

STEFAN ZYKUBEK

528.48:69.057

Pomiary inwentaryzacyjno-kontrolne w budownictwie uprzemysłowionym

1. Cel i zakres pomiarów

W okresie intensywnej odbudowy i rozbudowy kraju obserwujemy ciągle postęp techniczny również i w budownictwie mieszkaniowym i przemysłowym. Postęp ten przejawia się w poszukiwaniu nowych technologii i form konstrukcyjnych, oszczędnych i szybkich metod pracy, zmierzających do znacznego uprzemysłowienia naszego budownictwa.

Zjawiskiem powszechnym jest stosowanie prefabrykacji różnego rodzaju elementów budowlanych. Kształty i wielkości tych elementów przygotowywane są zależnie od istniejących potrzeb. W Warszawie i innych miastach Polski powstały już całe osiedla realizowane metodą wielkopływową. Budowa obiektu w stanie surowym polega w tym przypadku na ustawianiu i montowaniu gotowych ścian i stropów na przygotowanym uprzednio fundamencie betonowym.

Inną odmianą budownictwa wielkopływowego jest wykonywanie ścian i stropów na wznoszonym obiekcie w odpowiednio ustawianych i montowanych szalunkach drewnianych lub metalowych.

Stosowanie nowych oszczędnych metod stwarza konieczność prowadzenia badań potwierdzających słuszność założeń projektowych. Sprawami tymi zajmuje się głównie Instytut Techniki Budowlanej. Na zlecenie tego Instytutu wykonywano pomiary kontrolne tzw. odchyłek montażowych w stosunku do projektu.

Badania te mają na celu zebranie potrzebnych danych statycznych dla określenia i ustalenia dopuszczalnych różnic między rzeczywistym i projektowanym ustawieniem prefabrykatów przy montażu budynku.

Prace pomiarowe obejmują wyznaczenie następujących wielkości:

1) Ustalenie odchyłeń powstałych przy wytyczaniu i stabilizacji osi ścian budynku w stosunku do osi projektowych.

2) Określenie wielkości odchyłeń ustawienia elementów prefabrykowanych w stosunku do danych projektowych. Będą to mianowicie:

a) przesunięcie i skrócenie elementów w stosunku do osi głównych,

b) odchylenie elementów od osi pionowych,

c) przesunięcie elementów w stosunku do projektowanego poziomu.

Metody przeprowadzania pomiarów uzależnione są w znacznym stopniu od konstrukcji wznoszonego obiektu, od technologii budowy, od otoczenia, tzn. placu budowy i sąsiadujących budynków. Dlatego też szczegółowy projekt metody pomiarowej powinien być opracowany po wstępnym wywiadzie terenowym, zapoznaniu się z projektem i harmonogramem budowy oraz wytypowaniu pomieszczeń, w których mają być przeprowadzone pomiary.

W dotychczasowej praktyce prowadzono pomiary w 6—10 pomieszczeniach na całej wysokości budynków złożonych z czterech do siedemnastu kondygnacji.

2. Metody wykonywania pomiarów

Pomiary odchyłeń od projektu prowadzone są na ogół w przestrzennych układach lokalnych, w odniesieniu do bazy pomiarowej zakładanej wokół budynku lub na stropie przyziemia. Zerowy punkt wspomnianego wyżej układu współrzędnych obierany jest zazwyczaj w jednym z narożników. Oś Y przebiega wzdłuż zewnętrznej krawędzi ściany dłuższej, a oś X wzdłuż krawędzi ściany krótszej (takie wymagania stawia zleceńodawca). Współrzędne projektowe obliczane są na podstawie danych projektowych w takim samym układzie jak współrzędne pomierzone.

Rzędne pomierzone i projektowe odnoszone są do stropu parteru. Określenie odchyłeń od projektu obliczane jest z porównania współrzędnych i rzędnych pomierzonych i projektowych. Pomiar początkowy, wykonany z bazy, obliczany jest w układzie przesuniętym i skróconym w stosunku do usytuowania naroży budynku. Współrzędne osnowy i wyznaczonych punktów przetransformowuje się do układu, którego osie są zgodne z kierunkami ścian, zaś współrzędne wynikają z miar projektowych. Wzory stosowane do transformacji współrzędnych płaskich zaczerpnięto z publikacji [3] (str. 46—47).

Wzory te przedstawiają się następująco:

$$\alpha = \frac{[x'_r(Y_r - y'_r) - y'_r(X_r - x'_r)]_1^n}{[y_r'^2 + x_r'^2]_1^n} = q \cdot \sin \varepsilon;$$

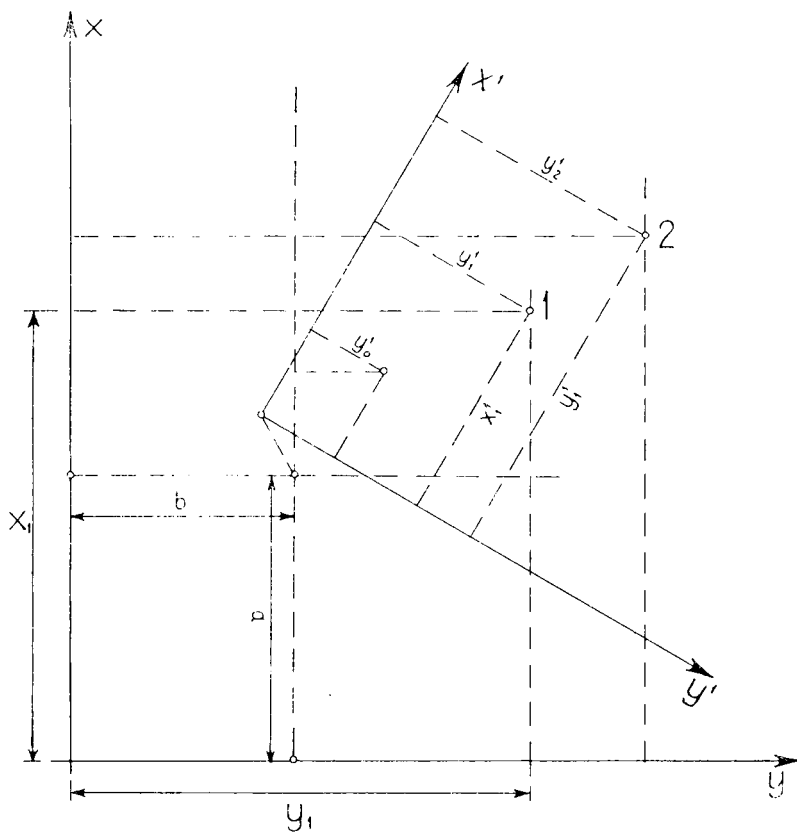
$$\beta = \frac{[x'_r(X_r - x'_r) + y'_r(Y_r - y'_r)]_1^n}{[y_r'^2 + x_r'^2]_1^n};$$

$$a = \frac{[X]_1^n}{n} - \frac{[x']_1^n}{n}; \quad b = \frac{[Y]_1^n}{n} - \frac{[y']_1^n}{n};$$

$$X_p = x'_p + a - (y'_p - y'_0) \cdot \alpha + (x'_p - x'_0) \cdot \beta;$$

$$Y_p = y'_p + b + (x'_p - x'_0) \cdot \alpha + (y'_p - y'_0) \cdot \beta.$$

Współczynniki α , β , a , b oblicza się na podstawie współrzędnych punktów dostosowania, tj. tych punktów sieci w ilości n , które są określone za pośrednictwem współrzędnych w obydwóch układach.



Rys. 1

Oznaczenia:

X, Y — współrzędne n punktów dostosowania, wyrażone w układzie głównym;

- $X_0 = \frac{[X]_1^n}{n}$ — współrzędne środka ciężkości, obliczone na podstawie współrzędnych n punktów dostosowania, wyrażonych w układzie głównym;
 $Y_0 = \frac{[Y]_1^n}{n}$ — współrzędne środka ciężkości obliczone na podstawie współrzędnych lokalnych tych samych n punktów dostosowania;¹⁾
 $X_r = X - X_0$ — współrzędne zredukowane n punktów dostosowania wyrażone w układzie głównym;
 $Y_r = Y - Y_0$ — współrzędne zredukowane punktów dostosowania wyrażone w układzie lokalnym;
 x', y' — współrzędne tych samych n punktów dostosowania wyrażone w układzie lokalnym;
 $x'_0 = \frac{[x']_1^n}{n}$ — współrzędne środka ciężkości obliczone na podstawie współrzędnych lokalnych tych samych n punktów dostosowania;¹⁾
 $y'_0 = \frac{[y']_1^n}{n}$ — współrzędne zredukowane punktów dostosowania wyrażone w układzie lokalnym;
 $x'_r = x' - x'_0$ — współrzędne zredukowane punktów dostosowania wyrażone w układzie lokalnym;
 $y'_r = y' - y'_0$ — współrzędne zredukowane punktów dostosowania wyrażone w układzie lokalnym;
 ε — azymut osi x' układu lokalnego, liczony od osi X układu głównego;
 $q = \frac{s}{s}$ — stosunek długości odcinka, obliczony ze współrzędnych głównych do długości tego samego odcinka, obliczonej ze współrzędnych lokalnych;
 a, b — współrzędne główne (X, Y) początku układu lokalnego po sprowadzeniu jego osi równoległości z osiami układu głównego przez obrót dookoła punktów x'_0, y'_0 ;
 x_p, y_p — współrzędne w układzie głównym dowolnego punktu P , nie wchodzącego w skład grupy punktów dostosowania;
 x'_p, y'_p — współrzędne w układzie lokalnym tego samego punktu P , nie wchodzącego w skład grupy punktów dostosowania.

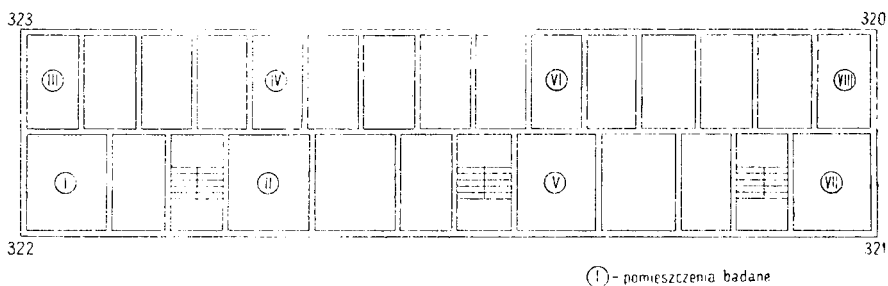
Tak w ogólnych zarysach przedstawiają się założenia metodyczne przeprowadzania pomiarów kontrolnych odchyżeń od projektu powstałych w czasie realizacji budynku.

3. Omówienie wykonanych prac pomiarowych

Pierwszy budynek, na którym przeprowadzono w Polsce pomiary odchyłek montażu, zlokalizowany jest na Osiedlu Sowińskiego na Kole. Zlecenie na opracowanie metody i przeprowadzenie pomiarów otrzymała Katedra Geodezyjnych Pomiarów Szczegółowych Politechniki Warszawskiej.

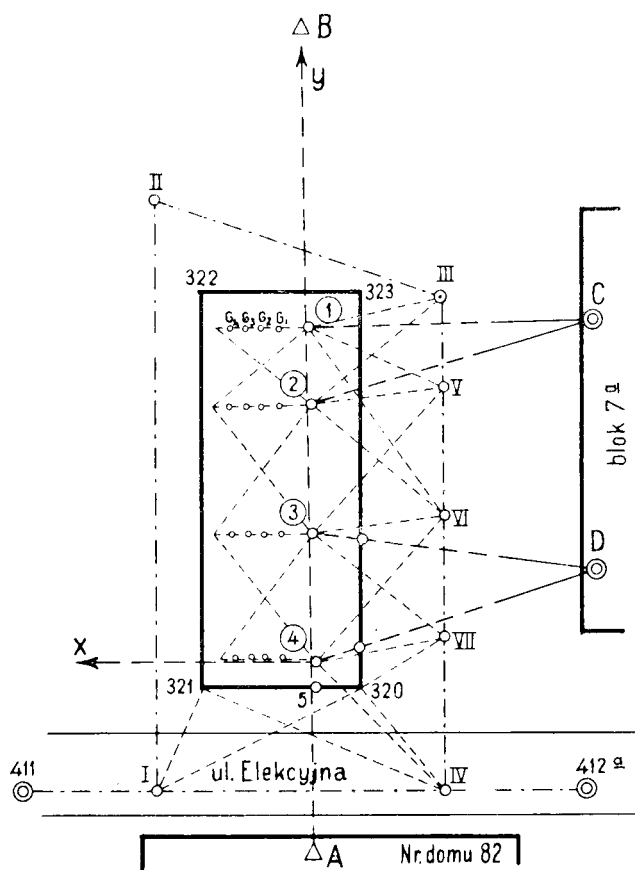
¹⁾ Obydwa środki ciężkości (X_0, Y_0 i x'_0, y'_0) w ogólności nie pokrywają się. Punkt (x'_0, y'_0) przyjmuje się zarazem za środek obrotu układu lokalnego.

Usytuowanie pomieszczeń badanych



Rys. 2

Szkic sieci pomiarowej



Rys. 3

Program badań przewidywał:

a) Pomiar inwentaryzacyjno-kontrolny usytuowania i kształtu fundamentu budynku w stosunku do założeń projektowych.

b) Określenie odchyłek montażu Δx Δy oraz pochylenie i skręcenia ścian dla wytypowanych pomieszczeń budynku we wszystkich kondygnacjach.

c) Wyznaczenie różnic wysokościowych Δz w stosunku do projektu.

Z uwagi na pionierski charakter tej pracy, przyjęto nieco inny w założeniach sposób pomiaru, aniżeli przy budynkach wykonywanych w okresie późniejszym przez Instytut Geodezji i Kartografii.

3a) Podstawową osnowę pomiarową stanowiła baza założona wokół budynku w kształcie czworoboku I-II-III-IV, przy czym dwa punkty bazy I i IV usytuowane były na boku poligonizacji miejskiej 471 i 472A (Rys. 3).

Współrzędne punktów bazy pomiarowej i narożników fundamentu obliczono w nawiązaniu do punktów poligonizacji miejskiej Nr 471 i 472A. Długości boków mierzono taśmą 50 m z nakładkami i dynamometrem, natomiast kąty za pomocą teodolitu 1 „Wild T2”.

Współrzędne naroży fundamentu określono metodą rzędnych i odciętych z bazy pomiarowej. Z porównania współrzędnych pomierzonych z danymi projektowymi obliczono odchyłki Δx_f i Δy_f , charakteryzujące dokładności usytuowania i kształtu fundamentu wznoszonego budynku.

Poniżej podajemy zestawienie wartości Δx_f i Δy_f , określonych w mm, dla naroży fundamentu:

Tablica 1

Nr p.	Δx_f	Δy_f mm
321	46	- 21
322	73	4
323	13	17
324	-66	53

Odchyłki Δz wyznaczono z porównania rzędnych określonych z pomiaru niwelacyjnego nawiązanego do 2-ch reperów miejskich z rzędnymi dla tzw. zera budynku.

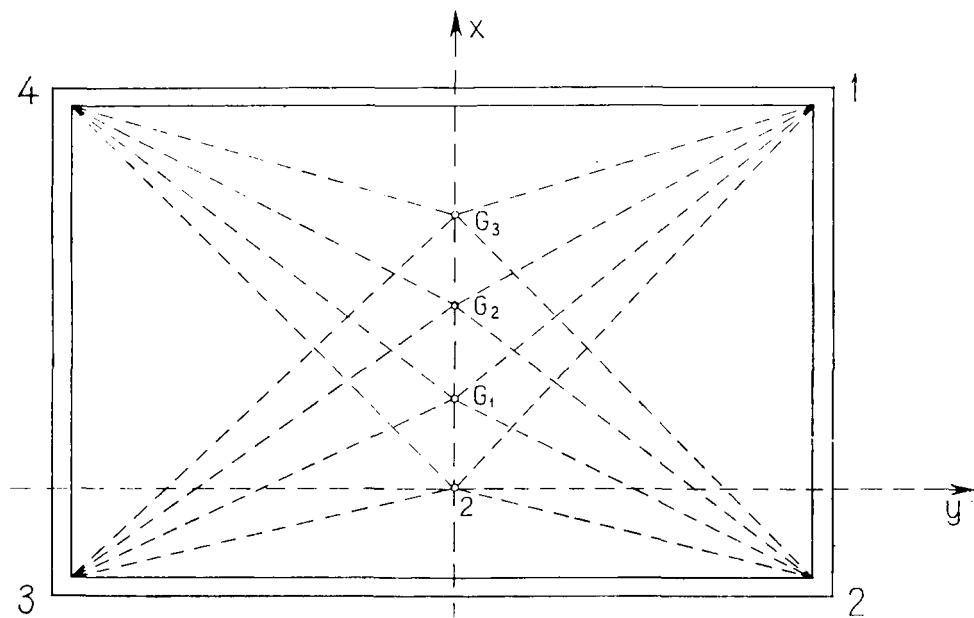
3b) Następnym etapem, tzn. określenie odchyłek montażu budynku, wykonano w następujący sposób.

Na stropie (nad piwnicami) pomieszczeń wytypowanych do prowadzenia pomiarów kontrolnych zastabilizowano bolce metalowe 1, 2, 3, 4 wzdłuż ustalonej prostej $A-B$, równoległej do krawędzi budynku 320—323. Następnie z punktów 1, 2, 3, 4 wytyczono prostopadłe do linii $A-B$, na których zastabilizowano dodatkowo po 3 bolce (G_1 , G_2 , G_3) w każdym

z badanych pomieszczeń. Wzajemne usytuowanie bolców pomierzono ruletką stalową z dokładnością do 1 mm. Zastabilizowane bolce pomiarowe w pomieszczeniach posłużyły w okresie późniejszym do wyznaczenia odchyleń ustawianych ścian w stosunku do odpowiadających płaszczyzn pionowych. Tak usytuowaną sieć punktów pomiarowych, zastabilizowanych na stropie parteru, przerzutowywano na wszystkie następne kondygnacje badanego budynku, wykonując równocześnie ich stabilizacje. Rzutowanie odbywało się ze stanowisk zainstalowanych na płaskich dachach sąsiednich budynków oraz celowników zainstalowanych na zewnętrznych ścianach budynku i utrwalających kierunki od stanowisk teodolitu *A, C, D* do punktów 1, 2, 3, 4. Usytuowanie bolców pomiarowych na następnych stropach wyznaczono z przecięć 2 kierunków (Rys. 3).

Pomiary niwelacyjne prowadzono równoległe ze stabilizacją znaków pomiarowych na poszczególnych stropach. Łatę 4-ro metrową niwelacyjną ustawiono w narożnikach badanych pomieszczeń oraz reperach zastabilizowanych uprzednio na ścianie, od strony zewnętrznej, w dwóch poziomach istniejącej już kondygnacji. Repery te posłużyły do określenia wysokości poszczególnych kondygnacji za pomocą niwelacji. Całość prac pomiarowych była raczej pracochłonna i wymagająca stałego kontaktu z budową, z uwagi na wykonywane prace stabilizacyjne i pomiarowe po zrealizowaniu kolejnych kondygnacji (łącznie ze stropami).

Drugi etap pomiarów kontrolnych rozpoczął się po wykonaniu budyn-



Rys. 4

ku w stanie surowym. Prace polegały na odnalezieniu i zidentyfikowaniu zastabilizowanych uprzednio bolców, przerzutowanie ich na strop pomieszczenia za pomocą centrownika optycznego Zeissa oraz pomiaru odległości od bolców do narożników i to zarówno na podłodze i suficie we wszystkich pomieszczeniach badanych. Pomiar odległości odbywał się za pomocą ruletki stalowej, zgodnie z załączonym szkicem (Rys. 4).

Obliczenia i wyniki pomiarów

Współrzędne naroży pomieszczeń badanych obliczono w następujący sposób.

Zastabilizowane punkty G_1 , G_2 i G_3 posiadają współrzędne określone z układu lokalnego pomierzonego przed zabudową ścian. Odległości do narożników wyznaczono za pomocą pomiarów liniowych. Dla obliczenia przyrostów Δx posłużono się wzorem Carnota.

$$\Delta x^2 = \frac{r_2^2 - r_1^2 - a_1^2}{2a_1},$$

który do obliczeń przyjęto w postaci

$$\Delta x = \frac{(r_2 - r_1)(r_2 + r_1)}{2a_1} - \frac{a_1}{2}.$$

Natomiast przyrosty Δy obliczono z wzoru Pitagorasa

$$\Delta y = \sqrt{r_1^2 - \Delta x^2}.$$

Dla każdego z badanych punktów obliczono dodatkowo dla kontroli przyrosty z następujących wzorów:

$$\Delta x = \frac{(r_3 - r_1)(r_3 + r_1)}{2a_2} - \frac{a_2}{2},$$

$$\Delta y = \sqrt{r_2^2 - (\Delta x + a_1)^2}.$$

P — punkt badany,

G_1 , G_2 , G_3 — punkty stabilizowane w pomieszczeniach o znanych współrzędnych,

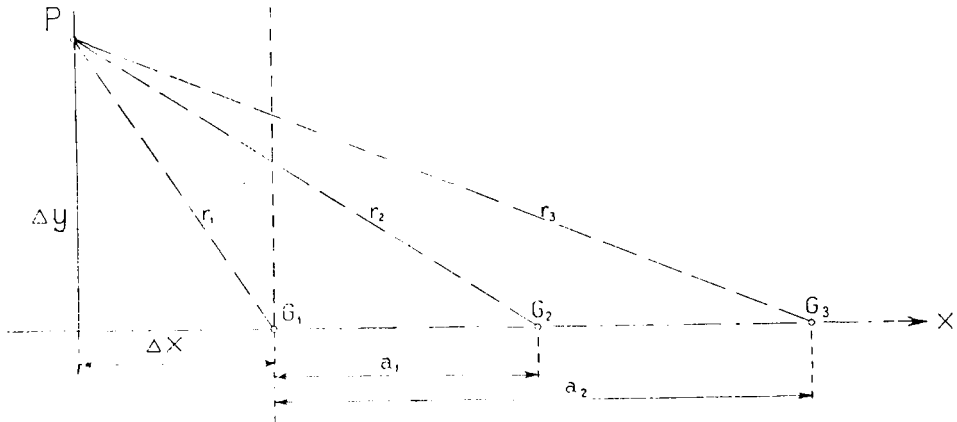
r_1 , r_2 , r_3 — pomierzone długości od bolców do narożników.

Wzory zaczerpnięto z publikacji [1].

Wielkości odchyień montażowych wyznaczono z porównania współrzędnych pomierzonych na obiekcie ze współrzędnymi projektowymi obliczonymi z miar projektowych.

Poniżej podajemy zestawienie wyników pomiaru dla pomieszczenia II badanego budynku charakteryzujących się największymi odchyłkami montażowymi.

Maksymalne pochylenia ścian w przypadku omawianego obiektu wynosiły 14 mm, a skrzyty w płaszczyźnie poziomej w stosunku do osi projektowanych wahały się w granicach od 0 do 35".



Rys. 5

Tablica 2

Różnice współrzędnych z pomiaru i projektu podano w mm

Narożnik	pom.	1			2			3			4		
		Δx_1	Δy_1	Δz_1	Δx_2	Δy_2	Δz_2	Δx_3	Δy_3	Δz_3	Δx_4	Δy_4	Δz_4
Parter	d	-10	-30	-3	19	-31	5	19	-44	9	-21	-43	-1
	g	7	41		23	-31		17	-51		-16	-38	
I	d	8	45	25	6	-21	37	-4	-37	18	-14	-47	16
	g	-8	-41		12	3		-9	-39		-20	-63	
II	d	-20	-33	12	4	1	39	-12	-11	-12	-19	-32	-5
	g	-33	-30		4	13		-15	-3		-33	-45	
III	d	29	-31	0	-7	-1	21	-11	9	16	-35	-31	-13
	g	-23	-23		-4	3		-3	10		-20	-35	

Przedstawione powyżej wielkości odchyżeń pomierzone były na jednym z pierwszych budujących się osiedli i realizowanych metodą budownictwa wielkopłytkowego.

Pomiary kontrolne prowadzone w okresie późniejszym na podobnych obiektach wykazywały odchyłki podobnego rzędu a nawet znacznie większe.

Drugi sposób pomiaru inwentaryzacyjno-kontrolnego budynków wielkopłytowych

Duża pracowitość oraz konieczność ciągłego kontaktu i przebywania na budowie zespołu pomiarowego, jak również i inne utrudnienia skłoniły wykonawców do zmodyfikowania metody pomiarowej z zachowaniem wymaganych dokładności wyznaczenia odchyłeń projektowych (w stosunku do sposobu omawianego powyżej). Zasadnicza różnica polegała na tym, iż całość prac pomiarowo-badawczych prowadzona była wyłącznie na realizowanym budynku. Sieć pomiarową o charakterze lokalnym zakładano na stropie przyziemia, stabilizując punkty pomiarowe za pomocą bolców metalowych wstrzeliwanych osadzakiem „Grom”.

Sieć pomiarowa składała się z 2-ch stanowisk teodolitu I i II oraz punktów stabilizowanych w narożnikach badanych pomieszczeń (Rys. 6) w kilkunastocentymetrowej odległości od projektowanych ścian.

Pomiar narożników budynku i punktów na stropie wykonywano metodą biegunową, przy użyciu teodolitu 1" i taśmy stalowej z podziałem milimetrycznym.

Wykonanie pomiaru z 2-ch stanowisk pozwoliło wyznaczyć dwukrotnie współrzędne punktów przy wykorzystaniu danych pomiarowych uzyskanych niezależnie. Stworzyło to możliwość kontroli i wpłynęło na podniesienie dokładności pomiaru.

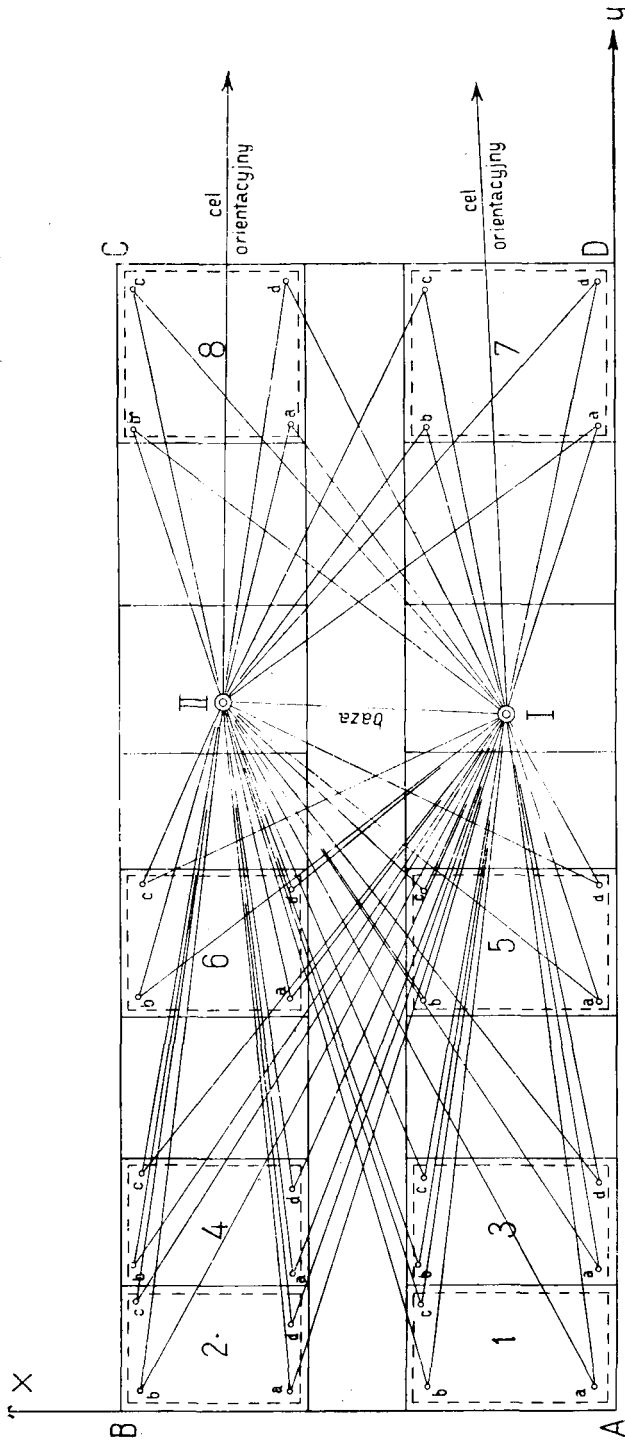
Pomiary kątowe wykonano metodą kierunkową nawiązywaną do odległego celu orientacyjnego. Niezależnie od omawianych czynności pomiarowych przeprowadzono niwelację stropu metodą punktów rozproszonych, używając do tego celu niwelatora samopoziomującego Zeiss-Opton.

Praktyka wykazała, że wykonanie czynności pomiarowych na stropie budynku nie nastęcza na ogół trudności, a przy dobrej organizacji prac może być wykonane w ciągu kilku godzin.

Usytuowanie sieci pomiarowej na stropie przyziemia było bardzo korzystne, ponieważ płyty stropowe w narożach posiadały otwory instalacyjne, które wykorzystano do przeprowadzenia pionu i przeniesienia sieci pomiarowej na wyższe kondygnacje.

Współrzędne uzyskane z pomiaru, obliczone w dowolnym układzie lokalnym ($x'y'$) przetransformowano wg podanych powyżej wzorów do układu (XY) charakteryzującego się tym, że suma poprawek współrzędnych dx , dy naroży $ABCD$ istniejącego przyziemia w stosunku do wzajemnych projektowanych położenia tych punktów, osiągnie minimum.

Dalsze prace pomiarowe prowadzono po wybudowaniu ścian parteru i następnych kondygnacji. W narożnikach pomieszczeń badanych zawieszane były ciężkie piony zamocowane w stropie najwyższej kondygnacji i zwisające do stropu przyziemia przez otwory instalacyjne stropów po-



Rys. 6

średnich. Następnie wykonano domiary od zastabilizowanych bolców w stropie przyziemia do drutu pionu, a następnie od drutu pionu do ścian na dwóch poziomach każdej kondygnacji (tzn. przy podłodze i suficie). Domiary przeprowadzono wyskalowaną ekerką prostopadle do ścian.

Przez pionowanie uzyskano przeniesienie układu współrzędnych ze stropu przyziemia na wszystkie kondygnacje badanego obiektu.

W przypadku niepokrywania się otworów w stropach i braku możliwości pionowania na całej wysokości budynku, pionowanie i związane z przeniesieniem czynności pomiarowe wykonywano odcinkami. Natomiast kontrolę uzyskanych wyników przeprowadzono za pomocą sieci zastabilizowanej i pomierzonej na najwyższym stropie, podobnie jak na dole. Współrzędne tej sieci przetransformowano do punktów przeniesionych pionowaniem przez duże otwory wentylacyjne (ze stropu przyziemia na strop najwyższy). Współrzędne punktów wyznaczanych w pomieszczeniach kontrolowanych uzyskano z prostego przeliczenia, tzn. współrzędna drutu pionu, plus domiary do ścian (traktowane jako Δx i Δy).

Wyznaczenie wielkości odchyłeń montażowych uzyskano za pomocą wzorów:

$$\Delta x_i = X_p - X_i;$$

$$\Delta y_i = Y_p - Y_i;$$

gdzie: X_p, Y_p — współrzędne pomierzone,

X_i, Y_i — współrzędne projektowane, obliczone z danych projektowych,

$\Delta x_i, \Delta y_i$ — wielkości odchyłeń w mm.

Pomiary niwelacyjne prowadzono sukcesywnie do postępu prac montażowych, wykonując obserwację na każdym stropie oddzielnie. Różnice wysokości kolejnych stropów wyznaczono za pomocą ciągów niwelacyjnych przebiegających klatkami schodowymi.

Odchyłki wysokościowe obliczono z wzoru

$$\Delta Z_i = Z_p - Z_i;$$

gdzie: Z_p — rzędne pomierzone,

Z_i — rzędne obliczone z wysokości projektowej,

ΔZ_i — odchyłki wysokościowe.

Załączone powyżej zestawienia ilustrują formę tabelaryczną przekazywania wyników pomiaru.

Wielkości przesunięć Δx i Δy , podane w tabelicy 3 zostały wybrane specjalnie dla przedstawienia krańcowych tzn. największych wartości przesunięć ścian w stosunku do projektu.

Poza tym w pomieszczeniu 8 bloku 218 istniała wyraźna tendencja wzrostu przesunięcia od -50 mm (Δx na parterze) do -115 mm na 10-tym piętrze co wskazywało na pochylenie budynku. Podobną tendencją prze-

Tablica 3

Różnice współrzędnych z pomiaru i projektu w pomieszczeniu 8

Punkt		a			b			c			d			Z projektu
Piętro	górną dół	Δx_a	Δy_a	Δz_a	Δx_b	Δy_b	Δz_b	Δx_c	Δy_c	Δz_c	Δx_d	Δy_d	Δz_d	
10	g.	-115	17		-3	61			-34		-111	-75		27 000
	d.	-110	8	34	5	54	-4	14	-25	-8	-103	-74	29	
9	g.	-104	-8		10	50		13	-35		-105	-66		24 300
	d.	-99	-2	30	13	52	-16	21	-47	-10	-96	-74	21	
8	g.	-101	-29		8	45		34	-46		-99	-73		21 600
	d.	-94	-25	11	0	48	-33	33	-41	-1	-91	-65	30	
Współrz. projekt.														

Tablica 4

Wychylenie krawędzi ścian z pionu

Ściana	a-b		b-e		c-d		d-a	
Punkt	a	b	b	e	c	d	d	a
10	-9	-7	8	7	9	-1	8	5
9	6	2	-6	8	-12	-8	9	5
8	4	3	-8	-1	5	8	8	7

Tablica 5

Odchylenie pionowe krawędzi ścian pomieszczenia 8

Ściana	a-b		b-c		c-d		d-a		
Punkt	tg α	α'	tg α	α'	tg α	α'	tg α	α'	
10	g.	1 : 119	28,9	1 : 526	6,5	1 : 134	25,7	1 : 1315	2,6
	d.	1 : 114	30,2	1 : 584	5,8	1 : 107	32,1	1 : 751	4,6
9	g.	1 : 90	38,2	1 : 877	3,9	1 : 169	20,3	1 : 5260	0,7
	d.	1 : 97	35,4	1 : 658	5,2	1 : 194	17,7	1 : 1753	2,0
8	g.	1 : 71	48,4	1 : 202	17,0	1 : 194	17,7	1 : 2630	1,3
	d.	1 : 72	47,7	1 : 159	21,6	1 : 97	35,4	1 : 1353	2,0

jawiła się we wszystkich innych pomieszczeniach, jednak w znacznie mniejszym stopniu niż w pomieszczeniu 8.

Pozostałe tablice 4 i 5 zawierają wielkości obliczone na podstawie danych tablicy 3 i kolejno charakteryzują pochylenie i skręcenie ścian w stosunku do osi projektowych.

Pomiary inwentaryzacyjno-kontrolne budynków wykonywanych za pomocą szalunków

Przedstawione powyżej prace pomiarowo-kontrolne stosowane były dla określenia odchyłek wykonawstwa w stosunku do projektów na budynkach montowanych z gotowych płyt betonowych dostarczonych z bazy materiałowej. Łatwy dostęp do pomieszczeń i poszczególnych elementów w trakcie trwania montażu wpływał korzystnie na czynności pomiarowe.

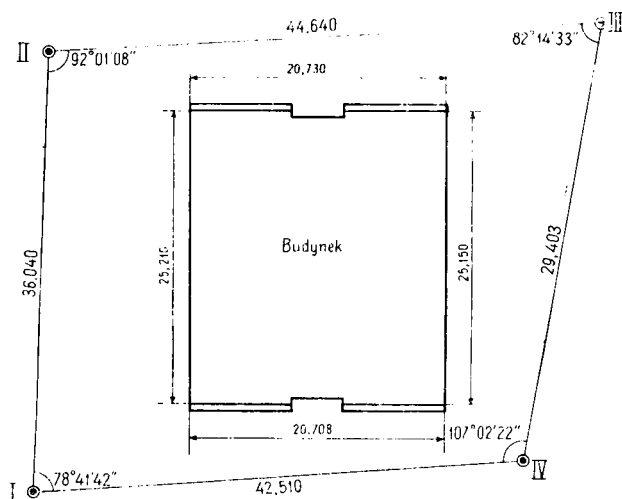
W przypadku budynków realizowanych metodą szalunków stałych lub ślizgowych odpadła możliwość prowadzenia pomiarów inwentaryzacyjno-kontrolnych w czasie wykonywania konstrukcji nośnych obiektu, z uwagi na szalunki, zbrojenia itp. Należało zatem opracować sposób pozwalający przeprowadzić pomiary na budynku wykonanym w stanie surowym.

Dosyć klasycznym obiektem badanym był 17-to kondygnacyjny budynek realizowany metodą szalunku ślizgowego. Platformę szalunku ślizgowego zmontowaną przed rozpoczęciem budowy na fundamencie podniesiono w całości łącznie z szalunkami aż do ostatniej kondygnacji, podobnie jak przy budowie wysokich kominów żelbetowych. Stropy wykonywano oddzielnie na szalunkach poziomych, przygotowywanych oddzielnie dla każdego pomieszczenia. W czasie trwania budowy obsługę geodezyjną prowadził zespół pomiarowy Geoprojektu, którego zadaniem było sprawdzanie prawidłowości przesuwania szalunków, pionowości ścian budynku oraz kontrola osiadania fundamentów w czasie trwania realizacji obiektu. Zespół geodezyjny prowadził prace pomiarowe związane z techniką budowy wieżowca. Jednak dla celów badawczych, należało przeprowadzić pomiary inwentaryzacyjno-kontrolne w celu wyznaczenia odchyłek od projektu.

Na zlecenie Instytutu Techniki Budowlanej pracownicy Zakładu Geodezji Gospodarczej IGiK opracowali projekt pomiaru odchyłek montażu budynku, który opierał się na szczegółowym wywiadzie, obejmującym zapoznanie się z konstrukcją budynku, technologią budowy, ustaleniem możliwości uzyskania niezbędnych do pomiaru wizur na tle lokalizacji budynku i istniejących przeszkód terenowych.

W wyniku zebranych informacji ustalono sposób wykonania pomiarów, wg którego przeprowadzono całość prac geodezyjnych w sposób następujący.

Wokół budynku założono bazę pomiarową w postaci czworoboku (Rys. 7). Lokalizacja szczegółowa punktów bazy została przygotowana z uwzględnieniem uzyskania właściwych tras dla pomiaru bloków i wizur oraz otrzymania dobrych wcięć w przód. Z punktów osnowy (zastabilizo-

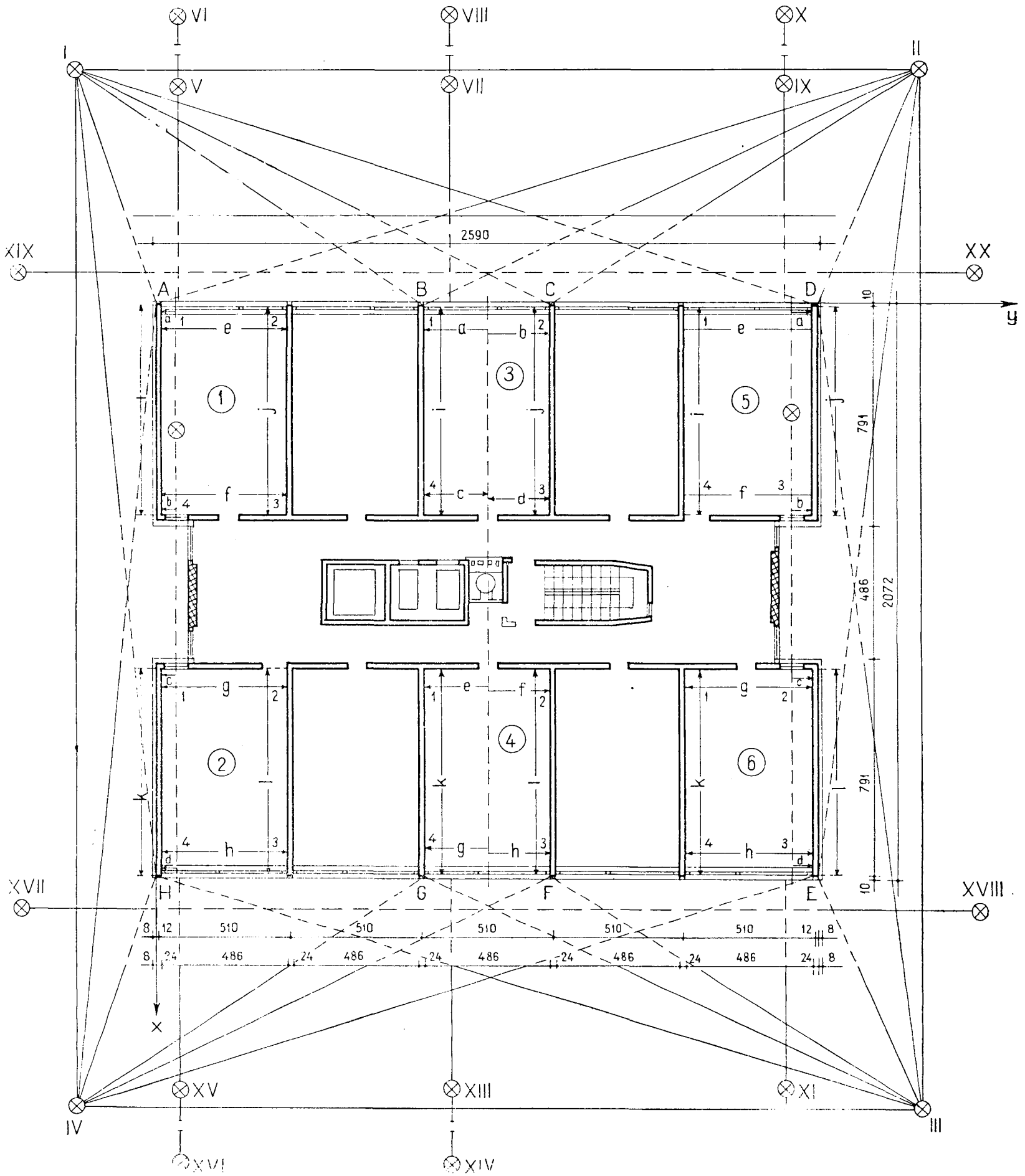


Rys. 7

wanej za pomocą bolców stalowych z naciętymi krzyżami) wykonano wcięcia w przód na punkty *A, B, C ... G* oznaczone na wysokości parapetów 1-go piętra (Rys. 8). Parter posiadający pomieszczenia nie mieszkalne nie był poddawany pomiarom kontrolnym.

Współrzędne osnowy i wyznaczanych punktów obliczono w jednolitym układzie i przetransformowano do układu dopasowanego do 4-ch naroży budynku o współrzędnych wyrażonych w układzie, którego osie były zgodne z kierunkami ścian, zaś współrzędne wynikały z iniar projektowych.

Ze stanowisk *V, VI, VII...* leżących na prostopadłych do ścian budynku wykonano metodą rzutowania na podziałkę określenie różnic między współrzędnymi *X* i *Y* punktów *A, B, C...* a współrzędnymi odpowiadających punktów — naroży ścian na pozostałych kondygnacjach. Wewnątrz pomieszczeń *1, 2, 5, 6* poprowadzono pomiar elementów *a, b, c, d* również metodą rzutowania na podziałkę, za pomocą teodolitu i łąty niwelacyjnej przykładanej poziomo do ścian w oznaczonych miejscach, natomiast w pomieszczeniach *3* i *4* wyznaczono również tą metodą elementy *a, b, c, d, e, f, g* i *h*. Pozostałe elementy w pomieszczeniach łącznie z kontrolnym pomiarem przekątnych pomierzono taśmą stalową z podziałem milimetrym.



Rys. 8

Uzyskane dane zgodnie z projektem pomiarowym posłużyły do obliczenia współrzędnych wszystkich interesujących naroży w każdej kondygnacji w trzech układach nawiązanych do par punktów, których współrzędne wyznaczono metodą rzutowania.

Pomiar odchyleń pionowych usytuowania naroży stropów w pomieszczeniach badanych wykonano metodą niwelacji technicznej, przykładając łątę od spodu do stropów pomieszczeń w pobliżu naroży.

Kolejność wykonania pomiarów uzależniona była od technologii montażu i harmonogramu prac budowlanych. Dlatego też pomiar elementów wewnątrz budynku musiał być wykonany sukcesywnie w okresie przed zabudową pomieszczeń ściankami działowymi, natomiast pomiar osnowy i punktów *ABC* — w okresie kiedy na placu budowy było najmniej przeszkód w postaci składowania materiałów budowlanych i robót ziemnych.

W ostatniej fazie przeprowadzono ze stanowisk V, VI, VII rzutowanie poprzez wszystkie kondygnacje za pomocą teodolitu i łąty niwelacyjnej ustawionej poziomo, a to ze względu na możliwość jednolitego pomiaru wszystkich interesujących punktów.

Prace kameralne

Opracowanie wyników pomiaru przeprowadzono podobnie jak w podanych powyżej przykładach, tzn. na podstawie porównania współrzędnych pomierzonych x'_p, y'_p, z'_p i współrzędnych projektowych X_i, Y_i, Z_i , określając w ten sposób wielkości odchyłek montażowych zestawionych tabelarycznie dla poszczególnych pomieszczeń badanych.

Pochylenia ścian konstrukcyjnych oraz ich skręcenia kątowe w stosunku do osi projektowych obliczono z odchyłek $\Delta x_i, \Delta y_i$ i Δz_i . Maksymalne wielkości odchyłek montażu uzyskano w pomieszczeniu 4, a ich wielkości wynoszą: 179 mm (Δx_4 piętro XIII), -90 mm (Δy_1 piętro XV) i -87 mm (Δz_3 piętro XIII).

Dokładność wyznaczenia odchyłek w poszczególnych pomieszczeniach wynosi około ± 10 mm i jest ona niższa niż przy pomiarach budynków wielkopłytowych gdzie $m = \pm 5$ mm; zmniejszenie dokładności spowodowały nie tylko trudności pomiarowe ale również chropowatość i nierówność ścian w pomieszczeniach badanych.

L I T E R A T U R A

- [1] *Fellmann J.*: Pomiar kontrolny przy wznoszeniu z prefabrykatów wielkopłytowych bloku mieszkalnego. Przegląd Geodezyjny, nr 12, W-wa, 1961 r.
- [2] *Gomoliszewski J.*: Kościół Św. Anny w Krakowie. Dokumentacja Geodezyjno-Inwentaryzacyjna. Warszawa, 1957 r.
- [3] *Lazzarini T.*: Geodezyjne pomiary odkształceń i ich zastosowanie w budownictwie. W-wa, 1961 r.
- [4] *Mayzel B.*: Zastosowanie pomiarów geodezyjnych w badaniach konstrukcji budowlanych. Przegląd Geodezyjny Nr 2, W-wa 1957 r.

Recenzował: Prof. inż. Jan Ponikowski

Rękopis złożono w Redakcji w czerwcu 1966 r.

СТЭФАН ЗЫКУБЕК

ИНВЕНТАРИЗАЦИОННО-КОНТРОЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ В ИНДУСТРИАЛЬНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Резюме

Применение новых индустриальных методов и технологии в строительстве, создает необходимость выполнения контрольных исследований, подтверждающих правильность проектных предположений.

Инвентаризационно-контрольные измерения являющиеся составной частью контрольных исследований, имеют целью сбор нужных статистических данных, для определения и установления допусков разностей между истинной а проектной установкой сборных конструкций в ходе монтажа здания.

Измерительные работы включают:

- 1) Установление уклонов возникших при трассировке и закладке стен по отношению к проектным осям,
- 2) Определение значений уклонов установки элементов сборной конструкции по отношению к проектным данным.

Геодезические способы производства контрольных измерений зависят в значительной мере от конструкции строящегося объекта и местных условий. Проект измерительного метода нуждается в предварительной рекогносцировке для сбора необходимых информации.

Инвентаризационно-контрольные измерения опираются на исполнении высотно-подробных съемок углов зданий и внутренних углов исследуемых помещений в единой системе координат.

Опорной измерительной основой является базис расположенный вокруг здания или же на приземном перекрытии. Относительно этого базиса вычисляются координаты определяемых пунктов.

Координаты получены из измерений, трансформируется в систему, которой оси согласуются с направлениями стен, а координаты получаются из проектных мер.

Значения монтажных уклонов Δx , Δy , Δz определяются из сравнения измеренных (на объекте) и трансформированных координат с проектными координатами (вычисленными по проектным мерам).

Уклоны и кручения стен и исследуемых элементов определяются по уклонам Δx и Δy .

Приведенные в работе три примера производства контрольных измерений различаются в подробностях и в трудоемкости и являются иллюстрацией довольно типичных измерительных решений, зависящих от рода здания и окружающей среды. В то же время приводимые составления результатов измерений для исследуемых объектов характеризуют порядок величин монтажных отклонений.

На зданиях 4-ех этажных значения отклонений колеблются в пределах от 0 до 63 мм. Объект же строенный тем же методом 11 этажный имел отклонения в два раза больше, при такой же точности измерения. Максимальные значения отклонений монтажа определенные на 17 этажном здании, строеным методом скользящей опалубки достигали пределов от 87 мм (Δz_3 — XIV этаж) до 179 мм (Δx_4 — XIV этаж).

STEFAN ZYKUBEK

INVENTORY AND CONTROL SURVEYS IN THE INDUSTRIALIZED BUILDING TRADE

S u m m a r y

The introduction of new, industrialized methods and new technological solutions in the building trade made it necessary to maintain control studies in order to check the conformity of erection work with design data. Control surveys constituting part of these control studies are intended to collect all data required for defining and checking admissible divergences between the actual and the intended placing of prefabricated structural elements during erection of a building.

The control surveys comprise:

- 1) Determination of any divergences that may have occurred in laying out and fixing the position of building walls in relation to the axes shown in the design,
- 2) Definition of the magnitude of divergences that may have occurred in placing prefabricated structural elements, in relation to data given in the design drawings.

The geodetic methods of carrying out such control measurements depend, to a large extent, on the structural design of the building involved and on local field conditions. Any planning of methods of geodetic measurements requires, therefore, preliminary steps in order to collect all data required.

All control measurements are based on surveying the location and the heights of outside and inside corners of all parts of the structures, — all of these data encompassed by a uniform system of coordinates.

The basic framework of these measurements is a system of base lines laid out surrounding the building on the ground or on top of the ground floor. In reference to this basic system all target coordinates are calculated.

The coordinates thus determined by surveying are entered into the system whose axes run parallel with the directions of the walls, and whose coordinates correspond to the dimensions shown in the design.

The magnitudes of the divergences Δx , Δy , Δz caused by inaccuracies in erection work are determined by comparing the coordinates obtained from the measurements (of targets on the object and then transformed) with those shown in the drawing (calculated from the design). On the other hand, any tilting and twisting of walls and other examined elements are defined from deviations Δx and Δy .

Three examples presented in the paper, showing how to carry out control measurements of this kind, differ in details as well as in the amount of time they consume; they give a fairly typical picture of solutions depending merely on types of the respective buildings and on local conditions. On the other hand, the list of

results of the measurements made, as presented by the author, represents a characteristic of the order of magnitudes of deviations discovered in the control of erection work.

On 4-storey buildings, the range of deviations is from 0 to 63 mm; however, a structure 11 storeys high, erected by the same method, revealed deviations twice as great, while the accuracy of the control measurements was unaltered. The greatest deviations from design figures came to light at a building 17 storeys high, built with sliding forms; here the deviations were from 87 mm (Δz_3 of 13th storey) to 179 mm (Δx_4 of 13th storey).

SPIS TREŚCI

STEFAN HAUSBRANDT

Wyznaczanie wielkości błędu średniego z zespołu błędów prawdziwych
w oparciu o założenie normalności rozkładu 3

MARIA KRYSTYNA SZACHERSKA

Analiza rozkładu błędów w polskiej sieci astronomiczno-geodezyjnej . 48

TADEUSZ KLUSS

Wyrównanie triangulacyjnej sieci przestrzennej metodą pośredniczącą
przy przyjęciu pomierzonych cosinusów kierunkowych i metodą wa-
runkową przy przyjęciu pomierzonych kątów przestrzennych 70

KRYSTYNA PODLACHA

Wpływ rozwoju rzeźby współczesnej na dezaktualizację mapy . . . 93

WOJCIECH JANUSZ

Usprawnienie obliczania przesunięć punktów kontrolnych w sieciach
geodezyjnych, dla pomiarów odkształceń 106

STEFAN ZYKUBEK

Pomiary inwentaryzacyjno-kontrolne w budownictwie uprzemysłowio-
nym 127

СОДЕРЖАНИЕ

СТЭФАН ХАУСБРАНДТ

Определение значения средней квадратической ошибки из комплекса истинных ошибок, опираясь на предположении нормального распределения 3

МАРЯ КРЫСТЫНА ШАХЕРСКА

Анализ распределения ошибок в польской астрономо-геодезической сети 48

ТАДЕУШ КЛЮСС

Уравнивание триангуляционной пространственной сети косвенным методом с использованием измеренных дирекционных косинусов и условным методом принимая измеренные пространственные углы 70

КРЫСТЫНА ПОДЛЯХА

Влияние развития современного рельефа на старение карты 93

ВОЙЦЕХ ЯНУШ

Усовершенствование вычислений перемещений пунктов в контрольных геодезических сетях для измерения деформации 106

СТЭФАН ЗЫКУБЕК

Инвентаризационно-контрольные измерения в индустриальном строительстве 127

CONTENTS

STEFAN HAUSBRANDT

- Determination of magnitude of mean error from a group of true errors,
based on the assumption of a normal distribution 3

MARIA KRYSZYNA SZACHERSKA

- Analysis of distribution of errors in the Polish astronomic-geodetic
network 48

TADEUSZ KLUSS

- Compensation of spatial triangulation network by an intermediate
method assuming measured direction cosines, and by a conditional
method assuming measured spatial angles 70

KRYSZYNA PODLACHA

- Influence of evolution of recent relief forms upon obsolescence of map 93

WOJCIECH JANUSZ

- Improvement in calculating of points displacements in geodetic networks,
for the purpose of measuring deformations 106

STEFAN ZYKUBEK

- Inventory and control surveys in the industrialized bulding trade . . 127