

# Diagnostyka procesu odkrywkowej eksploatacji złoża węgla brunatnego

## Diagnostics of opencast brown coal deposit exploitation process



Prof. dr hab. inż. Wiesław Kozioł<sup>\*)</sup>



Mgr inż. Tadeusz Kaczarewski<sup>\*\*)</sup>

**Treść:** W artykule przedstawiono założenia systemu diagnozowania procesu odkrywkowej eksploatacji złoża węgla brunatnego przy zarządzaniu poprzez cele i w nawiązaniu do ogólnych zasad zarządzania jakością procesów według norm ISO. Proponowany system może się istotnie przyczynić do efektywnego zarządzania ryzykiem oraz skutecznego przeciwdziałania potencjalnym zagrożeniom technicznym i biznesowym, które towarzyszą takim bardzo rozległym, kosztownym i długotrwałym procesom. W tworzeniu systemu wykorzystano dobre praktyki oraz wzięto pod uwagę skutki niedostatecznego diagnozowania procesów w kopalniach.

**Abstract:** This paper presents assumptions of diagnostic system of managing brown coal opencast exploitation process by objectives and with reference to the general principles of quality management processes, according to the ISO standards. The proposed system can significantly contribute to effective risk management and effective action against potential technical and business threats that accompany such a very extensive, costly and lengthy process. To design the system, good practices were used and the effects of insufficient diagnostics of the processes in mines were taken into account.

### Słowa kluczowe:

eksploatacja odkrywkowa, węgiel brunatny, zarządzanie jakością, diagnostyka procesu

### Key words:

opencast exploitation, brown coal, quality management, process diagnostics

### 1. Ogólna definicja i charakterystyka Procesu Głównego odkrywkowej eksploatacji złoża węgla brunatnego

Główny proces eksploatacji odkrywkowej złoża węgla brunatnego (dalej „PG”) można zdefiniować, jako zbiór zintegrowanych procesów niższego rzędu, obejmujących:

- planowanie i projektowanie PG,
- zapewnienie koncesji i odpowiednich decyzji administracyjnych,
- przygotowanie obsługi geologicznej i mierniczej PG,
- bieżące zarządzanie ruchem zakładu górniczego i nadzorowanie PG,
- odwodnienie złoża i inżynierskie przygotowanie obszaru eksploatacji,
- zdejmowanie, transport i zwałowanie nadkładu oraz kopaliny towarzyszących,
- urabianie, transport i magazynowanie węgla dostarczanego do elektrowni,
- dostarczanie węgla i kopaliny towarzyszących do dodatkowej sprzedaży poza elektrownię,
- bieżące utrzymanie układu technologicznego KTZ i układów towarzyszących, tj. odwodnienia, zasilania w energię, zapewnienie sprzętu pomocniczego,
- ratownictwo, zabezpieczenie BHP i ochrona ppoż. zakładu górniczego.

Proces PG przebiega w sposób ciągły, w fazach: planowania, przygotowania, realizacji wydobycia oraz monitorowania, rozliczania i wnioskowania zmian. Jakość procesu ma zasadniczy wpływ na powiązane z nim funkcjonalnie, liczne procesy realizowane w jego bezpośrednim otoczeniu, w tym:

- wytwarzanie energii elektrycznej w skojarzonej elektrowni,
- inwestycje modernizacyjno-odtworzeniowe majątku produkcyjnego,
- ochronę środowiska.

Najbardziej istotne warunki realizacji i cechy analizowanego PG można scharakteryzować następująco:

- 1) Dynamicznie operuje się znacznymi masami górotworu w ograniczonej przestrzeni. Corocznie przemieszcza się 60÷100 mln m<sup>3</sup> na powierzchni 50÷100 km<sup>2</sup>, ze znaczącą ingerencją w:

<sup>\*)</sup> AGH w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii <sup>\*\*)</sup> PGE GiEK, Oddział KWB Turów

- dotychczasowe przeznaczenie i infrastrukturę powierzchni,
  - pierwotne układy statyczne górotworu,
  - ekosystem, w tym w stosunki wodne w górotworze i na powierzchni terenu górniczego.
- W większości są to zmiany nieodwracalne, przy odpowiednio starannym podejściu, mogą być korzystne.
- 2) Uzyskiwanie planowanych zdolności wydobywczych i permanentne udostępnianie zasobów węgla wymaga długiego czasu przygotowania, a następnie wyprzedzenia w aspektach:
    - formalnoprawnych,
    - budowy i odtwarzania układów technologicznych i niezbędnej infrastruktury,
    - odwadniania górotworu,
    - nabywania i przygotowania powierzchni,
    - wyprzedzającego zdejmowania nadkładu.
 Zaburzenie właściwego rytmu i harmonogramu tych działań grozi bardzo kosztownymi, a nawet nieodwracalnymi skutkami dla efektywności technicznej i ekonomicznej PG.
  - 3) Bardzo kapitałochłonne i czasochłonne są inwestycje początkowe i modernizacyjno-odtworzeniowe w majątku produkcyjnym (w przykładowej kopalni to średnio 250÷300 mln zł/rok). Rozbieżności planów i realizacji procesów inwestycyjnych z rzeczywistymi potrzebami PG może z jednej strony nadmiernie mnożyć jego koszty, a z drugiej strony prowadzić do obniżenia jego efektywności technicznej.
  - 4) Wysokie są koszty PG (w przykładowej kopalni to ok. 850 mln zł/rok), a zatem ich optymalizacja może przynosić znaczące efekty finansowe, poprzez zapobieganie nadmiernym kosztom wskutek ewentualnych nieprawidłowości w przebiegu PG. Istotne jest także zapobieganie braku dofinansowania istotnych elementów PG, decydujących o jego efektywności.
  - 5) Zakres oddziaływania PG na środowisko jest szeroki zarówno pod względem ilości czynników oddziaływania, jak i skali potencjalnie niekorzystnych zmian. Minimalizowanie zmian w tych aspektach można osiągać poprzez odpowiednio staranne kształtowanie przebiegu PG.
  - 6) Poszczególne kopalnie odkrywkowe węgla brunatnego, przy ok. 10÷40 mln Mg rocznego wydobycia, są istotnymi elementami krajowego systemu energetycznego (8÷40 % paliwa umownego). Zapewnienie pewności realizowanych w nich PG jest zatem bardzo ważne dla gospodarki kraju i regionów, w których funkcjonuje energetyka oparta na węglu brunatnym. Przykładowa kopalnia generuje roczne przychody na poziomie 1 mld złotych i daje zatrudnienie kilku tysiącom osób. Kooperuje z wieloma przedsiębiorcami. Efektywność PG jest więc ważnym stabilizatorem znacznego obszaru gospodarki.
  - 7) Strategiczne zarządzanie PG wymaga decyzji generujących często wysokie nakłady inwestycyjne, wysokie koszty i niekiedy nieodwracalne skutki techniczne. Dla prawidłowego przygotowania takich decyzji konieczna jest dokładna i usystematyzowana wiedza o dotychczasowym przebiegu oraz o aktualnej i przyszłej kondycji technicznej i ekonomicznej PG.
  - 8) W PG, podobnie jak w każdym złożonym procesie technicznym, występują liczne czynniki i zdarzenia zagrażające jego planowemu przebiegowi, które zwłaszcza w górnictwie stwarzają ryzyko dla wielkości, niezawodności i jakości dostaw węgla do elektrowni. Pewność i bezpieczeństwo PG są zatem niezwykle ważne dla przedsiębiorcy górniczego oraz dla jego szerokiego otoczenia społecznego i gospodarczego.

## 2. Kompleksowa diagnostyka Procesu Głównego

Z powyższych warunków i cech wynika, że istotne znaczenie dla bezpieczeństwa technicznego i biznesowego oraz efektywności PG ma zarządzanie jego jakością [5], na podstawie bieżącej oceny aktualnej oraz przyszłej sprawności.

Obecnie systematyczne monitorowanie PG w poszczególnych kopalniach obejmuje wyłącznie niektóre kierunki (branże) i elementy podprocesów. Jest to monitoring nie w pełni usystematyzowany i nie zawsze dostatecznie skoordynowany. Istnieje zatem ryzyko generowania sytuacji kryzysowych w obszarach będących poza systematyczną kontrolą. W przypadku nałożenia się niekorzystnych okoliczności, istnieje realne ryzyko poważnego zakłócenia zaplanowanych wielkości i jakości dostaw węgla, nadmiernego wzrostu kosztów, czy też niedopuszczalnego oddziaływania na środowisko, co w przeszłości już wielokrotnie miało miejsce [3].

Zapewnienie ciągłości, niezawodności, efektywności i bezpieczeństwa PG wymaga zatem obiektywnej, kompleksowej i operatywnej diagnostyki jego stanu bieżącego oraz w perspektywach krótko-, średnio- i długoterminowych. Ocena prawidłowości przebiegu PG nie może polegać wyłącznie na subiektywnych, cząstkowych analizach bieżących stanów. **Wymagane jest kompleksowe i systematyczne diagnozowanie jego kluczowych, wymiernych właściwości, w każdej perspektywie czasu, oparte na ustalonych i sprawdzonych wzorcach i miernikach.**

Pod pojęciem kompleksowej diagnostyki PG należy rozumieć zorganizowane:

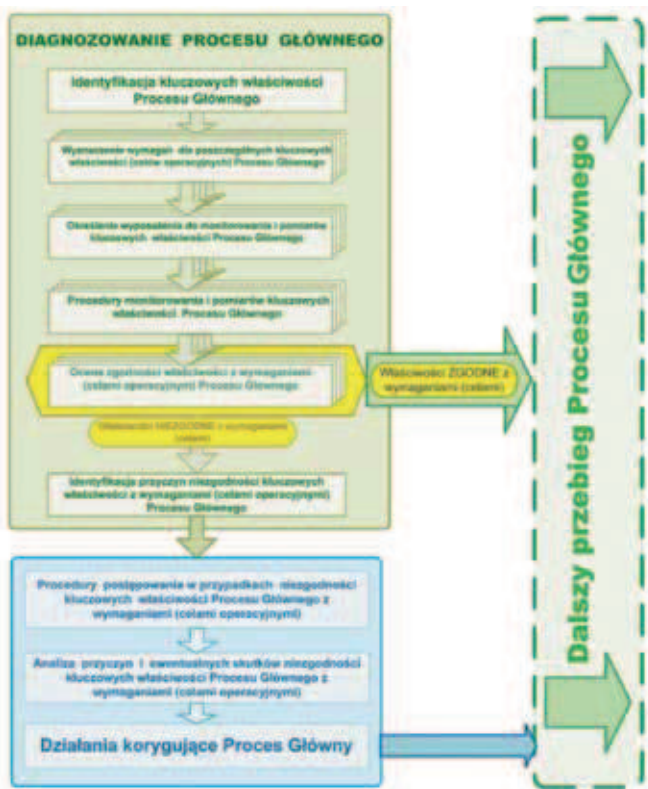
- monitorowanie jego kluczowych właściwości technicznych,
  - analizowanie skutków ewentualnych odstępstw od planowanych celów operacyjnych oraz
  - wskazywanie uzasadnionych modyfikacji dla optymalizacji sprawności technicznej i efektywności ekonomicznej.
- System diagnozowania PG powinien identyfikować potencjalne zagrożenia w jak najwcześniejszych stadiach ich powstawania, a nawet z odpowiednim wyprzedzeniem. Wówczas można im jeszcze zapobiec jak najmniejszym kosztem. Z praktyki wynika, że zbyt późne zidentyfikowanie takich zagrożeń może skutkować bardzo wysokimi kosztami przywracania wymaganej sprawności PG, a nawet nieodwracalnymi, niepożądanymi zmianami jego kluczowych właściwości, np. obniżeniem zdolności wydobywczej kopalni.

Kompleksowa diagnostyka powinna obejmować:

- zasoby używane oraz zużywane w PG,
  - potencjał niezbędnych środków do realizacji PG,
  - wyroby PG,
  - produkty uboczne i skutki PG.
- Proponowany system diagnozowania PG to (rys. 1):
- a) zidentyfikowanie kluczowych właściwości (cech) PG i istotnych dla jego prawidłowego przebiegu oraz niezawodności i jakości dostaw węgla;
  - b) wyznaczenie celów operacyjnych, tj. wymagań ilościowych i jakościowych dla wyznaczonych kluczowych właściwości (patrz pkt. a), np. w formie dopuszczalnych wartości parametrów, wynikających z uregulowań zewnętrznych, przyjętej dokumentacji technicznej itp.;
  - c) określenie wyposażenia do monitorowania i pomiarów kluczowych właściwości (patrz pkt. b);
  - d) wyznaczenie odpowiednich procedur monitorowania i pomiarów w odniesieniu do celów operacyjnych, tj. kluczowych właściwości (patrz pkt. a), wymagań (patrz pkt. b) oraz wyposażenia (patrz pkt. c), w tym odpowiedzialnych osób funkcyjnych w zakładzie górniczym;
  - e) zidentyfikowanie przyczyn ewentualnych niezgodności kluczowych właściwości (patrz pkt. a) z celami, tj. wymaganiami (patrz pkt. b);

f) wyznaczenie odpowiednich procedur postępowania w przypadkach stwierdzenia niezgodności właściwości procesu (patrz pkt. a) z celami, tj. z wymaganiami jakościowymi (patrz pkt. b), w tym odpowiedzialnych osób funkcyjnych w zakładzie górniczym.

Taki system diagnozowania PG nawiązuje do określonych normami ISO [8, 9] zasad zarządzania jakością, oraz umożliwia zarządzanie PG poprzez cele [4].



Rys. 1. Zakres diagnozowania Procesu Podstawowego (opracowanie własne)

Fig. 1. Range of diagnosing the Primary Process (own development)

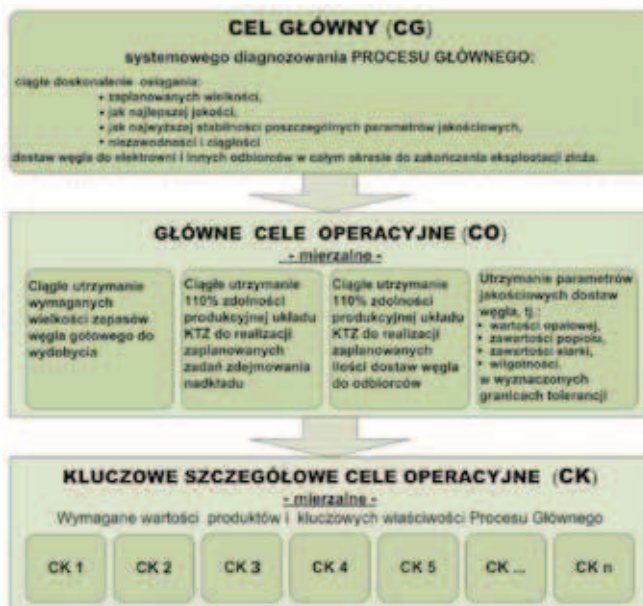
### 3. Cele diagnozowania Procesu Głównego

Celem Głównym (dalej CG) systemowego diagnozowania PG, jest stałe doskonalenie zarządzania PG, dla osiągnięcia: zaplanowanych ilości, jak najlepszej jakości, jak najwyższej stabilności poszczególnych parametrów jakościowych oraz niezawodności i ciągłości dostaw węgla do elektrowni i innych odbiorców, w całym okresie eksploatacji złoża.

System powinien umożliwić skuteczne zarządzanie ryzykiem wystąpienia niespodziewanych i dotkliwych zagrożeń dla ciągłości, niezawodności, efektywności oraz bezpieczeństwa PG, poprzez ich odpowiednio wczesne zdiagnozowanie. Pozwala to efektywnie eliminować i naprawiać przyczyny potencjalnych zagrożeń lub minimalizować ich niekorzystne skutki.

Podstawowym warunkiem realizacji CG jest doskonalenie wymiernych Głównych Celów Operacyjnych (dalej CO), osiąganych wskutek realizacji kilkuset procesów i operacji niższego rzędu, w różnym stopniu wpływających na osiągnięcie CO. Spośród tych podprocesów należy zidentyfikować te, których mierzalne właściwości i produkty mają kluczowe znaczenie dla realizacji CO.

Hierarchię diagnozowanych celów PG przedstawia schemat na rysunku 2.



Rys. 2. Hierarchia diagnozowania celów Procesu Podstawowego (opracowanie własne)

Fig. 2. Hierarchy of diagnosing the Primary Process objectives (own development)

### 4. Kluczowe właściwości Procesu Głównego

Kluczowe właściwości operacyjne PG, to te, których jakość decyduje zasadniczo o bezpiecznym i efektywnym przebiegu PG na bieżąco i w przyszłości. Należy do nich zaliczyć także właściwości dotyczące najważniejszych wymagań formalnoprawnych i administracyjnych warunkujących realizację PG. Przy identyfikacji kluczowych właściwości PG należy zawsze brać pod uwagę jego dużą inercję z powodu takich czynników, jak np:

- długotrwałość procesów nabywania i formalnego przeznaczania terenów pod eksploatację,
- niezbędne, przynajmniej dwuletnie, wyprzedzenie w odwodnieniu górotworu,
- postępy zdejmowania zwłaszcza górnych pięter nadkładu, gdzie niezbędne wyprzedzenia w głębokich kopalniach dochodzą nawet do kilkunastu lat,
- długotrwałość procesów modernizacyjno-odtworzeniowych w układzie KTZ,
- rozległe i długotrwałe oddziaływanie na środowisko oraz długi czas jego rewitalizacji.

Dokładnych kryteriów i zasad identyfikacji takich kluczowych właściwości, a nawet zasad tworzenia takich kryteriów, dotychczas nie opublikowano. Kryteria takie należy odnieść do indywidualnych, charakterystycznych warunków geologiczno-górnictwowych i środowiskowych konkretnej kopalni. Dla prawidłowego wytypowania kluczowych właściwości PG należy posługiwać się dobrymi praktykami i wiedzą ekspercką, opartą na dobrej znajomości całością PG i jego otoczenia oraz dużym doświadczeniu zawodowym w planowaniu i zarządzaniu odkrywczą eksploatacją złóż.

Kluczowe właściwości PG wymagające diagnozowania umiejscowione są:

- na wejściu do PG – kluczowe zasoby, produkty i usługi wykorzystywane w PG,
- w samym PG,
- na wyjściu z PG – właściwości dostaw węgla do odbiorców oraz ubocznych produktów PG.



Rys. 3. Schemat monitorowania i pomiarów kluczowych właściwości Procesu Głównego (opracowanie własne)

Fig. 3. Diagram of monitoring and measuring key properties of the Main Process (own development)

### 5. Model odniesienia w diagnostyce Procesu Głównego na podstawie dotychczasowych dobrych praktyk

Pomiary i porównania kluczowych właściwości PG należy odnosić do obowiązujących lub założonych kluczowych celów operacyjnych. Przebieg PG można uznać za prawidłowy, gdy CO oraz CK są w zasadzie spełnione w każdej perspektywie czasu eksploatacji złoża. Należy mieć przy tym na uwadze, że nadmierne przewyższanie celów może mieć szkodliwy wpływ na PG, np. nadmierne zdejmowanie nadkładu, lub zdejmowanie nadkładu w zaplanowanych ilościach, ale w nieodpowiednich lokalizacjach, może prowadzić do ograniczenia dyspozycyjnej pojemności zwałowiska bądź zmniejszenia w następnych latach dostępu do przemysłowych zasobów węgla, bądź niepotrzebnie zwiększać bieżące koszty.

CK należy określić w zintegrowanym modelu postępowania eksploatacji złoża i zwałowania nadkładu (dalej MP).

W przykładowej kopalni MP skonstruowano za pomocą zintegrowanego Górniczego System Informatycznego, obejmującego:

- bazy danych (geodezyjnych, geologicznych, geotechnicznych i górniczych),
- operacyjne modele cyfrowe określonych struktur złoża i odkrywki, w tym modele ilościowo-jakościowe pokładów węgla, tektoniki złoża, okonturowania obszaru eksploatacji, pięter eksploatacyjnych itd.,
- odpowiednie programy narzędziowe do generowania modeli operacyjnych, projektowania robót górniczych i analiz stateczności skarp i zboczy.

Funkcjonuje on z powodzeniem w kopalni Turów od około 15 lat i jest stale doskonalony [7].

CK określone są w MP w interwałach jednorocznych na okres najbliższych 5 lat, a dalej w interwałach pięcioletnich do czasu planowanego wyczerpania zasobów węgla brunatnego. MP aktualizowany jest corocznie w zakresie obejmującym najbliższe 5 lat, a w przypadku istotnych różnic pomiędzy aktualnym stanem eksploatacji a dotychczasowymi planami, aktualizację przeprowadza się dla całego planowanego czasu eksploatacji złoża, tj. do wyczerpania zasobów przemysłowych.

Sprawny, kilkusobowy zespół inżynierów może taką roczną aktualizację wykonać w ciągu 3÷4 tygodni.

Wyniki monitorowania – wiedza o aktualnych możliwościach spełnienia CK i CO w każdej perspektywie czasu, jest dostępna komórkom organizacyjnym kopalni odpowiedzialnym za kierowanie i zarządzanie PG. Potencjalne zagrożenia dla spełnienia CK i niekorzystne tendencje w przebiegu PG, mogą być zdiagnozowane w możliwie najwcześniejszym stadium, co pozwala wyprzedzająco podejmować efektywne działania korygujące. O przydatności i prawidłowości takich rozwiązań świadczy fakt, że pomimo licznych nieprzewidywalnych problemów, a nawet kilku katastrofalnych zagrożeń dla dalszego funkcjonowania kopalni, realizowany w niej PG przebiega od wielu lat w sposób planowy i technicznie efektywny, a ujawniane odpowiednio wcześniej problemy są skutecznie rozwiązywane na bieżąco.

### 6. Postępowanie w przypadkach niezgodności przebiegu Procesu Głównego z celami

W przypadkach stwierdzenia ewentualnych niezgodności kluczowych właściwości z CK należy: zaplanować, przygotować i przeprowadzić działania doskonalące (korygujące) PG oraz sprawdzić skuteczność tych działań. Dla prawidłowego zaplanowania i przygotowania i skorygowania (doskonalenia) PG konieczne jest także zidentyfikowanie przyczyn tych niezgodności, a następnie przeprowadzenie analizy niepożądanego skutków i możliwości przeciwdziałania takim skutkom. Jak najwcześniejsza identyfikacja takich niezgodności, ze względu na ogromną skalę i koszty robót górniczych, bardzo często duże opóźnienie skutków tych robót, a niekiedy także nieodwracalność decyzji w ramach PG pozwala zapobiegać nadmiernie rozległym i kosztownym działaniom zapobiegawczym, naprawczym i korygującym.

Należy także rozpatrzyć i przeprowadzić weryfikację MP, aby mieć pewność, że ewentualne niezgodności nie wynikają z niedoskonałości MP.

### 7. Przykład skutecznego zarządzania ryzykiem poprzez diagnozowanie kluczowych właściwości w Procesie Głównym

O tym, jak ważne dla skutecznego zarządzania ryzykiem w PG jest diagnozowanie jego kluczowych właściwości, może świadczyć przykład kopalni, w której na przełomie lat 80. i 90. XX wieku, po serii katastrofalnych zagrożeń geotechnicznych – przynajmniej 2 z nich bezpośrednio zagrażały dalszemu, efektywnemu przebiegowi PG – wystąpił strategiczny problem kontynuowania eksploatacji złoża przy radykalnie pogorszonej zdolności zwałowania nadkładu [2]. Zwałowanie zewnętrzne zbliżało się do bezpiecznych, dopuszczalnych granic, a tymczasem możliwości rozwoju zwałowiska wewnętrznego były bardzo niewielkie, głównie z powodu braku dostatecznych powierzchni w odkrywcę. Z tych powodów warunkiem utrzymania ciągłości planowych dostaw węgla do elektrowni według ówczesnych potrzeb, było utrzymanie zdolności odbioru nadkładu na zwałowisku zewnętrznym, z intensywnością gwarantującą ciągłość wydobycia. Ewentualne, niespodziewane zakłócenie procesu zwałowania zewnętrznego – wskutek silnie wówczas nadwyrężonej wytrzymałości jego zboczy – oznaczałoby praktycznie zakłócenie dostaw węgla na bardzo dużą skalę. Problem został pomyślnie rozwiązany poprzez precyzyjne zarządzanie bardzo ograniczoną pojemnością frontów zwałowych oraz lokalizacjami i wielkościami zadań zdejmowania

nadkładu. Zarządzanie w tej kryzysowej sytuacji było możliwe dzięki zastosowaniu wspomaganego Górnictwem Systemem Informatycznym, w tym poprzez zastosowanie geotechnicznego systemu permanentnego monitorowania stateczności skarp i poziomów roboczych zwałowarek [1]. Wyniki tego monitoringu pozwalały na bieżąco (nawet z dnia na dzień) korygować dopuszczalną intensywność i przestrzenny zakres lokowania zwałowanej masy na poszczególnych, bardzo ograniczonych frontach zwałowiska. Dzięki zastosowaniu zintegrowanego systemu obserwacji wgłębnych i powierzchniowych, potencjalne zagrożenia ujawniano w bardzo wczesnych stadiach ich rozwoju [3].

## 8. Wnioski końcowe

Z przeprowadzonej analizy potrzeb i możliwości zastosowania zasad zarządzania jakością w procesach eksploatacji węgla brunatnego wynikają następujące wnioski:

- 1) Bieżącą i przyszłą kondycję techniczną i ekonomiczną Głównego Procesu odkrywkowej eksploatacji złoża węgla brunatnego można i należy systematycznie diagnozować poprzez monitorowanie kluczowych właściwości (cech) tego procesu, ponieważ odpowiednio wczesne ujawnienie potencjalnych zagrożeń pozwala skutecznie przeciwdziałać niebezpiecznym, a nawet nieodwracalnym skutkom technicznym i ekonomicznym. Umożliwia także minimalizowanie niebezpiecznych błędów w procesach inwestycji modernizacyjno-odtworzeniowych w układzie KTZ. Ze szczególną starannością należy monitorować te charakterystyczne cechy, których nieprawidłowy stan (niespełnienie wymagań) zagraża niezawodności Procesu Głównego, a w szczególności wielkościom i jakości planowanych dostaw węgla do elektrowni.
- 2) Dla skutecznego diagnozowania Procesu Głównego niezbędne jest zapewnienie odpowiedniego wyposażenia do monitorowania i pomiarów kluczowych właściwości tego procesu. Centralną rolę w tym wyposażeniu powinien odgrywać model wieloletnich postępów eksploatacji złoża i zwałowania nadkładu, który stanowi jednocześnie merytoryczną bazę do wyznaczania celów operacyjnych Procesu Głównego i jego produktów. O skuteczność systemu diagnozowania Procesu Głównego decydować będzie jego przejrzystość organizacyjna. Wszystkie działania w zakresie: pomiarów, monitorowania, kwalifikowania zgodności procesu z wymaganiami oraz wprowadzania korekt i uzupełnień, należy przyporządkować odpowiednim strukturom organizacyjnym kopalni, w tym ściśle określonym osobom funkcyjnym, wyposażonym w odpowiednie kompetencje i obowiązki nadzoru Procesu Głównego.

System diagnozowania należy stale doskonalić – usprawniać i rozwijać – w miarę postępujących zmian Procesu Głównego i uwarunkowań jego realizacji.

- 3) Najważniejsze założenia opisanego systemu diagnozowania Procesu Głównego w zasadniczej części oparte są na rozwiązaniach sprawdzonych w wieloletniej praktyce w dużej odkrywkowej kopalni węgla brunatnego, w trudnych i bardzo złożonych warunkach geologicznych, górniczych i przestrzennych.
- 4) Proponowany system diagnozowania Procesu Głównego można zastosować przy zarządzaniu przez cele (ZPC) w kopalniach odkrywkowych węgla brunatnego.
- 5) Przedstawiona w pracy koncepcja ciągłego diagnozowania Procesu Głównego w aspekcie zapewnienia wymaganej niezawodności i jakości oraz planowanych bieżących, średnio- i długookresowych dostaw węgla do elektrowni, może być wykorzystana przy wdrożeniu systemu zarządzania jakością w Procesie Głównym odkrywkowej kopalni węgla brunatnego wg ISO.

## Literatura

1. *Kaczarewski T., Bąk A., Milkowski D.*: System obserwowania deformacji górotworu w KWB „Turów”. Konferencja Naukowo-Techniczna „Nowoczesne technologie w badaniach deformacji na terenach eksploatacji górniczej”. Zakopane, październik 1998
2. *Kaczarewski T., Kuś R., Szwarnowski A., Widz R.*: Graphic Mining Solutions International (Pty) Ltd RPA. „Optymalizacja zarządzania produkcją przy wykorzystaniu narzędzi informatycznych”. Konferencja Naukowo-Techniczna w KWB Turów. Bogatynia, październik 1999
3. *Kaczarewski T., Nowak J.*: Warunki bezpieczeństwa eksploatacji złoża „Turów” w aspekcie zagrożeń geotechnicznych. WUG – Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie. Miesięcznik Wyższego Urzędu Górniczego nr 12(184)/2009
4. Regulamin funkcjonowania Systemu Zarządzania Poprzez Cele w PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna Spółka Akcyjna. Załącznik nr 1 do Zarządzenia nr 6/2013 Prezesa Zarządu PGE GiEK SA z dnia 11.03.2013 r.
5. *Trembecki A.*: Zarządzanie jakością produkcji w górnictwie. Wyd. Śląsk, 2004 r.
6. Zarządzenie nr 1/98 Kierownika Ruchu Zakładu Górniczego KWB „Turów” w sprawie powołania Zespołu Zagrożeń Naturalnych. Załącznik nr 1 do tego zarządzenia: Zasady kontroli i zapobiegania zagrożeniom naturalnym.
7. *Żuk S., Kaczarewski T., Żwirski T.*: Dziesięcioletnie doświadczenie w eksploatacji Górniczego Systemu Informatycznego w BOT KWB Turów SA. Polski Kongres Górniczy. Kraków 2007
8. PN-EN ISO 9000. Systemy zarządzania jakością. Podstawy i terminologia. Wrzesień 2006
9. PN-EN ISO 9001. Systemy zarządzania jakością. Wymagania. Luty 2009