

Leszek JURDZIAK*, Witold KAWALEC**

Zarządzanie procesowe łańcuchem tworzenia wartości przy produkcji energii z węgla brunatnego

STRESZCZENIE. Analiza bilateralnego monopolu kopalni węgla brunatnego i elektrowni wskazuje, że najkorzystniejszym rozwiązaniem jest ich integracja pionowa w koncernie energetycznym. Pozwala zmaksymalizować łączne zyski i eksploatować większe wyrobiska (zawierające więcej węgla opłacalnego do wydobycia w porównaniu do wyrobisk optymalnych przy działaniu obu stron jako odrębne podmioty) oraz redukuje ryzyko poniesienia straty. Dla pełnego wykorzystania efektów integracji nie powinna się ona ograniczać do łączenia instytucji, lecz do optymalizacji łącznych działań. Umożliwia to nowe podejście do łańcucha tworzenia wartości przy produkcji energii elektrycznej z węgla, w którym eksploatuje się energię zawartą w węglu, a elektrownię traktuje się jako zakład przeróbczy. Wtedy popyt na energię elektryczną może sterować jej podażą, a działania górnicze mogą elastycznie i optymalnie być dopasowywane do zmian na rynku energii. Przeniesienie integracji na poziom procesów w tym łańcuchu wymaga jego dekompozycji na poszczególne procesy i podprocesy oraz ich zdefiniowania pod kątem wymagań działania na rynku energii. Wzorem mogą być prace forum EMMV z The Open Group dla przemysłu wydobywczego surowców mineralnych i rud metali. Pełne opisanie cyklu górniczo-energetycznego pozwoli określić potrzeby informacyjne, które dotąd nie są zintegrowane (np. geolodzy modelują w złożu inne parametry jakościowe niż potrzebne dla specjalistów od spalania węgla). Celem integracji powinno być spójne zarządzanie procesami na każdym etapie rozwoju koncernu i przetwarzania danych, by maksymalnie podnieść efektywność produkcji energii elektrycznej z węgla, czyniąc branżę konkurencyjną nawet w trudnych warunkach wymuszonego zakupu pozwoleń na emisję CO₂ i subsydiowania OZE.

* Dr hab. inż., ** Dr inż.— Instytut Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, leszek.jurdziak@pwr.wroc.pl, witold.kawalec@pwr.wroc.pl

SŁOWA KLUCZOWE: bilateralny monopol, integracja pionowa, optymalizacja kopalń odkrywkowych, ryzyko poniesienia straty, węgiel brunatny

1. Integracja pionowa kopalń węgla brunatnego i elektrowni

1.1. Integracja pionowa jako wynik analizy bilateralnego monopolu

Relacje kopalni węgla brunatnego, będącej jedynym dostawcą paliwa i elektrowni, będącej jego jedynym odbiorcą wymagają specjalnego potraktowania. Sugestie o konieczności potraktowania obu firm jako bilateralny monopol zawarto w pracy (Jurdziak 2004b). Funkcjonowanie kopalni i elektrowni jako klasycznego bilateralnego monopolu o niezdeteminowanym rozwiązaniu wymagającym negocjowania ceny węgla z przedziału wyznaczonego progami rentowności kopalni i elektrowni dla zawarcia kontraktu opisano w (Jurdziak 2004a). Na podstawie wyników analizy wrażliwości wielkości i kształtu wyrobiska docelowego na zmianę ceny węgla po zastosowaniu metod optymalizacji kopalń odkrywkowych (Jurdziak i Kawalec, 2004), zasugerowano w niej modyfikację rozwiązania klasycznego. Dzięki tym zmianom uzyskano zdeterminowane rozwiązanie maksymalizujące łączne zyski. Na bazie danych ze złoża Szczerców opisano metodykę postępowania i wykonano przykładowe obliczenia (Jurdziak 2004c i d).

1.2. Promocja korzyści z integracji po obu stronach barykady

Żadna ze stron bilateralnego monopolu nie była zachwycona ideą integracji. Kopalnia obawiała się zdegradowania do roli działu nawęglania, a energetycy nie mieli ochoty utrzymywać górników. Dlatego korzyści ze wspólnego działania starano się przedstawić zarówno górnikom – zwracając uwagę jaki wpływ na relacje obu stron i możliwość osiągnięcia optymalnego rozwiązania może mieć struktura właścicielska i wskazując, że jedynie zintegrowany pionowo koncern energetyczny zapewnia możliwość realizacji strategii optymalnej: maksymalizacji łącznego zysku (Jurdziak 2005c) – jak i energetykom (Jurdziak 2005b). Relacje kopalni i elektrowni przedstawiono w języku teorii gier (Jurdziak 2006), w której wykazano, że dzięki optymalizacji kopalń odkrywkowych przestały być one grą o sumie zerowej, w której zysk dzielony jest pomiędzy obie strony w trakcie negocjacji, odzwierciedlających siłę przetargową tej, czy innej strony dążącej do zwiększenia swoich korzyści kosztem drugiej nawet przy użyciu groźby strajku (klasyczny bilateralny monopol). Przeciwnie – jest to kooperacyjna gra dwuosobowa o sumie niezerowej (zmodyfikowany bilateralny monopol o zdeterminowanym rozwiązaniu), w którym wspólne działanie może doprowadzić do maksymalizacji łącznego zysku. Wcześniej (Jurdziak 2005a) podkreślono też inne strategiczne korzyści z pionowej integracji w ujęciu Portera oraz możliwość redukcji kosztów transakcyjnych i efekty synergii z punktu widzenia Nowej Ekonomii

Instytucjonalnej. Kompleksową analizę relacji kopalni węgla brunatnego z elektrownią z wykorzystaniem modelu bilateralnego monopolu, metod optymalizacji kopalń odkrywkowych i teorii gier przedstawiono w monografii (Jurdziak 2007).

1.3. Redukcja ryzyka straty w zintegrowanym bilateralnym monopolu

Wspomniana monografia nie obejmowała analiz ryzyka prowadzenia działalności przez każdą ze stron bilateralnego monopolu z osobna, ani razem w zintegrowanym koncernie. Tematykę tę podjęto później (Jurdziak, Wiktorowicz 2008; Jurdziak, Woźniak 2007–2010) oraz w pracy doktorskiej (Woźniak 2010). Wykazano w niej, że integracja pionowa kopalni i elektrowni nie tylko prowadzi do eksploatacji większych wyrobisk (o większych zasobach węgla bilansowego – opłacalnego do wydobycia w porównaniu do wyrobisk optymalnych przy działaniu obu stron jako odrębne podmioty), lecz również zapewnia osiągnięcie lepszych wyników finansowych (dzięki maksymalizacji łącznego zysku z wykorzystaniem algorytmu optymalizacji kopalń odkrywkowych wg algorytmu Lerchs'a-Grossmann'a). Najważniejszym wynikiem było jednak pokazanie wymiernej redukcji ryzyka poniesienia straty w przypadku wspólnego działania w porównaniu do funkcjonowania jako osobne podmioty. W przypadku złoża Legnica –Wschód redukcja ryzyka poniesienia straty pomiędzy elektrownią działającą samodzielnie i zintegrowanym pionowo koncernem złożonym z kopalni i elektrowni wyniosła około 10% (Woźniak, Jurdziak 2011). Ten ostatni punkt ma kapitalne znaczenie, zwłaszcza w przededniu podjęcia koniecznych decyzji inwestycyjnych przez spółki energetyczne. Obawa przed ryzykiem podjęcia błędnych decyzji powstrzymuje bowiem skomercjalizowane spółki przed ostatecznymi rozstrzygnięciami, gdyż ze wzrostem niepewności (m.in. poziomu cen energii i pozwoleń na emisję CO₂) rośnie wartość opcji odłożenia decyzji w czasie. Energetyka może zatem stać się hamulcem dla rozwoju kraju. Ministerstwo Gospodarki przewiduje pojawienie się niedoborów mocy po 2016 r. (Dok. Min. Gospodarki 2010) i widzi ratunek nawet w ogłoszeniu rządowego przetargu na budowę nowych elektrowni. W takiej sytuacji redukcja ryzyka finansowego dzięki tworzeniu od początku zintegrowanego pionowo kompleksu energetycznego jest ważnym argumentem za podjęciem nowych inwestycji w węglu brunatnym np. w Legnicy (Kasztelewicz 2005) lub Gubinie. Obecnie eksploatowane złoża wyczerpują się i trzeba udostępnić nowe (Kasztelewicz 2008). Energetyka oparta na węglu brunatnym nie zniknie z UE, gdyż po ostatniej rezygnacji Niemiec z energetyki atomowej, węgiel brunatny i gaz będą filarami energetyki tego kraju.

1.4. Integracja działań a nie tylko połączenie instytucji

Decyzje o integracji kopalń węgla brunatnego i elektrowni podjęte niedawno w PGE GiEK S.A. i realizowane od jakiegoś czasu potwierdzają, że wskazany wcześniej kierunek jest słuszny. Realizowana w pierwszej kolejności integracja instytucjonalna przyniesie spore korzyści, np. redukcję kosztów transakcyjnych związanych z zakupami węgla i negocjacjami

jego ceny, eliminację podwójnych laboratoriów kontroli jakości węgla, wspólne zarządzanie i obsługę transportu węgla i nadkładu. Istotne oszczędności może przynieść właściwa kwalifikacja energii elektrycznej zużywanej przez kopalnię jako energii własnej, potrzebnej w procesie technologicznym bez konieczności zakupu jej z sieci. Integracja nie powinna jednak ograniczać się tylko do tego (Jurdziak 2008a). W kolejnych pracach zwrócono uwagę na konieczność integracji działań obu podmiotów nie tylko dla uniknięcia nakładania podwójnej marży (Jurdziak 2008c), lecz przede wszystkim dla możliwości prowadzenia wspólnych działań (Jurdziak 2008a,b). Wzrost kosztów związanych z koniecznością wykupu pozwoleń na emisję CO₂ przyczynia się do zmniejszania zasobów węgla opłacalnych do wydobycia i wzrostu ryzyka poniesienia straty (Jurdziak, Kawalec 2010a), ale dzięki integracji rośnie zachęta do eksploatacji większych wyrobisk (wzrasta wielkość zasobów opłacalnych do wydobycia – zasobów przemysłowych) (Woźniak, Jurdziak 2011). Konieczność wykupu pozwoleń na emisję CO₂ przyczynia się do wzrostu kosztów, jednak wzrost sprawności bloków po ich wymianie na nowe, czy modernizacja może przyczynić się do redukcji tej emisji (Jurdziak, Kawalec 2010). Wspólne działanie przynosi ewidentne korzyści.

1.5. Nowe podejście umożliwiające optymalizację łącznych działań

Konsekwencją uznania korzyści płynących z pionowej integracji powinna być zmiana podejścia w traktowaniu tandemu kopalni i elektrowni. Należy traktować je jako pionowo zintegrowany koncern energetyczny. Owocem konsekwentnego podejścia do integracji jest model optymalizacyjny kopalni (Jurdziak, Kawalec 2011), w którym potraktowano elektrownię jako zakład przeróbczy przy kopalni. Umożliwiło to wspólną analizę obu podmiotów, chociaż wymagało reinterpretacji łańcucha działań przy produkcji energii elektrycznej z węgla brunatnego. Eksploatowaną kopalinią stała się zawarta w węglu energia, którą w zakładzie przeróbczym (elektrowni) uwalnia się podczas spalania i przekształca na energię pary poruszającej turbinę produkującą energię elektryczną. W każdym zakładzie przeróbczym odzysk kopaliny użytecznej nie jest pełny – w elektrowni przekształca się energię chemiczną węgla na energię elektryczną z określoną sprawnością, ponosząc koszty. Są one przeliczone na jednostkę produktu końcowego – w PLN/MWh. Zamiast kosztów zakupu paliwa, których poziom wyznaczała wynegocjowana cena bazowa węgla i przyjęta formuła cenowa określająca zmiany ceny rzeczywistego węgla ze zmianami jego jakości, w zintegrowanej analizie uwzględnione są jedynie koszty eksploatacji. Dla analizy opłacalności budowy nowych elektrowni znaczenia nabiera dokładność ich oszacowania, warunkująca wiarygodność analiz optymalizacyjnych. W bieżącej produkcji faktyczne koszty kopalni określa księgowość zintegrowanej firmy. Nowy składnik – koszt zakupu pozwoleń na emisję CO₂ potraktowano jako koszt sprzedaży energii, uwzględniając emisyjność węgla brunatnego przy danym poziomie sprawności bloków elektrowni. Poziom emisyjności powinien być obliczony dla konkretnych bloków elektrowni na bazie analiz jakości węgla stanowiącego wsad do kotłów i wyników efektywności procesu przekształcania energii chemicznej węgla na energię elektryczną. Do właściwego zarządzania całym procesem

konieczne jest bowiem określenie funkcji produktywności węgla i powiązanie jej z parametrami jakościowymi węgla. Po integracji obu podmiotów funkcję formuły cenowej węgla powinna zastąpić funkcja określająca produktywność węgla, tj. efektywności przekształcania węgla na energię elektryczną. Faktyczną emisyjność i produktywność węgla powinno się więc określić analizując oba strumienie: jakości węgla trafiającego do kotła i generowanej energii. Emisyjność można też określić poprzez bezpośrednie pomiary specjalnymi czujnikami, ale i te wyniki pomiarów należy skorelować ze zmianami jakości strumienia węgla.

1.6. Centrum sterowania kopalnią w dziale sprzedaży elektrowni

Integracja działań kopalni i elektrowni musi zejść na poziom procesów wydobywania i przekształcania energii zachodzących w łańcuchu tworzenia wartości przy produkcji energii elektrycznej (Jurdziak, Kawalec 2010a,b; Jurdziak, Wiktorowicz 2008). W warunkach pełnej liberalizacji rynku przeformułowaniu musi też ulec funkcja sterowania ich działaniem. Poprzednio wytycznymi działania kopalni był długoletni kontrakt pomiędzy kopalnią i elektrownią, określający ilość dostarczanego węgla w poszczególnych okresach. Coroczne negocjacje ceny węgla pozwalały na ewentualną jego korektę. Wszelkie zmiany w trakcie roku były jednak utrudnione, bo nacisk elektrowni na zmiany np. wzrost poziomu dostaw był zazwyczaj pretekstem do żądań wzrostu ceny węgla, a próby ograniczania dostaw powodem konfliktu nawet z użyciem groźby strajku (relacje KWB Konin i ZE PAK S.A.).

Po uwolnieniu cen energii o poziomie dostaw energii będzie decydować rynek – popyt na energię. Tak długo jak energia z węgla brunatnego będzie najtańsza (Grudziński 2010), nie powinno być kłopotów ze zbytem i bloki energetyczne na węgiel brunatny powinny pracować na pełnych obrotach. Działania kopalni będą się musiały dopasowywać do zmian popytu na energię, a nie na odwrót. To sprzedawca energii (dział sprzedaży w elektrowni) musi kształtować poziom wydobycia węgla, *de facto* sterując pracą kopalni. Kopalnia będzie jedynie realizatorem tych działań. Ważne jest, by każdorazowe dopasowanie do zmiany odbywało się optymalnie i płynnie z uwzględnieniem bezwładności sterowania układem wydobywczym (większej niż w wypadku elektrowni gazowej). Zwiększenie wydobycia musi być poprzedzone odpowiednimi działaniami związanym ze zdjęciem nadkładu i dopasowaniem całego układu do nowych zadań. Zaproponowane zastosowanie programu optymalizacji wyrobisk odkrywkowych (np. *NPV Scheduler*) z elektrownią potraktowaną jako zakład przeróbczy kopalni pozwala na łatwe przeliczanie i optymalne dopasowanie działań kopalni do nowych zadań i zmieniających się warunków działania. Reoptymalizacja harmonogramów rozwoju kopalni powinna następować, gdy dział sprzedaży zażąda zmiany poziomu produkcji energii lub gdy istotnym zmianom ulegną główne koszty i ich wzajemne relacje. Dzięki temu podejściu zwiększa się elastyczność funkcjonowania całego układu.

2. Dokonania Forum EMMMv z The Open Group

Przeniesienie integracji kopalni i elektrowni na poziom łańcucha tworzenia wartości wymaga jego dekompozycji na procesy oraz ich zdefiniowania pod kątem działania na zliberalizowanym rynku energii. Konieczne duże wykorzystanie informatyki do wspomagania optymalizacji działań tego łańcucha wskazuje na potrzebę wykorzystania metod opisu zorientowanych na środowisko cyfrowe, np. opracowanych przez Forum *EMMMv* z *The Open Group* dla przemysłu wydobywczego surowców mineralnych i rud metali.

The Open Group jest neutralnym względem dostawców i technologii konsorcjum (m.in. *Capgemini, Hewlett Packard, IBM, Kingdee, Oracle, SAP, CAE Mining* – dawniej *Datamine*), inicjującym tworzenie *Nieograniczonego Przepływu Strumienia Informacji (Boundaryless Information Flow™)*, zapewniającego dostęp do zintegrowanej informacji w obrębie i pomiędzy przedsiębiorstwami oparty na otwartych standardach i globalnej interoperacyjności. *The Open Group* współpracuje z klientami, dostawcami, konsorcjami i innymi organizacjami. Jego rolą jest wychwytywanie, zrozumienie i rozwiązywanie obecnych i powstających potrzeb, kreowanie zasad i udostępnianie najlepszych praktyk, by ułatwić interoperacyjność, rozwijać jednoznaczność terminologii, wykształcać i integrować specyfikacje i otwarte technologie by oferować zaawansowany zestaw usług wspomagających efektywność działania przedsiębiorstwa i sterować głównymi przemysłowymi usługami certyfikacyjnymi.

Ten bardzo ogólny i na wysokim poziomie abstrakcji opis celów grupy jest mało zrozumiały. Można go przełożyć na prostszy język zawężając obszar działania do konkretnego przemysłu i pokazując pierwsze rezultaty. W 2008 roku z inicjatywy kilku firm działających w obszarze górnictwa powstało forum o nazwie **Exploration, Mining, Metals & Minerals Vertical – EMMMv** obejmujące takie firmy jak *Ajilon, Datamine, Fortescue Metals Group, GijimaAst Mining Solutions International, Lonmin Platinum, Real IRM Solutions* i *Rio Tinto* oraz przedstawicieli *The Open Group*. Na tym forum opracowano i opublikowano pierwszy raport opisujący pionową architekturę procesową przemysłu związanego z poszukiwaniem i wydobywaniem surowców mineralnych (Forum 2010).

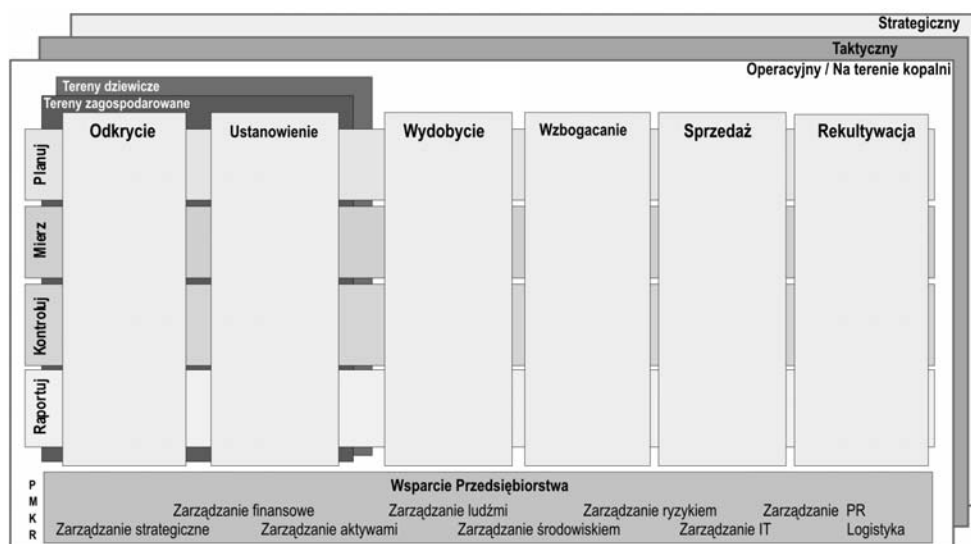
Model Odniesienia dla Branży Poszukiwawczej i Wydobywczej (EM Model) jest modelem procesu biznesowego, definiującego standardowe działania organizacji w obszarze poszukiwań złóż i wydobywania surowców. Model jest pierwszym produktem forum EMMMv i pierwszym modelem odniesienia zorientowanym na stworzenie wzorców dla organizacji. Będą one mogły go wykorzystać do kierowania operacjami biznesowymi. Model wprowadza kategoryzację działań właściwą dla branży, aby kopalnie i dostawcy oraz inni partnerzy mogli rozmawiać wspólnym językiem przy wspieraniu określonych działań (procesów).

Głównymi celami Modelu EM są:

- ✧ Zapewnienie całościowego standardu dla działalności biznesowej w zakresie branży poszukiwania złóż i wydobywania surowców mineralnych i rud metali.
- ✧ Dostarczenie wspólnych definicji biznesowych procesów (działań) opisujących branżę.

- ✧ Wypracowanie wspólnego zrozumienia potrzeb informacyjnych niezbędnych do prowadzenia działalności.
- ✧ Ułatwienie dzielenia się poprzez zrozumienie pomiędzy organizacjami zaangażowanymi w prace poszukiwawcze i wydobywcze oraz wewnątrz w obrębie tych organizacji.

Procesy stanowiące rdzeń działań przedsiębiorstwa z branży poszukiwawczo-wydobywczej są opisane jako pionowe prostokąty tworzące centralną część modelu (rys. 1). Główne **Procesy Przedsiębiorstwa** wyróżnione przez forum EMMMv obejmują: **Odkrycie**, **Ustanowienie**, **Wydobycie**, **Wzbogacenie**, **Sprzedaż** i **Rekultywację**. Opisują one sekwencyjną naturę działań w tej branży, co jednak nie oznacza, że sekwencja będzie zawsze następować w tej kolejności.



Rys. 1. Graficzny opis procesów i podprocesów pokazanych w modelu EM (Forum 2010)

Fig. 1. Graphic description of the processes and sub-processes in the EM model (Forum 2010)

Wszystkie wymienione procesy mogą być realizowane z nastawieniem na aspekt: **strategiczny, taktyczny, czy operacyjny/lokalny w kopalni**. Wszystkie te podejścia mogą współistnieć, dlatego reprezentowane są jako „cięcia” istniejące jedno za drugim.

Procesy Odkrywania złóż i Ustanowienia (praw do poszukiwań i eksploatacji – „Ustanowienie kopalni”) mogą dotyczyć **terenów dziewiczych (Green Fields)** lub już **zagospodarowanych górniczo (Brown Fields)**.

Działania **strategiczne** pokrywają całe życie kopalni i biznesu wydobywczego, podczas gdy **taktyczne** odnoszą się do horyzontu często określanego jako średnioterminowy – służący weryfikacji planów długoterminowych i obejmujący działania związane z zaopatrzeniem i ponownym planowaniem (tj. taktycznych działań zmierzających do osiągnięcia celów strategicznych). Aspekt **operacyjny/lokalny dot. kopalni** odnosi się do efektywnego wykorzystania zasobów w celu realizacji planów taktycznych. Każdy proces jest podzielony na: **Kontrolę, Pomiar, Raport i Plan**.

Procesy są zgrupowane na różnych poziomach. Najwyższy poziom to **Procesy Przedsiębiorstwa** obejmujące 6 wcześniej opisanych: **Odkrycie, Ustanowienie, Wydobywanie, Wzbogacenie, Sprzedaż i Rekultywacja**. Następnym poziomem są **Procesy Tworzenia Wartości** stanowiące element **Procesów Przedsiębiorstwa**. Procesy te mają charakter sekwencyjny i realizowane są tak, jak są definiowane – od lewej do prawej. W niektórych przypadkach organizacja całkowicie pomija proces z uwagi na koncentrację na innych zadaniach. To nie zmienia jednak kolejności i natury procesu i nie powinno budzić zastrzeżeń. Procesy te omówione zostaną na przykładzie pierwszego procesu przemysłowego **Odkrycie**.

2.1. Proces przedsiębiorstwa – Odkrycie

Odkrycie określa proces definiujący cele poszukiwawcze i/lub zasoby mineralne przed ich przejęciem – nabyciem praw do poszukiwań. Cały rozdział 2 został opracowany na bazie raportu EMMMV (2010) i jest przytoczony jak przykład metodyki opisu. Należy zaznaczyć, że przedstawiony opis jest tłumaczeniem wersji oryginalnej, powstałej w efekcie międzynarodowej współpracy, ale nie został w pełni dostosowany do krajowej, branżowej terminologii – wymagałoby to udziału specjalistów z kilku obszarów działalności, co autorzy postulują w następnym rozdziale.



Rys. 2. Pierwszy proces przedsiębiorstwa – Odkrycie (Forum EMMMV, 2010)

Fig. 2. The first enterprise process – Discover (Forum EMMMV, 2010)

Proces ten obejmuje: ocenę jakości i zasobów, fazę wstępną studium wykonalności (*pre-feasibility*), analizę różnych opcji wydobywania/produkcji, przygotowanie biznes planu (analizy biznesowej) oraz nabycie niezbędnych praw.

Na poziomie **strategicznym Odkrycie** obejmuje strategię poszukiwania i powiązanych z nimi działań w celu znalezienia nowych lub nieznanymi złóż surowców mineralnych. Na poziomie **taktycznym Odkrycie** obejmuje ocenę istniejących i znanych złóż w celu rozbudowy istniejącej bazy wiedzy o zasobach. Na poziomie **operacyjnym Odkrycie** wiąże się z bieżącym podnoszeniem zaufania do danych geologicznych modelu.

Dane wyjściowe na poziomie **strategicznym** obejmują: strategię badań poszukiwawczych, projekty prac poszukiwawczych oraz liczbowe szacunki wykorzystania potencjalnie nadających się do wydobywania zasobów mineralnych.

Na dane wyjściowe na poziomie **taktycznym** składają się: raport z oceny zasobów mineralnych, liczbowe szacunki potencjału rozszerzenia znanych zasobów mineralnych,

aktualizacje geologicznego modelu, dokumentację rozbudowanych zasobów mineralnych.

Dane wyjściowe na poziomie **operacyjnym** obejmują budżet operacyjny/zaktualizowane krótkoterminowy plan prac poszukiwawczych, rutynowe procedury aktualizacji modelu geologicznego złoża oraz definicja zasobów przemysłowych kopaliny.

2.1.1. Poszukiwania geologiczne

Poszukiwania geologiczne mają na celu zlokalizowanie obecności wartościowych gospodarczo złóż i ustalenie ich rodzaju, położenia/rozszerzenia i jakości. Dochodzenie może być podzielone na (1) tereny dziewicze, (2) tereny zagospodarowane oraz (3) teren kopalni/operacyjny. Techniki eksploracji obejmują: badania geologiczne, geofizyczne poszukiwania (mogą być lądowe, powietrzne lub oba), badanie próbek gleby i złóż, badania geochemiczne, otworów wiertniczych oraz rowów poszukiwawczych, wyrobisk powierzchniowych lub podziemnych, sztolni lub tuneli.

Odkrycie odsłoneń węgla lub innych surowców mineralnych tylko potwierdza ich istnienie. Dalsze prace są potrzebne do ustalenia ich jakości i obszaru zalegania. Czasami termin *eksploracja* jest stosowany tylko do tej części prac poszukiwawczych.

Dane wyjściowe to geologiczne i mineralogiczne dane z przestrzennymi atrybutami.

W procesie tworzenia wartości związanym z prowadzeniem poszukiwań (i wszystkich pozostałych procesach Procesu Przedsiębiorstwa - Odkrycie) twórcy raportu *EMMMv* wydzielili kolejny poziom podprocesów – sekwencyjny łańcuch działań dla jego realizacji.

Składa się on z następujących elementów: określenie obszaru zainteresowania, nabycie praw do poszukiwań, realizacja procesu pobierania prób. Graficznie łańcuch działań przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Proces tworzenia wartości – 1.1 Poszukiwania geologiczne (Forum EMMMv, 2010)

Fig. 3. Value creation process – 1.1 Prospect / Explore (Forum EMMMv, 2010)

2.1.2. Oszacowanie zasobów mineralnych

Proces ten koncentruje się na zbadaniu takich cech jak: struktura, gęstość, jakość/okruszczenie i masa/wielkość zasobów. Dane wyjściowe obejmują model geologiczny złoża wykorzystywany jako podstawa do planowania kopalni.

2.1.3. Ocena wariantów/opcji wydobywania

Proces ten obejmuje plany wydobywania kopalni i plan wzbogacania na odpowiednim poziomie zaufania. Proces skupia się na poprawie poziomu zaufania przechodząc od terenów dziewiczych, poprzez tereny zagospodarowane do terenów istniejących kopalń/operacyjnych. Dane wyjściowe obejmują Technologiczne Plany Kopalni, tj. kalendarzowe plany wydobywania.

2.1.4. Opracowanie biznes planu – Analiza biznesowa

Proces ten koncentruje się na analizie (w tym rozważeniu różnych opcji) i stworzeniu wiarygodnego planu finansowego związanego z ustanowieniem konkretnego wyrobiska, aby być w stanie podjąć decyzję o uruchomieniu lub nieuruchomieniu kopalni. Dane wyjściowe obejmują udokumentowane przypadki wspomagające podjęcie decyzji oraz bankowe studium wykonalności (dla terenów dziewiczych), wewnętrzne propozycje projektu (dla decyzji związanych z wydatkami trwałymi – dla terenów zagospodarowanych) lub prognozy produkcji i budżet (dla kosztów operacyjnych – dla istniejącej kopalnia).

2.1.5. Nabycie praw własności/ praw do eksploatacji

Proces ten polega na zabezpieczeniu wszystkich niezbędnych praw mających zastosowanie do określonego złoża i obejmujących: prawa do eksploatacji zasobów mineralnych, oceny oddziaływania na środowisko (OOŚ), zatwierdzony plan środowiskowy, prawa dotyczące powierzchni terenu, prawa dostępu/dojazdu, zatwierdzony plan pracy i opieki społecznej i prawa wodne. Dane wyjściowe to zabezpieczone prawa i wystarczający poziom informacji do podjęcia decyzji inwestycyjnej

3. Konieczność adaptacji modelu EM

Przedstawiony model mógłby zostać zaadaptowany do potrzeb branży wydobywania surowców do produkcji energii elektrycznej. Niektóre ze zidentyfikowanych procesów nie mają tu miejsca, a pojawiają się nowe. Choć elektrownię można potraktować jako zakład przerobczy, to realizowane w niej procesy będą inne niż te z raportu *EMMMv*. Można się zastanawiać, czy proces przemysłowy „Wzbogacanie” ma być wyeliminowany i zastąpiony procesem „Produkcja energii”, czy też ten ostatni ma zostać dodany jako nowy element. Węgiel kamienny podlega bowiem procesom wzbogacania, a i proces wstępnego suszenia węgla brunatnego można uznać za wzbogacanie z punktu widzenia zwiększenia kaloryczności masy suchej w stosunku do surowego węgla brunatnego o wilgotności sięgającej 50%.

Oczywiście w krótkim artykule nie da się podać rozwiązania. Ma on na celu zwrócenie uwagi na konieczność podjęcia prac nad jego opracowaniem w zespole różnych specja-

listów. Nad pierwszym raportem The Open Group przygotowanym przez Forum EMMMV dla górnictwa surowców mineralnych i rud metali pracowało przez parę lat kilkanaście osób.

Warto chyba powołać podobną grupę i opracować wersję raportu dla surowców energetycznych. Bez współdziałania specjalistów z różnych branż, np. geologów modelujących złoża oraz specjalistów od spalania węgla w kotłach, nie da się wypracować wspólnych i spójnych potrzeb informacyjnych, a w dalszym horyzoncie zarządzać w pełni zintegrowanym łańcuchem by zmaksymalizować efektywność wykorzystania energii zawartej w złożu. Przy okazji pracy tej grupy podczas analizy efektywności przekształcania energii chemicznej w węglu na energię elektryczną można byłoby uzyskać rozwiązanie innych problemów, np. formuła energetyczna do szacowania produktywności węgla oraz jego emisyjności. Wagę tego problemu dostrzeżono np. w Grecji (Galetakis, Vamvuka 2010).

Dysponujemy w kraju odpowiednimi narzędziami do całościowej optymalizacji działania zintegrowanego producenta energii. Kopalnie posiadają modele złóż, a transfer danych pomiędzy systemami nie stanowi obecnie problemu. Zastanawiające jest czemu tak wolno do praktyki wkracza integracja działań wykorzystująca optymalizację, a tak dużą wagę przywiązuje się i szybko wdraża integrację instytucjonalną, choć większość potencjalnych korzyści tkwi właśnie w optymalizacji wspólnych działań. Optymalizacja i analiza wielu wariantów jest wręcz niezbędna w przypadku nowych inwestycji. Bez takich działań na świecie nie rozpoczyna pracy żadna kopalnia. W zachodnim górnictwie wiele strategicznych analiz zleca się firmom konsultacyjnym i uczelniom, bo pracownicy liniowi (zarówno w małych jak i największych kompaniach górniczych) mają realizować bieżące zadania i po prostu nie mają czasu na działania przynoszące wymierne korzyści znacznie później. Nie zawsze posiadają też wystarczające kompetencje i narzędzia by takie analizy prowadzić. Właściwym rozwiązaniem jest *outsourcing*.

Literatura

- [1] Dokumenty Ministerstwa Gospodarki, 2010 – Sprawozdanie z wyników monitorowania bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, za okres od dnia 1.01.2009 do dnia 31.12.2010.
- [2] Forum EMMMV, 2010 – The Exploration and Mining Business Reference Model, Concepts and Definitions, August 2010.
- [3] GALETAKIS M., VAMVUKA D., 2010 – Lignite Quality Uncertainty Estimation for the Assessment of CO₂ Emissions. *Energy & Fuels* 2009, 23.
- [4] GRUDZIŃSKI Z., 2008 – Poziom cen węgla brunatnego w odniesieniu do cen energii elektrycznej. *Polityka Energetyczna* t. 11, z. 1.
- [5] GRUDZIŃSKI Z., 2010 – Konkurencyjność wytwarzania energii elektrycznej z węgla brunatnego i kamiennego. *Polityka Energetyczna* tom 13, z. 2. Wyd. Instytutu GSMiE PAN, Kraków.
- [6] JURDZIAK L., 2004a – Odkrywkowa kopalnia węgla brunatnego i elektrownia jako bilateralny monopol w ujęciu klasycznym. *Górnictwo i geologia VII. Prace Naukowe Inst. Górnictwa Politechniki Wrocławskiej. Studia i Materiały* Nr 30, w serii gł.: nr 106. Wrocław.
- [7] JURDZIAK L., 2004b – O potrzebie szczegółowego sterowania jakością węgla brunatnego na zliberalizowanym rynku energii – propozycja utworzenia modelu bilateralnego monopolu: kopalnia – elektrownia. *Górnictwo Odkrywkowe*. R. 46, nr 1.

- [8] JURDZIAK L., 2004c – Tandem lignite opencast mine & power plant as a bilateral monopoly. Proceedings of the Thirteenth International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, Wrocław, 1–3 September. A.A.Balkema.
- [9] JURDZIAK L., 2004d – Wpływ optymalizacji kopalń odkrywkowych na rozwiązanie modelu bilateralnego monopolu: kopalnia & elektrownia w długim okresie. *Górnictwo Odkrywkowe* Nr 7–8, 2004.
- [10] JURDZIAK L., 2005a – Czy integracja pionowa kopalń odkrywkowych węgla z elektrowniami jest korzystna i dla kogo? *Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki*, Nr 2.
- [11] JURDZIAK L., 2005b – Kopalnia węgla brunatnego i elektrownia w warunkach liberalizacji rynku energetycznego. *Energetyka* nr 6.
- [12] JURDZIAK L., 2005c – Wpływ struktury organizacyjno-właścicielskiej na funkcjonowanie bilateralnego monopolu kopalni węgla brunatnego i elektrowni. IV Międzynarodowy Kongres Górnictwo Węgla Brunatnego. Bełchatów, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej nr 112, Seria: Konferencje nr 34, Oficyna Wydaw. Pol. Wroc.
- [13] JURDZIAK L., 2006 – Negocjacje pomiędzy kopalnią węgla brunatnego a elektrownią jako kooperacyjna, dwuetapowa gra dwuosobowa o sumie niezerowej. *Energetyka* nr 2.
- [14] JURDZIAK L., 2007 – Analiza ekonomiczna funkcjonowania kopalni węgla brunatnego i elektrowni z wykorzystaniem modelu bilateralnego monopolu, metod optymalizacji kopalń i teorii gier. Monografia. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- [15] JURDZIAK L., 2008a – Integracja działań czy integracja instytucji? *Systems* (Wrocław). vol. 13, spec. iss. 1/2.
- [16] JURDZIAK L., 2008b – Korzyści z integracji pionowej kopalń węgla brunatnego i elektrowni. *Polityka Energetyczna* t. 11, z. 1.
- [17] JURDZIAK L., 2008c – Problem podwójnej marży w bilateralnym monopolu kopalni i elektrowni. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej. *Studia i Materiały* Nr 34.
- [18] JURDZIAK L., KAWALEC W., 2004 – Analiza wrażliwości wielkości i parametrów wyrobiska docelowego kopalni węgla brunatnego na zmianę ceny bazowej węgla. [W:] *Górnictwo i geologia VII*. Wrocław : Oficyna Wydaw. P.Wroc.
- [19] JURDZIAK L., KAWALEC W., 2010a – Risk Analysis of Electric Energy Production From Lignite Upon the Basis of Mining Scenarios Bundle Generated With The Use Of Geo-Risk Optimisation. Referat na 11th IAEE European Conference in Vilnius, Lithuania, August 25–28.
- [20] JURDZIAK L., KAWALEC W., 2010b – Studium optymalizacji scenariuszy technologicznych kopalni węgla brunatnego Legnica. *Górnictwo i Geoinżynieria* R. 34, z. 3, s. 141–157.
- [21] JURDZIAK L., KAWALEC W., 2010c – Wpływ wzrostu sprawności elektrowni oraz polityki CCS na wielkość zasobów bilansowych węgla brunatnego w warunkach bilateralnego monopolu kopalni i elektrowni. *Polityka Energetyczna* t. 13, z. 2, s. 181–197.
- [22] JURDZIAK L., KAWALEC W., 2011 – Elektrownia jako zakład przeróbki kopalni węgla brunatnego – nowe możliwości optymalizacji łącznych działań. *Górnictwo i Geoinżynieria* R. 35, z. 3.
- [23] JURDZIAK L., WOŹNIAK J., 2007 – Elementy analizy ryzyka przy ocenie opłacalności produkcji energii elektrycznej z węgla brunatnego. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* t. 23, z. spec. 2.
- [24] JURDZIAK L., WIKTOROWICZ J., 2008 – Identyfikacja czynników ryzyka w bilateralnym monopolu kopalni i elektrowni. *Górnictwo i Geologia X*. Oficyna Wydawnicza Pol.Wroc.
- [25] JURDZIAK L., WOŹNIAK J., 2008 – Wpływ niepewności dotyczącej nałożonych restrykcji na emisję CO₂ na opłacalność produkcji prądu elektrycznego z węgla brunatnego. *Polityka Energetyczna* t. 11, z. 1.
- [26] JURDZIAK L., WOŹNIAK J., 2009a – Prognozowanie poziomu ryzyka finansowego dla układu kopalni węgla brunatnego i elektrowni. *Polityka Energetyczna* t. 12, z. 2/2.

- [27] JURDZIAK L., WOŹNIAK J., 2009b – Wykorzystanie symulacji do oceny ryzyka niepowodzenia przedsięwzięć górniczych. Przegląd Górniczy nr 9.
- [28] JURDZIAK L., WOŹNIAK J., 2010 – Wpływ cen pozwoleń na emisję CO₂ na wielkość zasobów węgla opłacalnych do eksploatacji. Przegląd Górniczy nr 9.
- [29] KASZTELEWICZ Z., 2005 – Legnickie złoża węgla brunatnego jako źródło energii pierwotnej i element bezpieczeństwa energetycznego Polski. Polityka Energetyczna t. 8, z. spec.
- [30] KASZTELEWICZ Z., 2008 – Zasoby węgla brunatnego w Polsce i perspektywy ich wykorzystania. Polityka Energetyczna t. 11, z. 1.
- [31] WOŹNIAK J., 2010 – Analiza ryzyka w ocenie opłacalności produkcji energii elektrycznej z węgla brunatnego. Rozprawa doktorska. Politechnika Wroclawska (niepublikowana).
- [32] WOŹNIAK J., JURDZIAK L., 2011 – Metodyka analizy ryzyka opłacalności inwestycji górniczo-energetycznej w warunkach niepewności na przykładzie złoża Legnica Wschód. Górnictwo i Geoinżynieria R. 35, z. 3.

Leszek JURDZIAK, Witold KAWALEC

Process management in the value creation chain during production of energy from lignite

Abstract

Analysis of bilateral monopoly of a lignite mine and a power plant leads to the conclusion that the best solution is vertical integration of both sides into one energy company. It allows on both maximization of joint profits and excavation of larger pits as well as on risk of loss reduction. To fully exploit the benefits of integration it should not be restricted to joining of institutions, but to optimization of overall operations. The new approach to the value creation chain in the production of electricity from lignite, in which the energy is exploited instead of coal and a power plant is treated as a processing plant. Then the demand for electric energy can control its supply and mining operations can be flexibly and optimally adapted to the changes one energy market. Moving the integration down to the level of processes in the above mentioned chain requires its decomposition into individual processes and subprocesses, and their definition for the demand of operation in the energy market like in the solution proposed by the EMMv Forum from of The Open Group, which has done similar work but for mineral and metal ore mining. A full description of the mining and energy cycle will determine the information needs, which has not been fully integrated so far. For example, geologists model in the deposits distribution of slightly different quality parameters than those required by specialists of lignite combustion. The aim of integration should be the consistent process management at every stage of company development and data processing to improve maximally the efficiency of electric energy production from lignite, making the industry competitive, even in adverse conditions, of forced purchase expensive permits on CO₂ emission and state subsidies to renewable energy.

KEY WORDS: bilateral monopoly, vertical integration, pit optimization, risk of loss, lignite