdy pomiar przejściowy nie mógł być dokonany, należy w metryce znaku lub urządzenia podać przyczynę tego i podać informację w jakim okresie brak jest ciągłości wyznaczania przemieszczeń lub odkształceń.

2.5.1.2. Przed przystąpieniem do pierwszego pomiaru okresowego w fazie eksploatacji, należy zastabilizować wszystkie brakujące znaki i urządzenia, których nie można było zastabilizować we wcześniejszych fazach. Każdy z tych znaków i urządzeń należy zaopatrzyć w metrykę jak w punktach 2.2.3.6. lub 2.3.1.6. oraz nanieść je na szkło wykonawczy wg 2.3.1.6. podając daty założenia wg metryk.

2.5.1.3. Uprzednio założone znaki i urządzenia p-k, które w okresie budowy znajdowały się pod ochroną głównego wykonawcy obiektu oraz znaki i urządzenia zakładane zgodnie z punktem 2.5.1.2. należy przekazać na okres eksploatacji pod ochronę zarządowi eksploatacji. Znaki sieci p-k znajdujące się poza obszarem władania zarządu

eksploatacji należy przekazać pod ochronę właścicielowi lub użytkownikowi terenu, na którym się znajdują.

Niezależnie od tego służba eksploatacyjna obiektu jest w całym jej okresie obowiązana do sprawdzania stanu zabezpieczenia wszystkich znaków i urządzeń służących do badania stanu bezpieczeństwa obiektu, niezależnie od tego na którym terenie znajdują się.

2.5.2. Wykonywanie pomiarów okresowych.

2.5.2.1. Pierwszy pomiar okresowy w fazie eksploatacji należy wykonać bezpośrednio po zakończeniu prób eksploatacyjnych i rozruchu. W przypadku, gdy przed tym pomiarem konieczne było uzupełnianie znaków lub ich naprawa, której towarzyszyło zerwanie ciągłości wyznaczenia przemieszczeń tych znaków, omawiany pomiar należy wykonać w dwu bezpośrednio po sobie następujących cyklach jak pomiar wyjściowy wg 2.3.2.3.

2.5.2.2. Kolejne pomiary okresowe w fazie eksploatacji należy wykonywać w terminach określonych przez program wg 2.2.2. Program ten powinien określać wymaganą częstość pomiarów w ciągu pierwszych kilku lat eksploatacji oraz powinien podawać zasady ustalania częstości i terminów pomiarów okresowych w dalszych latach w zależności od wyników wcześniej wykonanych pomiarów. Ponadto powinien określać dopuszczalne odchylenia terminów wykonania pomiarów.

2.5.2.3. W przypadku, gdy w okresie eksploatacji powstaną specjalne okoliczności mające wpływ na stan bezpieczeństwa obiektu /rzadko spotykane ekstremalne stany

obciążeń, nadmierne przecieki, nadmierne spękania konstrukcji, zsuwy i rozmycie terenu i obwałowań itp./ należy wykonać poza pomiarami okresowymi przewidzianymi w programie wg 2.2.2. dodatkowe pomiary okresowe - doraźne. Program wg 2.2.2. powinien zawierać określenie okoliczności, przy których wystąpieniu należy wykonywać pomiary doraźne. O niezbędnych terminach, zakresie i trybie wykonania pomiarów doraźnych decyduje zarząd eksploatacji.

2.5.2.4. Przed przystąpieniem do każdego pomiaru okresowego geodeta powinien dokonać przeglądu stanu znaków i urządzeń p-k oraz stanowisk i tras pomiarowych w celu zgłoszenia zarządowi eksploatacji wszelkich zauważonych usterek w stanie ich ochrony, konserwacji i dostępności. Usterki te powinny być usunięte przez zarząd eksploatacji w terminie umożliwiającym wykonanie pomiaru zgodnie z programem wg 2.2.2. i w sposób niezagrażający utratą ciągłości wyznaczeń.

2.5.3. Opracowanie wyników okresowych pomiarów.

2.5.3.1. Przemieszczenia w fazie eksploatacji należy w zasadzie obliczać na podstawie różnic między wynikami każdego z pomiarów okresowych a wynikami pierwszego pomiaru okresowego wykonanego w tej fazie. Ponieważ jednak niekiedy trudno jest wyraźnie oddzielić od siebie poszczególne fazy, dopuszcza się obliczanie przemieszczeń na podstawie różnic między wynikami każdego z pomiarów okresowych w fazie eksploatacji a wynikami jednego z wcześniejszych pomiarów okresowych sieci, nawet jeśli został on wykonany w końcowym okresie budowy lub w fazie prób eksploatacyjnych

czy rozruchu. Warunkiem dopuszczalności takiego obliczenia jest zachowanie identycznej struktury sieci przy porównywanych pomiarach i niewystępowanie przy pomiarze wcześniejszym odmiennych warunków pomiaru, mogących wpłynąć w niekorzystny sposób na błędy obliczanych różnic wyników.

2.5.3.2. W fazie eksploatacji nie wolno obliczać przemieszczeń w okresach między kolejnymi pomiarami okresowymi na podstawie różnic między wynikami tych pomiarów /za wyjątkiem przemieszczeń w okresie między wyjściowym a drugim pomiarem/ i sumować tak obliczonych przemieszczeń w celu obliczenia przemieszczeń w stosunku do wyników pomiaru wyjściowego. W przypadku, gdy dla celów interpretacyjnych niezbędne jest określenie przemieszczeń w okresach między kolejnymi pomiarami, należy je obliczać jako różnice między przemieszczeniami obliczonymi w stosunku do wyników pomiaru wyjściowego.

2.5.3.3. Obliczanie przemieszczeń w fazie eksploatacji obiektu, kiedy istnieje małe prawdopodobieństwo zmian struktury sieci, powinno być dokonywane przy wykorzystaniu z góry przygotowanych schematów rachunkowych i wstępnych obliczeń dokonanych na podstawie pierwszego pomiaru /np. krakowiany transformujące przy rachunku ręcznym lub wydzielona na taśmie stała - niezmienną część danych i program do obliczeń okresowych z wykorzystaniem ETO/. Należy przyjąć przy tym generalną zasadę, że bezpośrednio po pierwszym pomiarze wykonuje się wszystkie obliczenia przygotowawcze, mające na celu ograniczenie do minimum rozmiaru i czasu trwania obliczenia przemieszczeń po każdym

następnym pomiarze okresowym.

2.5.4. Przedstawianie wyznaczonych przemieszczeń i odkształceń oraz ich interpretacja geodezyjna.

- 2.5.4.1. Wyznaczone przemieszczenia wraz z ich charakterystyką do - kładności należy przedstawiać w formie tabelarycznej i graficznej wraz ze sprawozdaniem technicznym z wykonanego pomiaru okresowego i z wykonanych obliczeń. Wyniki w formie tabelarycznej należy przekazać zarządowi eksploatacji natychmiast po dokonaniu obliczenia, w terminie zgodnym z wymaganiami programu wg 2.2.2. Graficzne opracowanie wyników można przekazać w terminie późniejszym, ustalonym w porozumieniu z zarządem eksploatacji.
- 2.5.4.2. Zestawienie przemieszczeń powinno obejmować wyznaczone przemieszczenia wszystkich punktów, zarówno kontrolowanych jak i punktów odniesienia. Punkty, które zachowały stałość położenia należy również wymienić w zestawieniu, podając wyznaczone wielkości ich przemieszczeń /mieszczące się w granicach dokładności wyznaczenia/.
- 2.5.4.3. W zestawieniu tabelarycznym należy podawać:
- numer punktu lub urządzenia p-k,
 - terminy pomiarów aktualnego i wyjściowego lub innego przyjętego za początek okresu wyznaczania przemieszczeń lub odkształceń,
 - wyznaczone wielkości przemieszczeń lub odkształceń,
 - obliczone błędy wyznaczenia przemieszczeń lub odkształceń.
- 2.5.4.4. W sprawozdaniu z pomiarów i obliczeń należy podać informacje na temat:

- sposobu wykonania pomiaru aktualnego oraz miejsca zapisania wyników tego pomiaru i pomiaru wyjściowego /numery dzienników pomiarowych/,
- sposobu wykonania obliczenia przemieszczeń i ich błędów oraz numery teczek z obliczeniami,
- warunków atmosferycznych i stanu obciążeń, mających znaczenie dla oceny zachowania się obiektu i dla wyników pomiaru aktualnego,
- szkicu rozmieszczenia punktów i urządzeń p-k,
- oceny geometrycznego znaczenia wyznaczonych przemieszczeń i odkształceń.

2.5.4.5. Graficzne opracowanie wyników powinno być dokonane zgodnie z wymaganiami podanymi w punkcie 2.3.4.2.

2.6. Zasady dokumentowania prac geodezyjnych

2.6.1. Opisy i szkice znaków i urządzeń p-k /metryki/. Dokumentacja sieci geodezyjnych do wyznaczania przemieszczeń.

2.6.1.1. Wymagana treść metryk poszczególnych znaków i urządzeń oraz szkiców i innych danych o założonych sieciach kontrolnych określona jest w 2.2.3.6., 2.3.1.6. zaś wymagania dotyczące przechowywania w 2.7.4. Na tym miejscu zwrócimy uwagę, że materiały te wymagają przechowywania w stanie czytelności przez cały czas istnienia znaku, urządzenia lub obiektu /a więc niekiedy przez co najmniej kilkadziesiąt lat/ a jednocześnie powinny być stale aktualizowane informacjami na temat dokonywanych zmian konserwacji i napraw oraz końcowymi rezultatami pomiarów okresowych /metryki/. Wynika z tego, że dokumenty te należy wykonywać na bardzo trwałych materiałach i chronić je przed wilgocią, nadmiernym nagrzewaniem i naświetlaniem, a także ścieraniem i brudzeniem podczas uzupełniania i użytkowania. Ponadto trzeba się liczyć z tym, że co pewien okres czasu niezbędne staje się wykonywanie wiernych odpisów z metryk i innych dokumentów informujących o sieciach kontrolnych i dalsze wykorzystywanie tych odpisów w miejsce zużytych oryginałów /pomimo znacznego zużycia, oryginałów tych nie należy niszczyć lecz przechowywać je w dalszym ciągu w celu umożliwienia w dowolnym momencie kontroli wierności odpisów/.

2.6.1.2. Formalny obowiązek przechowywania i dbałości o aktualność metryk i dokumentów informujących o założonych sieciach

kontrolnych spoczywa na inspektorze nadzoru budowlanego a później na inspektorze nadzoru eksploatacyjnego, jednak aktualny wykonawca prac geodezyjnych jest faktycznym realizatorem wszelkich uzupełnień, aktualizującym te dokumenty oraz ich użytkownikiem. Z tego powodu wykonawca pomiarów powinien być w stałym kontakcie z inspektorem nadzoru budowlanego i eksploatacyjnego i współdziałać z nimi w sprawach związanych z uzupełnianiem i prawidłowym przechowywaniem dokumentacji. Należy zwrócić specjalną uwagę na momenty zdawania przez poprzedniego i przejmowania prac pomiarowych na rozpatrywanym obiekcie przez nowego wykonawcę pomiarów /przedsiębiorstwo lub konkretną osobę/, bowiem w momentach tych niezbędne jest doraźne sprawdzenie stanu i kompletności dokumentacji oraz jej aktualności w zestawieniu z faktycznym stanem zainstalowania znaków i urządzeń p-k.

2.6.1.3. Przy aktualizowaniu dokumentów należy przestrzegać zasadę, że na metrykach i szkicach sieci kontrolnych można wносить wszelkie uzupełnienia wynikające z uzupełnień dokonanych w terenie, podając daty tych uzupełnień, nie należy natomiast wprowadzać poprawek wynikających z dokonanych napraw lub zmian struktury sieci. W przypadku, gdy zaistniało uszkodzenie znaku lub urządzenia bądź zmiana struktury sieci polegająca na usunięciu niektórych punktów i założeniu w ich miejsce nowych, należy na odpowiednim dokumencie zwrócić uwagę o terminie wprowadzonej zmiany w terenie oraz wykonać nową metrykę lub szkic, która stanowi załącznik do oryginału aktualny dla następującego po tym terminie okresu wykorzystania znaku, urządzenia p-k lub całej sieci kontrolnej. Nowo wystawiony dokument musi zawierać

informację, że jest uzupełnieniem do częściowo lub całko-
wicie zdezaktualizowanego oryginału. W przypadku metryk
należy końcowe wyniki pomiarów przejściowych /pomiarów
okresowych bezpośrednio przed i po dokonaniu zmiany/ podać
na oryginale i aktualizującym go załączniku.

2.6.2. Operaty pomiarowe i obliczeniowe z pomiarów okresowych.

2.6.2.1. Wyniki pomiarów okresowych w sieciach kontrolnych zapisuje się w dziennikach pomiarowych zaopatrzonych w szkice /skicce wykonuje się w trudniejszych przypadkach, przygotowując je przed pomiarem na podstawie szkicu poprzedniego pomiaru okresowego i ewentualnie aktualizując podczas aktualnego pomiaru okresowego w przypadku niezbędnych zmian/. Dziennik pomiarowy powinien być wypełniany wg faktycznej kolejności wykonywania pomiaru aktualnego / na poszczególnych stanowiskach lub ciągach/. W przypadku zmiany kolejności nacełowań nie należy wprowadzać zmian kolejności zapisu a jedynie podać uwagę o zmianie kolejności i o przyczynie tej zmiany. Wyniki pomiarów okresowych przy użyciu urządzeń p-k zapisuje się w dziennikach pomiarowo-obliczeniowych /por.załączniki 1-4/ stosując kolejność zapisu narzuconą przez odpowiedni formularz. Wszystkie obliczenia w tych formularzach powinny być wykonane przed odejściem z miejsca pomiarów.

Dzienniki pomiarowe i pomiarowo-obliczeniowe są użytkowane i przechowywane przez wykonawcę pomiarów. Sposób wykorzystywania i przechowywania tych dokumentów powinien gwarantować jak najdłuższą ich trwałość i czytelność.

2.6.2.2. Rezultaty pomiarów zapisane w dziennikach pomiarowych stają się podstawą do dokonywania na osobnych formularzach obliczeń kontrolnych, obliczeń uśredniających wyniki z pomiaru oraz obliczeń związanych z połową oceną dokładności na podstawie różnic między wynikami z poszczególnych serii. Na podstawie dzienników i tych obliczeń powstaje po pomiarze okresowym zestawienie końcowych rezultatów pomiaru aktualnego i zestawienie różnic między jego wynikami a wynikami pomiaru wyjściowego. Zestawienie to powinno być sporządzone w ustalonej kolejności wyników stosownie do dalszych obliczeń /np. w kolejności ułożenia równań poprawek różnic/ i opatrzone numeracją mierzonych wielkości zgodnie z numeracją podaną na szkicu sieci kontrolnej.

2.6.2.3. Obliczenia okresowe należy prowadzić na zawczasu przygotowanych formularzach zawierających stałą część danych dotyczących sieci kontrolnej i miejsca przeznaczone na wpisywanie różnic między wynikami pomiaru aktualnego a wyjściowego /wg zestawień omówionych w 2.6.2.2./ oraz na wpisywanie wyników obliczenia okresowego. Formularz ze stałą częścią danych należy powielić z oryginału przed przystąpieniem do odpowiedniego obliczenia okresowego w taki sposób, aby odbitka była czytelna, nadawała się do wpisywania danych z obliczenia okresowego i zachowała czytelność przez długi czas. Warunek długotrwałej czytelności dotyczy również zapisu obliczeń okresowych na tej odbitce. Należy podkreślić, że formularz ze stałą częścią danych przeznaczony do obliczenia okresowego nie powinien być przygotowany przez przepisanie z oryginału, bowiem może to być połączone z powstawaniem błędów przepisywania bardzo utrudniających obliczenia okresowe.

W niektórych przypadkach można posługiwać się też ślepyimi drukami, które zawierają wszystkie rubryki przeznaczone na wpisanie stałej części danych i wyniki obliczenia okresowego. Wówczas stała część danych zostaje wpisana na oryginał formularza zabezpieczony lakierem bezbarwnym lub w inny sposób i zawierający otwory w miejscach przeznaczonych na zapisy dokonywane podczas obliczeń okresowych. Przy obliczeniu okresowym nakłada się oryginał na ślepy druk, przeprowadza obliczenia i zapisuje ich wyniki na ślepyim druku.

W przypadku posługiwania się taką techniką należy pamiętać o szczegółowym opisanii ślepego druku informacjami wiążącymi go z oryginałem /na wypadek ewentualnych zmian stałej części danych spowodowanych zmianą struktury sieci/.

Końcowym rezultatem obliczenia okresowego jest zestawienie wyznaczonych składowych przemieszczeń i ich błędów, sporządzone na formularzu obliczeniowym w układzie i kolejności podyktowanej przebiegiem obliczeń i sposobem ich zapisu.

W przypadku obliczeń dokonywanych z użyciem ETO należy przewidzieć po ich zakończeniu wydruk: numerów i różnic wyników pomiarów okresowych /w celu sprawdzenia zgodności z danymi wprowadzonymi uprzednio do pamięci maszyny/, wszystkich wyników pośrednich kontroli rachunku, specjalnych informacji o przebiegu obliczeń /np. wyników oceny stałości i numerów punktów stałych przyjętych przez maszynę do dostosowania sieci przy końcowym obliczaniu przemieszczeń/, wielkości m_0 , obliczonych składowych przemieszczeń i ich błędów oraz wyników końcowej kontroli rachunku. Wskazane jest również, aby wydruk obejmował zestawienie poprawek różnic wyników

pomiarów okresowych, jest ono bowiem przydatne do analizy uzyskanego rozkładu błędów w sieci kontrolnej i ewentualnego wykrywania skupisk błędów systematycznych.

2.6.2.4. Końcowe rezultaty obliczenia okresowego należy bezpośrednio po jego zakończeniu wpisać na zestawienie zbiorcze, obejmujące składowe przemieszczeń i błędy wyznaczenia składowych przemieszczeń punktów sieci kontrolnej, uzupełniane sukcesywnie wynikami po poszczególnych pomiarach i obliczeniach okresowych, przez cały okres prowadzenia badań rozpatrywanego obiektu.

Wpisaniu na zestawienie podlegają również wyniki świadczące o nieruchomości punktów. Końcowe rezultaty obliczeń okresowych należy sukcesywnie wpisywać również na metryki poszczególnych znaków sieci kontrolnej i metryki urządzeń p-k.

2.6.3. Graficzną ilustracją wyznaczanych przemieszczeń i odkształceń.

2.6.3.1. Graficzną ilustrację wyznaczonych przemieszczeń i odkształceń stanowią rysunki i wykresy sporządzone na podstawie końcowych rezultatów obliczeń okresowych tj. na podstawie składowych przemieszczeń punktów sieci kontrolnych pobranych z zestawienia wg 2.5.2.4. oraz zmian wielkości wyznaczonych urządzeniami pomiarowo-kontrolnymi, pobranych z zestawień w dziennikach pomiarowo-obliczeniowych wg 2.6.2.1. Ponadto graficzna ilustracja może obejmować wyniki obliczeń związanych z geometryczną interpretacją wyznaczonych przemieszczeń.

2.6.3.2. W celu ilustrowania wyznaczanych przemieszczeń należy w ramach wstępnych prac kameralnych /po pomiarze wyjściowym/ wykonać rysunki podkładowe obiektu, stanowiące tło do pokazywania wyznaczanych okresowo przemieszczeń i odkształceń. W zależności od potrzeb mogą to być odpowiednie widoki obiektu w rzucie aksonometrycznym lub w rzutach Monge'a bądź też jego przekroje poziome i pionowe, w których zgrupowane są punkty kontrolowane. Rysunki należy wykonywać w skalach od 1:100 do 1:2 000 w zależności od rozmiaru obiektu oraz od ilości punktów kontrolowanych i przewidywanych wielkości przemieszczeń. W razie potrzeby rysunki mogą dotyczyć poszczególnych części obiektu /np. osobnych monolitycznych jego fragmentów/, jednak wówczas niezbędne jest opracowanie rysunku zbiorczego, informującego o wzajemnym położeniu i powiązaniu konstrukcyjno-użytkowym fragmentów przedstawionych na poszczególnych rysunkach. Na rysunkach stanowiących tło należy oznaczyć miejsca punktów kontrolowanych oraz urządzeń p-k /również urządzeń do innych - niegeodezyjnych badań stanu bezpieczeństwa obiektu/ oraz podać numery tych znaków i urządzeń zgodne z numerami wykazanymi na szkicach sieci kontrolnych i w dziennikach pomiarowych. Rysunki powinny zawierać w formie graficznej podstawowe informacje dotyczące konstrukcji obiektu lub jego części oraz podłoża, istotne z punktu widzenia oceny znaczenia wyników badań. Podstawą do sporządzenia omawianych rysunków jest dokumentacja inwentaryzacyjna wykonanego obiektu oraz dokumentacja badań geologicznych. W uzasadnionych wyjątkowych przypadkach, gdy fragmenty obiektu nie podlegają

inwentaryzacji powykonawczej a jednocześnie nie ma wątpliwości co do zgodności wykonania z projektem technicznym, można posługiwać się również dokumentacją projektu technicznego.

2.6.3.3. Bezpośrednio przed każdym pomiarem okresowym należy powielić z oryginału komplet rysunków podkładowych wg 2.6.3.2. w ilości egzemplarzy zależnej od liczby odbiorców. Na odbitkach tych należy po zakończeniu obliczenia okresowego wnieść wyznaczone składowe przemieszczeń punktów kontrolowanych. Składowe te wnosi się w skali zależnej od skali rysunku podkładowego oraz od wielkości przemieszczeń i zagęszczenia punktów kontrolowanych. Zazwyczaj wybiera się jedną ze skal: 1:1, 2:1, 5:1, 10:1. Wniesienie przemieszczeń polega na odłożeniu w przyjętej skali od oznaczonej pozycji każdego punktu kontrolowanego, składowej jego przemieszczenia pobranej z zestawienia wg 2.6.2.4., oznaczeniu uzyskanej pozycji kółkiem o średnicy 1 mm i połączeniu początkowej pozycji punktów z pozycją aktualną odcinkiem prostym ze strzałką wskazującą zwrot przemieszczenia, jak to pokazano przykładowo na rysunku 24a.

Na podkładzie wg 2.6.3.2. można też wykonywać rysunki zbiorcze, ilustrujące przebieg przemieszczeń wyznaczonych z wszystkich dotychczasowych pomiarów okresowych. W tym celu po każdym obliczeniu okresowym oznacza się aktualne pozycje poszczególnych punktów kontrolowanych i łączy się je z pozycjami uzyskanymi przy poprzednim pomiarze okresowym, jak to pokazano przykładowo na rysunku 24b. W tym przypadku dopuszcza się w uzasadnionych przypadkach łączenie odcinkami krzywoliniowymi, co jednak nie oznacza krzywo -

liniowego ruchu punktu w okresie między pomiarami a jedy - nie służy do określenia kolejności pozycji. Pozycje odpo - wiadające poszczególnym pomiarom oznacza się dla odróżnie - nia kolorami /zamalowanie kółek/ lub opisowo przez podanie przy kółkach dat pomiarów. Oznaczenie kolorami wymaga po - dania legendy z wykazanymi datami pomiarów okresowych, od - powiadającymi poszczególnym kolorom. Rysunki mogą zawierać również informacje o wynikach innych rodzajów badań /np. poziomy zwierciadła wody jak to pokazano przykładowo na rysunku 24/.

Każdy rysunek musi zawierać opis określający: skalę pod - kładu, skalę przemieszczeń, daty pomiaru wyjściowego i aktualnego oraz dane identyfikujące /obiekt, numer rysunku w komplecie, wykonawca pomiaru, wykonawca rysunku itp./.

2.6.3.4. Na rysunkach podkładowych można też wykazywać przemiesz - czenia punktów kontrolowanych w formie liczbowej, zważa - cza wtedy, gdy nie dają się one przedstawić w danym rzucie w sposób graficzny /np. przemieszczenia pionowe reperów, których rozmieszczenie pokazano na rzucie poziomym obiektu, jak to zilustrowano przykładowo na rysunku 23/. Takie rysunki przeznaczone są przeważnie do graficznego zilustrowania przemieszczeń w niekontrolowanych miejscach obiektu, np. przez wykreślenie izolinii równych osiadań, wyinterpo - lowanych na podstawie wyznaczonych pionowych przemieszczeń reperów.

2.6.3.5. Na rysunkach ilustrujących przemieszczenia należy wyraźnie odróżnić składowe przemieszczeń wniesione na podstawie zestawień wg 2.6.2.4. od ilustracji przemieszczeń w miejs - cach niekontrolowanych. Odróżnienie to polega na oznacza - niu składowych przemieszczeń punktów kontrolowanych liniami

wyrażenie grubszymi od izol linii i linii przemieszczeń w miejscach niekontrolowanych. Ilustracja przemieszczeń w miejscach niekontrolowanych polega na wykreśleniu izol linii jak to przykładowo pokazano na rysunku 23 lub linii krzywych wypośrodkowanych między końcami wektorów przemieszczeń punktów kontrolowanych /przechodzących przez oznaczone aktualne pozycje punktów kontrolowanych/ jak to pokazano przykładowo na rysunku 24. Pierwszy sposób znajduje zastosowanie wówczas, gdy pragniemy pokazać wyinterpolowane linie jednakowych przemieszczeń powierzchni, natomiast drugi, gdy pragniemy pokazać przesunięcie i wygięcie się określonych przekrojów lub krawędzi obiektu. Przy interpolowaniu i kreśleniu izol linii i linii przemieszczeń należy pamiętać o konieczności zaznaczania braku ich ciągłości w miejscach oddzielających poszczególne monolityczne fragmenty obiektu. Dla zwiększenia wyrazistości graficznej ilustracji przemieszczeń w miejscach niekontrolowanych, niekiedy zakredekowuje się pola zawarte między linią łączącą wyjściowe pozycje punktów kontrolowanych a linią przechodzącą przez pozycje aktualne, jak to pokazano przykładowo na rysunku 24 a.

- 2.6.3.6. Niezależnie od rysunków ilustrujących przemieszczenia na tle widoków i przekrojów obiektu tworzy się również wykresy przemieszczeń w funkcji upływu czasu lub w funkcji innych mierzonych wielkości, wpływających na te przemieszczenia /por. przykładowy rysunek 22/. Na wykresach tych odkłada się w określonym układzie współrzędnych i w określonej skali wielkości składowych przemieszczeń punktów kontrolowanych lub odpowiednie różnice otrzymane przy użyciu urządzeń pomiarowo-kontrolnych. Uzyskane wykresy oznaczają się

kółkami lecz nie kreśli się odcinków oznaczających wektory czy składowe przemieszczeń. Uzyskane kolejne pozycje do - tyczące wyników okresowych pomiarów tej samej wielkości łączy się odcinkami prostymi lub prowadzi się przez nie linię krzywą, stanowiącą odpowiedni wykres.

2.6.3.7. Rodzaje rysunków ilustrujących w sposób graficzny wyznaczone przemieszczenia i odkształcenia należy uzgodnić z interpretatorem wyników pomiarów, demonstrując mu na przykładach z ilustracji przemieszczeń innych, wcześniej obserwowanych obiektów, możliwe do zastosowania sposoby ilustracji.

2.6.4. Sprawozdanie z wykonanych pomiarów i prac kameralnych.

2.6.4.1. Po wykonaniu pomiarów przygotowawczych, pomiaru wyjściowego i przygotowawczych prac kameralnych obejmujących przygotowanie schematów i stałej części danych do obliczeń okresowych oraz rysunków podkładowych, opracowuje się sprawozdanie z tych prac, mające charakter opisu uzyskanego kompletu materiałów a jednocześnie charakter instrukcji określającej, w jaki sposób materiały te należy wykorzystywać przy obliczeniach okresowych i przy ilustrowaniu wyników pomiarów i obliczeń okresowych. Zasadnicze cechy charakterystyczne tego sprawozdania podkreślono wyżej dla zaznaczenia, że sprawozdanie ma tu na celu głównie umożliwienie poprawnego posługiwania się uzyskanym kompletem materiałów. Jest to podkreślenie bardzo istotne, bowiem w praktyce sprawozdania z wykonanych prac pisane są często wyłącznie pod kątem formalno-prawnym, mającym na celu

wykazanie, że zostały wykonane wszystkie prace objęte umową i warunkami technicznymi, natomiast niekiedy brak jest w tych sprawozdaniach podstawowych informacji technicznych, przydatnych do dalszego prowadzenia robót. Należy dodatkowo podkreślić, że opracowujący sprawozdanie musi uwzględnić fakt, że pomiary przemieszczeń określonego obiektu wchodzi w zakres badań długotrwałych, co powoduje, że po pewnym czasie może nastąpić z przyczyn obiektywnych zmiana wykonawcy prac /przedsiębiorstwa lub konkretnej osoby/ i w związku z tym nie jest dopuszczalne poleganie na własnej pamięci, natomiast wszystkie istotne informacje muszą znajdować się w sprawozdaniu.

Omawiane tu sprawozdanie powinno być przechowywane przez cały okres badań obiektu bardzo pieczołowicie wraz z kompletem oryginałów: schematów ze stałą częścią danych do dotyczących sieci kontrolnych, rysunków podkładowych do graficznej ilustracji wyznaczanych przemieszczeń i odkształceń, szkiców sieci i metryk znaków i urządzeń p-k, zestawienia wyników pomiaru wyjściowego oraz zbiorczych zestawień i ilustracji graficznych wyznaczanych przemieszczeń. Do korzystania przy poszczególnych pomiarach i kameralnych pracach okresowych należy z materiałów tych wykonywać odbitki.

2.6.4.2. Po wykonaniu każdego pomiaru okresowego oraz odpowiadającego mu obliczenia i ilustracji wyników należy opracować sprawozdanie okresowe o nieco innym charakterze. W sprawozdaniu tym powinny znajdować się głównie informacje o charakterze formalnym i technicznym dotyczące przebiegu i sposobu wykonania pomiarów i prac kameralnych oraz informacje o uzyskanych wynikach. Informacje o wynikach

mają tu dwojaki charakter. Z jednej strony powinny one dotyczyć technicznej wartości wyników, to jest obejmować ocenę dokładności i omówienie warunków oraz ewentualnych trudności na jakie napotymano przy wykonywaniu pomiarów i obliczeń, z drugiej zaś strony sprawozdanie powinno zawierać informacje na temat sposobu przedstawienia wyznaczonych przemieszczeń i odkształceń oraz ich znaczenia geometrycznego.

- 2.6.4.3. Należy zwrócić uwagę na fakt, że sprawozdanie wg punktu 2.6.4.1. jest przeznaczone głównie do korzystania z niego przez wykonawcę pomiarów i obliczeń okresowych, natomiast sprawozdanie wg punktu 2.6.4.2. jest w części omawiającej przebieg i sposób wykonania pomiarów i obliczeń oraz techniczną wartość wyników przeznaczone głównie do wykorzystania przez wykonawcę dalszych pomiarów i obliczeń, zaś w części dotyczącej sposobu przedstawienia wyników i ich znaczenia geometrycznego przeznaczone głównie dla odbiorcy wyników. Z tego powodu przy opracowywaniu sprawozdania należy brać pod uwagę zasób wiadomości posiadanych przez wykonawcę pomiarów i przez odbiorcę wyników pomiarów i formułować poszczególne części sprawozdania z uwzględnieniem warunku zrozumiałości dla odpowiedniego czytelnika.
- 2.6.4.4. Sprawozdanie z każdego pomiaru i obliczenia okresowego należy przechowywać w osobnej teczce wraz z kompletem dokumentów związanych, który obejmuje: zestawienie wyników pomiaru i różnic wyników w stosunku do pomiaru wyjściowego, wszystkie obliczenia dotyczące rozpatrywanego pomiaru okresowego oraz ilustrację graficzną przemieszczeń i odkształceń wyznaczonych w wyniku tego pomiaru i obliczenia okresowego.

2.7. Utrzymanie sieci znaków i urządzeń p-k oraz przechowywanie dokumentacji geodezyjnej.

2.7.1. Utrzymanie znaków i urządzeń p-k.

2.7.1.1. Trwałe znaki i urządzenia p-k powinny być chronione przed uszkodzeniem lub zniszczeniem przez cały okres istnienia obiektu, natomiast znaki i urządzenia tymczasowe przez okres ustalony w programie /2.2.2./ i ewentualnie skorygowany stosownie do potrzeb. Wbudowane znaki i urządzenia lub części urządzeń p-k zostają przekazane pod ochronę głównemu wykonawcy na okres budowy i zarządowi eksploatacji na okres eksploatacji obiektu. Do ich obowiązków należy sprawdzanie stanu zabezpieczenia wbudowanych znaków i urządzeń przed uszkodzeniem lub zniszczeniem, sygnalizowanie wykonawcy pomiarów ewentualnie stwierdzonych uszkodzeń lub zniszczenia, wykonywanie i konserwowanie osłon zabezpieczających znaki i urządzenia, wykonywanie i konserwowanie sygnalizacji miejsc wbudowania oraz częściowe dokonywanie konserwacji samych znaków i urządzeń p-k. Zakres konserwacji znaków i urządzeń powinien być określany w instrukcji eksploatacji obiektu w uzgodnieniu z wykonawcą pomiarów, który ze swej strony jest zobowiązany do konserwacji bardziej czułych elementów wbudowanych znaków i urządzeń. Przenośne części urządzeń p-k powinny być użytkowane, transportowane, przechowywane i konserwowane przez wykonawcę pomiarów na zasadach określonych w instrukcjach obsługi urządzeń.

- 2.7.1.2. Częstotliwość i sposób dokonywania konserwacji powinny być zgodne z ustaleniami odpowiednich instrukcji obsługi oraz uzgodnieniami z wykonawcą pomiarów. Niezależnie od tego wykonawca pomiarów jest obowiązany przed każdym pomiarem i po jego zakończeniu wykonać czynności konserwacyjne przy - gotowujące do pomiaru i zabezpieczające znak lub urządzenie p-k na okres po zakończeniu pomiaru.
- 2.7.2. Utrzymanie stanowisk, tras pomiarowych i wizur.
- 2.7.2.1. Stanowiska, trasy pomiarowe i wizury, których rozmieszczenie jest określone na szkicach wykonawczych sieci p-k, podlegają obowiązkowi ochrony i konserwacji. Do wykonywania tych czynności zobowiązany jest w fazie budowy główny wykonawca zaś w fazie eksploatacji zarząd eksploatacji obiektu.
- 2.7.2.2. Ochrona i konserwacja stanowisk pomiarowych polega na utrzymaniu ich w takim stanie, aby zainstalowane na nich znaki lub urządzenia p-k nie uległy uszkodzeniu oraz możliwe było wykonywanie czynności pomiarowych w sposób zgodny z instrukcją pomiarową.
- 2.7.2.3. Ochrona i konserwacja tras pomiarowych polega na utrzymaniu ich w takim stanie, aby możliwa była komunikacja między stanowiskami pomiarowymi oraz spełnione były warunki umożliwiające wykonanie pomiarów /np. w pomiarach niwelacyjnych możliwość przenoszenia niwelatora i łąt, ustawiania ich w ustalonych miejscach i celowania wzdłuż wizur odpowiednio oddalonych od powierzchni terenu, przeszkód i źródeł szkodliwych wpływów jak promieniowania cieplnego, drgań, zapylenia itp./.

- 2.7.2.4. Wizury dla celowania instrumentami optycznymi oraz przes-
trzeń otaczająca je o gabarytach określonych w instrukcji
pomiarowej powinny być chronione przed bezpośrednim za-
słonięciem. Ponadto w określonych odległościach od wizur
nie wolno umieszczać źródeł promieniowania cieplnego,
źródeł drgań i zapyleń lub zadymień.
- 2.7.2.5. Wymagania stawiane stanowiskom i trasom pomiarowym powinny
być w zasadzie zachowane w całym okresie badań stanu bez-
pieczeństwa obiektu, jednak w przypadku, gdy jest to trud-
ne, dopuszcza się, aby wymagania te były zachowane tylko w
okresach wykonywania pomiarów. W przypadku takim przygoto-
wanie stanowisk i tras do pomiarów powinno nastąpić przed
przewidzianymi w programie terminami przystąpienia do
poszczególnych pomiarów.
- 2.7.2.6. W przypadku, gdy na stanowiskach lub trasach wystąpiły po-
ważniejsze uszkodzenia ich wyposażenia, wpływające w istot-
ny sposób na stabilność znaków i urządzeń p-k lub na dal -
szy przebieg czynności pomiarowych /np. uniedostępnienie
istniejącej uprzednio trasy pomiarów niwelacyjnych na sku-
tek zsuwu lub innych przyczyn/, sposób usunięcia szkód na -
leży konsultować z wykonawcą pomiarów.
- 2.7.3. Zagwarantowanie warunków bezpieczeństwa i higieny pracy
na stanowiskach i trasach pomiarowych oraz na dojściach.
- 2.7.3.1. Instrukcja pomiarowa lub instrukcja eksploatacji obiektu
powinna zawierać wymagania co do sposobu wykonywania czyn-
ności pomiarowych dla zagwarantowania BHP i co do zaopa -
trzenia miejsc tych czynności w środki gwarantujące BHP.

2.7.3.2. Stanowiska, trasy pomiarowe i dojścia do nich należy przystosować do ochrony przed:

- a/ upadkiem z wysokości, poślizgnięciem lub uderzeniem się /balustrady, schodki, odpowiednie oświetlenie/,
- b/ zasypaniem lub upadkiem przedmiotów na ludzi i sprzęt pomiarowy /osłony z siatki itp./,
- c/ zatopieniem /sprawny system pomp odwadniających w pomieszczeniach wewnątrz obiektu, środki przeprowowe w przypadku stanowisk zewnętrznych zagrożonych odcięciem przez przybór wód/,
- d/ porażeniem lub zatruciem.

Niezależnie od środków zastosowanych na stanowiskach, trasach pomiarowych i dojściach należy uwzględnić konieczność dysponowania systemem tras ewakuacyjnych.

2.7.3.3. Ekipa pomiarowa musi być poinformowana przed przystąpieniem do pomiaru o stanie środków gwarantujących BHP, oraz przeszkolona w zakresie BHP.

2.7.4. Przechowywanie dokumentacji geodezyjnej.

2.7.4.1. Do technicznej dokumentacji geodezyjnej związanej z kontrolą bezpieczeństwa obiektu zaliczamy następujące dokumenty:

- a/ Projekty rozmieszczenia znaków kontrolowanych i urządzeń pomiarowo-kontrolnych.
- b/ Projekty sieci p-k.
- c/ Program stabilizacji i pomiarów przemieszczeń i odkształceń.

- d/ Instrukcje pomiarowe, instrukcje obsługi urządzeń po - miarowo-kontrolnych, odpowiednie fragmenty instrukcji eksploatacji obiektu odnoszące się do pomiarów.
- e/ Dokumentację wykonawczą założenia znaków i urządzeń /metryki znaków i urządzeń p-k, zbiorcze szkice sieci p-k i szkice rozmieszczenia znaków kontrolowanych i urządzeń p-k, /oraz protokoły oddania znaków i urządzeń pod ochronę/.
- f/ Obliczenia przygotowawcze.
- g/ Wyniki obliczeń przygotowawczych /współrzędne znaków i urządzeń p-k, schematy rachunkowe do obliczeń okresowych, krakowiany transformujące, wydziurkowane na taśmę programy i stałe części danych do obliczeń okresowych itp./.
- h/ Dzienniki pomiarowe.
- i/ Obliczenia okresowe.
- j/ Wyniki obliczeń okresowych /zestawienia tabelaryczne i opracowania graficzne wyznaczonych przemieszczeń i odkształceń wraz ze sprawozdaniami z pomiarów i obliczeń/.
- k/ Opracowania interpretacyjne wyznaczonych przemieszczeń i odkształceń.
- l/ Protokoły uzgodnień, posiedzeń opiniodawczych dotyczących kontroli bezpieczeństwa obiektu itp., związane z wyznaczaniem przemieszczeń i odkształceń.

2.7.4.2. Obowiązkowi przechowywania przez cały okres istnienia obiektu podlega co najmniej jeden egzemplarz kompletu dokumentacji wymienionej w p.2.7.4.1. Za przechowanie tego kompletu w stanie nadającym się do użytkowania odpowiada w okresie budowy inspektor nadzoru inwestorskiego zaś w

okresie eksploatacji inspektor nadzoru eksploatacyjnego /osoba odpowiedzialna za prawidłową eksploatację i utrzymanie budowli hydrotechnicznej/ solidarnie z użytkownikami wypożyczającymi te materiały. W/w inspektorzy są zobowiązani do prowadzenia książki ewidencyjnej, w której dokonywane są wpisy powstającej i przyjmowanej dokumentacji oraz wpisy określające miejsce jej przechowywania /wypożyczenia użytkownikom/ z pokwitowaniami.

2.7.4.3. Inspektor nadzoru inwestorskiego lub osoba odpowiedzialna za prawidłową eksploatację i utrzymanie obiektu jest obowiązana przechowywać osobiście po jednym egzemplarzu dokumentów a,b,c,d,e,j,k,l wg punktu 2.7.4.1. natomiast dokumenty d,f,g,h,i traktowane również jako własność zarządu inwestycji lub eksploatacji obiektu zostają po przekazaniu wypożyczone ich użytkownikowi, to jest wykonawcy pomiarów i obliczeń. Kopie dokumentów wg punktu 2.7.4.1. zostają przekazane przez inspektora nadzoru inw. lub ekspl. stosownie do potrzeb innym użytkownikom /projektantom, i interpretatorom, doraźnie powoływanym ekspertom itd./, przy czym użytkownicy ci mają obowiązek zwrócenia dokumentów właścicielowi po okresie wykorzystania bądź przekazania ich innym użytkownikom wskazanym przez właściciela. Użytkownicy dokumentów są obowiązani okazać te dokumenty właścicielowi na każde żądanie w celu sprawdzenia ich stanu i kompletności.

2.7.4.4. Dokumenty wymienione w p. 2.7.4.1. należy przechowywać w warunkach gwarantujących zachowanie wystarczającej czytelności oraz nieuleganie materiałom na których są wykonane zbytniemu naswietleniu, nawilgoceniu, przesuszeniu bądź

nasyceniu substancjami chemicznymi, które powodują rozkład materiału, wywabienie treści itp. szkodliwe skutki. Przechowywanie powinno być dokonywane w pomieszczeniach przystosowanych do celów archiwalnych.

- 2.7.4.5. Wyżej wspomniane dokumenty mogą ulec zlikwidowaniu wyłącznie na podstawie postanowienia Komisji, w której skład wchodzi przedstawiciele: jednostki nadrzędnej nad zarządem inwestycji lub eksploatacji, zarządu inwestycji lub eksploatacji, biura projektów, wykonawcy pomiarów, jednostki interpretującej wyznaczane przemieszczenia i odkształcenia zaś w przypadku awarii lub katastrofy obiektu - również z udziałem przedstawiciela władz prokuratorskich.

Rozdział 3

Ogólne zasady prowadzenia prac geodezyjnych

związanych z kontrolą bezpieczeństwa

obiektów hydrotechnicznych

3.1. Informacje wprowadzające.

3.1.1. Podstawowe określenia dotyczące wyznaczania przemieszczeń i odkształceń.

1. Przemieszczenie bezwzględne punktu - różnica między końcową a początkową pozycją punktu materialnego względem stałego układu odniesienia, wynika w rozpatrywanym okresie czasu pod wpływem przemieszczenia, odkształcenia lub jednoczesnego przemieszczenia i odkształcenia obiektu, do którego ten punkt należy.
2. Przemieszczenie względne punktu - przemieszczenie wyrażone względem przemieszczonego układu odniesienia.
3. Przemieszczenie pionowe punktu - pionowa składowa przemieszczenia punktu.
4. Przemieszczenie poziome punktu - pozioma składowa przemieszczenia punktu.
5. Przemieszczenie obiektu /budowli, części budowli, rozpatrywanej warstwy podłoża/ - zmiana położenia obiektu w przestrzeni względem układu odniesienia, polegająca na przesunięciu, obrocie lub przesunięciu i obrocie, przy której wzajemne odległości wszystkich punktów materialnych obiektu nie ulegają zmianie.
6. Odkształcenie obiektu - zmiana wymiarów i kształtu obiektu, która powoduje zmiany wzajemnych odległości między materialnymi punktami obiektu.

Uwaga: W wyniku pomiarów geodezyjnych nie można wyznaczyć bezpośrednio przemieszczeń i odkształceń obiektu, natomiast wyznacza się przemieszczenia wybranych jego punktów

materialnych, które służą do określenia przemieszczeń i odkształceń obiektu w wyniku geometrycznej interpretacji wyznaczonych przemieszczeń zespołu punktów.

7. Punkt kontrolowany - punkt obiektu oznaczony w sposób umożliwiający wyznaczanie jego przemieszczeń i przeznaczony do tego celu. Punkty kontrolowane należy rozmieszczać w takich miejscach i w takiej ilości, aby wyznaczone przemieszczenia zespołu punktów kontrolowanych mogły służyć do określenia przemieszczeń i odkształceń obiektu.

8. Geodezyjna sieć kontrolna - zespół punktów geodezyjnych powiązanych wzajemnie mierzonymi okresowo wielkościami w sposób umożliwiający wyznaczanie przemieszczeń punktów i służący do wyznaczania tych przemieszczeń.

W skład geodezyjnej sieci kontrolnej wchodzi:

1/ punkty kontrolowane, o przeznaczeniu określonym w p.7,

2/ punkty odniesienia.

przy czym punkty odniesienia dzielą się w zależności od przeznaczenia na :

a. stałe punkty odniesienia - służące do określania układu odniesienia wyznaczanych przemieszczeń,

b. pomocnicze punkty odniesienia - służące do powiązania stałych punktów odniesienia i punktów kontrolowanych w sposób umożliwiający wyznaczanie przemieszczeń.

Od stałych punktów odniesienia wymaga się, aby były wzajemnie nieruchome i rozmieszczone w sposób dobrze określający stały układ odniesienia wyznaczanych

przemieszczeń, natomiast od pomocniczych punktów odniesienia wymaga się, aby były rozmieszczone w sposób korzystny z punktu widzenia konstrukcji sieci i z punktu widzenia warunków wykonywania okresowych pomiarów.

9. Pomiar przygotowawczy - jednorazowo wykonany pomiar elementów i rozmieszczenia zastabilizowanych punktów sieci kontrolnej oraz rozmieszczenia urządzeń pomiarowo-kontrolnych w celu ich zinwentaryzowania i dostarczenia danych do obliczania przemieszczeń /np. do obliczenia współczynników w równaniach poprawek /.
10. Pomiary okresowe - powtarzane okresowo cykle pomiaru elementów sieci kontrolnej w celu wyznaczenia zmian wartości tych elementów /kątów, długości, strzałek, różnic wysokości itp./ spowodowanych zmianami położenia /przemieszczeniami/ punktów ograniczających je. Wśród pomiarów okresowych odróżniamy:
 - a. pomiar wyjściowy /pierwotny/ - pomiar okresowy wykonany na początku okresu wyznaczania przemieszczeń, z którego wynikami porównuje się wyniki następujących po nim pomiarów okresowych w celu wyznaczenia przemieszczeń,
 - b. pomiar aktualny - współcześnie wykonany pomiar okresowy, zamykający okres czasu, w którym wyznaczamy przemieszczenie.
11. Obliczanie przemieszczeń punktów - całokształt prac obliczeniowych mający na celu wyznaczenie przemieszczeń punktów między momentem pomiaru wyjściowego a momentem pomiaru aktualnego.
12. Wyznaczenie przemieszczeń punktów - zespół czynności pomiarowych i obliczeniowych obejmujący wykonanie pomiaru

wyjściowego i aktualnego oraz wykonanie obliczeń nad wynikami tych pomiarów, prowadzących do obliczenia przemieszczeń.

Do prac tych zalicza się również: kontrole stałości stałych punktów odniesienia, identyfikację punktów stałych spośród wszystkich punktów odniesienia /w przypadku, gdy okazuje się, że niektóre pomocnicze punkty odniesienia spełniają również warunek wzajemnej nieruchomości i mogą zacząć pełnić równocześnie dwie funkcje - punktów stałych i pomocniczych/ oraz ocenę dokładności wyznaczenia przemieszczeń.

13. Punkt dostosowania - punkt, który został podczas obliczania przemieszczeń innych punktów sieci przyjęty za nieruchomy /jest to punkt zidentyfikowany jako stały punkt przy wyznaczaniu przemieszczenia bezwzględnych lub/wybrany spośród punktów odniesienia w pośrednich stadiach rachunku i przy obliczeniu przemieszczeń względnych/.
14. Kontrola stałości - zespół czynności pomiarowych i obliczeniowych mający na celu sprawdzenie, czy ustalone à priori /przed pomiarami - w trakcie projektowania sieci kontrolnej/ stałe punkty odniesienia zachowały w rzeczywistości wzajemną nieruchomość w momentach porównywanych pomiarów okresowych.
15. Identyfikacja punktów stałych - zespół czynności pomiarowych i obliczeniowych mający na celu stwierdzenie, które punkty odniesienia spełniają w momentach porównywanych pomiarów okresowych warunek niezmienności wzajemnego położenia.
16. Kryteria stałości - nierówności dotyczące określonych funkcji różnic wyników pomiarów okresowych, których

spełnienie świadczy o zachowaniu niezmienności przez mierzone elementy lub stałości położenia przez rozpatrywane punkty odniesienia.

17. Metoda różnicowa - metoda obliczania przemieszczeń punktów jako funkcji różnic wyników pomiarów okresowych.
18. Metoda współrzędnych - metoda obliczania przemieszczeń punktów jako różnic współrzędnych tych punktów, wyznaczonych niezależnie od siebie na podstawie wyników pomiarów okresowych.

Uwaga: metoda różnicowa umożliwia dokładniejsze wyznaczenie przemieszczeń, bowiem przy jej zastosowaniu następuje częściowe wyeliminowanie błędów systematycznych okresowych pomiarów tych samych elementów. Stosowanie metody współrzędnych dopuszcza się tylko w przypadkach, gdy metoda różnicowa nie jest możliwa do użycia ze względu na zmiany struktury sieci i, ze względu na występowanie dużych przemieszczeń, obniżających dokładność obliczeń prowadzonych przy użyciu różniczkowych zależności między zmianami mierzonych elementów a zmianami położenia punktów ograniczających te elementy w terenie.

19. Błąd rzeczywisty wyznaczenia przemieszczenia - różnica między rzeczywistą wielkością przemieszczenia punktu a wielkością wyznaczoną w wyniku pomiarów okresowych i obliczeń nad wynikami tych pomiarów.
20. Ocena dokładności wyznaczenia przemieszczeń - zespół czynności obliczeniowych przy użyciu metod i wzorów teorii błędów, prowadzących do obliczenia wartości określonych miar dokładności wyznaczenia przemieszczeń

np. błędów średnich. Odróżniamy:

- a. wstępna ocena dokładności /wstępną analizę dokładności/ - prowadzoną w trakcie projektowania sieci kontrolnej, opierającą się na zaprojektowanej strukturze tej sieci i á priori określonych dokładnościach wykonywania okresowych pomiarów,
 - b. wynikowa ocena dokładności - wykonywaną przy obliczaniu przemieszczeń po poszczególnych pomiarach okresowych, na podstawie struktury zrealizowanej sieci kontrolnej i dokładności pomiarów określonej w procesie wyrównań materiałów polowych oraz w procesie wyrównania różnic wyników pomiarów okresowych.
21. Geodezyjna interpretacja wyznaczonych przemieszczeń -
- zespół czynności mający na celu:
 - a. określenie technicznej wartości wyników pomiarów i obliczeń /stopnia pewności i dokładności wyznaczonych przemieszczeń/,
 - b. określenie geometrycznego znaczenia wyznaczonych przemieszczeń zespołu punktów kontrolowanych.

Określenie technicznej wartości wyników polega na:

- analizie wyników oceny dokładności wyznaczenia przemieszczeń; dokonanego w toku obliczania przemieszczeń,
- analizie warunków wykonania pomiarów okresowych /ocena źródeł i wielkości ewentualnych błędów systematycznych, które nie dały się wykryć przy użyciu zastosowanych metod i wzorów teorii błędów/,
- ocenie zgodności przemieszczeń tych samych lub bliskich sobie punktów, wyznaczonych kilkoma niezależnymi sposobami.

Określenie geometrycznego znaczenia wyznaczonych przemieszczeń odbywa się w toku tak zwanej geometrycznej interpretacji wyznaczonych przemieszczeń.

22. Geometryczna interpretacja wyznaczonych przemieszczeń - analiza mająca na celu wyjaśnienie geometrycznego znaczenia wyznaczonych przemieszczeń pojedynczych punktów kontrolowanych lub ich zespołów i innych zmian /np. zmierzonych zmian nachylenia/.
23. Inżynierska /branżowa/ interpretacja wyznaczonych przemieszczeń - analiza mająca na celu określenie zależności między wyznaczonymi przemieszczeniami i odkształceniami a ich przyczynami lub analiza mająca na celu wykrycie tych przyczyn i ich określenie.

3.1.2. Ogólne zasady projektowania szybkości, częstotliwości i dokładności prac geodezyjnych.

- 3.1.2.1. Cykl pomiaru okresowego powinien być wykonany w takim okresie czasu, aby jego wyniki nie były zakłócone przez zachodzące w tym czasie przemieszczenia punktów i odkształcenia.

Przez zakłócenie rozumiemy tu rozbieżności między wynikami z poszczególnych serii pomiarów lub wynikami uzyskiwanymi z różnych kombinacji połączeń wyników pomiarów, spowodowane przemieszczeniami, wpływające na istotne zwiększenie błędu wyznaczenia.

a/ Jeśli przewiduje się, że przemieszczenie punktu mające charakter ruchu postępowego będzie przebiegać z *á priori* ustaloną prędkością V , to projektowany czas trwania

całego cyklu pomiaru okresowego ΔT powinien być ograniczony tak, aby w tym czasie przemieszczenie ΔP nie osiągnęło wartości istotnej z punktu widzenia dokładności jego wyznaczenia. Przyjmując

$$\Delta P < 0,5 M,$$

otrzymujemy

$$\Delta T < 0,5 \frac{M}{V}$$

gdzie ΔT - dopuszczalny okres czasu trwania cyklu pomiaru okresowego,

M - graniczny błąd wyznaczenia przemieszczenia,

V - prędkość przemieszczenia wg wzoru $V =$

$$= \Delta P / \Delta T$$

- b/ Jeśli przewiduje się, że przemieszczenie punktu będzie miało charakter ruchu postępowego, połączonego z ruchem harmonicznym /np. przemieszczenie pod wpływem długotrwałego narastania parcia wody na budowlę piętrzącą przy jednoczesnym przemiennym przemieszczaniu krótko-
okresowym, na skutek dobowych zmian warunków atmosferycznych/ to można dopuścić występowanie w czasie trwania cyklu przemieszczeń o amplitudzie dochodzącej do $\Delta P < M$ pod warunkiem, że pomiar wykonuje się wg takiego programu, przy którym wielokrotne w cyklu obserwacje określonego punktu lub wielkości ograniczonych przez ten punkt odbywają się w zbliżonych do siebie fazach ruchu harmonicznego /np. w tych samych porach dnia w ciągu kilku dni i przy podobnych warunkach wpływających na ruch/.

3.1.2.2. Projektowane odstępy czasu między kolejnymi cyklami pomiarów okresowych powinny być uzależnione od:

- a/ przewidywanej prędkości przemieszczeń ustalonej a priori na podstawie oceny teoretycznej lub analizy wyników wcześniejszych pomiarów,
- b/ stopnia prawdopodobieństwa, że w przyszłości wystąpią istotne różnice między rzeczywistą a przewidywaną szybkością przemieszczeń i stopnia prawdopodobieństwa istotnego przekroczenia granicznych przewidywanych wielkości przemieszczeń.

Jeśli prędkość przemieszczeń ustalona jak w punkcie a/ wynosi V to odstęp czasu między kolejnymi cyklami pomiarów okresowych powinien zawierać się w granicach

$$2 \frac{M}{V} < \Delta T_0 < 4 \frac{M}{V}$$

Ze względu na odchylenia wg punktu b/ okres ten może być skrócony stosownie do przewidywanego stopnia niebezpieczeństwa, że przy wyznaczaniu pominięte zostaną przemieszczenia istotne z punktu widzenia ochrony obiektu. Okres ten nie powinien być wydłużany poza górną podaną granicę, nawet w przypadku stwierdzenia zaniku ruchów. W takim przypadku jako V należy przyjmować przewidywaną lub stwierdzoną prędkość przeciętną w całym poprzedzającym okresie występowania ruchów.

3.1.2.3. Niezbędna dokładność wyznaczania przemieszczeń powinna być ustalana w zależności od:

- a/ granicznych przewidywanych wielkości przemieszczeń, ich charakteru i wpływu na prawidłowość funkcjonowania obiektu lub jego fragmentów i zainstalowanych maszyn,

mechanizmów i urządzeń,

b/ celu wykonywania okresowych pomiarów,

c/ wpływu dokładności na czas trwania pomiaru w przypadku, gdy zwiększenie dokładności powoduje przedłużenie czasu pomiaru, grożące niespełnieniem wymagań wg punktu 3.1.2.1.

Graniczny błąd wyznaczenia przemieszczenia punktu stosów - nie do a/ wyraża się wzorem $M < k \Delta P_{\max}$, gdzie k - współczynnik.

W przypadku, gdy pomiary są wykonywane wyłącznie w celu sygnalizowania ewentualnych przekroczeń granicznych przemieszczeń, należy przyjmować $k < 0,7$, natomiast w przypadku, gdy wyniki pomiarów mają być poddane analizie w celu określenia zależności między przemieszczeniami a ich przyczynami lub w celu empirycznego przewidywania wielkości przemieszczeń na przyszłość, należy stosować $k < 0,2$. Ze względów ekonomicznych nie zaleca się stosowania $k < 0,01$.

3.1.2.4. W celu określenia dokładności, z jaką mają być okresowo mierzone porównywane wielkości elementów sieci p-k należy przeprowadzać wstępne analizy dokładności. Przy dokonywaniu tych analiz należy przyjmować następujące założenia podstawowe:

1/ Na błąd graniczny wyznaczenia przemieszczenia punktu składają się błędy graniczne wyznaczenia pozycji punktu przy pomiarach okresowych; wyjściowym $/M_w/$ i aktualnym $/M_{akt.}/$, przy czym w praktyce przyjmujemy $M = 2 M_{okr}$, gdzie $M_w = M_{akt.} = M_{okr}$.

- 2/ Błąd graniczny $M_{okr} = r \cdot m_{okr}$, gdzie r - współczynnik, m_{okr} - błąd średni wyznaczenia pozycji punktu. Przy dobrych warunkach pomiarów /ograniczony ruch budowlany, dobre warunki atmosferyczne, korzystny przebieg celowych i tras pomiarowych/ przyjmujemy $r = 2$, zaś przy warunkach mniej korzystnych $r = 3$.
- 3/ Błąd średni określenia pozycji punktu oblicza się jako błąd funkcji spostrzeżeń wyrównanych metodą spostrzeżeń pośredniczących. Jego wielkość jest zależna od błędów wielkości obserwowanych oraz struktury sieci pomiarowo-kontrolnej /rozmieszczenia i ilości punktów stałych, rozmieszczenia pozostałych punktów sieci i sposobu wzajemnego powiązania punktów sieci okresowo mierzonymi wielkościami/.

3.1.3. Orientacyjne dokładności wyznaczania przemieszczeń i odkształceń

3.1.3.1. Dane zawarte w punkcie 3.1.3. mają charakter przybliżony i służą wyłącznie do wstępnego zorientowania się przy opracowaniu wstępnego projektu sieci kontrolnych o możliwościach dokładnościowych różnych metod pomiarów i urządzeń p-k.

Szczegółowe i bardziej precyzyjne określenie możliwych do uzyskania błędów wyznaczania przemieszczeń i odkształceń wymaga stosowania, przy projektowaniu sieci, wstępnych analiz dokładności omówionych w 3.2.2.

Podane wielkości zostały oszacowane dla dobrych warunków wyznaczeń tj. dobrych warunków atmosferycznych i ruchowych

w czasie pomiarów, korzystnego przebiegu celowych i tras pomiarowych, korzystnej struktury sieci p-k, omówionych bliżej w metodycznej części wytycznych.

3.1.3.2. Zestawienie orientacyjnych wartości możliwych do uzyskania błędów granicznych M .

1/ Wyznaczenie poziomych przemieszczeń za pomocą sieci trygonometrycznej:

a/ obiektu punktowego lub wydłużonego do ok. 800 m przy co najmniej 4-ch punktach stałych, odległych od obiektu maks. 700 m przy długościach celowych do ok. 250 m i przy błędzie średnim pomiaru kąta $1''$

$$1 \text{ mm} < M_{\Delta P} < 3 \text{ mm}$$

b/ obiektu powierzchniowego lub jego obwodnicy przy punktach stałych rozmieszczonych wzdłuż dłuższej krawędzi /np. obwałowania zbiorników i osadników/:

$$1 \times 2 \text{ km} \quad - \quad 3 \text{ mm} < M_{\Delta P} < 5 \text{ mm}$$

$$2 \times 5 \text{ km} \quad - \quad 5 \text{ mm} < M_{\Delta P} < 10 \text{ mm}$$

2/ Wyznaczanie poziomej składowej przemieszczenia w kierunku prostopadłym do osi obiektu wydłużonego:

a/ za pomocą stałej prostej:

$$\text{do } 300 \text{ m} \quad - \quad M_{\Delta X} < 1 \text{ mm}$$

$$300 - 600 \text{ m} \quad - \quad M_{\Delta X} < 2 \text{ mm}$$

$$600 - 900 \text{ m} \quad - \quad M_{\Delta X} < 3 \text{ mm}$$

b/ za pomocą ciągu poligonowego obustronnie nawiazanego do punktów stałych, przy długościach celowych do ok. 250 m i błędzie średnim pomiaru kąta $2''$:

do 1 km	-	$M_{\Delta X} < 4 \text{ mm}$
do 3 km	-	$M_{\Delta X} < 10 \text{ mm}$
do 5 km	-	$M_{\Delta X} < 20 \text{ mm}$

c/ za pomocą ciągu strzałek przy użyciu struny /względem końcowych punktów wewnątrz galerii/:

do 300 m	-	$M_{\Delta X} < 0,2 \text{ mm}$
do 600 m	-	$M_{\Delta X} < 0,4 \text{ mm}$
do 900 m	-	$M_{\Delta X} < 0,5 \text{ mm}$

3/ Wyznaczenie pionowej składowej przemieszczenia /osiadania/:

a/ Metodą niwelacji precyzyjnej przy minimum 3-ch reperach stałych odległych od obiektu:

do 1 km /25 stanowisk/	-	$M_{\Delta H} < 0,7 \text{ mm}$
do 2 km	-	$M_{\Delta H} < 1,0 \text{ mm}$

b/ Metodą niwelacji technicznej przy ciągach o długości:

do 1 km /20 stanowisk/	-	$M_{\Delta H} < 5 \text{ mm}$
do 2 km	-	$M_{\Delta H} < 7 \text{ mm}$
do 5 km	-	$M_{\Delta H} < 15 \text{ mm}$

c/ Metodą niwelacji hydrostatycznej wewnątrz galerii względem jednego punktu:

do 500 m	-	$M_{\Delta H} < 0,2 \text{ mm}$
do 1000 m	-	$M_{\Delta H} < 0,3 \text{ mm}$

4/ Wyznaczanie zmian nachylenia:

a/ Metodą niwelacji precyzyjnej $M < 0,2 \text{ mm /D/}$ /gdzie D - odległość między reperami przy odczytywaniu łąty z jednego stanowiska niwelatora/,

- b/ Klinometrem bazowym o zakresie ± 5 mm/m $M < 0,01$ mm/m
 - c/ Klinometrem nasadkowym precyzyjnym o zakresie ± 5 mm/m, $M < 0,02$ mm/m,
 - d/ Klinometrem nasadkowym technicznym o zakresie ± 50 mm/m, $M < 0,06$ mm/m,
 - e/ Wahadłem o zakresie pomiarowym ± 20 mm/h, $M < 0,02$ mm/h, gdzie h - długość wahadła.
- 5/ Wyznaczenie przemieszczeń względnych na dylatacjach:
- a/ szczelinomierzem precyzyjnym IGiK 3 składowe z błędami 0,02 mm przy zakresie pomiarowym ± 10 mm,
 - b/ deformetrem Huggenbergera 3 składowe /pośrednio/ z błędami 0,02 mm przy zakresie pomiarowym ± 10 mm
 - c/ suwmiarką z błędem 0,3 mm przy zakresie ± 50 mm.

3.2. Ogólne zasady projektowania sieci kontrolnych.

3.2.1. Określenie niezbędnego zakresu, dokładności i częstotliwości wyznaczania przemieszczeń i odkształceń obiektu metodami geodezyjnymi.

3.2.1.1. Niezbędny zakres wyznaczania przemieszczeń i odkształceń zostaje wyrażony pośrednio przez projekt rozmieszczenia znaków kontrolowanych i urządzeń p-k, opracowany zgodnie z 2.2.1.1. Decydujący głos w sprawie niezbędnego zakresu wyznaczeń należy do projektantów - hydrotechnika i geologa /geotechnika/ jak również do specjalistów, którzy zajmują się inżynierską interpretacją wyników.

Geodeta ze swej strony powinien zapoznać się szczegółowo z projektem wg 2.2.1.1. w celu:

- a/ zbadania w jakim stopniu możliwe jest zrealizowanie zaprojektowanego zakresu wyznaczeń i zaprojektowania niezbędnych dla tego celu sieci kontrolnych /por.2.2.1.2./,
- b/ zbadania w jakim stopniu zaprojektowane rozmieszczenie punktów kontrolowanych i urządzeń p-k umożliwia dokonywanie geometrycznej interpretacji wyników.

W wyniku analizy technicznych możliwości wyznaczania przemieszczeń zaprojektowanych punktów i możliwości dokonywania geometrycznej interpretacji wyników, geodeta może w razie potrzeby zaproponować określone zmiany w rozmieszczeniu i ilości punktów kontrolowanych oraz urządzeń p-k.

3.2.1.2. Niezbędna dokładność wyznaczania przemieszczeń i odkształceń powinna być zgodnie z 2.2.1.1. określona w projekcie rozmieszczenia punktów kontrolowanych i urządzeń p-k

z wykorzystaniem zasad wg 3.1.2.3. Trzeba jednak liczyć się z tym, że w wielu przypadkach nie jest możliwe wyraźne sformułowanie ściśle uzasadnionych wymagań w tym zakresie z uwagi na trudność teoretycznego przewidzenia wielkości i charakteru przemieszczeń i odkształceń. W związku z tym wymaganą dokładność określa się często na podstawie analizy obejmującej:

- a/ możliwe do wykorzystania elementy prognozowania wielkości przemieszczeń i odkształceń na podstawie wyników badań hydrogeologicznych i geotechnicznych podłoża obiektu,
- b/ możliwe do wykorzystania elementy prognozowania na podstawach teorii w zakresie statyki i dynamiki budowli oraz reologii materiałów,
- c/ dotychczasowe doświadczenia zebrane przy badaniu przemieszczeń i odkształceń obiektów podobnie posadowionych i o podobnej lub porównywalnej konstrukcji i warunkach pracy,
- d/ techniczne możliwości wyznaczania przemieszczeń i odkształceń z określoną dokładnością.

W zasadzie czynniki wymienione w a,b,c, określają wymaganą dokładność, natomiast czynnik wymieniony w d wynikający z wstępnego projektu sieci kontrolnych określa możliwą do uzyskania dokładność. Należy przyjąć zasadę, że dokładność wymagana i możliwa do uzyskania powinny być ze sobą w przybliżeniu zgodne. W przypadku, gdy dokładność możliwa jest wyraźnie mniejsza od wymaganej należy uznać, że przyjęta koncepcja sposobu wyznaczania przemieszczeń i odkształceń nie spełnia postawionych wymagań. Wówczas należy zbadać

możliwości wyznaczania przemieszczeń i odkształceń na innej drodze /przez zastosowanie innego rozwiązania sieci kontrolnych, doboru innego rodzaju instrumentów pomiarowych i urządzeń p-k itp./ w celu osiągnięcia wymaganej dokładności. W przypadku, gdy dokładność możliwa jest wyraźnie większa od wymaganej, należy sprawdzić, czy jej obniżenie^{do} dokładności wymaganej przynosi korzyści natury ekonomicznej /obniżenie kosztów pomiarów i obliczeń/. Jeśli to nie następuje można przyjąć możliwą do uzyskania dokładność wyższą niż wymagana, bowiem w trakcie pomiarów może się okazać, że na skutek niszczenia punktów, nieoczekiwanego tracenia wizur i innych przyczyn nastąpi pewne obniżenie faktycznie uzyskiwanej dokładności.

Przy rozpatrywaniu tych spraw należy brać pod uwagę również stopień przybliżenia wymaganej dokładności, może się bowiem okazać, że przy jej ustalaniu brano pod uwagę niezbyt pewne przesłanki, umożliwiające stosowanie określonych co do wielkości odstępstw od wymaganej dokładności.

3.2.1.3. Częstotliwość wyznaczania przemieszczeń i odkształceń zostaje określona zgodnie z 2.2.2.3. w programie pomiarów przy uwzględnieniu 3.1.2.2. Przy opracowywaniu programu należy brać pod uwagę zarówno potrzeby jak i możliwości wykonywania pomiarów i obliczeń w określonej fazie istnienia obiektu. Pomiarów w okresie budowy wymagają znacznie większej częstotliwości aniżeli w okresie eksploatacji, przy czym jednak w czasie budowy obejmują one zazwyczaj mniejszy zakres.

Należy też brać pod uwagę fakt, że ze względu na różnice szybkości wyznaczeń przy wykorzystaniu różnych metod, niektóre metody mogą służyć do ostrzegania przed pojawianiem

się nadmiernych przemieszczeń i odkształceń w czasie szybkiego wzrastania obciążeń, inne natomiast, charakteryzujące się mniejszą szybkością lecz dające pełniejszy obraz zachodzących zmian, służą do oceny skutków szybkiego przyrostu obciążeń lub przebytych obciążeń ekstremalnych. Tak na przykład ^{przy} badaniu betonowych zapór wodnych stosuje się częste pomiary przy użyciu wahadeł /co około 10 dni lub nawet codziennie przy szybkich przyrostach obciążeń/, można bowiem wykonywać je bardzo szybko, otrzymując informacje o zmianach nachylenia pod wpływem szybkich przyrostów parcia wody. Pomiary bezwzględnych przemieszczeń przy użyciu np. metody trygonometrycznej stosuje się zazwyczaj 1 raz w ciągu roku, wybierając na pomiar okresowy porę roku, w której panują dobre warunki atmosferyczne a jednocześnie nie przewiduje się w niej występowania szybkich zmian obciążenia, temperatury itp. Pomiary tego typu umożliwiają głównie określenie, czy poprzedzające je zmiany obciążeń obiektu spowodowały nadmierne przemieszczenia i odkształcenia o charakterze trwałym, nie ustępujące po powrocie do obciążeń przeciętnych dla danego obiektu. Na ogół przyjmuje się, że pomiary przy użyciu urządzeń p-k wykonuje się co 7-10 dni niezależnie od fazy /w czasie budowy i eksploatacji/, natomiast inne rodzaje pomiarów w zróżnicowanych odstępach czasu:

1. pomiary przemieszczeń pionowych w okresie budowy co 15-30 dni, w początkowym okresie eksploatacji co 30-60 dni zaś w okresie późniejszym, w miarę zanikania osiadań pod wpływem początkowego obciążenia podłoża, zagęszczenia nasypów i peizania betonu w większych odstępach czasu, jednak nie rzadziej niż co pół roku,

2. Pomiary przemieszczeń poziomych przy użyciu stałej prostej lub ciągu poligonowego w odstępach czasu podobnych jak pomiary przemieszczeń pionowych /w miarę możliwości równocześnie z nimi/,
 3. pomiary przemieszczeń poziomych przy użyciu metody trygonometrycznej w okresie budowy co 30 - 60 dni w zakresie ograniczonym przez stopień zabudowy znaków sieci kontrolnej oraz przez możliwości wykonania pomiarów w warunkach ruchu budowlanego, zaś w okresie eksploatacji w pełnym zaprojektowanym zakresie 1 raz na rok.
- Oczywiście dane te należy traktować jako orientacyjne.

3.2.2. Opracowanie projektów kontrolnych sieci geodezyjnych z wstępną analizą dokładności wyznaczeń.

- 3.2.2.1. Projekt wstępny - przed przystąpieniem do projektowania należy przygotować odbitkę mapy sytuacyjno-wysokościowej rejonu budowy w skali 1:1 000, 1:2 000 lub 1:5 000 określającą stan aktualny w momencie przystępowania do robót ziemnych i budowlanych. Na odbitkę tą należy wnieść zarysy projektowanego obiektu oraz obiekty prowizoryczne placu budowy według wyników studiów przedprojektowych lub założeń techn.-ekon., wykazując rzędne charakterystycznych punktów tych obiektów. Następnie należy wnieść dane z projektu zagospodarowania otoczenia obiektu i punkty kontrolowane wg wstępnego projektu ich rozmieszczenia.
- Na tak przygotowanej odbitce opracowuje się koncepcję sieci kontrolnych, obejmującą wybór typów sieci oraz przybliżoną lokalizację i powiązanie punktów tych sieci. Koncepcję

opracowuje się po wstępnym wywiadzie terenowym.

W wyniku ponownego wywiadu terenowego sprawdza się realność opracowanej koncepcji. W tym celu należy w terenie zasygnalizować wiechami wybrane miejsca poszczególnych punktów i sprawdzić istnienie wizur jak też stopień poprawności ich przebiegu. Należy też sprawdzić, czy i w jakim stopniu zmiany projektowanego ukształtowania terenu i jego zagospodarowania mogą wpłynąć na utratę poszczególnych wizur. Ponadto należy zwrócić szczególną uwagę na sprawdzenie, czy przy zaprojektowanym rozmieszczeniu punktów odniesienia możliwe będzie wyznaczenie przemieszczeń punktów kontrolowanych /operacja dosyć trudna z uwagi na to, że w tej fazie nie można oznaczyć w terenie miejsc punktów kontrolowanych a można jedynie odtworzyć je w sposób pośredni/. Należy wreszcie ocenić w sposób przybliżony możliwą do uzyskania dokładność wyznaczenia przemieszczeń - stosując analogię do wcześniej założonych podobnych sieci na innych obiektach.

W wyniku omówionych wyżej czynności opracowuje się projekt wstępny sieci kontrolnych, zawierający dane wymienione w 2.2.1.2. W przypadku, gdy okazuje się, że nie jest możliwe wyznaczenie przemieszczeń wszystkich punktów kontrolowanych, których rozmieszczenie zostało narzucone przez wstępny projekt rozmieszczenia wg 2.2.1.1. należy przy projekcie wstępnym podać odpowiednie uwagi i propozycje, dotyczące zmiany rozmieszczenia punktów kontrolowanych.

3.2.2.2. Projekt techniczny - Przed przystąpieniem do projektowania należy zaktualizować odbitkę mapy sytuacyjno-wysokościowej wykorzystywaną w projekcie wstępnym, nanosząc na nią

zaktualizowane dane wynikające z projektu obiektu, rozmieszczenia punktów kontrolowanych i zagospodarowania otoczenia obiektu.

Opracowanie projektu technicznego sieci powinno opierać się na przyjętej koncepcji wg projektu wstępnego z uwzględnieniem istotnych zmian wynikłych z wyżej wspomnianej aktualizacji danych. Projekt techniczny należy opracowywać bezpośrednio w terenie. W tym celu należy korzystać z pomocy tyłu pomiarowych, ile przewiduje się połączeń poszczególnych punktów sieci z innymi punktami /zwłaszcza przy projektowaniu sieci trygonometrycznej/. Pomiarowi powinni być zaopatrzeni w tyczki z prowizorycznymi sygnałami /można użyć kolorowe taśmy lub wstążki/ służącymi do określenia na tyczkach poziomu celowania. Ponadto dobrze jest zaopatrzyć zespół w radiotelefony. Przy projektowaniu przebiegu ciągów niwelacyjnych, zwłaszcza na stromych zboczach, dobrze jest posługiwać się ręczną poziomką /pochylnikiem/ z wizjerem.

Podczas projektowania należy pomiarowych porzysłać w rejonu położenia punktów zaprojektowanych zgodnie z projektem wstępnym. Szczegółowe określenie pozycji poszczególnych punktów należy ustalać na podstawie bezpośredniego przeglądu, z poszczególnych stanowisk, widoczności sygnałów na tyczkach ustawionych w tych rejonach i na podstawie korygowania tych pozycji w celu uzyskania jak najlepszych warunków pomiarów /wysokość i miejsce zabudowy punktów, przebieg wizur, położenie stanowisk względem źródeł wpływów działających szkodliwie na wyniki pomiarów, dostępność stanowisk itp./.

Po ustaleniu w taki sposób miejsc poszczególnych punktów oraz sposobu ich zabudowy należy sporządzić na posiadanym podkładzie szkic sieci określający rozmieszczenie i sposób powiązania punktów. Następnie należy na podstawie tego szkicu przeprowadzić wstępną analizę dokładności uzyskanej konstrukcji geodezyjnej oraz sprawdzić, czy zaprojektowane zmiany ukształtowania i zagospodarowania terenu otaczają - cego obiekt nie spowodują w przyszłości /w przewidywanym okresie korzystania z sieci/ utraty poszczególnych punktów lub wizur. Wstępną analizę dokładności należy przeprowa - dzać korzystając z rozmieszczenia punktów określonego na szkicu i ustalonych a priori dokładności pomiarów okreso - wych. Analiza powinna polegać na obliczeniu granicznych błędów wyznaczenia przemieszczeń najsłabiej wyznaczalnych punktów sieci kontrolnej przy założeniu minimalnej dopusz - czanej liczby punktów stałych, z uwzględnieniem treści punktu 2.6.1.4. Do uznania projektu technicznego za po - prawny niezbędne jest, aby możliwe do uzyskania dokładnoś - ci wyznaczeń ustalone w wyniku wstępnej analizy dokładnoś - ciowej spełniały wymagania określone w 3.2.1.2.

3.2.2.3. Projekt wykonawczy - opracowuje się w przypadku, gdy bez - pośrednio przed realizacją projektu /zabudową punktów sie - ci/ pojawiają się wątpliwości, czy ewentualne zmiany pro - jektu budowlanego i projektu zagospodarowania terenu lub ewentualnie stwierdzone niezgodności realizacji budowy z tymi projektami nie wpłyną szkodliwie na możliwość wykona - nia pomiarów w sieci założonej zgodnie z jej projektem technicznym.

Projekt wykonawczy może zawierać zmiany w stosunku do pro - jektu technicznego w rozmieszczeniu i sposobie powiązania

punktów, których rozmieszczenie budzi wyżej omówione wątpliwości.

Korekty powinny być dokonane tak, aby nie uległa obniżeniu dokładność wyznaczania przemieszczeń określona w wyniku wstępnych analiz dokładności projektu technicznego.

3.2.3. Koordinacje projektów sieci kontrolnych z projektami budowlanymi.

3.2.3.1. Ze względu na organizację i terminy opracowanie założeń techniczno-ekonomicznych obiektu oraz wstępnego projektu sieci kontrolnych przeplata się w czasie. Dotyczy to również równocześnie wykonywanego projektu inwestycji i technicznego projektu sieci kontrolnych.

W związku z tym zachodzi potrzeba dobrego skoordynowania przebiegu prac projektowych. Potrzeba taka wynika z faktu, że na odpowiednie projekty rozmieszczenia punktów kontrolowanych i projekty sieci kontrolnych mają dominujący wpływ aktualne dane założeń techn.-ekon. i projektu budowlanego oraz projektu zagospodarowania terenu i planu budowy.

Z drugiej strony w pewnym stopniu szczegóły projektu budowlanego są też uzależnione od danych projektu rozmieszczenia i projektu sieci kontrolnych.

3.2.3.2. W celu poprawnego skoordynowania przebiegu prac należy dążyć do opracowywania w/w projektów w jednym biurze projektowym, zatrudniającym również geodetów - projektantów. W przypadku takim geodeci-projektanci muszą ściśle współpracować z geodetami-wykonawcami pomiarów na terenie budowy rozpatrywanego obiektu, uzgadniając wzajemnie wszystkie propozycje

dotyczące rozwiązań projektowych w zakresie sieci kontrolnych. Wynika to stąd, że niektóre pomiary przemieszczeń rozpoczynają się już w fazie poprzedzającej opracowanie projektów sieci kontrolnych /badania osuwisk i podłoża w rejonie przyszłej budowy/. Ponadto geodeta-wykonawca po - miarów przebywający stale na terenie budowy ma znacznie lepsze rozeznanie w aktualnym stanie zagospodarowania terenu i może służyć projektantowi wieloma cennymi informacjami lub nawet wskazówkami co do wyboru rozwiązań projektowych w zakresie sieci kontrolnych. Wreszcie trzeba wspomnieć, że znaki sieci kontrolnych powinny w dużym stopniu pokrywać się ze znakami sieci realizacyjnej, która jest projektowana i zakładana z uwzględnieniem odmiennych wymagań, określonych w rozdziale 1.

3.2.3.3. Wobec wzajemnego przeplatania się w czasie wykonywania związanych ze sobą technicznych projektów: budowlanego, zagospodarowania terenu, rozmieszczenia punktów kontrolowanych i urządzeń p-k oraz sieci kontrolnych, należy ściśle przestrzegać zasadę, że uzgodnione fragmenty rozwiązań w poszczególnych projektach nie powinny być w dalszym ciągu projektowania zmieniane, a jeśli taka konieczność zachodzi, to wprowadzenie zmian wymaga ponownego uzgodnienia lub co najmniej powiadomienia stron o tych zmianach.

3.3. Ogólne zasady prowadzenia prac polowych

3.3.1. Stabilizowanie znaków i urządzeń p-k.

3.3.1.1. Stabilizowanie znaków i urządzeń powinno być wykonywane w terminach ustalonych przez program stabilizacji wg 2.2.2. z zachowaniem wymagań wg 2.2.3., 2.3.1., 2.5.1., 2.7.1.

3.3.1.2. Stabilizowanie znaków i urządzeń p-k powinno być zgodne z następującymi, ogólnymi zasadami:

- 1/ Wszystkie znaki i urządzenia wbudowywane w gruntowe części badanego obiektu oraz podłoże gruntowe powinny spełniać warunki:
 - a/ powinny być trwale połączone z budowlą lub podłożem w przewidywanym przez projekt miejscu łączenia /np. stopa reperu/ i wolne od wpływu przemieszczeń innych otaczających fragmentów budowli lub podłoża /np. repery muszą być wolne od wpływu parcia gruntu na ich korpusy/,
 - b/ nie mogą wpływać w istotny sposób na zmianę własności wytrzymałościowych obiektu lub podłoża przez fakt ich wbudowania,
 - c/ powinny być zastabilizowane w miejscach zgodnych z odp. projektami.
- 2/ Wszystkie znaki i elementy urządzeń p-k wbudowywane w betonowe i kamienne części badanego obiektu oraz podłoże skalne powinny być z nimi trwale połączone przez zabetonowanie w przygotowanych do tego celu otworach. Przygotowanie otworów może nastąpić przez wykucie lub uformowanie na mokro z zachowaniem następujących warunków:

- a/ miejsca otworów muszą być zgodne z lokalizacją określoną przez projekt rozmieszczenia znaków kontrolowanych i urządzeń p-k lub projekt sieci kontrolnej,
- b/ miejsca i wymiary otworów służących do zabetonowania znaków lub elementów określonego urządzenia muszą gwarantować swobodne wprowadzenie zabetonowywanych elementów, przy wzajemnym ich rozmieszczeniu zgodnym z projektem znaku lub urządzenia i jego instrukcją obsługi,
- c/ przed zabetonowaniem otwory muszą być dokładnie oczyszczone, zwłaszcza z tłuszczu i kawałków drewna.

3.3.2. Wykonywanie pomiarów przygotowawczych.

- 3.3.2.1. Po zastabilizowaniu każdego znaku lub urządzenia należy wykonać pomiar mający na celu określenie jego współrzędnych i rzędnej w układzie sieci realizacyjnej obiektu i w układzie wyznaczanych przemieszczeń /układzie sieci kontrolnej/. Ponadto należy wykonać pomiar mający na celu określenie w tych układach kierunków składowych mierzonych przy użyciu wahadła, szczelinomierzy, tensometrów oraz orientacji zmian nachylenia mierzonych przy użyciu klinometrów.
- 3.3.2.2. Do pomiarów przygotowawczych zalicza się również pomiary inwentaryzacyjne stanowisk pomiarowych, to jest wszelkich szczegółów w przestrzeni otaczającej znak lub urządzenie, przeznaczonej do wykonywania pomiarów oraz pomiary określające uzyskane podstawowe wymiary znaku lub urządzenia /np. głębokość posadowienia reperu, głębokość posadowienia słupa, wysokość świeżego nasypu wokół słupa, wysokość słupa nad powierzchnią terenu, jego średnice na poszczególnych

poziomach, głębokość zakotwienia zabetonowywanych elemen -
tów znaków i urządzeń p-k itp./.

3.3.2.3. Wyniki wyznaczeń wg 3.3.2.1. i 3.3.2.2. należy wykorzystać do:

- 1/ wniesienia zastabilizowanych znaków i urządzeń oraz stanowisk pomiarowych na mapę inwentaryzacyjną powsta -
jącego obiektu /inwentaryzacja w toku/,
- 2/ wniesienia na metryki poszczególnych znaków i urządzeń,
- 3/ wstępnych obliczeń, mających na celu przygotowanie sta -
łej części danych do okresowego obliczania przemiesz -
czeń /tabele współczynnikowe równań poprawek, krako -
wiany transformacyjne itp./.

3.3.2.4. Pomiarów przygotowawczych w wyżej określonym zakresie odnoszą się do wszelkich znaków i urządzeń p-k przeznaczonych do kontroli poprawności pracy i stanu bezpieczeństwa rozpa -
trywanego obiektu /nie tylko do wyznaczania przemieszczeń i odkształceń ale i do innych rodzajów badań jak poziomy wody, ciśnienie, filtracja, temperatura, tensometryczne po -
miary odkształceń itp./.

Pomiar przygotowawczy odnoszący się do każdego znaku lub urządzenia należy wykonać natychmiast po jego zastabilizo -
waniu lub w trakcie stabilizowania. Warunek ten należy przestrzegać zwłaszcza w odniesieniu do tych urządzeń, które zostają po zastabilizowaniu częściowo lub całkowicie zakryte /stopa i korpus reperu, tensometry strunowe stabili -
zowane w korpusie betonowym itp./.

3.3.2.5. Dokładności pomiarów przygotowawczych należy dostosować do wymagań wynikających z ich przeznaczenia określonego w 3.3.2.3. Wyznaczane współrzędne i rzędne oraz kierunki wg 3.3.2.1. odnoszą się do punktów i elementów znaku lub

urządzenia, które należy oznaczyć na szkicu zawartym w metryce.

3.3.2.6. Nie wolno wykorzystywać do celów określonych w 3.3.2.3. danych z projektów zamiast danych wynikających z pomiarów przygotowawczych:!

3.3.3. Wykonanie pomiaru wyjściowego

3.3.3.1. Pomiar wyjściowy należy wykonać zgodnie z 2.3.2.3. dwu - krotnie, /w dwu bezpośrednio po sobie następujących cyklach pomiarowych/. Termin pomiaru wyjściowego należy uzgodnić z projektantem i inwestorem.

3.3.3.2. Podczas wykonywania pierwszego cyklu pomiaru wyjściowego należy zwrócić szczególną uwagę na wszelkie nieprzewidziane uprzednio okoliczności utrudniające wykonanie pomiaru lub wpływające na obniżenie technicznej wartości wyników. Okoliczności te należy zanotować i przeanalizować w celu wyeliminowania lub ograniczenia ich wpływu na przebieg i wyniki drugiego cyklu pomiaru wyjściowego. Można to osiągnąć przez zmiany w systemie pomiaru /zmiany kolejności pomiaru na poszczególnych stanowiskach lub fragmentach sieci stosownie do warunków atmosferycznych i warunków ruchu budowlanego/ lub przez polepszenie warunków pomiaru /poszerzenie przecinek i usunięcie niektórych przeszkód, okresowe wyłączenie źródeł zakłóceń powodujących utrudnienie lub obniżenie wartości pomiarów, szczegółowe korekty tras ciągów niwelacyjnych, rezygnacja z niektórych celowych w sieci trygonometrycznej lub uzyskanie celowych dodatkowych itp./.

3.3.3.3. Przebieg drugiego cyklu pomiaru wyjściowego powinien uwzględniać doświadczenia uzyskane podczas pierwszego cyklu, to znaczy powinien być skorygowany w celu ograniczenia do minimum szkodliwych wpływów utrudniających pomiar i obniżających techniczną wartość wyników. Wszelkie istotne informacje na temat przebiegu drugiego cyklu pomiaru wyjściowego powinny być podane w sprawozdaniu technicznym, stanowią one bowiem podstawę do określania przebiegu dalszych pomiarów okresowych, Za informacje istotne należy uważać takie, które umożliwiają odtworzenie: kolejności wykonania pomiarów na poszczególnych stanowiskach, ciągach i fragmentach sieci, czasu trwania, pory dnia i warunków atmosferyczno-ruchowych przy tych pomiarach, numery sygnałów tarczowych i łąk ustawianych w poszczególnych punktach, zakres i sposób wyłączenia źródeł zakłóceń itp. Przy ustaleniu, które informacje w konkretnych warunkach są istotne należy brać pod uwagę szczegółowe zalecenia metodyczne dotyczące wykonywania poszczególnych rodzajów pomiarów, podane w lit. [4] , [6] , [14] , [15] , [16] , [21] . Pomiar wyjściowy, podobnie jak dalsze pomiary okresowe powinien być wykonany zgodnie z ogólnymi wymaganiami określonymi w 2.1. oraz zasadami podanymi w w/w literaturze. Przy jego wykonaniu należy też brać pod uwagę wymagania podane w 3.3.4.2. 1/ dotyczące kontroli wyników.

3.3.4. Wykonywanie pomiarów okresowych.

3.3.4.1. Pomiary okresowe należy wykonywać w zasadzie w terminach ustalonych w programie wg 2.2.2.3. z uwzględnieniem wymagań

określonych w 2.3.2., 2.4.1., 2.5.2. Przed każdym pomiarem okresowym należy sprawdzić stan znaków geodezyjnych, instrumentów, sprzętu pomiarowego i urządzeń p-k i w przypadku, gdy wymaga on poprawienia, wykonać odpowiednie czynności związane z przygotowaniem do pomiaru. Należy również zapoznać się /dla przypomnienia/ ze sprawozdaniem technicznym z pomiaru wyjściowego, zwłaszcza w części określającej przebieg tego pomiaru, w celu wykonywania aktualnego pomiaru okresowego w miarę możliwości w podobnej kolejności i podobnych warunkach. W związku z tym należy też sprawdzić, czy i w jakim stopniu podczas pomiaru aktualnego możliwe jest zachowanie warunków podobnych jak przy pomiarze wyjściowym /szerokości przecinek, dostępność tras pomiarowych, możliwość wyłączenia szkodliwych źródeł zakłóceń wpływających na przebieg i wyniki pomiarów itp./. Oczywiście nie można liczyć na identyczność warunków podczas poszczególnych pomiarów okresowych, zwłaszcza wówczas, gdy pomiar wyjściowy zostaje wykonany jeszcze w fazie budowy a dalsze pomiary w fazie budowy, rozruchu i eksploatacji. Jednak należy dążyć do tego, aby najbardziej istotna dla wyników część warunków pomiarów była podobna.

3.3.4.2. Pomiary okresowe należy wykonywać zgodnie z ogólnymi wymaganiami określonymi w 2.1. i z szczegółowymi zaleceniami metodycznymi, wg pozycji literatury podanych w 3.3.3.3. Należy zwrócić przy tym szczególną uwagę na kontrolowanie wyników pomiaru w czasie jego wykonywania, ponieważ po upływie czasu przeznaczanego na wykonanie pomiaru okresowego mierzone wielkości mogą ulec zmianom pod wpływem zachodzących ~~przemian i odkształceń~~ i z tego powodu kontrola

wykonana po tym czasie może nie być skuteczna ani miarodajna.

3.3.4.3. Kontrola wyników dokonywana w terenie podczas pomiaru okresowego obejmuje:

- 1/ sprawdzenie stopnia zgodności wyników pomiaru w poszczególnych seriach,
- 2/ sprawdzenie warunków jakie powinny być spełnione przez odpowiednie proste funkcje różnic wyników pomiaru aktualnego i wyjściowego /zmiany różnic wysokości na odcinkach między reperami stałymi i w zamkniętych oczkach, niezamknięcia różnic kątów w trójkątach itp./,
- 3/ sprawdzenie prawdopodobności uzyskanych wyników pomiaru aktualnego w zestawieniu z wynikami pomiaru wyjściowego i wynikami innych rodzajów badań.

Kontrolę wg punktu 1/ należy wykonywać przez obliczanie błędów pomiaru na podstawie wyników z poszczególnych serii i porównanie uzyskanych błędów z ich wielkościami uznawanymi w danej metodzie, przy danych instrumentach i warunkach pomiaru za dopuszczalne. W przypadku otrzymania błędów nadmiernych w świetle takiego porównania, należy wykonać dodatkowe pomiary w celu określenia przyczyny zbyt dużych rozbieżności i w celu zwiększenia dokładności końcowego rezultatu pomiaru okresowego.

Kontrolę wg punktu 2/ należy przeprowadzać z wykorzystaniem wyników skontrolowanych zgodnie z punktem 1/. Należy podkreślić, że pozytywny wynik kontroli wg punktu 1/ nie musi oznaczać, że wyniki pomiaru są poprawne, bowiem kryteria oceny wewnętrznej zgodności wyników z poszczególnych serii nie obejmują kontroli wpływów systematycznych. Tak więc wynik kontroli wg punktu 2/ należy uznawać za nadrzędny w

stosunku do wyniku kontroli wg punktu 1/.

Kontrolę wg punktu 3/ przeprowadza się w tych przypadkach, gdy stwierdzone zmiany wyników osiągnęły duże wartości, nieoczekiwane w świetle warunków, w jakich aktualnie znajduje się obiekt i w świetle innych rodzajów badań. Ma ona na celu głównie wyeliminowanie złych wyników pomiarów nie dających się skontrolować wg punktu 1/ lub 2/. Np. w przypadku, gdy zaobserwowana duża zmiana odczytu wahała nie wydaje się uzasadniona stwierdzonymi zmianami poziomu zwierciadła wody górnej, zmianami temperatury betonu i innymi zmianami, należy sprawdzić, czy wynik ten nie jest spowodowany zaczepieniem drutu wahała lub innym uszkodzeniem czy też niekorzystnym wpływem /np.przeciąg/.

Przy kontroli wg punktu 3/ należy zwracać baczna uwagę na możliwość zasugerowania się, bowiem nie można wykluczyć, że wyniki, które wydają się nieprawdopodobne zostały uzyskane poprawnie i oddają stan faktyczny.

3.3.4.4. Podczas pomiarów kontrolę wg punktu 1/ wykonuje sekretarz zespołu pomiarowego. Sekretarz nie może podawać obserwatorowi wartości wyników pomiaru, które budzą jego wątpliwości, natomiast ma obowiązek natychmiastowego sygnalizowania konieczności powtórzenia określonych pomiarów. Sekretarz może po zanotowaniu wyników dyktowanych przez obserwatora porównać je z wynikami pomiaru wyjściowego, jednak nie może informować obserwatora w trakcie pomiaru o wynikach pomiaru wyjściowego a jedynie powinien sygnalizować przypadki większych rozbieżności. Kontrolę wg punktów 2 i 3 wykonuje obserwator natychmiast po zakończeniu cyklu pomiaru lub odpowiedniej jego części dającej możliwość zastosowania tej

kontroli. Wyniki kontroli wg punktu 3 powodujące wątpliwość powinny być przekonsultowane z wykonawcami innych rodzajów pomiaru /nie geodezyjnych/ w celu wyjaśnienia, czy nie są spowodowane nieporozumieniem co do czasu wykonania pomiarów lub co do ich znaczenia.

- 3.3.4.5. Wykonawca powinien dbać o to, aby ocena poprawności wyników jak też decyzje dotyczące ewentualnego powtórzenia pomiarów były możliwie obiektywne, tj. wolne od wpływu poglądu wykonawcy na temat oczekiwanych wartości wyników. Zadaniem wykonawcy jest zarejestrować stan faktyczny wolny od podświadomego nawet wpływu własnego przekonania o oczekiwanych wartościach wyników.

3.4. Ogólne zasady prowadzenia prac kameralnych.

Prace kameralne, związane z wyznaczaniem przemieszczeń dzieli się pod względem czasu ich wykonania na dwie grupy:

- 1/ prace przygotowawcze, wykonywane zazwyczaj bezpośrednio po pomiarze wyjściowym a przed zakończeniem aktualnego pomiaru okresowego, obejmujące przygotowanie wszelkich zestawień liczbowych, schematów obliczeniowych i podkładów do graficznego przedstawiania przemieszczeń, oparte na niezmienniej części danych dotyczących sieci kontrolnej, mające na celu ograniczenie do minimum czasu prac kameralnych, wykonywanych po każdym pomiarze okresowym,
- 2/prace okresowe, wykonywane po każdym pomiarze okresowym, obejmujące kameralną kontrolę wyników pomiaru, identyfikację punktów stałych lub kontrolę ich stałości, obliczenie i przedstawienie przemieszczeń, obliczenie błędów wyznaczonych przemieszczeń oraz obliczenia służące do geometrycznej interpretacji wyznaczonych przemieszczeń.

Prace kameralne wykonywane bezpośrednio po pomiarze wyjściowym obejmują mniejszą lub większą część prac przygotowawczych w zależności od tego, czy przewiduje się, że sieć kontrolna zachowa przy dalszych pomiarach swą strukturę, czy też będzie ulegać pewnym zmianom pod wpływem utraty niektórych punktów i wizur lub pod wpływem planowanej rozbudowy sieci. Z tego powodu w okresie budowy prace kameralne po pomiarze wyjściowym obejmują znacznie mniejszy zakres aniżeli w okresie eksploatacji obiektu, kiedy to zmiany struktury sieci są mało prawdopodobne. W dalszym tekście prace przy -

gotowawcze będą oznaczone literą /P/ zaś prace okresowe literą /O/.

3.4.1. Obliczanie przemieszczeń poziomych związane z użyciem sieci trygonometrycznej lub liniowo-kątowej /wyznaczane Δx , Δy /.

3.4.1.1. Prace obliczeniowe obejmują:

- 1/ zestawienie różnic wyników pomiarów okresowych /O/,
- 2/ wstępne obliczenie przemieszczeń przy dostosowaniu sieci kontrolnej do minimalnej ilości elementów dostosowania /por.[7] , [11] /,
- 3/ identyfikację punktów stałych lub kontrolę stałości,
- 4/ przeliczenie przemieszczeń przy dostosowaniu sieci do wszystkich punktów zidentyfikowanych jako stałe,
- 5/ obliczenie M_0 i błędów wyznaczonych przemieszczeń.

Powyższy przebieg obliczeń dotyczy założonych sieci o zwartej strukturze, natomiast w sieciach o uproszczonej strukturze, typu wielokrotnego wciągnięcia wstecz, na podstawie różnic wyników przeprowadza się identyfikację poruszonych punktów odniesienia i oblicza się przemieszczenia oraz błędy przemieszczeń bez wykorzystania poruszonych pktów odniesienia [14] , [16] .

3.4.1.2. W celu wykonania obliczeń można posłużyć się różnymi sposobami i środkami obliczeniowymi. Aktualnie mogą mieć zastosowanie trzy podstawowe sposoby okresowego /O/ obliczania przemieszczeń:

- 1/ a. Wstępne obliczenie przemieszczeń i ich błędów na arytmetyczne metodą spostrzeżeń pośredniczących przy użyciu wcześniej zestawionych tabel współczynnikowych:

- równań poprawek, równań normalnych, pierwiastka krakowianowego równań normalnych, współczynników Q_{ij} , /P/ oraz przy użyciu zestawienia różnic wyników po - miarów okresowych /O/,
- b. identyfikacja punktów stałych i przeliczenie wstępnie obliczonych przemieszczeń metodą transformacji przemieszczeń, przy użyciu wzorów na transformację i schematów z podanymi współrzędnymi punktów /P/ oraz wstępnie obliczonymi przemieszczeniami /O/ oraz obliczenie błędów punktów dostosowania.
- 2/ a. Wstępne obliczenie przemieszczeń na arytmetrze metodą spostrzeżeń pośredniczących przy użyciu wcześniej zestawionego krakowianu transformującego różnice po - miarów okresowych na składowe przemieszczenia /P/ i przy użyciu zestawienia różnic wyników pomiarów okre - sowych /O/ oraz obliczenie błędów przemieszczeń przy użyciu wcześniej zestawionych równań poprawek i współ - czynników Q_{ij} /P/ i wspomnianego zestawienia róż - nic wyników pomiarów okresowych /O/ ,
- b. identyfikacja punktów stałych przy użyciu zestawionych wcześniej krakowianów transformujących wstępnie obli - ozone przemieszczenia przy zmieniających się parach punktów dostosowania /P/ i przy użyciu wstępnie obliczonych przemieszczeń /O/, przeliczenie metodą transformacyjną wstępnie obliczonych przemieszczeń przy dostosowaniu sieci do zidentyfikowanych punktów stałych.
- 3/ Wykonanie obliczeń wg punktów 2-5 /3.4.1.1./ przy użyciu maszyny elektronicznej na podstawie wcześniej opracowa - nego programu, np. wydziurkowanego na taśmie wraz ze

stałą częścią danych dotyczących sieci kontrolnej, obejmujących: numery punktów, współrzędne, informacje o rodzajach okresowo mierzonych wielkości i informacje o sposobie powiązania punktów pomiarami /P/ i przy użyciu zestawienia różnic wyników pomiarów okresowych /O/ wydzielonego na taśmie.

3.4.1.3. Sposoby wymienione w 3.4.1.2. charakteryzują się następującymi walorami i usterkami, które trzeba aktualnie brać pod uwagę przy dokonywaniu wyboru jednego z nich:

Sposób 1 jest w najmniejszym stopniu czuły na zmiany struktury sieci, bowiem daje możliwość elastycznego podziału czynności obliczeniowych związanych z pracami przygotowawczymi na części wykonywane w różnym czasie. W przypadku np. gdy przewiduje się zmiany struktury sieci można poprzestac na zestawieniu po pomiarze wyjściowym jedynie równań po prawek a pozostałe obliczenia przygotowawcze prowadzić równocześnie z kolejnym pomiarem okresowym, tak aby po jego zakończeniu przystąpić do obliczania przemieszczeń. Przy użyciu tego sposobu obliczenia okresowe są dosyć uciążliwe i długotrwałe /całość obliczeń okresowych dotyczących sieci o zwartej strukturze zawierającej 15 punktów odniesienia trwa co najmniej 3 - 4 dni przy zatrudnieniu 2 pracowników prowadzących obliczenia na dwie ręce/. Walorem tego sposobu jest niezależność organizacyjna i niezależność od środków łączności /całość obliczeń można wykonać w biurze terenowym na miejscu pomiarów/. Drugi sposób różni się w skutkach od pierwszego znacznym przyspieszeniem okresowych obliczeń po zakończeniu pomiaru okresowego. Wynika to ze zmniejszenia ilości obliczeń okresowych kosztem zwiększenia ilości obliczeń przygotowawczych, które jednak mogą być wykonane z

wykorzystaniem ETO. Ponadto przy stosowaniu drugiego sposobu uzyskuje się możliwość podziału pracy /nawet kilkanaście osób może prowadzić równoległe fragmenty obliczeń okresowych składające się na wynik końcowy, co nie jest możliwe w sposobie pierwszym/.

Z tego powodu obliczenia okresowe można wykonać sposobem drugim około 4-krotnie szybciej aniżeli sposobem pierwszym, przy czym jednak nakład prac przy obliczeniach przygotowawczych jest w sposobie drugim znacznie większy.

Trzeci sposób umożliwia zaliczenie do prac przygotowawczych tylko ułożenia programu i wydziurkowania go wraz ze stałymi danymi dotyczącymi sieci kontrolnej. W zależności od pojemności pamięci maszyny elektronicznej i od programu, stała część danych może obejmować elementy wymienione w 3.4.1.1. 3/ bądź też wydziurkowane wyniki niektórych dalszych przeliczeń /np. tabela współczynnikowa równań poprawek i równań normalnych/. Całość obliczeń po pomiarze okresowym może być wykonana w bardzo krótkim czasie na podstawie wydziurkowanego uprzednio programu i stałej części danych oraz na podstawie aktualnie wydziurkowanych numerów i wielkości obserwowanych różnic pomiarów okresowych. Całość prac obliczeniowych wraz z wydziurkowaniem można wykonać w ciągu kilku godzin.

Aktualnie niekorzystną cechą obliczeń przy użyciu ETO są trudności w transmisji danych z terenu do ośrodka obliczeniowego i wyników obliczenia w kierunku odwrotnym. Użycie ETO wymaga ustalenia zasad współpracy określonego ośrodka obliczeniowego /lub kilku ośrodków/ z grupami pomiarowymi, wykonującymi pomiary poszczególnych obiektów, w celu za -

gwarantowania możliwości wykonywania obliczeń w ustalonych terminach z uwzględnieniem odchyłań wynikających z zakłóceń przebiegu pomiarów pod wpływem niekorzystnych warunków atmosferycznych lub innych przyczyn.

- 3.4.1.4. Obliczanie składowych przemieszczeń poziomych należy prowadzić w układzie współrzędnych prostokątnych, zorientowanym w taki sposób, że oś Y ma kierunek zgodny z podłużną osią prostoliniowej budowli piętrzącej lub innej i zwrot do prawego brzegu, zaś prostopadła do niej oś X jest zwrócona do wody dolnej. W przypadku gdy obiekt ma w planie kształt łuku, linii łamanej lub inny należy przyjmować kierunek osi Y prostopadłe do kierunku największych przewidywanych przemieszczeń najbardziej narażonego na niebezpieczeństwo odcinka budowli.
- Obliczone w jednolitym układzie współrzędnych przemieszczenia punktów mogą być przeliczane stosownie do potrzeby na składowe w innych układach np. równoległe i prostopadłe do osi obiektu w miejscu rozpatrywanego punktu, równoległe i prostopadłe do kierunku sił zewnętrznych działających na rozpatrywane miejsca obiektu itp. W przypadku np. gdy w sieci trygonometrycznej lub liniowo-kątowej zostały wyznaczone przemieszczenia poziome punktów odniesienia stałej prostej lub prostoliniowego ciągu poligonowego z mierzonymi kątami albo ciągu strzałek, należy obliczyć składowe przemieszczenia prostopadłe do linii łączącej przeciwległe punkty odniesienia tych konstrukcji pomiarowych. W przypadku, gdy metodą stałej prostej wyznacza się składową przemieszczenia punktu kontrolowanego znajdującego się zdala od tej prostej /metoda kąta paralaktycznego, należy również obliczać składową

punktu odniesienia prostopadłą do celowej na punkt kontrolowany.

3.4.2. Obliczanie pojedynczych składowych przemieszczeń poziomych związane z użyciem metody stałej prostej, prostoliniowego ciągu poligonowego lub ciągu strzałek bez okresowo mierzonych odległości między punktami.

3.4.2.1. Przy dokonywaniu tych obliczeń należy dobrze zdawać sobie sprawę, że wyznaczaniu podlega składowa przemieszczeń prostopadła do kierunku celowej, w związku z czym nie należy wyniku wyznaczenia traktować jako wektora przemieszczenia punktu a jedynie jako składową tego wektora. Dlatego nie wolno jej przeliczać na składowe w inaczej zorientowanych układach współrzędnych, tak jak to może mieć miejsce w stosunku do składowych wyznaczanych wg 3.4.1.

3.4.2.2. Obliczenie przemieszczeń zmierzonych metodą stałej prostej obejmuje obliczenie przemieszczeń względnych poszczególnych punktów kontrolowanych w odniesieniu do pionowej płaszczyzny przechodzącej przez punkty odniesienia oraz obliczenie przemieszczeń punktów odniesienia i przeliczenie względnych przemieszczeń punktów kontrolowanych na przemieszczenia bezwzględne z uwzględnieniem przemieszczeń punktów odniesienia. Przy pomiarze z wykorzystaniem tarczy przesuwnej lub nasadki płaskorównoległej obliczenie przemieszczeń względnych wyznaczonych z jednego punktu odniesienia sprowadza się do obliczenia różnic odczytów tarczy lub mikrometru. Przy pomiarze kątów paralaktycznych obliczenie polega na pomnożeniu różnic okresowo mierzonych kątów przez jednorazowo zmierzone lub obliczone odległości od punktu odniesienia do odpowied -

nich punktów kontrolowanych. Obliczenie przemieszczeń punktów kontrolowanych z uwzględnieniem wyników uzyskanych z obu końców stałej prostej /z obu punktów odniesienia/ polega na obliczeniu ogólnej średniej arytmetycznej z uwzględnieniem różnic dokładności stosownie do różnic odległości poszczególnych punktów kontrolowanych od obu punktów odniesienia. Przeliczenie przemieszczeń względnych na bezwzględne może być dokonane analitycznie lub graficznie. Sposoby prowadzenia obliczeń są omówione w [16] .

3.4.2.3. Do obliczenia przemieszczeń wyznaczanych metodą prosto - liniowego ciągu poligonowego z mierzonymi kątami lub strzałkami można posłużyć się metodą analityczną lub graficzną, określając kolejno przemieszczenia względne i bezwzględne z uwzględnieniem przemieszczeń punktów odniesienia lub określając bezpośrednio przemieszczenia bezwzględne. W każdym przypadku niezbędne jest obliczenie różnic między okresowo mierzonymi kątami lub strzałkami.

W celu obliczenia przemieszczeń punktów kontrolowanych metodą analityczną najkorzystniej jest zestawić tabelę współczynnikową układu równań poprawek, równań normalnych i pierwiastka krakowianowego równań normalnych /P/. Układ powinien obejmować równania poprawek różnic kątów lub strzałek oraz równania poprawek przemieszczeń obu punktów odniesienia. Obliczenie przemieszczeń polega na podstawieniu do układu obliczonych różnic okresowo mierzonych kątów lub strzałek oraz wyznaczonych /por. 3.4.1.4./ składowych przemieszczeń punktów odniesienia /O/ i wykonanie odpowiednich obliczeń w układach równań normalnych i pierwiastka krakowianowego tych równań. Graficzne określenie przemieszczeń

przy wykorzystaniu wyznaczonych różnic strzałek zostało omówione w [6].

W przypadku, gdy pragniemy sposobem graficznym wyznaczyć przemieszczenia punktów w ciągu z mierzonymi kątami należy uprzednio przeliczyć wyznaczone różnice kątów na odpowiednie różnice strzałek lub inne elementy liniowe.

3.4.2.4. Wszystkie obliczenia należy prowadzić w układzie współrzędnych prostokątnych, którego oś OY przechodzi przez punkty odniesienia ograniczające obustronnie stałą prostą lub ciąg. W przypadku gdy punkty kontrolowane stałej prostej są od niej oddalone /przy pomiarze za pomocą kątów np. na zapo - rach łukowych/ obliczenia należy prowadzić w układach biegunowych o początkach w punktach odniesienia i kierunkach wyjściowych przechodzących przez przeciwległe punkty odniesienia.

3.4.3. Obliczanie przemieszczeń pionowych związane z użyciem metody niwelacji geometrycznej /lub hydrostatycznej/.

3.4.3.1. Na obliczenie składa się:

- 1/ Identyfikacja stałych reperów sieci kontrolnej,
- 2/ Obliczenie przemieszczeń przy dostosowaniu sieci do reperów stałych,
- 3/ Obliczenie błędów przemieszczeń oraz błędów oceny stałości punktów stałych.

3.4.3.2. Jak wynika z 3.4.3.1. tok obliczeń jest tu odmienny od toku obliczenia przemieszczeń poziomych. Wynika to z większej prostoty związków między obserwowanymi różnicami a wyznaczanymi przemieszczeniami, co pozwala na identyfikowanie

punktów stałych na podstawie analizy niewyrównanych zmian różnic wysokości na poszczególnych ciągach i zespołach ci ów sieci kontrolnej. Z tego powodu unika się też wstępnego obliczania przemieszczeń i późniejszego ich przeliczania z uwzględnieniem wyników identyfikacji a oblicza się przemieszczenia od razu w stosunku do reperów zidentyfikowanych jako stałe. Obliczenie może być dokonane przy założeniu całkowitej nieruchomości punktów stałych lub przy uwzględnieniu możliwości drobnych ich przemieszczeń w granicach błędów oceny stałości. W tym ostatnim przypadku uzyskuje się możliwość ocenienia po wyrównaniu nie tylko błędów wyznaczonych przemieszczeń punktów poruszonych ale również błędów określenia nieruchomości reperów stałych.

Uwzględnienie przy obliczaniu możliwości drobnych przemieszczeń punktów stałych prowadzi ponadto do zwiększenia dokładności wyznaczenia przemieszczeń punktów kontrolowanych /choć jednocześnie ocena dokładności wyznaczenia przy takim postępowaniu wskazuje na pewne obniżenie dokładności wskutek założenia określonych błędów punktów stałych/. Szczegółowe omówienie postępowania przy obliczaniu przemieszczeń pionowych zawarte jest w literaturze [4], [16] [23] .

3.4.4. Obliczenia związane z użyciem urządzeń pomiarowo-kontrolnych

3.4.4.1. W zasadzie większość urządzeń pomiarowo-kontrolnych nie ma bezpośredniego powiązania z sieciami kontrolnymi w sensie geodezyjnym, dającego możliwość wykorzystania ich wskazań do obliczania bezwzględnych wielkości przemieszczeń.

W związku z tym w przypadku braku takich powiązań obliczenia sprowadzają się do wypełnienia odpowiednich dzienników pomiarowych poszczególnych urządzeń zgodnie ze wskazówkami podanymi w instrukcji obsługi urządzenia, w celu określenia różnicy wyników pomiarów okresowych rozpatrywanym urządzeniem. Załączniki nr nr 1-4 zawierają wzory odpowiednich dzienników pomiaru i obliczenia, służące do dokumentowania pomiarów przy użyciu szczelinomierzy, klinometru bazowego, klinometru nasadkowego, wahadła.

3.4.4.2. W przypadku, gdy urządzenia p-k są włączone bezpośrednio do sieci, można je wykorzystać do obliczania przemieszczeń przez ułożenie odpowiednich równań poprawek różnic wielkości mierzonych okresowo za ich pomocą i włączenia tych równań do układu sieci kontrolnej. Może to nastąpić np. w przypadku, gdy metodą stałej prostej wyznacza się przemieszczenia punktów na koronie zapory, które znajdują się w miejscach uchwytów drutów wahadeł, zaś wewnątrz zapory, w galerii przebiega ciąg poligonowy z mierzonymi kątami lub strzałkami, którego niektóre punkty znajdują się w miejscach stanowisk odczytowych wspomnianych wahadeł. Wówczas różnice zaobserwowane metodą stałej prostej, ciągu poligonowego i przy użyciu wahadeł można wykorzystać łącznie w celu obliczenia składowych bezwzględnych przemieszczeń punktów ciągu poligonowego mieszczącego się wewnątrz budowli, w stosowaniu do stałych punktów, w stosunku do których określono składowe bezwzględnych przemieszczeń punktów odniesienia stałej prostej. Sposób prowadzenia obliczeń związanych z tego rodzaju powiązaniem różnych metod jest omówiony w [6] .

3.4.5. Identyfikacja i ocena stałości punktów stałych.

3.4.5.1. Identyfikowanie punktów stałych i ocena ich stałości sta -
nowią najtrudniejszą i najbardziej odpowiedzialną część
procesów obliczeniowych omówionych skrótowo w punktach
3.4.1.-3.4.3. Trudność polega na tym, że w wielu przypad -
kach wzory i kryteria stosowane do identyfikacji i oceny
stałości nie przynoszą całkowicie jednoznacznych rezulta -
tów, zwłaszcza wtedy, gdy przemieszczenia punktów stałych
nieznacznie tylko przekraczają błędy określenia stałości.
Wymaga to nie tylko umiejętności posługiwania się tymi
wzorami i rachunkowymi kryteriami stałości lecz również
posiadania bogatego doświadczenia, umożliwiającego traf -
nie wykorzystać dodatkowe informacje o stanie punktów sta -
łych.

3.4.5.2. Decyzję o tym, czy określone punkty odniesienia należy
uznać za stałe i przyjąć do dostosowania sieci kontrolnej
przy obliczaniu przemieszczeń punktów poruszonych, należy
podejmować z uwzględnieniem następujących czynników:

- 1/ stwierdzenia na drodze rachunkowej przy zastosowaniu
kryteriów stałości wykorzystujących różnice okresowych
pomiarów, że określony zespół punktów odniesienia wy -
kazał rozpatrywane cechy niezmienności wzajemnego po -
łożenia w momencie pomiaru aktualnego w stosunku do
stanu przy pomiarze wyjściowym,
- 2/ stwierdzenia w drodze bezpośredniego przeglądu w tere -
nie, że stabilizacja tych punktów nie uległa widocznemu
uszkodzeniu ani naruszeniu w stosunku do miejsca wbudo -
wania,

3/ sprawdzenia, czy nie zaistniały przyczyny dla których zachowanie stałości położenia tych punktów jest mało prawdopodobne /np. widoczne naruszenie podłoża, w którym został zastabilizowany punkt/.

Trzeba podkreślić z naciskiem, że samo zastosowanie rachunkowych kryteriów stałości wg punktu 1/ nie jest wystarczające dla upewnienia się, że stałość punktów została stwierdzona poprawnie ponieważ:

1/ kryteria te opierają się na sprawdzeniu niektórych tylko przesłanek stałości położenia /np. w sieci trygonometrycznej tylko na zachowaniu podobieństwa rzutów poziomych figur utworzonych przez zespół punktów/,

2/ stwierdza się niektóre cechy niezmienności wzajemnego położenia punktów tylko w momentach pomiaru wyjściowego i aktualnego, gdy tymczasem stan taki może zaistnieć przypadkowo wskutek tego, że poruszające się punkty w tych właśnie momentach zajęły identyczne pozycje.

W przypadku, gdy uznamy za stałe punkty poruszone lecz spełniające przypadkowo rozpatrywane rachunkowe kryteria stałości i użyjemy je do dostosowania sieci, całość obliczeń będzie sprawiała wrażenie poprawności pomimo, że przemieszczenia punktów poruszonych będą wówczas obliczone błędnie. Szczegółowe uwagi na ten temat zawarte są w literaturze [7] , [8] , [11] .

3.4.6. Kameralna kontrola i ocena dokładności pomiarów i obliczeń

3.4.6.1. W trakcie obliczeń i po ich zakończeniu przeprowadza się kontrole poprawności wyników pomiarów i obliczeń. Przy obliczeniach przygotowawczych należy sprawdzać poprawność

wyznaczenia położenia zastabilizowanych znaków i urządzeń p-k przez porównanie wyników pomiarów przygotowawczych uzyskanych na różnych drogach /z obserwacjami nadliczbowymi/. Należy również sprawdzać obliczone i zestawione stałe dane dotyczące sieci kontrolnej, wykorzystywane następnie do obliczeń okresowych. Szczególnego podkreślenia wymaga konieczność uzupełnienia stałych danych o elementy umożliwiające sprawdzanie przy obliczeniach okresowych, czy zestawione stałe dane zostają odczytane i wykorzystane poprawnie, bowiem mogą one stać się po pewnym czasie słabo czytelne wskutek częstego używania /zatarcie, wywabienie/ co przyczynia się do powstawania przy obliczeniach okresowych błędów bardzo trudnych do wykrywania.

3.4.6.2. Podczas obliczeń okresowych należy stosować kontrole poszczególnych etapów rachunku, gwarantujące przystępowanie do etapów dalszych po sprawdzeniu wcześniejszych. Kontrole prac czysto rachunkowych opierają się głównie na spełnianiu odpowiednich sum kontrolnych w poszczególnych typach rozwiązywanych równań i powinny być spełniane w granicach dokładności określonych zgodnie z zasadami Bradis-Kryłowa. Zgodności wyników niektórych etapów obliczeń wynikają nie tylko z warunków czysto rachunkowych ale również z poprawności i dokładności wyników pomiaru lub z założeń przyjętych przy obliczeniach. W tym wypadku kontrole obejmują ocenę wielkości poprawek wyrównawczych i błędów po wyrównaniu. Kontrola polega wówczas na porównaniu wielkości uzyskanych z wielkościami oczekiwanymi. Należy zwłaszcza zwracać uwagę na wielkość błędu m_0 typowej różnicy spostrzeżeń po wyrównaniu powstałą w wyniku obliczenia przemieszczeń przy dostosowaniu do punktów zidentyfikowanych jako stałe,

wielkość ta kształtuje się bowiem pod łącznym wpływem błędów różnic pomiarów okresowych jak też błędów oceny stałości punktów przyjętych do dostosowania. Ponieważ błąd m_0 powstaje w wyniku wyrównania różnic w całej sieci, należy oczekiwać, że np. w sieci trygonometrycznej będzie on nieco większy od błędu typowego spostrzeżenia /różnicy spostrzeżeń/ obliczonego na podstawie błędów określanych przy wyrównaniach stacyjnych pomiaru wyjściowego i aktualnego. Jednak znaczna przewaga wielkości m_0 nad odpowiednim błędem obliczanym z wykorzystaniem danych z wyrównań stacyjnych może świadczyć o tym, że niektóre różnice pomiarów okresowych są obciążone dużymi błędami systematycznymi, o dostosowaniu sieci do punktów wykazujących przemieszczenia lub o popełnieniu błędów rachunkowych, co wymaga ponownego przeanalizowania i ewentualnego powtórzenia obliczeń okresowych. Wielkość błędu m_0 powinna być też w przybliżeniu zgodna z wielkością uznaną za poprawną przy wstępnej analizie dokładnościowej.

3.4.6.3. Podczas obliczeń okresowych może się okazać, że niezmiennosc położenia wykazują inne punkty odniesienia, aniżeli to założono przy projektowaniu sieci i wykonywaniu wstępnych analiz dokładnościowych. Z tego powodu należy obliczać błędy wyznaczenia przemieszczeń punktów poruszonych przy dostosowaniu sieci do punktów zidentyfikowanych aktualnie jako stałe i porównywać je z błędami przyjętymi uprzednio za dopuszczalne. Może się okazać, że pomimo poprawnego wykonania pomiarów i obliczeń mniej korzystna ilość i rozmieszczenie punktów stałych sieci kontrolnej powodują obniżenie dokładności wyznaczenia przemieszczeń poniżej dokładności uzgodnionej z projektantem. Wówczas należy to specjalnie

podkreślić w sprawozdaniu z wykonanych pomiarów i obliczeń oraz podjąć kroki w kierunku poprawienia struktury sieci i dokooptowania nowych punktów stałych.

3.4.6.4. W wyniku pomiarów i obliczeń wyznacza się niekiedy przesunięcia blisko siebie położonych punktów kontrolowanych, których wzajemne zachowanie można w przybliżeniu przewidzieć. Wówczas pojawia się możliwość skontrolowania, czy wyznaczone wielkości i kierunki przemieszczeń punktów wchodzących do takich zespołów są w zestawieniu ze sobą prawdopodobne. Np. przemieszczenia poziome punktu kontrolowanego na koronie zapory, wyznaczone metodą stałej próżnej, nie powinny się zbyt różnić od przemieszczeń pobliskiego punktu na ścianie zapory, wyznaczonych metodą trygonometryczną. Podobnie przemieszczenia pionowe dwóch reperów znajdujących się na budowlu jeden nad drugim, mogą się od siebie różnić w granicach uzasadnionych dokładnością wyznaczeń oraz pionowymi odkształceniami właściwymi korpusowi budowlu /jeśli repery nie znajdują się dokładnie w linii pionowej mogą do tego dojść wpływy zmiany nachylenia budowlu/. Takie i temu podobne przypadki wyznaczeń wymagają dodatkowego analizowania, które prowadzi do sprawdzenia, czy wyniki wyznaczania przy użyciu określonych metod i w określonych warunkach nie są obciążone nadmiernymi błędami, nie dającymi się wykryć w toku zasadniczych pomiarów i obliczeń. Jednocześnie analizowanie tych przypadków może przyczynić się do wykrycia nieprzewidzianych zmian, powodujących pozornie mało prawdopodobne wzajemne przemieszczenia bliskich sobie punktów /np. niedostrzegalne wzajemne przemieszczanie się elementów konstrukcji obiektu, na których znajdują się te punkty/.

3.4.7. Obliczenia dla celów geometrycznej interpretacji przemieszczeń.

3.4.7.1. U podstaw dokonywania geometrycznej interpretacji wyznaczonych przemieszczeń stoi fakt, że w wyniku pomiarów nie wyznaczamy przemieszczeń ani odkształceń obiektu badań a jedynie przemieszczenia niektórych jego punktów /kontrolowanych/ lub zmiany miejscowe /zmiany nachylenia lub odkształcenia w określonych miejscach obiektu/. Dopiero w wyniku geometrycznej interpretacji rozciągamy informacje o przemieszczeniach poszczególnych punktów na cały obiekt i podłoże lub ich określone fragmenty. Podstawowym zadaniem geometrycznej interpretacji jest określenie, w jakim stopniu wyznaczone przemieszczenia punktów kontrolowanych świadczą o przemieszczaniu się budowli a w jakim o jej odkształceniu. Można się tu posługiwać w bardziej złożonych przypadkach metodami omówionymi w literaturze [2] , [11] , [20] , natomiast w prostych przypadkach i przy bardziej powierzchniowym dokonywaniu interpretacji nie wydziela się przemieszczeń i odkształceń obiektu lecz tylko interpoluje się przemieszczenia na podstawie przemieszczeń punktów kontrolowanych w celu przybliżonego określenia przemieszczeń powierzchni obiektu między tymi punktami.

3.4.7.2. Do wyznaczenia przemieszczeń obiektu lub jego monolitycznego fragmentu nie podlegającego odkształceniom niezbędne jest wyznaczenie sześciu składowych przemieszczeń, na co najmniej trzech punktach kontrolowanych. W przypadku, gdy obiekt lub jego fragment podlega również odkształceniom, niezbędne jest posługiwanie się większą liczbą punktów kontrolowanych, zależną od stopnia nierównomierności odkształceń

w poszczególnych miejscach obiektu /przy odkształceniach jednorodnych i przemieszczeniach niezbędne jest wyznaczenie dwunastu składowych przemieszczeń, na co najmniej czterech punktach kontrolowanych/. Przemieszczenia obiektu lub monolitycznego fragmentu obiektu tąją określane przez sześć parametrów przemieszczeń a odkształcenia jednorodne przez dalszych sześć parametrów odkształceń obliczanych na podstawie wyznaczonych składowych przemieszczeń punktów kontrolowanych. Wzory obliczeniowe oraz charakterystyka wyznaczanych parametrów i wymagania dotyczące rozmieszczenia punktów kontrolowanych podane są w literaturze [11] , [19] , [20] .

3.4.7.3. W dotychczasowej praktyce zazwyczaj wyznaczeniu podlegają przemieszczenia zbyt małej ilości punktów kontrolowanych, aby można było obliczyć wszystkie parametry przemieszczeń obiektu.

W związku z tym trzeba poprzestać na obliczaniu niektórych tylko parametrów przemieszczeń obiektu i charakterystyk jego odkształceń. Zgodnie z [11] można np. na podstawie wyznaczonych osiadań /przemieszczeń pionowych/ na co najmniej trzech reperach, obliczać pionowe przemieszczenie i zmianę nachylenia obiektu. Przy większej ilości reperów oblicza się też części wyznaczonych przemieszczeń reperów, spowodowane wyłącznie pionowymi odkształceniami powierzchni przechodzącej przez te repery.

3.4.7.4. Obliczanie parametrów przemieszczeń i odkształceń obiektu jest połączone z oceną dokładności ich wyznaczenia na podstawie wykorzystanych do obliczeń, wyznaczonych przemieszczeń punktów kontrolowanych. Umożliwia to dokonanie oceny, czy obliczone wielkości parametrów przemieszczeń i odkształceń

zawierają się w granicach dokładności ich wyznaczenia, czy też przekraczają te granice /czy przemieszczenia i odkształcenia obiektu można uznać za stwierdzone przy uzyskanej dokładności/.

3.5. Ogólne informacje i zalecenia dotyczące stosowania poszczególnych metod, znaków i urządzeń pomiarowo - kontrolnych

3.5.1. Metody wyznaczania przemieszczeń i odkształceń

3.5.1.1. Przy projektowaniu i zakładaniu sieci oraz przy pomiarach należy korzystać z niniejszych ogólnych informacji i zaleceń jak też ze szczegółowych wytycznych metodycznych i katalogu [29], opracowanych w Instytucie Geodezji i Kartografii w ramach porozumienia między Zjednoczeniem Energetyki a Głównym Urzędem Geodezji i Kartografii [XXII].

3.5.1.2. Metoda trygonometryczna - metoda wyznaczania przemieszczeń poziomych za pośrednictwem mierzonych okresowo kątów lub kierunków poziomych.

Struktura sieci trygonometrycznej zależy głównie od ilości i rozmieszczenia stałych punktów odniesienia, możliwości uzyskania wizur, dopuszczalnego okresu czasu wykonywania pomiaru okresowego i wymaganej dokładności wyznaczenia przemieszczeń. Przy dużej ilości stałych punktów odniesienia położonych blisko badanego obiektu i wymaganej dużej szybkości wykonania pomiaru stosuje się sieci o uproszczonej strukturze, wg przykładów na rysunkach 1a, 1b. W sieci typu 1a przemieszczenia każdego pomocniczego punktu odniesienia określa się za pomocą wielokrotnego wcięcia wstecz na co najmniej 5 stałych punktów odniesienia, przy czym wyniki pomiarów okresowych służą też do odszukania wśród stałych punktów odniesienia punktów ewentualnie poruszonych, które nie zostają z tego powodu wykorzystane do obliczenia przemieszczeń pomocniczych punktów odniesienia. W sieci tej punkty kontrolowane są wcinane w przód z co najmniej dwu

pomocniczych punktów odniesienia. W sieci typu 1b przemieszczenia punktów kontrolowanych na obiekcie wyznacza się metodą wielokrotnego wzięcia wstecz w stosunku do stałych punktów odniesienia, bez korzystania z pomocniczych punktów odniesienia. W sieciach typu 1a, 1b nie jest wymagana wyznaczalność stałych punktów odniesienia względem pozostałych punktów sieci. Przy mniejszej liczbie stałych punktów odniesienia lub przy ich większym oddaleniu od obiektu stosuje się sieci o zwartej strukturze wg przykładu na rysunku 1c. W sieci tego typu konieczne jest zapewnienie wzajemnej wyznaczalności stałych i pomocniczych punktów odniesienia w celu umożliwienia identyfikacji punktów stałych i kontroli stałości.

W sieci trygonometrycznej służącej do wyznaczania przemieszczeń z błędami granicznymi rzędu 1 - 3 mm nie należy stosować celowych dłuższych od 300 m, przy czym punkty odniesienia powinny znajdować się na obszarze nie większym niż 1 x 1 km. W sieci takiej nie powinno być mniej niż 4 stałe punkty odniesienia, przy czym odległość między skrajnymi stałymi punktami odniesienia nie powinna być mniejsza od 0,5 km. Dwa stałe punkty odniesienia stanowią bezwzględne minimum, przy którym jednak nie można zastosować kryteriów stałości.

Przy wyznaczaniu przemieszczeń punktów kontrolowanych na budowach betonowych oznacza się je na ogół celownikami jedno lub dwupłaszczyznowymi [29], pomocnicze punkty odniesienia słupami obserwacyjnymi z płytami centrującymi zaś stałe punkty odniesienia słupami obserwacyjnymi z płytami centrującymi lub celownikami osadzonymi w skałach i trwałych nieruchomych budowach.

Przy wyznaczaniu przemieszczeń punktów kontrolowanych na obwałowaniach dużych zbiorników wodnych i osadników stosuje się zazwyczaj kombinacje metody trygonometrycznej i metody poligonowej lub metody stałej prostej zilustrowane przykładowo na rysunku 1d. Zgodnie z tym rysunkiem metodą trygonometryczną wyznacza się przemieszczenia pomocniczych punktów odniesienia na załamaniach obwałowań a z nich wyznacza się metodą poligonową lub metodą stałej prostej pojedyncze składowe przemieszczeń punktów pośrednich. Przy takiej strukturze sieci pomocnicze punkty odniesienia stabilizuje się słupami z płytami centrującymi, punkty pośrednie też słupami z płytami centrującymi lub jak punkty kontrolowane stałej prostej, zaś stałe punkty odniesienia słupami lub celownikami.

Przy stosowaniu metody trygonometrycznej należy dążyć do uzyskiwania wizur wysoko nad obszarem wodnym i nad terenem oraz zdala od nagrzewanych lub wychładzanych murów i innych przeszkód. Celowe nie powinny być nachylone więcej niż 30° w stosunku do poziomu.

Przy stosowaniu metody trygonometrycznej należy dążyć do wyznaczania przemieszczeń stosunkowo niedużej liczby punktów kontrolowanych na obiekcie badań, które powinny służyć jako pomocnicze punkty odniesienia dla wyznaczenia przemieszczeń większej liczby punktów kontrolowanych przy wykorzystaniu innych metod. Zalecenie takie wynika z tego, że metoda trygonometryczna umożliwia wyznaczanie bezwzględnych przemieszczeń punktów kontrolowanych w dostosowaniu do stałych punktów odniesienia usytuowanych zdala od obiektu badań, lecz jest dość pracochłonna.

Szczegółowe informacje na temat projektowania, pomiarów i obliczania przemieszczeń przy wykorzystaniu metody trygonometrycznej znajdują się w lit. [3], [5], [7], [8], [9], [14], [15], [16], [17]. Znaki i urządzenia p-k omówione są w Katalogu [29].

- 3.5.1.3. Metoda stałej prostej /alignment/ - metoda wyznaczania pojedynczych składowych przemieszczeń punktów kontrolowanych, za pomocą okresowych pomiarów zmian odległości tych punktów od pionowej płaszczyzny odniesienia, przechodzącej przez dwa pomocnicze lub stałe punkty odniesienia.
- Funkty odniesienia stabilizuje się zazwyczaj słupami obserwacyjnymi z płytami centrującymi, natomiast punkty kontrolowane mogą być stabilizowane różnie w zależności od obiektu i warunków pomiarowych: płytami centrującymi w studzienkach lub na słupach, bolcami w studzienkach lub za pomocą kamiennych i betonowych słupków z głowicami.
- Gdy punkty kontrolowane znajdują się w odległościach mniej - szących od 5 cm od pionowej płaszczyzny odniesienia, można wyznaczać ich przemieszczenia za pomocą aliniometru lub tycy - dolitu oraz tarczy orientującej ustawianych na punktach odniesienia i tarczy przesuwnej z noniusem ustawianej na zastabilizowanym bolcu. Przy większych odległościach punktów kontrolowanych od płaszczyzny odniesienia stosuje się pomiar małych kątów paralaktycznych między kierunkami do tarcz ustawianych w punktach kontrolowanych a kierunkiem płaszczyzny odniesienia. Wówczas należy pamiętać, że w rzeczy - wistości wyznaczaniu podlegają składowe prostopadłe do celowych na punkty kontrolowane a nie składowe prostopadłe do płaszczyzny odniesienia. Przemieszczenia pomocniczych punktów odniesienia stałej prostej wyznacza się jednym z dwu

sposobów: 1/ przez włączenie ich jako pomocniczych punktów odniesienia lub punktów kontrolowanych do sieci trygonometrycznej, 2/ metodą stałej prostej względem stałych punktów odniesienia, znajdujących się na przedłużeniach /por. przykładowe rysunki 2a, 2b/. Metodę stałej prostej stosuje się do wyznaczania poprzecznych przemieszczeń punktów na koronach zapór i obwałowań zbiorników lub cieków oraz na terenach osuwiskowych. Pomocnicze punkty odniesienia powinny być stabilizowane co najmniej 3 m nad powierzchnią korony przy celowaniu na odległości przekraczające 200 m. Punkty kontrolowane należy stabilizować w pobliżu osi korony. Należy stosować celowniki o tarczach ustawionych co najmniej 40 cm nad nawierzchnią.

3.5.1.4. Metoda ciągu poligonowego - metoda wyznaczania jednej lub dwu składowych poziomych przemieszczeń za pomocą okresowych pomiarów kątów lub kątów i długości w ciągu poligonowym.

Najczęściej stosuje się w przybliżeniu prostoliniowe ciągi poligonowe biegnące koroną wydłużonego obiektu prostoliniowego /zapory, obwałowania cieku/ lub wewnątrz galerii za-pory, przy czym okresowo mierzy się tylko kąty w celu wyznaczenia poziomej składowej przemieszczenia w kierunku poprzecznym do kierunku ciągu. Punkty poligonowe na koronach stabilizuje się słupami z płytami centrującymi lub za pomocą słupków betonowych z głowicami a w galeriach płytami centrującymi założonymi na wspornikach wystających ze ścian. W ciągach na powierzchni stosuje się długości boków w granicach 200 - 500 m, przy czym w przypadku, gdy zachodzi potrzeba wyznaczania przemieszczeń gęsto rozmieszczonych punktów kontrolowanych, można zastosować metodę stałej prostej

do wyznaczania przemieszczeń punktów pośrednich na poszczególnych bokach poligonowych /rys.3b/. W galeriach stosuje się boki skrócone do 30 - 100 m ze względu na trudność obserwacji na bokach dłuższych /słaba widoczność, przeszkody itp./ Przy wysokich wymaganych dokładnościach wyznaczania przemieszczeń unika się stosowania ciągów nieprostoliniowych, bowiem wymagają one również okresowych pomiarów długości, które znacznie trudniej jest wykonać z wysoką dokładnością aniżeli pomiary kątów. Ciągi nieprostoliniowe stosuje się do pomiarów na terenach osuwiskowych /por. rys.3c/ gdzie wymagana dokładność nie jest wysoka ze względu na duże wielkości przemieszczeń. Zastosowania metody ciągu poligonowego jest omówione w [6], [16].

3.5.1.5. Metoda ciągu strzałek - metoda wyznaczania jednej lub dwu składowych poziomych przemieszczeń za pomocą okresowych pomiarów strzałek lub strzałek i długości w ciągu poligonowym /rys.4a/ lub na pojedynczym odcinku, jak przy stałej prostej /rys.4b/. Stosowanie tej metody jest celowe w przypadku ciągów prostoliniowych i w przybliżeniu prostoliniowych, gdy mierzone strzałki są małe i z tego powodu łatwe do dokładnego zmierzenia. Stosuje się metodę ciągu strzałek w dwu wariantach: 1/ przy wykorzystaniu teodolitu i łaty lub taśmy, 2/ przy wykorzystaniu naciągniętej struny lub zespołu strun i przyrządów pomiarowych do pomiaru zmian strzałek /przyrząd mikroskopowy lub szczelinowy jak do pomiaru przy użyciu wahadła/. Wariant metody z wykorzystaniem strun umożliwia uzyskanie bardzo wysokich dokładności wyznaczania przemieszczeń w kierunku poprzecznym do ciągu, jednak wymaga zainstalowania strun w warunkach umożliwiających chronienie ich przed wiatrem i opadami /na zewnątrz

obiektu w osłonach z blachy lub eternitu/. Wewnątrz galerii można stosować struny bez osłon pod warunkiem zlikwidowania przeciągów w całej galerii. Szczegółowe informacje na temat stosowania ciągu strzałek znajdują się w literaturze [6], [16].

3.5.1.6. Metoda niwelacji geometrycznej - metoda wyznaczania pionowych przemieszczeń reperów za pomocą różnic wysokości mierzonych okresowo przy użyciu niwelatora i łań niwelacyjnych. W zależności od wymaganej dokładności i długości ciągów niwelacyjnych stosuje się metody niwelacji precyzyjnej lub technicznej, różniące się wykorzystywanym sprzętem i procesem pomiarowym. Metoda niwelacji precyzyjnej umożliwia otrzymywanie błędu średniego różnicy wysokości na pojedynczym stanowisku w granicach 0,05 - 0,1 mm zaś metoda niwelacji technicznej 0,5 - 1,0 mm.

Do badania obwałowań zbiorników i cieków stosuje się na ogół ciągi niwelacyjne biegnące po reperach kontrolowanych założonych na koronie i ewentualnie na odpowiedniej stronie na półkach obwałowania, przy czym w pewnych odstępach ciągi te należy wzajemnie wiązać. Ciągi powinny być obustronnie nawiązane do grup reperów stałych zawierających po 3 repery. Do badania wysokich budowli piętrzących stosuje się zazwyczaj ciągi biegnące po reperach kontrolowanych na koronie i u podstawy po stronie odpowiedniej. Ponadto stosuje się ciągi biegnące wewnątrz obiektu galeriami. Wszystkie ciągi powinny być obustronnie nawiązane do niezależnych grup reperów stałych zawierających po 3 repery, natomiast gdy istnieje taka możliwość należy zakładać sieci odniesienia umożliwiające wzajemne powiązanie ciągów. W sieci takiej powinny być co najmniej 4 repery stałe. Stosowanie metody niwelacji geome-

trycznej jest omówione w [4] , [16] , [23] .

3.5.1.7. Metoda niwelacji hydrostatycznej - metoda wyznaczania pionowych przemieszczeń reperów za pomocą różnic wysokości mierzonych okresowo przy zastosowaniu niwelatorów hydrostatycznych /cieczowych/. Metoda ta wykorzystuje zasadę na - czyn połączonych przy czym do wyznaczania przemieszczeń mają zastosowanie wyłącznie niwelatory precyzyjne hydrostatyczne /w Polsce bywa stosowany niwelator firmy Freiburger/. Przy użyciu tego niwelatora można uzyskać błąd średni różnicy wysokości między sąsiednimi reperami o wielkości 0,01 mm pod warunkiem zainstalowania reperów i przewodów w miejscach nie podlegających nasłonecznieniu, nagrzewaniu, drganiom i wstrząsom. Ponadto w miejscach poszczególnych reperów powinno być zachowane jednakowe ciśnienie atmosferyczne. Niwelację hydrostatyczną można stosować głównie wewnątrz budowli przy deniwelacjach między sąsiadującymi reperami nie przekraczających 10 cm. Użycie niwelacji hydrostatycznej omówiono np. w [21] .

3.5.1.8. Pomiary przy użyciu wahadeł - za pomocą wahadła można wyznaczać wzajemne przemieszczenia poziome punktów znajdujących się na różnych wysokościach w pobliżu linii pionowej. Stosuje się wahadła:

- 1/ zwykle /rys.schem.5a/,
- 2/ rewersyjne - odwrócone /rys.schem.5b/,
- 3/ dyferencyjne - różnicowe /rys.schem.5c/.

Za pomocą wahadła zwykłego wyznaczamy wzajemne poziome przemieszczenia stanowisk /K/ względem pionowej osi zrealizowanej przez drut wahadła zawieszony w punkcie /Z/. Wszystkie punkty /K/ powinny być dostępne a więc wahadło można stoso -

wać w szybach wykonanych wewnątrz budowli połączonych z galeriami na różnych poziomach. Za pomocą wahadła rewersyjnego wyznaczamy jedynie wzajemne poziome przemieszczenia dwu punktów - zaczepu drutu /Z/ i punktu /K/, przy czym dostępny musi być tylko punkt /K/ co pozwala stosować wahadło rewersyjne np. w otworach wywierconych w podłożu, przy czym punkt /K/ może znajdować się w galerii lub komorze wewnątrz obiektu, natomiast punkt /Z/ znajduje się na dnie wywierconego otworu. Za pomocą wahadła dyferencyjnego wyznaczamy poziome przemieszczenia dwu punktów: /K/ w najniższej galerii budowli i /B- bloku/ w górnej partii szybu budowli, względem punktu /Z/, który może znajdować się na dnie otworu wywierconego w podłożu pod budowlą.

Pomiary przy użyciu wahadeł wykonuje się na stanowiskach w punktach /K/, przy czym polegają one na mierzeniu za pomocą urządzenia mikroskopowego lub szczelinowego wg [29] odległości od wsporników ustawczych tego urządzenia, zastabilizowanych w budowli, do drutu odpowiedniego wahadła. Pomiary te można wykonywać z błędami średnimi rzędu 0,01 mm.

Wahadła wymagają chronienia przed działaniem ruchu powietrza na drut oraz przed wilgocią i uszkodzeniami mechanicznymi. Na podstawie pomierzonych za pomocą wahadeł względnych przemieszczeń zespołu punktów /Z/, /K/, /B/ można określać zmiany nachylenia budowli lub /w przypadku punktów /K/ na poziomach pośrednich/ również wygięcia korpusu budowli w dwu płaszczyznach pionowych. Użycie wahadeł omówiono w [6], [10], [12], [16], [25], [29].

3.5.1.9. Pomiary przy użyciu klinometrów - przy użyciu klinometru bazowego [29] wyznacza się bezpośrednio różnice wysokości sąsiadujących bolców - reperów, znajdujących się w przybli -

zeniu na jednym poziomie we wzajemnej odległości równej bazie klinometru /zazwyczaj 1 m/. Można używać go też do wyznaczania zmian wysokości całego ciągu takich reperów. Zmiany nachylenia oblicza się na podstawie wyznaczonych zmian różnic wysokości sąsiadujących reperów. W celu wyznaczenia zmian nachylenia budowli w dowolnym kierunku, należy stosować dwa zespoły reperów usytuowane prostopadle do siebie, jak na rysunkach 6a lub 6b.

Przy użyciu klinometru /pochyłomierza/ nasadkowego wg [29] wyznacza się bezpośrednio odchylenia od pionu pojedynczego bolca ustawczego, przy czym wyznaczaniu podlegają dwie składowe odchylenia w dwu prostopadłych do siebie płaszczyznach pionowych. Bolce te mogą być stabilizowane bezpośrednio w budowlu lub też mogą być osadzone na przenośnej płycie przystosowanej do ustawiania na zastabilizowanych płytach centrujących.

Tak więc pochyłomierz nasadkowy można stosować do pomiaru zmian nachylenia budowli i słupów obserwacyjnych z osadzonymi w nich płytami centrującymi. Użycie pochyłomierzy nasadkowych omówiono w [10], [12], [25], [29].

3.5.1.10. Pomiary przy użyciu szczelinomierzy - przy użyciu szczelinomierza XYZ opracowanego w IGiK można wyznaczać bezpośrednio trzy prostopadle do siebie składowe wzajemnych przemieszczeń bolców znajdujących się po dwu stronach szczeliny dylatacyjnej, w dwu kierunkach poziomych i pionowym [10], [29]. Stosuje się szczelinomierz stały XYZ stabilizowany na ścianie lub szczelinomierz przenośny XYZ, którego bolce ustawcze stabilizuje się na poziomej półce wspornika lub wnęki w ścianie. Przy użyciu szczelinomierza /deformetru/ Huggenbergera wyznacza się zmiany długości boków między

bolcami osadzonymi po dwu stronach szczeliny dylatacyjnej [12]. W celu obliczenia składowych przemieszczeń jak przy użyciu szczerinomierza XYZ należy stabilizować dwie trójki bolców deformetru, tworzące dwa trójkąty równoboczne usytuowane na płaszczyźnie pionowej /ścianie/ i poziomej /półce wspornika lub wnęki/. Do pomiarów zmian szerokości szczelin lub wzajemnych przemieszczeń punktów po dwu stronach szczeliny nie wymagających wysokiej dokładności wyznaczeń stosuje się bolce rozmieszczone jak do pomiaru deformetrem Huggenbergera, natomiast pomiar wykonuje się suwmiarką o długości większej niż 300 mm.

3.5.2. Znaki i urządzenia p-k do wyznaczania przemieszczeń i odkształceń

3.5.2.1. Znaki używane do wyznaczania przemieszczeń i odkształceń służą do trwałego oznaczenia miejsc punktów geodezyjnych, gwarantującego jednoznaczność wielokrotnego ustawiania na nich sygnałów lub instrumentów pomiarowych podczas pomiarów okresowych. Szczegółowe informacje na temat ich konstrukcji oraz na temat stabilizowania i użytkowania zawarte są w [4], [12], [16], [29].

3.5.2.2. Do oznaczania miejsc punktów sieci kontrolnych poziomych /z wyznaczanymi przemieszczeniami poziomymi/ służą:

a/ Słup obserwacyjny z płytą centrującą wg przykładowego rysunku 7. Słup zostaje wbudowany w podłoże gruntowe, skalne lub w korpus budowli. Miejsce danego punktu jest oznaczone pośrednio na osi pionowo usytuowanej tulei centrującej. Dzięki zaopatrzeniu słupa w płytę centrującą

wg Katalogu [29] /rys.8/ można na nim ustawiać jednoznacznie: sygnał wg rysunku 9^a, teodolit lub aliniometr i płytę ustawczą pochyłomierza nasadkowego /rys.10/, zaopatrzone w kulki centrujące o \varnothing 20 mm.

- b/ Płyta centrująca wg rysunku 8 stabilizowana w górnej powierzchni słupa obserwacyjnego może też być stabilizowana samodzielnie w studzienkach w celu oznaczenia punktów kontrolowanych metodą stałej prostej lub na wspornikach betonowych do oznaczania punktów poligonowych wewnątrz galerii. W zależności od wymaganej wysokości przebiegu celowej nad powierzchnią wbudowania stosuje się sygnały wg rys. 9^a o wysokości środka tarczy nad środkiem kulki centrującej 200, 400 lub 600 mm.
- c/ Bolec ustawczy wg rysunku 11 służący do jednoznacznego ustawiania sygnału /rys.9^b / lub pochyłomierza nasadkowego, stabilizuje się w studzienkach w celu oznaczenia kontrolowanych punktów stałej prostej lub w galerii we wnękach i na wspornikach w celu oznaczenia miejsc pomiaru zmian nachylenia za pomocą klinometru nasadkowego. W zależności od potrzeb stosuje się wysokości sygnałów wg rys. 9^d dochodzące do 1500 mm wysokości.
- d/ Sygnał wbetonowany jedno lub dwupłaszczyznowy rys.12^a, 12^b służy do jednoznacznego i trwałego oznaczenia oraz zaszybowania punktów kontrolowanych metodą trygonometryczną. Może też być użyty jako stały punkt odniesienia sieci trygonometrycznej. Osadza się w miejscach niedostępnych na od powietrznej ścianie budowli piętrzącej, na skałach itp.
- e/ Słupek betonowy z głowicą i punktem oznaczonym na głowicy przez nacięcie, nawiercenie lub w inny jednoznaczny sposób służy do oznaczania miejsc punktów, których poziome prze-

mieszczenia są wyznaczane z niewielką dokładnością.

Sposób oznaczenia punktu powinien umożliwiać ustawianie na nim tyczki, szpilki itp. oraz centrować sygnał czy instrument ustawiony na statywie.

3.5.2.3. Do oznaczania miejsc punktów sieci kontrolnych pionowych /do wyznaczania przemieszczeń pionowych/ służą różne rodzaje reperów:

- a/ reper ścienny wg rysunku 13^a lub wg rys. 13^b służy do oznaczenia miejsca jednoznacznego ustawiania łąty niwelacyjnej i jest przystosowany do zabetonowania w ścianie, skale, bocznej powierzchni słupa wg punktu 3.5.5.2.a bocznej powierzchni słupka reperu gruntowego, lub przy spawaniu do konstrukcji stalowej. Miejsce ustawienia łąty jest ukształtowane w postaci kulistego czopa /z kulki łożyskowej jak na rys. 13^a lub stalowej główki jak na rysunku 13^b/
- b/ reper czołowy wg rysunku 13^b służy do oznaczenia miejsca jednoznacznego ustawiania łąty niwelacyjnej i jest przystosowany do zabetonowania w powierzchni poziomej /pod łódzce galerii lub komory, górnej powierzchni konstrukcji betonowej, górnej powierzchni korpusu reperu gruntowego/ lub przyspawania do konstrukcji stalowej. Miejsce ustawienia łąty jest ukształtowane w postaci zaokrąglonej główki.
- c/ Repery stabilizowane w podłożu lub ziemnej części budowli składają się z trzech zasadniczych elementów: stopy, korpusu i zasadniczego reperu wg 3.5.2.3. a/ lub b/ osadzonego w bocznej lub górnej powierzchni korpusu. W zależności od przeznaczenia odróżniają się repery stabilizowane w podłożu lub ziemnej części budowli:

- 1/ repery powierzchniowe - służące do wyznaczania przemieszczeń warstwy leżącej 0,5 m poniżej powierzchni przemierzania, lub służące jako repery odniesienia,
- 2/ repery wgłębne - służące do wyznaczania przemieszczeń głębiej zalegających warstw podłoża /do kilkudziesięciu metrów/ lub służące jako repery odniesienia,
- 3/ repery teleskopowe lub magnetyczne - służące do wyznaczania pionowych przemieszczeń kilku warstw podłoża lub korpusu budowli ziemnej, znajdujących się na kilku różnych poziomach w jednej linii pionowej.

Na rysunkach 14-17 pokazano schematycznie różne rozwiązania reperów stabilizowanych w podłożu lub ziemnej części budowli przystosowane do różnych warunków gruntowych, skalnych oraz do różnych technologii ich stabilizowania i wykorzystania. Szczegółowe informacje na ten temat znajdują się w [4], [12], [16].

- d/ Do zawieszania niwelatora hydrostatycznego służy reper wg rysunku 13^c oraz 2 nagwintowane tuleje. Elementy te stabilizuje się w pionowych powierzchniach przy użyciu szablonu.

3.5.2.4. Klinometr bazowy konstrukcji IGIK wg Katalogu [29] /rys.18/ składa się z korpusu w postaci rury z przytwierdzoną precyzyjną libelą rurkową, stopki stałej w postaci kanału przymowego, stabilizatora, stopki ruchomej w postaci osi z wgłębieniem stożkowym, pokrętki ustawczej oraz czujnika zegarowego o zakresie ± 5 mm i dokładności odczytu 0,01 mm. Klinometr ustawia się stopkami na dwu reperach czołowych /rys.13^b/ zastabilizowanych na jednakowym poziomie we wzajemnej odległości 1 m /lub innej w przypadku specjalnego zamówienia/. Służy do wyznaczania różnicy wysokości reperów

i za jej pośrednictwem do wyznaczania nachylenia i zmiany nachylenia.

- 3.5.2.5. Pochyłomierz nasadkowy wg Kat. [29] i rysunku 19 składa się z korpusu zawierającego system dźwigni z przytwierdzoną precyzyjną libelą rurkową, pokrętek ustawczych i czujnika zegarowego oraz tulei ustawczej z pokrętką dociskową, umożliwiającą jednoznaczne ustawianie na bolcu wg punktu 3.5.2.2.c. Służy do wyznaczania odchylenia bolca od pionu w dwu prostopadłych do siebie płaszczyznach pionowych.
- 3.5.2.6. a/ Szczelinomierz stały XYZ IGIK wg kat. [29] i rysunku 20^a składa się z bolca o główce w kształcie prostopadłościannu, stabilizowanego po jednej stronie szczeliny, wspornika stabilizowanego po przeciwnej stronie szczeliny, główicy przytwierdzonej do wspornika oraz trzech tulei umocowanych w główicy w kierunkach prostopadłych do siebie, usytuowanych naprzeciw trzech płaskich powierzchni główki bolca. Tuleje te są przystosowane do wkładania w nie na stałe jednakową głębokość oprawki czujnika zegarowego, którego nóżka opiera się przy tym o odpowiednią płaską powierzchnię główki bolca. Służy do wyznaczania trzech składowych przemieszczeń bolca względem wspornika.
- b/ Szczelinomierz przenośny XYZ IGIK wg Kat. [29] i rysunku 20^b składa się z zespołu elementów ustawczych, stabilizowanych na stałe w miejscu pomiaru oraz części przenośnej ustawianej na nich w jednoznaczny sposób. Po jednej stronie szczeliny stabilizuje się bolec z prostopadłościenną główką, zaś po przeciwnej dwa repery czołowe i kłamrę. Elementy te stabilizuje się przy użyciu szablonu. Przenośna część składa się z korpusu ukształtowanego w sposób umożliwiający jednoznaczne ustawianie na reperach i

podparcie na klamrze oraz z głowicy z tulejami usytuowanej jak w przypadku szczelinomierza stałego XYZ IGIK. Pomiar wykonuje się przy użyciu czujnika jak w przypadku szczelinomierza stałego XYZ IGIK.

c/ Deformetr Huggenbergera składa się z rozsuwanego korpusu z zamocowanymi na końcach szpilek stalowymi, wkładanymi w otwory nawiercone w dwu zabetonowanych bolcach oraz z czujnika zegarowego, który służy do pomiaru rozstawu szpilek. Nominalny rozstaw szpilek wynosi 254 mm. Otwory w bolcach mają kształt tulei o \varnothing 1 mm.

3.5.2.7. Schematy wahadeł omówione zostały w 3.5.1.8. Do pomiaru odchyleń przy wykorzystaniu wahadeł oraz strun /por. 3.5.1.5./ służy mikroskopowe urządzenie pomiarowe lub urządzenie szczelinowe wg Kat. [29] i rysunku 21. Urządzenie mikroskopowe składa się z zespołu elementów ustawczych, korpusu w kształcie osi, po której przesuwają się mikroskop warsztatowy służący do nacelowywania na drut oraz z pokrętki ruchu celownika i czujnika zegarowego, którym mierzy się wielkość przesunięcia celownika względem korpusu. Urządzenie szczelinowe ma zamiast mikroskopu celownik w postaci źródła światła i szczeliny powodującej rzucanie wąskiej smugi świetlnej na płytkę z kreskami bisekcyjnymi. Obserwacji podlega cień struny wprowadzonej odpowiednim przesunięciem celownika na środek przedziału między kreskami bisekcyjnymi. Urządzenia te ustawia się jednoznacznie względem zabetonowanego wspornika ustawczego na zasadzie takiej jak przy ustawianiu szczelinomierza przenośnego XYZ IGIK. Służy do pomiaru zmian odległości struny od tego wspornika.

3.6. Badania pokrewne przy kontroli bezpieczeństwa obiektów i ich związki z wyznaczaniem przemieszczeń i odkształceń

- 3.6.1. Do badań związanych z kontrolą stanu bezpieczeństwa obiektów zalicza się omawiane w niniejszych wytycznych wyznaczanie przemieszczeń i odkształceń metodami geodezyjnymi oraz:
- 1/ pomiary ciśnienia wody w podłożu i korpusach budowli ziemnych,
 - 2/ pomiary filtracji wody przez betony lub korpusy ziemne,
 - 3/ pomiary temperatury i odkształceń /naprężeń/ w betonach, naprężeń w podłożu oraz pomiary temperatur wody i powietrza,
 - 4/ pomiary poziomu zwierciadła wody,
 - 5/ pomiary rozmyć i zamuleń,
 - 6/ inne pomiary w zależności od potrzeb /np. pomiary falowania oraz kierunku i prędkości wiatru, pomiary związane z prognozą dopływów itp./
- 3.6.2. Pomiędzy wynikami różnych rodzajów pomiarów wymienionych w 3.6.1. zachodzą związki umożliwiające ich wzajemne uzupełnianie się lub kontrolowanie. Z tego powodu przy opracowywaniu programu pomiarów oraz przy samym wykonywaniu pomiarów należy uwzględnić te związki w celu takiego skoordynowania zakresu i czasu wykonywania różnych pomiarów, aby możliwe było konfrontowanie ich wyników. Możliwość taka zależy również od właściwego rozmieszczenia znaków i urządzeń p-k służących do różnych rodzajów pomiarów. Program pomiarów określonego obiektu powinien wyraźnie wymienić te rodzaje pomiarów, które wymagają wykonania z uwzględnieniem możliwości wzajemnego uzupełniania się i kontrolowania wyników.

3.6.3. Podczas wykonywania pomiaru okresowego należy upewnić się, czy równocześnie z nim są wykonywane inne rodzaje pomiarów, które określono w programie jako wymagające wykonania równoczesnego. Po zakończeniu pomiaru okresowego należy od wykonawców innych rodzajów pomiarów uzyskać końcowe ich rezultaty i wykazać je zgodnie z 2.1.2.9. i 2.1.2.10. Należy również odnotować wyniki innych pomiarów z okresu poprzedzającego własny pomiar okresowy, jeśli program wskazuje na istotne ich znaczenie dla porównania i analizy /np. pomiar zmian szerokości szczelin dylatacyjnych ma związek z temperaturą betonu nie tylko w momencie tego pomiaru ale i z temperaturą w okresie poprzedzającym ze względu na histerezę termiczną/.

3.6.4. Związki wymagające dokonywania konfrontacji wyników pomiarów dotyczą następujących grup pomiarów:

- a/ przy badaniu podłoża i korpusów budowli ziemnych - pomiary ciśnienia wody w podłożu i korpusach budowli ziemnych + pomiary filtracji wody przez korpusy ziemne + pomiary naprężeń w podłożu + pomiary poziomu zwierciadła wody + pomiary przemieszczeń pionowych,
- b/ przy badaniu podłoża i korpusów budowli betonowych - pomiary ciśnienia wody w podłożu + pomiary filtracji wody przez betony + pomiary temperatury betonu, powietrza i wody + pomiary naprężeń w podłożu i betonach + pomiary poziomu zwierciadła wody + pomiary przemieszczeń pionowych, pionowych i zmian nachylenia.

Szczegółowy zakres konfrontacji i uzupełniania się wyników różnych rodzajów pomiarów zależy od konstrukcji obiektu i jego poszczególnych części oraz od miejscowych warunków

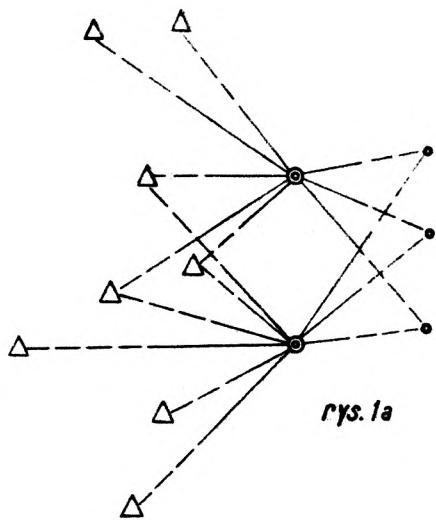
hydrogeologicznych i powinien być określony w programie oraz w instrukcji pomiarów rozpatrywanego obiektu.

Wykaz literatury

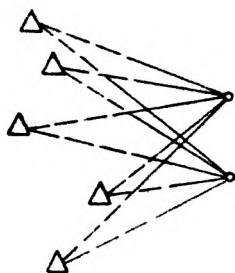
- [1] Czaja J.: Aproksymacje wektorowego pola przemieszczeń oraz jego interpretacje geometryczne i fizyczne. GiK T.XX z. 4/1971.
- [2] Czaja J.: Badanie zmian położenia i kształtu budowli w oparciu o interpretację wektorowego pola przemieszczeń wyznaczonego za pomocą okresowych pomiarów geodezyjnych. Praca doktorska AGH Kraków 1972 r.
- [3] Gaździcki J., Janusz W.: Próby wykorzystania elektronicznej maszyny cyfrowej UMC-1 do rachunkowego opracowania wyników pomiaru odkształceń budowli hydrotechnicznych. Prace Inst. Gosp. Wodnej. 2/1963.
- [4] Hermanowski A.: Pomiary przemieszczeń pionowych. /Rozdział 10 pracy zbiorowej pt. "Niwelacja precyzyjna"/ - PFWK W-wa 1971.
- [5] Hermanowski A.: Identyfikacja punktów wzajemnie stałych w sieci trygonometrycznej pełnej na podstawie niewyrównanych różnic kierunków obserwowanych. Prace IGIK T.XVIII z.2/1971.
- [6] Janusz W.: Zagadnienie automatycznego wyznaczenia odkształceń budowli przy pomocy modelu konstrukcji geodezyjnej w postaci stałej instalacji zespołu urządzeń pomiarowych. Prace IGIK 1964 z.2.
- [7] Janusz W.: Sposoby obliczenia poziomych przemieszczeń punktów sieci geodezyjnych w zależności od rodzaju wykonywanych okresowo obserwacji. PG 2/1964.
- [8] Janusz W.: Identyfikacja punktów stałych. Materiały XXXII Konferencji N-T SGP Katowice 1965 r.

- [9] Janusz W.: Usprawnienie obliczania przesunięć punktów w kontrolnych sieciach geodezyjnych dla pomiarów odkształceń. Prace IGiK T.XIV z. 1/1967.
- [10] Janusz W., Kasperek St.: Zestaw urządzeń pomiarowo-kontrolnych do pomiaru odkształceń obiektów hydrotechnicznych. PG 11/1968r.
- [11] Janusz W.: Geodezyjna interpretacja wyników pomiarów przemieszczeń. Prace IGiK T.XVI z. 2/1969.
- [12] Kłopotociński W.: Geodezja w projektowaniu elektrowni wodnych. PPWK W-wa 1962.
- [13] Kowalczyk Z.: Określenie wpływów eksploatacji górniczej metodą przekrojów pionowych. Wyd. Śląsk Katowice 1972.
- [14] Laudyn I., Tarnowski K.: Pomiary poziomych przemieszczeń zapór wodnych ze szczególnym uwzględnieniem metody trygonometrycznej. Mat. XXXII Konferencji SGP Katowice 1965.
- [15] Lazzarini T.: Geodezyjne pomiary odkształceń ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb kontroli zapór wodnych. Prace GiNB 1952 z.12.
- [16] Lazzarini T.: Geodezyjne pomiary odkształceń i ich zastosowanie w budownictwie. W-wa 1961.
- [17] Lazzarini T.: Odszukiwanie punktów stałych i korygowanie zdeformowanych przemieszczeń poziomych punktów sieci trygonometrycznych pełnych na podstawie zgodności pozornych ruchów punktów stałych. PG 8/1970.
- [18] Ney B.: Ustalenie kryterium stałości stanowisk przy geodezyjnych pomiarach odkształceń w oparciu o zasady rachunku prawdopodobieństwa. PG 3/1958.

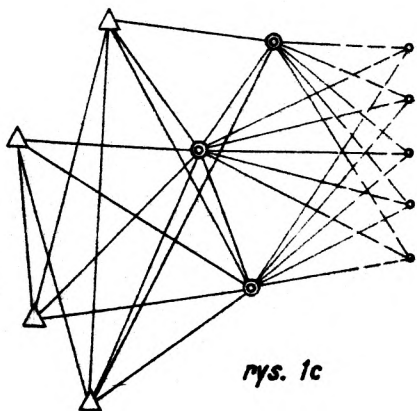
- [19] Płatek A.: Wyznaczenie przesunięć równoległych i elementów obrotu budowli sztywnych z okresowych pomiarów geodezyjnych. PAN- Oddział w Krakowie. Prace Komisji Górniczo-Hutniczej. Geodezja 4/1969.
- [20] Płatek A.: Metody jednoczesnego wyznaczania przestrzennych przemieszczeń i odkształceń masywnego fundamentu z okresowych pomiarów przemieszczeń. PAN- Oddział w Krakowie. Prace Komisji Górniczo-Hutniczej. Geodezja 8/1970.
- [21] Rola F.: Niwelacja hydrostatyczna w zastosowaniu do pomiarów odkształceń. Mat. XXXII Konferencji N-T SGP Katowice 1965.
- [22] Tarnowski K.: Reper magnetyczny. Instytut Gospodarki Wodnej.
- [23] Żak M.: Przykłady wyrównania niwelacyjnych sieci kontrolnych. Materiały XXXII Konferencji N-T SGP Katowice 1965.
- [24] Żak M.: Metody przedstawiania wyników pomiarów odkształceń. Materiały XXXII Konferencji N-T SGP Katowice 1965.
- [25] Janusz W.: Geodezyjna obsługa budowli i konstrukcji. PPWK. W-wa 1971.
- [26] Szpetkowski S.: Pomiar deformacji na terenach eksploatacji górniczej. Wyd. Śląsk. Katowice 1968 r.
- [27] Hausbrandt St.: Rachunek wyrównawczy. PPWK W-wa 1971 r.
- [28] Barański W.: Vademecum przepisów prawa dla geodetów. PPWK W-wa 1972.
- [29] Katalog ujednoczonych znaków i urządzeń pomiarowo-kontrolnych do pomiarów przemieszczeń i odkształceń budowli. Instytut Geodezji i Kartografii 1973 r.



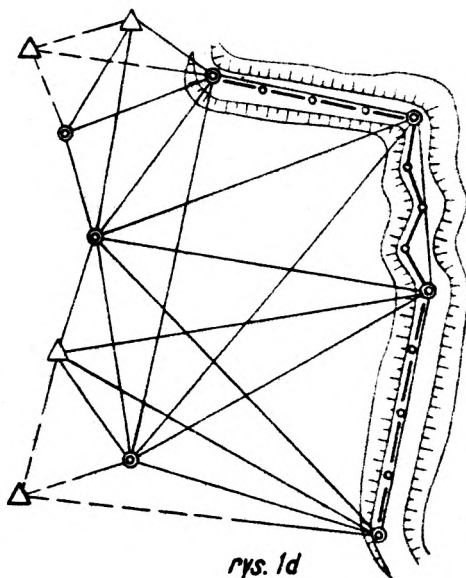
rys. 1a



rys. 1b






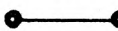
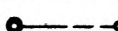


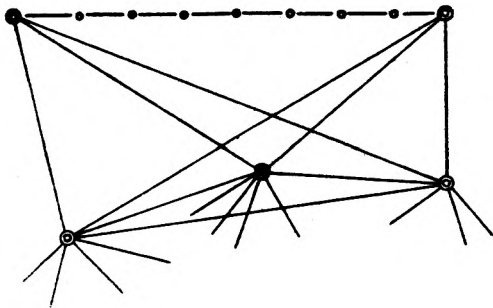
rys. 1c



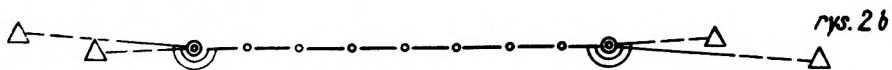
rys. 1d

Oznaczenia

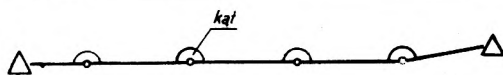
-  - ciąg poligonowy
-  - stała prosta
-  - stały punkt odniesienia
-  - pomocniczy punkt odniesienia
-  - punkt kontrolowany
-  - celowa dwustronna
-  - celowa jednostronna



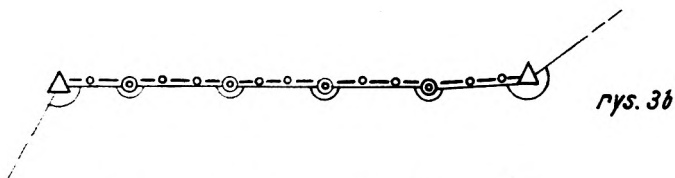
rys. 2a



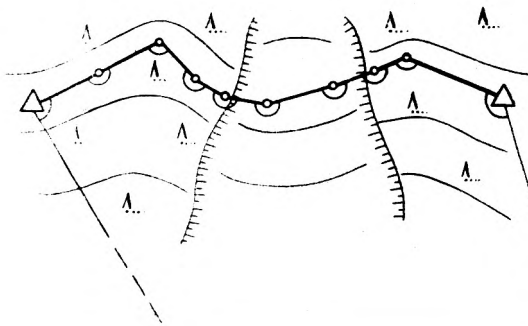
rys. 2b



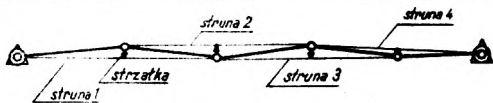
rys. 3a



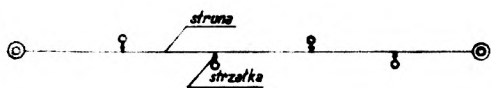
rys. 3b



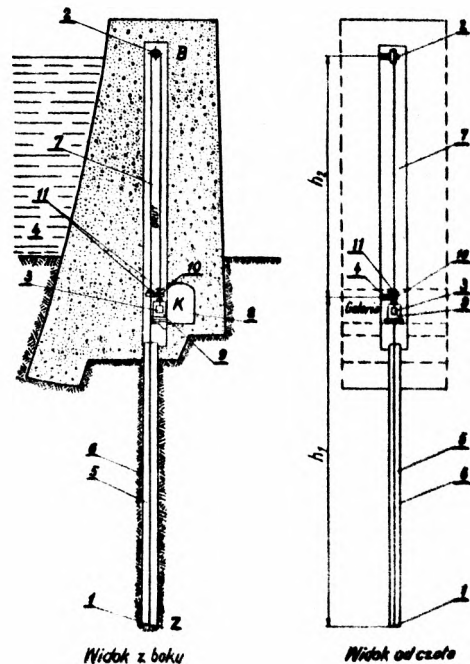
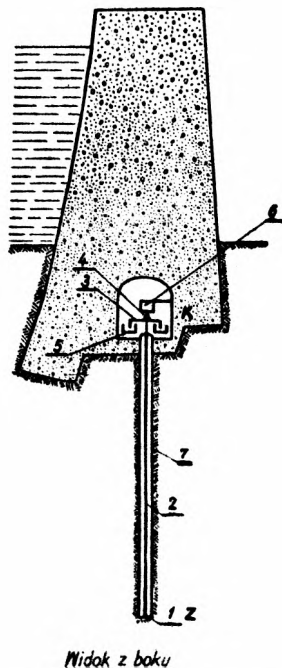
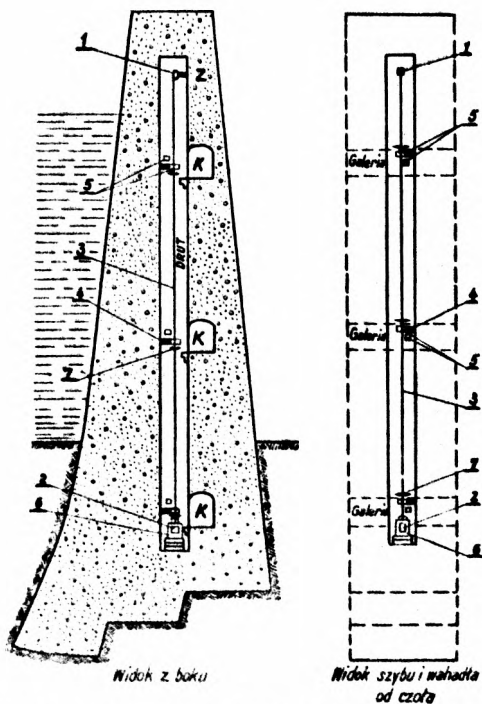
rys. 3c



rys. 4a



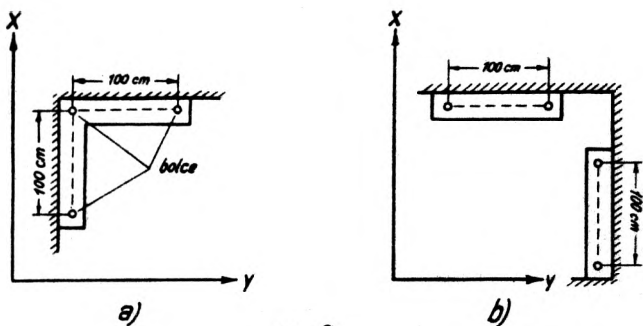
rys. 4b



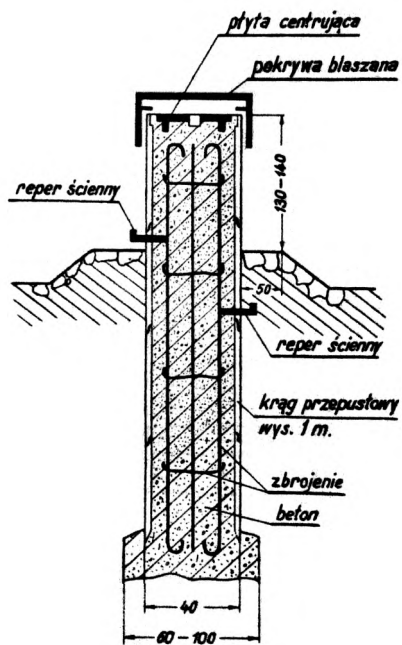
rys. 5a. Wahadło. Widok z boku. Widok szybu i wahadła od czola.
 1) wspornik wahadła, 2) obciążnik, 3) drut, 4) wspornik urządzenia pomiarowego, 5) urządzenie pomiarowe, 6) zbiornik z płynem, 7) oznaczenie kierunku wyznaczanych przesunięć.

rys. 5b. Wahadło rewersyjne. Widok z boku.
 1) uchwyt drutu, 2) drut, 3) pływak, 4) wskaźnik, 5) wanna, 6) urządzenie odczytowe, 7) rura zabezpieczająca otwór.

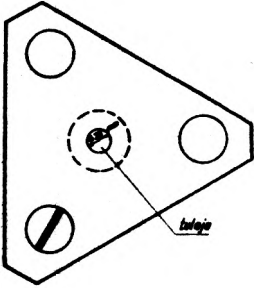
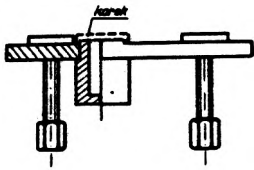
rys. 5c. Wahadło dyferencyjne. Widok z boku, widok od czola.
 1) uchwyt drutu, 2) blok, 3) obciążnik, 4) wspornik urządzenia pomiarowego, 5) otwór wymierzony w podłożu, 6) rura zabezpieczająca otwór, 7) szyb kontrolny, 8) galeria lub komora pomiarowa, 9) zbiornik z płynem, 10) urządzenie pomiarowe, 11) oznaczenie kierunku wyznaczanych przesunięć.



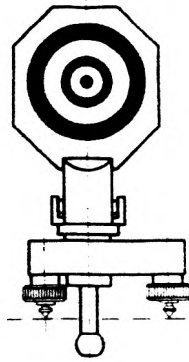
rys. 6



rys. 7



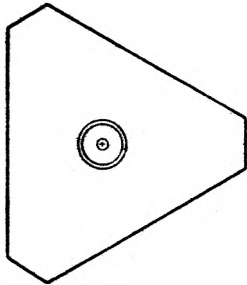
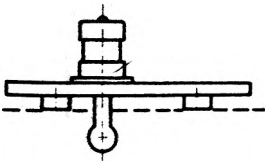
rys. 8



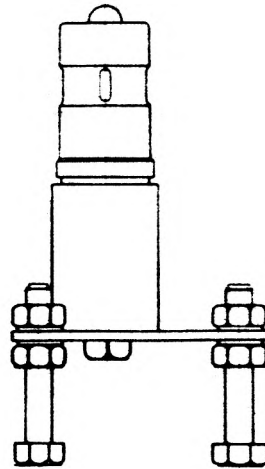
rys. 9 a



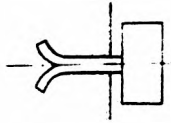
rys. 9 b



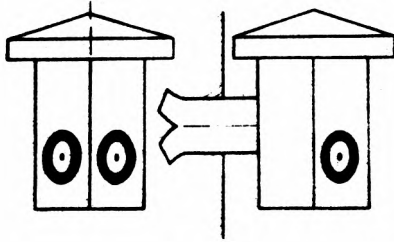
rys. 10



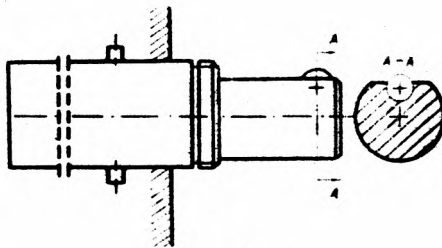
rys. 11



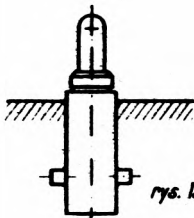
rys. 12a



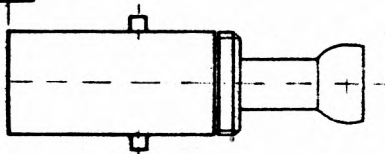
rys. 12b



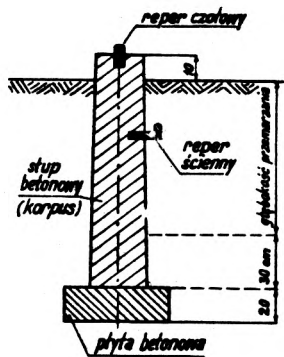
rys. 13a



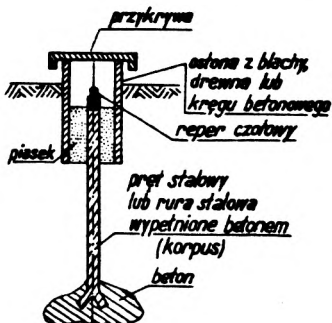
rys. 13b



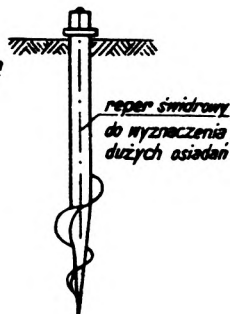
rys. 13c



a)

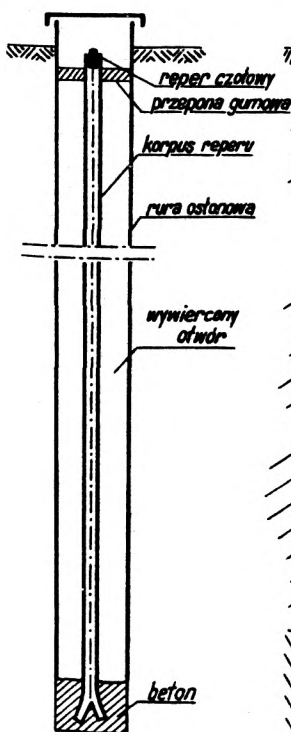


b)

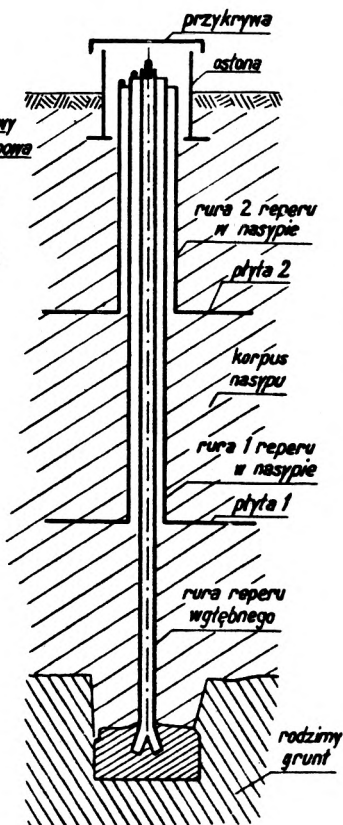


c)

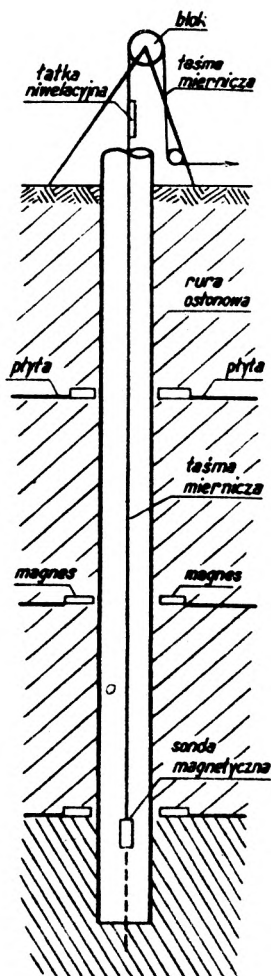
rys. 14



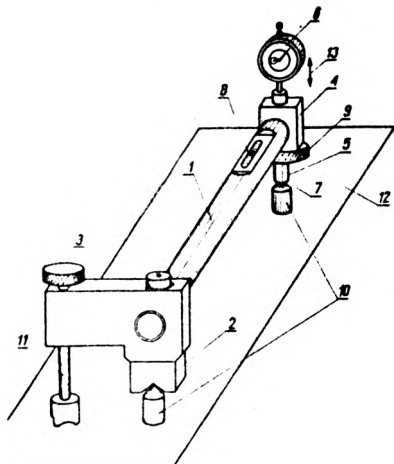
rys. 15



rys. 16

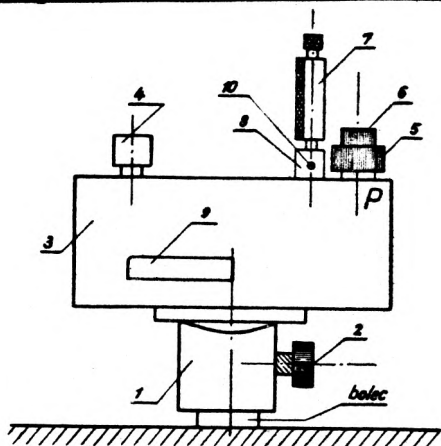


rys. 17



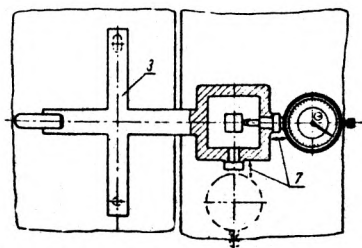
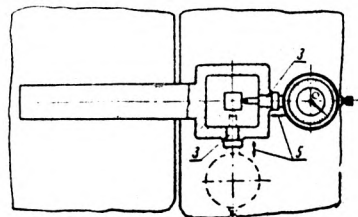
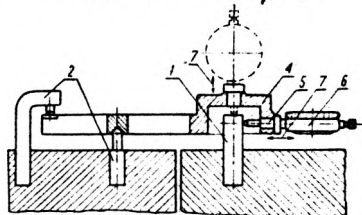
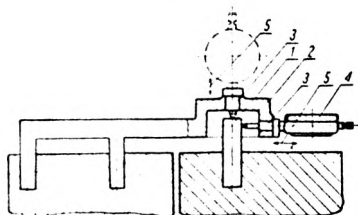
Klinometr bazowy. 1) rura, 2) stopka pryzmowa, 3) stabilizator, 4) głowica, 5) os, 6) czujnik, 7) stopka stożkowa, 8) libela rurkowa, 9) nakrętka, 10) repery, 11) śruba stabilizatora, 12) półka betonowa, 13) oznaczenie kierunku osi pomiarowej

rys. 18



Pochytnierz nasadkowy. 1) tuleja nastawcza, 2) śruba de-ciskowa, 3) korpus, 4) pryzmat, 5) pokrętka ruchu szybkiego, 6) pokrętka ruchu liniowego, 7) czujnik zegarowy, 8) oprawka czujnika, 9) okienko oświetlające libelę, 10) wkręt mocujący czujnik.

rys. 19

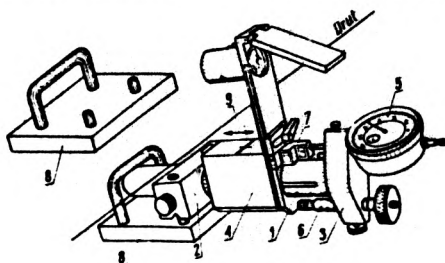


Szczelnomierz stali. 1) bolec, 2) głowica, 3) tulejka, 4) czujnik, 5) oznaczenie kierunków wyznaczanych przemieszczeń

Szczelnomierz przenośny. 1) bolec pomiarowy, 2) bolec ustawowy, 3) wspornik, 4) głowica, 5) tulejka, 6) czujnik, 7) oznaczenie kierunków wyznaczanych przemieszczeń

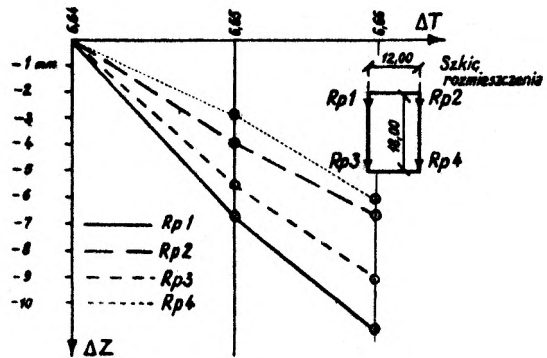
rys. 20a

rys. 20b

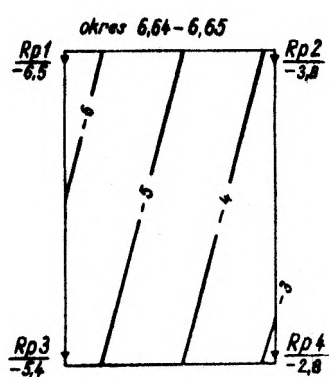


Urządzenie pomiarowe. 1) trzon, 2) podstawka, 3) obejmka, 4) karetki, 5) czujnik, 6) urządzenie przesuwające, 7) kostka pomiarowa, 8) wspornik urządzenia pomiarowego, 9) oznaczenie kierunku osi pomiarowej

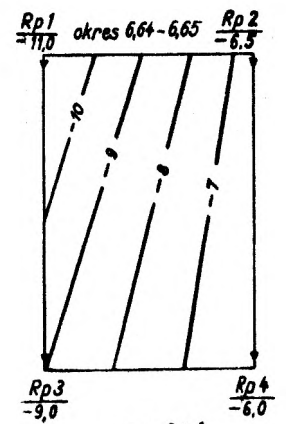
rys. 21



rys. 22

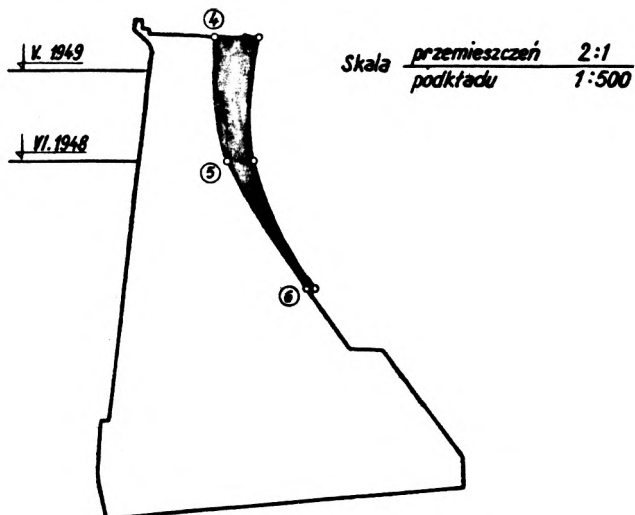


rys. 23a

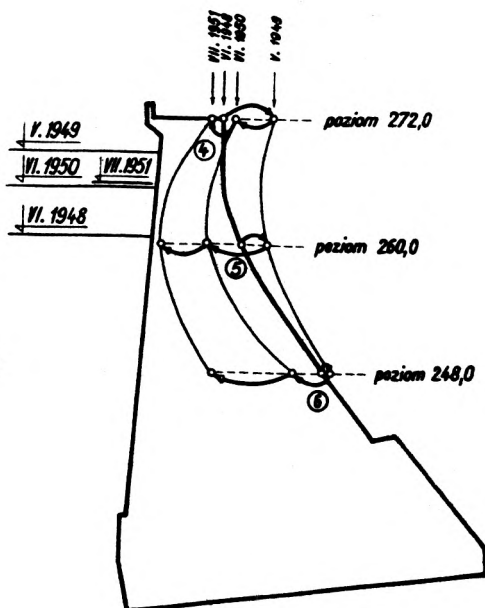


rys. 23 b

Pomiar wyjściowy VI. 1948
 Pomiar aktualny V. 1949



rys. 24a



rys. 24b

DZIENNIK POMIARU PRZEMIESZCZEŃ WZGLĘDNYCH SZCZELINOMIERNICEM PRZENOŚNYM XYZ

SZKIC USYTUOWANIA SZCZELINOMIERNICZY	Nr steno- wiska	DATA	1.03.72			7.03.72																
		ODCZYT	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
	1	a	6,05	5,31	4,66	6,26	5,12	5,05														
		$a - a_p A$	1,31	0,11	-0,71	1,53	-0,07	-0,33														
		$A' - A$				0,22	-0,18	0,38														
	2	a	5,04	4,88	4,86	5,66	4,70	5,01														
		$a - a_p A$	0,30	-0,32	0,51	0,93	-0,49	-0,37														
	3	$A' - A$				0,63	-0,17	0,14														
		a	5,12	4,80	5,12	5,54	4,71	5,52														
		$a - a_p A$	0,38	-0,40	-0,25	0,81	-0,48	0,14														
	4	$A' - A$				0,43	-0,08	0,39														
		a	4,70	5,05	4,91	5,06	4,60	5,22														
		$a - a_p A$	-0,04	-0,15	-0,46	0,33	-0,59	-0,16														
	Nz	$A' - A$				0,37	-0,44	0,30														
		a	4,74	5,20	5,37	4,73	5,19	5,38														
			$a'_p - a_p$				-0,01	-0,01	0,01													

U W A G I Przed każdym pomiarem nastawiać odczyt czujnika w sprawdzianie na 9,75

$A' - A$ obliczamy dla jednoimiennych kolumn /X,Y lub Z/ z poszczególnych pomiarów okresowych

$a'_0 - a_0$ - nie powinny przekraczać 0,02 mm. W przypadku przeciwnym powtórzyć pomiar na stanowisku wzorcowym.

$A' - A$ - ze znakiem + świadczy o przesunięciu bolca pomiarowego względem bolców ustawczych ze zwrotem do tarczy czujnika to jest zgodnie ze zwrotem odpowiedniej osi układu

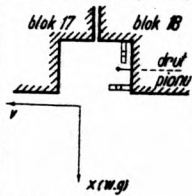
Załącznik nr 2

Dziennik pomiaru zmian pochylenia klinometrem na stanowisku Nr.....

Data	Warunki	L. pot.	P. pot.	L-P Różnica	Przewyż- szenie Δh mm	Zmiana przewyższ. d h mm	Zmiana pochylenia dh. 206"
		502	310	192	0,96		
		502	312	190	0,95		
		392	423	-31	-0,155	-1,11	-228"
		392	423	-31	-0,155		
		324	493	-169	-0,845	-1,80	-372"
		324	493	-169	-0,845		

Załącznik nr 4

Dziennik pomiaru zmian położenia drutu wahańca Nr.... na bloku 18 przy fudze 17/18

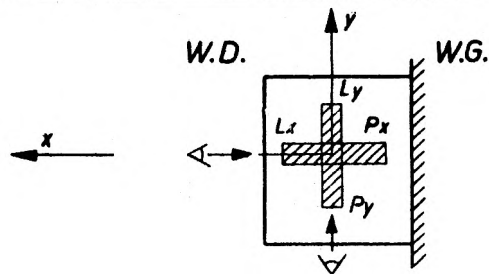
Data	Warunki	x	-y	dx mm	-dy mm	
		odczyt zerowy				
		wynik pomiaru				
30.IX. 64 godz. 9 ²⁰		567	521			
		1000	1000			
		-439	-479			
3. X. 64 godz. 8 ²⁰		516	533	-0,46	0,12	
		1001	1000			
		-485	-467			

Szkic orientacyjny
Uwaga: dx, dy wyrażają
składowe przesunięcie
punktu zamieszczenia
względem stanowiska
pomiarowego

DZIENNIK POMIARU ZMIAN POCHYLENIA KLINOMETREM NASADOWYM NA STANOWISKU

W PŁASZCZYŹNIE ZO_XW PŁASZCZYŹNIE ZO_Y

DATA POMIARU NR KLINOMETRU OBSERWATOR	ODCZYTY	SERIA		ŚREDNI	ŚREDNI 2	ŚREDNI Δ ^α 200	-dε _x ZMIANY POCHYLENIA		ODCZYTY	SERIA		ŚREDNI	ŚREDNI 2	ŚREDNI Δ ^α 200	-dε _y ZMIANY POCHYLENIA		CAŁKOWITE ZMIANY POCHYLENIA		
		I	II				mm	"		I	II				mm	"	φ	ε"	
		KIERUNEK WIELKOŚĆ																	
20.07.72	P	488	488						P	489	500								$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$ $\varphi = \text{ARC TG } \frac{E_y}{E_x}$
PN 11 Nr 8 J. Nowak	L	514	514						L	501	502								
	P-L	-26	-26	-0,26	-0,13	-27"			P-L	-2	-2	-0,02	-0,01	-2,1"					
	P+L	1002	1002						P+L	1000	1002								
28.07.72	P	476	475						P	503	503								$240^{\circ} 50'$ $0,12$
PN 11 Nr 8 J. Nowak	L	526	527						L	498	497								
	P-L	-49	-52	-0,50 _s	-0,25	-51,5	-0,12	-24,5	P-L	-5	-6	-0,05 _s	-0,03	-6,2"	-0,02	-4,1"			
	P+L	1001	1002						P+L	1001	1000								
	P								P										
	L								L										
	P-L								P-L										
	P+L								P+L										
	P								P										
	L								L										
	P-L								P-L										
	P+L								P+L										

U W A G

Zmiany pochylenia w mm/m obliczamy jako różnice między wynikiem aktualnym a pierwotnym z kolumny 6, zaś zmiany pochylenia wyrażone w " obliczamy jako odpowiednie różnice wyników z kolumny 7.

Różnice między P - L, z dwu serii nie powinny przekraczać 0,03 mm.

Zmiana pochylenia ze znakiem + świadczy o zmianie pochylenia ze zwrotem na prawo względem obserwatora.

Druk IGiK. Nakład 350 egz.
nr zam. 217/74

