ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1990

Seria: GÓRNICTWO z. 189 Nr kol. 1077

Małgorzata KOZDRÓJ-WEIGEL
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Marian KOZDRÓJ
Politechnika Śląska w Gliwicach

ANALIZA SYSTEMOWEJ REKULTYWACJI POWIERZCHNI PODEBRANEJ EKSPLOATACJA WĘGLA

Streszczenie. W artykule przeprowadzono analizę organizacyjną i ekonomiczną koniecznych prac związanych z koncepcją dotyczącą systemowego wybierania węgla z zawałem przy uprzednim zabezpieczeniu powierzchni przed degradacją ekologiczną ziemi uprawnej i lasów oraz potrzebą przemieszczania indywidualnych gospodarstw, a nawet osiedli.

Inspiracją tej publikacji jest opracowanie wykonane przez Zespół pracowników naukowych Politechniki Śląskiej dotyczącej nowego modelu kopalni dla regionu Krakowsko-Śląskiego pod kierunkiem: Prof. dr hab. inż. J. Sztelaka, Prof. dr inż. W. Sikory i Prof. dr hab. inż. M. Chudka.

1. WSTĘP

Celem pracy jest próba porównania różnicy kosztów wydobycia przy różnych sposobach kierowania stropem z kosztami systemowej rekultywacji powierzchni nad wybranymi pokładami węgla. Załóżmy, że systemową rekultywacją będzie objęty obszar znacznej powierzchni, pod którą wybrany będzie węgiel z zawałem stropu, co spowoduje parametrowe obniżenie terenu i jego ewentualnie często występujące zatopienie. Skutkiem tego nastąpi zniszczenie ziemi uprawnej i lasów oraz substancji mieszkaniowej.

Przedmiotowa koncepcja w głównych zarysach polega na tym, że wybieranie węgla z zawałem stropu będzie na określonej przestrzeni, a powierzchnia podzielona będzie na pasy, z których uprzednio nastąpi zebranie ziemi ornej i przemieszczanie jej (w pryzmach) na sąsiedni pas powierzchni nad przewidywaną dalszą eksploatacją. Ma to na celu uchronienie ziemi ornej i późniejsze jej wykorzystanie jako nadkład nasypisk kamienia wyrównującego powstałe po eksploatacji zapadliska. Dotąd rekultywacja zapadlisk poeksploatacyjnych polegała na tym, że nie usuwano z powierzchni ziemi ornej, a wprost nasypywano na nią kamień wyrównywano teren, a ziemię uprawną dowożono na Śląsk niejednokrotnie np. z województwa szczecińskiego.

2. SYSTEMOWA REKULTYWACJA POWIERZCHNI PODEBRANEJ EKSPLOATACJĄ WĘGLA

Prace w zakresie przedmiotowej rekultywacji będą miały następujący porządek organizacyjny:

a - obmiar robót ziemnych,
b - przetransportowanie ziemi ornej na pryzmy umiejscowione w sąsiednim pasie powierzchni (przy przewidywanej dalszej eksploatacji węgla),
c - wykupienie i likwidacja gospodarstw rolnych i innych budynków w danym pasie powierzchni,
d - budowa kwater krótkookresowych indywidualnych i zbiorowych dla rodzin wysiedlonych,
e - użyteczne zagospodarowanie pryzm ziemi ornej w czasie jej składowania,
f - wyrównanie zapadlisk poeksploatacyjnych kamieniem kopalnianym,
g - nawożenie ziemi ornej uprzednio zebranej i składowanej w pryzmach na wyrównany teren zapadliska poeksploatacyjnego,
h - zalesienie równoważnej powierzchni zlikwidowanego lasu,
i - budowa osiedli w pasach rekultywowanych,
j - inne aspekty związane z rekultywacją.

Poniżej zostanie omówiony zakres prac związanych z porządkiem organizacyjnym systemowej rekultywacji (niektóre zostaną omówione łącznie jak pozycje (b,i), (f,g)).

Prace geodezyjno-pomiarowe

Zakres obmiaru robót geodezyjno-pomiarowych obejmuje:

- pomiar pasa powierzchni, z której będzie zdejmowana ziemia orna,
- pomiar robót ziemnych o charakterze niwelacyjnym pod pryzmę i pryzmę zwałowanej ziemi ornej na sąsiednim pasie,
- pomiar wiertniczy głębokości ziemi ornej,
- inne pomiary potrzebne w całym zakresie prac.

Niewątpliwie do robót czasochłonnych zalicza się również prace geodezyjno-pomiarowe, których czas wykonania zależy od mierzonej powierzchni. Ogólnie czas trwania tych robót można wyrazić następującym wzorem:

$$T_{pg} = \sum_{i=1}^{m} t_i \quad \text{min}, \tag{1}$$

przy czym

$$t_i = t_{i1} + t_{i2} + t_{i3} + t_{i4},$$

gdzie:

m - liczba pomiarów,
t_i - czas wykonywania pojedynczego pomiaru, min,
t_{i1} - czas ustawienia przyrządu, min,
t_{i2} - czas odczytu elementów liniowych, min,
t_{i3} - czas pomiarów kątowych, min,
t_{14} - czas przeniesienia punktów pomiarowych.

Jeżeli przez t_{pg} oznaczy się średni czas trwania pojedynczego pomiaru, to całkowity czas

$$T_{pg} = t_{pg} \cdot m \quad \text{min} \tag{2}$$

liczba zmian niezbędnych dla dokonania obmiaru

$$Z = \frac{T_{pg}}{T_{zm}} = \frac{m \cdot t_{pg}}{T_{zm}}, \tag{3}$$

gdzie:

T_{zm} oznacza czas trwania zmiany, min.

Ustalenie całkowitego czasu pomiaru wiercenia (dla określenia grubości ziemi ornej) na obszarze badanego pasa powierzchni przedstawia się następująco:

- wiercenie w metrach na zmianę:

$$\left.\begin{aligned} X_1 &= P_{z1} \cdot f_{11} \cdot f_{12} \dots f_{1m} \\ X_2 &= P_{z2} \cdot f_{21} \cdot f_{22} \dots f_{2m} \\ X_e &= P_{ze} \cdot f_{e1} \cdot f_{e2} \dots f_{em} \end{aligned}\right\} \text{m/zm}$$

$$\sum_{i=1}^{e} \frac{l_i}{X_i} = Z \tag{4}$$

$$T_c = T_{zm} \cdot \sum_{i=1}^{e} \frac{l_i}{X_i} = T_{zm} \cdot \sum_{i=1}^{e} Z_i \quad \text{min} \tag{5}$$

gdzie:

T_e - czas całkowity wierceń otworów badawczych, min,

e - liczba wierceń na całej powierzchni badanego pasa,

l_i - głębokość pojedynczego otworu badawczego, m,

X - norma wykonawcza otworu badawczego m/zm,

P_{ze} - norma zasadnicza otworu badawczego m/zm,

T_{zm} - czas trwania zmiany, min,

Z - liczba zmian,

f_{em} - współczynnik ułatwiający lub utrudniający pracę.

Typowy skład całej grupy wiertniczej jest następujący: kierownik 1, technik 1, starszy pomiarowy (protokolant) 1, pomiarowe 2, wiertacze 2, cieśle 2, razem 9 osób.

Przemieszczanie ziemi ornej na pryzmy

W celu wykonania obmiaru robót ziemnych należy obszar przeznaczony do zebrania ziemi ornej podzielić na kwadraty, a te z kolei na trójkąty, notując współrzędne charakteryzujące wykop ziemi ornej.

Praktycznie z powyższego podziału wynikają bryły geometryczne, których objętość liczy się za pomocą wzoru:

$$Q = \frac{a^2}{6}(H_1 + H_2 + H_3)\ m^3 , \tag{6}$$

gdzie:

a - bok kwadratu, m,

H_1, H_2, H_3 - wartości współrzędnych charakteryzujących wykop ziemi ornej.

Mając ustalone obmiary robót ziemnych, trasy dla transportu zebranej ziemi ornej na przewidziane pryzmy składowe, charakterystyki techniczne maszyn urabiających, ładujących i środków transportowych, można przystąpić do organizacji przemieszczenia tej ziemi. Należy przy tym oprzeć się na danych chronometrażowych, określających podstawowy cykl pracy koparki, wywrotki czy spychacza.

Wychodząc z objętości ziemi ornej i wydajności wspomnianych maszyn, należy zachować warunek, aby

$$W_r \geqslant W_k ,$$

gdzie:

W_r - wydajność środków transportowych,

W_k - wydajność maszyn urabiająco-ładujących.

W celu organizacji transportu przy ustalonej trasie należy określić konieczną liczbę jednostek transportowych. Z kolei trzeba określić natężenie przejazdów, a stąd liczbę ludzi potrzebnych do obsługiwania środków transportowych.

Czas trwania przejazdu w zależności od długości drogi i prędkości jazdy można obliczyć posługując się

$$t_{pr} = \frac{l_{pr}}{v_{śr}} \text{ min}, \tag{7}$$

gdzie:

l_{pr} - długość drogi przejazdu, m,

$v_{śr}$ - średnia prędkość przejazdu, m/min.

Jednak praktyka wykazała, że tego rodzaju wielkości należy ustalać dla każdego konkretnego przypadku drogą chronometrażu. Przy wykonywaniu chronometrażu należy uwzględnić czynności ujęte w poniższym wzorze:

$$t_{pr} = (t_z + t_w + t_j)\,\varphi_p \text{ min}, \tag{8}$$

gdzie:

t_z - czas załadowania, min,

t_w - czas wyładowania, min,

t_j - czas jazdy od punktu załadowczego do punktu wyładowczego, min,

φ_p - współczynnik uwzględniający przestoje awaryjne (φ_p - 1,05 do 1.25).

Liczbę przejazdów oblicza się ze wzoru

$$m_{prt} = \frac{T}{t_{pr}}, \tag{9}$$

praktycznie

$$m_{prp} = m_{prt} \cdot \Phi_c, \tag{10}$$

gdzie:

m_{prt} - teoretyczna liczba przejazdów,

m_{prp} - praktyczna liczba przejazdów,

T - rozporządzalny czas pracy środków transportowych w ciągu doby, min,

Φ_c - współczynnik wykorzystania czasu ($\Phi_c \leq 1$).

Wydajność jednego źródła transportu można wyliczyć na podstawie poniższego wzoru

$$W_d = m_{prt} \cdot G_w \cdot \varphi_t \quad t/d \,, \tag{11}$$

gdzie:

G_w - ładowność jednostki transportowej, t,

φ_t - współczynnik wykorzystania ładowności.

Z kolei na podstawie powyższych danych, w celu zapewnienia sprawnego przebiegu transportu, należy ustalić liczbę jednostek transportowych m_{tr} według wzoru

$$m_{tr} = \frac{Q_{tr}}{W_d} \,, \tag{12}$$

gdzie:

Q_{tr} oznacza ciężar transportowanej ziemi ornej.

Po ustaleniu cykli pracy maszyn urabiających, ładujących i transportujących można wyliczyć wielkość wykonania robót w czasie jednej zmiany. Pozostałe parametry organizacyjne można ustalić na podstawie chronometrażu

$$n_c = \frac{Z_{zm}}{T_c} \,, \tag{13}$$

$$Q_{zm} = Q_{cł} \cdot n_c \,, \tag{14}$$

$$G_{zm} = Q_{zm} \cdot \delta_{sk} \,, \tag{15}$$

$$m_{trz} = \frac{G_{zm}}{G_w} \,, \tag{16}$$

$$k_{tr} = \frac{m_{trz}}{m_{tr}} \,, \tag{17}$$

gdzie:

n_c - liczba cykli w jednej zmianie,

T_{zm} - czas trwania zmiany, min,

T_c - czas trwania cyklu pracy maszyny, min,

$Q_{cł}$ - pojemność czarpaka ładowarki, m^3,

Q_{zm} - objętość urobionej i ładowanej ziemi w czasie jednej zmiany,

δ_{sk} - ciężar objętościowy ziemi urobionej, t/m^3,

G_{zm} - ciężar ziemi urobionej i załadowanej w czasie jednej zmian, t,

G_w - ładowność pojedynczego środka transportowego, t,

m_{trz} - liczba załadowanych środków transportowych,

m_{tr} - rzeczywista liczba środków transportowych, jaka jest do dyspozycji,

k_{tr} - średnia liczba kursów przypadających na jeden środek transportowy.

Dla zachowania pełnej sprawności i efektywności pracy, jak wyżej wspomniano, koniecznie powinien być spełniony warunek

$$W_r \geqslant W_k ,$$

$$T_{c1} = \frac{Q_c}{W_k} \quad (18) \qquad T_{c2} = \frac{Q_c}{W_r} , \quad (19)$$

$$n_{zm1} = \frac{T_{c1}}{T_{zm}} \quad (20) \qquad n_{zm2} = \frac{T_{c2}}{T_{zm}}, \quad (21)$$

ponieważ

$$W_r \geqslant W_k ,$$

to

$$T_{c2} \leqslant T_{c1} ,$$

czyli

$$n_{zm2} \leqslant n_{zm1} ,$$

gdzie:

T_{c1} - całkowity czas pracy maszyny urabiająco-ładującej, min,

Q_c - objętość gruntu przeznaczonego do przewiezienia na podstawie obmiarów, m^3,

W_r - wydajność środków transportowych, m^3/h,

W_k - wydajność maszyny urabiająco-ładującej, m^3/h,

n_{zm1} - liczba zmian konieczna do wykonania tych robót,

T_{c2} - całkowity czas trwania transportu urobionej ziemi, min,

n_{zm2} - liczba zmian niezbędnych do wykonania tych robót.

Zachowanie powyższych warunków przy tego rodzaju robotach zapewni sprawny ich przebieg i terminowe wykonanie.

Wykupienie i likwidacja gospodarstw rolnych i innych budynków w danym pasie powierzchni

Zgodnie z ustawą o gospodarce gruntami i wywłaszczeniu nieruchomości na podstawie Dzienników Ustaw: Nr 22 z 1985, nr 21 poz. 99 i poz. 124 z 1987 oraz Nr 24 poz. 170 z 1988 r. zostaną wykupione grunty z nieruchomościami w pasach podebranych eksploatacją węgla. Przewiduje się jednak, że tak grunty po komasacji, jak i nowo zbudowane budynki w rekultywowanych pasach w ramach zawartych umów zostaną przekazane wysiedlonym właścicielom w stosownym rozliczeniu finansowym.

Budowa kwater krótkookresowych indywidualnych i zbiorczych dla rodzin wysiedlonych oraz budową stałych osiedli w pasach rekultywowanych

Przez pojęcie kwater krótkookresowych będziemy rozumieli zespół obiektów budowlanych i urządzeń terenowych na wyróżnionym spójnym obszarze i użytkowanych przez określoną grupę rodzin wysiedlonych na czas oddania im równoważnych przed likwidacją zagród wiejskich, wsi czy dzielnic.
Na wstępie trzeba założyć, że kwatery krótkookresowe winny być tak usytuowane, aby zapewniały możliwość: pracy, oświaty, ochrony zdrowia, dóbr konsumpcyjnych, żywienia, usług rzemieślniczych, rozrywki, sportu, wypoczynku, komunikacji, wody pitnej, energii elektrycznej, energii cieplnej - gazu gospodarczego, ogrzewania pomieszczeń, usuwania nieczystości. W celu obniżenia kosztów wskazane jest budowanie tych kwater przy istniejących osiedlach, które mogą zapewnić ww. potrzeby. W przeciwnym razie koszty związane z budową obiektów, takich jak: szkoły, przedszkola, przychodnie lekarskie, szpitale, sklepy, restauracje, kawiarnie, warsztaty, punkty usługowe, kino, hala sportowa, urzędy administracyjne, drogi, ujęcia wodne, filtry, wieża ciśnień, pompownie, wodociągi, podłączenia energetyczne, telekomunikacyjne, gazociągi, oczyszczalnie, kanalizacja i utylizacja odpadków mogą być bardzo wysokie, a które będą nieuniknione przy budowie stałych osiedi w pasach rekultywowanych.

Jak z powyższego omówienia wynika, kwatery krótkookresowe wymagają tych samych uwarunkowań jak osiedle stałe dla zabezpieczenia właściwego poziomu życia użytkowników. Dlatego wyróżniając trzy sposoby zaspokojenia potrzeb mieszkalnych, tj.: budownictwo jednorodzinne (np. zagroda wiejska), budownictwo blokowe - dwukondygnacyjne i budownictwo wysokościowe, inwestor

(w tym przypadku kopalnie) podejmie decyzję, jaki rodzaj ma być budownictwa dla kwater krótkookresowych, a w uzgodnieniu z użytkownikami określi, jaki rodzaj budownictwa będzie przewidziany jako osiedla stałe (osiedlem w naszym przypadku może być zarówno zagroda wiejska, wieś, jak i miasto lub jego dzielnica). Oczywiście będą bewne ograniczenia wynikające z wcześniej podjętych decyzji wyższych kategorii, które odnoszą się np. do ustalenia kolejności realizacji określonych grup obiektów, cyklów budowy i terminów przekazania ich do eksploatacji, podstawowe rozwiązania technologiczne, konstrukcyjne, materiałowe itp. Nienaruszalność tych decyzji jest rękojmią osiągnięcia celu głównego inwestycji wyrażonego wskaźnikiem ekonomicznej efektywności inwestycji. Plan operacyjny realizacji przedsięwzięcia powinien odpowiadać założeniom możliwie najwłaściwszego rozkładu nakładów inwestycyjnych w odpowiednich okresach budowy. Do tych warunków powinna być dostosowana koncepcja organizacji budowy, która będzie wiodącą decyzją operacyjną stwarzającą podstawowe warunki do zapewnienia w planach operacyjnych realizacji budowy osiągnięcia wszystkich wymienionych wyżej celów cząstkowych (rys. 1).

Inwestor ma możliwości zlecenia takiego projektu inwestycyjnego, który będzie rozpatrywał następujące warianty:

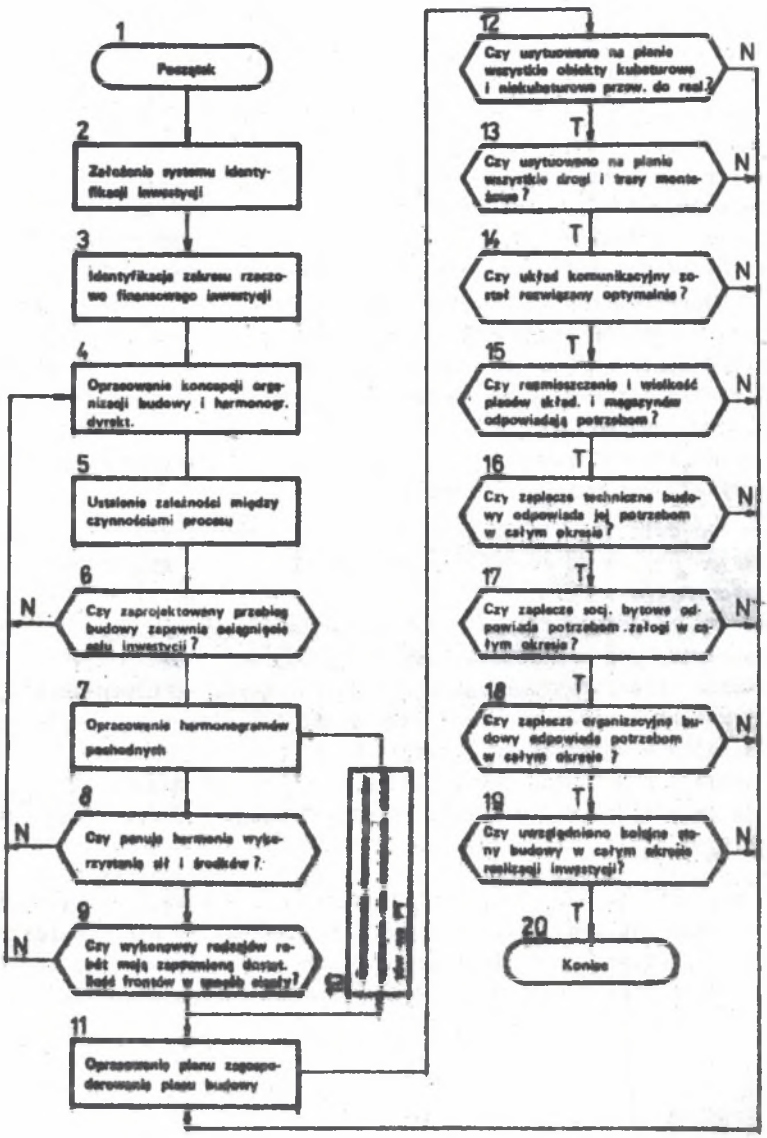
- zaprojektowanie osiedla, dla którego funkcja wygody użytkowników osiągnie wartość maksymalną przy nieprzekroczeniu zadanych maksymalnych kosztów inwestycyjnych K_{max},
- zaprojektowanie osiedla o minimalnym koszcie inwestycyjnym przy utrzymaniu pewnego minimalnego poziomu wygody Φ_{min} użytkowników,
- zaprojektowanie osiedla zapewniającego maksymalną wygodę użytkowników, przy zadanych maksymalnych kosztach eksploatacji i nieprzekroczeniu zadanych maksymalnych kosztach inwestycji K_{mx},
- zaprojektowanie zapewniające wartość funkcji wygody większą od Φ_{min}, przy koszcie inwestycji nie większym od K_{mx} i koszcie eksploatacji nie większym od E_{mx}.

Ograniczenie na wartość kosztów eksploatacji osiedla wynika z możliwości finansowych i standardu życia, jaki chcemy zapewnić użytkownikom osiedla. Dzieląc koszt eksploatacji osiedla E przez liczbę użytkowników N_o, to otrzymamy koszt (na jednostkę czasu) użytkowania osiedla przypadający na jednego użytkownika:

$$e = \frac{E}{N_o} \tag{22}$$

Na koszty eksploatacji osiedla składają się następujące elementy:

- kosztów eksploatacji obiektów budowlanych,
- kosztów eksploatacji sieci: drogowych, wodociągowych, energetycznych, gazowych, cieplnych, kanalizacyjnych,



Rys. 1. Schemat blokowy algorytmu opracowania planu operacyjnego zarządzania budową

Fig. 1. Block diagram og the algorithm of formulation of the operational plan of the construction management

- kosztów komunalnych: zaopatrzenie w wodę, gaz, ciepło, energię elektryczną, neutralizacja ścieków, śmieci oraz komunikacji, co można wyrazić wzorem:

$$\frac{O + K'}{T_o}, \tag{23}$$

gdzie:

O - jest ceną zakupu obiektów,
K' - jest kosztem wszystkich remontów i zabiegów konserwacyjnych w całym okresie eksploatacji obiektów i sieci ww.,
T_o - jest okresem eksploatacji obiektów.

Przyjmując, że kwatery krótkookresowe po przesiedleniu mieszkańców na teren osiedli stałych będą w dalszym ciągu wykorzystane dla nowo przyjmowanych pracowników inwestora, tj. kopalń, ich jakość i użyteczność w zasadzie nie będzie odbiegała od standardu osiedli stałych. A zatem dla skrócenia czasu budowy w obydwu przypadkach obiekty będą budowane z elementów gotowych odpowiednio przygotowanych i montowanych na placu budowy. Z uwagi na różnorodność czynności roboczych, operowanie dużymi ciężarami, stosowanie maszyn montażowych o dużej wydajności oraz konieczności zachowania stateczności konstrukcji w czasie trwania robót budowlanych, prawidłowość procesu technologicznego wznoszenia obiektów będzie zależała od sprawnej organizacji. Przebieg prac budowlanych planuje się na podstawie uprzednio opracowanych harmonogramów, które określają czas trwania i kolejność montażu poszczególnych fragmentów obiektu oraz niezbędną ilość sił i środków produkcji. Część graficzna harmonogramu powinna być poprzedzona analitycznym obliczeniem poszczególnych wielkości charakterystycznych, jak:

- zakres robót budowlanych poszczególnych fragmentów i całości budynku,
- wydajność załogi i głównych maszyn montażowych,
- pracochłonność wykonywanych robót,
- skład liczbowy brygad montażowych,
- liczba maszyn montażowych,
- wielkość robót montażowych w ciągu jednej zmiany.

Zależność między całkowitym czasem trwania robót montażowych T_{cm} a ilością sił i środków produkcji można przedstawić za pomocą wzoru:

$$T_{cm} = \frac{\sum G}{m_m \cdot W_m \cdot T_{zmr}}, \tag{24}$$

gdzie:

G - łączny ciężar wszystkich elementów montażowych budynków, t,

m_m - liczba zastosowanych maszyn montażowych,

W_m - wydajność godzinowa maszyny montażowej, t/h,

T_{zmr} - czas trwania zmiany roboczej, min/zm.

Podstawowym warunkiem właściwej współpracy maszyn montażowych jest to, by praca maszyny głównej mogła odbywać się w sposób ciągły i równomierny, osiągając swoją największą wydajność. Warunek ten będzie spełniony, jeżeli

$$W_{mp} = W_m \cdot \omega \quad t/h , \tag{25}$$

gdzie:

W_{mp} - sumaryczna wydajność maszyn pomocniczych, t/h,

W_m - wydajność maszyny głównej, t/h,

ω - współczynnik zabezpieczenia ciągłości pracy maszyny głównej (ω = 1,12 - 1,17).

Tempo robót montażowych określa się jako tonaż elementów montażowych w ciągu zmiany roboczej, co można przedstawić wzorem:

$$\alpha = \frac{\sum G}{T_{cm}} \quad t/zm \tag{26}$$

lub

$$\alpha = m_m \cdot W_m \cdot T_{zmr} \quad t/zm, \tag{27}$$

a stąd

$$m_m \cdot W_m \cdot T_{zmr} = \frac{\sum G}{T_{cm}} \tag{28}$$

wydajność godzinowa maszyny montażowej:

$$W_m = \frac{\sum G}{T_{cm} \cdot m_m \cdot T_{zmr}} \quad t/h \tag{29}$$

W harmonogramie robót budowlanych, poza okresem wykonania montażu zasadniczego, muszą być uwzględnione wszystkie czynności, których spełnienie warunkuje wykonanie montażu, jak np. dostawa elementów na plac składowy i do miejsca montażu, wykonanie fundamentów pod budynek, przygotowanie terenu, zainstalowanie i demontaż maszyn montażowych i urządzeń pomocniczych oraz robót wykończeniowych.
Ogólną liczbę niezbędnych robotników n_r zatrudnionych w całym procesie budowania obiektów w zależności od rodzajów prac montażowych można obliczyć za pomocą wzoru:

$$n_r = \frac{R_{cm}}{W_{rt}} \text{ rob.,} \tag{30}$$

przy czym

$$R_{cm} = \frac{\sum G}{T_{cm}} \text{ t/zm,} \tag{31}$$

a

$$W_{rt} = \frac{T_{zmr}}{C_{wr}} \text{ t/rob.zm ,} \tag{32}$$

gdzie:

T_{cm} - całkowity czas trwania robót montażowych, zm,

R_{cm} - całkowita ilość robót do wykonania w ciągu zmiany roboczej, t/zm.,

W_{rt} - średnia wydajność na jedną zmianę roboczą, t/rob.zm.,

T_{zmr} - czas trwania zmiany roboczej, min/zm.,

C_{wr} - norma czasowa pracy ręcznej, min/zm. rob. t/h.

Liczbę robotników zatrudnionych przy pracach wykończeniowych można obliczyć za pomocą obowiązujących Polskich Norm.

Wyrównanie zapadlisk poeksploatacyjnych kamieniem kopalnianym oraz nawożenie ziemi ornej uprzednio zebranej i składowanej w pryzmach na wyrównany teren zapadliska poeksploatacyjnego

Do wykonania pomiaru określenia zakresu i czasu wyrównania zapadlisk poeksploatacyjnych kamieniem oraz nawiezienie ziemi ornej z pryzm na wyrównany teren można posłużyć się wzorami: (1), (2), (3), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12), (13), (14), (15), (16), (17), (18), (19), (20), (21).

Użyteczne zagospodarowanie pryzm ziemi ornej w okresie składowania

Zagospodarowanie rolnicze powierzchni pryzm ziemi ornej może dotyczyć znacznej liczby hektarów w okresie do 10 lat, zanim ziemia ta będzie przemieszczona na wyrównanie zapadliska poekploatacyjne i po komasacji oddana rolnikom. W tym czasie ziemię tę można oddać w użytkowanie większym gospodarstwom rolnym odpowiednio wyposażonym i gwarantującym zysk. W związku z tym opierając się na pracy [3] omówiono analizę bilansu nakładów i wyników produkcji. Za podstawę przyjęto przychód brutto P_i, obejmujący zapasy $Z_i(0)$, zakupy surowców pochodzenia rolniczego R_i oraz bieżącą rolniczą produkcję brutto gospodarstwa X_i:

$$P_i = Z_i(0) + R_i + X_i \tag{33}$$

Przedmiotem rozważań będą bilanse przychodów brutto i kosztów w ujęciu wartościowym.
Równanie bilansowe podziału przychodu brutto P_i i-tej działalności ma postać:

$$P_i = \sum_{j=1}^{n} P_{ij} + p_i \; ; \tag{34}$$

gdzie:

P_i - oznacza całkowity przychód brutto i-tej działalności,

P_{ij} - jest wartością przychodu i-tej działalności, przepływającą w formie nakładu produkcyjnego do j-tej działalności,

p_i - oznacza wartość produktu końcowego i-tej działalności, zawierającego wartość sprzedaży C_i oraz wartość zapasów produkcyjnych na koniec roku $Z_i(1)$, tj.:

$$p_i = C_i + Z_i(1) \tag{35}$$

Równanie kosztów produkcji, gdzie X_j przedstawia koszty produkcji w j-tej działalności, można zapisywać następująco:

$$X_j = \sum_{i=1}^{n} p_{ij} = \sum_{k=1}^{n} d_{kj}; \tag{36}$$

gdzie:

p_{ij} - stanowi wartość nakładów surowców rolniczych przepływających z grupy działalności "i" do działalności "j",

d_{kj} - oznacza wartość środków produkcji i usług pochodzenia nierolniczego, koszty pracy i koszty niematerialne, przydzielone z grupy kosztów "k" do j-tej działalności.

Po uwzględnieniu nadwyżki uzyskanej wartości produkcji poszczególnych działalności nad kosztami jej wytworzenia S_j, otrzymujemy równanie:

$$X_j = \sum_{i=1}^{n} p_{ij} + \sum_{k=1}^{n} d_{kj} + S_j \, . \tag{37}$$

Z równań (33), (34) i (37) wynika równanie równowagi cząstkowej:

$$X_i = X_j \tag{38}$$

Współczynniki kosztów produkcji

$$a'_{ij} = \frac{p_{ij}}{X_j} \tag{39}$$

stanowiące koszty rzeczowe produkcji, pochodzące z przychodu brutto działalności "i" jako niezbędne do wytworzenia jednostki wartości produktu j-tej działalności.
Wykorzystana funkcja ma charakter liniowy. Suma współczynników kosztów produkcji nie może być większa od 1.

$$\sum_{i=1}^{n} a'_{ij} \leq 1 \tag{40}$$

Na podstawie powyższych rozważań można wykonać tablice bilansowe nakładów i wyników produkcji w układzie rzeczowym oraz wartościowym.

Zalesienie równoważnej powierzchni zlikwidowanego lasu

Prace te zostaną wykonane przez specjalistyczne brygady robotników leśnych pozyskujących drewno przy likwidacji lasu, jak i późniejszą rekultywację, tj. zalesienie przedmiotowych obszarów.
Zakres robót jest zależny od tego, czy będą likwidowane młodniki czy też drzewa nadające się do użytku przemysłowego, ma to znaczenie, bowiem inne są normy dla każdego rodzaju z tych wykonywanych prac. Całością pozyskania drewna, jego wywózkę, jak i późniejsze zalesienie może przejąć jedynie odnośne leśnictwo ze względu na bezpieczeństwo pracy, bez względu na to, czy przedmiotowy las jest własnością państwową czy prywatną. Koszty tych prac będą odpowiednio rozliczane w zależności od zaangażowania potrzebnych sił i środków.

Składowe kosztów systemowej rekultywacji powierzchni podobranej eksploatacją węgla - K_R

Koszty te można podzielić na:

a) - koszty inżynieryjnego przygotowania terenu do systemowej rekultywacji - $K_{inż}$,
b) - koszty budowy osiedli krótkookresowych - K_{ok},
c) - koszty budowy osiedli stałych - K_{os},
d) - koszty eksploatacji osiedli - E.

ad a) - Składowymi $K_{inż}$ są:

K_D - koszt dokumentacji projektowo-kosztorysowej,
K_M - koszty pomiarowe mierniczo-geodezyjne dotyczące:

k_p - pomiaru obszaru przewidzianego do rekultywacji,
k_n - niwelacji terenu,
k_g - określenia głębokości ziemi ornej,
k_{pr} - wyznaczenia obszaru na pryzmę ziemi ornej,
k_{ok} - powierzchni pod osiedla krótkookresowe,
k_{os} - powierzchni pod osiedla stałe,
k_z - obszaru zapadliska,
k_{zk} - nasypu kamienia,
k_l - obszaru leśnego,
k_s - wytyczenia sieci drogowej, wodociągowej, energetycznej, gazowej, cieplnej, kanalizacyjnej,
k_w - wytyczenia parceli i usytuowanie budynków,
k_{om} - komisji gruntów,

K_L - koszty odszkodowania za:

k_{lb} - budynki,
k_{lg} - grunt,
k_{li} - inwentarz,

K_N - koszty rozbiórki budynków,

K_T - całkowite koszty transportu:

k_{tp} - przemieszczenie ziemi ornej,
k_{tz} - dowóz kamienia,
k_{tm} - dowóz materiałów budowlanych,

K_{zal} - k_{zall} - koszt likwidacji lasu,
k_{zalz} - koszt zalesienia.

ad b) - K_{ok} - koszt budowy osiedli krótkookresowych,

k_{okb} - całkowity koszt budowy budynków,
k_{okd} - koszt dróg,
k_{okw} - koszt sieci wodociągowej,

k_{oke} - koszt sieci energetycznej,
k_{okg} - koszt sieci gazowej,
k_{okc} - koszt sieci cieplnej,
k_{okk} - koszt sieci kanalizacyjnej,

K_{os} - koszt budowy osiedli stałych:

k_{osb} - całkowity koszt budowy budynków,
k_{osd} - koszt dróg,
k_{osw} - koszt sieci wodociągowej,
k_{ose} - koszt sieci energetycznej,
k_{osg} - koszt sieci gazowej,
k_{osc} - koszt sieci cieplnej,
k_{osk} - koszt sieci kanalizacyjnej,

E - koszt eksploatacji osiedli krótkookresowych obejmuje:

e_o - koszt eksploatacji obiektów budowlanych,
e_s - koszt eksploatacji sieci drogowych, wodociągowych, energetycznych, gazowych, cieplnych i kanalizacyjnych,
e_k - koszty komunalne składające się z zaopatrzenia w wodę, gaz, ciepło, energię elektryczną, neutralizację ścieków i śmieci oraz komunikacji.

Uwaga: koszty eksploatacji osiedli stałych mogą dotyczyć jedynie tych, które będą własnością kopalni, czego w tych rozważaniach nie przewidziano.

U - koszt zagospodarowania pryzm ziemi ornej w okresie składowania. Koszt ten przejmie użytkownik i dlatego nie zostaje uwzględniony w K_R.

Koszt systemowej rekultywacji powierzchni podebranej eksploatacją węgla - K_R

$$K_R = K_D + K_M + K_L + K_N + K_T + K_{zal} + K_{ok} + K_{os} + E \tag{41}$$

3. PORÓWNANIE KOSZTÓW W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBU KIEROWANIA STROPEM WYBRANEGO WĘGLA Z KOSZTAMI SYSTEMOWEJ REKULTYWACJI POWIERZCHNI

Przedmiotem rozważań jest różnica zysku z wydobytego węgla w zależności od sposobu kierowania stropem. Zachodzi pytanie, czy chronić powierzchnię, stosując podsadzkę, czy też stosować kierowanie stropem z zawałem ponosząc koszty ujęte we wzorze (41).

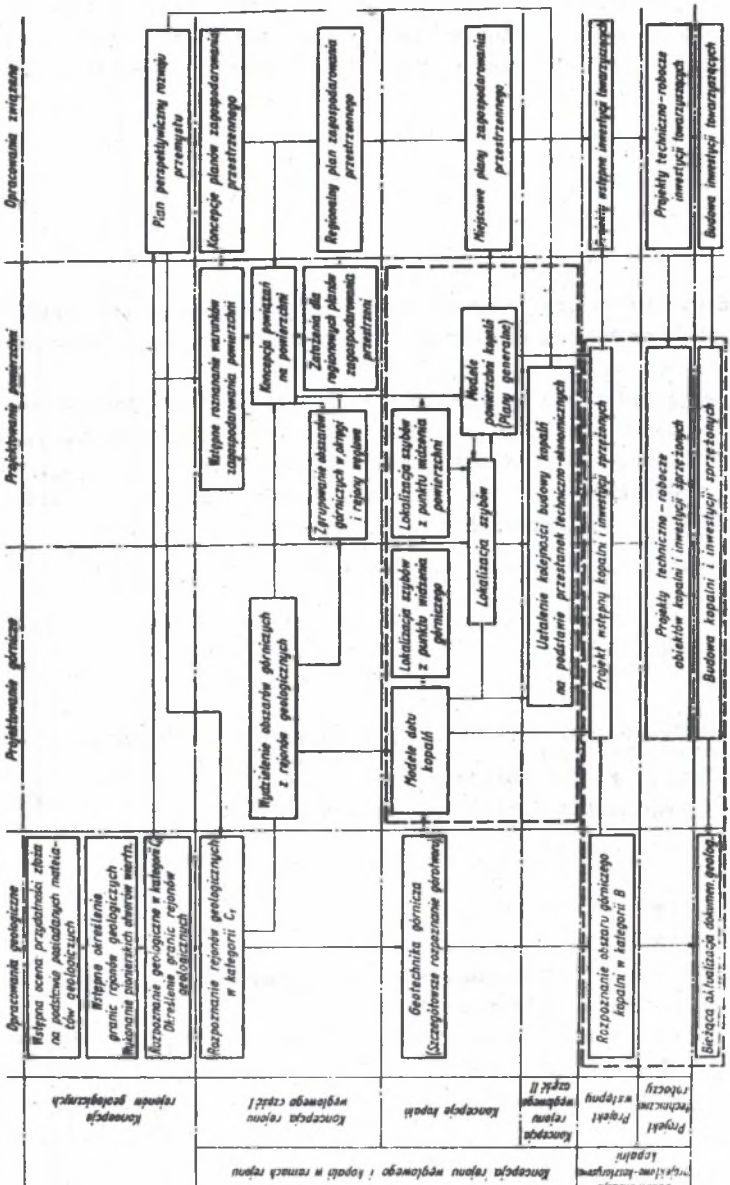
Przy prawidłowym systemie ścianowym likwidacji wybranej przestrzeni może być wykonane następującymi sposobami:

- z pełnym zawałem,
- z podsadzką częściową,
- z podsadzką pełną suchą,
- z podsadzką hydrauliczną.

Kierowanie stropem z zawałem jak i stosowanie podsadzki suchej nawet pełnej nie zabezpiecza pełnego podparcia stropu ze względu na znaczną jej ściśliwość. Ściśliwość podsadzki suchej zależnie od rodzaju i wymiarów stosowanego materiału waha się w granicach: podsadzka ręczna 50-70%, podsadzka dmuchana 40-60%, podsadzka miotana 25-50%.
Podsadzka hydrauliczna ma mniejszą ściśliwość od podsadzki suchej i w zależności od stosowanego materiału wynosi: przy piasku kwarcowym 5-10%, przy piasku gliniastym 20-30%, przy żużlu do 35%.
W każdym przypadku obniżenie terenu podebranego eksploatacją węgla wystąpi, choć w różnym stopniu.
Najtańszym sposobem wybierania węgla jest system ścianowy z pełnym zawałem stropu. Sposób ten umożliwia pełną mechanizację wybierania węgla jak i pełną mechanizację kierowania stropem.
Natomiast stosowanie podsadzki bez względu na to, jaka ona będzie, pogarsza warunki dla pełnej mechanizacji wybierania, stwarza przerwy w produkcji, które obniżają wydajność, a tym samym podraża koszty.
Ze względu na ściśliwość może być rozpatrywana podsadzka hydrauliczna jako alternatywa kierowania stropen z pełnym zawałem. Na koszty związane ze stosowaniem podsadzki hydraulicznej składają się:

- materiał podsadzkowy (m.p.),
- transport i wyładowanie m.p.,
- budowa zbiorników i urządzenia zmywczego,
- instalacja i wymiana oraz przekładka rurociągów podsadzkowych,
- budowa tam podsadzkowych,
- odprowadzanie i wstępne oczyszczanie wód z m.p.,
- obsługa podsadzania, kontrola rurociągu, kontrola odpływu wody, przemywanie rurociągu,
- czyszczenie pochylni i chodników z m.p.,
- czyszczenie wozów kopalnianych z m.p.,
- woda przemysłowa,
- energia elektryczna,
- wymiana maszyn i urządzeń odwadniających,
- inne.

Zakładając, że rozpatrywane pokłady węgla mogą być wybierane przy kierowaniu stropu tak z zawałem jak i z podsadzką hydrauliczną, to na podstawie danych statystycznych kształtowanie się kosztu 1 tony urobku przy stosowaniu podsadzki wzrasta średnio o 11,24%, a przy przewidywanym wyłącznym sto-



Schemat organizacji projektowania kopalni

Rys. 2. Schemat organizacji projektowania kopalni
Fig. 2. Organization diagram for mine designing

sowaniu obudowy zmechanizowanej o 46%. Dodatkowy wpływ na ten wzrost ma również długość ścian z podsadzką hydrauliczną, która jest średnio o 43 m krótsza od długości ścian z zawałem stropu, a za tym liczba metrów robót przygotowawczych na każdy hektar wybieranego pokładu jest większa. Najlepiej określają to wskaźniki koncentracji i dekoncentracji robót wybierkowych:

$$U = \frac{Q_e}{Q_c}, \tag{42}$$

gdzie:

Q_e - ilość wydobycia uzyskiwanego w przyjętym okresie czasu z przodków wybierkowych branej pod uwagę jednostki produkcyjnej, wyrażone w jednostkach masy,

Q_c - całkowite wydobycie analizowanej jednostki produkcyjnej w przyjętym okresie czasu uzyskiwane zarówno z przodków wybierkowych, jak i przygotowawczych, wyrażone w tych samych jednostkach co Q_e, wydobycie Q_c reprezentuje w tym przypadku element kopalni, dla którego wyznacza się koncnetrację.

Wskaźniki U wygodnie jest wyrażać w %, a więc

$$U = \frac{Q_e}{Q_c} \cdot 100\% \tag{43}$$

Określa się zwykle dwa wskaźniki koncentracji robót wybierkowych:

U_o - koncentracja robót wybierkowych w oddziale, %,

U_k - koncentracja robót wybierkowych w kopalni, %.

Wskaźnik

$$\eta = 100 - U\ \% \tag{44}$$

określający udział robót przygotowawczych w ogólnym wydobyciu jest wskaźnikiem dekoncentracji robót wybierkowych.

Reasumując powyższe rozważania i opierając się na aktualnych danych Centralnego Ośrodka Informatyki Górnictwa (COIG), można przyjąć, że eksploatacja pokładów węgla przy kierowaniu stropu z zawałem jest opłacalna wtedy, gdy:

$$K_R < 0{,}46\ K_S \cdot N, \tag{45}$$

gdzie:

K_S - średni koszt wydobycia węgla przy kierowaniu stropu z zawałem i z obudową zmechanizowaną,

N - sumaryczna liczba ton przewidziana do wydobycia z pokładów pod rekultywowaną powierzchnię.

Dla zobrazowania całości omówionego zagadnienia przedstawiono schemat organizacji projektowania kopalni (rys. 2).

LITERATURA

1. CZOCHOSOWKI J.: Metodyka sterowania procesami inwenstycyjno-budowlanymi. Monografia 33. Wyższa Szkoła Inżynierska w Zielonej Górze, Gliwice 1985.
2. KOZDRÓJ M.: Organizacja produkcji górniczej. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1968.
3. PIWOWARSKI A., KLINICKA B.: Próba zastosowania analizy nakładów i wyników produkcji do kierowania gospodarstwem rolniczym. Inst. Bad. Syst. PAN, Warszawa 1983, z. 95.

Recenzent:
Prof. dr hab. inż. Wiktor Krawczyk

АНАЛИЗ СИСТЕМНОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ПОДРАБОТАННОЙ ВО ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ УГЛЯ

Р е з ю м е

В работе производится организационный и экономический анализ необходимых работ, связанных с концепцией, относящейся к системной выработке угля с обрушением с предварительной защитой поверхности перед экологической деградацией почвы и лесов, а также потребностью переноса индивидуальных хозяйств или даже поселков.

Инспирацией для этой публикации является разработка группой научных работников Силезского политехнического института под руководством профессора д.т.н. Е. Штелака, профессора д.т.н. М. Худка и профессора к.т.н. В. Сикоры новой модели шахты для Краковского-Силезского региона.

AN ANALYSIS OF SYSTEMIC RECLAMATION OF THE SURFACE REMOVED AS A RESULT OF COAL MINING

S u m m a r y

An organizational and economic analysis of the operations connected with the concept dealing with systemic extraction of coal with caving, with prior protecting of the surface against environmental degration of cultivated land and forests, and the need for displacement of individual households and even settlements, has been made. An inspiration for this publication is the elaboration made by a staff of science workers of the Silesian Technical University of a new model of colliery for the Krakow--Silesia region under the guidance of: prof. dr hab. eng. J. Sztelak, prof. dr eng. W. Sikora and prof. dr hab. eng. M. Chudek.