

Tadeusz DZIURA, Zdzisław KULCZYCKI

Piotr TRZCIONKA

ZAKRES I METODYKA POMIARÓW GEODEZYJNYCH WPLYWÓW EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ NA TERENIE ŚRÓDMIEŚCIA BYTOMIA

Streszczenie. W artykule omówiono koncepcję systemu obserwacji geodezyjnych dla określenia deformacji powierzchni wywołanych eksploatacją górniczą pokładów węgla, prowadzoną przez kopalnię "Dymitrow", "Szombierki" i "Rozbark" w filarze ochronnym pod miastem Bytom. Obserwacje geodezyjne w Bytomiu prowadzone są od 1956 r. i obecnie wymagane jest dostosowanie ich zakresu i metodyki do aktualnych potrzeb górnictwa w tym rejonie. W 1988 r. sieć obserwacyjna została odpowiednio zmodernizowana. Wydzielono w niej ciągi nawiązawcze, ciągi obwodnicy, linie obserwacyjne główne, linie obserwacyjne lokalne, punkty rozproszone oraz mikrosieci na obiektach o znaczeniu specjalnym.

Dla każdego rodzaju sieci określono zakres, metodykę oraz częstotliwość pomiaru. Omówiono technikę i wymaganą dokładność pomiarów wysokościowych, pomiarów odległości oraz pomiarów specjalnych. Metodykę pomiaru dostosowano do aktualnych i przyszłych możliwości technicznych działu mierniczego ds. eksploatacji pod Bytomiem.

1. WPROWADZENIE

W filarze ochronnym śródmieścia Bytomia prowadzona jest przez kopalnię "Dymitrow", "Szombierki" i "Rozbark" skoordynowana eksploatacja górnicza pokładów węgla kamiennego. Wpływy tej eksploatacji ujawniają się na powierzchni terenu powodując szkody górnicze w obiektach miasta. W celu przeciwdziałania ujemnym skutkom działalności górniczej konieczne jest poznanie zjawisk jej towarzyszących oraz prowadzenie bieżącej oceny ilościowej wpływów eksploatacji. Możliwość ilościowej oceny wielkości wpływów eksploatacji górniczej zapewniają pomiary geodezyjne deformacji terenu i obiektów.

Geodezyjne pomiary deformacji terenu śródmieścia Bytomia rozpoczęto 1956 r. W tym celu powołano specjalistyczny dział mierniczy ds. eksploatacji pod miastem Bytom, którego zadaniem było założenie odpowiedniej sieci obserwacyjnej, wykonywanie okresowych pomiarów geodezyjnych, bieżąca interpretacja wyników pomiarów i informowanie władz górniczych, administracyjnych i politycznych o występujących na powierzchni deformacjach

i uszkodzeniach. Na podstawie analizy wyników pomiarów geodezyjnych opracowywano prognozy wpływów dla kolejnych projektów eksploatacji w filarze ochronnym miasta oraz podejmowano niezbędne środki profilaktyczne mające na celu minimalizację wielkości wskaźników deformacji.

W prowadzonych obecnie badaniach deformacji powierzchni terenu i górotworu dominującą rolę odgrywają badania o charakterze użytkowym. Dają one możliwości bezpośredniego lub pośredniego wyznaczania wartości podstawowych wskaźników deformacji, a także na podstawie uzyskanych wyników, wskazania optymalnego zakresu działalności profilaktycznej. Prowadząc badania o charakterze użytkowym dąży się równocześnie do uzyskania wyników, które można wykorzystać do celów poznawczych.

Zakres obserwacji geodezyjnych w rejonie filara ochronnego dla śródmieścia Bytomia obejmuje:

- pomiary deformacji powierzchni terenu,
- pomiary deformacji obiektów na powierzchni terenu,
- pomiary deformacji górotworu w wyrobiskach górniczych.

Celem pomiarów deformacji powierzchni jest:

- badanie wpływów eksploatacji górniczej w określonych warunkach górniczych i geologicznych,
- porównanie wartości wskaźników deformacji uzyskanych z pomiarów i prognoz,
- korygowanie parametrów teorii stosowanych w prognozowaniu wskaźników deformacji,
- prowadzenie bieżącej kontroli stanu deformacji dla korygowania projektów eksploatacji górniczej.

Celem pomiarów deformacji obiektów na powierzchni jest:

- ustalenie optymalnych zasad i sposobów stosowania profilaktyki budowlanej i górniczej,
- skonfrontowanie rzeczywistego stanu deformacji obiektu z prognozowanym,
- ustalenie sposobu i zakresu napraw, określenie kosztów napraw oraz uzyskanie danych niezbędnych przy podejmowaniu decyzji o możliwości dalszej eksploatacji.

Celem pomiarów deformacji górotworu i wyrobisk górniczych jest poznanie praw mechaniki górotworu, co jest istotne w związku z przechodzeniem z eksploatacją na coraz większe głębokości, gdzie występują duże ciśnienia i związane z nimi tąpnięcia oraz wstrząsy.

Obserwacje geodezyjne wpływów eksploatacji górniczej na teren filara ochronnego śródmieścia Bytomia są wykorzystywane w praktyce, w szczególności do opracowania:

- programów ochrony terenów górniczych,
- projektów skoordynowanej eksploatacji górniczej w filarze ochronnym,
- planów ruchu zakładów górniczych,

- sprawozdań i statystyk dla władz górniczych i terenowych organów administracji państwowej,
- analiz dla komisji koordynującej eksploatację w filarze ochronnym śródmieścia, zespołu konsultacyjnego oraz innych zespołów specjalistycznych.

2. ZAŁOŻENIA I KIERUNKI MODERNIZACJI SIECI OBSERWACYJNEJ

Na podstawie uzyskanych doświadczeń praktycznych oraz opinii ekspertów stwierdzono pilną potrzebę udoskonalenia obecnego systemu obserwacji. Wynika ona z konieczności uwzględniania w pomiarach dwóch celów: naukowo-poznawczego i praktycznego.

Według prognozy wpływów opracowanej w świetle aktualnych zamierzeń eksploatacyjnych sumaryczny przyrost osiadań terenu w okresie 1988-2010 w filarze ochronnym śródmieścia Bytomia wyniesie:

- w części zachodniej od 0,5 do 4,0 m,
- w części wschodniej od 0,5 do 2,5 m,
- w części centralnej od 0,2 do 3,5 m,
- w części północnej od 1,5 do 2,5 m.

Głównym celem modernizacji sieci obserwacyjnej jest dostosowanie zakresu i metodyki pomiarów do konkretnych potrzeb i warunków prowadzonej eksploatacji górniczej. Dla realizacji powyższego celu wydzielono w sieci obserwacyjnej sieć główna oraz sieć lokalna linii i punktów obserwacyjnych.

Zadaniem sieci głównej jest odwzorowanie rozkładu deformacji powierzchni w ustalonych horyzontach czasowych dla całego obszaru śródmieścia Bytomia. Sieci lokalne są zakładane i mierzone w dostosowaniu do aktualnych potrzeb wynikających z lokalizacji eksploatacji górniczej oraz potrzeb użytkowników powierzchni. Pomiaru wykonywane są w zindywidualizowanych okresach. Zakres obserwacji i metodykę pomiarów dostosowano do możliwości technicznych działu mierniczego oraz do faktycznych potrzeb górnictwa. Uwzględniono przy tym możliwość zastosowania nowoczesnej techniki pomiarowej oraz wykorzystania komputerowej techniki obliczeniowej do ewidencjonowania i przetwarzania wyników pomiaru.

Dokładność pomiarów deformacji powinna być dostosowana do przyjętego celu obserwacji. Przyjmując dla pomiarów obniżęń, że spodziewany przyrost obniżęń wynosić będzie 100 mm, a należy zarejestrować zmiany o wartości 10% zmian okresowych, wysokość danego punktu powinna być określona z błędem średnim:

$$m_H = \pm 3,5 \text{ mm}$$

Uzyskanie takiej dokładności metodą niwelacji technicznej może być możliwe przy zapewnieniu metody pomiarowej odpowiadającej wymaganiom osnowy

wysokościowej szczegółowej III klasy [4]. Przyjmując dla pomiarów odkształceń poziomych, że spodziewane okresowe wielkości odkształceń będą miały wartość 2,0 mm/m, odcinek o długości 20 m należy mierzyć z błędem średnim

$$m_1 = \pm 1,4 \text{ mm}$$

to znaczy z błędem względnym 1:15000.

Sieć obserwacyjna miasta powinna być sukcesywnie rozwijana tam, gdzie spodziewane są wpływy eksploatacji. Należy dążyć do tego, aby odległości między punktami linii były w miarę możliwości tej samej długości, tj. od 20 - 25 m. Wskazana jest też okresowa konserwacja punktów oraz odtwarzanie punktów zniszczonych. Punkty odtworzone powinny być wykorzystane do dalszego opisywania ruchów terenu poprzez przypisanie im wielkości przemieszczeń drogą ekstrapolacji.

Ponadto uznano za niezbędne spełnienie w trakcie modernizacji sieci obserwacyjnej miasta Bytomia następujących postulatów:

- 1) zachowanie generalnego układu linii obserwacyjnych o kierunkach NS i WE, dostosowanych do warunków załęgania złoża i układu ulic miasta,
- 2) przedłużenie linii w miejscach, gdzie jest to możliwe poza obręb terenu chronionego tak, aby można było uchwycić pełny rozkład przebiegu deformacji terenu, szczególnie na południowym skłonie niecki bytomskiej oraz w strefie uskoku radzionkowskiego,
- 3) rezygnacja z niektórych szczytkowych linii obserwacyjnych na terenie chronionym w miejscach o dużym zagęszczeniu punktów rozproszonych i położonych w bliskim sąsiedztwie linii głównych,
- 4) wykorzystanie istniejącego układu linii obserwacyjnych do możliwości rejestracji wpływów górniczych w strefie uskoku bytomskiego i radzionkowskiego,
- 5) dostosowanie częstotliwości pomiarów do intensywności eksploatacji górniczej poprzez określenie zasad pozwalających interpretatorowi na wybór optymalnego terminu obserwacji,
- 6) wytypowanie obiektów specjalnych, wymagających zachowania szczególnych wymogów ochrony, dla których określono indywidualny sposób i zakres obserwacji,
- 7) zagęszczenie punktów obserwacyjnych rozproszonych w strefach prognozowanej wysokiej aktywności sejsmicznej.

3. OSNOWA GEODEZYJNA I POMIARY NAWIĄZANIA

Osnowę geodezyjną do pomiaru deformacji terenu śródmieścia Bytomia oparto na 6 reperach. Reper 126 (ścienny) położony w Suchej Górze, przyjmowany jest jako punkt stały. Jest on usytuowany poza zasięgiem wpływów dotychczasowej eksploatacji górniczej. Repery 126, 2145 i 403 stanowią punkty ciągu nawiązawczego o długości 8,6 km do punktu stałego w Suchej Górze. Repery 945, 1224 i 4 stanowią punkty węzłowe wiążące ciągi niwelacyjne w układzie trzech obwodnic: północnej o długości 4,1 km, wschodniej o długości 2,6 km oraz zachodniej o długości 3,9 km.

Lokalizację punktów zmodernizowanej osnowy geodezyjnej i jej kształt przedstawiono na rys. 1.

Ciąg nawiązawczy osnowy wysokościowej należy mierzyć metodą niwelacji precyzyjnej I klasy w cyklach dwuletnich. Dokładność niwelacji precyzyjnej I klasy charakteryzuje średni błąd pomiaru po wyrównaniu:

$$m = \pm \sqrt{\left[\frac{\varphi^2}{L}\right] \frac{1}{n}}$$

gdzie:

- φ - różnica przewyższeń wyznaczona dla odcinka z pomiarów w kierunku głównym i powrotnym,
- L - długość obwodnicy ciągu w km,
- n - liczba ciągów.

Ciąg nawiązawczy należy podzielić na odcinki mierzone przez zespół w ciągu jednego dnia. Odcinki należy mierzyć w dwóch kierunkach. Odchyłki zamknięć ciągów nie powinny przekraczać wartości

$$f_{\Delta h} = \pm 1,2 \sqrt{L} \text{ mm}$$

lub w zależności od ilości stanowisk:

$$f_{\Delta h} = \pm 0,2 \sqrt{n}$$

gdzie: n - ilość stanowisk niwelatora.

Ciągi obwodnicy osnowy obserwacyjnej miasta Bytomia należy mierzyć metodą niwelacji precyzyjnej II klasy w całości w cyklach jednorocznych.

W okresach półrocznych wykonywać należy pomiary częściowe, obejmujące rejon, w którym prowadzona jest aktualnie eksploatacja górnicza, lub które pozostawały w zasięgu wpływów głównych w okresie ostatniego roku.

Dokładność niwelacji precyzyjnej II klasy charakteryzują następujące wielkości:

- średni błąd pomiaru po wyrównaniu:

$$m_0 = \pm 2,0 \text{ mm/km}$$

- średni błąd pomiaru sieci przed wyrównaniem:

$$m = \pm 1,5 \text{ mm/km}$$

- dopuszczalna odchyłka zamknięcia ciągu niwelacyjnego:

$$f_{\Delta h} = \pm 2 \sqrt{L} \text{ mm}$$

lub

$$f_{\Delta h} = \pm 0,4 \sqrt{n} \text{ mm}$$

Obliczenie wysokości punktów osnowy geodezyjnej w poszczególnych cyklach pomiarowych wykonywać należy dwuetapowo. W pierwszej kolejności dokonuje się obliczenia i wyrównania ciągu nawiazawczego. Następnie wyrównuje się metodą spostrzeżeń pośredniczących ciągi obwodnicy wiążące poszczególne punkty węzłowe sieci II klasy.

4. SIEĆ OBSERWACYJNA I POMIARY DEFORMACJI

Przyjmując ustalone założenia, opracowano projekt zmodernizowanej sieci obserwacyjnej dla pomiarów deformacji na terenie śródmieścia Bytomia. Struktura sieci obserwacyjnej obejmuje następujące jej rodzaje:

- sieć główną linii obserwacyjnych,
- sieci lokalne linii obserwacyjnych,
- punkty rozproszone na obiektach miasta,
- mikrosieci dla obiektów specjalnych.

Charakterystykę zmodernizowanej sieci obserwacyjnej miasta Bytomia przedstawiono w tabelicy 1.

Tablica 1

Charakterystyka zmodernizowanej sieci obserwacyjnej miasta Bytomia

Rodzaj sieci	Lokalizacja	Nr linii (kierunek)	Długość linii km	Odległość punktów m	Zakres pomiaru		Dokładność pomiaru
					wysokościowe	Linio-we	
		3	4	5	6	7	8
ciąg na- wiązawczy	Sucha Góra Bytom		8,6		+		I klasa $m_0 = 1 \text{ mm/km}$ $f_h = 0,2 \sqrt{n}$
ciąg obwod- nicy	północne wschodnie zachodnie	I	4,1		+		II klasa $m_0 = 2 \text{ mm/km}$ $f_h = 0,4 \sqrt{n}$
		II	2,6		+		
		III	3,9		+		
Sieć główna	ul. Stabla K.Miarki B.Bieruta Jajnty - Kwakowskie Żeromskiego - Roosevelta Powstańców Śląskich Chrzanowskiego Wieżzorka	1 WE	1,1	35	+	+	III klasa $m_0 = \pm 4 \text{ mm/km}$ $m = \pm 3,5 \text{ mm/km}$ $f_h = 6 \sqrt{n}$ $f_h = 2 \sqrt{n}$
		2 WE	1,0	30	+	+	
		3 WE	2,2	20	+	+	
		4 WE	2,0	30	+	+	
		5 WE	1,8	20	+	+	
		6 WE	0,8	40	+	+	
		7 NS	1,4	20	+	+	

od. tablicy 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Sieć główna	Piekarska	8 NS	1,9	40	+	+	$m_1 \leq 10000$ $f_1 = 2 \text{ mm}$
	Rostka- Podgórna	9 NS	0,7	30	+	+	
	Żołnierza Polskiego Oświęcimska	10 NS	1,0	30	+	+	
	Witczaka	11 NS	2,1	20/40	+	+	
Sieć lokalna	Zużycka	12 NS	0,4	30	+	+	III klasa $m_0 = \pm 4 \text{ mm/km}$ $m = \pm 3,5 \text{ mm/km}$ $f_h = 6 \sqrt{L} \text{ mm}$ $f_h = 2 \sqrt{n}$ $m_1 \leq 10000$
	Wallisa	13 NS	0,9	35	+	+	
	Didura	14 NS	0,4	20	+	+	
	H.Sawickiej	15 NS	0,3	20	+	+	
	P. Park	16 NS	0,4	35	+	+	
	Powstańców Warszawskich	17 NS	0,5	25	+	+	
	Strzelców Bytomskich	18NW/SE	1,6	40	+	+	
	Jagiellońska	19 NS	0,4	30	+	+	
	Ogródki działkowe	20 NS	0,4	25	+	+	
	POD Zorza	21 NS	0,4	30	+	+	
	Mickiewicza	22 NS	0,7	25	+	+	
	Muszałika	23 WE	0,5	20	+	+	

cd. tablicy 1

1	2	3	4	5	6	7	8
	P. Park - Dymitrow	24 WE	1,0	30	+	+	$f_1 = 2 \text{ mm}$
	Tarnogórska	25 NW/SE	0,3	24	+	+	
	Pałata	26 WE	0,9	20	+	+	
	Batorego - Sądowa	27 WE	0,8	30	+	+	
	28-go Stycznia	28 WE	1,0	nowa stab.	+	+	
	Kruszcowa	29 WE	0,3	"	+	+	
	Kędzierzyńska	30 WE	0,4	"	+	+	
	Brzezińska	31 WE	0,6	"	+	+	
	Dojazd	32 NS	0,3	"	+	+	
	El. Szombierki	33 NS	1,3	25	+	+	
	El. Szombierki	34 WE	0,6	25	+	+	

Główne linie obserwacyjne zaprojektowano wzdłuż ciągów komunikacyjnych miasta w kierunkach północ-południe i wschód-zachód. W skład głównej sieci obserwacyjnej wchodzi 11 linii obserwacyjnych. Każda linia obserwacyjna jest nawiązana dwupunktowo do sieci wysokościowej II klasy. Punkty ziemne linii obserwacyjnych stanowią pręty stalowe o długości 1,5 m za-betonowane w dolnej części otworu odwierconego ręcznie. Główne linie obserwacyjne zostały przedłużone poza obrys terenu chronionego miasta tak, aby można było rejestrować łączne wpływy eksploatacji filarowej i poza-filarowej na jego obrzeżach.

Lokalne linie obserwacyjne stanowią wypełnienie oczek utworzonych przez układ głównych linii obserwacyjnych. Założone są wzdłuż ulic miasta i nawiązane dwupunktowo do osnowy wysokościowej II klasy oraz ciągów głównych. Lokalną sieć obserwacyjną stanowią 23 linie obserwacyjne. Stopień zagęszczenia linii obserwacyjnych charakteryzuje średni odstęp pomiędzy liniami, który wynosi około 350 m. Długości linii wahają się od 0,3 km do 1,6 km. Odległości punktów w sieci dostosowano do głębokości projektowanej eksploatacji zgodnie z wytycznymi [8]. Wynoszą one od 20 do 45 m. Dla celów naukowo-poznawczych zalecono zagęszczenie punktów w liniach obserwacyjnych w strefie uskoku radzionkowskiego do odległości ok. 10 m.

Na liniach obserwacyjnych głównych oraz lokalnych wykonuje się pomiary wysokościowe i liniowe w celu określenia obniżek punktów i odkształceń względnych poziomych.

Punkty rozproszone stanowią sieć zagęszczającą systemu głównych i lokalnych linii obserwacyjnych śródmieścia. Stabilizowane są one w formie reperów ściennych na obiektach zabudowy miejskiej w części fundamentowej budynków. Zagęszczenie punktów rozproszonych na obszarze śródmieścia wyraża się liczbą 3,8 punktu/ha. Całkowite zagęszczenie punktów obserwacyjnych (linie obserwacyjne i punkty rozproszone) wyraża się wskaźnikiem 6,8 punktu/ha.

Przy stabilizacji punktów rozproszonych przyjęto zasadę, by obiekty budownictwa wysokokondygnacyjnego posiadały co najmniej 4 punkty obserwacyjne zlokalizowane w narożach. W rejonie o zabudowie luźnej należy utrwać po jednym znaku na każdym obiekcie.

Pomiary wysokościowe

Sieć obserwacyjna miasta Bytomia powinna być mierzona wysokościowo metodą niwelacji technicznej z dokładnością dopowiadającą wymaganiom osnowy wysokościowej III klasy.

Wymaganą dokładność pomiaru charakteryzują następujące wielkości:

- średni błąd sieci po wyrównaniu;

$$m_0 = \pm 4,0 \text{ mm/km}$$

- średni błąd pomiaru sieci przed wyrównaniem wyznaczony z odchyłek zamknięć poligonów:

$$m = \pm 3,5 \text{ mm/km}$$

- dopuszczalna odchyłka zamknięcia ciągu wyznaczona z wartości pomierzonych:

$$f_h = 6 \sqrt{L} \text{ mm}$$

lub dla celów praktycznych:

$$f_h = 2 \sqrt{n} \text{ mm}$$

Do pomiarów sieci obserwacyjnej metodą niwelacji technicznej należy stosować niwelator techniczny samopoziomujący lub libelowy o powiększeniu lunety $\geq 24x$, o średnim błędzie przypadkowym poziomowania osi celowej $\leq 0,8''$.

Pomiary liniowe

Jako zasadniczą metodę pomiaru odległości zalecono stosowanie taśmy górniczej 50 m z przykładkami milimetroowymi. Pomiar taśmą prowadzić należy po ziemi. Taśmę należy naciągać dynamometrem z siłą ustaloną przy komparacji. W czasie pomiaru dokonuje się odczytu temperatury powietrza. Pomiar należy wykonywać dwukrotnie.

Różnica dwukrotnego pomiaru odległości taśmą nie powinna przekraczać:

$$f_l = \pm 2 \text{ mm}$$

Pomiary odległości taśmą należy prowadzić z dokładnością zapewniającą błąd względny wyznaczania odległości:

$$\frac{m_l}{L} \leq \frac{1}{10000}$$

co pozwala uznać jako pewne deformacje o wielkościach większych od 0,3 mm/m.

Częstotliwość pomiaru

Interwały czasu pomiędzy poszczególnymi cyklami obserwacji uzależnione są od takich czynników, jak: budowa geologiczna górotworu, głębokość eksploatacji, stopień naruszenia górotworu, prędkość postępu frontu eksploatacyjnego i związana z tym okresowa zmiana obniżenia powierzchni te-

renu oraz dokładność, z jaką ta zmiana może być wyznaczona przy określonej metodzie pomiaru.

Na podstawie dotychczasowych wieloletnich doświadczeń uzyskanych z pomiarów deformacji na terenie miasta Bytomia dla określenia okresów obserwacji przyjęto następujące zasady:

1) linie obserwacyjne główne należy mierzyć w stałych odstępach czasowych, w okresach półrocznych. Za optymalne pod względem warunków atmosferycznych należy uznać miesiące: kwiecień i październik. Pomiar odległości w poszczególnych cyklach pomiarowych należy wykonywać po zakończeniu pomiarów wysokościowych (miesiące: maj i listopad),

2) linie obserwacyjne lokalne należy mierzyć zgodnie z opracowanym w trybie planu ruchu szczegółowym harmonogramem obserwacji geodezyjnych. Harmonogram ten powinien określać zarówno miejsc, jak i czas pomiaru. Przy opracowaniu harmonogramu interpretator powinien uwzględnić następujące czynniki:

- rejon prowadzonej eksploatacji,
- prognozowane wielkości deformacji,
- intensywność eksploatacji i prędkość ujawniania się wpływów na powierzchnię,
- stan techniczny zabudowy i infrastruktury miejskiej,

3) punkty rozproszone należy mierzyć wysokościowo w rejonach przyległych do linii obserwacyjnych głównych i lokalnych oraz w terenie wypełniającym oczka sieci utworzonej przez te linie. Pomiar należy wykonywać równocześnie z pomiarem linii obserwacyjnych zgodnie z ustalonym dla tych linii harmonogramem.

5. OBSERWACJE GEODEZYJNE OBIEKTÓW SPECJALNYCH

Na terenie chronionym śródmieścia Bytomia położonych jest wiele obiektów budowlanych o szczególnej wrażliwości na wpływy eksploatacji górniczej. Obserwacje geodezyjne mają tu na celu określenie rodzaju i wielkości deformacji obiektu przy znanych deformacjach podłoża. Umożliwiają one projektowanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych oraz ustalenie sposobów profilaktyki budowlanej i górniczej. Na terenie miasta Bytomia wytypowano 10 obiektów użyteczności publicznej, dla których zaprojektowano indywidualny system obserwacji za pomocą mikrosieci punktów. W tabelicy 2 przedstawiono charakterystykę tych obiektów i zakres projektowanych obserwacji geodezyjnych.

Tablica 2

Charakterystyka obiektów specjalnych i zakresu ich obserwacji geodezyjnych

Lp.	Nazwa obiektu	Typ obiektu	Kat. odpor- ności	Rodzaj sieci obserwacyjnej	Ilość punktów	Zakres obserwacji
1	2	3	4	5	6	7
1	Ośrodek Sportu i Rekreacji	pojedyncza budowla	2	w podłożu w murze	13 32	-wysokościowe i liniowe -wysokościowe, wy- chylenie ścian
2	Sad Rejonowy w Bytomiu	pojedyncza budowla wolnostojąca	1	w podłożu w murze w posadzce	12 25 28	-wysokościowe i liniowe -wysokościowe -wysokościowe i liniowe
3	Kościoł Sw. Trójcy	pojedyncza budowla z wieżą	1	w podłożu w murze w posadzce	15 25 28	-wysokościowe i liniowe -wysokościowe -wysokościowe i liniowe, wycy- lenia wieży
4	Pocztą Główna	ciąg trzech budynków	1	w podłożu w murze	4 14	-wysokościowe i liniowe -wysokościowe, pionowość ścian

cd. tablicy 2

1	2	3	4	5	6	7
5	Kościół NMP	pojedyncza budowla z wieżą	1	w podłożu w murze w posadzce	10 18 8	- wysokościowe i liniowe - wysokościowe i liniowe - wysokościowe i liniowe
6	Zespół obiektów przy pl. Thalmanna	zespół budynków	1	w podłożu w murze	11 170	- wysokościowe i liniowe - wysokościowe, pionowość ścian
7	Kościół Sw. Jacka	pojedyncza budowla z wieżą	1	w podłożu w murze w posadzce	10 8 12	- wysokościowe i liniowe - wysokościowe - wysokościowe i liniowe
8	Kościół Sw. Barbary	pojedyncza budowla z wieżą	1	w podłożu w murze	18 6 6	- wysokościowe i liniowe - wysokościowe - wysokościowe i liniowe
9	Szpital Górniczy	zespół budynków	1+3	w podłożu	26 44 24	- wysokościowe i liniowe - wysokościowe - wysokościowe i liniowe
10	Zajezdnia WPK	obiekt halowy	2	w podłożu na słupach w posadzce	6 25 9	- wysokościowe i odleg- łościowe - wysokościowe i odleg- łościowe, pionowość słupów

Metodyka pomiaru

W celu obserwacji obiektów specjalnych przyjmuje się układ punktów obserwacyjnych o kształcie dostosowanym do specyfiki danego obiektu. W mikrosieci wyodrębnia się punkty zastabilizowane w podłożu gruntowym, punkty ściennie założone w murze obiektu i punkty w posadzce obiektu.

Znaki obserwacyjne w podłożu stabilizować należy jako znaki ziemne, za pomocą pręta stalowego, zabetonowanego w otworze. Znaki na obiekcie stanowią trzpienie stalowe umocowane w murze. Znaki w posadzce utrzymywać należy za pomocą trzpieni metalowych w wywierconych otworach.

Zaprojektowano następujący zakres obserwacji mikrosieci:

- a) pomiary wysokościowe - na punktach w podłożu gruntowym, w murze i posadzce,
- b) pomiary liniowe - na punktach w podłożu i w posadzce,
- c) pomiary pionowości ścian i słupów w konstrukcji obiektu.

Na rysunku 2 przedstawiono przykładowo rozmieszczenie punktów mikrosieci dla kościoła św. Trójcy.

Wysokości punktów obserwacyjnych na badanym obiekcie wyznaczać należy metodą niwelacji technicznej, opierając się na aktualnych wysokościach punktów zewnętrznych linii obserwacyjnych. Pomiar wysokości wykonywać należy ciągiem zamkniętym, a wysokości pojedynczych punktów określać metodą niwelacji w przód. Dokładność wyznaczania różnicy wysokości na pojedynczym stanowisku niwelatora nie powinna przekraczać 2 mm. Dopuszczalna odchyłka zamknięcia ciągu niwelacyjnego nie powinna przekraczać wartości:

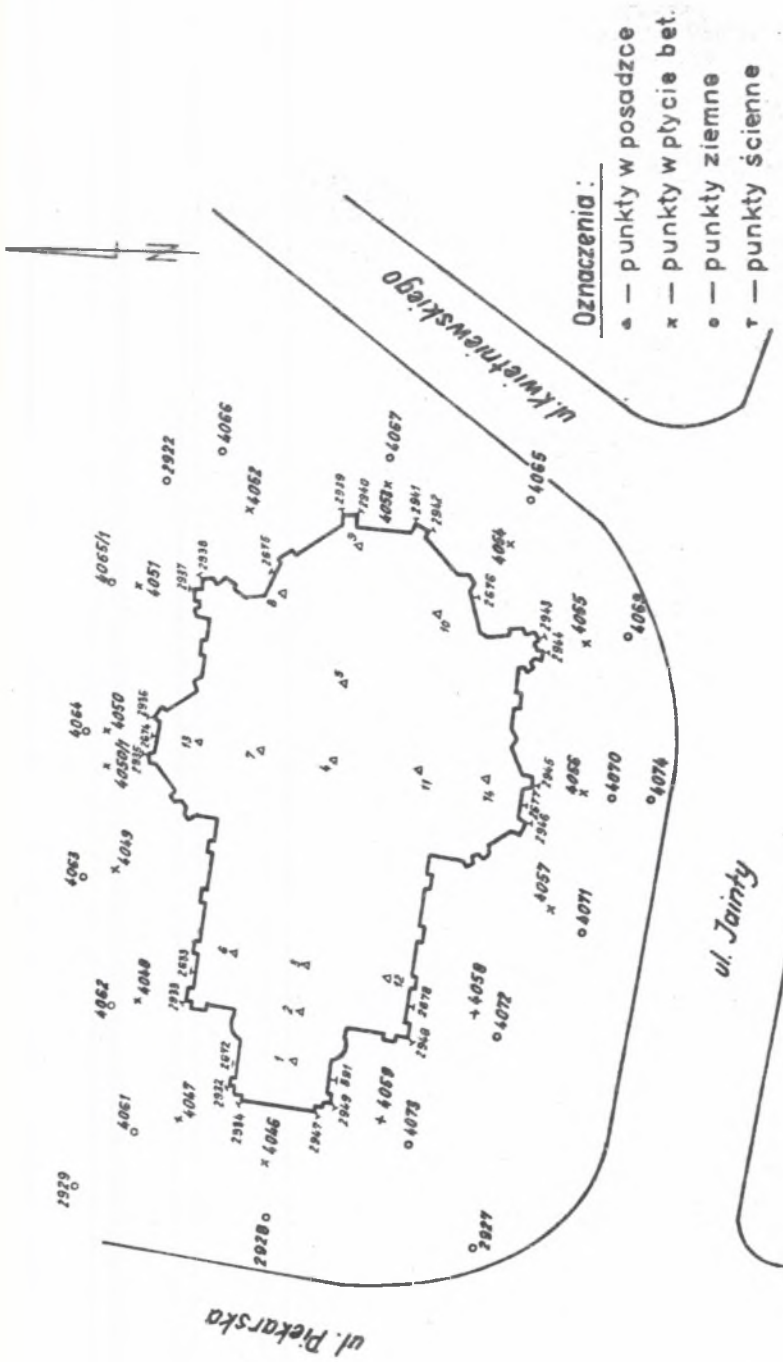
$$f_{\Delta h} = \pm 2 \sqrt{n}$$

gdzie: n - ilość stanowisk niwelatora.

Pomiary odległości w celu wyznaczania odkształceń względnych poziomych należy wykonywać za pomocą taśmy stalowej z przykładkami milimetrowymi. Boki pomiarowe opierają się na punktach zakładanych w charakterystycznych miejscach obiektu. Odległości między punktami wynoszą od 3 do 20 m. Pomiar należy wykonywać dwukrotnie po ziemi lub posadzce. Dopuszczalna różnica dwukrotnego pomiaru nie powinna przekraczać 2 mm.

Pomiar wychyleń obiektów od pionu wykonywać można metodą odpionowania za pomocą teodolitu. Do pomiaru należy używać teodolitu ze zrektyfikowaną libelą główną o przewadze co najmniej 30". Odrzutowanie pionowe punktów wykonywać należy w dwóch prostopadłych kierunkach, każdorazowo w dwóch położeniach lunety. W przypadku braku możliwości bezpośredniego odpionowania charakterystycznych punktów obiektu należy stosować w miarę możliwości piony optyczne lub metodę wcięć katowych. Przy pomiarach wychyleń należy zapewnić dokładność wyznaczania deformacji z błędem średnim:

$$m_{\alpha} = \pm 0,2 \text{ mm/m.}$$



rys. 2. Sieć obserwacyjna dla kościoła Św. Trójcy w Bytomiu

Fig. 2. Observation network for the Holy Trinity church in Bytom

Częstotliwość pomiaru

Z uwagi na specyfikę wybranych obiektów użyteczności publicznej okres pomiarów dla każdego z nich należy ustalić indywidualnie. W przypadku gdy pod obiektem nie prowadzi się robót górniczych, pomiar należy wykonywać co najmniej 1 raz w roku. W uzasadnionych przypadkach częstotliwość pomiaru może być zwiększona w stopniu zapewniającym bezpieczne użytkowanie obiektu.

6. PODSUMOWANIE

Rozwój eksploatacji górniczej z filarów ochronnych miast i osiedli nakłada na służby mierniczo-geologiczne kopalni dodatkowe obowiązki w zakresie pomiarów geodezyjnych deformacji na terenach górniczych. Celem tych pomiarów jest uzyskanie wiarygodnych materiałów stanowiących podstawę do oceny ilościowej i jakościowej wpływu prowadzonej w filarze ochronnym eksploatacji górniczej. Wykorzystanie wyników pomiarów daje możliwości porównywania deformacji rzeczywistych z wielkościami prognozowanymi, kontrolowania procesu deformowania powierzchni i obiektów, korygowania projektów eksploatacji górniczej, opracowania projektów skoordynowanej eksploatacji górniczej oraz podejmowania odpowiednich działań profilaktycznych w budownictwie na terenach górniczych, a także przy wybieraniu złoża.

Na terenie chronionym miasta Bytomia prowadzone są geodezyjne pomiary deformacji od 1956 roku przez specjalnie w tym celu powołany dział mierniczo-geologiczny. Wyniki pomiarów wykorzystywane są przy prowadzeniu skoordynowanej eksploatacji górniczej w filarze ochronnym miasta przez kopalnie: "Dymitrow", "Szombierki" i "Rozbark". Uzyskane z pomiarów wieloletnie doświadczenia podyktowały potrzebę modyfikacji zakresu i metodyki obserwacji geodezyjnych. W 1988 przeprowadzono aktualizację sieci obserwacyjnej, dostosowując równocześnie jej lokalizację, sposób pomiaru oraz formę prezentowania wyników pomiaru do aktualnych potrzeb górnictwa. Przyjęto założenie, że linie obserwacyjne będą zakładane i mierzone w ścisłym powiązaniu z prowadzoną eksploatacją górniczą w ustalonych indywidualnie okresach. Uznano za celowe włączenie do systemu obserwacji punktów założonych w wyrobiskach górniczych oraz w szybach. Zweryfikowano kształt sieci oraz zredukowano ilość obserwacji. Metodykę pomiarów dostosowano do aktualnych możliwości technicznych działu mierniczego eksploatacji pod Bytomiem.

W sieci obserwacyjnej wpływów eksploatacji górniczej miasta Bytomia wydzielono następujące jej rodzaje:

- ciąg nawiązawczy do punktu stałego w Suchej Górze,
- 3 ciągi obwodnicy,

- sieć główną linii obserwacyjnych (11 linii),
- sieci lokalne linii obserwacyjnych (23 linie),
- punkty rozproszone na obiektach miasta,
- 10 mikrosieci na obiektach o znaczeniu specjalnym.

Dla każdego rodzaju sieci określono zakres i metodykę oraz częstotliwość pomiaru. Zakres pomiaru w zależności od rodzaju sieci obejmuje: pomiary wysokościowe (niwelacja precyzyjna i techniczna), pomiary odległości (metody bezpośrednie) oraz pomiary specjalne na obiektach (odkształcenia, nachylenia, odchylenia od pionu, itp.). Dla poszczególnych rodzajów pomiaru określono odpowiednie normatywy dokładnościowe.

W projekcie obserwacji geodezyjnych śródmieścia Bytomia uwzględniono możliwości wykorzystania ich na potrzeby naukowo-badawcze oraz praktyczne, techniczno-ruchowe kopalń prowadzących skoordynowaną eksploatację w filarze. Opracowany i wdrożony do praktyki system obserwacji geodezyjnych zapewnia jego użyteczność w powiązaniu z aktualnym projektem eksploatacji górniczej i prognozą wpływów tej eksploatacji do 2010 roku.

LITERATURA

- [1] Chudek M., Stefański L.: Teoretyczne ujęcie wpływu podziemnej eksploatacji złóż na deformacje powierzchni przy uwzględnieniu warstwowej budowy górotworu. ZN. Polit.Śl., s. Górnictwo z.145, Gliwice 1987.
- [2] Drzeźła B.: Zmienność zasięgu wpływów eksploatacji w górotworze. "Przegląd Górniczy" 1979 nr 10.
- [3] Dziura T.: Zasady projektowania linii obserwacyjnych dla pomiarów ruchów powierzchni wywołanych podziemną eksploatacją górniczą. ZN. Polit. Śl., s. Górnictwo z. 78, Gliwice 1977.
- [4] Instrukcja techniczna G-2. Wysokościowa osnowa geodezyjna. GUGiK, Warszawa 1981.
- [5] Kot A., Opałka K.: Sposób uwzględniania aktywacji starych zrobów w metodach prognozowania wpływów eksploatacji górniczej. ZN. Polit.Śl., s. Górnictwo, z.158, Gliwice 1987.
- [6] Skinderowicz B.: Częstość wykonywania pomiarów odkształceń powierzchni wywołanych eksploatacją złóż pokładowych. "Przegląd Górniczy" 1970, nr 2.
- [7] Szpetkowski S.: Pomiary deformacji na terenach górniczych. Wyd. Śląsk, Katowice 1978.
- [8] Wytyczne do prowadzenia obserwacji ruchów terenu i odkształceń obiektów pod wpływem eksploatacji górniczej. GIG, Katowice 1960.
- [9] Zych J.: Metoda prognozowania wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu uwzględniająca asymetryczny przebieg procesu deformacji. ZN. Polit.Śl., s. Górnictwo, z. 164, Gliwice 1987.

ДИАПАЗОН И МЕТОДИКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ
ВЛИЯНИЯ ГОРНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ В РАЙОНЕ ЦЕНТРА

г. БЫТОМ

Резюме

В работе обсуждалась концепция системы геодезических наблюдений с целью определения деформаций поверхности, вызванных горной эксплуатацией в каменноугольных шахтах "Димитров", "Шомберки" и "Розбарк" в охранных целиках под городом Бытом. Геодезические наблюдения проводятся в этом районе с 1956 г. и в настоящее время необходимым является приспособление диапазона и методики наблюдений к актуальным потребностям горной эксплуатации в этом районе. В 1988 г. наблюдательная сеть была соответствующим образом модернизирована. В ней выделены были привязочные ходы, окружные ходы, главные и локальные наблюдательные линии, отдельные наблюдательные точки и микросеть на объектах специального значения.

Для каждого вида сети определены методика, диапазон и частота измерений. Обсуждена техника и точность измерений, как расстояния так и специальных. Методику измерений приспособлено к актуальным и будущим возможностям эксплуатации пластов угля под городом Бытом.

THE SCOPE AND METHODICS OF GEODETIC SURVEYS
ON THE EFFECTS OF MINING IN THE CENTRE OF BYTOM

Summary

A concept of the system of geodetic observations for the purpose of determining the surface deformations caused by the mining of coal beds conducted by the collieries "Dymitrov", "Szombierki" and "Rozbark" in the protecting pillar under the town of Bytom, has been discussed. The geodetic observations in Bytom have been conducted since 1956 and at present, it is necessary to adjust their scope and methodics to the actual needs of the mining industry for this region. In 1988 the observation network was modernized and the connecting levelling circular levelling, main observation lines, local observation lines, scattered points and micronetworks in the objects of special significance have been distinguished.

The scope, methodics and frequency of the surveys have been determined for each kind of the network, the technique and the required accuracy of the measurements of height, distance, as well as special measurements have been discussed. The surveys methodics has been adapted to the actual and future technical possibilities of the surveying section for the mining of coal under the town of Bytom.

Recenzent: Dr inż. Henryk Łabanowicz