

Aleksander KARCZ\*, Krzysztof KWAŚNIEWSKI\*\*, Andrzej STRUGAŁA\*\*\*

## Analiza wpływu wybranych czynników makro- i mikroekonomicznych na ocenę strategii rozwoju koksowni

**STRESZCZENIE.** Obiektem analizy była czterobateriajna koksownia produkująca koks wielkopieczowy wysokiej jakości. W scenariuszu bazowym (scenariusz 0) założono technologię suchego chłodzenia wytwarzanego koksu, analizując w stosunku do niego scenariusz 2, zakładający wyłącznie mokre gaszenie koksu oraz dwa następne scenariusze (1 oraz 3), w których dla każdej z wymienionych wcześniej wersji chłodzenia koksu uwzględniono dodatkowo poduszanie wsadu węglowego do zawartości wilgoci całkowitej 6%. Do oceny scenariuszy alternatywnych wykorzystano miernik efektywności uwzględniający zmianę wartości pieniądza w czasie — przyrostową zdyskontowaną wartość netto (NPV). Miernik ten obliczany był na podstawie ustalonych różnic w przepływach pieniężnych (z działalności operacyjnej i inwestycyjnej) dla analizowanego scenariusza alternatywnego oraz scenariusza bazowego. Analizowanymi czynnikami były: wielkość stopy dyskontowej, wysokość nakładów inwestycyjnych potrzebnych dla modernizacji koksowni, stopień wykorzystania zdolności produkcyjnych, relacje cenowe koks — węgiel wsadowy oraz cena sprzedaży gazu koksowniczego.

Zaproponowana metodyka oceny projektów inwestycyjnych w koksownictwie, poprzez pogłębioną analizę wrażliwości stwarza przesłanki do podejmowania trafnych decyzji i stanowi ważny element, uzupełniający ocenę efektywności ekonomicznej działań modernizacyjnych.

---

\* Prof. dr hab. inż. — Wydział Paliw i Energii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków;  
e-mail: akarcz@agh.edu.pl

\*\* Dr inż. — Wydział Zarządzania, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków; e-mail: kkwasnie@zarz.agh.edu.pl

\*\*\* Dr inż. — Wydział Paliw i Energii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków; e-mail: strugala@agh.edu.pl

Recenzent: prof. dr hab. inż. Eugeniusz MOKRZYCKI

SŁOWA KLUCZOWE: koksownictwo, efektywność inwestycji, strategia rozwoju, czynniki makro- i mikroekonomiczne

## Wprowadzenie

Stan techniczny baterii koksowniczych pracujących aktualnie w krajowych koksowniach wymaga kontynuowania intensywnych prac modernizacyjno-odtworzeniowych, umożliwiających produkcję koksu na prognozowanym poziomie ilościowym i jakościowym przy spełnieniu odpowiednich kryteriów zapewniających uzyskanie pozwolenia zintegrowanego. W niektórych przypadkach stan techniczny koksowni i ich sytuacja rynkowa w sposób jednoznaczny determinują kierunki ich dalszego rozwoju, w innych należałoby rozważyć potencjalnie możliwe, alternatywne warianty działań towarzyszących modernizacji baterii w zakresie przygotowania wsadu węglowego do procesu koksowania, obróbki pozapiecowej koksu, a w szczególności sposobu jego chłodzenia czy rozwiązań w zakresie energetyki. Podjęcie w tym zakresie właściwych decyzji spełniających wymóg efektywności przy akceptowanym poziomie ryzyka, popartych przygotowanym studium wykonalności musi być poprzedzone dogłębną analizą rynkową oraz analizą porównawczą alternatywnych wariantów rozwiązań techniczno-technologicznych.

Temu zagadnieniu poświęcony został niniejszy artykuł. Zawartą w nim analizę oceniającą alternatywne, wobec bazowego, warianty modernizacji, wykorzystano do oceny wpływu kluczowych założeń wyjściowych na proces decyzyjny. Wnioski wynikające z tej analizy mogą być pomocne przy planowaniu procesu przygotowania inwestycji w koksownictwie.

## Wybrane czynniki makro- i mikroekonomiczne kształtujące opłacalność rozwiązań modernizacyjnych koksowni

Kluczowe zagadnienie techniczno-ekonomiczne dla koksowni posiada ciąg technologiczny przygotowania mieszanki węglowej oraz produkcji koksu i na nim skoncentrowana została analiza głównych czynników kształtujących efektywność rozwiązań modernizacyjnych koksowni. Założono, że działania modernizacyjne mają na celu zagwarantowanie produkcji koksu przeznaczonego do procesu wielkopiecowego o jakości zapewniającej jego zbyt na rynkach międzynarodowym oraz krajowym, przy wykorzystaniu krajowej bazy surowcowej. W zakresie przygotowania wsadu węglowego do procesu koksowania, analizowano alternatywnie klasyczny sposób przygotowania wsadu oraz przygotowanie wsadu uwzględniające jego podsuszanie, natomiast w zakresie obróbki pozapiecowej koksu

analizowano alternatywnie prowadzenie technologii suchego chłodzenia koksu oraz jego gaszenie na mokro. Poniżej przedstawiono czynniki analizowane przez autorów przy ocenie efektywności ekonomicznej rozwiązań modernizacyjnych koksowni.

### Koszt pozyskania kapitału inwestycyjnego (wielkość stopy dyskonta)

Wskaźniki opłacalności wszystkich przedsięwzięć inwestycyjnych czy modernizacyjnych z oczywistych powodów zależą od kosztów pozyskania kapitału inwestycyjnego, którego najczęściej stosowaną miarą jest wartość stopy dyskonta. W warunkach niskiej stopy dyskonta z jaką mamy do czynienia w krajach o ustabilizowanych gospodarkach, efektywniejsze staje się inwestowanie w układy technologiczne, charakteryzujące się wyższą sprawnością energetyczną oraz niższymi kosztami eksploatacji, co rekompensuje większe nakłady inwestycyjne, związane z poziomem zaawansowania technologicznego.

### Wysokość nakładów inwestycyjnych na modernizację układu technologicznego

W przypadku układów technologicznych koksowni nakłady inwestycyjne są wyraźnie zróżnicowane dla przedstawionych wcześniej sposobów przygotowania wsadu węglowego oraz chłodzenia koksu.

### Stopień wykorzystania zainstalowanych mocy produkcyjnych

Podobnie jak to się dzieje w przypadku dużych obiektów energetycznych, wskaźniki opłacalności układów technologicznych koksowni silnie zależą od stopnia wykorzystania mocy nominalnej, wyrażonej liczbą ton koksu produkowanego przez baterię w ciągu roku. W przypadku koksowni istotnym jest również, w jakim stopniu wykorzystywane są produkowane przez nią: gaz koksowniczy, energia cieplna, czy ewentualnie energia elektryczna. Z uwagi na wiele czynników, a przede wszystkim sytuację na rynku koksu oraz stan techniczny baterii w praktyce koksownie nie pracują w sposób ciągły przy obciążeniu nominalnym.

### Poziom i struktura cen węgla koksowych i koksu

Dla koksowni cena węgla wsadowego jest podstawowym czynnikiem decydującym o kosztach jej eksploatacji, który wraz z ceną koksu determinuje wskaźniki opłacalności produkcji. Cena koksu jest bezpośrednią pochodną cen węgla, jednak różnica tych cen zwiększa się zazwyczaj w przypadku wysokiej koniunktury na rynku koksu.

## Ceny mediów energetycznych i ich struktura taryfowa

Poza cenami węgla koksowego wielkością decydującą o wyborze rozwiązania technologicznego jest cena mediów energetycznych. Dotyczy to zarówno ceny ich zakupu, jak i sprzedaży dla odbiorców zewnętrznych. Ceny energii cieplnej są w zasadzie ustalane przez rynek, jednak są one dość sztywne w lokalnym układzie terytorialnym.

Ceny zakupu energii elektrycznej od spółek dystrybucyjnych są oczywiście wyższe od ceny sprzedaży do tych spółek. Stąd korzystniejsze wskaźniki opłacalności można uzyskać dla tych układów, gdzie wytwarzana energia elektryczna zastępuje energię kupowaną, a sprzedaż zewnętrzna jest tylko dopełnieniem bilansu.

## Metodyka badań

Przyjęta przez autorów metodologia oceny wynikała bezpośrednio ze sposobu prowadzenia analizy. Rozważane scenariusze modernizacji traktowane były jako potencjalna alternatywa dla określonego scenariusza bazowego, a szczególnie istotnym czynnikiem był brak wskazanych jednoznacznie źródeł finansowania scenariuszy alternatywnych. Powyższe czynniki zdeterminowały zarówno kryteria oceny efektywności poszczególnych scenariuszy, jak również zastosowany model prognoz wyników finansowych przedsiębiorstwa.

Analiza efektywności opierała się na całościowych prognozach przepływów pieniężnych związanych z realizacją i wykorzystaniem efektów uzyskanych dla poszczególnych scenariuszy realizacji strategii modernizacji. Do oceny efektywności projektu zastosowano podejście przyrostowe; każdy z badanych scenariuszy alternatywnych porównano ze scenariuszem bazowym. Oszacowane kwoty określiły więc różnice w przepływach pieniężnych spodziewanych dla obu porównywanych scenariuszy. Do sporządzenia prognozy wykorzystano model oparty na cenach stałych, przy czym wybrane pozycje kosztów zostały skorygowane wskaźnikiem wzrostu cen realnych.

Przy ocenie efektywności, z uwagi na brak wskazanych źródeł finansowania scenariuszy alternatywnych, uwzględniono jedynie pozycje przepływów pieniężnych związanych z działalnością operacyjną i inwestycyjną. Do oceny scenariuszy alternatywnych wykorzystano miernik efektywności uwzględniający zmianę wartości pieniądza w czasie — przyrostową zdyskontowaną wartość netto (NPV). Miernik ten obliczany był na podstawie ustalonych różnic w przepływach pieniężnych (z działalności operacyjnej i inwestycyjnej) dla analizowanego scenariusza alternatywnego oraz scenariusza bazowego. W obliczeniach uwzględniona została, obok spodziewanych różnic w przepływach pieniężnych, również różnica w wartości resztowej majątku przedsiębiorstwa. Z uwagi na brak wiedzy co do poziomu kosztu kapitału stopę dyskontową przyjęto na zmiennym poziomie, tj. wartości miernika dla każdego wariantu alternatywnego obliczane były dla wartości stopy dyskontowej w zakresie od 4 do 10%.

## Ogólny opis analizowanych scenariuszy rozwoju koksowni

W przeprowadzonej analizie scenariuszem bazowym (scenariusz 0) była czterobateryjna koksownia stosująca suche chłodzenie koksu o nominalnej zdolności produkcyjnej około 2,8 mln ton koksu na rok. W scenariuszu tym do przygotowania koksowniczej mieszanki węglowej stosowane są węgle z Górnośląskiego Zagłębia Węglowego dostarczane do koksowni transportem kolejowym. Z wywrotnic wagonowych węgle trafiają na składowisko otwarte. W zależności od potrzeby poszczególne komponenty mieszanki węglowej rozdzielane są w młynach młotkowych, a następnie magazynowane w zbiornikach magazynowo-dozujących. Zadozowana oraz zhomogenizowana na przesypach ciągu transportowego mieszanka węglowa trafia do wież węglowych, z których każda zasila dwie baterie koksownicze. Baterie koksownicze z dolnym opalaniem są ogrzewane gazem koksowniczym. Komory koksownicze baterii o objętości użytecznej rzędu 30 m<sup>3</sup> są napełniane wsadem węglowym metodą grawitacyjną. Całość produkowanego koksu jest chłodzona metodą suchą. Energia cieplna odzyskiwana z koksu konwertowana jest na parę wodną w kotłach odzyskowych, która w całości zaspokaja potrzeby technologiczne koksowni, a jej nadmiar wykorzystywany jest do produkcji energii elektrycznej. Oczyszczony gaz koksowniczy, drugi po koksie podstawowy produkt, jest w całości zagospodarowany:

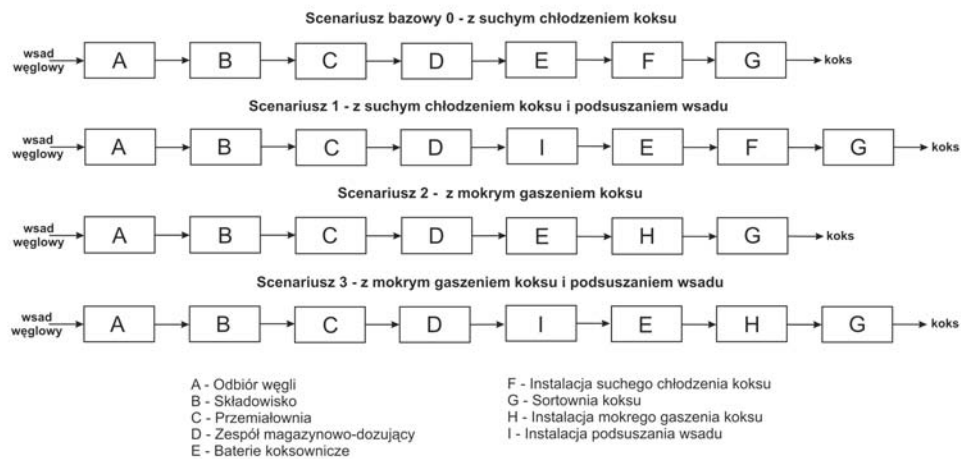
- ✧ do opalania baterii koksowniczych oraz na inne cele technologiczne koksowni,
- ✧ jako paliwo we własnej elektrociepłowni (koksownia jest samowystarczalna w zakresie zapotrzebowania na energię elektryczną),
- ✧ jako produkt handlowy kierowany do odbiorców zewnętrznych.

Ochłodzony koks transportowany jest do sortowni, gdzie poddawany jest klasyfikacji ziarnowej. Wydzielone sortymenty są ekspediowane do odbiorców transportem kolejowym, a częściowo przenośnikiem taśmowym.

Analizie, w stosunku do scenariusza bazowego, poddano następujące koncepcje modernizacyjne:

- scenariusz 1 — przy zachowaniu suchego chłodzenia koksu wdrożenie technologii wstępnego podsuszania koksowniczej mieszanki węglowej do zawartości wilgoci całkowitej 6%,
- scenariusz 2 — w stosunku do bazowego następuje zamiana suchego chłodzenia koksu jego gaszeniem na mokro,
- scenariusz 3 — uwzględnia zastosowanie mokrego gaszenia koksu oraz wstępne podsuszanie mieszanki węglowej.

Schemat rozmieszczenia głównych obiektów na drodze węgla i koksu dla każdego z rozpatrywanych scenariuszy przedstawia rysunek 1.

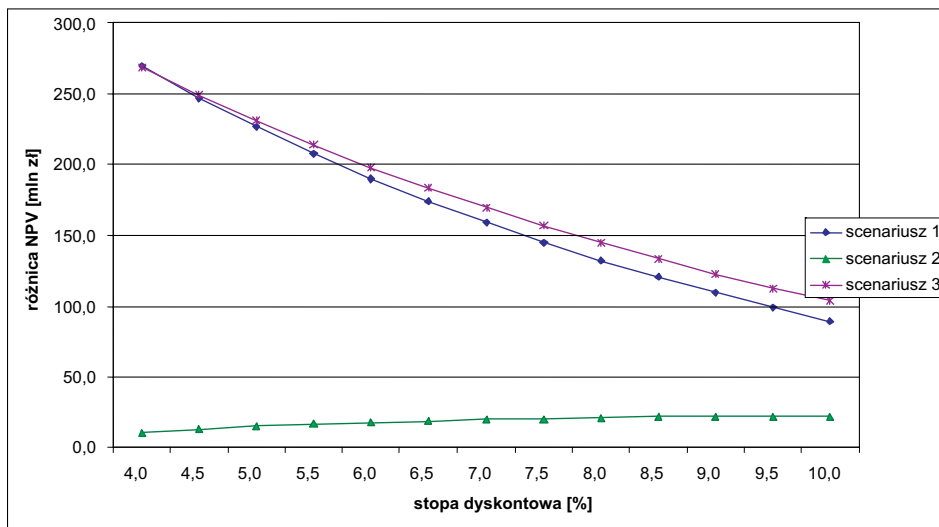


Rys. 1. Schemat rozmieszczenia głównych obiektów koksowni w ciągu węglowo-koksowym dla rozpatrywanych scenariuszy rozwoju

Fig. 1. Schema of main cokery objects for analyzed development scenarios

## Prezentacja obliczeń i wyników analiz

Na rysunku 2 przedstawiono wyniki obliczeń wartości przyrostowej NPV dla wszystkich rozpatrywanych scenariuszy rozwoju koksowni. Wartości te przedstawiono w analizowanym przedziale kosztu kapitału.

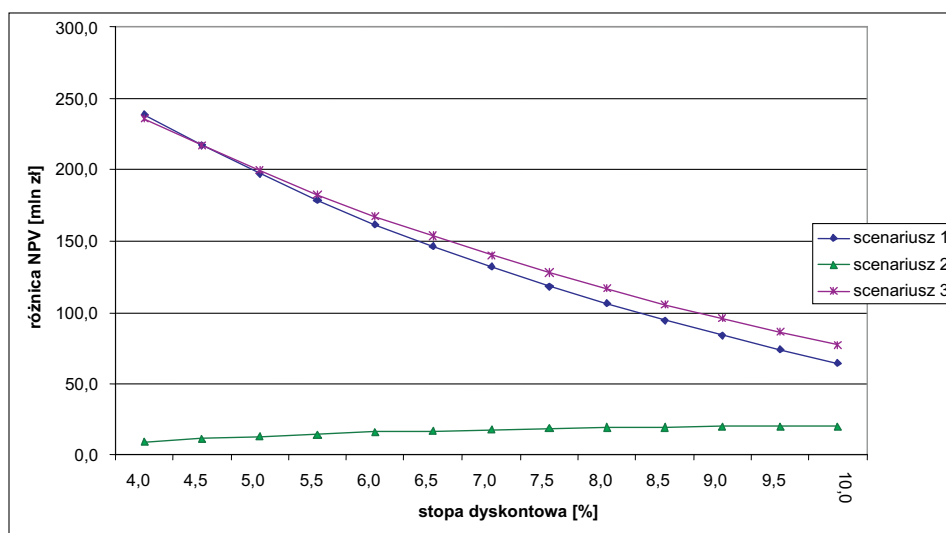


Rys. 2. Przyrostowe wartości NPV dla rozpatrywanych scenariuszy rozwoju

Fig. 2. NPV differences for analyzed development scenarios

Dla przyjętych założeń odnośnie rynku, kosztów eksploatacji i nakładów inwestycyjnych w całym rozpatrywanym przedziale kosztów kapitału, istotną przewagę posiadają scenariusze zakładające wdrożenie operacji podsuszania wsadu. Na uwagę zasługuje niewielka tylko przewaga scenariuszy zakładających zastąpienie operacji suchego chłodzenia koksu jego gaszeniem na mokro, zwłaszcza przy niskich wartościach stopy dyskontowej. Takie wyniki analizy nie dają więc jednoznacznej odpowiedzi co do wyboru technologii gaszenia koksu. Aby taką odpowiedź uzyskać koniecznym jest dokonanie oceny wrażliwości poszczególnych scenariuszy na zmianę założonych kluczowych założeń wyjściowych.

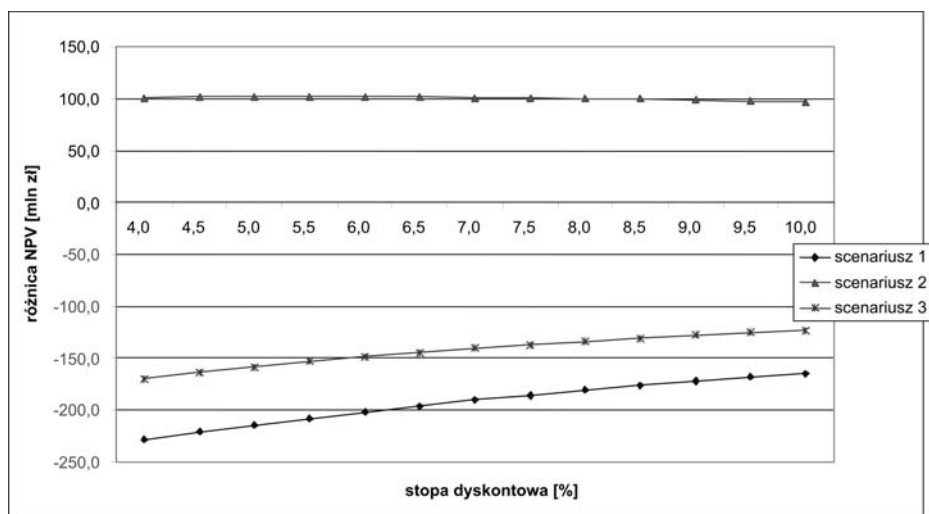
Rysunek 3 przedstawia wyniki oceny efektywności rozpatrywanych scenariuszy rozwoju koksowni dla przypadku zmiany poziomu założonych w scenariuszu bazowym nakładów inwestycyjnych (wzrost nakładów inwestycyjnych o 15%). Dla rozpatrywanego przypadku nie zaobserwowano istotnych różnic jakościowych w porównaniu sytuacją wyjściową, co oznacza, że ewentualne zmiany w tym obszarze nie wpływają w sposób istotny na ranking poszczególnych scenariuszy.



Rys. 3. Przyrostowe wartości NPV rozpatrywanych scenariuszy rozwoju przy założeniu zwiększonych o 15% nakładów inwestycyjnych

Fig. 3. NPV differences for analyzed development scenarios — 15% capex increase

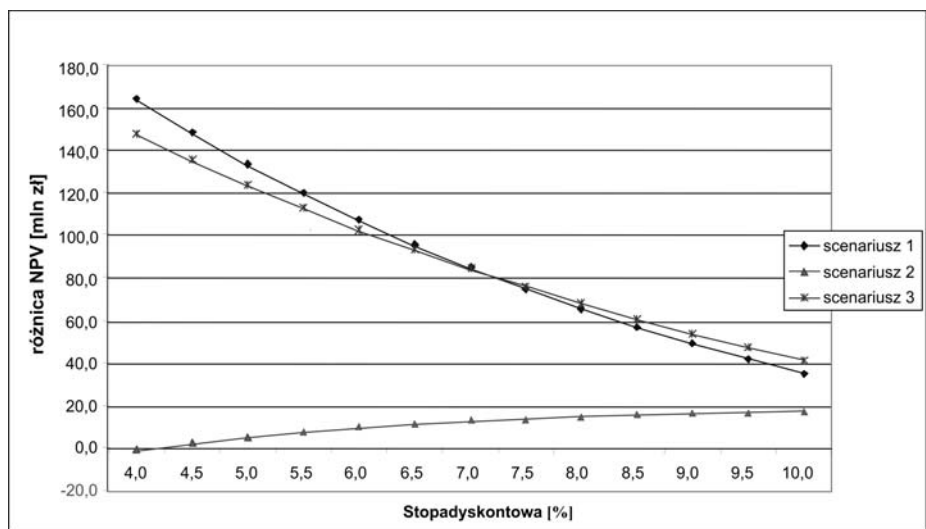
Do interesujących wniosków prowadzi natomiast analiza przypadku zmniejszenia stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnych wynikającego z możliwych ograniczeń rynkowych. Dla tego przypadku, przedstawionego na rysunku 4 dla wszystkich scenariuszy przyjęto ten sam poziom sprzedaży koksu, odpowiadający 85% wykorzystaniu zdolności produkcyjnej scenariusza bazowego. W rozpatrywanej sytuacji będącej wynikiem słabej koniunktury na rynku koksu, skutkującej obniżeniem poziomu jego sprzedaży, nie posiadają uzasadnienia inwestycje w podsuszanie wsadu węglowego.



Rys. 4. Przyrostowe wartości NPV rozpatrywanych scenariuszy rozwoju przy założeniu ograniczonego poziomu sprzedaży koksu

Fig. 4. NPV differences for analyzed development scenarios — sold coke quantity reduction

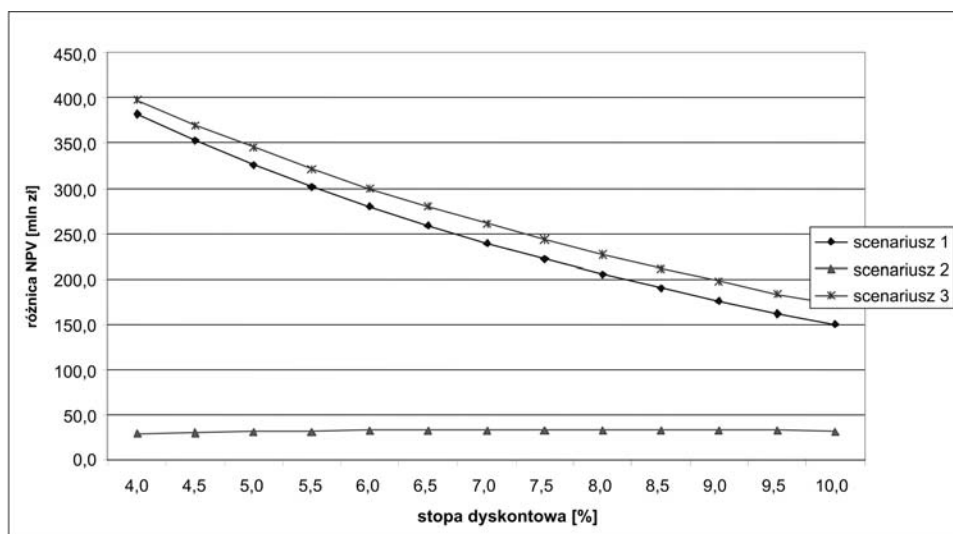
Oddziaływanie rynku uwzględnia również przedstawiona na rysunkach 5 i 6 analiza przypadków zmian relacji cenowej koksu ogółem do kosztów wsadu. Rysunek 5 dotyczy przypadku, kiedy różnica cen jednostkowych koksu i węgla wsadowego ulega zmniejszeniu o 10 USD/tonę, zaś rysunek 6 przypadku, kiedy różnica ta wzrasta o 10 USD/tonę.



Rys. 5. Przyrostowe wartości NPV rozpatrywanych scenariuszy rozwoju przy założeniu zmniejszenia różnicy cen koksu ogółem i węgla wsadowego

Fig. 5. NPV differences for analyzed development scenarios — reduction of difference in coking coal and coke prices





Rys. 6. Przyrostowe wartości NPV rozpatrywanych scenariuszy rozwoju przy założeniu zwiększenia różnicy cen koksu ogółem i węgla wsadowego

Fig. 6. NPV differences for analyzed development scenarios — difference in price of coking coal and coke price increasing

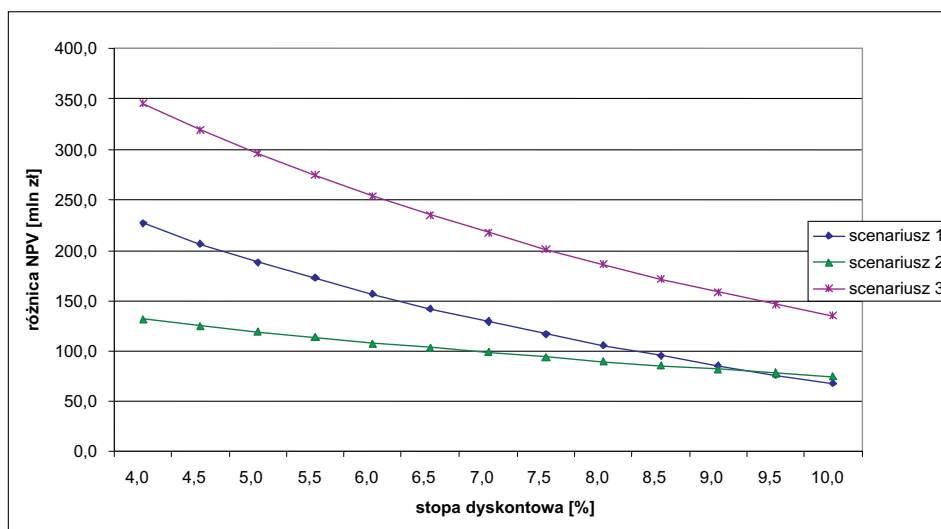
Dla przypadku przedstawionego na rysunku 5 przewagę posiadają scenariusze z pod-suszaniem wsadu węglowego. Nie jest natomiast możliwe jednoznaczne rozstrzygnięcie odnośnie wyboru technologii chłodzenia koksu. W sytuacji dobrej koniunktury na rynku koksu, zarówno poduszanie wsadu jak i technologia mokrego gaszenia koksu kumulują pozytywne działanie gwarantując zdecydowany wzrost efektywności (rys. 6).

Ważnym czynnikiem różnicującym rozpatrywane scenariusze rozwoju są ceny mediów energetycznych. W naszym przypadku determinującym czynnikiem jest ilość i cena sprzedaży nadmiarowego gazu koksowniczego. Rysunek 7 obrazuje sytuację, kiedy ceny gazu pozostają na niezmiennym poziomie roku 2006, podczas gdy w scenariuszu bazowym w okresie 2006—2016 zakładano wzrost jego cen o 2,6% w skali roku. W tym przypadku wyraźny pozytywny efekt posiadają scenariusze uwzględniające poduszanie wsadu węglowego. Korzystniejszą sytuację stwarza także zastosowanie mokrego gaszenia koksu.

## Podsumowanie

Działania modernizacyjne podejmowane w polskich koksowniach muszą oprócz oczywistego celu zachowania lub zwiększenia mocy produkcyjnej zapewnić także:

- ✧ uzyskanie pozwolenia zintegrowanego poprzez zastosowanie rozwiązań spełniających wymogi Najlepszej Dostępnej Techniki (BAT),



Rys. 7. Przyrostowe wartości NPV rozpatrywanych scenariuszy rozwoju przy założeniu stałych cen gazu koksowniczego

Fig. 7. NPV differences for analyzed development scenarios — stable price of coking gas

✧ wytwarzanie produktów (w szczególności koksu) mających szansę konkurencji na rynku międzynarodowym, na którym krajowe koksownie zajmują znaczącą pozycję.

Podstawę podejmowania trafnych decyzji dotyczących bardzo kosztownych inwestycji musi stanowić pogłębiona analiza wrażliwości, uzupełniająca ocenę efektywności ekonomicznej inwestycji. Zaproponowana przez autorów metodyka oceny wrażliwości projektów inwestycyjnych w koksownictwie umożliwia uwzględnienie ryzyka, jakie niosą przyjęte założenia wejściowe. Wyniki przedstawionej w artykule analizy w pełni potwierdzają zasadność takiego postępowania.

*Artykuł powstał na podstawie wyników pracy statutowej nr 11.11.210.119 oraz badań własnych nr 10.10.200.180.*

Aleksander KARCZ, Krzysztof KWAŚNIEWSKI, Andrzej STRUGAŁA

## Analysis of influence of selected macro- and microeconomic factors on valuation of cokery development strategy

### Abstract

The object of analysis was a four-battery cokery producing high-quality blast furnace coke. In the basic scenario (scenario No 0) dry quenching technology was accepted. We were analyzing it in comparison to scenario No 2 which adopts wet quenching technology only, and another two scenarios (No 1 and No 3) in which, for each of the above-mentioned versions of coke quenching, coal blend drying up to the total moisture content of 6% was additionally taken into account. For the valuation of alternative scenarios we have used standard efficiency measure NPV. The NPV measure was calculated on the basis of fixed differences between capex and opex basic and alternative scenarios. The factors used in sensitivity analysis were: discount rate, investment cost, capacity utilization, price relations between coking coal - coke and coking gas prices. The methodology, which we suggested for valuation of coke-making industry investment projects through intensified sensitive analysis, is an important element of the decision process which completes risk valuation.

KEY WORDS: coke-making industry, investment efficiency, development strategy, macro- and micro-economic factors