

Barbara Białecka, Dariusz Nowak**

PROGRAMY INFORMATYCZNE DO WSPOMAGANIA DECYZJI W ZAKRESIE REALIZACJI PROCESU PODZIEMNEGO ZGAZOWANIA WĘGLA (PZW)

Streszczenie

W artykule omówiono dwa autorskie programy służące do wspomaganie procesów decyzyjnych związanych z PZW, a mianowicie:

- Program BANK, umożliwiający dobór węgla do procesu zgazowania, a także analizę światowych rozwiązań z zakresu PZW. Zawiera on bazy danych o jakości polskich węgla kamiennych wraz z lokalizacją scharakteryzowanych pokładów węgla, a dodatkowo dostępne dane dotyczące dotychczas zrealizowanych instalacji PZW, co wraz z oceną ekonomiczną poszczególnych rozwiązań umożliwi, w zależności od lokalnych warunków, dobór optymalnego rozwiązania. Ze względu na fakt, że dane techniczne o procesie PZW, dostępne w literaturze światowej, są niepełne, program daje tylko pogląd na poszczególne rozwiązania.
- Program SEWOT umożliwia dobór optymalnej, pod względem technicznym, ekologicznym i społecznym, lokalizacji instalacji do PZW.

Computer programs for decision assistance in the scope of processing of underground coal gasification (UCG)

Abstract

In the paper, the following two author's programs were discussed serving to assistance in decision processes connected with UCG:

- Program BANK enabling selection of coal to process of gasification, and also analysis of world solutions in the scope of UCG. It contains databases on quality of Polish hard coals together with location of characterized coal seams, and additionally accessible data related to realized up to now UCG installations. This, alongside with economic assessment of individual solutions will make possible, in dependence of local conditions, selection of optimal solution. In view of the fact, that technical data on UCG process, accessible in world literature, are incomplete, program gives only an opinion referring to individual solutions.
- Program SEWOT enables selection of optimal, on the technical, ecological and social grounds, location of UCG installation.

WPROWADZENIE

Z przeglądu literatury (Białecka 2006) wynika, że jakość i ilość informacji dotyczących procesów przetwarzania węgla, z uwzględnieniem zagadnień ochrony środowiska, a także informacji o wdrożonych bądź przygotowanych do wdrożenia technologiach, obejmujących ich wycenę w powiązaniu z efektywnością ekologiczną, jest niewystarczająca. Stwierdzono również, że jest to spowodowane między innymi brakiem narzędzi informatycznych, umożliwiających wieloaspektową ocenę procesów

* Główny Instytut Górnictwa.

przetwórstwa węgla, w tym procesu PZW, dobór technik realizacji procesu (wiercenia, budowa gazogeneratora) i ustalenie optymalnej lokalizacji gazogeneratora. W każdym realizowanym projekcie PZW powinna być zawarta także ocena takich aspektów, jak sterowanie procesem i zbieranie danych. Należy podkreślić, że ten etap realizacji procesu stanowi nierozwiązany dotychczas kompleksowo problem.

Poniżej omówiono dwa autorskie programy służące do wspomagania procesów decyzyjnych związanych z PZW.

1. BANK DANYCH O TECHNIKACH I TECHNOLOGIACH WYTWARZANIA SUROWCÓW I NOŚNIKÓW ENERGETYCZNYCH Z WĘGLA

Bank danych, zbiór zawierający dane i informacje dotyczące technik i technologii wytwarzania surowców i nośników energetycznych z węgla, został utworzony w celu opracowania programu wspomaganie decyzji inwestorskich w zakresie doboru optymalnych ekologicznych układów technologicznych przetwarzania węgla. Użytkownik narzędzia ma możliwość „komponowania” docelowej instalacji z różnych modułowych rozwiązań, oszacowanych pod względem ekologiczno-ekonomiczno-technologicznym.

Program BANK zawiera:

- kryteria techniczne, ekologiczne i ekonomiczne do optymalizacji układów technologicznych,
- informacje o technikach i technologiach wytwarzania surowców i nośników energetycznych z węgla,
- karty technologii będące podstawowym nośnikiem informacji o konkretnym rozwiązaniu,
- pomocnicze bazy danych o surowcach i nośnikach energetycznych.

Karty technologii zawierają informacje niezbędne do przeprowadzenia analiz ekonomicznych i środowiskowych wybranych technologii przetwórstwa węgla. Informacje te zostały zaczerpnięte z dostępnych materiałów, uzyskane od ekspertów, a także stanowią wyniki badań własnych autorów (Adamson, Tonnessen 1980; Armstrong 2000; Białecka 2006a, 2007a, 2007b; Green, Armitage 2002; Kołokołow 2000).

1.1. Kryteria ekologiczne i ekonomiczne do oceny układów technologicznych

W związku z tym, że decyzje inwestycyjne pociągają za sobą skutki ekonomiczne, instrumenty umożliwiające oszacowanie skutków każdej podjętej decyzji są bardzo pomocne. Mogą to być różnorodnie zdefiniowane współczynniki, na podstawie których, w zależności od typu przedsięwzięcia, można określać tylko koszt jego realizacji bądź efekt ekologiczny i efektywność ekologiczno-ekonomiczną.

Obliczenie wartości współczynników efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia pozwala na uszeregowanie możliwych do podjęcia decyzji w zależności od ich malejącej atrakcyjności (albo zwiększających się strat). Określenie efektów ekologicznych natomiast umożliwia ocenę zmian ilościowo-jakościowych w środowisku, wynikających ze zrealizowania zadania inwestycyjnego.

Efektywność odniesiona do przetwórstwa węgla, w tym do procesów zgazowania, nie może być traktowana jako jednolita kategoria ekonomiczna, lecz powinna składać się z trzech wzajemnie uzupełniających się czynników, jak sprawność energetyczna użytkowanej technologii, efektywność ekonomiczna oraz skuteczność ekologiczna. Ich znajomość pozwala bowiem na pełną ocenę funkcjonowania zakładu w warunkach rynkowych.

W opracowanym narzędziu zostały uwzględnione standardowe, powszechnie stosowane formuły skuteczności i efektywności (Model... 2004), w tym:

- szacowanie skutków dla środowiska na podstawie analizy, zgodnie z metodyką LCA,
- *NPV* (wartość zaktualizowana inwestycji netto),
- ekowskażnik.

1.2. Założenia dotyczące budowy banku danych

Do zaprojektowania i utworzenia banku danych zastosowano program Microsoft Access, umożliwiający kreowanie bazy danych pod Microsoft Windows. W ogólnym ujęciu jest możliwe wykorzystanie opracowanego narzędzia do:

- symulacyjnych badań różnych rozwiązań technologicznych,
- badań wpływu różnych czynników, a także warunków wewnętrznych i zewnętrznych na proces inwestycyjny,
- oceny ekonomiczno-finansowej zastosowanej technologii.

Dane do budowy banku danych

Warunkiem utworzenia banku danych jest dostępność danych charakteryzujących technologie przetwórstwa węgla wraz z cenami i kosztami dostaw. Istotne znaczenie, wpływające na jakość obliczeń, mają także dane umożliwiające precyzyjne odwzorowanie rzeczywistych warunków działalności zakładu oraz dotyczące potencjalnych możliwości realizacji inwestycji, z uwzględnieniem występujących ograniczeń technologicznych, ekonomicznych i lokalizacyjnych. Te konkretne dla każdej technologii informacje stanowią zbiór danych wejściowych do programu wspomagania decyzji. Autorzy, dane technologiczne zaczerpnęli z dostępnej literatury, z opracowań niepublikowanych, uzyskali od ekspertów oraz stanowiły one wyniki badań własnych [1–11]. Pozostałe niezbędne do realizacji zakładanego programu wspomagania decyzji dane są zgrupowane w dostępnych bazach danych.

Struktura programu

Program wspomagania decyzji inwestorskich w zakresie doboru optymalnych układów technologicznych przetwarzania węgla zawiera:

- podprogram ekonomiczny,
- podprogram oceny efektywności proponowanych rozwiązań, według przyjętych wskaźników,
- podprogram optymalizacji decyzji, według przyjętej funkcji celu,
- bazy danych stanowiące:

- zbiór danych o krajowych węglach,
- zbiór technologii/metod przetwarzania węgla.

Podprogram ekonomiczny

Pomimo technicznego charakteru banku, ze względu na ekonomiczną funkcję procesów inwestycyjnych, było konieczne uwzględnienie w procesie jego tworzenia elementów systemu ekonomicznego tak, aby można było analizować:

- koszty inwestycji,
- koszty eksploatacji,

a także ocenić wpływ inwestycji na kondycję finansową zakładu.

W banku warunki działalności zakładu w czasie realizacji inwestycji są przedstawione w formie syntetycznego raportu ekonomiczno-finansowego i zawierają informacje dotyczące jego możliwości finansowych.

Opracowano dwa podprogramy ekonomiczne, w tym:

- podprogram rozliczeń wyniku finansowego,
- podprogram kosztów.

Podprogram oceny efektywności

Zagadnienie oceny, tj. wartościowania wpływu procesów inwestycyjnych na środowisko i porównania nakładów środowiskowych różnych procesów technologicznych ma sens, gdy spełniają one te same zadania. Otrzymane wówczas wyniki będą adekwatne.

W przyjętej metodzie obliczeń jako wskaźniki oceny inwestycji przyjęto:

- skuteczność ekologiczną,
- ekowskaźnik,
- ekoefektywność,
- wartość zaktualizowaną netto przychodów i kosztów,
- wskaźnik efektywności przedsięwzięcia ekologicznego jako stosunek zdyskontowanych przychodów i kosztów,
- analizę całkowitych kosztów budowy i eksploatacji instalacji,
- analizę zysku netto,
- okres zwrotu.

Wszystkie te wskaźniki są obliczane dla każdej analizowanej technologii.

Należy podkreślić znaczenie możliwości wyboru, który zapewnia analiza powyższych wskaźników. Zapewnienie możliwości wyboru jest bardzo ważnym elementem analizy, często rozumianej jako pewien proces, którego wynik ma zdecydować o realizacji lub zaniechaniu realizacji określonego przedsięwzięcia. Otrzymane wyniki mogą służyć do porównania różnych rozwiązań i wyboru najkorzystniejszych pod względem ekologicznym w aktualnych warunkach finansowych przedsiębiorstwa.

Podprogram optymalizacji według przyjętej funkcji celu

Wybranie najlepszej możliwości osiągnięcia celu lub realizacji zadania można uznać za optymalizowanie (minimalizowanie lub maksymalizowanie) pewnej

obiektywnej funkcji kryterium takiej, jak na przykład nakłady na redukcję zanieczyszczeń lub efektywność. W praktyce nakłady te są uzależnione od techniczno-ekonomicznych wskaźników charakteryzujących przyjętą technologię. W procesie optymalizacji tak dobiera się te wskaźniki (w trybie wyboru wariantu technologii), aby koszt inwestycyjny był możliwie najmniejszy.

Bazy danych

BAZA WĘGLI

Baza zawiera dane dotyczące krajowych węgla (Białecka 2007b; Hankus, Białecka 2005). Podstawowe dane techniczno-ekonomiczne i jakościowe węgla kamiennych wykorzystywane w programie, to: wartość opałowa, zawartość siarki i popiołu oraz cena. Ceny węgla odpowiadają cenom z 2005 roku. W bazie nie uwzględniono podziału węgla na klasy jakościowe charakteryzujące się tymi samymi parametrami jakościowymi.

BAZA MODELI DOSTĘPNYCH I SPRAWDZONYCH ROZWIĄZAŃ TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNYCH

W bazie tej zawarte są informacje o zrealizowanych rozwiązaniach technologicznych wraz z informacjami dotyczącymi wymagań aparaturowych; dla każdego rozwiązania podano jego koszty. Informacje te umożliwiają porównanie wybranych wariantów inwestycyjnych.

Dodatkowo, dla każdej technologii podano:

- szacunkowe wskaźniki jednostkowych nakładów inwestycyjnych odniesione do jednostki produkcji,
- wskaźniki jednostkowych nakładów eksploatacyjnych odniesione do jednostki produkcji.

Znajomość powyższych wskaźników pozwala na wykonanie wstępnych analiz opłacalności inwestycji.

Szacuje się, że minimalna ilość danych niezbędna do uruchomienia programu to około 200 informacji zgromadzonych zarówno w bazach danych, jak i w zbiorze danych wejściowych. Informacje charakteryzujące każdą dostępną technikę/technologię są zgrupowane w tzw. Karcie technologii. W strukturze Karty przewidziano możliwość dowolnego jej rozszerzania/uzupełniania o informacje pozwalające na pełną ocenę danej technologii.

Podsumowując należy stwierdzić, że opracowane narzędzie informatyczne powinno wspomagać podejmowanie decyzji inwestorskich z uwzględnieniem kryterium ekologiczno-ekonomiczno-technologicznego.

2. WSPOMAGANIE DECYZJI W ZAKRESIE LOKALIZACJI INSTALACJI PZW

Wieloletnie badania nad podziemnym zgazowaniem węgla pozwoliły na poznanie roli i znaczenia niektórych parametrów tego procesu. Głównym czynnikiem wpływającym na przebieg i prowadzenie procesu są uwarunkowania naturalne. Czynniki technologiczne, chociaż uzależnione od naturalnych, można kształtować w zakresie stosowania technologii udostępniania złoża oraz prowadzenia procesu podziemnego zgazowania.

Podstawowe znaczenie dla lokalnych społeczności oraz środowiska naturalnego, a także realizacji procesu PZW, ma lokalizacja instalacji.

2.1. Zestawienie czynników istotnych dla wyboru lokalizacji instalacji do PZW

Czynniki istotne z uwagi na proces PZW zestawiono w tablicy 1. Czynniki te, a szczególnie zakresy ich zmienności, stanowiły podstawę do utworzenia systemu eksperckiego wspomagającego ocenę terenów (SEWOT). Zestawiono je w grupach oddających bądź własności charakteryzujące określony obszar, bądź główne operacje technologiczne. Dopuszczalny zakres zmienności tych czynników określono na podstawie studiów literaturowych i badań własnych (Adamson, Tonnessen 1980; Armstrong 2000; Białecka 2007a; Kołokołow 2000).

Tablica 1. Zestawienie czynników istotnych dla wyboru lokalizacji instalacji do PZW

Czynniki	Opis/zakres zmienności
Geologiczne	
• Zasoby i rodzaj węgla	
Zasoby	ekonomika procesu zgazowania wzrasta z wielkością złoża, zalecane jest złożo powyżej 3 Gg
Typ węgla	dowolny, od węgla brunatnych do antracytu
Wilgość	3–20% wag.
Popiół	5–50% wag.
Części lotne	20–70% wag.
C	20–90% wag.
• Grubość złoża węgla	> 0,5 m – zalecane co najmniej 2 m (grubość ma wpływ na użyteczność gazu, jego wartość opałową)
• Głębokość zalegania pokładu	dowolna (do tej pory realizowano PZW na głębokościach 600–1200 m), głębokość < 100 m generuje możliwość znacznego zanieczyszczenia gruntu; głębokość > 600 m – znaczne koszty wierceń
• Kąt zalegania pokładu	dowolny (optymalny 18°)
• Przebieg złoża, uskoki, zaburzenia tektoniczne, pustki, amplituda wahań	istotne z uwagi na szczelność gazogeneratora
• Litologia złoża węgla (skład mineralny, struktura i tekstura złoża)	istotna z uwagi na szczelność gazogeneratora
• Litologia skał otaczających	istotna z uwagi na szczelność gazogeneratora
• Badania geomechaniczne skał	w celu oceny możliwości wykonania prac wiertniczych i doboru odpowiedniej techniki
Hydrogeologiczne	
• Porowatość otaczających skał	<ul style="list-style-type: none"> • strop i spąg powinny cechować się mniejszą niż pokład węgla gazoprzepuszczalnością • grubość słaboprzepuszczalnych złóż oddzielających pokład zgazowywanego węgla powinna wynosić dla węgla kamiennych, przy grubości złoża węgla 0,88–2,2 m nie mniej niż 0,9–1,8 m, a przy grubości złoża węgla 2,5–10 m nie mniej niż 2,1–4,2 m
• Dopływ wód do gazogeneratora	maksymalna zawartość wody do produkcji gazu niskokalorycznego wynosi 0,5 Mg na 1 Mg zgazowywanego węgla; nadmiar wód powinien być odpompowany
• Własności filtracyjne ośrodka skalnego	istotnym wskaźnikiem jest stosunek porowatości złoża węgla do porowatości otaczających go skał, który powinien być nie mniejszy niż 18:20
Istotne z uwagi na technologie górnicze	
• Ciśnienie górotworu	możliwość budowy dużych generatorów i ich trwałość to istotne problemy technologii PZW; stopień i sposób osiadania powierzchni ziemi zależy od wielu geologicznych czynników, stąd konieczność szczegółowego rozpoznania geologicznego złoża i skał go otaczających
• Straty węgla w złożu	niezgazowany węgiel może stanowić około 20–25%, a nawet 35–40% złoża; straty te są zależne od zastosowanej technologii PZW
• Ochrona środowiska	istotne jest zapewnienie szczelności gazogeneratora lub izolacja zgazowywanego złoża od warstw wodonośnych

• Uzyskanie pożądanych produktów PZW	produkcja gazu o odpowiednim składzie i wartości opalowej determinuje realizację PZW
Lokalizacyjne (wnioski z przeprowadzonych badań)	
Obszar nienaruszony eksploatacją górnictwem, wpływ uszkodzenia stropu lub nadkład PZW jest znaczący	szczelny gazogenerator, plastyczne łupki węglowe i iltowce uszczelniające generator
Strop i spąg dokładnie zbadane, strop o minimalnej przepuszczalności, ciągły, niezaburzony eksploatacją górnictwem	
Grubość nadkładu (głębokość zalegania pokładu)	co najmniej 20 m, co minimalizuje przedostawanie się gazowych produktów reakcji na powierzchnię
Zagrożenia/konieczny monitoring	
• Niekontrolowana migracja zanieczyszczeń ciekłych i gazowych do wód	monitoring wód gruntowych i powierzchniowych
• Niekontrolowana migracja zanieczyszczeń gazowych na powierzchnię	monitoring jakości powietrza glebowego
• Deformacje powierzchni	monitoring osiadania gruntu
• Niekontrolowane spalanie	
• Podziemne eksplozje	
Technologiczne	
• Środek zgazowujący:	tlen, tlen + para wodna, powietrze
rodzaj dmuchu	uwarunkowany zamierzoną jakością produkowanego gazu
prędkość strumienia dmuchu	od 1,5 do 2,5 m/s
• Wymiary gazogeneratorsa:	
długość	zależna od kąta nachylenia pokładu i temperatury w strefie reakcji
średnica	zależna od średnicy wiertła
• Optymalne parametry procesu:	
dmuch tlenowo-parowy	1:1,1
prędkość dmuchu	1,8 m/s
wartość opałowa gazu	8,3–10,4 MJ/m ³
temperatura	< 2000 K
ciśnienie	zapobiegające napływowi wód do generatora
Spoleczne	
• Realizacja PZW musi być zaakceptowana przez lokalną społeczność	
• Deformacje terenu powinny być brane pod uwagę i zaakceptowane przez społeczeństwo	

2.2. System ekspercki wstępnej oceny terenu SEWOT

Do oceny terenów, na których można zlokalizować instalację PZW, najkorzystniej byłoby zastosować zaawansowane i kompleksowe metody, których podstawę stanowi ocena ryzyka zagrożenia, jakim jest zanieczyszczenie terenu dla zdrowia i ekosystemu. Do przeprowadzenia prawidłowej oceny, z wykorzystaniem tych metod, konieczne są: szczegółowe informacje o terenie, charakterystyki budowy geologicznej terenu, charakterystyki możliwych dróg rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń oraz szczegółowe informacje o tzw. odborniku zanieczyszczeń i czasie ekspozycji. Ponadto jest wymagane przeprowadzenie ścisłych ocen toksykologicznych.

Należy jednak zauważyć, że w początkowej fazie oceny terenu, na ogół brak tak szczegółowych informacji. Autorzy zaproponowali więc stosowanie, tzw. metody uproszczonej oceny zagrożenia związanej z wyborem lokalizacji instalacji PZW, na podstawie wycinkowych wyników badań i ocen ekspertów. Umożliwia ona, przy

ograniczonym zakresie informacji, dobór lokalizacji lub prowadzenie dalszych rozważań popartych szczegółowymi badaniami.

System został opracowany w celu akwizycji danych, ich agregacji i analizy oraz udostępniania przetworzonej informacji zainteresowanym: lokalnej społeczności, urzędnikom, przedsiębiorcom, projektantom. Na podkreślenie zasługuje fakt, że idea opracowania systemu wstępnej oceny terenu pod kątem lokalizacji instalacji do PZW została zaczerpnięta z Regionalnego Systemu Informacji Przestrzennej (RSIP... 2006).

Opis działania systemu

Z wykorzystaniem systemu dokonuje się wstępnej oceny terenu metodą uproszczoną, na podstawie informacji ogólnych, zebranych według arkusza przedstawionego w tablicy 2. Po wstępnej ocenie geologicznej, umożliwiającej określenie zasobów węgla, grubości złoża i głębokości jego zalegania, pokład można zakwalifikować pod względem opłacalności ekonomicznej lokalizacji instalacji PZW w danym terenie. W kolejnych krokach oceniane są informacje o:

- obecnym użytkowaniu terenu,
- niezbednej powierzchni do wykonania instalacji PZW,
- akceptacji społecznej inwestycji,
- położeniu terenu w stosunku do wód powierzchniowych,
- położeniu terenu w stosunku do zbiorników wód podziemnych,
- istniejących lub spodziewanych deformacji terenu,
- przypuszczalnym negatywnym wpływie zanieczyszczeń na środowisko.

Podstawą działania systemu jest analiza przestrzeni dopuszczalnych stanów wektora wejściowego, jakim są wartości istotnych czynników do wyboru terenu do PZW.

Czynniki te są analizowane metodą punktowania. Każdy czynnik i jego wartość mają przypisaną pewną wagę. Wagi te są sumowane i jest otrzymywana wartość liczbową, która odpowiada kategorii lokalizacji PZW. Ogólnie wyraża się to wzorem

$$Z(Cz, Wa) \rightarrow W$$

gdzie:

$Z(Cz, Wa)$ – zbiór dopuszczalnych par czynników, wartość dopuszczalna,
 W – zbiór wszystkich dopuszczalnych wag dla danej pary.

Ocenę terenu przedstawia wzór

$$O_c = \sum_{i=0}^n W_i$$

gdzie:

O_c – ocena poligonu,
 W_i – waga dla danej pary.

Ze względu na fakt, że wyznaczenie wartości wszystkich par (czynnik, waga) jest na tym etapie badań trudne, postanowiono wprowadzić autorską, uproszczoną metodę oceny lokalizacji instalacji.

W analizowanym przypadku wyniki wstępnej klasyfikacji są obliczane następująco:

$$\begin{aligned} \text{Wstępna ocena lokalizacji instalacji PZW} = & Z(A1, W) \cdot Z(A3, W) \cdot Z(A6, W) \cdot Z(A7, W) \\ & + Z(A2, W) + Z(A4.1, W) + Z(A4.2, W) + Z(A4.3, W) + \\ & Z(A5.1, W) + Z(A5.2, W) + Z(A5.3, W) + Z(A5.4, W) + Z(A5.5, W) \end{aligned}$$

Wartości liczbowe ocenianych czynników zamieszczono w tabelicy 2, przy czym należy dodać, że wagi tych czynników zostały dobrane na podstawie informacji zawartych w publikacjach, uzyskanych od ekspertów, a także wyników badań poligonowych [1–11].

Otrzymane wagi i przydzielone kategorie dla lokalizacji instalacji do PZW są wykorzystywane do wyznaczenia granic zbioru założeń do PZW.

Klasyfikacji wstępnej terenu dokonuje się w zależności od uzyskanej punktacji i tak:

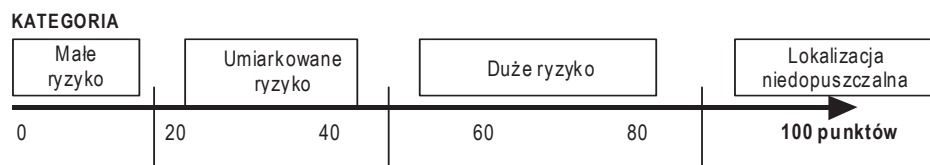


Tabela 2. Zestawienie podstawowych czynników do wyboru lokalizacji instalacji do PZW – ocena wstępna

Oceniany czynnik	Ryzyko	Punktacja/ mnożnik*	Waga
A1 – Obecne użytkowanie terenu			
Teren mieszkalny, teren rolniczy, leśny	bardzo duże	20	20
Teren rekreacyjno-wypoczynkowy	duże	10	
Teren przemysłowy nieużytki	umiarkowane	5	
A2 – Odległość od terenów zamieszkałych			
<1 km	duże	5	5
> 2 km	umiarkowane	3	
>5 km	małe	1	
A3 – Powierzchnia terenu pod instalację PZW			
Obszar o znacznej powierzchni umożliwia wykonanie dużej liczby odwiertów			
0–5 ha		1,05*	1,25
5–10 ha		1,1*	
10–15 ha		1,15*	
15–20 ha		1,2*	
> 20 ha		1,25*	
Wartość przypuszczalna (gdy brak informacji)		1,1*	
A4 – Warunki geologiczne (dostępne mapy geologiczne, wyniki badań historycznych)			
Własności filtracyjne nadkładu, ośrodka skalnego			
A4.1 – Nadkład karbonu produktywnego stanowią			
utwory trzeciorzędu	małe	0	5
utwory czwartorzędu	duże	5	
utwory triasu	duże	5	
A4.2 – Strefy tektoniczne (mapa)			
uskoki	duże	5	5
nasunięcia	duże	5	
brak	małe	0	
A4.3 – Przepuszczalność na głębokości usytuowania generatora			

0–10	duże	5	5
10–20	umiarkowane	3	
powyżej 20	małe	1	
Wartość przypuszczalna	umiarkowane	3	
A5 – Lokalizacja gazogeneratora			
A5.1 – Odległość od pracujących kopalń, terenów eksploatacji górniczej			
< 1 km	duże	5	5
> 3 km	umiarkowane	3	
> 5 km	małe	0	
A5.2 – Odległość od nieczynnych kopalń, wyrobisk			
<1,0 km	duże	5	5
>1,0 km	umiarkowane	3	
> 3 km	małe	0	
A5.3 – Odległość od wód powierzchniowych: rzek i jezior			
<1 km	duże	10	10
>106 km	umiarkowane	7	
>3 km	małe	5	
A5.4 – Odległość od zbiorników wód podziemnych			
<1 km	duże	15	15
>1 km	umiarkowane	10	
>2 km	małe	5	
A5.5 – Odległość od złóż gazu/ropy, przewodów przesyłowych, linii kolejowych			
<1 km	duże	5	5
>2 km	umiarkowane	3	
>3 km	małe	1	
A6 – Podejrzewany negatywny wpływ na elementy środowiska			
Zdrowie ludzi	bardzo duże	1,35	1,35
Zasoby wód pitnych	bardzo duże	1,35	
Inne zasoby wód	duże	1,2	
Ekosystemy	umiarkowane	1,1	
Strefy chronione	umiarkowane	1,1	
Budynki	umiarkowane	1,1	
Brak podejrzeń	małe	1,05	
Wartość przypuszczalna	umiarkowane	1,1	
A7 – Spodziewane deformacje terenu związane z realizacją procesu			
Spodziewane deformacje terenu	duże	1,18	1,18
Brak deformacji terenu	małe	1,0	
Wartość przypuszczalna	umiarkowane	1,05	
Suma wag			99,825

Opis funkcjonalny systemu

System powstał z wykorzystaniem technologii internetowych, co umożliwia użytkowanie go niezależnie od posiadanego sprzętu i systemu operacyjnego. Został on przetestowany na kilku platformach systemowych: Windows 98SE, Windows XP, Linux, QNX, z różnorodnymi usługami LAMP. Na wszystkich tych platformach oprogramowanie działało prawidłowo.

Interfejs użytkownika bazuje na interfejsie strony internetowej i składa się z dwóch stron, pierwszej wprowadzającej dane wejściowe i drugiej z wynikiem oceny lokalizacji. Na pierwszej stronie umieszczono około 160 pól kwestionariusza oceniającego. Pola oceny są zgrupowane w jednostki tematyczne zagadnień, w których są analizowane poszczególne czynniki.

Analizowane zagadnienia zostały w programie tak przedstawione, aby operator mógł wybrać z listy dopuszczalne rozwiązanie. Znaczna część dopuszczalnych odpo-

wiedzi mieści się w kategoriach: tak/nie. Rozpatrywane są wszystkie istotne czynniki i ich wartości. Takie rozwiązanie pozwoliło na proste zdobywanie informacji koniecznych do oceny terenu.

Wynikiem działania systemu jest ocena lokalizacji instalacji do PZW. Ocena mieści się w kategoriach od małe ryzyko lokalizacji przez ryzyko umiarkowane i duże do dyskwalifikacji terenu.

Ta funkcja oceny, jak wspomniano, jest realizowana przez zabudowany w programie moduł klasyfikacji terenu, który służy do podziału terenów w zależności od punktacji uzyskanej w klasyfikacji wstępnej.

PODSUMOWANIE

W pracy zaprezentowano dwa narzędzia informatyczne BANK i SEWOT, które mogą być stosowane do wspomagania decyzji dotyczących realizacji procesu podziemnego zgazowania węgla.

Program BANK pozwala na dobór węgla do procesu zgazowania, a także umożliwia analizę światowych rozwiązań z zakresu PZW. Ułatwia podejmowanie decyzji inwestorskich (wybór: technik wiercenia, sposobu budowy gazogeneratora, wykorzystania gazu do produkcji energii elektrycznej i/lub ciepła itp.), a każde rozwiązanie zawarte w BANKU jest ocenione z uwzględnieniem kryterium ekologiczno-ekonomiczno-technologicznego.

Program SEWOT umożliwia ocenę warunków geologiczno-inżynierskich, a informacje w nim zawarte mogą być wykorzystane w decyzjach dotyczących lokalizacji instalacji do PZW. Ta funkcja jest spełniana przez zabudowany w programie moduł klasyfikacji terenu, służący do podziału terenów w zależności od punktacji uzyskanej w klasyfikacji wstępnej.

Literatura

1. Adamson M., Tonnessen K. (1980): Environmental aspects of the proposed UCG project site in Washington state. Lawrence Livermore National Laboratory, California.
2. Armstrong W. (2000): Review of underground coal gasification technology advancements, Department of cleaner coal technology, Stafford shire.
3. Białecka B. (2006a): Przegląd koncepcji podziemnego zgazowania węgla. Prace Naukowe GIG, Górnictwo i Środowisko nr 4.
4. Białecka B. (2006b): Utworzenie banku danych o technikach i technologiach do wytwarzania surowców i nośników energetycznych z węgla. Praca statutowa. Katowice, Główny Instytut Górnictwa.
5. Białecka B. (2007a): Analysis of the impact of natural and technological factors on the underground coal gasification process. Mining Technology (w druku).
6. Białecka B. (2007b): Estimation of coal reserves for UCG in the Upper Silesian Coal Basin, Poland. Natural Resources Research (w druku).
7. Ciechanowicz W., Holnicki P., Żochowski A. (1994): System wspomagania decyzji w planowaniu rozwoju ekonomicznego z uwzględnieniem ochrony środowiska. Materiały z konferencji nt. Analiza decyzyjna, systemy eksperckie, zastosowania systemów komputerowych. Warszawa, Instytut Badań Systemowych PAN.

8. Green M., Armitage M. (2002): Underground coal gasification in the UK. Paper presented to 18th Pittsburgh coal conference, UK.
9. Hankus A., Białecka B. (2005): Bilans krajowych zasobów do podziemnego zgazowania węgla. Prace Naukowe GIG, Górnictwo i Środowisko nr 4, s. 77–67.
10. Jaros I., Białecka B. (2006): Dostęp społeczeństwa do informacji o środowisku – teoria. Problemy Ekologii nr 6, s. 307–313.
11. Kołokołow O.B. (2000): Teoria i praktyka termochemicznej technologii добычи i pererabotki uгля. Dniepropietrowsk.
12. Model ekologicznego i ekonomicznego prognozowania wydobycia i użytkowania czystego węgla. Tom 2 – Ekoefektywność technologii czystego spalania węgla. Katowice, Główny Instytut Górnictwa 2004.
13. RSIP (2006): Wdrożenie Regionalnego Systemu Informacji Przestrzennej (RSIP) w województwie śląskim dla wsparcia planowania regionalnego i lokalnego, restrukturyzacji regionu oraz zarządzania w sytuacjach kryzysowych. Gliwice, ISPIK, Katowice, GIG.

Recenzent: doc. dr hab. inż. Krzysztof Stańczyk