

Tadeusz DEMEL

Jan ZYCH

## EKSPLOATACJA Z ZAWAŁEM STROPU POD ZBIORNIKIEM WODNYM NA POWIERZCHNI

**Streszczenie.** W artykule dokonano analizy warunków geologiczno-górnicznych oraz na tej podstawie określono stopień zagrożenia wodnego, jakie spowoduje projektowana eksploatacja. Przedstawiono prognozę wpływu projektowanej eksploatacji na powierzchnię oraz porównano prognozowane wartości wskaźników deformacji z wartościami pomierzonymi.

### 1. Charakterystyka obiektu

Staw "Kalina" zlokalizowany jest w zachodniej części obczaru górniczego kopalni "Polska". Powstał on po roku 1920 w wyniku obniżenia się terenu, będącego skutkiem wyeksploatowania na zawał pokładów siódłowych (z wyjątkiem pokładu 506). Łączna grubość wyeksploatowanych pokładów wynosi 19,3 m.

Powierzchnia stawu wynosi 80120 m<sup>2</sup>, a pojemność 75296 m<sup>3</sup>. Staw "Kalina" połączony jest przepustem ze zbiornikiem o powierzchni 9620 m<sup>2</sup> i pojemności 5941 m<sup>3</sup> (rys. 1).

### 2. Charakterystyka warunków górniczo-geologicznych

Jak wynika z profilów otworów wiertniczych, w podłożu stawu występują utwory czwartorzędowe o miąższości średnio około 50 m oraz karbon reprezentowany przez warstwy dolnorudzkie, siódłowe i brzeżne.

W profilu utworów czwartorzędowych można wydzielić cztery kompleksy litologiczne (rys. 2), a mianowicie:

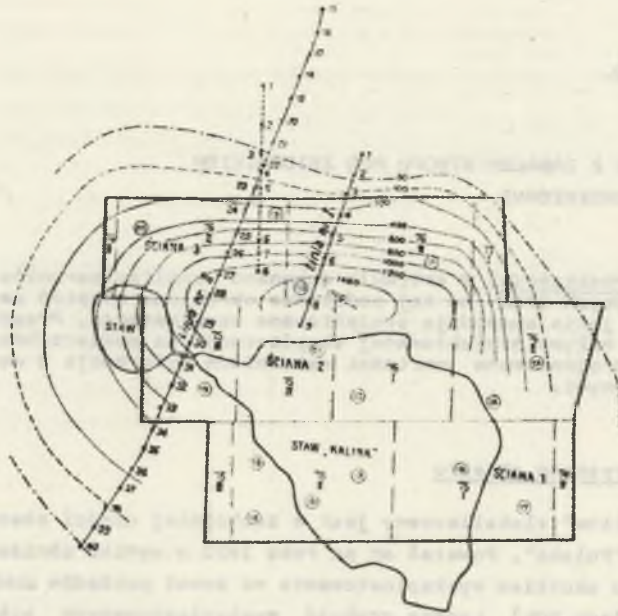
I głębokość 0-5 m - piaski i torf,

II głębokość 5-17 m - gliny piaszczyste z wkładką piasku,

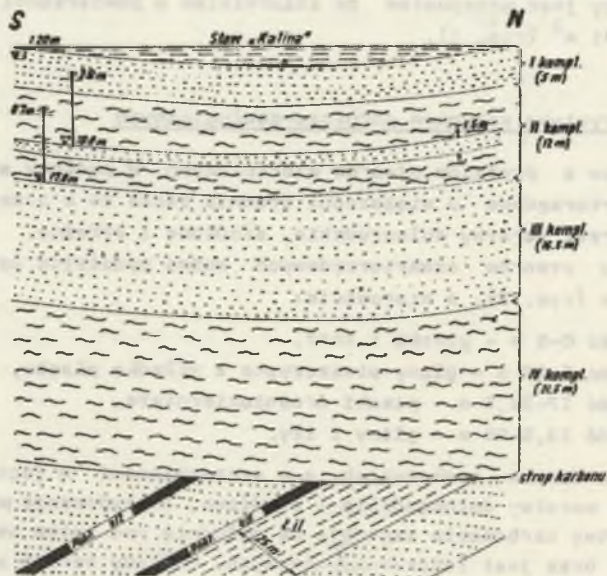
III głębokość 17-33,5 m - piaski średnioziarniste,

IV głębokość 33,5-55 m - gliny i iły.

W profilu warstw karbońskich, a w szczególności w jego górnej części obejmującej warstwy dolnorudzkie i siódłowe, zdecydowanie przeważają piaskowce. Warstwy karbońskie zapadają na południe pod kątem około 15°. W pobliżu stawu brak jest zaburzeń tektonicznych. Pokłady warstw siódłowych 501, 504, 506, 507 i 510 z wyjątkiem pokładu 506 wyeksploatowano w latach 1897-1919 przy zastosowaniu zawałowego sposobu likwidacji zrobów.



Rys. 1. Mapa sytuacyjna wraz z izoliniami osiadań



Rys. 2. Profil geologiczny warstw nadkładu

Charakterystykę sytuacji górniczej przedstawia poniższa tablica.

Pokład	Głębokość zalegania	Lata eksploatacji	Średnia miąższość pokładu
501	270 - 200	1898 + 1913	7,0
504	300 - 235	1897 - 1917	3,0
506	315 - 250	nie eksploatowany	1,5 - 2,0
507	340 - 265	1900 - 1918	2,5
510	360 - 285	1906 - 1919	4,5
615	500 - 400	1968 - 1970	1,0

Według badań przeprowadzonych w otworach badawczych w czwartorzędzie występują trzy poziomy wodonośne (rys. 2):

- I - swobodny w piaskach I kompleksu litologicznego,
- II - naporowy we wkładce piaszczystej w II kompleksie litologicznym,
- III - naporowy w piaskach III kompleksu litologicznego.

### 3. Określenie zagrożenia wodnego przy projektowanej eksploatacji pokładu 506

W roku 1974 kopalnia "Polska" zamierzała przystąpić do eksploatacji pokładu 506 systemem ścianowym z zawałem stropu. W tym celu konieczne było przeprowadzenie szczegółowej analizy ewentualnego zagrożenia wodnego ze strony stawu Kalina.

Pokład 506 zalega na głębokości od 250 m do 315 m od powierzchni terenu, to jest od 200 do 265 m poniżej stropu karbonu. Grubość pokładu wynosi średnio 1,5-2,0 m. Odległość od wybranego pokładu 504 wyżej leżącego wynosi około 15 m, a od pokładu 501 około 30 m. Odległość od niżej leżącego wybranego pokładu 507 wynosi około 20 m.

Ewentualne zagrożenie wodne ze strony stawu "Kalina" związane z projektowaną eksploatacją zawałową pokładu 506 polegało na przerwaniu warstw izolacyjnych w czwartorzędzie (kompleksy litologiczne II i IV) i wdarciu się wody ze stawu przez strefę spękań eksploatacyjnych karbonu do zrobów w pokładzie 501.

Analizując prawdopodobieństwo wdarcia się wody, wzięto pod uwagę, co następuje:

- odległość między pokładem 501 a stropem karbonu wynosi najmniej 150 m, co odpowiada ponad 20-krotnej grubości pokładu,
- pokład 501 został wybrany 70 lat temu, po czym zrobry kilkakrotnie podlegały reaktywacji na skutek wpływów eksploatacji niżej zalegających pokładów,
- górotwór karboński zbudowany jest z mocnych piaskowców nie ulegających rozmywającemu działaniu wody,

- odległość między pokładami 501 i 506 wynosi około 30 m, co odpowiada 20-krotnej grubości pokładu 506,
- na stropie karbonu zalega warstwa izolacyjna plastycznych glin i ilów czwartorzędowych o miąższości ponad 20 m.

Wdarcie wody mogłoby nastąpić w przypadku powstania szczeliny o dużej rozwarłości sięgającej od stropu pokładu 506 do stropu karbonu. Rozwarłość szczeliny w pobliżu stropu karbonu musiałaby być tak duża, aby nastąpiło przerwanie izolujących warstw glin i ilów czwartorzędowych. Prawdopodobieństwo powstania takiej szczeliny można porównać z prawdopodobieństwem silnego uszkodzenia wymaganego pokładu, zalegającego na poziomie stropu karbonu, na skutek jego podebrania przez pokład 506.

Gliny i iły poddane pionowym ruchom górotworu, związanych z eksploatacją górniczą przy dostatecznej grubości warstwy gliniasto-ilastej deformują się w sposób plastyczny. Nie następuje przerwanie warstwy plastycznej, a tym samym nie następuje utrata charakteru wodoszczelności warstwy.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że w tych warunkach zagrożenie wodne dla robót górniczych w pokładzie 506 nie wystąpi i to zarówno ze strony poziomów wodonośnych czwartorzędu jak i ze strony wód stawu "Kalina". W związku z czym można było rozpocząć eksploatację pokładu 506 systemem zawalowym, bez stosowania specjalnych zabezpieczeń przed zagrożeniem wodnym. Eksploatację pod stawem "Kalina" prowadzono trzema ścianami. Ściany eksploatowano pojedynczo. Jako pierwsza eksploatowana była ściana 1 położona najbardziej na południe. Front ściany 1 przesuwał się ze wschodu na zachód, natomiast ścian 2 i 3 przesuwał się z zachodu na wschód. Średni postęp frontu ściany 1 wynosił 2,2-2,3 m/dobę, ściany 2 1,1-1,7 m/dobę a ściany 3 od 2,4-2,7 m/dobę. Grubość pokładu 506 wynosiła od 1,6 m do 2,2 m. Zakres dokonanej eksploatacji w pokładzie 506 w rejonie stawu "Kalina" przedstawiono na rys. 1.

#### 4. Prognozowane deformacje powierzchni

Obliczenia wpływu projektowanej eksploatacji zostały wykonane przy wykorzystaniu teorii T. Kochmańskiego. Do obliczeń przyjęto następujące założenia:

- grubość pokładu 506 wynosi średnio  $g_{gr} = 1,8$  m,
- głębokość eksploatacji pokładu 506 wynosi od ok. 210 m do 300 m,
- parametr  $b$  zależny od głębokości eksploatacji obliczono ze wzoru

$$b = \frac{5,0 - 1,12 \log z}{1,0 + 0,672 \log z} \quad (1)$$

gdzie:

- z - wysokość nad stropem eksploatowanego pokładu, dla powierzchni z=H,
- współczynnik eksploatacyjny a zależny od sposobu kierowania stropem przyjęto równy a = 0,80 dla systemu z zawałem stropu,
- parametr r<sub>0</sub> tzw. parametr poziomego oddziaływania przyjęto równy r<sub>0</sub> = 30 m,
- pochodną  $\frac{db}{dz}$  obliczono przez zróżniczkowanie wzoru (1) a mianowicie:

$$\frac{db}{dz} = - \frac{1}{z} \frac{1,95}{(1 + 0.672 \log z)^2}$$

- współczynnik szczelinowatości dla zawału przyjęto równy S<sub>x</sub> = 6,5.

Do obliczeń przyjęto 8 punktów obliczeniowych zlokalizowanych wzdłuż linii obliczeniowej prostopadłej do krawędzi eksploatacji (rys. 1). Kierunek x pokrywa się z kierunkiem linii. Wartości poszczególnych wskaźników deformacji dla wybranych ośmiu punktów obliczeniowych zostały przedstawione w tabelicy 1.

Tablica 1

Prognozowane wartości wskaźników deformacji pod wpływem eksploatacji pokładu 506

Nr pktu	Osiadanie [mm]	Odształcenia poziome [mm/m]		Nachylenia [mm/m]	
	w	ε <sub>x</sub>	ε <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>
1	17	+1,56	-0,05	+0,42	-0,01
2	54	+3,20	-0,12	+1,36	-0,01
3	138	+4,63	-0,20	+3,30	-0,02
4	211	+4,91	-0,24	+5,10	-0,03
5	336	+4,34	-0,29	+7,78	-0,03
6	1111	-4,44	-0,45	+7,54	-0,05
7	1232	-4,92	-0,49	+4,94	-0,05
8	1313	-4,50	-0,53	+2,93	-0,04

Oprócz tego przy powyższych założeniach obliczono maksymalne wartości wskaźników deformacji, które dla rozpatrywanych warunków wynoszą:

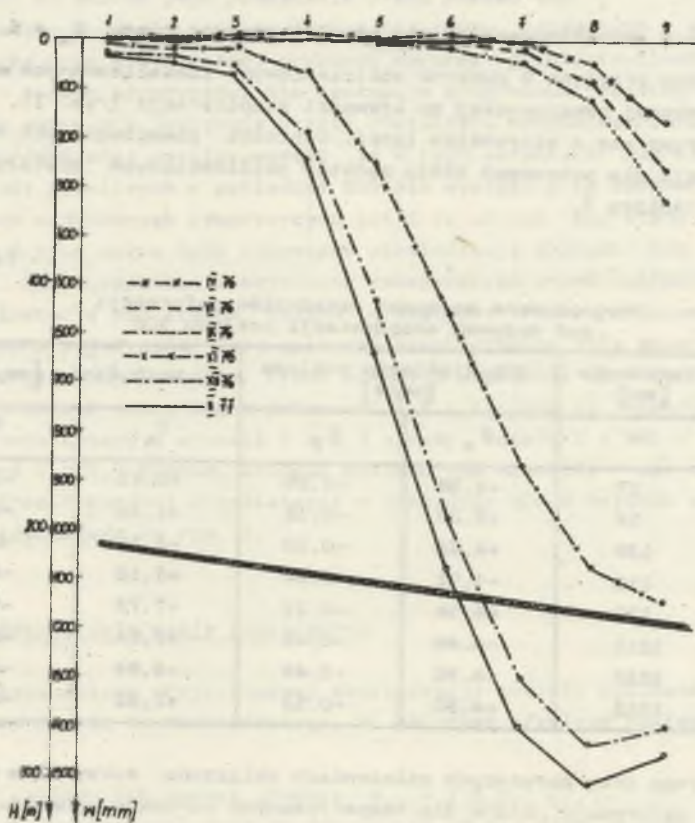
$$w_{max} = 1440$$

$$\epsilon_{xmax} = \pm 5,30\%$$

$$T_{max} = \pm 14,2\%$$

### 5. Analiza wyników pomiarów geodezyjnych prowadzonych w rejonie stawu "Kalina"

W rejonie prowadzonej eksploatacji górniczej pokładu 506 z zawalem stropu pod stawem "Kalina" prowadzone były obserwacje geodezyjne. Obserwacje prowadzono wzdłuż dwóch linii pomiarowych oraz na sieci punktów rozproszonych. Pomiarzy na linii Nr I zostały rozpoczęte w marcu 1975 r., natomiast na linii Nr II w październiku 1975 r. Ostatni pomiar na obu liniach wykonano w lutym 1977 r. Pomiarzy prowadzono w odstępach od 1 do 3 miesięcy.

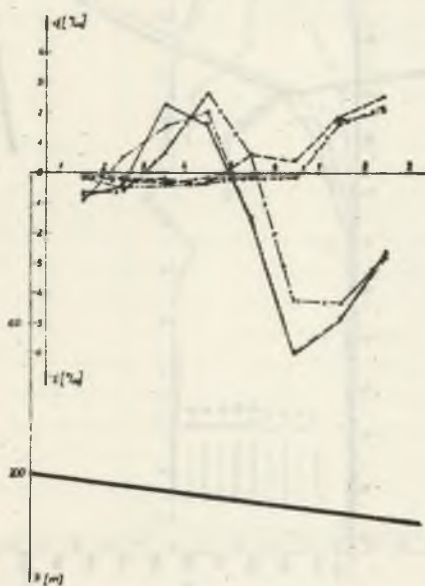


Rys. 3. Osiedlenia wzdłuż linii Nr I

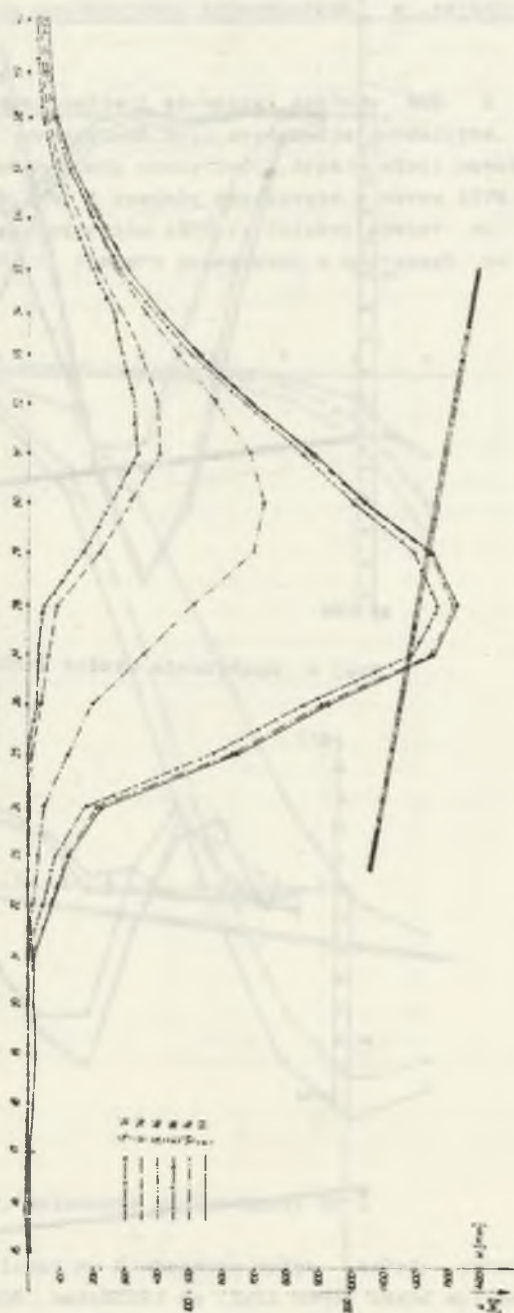
Pomiarzy wykonywane na linii Nr I obejmują wpływ całej eksploatacji ścian 2 i 3 w pokładzie 506, natomiast na linii Nr II część wpływów ściany 2 ujawniła się przed przystąpieniem do pomiarów. Wyniki pomiarów przedstawiono graficznie na rys. 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Z pomiarów wynika, że



Rys. 4. Nachylenia wzdłuż linii Nr I

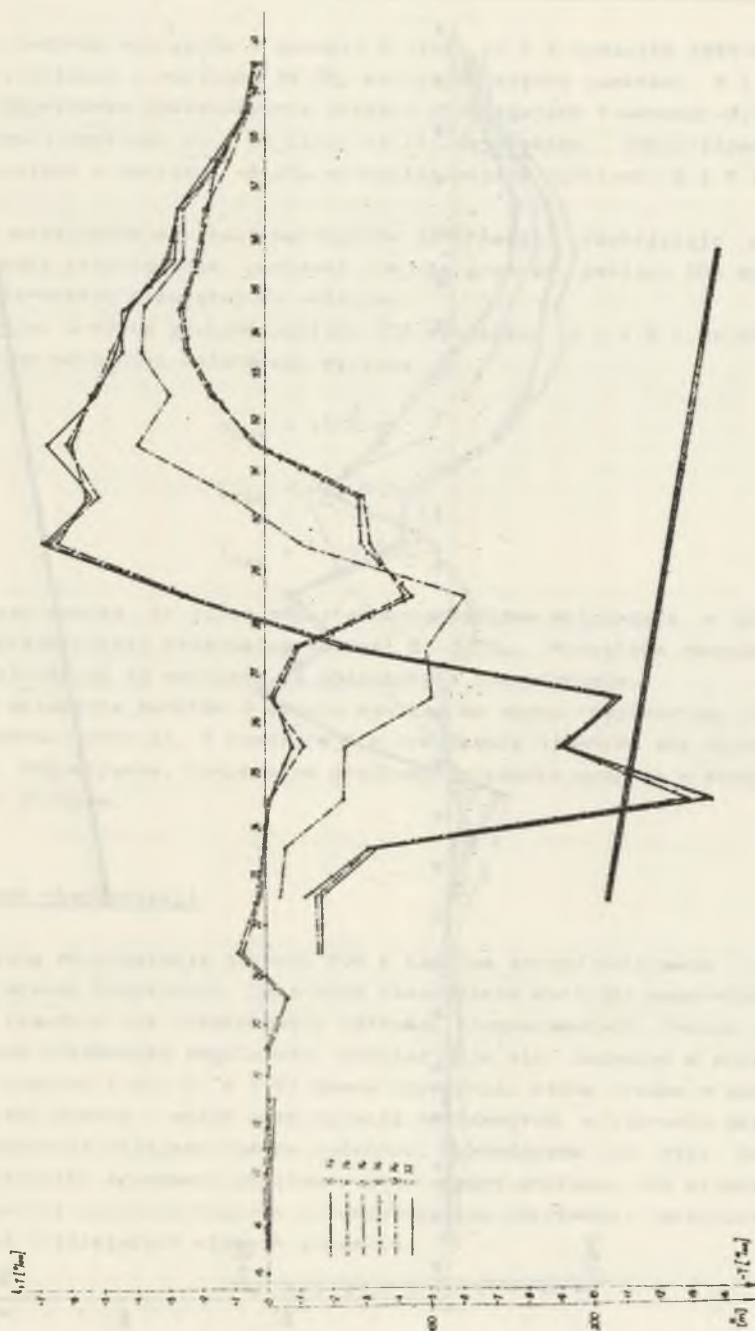


Rys. 5. Odkazeżenia poziome wzdłuż linii Nr I

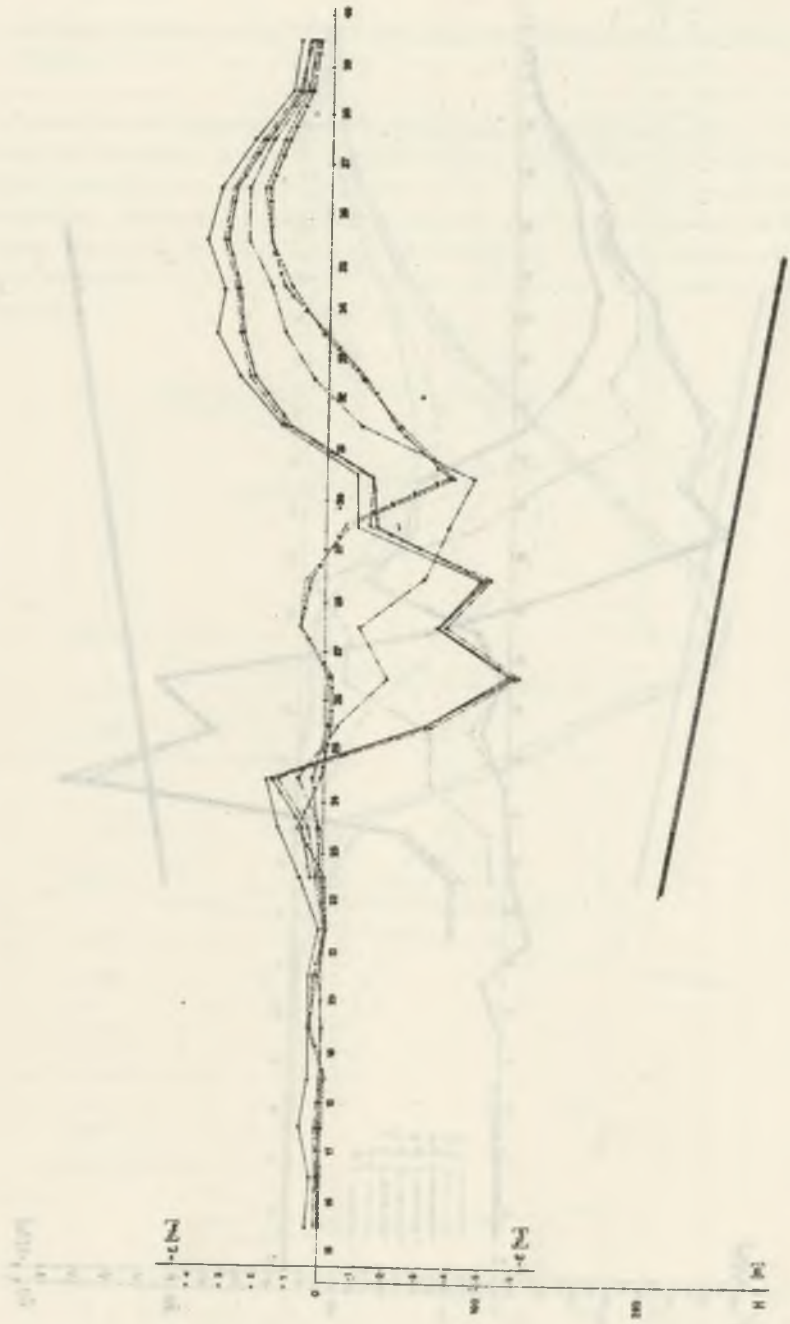


Rys. 6. Osiedzenia wzdłuż linii Nr II





Rys. 7. Nachylenia wzdłuż linii Nr II



Rys. 8. Odkształcenia poziome wzdłuż linii Nr II

maksymalne osiadanie wystąpiło w punkcie 8 linii nr I i wyniosło 1515 mm. Największe nachylenie o wartości 14,7‰ wystąpiło między punktami 5 i 6 linii nr I. Największe odkształcenie poziome rozciągające o wartości +3,77‰ wystąpiło między punktami 25 i 26 linii nr II. Największe odkształcenie poziome ściskające o wartości -6,1‰ wystąpiło między punktami 6 i 7 linii nr I.

Zmierzone maksymalne wartości wskaźników deformacji przekraczają obliczone wartości teoretycznie, ponieważ średnia grubość pokładu 506 była większa od pierwotnie przyjętej do obliczeń.

Gdyby przyjąć średnią grubość pokładu 506 wynoszącą  $g = 1,9$  m, to wówczas maksymalne wskaźniki deformacji wyniosą

$$w_{max} = 1520 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = \pm 5,60\%$$

$$\tau_{max} = \pm 15,0\%$$

Z powyższego wynika, że tylko odkształcenia poziome ściskające w jednym rejonie przekroczyły maksymalną wartość o -0,5‰. Pozostałe wartości wskaźników deformacji są mniejsze od obliczonych teoretycznie.

Z wykresu osiadania punktów w czasie wynika, że okres najbardziej intensywnych ruchów trwał ok. 3 miesiące i w tym czasie ujawniło się na powierzchni ok. 75% wpływów. Maksymalna prędkość osiadania punktów w czasie wynosiła 15,2 mm/dobę.

## 6. Ogólna ocena eksploatacji

Przedstawioną eksploatację pokładu 506 z zawałem stropu pod stawem "Kalina" należy ocenić pozytywnie. Zmierzone rzeczywiste wartości wskaźników deformacji w zasadzie nie przekroczyły wartości prognozowanych. Proces osiadania terenu przebiegał regularnie, chociaż daje się zauważyć w przebiegu całego procesu (rys. 3, 4 i 5) pewną asymetrię, którą trudno w sposób jednoznaczny ocenić - wpływ eksploatacji na zewnątrz w kierunku północnym jest znacznie mniejszy niż na południu. Spowodowane to jest być może różnym stopniem zruszenia górotworu oraz upadem pokładu. Po stronie północnej daje się zauważyć blokowe załamywanie się górotworu, przypuszczalnie wzdłuż istniejących starych szczelin.

## LITERATURA

- [1] Chmielewski T.: Analiza możliwości wystąpienia zagrożenia wodnego kopalni ze strony stawu "Kalina" z uwagi na projektowaną pod stawem eksploatację zaważową pokładu 506. Kopalnia "Polska", 1970. Praca nie publikowana.
- [2] Rogoż M.: Opinia do "Analizy występowania zagrożenia wodnego kopalni "Polska" ze strony stawu "Kalina" z uwagi na projektowaną pod stawem eksploatację pokładu 506. Katowice 1971. Praca nie publikowana.
- [3] Borecki M., Chudek M., Ledwoń J., Zych J.: Projekt eksploatacji pokładu 506 w północno-wschodniej części filara ochronnego dla miasta Świętochłowice. Prace Instytutu Projektowania Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni. Gliwice 1975. Praca nie publikowana.
- [4] Wyniki pomiarów geodezyjnych prowadzonych w filarze ochronnym miasta Świętochłowice. Operat pomiarowy kopalni "Polska".

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ С ПОСАДКОЙ КРОВЛИ ПОД ВОДОЁМОМ НА ПОВЕРХНОСТИ

## Р е з ю м е

В статье произведён анализ геолого-горных условий, а также на этой основе определено степень опасности прорыва воды какой вызовет проектированная эксплуатация. Дан прогноз влияния проектированной эксплуатации на поверхность, а также сравнивалось прогнозирование величин показателей деформации с измеренными величинами.

## ROOF BREAK-DOWN WORKS UNDER WATER RESERVOIRS ON THE SURFACE

## S u m m a r y

The paper analyses geological conditions and determines water hazards caused by the works designed. Influence of the works upon day surface has been predicted and the forecast deformation values compared with measured values.