ZESZYTY NAUKOWE POLITENIKI ŚLĄSKIEJ 1999
Seria: GÓRNICTWO z. 244 Nr kol. 1441

Violetta SOKOŁA – SZEWIOŁA, Lucyna PUŹNIAK

ANALIZA OBNIŻEŃ POWIERZCHNI TERENU GÓRNICZEGO KWK "BRZESZCZE" Z WYKORZYSTANIEM FOTOGRAMETRYCZNYCH ZDJĘĆ LOTNICZYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki analizy obniżeń powierzchni terenu górniczego KWK "Brzeszcze", przeprowadzonej w oparciu o mapę izolinii obniżeń powierzchni terenu utworzoną na bazie dwóch modeli powierzchni. Model pierwszy aktualny na rok 1984 wykonano na podstawie map sytuacyjno-wysokościowych . Model drugi aktualny na rok 1997 opracowano w oparciu o 12 zdjęć lotniczych w skali 1: 26 000 wykonanych jako zdjęcia celowane pionowe o pokryciu podłużnym 60% i poprzecznym 30%. Przedstawiono możliwości i zalety wykorzystania lotniczych pomiarów fotogrametrycznych do analiz obniżeń powierzchni terenów górniczych, szczególnie dużych obszarów.

ANALYSIS OF MINING AREA LOWERINGS IN THE "BRZESZCZE" COAL-MINE WITH APPLICATION OF AIR PHOTOGRAMMETRY

Summary. The results of mining area lowerings analysis in the "Brzeszcze" coal-mine , carried out in support of a map of area lowerings isolines created on the basis of two area models, are presented in this article. The first model valid for theyear 1984 was made on the base of location-altitude maps . The second model valid for the year 1997 was worked out on the base of 12 aerial photographs 1:26000 scale, made as vertical photographs with oblong covering of 60% and transversal covering of 30%. The usabilities and advantages of aerial surveying for analysis of mining area lowerings, expecialy the big ones are presented.

1. Wprowadzenie

Pomiary deformacji są jednym z podstawowych i niezmiernie wa¿nych elementów w badaniach wpływów eksploatacji na górotwór, powierzchnię terenu i obiekty. O znaczeniu obserwacji geodezyjnych dla zapobiegania skutkom eksploatacji górniczej świadczy wiele aktów prawnych zobowiązujących odpowiednie zakłady do ich wykonywania. W myśl Zarządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 26 sierpnia 1994 r. w sprawie dokumentacji mierniczo-geologicznej - przedsiębiorca zobowiązany jest do posiadania dokumentacji mierniczo-geologicznej obejmującej: dokumenty pomiarowe, obliczeniowe i kartograficzne, przedstawiające sytuację górniczą, geologiczną oraz sytuację po-

wierzchni w granicach terenu górniczego. W skład dokumentów kartograficznych wchodzą między innymi mapy sytuacyjno-wysokościowe powierzchni, które zakład górniczy zobowiązany jest uzupełniać co najmniej raz na trzy lata. Mapy te są niezbędne kopalni w momencie zatwierdzania planu ruchu i projektu zagospodarowania złoża, a w szczególności przy ocenie roszczeń materialnych z tytułu szkód górniczych zarówno na wysoko zurbanizowanych terenach, jak i obszarach rolniczych lub leśnych.

Mapy można aktualizować wykonując pomiar klasycznymi metodami geodezyjnymi lub fotogrametrycznymi. Zdecydowanie szybsza i efektywniejszą metodą jest metoda fotogrametryczna. Pozwala ona na określenie przemieszczeń dużej powierzchni w krótkim czasie i przy znacznie mniejszych kosztach w porównaniu z tradycyjnymi metodami geodezyjnymi. Pomiary prowadzone okresowo za pomocą niwelacji precyzyjnych i pomiarów triangulacyjnych w nawiązaniu do punktów stałych, leżących na zewnątrz obszaru górniczego, wymagają dużych nakładów finansowych. Poza tym ze względu na ruchy górotworu i powierzchni terenów górniczych należy je przeprowadziæ w krótkim czasie, a jest to trudne do wykonania. Pokrycie tych terenów zdjęciami lotniczymi można osiągnąć w ciągu niepełnej godziny. Opracowanie kameralne jest również szybsze, a ogólne koszty wykonania map obniżeń powierzchni są niższe niż w metodzie klasycznej.

Prace nad zastosowaniem lotniczych pomiarów fotogrametrycznych większych terenów górniczych, służących do wyznaczenia ruchów pionowych powierzchni, które były prowadzone w Instytucie Geodezji i Kartografii w Warszawie, wykazały pełną przydatność tej techniki pomiaru i opracowań. Dokładność wyznaczania przemieszczeń pionowych wynosi kilka centymetrów (metoda analityczna). [1].

Obecnie zdjęcia lotnicze znajdują szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach nauki, techniki i gospodarki. W latach 1995-1998 pokryto cały obszar Polski kolorowymi zdjęciami lotniczymi wykonanymi w ramach programu Unii Europejsliej PHARE. Stworzyło to szansę upowszechnienia ich stosowania przez specjalistów różnych dziedzin. Polska jest na etapie zmian ustrojowych i przekształcania gospodarki. Dlatego obecnie stawia się na szerokie wykorzystanie metod i opracowań fotogrametrycznych jako nowoczesnego systemu, który pozwoli uzyskać informacje o terenie. W związku z tym podjęto próbę wykonania analizy obniżeń powierzchni terenu KWK „Brzeszcze" w latach 1984 –1997 w oparciu o zdjęcia fotogrametryczne. Punkt odniesienia do wykonania analizy obniżeń stanowiły udostępnione przez KWK „Brzeszcze" mapy sytuacyjno-wysokościowe będące wtórnikami map zasadniczych, zaktualizowane na rok 1984. Wykonano dwa modele terenu. Jeden na podstawie wyżej wymienionych map, drugi korzystając ze zdjęć lotniczych wykonanych w roku 1997 w ramach

programu PHARE. Zdjęcia opracowano metodą analityczną. Mapę izolinii obniżeń wykonano w oparciu o różnicę rzędnych Z dla punktów położonych na obu otrzymanych mapach.

2. Ogólna charakterystyka terenu kopalni

Obszar górniczy kopalni "Brzeszcze" pod nazwą „Brzeszcze I" położony jest w południowej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na terenie województwa małopolskiego. Obejmuje on swym zasięgiem gminę Brzeszcze z sołectwami Jawiszowice, Przecieszyn, Wilczkowice i Rajsko. Powierzchnia obszaru górniczego wynosi 26,22 m^2, natomiast terenu górniczego 30.80 km^2.

W pobliżu kopalni przepływają rzeki Wisła i Soła, a przez jej obszar - rzeka Młynówka oraz potoki Różany i Królewski. Na powierzchni znajdują się też liczne, chociaż na ogół płytkie, stawy hodowlane. Obszar górniczy kopalni jest terenem płaskim, słabo nachylonym w kierunku północnym. Najwyższe wzniesienie znajduje się w obrębie szybów AndrzejIII/IV i Andrzej I,II,V. Wzniesienie to o kształcie garbu przebiega z południa na północ. Na wschód i zachód od linii szybów głównych teren łagodnie opada, i ulega obniżeniu od szybów Andrzej I,II,V ku północy osiągając wysokość + 239,67 m n.p.m.

W wyniku intensywnej eksploatacji górniczej prowadzonej od roku 1910 znaczna część obszaru górniczego uległa obniżeniu od kilku centymetrów do kilkunastu metrów. Występuj' również znaczne odkształcenia poziome, które ze względu na charakter zabudowy powierzchni (luźna zabudowa małymi budynkami) nie powodują katastrofalnych skutków. Morfologia terenu zniekształcona jest przez poeksploatacyjne niecki obniżeniowe oraz zwałami skały płonnej. Niecki obniżeniowe występują w południowo-wschodniej i południowo-zachodniej części obszaru, a także w jego centralnej części. W znacznej mierze są one niwelowane skałą płonną, a następnie rekultywowane.

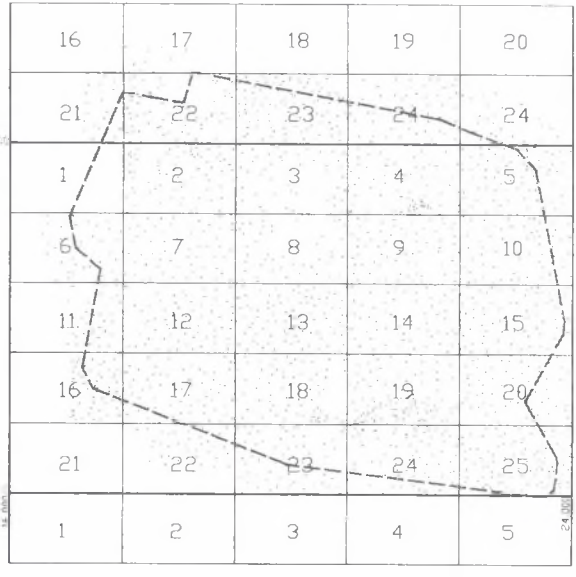
Kopalnia „Brzeszcze" jest kopalnią z jednym ruchem produkcyjnym oraz jednym w likwidacji, ze znacznymi zasobami perspektywicznymi złoża udostępnionymi 8 szybami. Dotychczas prowadzona przez KWK „Brzeszcze" eksploatacja górnicza pokładów węgla odbywała się systemem ścianowym z zawałem stropu, a w niewielkim tylko stopniu do 1994 r., z podsadzką pneumatyczną suchą. Głębokość eksploatacji wynosiła od 360 do 740 m.

Kopalnia prowadzi w sposób ciągły działania niezbędne dla ochrony złoża, powierzchni ziemi, wód powierzchniowych i podziemnych poprzez rekultywację terenów poeksploatacyjnych, ograniczanie emisji zanieczyszczeń i hałasu do atmosfery, wykorzystywanie gospodar-

czo metanu i odpadów pogórniczych oraz wiele innych działań zmierzających do zminimalizowania skutków eksploatacji, zapobiegając dalszej degradacji środowiska. Na terenie kopalni „Brzeszcze" są założone linie obserwacyjne, na których wykonywane są pomiary cykliczne: wzdłuż szlaku PKP – 3 razy w roku, wzdłuż rzeki Wisły – 2 razy w roku, Wzdłuż ulicy Św. Wojciecha – co 2 miesiące, na zbiorniku retencyjno-dozującym – 2 razy w roku (linia połączona z linia biegnącą wzdłuż Wisły) [2].

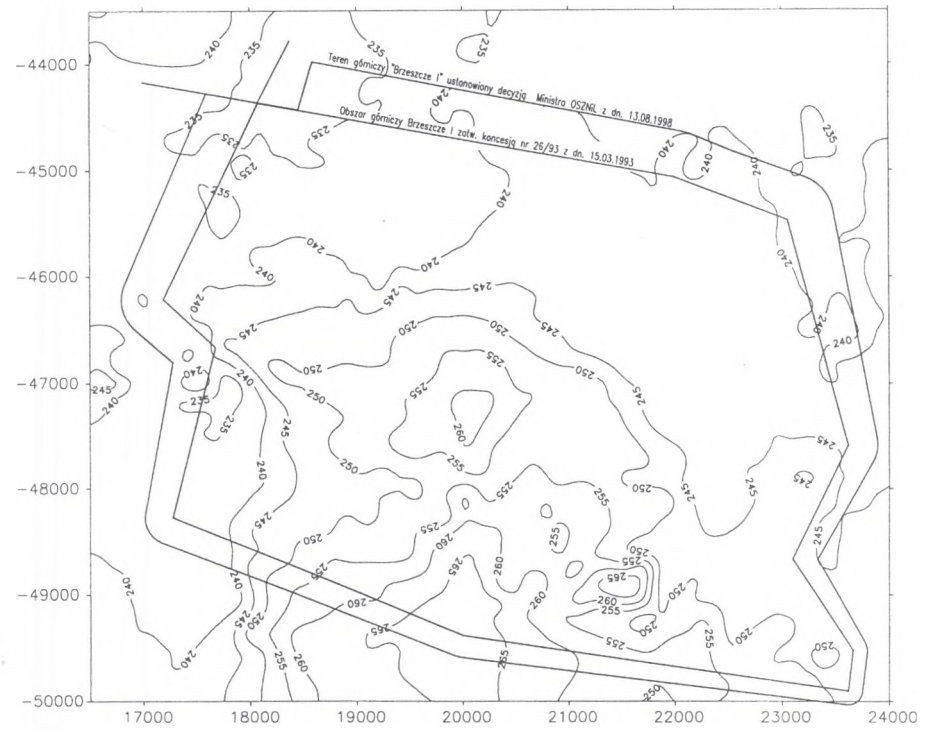
3. Modele powierzchni terenu KWK „Brzeszcze"

Mapę izolinii obniżeń terenu wykonano w oparciu o opracowane jego powierzchni. Model terenu KWK "Brzeszcze" na rok 1984 utworzono na podstawie map sytuacyjno-wysokościowych zaktualizowanych na ten rok . Mapy te zostały udostępnione przez KWK „Brzeszcze" (30 sekcji - skala 1 : 2000). Skorzystano także z obrazów rastrowych tych map, które udostępniło Przedsiębiorstwo Miernictwa Górniczego w Katowicach. Punkty wysokościowe wprowadzono wykorzystując program AutoCAD wraz z aplikacjami będącymi częścią opracowanej przez PMG technologii wykonywania map numerycznych. Na rys. 1 zaprezentowano wprowadzone w ten sposób punkty wysokościowe.



Rys.1. Układ ramek sekcyjnych wraz z naniesionymi punktami wysokościowymi - 1984
Fig.1. Section frame system with ploted levels - 1984

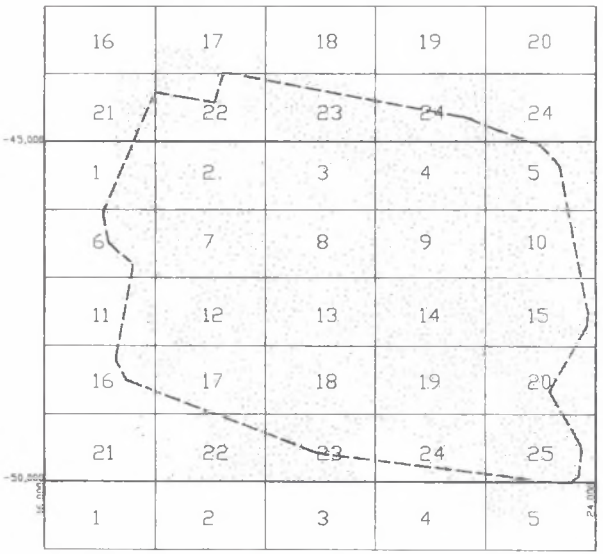
Mapę warstwicową powierzchni wykreślono w programie Surfer, wykorzystując wprowadzone dane, wyplotowano ja w skali 1 : 10 000 i zaprezentowano na rys.2.



Rys.2. Mapa wysokościowa KWK „Brzeszcze" zaktualizowana na rok 1984
Fig.2. Altitude map of the "Brzeszcze" coal-mine updated for the year 1984

Model powierzchni terenu na rok 1997 opracowano na bazie metod fotogrametrycznych w oparciu o 12 zdjęć lotniczych w skali 1 : 26 000 wykonanych w ramach programu PHARE. Są to zdjęcia pionowe wykonywane jako zdjęcia celowane o pokryciu podłużnym ok. 60 % i pokryciu poprzecznym ok. 30 %. Zdjęcia te w postaci cyfrowej zostały udostępnione przez PMG w Katowicach. Do opracowania stereofotogrametrycznego tych zdjęć wykorzystano program określający współrzędne XYZ danego obiektu odfotografowanego na co najmniej dwóch zdjęciach. Stanowi on część pakietu programów opracowanych w PMG, umożliwiających aktualizację mapy numerycznej na podstawie zdjęć lotniczych. Wprowadzone punkty wysokościowe zaprezentowano na rys.3.

W ramach projektu PHARE PL 9206-02-04/II wykonano badania, które dowiodły, że dokładność uzyskania wysokości punktów dla tego rodzaju zdjęć wynosi ok. 0.80 m [3].

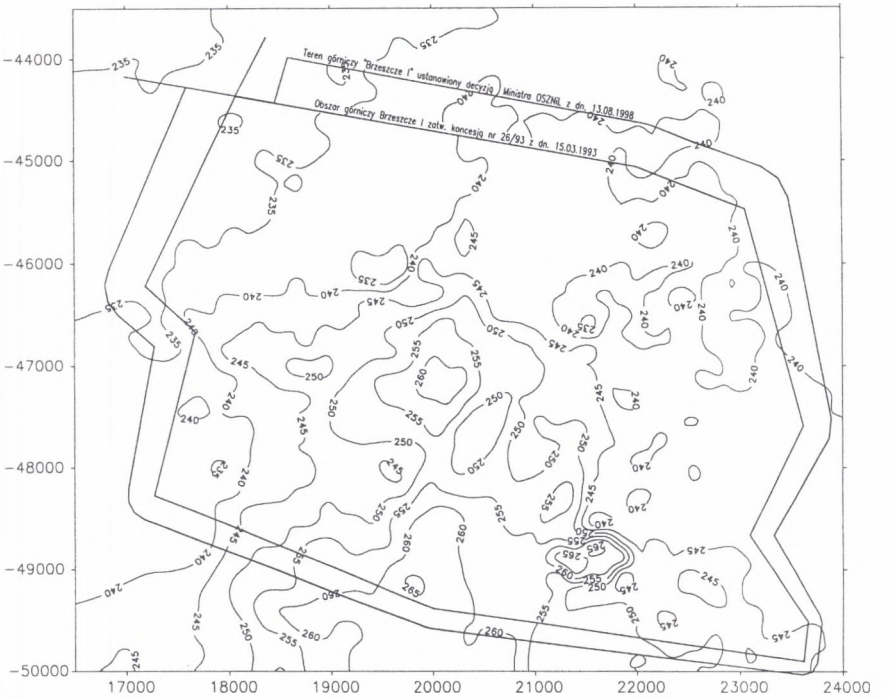


Rys.3. Układ ramek sekcyjnych wraz z naniesionymi punktami wysokościowymi - 1997
Fig.3. Section frame system with ploted levels - 1997

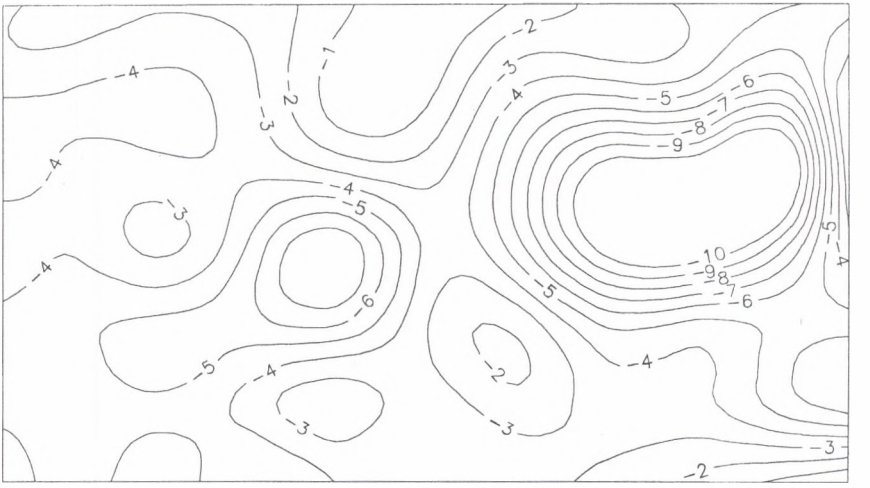
Mapę warstwicową opracowano w programie Surfer i wyplotowano w skali 1 : 10 000. W artykule zaprezentowana została na rys.4.

4. Mapa obniżeń powierzchni terenu KWK "Brzeszcze"

Mapę izolinii obniżeń powierzchni terenu KWK "Brzeszcze" w latch 1984 - 1997 wykonano wykorzystując funkcję programu Surfer <Residuals>, która pozwala na obliczenie różnicy rzędnej Z dla punktów położonych na wyinterpolowanej powierzchni mapy z dowolnym zbiorem punktów. Mapę wyplotowano w skali 1 : 10 000 przy przyjętym skoku izolinii w wielkości 1 m, a jej fragment zaprezentowano na rys. 5.



Rys.4. Mapa wysokościowa KWK „Brzeszcze" zaktualizowana na rok 1997
Fig.4. Altitude map of the "Brzeszcze" coal-mine updated for the year 1997



Rys.5. Fragment mapy izolinii obniżeń powierzchni terenu KWK "Brzeszcze" w latach 1984 - 1997
Fig.5. Fragment of the map of area lowerings isolines in the "Brzeszcze" coal-mine in the year 1984-1997

5. Podsumowanie i wnioski

Eksploatacja górnicza węgla kamiennego wymaga szczegółowego i dokładnego badania jej wpływów na powierzchnię terenu. Tradycyjne pomiary geodezyjne służące do ich śledzenia wypierane są obecnie przez nowoczesne metody fotogrametryczne. W artykule przedstawiono jeden ze sposobów uzyskiwania map izolini obniżeń powierzchni terenu z wykorzystaniem metod fotogrametrycznych. Mapa taka może stanowić podstawę do wykonania analiz obniżeń powierzchni terenu zakładów górniczych.

Wymagany poziom dokładności danych jest osiągany poprzez właściwy dobór skali rejestracji. Aby uzyskać dokładność pomiaru fotogrametrycznego konkurencyjną względem nowoczesnych metod pomiaru bezpośredniego, trzeba dysponować zdjęciami w skali 1 : 4 000 [13]. Wykorzystane w opracowaniu zdjęcia w skali 1: 26 000 pozwalają na wyznaczenie wysokości punktów z dokładnością ok. 80 cm [3].

W celu zwiększenia efektywności pomiarów fotogrametrycznych dla niewielkich obszarów można zastosować aparaty semimetryczne , które są wyposażone w matryce CCD dające możliwość bezpośredniego pozyskiwania danych w postaci cyfrowej. Aparaty te umieszczane są w modelach latających sterowanych radiem. Ten sposób pozyskiwania danych jest ok. dziesięciokrotnie tańszy od standardowych zdjęć lotniczych i może być wykonywany z niskiego pułapu (poniżej 300 m) [4].

W analizowanym obszarze terenu górniczego KWK "Brzeszcze" stwierdzono, że:

- średnie obniżenie wynosi ok. 5 m. Niecki obniżeniowe występują głównie w południowo-wschodniej i południowo-zachodniej, a także w centralnej części terenu górniczego,
- największemu obniżeniu uległ teren w południowo-wschodniej i centralnej części obszaru górniczego, gdzie powstały niecki o maksymalnych obniżeniach dochodzących do 14 m,
- występują obszary o nieznacznym obniżeniu oraz niewielkie wypiętrzenia terenu wynikające z niedokładności pomiaru,
- występujące pewne rozbieżności pomiędzy faktycznym stanem w terenie a sytuacją wynikającą z opracowanej mapy są wynikiem braku profesjonalnego, sprawdzonego już w praktyce oprogramowania.

Przedstawiony w artykule sposób wykonania map izolinii obniżeń powierzchni terenu górniczego oraz możliwości jego zastosowania do wykonywania analiz obniżeń pozwoliły na sformułowanie następujących ogólnych wniosków:

a) Metody fotogrametryczne mogą służyć do opracowań deformacji powierzchni pod wpły-

wem eksploatacji górniczej, szczególnie dla dużych terenów. Dają one możliwość rejestracji zjawiska przebiegającego w czasie przy dużej ilości punktów pomiarowych, w tym także niedostępnych do bezpośredniego pomiaru. Skrócony zostaje czas pozyskiwania danych, a wysoki stopień automatyzacji metod numerycznych sprawia, że efektywność wykonywanych opracowań jest bardzo wysoka.

b) Profesjonalne oprogramowanie sprawdzone w praktyce oraz specjalistyczny sprzęt fotogrametryczny dający wysoką dokładność pomiaru i opracowania uczyni metody fotogrametryczne jeszcze bardziej przydatne w zastosowaniach praktycznych.

c) Zaprezentowaną w artykule metodologię tworzenia mapy izolinii obniżeń powierzchni terenu można efektywnie stosować na terenach górniczych.

LITERATURA

1. Jachimski J., Tokarski W.: Kompleksowe wykorzystanie informacji ze zdjęć lotniczych. Część II, Skrypt AGH, Kraków-Sieradz 1998.
2. Preuss R.: Rola fotogrametrii w funkcjonowaniu systemów informacji przestrzennej. „Geodeta", lipiec 1995, nr 2.
3. Szpetkowski S.: Pomiary deformacji na terenach górniczych. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1978.
4. Projekt zagospodarowania złoża KWK „Brzeszcze". Katowice: Karbo Technex, 1999.

Recenzent: Doc.dr inż. Piotr Trzcionka

Abstract

The results of mining area lowerings analysis in the "Brzeszcze" coal-mine , carried out in support of a map of area lowerings isolines (drawing 5), created on the basis of two area models, are presented in this article. The first model valid for the year 1984 (drawing 2) was made on the base of location-altitude maps (30 section, 1:2000 scale). The second model valid for the year 1997 (drawing 4) was worked out on the base of 12 aerial photographs 1:26000

scale, made as vertical photographs with oblong covering of 60% and transversal covering of 30%. The position of taken levels, on the bases of which the area models were made, are shown at the drawings 1 and 3. The usabilities and advantages of aerial surveying fo analysis of mining area lowerings, expecialy the big ones are presented.