

Ryszard MIELIMAŁKA, Krzysztof OPAŁKA

GEODEZYJNE POMIARY DEFORMACJI POWIERZCHNI TERENU I OBIEKTÓW FILARA OCHRONNEGO DLA SZYBÓW 5a i 6 KWK „JANKOWICE”

Streszczenie. Eksploatacja pokładów węgla kamiennego w rejonie filarów ochronnych powoduje często występowanie deformacji zarówno powierzchni chronionego terenu, jak i obiektów na nim posadowionych. Najwłaściwszą metodą wyznaczania deformacji i ich wpływu na infrastrukturę są kompleksowe pomiary geodezyjne. W artykule przedstawiono charakterystykę zaprojektowanych i wdrożonych obserwacji deformacji powierzchni filara ochronnego dla szybów 5a i 6 KWK „Jankowice”.

GEODESIC MEASUREMENTS OF THE DEFORMATION OF SURFACE GROUND AND SURFACE OBJECTS IN THE SAFETY PILLAR FOR SHAFTS 5a AND 6 OF COAL MINE “JANKOWICE”

Summar. Mining of hard coal deposits in the vicinity of safety pillars often results in the deformation of both the surface ground of the protected area and objects deposited on it. The most suitable method for the determination of deformation and its influence on infrastructure is to carry out comprehensive geodesic measurements. The paper presents the characteristics of the elaborated and implemented observations involving the deformation of the surface of safety pillar for shafts 5a and 6 of Coal Mine “Jankowice”.

1. Wprowadzenie

Eksploatacja pokładów węgla kamiennego w rejonie filarów ochronnych często powoduje występowanie deformacji zarówno terenu chronionego tymi filarami, jak i obiektów na nim posadowionych. Deformacje te powstają w wyniku oddziaływania tzw. „dalekich wpływów”. Istotne znaczenie ma kształtowanie się deformacji na stopień naruszenia górotworu wcześniejszymi eksploatacjami i niekorzystne warunki geologiczne oraz hydrogeologiczne.

Mogą osiągać znaczne wartości wskutek ich sumowania się od eksploatacji kolejnych ścian wybieranych na obrzeżach filara.

Najwłaściwszą formą określenia wielkości wpływu eksploatacji przyfilarowej na powierzchnię terenu i obiekty są kompleksowe obserwacje geodezyjne. Umożliwiają one ocenę stopnia zagrożenia obiektów chronionych wskutek eksploatacji dokonanej oraz eksploatacji aktualnie prowadzonej, a także pozwalają na wykonanie prawidłowej prognozy deformacji dla eksploatacji projektowanej i ewentualnych działań profilaktyczno-zabezpieczających obiekty.

Z sytuacją deformowania się filara ochronnego w wyniku eksploatacji przyfilarowej mamy do czynienia w przypadku filara dla szybów 5a i 6 KWK „Jankowice”, gdzie narastające sukcesywnie wielkości deformacji doprowadziły do uszkodzeń obiektów chronionych, a także do wychylenia rury szybowej i pochyleń wieży szybowej szybu 6 oraz zmian w geometrii układu maszyna wyciągowa - wieża szybowa tego szybu. Deformacje te jak i fakt projektowania dalszej eksploatacji w bezpośrednim sąsiedztwie filara wymusiły konieczność rozpoczęcia kompleksowych obserwacji poprzez specjalnie zaprojektowane pomiary geodezyjne.

W artykule przedstawiono charakterystykę geodezyjnych obserwacji prowadzonych na powierzchni filara ochronnego dla szybów 5a i 6 KWK „Jankowice”.

2. Uwarunkowania geologiczno - górnicze

Filar ochronny dla szybów 5a i 6 położony jest w południowo - zachodniej części niecki chwałowickiej. Górótwór w jego rejonie zbudowany jest z warstw czwartorzędowych, trzeciorzędowych oraz utworów karbońskich tworzących nadkład o grubości około 95 m. Nachylenie warstw karbońskich wynosi od 10° do 22° w kierunku północnym. O tektonice w rozpatrywanym obszarze decyduje przebiegający równoleżnikowo uskok III w formie nasunięcia o zrzućcie około 10 m w kierunku południowym. Uskok ten wypełniony druzgotem skalnym przecina szyb 6 na głębokości od 520 m do 599 m.

W rejonie filara kopalnia prowadziła eksploatację górnictwem w 30 pokładach węgla, co spowodowało, że górotwór został znacznie naruszony i to zarówno na obrzeżach filara, jak i w południowej jego części, gdzie wybierano węgiel do 1977 roku.

3. Charakterystyka powierzchni

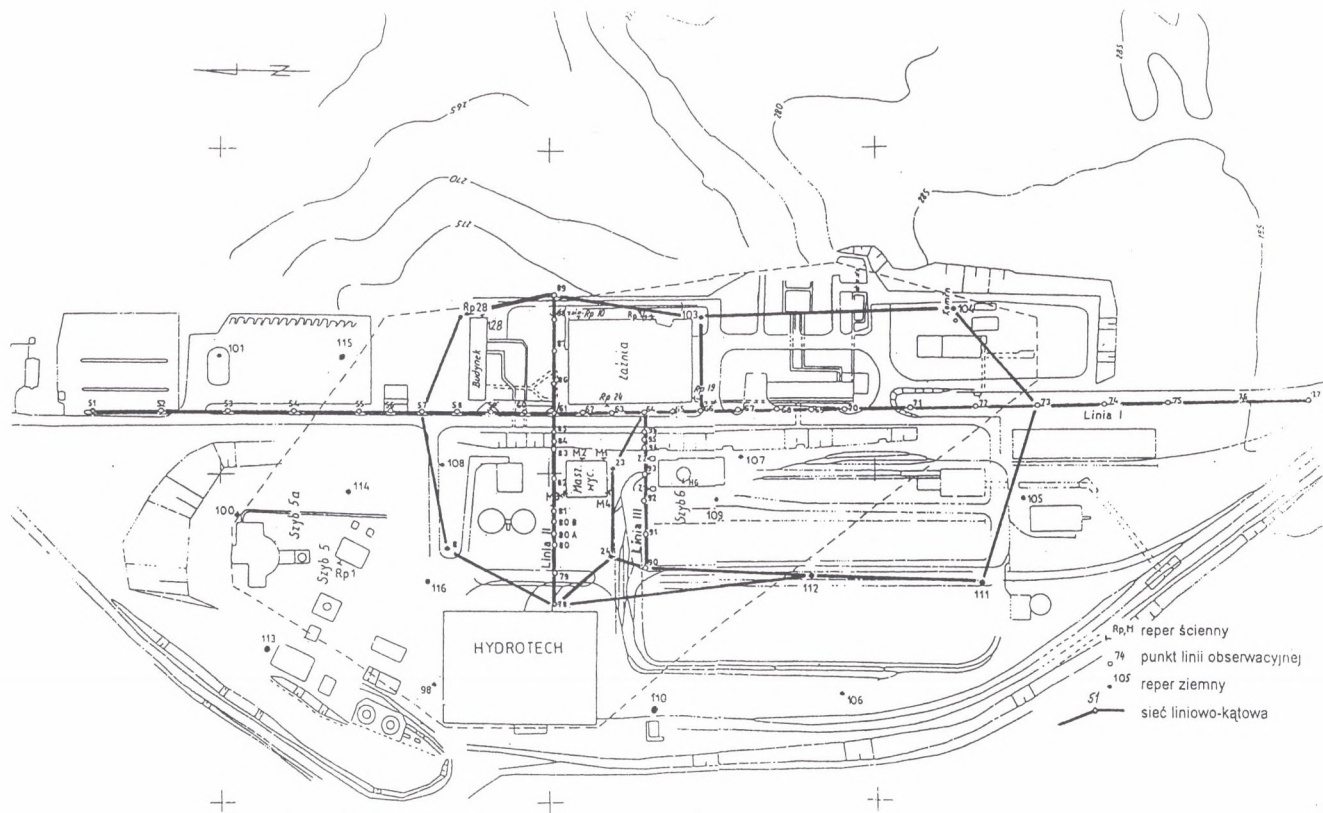
Obecny, ustanowiony w 1980 roku filar ochronny dla szybów 5a i 6 obejmuje swym zasięgiem :

- szyb 5a,
- szyb 6 wraz z nadszybiem i wieżą szybową,
- częściowo zlikwidowany szyb 5,
- budynek i maszynę wyciągową szybu 6,
- stację wentylatorów,
- stację transformatorów,
- kotłownię,
- szereg budynków socjalnych, w tym łaźnię,
- halę produkcyjną „Hydrotechu”.

Obiekty te w wyniku dotychczasowej eksploatacji górnictwem doznały mniejszych lub większych uszkodzeń, które mogły zagrozić bezpieczeństwu użytkowania niektórych z nich, gdyby niesystematycznie prowadzone rektyfikacje urządzeń i remonty tych obiektów.

Przez powierzchnię chronionego terenu przebiega skarpa o wysokości około 7 m i kierunku N-S, na której występuje niewielki ruch osuwiskowy. W zasięgu tego ruchu znajduje się zastrzał wschodni wieży szybu 6, co powoduje jego dodatkowe, niewielkie przemieszczanie się w czasie.

Zabudowę powierzchni przedstawiono na rys. 1.



Rys.1. Mapa usytuowania punktów sieci obserwacyjnej
 Fig.1. Map of points of observation network

4. Kompleksowe obserwacje geodezyjne powierzchni chronionego terenu i obiektów na nim posadowionych

4.1. Ogólne założenia geodezyjnych obserwacji

W 1992 r. na zlecenie KWK „Jankowice” został wykonany projekt geodezyjnych obserwacji powierzchni filara ochronnego szybów 5a i 6 oraz obiektów na nim posadowionych. Przy jego opracowywaniu założono, że wyniki pomiarów powinny umożliwiać:

- możliwie najpełniejsze poznanie przebiegu procesu deformacyjnego w granicach terenu chronionego filarem,
- opracowanie i weryfikację prognoz deformacji powierzchni filara,
- podejmowanie właściwych decyzji dotyczących projektowania eksploatacji i profilaktyki budowlanej,
- ocenę stanu technicznego obiektów przemysłowych dla zachowania ciągłości i bezpieczeństwa ich pracy.

Ważnym celem projektowanych pomiarów była również geodezyjna obserwacja rejonu zastrzałów wieży szybu 6 ze względu na nierównomierność ich osiadania związaną z faktem, że zastrzał wschodni znajduje się na koronie skarpy, na której występuje niewielki ruch osuwiskowy. Ponadto pomiary te miałyby na celu z jednej strony ocenę skuteczności zastosowanych umocnień skarpy w formie betonowych pali, z drugiej zaś byłyby jednym z elementów oceny bezpieczeństwa użytkowania szybu 6.

Przyjęto w projekcie, że wielkości deformacji będą określone w oparciu o wyniki pomiarów osnowy obserwacyjnej złożonej z zespołu linii pomiarowych oraz ziemnych i ściennych punktów rozproszonych. Zakres obserwacji tej osnowy będzie obejmował:

- pomiary wysokościowe w nawiązaniu do punktów stałych, które będą służyły do obliczania zmian wysokości punktów i nachyleń odcinków boków linii obserwacyjnych,
- pomiary długości boków linii obserwacyjnych, w oparciu o które wyznaczano by wielkość odkształceń poziomych występujących na powierzchni filara,
- pomiary kątowe i liniowe sieci pomiarowej nawiązanej do punktów stałych, stanowiące podstawę do określania współrzędnych poziomych punktów pomiarowych i bezwzględnych przemieszczeń poziomych tych punktów.

Założono, że pomiary będą wykonywane z częstotliwością zależną od intensywności eksploatacji na obrzeżach filara (w okresie od czerwca 1992 r. do maja 1999 r. wykonano 14 serii pomiarów wysokościowych oraz 7 serii pomiarów sytuacyjnych).

4.2. Projekt osnowy pomiarowej

Osnowa pomiarowa założona na powierzchni filara ochronnego dla szczybów 5a i 6 ma postać sieci kątowno-liniowej i zarazem wysokościowej, w skład której wchodzi:

1. Trzy linie obserwacyjne, a mianowicie:
 - linia I, o kierunku północ – południe, biegnąca wzdłuż dłuższej osi figury utworzonej przez granice terenu chronionego i złożona z 27 punktów zastabilizowanych w ok. 20 m w granicach tego terenu i ok. 40 m poza jego granicami;
 - linia II, prostopadła do linii I, przecinająca filar wzdłuż jego krótszej osi po północnej stronie budynku maszyny wyciągowej i złożona z 13 punktów zastabilizowanych w odległościach co ok. 20 m (z wyjątkiem punktów położonych na skarpie, gdzie odległości między nimi są kilkumetrowe);
 - linia III, prostopadła do linii I, przechodząca w pobliżu zastrzałów wieży szybu 6 i złożona z 8 punktów zastabilizowanych co ok. 20 m. (z wyjątkiem punktów położonych na skarpie, gdzie odległości między nimi są kilkumetrowe).
2. Ziemne punkty rozproszone (21 punktów) rozmieszczone mniej więcej równomiernie w granicach terenu chronionego.
3. Punkty ściennie na wytypowanych obiektach (łąźnia, budynek i fundamenty maszyny wyciągowej, wieża szybu 6, budynek wielofunkcyjny).

Kształt osnowy pomiarowej wynika z założonych celów prowadzenia geodezyjnych obserwacji oraz częściowo został narzucony trudnymi warunkami terenowymi.

Wszystkie punkty linii pomiarowych oraz ziemne i ściennie punkty rozproszone zostały włączone w sieć niwelacji precyzyjnej, zaś w oparciu o główne punkty linii pomiarowych oraz wybrane ziemne punkty rozproszone, w tym punkty, których współrzędne określano w wyniku nawiązania sytuacyjnego, utworzono sieć kątowno-liniową.

Usytuowanie punktów osnowy pomiarowej do obserwacji deformacji filara ochronnego szczybów 5a i 6 przedstawiono na rys. 1.

4.3. Sposób nawiązania pomiarów

Do nawiązania wysokościowej osnowy pomiarowej wykorzystywano jako punkt nawiązania reper położony w Świerklanach, oddalony około 3 km na południe od szybu 6. W każdym cyklu pomiarowym przeprowadzano kontrolę jego stałości w odniesieniu do 4 reperów położonych w Świerklanach i w Rybniku. Różnice zmian wysokości pomiędzy punktami kontrolnymi i punktem nawiązania w okresie od pierwszego cyklu z czerwca 1992 r., a ostatnim z maja 1999 r. nie przekraczała $\pm 2,0$ mm.

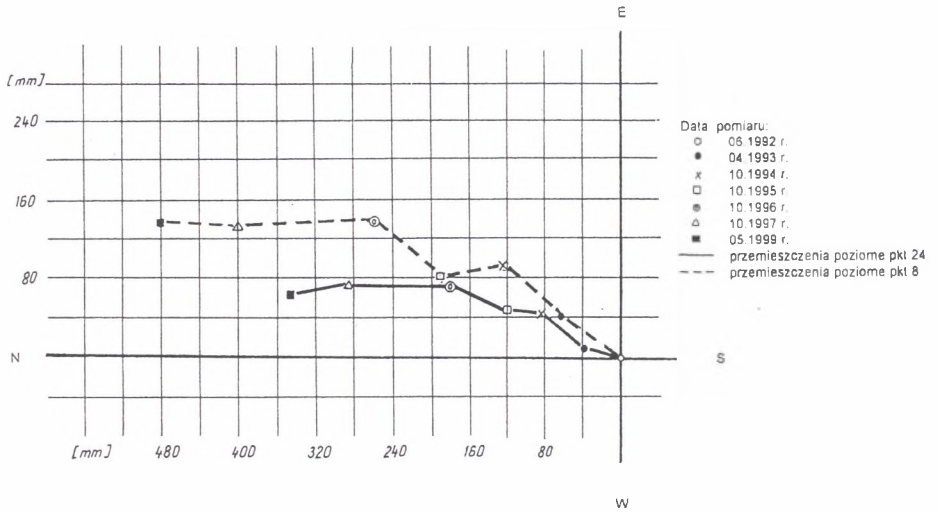
Początkowo pomiar ciągów kontrolnych i ciągu nawiązawczego wykonywano metodą niwelacji precyzyjnej niwelatorem Ni 007 z wykorzystaniem łąt inwarowych, zaś od roku 1996 pomiary realizowano niwelatorem kodowym DI-100 firmy Topcon również przy zastosowaniu łąt precyzyjnych. Średni błąd wyznaczenia wysokości punktu sieci obserwacyjnej wynikający z nawiązania w poszczególnych cyklach nie przekraczał $\pm 1,8$ mm. Zastosowanie kodowego niwelatora pozwoliło zautomatyzować pomiar oraz skrócić czas jego trwania.

Innego typu rozwiązanie zastosowano w przypadku nawiązania sytuacyjnego sieci obserwacyjnej z uwagi na to, że w bezpośrednim sąsiedztwie filara brak było punktów stałych. Nawiązanie to musiało gwarantować możliwie wysoką dokładność wyznaczenia współrzędnych punktów osnowy obserwacyjnej. Zdecydowano więc, że będzie ono przeprowadzone w stosunku do punktów zastabilizowanych w wyrobiskach podszybia poziomu 565 m szybu 6 uznawanego za stały. W oparciu o te punkty, na drodze wyniesienia giroskopowego, wyznaczano współrzędne poziome trzech punktów wchodzących w skład sieci obserwacyjnej założonej na filarze szymbów 5a i 6.

Analiza ruchu poziomego punktów, których współrzędne wyznaczano każdorazowo z nawiązania sytuacyjnego osnowy pomiarowej, wykazała, że punkty te, nawet w okresach gdy bezpośrednio na obrzeżach filara nie była prowadzona żadna eksploatacja górnicza, przemieszczały się w poziomie o około 50 mm/rok. Ruch ten może wynikać z warunków geologicznych (nachylenie warstw, strefa uskoku III przebiegającego przez filar) oraz znacznego stopnia naruszenia górotworu. Może on także być w niewielkim stopniu wynikiem przemieszczania się uznanych za stałe punktów nawiązania na poziomie 565 m w kierunku przeciwnym do obserwowanego ruchu punktów na powierzchni. Aby odpowiedzieć na pytanie, czy ruch ten występuje i na ile on wpływa na kształtowanie się deformacji powierzchni, zastosowano technologię GPS. Dotychczas został wykonany tylko jeden cykl takich obserwacji, co nie po-

zwala na wyjaśnienie przedstawionych wątpliwości odnoszących się do stałości punktów nawiązania na poziomie 565 m szybu 6 KWK „Jankowice”.

Wykres przemieszczeń poziomych dwóch punktów nawiązania sytuacyjnego na powierzchni przedstawiono na rys. 2, a położenie tych punktów na rys. 1.



Rys.2. Wykres przemieszczeń poziomych punktów nawiązania sytuacyjnego sieci obserwacyjnej
Fig.2. Diagram of horizontal dislocation of reference points of observation network

4.4. Niwelacja precyzyjna

Wysokości wszystkich punktów linii pomiarowych, ziemnych punktów rozproszonych oraz punktów na budynkach zostały określone metodą niwelacji precyzyjnej II klasy, którą wykonywano niwelatorem DL-100 firmy TOPCON. Punkty te zostały połączone w ciągi tworzące sieć niwelacyjną o ośmiu zamkniętych i połączonych wzajemnie w „oczka”. Pozwoliło to na odpowiednią kontrolę przeprowadzonych pomiarów oraz umożliwiło ściśle wyrównanie tych obserwacji.

Średni błąd określenia wysokości punktów w tej sieci po wyrównaniu przy przyjęciu bezbłądności stałego punktu nawiązania wysokościowego nie przekraczał $\pm 2,5$ mm.

4.5. Pomiary długości

Pomiary długości wykonywano na liniach obserwacyjnych, na bokach sieci liniowo - kątovej oraz wybranych obiektach przemysłowych. Założono, że metodyka pomiaru długości na liniach obserwacyjnych musi być taka, aby zapewniała dokładność wyznaczenia odkształceń poziomych równą $m_e \leq 0,25$ mm/m. Pomiar długości w sieci liniowo - kątovej powinien zaś być wykonany z taką dokładnością, aby przy określonej technologii pomiaru kąta wartość średnia średniego błędu położenia punktów osnowy, przy założeniu bezbłędności punktów nawiązania, nie przekraczała $m_p \leq 0,005$ mm.

W pierwszych seriach pomiarowych długości odcinków linii obserwacyjnych mierzono taśmą inwarową metodą zawieszeniową, co zapewniało osiągnięcie dokładności zewnętrznej pomiaru nie przekraczającej ± 5 mm. Pomiar taki był jednak czasochłonny i wymagał wieloosobowego zespołu. Od maja 1996 r. długości mierzono tachimetrem elektronicznym GTS-700 firmy Topcon, którego dokładność dla boków sieci obserwacyjnej określona błędem standardowym wynosi ± 2 mm. Zastosowanie dalmierza elektronicznego pozwoliło zwiększyć dokładność pomiarów długości, zautomatyzować pomiar i zdecydowanie skrócić czas przeznaczony na jego wykonanie.

Pomiary długości tą samą techniką wykonywano również przy liniowym wcięciu w przód do punktów zastabilizowanych na fundamentach zastrzałów wieży szybu 6 oraz przy pomiarze odległości między tymi punktami.

4.6. Pomiar kątów poziomych

Pomiar kątów poziomych sieci obserwacyjnej wykonywany był początkowo teodolitem Theo 010 firmy Zeiss, zaś od 1996 r. tachimetrem elektronicznym GTS-700 firmy TOPCON łącznie z pomiarem długości boków.

Do sygnalizacji punktów celu używano tarcz celowniczych, zaś do centrowania teodolitu i sygnałów stosowano pionowniki optyczne. Pomiar każdego kąta realizowany był metodą kierunkową, w dwóch seriach, z przecentrowywaniem teodolitu i sygnałów pomiędzy seriami.

Taka technologia pomiaru kątów poziomych pozwoliła uzyskać dokładność ich wyznaczenia określoną poprzez błąd średni kąta wyrównanego na stanowisku równą $\pm 10''$.

W ten sam sposób były mierzone kąty przy wyznaczaniu współrzędnych sytuacyjnych punktów linii pomiarowych nie wchodzących do sieci kątovej - liniowej.

4.7. Opracowanie wyników pomiarów geodezyjnych

Opracowanie wyników pomiarów geodezyjnych i przedstawienie ich w formie tabelarycznej i graficznej przebiegało w następujących etapach:

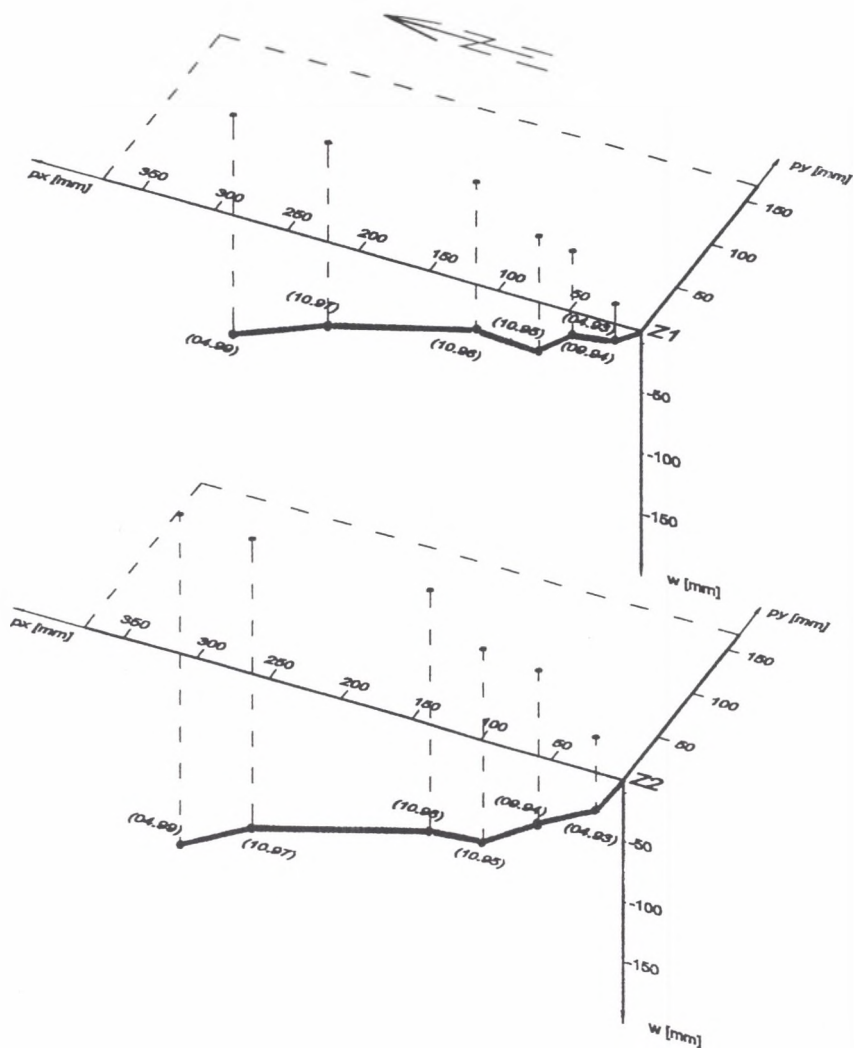
1. Ścisłe wyrównanie sieci sytuacyjnej i wysokościowej programem GEONET.
2. Wyznaczenie wielkości przemieszczeń poziomych i pionowych punktów ziemnych i ściennych na obiektach przemysłowych nie wchodzących w skład sieci liniowo - kątowej.
3. Uzupełnianie stworzonej na bazie arkusza kalkulacyjnego EXCEL firmy Microsoft komputerowej bazy danych zawierającej wysokości i współrzędne poziome punktów osnowy obserwacyjnej oraz okresowe i całkowite wartości takich wskaźników deformacji wyznaczonych z pomiarów na liniach obserwacyjnych I, II i III, jak: obniżenia punktów, nachylenia odcinków tych linii oraz ich odkształcenia poziome.
4. Wykonanie warstwicznej mapy obniżeń powierzchni terenu chronionego oraz mapy przedstawiającej wektory przemieszczeń poziomych punktów linii pomiarowych, punktów sieci kąto - liniowej oraz punktów zastabilizowanych na fundamentach zastrzałów wieży szybu 6.

Wykonane opracowania tabelaryczne i graficzne stały się podstawą dalszej interpretacji wyników pomiarów geodezyjnych. Obejmowała ona przede wszystkim:

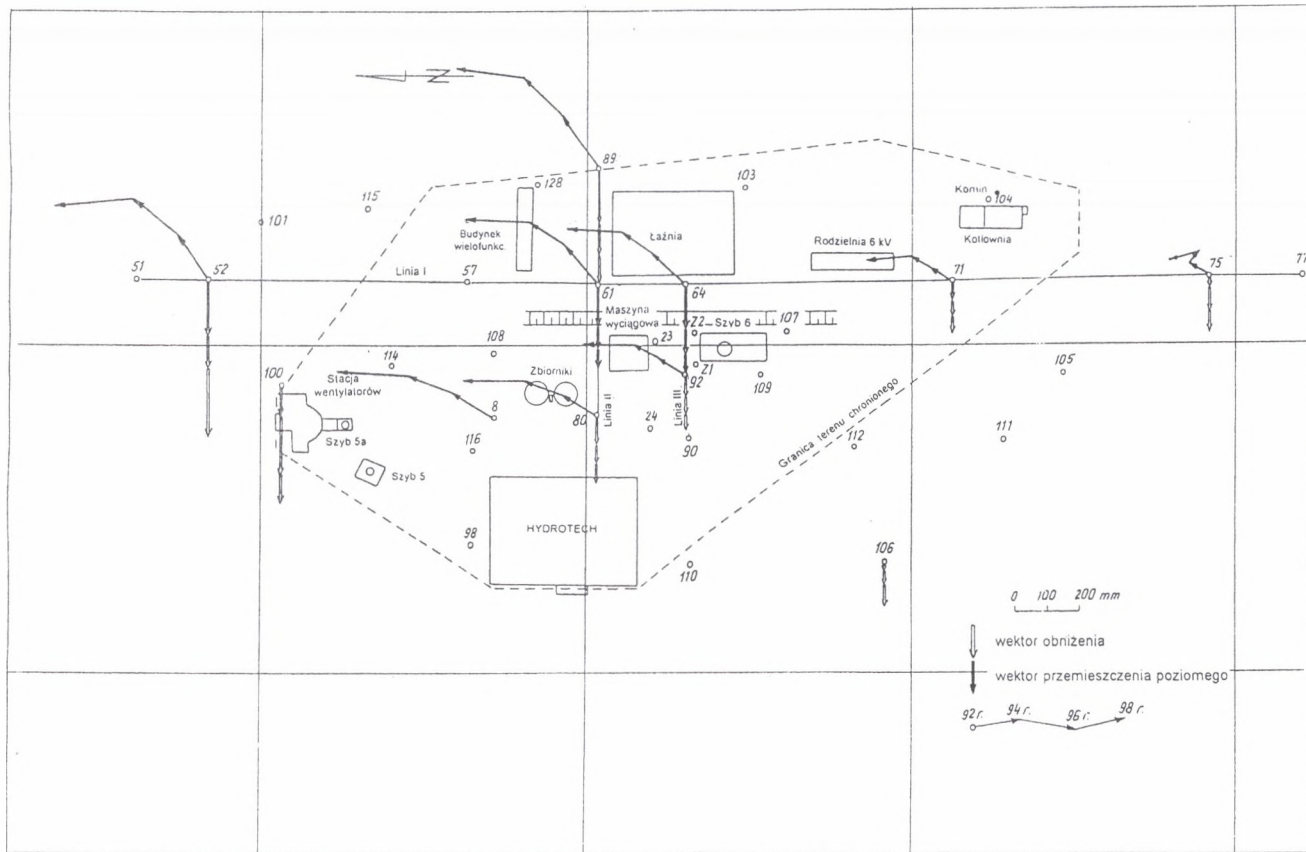
- analizę wyznaczonych deformacji powierzchni filara i obiektów przemysłowych,
- porównanie wielkości deformacji prognozowanych z pomierzonymi,
- wyznaczenie w oparciu o obniżenia punktów linii pomiarowych wielkości parametrów teorii W.Budryka - S.Knothe'go i porównanie ich z dotychczas przyjmowanymi,
- wykonanie prognozy deformacji dla eksploatacji projektowanej,
- ocena, również na podstawie pomiarów wykonywanych przez Przedsiębiorstwo Miernictwa Górniczego w Katowicach, zmian geometrii układu wieża szybowa - maszyna wyciągowa oraz wychyleń samej wieży.

Interpretacja wyników pomiarów geodezyjnych pozwoliła na stworzenie obrazu ruchów poziomych i pionowych, jakie występują na powierzchni filara w wyniku eksploatacji pozafilarowej, w tym również w rejonie przebiegającej przez filar skarpy oraz znajdujących się w jej pobliżu fundamentu zastrzałów szybu 6 (rys. 3,4). Każdorazowe nawiązywanie pomiarów do punktów stałych pozwoliło przy tym stwierdzić, że powierzchnia tego filara w wyniku oddziaływania dalekich wpływów eksploatacji pozafilarowej wywołanych różnymi czynnikami

górnictwo - geologicznymi ulega niewielkim obniżeniom nawet w okresach, gdy nie jest prowadzona eksploatacja przyfilarowa, a także przemieszczeniom poziomym o kierunku północno - wschodnim nie zawsze zgodnym z kierunkiem i wielkościami przemieszczeń wynikającymi z rozważań teoretycznych (rys.5).



Rys.4. Przemieszczenia poziome i pionowe punktów na fundamentach zastrzałów wieży szybu 6
Fig.4. Vertical and horizontal dislocation of points on the foundations of anlage struts of headframe of shaft 6



Rys.5. Wektory przemieszczeń poziomych i pionowych wybranych punktów obserwacyjnych
 Fig.5. Vectors of horizontal and vertical dislocations of selected observation points

Dzięki wykonanym pomiarom geodezyjnym możliwe było również kształtowanie odpowiedniej profilaktyki budowlanej w obiektach chronionych oraz okresowe rektyfikacje pionowości wieży szybu 6 i geometrii układu wieża szybowa - maszyna wyciągowa, co zapewniło bezpieczeństwo użytkowania tych obiektów i urządzeń.

Należy dodać, że przyjęty w pomiarach deformacji powierzchni filara szybów 5a i 6 kształt osnowy pomiarowej oraz zastosowane technologie pomiarowe w pełni pozwoliły zrealizować cele postawione przed tymi pomiarami.

5. Podsumowanie

1. Eksploatacja górnicza prowadzona w sąsiedztwie granic filarów ochronnych powoduje często występowanie istotnych deformacji powierzchni chronionej, jak i obiektów na nim posadowionych. Dzieje się tak przede wszystkim, gdy intensywna eksploatacja przyfilarowa realizowana jest w niekorzystnych warunkach geologicznych i hydrogeologicznych, a także przy znacznym naruszeniu górotworu wcześniejszymi eksploatacjami. Mogą one stwarzać zagrożenie dla bezpiecznej i ciągłej pracy obiektów i urządzeń znajdujących się w granicach chronionego terenu. To powoduje, że deformacje te muszą być stale kontrolowane poprzez okresowo wykonane kompleksowe obserwacje geodezyjne i budowlane.

Z takim przypadkiem mamy do czynienia w warunkach filara ochronnego dla szybów 5a i 6 KWK „Jankowice”, gdzie narastające wielkości deformacji w wyniku eksploatacji przyfilarowej spowodowały uszkodzenia obiektów kubaturowych, wychylenie rury szybowej i pochylenie wieży szybu 6 oraz zmiany w geometrii maszyna wyciągowa - wieża szybowa. Dlatego też teren chroniony został objęty od czerwca 1992 r., okresowymi kompleksowymi pomiarami geodezyjnymi mającymi charakter zarówno użytkowy, jak i naukowy.

2. Aby określić wielkości deformacji powierzchni filara ochronnego dla szybów 5a i 6, zaprojektowano specjalną osnowę obserwacyjną liniowo - kątową i wysokościową składającą się z zespołu trzech linii pomiarowych i punktów rozproszonych (ziemnych i na obiektach przemysłowych). Podlegała ona pomiarom wysokościowym (niwelacją precyzyjną) oraz sytuacyjnym (pomiaru długości i kątów). Była ona przy tym zarówno sytuacyjnie, jak i wysokościowo nawiązywana do punktów stałych, co pozwalało na wyznaczenie bezwzględ-

nych pionowych i poziomych ruchów zachodzących na powierzchni filara pod wpływem eksploatacji prowadzonej na jego obrzeżach.

3. Realizowane na powierzchni filara pomiary geodezyjne były początkowo wykonywane metodami tradycyjnymi z uwagi na brak nowoczesnego sprzętu pomiarowego, co sprawiało trudności w ich realizacji powodowane istniejącymi warunkami terenowymi oraz trudności w interpolacji wyników obserwacji ze względu na stosunkowo małą dokładność takich pomiarów. Konieczne zatem stało się zastosowanie nowoczesnych instrumentów geodezyjnych, takich jak precyzyjne tachimetry elektroniczne i niwelatory kodowe do obserwacji prowadzonych w osnowie obserwacyjnej. Zastosowanie tych przyrządów do okresowych pomiarów wykonywanych na powierzchni filara umożliwiło uzyskanie błędów średnich położenia punktów w płaszczyźnie poziomej (bez uwzględnienia dokładności wyznaczenia punktów nawiazania) mniejszych niż ± 5 mm, a średnich błędów wysokości punktów w zakresie $\pm(1\div 2)$ mm.

Rozpoczęto również wprowadzanie technik satelitarnych GPS do wyznaczania współrzędnych punktów nawiazania sytuacyjnego, co spowoduje dalsze zwiększenie dokładności określenia ruchów poziomych przemieszczeń filara

4. Zaprojektowany kształt sieci obserwacyjnej oraz zastosowane techniki pomiarowe pozwoliły w pełni zrealizować cele postawione przed tymi pomiarami, tj. stworzyć obraz ruchów poziomych i pionowych, jakie występują na powierzchni filara. Umożliwiło stosowanie odpowiedniej profilaktyki budowlanej w obiektach chronionych i okresowe rektyfikacje pionowości wieży szybu 6 i geometrii układu wieża szybowa - maszyna wyciągowa.

Wykorzystanie nowoczesnych technologii pomiarowych w miejsce tradycyjnych pozwoliło natomiast kilkakrotnie skrócić czas wykonywania pomiarów, zwiększyć ich dokładność oraz pewność, a także znacznie zautomatyzować opracowanie ich wyników.

Recenzent: Dr inż. Piotr Trzcionka

Abstract

The mining process at the Coal Mine "Jankowice" had been concentrated among others in the immediate vicinity of pillar borders for shafts 5a and 6. In consequence, there occurred deformations influencing both the area of protected surface ground and the objects deposited upon that area, which caused hazard to the safety and operating continuity of those objects. Therefore, an observation network had been designed and implemented, which consists of measurement lines as well as dispersion points on the ground and in the longwalls.

The paper presents the scope and methodology of observations, which was being constantly updated while carrying out the measurements since 1992. The application of electronic tachometers and GPS technology was recommended.

Basing on the results of the carried out periodic observations it was possible to determine the run of deformation process and to define differences between the observed and theoretical observation data. In consequence, reliable deformation predictions for planned mining could be elaborated, which in turn enabled to undertake preventive and safety action with respect to the protected industrial objects.