

Mirosław CHUDEK

Gustaw NIEMIEC

**KOMPUTEROWA METODA OBLICZANIA ZASOBÓW WĘGLA KAMIENNEGO DLA CELÓW
PROJEKTOWANIA MODELU KOPALNI**

Streszczenie. W artykule przedstawiono ogólny model matematyczny metody obliczenia wielkości zasobów węgla kamiennego uwieczonych w filarach ochronnych zakładu wydobywczego lub zakładu pomocniczego, bądź też w obszarze górniczym kopalni. Metodę oprogramowano na emc ODRA 1305 w celu jej praktycznego wykorzystania na etapie koncepcyjnego projektowania górniczego zagospodarowania złoża.

1. Wprowadzenie

Przystępując do projektowania zagospodarowania nowego obszaru kopalni węgla kamiennego należy dysponować dostatecznym zbiorem informacji geologicznych dotyczących zarówno nadkładu jak i złoża. Parametry te decydują w zasadniczym stopniu o wielkości i modelu kopalni.

Jednym z podstawowych parametrów jest wielkość zasobów węgla kamiennego: w obszarze górniczym kopalni, filarach ochronnych zakładu wydobywczego, zakładów pomocniczych.

Potrzeba doskonalenia procesu projektowania modelu kopalni spowodowała opracowywanie dokładniejszych i szybszych metod obliczania zasobów węgla kamiennego w obszarze górniczym, opartych na elektronicznej technice obliczeniowej [1, 2, 3, 4, 9].

Z powodu niedogodności wykorzystania powyższych metod obliczania wielkości zasobów uwieczonych w filarach ochronnych zakładów wydobywczych lub pomocniczych powstała nowa skomputeryzowana metoda. Może być ona wykorzystana przez projektantów na etapie koncepcyjnego projektowania górniczego zagospodarowania złoża.

2. Założenia oraz uproszczenia przyjęte w metodzie

W modelu matematycznym metody obliczania wielkości zasobów węgla kamiennego uwieczonych w filarach ochronnych zakładu wydobywczego lub pomocniczego przyjęto następujące założenia i uproszczenia:

1. Obszar górniczy kopalni podzielono na moduły, tzn. obszary jednostkowe, będące kwadratem o boku M ; długość boku modułu jest zależna od wymiarów obszaru górniczego oraz przyjętego poziomu dokładności obliczeń ($M = 100 - 200$ m).

2. Zbiór modułów tworzy siatkę w kształcie prostokąta o wymiarach $IP \times M$ oraz $IR \times M$ gdzie:

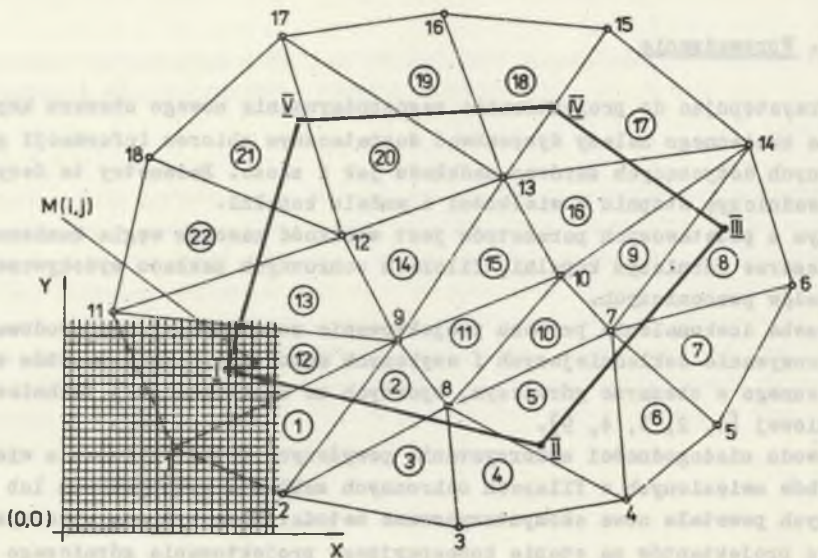
IP - liczba modułów wzdłuż osi OX układu,

IR - liczba modułów wzdłuż osi OY układu.

3. Danymi wejściowymi są parametry pokładów węgla uzyskane z otworów badawczych.

4. Powierzchnie poszczególnych warstw stratygraficznych w złożu opisano za pomocą części płaszczyzn, będących trójkątami o wierzchołkach w otworach badawczych (rys. 1).

5. Stropy i spągi pokładów potraktowano jako płaszczyzny.



$I + V$ - numery wierzchołków obszaru górniczego

$1 + 18$ - numery otworów badawczych

$1 + 22$ - numery trójkątów obliczeniowych

Rys. 1. Podział obszaru górniczego na trójkąty obliczeniowe służące do ustalenia położenia modułów względem otworów badawczych oraz zapopielenia w każdym pokładzie

Fig. 1. Division of the mining area into calculation triangles for the determining of the location of moduli on relation to the exploratory openings and incineration in each bed

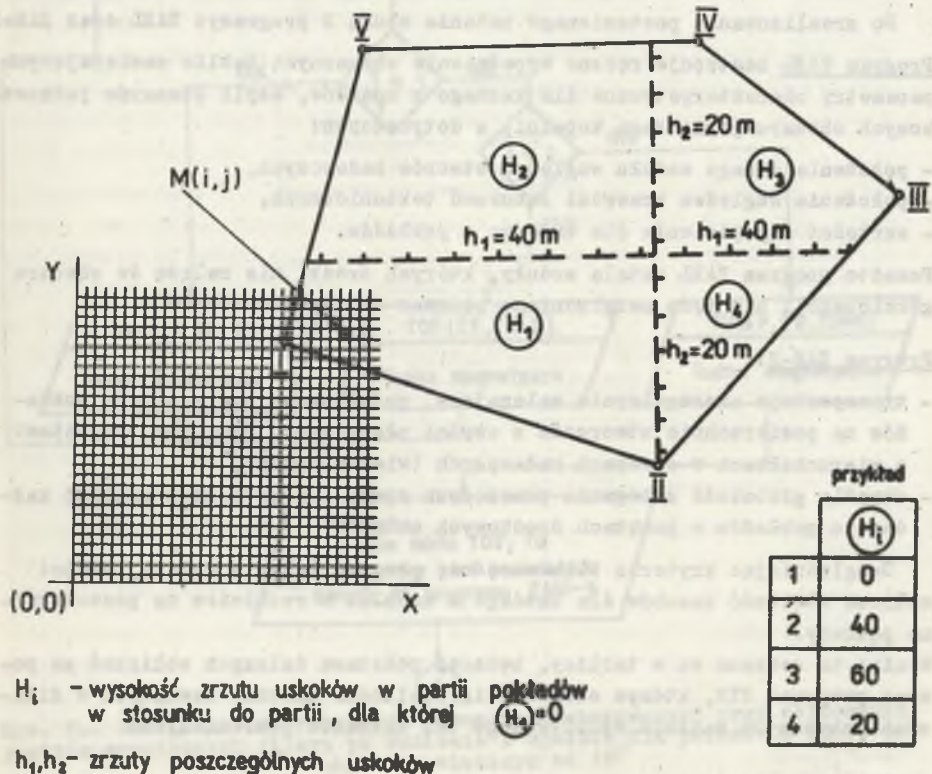
6. Do obliczania współczynników równań płaszczyzn służą dane z profili geologicznych trzech najbliższych otworów badawczych, tworzących wierzchołki trójkąta, wewnątrz którego leży zadany punkt lokalizacji zakładu wydobywczego lub pomocniczego.

7. Kształt chronionej powierzchni zakładu wydobywczego lub pomocniczego ustala się jako koło o zadany promieniu.

8. W przypadku niewystępowania warstwy, w którymś z otworów badawczych przyjmuje się, co następuje:

- głębokość stropu warstwy w otworze badawczym jest równa głębokości występowania w otworze spadę pierwszej wyżej zalegającej warstwy,
- miąższość warstwy przyjmuje się równą zero, czyli głębokość spągu rozpatrywanej warstwy jest równa w otworze głębokości jej stropu.

Uproszczenie to prowadzi do przedstawienia warstw zanikających w obszarze trójkąta (nie występujących w profilach wszystkich narożnych otworów badawczych) w postaci klinów o danej miąższości w otworze, w którym warstwa występuje do miąższości zerowej w otworze, w którym stwierdzono jej brak.



Rys. 2. Podział obszaru górniczego na bloki tektoniczne

Fig. 2. Division of the mining area into tectonic blocks

9. W przypadku gdy obszar górniczy pokryty jest uskokami (rys. 2), przyjmuje się następujące uproszczenia:

- płaszczyzny zrzutu uskoku traktuje się jako pionowe,
- zaburzeniom tektonicznym nie ulegają warstwy nadkładu,
- nachylenie pokładów partii wiszącej równe jest nachyleniu pokładów partii zrzuconej,
- graniczną wysokość zrzutu uskoku, poniżej której uskoki będzie się pomiącać; jest to celowe dla obszarów o bardzo rozbudowanej sieci "drobnych" uskoku,
- przy uskokach przecinających się, o wysokościach zrzutu nie dających równoległości pokładów w obu partiach, założono możliwość takiego ich korygowania, by równoległość ta została zachowana.

3. Generowanie zbioru parametrów pokładów węgla kamiennego w obszarze górniczym kopalni

Do zrealizowania postawionego zadania służą 2 programy: TABL oraz ZAM-2.

Program TABL zastępuje ręczne wypełnienie obszernych tablic zawierających parametry charakterystyczne dla każdego z modułów, czyli obszarów jednostkowych obszaru górniczego kopalni, a dotyczących:

- położenia danego modułu względem otworów badawczych,
- położenia względem krawędzi zaburzeń tektonicznych,
- wartości zapozielenia dla każdego z pokładów.

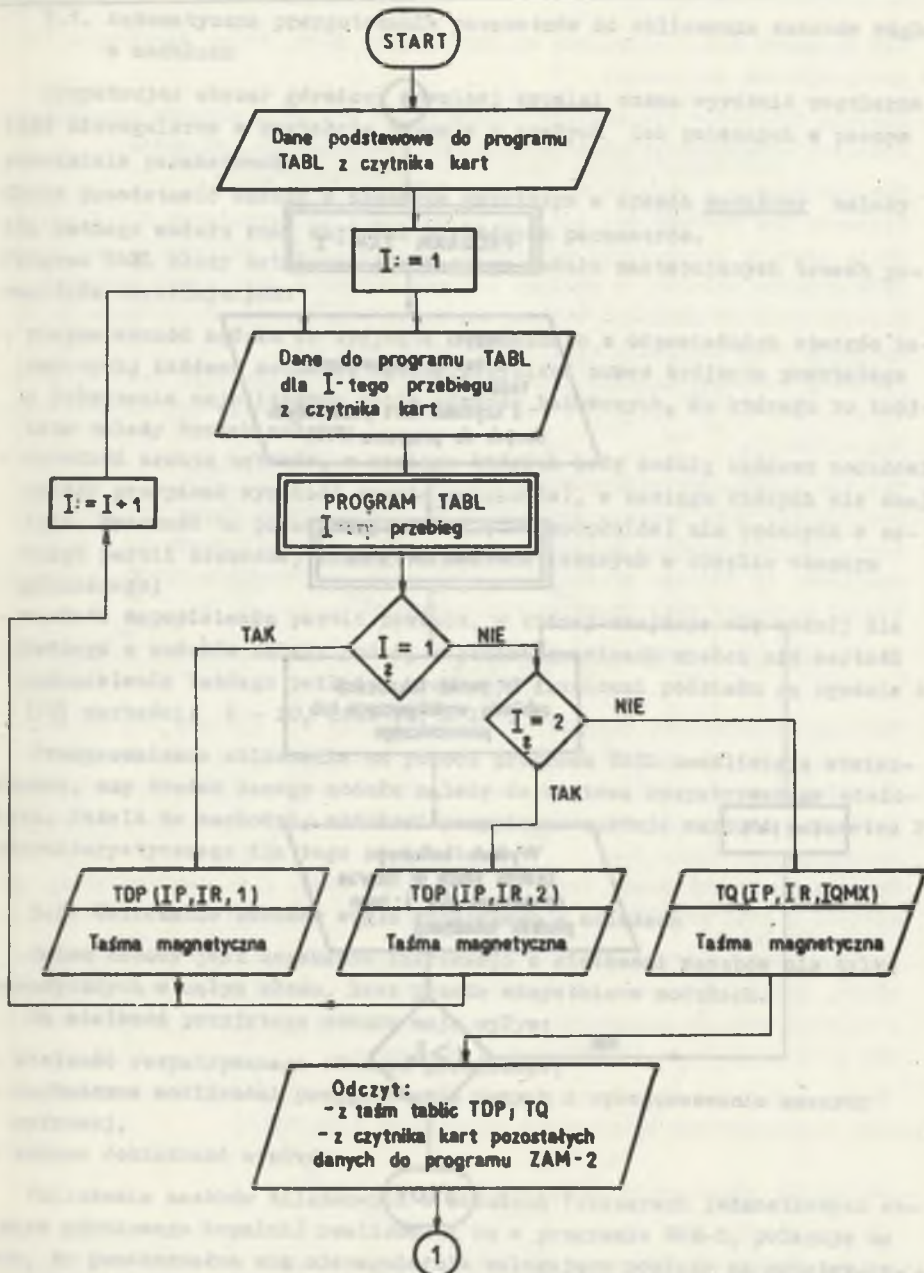
Ponadto program TABL ustala moduły, których środki nie należą do obszaru górniczego i nie będą uwzględniane podczas dalszych obliczeń.

Program ZAM-2:

- transportuje nieregularnie zalegające, pofałdowane powierzchnie pokładów na powierzchnie utworzone z części płaszczyzn, będących trójkątami o wierzchołkach w otworach badawczych (wiertniczych),
- określa głębokość zalegania płaszczyzn spągu i stropu oraz grubość każdego z pokładów w punktach środkowych modułów.

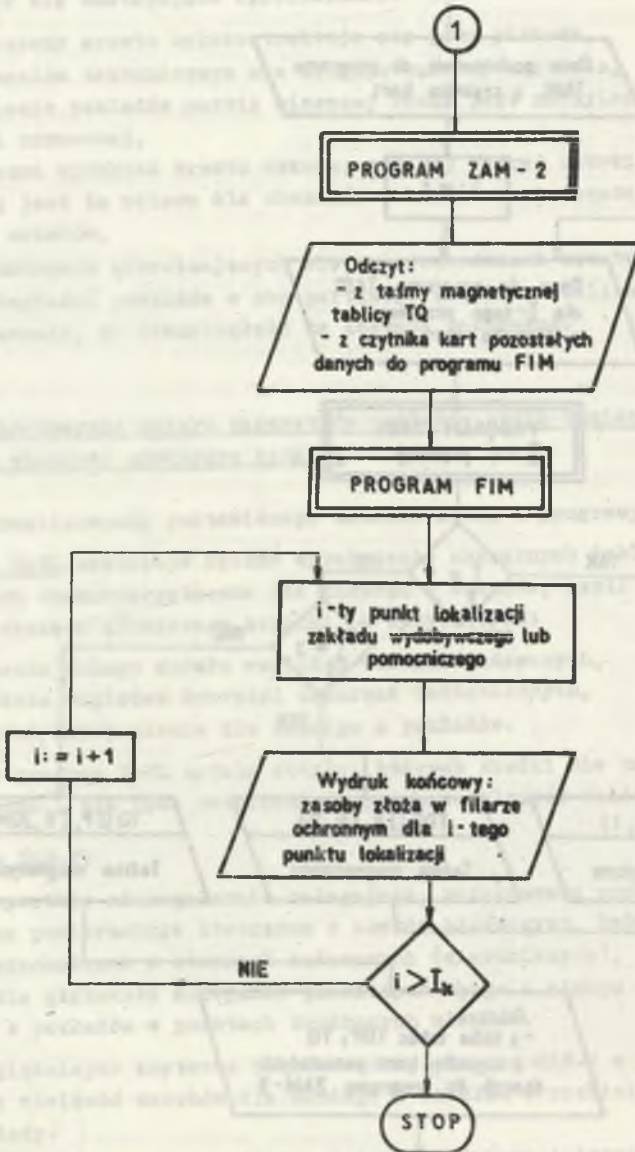
Uwzględniając kryteria bilansowości, program ZAM-2 w dalszej części oblicza wielkość zasobów dla każdego z modułów z rozbiem na poszczególne pokłady.

Wyniki te zebrane są w tablicy, będącej podstawą dalszych obliczeń za pomocą programu FIM, którym oblicza się wielkości zasobów zawartych w filarach ochronnych zakładu wydobywczego lub zakładów pomocniczych.



Rys. 3a. Graficzna interpretacja parametrów stosowanych przy obliczaniu punktów granicznych filara po wzniosie i upadzie dla pokładu o kącie nachylenia większym od 10°

Fig. 3a. Graphic interpretation of the parameters used when calculating the boundary points of the pillar along the lift and dip for the bed with the angle of inclination larger than 10°



Rys. 3b. Graficzna interpretacja parametrów stosowanych przy obliczaniu punktów granicznych filara po wzniosie i upadzie dla pokładu o kącie nachylenia większym od 10°

Fig. 3b. Graphic interpretation of the parameters used when calculating the boundary points of the pillar along the lift and dip for the bed with the angle of inclination larger than 10°

3.1. Automatyczne przygotowanie parametrów do obliczenia zasobów węgla w modułach

Rozpatrując obszar górniczy dowolnej kopalni można wyróżnić regularne bądź nieregularne w kształcie parcele o stałych lub zmiennych w pewnym przedziale parametrach.

Chcąc przedstawić zasoby w obszarze górniczym w sposób modułowy należy dla każdego modułu znać wartości niektórych parametrów.

Program TABL służy ustaleniu dla każdego modułu następujących trzech parametrów określających:

- przynależność modułu do trójkąta utworzonego z odpowiednich otworów badawczych; każdemu modułowi należy przypisać numer trójkąta powstałego z połączenia najbliższych sobie otworów badawczych, do którego to trójkąta należy środek modułu;
- wysokość zrzutu uskoków, w zasięgu których leży moduł; każdemu modułowi należy przypisać wysokość zrzutu uskoku(ów), w zasięgu których się znajduje. Wysokość ta podawana jest względem modułu(ów) nie będących w zasięgu partii zrzuconej żadnego z uskoków leżących w obrębie obszaru górniczego;
- wartość zapopielenia partii pokładu, w której znajduje się moduł; dla każdego z modułów należy podać, w jakich granicach mieści się wartość zapopielenia każdego pokładu, przy czym granicami podziału są zgodnie z [10] wartości: 0 - 20, 20 - 40, > 40 .

Przeprowadzone obliczenia za pomocą programu TABL umożliwiają stwierdzenie, czy środek danego modułu należy do wnętrza rozpatrywanego wielokąta. Jeżeli to zachodzi, modułowi przypisana zostaje wartość parametru P charakterystycznego dla tego wielokąta.

3.2. Obliczanie zasobów węgla kamiennego w modułach

Celem metody jest uzyskanie informacji o wielkości zasobów nie tylko sumarycznych w całym złożu, lecz przede wszystkim w modułach.

Na wielkość przyjętego modułu mają wpływ:

- wielkość rozpatrywanego obszaru górniczego,
- techniczne możliwości przygotowania danych i oprogramowania maszyny cyfrowej,
- żądana dokładność wyników.

Obliczenia zasobów bilansowych w modułach (obszarach jednostkowych obszaru górniczego kopalni) realizowane są w programie ZAM-2, polegają na tym, że przekształca się nieregularnie zalegające pokłady na warstwy będące zbiorem części płaszczyzn, które to części są trójkątami o wierzchołkach w otworach badawczych. Obliczenie dla każdego pokładu grubości w środku danego modułu i przypisanie tej wartości całemu modułowi pozwala na obliczenie zasobów węgla w tym module.

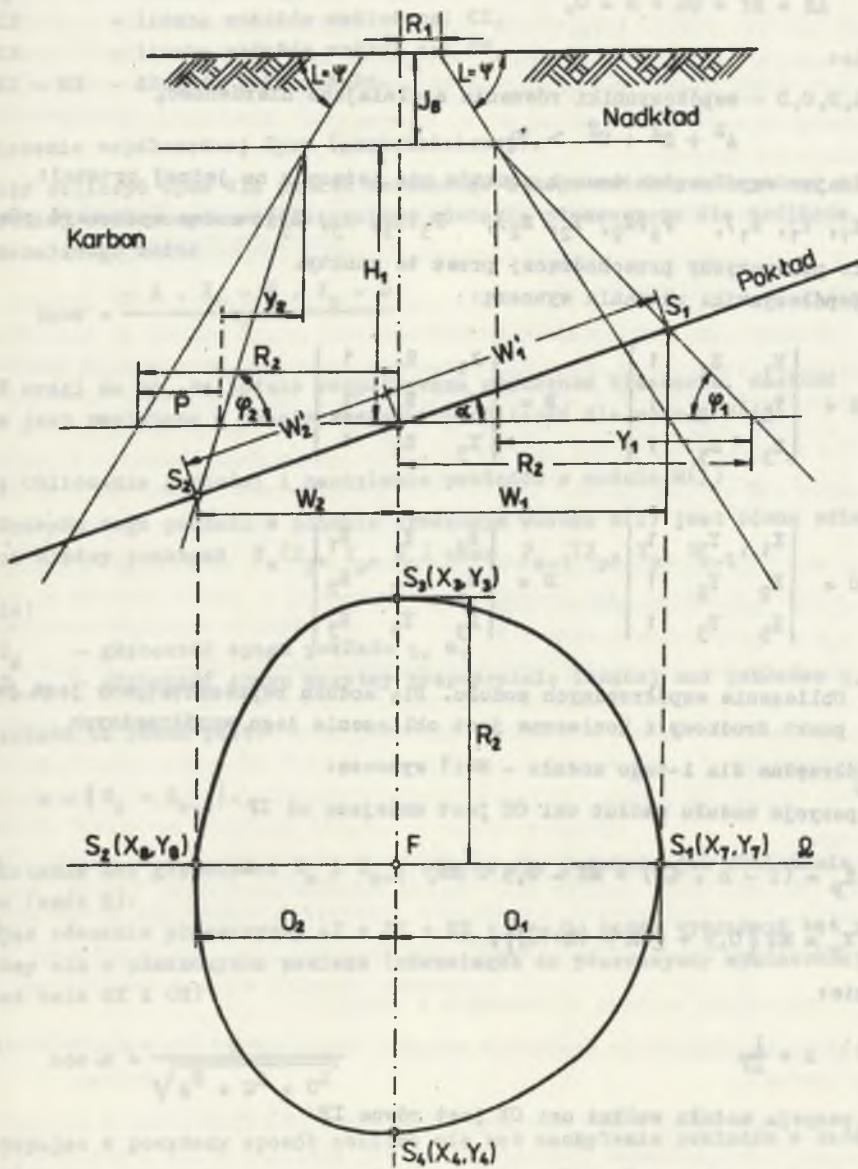
Do programu ZAM-2 potrzebne są następujące dane, które zgrupowane są w następujących tablicach:

- Tablica trójkątów ITT zawiera informacje o numerach otworów badawczych będących wierzchołkami poszczególnych, wydzielonych trójkątów.
- Tablica danych z otworów badawczych TOD
Pierwsze dwa wiersze tej tablicy to wartości współrzędnych X i Y usytuowania otworów badawczych; w wierszu trzecim podaje się sumaryczną wartość zrzutów uskoków, w zasięgu których położony jest otwór badawczy. Kolejne wiersze zawierać powinny wartości współrzędnych Z otworów badawczych oraz zaleganie spągów kolejnych warstw.
Pierwsze elementy każdego wiersza (z wyjątkiem pierwszych trzech, gdzie wpisuje się 0) to wpisany w postaci symbolu liczbowego typ warstwy stratygraficznej.
- Tablica podstawowa odwzorowania TDP
Tablica TDP jest tablicą trójwymiarową przygotowaną przez program TABL (rys. 4). Dla każdego modułu powinna zawierać dwie informacje i numer trójkąta, do którego przynależy moduł oraz sumaryczną wartość, w zasięgu której położony jest punkt środkowy modułu.
- Tablica danych o pokładach TP: typ węgla, wartość opałowa i gęstość węgla.
- Tablica odwzorowania zapopielenia w pokładach TQ. Wymiary tej trójwymiarowej tablicy pokrywają się z liczbą modułów wzdłuż obu osi siatki modułów, trzeci wymiar tworzy liczba pokładów. Dla każdego pokładu w tablicy zakodowana jest przynależność modułów do odpowiednich bloków tektonicznych (rys. 2).
Tablica TQ przygotowana jest przez program TABL, a po wykorzystaniu zawartych w niej informacji zostaje wypełniona wynikami z programu ZAM-2.
- Tablica informacji ogólnych - mieści w sobie 12 ogólnych informacji o złożu, podziale obszaru na trójkąty, układzie lokalnym i bazowym oraz o liczbie otworów badawczych. Elementy tablicy spełniają przede wszystkim rolę parametrów sterujących w programie.

Model matematyczny obliczania zasobów węgla kamiennego w modułach zostanie przedstawiony w kolejnych etapach od I do VIII.

I. Zaleganie płaszczyzny spągu warstw

Znając współrzędne X, Y i Z trzech otworów badawczych tworzących trójkąt oraz głębokość zalegania kolejnych warstw w tych otworach badawczych (tablica TOD) można wyznaczyć równanie płaszczyzn stropu bądź spągu każdej z warstw.



Rys. 4. Ogólny schemat powiązań programów: TABL, ZAM-2 i FIA

Fig. 4. General diagram of the linking of the programs: TABL, ZAM-2 and FIA

Ogólne równanie płaszczyzny w przestrzeni ma postać:

$$AX + BY + CZ + D = 0, \quad (1)$$

gdzie:

A, B, C, D - współczynniki równania spełniające nierówność,

$$A^2 + B^2 + C^2 > 0.$$

Znając współrzędne trzech punktów nie leżących na jednej prostej:

$P_1(X_1, Y_1, Z_1)$, $P_2(X_2, Y_2, Z_2)$, $P_3(X_3, Y_3, Z_3)$ można wyznaczyć równanie płaszczyzny przechodzącej przez te punkty.

Współczynniki równania wynoszą:

$$A = \begin{vmatrix} Y_1 & Z_1 & 1 \\ Y_2 & Z_2 & 1 \\ Y_3 & Z_3 & 1 \end{vmatrix} \quad B = \begin{vmatrix} X_1 & Z_1 & 1 \\ X_2 & Z_2 & 1 \\ X_3 & Z_3 & 1 \end{vmatrix} \quad (2)$$

$$C = \begin{vmatrix} X_1 & Y_1 & 1 \\ X_2 & Y_2 & 1 \\ X_3 & Y_3 & 1 \end{vmatrix} \quad D = \begin{vmatrix} X_1 & Y_1 & Z_1 \\ X_2 & Y_2 & Z_2 \\ X_3 & Y_3 & Z_3 \end{vmatrix}$$

II. Obliczenie współrzędnych modułu. Dla modułu reprezentatywny jest jego punkt środkowy i konieczne jest obliczenie jego współrzędnych

Współrzędne dla i-tego modułu - $M(i)$ wynoszą:

a) pozycja modułu wzdłuż osi OX jest mniejsza od IP

$$X_p = (I - h \cdot IP) + MX - 0,5 \cdot MX, \quad (3)$$

$$Y_p = MY \{0,5 + [IR - (h+1)]\}, \quad (4)$$

gdzie:

$$h = \frac{I}{IP} \quad (5)$$

b) pozycja modułu wzdłuż osi OX jest równa IP

$$X_p = IP \cdot MX - 0,5 \cdot MX, \quad (6)$$

$$Y_p = MY \cdot [0,5 + (IR - h)], \quad (7)$$

gdzie:

- I - numer modułu,
- IP - liczba modułów wzdłuż osi OX,
- IR - liczba modułów wzdłuż osi OY,
- MX = MY - długość boku modułu.

Obliczenie współrzędnej Z_{pow} (głębokościowej).

Aby obliczyć Z_{pow} dla punktu środkowego i-tego modułu, korzystamy z wcześniej obliczonych współczynników równania płaszczyzny dla trójkąta zawierającego moduł

$$Z_{\text{pow}} = \frac{-A \cdot X_p - B \cdot Y_p - D}{C} \quad (8)$$

Z uwagi na to, że będzie rozpatrywana głębokość bilansowa, wartość Z_{pow} jest pamiętana w czasie wszystkich obliczeń dla modułu M(i).

III. Obliczanie grubości i nachylenia pokładów w module M(i)

Grubość tego pokładu w punkcie środkowym modułu M(i) jest równa odległości między punktami P_s(X_p, Y_p, Z_s) oraz P_{s-1}(X_p, Y_p, Z_{s-1}),

gdzie:

- Z_s - głębokość spagu pokładu q, m,
- Z_{s-1} - głębokość spagu warstwy bezpośrednio leżącej nad pokładem q, m.

Odległość ta równa jest:

$$m = |Z_s - Z_{s-1}| \quad (9)$$

Obliczanie obu głębokości Z_s i Z_{s-1} odbywa się podobnie jak obliczanie Z_{pow} (wzór 8).

Znając równanie płaszczyzny AX + BY + CZ + D = 0, można wyznaczyć kąt pomiędzy nią a płaszczyzną poziomą (równoległą do płaszczyzny wyznaczonej przez osie OX i OY)

$$\cos \alpha = \frac{C}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} \quad (10)$$

Postępując w powyższy sposób oblicza się kąt nachylenia pokładów w każdym module.

Obliczone wartości miąższości i cosinusów kątów nachylenia dla każdego pokładu, w każdym module pamiętane są przez emc w tablicach trójwymiarowych TM i TC.

IV. Uśrednienie wyników

Jak dotychczas dane i wyniki dotyczące punktu środkowego uogólniane były na cały moduł. Zdarzyć się może, że punkt środkowy wraz z pewną częścią modułu znajduje się w jednym trójkącie lub partii uskołu, reszta w drugim. Przy dużych zmiennościach grubości pokładu i kątów nachylenia powodować to może niekorzystny stan, wprowadzono uśrednienie grubości oraz nachylenie pokładu.

V. Kryteria bilansowości

W celu odrzucenia modułów o zasobach pozabilansowych przyjęto następujące kryteria bilansowości:

1) minimalna grubość pokładu wynosi:

dla węgla energetycznych typ 31,32, gazowych typ 33 i specjalnych typ 38, 41

- 0,8 m przy zawartości popiołu do 20%,
- 1,0 m przy zawartości popiołu 20-40%
bez względu na kąt nachylenia;

dla węgla koksujących typ 34-37

- 0,7 m przy nachyleniach mniejszych od 35° ,
- 0,4 m przy nachyleniach $> 35^{\circ}$;
bez względu na zawartość popiołu w granicach do 40%.

2) wartość opału w stanie powietrznosuchym jest większa od 12560 kJ/kg (3000 kcal/kg).

3) głębokość zalegania jest mniejsza od 1000 m, licząc od powierzchni terenu.

Analizę bilansowości przeprowadza się dla każdego pokładu i modułu. W modułach, w których pokład nie spełnia powyższych kryteriów, zasoby węgla kamiennego (WZ) przyjmują wartość zero.

VI. Obliczanie zasobów bilansowych w module

Wzór na obliczenie zasobów w module, spełniającym kryteria bilansowości, ma postać:

$$WZ = m \cdot \frac{MX \cdot MY}{\cos \alpha} \cdot \gamma \quad (11)$$

gdzie:

- m - uśredniona grubość pokładu w punkcie środkowym modułu, m,
- $MX \cdot MY$ - pole powierzchni modułu, m^2 ,
- $\cos \alpha$ - uśredniony cosinus kąta nachylenia pokładu w punkcie środkowym modułu,
- γ - gęstość t/m^3 węgla.

VII. Tablica wynikowa TQ

Wynikiem obliczeń są wartości zasobów bilansowych dla poszczególnych pokładów oraz dla każdego modułu. Wyniki te maszyna cyfrowa zawiera w tablicy trójwymiarowej TQ.

Zakończenie obliczeń tablicowaniem wyników daje dużą operatywność w ich wykorzystaniu.

4. Określenie parametrów filara ochronnego oraz obliczenie zasobów złoża w nim uwięzionego

Spośród istniejących metod wyznaczania filarów ochronnych dla szybów oparto się na instrukcji wyznaczania filarów ochronnych dla obiektów, urządzeń i terenów w granicach obszarów górniczych kopalń węgla kamiennego Zagłębia Górnosląskiego i Dolnosląskiego [6]. Wykorzystując tę instrukcję dokonuje się wyznaczenia filarów ochronnych dla zadanych punktów lokalizacji zakładu wydobywczego lub zakładu pomocniczego.

Zgodnie z instrukcją obwiednia partii pokładu "uwięzionej" w tak wyznaczonym filarze ochronnym przyjmuje kształt:

- okręgu dla pokładów o kącie nachylenia nie większym od 10° ,
- dwóch połówek elips, o jednej wspólnej półosi, dla pokładów o kącie nachylenia większym od 10° .

Metoda obliczenia zasobów w filarach ochronnych składa się z trzech zasadniczych części połączonych w jeden program FIM.

W pierwszej części wyznaczone zostają parametry filara ochronnego dla poszczególnych pokładów. Wyniki uzyskane z obliczeń w tej części zawierające współrzędne X i Y punktów krańcowych dużej i małej osi elipsy lub promień okręgu są podstawą działań w części drugiej.

W drugiej części następuje na podstawie wyników programu ZAM-2 wyznaczenie spośród wszystkich modułów siatki (dla filara) tych modułów, które należą do wnętrza półelips.

W trzeciej części przy wykorzystaniu znajomości tych modułów oblicza się zasoby uwięzione w filarze ochronnym.

Część I. Wyznaczanie parametrów filarów ochronnych dla poszczególnych pokładów

Zgodnie z instrukcją [6]^x przyjmuje się zasadę wyznaczania powierzchni ograniczających filar ochronny pod kątami zasięgu dopuszczalnych wpływów eksploatacji. Wielkość kąta zasięgu dopuszczalnych wpływów zależy od kategorii chronionego obiektu, od kąta nachylenia eksploatowanego pokładu oraz od rodzaju i właściwości górotworu.

^xAktualnie metodę zweryfikowano zgodnie z "zasadami wyznaczania filarów ochronnych dla obiektów powierzchniowych i podziemnych w obszarach górniczych kopalni węgla kamiennego". Katowice, luty 1986 r.

W prezentowanej metodzie dwa pierwsze warunki z powyżej wymienionych przyjęto jako determinujące wielkość kąta zasięgu dopuszczalnych wpływów.

Zgodnie z instrukcją [6] obiekty zakładu wydobywczego zaliczane są do II kategorii ochrony i wynikająca z tego wartość kąta zasięgu $\psi = L = 58^\circ$. Przy eksploatacji pokładów poziomych i o małym nachyleniu (nie większym od 10°) przyjmuje się kąt jednakowy we wszystkich kierunkach.

Eksploatacja pokładów nachylonych (kąt nachylenia $> 10^\circ$) powoduje konieczność uwzględnienia wpływu kąta nachylenia; dokonuje się tego następująco:

- najpierw wyznacza się punkty graniczne filara dla pokładu poziomego (po rozciągłości);
- punkty te przesuwa się w kierunku wzniosu o wielkości:

$$p_1 = H_k \cdot t_g(k \cdot \alpha) \quad \text{dla } \alpha \leq 45^\circ, \quad (12)$$

$$p_2 = H_k \cdot t_g[k \cdot (90 - \alpha)] \quad \text{dla } \alpha > 45^\circ, \quad (13)$$

gdzie:

H_k - głębokość pokładu względem stropu karbonu, m,

α - kąt nachylenia, stopień,

k - współczynnik odchylenia niecki osiadania, którego wartość według Instrukcji [6] przyjmuje się $k = 0,7$.

Model matematyczny postawionego wyżej zadania składa się z poszczególnych kroków realizowanych dla nachylenia pokładu:

- nie większego od 10° ,
- większego od 10° .

a. Nachylenie pokładu nie większe od 10° ($\alpha < 10^\circ$)

Krok 1. Na podstawie danych z profili geologicznych otworów badawczych wyznacza się współczynniki równań ogólnych: płaszczyzn stropu powierzchni, stropu karbonu i poszczególnych pokładów:

$$A = Y_1 \cdot Z_2 + Y_2 \cdot Z_3 + Y_3 \cdot Z_1 - Y_3 \cdot Z_2 - Y_1 \cdot Z_3 - Y_2 \cdot Z_1 \quad (14)$$

$$B = X_1 \cdot Z_2 - X_2 \cdot Z_3 - X_3 \cdot Z_1 + X_3 \cdot Z_2 + X_1 \cdot Z_3 + X_2 \cdot Z_1 \quad (15)$$

$$C = X_1 \cdot Y_2 + X_2 \cdot Y_3 + X_3 \cdot Y_1 - X_3 \cdot Y_2 - X_1 \cdot Y_2 - X_2 \cdot Y_1 \quad (16)$$

$$D = X_1 \cdot Y_2 \cdot Z_3 - X_2 \cdot Y_3 \cdot Z_1 - X_3 \cdot Y_1 \cdot Z_2 + X_3 \cdot Y_2 \cdot Z_1 + \\ + X_1 \cdot Y_3 \cdot Z_2 + Y_1 \cdot Z_3 \cdot X_2 \quad (17)$$

gdzie:

A, B, C, D - współczynniki równania ogólnego płaszczyzny,

X_1, X_2, X_3 - współrzędne X otworów badawczych,

Y_1, Y_2, Y_3 - współrzędne Y otworów badawczych,

Z_1, Z_2, Z_3 - współrzędne Z otworów badawczych.

Krok 2. W danych wejściowych do modelu matematycznego podaje się wartości:

F_1 - współrzędna X punktu lokalizacji zakładu wydobywczego, m,

F_2 - współrzędna Y punktu lokalizacji zakładu wydobywczego, m,

R_1 - promień powierzchni chronionej, m,

L - wartość kąta zasięgu wpływów, $L = 58^\circ$.

Krok 3. Obliczanie współrzędnych Z w punkcie F lokalizacji zakładu wydobywczego

- powierzchni

$$Z_{\text{pow}} = \frac{-A_D \cdot F_1 - B_D \cdot F_2 - D_D}{C_D} \quad (18)$$

gdzie:

A_D, B_D, C_D, D_D - współczynniki równania ogólnego płaszczyzny powierzchni

- stropu karbonu

$$Z_k = \frac{-A_k \cdot F_1 - B_k \cdot F_2 - D_k}{C_k} \quad (19)$$

gdzie:

A_k, B_k, C_k, D_k - współczynniki równania ogólnego płaszczyzny stropu karbonu

Krok 4. Obliczenie współrzędnej Z stropu i-tego pokładu w punkcie F

$$Z_i = \frac{-A_i \cdot F_1 - B_i \cdot F_2 - D_i}{C_i} \quad (20)$$

gdzie:

A_i, B_i, C_i, D_i - jak wyżej - dla stropu i-tego pokładu.

Krok 5. Obliczenie kąta nachylenia i-tego pokładu w punkcie F:

$$\cos \alpha = \frac{C_i}{\sqrt{A_i^2 + B_i^2 + C_i^2}} \quad (21)$$

Aby wartość $\cos \alpha$ nie posiadała wartości ujemnych, przyjmuje się do dalszych obliczeń wartość bezwzględna.

Do obliczenia kąta nachylenia w stopniach należy wykorzystać wzory:

$$\alpha_1 = \arctg \left(\frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha} \right), \text{ rd} \quad (22)$$

$$\alpha = \frac{\alpha_1 \cdot 180}{\pi}, \text{ stopnie} \quad (23)$$

gdzie:

α_1 - kąt nachylenia wyrażony w radianach.

Krok 6. Obliczenie długości odcinka łączącego punkt F z punktem granicznym filara dla pokładu poziomego (rys. 3)

$$J_B = Z_{\text{pow}} - Z_k, \text{ m} \quad (24)$$

$$H_1 = Z_k - Z_1, \text{ m} \quad (25)$$

$$R_2 = \frac{\text{tg } L \cdot R_1 + J_B + H_1}{\text{tg } L} \quad (26)$$

gdzie:

J_B - miąższość nadkładu, m,

H_1 - głębokość pokładu względem stropu karbonu, m.

Obliczona wartość R_2 jest zarazem promieniem okręgu tworzonego przez punkty graniczne filara dla i-tego pokładu nachylonego pod kątem nie większym niż 10° .

Krok 7. Wartość R_2 zostaje wykorzystana w dalszych obliczeniach w części II metody i jeżeli użytkownik programu FIM deklaruje chęć uzyskania wyników pośrednich, to emc drukuje informację, która zawiera wartości: F_1 , F_2 , R_2 dla każdego z pokładów.

b. Nachylenie pokładu większe od 10° ($\alpha > 10^\circ$)

Tok postępowania dla kroków od 1 do 6 jest taki sam jak dla pokładów o małym nachyleniu.

Krok 7. Obliczenie wielkości p, o którą przesuwają się punkty graniczne filara po rozciągłości: ze wzorów 12 i 13.

W metodzie graficznej obliczenie przesunięć jest stosunkowo proste, lecz aby tego dokonać analitycznie, za pomocą emc, należy wykonać szereg obliczeń pośrednich.

Z rysunku 3 obrazującego graficznie poniższe obliczenia wynika, iż w celu ustalenia położenia punktów S_1 i S_2 należy obliczyć wartości W_1 i W_2 dla odcinków łączących punkt F z S_1 i S_2 .

- przesunięcie po wzniosie:

$$Y_1 = R_2 + p - R_1 - \frac{J_B}{t_g L} \quad (27)$$

$$\varphi_1 = \arctg \frac{H_1}{Y_1} \quad (28)$$

$$W'_1 = \frac{(Y_1 + R_1 + \frac{J_B}{t_g L}) \sin \varphi_1}{\sin(\pi - \alpha_1 - \varphi_1)} \quad (29)$$

$$W_1 = W'_1 \cdot \cos \alpha \quad (30)$$

- przesunięcie po upadzie:

$$Y_2 = R_2 - p - R_1 - \frac{J_B}{t_g L} \quad (31)$$

$$\varphi_2 = \arctg \frac{H_1}{Y_2} \quad (32)$$

$$W'_2 = \frac{(Y_2 + R_1 + \frac{J_B}{t_g L}) \sin(\pi - \varphi_2)}{\sin(\varphi_2 - \alpha_1)} \quad (33)$$

$$W_2 = W'_2 \cdot \cos \alpha \quad (34)$$

Krok 8. Obliczenie współrzędnych punktów granicznych po rozciągłości.

(Rozciągłość to prosta, wspólna część płaszczyzny poziomej i płaszczyzny pokładu).

Analitycznie postać krawędziową prostej rozciągłości opisano w równaniu:

$$\begin{cases} Z = Z_i \\ AX + BY + CZ + D = 0 \end{cases} \quad (35)$$

Współczynniki kierunkowe a, b, c rozciągłości oblicza się ze wzorów:

$$a = B_1 \cdot C_2 - B_2 \cdot C_1 = B \quad (36)$$

$$b = A_2 \cdot C_1 - A_1 \cdot C_2 = -A \quad (37)$$

$$c = A_1 \cdot B_2 - A_2 \cdot B_1 = 0 \quad (38)$$

Zmieniając układy współrzędnych z przestrzennego na dwuosiowy na płaszczyźnie $Z = Z_1$, równanie prostej rozciągłości przechodzącej przez punkt F ma postać:

$$\frac{X - F_1}{B} = \frac{Y - F_2}{-A} \quad (39)$$

W celu wyznaczenia współrzędnych punktów granicznych filara po rozciągłości należy rozwiązać układ równań:

$$\begin{cases} \frac{X - F_1}{B} = \frac{Y - F_2}{-A} \\ R^2 = (X - F_1)^2 + (Y - F_2)^2 \end{cases} \quad (40)$$

Rozwiązaniem układu będą współrzędne X_3, Y_3, X_4, Y_4 punktów leżących na prostej rozciągłości i oddalonych od punktu F o wielkości R_2 .

Krok 9. Obliczenie współrzędnych punktów granicznych po upadzie i wzniosie.

Punkty te leżą na prostej Ω , prostopadłej do prostej rozciągłości. W dalszym ciągu operuje się na płaszczyźnie poziomej $Z = Z_1$. W tym celu w kroku 7 zamieniono wielkości W_1 i W_2 (odnoszące się do płaszczyzny układu) na wielkości W_1 i W_2 .

Z warunku:

$$\begin{cases} a \cdot a_{\Omega} + b \cdot b_{\Omega} = 0 \\ a = B, \quad b = -A \end{cases} \quad (41)$$

$$B \cdot a_{\Omega} + (-A) \cdot b_{\Omega} = 0$$

współczynniki kierunkowe prostej Ω są następujące:

$$a_{\Omega} = -A \quad b_{\Omega} = -B \quad (42)$$

a jej równanie:

$$\frac{X - F_1}{-A} = \frac{Y - F_2}{-B} \quad (43)$$

Chcąc wyznaczyć współrzędne punktów granicznych filara po upadzie i wzniosie, należy rozwiązać układy równań:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{X - F_1}{-A} = \frac{Y - F_2}{-B} \\ W_1 = (X - F_1)^2 + (Y - F_2)^2 \end{array} \right. \quad \text{oraz} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{X - F_1}{-A} = \frac{Y - F_2}{-B} \\ W_2 = (X - F_1)^2 + (Y - F_2)^2 \end{array} \right. \quad (44)$$

Z rozwiązania tych układów otrzymujemy cztery pary współrzędnych punktów leżących na prostej Ω i oddalonych od punktu F o wielkość W_1 (dwa punkty) i W_2 (pozostałe dwa punkty).

Należy zredukować o połowę liczbę punktów i to przy założeniu, że po stronie upadu pozostanie punkt oddalony od F o wielkość W_2 , a po stronie wzniosu - o wielkość W_1 .

Dokonyje się tego przez porównanie w czterech punktach współrzędnych Z pokładu i płaszczyzny poziomej $Z = Z_1$.

Krok 10. Wartość współrzędnych punktów granicznych filara po rozciągłości, upadzie i wzniosie są wykorzystywane do dalszych obliczeń w części II; przy deklarowaniu wydruków pośrednich emc drukuje informację, która zawiera współrzędne punktów lokalizacji zakładu wydobywczego F oraz czterech punktów granicznych filara.

Część II: Sprawdzenie przynależności modułów do wnętrza filara

W tej części metody określone zostają moduły obszaru górniczego, które należą do wnętrza filara ochronnego dla każdego z pokładów.

Porównywanie wszystkich modułów siatki jest niecelowe, stąd też emc sama tworzy nową siatkę, w której z nadatkiem jednego modułu z czterech stron mieści się filar ochronny dla najniższej zalegającego pokładu.

Uważając punkty środkowe za reprezentatywne dla całych modułów, porównuje się odległości tych punktów od punktu F z odległością punktu granicznego filara ochronnego (na linii: rozpatrywany moduł - punkt F) od punktu lokalizacji zakładu wydobywczego F . Porównanie to pozwala określić położenie każdego z modułów w stosunku do powierzchni filara ochronnego każdego z pokładów w formie symboli liczbowych:

- 1 - przynależność modułu do filara w 100%,
- 5 - przynależność modułu filara w 50% i
- 0 - brak przynależności modułu do filara.

Poniżej omówiono poszczególne kroki sprawdzania przynależności modułu do wnętrza filara.

a. Nachylenie pokładu nie większe od 10° ($\alpha \leq 10^\circ$)

Krok 1. Obliczenie współrzędnych X i Y punktu środkowego i-tego modułu w danym pokładzie.

Obliczenia są identyczne z obliczeniami opisanymi w metodzie ZAM-2.

Krok 2. Obliczenie odległości punktu środkowego i-tego modułu od punktu F:

$$O_2 = \sqrt{(F_1 - X_1)^2 + (F_2 - Y_1)^2}, \quad (46)$$

gdzie:

X_1, Y_1 - współrzędne punktu środkowego i-tego modułu, m.

Krok 3. Porównanie wartości O_2 z wartością promienia filara w danym pokładzie.

Moduł uważa się za:

- należący w 100% do filara, gdy:

$$O_2 \leq R_2 - \frac{M}{2} \Rightarrow \text{NTR} = 1 \quad (47)$$

- należący w 50% do filara, gdy:

$$R_2 - \frac{M}{2} \leq O_2 \leq R_2 + \frac{M}{2} \Rightarrow \text{NTR} = 5 \quad (48)$$

- nie należący do filara, gdy:

$$O_2 > R_2 + \frac{M}{2} \Rightarrow \text{NTR} = 0 \quad (49)$$

gdzie:

M - długość boku modułu, m,

NTR - oznaczenie symboli liczbowych używanych w tablicy wyników.

Krok 4. Wydruk tablicy wynikowej i przejście do obliczeń dla kolejnego pokładu.

b. Nachylenie pokładu większe od 10° ($\alpha > 10^\circ$)

Krok 1. Wyznaczenie równania prostej rozciągłości.

Prosta rozciągłości dzieli filar na dwie półelipsy o różnych długościach jednej z półosi.

$$B_2 = -X_4 \cdot \frac{X_3 - Y_4}{Y_3 - X_4} + Y_4, \quad (50)$$

gdzie:

X_3, X_4, Y_3, Y_4 - współrzędne punktów granicznych filara po rozciągłości.

Krok 2. Obliczenie półośi elips po układzie i wzniosie:

$$O_1 = \sqrt{(F_1 - X_7)^2 + (F_2 - Y_7)^2} \quad (51)$$

$$O_2 = \sqrt{(F_1 - X_8)^2 + (F_2 - Y_8)^2}$$

gdzie:

X_7, Y_7 - współrzędne punktu granicznego filara po wzniosie,

X_8, Y_8 - współrzędne punktu granicznego filara po upadzie

oraz ustalenie, po której stronie prostej rozciągłości znajduje się elipsa o półośi O_1 , a po której elipsa o półośi O_2 (poprzez porównanie $C_1 = B_1 \cdot X_7 + B_2 \cdot Y_7$ oraz $C_1 = B_1 \cdot X_8 + B_2 \cdot Y_8$ oraz symboli sterujących).

Krok 3. Obliczenie współrzędnych X, Y punktu środkowego i-tego modułu w danym pokładzie.

Krok 4. Wyznaczenie równania prostej przechodzącej przez punkty:

$$M(X_1, Y_1) \text{ oraz } F(F_1, F_2). \quad (52)$$

$$B_5 = -X_1 \cdot \frac{F_2 - Y_1}{F_1 - X_1} + Y_1, \quad (53)$$

gdzie:

X_1, Y_1 - współrzędne punktu środkowego i-tego modułu.

Krok 5. Obliczenie odległości punktu środkowego i-tego modułu od punktu F .

$$O_3 = \sqrt{(F_1 - X_1)^2 + (F_2 - Y_1)^2} \quad (54)$$

Krok 6. Sprawdzenie położenia i-tego modułu względem prostej rozciągłości.

Następuje to przez porównanie wartości $C_2 = B_1 \cdot X_1 + B_2 \cdot Y_1$; jeżeli $C_2 > Y_1$ - moduł leży po tej stronie prostej rozciągłości, gdzie znajduje się półelipsa o półośi O_2 i odwrotnie.

Krok 7. Wyznaczenie współrzędnych (X_w, Y_w) punktu przecięcia danej pół-
elipsy z prostą β i odległości tego punktu od punktu F.

Współrzędne te można obliczyć, rozwiązując układ równań składający się
z równania elipsy o znanych półosiach R_2 i O_1 bądź O_2 oraz równania pro-
stej β .

W celu uproszczenia toku obliczeń sprowadzamy równania do nowego układu
współrzędnych, którego osie pokrywają się z półosiami elipsy.

Przesunięcie środka nowego układu względem środka poprzedniego wynosi
(F_1, F_2), a kąt obrotu jest równy kątowi nachylenia prostej rozciągłości
względem osi OX poprzedniego układu (kąt δ).

Postać równań jest następująca:

równanie elipsy:

$$\frac{Y^2}{R_2^2} + \frac{Y^2}{Q^2} = 1, \quad (55)$$

gdzie:

$$Q = O_2 \quad \text{bądź} \quad O_1,$$

równanie prostej β :

$$Y = \frac{B_4 \cdot \cos \delta - \sin \delta}{\cos \delta + B_4 \cdot \sin \delta} \quad X = \frac{F_2 + B_4 \cdot F_1 + B_2}{\cos \delta + B_4 \cdot \sin \delta} \quad (56)$$

wyrażenie $\frac{F_2 + B_5 + B_4 - F_1}{\cos \delta + B_4 \cdot \sin \delta}$ we wzorze (56) wynosić będzie 0.

Układ równań będzie mieć więc postać:

$$\begin{cases} \frac{X^2}{R_2^2} + \frac{Y^2}{Q^2} = 1 \\ Y = \frac{B_4 \cdot \cos \delta - \sin \delta}{B_4 \cdot \sin \delta + \cos \delta} \cdot X \end{cases} \quad (57)$$

Rozwiązując powyższy układ, otrzymano współrzędne dwóch punktów, z których
dowolną parę użyto do obliczeń.

Ponieważ celem obliczeń w tym kroku jest odległość dwóch punktów, stąd też
obliczenia prowadzimy w nowym układzie współrzędnych.

Odległość punktów $P(X_w, Y_w)$ i $F(0,0)$ wynosi:

$$O_4 = \sqrt{X_w^2 + Y_w^2} \quad (58)$$

Krok 8. Porównanie wartości O_3 (odległość punktu środkowego i-tego modułu od punktu F) oraz wartości O_4 (odległość punktu F od punktu granicznego filara wzdłuż prostej β).

Moduł uważa się za:

- należący w 100% do filara, gdy:

$$O_3 < O_4 - \frac{M}{2} \implies NTR = 1 \quad (59)$$

- należący w 50% do filara, gdy:

$$O_4 - \frac{M}{2} < O_3 < O_4 + \frac{M}{2} \implies NTR = 5 \quad (60)$$

- nie należący do filara, gdy:

$$O_3 > O_4 + \frac{M}{2} \implies NTR = 0 \quad (61)$$

Krok 9. Wydruk tablicy wynikowej i przejście do obliczeń kolejnego pokładu.

Część III. Obliczenie wielkości zasobów uwieczonych w filarze ochronnym zakładu wydobywczego lub zakładu pomocniczego

W trzeciej części programu FIM sumuje się całość obliczeń prowadzonych w programach TABL, ZAM-2 i FIM. W części tej wykorzystana jest tablica TQ (tablica wynikowa programu ZAM-2) oraz uzyskana w drugiej części programu FIM tablica R.

W toku obliczeń następuje wyznaczenie modułów będących wspólną częścią obu tablic dla poszczególnych pokładów.

Wyznaczenie wspólnej części obu tablic umożliwia zsumowanie wielkości złoża znajdującego się w każdym z modułów należących do siatki opisującej filar ochronny.

Wzorzec do sumowania tych wartości (z tablicy TQ) stanowi tablica R. Wartość parametru NTR, którą mieści ta tablica, należy pomnożyć przez wielkość złoża w każdym z modułów.

I tak dla i-tego modułu, jeżeli:

$$- NTR = 0 \implies ZM = TQ(i) \cdot 0 \quad (62)$$

$$- NTR = 5 \implies ZM = TQ(i) \cdot 0,5 \quad (63)$$

$$- NTR = 1 \implies ZM = TQ(i) \cdot 1 \quad (64)$$

gdzie:

ZM - zasoby pokładu w i-tym module, ton.

Obliczenia te powtarzane są dla każdego z pokładów. Sumowanie wielkości zasobów dla każdego modułu i pokładu q kończy metodę:

$$Z_f(P_{jk}) = \sum_{q=1}^{P_{\max}} \left(\sum_{i=1}^N ZM(i,q) \right) \text{ ton}, \quad (65)$$

gdzie:

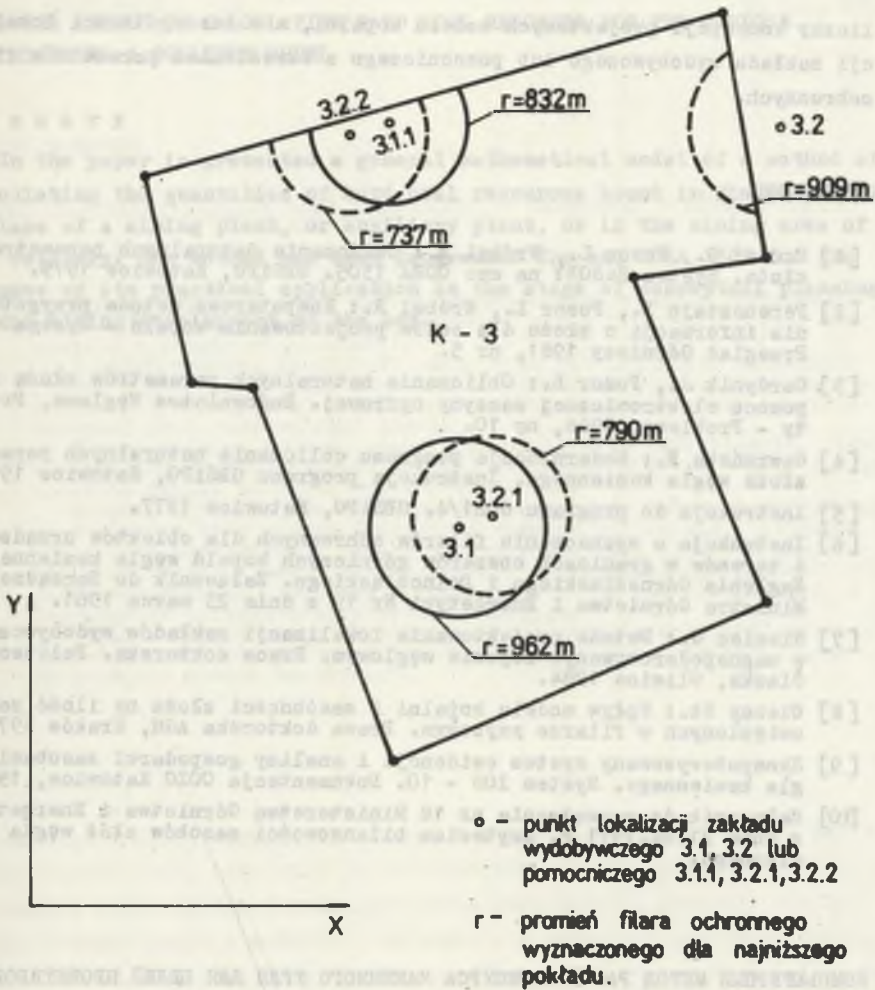
- $Z_f(P_{jk})$ - zasoby złoża w granicach obszaru górniczego uwiecznione w filarze ochronnym zakładu wydobywczego lub zakładu pomocniczego,
 q - licznik pokładów,
 P_{\max} - liczba pokładów,
 i - licznik modułów dla q -tego pokładu,
 N - liczba modułów należących do obszaru wspólnego tablic TQ i R.

5. Przykład obliczeniowy

W celu wykazania przydatności zaprezentowanej metody w praktyce projektowej wykonano obliczenia na emc ODRA 1305 na podstawie systemu programów TABL, ZAM-2 oraz FIM. Obliczenia wykonano dla obszaru górniczego kopalni K-3 w Lubelskim Zagłębiu Węglowym (rys. 5) dla dwóch wariantów lokalizacji zakładu wydobywczego (punkty 3.1 i 3.2) oraz z nim związanych zakładów pomocniczych (odpowiednio 3.1.1 oraz 3.2.1 i 3.2.2). Obliczenia przeprowadzono dla 20 pokładów węgla kamiennego do głębokości 980 m. Wyniki obliczeń zaprezentowano na rys. 5 oraz w tablicy 1.

Tablica 1

Nr punktu lokalizacji zakładu	Zasoby uwiecznione w filarze ochronnym tys. ton	Liczba szybów w ramach zakładu	Powierzchnia zakładu ha
3.1	24956,5	3	40
3.1.1	20783,8	2	12
3.2	5310,6	2	30
3.2.1	15281,1	2	12
3.2.2	15497,7	1	3



Rys. 5. Rozmieszczenie filarów ochronnych w obszarze górniczym kopalni K-3 w CRW-LZW.

Fig. 5. Distribution of the protective pillars in the mining area of K-3 colliery in CRW-LZW

6. Podsumowanie

Opracowana metoda obliczania wielkości zasobów węgla kamiennego uwieczonych w filarach ochronnych zakładu wydobywczego lub pomocniczego stanowi niejako kolejne ogniwo rozwoju komputerowego wspomagania projektowania kopalń. Umożliwia ona projektantowi tworzenie większej niż dotychczas

liczby koncepcji projektowych modelu kopalni, a w szczególności lokalizacji zakładu wydobywczego lub pomocniczego z określeniem parametrów filarów ochronnych.

LITERATURA

- [1] Czudaj G., Pozor L., Wróbel R.: Obliczanie naturalnych parametrów złoża. System ZASOBY na emc ODRA 1305. GBSiPG, Katowice 1979.
- [2] Ferensztajn B., Pozor L., Wróbel R.: Komputerowa metoda przygotowania informacji o złożu dla celów projektowania kopalni - System GEO. Przegląd Górniczy 1981, nr 5.
- [3] Gardynik J., Pozor L.: Obliczanie naturalnych parametrów złoża za pomocą elektronicznej maszyny cyfrowej. Budownictwo Węglowe, Projekty - Problemy, 1966, nr 10.
- [4] Gawrońska E.: Modernizacja programu obliczania naturalnych parametrów złoża węgla kamiennego. Instrukcja programu GBSiPG, Katowice 1972.
- [5] Instrukcja do programu GOR1/4. GBSiPG, Katowice 1977.
- [6] Instrukcja o wyznaczaniu filarów ochronnych dla obiektów urządzeń i terenów w granicach obszarów górniczych kopalni węgla kamiennego Zagłębia Górnośląskiego i Dolnośląskiego. Załącznik do Zarządzenia Ministra Górnictwa i Energetyki Nr 19 z dnia 23 marca 1961.
- [7] Niemiec G.: Metoda projektowania lokalizacji zakładów wydobywczych w zagospodarowywanym rejonie węglowym. Praca doktorska. Politechnika Śląska, Gliwice 1984.
- [8] Oleksy St.: Wpływ modelu kopalni i zasobności złoża na ilość zasobów uwieczonych w filarze szybowym. Praca doktorska AGH, Kraków 1974.
- [9] Skomputeryzowany system ewidencji i analizy gospodarki zasobami węgla kamiennego. System IOS - 10. Dokumentacja COIG Katowice, 1972.
- [10] Załącznik do zarządzenia nr 18 Ministerstwa Górnictwa i Energetyki z dnia 21.04.1971 r. Kryterium bilansowości zasobów złóż węgla kamiennego.

КОМПЬЮТЕРНЫЙ МЕТОД РАСЧЁТА РЕСУРСА КАМЕННОГО УГЛЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОДЕЛИ ШАХТЫ

Резюме

В статье представлена общая математическая модель метода расчёта величины ресурса каменного угля, заключённого в охранных целиках добывающего предприятия, подсобного предприятия или же на территории шахты. Метод опrogramмирован на ЭЕМ Одра 1305 с целью практического его использования на этапе вступительного проектирования по использованию залежи.

COMPUTER METHOD OF CALCULATING HARD COAL RESOURCES FOR THE PURPOSE OF DESIGNING A COLLIERY MODEL

S u m m a r y

In the paper is presented a general mathematical model of a method of calculating the quantities of hard coal resources bound in the protective pillars of a mining plant, or auxiliary plant, or in the mining area of the colliery. The method has been programmed for emc ODRA 1305 for the purpose of its practical application in the stage of conceptual planning of the mining development of the bed.

W niniejszym artykule przedstawiono ogólny model matematyczny metody obliczania ilości zasobów węgla kamiennego związanej w filarach ochronnych kopalni, lub kopalni pomocniczej, lub w obszarze kopalni. Metoda została zaprogramowana na komputerze ODRA 1305 z myślą o jej praktycznym zastosowaniu w etapie planowania koncepcyjnego rozwoju kopalni.

1. WSTĘP

W kopalniach węgla kamiennego, w celu zapewnienia bezpieczeństwa i ciągłości wydobycia, konieczne jest wyznaczenie i zabezpieczenie określonych ilości węgla kamiennego w postaci filarów ochronnych. W niniejszym artykule przedstawiono ogólny model matematyczny metody obliczania ilości zasobów węgla kamiennego związanej w filarach ochronnych kopalni, lub kopalni pomocniczej, lub w obszarze kopalni.

2. OPIS METODY

Metoda obliczania ilości zasobów węgla kamiennego w filarach ochronnych kopalni, lub kopalni pomocniczej, lub w obszarze kopalni, została zaprogramowana na komputerze ODRA 1305. Metoda ta umożliwia wyznaczenie ilości zasobów węgla kamiennego w filarach ochronnych kopalni, lub kopalni pomocniczej, lub w obszarze kopalni, w zależności od przyjętych parametrów i warunków.