

PROGNOZOWANIE RENTOWNOŚCI PRODUKCJI WĘGLA KAMIENNEGO Z WYKORZYSTANIEM MODELU KOMPUTEROWEGO

Jolanta BIJAŃSKA, Krzysztof WODARSKI

Streszczenie: W artykule przedstawiono model komputerowy, który został opracowany dla wspomagania prognozowania rentowności produkcji węgla kamiennego w kopalniach. Scharakteryzowano poszczególne moduły modelu komputerowego, w których odwzorowano rentowność produkcji węgla kamiennego, zestawiono niezbędne dane, oprogramowano przyjęte metody prognozowania oraz metody symulacyjne.

Słowa kluczowe: górnictwo węgla kamiennego, prognozowanie rentowności produkcji.

1. Wprowadzenie

Prognozowanie rentowności produkcji węgla kamiennego spełnia ważną rolę w analizie i ocenie perspektyw rozwojowych kopalń, a także w wyznaczaniu ewentualnego kierunku i zakresu niezbędnych działań restrukturyzacyjnych.

Prognozowanie rentowności produkcji w kopalniach jest problemem złożonym. Dla jego rozwiązania, w ramach projektu badawczego [1], przeprowadzono badania w zakresie czynników zewnętrznych i wewnętrznych wywierających wpływ na rentowność produkcji węgla kamiennego, określono modele prognostyczne rentowności uwzględniające te czynniki, opracowano ich prognozy, a na tej podstawie prognozy rentowności produkcji węgla. Wymienione działania, wchodzące w zakres tzw. postępowania prognostycznego, scharakteryzowano w pracach [1, 2, 3, 4].

Z uwagi na zakres oraz ilość informacji i obliczeń niezbędnych do przeprowadzenia w ramach ww. postępowania prognostycznego opracowano model komputerowy „SPRP” (od „System Prognozowania Rentowności Produkcji”). Podstawowym zadaniem tego modelu jest jego wykorzystanie w postępowaniu prognostycznym prowadzonym w kopalniach, w celu przygotowania informacji dla zarządu spółki węglowej w zakresie rentowności produkcji węgla poszczególnych kopalń w perspektywie do 2020 roku.

2. Podstawowe założenia do budowy modelu komputerowego „SPRP”

W modelu „SPRP” konieczne było uwzględnienie podstawowych założeń dotyczących sposobu odwzorowania rentowności produkcji węgla w kopalni, zestawu danych wejściowych, metod prognozowania oraz metod symulacyjnych.

2.1. Sposób odwzorowania rentowności produkcji węgla w kopalni

Dla odwzorowania rentowności produkcji węgla kamiennego w kopalni przyjęto, że określone w pracach [1, 3, 4]:

- miary rentowności produkcji węgla kamiennego, tj. wynik finansowy brutto ze sprzedaży węgla WFB oraz wskaźniki rentowności sprzedaży Wr_1 i Wr_2 , są zmiennymi objaśnianymi,
- czynniki mające istotny wpływ na rentowność produkcji węgla w kopalni są zmiennymi objaśniającymi, które oznaczono w następujący sposób: X_1 – średnia cena sprzedaży węgla, X_2 – wielkość sprzedaży węgla, X_3 – poziom wynagrodzeń, X_4 – wielkość zatrudnienia, X_5 – koszt usług obcych w procesie produkcji węgla kamiennego, X_6 – koszt zużycia stali i materiałów w procesie produkcji węgla kamiennego, X_7 – koszt zużycia energii w procesie produkcji węgla kamiennego, X_8 – koszt amortyzacji, X_9 – zapotrzebowanie na węgiel kamienny na rynku krajowym, X_{10} – Produkt Krajowy Brutto, X_{11} – inflacja.

Następnie przyjęto, że rentowność produkcji węgla kamiennego w kopalni, określona przyjętymi miarami, zostanie odwzorowana przez algorytmy obliczeniowe oraz równania ekonometryczne.

W algorytmach obliczeniowych założono, że zmienne objaśniane można określić na podstawie następującej kombinacji wybranych ośmiu zmiennych objaśniających, które są czynnikami wewnętrznymi (wskaźnikami techniczno – ekonomicznymi kopalni):

$$WFB = (X_1 \cdot X_2) - (X_3 \cdot X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8), \quad (1)$$

$$Wr_1 = \frac{WFB}{X_1 \cdot X_2}, \quad (2)$$

$$Wr_2 = \frac{WFB}{X_3 \cdot X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8}. \quad (3)$$

Prognozowanie rentowności produkcji węgla kamiennego w kopalniach w perspektywie do 2020 roku na podstawie przedstawionych algorytmów obliczeniowych będzie możliwe przy przyjęciu następujących założeń:

- w okresie prognozowania, tj. w latach 2010 – 2020 na zmienne objaśniane będą wpływały te same zmienne objaśniające,
- znane są prognozy kształtowania się zmiennych objaśniających w okresie prognozowania, tj. w latach 2010 - 2020.

W równaniach ekonometrycznych rentowności produkcji w poszczególnych kopalniach przyjęto, że zmienne objaśniane WFB, Wr_1 , Wr_2 są zależne od zmiennych objaśniających X_1, X_2, \dots, X_K oraz składnika losowego ε , co w ogólnej postaci można zapisać, jako:

$$WFB = f(X_1, X_2, \dots + X_K, \varepsilon), \quad (4)$$

$$Wr_1 = f(X_1, X_2, \dots + X_K, \varepsilon), \quad (5)$$

$$Wr_2 = f(X_1, X_2, \dots + X_K, \varepsilon), \quad (6)$$

Przyjmując, dla uogólnienia, za zmienne objaśniane WFB, Wr_1 i Wr_2 wielkość Y , powyższe równania można przedstawić w następujący sposób:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots + X_K, \varepsilon), \quad (7)$$

gdzie: Y - zmienna objaśniana (WFB, Wr_1 , Wr_2),

X_K - zmienne objaśniające (czynniki mające wpływ na Y),
 f - postać analityczna równania, funkcja,
 ε - składnik losowy, uwzględniający łączny wpływ na zmienną objaśnianą Y innych, nieuwzględnionych w równaniu czynników, a także ewentualne losowe błędy pomiaru zmiennych i odchylenia przyjętej analitycznej postaci równania ekonometrycznego od rzeczywistej zależności pomiędzy zmiennymi.

Zakładając liniową zależność między zmienną objaśnianą Y a zmiennymi objaśniającymi X_1, X_2, \dots, X_K równanie (7) można zapisać następująco:

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_K X_K + \varepsilon \quad (8)$$

gdzie: $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_K$ - parametry strukturalne (współczynniki regresji),
 pozostałe oznaczenia jw.

Parametry strukturalne α_j ($j=0, \dots, K$) kombinacji linowej $\alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \dots + \alpha_K X_K$ charakteryzują strukturę powiązań zmiennej objaśnianej ze zmiennymi objaśniającymi, czyli ilościowy wpływ zmiennych objaśniających, przy których stoją. W równaniu (8) przyjęto, że pierwsza zmienna objaśniająca jest równa jedności $X_0 \equiv 1$, stąd α_0 jest wyrazem wolnym, tzw. stałą regresji. Parametry strukturalne są nieznane. Przyjęto, że zostaną one oszacowane na podstawie zaobserwowanych w latach 1995 – 2009 wartości Y oraz X_1, X_2, \dots, X_K . Uwzględniając zebrane dane statystyczne dotyczące Y oraz X_1, X_2, \dots, X_K przedstawione w [1], równanie (8) przyjmuje następującą postać empiryczną:

$$y_i = a_0 + a_1 X_{1i} + a_2 X_{2i} + \dots + a_K X_{Ki} + e_i \quad (9)$$

gdzie: y_i - zaobserwowane wartości zmiennej objaśnianej Y ($i=1, 2, \dots, n$; gdzie pierwszą jednostką czasu jest rok 1995, a ostatnią rok 2009),
 x_{ki} - zaobserwowane wartości zmiennej objaśnianej X_k ($k=1, 2, \dots, K$; $i=1, 2, \dots, n$),
 $a_0, a_1, a_2, \dots, a_k$ - oceny parametrów strukturalnych,
 e_i - ocena składnika losowego (reszta).

W symbolice macierzowo – wektorowej równanie (9) można zapisać w postaci:

$$y = Xa + e, \quad (10)$$

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1K} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2K} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nK} \end{bmatrix}, \quad a = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \vdots \\ a_K \end{bmatrix}, \quad e = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix}.$$

gdzie: y - wektor obserwacji na zmiennej objaśnianej,
 X - macierz obserwacji na zmiennych objaśniających,
 a - wektor ocen parametrów strukturalnych,
 e - wektor składników losowych (reszt).

W opracowaniu równań ekonometrycznych istotne znaczenie ma dokonanie wyboru tych zmiennych objaśniających, które najlepiej wyjaśniają kształtowanie się zmiennej objaśnianej. Ustalono, że spośród 11 zidentyfikowanych zmiennych objaśniających, w równaniach ekonometrycznych rentowności produkcji węgla zostaną uwzględnione tylko te, które będą silnie skorelowane ze zmienną objaśnianą. Stąd też przyjęto, że podstawą wyboru zmiennych objaśniających, które należy uwzględnić w równaniach ekonometrycznych rentowności poszczególnych kopalń, będą współczynniki korelacji (liniowej) między:

- zmienną objaśnianą i potencjalnymi zmiennymi objaśniającymi (oznaczono je jako r_{0j} dla $j=1, \dots, L$, gdzie L jest liczbą potencjalnych zmiennych objaśniających),
- parami potencjalnych zmiennych objaśniających (r_{ij} dla $i, j = 1, \dots, L$).

Przyjęto, że wybór zmiennych objaśniających zostanie dokonany przy wykorzystaniu metody pojemności nośników informacji Hellwiga [5], przy założeniu, że nośnikami informacji są potencjalne zmienne objaśniające.

Po dokonaniu wyboru zmiennych objaśniających do równania ekonometrycznego, zostanie przeprowadzona estymacja parametrów strukturalnych, polegająca na ich szacowaniu w oparciu o pozyskane dane statystyczne, przy wykorzystaniu metody najmniejszych kwadratów (KMNK) [6].

Po przeprowadzeniu estymacji opracowane równania ekonometryczne zostaną zweryfikowane poprzez zbadanie ich dopasowania do danych empirycznych, przy wykorzystaniu: współczynnika determinacji R^2 i skorygowanego współczynnika determinacji \bar{R}^2 [7].

Prognozowanie rentowności produkcji węgla kamiennego w perspektywie do 2020 roku w oparciu o opracowane równania ekonometryczne rentowności produkcji poszczególnych kopalń będzie możliwe przy przyjęciu następujących podstawowych założeń:

- opracowane dla poszczególnych kopalń równania ekonometryczne rentowności produkcji węgla kamiennego są „dobre” w odniesieniu do przyjętych kryteriów oceny (R^2 i \bar{R}^2),
- postać opracowanych równań i wzajemne oddziaływanie zmiennych są stałe, tzn. związki między badanymi zmiennymi występujące w przeszłości (w latach 1995 – 2009) będą takie same w przyszłości (w latach 2010 - 2020),
- składnik losowy ma stały rozkład w czasie, tzn. nie pojawią się nowe ważne zmienne oddziaływujące na rentowność produkcji węgla kamiennego, a dotychczasowe zmienne nie zmienią swojego oddziaływania, zgodnie z założeniem 2,
- znane są prognozy zmiennych objaśniających w okresie prognozowania, tj. w latach 2010 - 2020.

2.2. Zestaw danych

Uwzględniając określony w pkt 2.1 sposób odwzorowania rentowności produkcji węgla kamiennego w kopalniach przyjęto, że dla prognozowania tej rentowności niezbędne jest posiadanie zestawu danych, który obejmuje:

- dane historyczne, dotyczące kształtowania się przyjętych miar rentowności produkcji węgla kamiennego (Y) oraz wartości czynników zewnętrznych i wewnętrznych kopalń (X), mających wpływ na tę rentowność w latach 1995 – 2009.

- dane planistyczne (prognozowane), dotyczące kształtowania wartości czynników zewnętrznych i wewnętrznych kopalń (X), mających wpływ na rentowność produkcji węgla kamiennego w latach 2010 – 2020.

2.3. Metody prognozowania

Jednym z podstawowych warunków opracowania prognoz zmiennych objaśnianych w perspektywie do 2020 roku jest posiadanie prognoz zmiennych objaśniających. Przyjęto, że prognozy te będą pozyskiwane w różny sposób, w zależności od charakteru zmiennych objaśnianych (czynniki zewnętrzne lub wewnętrzne). W szczególności założono, że:

- w przypadku zmiennych objaśnianych, którymi są czynniki zewnętrzne zostaną uwzględnione prognozy makroekonomiczne oraz prognozy opracowane przy wykorzystaniu wybranych metod prognozowania,
- w przypadku zmiennych objaśnianych, którymi są czynniki wewnętrzne (wskaźniki techniczno – ekonomiczne kopalń) zostaną uwzględnione prognozy opracowane przez służby planistyczne w poszczególnych kopalniach oraz prognozy opracowane przy wykorzystaniu wybranych metod prognozowania.

Biorąc pod uwagę powyższe założenia, dla opracowania prognoz rentowości konieczne jest pozyskanie prognoz makroekonomicznych poszczególnych czynników zewnętrznych oraz prognoz czynników wewnętrznych, które zostały opracowane przez służby planistyczne poszczególnych kopalń w perspektywie do 2020 roku. Ponadto niezbędne jest dokonanie wyboru metod prognozowania czynników zewnętrznych i wewnętrznych.

Na podstawie prac [7, 8, 9] przyjęto, że metody prognozowania zmiennych objaśnianych zostaną wybrane na podstawie analizy właściwości różnych metod prognozowania, przeprowadzonej w odniesieniu do specyfiki rozpatrywanego problemu prognostycznego i rodzaju prognozy, a także dostępności i charakteru danych statystycznych. Na podstawie wyników przeprowadzonej analizy, przedstawionych w pracach [1,10], przyjęto, że:

- do prognozowania zmiennych objaśnianych X wykazujących oscylacje względem poziomu stałego można zastosować metody:
 - ✓ średnich ruchomych (prostej i ważonej),
 - ✓ wygładzania wykładniczego (Browna),
 - ✓ naiwną - poziomą bez zmian,
- do prognozowania zmiennych objaśnianych X wykazujących tendencję rozwojową można zastosować metody:
 - ✓ trendu liniowego,
 - ✓ wygładzania wykładniczego z trendem liniowym (Holta),
 - ✓ trendu pełzającego z wagami harmonicznymi,
 - ✓ naiwną - przyrost stały bez zmian.

Ostateczny wybór poszczególnych metod prognozowania będzie zależał od oceny jakości określonego modelu prognostycznego, czyli oceny jego zgodności z danymi empirycznymi. Ocena ta zostanie przeprowadzona na podstawie różnych mierników (w zależności od możliwości ich zastosowania do poszczególnych metod prognozowania), do których należą: współczynnik determinacji, skorygowany współczynnik determinacji, odchylenie standardowe składnika resztowego, współczynnik wyrazistości oraz średni błąd szacunku parametru.

Do wyznaczenia prognoz zmiennych objaśniających X przy wykorzystaniu wymienionych metod zostaną wykorzystane reguły prognozy nieobciążonej oraz prognozy nieobciążonej z poprawką. Opracowane prognozy zostaną poddane ocenie jakości przy wykorzystaniu modelu Theila. Wymienione metody i reguły prognozowania, a także mierniki oceny jakości zostały scharakteryzowane w pracach [1, 5, 6, 7, 8, 10].

2.4. Metody symulacyjne

Przyjęto, że prognozowanie rentowności produkcji węgla kamiennego w kopalni jest możliwe na podstawie określonego w pkt. 2.1 sposobu jej odwzorowania, a także prognoz czynników wywierających wpływ na tę rentowność, opracowanych na podstawie metod przedstawionych w pkt. 2.3.

Biorąc pod uwagę różne sposoby odwzorowania zmiennej objaśnianej oraz różne możliwości w zakresie prognozowania zmiennych objaśniających, przyjęto osiem sposobów opracowania prognoz rentowności produkcji węgla kamiennego.

Cztery pierwsze sposoby pozwalają uzyskać prognozy „deterministyczne” na podstawie:

- 1) równań ekonometrycznych, przy wykorzystaniu prognozowanych wartości czynników zewnętrznych i wewnętrznych opracowanych przy wykorzystaniu przyjętych metod prognozowania,
- 2) algorytmów obliczeniowych, przy wykorzystaniu prognozowanych wartości czynników zewnętrznych i wewnętrznych opracowanych przy wykorzystaniu przyjętych metod prognozowania,
- 3) równań ekonometrycznych, przy wykorzystaniu prognoz makroekonomicznych czynników zewnętrznych oraz wartości czynników wewnętrznych, prognozowane przez służby planistyczne poszczególnych kopalń,
- 4) algorytmów obliczeniowych, przy wykorzystaniu prognoz makroekonomicznych czynników zewnętrznych oraz wartości czynników wewnętrznych, prognozowane przez służby planistyczne poszczególnych kopalń.

Cztery kolejne sposoby pozwalają uzyskać prognozy „probabilistyczne” na podstawie:

- 5) równań ekonometrycznych, uwzględniających rozkłady prawdopodobieństw wartości czynników zewnętrznych oraz wewnętrznych opracowane na podstawie wyników zastosowanych metod prognozowania,
- 6) algorytmów obliczeniowych, uwzględniających rozkłady prawdopodobieństw wartości czynników zewnętrznych oraz wewnętrznych opracowane na podstawie wyników zastosowanych metod prognozowania,
- 7) równań ekonometrycznych, uwzględniających (ustalone w oparciu o opinie ekspertów) rozkłady prawdopodobieństw wartości czynników zewnętrznych oraz wewnętrznych, prognozowane przez służby planistyczne poszczególnych kopalń,
- 8) algorytmów obliczeniowych, uwzględniających (ustalone w oparciu o opinie ekspertów) rozkłady prawdopodobieństw wartości czynników zewnętrznych oraz wewnętrznych, prognozowane przez służby planistyczne poszczególnych kopalń.

Przyjęto, że dla sposobów 1 – 4 metoda symulacji będzie polegać na dokonywaniu „ręcznie” zmian w wybranych zmiennych objaśniających X (czynnikach zewnętrznych oraz wewnętrznych) i badaniu wpływu tych zmian na wybraną zmienną objaśnianą (WFB, Wr_1 lub Wr_2) w danym horyzoncie czasu. Postępowanie w tej metodzie polega więc na:

- wyborze zmiennej objaśniającej X jako zmiennej decyzyjnej (można również wybrać kilka zmiennych równocześnie),

- założeniu odchylenia w kształtowaniu się wybranej zmiennej (o dany % lub wartość) od wartości prognozowanej w poszczególnych latach przyjętego okresu czasu,
- obliczeniu wartości wybranej zmiennej objaśnianej (WFB, Wr_1 , Wr_2) w danym horyzoncie czasu,
- określeniu wpływu dokonanych zmian.

Dla sposobów 5 – 8 dla obliczenia rozkładów prawdopodobieństwa wartości zmiennych objaśnianych przyjęto metodę symulacji „Monte Carlo”, natomiast do ustalenia rozkładów prawdopodobieństwa zmiennych objaśniających X - metodę heurystyczną, opartą na badaniu opinii ekspertów. Metoda ta polega na określeniu przez wybranych ekspertów parametrów rozkładu normalnego charakteryzującego odchylenie danej zmiennej objaśniającej od wartości prognozowanej. Następnie, za pomocą generatora liczb losowych, należy ustalić wartość odchylenia zmiennej od wartości prognozowanej i obliczyć wartość poszczególnych zmiennych objaśnianych (WFB, Wr_1 , Wr_2) dla poszczególnych lat przyjętego horyzontu czasu. Szczegółowe informacje w tym zakresie przedstawiono w pracy [1].

3. Budowa i zadania modelu komputerowego „SPRP”

Model komputerowy „SPRP” składa się z siedmiu podstawowych modułów, w których uwzględniono przyjęty sposób odwzorowania rentowności produkcji węgla kamiennego oraz określony zestaw danych, oprogramowano przyjęte metody prognozowania i metody symulacyjne. Do podstawowych modułów „SPRP” należą:

1. DANE.
2. PROGNOZA CZYNNIKÓW ZEWNĘTRZNYCH.
3. PROGNOZA CZYNNIKÓW WEWNĘTRZNYCH.
4. MODEL EKONOMETRYCZNY.
5. MODEL OBLICZENIOWY.
6. SYMULACJA.
7. PORÓWNANIE PROGNOZ.

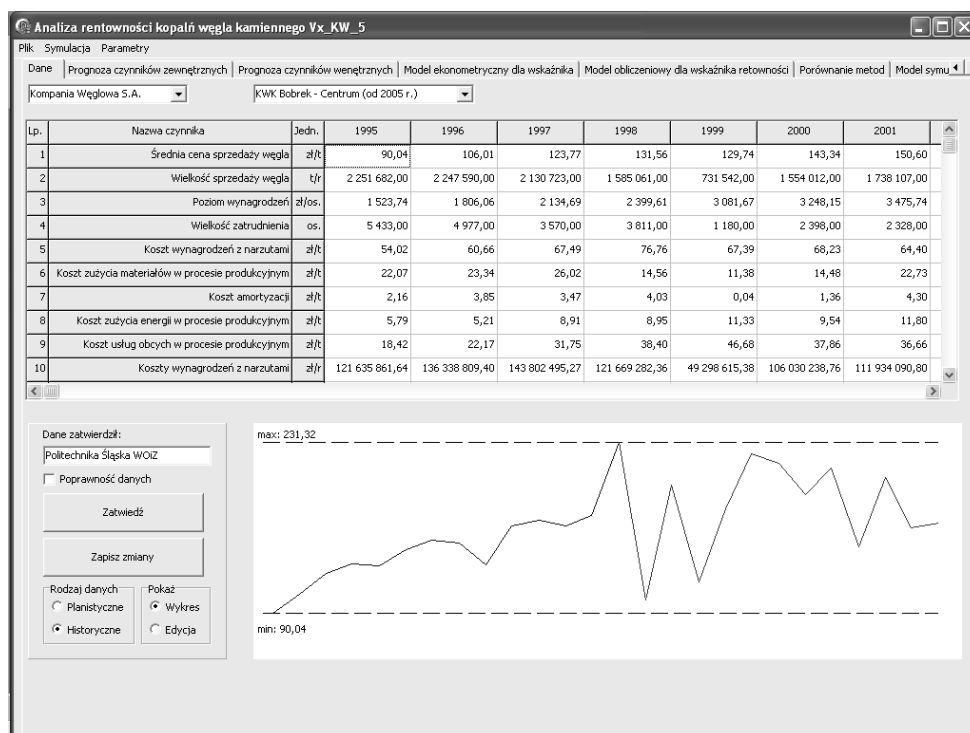
Moduł DANE (rys. 1) jest w istocie bazą danych, w której zestawione są informacje:

- o czynnikach zewnętrznych – makroekonomicznych,
- o czynnikach wewnętrznych – charakteryzujących poszczególne kopalnie węgla kamiennego funkcjonujące w poszczególnych spółkach węglowych.

Zadaniem tego modułu jest gromadzenie danych:

- historycznych, w zakresie kształtowania się wartości czynników zewnętrznych oraz czynników wewnętrznych mających wpływ na rentowność produkcji węgla kamiennego w poszczególnych kopalniach w przyjętym horyzoncie czasu,
- historycznych, w zakresie kształtowania się określonych miar rentowności produkcji węgla kamiennego w poszczególnych kopalniach w przyjętym horyzoncie czasu,
- planistycznych (prognozowanych przez służby planistyczne w poszczególnych kopalniach), w zakresie kształtowania się wartości czynników wewnętrznych, mających wpływ na rentowność produkcji węgla kamiennego,

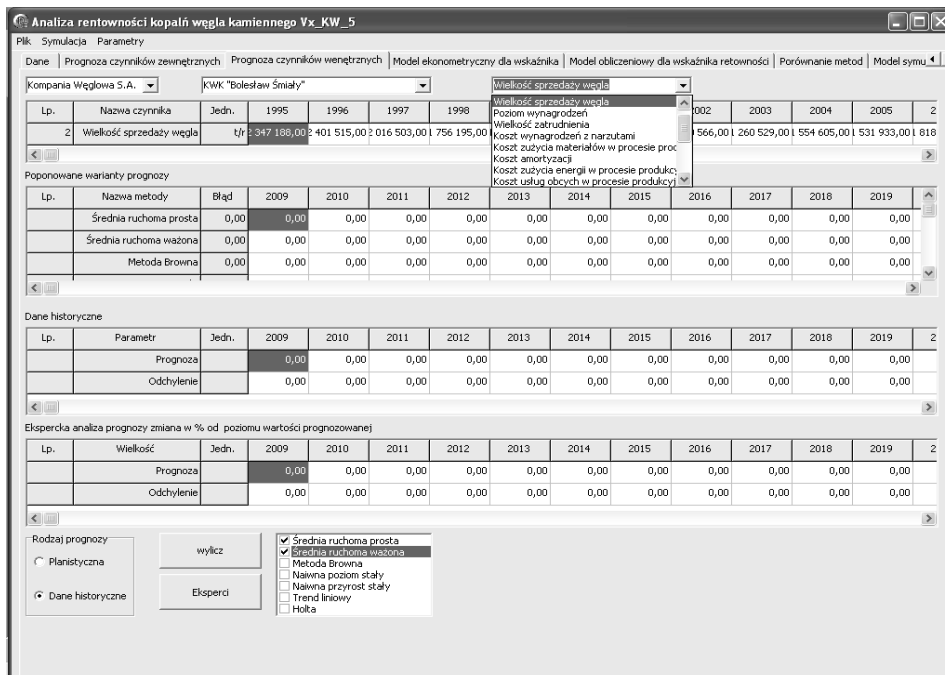
- planistycznych (uzyskanych z prognoz makroekonomicznych), w zakresie kształtowania się wartości czynników zewnętrznych, mających wpływ na rentowność produkcji węgla kamiennego.



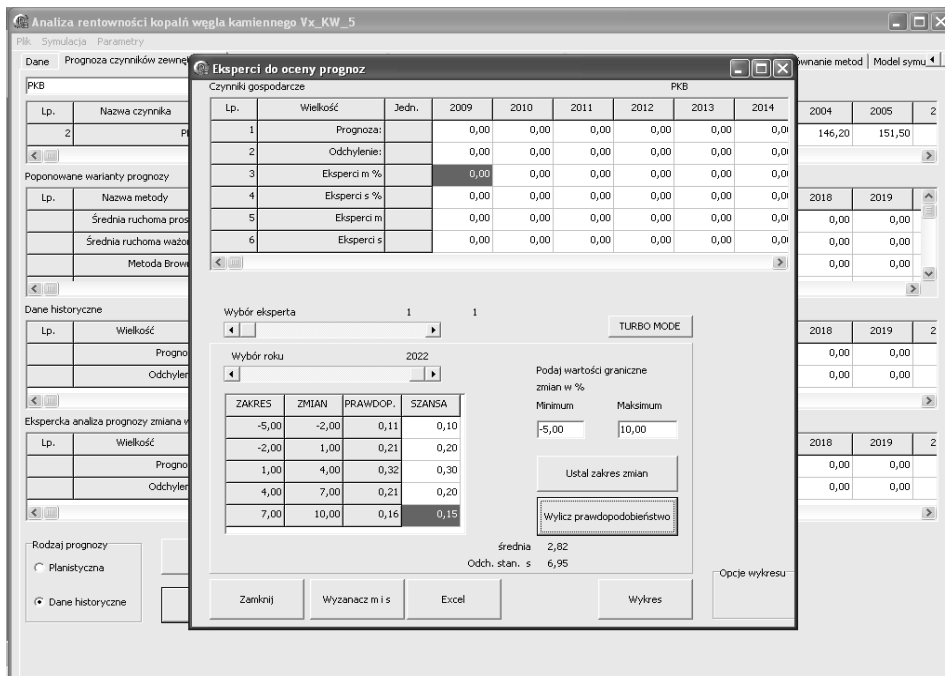
Rys. 1. Moduł DANE

Moduły PROGNOZA CZYNNIKÓW WEWNĘTRZNYCH (rys. 2) oraz **PROGNOZA CZYNNIKÓW ZEWNĘTRZNYCH** (rys. 3) umożliwiają opracowanie prognoz wartości wymienionych czynników w określonym horyzoncie czasu, na podstawie zebranych danych historycznych i przyjętych metod prognozowania. Opracowanie prognoz odbywa się w oparciu o zasady przedstawione w pkt 2.

Do opracowania prognoz kształtowania się poszczególnych czynników można wybrać jedną metodę lub kilka metod równocześnie. W tym drugim przypadku jako ostateczną prognozę „SPRP” przyjmuje średnią ważoną uzyskanych wyników, gdzie wagami są błędy poszczególnych prognoz, uzyskanych w wyniku zastosowania wybranych metod. Ponadto, w ramach tych modułów, „SPRP” pozwala na określenie rozkładów prawdopodobieństwa czynników. Rozkłady zmienności uzyskuje się na podstawie ocen ekspertów (rys. 3).



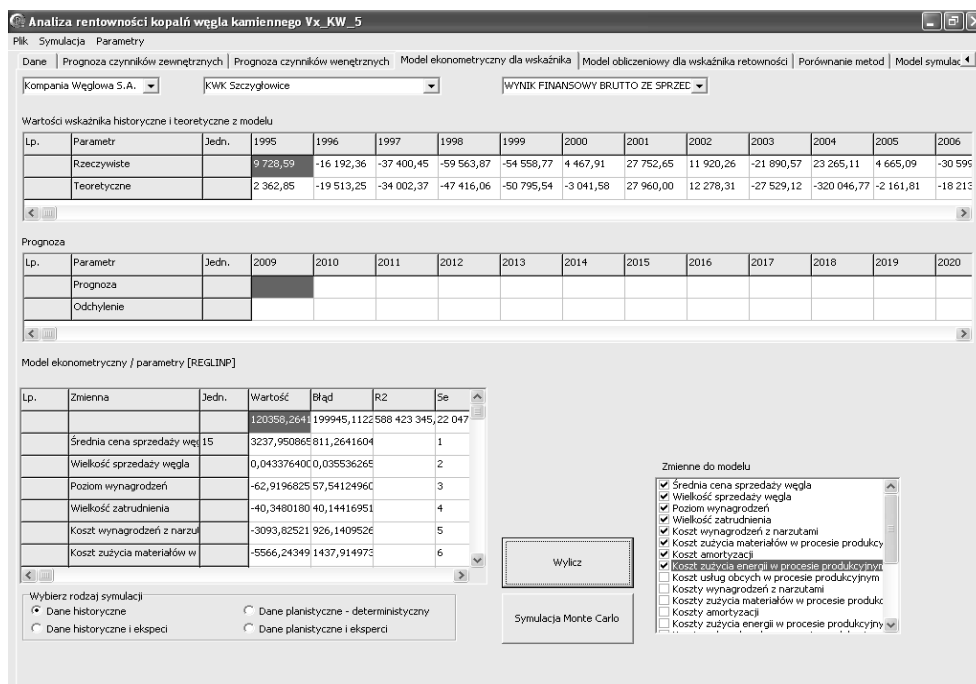
Rys. 2. Moduł PROGNOZA CZYNNIKÓW WEWNĘTRZNYCH



Rys. 3. Moduł PROGNOZA CZYNNIKÓW ZEWNĘTRZNYCH – ocena ekspertów

Do podstawowych zadań modułu **MODEL EKONOMETRYCZNY** należy:

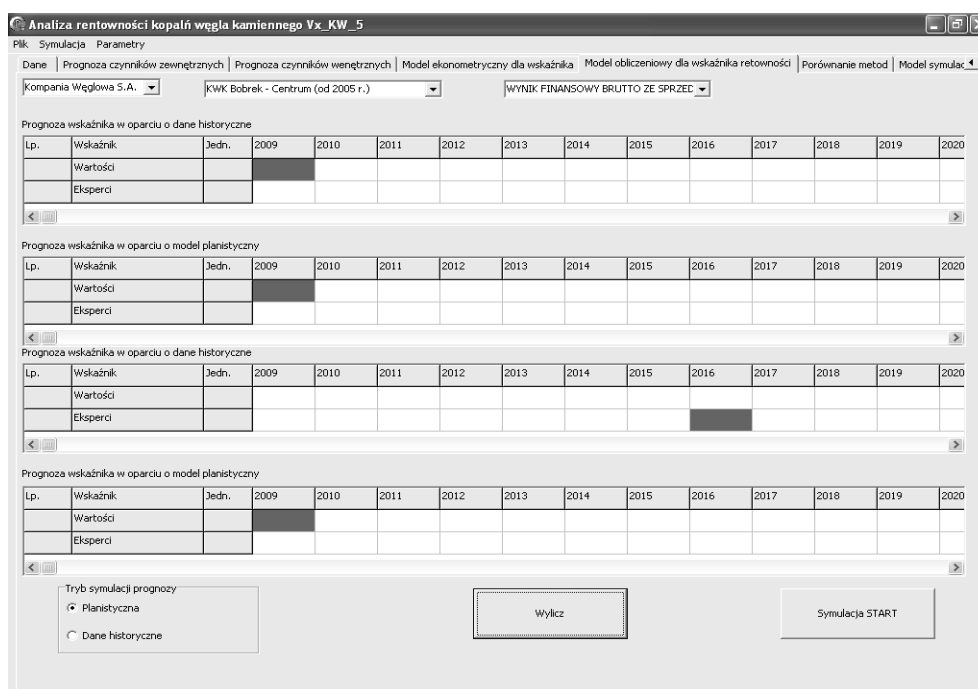
- ustalenie zmiennych do modelu ekonometrycznego (tj. czynników mających największy wpływ na rentowość produkcji węgla) dla poszczególnych kopalń będących przedmiotem analiz (rys. 4),
- określenie zależności korelacyjnych zachodzących pomiędzy określonymi miarami rentowności produkcji węgla kamiennego oraz czynnikami zewnętrznymi i wewnętrznymi w poszczególnych kopalniach,
- ustalenie postaci równania ekonometrycznego (opisującego związek określonych miar rentowności produkcji węgla kamiennego oraz czynników zewnętrznych i wewnętrznych) dla poszczególnych kopalń,
- przeprowadzenie prognozy wybranego wskaźnika rentowności dla kopalni węgla kamiennego w oparciu o ustalone równanie ekonometryczne, przy wykorzystaniu prognoz czynników zewnętrznych i wewnętrznych opracowanych na podstawie danych historycznych lub planistycznych,
- określenie rozkładu prawdopodobieństwa wybranego wskaźnika rentowności produkcji (z wykorzystaniem metody Monte Carlo) w oparciu o ustalone równanie ekonometryczne, przy wykorzystaniu rozkładu prawdopodobieństwa wartości czynników zewnętrznych i wewnętrznych uzyskanego na podstawie danych historycznych lub planistycznych.



Rys. 4. Moduł MODEL EKONOMETRYCZNY

Do podstawowych zadań modułu **MODEL OBLICZENIOWY** należy:

- przeprowadzenie prognozy wybranego wskaźnika rentowności dla kopalni węgla kamiennego w oparciu o ustalony algorytm obliczeniowy, przy wykorzystaniu prognozy czynników wewnętrznych na podstawie danych historycznych lub planistycznych (rys. 5),
- określenie rozkładu prawdopodobieństwa wybranego wskaźnika rentowności dla kopalni węgla kamiennego w oparciu o ustalony algorytm obliczeniowy, przy wykorzystaniu rozkładu prawdopodobieństwa wartości czynników wewnętrznych na podstawie danych historycznych lub planistycznych.



Rys. 5. Moduł MODEL OBLICZENIOWY

Moduł SYMULACJA jest wykorzystywany do tzw. „ręcznej symulacji”. Pozwala on na prognozowanie rentowności produkcji w poszczególnych kopalniach węgla kamiennego w określonym horyzoncie czasu, na podstawie ustalonego równania ekonometrycznego lub algorytmu obliczeniowego oraz ustalonej przez użytkownika „SPRP” wartości czynników zewnętrznych i wewnętrznych.

Moduł PORÓWNANIE PROGNOZ umożliwia analizę wyników uzyskanych z poszczególnych metod prognozowania na podstawie modelu Thiela oraz modelu korelacji Pearsona. W tym module ustalane są założenia do obliczeń, natomiast same obliczenia są przeprowadzane w module MODEL OBLICZENIOWY.

4. Zakończenie

Przedstawiony model komputerowy „SPRP”, opracowany jako narzędzie dla wspomagania prognozowania rentowności produkcji w polskich kopalniach węgla kamiennego, posiada szereg opcji, które umożliwiają efektywniejszy przebieg postępowania prognostycznego. Analiza wyników przeprowadzonych obliczeń stanowi podstawę dla określenia warunków niezbędnych dla osiągnięcia i utrzymania stanu rentowności produkcji węgla, a także wskazania ewentualnego kierunku i zakresu dalszych działań restrukturyzacyjnych w kopalniach węgla kamiennego.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008 – 2011 jako projekt badawczy własny Nr N N524 167735.

Literatura

1. Projekt badawczy własny pt.: Badanie rentowności produkcji węgla w kopalniach w perspektywie wieloletniej do roku 2020 dla potrzeb dalszej restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w Polsce. Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania. Zabrze, 2003 (praca niepublikowana).
2. Bijańska J.: Identyfikacja czynników mających wpływ na rentowność produkcji węgla kamiennego w Polsce [w:] „Zarządzanie: doświadczenia i problemy”. Praca pod red. W. Sitko. Politechnika Lubelska, Lublin, 2009.
3. Bijańska J.: Czynniki determinujące rentowność produkcji węgla kamiennego w Polsce [w:] „Kreatywność i innowacyjność w unowocześnianiu przemysłu i usług”. Praca pod red. J. Pyki. TNOIK, Katowice, 2009.
4. Bijańska J.: Zasoby informacyjne dla prognozowania rentowności produkcji w kopalniach węgla kamiennego. VIII Sympozjum Naukowe „Zarządzanie zasobami informacyjnymi w warunkach kryzysu gospodarczego”. Kraków, 2010.
5. Kukuła K. (red.): Wprowadzenie do ekonometrii. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2009, s. 29-33.
6. Sobczyk M.: Prognozowanie. Teoria. Przykłady. Zadania. Placet, Warszawa, 2008, s. 157-158.
7. Cieślak M. (red.): Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2005, s. 46-47.
8. Nowak E. (red.): Prognozowanie gospodarcze. Metody, modele, zastosowania, przykłady. Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa, 1998.
9. Czerwiński Z., Guzik B.: Prognozowanie ekonometryczne. PWE, Warszawa, 1980.
10. Bijańska J.: Zasady prognozowania czynników mających wpływ na rentowność produkcji węgla kamiennego w kopalniach [w:] „Modele, metody i narzędzia zarządzania organizacjami”. Praca pod red. J. Pyki. TNOIK, Katowice, 2010.

Dr inż. Jolanta BIJAŃSKA
Dr hab. inż. Krzysztof WODARSKI
Instytut Zarządzania i Administracji
Politechnika Śląska
tel. (32) 277 73 29
mail: jolantabijanska@op.pl
Krzysztof.Wodarski@polsl.pl