

Lech DOMAGAŁA, Zenon RÓŻAŃSKI
Politechnika Śląska, Gliwice

BEZPIECZNA TECHNOLOGIA EKSPLOATACJI ZWAŁOWISKA ODPADÓW POWĘGLOWYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono technologie prac związanych z eksploatacją materiału odpadowego zgromadzonego na zwałowisku odpadów powęglowych, z uwzględnieniem profilaktyki w zakresie zagrożenia pożarowego oraz zapylenia powietrza. Poszczególne etapy robót (przygotowanie, udostępnienie, wybieranie oraz rekultywacja techniczna) opisano na przykładzie eksploatacji centralnego zwałowiska Przezchlebie.

THE SAFE TECHNOLOGY OF EXPLOITATION OF THE COAL WASTES DUMP

Summary. This paper presents the technology work related to the exploitation of the waste material stored on the coal waste dump, including prevention of fire hazard and dustiness. Particular stages of works (preparation, opening out, winning and technical reclamation) is described on the example of the central dump Przezchlebie.

1. Wprowadzenie

Górnictwo węgla kamiennego wpływa na środowisko naturalne nawet przez wiele lat po likwidacji kopalń. W spadku po nim pozostają zdegradowane tereny związane z wystąpieniem deformacji powierzchni, likwidacją powierzchniowych i podziemnych obiektów górniczych, którym towarzyszyć może niekontrolowana emisja zanieczyszczeń pyłowych i gazowych, m.in. CO₂ i CH₄ [1,2]. Istotnym problemem związanym z zanieczyszczeniem wód i atmosfery są powstałe na skutek robót górniczych i przerobczych osadniki mułowe oraz składowiska odpadów powęglowych (często aktywne termicznie).

Z obiektów tych ma miejsce emisja gazów pożarowych i pyłu do atmosfery oraz szkodliwych substancji do wód powierzchniowych i podziemnych [1,3,4,5].

Poszukuje się skutecznych sposobów redukcji negatywnego wpływu na środowisko w odniesieniu do każdego z tych problemów. Dlatego także w gospodarce odpadami pochodzącymi z górnictwa węgla kamiennego od pewnego czasu pojawiają się nowe kierunki. Można zauważyć, że sytuacja w tej dziedzinie diametralnie się zmieniła w stosunku do tej z ubiegłego stulecia. Powszechną praktyką stało się wykorzystanie odpadów powęglowych w różnych dziedzinach gospodarki. Zapotrzebowanie na tego typu materiał występuje w drogownictwie, przemyśle ceramicznym, budownictwie i różnego typu robotach inżynierskich. Prowadzi się także odzysk węgla z odpadów, jeżeli jego udział jest znaczący (zwykle powyżej 10%). Zamiast nowych zwałowisk gromadzących skałę płonną, znikają już istniejące obiekty.

Eksploatacja materiału odpadowego zgromadzonego na zwałowiskach stanowi jednak także pewien problem środowiskowy. Ingerencja w częściowo zrehabilitowaną bryłę zwałowiska wiąże się ze wzrostem zagrożenia pożarowego oraz zapylenia powietrza. Ze względu na fakt lokalizacji większości zwałowisk opadów powęglowych znajdujących się na Górnym Śląsku w niewielkiej odległości od zabudowań mieszkalnych, istnieje uzasadniona społeczna obawa przed podejmowaniem wszelkich działań związanych z eksploatacją. Nieprawidłowa technologia wybierania materiału odpadowego może powodować rozwój zjawisk termicznych prowadzących do pożaru endogenicznego oraz nadmiernego zapylenia powietrza. Roboty należy zatem tak zaplanować i prowadzić, aby to ryzyko ograniczyć do minimum.

Niniejszy artykuł opisuje technologię eksploatacji zwałowiska odpadów powęglowych, uwzględniając wspomniane zagrożenia. Opisana technologia została opracowana na potrzeby eksploatacji centralnego zwałowiska odpadów powęglowych w Przechlebiu. Główne założenia i zasady realizacji prac mają jednak charakter uniwersalny i mogą być wykorzystywane na innych tego typu obiektach.

2. Ogólne zasady profilaktyki pożarowej podczas prac związanych z eksploatacją zwałowiska

Rozpoczęcie czynności związanych z eksploatacją materiału skalnego wiąże się z otwarciem bryły zwałowiska i naruszeniem jego struktury. Ułatwiony zostaje dostęp

powietrza do wnętrza obiektu, a więc wzrasta zagrożenie pożarowe. Zatem w trakcie eksploatacji konieczne jest prowadzenie działań pozwalających ograniczyć ryzyko samozapalenia.

Czynnikami ograniczającymi zagrożenie pożarowe podczas eksploatacji zwałowiska są:

- właściwy dobór usytuowania linii frontu,
- odpowiednie nachylenie oraz wysokość skarp na froncie urabiania, brak załomów krawędzi frontu (ograniczenie narażenia na spękania równoległe i poprzeczne oraz działanie czynników atmosferycznych, tj. wiatr i opady),
- właściwy dobór systemu odwadniania,
- właściwe odsłonięcie wnętrza bryły zwałowiska przez ściągnięcie odpowiedniej grubości nadkładu,
- unikanie głębokich wykopów i wierceń, ułatwiających dostęp powietrza do wnętrza,
- unikanie dłuższych przestojów frontu urabiania,
- zabezpieczenie pracujących maszyn przed wyciekami paliwa i oleju,
- zabezpieczenie prac z wykorzystaniem źródeł wysokiej temperatury (np. spawanie),
- prawidłowa rekultywacja techniczna docelowych skarp wyrobiska eksploatacyjnego z uwzględnieniem sprawdzonych metod profilaktyki pożarowej.

Naruszenie struktury hałdy eksploatacją powoduje powstanie szczelin pionowych i przenikanie wód opadowych do wnętrza, wywołując intensyfikację procesów samozagrzewania i niebezpieczeństwo samozapalenia. Postępowanie zmniejszające to ryzyko polega na utrzymywaniu łagodnych zakrzywień krawędzi na połączeniu skarp pól wydobywczych oraz dokładne zagęszczenie i uszczelnienie ich powierzchni.

Eksploatacja warstwami pozwala uniknąć powstawania na froncie urabiania wysokich skarp. Grubość warstwy nie powinna przekraczać 3 m. Linia frontu powinna mieć możliwie regularny, prostoliniowy kształt. Należy unikać przypadkowych zabiorów tworzących wcięcia, by odkrywana powierzchnia na linii frontu była możliwie najmniejsza.

Spąg ostatniej warstwy przygotowany pod zwałowanie nadkładu powinien być równo wybierany, z nierównościami nie większymi niż 0,3 metra, i dodatkowo wyrównany. Nachylenie części poziomej powinno być stałe dla równomiernego spływu wody, z nachyleniem 0,5%, i skierowane do rowów odwadniających.

Organizacja odstawy urobionego materiału skalnego powinna zapewniać możliwie szybki postęp frontu. Należy unikać postojów w urabianiu dłuższych niż trzy miesiące. Nierównomierny postęp frontu eksploatacji z dłuższymi przerwami powoduje zagrożenie samozapaleniem na zboczach warstw. Z tego powodu wymagana jest koncentracja robót na

pojedynczym froncie i utrzymywanie prostej linii frontu. Otwarcie drugiego frontu powoduje wzrost zagrożenia. Potrzeba długich postojów wiąże się z koniecznością wzmożonej obserwacji i monitoringu temperaturowego w otoczeniu pól eksploatacyjnych.

Należy unikać wykonywania głębokich wykopów i pozostawiania ich na dłuższy okres. Konieczność wykonania takich wykopów musi wiązać się z zasypaniem w możliwie krótkim czasie oraz zagęszczeniem przez wielokrotny przejazd koparki obsługującej prace w tym rejonie, a najlepiej walca wibracyjnego.

Należy przeprowadzać regularne przeglądy stanu maszyn i urządzeń pracujących w polach eksploatacyjnych, by uniknąć niekontrolowanych wycieków paliwa lub oleju, mogących ułatwić powstanie pożaru egzo- lub endogennego.

Rozpalanie ognisk w okresie zimy może łatwo doprowadzić do otwartego pożaru hałdy, szczególnie w miejscach, gdzie z kruszywem przemieszane są materiały palne.

Dla szybkiego wykrycia ewentualnych ognisk samozagrzewania zalecany jest okresowy pomiar temperatury materiału odpadowego w rejonie frontu eksploatacyjnego oraz powstałych skarp i w ich sąsiedztwie. Stwierdzenie aktywności termicznej związane będzie z koniecznością wybrania zagrzanego materiału i odstawy do odbiorcy. W przypadku braku takiej możliwości zagrzany materiał należy rozplantować na powierzchni w bezpiecznym miejscu, w celu wychłodzenia.

3. Ograniczenie pylenia podczas robót

Zapylenie powodowane przez wiatr w suchych okresach dłuższych niż jeden tydzień jest uciążliwym czynnikiem dla mieszkańców osiedli w sąsiedztwie zwałowisk. Powstaje ono w czasie robót wydobywczych we wnętrzu odkrywki i zależy głównie od technologii urabiania i ładowania. Można przyjąć, że dla stałego natężenia strumienia urobku wspomniane zapylenie będzie się utrzymywać na stałym poziomie i jego ograniczenie będzie wymagało zastosowania dodatkowych środków, takich jak zraszanie powierzchni, stosowanie środków zmniejszających napięcie powierzchniowe czy też stosowanie iniekcji skarp zabierki i inne.

Stopień zmiennego zapylenia w otoczeniu hałdy można ograniczyć, uwzględniając w procesie planowania i prowadzenia wybierania materiału czynniki typowo eksploatacyjne, takie jak:

- orientacja frontu eksploatacyjnego względem stron świata,

- kierunek postępu frontu,
- liczna i grubość wybieranych warstw,
- ukształtowanie linii frontu i granicznych zboczy skarp,
- zwałowanie nadkładu,
- prowadzenie robót przygotowawczych,
- przebieg dróg odstawy i zwałowania.

Zorientowanie frontu eksploatacyjnego względem stron świata, uwzględniające najczęstszy kierunek wiatru (w naszym regionie przeważnie jest to wiatr zachodni) i lokalizację osiedli mieszkaniowych, ma na celu zmniejszenie możliwości rozprzestrzeniania się zapylenia w ich kierunku.

Wklęsłe ukształtowanie i postęp frontu w kierunku zachodnim pomagają stworzyć strefę ograniczającą powstawanie obszarów silnych zawirowań. Ogranicza to wzniesienie pyłu oraz zmniejsza ryzyko samozapalenia w wyniku nadmiernej aeracji zboczy skarp.

W czasie wybierania hałdy należy przestrzegać zasad odnośnie do budowy i usytuowania dróg odstawy i zwałowania. Drogi sprzyjają powstawaniu nadmiernych ilości pyłu i kurzu, a intensywny ruch pojazdów powiększa obszar zapylenia. Z tego powodu główne drogi odstawy powinny podlegać utwardzeniu i okresowym naprawom, a drogi wewnętrzne stabilizacji materiałem skalnym hałdy. Drogom głównym powinny towarzyszyć rowy odwadniające, a drogom wewnętrznym płytki ściek. Brak rowów i okresowe zalewanie powierzchni drogi powoduje po wyschnięciu powierzchni znaczny wzrost zapylenia.

4. Bezpieczna eksploatacja materiału odpadowego na przykładzie centralnego zwałowiska Przechlebie

4.1. Charakterystyka centralnego zwałowiska Przechlebie

Centralne zwałowisko odpadów powęglowych, zwane hałdą Przechlebie, znajduje się na terenie gminy Zbrośławice (12 km na północ od Gliwic). Powierzchnia, jaką zajmuje, to około 150 ha. Hałdę od stron południowej i zachodniej otacza pas zieleni o wysokości dochodzącej do 15 m. Jest to zwałowisko podpoziomowo-nadpoziomowe, powstałe w miejscu wyrobiska po byłej piaskowni, która do 1955 roku była źródłem piasków podsadzkowych. Po zakończeniu eksploatacji piasku wyrobisko zostało zalane wodą i było miejscem wypoczynku i rekreacji. Od 1965 roku w miejscu sztucznych stawów rozpoczęto

składowanie odpadów powęglowych. Odpady dowożone były z kopalń Bobrek, Makoszowy, Pstrowski, Krupiński, Zabrze i Gliwice, a od 1973 roku na zwałowisko trafiały także pyły z elektrowni Rybnik. Składowanie pyłów zakończono w 1990 roku, a odpadów kopalnianych w 1999 roku [7].

Materiał budujący wierzchnią warstwę hałdy to przede wszystkim ciężki, ubogi w przerosty łupek ilasty, w mniejszych ilościach łupek piaszczysty, piaskowiec i dolomit. Na powierzchni znajdował się materiał zwietrzały i po rozkładzie, często przemieszany z popiołami, gliną piaszczystą i glebą. Materiały technologiczne to niewielkie ilości taśm przenośników, gruz, niewielka ilość odpadów drewnianych. Materiałów przepalonych i innych produktów po paleniu nie stwierdzono [9].

W pierwszym etapie do eksploatacji materiału skalnego przewidziano działkę nr 9, zlokalizowaną w centralnej części zwałowiska i stanowiącą zaledwie 10% całej jej powierzchni. Przeprowadzone badania próbek materiału z tego rejonu hałdy wykazały, że ze względu na własności geotechniczne może być on wykorzystany do robót inżynieryjno-drogowych. Ocena właściwości chemicznych pod względem zawartości metali, składu chemicznego wyciągu wodnego oraz naturalnych radionuklidów wykazała, że materiał z hałdy w przypadku jego zagospodarowania nie będzie negatywnie oddziaływał na środowisko i może być bezpiecznie wykorzystywany do prac inżynieryjnych, niwelacji lub rekultywacji oraz utwardzania powierzchni na terenach rolnych, leśnych i zurbanizowanych grupy B oraz użytkowanych w kierunkach przemysłowym i komunikacyjnym grupy C, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z 9 września 2002 r., w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi [7].

Prowadzona w przeszłości w kierunku leśnym rekultywacja części zwałowiska nie objęła wspomnianej działki nr 9. Powierzchnię zwałowiska w jej obszarze, na wierzchowinie oraz skarpach, pokrywała przypadkowa roślinność o zróżnicowanym zagęszczeniu. Obserwowano tu głównie rośliny niskie, m.in. krzewy, trawy, mietlicę i chwasty. W kilku rejonach występowały zadrzewienia – głównie akacje, brzozy oraz pojedyncze sosny. Występowały także licznie miejsca o bardzo ubogiej pokrywie roślinnej. Na wierzchowinie oraz wzdłuż krawędzi skarpy rozciągają się rowy odwadniające. Najbardziej wysuniętą na południe część parceli stanowi część osadnika mułu i pyłów z elektrowni [9].

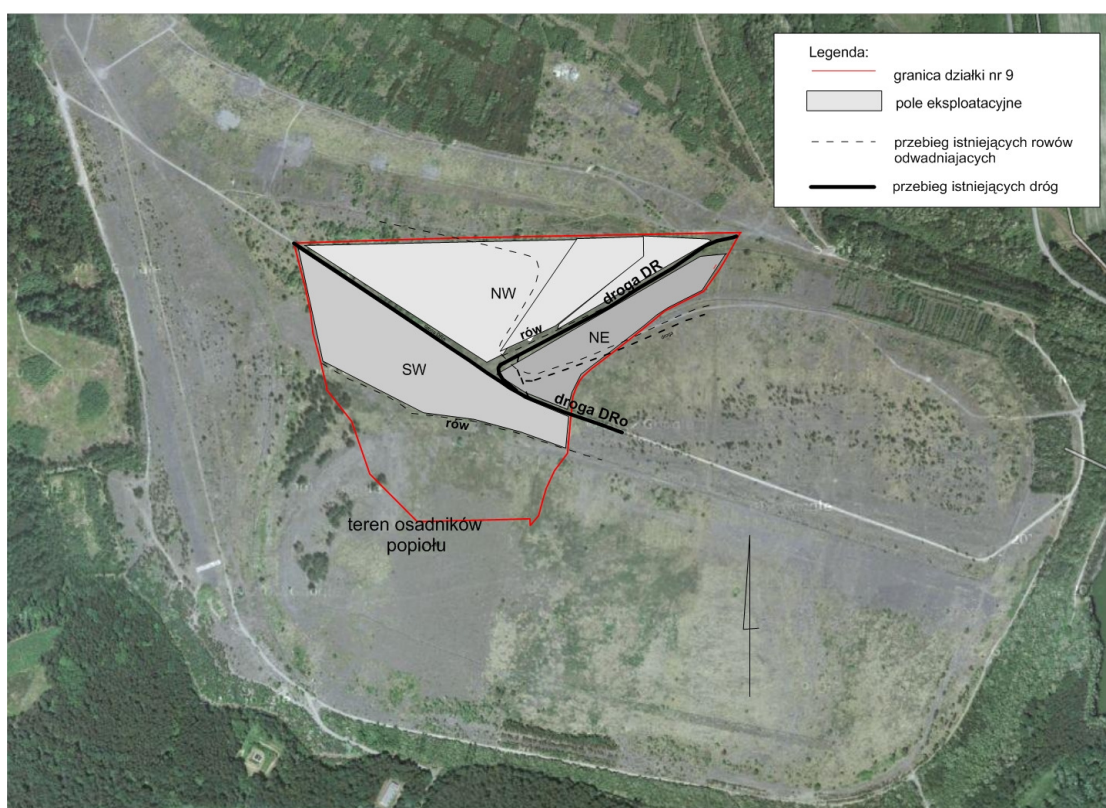
4.2. Technologia eksploatacji

Organizacja robót związanych z eksploatacją już na etapie planowania powinna uwzględniać profilaktykę pożarową i przewidywany sposób rekultywacji technicznej. Sposób prowadzenia prac eksploatacyjnych na hałdzie Przezchlebie warunkowany był możliwością ponownego wykorzystania warstwy nadkładu, który ze względu na swoje własności (duży stopień zwiertzenia oraz przemieszanie z materiałem ziemnym) mógłby zostać wykorzystany w pracach rekultywacyjnych. Tego typu działanie pozwala ograniczyć ilość mas ziemnych dowożonych na potrzeby rekultywacji i uniknąć dodatkowych nakładów finansowych.

W obrębie parceli nr 9 wydzielono trzy pola eksploatacyjne z możliwością prowadzenia odrębnego wydobywania (rys.1):

- pole południowo-zachodnie (SW) o powierzchni ok. 3,8 ha,
- pole północno-zachodnie (NW) o powierzchni ok. 5,1 ha,
- pole północno-wschodnie (NE) o powierzchni ok. 1,85 ha.

Wszystkie pola łączą się z główną drogą odstawy oznaczonej na rys. 1 jako DR. Eksploatacja nie obejmuje południowej części parceli nr 9 ze względu na znajdujące się tam osadniki pyłów z elektrowni.



Rys. 1. Widok zwałowiska Przezchlebie z polami eksploatacyjnymi w obrębie działki nr 9 (wykorzystano mapę z portalu: maps.google.pl)

Fig. 1. View of the Przezchlebie dump with exploitation fields within the plot no. 9 (source: maps.google.pl)

Odłożenie warstwy nadkładu z całej powierzchni hałdy w celu wykorzystania do późniejszej rekultywacji byłoby nieefektywne i trudne do realizacji z powodu potrzeby dużej powierzchni składowania i wydłużenia dróg transportu. Najszybsze uzyskanie wymaganej ilości surowca skalnego przy minimalnych nakładach umożliwiają prace w polu SW, głównie z powodu łatwego przygotowania wystarczającej powierzchni pod zwałowanie nadkładu na najniższym, docelowym poziomie eksploatacji (poziom osadników mułu i pyłów). W związku z tym, eksploatacja rozpoczyna się od robót w polu SW i na przykładzie tego pola przedstawiono technologię prac. Roboty eksploatacyjne podzielono na kolejne etapy scharakteryzowane poniżej.

4.2.1. Przygotowania wstępne

Wstępne prace polegają na wytyczaniu dróg dojazdowych i odstawy urobku oraz przeniesieniu dróg istniejących na powierzchni działki na nowe miejsce w celu zapewnienia ciągłości odstawy wybieranego materiału i ciągłości systemu odwodnienia.

4.2.2. Roboty przygotowawcze – zdejmowanie nadkładu, powierzchniowe zwałowanie nadkładu

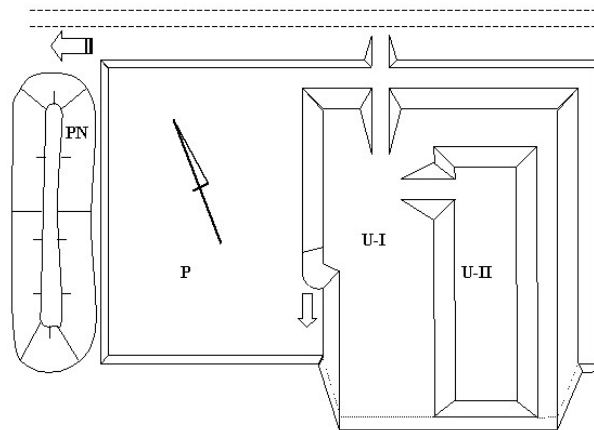
Roboty przygotowawcze ograniczają się do zdjęcia warstwy nadkładu o grubości od 0,3 do 1,5 m i składowania go na wierzchowinie zwałowiska. Usunięcie nadkładu następuje w kierunku postępu frontu, na długości większej o połowę od długości wstępnych robót udostępniających, to znaczy co najmniej 60 m (rys. 2 – powierzchnie P + U-I + U-II). Zwałowanie nadpoziomowe PN prowadzone jest w kierunku postępu przyszłego frontu eksploatacyjnego na zachód. Dla skrócenia dróg transportu, pas nadkładu od strony południowej może być zdjęty jedynie na powierzchni udostępnienia wstępnego U-I i U-II, natomiast pozostałą część P można usuwać w miarę postępu frontu, po wykonaniu południowego wykopu dla drogi zwałowania.

Prowadzenie robót przygotowawczych przewidziane jest tylko w niezbędnym zakresie. Polega ono na zdejmowaniu nadkładu i zwałowaniu nadpoziomowym przed frontem jedynie ilości zapewniającej ciągłość odstawy na podpoziom – na spąg ostatniej warstwy. Ogranicza to powierzchnię pyłącą na wierzchowinie. Zwilżanie materiału nadkładu po zwałowaniu i w czasie wyrównania na spągu ostatniej warstwy pomaga skutecznie zapobiec pyleniu i pozwala na przyspieszoną odnowę biologiczną.

4.2.3. Roboty udostępniające

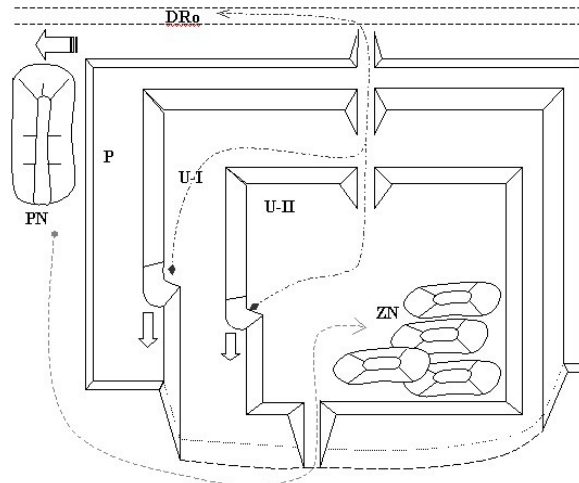
Ten etap prac obejmuje wykonanie wciniek i wykopów udostępnienia: wstępnego, pierwszej warstwy i kolejnych warstw wybierania. Przyjęto, jako odpowiednie, udostępnienie przygraniczne przy bliższej granicy oraz schemat wybierania jednoskrzydłowego z równoległym postępowaniem frontu robót i urabianiem boczno zabierkowym (rys. 3). Liczba warstw jest uzależniona od miąższości materiału. W części wschodniej pola SW mogą to być dwie warstwy, ponieważ miąższość nie przekracza 6 m, a nadkład 1,5 m (rys. 4).

Wykop udostępnienia wstępnego znajduje się po stronie północnej i stanowi połączenie z drogą DRo. Udostępnia on poziom robót przygotowawczych P i kolejno, poprzez wykop, pochylnię poziom pierwszej warstwy U-I, a następnie poziom warstwy drugiej U-II, stanowiącej przyszłą powierzchnię zwałowania podziemnego. Poszerzenie warstwy U-II umożliwia wykonanie wykopu drogi zwałowania po stronie południowej.



Rys. 2. Udostępnienie wstępne warstw U-I, U-II, roboty przygotowawcze P oraz zwałowanie nadpoziomowe nadkładu PN (strzałki pokazują kierunek postępu frontu eksploatacyjnego i zabierki)

Fig. 2. Initial opening out UI, U-II, P layers, preparatory works and overlevel dumping of overburden PN (arrows show the direction of progress of exploitation front and shortwall)



Rys. 3. Udostępnienie warstw U-I, U-II wykopami i pochylniami oraz zwałowanie podziemne nadkładu ZN na spągę najniższej warstwy

Fig. 3. Opening out of UI U-II layer by excavations and ramps and sublevel dumping of overburden on the ZN floor of lowest layer

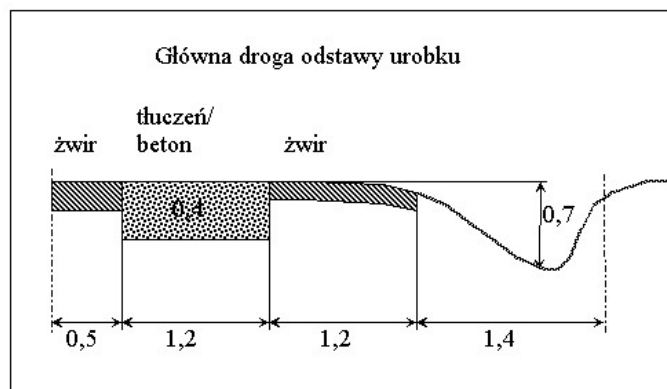


Rys. 4. Wyrobisko eksploatacyjne w polu SW

Fig. 4. The excavation in SW field

4.2.4. Wykonanie i utwardzenie dróg odstawy oraz odwodnienie

Wykonanie i utwardzenie dróg odstawy urobku przez przygotowane wykopy oraz dróg zwałowania nadkładu umożliwiają szybsze i tańsze prowadzenie prac. Na poszczególnych poziomach eksploatacyjnych drogi mają charakter tymczasowy i nie wymagają utwardzenia. Drogi w wykopach udostępniających powinny zostać wysypane kruszywem z materiału hałdy, bez domieszki gliny i iłów. Główna droga odstawy urobku (na planie sytuacyjnym oznaczona jako DR – rys.1) na odcinku pochyłym powinna mieć ulepszoną nawierzchnię i poszerzenia co 100-150 m dla wymijania i ułatwienia ruchu w okresie zimowym. Sposób przygotowania pasa ruchu i wymiary przedstawia rys. 5.



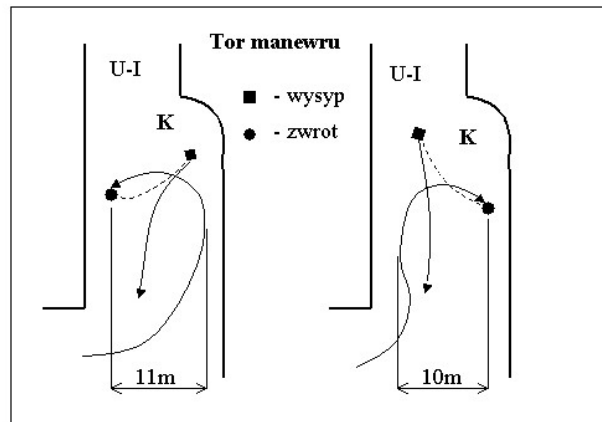
Rys. 5. Sposób wykonania głównej drogi odstawy urobku DR
 Fig. 5. Way of performance the main road haulage DR

Odwodnienie wybieranych warstw dotyczy jedynie wód opadowych i nie wymaga dodatkowych prac związanych z drenażem. Przyjęto, że wystarczające jest 2-procentowe nachylenie spągu każdej warstwy od czoła frontu w kierunku warstwy głębszej, a z warstwy najgłębszej w kierunku do zbocza hałdy. W przypadku pola SW południowy wykop drogi zwałowania ma równocześnie funkcję odwadniającą i dlatego powinien być wykonany z nachyleniem dla spływu wody aż do zbocza hałdy. W przypadku pozostałych pól, eksploatacja będzie prowadzona od zbocza do wnętrza hałdy, co nie wymaga dodatkowych zabiegów odwadniających.

4.2.5. Roboty wydobywcze

Roboty wydobywcze z urabianiem boczno zabierkowym mogą być prowadzone na każdym z poziomów, w zależności od możliwości transportowych, tak aby zapewnić równoległy postęp frontu wszystkich warstw. Kierunek urabiania w zabierkach jest poprzeczny do kierunku postępu frontu. Zabierka warstwy niższej może wyprzedzać zabierkę warstwy wyższej co najwyżej o szerokość zabierki i jedynie przy kierunku odstawy przeciwnym do kierunku postępu zabierki (rys. 3). W przeciwnym wypadku zabierka wyższa powinna wyprzedzać niższą co najmniej o pięć szerokości i nie powinna się z nią zrównać. Dzięki temu można utrzymać stałą szerokość warstwy i wystarczającą stateczność spągu warstwy. Przekrój poprzeczny dla eksploatacji prowadzonej na cztery warstwy w fazie kształtowania zboczy skarp do rekultywacji przedstawia rys. 6. Szerokość półki warstwy zależy od miąższości warstwy oraz od posiadanych maszyn urabiających i środków odstawy urobku. Ze względu na urabianie koparkami łyżkowymi i odstawę samochodami, całkowita szerokość między krawędziami warstw podczas eksploatacji nie powinna być mniejsza niż

17,5 m, w tym szerokość toru manewrowego – 11 m, skrajni – 2 m i pochylenia czoła warstwy – 4,5 m. Podczas kształtowania zboczy skarp do rekultywacji można ją zawęzić do 15 m. Tor manewrowania w warstwie pierwszej przedstawia rys. 6.



Rys. 6. Tor manewrowania (przykład dla warstwy U-I)
Fig. 6. The track maneuvering (example for U-I layer)

4.2.6. Zwałowanie nadkładu wewnętrzne

Zwałowanie nadkładu wewnętrzne, z przygotowaniem do rekultywacji, prowadzone jest po wybraniu najniższej warstwy kończącej eksploatację (rys. 3). Postęp zwałowania ma kierunek zgodny z kierunkiem frontu i jest prowadzony równoległe. Nadkład jest zwałowany na wystarczająco zwięzłym spągu dolnej warstwy, dlatego powinien zostać rozłożony równomiernie i wstępnie wyrównany, stanowiąc początek fazy technicznej rekultywacji. W polu SW łatwe odsłonięcie spągu ostatniej warstwy pozwala uniknąć dodatkowych kosztów na odległe zwałowanie i pośrednie przemieszczanie materiału nadkładu.

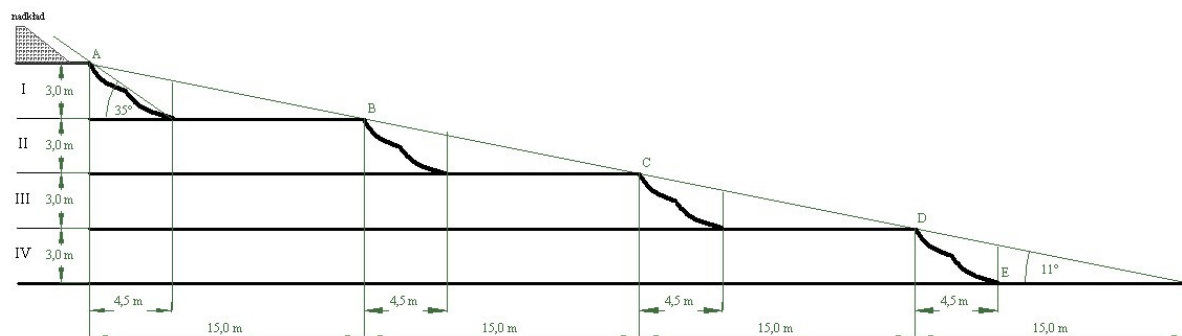
Zwałowanie zgodne z kierunkiem frontu, prowadzone równoległe na spągu ostatniej warstwy w miarę postępu frontu i bez zwałowania pośredniego, zapewnia równomierne pokrycie powierzchni. Brak zwałowania pośredniego nie powoduje nadmiernego przesuszenia nadkładu i eliminuje prawie całkowicie pylenie.

4.2.7. Kształtowanie skarp zewnętrznych

W efekcie wybrania materiału odpadowego w obszarze parceli nr 9 powstaje wyrobisko, którego skarpy wymagają ukształtowania pozwalającego zminimalizować możliwość zapoczątkowania samozagrzewania. Dąży się w tym celu do uzyskania łagodnego nachylenia skarpy i uszczelnienia jej powierzchni.

Rozpoczęcie tworzenia skarp zewnętrznych polega na przygotowaniu odpowiedniej objętości nadkładu na zwałach nadpoziomowych przed czołem frontu, wystarczającej do

pokrycia zboczy skarp. Kształtowanie skarp zewnętrznych zaczyna się po dotarciu czoła warstwy pierwszej do końca wybiegu – punkt A (rys. 7). Wybieranie w warstwie drugiej jest prowadzone do chwili, kiedy krawędź warstwy drugiej – punkt B – utworzy z pierwszą kąt 11° z dokładnością $\pm 0,5^\circ$. Kolejne zatrzymywanie postępu warstw – punkty C i D – aż do zatrzymania frontu utworzy stok o nachyleniu w stosunku 1:5. Wyrównanie krawędzi warstw w kierunku z góry w dół i odpowiednie zagęszczenie zsypu utworzą powierzchnię skarpy pod rekultywację. Przy grubości warstwy 3 m zasięg skarpy dla czterech warstw wyniesie 60 m.



Rys. 7. Przekrój poprzeczny w przypadku eksploatacji prowadzonej na cztery warstwy w fazie kształtowania zboczy skarp

Fig. 7. The cross-section for the operation carried out on the four layers in the phase of forming slopes

4.2.8. Odtworzenie systemu odwadniania

Odtworzenie systemu odwadniania w części południowej pola SW wymaga przeniesienia istniejącego rowu w kierunku południowym na odległość od 30 do 50 m. Połączenie z istniejącym rowem jest możliwe tylko od strony zachodniej. Połączenie po stronie wschodniej nastąpi po wybraniu parceli numer 10 (parcela sąsiadująca od strony wschodniej) i podobnym przesunięciu istniejącego tam rowu. Działania w tym zakresie powinny być skoordynowane.

4.2.9. Rekultywacja techniczna powierzchni

Sposób rekultywacji technicznej powierzchni hałdy w części południowej pola SW, od strony przygotowań, jest zgodny z opisem w punktach 4.2.6 i 4.2.7. Jak wspomniano wcześniej, znajdująca się na powierzchni hałdy, warstwa materiału nadkładu zawiera silnie rozdrobniony i zwiertzały materiał hałdy, zmieszany z gliną, glebą piaszczystą, materią organiczną i częściowo z popiołami. Nadaje się ona do ulepszenia powierzchni i stworzenia nowej warstwy pod rekultywację końcową. W przypadku braku zamiarów eksploatacji

w najbliższej przyszłości sąsiednich działek, ukształtowane skarpy powstałego wyrobiska powinny być odpowiednio zabezpieczone przed możliwością samozapalenia. W takim wypadku wyrównywanie krawędzi warstw, o których mowa w pkt. 4.2.7, należy prowadzić warstwowo. Nadkład przygotowany do pokrycia skarp powinien być zgarniany z góry w dół warstwami nie grubszymi niż 1,0 m, każdorazowo zagęszczanymi walcem wibracyjnym. Zaleca się co najmniej 5-krotny przejazd walca wibracyjnego okołkowanego o masie 7-12 ton oraz sile wymuszającej nie mniejszej niż 200 kN (ok. 20 ton). W ten sposób uzyskana powierzchniowa warstwa powinna charakteryzować się wskaźnikiem zagęszczenia nie mniejszym niż $I_s = 0,95$ i stanowić istotne ograniczenie dla możliwości napowietrzania skarpy.

5. Podsumowanie

Opracowana i w szerokim zakresie zastosowana technologia eksploatacji na hałdzie Przezchlebie pozwoliła na bezpieczny przebieg robót związanych z odzyskiem odpadów z tego obiektu w latach 2010-2011 [7]. Powołany przez wójta gminy Zbrośławice Zakład Eksploatacji Hałdy Przezchlebie Sp. z o.o., wykorzystując dogodne położenie hałdy w stosunku do budowanej autostrady A1 (odległość ok. 3 km, transport materiału z hałdy drogami technologicznymi, niekolidującymi z drogami publicznymi), pozyskał kontrahentów na odbiór odpadów powęglowych. Eksploatacja odpadów powęglowych z hałdy prowadzona była za pomocą ładowarek kołowych i koparek. Urobiony materiał ładowany był bezpośrednio na samochody i transportowany drogami technologicznymi w rejon budowanej autostrady A1 – odcinek Piekary Śląskie - Maciejów. Odzysk odpadów polegał na wykorzystaniu ich do wypełniania i utwardzania terenów niekorzystnie ukształtowanych w rejonie budowy, przebudowy dróg oraz do formowania nasypów drogowych.

W 2010 roku wyeksploatowano i przetransportowano do odzysku na budowanej autostradzie A1 ok. 400 tys. Mg odpadów powęglowych. Obecnie planowana jest eksploatacja w rejonie kolejnej parceli, sąsiadującej z działką nr 9. Rozważana jest także możliwość odzysku węgla z odpadów zgromadzonych na zwałowisku Przezchlebie.

W trakcie eksploatacji zwałowiska oraz po jej zaprzestaniu przeprowadzone badania stanu termicznego potwierdziły brak aktywności termicznej w rejonie wyrobisk eksploatacyjnych oraz pozostałej części zwałowiska [8,10]. Roboty związane z wybieraniem

materiału odpadowego oraz jego transport zorganizowany z dala od zabudowań mieszkalnych nie powodowały także uciążliwości wywołanych nadmiernym zapyleniem.

BIBLIOGRAFIA

1. Sułkowski J., Drenda J., Różański Z., Wrona P.: Noticed in mining areas, environmental hazard connected with outflow of gases from abandoned mines and with spontaneous ignition of coal waste dumps. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, t. 24, z. 3/1, Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków 2008.
2. Sułkowski J., Wrona P.: Emisja CO₂ do atmosfery ze zlikwidowanego szybu kopalnianego na terenie Zabrze. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Górnictwo*, z. 271, Gliwice 2006.
3. Wrona P.: The method of estimation of gas hazard near abandoned coal mine shaft. *Wiadomości Górnicze*, nr 5/2010.
4. Drenda J., Różański Z., Słota K., Wrona P.: Zagrożenie pożarowe na zwałowiskach odpadów powęglowych. *Górnictwo i Geoinżynieria – Kwartalnik AGH – Polski Kongres Górniczy 19-21.09.2007 r.*, Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Techniczne AGH, Kraków 2007.
5. Różański Z.: The potential gas emission from a thermally active coal waste dump. *Kwartalnik Górnictwo i Geologia*, t. 4, z. 3. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2009.
6. Suponik T.: Możliwości ochrony rzeki Przemszy oraz Rowu Murckowskiego przed zanieczyszczeniami ze składowisk odpadów górnictwa węgla. *Przegląd Górniczy*, t. 67, nr 7/8, 2011.
7. Drenda J., Domagała L., Różański Z., Poloczek M., Bujok A.: Eksploatacja i możliwości zagospodarowania centralnego zwałowiska odpadów powęglowych Przezchlebie w gminie Zbroślawice. *Kwartalnik Górnictwo i Geologia*, t. 6, z. 2, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.
8. Domagała L., Różański Z., Jendruś R.: Ekspertyza stanu termicznego zwałowiska odpadów powęglowych w związku z prowadzoną eksploatacją materiału z hałdy w Przezchlebie w obrębie działki nr 9. Gliwice 2010 (niepublikowana).
9. Drenda J., Domagała L., Mzyk T., Różański Z.: Technologia wykonania robót zapobiegających powstaniu zapożarowania hałdy w związku z eksploatacją zwałowanego materiału na działce nr 9 km 4 obręb Przezchlebie. Gliwice 2010 (niepublikowana).
10. Kulawik A.: Możliwości wykorzystania odpadów wydobywczych z górnictwa węgla kamiennego na przykładzie centralnego zwałowiska Przezchlebie. Praca dyplomowa magisterska, Politechnika Śląska, Gliwice 2011 (niepublikowana).

Abstract

Exploitation of coal waste dump causes increase of fire hazard and dustiness. Described exploitation technology permits to reduce this hazards and takes into consideration the most important elements:

- proper selection of location of the exploitation front line,
- appropriate inclination and height of excavation slopes, no front edge bends,
- proper selection of the drainage system,

- proper uncovering of the interior of body dump by the appropriate thickness of the overburden removing,
- avoidance of deep excavations and drilling that facilitate air access to the dump interior,
- protection of working machines against fuel and oil spills,
- proper protection of the works using high-temperature sources,
- proper technical reclamation of the pit slopes including the proven methods of fire prevention.

The degree of dustiness in the surroundings of dump can be reduced by taking into account typically exploitation factors such as:

- orientation of the excavation face in relation to the most often wind direction,
- direction of progress of the exploitation front,
- the number and thickness of exploitation layers,
- shape of the front line and boundary slopes,
- dumping of overburden, - carrying out preparatory work,
- course of road of the waste material haulage and the overburden dumping .

The described technology was developed for exploitation of the central coal waste dump in the Przezchlebie. However the main objectives and principles of the work are universal and can be used for other similar objects.