

# Jaki węgiel dla Elektrowni Bełchatów?



Warszawa, luty 2019

Sugerowany sposób cytowania: Wilczyński, M. (2019),  
Jaki węgiel dla Elektrowni Bełchatów? Zasoby i jakość węgla brunatnego w złożu  
„Bełchatów” (pole Bełchatów i pole Szczerców) oraz w złożu „Złoczew”,  
Fundacja ClientEarth Prawnicy dla Ziemi, Warszawa.

Autor: Dr Michał Wilczyński

Opracowanie redakcyjne oraz informacje przy zdjęciach:  
Ilona Jędrasik, Anna Frączyk

Korekta językowa: Mirosława Jasińska - Nowacka

Opracowanie graficzne: Sylwia Urbańska

Zdjęcie na okładce: Bartłomiej Banaszak

Zdjęcia: Bartłomiej Banaszak, Dominik Vanyi (Unsplash), Shutterstock

Wydawca:  
Fundacja ClientEarth Prawnicy dla Ziemi  
ul. Żurawia 45, 00-680 Warszawa

Kopiowanie i rozpowszechnianie może być dokonane za podaniem źródła  
© Fundacja ClientEarth Prawnicy dla Ziemi  
© Dr M. Wilczyński

ISBN: 978-83-953040-1-9

# Jaki węgiel dla Elektrowni Bełchatów?

Zasoby i jakość węgla brunatnego  
w złożu „Bełchatów”  
(pole Bełchatów i pole Szczerców)  
oraz w złożu „Złoczew”

Warszawa, luty 2019 r.



## MICHAŁ WILCZYŃSKI, DOKTOR NAUK PRZYRODNICZYCH

Geolog i ekolog, ekspert w dziedzinie paliw i energii, do 1990 pracownik naukowy Państwowego Instytutu Geologicznego, uczestnik, po stronie opozycji „S”, obrad Okrągłego Stołu w zespole ekologicznym. W latach 1990 – 1991 pełnił funkcję pełnomocnika Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa ds. kodyfikacji nowego prawa geologicznego i górniczego i organizacji Biura Koncesji Geologicznych oraz Wiceministra – Głównego Geologa Kraju w Ministerstwie Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa w latach 1991 – 1995. Członek Zarządu Fundacji EkoFundusz odpowiedzialny za przygotowanie i nadzór kilkuset projektów inwestycyjnych w dziedzinie ochrony powietrza i klimatu, odnawialnych źródeł energii i poszanowania energii (1995 – 2004).

Od 2004 jako niezależny ekspert współpracuje m.in. z OECD, Bankiem Światowym oraz Centrum Analiz Społeczno-Ekonomicznych. W tym czasie, jako lider zespołów opracowywał m.in. programy inwestycyjne w sektorze ochrony środowiska dla Kirgistanu i Ukrainy.

W latach 2016 – 2018 Ekspert Europejskiego Komitetu Ekonomiczno – Społecznego UE w dziedzinie paliw energetycznych.

Autor kilkudziesięciu publikacji z dziedziny surowców energetycznych i polityki gospodarowania surowcami mineralnymi: m.in. Węgiel brunatny paliwem bez przyszłości (2012), Zmierzch węgla kamiennego w Polsce (2013,2018), Węgiel. Już po zmierzchu... (2015), Gaz ziemny wsparciem dla niskoemisyjnej gospodarki (2015), Kopalne źródła energii (2017), Debata nad programem dla sektora węgla kamiennego (2017), Czyste technologie węglowe – Mit czy fakt? (2017) Ponadto, autor wielu opinii i ekspertyz dla NGO's i samorządów lokalnych oceniających raporty oddziaływania na środowisko planowanych kopalń węgla kamiennego i brunatnego.

## SPIS SKRÓTÓW I TERMINÓW

BZK	Bilans Zasobów Kopalin; baza danych o kopalinach prowadzona przez Państwową Służbę Geologiczną, aktualizowana corocznie i zatwierdzana przez Ministra Środowiska zgodnie z ustawą – Prawo geologiczne i górnicze
Dz.U.	„Dziennik Ustaw”
GHG	gazy cieplarniane (greenhouse gases)
IED	dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady Europy 2010/75/UE z 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych ( <i>Industrial Emission Directive</i> )
IPCC	Międzyrządowy Komitet ds. Zmian Klimatu afiliowany przy ONZ ( <i>Intergovernmental Panel Climate Change</i> )
Mg	megagram (tona)
kJ/kg	kilodżul na kilogram; ciepło spalania paliwa w relacji do masy
PIG-PIB	Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
PM2,5	pył zawieszony (aerozole atmosferyczne) o średnicy cząstek poniżej 2,5 µm (20 razy mniejsze niż grubość ludzkiego włosa)
PM10	pył zawieszony (aerozole atmosferyczne) o średnicy cząstek poniżej 10 µm (5 razy mniejsze niż grubość ludzkiego włosa)
ppm	jednostka zawartości niemianowana – liczba cząstek substancji na milion cząstek rozpuszczalnika (np. wody, powietrza) ( <i>parts per million</i> )
ppt	głębokość poniżej powierzchni terenu
reserves	udokumentowane zasoby możliwe do ekonomicznie uzasadnionej eksploatacji przy obecnych cenach i zastosowaniu znanych technologii
resources	zasoby, które nie mogą być wydobywane z powodów technologicznych i/lub ekonomicznych, jak też nieudokumentowane w stopniu wystarczającym, lecz możliwe do wydobycia w przyszłości
UE	Unia Europejska

## ZASOBY:

- **Zasoby prognostyczne** – określa się na podstawie nielicznych wyrobisk lub odstonień naturalnych oraz danych geofizycznych pozwalających określić w przybliżeniu możliwy obszar występowania złoża oraz rodzaj i jakość kopaliny. Prawdopodobne granice złoża określa się metodą interpolacji lub ekstrapolacji. Błąd szacowania zasobów może wynosić ponad 40 proc.;
- **Zasoby geologiczne złoża** (bilansowe i pozabilansowe) – całkowita ilość kopaliny lub kopaliny w granicach złoża zbadanego i określonego przez uprawnionych geologów. Dokumentację i wielkości zasobów w odpowiednich kategoriach szczegółowości rozpoznania (A, B, C1, C2, D) zatwierdza Minister Środowiska na podstawie dokumentacji geologicznej złoża;
- **Zasoby bilansowe** – zasoby złoża lub jego części spełniające graniczne wartości parametrów definiujących złoża określone przez przepisy prawa;
- **Zasoby pozabilansowe** – zasoby złoża lub jego części niespełniające granicznych wartości parametrów definiujących złoża;
- **Zasoby przemysłowe** – część zasobów bilansowych lub pozabilansowych złoża w granicach projektowanego obszaru górniczego lub wydzielonej części złoża przewidzianej w Projekcie Zagospodarowania Złoża do zagospodarowania, które mogą być przedmiotem uzasadnionej technicznie i ekonomicznie eksploatacji przy uwzględnieniu wymagań określonych w przepisach prawa, w tym wymagań dotyczących ochrony środowiska
- **Zasoby operatywne** – część zasobów przemysłowych podlegająca wydobywaniu na powierzchnię, teoretycznie dla węgla brunatnego przyjmuje się współczynnik 0.72 zasobów geologicznych bilansowych;
- **Graniczne wartości parametrów definiujących złoża** – wartości parametrów wyznaczające granice geologiczne złoża kopaliny zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z 1 lipca 2015 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny, z wyłączeniem złoża węglowodorów, Dz.U. z 2015 r. poz. 987.

Powyższe rozporządzenie szczegółowo określa wymagania dotyczące szczegółowości rozpoznania złoża kopaliny określone poniższymi kategoriami:

- D – granice złoża kopaliny, jego budowę geologiczną i przewidywane zasoby określa się na podstawie istniejących dostępnych danych geologicznych, w szczególności uzyskanych z odosobnionych wyrobisk lub odstonień naturalnych, interpretacji geologicznej danych geofizycznych przy zastosowaniu ekstrapolacji, przy czym błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów może przekraczać 40 proc.
- C2 – granice złoża kopaliny określa się na podstawie danych uzyskanych z wyrobisk, odstonień naturalnych lub badań geofizycznych metodą interpolacji lub odpowiednio uzasadnionej ekstrapolacji; poznane są główne cechy

formy, budowy i tektoniki złoża; wstępnie są określone warunki geologiczno-górnice eksploatacji, jakość kopaliny jest rozpoznana na podstawie systematycznego opróbowania w pełnym zakresie możliwych zastosowań kopaliny, przy czym błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów nie może przekraczać 40 proc.

**C1** – granice złoża kopaliny określa się na podstawie danych uzyskanych z wyrobisk rozpoznawczych, z odśnieżeń naturalnych lub badań geofizycznych metodą interpolacji lub w ograniczonym stopniu ekstrapolacji; stopień rozpoznania złoża jest wystarczający dla opracowania projektu zagospodarowania złoża, w tym dla szczegółowego określenia formy, budowy, tektoniki złoża i jakości kopaliny w złożu, warunków geologiczno-górnich eksploatacji oraz do dokonania oceny wpływu przewidywanej eksploatacji na środowisko, przy czym błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów nie może przekraczać 30 proc.

**B** – granice złoża kopaliny określa się w sposób uściślony na podstawie danych uzyskanych ze specjalnie wykonanych w tym celu wyrobisk rozpoznawczych lub badań geofizycznych, jest wymagane określenie formy i budowy złoża, korelacji warstw, podstawowych cech tektoniki w sposób jednoznaczny; jakość i własności technologiczne kopaliny powinny być potwierdzone na podstawie wyników prób w skali półtechnicznej lub przemysłowej; stopień rozpoznania złoża jest wystarczający dla opracowania projektu zagospodarowania złoża, przy czym błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów nie może przekraczać 20 proc.

**A** – złożo kopaliny jest rozpoznane w stopniu umożliwiającym bieżące planowanie i prowadzenie jego eksploatacji przy możliwie najwyższym stopniu wykorzystania zasobów; jest wymagane określenie formy i budowy złoża, tektoniki, zasobów, na podstawie danych uzyskanych z wyrobisk udostępniających, przygotowawczych i eksploatacyjnych, rodzaju, jakości kopaliny i jej właściwości technologicznych na podstawie systematycznego opróbowania wyrobisk i danych uzyskanych z bieżącej produkcji; stopień rozpoznania złoża jest wystarczający dla opracowania projektu zagospodarowania złoża, przy czym błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów w poszczególnych blokach nie może przekraczać 10 proc.

Typy węgla brunatnych	
węgle twarde (subbitumiczne)	charakteryzujące się dużą zwięzłością i kalorycznością, wśród nich wyróżnia się węgle błyszczące (podobne do węgla kamiennych) oraz matowe
węgle miękkie	mniej zwięzłe, po wysuszeniu łatwo rozsypujące się na małe kawałki, o niższej kaloryczności, obejmujące węgle ziemiste* i łupkowe
węgle ksylicowe (węgle lignitowe, lignity)	odznaczające się wyraźnie zachowaną strukturą drewna

\*polskie złoża węgla brunatnego to praktycznie wyłącznie węgle ziemiste z niewielkimi domieszkami ksyliców (zdrewniałych szczątków roślin) i jeszcze rzadszymi węglami bitumicznymi

# SPIS TREŚCI:

Wprowadzenie.....	9
Streszczenie.....	11
<b>1. Budowa geologiczna, warunki wydobycia węgla brunatnego ze złóż „Bełchatów – pole Bełchatów” i pole „Szczerców”, oraz złoża „Złoczew” .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Cechy złóż węgla brunatnego „Bełchatów” i „Złoczew” .....</b>	<b>18</b>
2.1. Charakterystyka geologiczna złóż węgla brunatnego „Bełchatów – pole Bełchatów” i pole „Szczerców” oraz „Złoczew” .....	18
2.2. Zasoby węgla brunatnego i ich wystarczalność .....	21
<b>3. Parametry fizykochemiczne węgla brunatnego w złożach „Bełchatów – pole Bełchatów” i pole „Szczerców” oraz „Złoczew” .....</b>	<b>25</b>
3.1. Parametry chemiczno-technologiczne węgla brunatnego.....	26
3.2. Pierwiastki i substancje zawarte w węglu brunatnym istotne dla określenia.....	29
<b>4. Emisja metanu do atmosfery, a parametry złożowe i jakość węgla brunatnego.....</b>	<b>33</b>
Dyskusja wyników opracowania – podsumowanie.....	36
Spis wykorzystanych publikacji .....	39

## Spis tabel

1. Parametry geologicznego położenia pokładu/ów węgla w poszczególnych złożach
2. Współczynniki zmienności parametrów złożowych i jakości węgla
3. Zestawienie wielkości zasobów i wydobycia według Bilansu Zasobów Kopalin (stan na 31 grudnia 2017 r.)
4. Podstawowe parametry chemiczno-technologiczne węgla brunatnego
5. Średnie ważone zawartości pierwiastków głównych w węglu brunatnym
6. Zawartości pierwiastków toksycznych i substancji alkalicznych w węglu brunatnym
7. Częstość występowania omawianych pierwiastków chemicznych w skorupie ziemskiej (Klarki)
8. Szacunkowe zasoby metanu i emisja CO<sub>2</sub>e<sub>q</sub> ze złóż węgla brunatnego

## Spis rycin

1. Schematyczny przekrój geologiczny przez złożo „Bełchatów”
2. Lokalizacja złoża Bełchatów i obiektów towarzyszących eksploatacji
3. Przekrój poprzeczny rowu tektonicznego Złoczewa
4. Zasoby przemysłowe złoża „Bełchatów” i wydobycie węgla w latach 2012–2017
5. Przewidywane zakończenie eksploatacji złoża „Bełchatów”
6. Rozkład koncentracji pierwiastków toksycznych w poszczególnych złożach

## WPROWADZENIE

Przygotowanie niniejszego opracowania wymagało zapoznania się w pierwszej kolejności z dokumentacjami geologicznymi wykonanymi dla zbadania złóż węgla brunatnego będących przedmiotem niniejszego opracowania. Dokumentacje lub też dodatki do dokumentacji (zgodnie z prawem zakres materiałów jest identyczny jak w dokumentacji geologicznej) zawierają poza typowymi informacjami geologicznymi ogrom informacji z badań analitycznych określających parametry chemiczno-technologiczne kopaliny. Wykonuje się też setki analiz wskaźnikowych ustalających zawartości pierwiastków toksycznych i śladowych. Rozporządzenie Ministra Środowiska [15] określa szczegółowe wymagania dotyczące dokumentacji geologicznej złoża kopaliny. Szczegółowość badań jest określona kategorią rozpoznania geologicznego: D, C2, C1, B, A. Autor przeanalizował udostępnione w Narodowym Archiwum Geologicznym następujące dokumentacje:

- Gruszecki J., *Dodatek nr 2 do kompleksowej dokumentacji geologicznej złoża węgla brunatnego „Bełchatów – pole Bełchatów”* w kategorii B, C1;
- Gruszecki J., Kasiński J.R., *Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża węgla brunatnego „Złoczew”* w kat. B+C1, gm. Złoczew, Burzenin, Ostrówek, pow. sieradzki, wieluński, woj. łódzkie;
- Kozula R., *Dodatek nr 1 do kompleksowej dokumentacji geologicznej złoża węgla brunatnego „Bełchatów – pole Szczerców”* w kategorii B, C1, C2.

Z powyższych dokumentacji pochodzi większość danych przytoczonych w opracowaniu. Ponadto autor korzystał z ekspertyz własnego autorstwa wykonywanych w latach 2016–2017, analizujących dwa raporty PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A (PGE GiEK S.A) o oddziaływaniu na środowisko dla przedsięwzięcia „Wydobycie węgla brunatnego ze złoża Złoczew”. Niezależnie od powyższych niepublikowanych materiałów wykorzystano w opracowaniu 20 publikacji naukowych odnoszących się do zagadnień geologicznych, zagrożeń, jakości węgla brunatnego i emisji związków toksycznych.

Raporty środowiskowe. PGE GiEK S.A. udostępniane społeczeństwu są wysoce ogólnikowe i sformułowane w styl agitacyjny. Bez wątpienia przedsiębiorca górniczy, jakim jest w omawianych złożach PGE GiEK S.A., dysponuje ogromnym zasobem informacji szczegółowych, które jednak nie są dostępne szerokiemu gronu badaczy. Przykładowo, wydobycie musi być poprzedzane dokumentacjami mierniczo-geologicznymi o najwyższej szczegółowości; w kategorii A. Laboratorium przedsiębiorcy od lat wykonuje tysiące prac analitycznych węgla w pięciu grupach [7]:

- siarki całkowitej i jej form mineralnych;
- zawartości metali ciężkich (Hg, Pb, Cd) oraz alkalicznych (Na, K, P);
- zawartości F i Cl;
- zawartości węglanu wapnia ( $\text{CaCO}_3$ );
- zawartości pierwiastków głównych (C, H, N).

Niezależnie od ograniczonej dostępności do dokumentacji geologicznych, autor opracowania jest przekonany, że zaprezentowane dane nie odbiegają w istotnym zakresie od wysoce szczegółowych informacji posiadanych przez przedsiębiorcę górniczego. Ewentualne odchylenie standardowe wyników badań analitycznych nie powinno przekraczać +/- 10 proc. Ta konstatacja nie wpływa na poprawność wniosków zawartych w opracowaniu.

# STRESZCZENIE I GŁÓWNE WNIOSKI

Celem opracowania była analiza parametrów złożowych trzech złóż węgla brunatnego, które obecnie stanowią lub mogą w przyszłości stanowić źródło tego surowca dla elektrowni Bełchatów. Złoża te to „Bełchatów – pole Bełchatów”, „Bełchatów – pole Szczerców”, i nieeksploatowane dotychczas złożo „Złoczew”.

Przy analizowaniu brano uwagę dwa główne parametry. Pierwszym z nich była wystarczalność zasobów węgla brunatnego tych złóż.

Drugim równie istotnym parametrem była jakość węgla we wszystkich wymienionych złożach. Analizy jakości dokonano poprzez zestawienie parametrów chemiczno-technologicznych węgla brunatnego oraz konsekwencji jego wydobycia i spalania.

Dane przedstawione w opracowaniu wskazują na następujące wnioski:

## 1. WYSTARCZALNOŚĆ ZASOBÓW WĘGLA

- Wydobycie węgla w polu „Bełchatów” rozpoczęto w 1981 roku, a w 2020 roku zostanie zakończone z powodu wyczerpania się geologicznych zasobów bilansowych.
- Od 2021 roku węgiel brunatny dostarczany do Elektrowni Bełchatów pochodzić będzie wyłącznie ze złoża „Bełchatów – pole Szczerców”. Wydobycie złoża „Bełchatów – pole Szczerców” rozpoczęto w 2009 roku, a jego wystarczalność – w zależności od wariantu wydobycia – szacuje się na 11 do 20 lat, tj. do 2030 lub 2038 roku.
- Długoletnie funkcjonowanie Elektrowni Bełchatów po 2030 lub najdalej 2038 roku uzależnione jest od zapewnienia dostępu do nowych złóż węgla brunatnego z pola „Złoczew”, które wymaga stworzenia nowej kopalni odkrywkowej. Jej otwarcie wiąże się z licznymi problemami natury geologicznej, środowiskowej, społecznej i ekonomicznej.

## 2. PARAMETRY ZŁOŻ WĘGLA

- Węgiel ze złoża „Bełchatów – pole Szczerców” ma inne parametry jakościowe od węgla wydobywanego w polu „Bełchatów”. Współczynniki koncentracji wysoce toksycznych dla ludzi i zwierząt związków rtęci i kadmu w węglu brunatnym złoża „Bełchatów – pole Szczerców” są bardzo wysokie (rtęć – 10,5 – o 31 proc. więcej i kadm – 13,67 – o 13 proc. mniej niż w przypadku węgla pochodzącego z pola „Bełchatów”). Przy zakładanym spalaniu na poziomie 44 mln Mg/rok powodować będzie emisję związków tych pierwiastków rzędu kilkudziesięciu Mg/rok. To rodzi poważne obawy co do znacznego zwiększenia emisji związków rtęci i nadal dość wysokich emisji związków kadmu, jeśli elektrownia nie podejmie kosztownych, lecz niezbędnych inwestycji dla wyeliminowania emisji tych pierwiastków. W żadnym z trzech złóż nie wykonywano analiz silnie toksycznego arsenu.

- W węglu brunatnym złoża „Bełchatów” (nie badano węgla z pola „Szczerców” i „Złoczew”) zawartość rtęci jest czterokrotnie większa niż w węglu kamiennym i dziesięciokrotnie wyższa niż zawartość tego pierwiastka w skorupie ziemskiej. Rtęć jest substancją zaliczaną przez WHO do dziesięciu najbardziej niebezpiecznych substancji chemicznych dla zdrowia publicznego.
- Wydobycie węgla brunatnego ze złoża Bełchatów jest źródłem emisji gazów cieplarnianych. Emisje metanu z odkrywek „Bełchatów” i „Szczerców” dodają do efektu cieplarnianego 900 000 Mg/rok emisji równoważnej dwutlenku węgla.
- Wobec planowanego wydobycia i spalania węgla ze złoża „Złoczew” w ilości 18 mln Mg/rok emisja związków rtęci do atmosfery może wynieść blisko 5 Mg/rok, kadmu ponad 26 Mg/rok, a ołowiu ponad 168 Mg. Wydobycie będzie miało też negatywny wpływ na klimat. Potencjalna emisja metanu liczona tylko z odgazowania wydobytego węgla (bez emisji z odkrytych pokładów) wyniesie blisko 15 tys. Mg rocznie, co równoważne jest emisji niemal 400 tys. Mg CO<sub>2</sub> rocznie.
- Złoże „Złoczew” znajduje się 50 km w linii prostej od Elektrowni Bełchatów, co stanowi wyzwanie logistyczne, m.in. wymaga budowy linii kolejowej. Przy zakładanym poziomie wydobycia 18 mln Mg/rok oznacza to 6500 pociągów kursujących w ciągu jednego roku pomiędzy odkrywką Złoczew a elektrownią Bełchatów. I tyleż pustych pociągów powracających do kopalni.
- Złoże „Złoczew” cechuje inna struktura geologiczna niż złoża bełchatowskie i eksploatacja złoża wymagałaby zastosowania materiałów wybuchowych. Dotychczas w żadnej kopalni odkrywkowej węgla brunatnego w Polsce nie stosuje się materiałów wybuchowych do urabiania skał nadkładu.
- Złoże „Złoczew” byłoby również najgłębszym w Polsce wydobywanym złożem węgla brunatnego. Dolna warstwa złoża znajduje się na głębokości 354,3 m poniżej powierzchni terenu. Zdjęcie około 7 mld ton skał nadkładu i węgla będzie skutkowało wstrząsami sejsmicznymi, co zwiększać będzie stopień zagrożenia dla pracowników kopalni i okolicznej ludności.
- Poważny problem z udostępnieniem złoża „Złoczew” będą stanowić aspekty hydrogeologiczne. Średnio w ciągu roku wypompowane będzie ze wszystkich poziomów wodonośnych złoża 157,7 mln m<sup>3</sup> wód. Okoliczne obszary wokół eksploatacji złoża będą miały bardzo poważny problem z dostępem do wody. Powierzchnia zasięgu leja depresyjnego wyniesie od 615 km<sup>2</sup> do 803 km<sup>2</sup>.
- Otwarcie złoża „Złoczew” będzie mieć nieodwracalne, negatywne skutki dla lokalnej społeczności. Na obszarze planowanej kopalni wysiedlenie zagraża ponad 3000 mieszkańców z 33 miejscowości. Zburzone zostałyby ich domy i gospodarstwa rolne, a także obiekty kultu religijnego i użyteczności publicznej. Mieszkańcy sprzeciwiają się powstaniu nowej kopalni.
- Biorąc pod uwagę powyższe punkty należy wnioskować, że wydobycie węgla ze złoża „Złoczew” byłoby nieopłacalne.



Węgiel brunatny zawiera kilka niebezpiecznych metali ciężkich, wśród których za szczególnie szkodliwe uznaje się rtęć, kadm oraz ołów. Pierwiastki te mogą zostać uwolnione podczas procesów związanych z działalnością człowieka (spalanie węgla) oraz przedostać się do ekosystemów w postaci związków łatwo przyswajalnych przez organizmy żywe.

## 1. BUDOWA GEOLOGICZNA, WARUNKI WYDOBYCIA WĘGLA BRUNATNEGO ZE ZŁÓŻ „BEŁCHATÓW – POLE BEŁCHATÓW I POLE SZCZERCÓW” ORAZ ZŁOŻA „ZŁOCZEW”

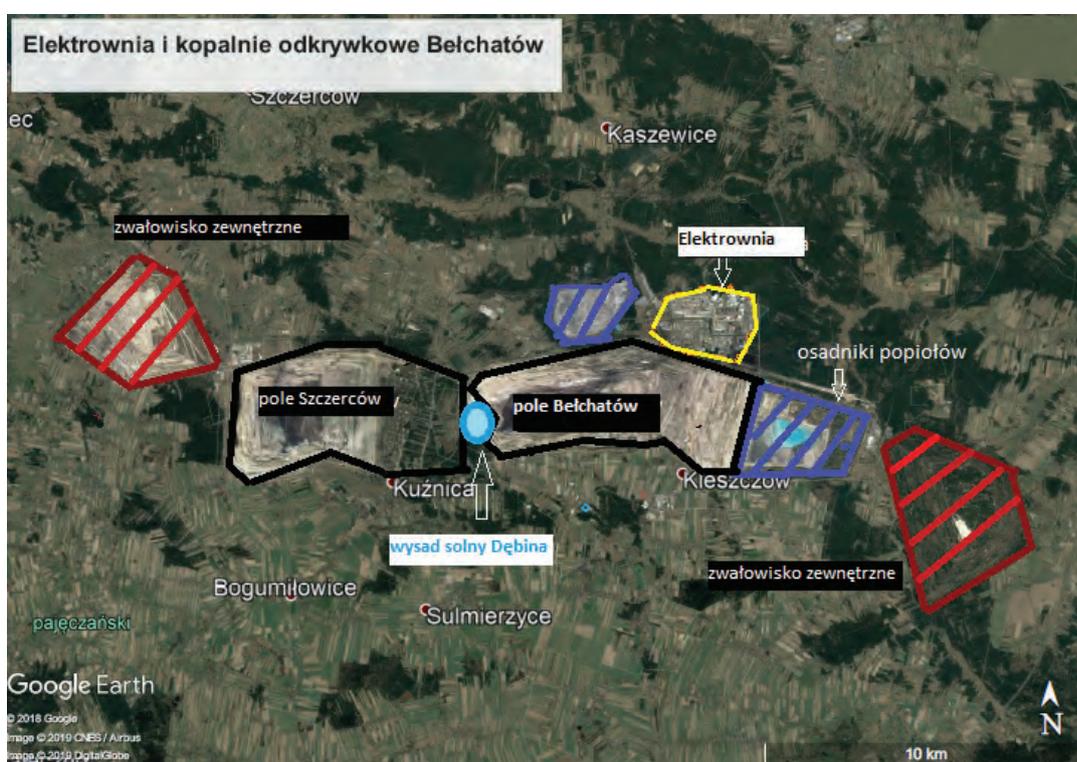
**M**ateriał pierwotną dla węgla brunatnego były rośliny, które w sprzyjających warunkach geotektonicznych (syndementacyjne ruchy obniżające dno zbiornika) oraz ciepłego i wilgotnego klimatu mogły nagromadzić się w ogromnych ilościach i podlegać procesom stopniowego uwęglania. Proces ten trwał 15 mln lat, a jego przebieg zależał od ciśnienia i temperatury. Węgla brunatne występujące w Polsce powstały w warunkach niezbyt dużego ciśnienia (średnio pod przykryciem 30–300 m nadkładu) i nieznacznie tylko podwyższonej temperatury.

Złóża węgla brunatnego: „Bełchatów” i „Złoczew” znajdują się w późnokenozoicznych rowach tektonicznych. Założenia rowów tektonicznych Kleszczowa i Złoczewa są bardzo głębokie i stanowią oddźwięk europejskiej struktury skorupy ziemskiej – strefy Teisseyera – Tornquista. Te rowy tektoniczne powstały w okresie orogenezy alpejskiej, na przelomie Kredy i Trzeciorzędu, a przed lądową sedymentacją węglową, ale aktywne były także w jej trakcie, jak i później.

Złoże „Bełchatów” powstało w rowie tektonicznym Kleszczowa o rozciągłości W-E, a rozdzielone wysadem solnym Dębina składa się z pola „Bełchatów” i pola „Szczerców”, ryc. 1 i 2.



Ryc. 1. Schematyczny przekrój geologiczny przez złoże „Bełchatów” wg J.R. Kasińskiego, 2010<sup>1</sup>



Ryc. 2. Lokalizacja złożeń „Bełchatów” i obiektów towarzyszących eksploatacji

W rowie tektonicznym Kleszczowa dominującym elementem strukturalnym jest strefa uskokowa ograniczająca rów od południa. Zrzuty uskoków w obrębie tej strefy osiągają 30–270 m. Uskoki ograniczające rów Kleszczowa od północy mają zrzuty nieco mniejsze w zakresie 50–80 m. Rów Kleszczowa jako jednostka tektoniczna ma długość 78 km i szerokość 1,5–2 km, średnia głębokość złożeń wynosi 150–200 m, a maksymalnie dochodzi do 600 m. Wysad solny Dębina dzielący pola złożowe Bełchatów i Szczerców znajduje się na głębokości 170 m od powierzchni i ma formę elipsy o wymiarach 290 m

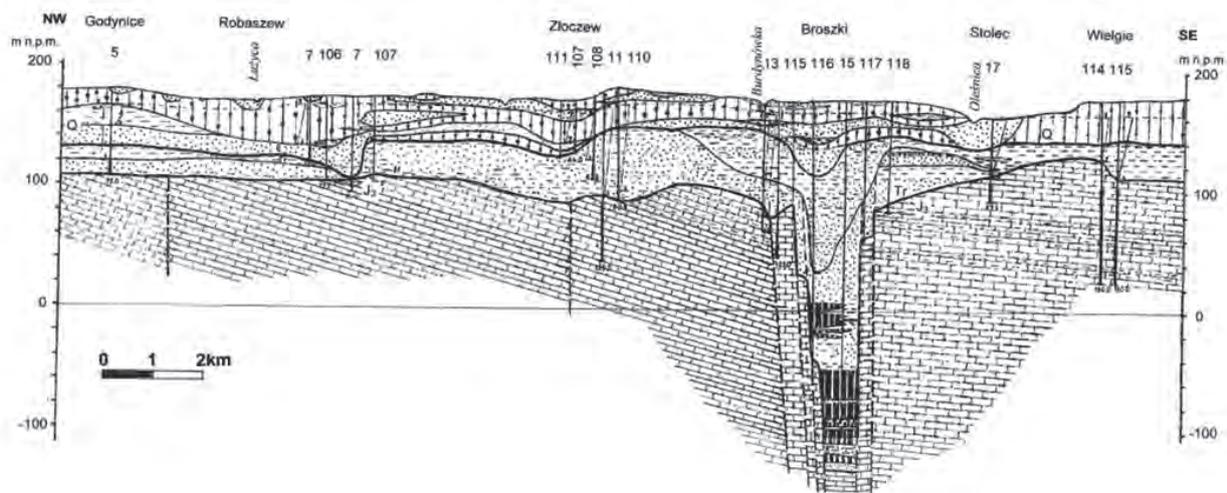
1 J.R. Kasiński, Baza zasobowa węgla brunatnego w Polsce. Seminarium „Węgiel brunatny – szanse i zagrożenia rozwoju energetyki opartej na węglu brunatnym w I połowie XXI wieku w Polsce”, materiały niepublikowane, 2010.

na kierunku W-E i 520 m w osi N-S. Ta struktura stanowiła i stanowi poważny problem w czasie górniczej eksploatacji węgla. Powierzchnia złoża węgla brunatnego Bełchatów według granicznych wartości parametrów definiujących złożo i jego granice<sup>2</sup> wynosi około 20 km<sup>2</sup>. Obowiązujące graniczne wartości parametrów definiujących złożo węgla brunatnego i jego granice według przywołanego powyżej rozporządzenia to:

- maksymalna głębokość spągu złoża – 350 m;
- minimalna miąższość węgla brunatnego w pokładzie – 3 m;
- maksymalny stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża – 12;
- minimalna średnia ważona wartość opałowa węgla brunatnego w pokładzie wraz z przerostami, przy wilgotności węgla 50 proc. – 6,5 MJ/kg.

Oprócz pól „Szczerców” i „Bełchatów” we wschodniej części rowu Kleszczowa znajduje się pole złożowe „Kamieńsk”, ale zasoby węgla brunatnego nie spełniają powyższych parametrów granicznych i są zaliczone do pozabilansowych.

Rów tektoniczny Złoczewa znajduje się 50 km w linii prostej ku WNW od rowu Kleszczowa. Złożo węgla brunatnego Złoczew ma długość 9 km i 1,5 km szerokości, a usytuowane jest w długim na 20 km rowie tektonicznym o kierunku WSW-ESE, ostro ograniczonym od północy i południa uskokami (ryc. 3).



Ryc. 3. Przekrój poprzeczny rowu tektonicznego Złoczewa według J. Sawickiego [16]<sup>3</sup>

Szerokość tej struktury nie przekracza 1500 m. Rów tektoniczny Złoczewa budową i genezą zbliżony jest do rowu Kleszczowa. Jednakże wyjątkowość jego budowy to głębokość i występowanie w obramowaniu tej struktury litych wapieni wieku jurajskiego. Jak pisze J. Sawicki [op. cit. 16]: Brak porównywalności [Złoczewa i Bełchatowa, dopisek i podkreślenie M.W.] wynika z innego charakteru skał otoczenia złoża Złoczew w stosunku do złóż rejonu Bełchatowa oraz znacznie głębszego zalegania pokładów węgla. W otoczeniu złoża „Złoczew” powszechnie występują silnie spękane wapienie górnej

2 Rozporządzenie Ministra Środowiska z 1 lipca 2015 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny, z wyłączeniem złoża węglowodorów, Dz.U. z 2015 r. poz. 987.

3 J. Sawicki, Hydrogeologiczne i górnicze uwarunkowania eksploatacji złoża węgla brunatnego „Złoczew”, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, nr 123, z. 34, Wrocław 2010. [16]

jury, miejscami z rozwiniętymi zjawiskami krasowymi. Jeśli podjęta zostanie decyzja o eksploatacji złoża węgla brunatnego ze złoża Złoczew, będzie ono **największym w Polsce złożem węgla brunatnego. Spąg głównego pokładu węgla, a zarazem najgłębiej położony strop jury, znajduje się na głębokości 354,3 m poniżej powierzchni terenu.** W północnym obramowaniu rowu strop jury górnej zalega 200 m wyżej od stropu jury w dnie rowu. Dodatkowo rów tektoniczny Złoczewa, podobnie jak i Kleszczowa, pocięty jest uskokami poprzecznymi, których **zrzuty dochodzą do 50 m.** Struktury nieciągłe rowu (uskoki) były aktywne także po sedimentacji węgla brunatnego i zostały wraz z podłożem przemieszczone uskokami poprzecznymi i równoległymi do osi rowu. Jak piszą autorzy dodatku nr 1 do dokumentacji złoża [6]<sup>4</sup>: Ostateczne kształtowanie się rowu następowało jeszcze w plejstocenie, a **niektóre odcinki rowu mogą obniżyć się nadal.**

Autor opracowania po analizie dokumentacji geologicznych złóż „Bełchatów – pole Bełchatów”[5]<sup>5</sup>, „Bełchatów – pole Szczerców”[10]<sup>6</sup>, „Złoczew”[6] oraz raportów (2) ocen oddziaływania na środowisko planowanej eksploatacji złoża „Złoczew” odnosi wrażenie, iż **w raporcie OOS dotyczącym złoża „Złoczew” zbyt często upraszczane są konstatacje i dokonywane są wybory według modelu Bełchatowa. A obie struktury geologiczne nie są porównywalne.** Autorzy raportu OOS w t. I, str. 18 przyznają: **Budowa geologiczna złoża „Złoczew” warunkuje znaczny udział w urabianym nadkładzie skał podłoża mezozoicznego, które stanowią trudno urabialny materiał dla pracy maszyn podstawowych. W związku z powyższym do urabiania tego typu skał przewiduje się zastosowanie materiałów wybuchowych.** Jak dotąd w żadnej kopalni odkrywkowej węgla brunatnego w Polsce nie stosuje się materiałów wybuchowych do urabiania skał nadkładu.

W trakcie prowadzonej eksploatacji węgla brunatnego najpoważniejsze problemy powstają wskutek zawodnienia osadów nadwęglowych, węglowych i podwęglowych. W trakcie udostępniania złoża „Bełchatów – pole Bełchatów” doptywy wody wynosiły 200 – 300 m<sup>3</sup>/min, a w polu „Szczerców” do 330 m<sup>3</sup>/min. W obszarze złoża „Bełchatów” miąższość poziomu wodonośnego nadkładu węgla wynosi 30–120 m, poziom wodonośny podwęglowy osiąga 200 m w rejonie wysadu solnego Dębina. Na północ od rowu Kleszczowa, wzdłuż jego granicy, znajduje się głęboka rynna wypełniona osadami piaszczysto-żwirowymi o średniej miąższości 155 m, a lokalnie mogą osiągać 300 m. **Jest to najzasobniejszy w tym rejonie zbiornik wód podziemnych** o bardzo wysokim współczynniku filtracji. Szczególnie dotkliwe dla środowiska i lokalnej społeczności jest to, iż w otoczeniu rowu Kleszczowa **wszystkie kompleksy wodne mają ze sobą rozległe kontakty hydrauliczne.** Oznacza to, iż prowadzone pompowania dla udostępnienia pokładów węgla brunatnego powodują powstanie w formacjach od podwęglowych do powierzchni terenu rozległego leja depresyjnego. Według systematycznych obserwacji i badań pracowników naukowych Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego [21]<sup>7</sup>

4 Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża węgla brunatnego „Złoczew” w kat. B+C1, gm. Złoczew, Burzenin, Ostrówek, pow. sieradzki, wieluński, woj. łódzkie – autorzy: J. Gruszecki, J.R. Kasiński, 2013. [6]

5 Dodatek nr 2 do kompleksowej dokumentacji geologicznej złoża węgla brunatnego „Bełchatów – pole Bełchatów” w kategorii B, C1”, autor J. Gruszecki, 2007, Narodowe Archiwum Geologiczne. [5]

6 Dodatek nr 1 do kompleksowej dokumentacji geologicznej złoża węgla brunatnego „Bełchatów – pole Szczerców” w kategorii B, C1,C2”, autor R. Kozula, 2005, Narodowe Archiwum Geologiczne. [10]

7 G. Wachowiak, G. Galiniak, W. Jończyk, R. Martyniak, Ocena zmian odpływu w zlewni rzeki Widawki w roku hydrologicznym 2010 pod wpływem oddziaływania inwestycji górniczo-energetycznej w rejonie Bełchatów, „Górnictwo i Geoinżynieria”, rok 35, z. 3, AGH Kraków 2011. [21]

zasięg leja depresyjnego w latach 1976–2004 wynosił 438 km<sup>2</sup>, ale od 1992 r., w związku z uruchomieniem odkrywki „Szczerców”, przyrost zasięgu leja jest znacznie szybszy i w 2010 r. obejmuje już obszar o powierzchni 722 km<sup>2</sup>.

Profesor J. Sawicki [16], który był autorem projektu odwodnienia złoża „Złoczew”, tak pisze o ewentualnych problemach z udostępnianiem tego złoża: **Hydrogeologiczne aspekty zawodnienia złoża będą w przyszłości najważniejsze w podjęciu decyzji o jego eksploatacji lub jej zaniechaniu.** Autor ten obliczył, iż doływ z odwodnienia węgelnego (bez odwodnienia powierzchniowego) wyniesie średnio 300 m<sup>3</sup>/min. To oznacza, że średnio w ciągu roku wypompowywane będzie ze wszystkich poziomów wodonośnych złoża 157,7 mln m<sup>3</sup> wód.

”

Hydrogeologiczne aspekty zawodnienia złoża „Złoczew” będą miały kluczowe znaczenie dla podjęcia decyzji o jego eksploatacji lub jej zaniechaniu.

Istotą bezpośredniego oddziaływania górnictwa odkrywkowego na środowisko jest trwałe i praktycznie nieodwracalne przekształcenie kilkunastu tysięcy hektarów zwykle ziem uprawnych zajętych pod kopalnię i jej infrastrukturę, obiekty towarzyszące, drogi dojazdowe, zwałowiska, osadniki, a także elektrownię.



## 2. CECHY ZŁÓŻ WĘGLA BRUNATNEGO „BEŁCHATÓW” I „ZŁOCZEW”

### 2.1. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA ZŁÓŻ WĘGLA BRUNATNEGO „BEŁCHATÓW – POLE BEŁCHATÓW I POLE SZCZERCÓW” ORAZ „ZŁOCZEW”

Złoże „Bełchatów – pole Bełchatów” geolog dokumentujący [op. cit. 5] zaliczył do drugiej grupy zmienności, czyli do złóż o zróżnicowanej, trudnej do interpretacji budowie geologicznej. Dla II grupy złóż zmienność miąższości i parametrów jakościowych złoża wyrażona współczynnikiem zmienności  $V$  powinna wynosić maksimum 60 proc. [12]<sup>8</sup>. Współczynniki zmienności poszczególnych złóż przedstawiono w tabeli 2. W złożu „Bełchatów-pole Bełchatów” pokład węgla jest nieciągły i gwałtownie urywa się w strefach uskoku ograniczających rów tektoniczny. W zachodniej części złoża w pobliżu wysadu solnego Dębina pokład węgla został stromo poddarty, zafałdowany, i porozrywany, co jest skutkiem procesów halokinetycznych<sup>9</sup>. W obszarze zasobów geologicz-

<sup>8</sup> M. Nieć (red., et al.), Metodyka dokumentowania złóż kopalin stałych, cz. IV, Ministerstwo Środowiska, 2012. [12]

<sup>9</sup> Pokłady soli wskutek wysokiego ciśnienia ulegają upłynnieniu i wykorzystując strefy rozluźnień skał (uskoki) wdzierają się ku powierzchni, tworząc wysady solne (diapiry).

nych bilansowych pokład węgla w przekroju poprzecznym do kierunku rowu jest nieforemny, wyklinowujący się ku jego granicznemu uskoku. Pokład węgla brunatnego zalega na głębokościach od 0 do 114 m ppt, a jego rozciągłość w kierunku W-E wynosi 5,5 km o szerokości 0,5–1,8 km. Miąższość pokładu jest bardzo zmienna w różnych miejscach rowu Kleszczowa; na ogół 30–70 m, zaś w rowie II rzędu miąższość przekracza 100 m, a maksymalnie w izolowanych miejscach osiąga 230,5 m. Podstawowe parametry geologicznego położenia wszystkich omawianych złóż zestawiono w tabeli 1. Podstawowym litotypem węgla w złożu jest węgiel ziemisty właściwy, detrytowy, słabo warstwowany z domieszkami ksylicy.

Złoże „Bełchatów – pole Szczerców” geolog dokumentujący [op. cit. 10] zaliczył do II grupy zmienności podobnie jak pole „Bełchatów” leżące na wschód od niego, głównie ze względu na trudne warunki hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie. Jak pokazuje tab. 2 współczynniki zmienności parametrów geologicznych i jakościowych są korzystniejsze niż dla pola „Bełchatów”, z wyjątkiem zmienności nadkładu. Autor dokumentacji [op. cit. 10], zwraca uwagę, iż tektoniczne deformacje we wschodniej części pola wywołane wysadem solnym są bardziej intensywne niż w polu „Bełchatów”. Deniwelacje spągu pokładu węglowego (tab. 1) w polu „Szczerców” są znacznie większe, niekiedy na niewielkich odległościach niż w polu „Bełchatów”. Pokład węgla najpłycej znajduje się w zachodniej części (100 m ppt) i zapada ku wschodowi do 220 m ppt. Złoże tworzy zasadniczo jedna warstwa węgla brunatnego, ksylicowo-ziemistego, jednak w pobliżu wysadu solnego jest porozrywana i silnie zaburzona tektonicznie.

Badania laboratoryjne węgla brunatnego ze złoża „Bełchatów” wykazały, iż węgiel nadaje się do celów energetycznych. Jednakże **ze względu na wysoką i zmienną zawartość siarki konieczne jest odsiarczanie spalin. Węgiel brunatny z wszystkich omawianych złóż nie nadaje się do zgazowania ciśnieniowego, brykietowania, wytłewania i koksowania.**

Złoże „Złoczew” dokumentujący [6], podobnie jak złoże „Bełchatów” zaliczyli do grupy II zmienności, czyli do złóż o zróżnicowanej, trudnej do interpretacji budowie geologicznej. Złoże węgla brunatnego „Złoczew” usytuowane jest w długim na 20 km rowie tektonicznym o kierunku WSW-ESE, ostro ograniczonym od północy i południa uskokami. Szerokość tej struktury nie przekracza 1500 m. Rów tektoniczny Złoczewa budową i genezą zbliżony jest do rowu Kleszczowa, jednakże wyjątkowość jego budowy to duża głębokość i występowanie w obramowaniu tej struktury litych wapieni jurajskich. Jak pisze J. Sawicki [16]: **W otoczeniu złoża „Złoczew” powszechnie występują silnie spękane wapienie górnej jury, miejscami z rozwiniętymi zjawiskami krasowymi.** Ewentualna eksploatacja tego złoża wiązać się będzie z trudnymi warunkami hydrogeologicznymi (duże i gwałtowne dopływy wody) oraz skomplikowanymi problemami geologiczno-inżynierskimi, potęgowanymi przez konieczność stosowania środków wybuchowych dla urabiania skał. Jak wskazuje doświadczenie z eksploatacji złoża „Bełchatów”, w warunkach głębokiego i znacznego wydobycia nadkładu i węgla (rzędu miliardów ton) uruchamiają się w strukturach twardego podłoża odprężenia bloków tektonicznych. Obecnie w rejonie złoża „Złoczew” struktury geologiczne pozostają w stanie względnej równowagi statycznej. Zdjęcie około 7 mld ton skał nadkładu i węgla ze złoża „Złoczew” **musi spowodować zmianę stanu naprężeń na układ dynamiczny wyrażającą się silnymi wstrząsami.** Zwłaszcza że ostateczne kształtowanie się rowu tektonicznego Złoczewa

”

Ewentualna eksploatacja złoża „Złoczew” wiązać się będzie z trudnymi warunkami hydrogeologicznymi oraz skomplikowanymi problemami geologiczno-inżynierskimi.

następowało jeszcze w plejstocenie, a niektóre odcinki rowu mogą obniżać się nadal. **Dodatkowych impulsów dla wstrząsów dostarczać będą roboty strzałowe w twardych skałach jurajskich obrzeżenia rowu Złoczewa.** Na przestrzeni kilku dekad wydobywania węgla ze złoża „Bełchatów” miało miejsce kilka tysięcy słabych wstrząsów sejsmicznych, z czego kilkanaście było bardzo silnych o magnitudzie ( $M \geq 3,5$ ) [8]<sup>10</sup>. Jak donosiła lokalna prasa, 22 stycznia 2010 r. koło Bełchatowa miały miejsce **wstrząsy sejsmiczne o sile 4,42<sup>o</sup> w skali Richtera**, aż 2500 osób zgłosiło roszczenia odszkodowawcze. Wstrząsy odczuwalne były w Pajęcznie; 25 km w linii prostej od odkrywki Bełchatów. Gazeta „Nasze Miasto” informowała, że 30 listopada 2014 r. nastąpiły wstrząsy w Bełchatowie i okolicach.

Złoże węgla brunatnego „Złoczew” ma powierzchnię 13,5 km<sup>2</sup>. Zasadniczo jeden pokład węgla ma miąższość średnią 51,4 m (min. 12,1 m; maks. 127,8 m), tab. 1. Zmienne miąższości wzdłuż, jak i w poprzek rozciągłości rowu zdeterminowane są licznymi uskokami. W pobliżu południowego obrzeżenia rowu podłoże pokładu węglowego poddarte jest na długich odcinkach do góry, nawet o 100 m. Największe miąższości pokładu węgla brunatnego znajdują się w osiowej strefie rowu, przesuniętej ku południowej strefie uskoku, stanowiącej granicę rowu. Idąc od zachodu, miąższości rosną od 5,5 m do 83 m w centrum i maleją ku wschodowi do 3 m.

Porównując współczynniki zmienności geologicznych parametrów złożowych<sup>11</sup> pod względem dogodności dla górniczych metod eksploatacji (wielkoskalowe systemy koparek i systemów transportowych) złoża „Bełchatów – pole Bełchatów”, złoża „Bełchatów – pole Szczerców” i złoża „Złoczew” zawarte w tab. 2, trzeba stwierdzić, że najmniejsze zmienności dotyczą złoża „Złoczew” i to we wszystkich kluczowych dla technik wydobywczych danych geologicznych, takich jak miąższość, grubość nadkładu i co istotne dla energetyki, niezbyt zróżnicowane parametry fizykochemiczne węgla. Ten wniosek nie jest wystarczający dla pozytywnej oceny przydatności złoża do eksploatacji. Wzięcie pod uwagę jeszcze wielu czynników, zwłaszcza ekonomicznych, społecznych i rzetelnej oceny oddziaływania na środowisko przyszłej kopalni odkrywkowej (najgłębszej w Polsce) może prowadzić do poprawnych konkluzji. Porównując wskaźniki zmienności pola „Bełchatów” (kończącego wydobywanie w 2020 roku) i pola „Szczerców” wydaje się, iż to ostatnie ma nieco mniej zróżnicowane parametry geologiczne (tab. 2) niż „pole Bełchatów”. Jedynie współczynnik zmienności miąższości nadkładu węgla jest znacznie zróżnicowany ( $V=250,5$  proc.), co będzie skutkowało znacznie wyższymi kosztami zdejmowania nadkładu i rosnącymi kosztami usuwania skał płonych (termin górniczy: przybierek) w przypadku nieizometrycznych pokładów złoża.

”

Zdjęcie około 7 mld ton skał nadkładu i węgla ze złoża „Złoczew” musi spowodować zmianę stanu naprężeń na układ dynamiczny wyrażającą się silnymi wstrząsami.

10 M.W. Jończyk, B. Organiściak, Zagrożenia naturalne związane z eksploatacją złoża w Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów” S.A., materiały z sympozjum; Warsztaty 2004 z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”. [8]

11 Współczynnik zmienności  $V$  [%] zdefiniowany jest jako stosunek odchylenia standardowego do wartości średniej podstawowych parametrów.

Tab. 1. Parametry geologicznego położenia pokładu/ów węgla w poszczególnych złożach

Nazwa złoża	Miąższość nadkładu [m]			Miąższość węgla [m]			Głębokość spągu złoża [m ppt]		
	min.	średnio	maks.	min.	średnio	maks.	min.	średnio	maks.
„Bełchatów – pole Bełchatów”	0	24,3	158,8	3	55,1	230,5	3	79,5	245,5
„Bełchatów – pole Szczerców”	7,6	119,5	239,8	8,9	50,3	196,1	65	171,1	351,7
„Złoczew”	138,4	215,1	280,9	12,1	51,4	127,8	150,5	266,6	354,3

W. Naworyta [13]<sup>12</sup>, autor wielu opracowań z zakresu projektowania kopalń odkrywkowych i geostatystycznych metod badania zmienności parametrów złóż węgla brunatnego stwierdza: W przeciwieństwie do parametrów jakościowych parametry strukturalne analizowanych złóż (rzędne spągu, rzędne stropu oraz miąższość złoża) wykazują duży stopień autokorelacji. Wariogramy cechują się regularnym kształtem, łatwym do aproksymacji modelem liniowym bądź sferycznym.

Tab. 2. Współczynniki zmienności parametrów złożowych i jakości węgla

Parametr pola zasobów bilansowych	Współczynnik zmienności V [%]		
	pole „Bełchatów”	pole „Szczerców”	„Złoczew”
Strop pokładu [m]	154,1	22,2	13,8
Spąg pokładu [m]	67,2	27,5	18,7
Miąższość pokładu [m]	74	55,6	43,7
Miąższość nadkładu [m]	123	250,5	16,6
Zawartość popiołu Ad [%]	27,8	18,2	14,7
Wartość opałowa Q <sub>ri</sub> [kJ/kg]	10,1	8,1	7,5
Zawartość siarki S <sub>dt</sub> [%]	47,8	26,9	35,6
Wilgotność W <sub>tr</sub> [%]	2,5	2,7	4,23

## 2.2. ZASOBY WĘGLA BRUNATNEGO I ICH WYSTARCZALNOŚĆ

Wydobycie węgla w polu „Bełchatów” rozpoczęto w 1981 roku, a w 2020 roku zostanie zakończone z powodu wyczerpania się geologicznych zasobów bilansowych. W 2002 roku rozpoczęto budowę wkopu udostępniającego w północno-zachodnim krańcu złoża „Bełchatów – pole Szczerców”. Po dziewięciu latach odwadniania i zdejmowania nadkładu z zachodniej części pola pierwszą tonę węgla wydobyto w 2009 roku. Rycina 4 ilustruje stan zasobów przemysłowych w obu polach złożowych i wydobycie w latach 2012–2017.

12 W. Naworyta, Analiza zmienności parametrów złożowych węgla brunatnego pod kątem sterowania jakością strumienia urobku, „Gospodarka Surowcami Mineralnymi” 2008, t. 24, z. 2–4. [13]

Dla poprawnego **obliczenia wystarczalności zasobów**<sup>13</sup> kluczową wielkością są straty w zasobach przemysłowych. **Teoretycznie** dla odkrywkowej eksploatacji węgla brunatnego przyjmuje się, iż wielkość zasobów przemysłowych wynosi 80 proc. geologicznych zasobów bilansowych, a straty w trakcie eksploatacji wynoszą 10 proc. zasobów geologicznych bilansowych; zatem teoretycznie powinno zostać wydobyte 72 proc. tych zasobów [17, 19]<sup>14,15</sup>. Jednakże **w praktyce górniczej** wielkości strat najczęściej odbiegają znacznie in minus od wielkości teoretycznych. Wielkość zasobów przemysłowych złoża wynika z projektu zagospodarowania złoża sporządzonego w początkowej fazie przygotowywania złoża do wydobywania. W trakcie wydobywania aktualizowane są wielkości zasobów przemysłowych, a operaty ewidencyjne złóż przesyłane są do Państwowej Służby Geologicznej, która corocznie sporządza Bilans Zasobów Kopalni [20]<sup>16</sup> (dalej BZK), działając w imieniu i na rzecz Ministra Środowiska zarządzającego w imieniu Skarbu Państwa złożami surowców mineralnych. W tabeli 3 wielkości geologicznych zasobów bilansowych podano za BZK, podobnie jak zasoby przemysłowe dla złóż eksploatowanych (pole „Bełchatów” i pole „Szczerców”). Natomiast zasoby przemysłowe nieeksploatowanego złoża „Złoczew” obliczył autor według założeń teoretycznych opisanych powyżej.

**Analiza strat w zasobach przemysłowych** złoża „Bełchatów” wskazuje, że zasoby przemysłowe w relacji do geologicznych zasobów bilansowych w początkowej fazie wydobywania zbliżone są do wielkości teoretycznych (78–75 proc.), by już po dekadzie wydobywania relacja ta spadła do 67–60 proc., a pod koniec eksploatacji jak w przypadku pola „Bełchatów” zasoby przemysłowe stanowią zaledwie 41 proc. geologicznych zasobów bilansowych. Straty w zasobach przemysłowych w trakcie wydobywania według danych rzeczywistych złoża „Bełchatów” wynoszą średnio 5 proc. I tę wielkość przyjęto do obliczeń zasobów operatywnych i wystarczalności zasobów w tab. 3. Według danych ewentualnego inwestora w budowę kopalni na złożu „Złoczew” – PGE GiEK SA, zawartych w raporcie OOS: Okres eksploatacji węgla brunatnego w projektowanej odkrywce Złoczew będzie trwał ok. 31 lat. W tym czasie przewiduje się **wydobycie węgla w ilości łącznie 485,8 mln Mg, w ciągu roku do ok. 18 mln Mg**. Realizacja takiego założenia oznaczałaby **stopień wykorzystania zasobów geologicznych bilansowych na poziomie 79,4 proc.**, podczas gdy w złożu „Bełchatów – pole Szczerców” wskaźnik ten w początkowej fazie wydobywania wynosił 75 proc.

”

Dla obliczenia wystarczalności zasobów węgla brunatnego kluczową wielkością są straty w zasobach przemysłowych. Jednakże w praktyce górniczej wielkości strat najczęściej odbiegają znacznie in minus od wielkości teoretycznych.

13 W standardach międzynarodowych wystarczalność oblicza się dzieląc wielkość zasobów operatywnych (reserves) przez wielkość aktualnego rocznego wydobycia.

14 T. Smakowski, Zasady wyceny złóż, „Górnictwo Odkrywkowe” 1995, t. 37, z. 2. [17]

15 R. Uberman, R. Uberman, Wybrane problemy wyceny wartości złóż kopalni eksploatowanych odkrywkowo, „Górnictwo Odkrywkowe” 1997, t. 37, z. 3. [19]

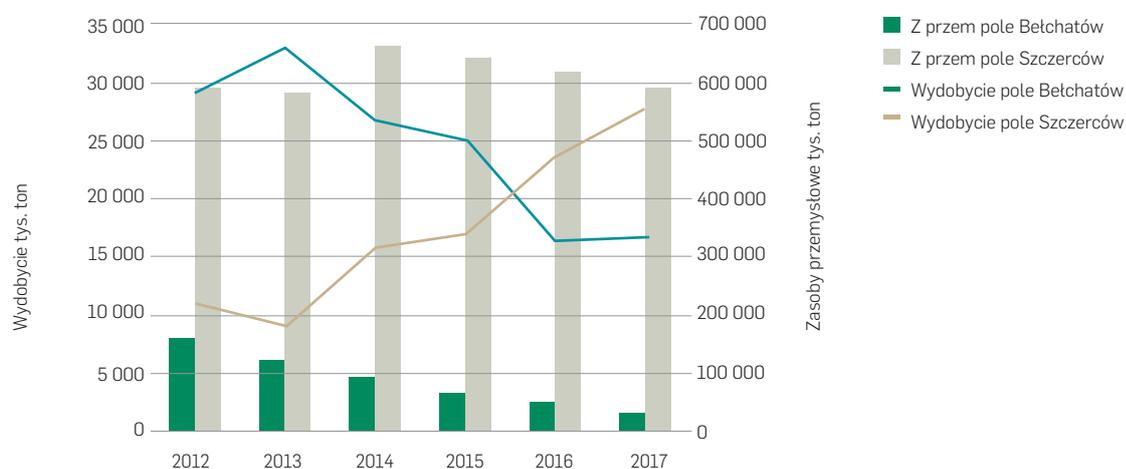
16 Ustawa – Prawo geologiczne i górnicze, Dz.U. z 2015 r. poz. 196. [20]

**Tab. 3.** Zestawienie wielkości zasobów i wydobywania według Bilansu Zasobów Kopalin (stan na 31 grudnia 2017 r.)<sup>17</sup>

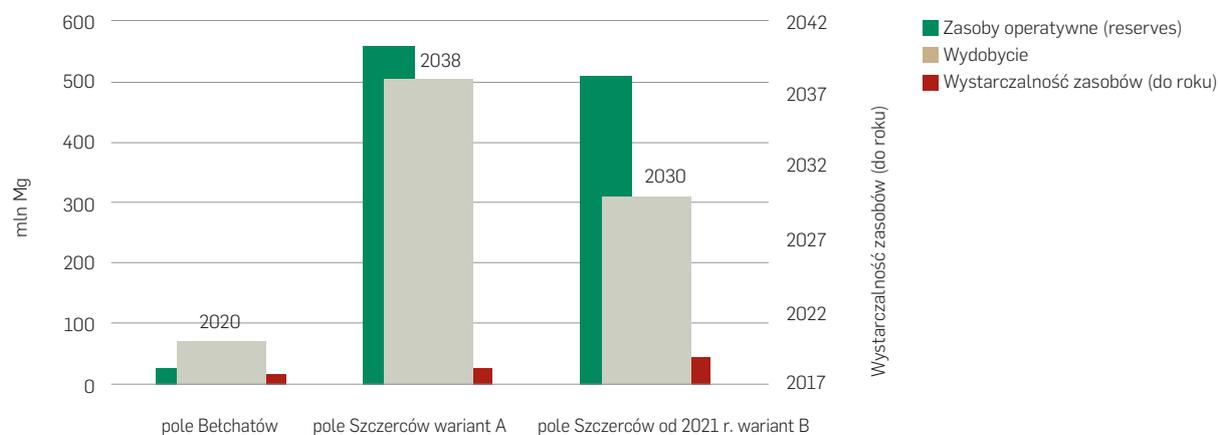
Nazwa złoża	Zasoby geologiczne bilansowe [tys. Mg]	Zasoby przemysłowe [tys. Mg]	Zasoby operatywne [tys. Mg] (c=b*95%)	Wydobycie [tys. Mg]	Wystarczalność [lat] (e=c/d)	Wystarczalność do roku (2018+e)
	a	b	c	d	e	
„Bełchatów – pole Bełchatów”	71 585	29 731	28 244	16 734	2	2020
„Bełchatów – pole Szczerców”	785 853	588 227	558 816	27 805	20	2038
„Złoczew”*	611 969	489 575	465 096	18 000	26	**

\* złożo nieeksploatowane; przyjęte wskaźniki wykorzystania złoża odniesiono do wskaźników pola „Bełchatów” i „Szczerców”. Wielkość wydobywania zgodna z założeniami PGE GIEK SA.

\*\* Potencjalny inwestor – PGE GIEK SA jeszcze nie posiada koncesji uprawniającej do wydobywania węgla z tego złoża; zatem data rozpoczęcia zdejmowania nadkładu i dotarcia do złoża jest nieznaną i niepewną.



**Ryc. 4.** Zasoby przemysłowe złoża „Bełchatów” i wydobywanie węgla w latach 2012-2017 (wg Bilansu Zasobów Kopalin)



**Ryc. 5.** Przewidywane zakończenie eksploatacji złoża „Bełchatów” według obliczeń autora

Rycina 5 ilustruje wariant eksploatacji węgla brunatnego z pola „Szczerców” po zakończeniu wydobycia z pola „Bełchatów”, w ilościach koniecznych dla utrzymania pełnej mocy elektrowni Bełchatów (wariant A). Łączne wydobycie węgla brunatnego w 2017 roku w obu polach wyniosło 44,539 mln Mg. Zatem z odkrywki Szczerców po wyczerpaniu zasobów operatywnych w polu „Bełchatów” należałoby wydobywać tę ilość węgla brunatnego począwszy od 2021 roku, by pokryć zapotrzebowanie elektrowni Bełchatów (12 bloków) (ryc. 5; wariant B). W wariantcie B wystarczalność zasobów pola Szczerców wyniesie 11,5 lat, czyli do 2030 roku. W przypadku uzasadnionej ekonomicznie i względami dyrektywy IED (o emisjach przemysłowych) likwidacja 11 starych bloków do 2030 roku przedłuży wystarczalność węgla z odkrywki Szczerców dla nowego bloku 858 MW (rok rozpoczęcia wytwarzania energii – 2011) co najmniej do 2038 roku.

”

Uzasadniona ekonomicznie i względami dyrektywy IED likwidacja 12 starych bloków do 2030 roku przedłuży wystarczalność węgla z odkrywki Szczerców co najmniej do 2038 roku.

Rosnąca temperatura powierzchni mórz i oceanów sprzyja zakwitom fitoplanktonu, które pośrednio lub bezpośrednio stwarzają zagrożenie dla zdrowia. W ostatnich latach obserwowany jest wyraźny wzrost częstotliwości oraz zasięgu szkodliwych zakwitów glonów.



### 3. PARAMETRY FIZYKOCHEMICZNE WĘGLA BRUNATNEGO W ZŁOŻACH „BEŁCHATÓW – POLE BEŁCHATÓW” I POLE „SZCZERCÓW” ORAZ „ZŁOCZEW”

**W**ęgiel brunatny ma bardzo złożony skład chemiczny. Obok **pierwiastków głównych** takich jak: węgiel – C, wodór – H, azot – N, tlen – O i siarka – S zawiera w swoim składzie wiele innych, które ze względu na wielkość koncentracji określa się mianem **pobocznych** (glin – Al, wapń – Ca, żelazo – Fe, sód – Na, potas – K, magnez – Mg, fosfor – P, krzem – Si), **rozproszonych** (arsen – As, kadm – Cd, chlor – Cl, kobalt – Co, miedź – Cu, fluor – F, rtęć – Hg, mangan – Mn, nikiel – Ni, ołów – Pb, tytan – Ti, cynk – Zn, a także uran – U i tor – Th) oraz **śladowych i rzadkich** (beryl – Be, gal – Ga, german – Ge, lit – Li, a także **pierwiastki ziem rzadkich (REE)** takie jak lantan – La i cer – Ce) [7]<sup>18</sup>. **Za szczególnie niebezpieczne uznawane są: Hg, Cd,**

18 E. Hycnar, T. Ratajczak, W. Jończyk, M. Wagner, Ekologiczne kryteria oceny jakości węgla brunatnego na przykładzie złoża Bełchatów. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN 2015, z. 91. [7]

Pb oraz Be. Działanie toksyczne związków chemicznych tych pierwiastków jest niezależne od stężenia. Silne działanie trujące w większych dawkach wykazują też As, Cl, F, Se, Zn oraz S [11]<sup>19</sup>. Wymienione pierwiastki w węglu występują zarówno w postaci związków kompleksowych z substancją organiczną, jak i w formie faz mineralnych. Pomimo że ich ilości kłarkowe są niewielkie i nie powinny stanowić zagrożenia dla środowiska przyrodniczego, to **procesy spalania węgla prowadzą do ich koncentracji, zarówno w stałych odpadach energetycznych, jak i w spalinach czy ekstraktach.** Emitowane do atmosfery lub przedostające się do gleb i wód gruntowych w miejscu składowania popiołów stają się zagrożeniem dla środowiska przyrodniczego. **Za najbardziej newralgiczne uznawane są te, które w trakcie spalania przedostają się do atmosfery, zarówno w postaci związków lotnych, jak i najdrobniejszych cząstek stałego popiołu lotnego, sadzy czy koksików.** Spośród wymienionych powyżej pierwiastków, w dokumentacjach geologicznych nie ma wyników analiz wielu z nich. Wyniki analiz wskaźnikowych zawierają jednakże informacje o **obecności w węglu siarki całkowitej oraz rtęci, kadmu i ołowiu.**

**Obowiązek wdrażania technologii czystego węgla** przez kraje UE nakłada dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady Europy 2010/75/UE z 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (Industrial Emission Directive – IED). Jest ona jednocześnie podstawowym instrumentem prawnym na rzecz ograniczania emisji przemysłowych. Nie tylko nakazuje stosowanie tzw. Najlepszych Dostępnych Technik (*Best Available Techniques* – BAT), ale i wprowadza od 2016 roku znacznie zaostrzone standardy emisji dla dużych źródeł spalania paliw (o mocy większej niż 50 MW) w zakresie dwutlenku siarki, tlenków azotu oraz pyłu. Kolejnym instrumentem prawnym w rozwiązywaniu problemu emisji przemysłowych jest podpisane przez Polskę w 1998 roku porozumienie międzynarodowe, **tzw. Protokół z Aarhus, w sprawie metali ciężkich.** To z kolei porozumienie zobowiązuje do podjęcia działań mających na celu **ograniczenie emisji Cd, Hg i Pb do 2020 roku.** Zgodnie z postanowieniami Protokołu opracowano „Krajową strategię ograniczania emisji metali ciężkich” (2002), w której wyraźnie podkreślono rolę badań podstawowych nad zawartością tych pierwiastków w kopalnych paliwach stałych. Z kolei szczegółowe wytyczne UE dotyczące **ograniczenia emisji rtęci są zawarte w Konwencji Minamata w sprawie rtęci, (tzw. konwencji rtęciowej).** Zmniejszenie emisji Hg do środowiska zostanie osiągnięte poprzez wprowadzenie limitów zarówno dla nowych, jak i istniejących obiektów przemysłowych.

### 3.1. PARAMETRY CHEMICZNO-TECHNOLOGICZNE WĘGLA BRUNATNEGO

W czasie dokumentowania złoża węgla brunatnego wykonuje się badania laboratoryjne parametrów chemiczno-technologicznych. Próbkę węgla brunatnego pobierane są z części wierceń. W przypadku węgla brunatnego, dla którego zawartość wilgoci w stanie roboczym przekracza 50 proc. wagowych, szczególnie istotne jest zagadnienie, w jakim stanie badano próbki węgla, ponieważ jest

---

19 K. Matl, M. Wagner, Analiza występowania pierwiastków rzadkich, rozproszonych i śladowych w ważniejszych krajowych złożach węgla brunatnego [w:] Stryszewski M., Eksploatacja selektywna węgla brunatnego i kopalni towarzyszących wraz z uwarunkowaniami techniczno-ekonomicznymi i korzyściami ekologicznymi, Wyd. Centrum PPGSMiE, Kraków 1995, s. 30–44. [11]

to przyczyną znacznych różnic w zawartości składników. Stan fizykochemiczny węgla ilustrują wyniki badań próbek analizowanych w stanie: roboczym opisane z dodatkiem symbolu „r”, analitycznym „a”, suchym „d” oraz suchym i bezpopiołowym „daf”.

Podstawowymi parametrami określającymi w Polsce przydatność przemysłową węgla brunatnego są [2]<sup>20</sup>: wartość opałowa ( $Q_r^f$ ), określana przy średniej zawartości wilgoci całkowitej, zawartość popiołu ( $A^d$ ) w stanie suchym, prasmoły ( $T^d$ ), bituminów ( $B^d$ ), zawartość alkaliów ( $Na_2O+K_2O$ ) określanymi w stanie suchym. Uzupełniająco określa się też zawartość węgla ( $C^{daf}$ ), części lotnych ( $V^{daf}$ ), wodoru ( $H^{daf}$ ) określanych w substancji suchej bezpopiołowej, zawartość siarki całkowitej ( $S_t^d$ ), palnej ( $S_c^d$ ) i popiołowej ( $S_a^d$ ) oraz siarki pirytovej ( $S_p^d$ ) w substancji bezwodnej, pozostałe produkty destylacji rozkładowej – półkoks ( $K^d$ ), woda rozkładowa, ( $W_k^d$ ) w substancji bezwodnej. Ponadto określa się ciepło spalania ( $Q_s^{daf}$ ) w substancji bezwodnej i bezpopiołowej, zawartość piasku ( $P_d^d$ ) w węglu bezwodnym, podatność przemiałową (GrH) oraz gęstość pozorną węgla w stanie bezwodnym ( $d_a^d$ ).

Osiągnięcie wysokiej sprawności procesu wytwarzania energii, sprawności procesów oczyszczania spalin i ograniczenia emisji  $CO_2$  do atmosfery wymaga dostarczania paliwa o stabilnych parametrach. Utrzymanie stabilności parametrów węgla, takich jak wartość opałowa, zawartość siarki, zawartość części niepalnych oraz piasku w ramach określonej tolerancji, jest przedmiotem umów między kopalnią i elektrownią. Podstawowym warunkiem wdrożenia procesu sterowania jakością urobku na etapie eksploatacji jest bardzo dobre rozpoznanie zmienności parametrów złożowych [20]<sup>21</sup>. Jeśli złożę węgla brunatnego w tych istotnych dla procesu spalania i oczyszczania spalin ma **współczynniki zmienności bardzo wysokie, powoduje to znaczne utrudnienie w sterowaniu wydobywaniem i konfekcjonowaniem urobku.**

Na potrzeby niniejszego opracowania autor przyjął wybrane, a zarazem ujednoczone parametry chemiczno-technologiczne wystarczające dla: określenia jakości węgla, porównania jakości węgla z omawianych złóż, a zarazem mające znaczenie dla aspektów środowiskowych. Wybrane parametry to:

- wartość opałowa –  $Q_r^f$ , określana przy średniej zawartości wilgoci całkowitej;
- zawartość popiołów –  $A^d$ , określana w stanie paliwa niezawierającego wilgoci całkowitej;
- całkowita zawartość siarki –  $S_t^d$ , określana w stanie paliwa niezawierającego wilgoci całkowitej;
- całkowita zawartość wody –  $W_t^r$ , ustalana przy średniej zawartości wilgoci całkowitej;
- współczynnik zmienności parametru –  $V$ .

Dane powyższe zostały zestawione w tabeli 4.



Osiągnięcie wysokiej sprawności procesu wytwarzania energii, sprawności procesów oczyszczania spalin i ograniczenia emisji  $CO_2$  do atmosfery wymaga dostarczania paliwa o stabilnych parametrach.

20 T. Bartuś, Parametry chemiczno-technologiczne i oparte na nich klasyfikacje węgli brunatnych, AGH, Sprawozdanie z badań statutowych nr: 11.11.140.808. 2003.

21 W. Naworyta, Analiza zmienności parametrów złożowych węgla brunatnego pod kątem sterowania jakością strumienia urobku, „Gospodarka Surowcami Mineralnymi” 2008, t. 24, z. 2/4.

Tab. 4. Podstawowe parametry chemiczno-technologiczne węgla brunatnego<sup>22</sup>

Nazwa złoży	Ciepło spalania $Q_r$ [kJ/kg]			Wsp. zm. V [%]	Popielność $A^d$ [%]			Wsp. zm. V [%]	Zawartość siarki $S_t^d$ [%]			Wsp. zm. V [%]	Zawartość wody $W_t^r$ [%]			Wsp. zm. V [%]
	min.	śred.	maks.		min.	śred.	maks.		min.	śred.	maks.		min.	śred.	maks.	
Pole „Betchatów”	5479	7579	9198	7,5	8,7	23,0	49,6	27,8	0,45	1,57	6,90	47,8	46,8	53,3	56,1	2,5
Pole „Szczerców”	5870	7560	8695	6,2	12,8	24,8	39,3	18,2	0,81	2,87	6,42	26,9	45,7	52,3	55,2	2,7
„Złoczew”	6891	8428	9454	7,2	15,8	21,3	31,1	14,7	0,55	2,14	3,95	35,6	51,0	53,4	54,6	4,2

W tabeli 4 kolorem zielonym zaznaczono najwyższą średnią wartość ciepła spalania. Odchylenia od wartości minimalnych i maksymalnych nie mogą stanowić podstawy do formułowania zbyt daleko idących wniosków. Do dalszych analiz przyjmuje się zatem wartość średnią. Zresztą nawet daleko bardziej rozwinięte metody geostatystyczne nie prowadzą do jednoznacznych wniosków, W. Naworyta [13]. Jeśli dodamy współczynnik zmienności, a odchylenia wartości parametru będą niewielkie, to już znacznie przybliżamy się do rzeczywistego stanu. W tabeli 4 podkreślono na czerwono wartości maksymalne parametrów niekorzystnych dla środowiska, ale i energetyki.

Szczególnie istotna jest maksymalna zawartość siarki. Największe odchylenia zawartości siarki notowano w węglu ze złoży „Betchatów – pole Betchatów”; zawartość maksymalna 6,9 proc. przy współczynniku zmienności  $V = 47,8$  proc. Jednakże w „polu Szczerców” współczynnik zmienności  $V$  całkowitej zawartości siarki jest zdecydowanie niższy (26,9 proc.), co jest korzystne dla procesów technologicznych, lecz średnie zawartości siarki w węglu z pola „Szczerców” są zdecydowanie najwyższe ze wszystkich omawianych złoży.

Kolejnym niekorzystnym parametrem jest popielność, czyli zawartość tzw. balastu; cząstek płonnych węgla, z których w procesie spalania tworzy się odpad w postaci popiołu. I znów węgiel z pola „Betchatów” ma zdecydowanie najwyższe zawartości maksymalne nawet 49,6 proc., najwyższy współczynnik zmienności (27,8 proc.), ale średnia popielność węgla jest najwyższa z pola „Szczerców”.

Dla pełnego obrazu jakości węgla konieczne jest przedstawienie zawartości pierwiastków głównych w węglu brunatnym trzech analizowanych złoży (tab. 5).

Tab. 5. Średnie ważone zawartości pierwiastków głównych w węglu brunatnym<sup>23</sup>

Nazwa złoży	Węgiel – C [%]	Wodór – H [%]	Azot – N [%]	Tlen – O [%]
pole „Betchatów”	67,15	5,40	0,69	24,93
pole „Szczerców”	65,65	5,32	0,85	25,36
„Złoczew”	54,59	4,33	0,74	24,19

22 Dane pochodzą z dokumentacji geologicznych złoży węgla brunatnego „Betchatów – pole Betchatów”, „Betchatów – pole Szczerców” i „Złoczew” wymienionych wcześniej w przypisach niniejszego opracowania.

23 Dane pochodzą z dokumentacji geologicznych złoży węgla brunatnego „Betchatów – pole Betchatów”, „Betchatów – pole Szczerców” i „Złoczew” wymienionych wcześniej w przypisach niniejszego opracowania.

### 3.2. PIERWIASKI I SUBSTANCJE ZAWARTE W WĘGLU BRUNATNYM ISTOTNE DLA OKREŚLENIA EMISJI TOKSYCZNYCH ZWIĄZKÓW

Szczególnymi własnościami toksycznymi odznaczają się metale ciężkie i pierwiastki promieniotwórcze. W przyrodzie mogą one występować w postaci rodzimej. Ta forma jest nieszkodliwa dla organizmów żywych, gdyż cechuje się wysoką stabilnością. Znacznie częściej metale ciężkie gromadzą się w postaci związków z niemetalami. Z tą formą występowania związana jest przede wszystkim ich toksyczność. Węgiel brunatny zawiera kilka niebezpiecznych metali ciężkich, ale na ogół nie występują one w postaci rodzimej, lecz są rozproszone w minerałach. Pierwiastki te mogą zostać uruchomione podczas procesów hipergenicznych wywołanych np. działalnością człowieka (spalanie węgla), a następnie wprowadzane do ekosystemów w postaci związków łatwo przyswajalnych przez organizmy żywe [18]<sup>24</sup>. **Za szczególnie niebezpieczne uznawane są: rtęć – Hg, kadm – Cd, ołów – Pb.** Działanie toksyczne związków chemicznych tych pierwiastków jest niezależne od stężenia. Jak stwierdzają E. Stachura i T. Ratajczak [op. cit. 18]: Wyniki badań nad występowaniem pierwiastków toksycznych w węglu brunatnym ze złoża „Bełchatów” dowiodły, że **istnieje wyraźny związek pomiędzy zawartością siarki pirytovej a stężeniem takich pierwiastków jak Cd, Hg, Pb.** Zjawisko to sugeruje istnienie powinowactwa geochemicznego pomiędzy zawartością pierwiastków toksycznych a stopniem zasiarczenia węgla [podkreślenie M.W.]. Autorzy ci specjalistycznymi metodami analitycznymi wykazali, iż **wraz ze wzrostem zawartości siarki pirytovej rośnie stężenie Cd, Hg, Pb.** Z punktu widzenia ochrony zdrowia ludzi i środowiska zdumiewające jest, iż **do tej pory w Polsce nie opracowano norm określających graniczne czy dopuszczalne poziomy zawartości w węglu pierwiastków uznanych za toksyczne bądź niebezpieczne**, w tym również tych, których poziomy emisji objęto restrykcyjnymi ograniczeniami, a jakie istnieją w przypadku wód czy gleb.

Autor niniejszego opracowania, porównując dostępne w dokumentacjach geologicznych wyniki analiz wskaźnikowych, dla ujednoczenia i możliwości porównania parametrów jakościowych omawianych złóż postanowił wybrać następujące pierwiastki i substancje: suma alkaliów – Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O, chlor – Cl, fosfor – P, ołów – Pb, kadm – Cd, rtęć – Hg. Niestety, we wszystkich trzech złożach nie wykonywano analiz silnie toksycznego arsenu. Wszystkie dane zawarte w tabeli 6 ustalone zostały analitycznie z węgla brunatnego pozbawionego wilgoci naturalnej.



W Polsce nie obowiązują normy określające graniczne czy dopuszczalne poziomy zawartości w węglu pierwiastków uznanych za toksyczne bądź niebezpieczne, również tych, których poziomy emisji objęto restrykcyjnymi ograniczeniami.

Tab. 6. Zawartości pierwiastków toksycznych i substancji alkalicznych w węglu brunatnym<sup>25</sup>

Nazwa złoża	Suma alkaliów [%]			Rtęć <sup>d</sup> [ppm]			Kadm <sup>d</sup> [ppm]			Ołów <sup>d</sup> ppm			Chlor <sup>d</sup> [ppm]			Fosfor <sup>d</sup> [ppm]		
	min.	śred.*	maks.	min.	śred.	maks.	min.	śred.	maks.	min.	śred.	maks.	min.	śred.	maks.	min.	śred.	maks.
pole „Bełchatów”	0,012	0,051	0,115	0,18	0,64	1,34	0,39	2,83	12,14	3,87	9,56	33,74	49,64	133,40	225,45	6,07	52,10	182,72
pole „Szczerców”	0,010	0,090	1,790	0,22	0,84	1,90	0,17	2,46	8,61	4,76	13,82	27,07	44,31	123,67	257,84	65,58	196,84	422,31
„Złoczew”	0,140	0,380	0,840	0,15	0,29	0,54	0,54	1,45	2,55	2,71	9,35	26,40	41,11	76,03	165,43	37,65	49,68	197,23

\*dla wszystkich wartości średnia jest średnią ważoną

24 E. Stachura, T. Ratajczak, Związki siarki i pierwiastki toksyczne w węglu brunatnym ze złoża „Bełchatów” a ich wpływ na zagrożenie środowiska, materiały sympozjum: Warsztaty 2004 z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”.

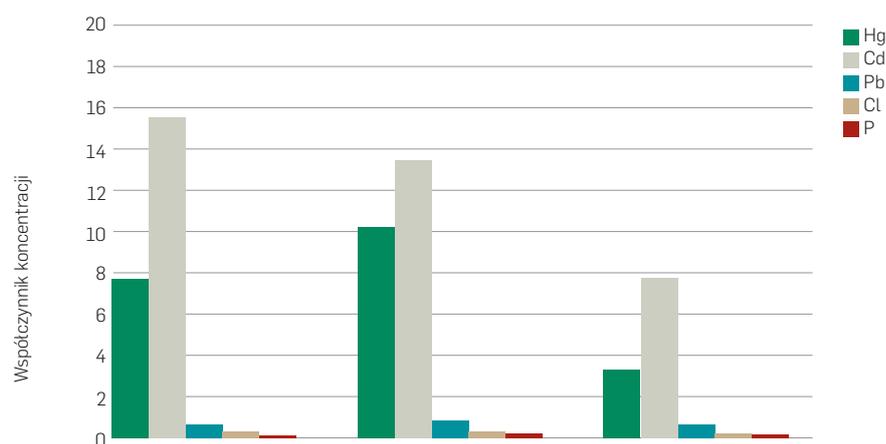
25 Dane pochodzą z dokumentacji geologicznych złóż węgla brunatnego „Bełchatów – pole Bełchatów”, „Bełchatów – pole Szczerców” i „Złoczew” wymienionych wcześniej w przypisach niniejszego opracowania.

Zawartości rtęci w węglu brunatnym (tab. 5) potwierdzają szeroko zakrojone badania prof. I. Bojakowskiej i G. Sokołowskiej [3]<sup>26</sup>. Badaczki stwierdzają, że w węglu brunatnym, zwłaszcza złoża „Bełchatów” (nie badano węgla z pola „Szczerców” i „Złoczew”) zawartość rtęci jest czterokrotnie większa niż w węglu kamiennym.

Dla zrozumienia znaczenia wielkości zestawionych w tab. 6, wartości te muszą być porównane do klarka, czyli **częstości występowania pierwiastków chemicznych w skorupie ziemskiej** (tab. 7). Klarki dla pierwiastków chemicznych opracował A. Fersman w latach 1932–1939. Iloraz zawartości pierwiastka w danym środowisku, w tym przypadku w węglu brunatnym do klarka określa współczynnik koncentracji pierwiastka.

Tab. 7. Częstość występowania omawianych pierwiastków chemicznych w skorupie ziemskiej (Klarki) [4]<sup>27</sup>

Rtęć – Hg [ppm]	Kadm – Cd [ppm]	Ołów – Pb [ppm]	Chlor – Cl [ppm]	Fosfor – P [ppm]
0,08	0,18	16,00	500,00	1000,00



Ryc. 6. Rozkład koncentracji pierwiastków toksycznych w poszczególnych złożach (współczynnik koncentracji = 1 odpowiada klarkowi koncentracji danego pierwiastka w skorupie ziemskiej)

Powyższa ilustracja (ryc. 6.) ujawnia, iż węgiel brunatny w złożu „Bełchatów – pole Bełchatów” i „Bełchatów – pole Szczerców” ma znacznie podwyższone współczynniki koncentracji dwóch pierwiastków: rtęci (Hg) i kadmu (Cd). W polu „Bełchatów”, kończącym wydobycie węgla, **współczynnik koncentracji kadmu** dla wartości średnich osiągnął 15,72, to znaczy zawartość pierwiastka w węglu była tyle razy wyższa niż klark tego pierwiastka w skorupie ziemskiej. Z kolei w polu „Szczerców” wartość ta jest nieco niższa 13,67, ale to nadal bardzo wysoki współczynnik koncentracji. **Współczynnik koncentracji rtęci (Hg) najwyższy jest w polu „Szczerców” – 10,5 razy wyższy niż klark w skorupie ziemskiej**, podczas gdy w polu „Bełchatów” wynosił 8,0. Za-

26 I. Bojakowska, G. Sokołowska, Rtęć w kopalinach wydobywanych w Polsce jako potencjalne źródło zanieczyszczenia środowiska, Biuletyn PIG 2001, nr 394, PIG Warszawa. [3]

27 A. Gatuszka, Z. Migaszewski, Geochemia środowiska, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2016. [4]

wartość rtęci w węglu z pola „Szczerców” jest o 31 proc. wyższa niż w kończącym wydobycie polu „Betchatów”. To również oznacza znacznie wyższe emisje rtęci do atmosfery, zwłaszcza wobec konieczności wydobycia węgla z odkrywki pola „Szczerców” w ilości ponad 44 mln Mg/rok, jakie dotąd dostarczały elektrowni dwie kopalnie odkrywkowe. **Emisje związków rtęci i kadmu osiągną kilkadziesiąt Mg/rok!**

Najniższe współczynniki koncentracji rtęci (3,63) i kadmu (8,05) ma węgiel brunatny ze złoża „Złoczew”. Autorzy dodatku nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża węgla brunatnego z 2013 roku [6]<sup>28</sup>, stwierdzają, że w węglu brunatnym ze złoża „Złoczew” nie zostały przekroczone dopuszczalne stężenia pierwiastków toksycznych Hg, Pb, Cd, gdyż: dopuszczalne stężenie rtęci w glebach naszego kraju wynosi 1–2 ppm. (...), dopuszczalna zawartość Cd w glebach krajowych wynosi 3–5 ppm, (...) dopuszczalne stężenie ołowiu w glebach wynosi do 50 ppm. Tej treści wniosek jest zbyt uproszczony i sprawdzalny dla węgla nienaruszonego, pozostającego pod ziemią. **Wobec planowanego wydobycia i spalania węgla ze złoża „Złoczew” w ilości 18 mln Mg/rok emisja związków rtęci do atmosfery<sup>29</sup> może wynieść blisko 5 Mg/rok, kadmu ponad 26 Mg, a ołowiu ponad 168 Mg.** Te wartości pokazują, jak niewielkie nawet współczynniki koncentracji pierwiastków toksycznych w wyniku spalania milionów ton urastają do poważnego problemu wskutek procesu koncentracji i wyzwiania się wielkich masowo emisji niebezpiecznych dla zdrowia i życia ludzi i zwierząt, o czym niżej. Pozostałe pierwiastki wyszczególnione w tab. 5 mają współczynniki koncentracji poniżej klarka, czyli typowej koncentracji w skorupie ziemskiej.

Poniższe skrótowe charakterystyki oddziaływania na organizmy żywe wybranych pierwiastków toksycznych zaczerpnięte zostały z „Geochemii środowiska” (A. Gałuszka, Z. Migaszewski, [4]<sup>30</sup>), i w pierwszej kolejności dotyczą emisji związków w postaci pyłów zawieszonych (PM<sub>2,5</sub> i PM<sub>10</sub>), które mogą przenikać do organizmu człowieka nawet przez skórę.

**Rtęć jest metalem bardzo toksycznym** dla organizmów zwierzęcych i człowieka. Jej związki przedostają się przez krew do mózgu, zaburzając zachodzące w nim procesy metaboliczne, co prowadzi do powstawania drgawek, objawów psychopatologicznych (depresji, bezsenności), upośledzenia narządów zmysłu, niedorozwoju umysłowego u dzieci, paraliżu kończyn i zaburzeń mowy, uszkodzeń struktury DNA oraz dysfunkcji nerek.

**Kadm jest pierwiastkiem silnie toksycznym**, wielokrotnie bardziej niż arsen. Ostre śmiertelne zatrucie kadmem ma miejsce, jeśli w powietrzu przez godzinę utrzymuje się stężenie większe niż 40 mg/nm<sup>3</sup>. Kadm występuje wspólnie z cynkiem ujawniając silne skłonności chalkofilne<sup>31</sup>. Mechanizm toksycznego działania kadmu polega na powstawaniu trwałych potęczeń z metaloenzymami i białkami oraz interakcji z innymi pierwiastkami. W organizmach ssaków i człowieka akumuluje się w wątrobie i nerkach, prowadząc do uszkodzeń tych organów i zmian nowotworowych. U człowieka pierwiastek ten i jego związki powoduje: zaburzenia w metabolizmie (objawiające się uszkodzeniami układu oddechowego), białkomocz, chorobę nadciśnieniową, ograniczenie zdolności do reprodukcji, obrzęk lub zwłóknienie śródmiąższowe płuc oraz prawdopodobnie raka płuc.

”

W wyniku spalania milionów ton węgla brunatnego niewielkie nawet współczynniki koncentracji pierwiastków toksycznych urastają do poważnego problemu wskutek wyzwiania się wielkich masowo emisji niebezpiecznych dla zdrowia i życia ludzi i zwierząt.

28 Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża węgla brunatnego „Złoczew” w kategorii B, C1, autor: J. Gruszecki, J. Kasiński, Narodowe Archiwum Geologiczne, 2013.

29 „Lotność” rtęci i jej związków wynosi 83 – 94 proc.

30 A. Gałuszka, Z. Migaszewski, Geochemia środowiska, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2016. [4]

31 Pierwiastki chalkofilne odznaczają się większym niż żelazo powinowactwem chemicznym do siarki, mniejszym zaś do tlenu. Pierwiastki chalkofilne występują w przyrodzie głównie w postaci siarczków.

**Ołów** jest zawsze toksyczny dla zwierząt i ludzi. Przy diecie ubogiej w składniki mineralne, a bogatej w tłuszcze wzrasta biologiczna absorpcja tego metalu. Występowanie ołowiu niezwiązanego w tkankach powoduje poważne zakłócenia metabolizmu, gdyż ogranicza działanie enzymów zwłaszcza tych, które biorą udział w przemianach tłuszczów, a także blokuje syntezę hemoglobiny. Ołów ma również szkodliwy wpływ na centralny i obwodowy układ nerwowy, układ pokarmowy i naczyniowo-ruchowy.

W przypadku podjęcia eksploatacji złoża „Złoczew” obszar obniżonych poziomów wodonośnych może osiągnąć nawet 803 km<sup>2</sup> (dla złoża „Bełchatów” były to 722 km<sup>2</sup>). Jednocześnie, z uwagi na budowę geologiczną, wydobyć towarzyszyć może znacznie większa liczba silnych wstrząsów sejsmicznych.



## 4. EMISJA METANU DO ATMOSFERY, A PARAMETRY ZŁOŻOWE I JAKOŚĆ WĘGLA BRUNATNEGO

Niestety w dostępnych dokumentacjach geologicznych węgla brunatnego problem zawartości metanu nie jest badany, choć w praktyce wydobywania węgla brunatnego, szczególnie w złożu „Bełchatów”, jest monitorowany i istnieją ściśle instrukcje postępowania w zapobieganiu zagrożeniom. Uwolnienie tego gazu szczególnie zauważalne jest w otworach odwodnieniowych. Niewątpliwie badanie zawartości metanu w węglu brunatnym na etapie prac geologicznych jest dość skomplikowane i wymagające specjalistycznej metodyki i aparatury. Zapewne problem emisji metanu do atmosfery jest pomijany w płytkich kopalniach odkrywkowych, gdyż następuje swobodna degazyfikacja odstoniętych pokładów węgla o niskiej gazonośności rzeczywistej. Jednakże pracownicy kopalni w Bełchatowie odnotowują [8]<sup>32</sup>, iż: ...w obrębie eksploatowanego złoża węgla brunatnego gazem wybuchowym jest tylko metan. Występuje on w gazie wyphywającym z otworów w bardzo dużym przedziale zmienności – od

32 M.W. Jończyk, B. Organiściak, Zagrożenia naturalne związane z eksploatacją złoża w Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów” S.A., materiały z sympozjum: Warsztaty 2004 z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”. [8]

stężeń równych zero do 100 proc. zawartości. Jak stwierdzają autorzy, wyływy metanu częściej występują w otworach zlokalizowanych w strefach uskokowych lub w sąsiedztwie uskoków i częściej są to stężenia maksymalne.

Nie ulega wątpliwości, że proces uwęglania szczątków roślinnych prowadzi do powstawania metanu, podobnie jak to ma miejsce przy fermentacji wszelkiego rodzaju odpadów biologicznych z ograniczonym udziałem tlenu. Gazoność pokładów węgla brunatnego zależy od ciśnienia złożowego gazu, składu gazu, składu petrograficznego i stopnia uwęglania węgla, zawartości wody oraz temperatury złożowej. Istotną rolę w konkretnych przypadkach odgrywają warunki geologiczne, a w szczególności grubość i szczelność nadkładu przykrywającego złoża węgla oraz występowanie uskoków. Do takich wniosków upoważniają badania zespołu naukowców metanośności w polskich złożach węgla brunatnego [1]<sup>33</sup>, ale też wieloletnie badania zagrożeń gazowych w kopalniach węgla kamiennego. Specjalistyczne badania terenowe i laboratoryjne umożliwiły autorom wykazanie, że średnia wartość sorpcji węgla przy ciśnieniu 1,0 MPa i temperaturze 25°C w kopalni Betchatów wynosi około 1,7 dm<sup>3</sup>/kg, w kopalni Adamów: 0,84 dm<sup>3</sup>/kg, w kopalni Turów: 0,86 dm<sup>3</sup>/kg i w kopalni Konin: 0,61 dm<sup>3</sup>/kg. Z wartości sorpcji węgla jednoznacznie wynika, że głębokie złoża węgla brunatnego przykryte dużym nadkładem izolującym zawierają duże zasoby metanu. Według cytowanych powyżej autorów zasoby metanu na koniec 2005 roku przy stanie zasobów przemysłowych 963,9 mln Mg, wynosiły 294,82 mln m<sup>3</sup>. Można zatem per analogiam pokusić się o oszacowanie zasobów metanu w polu „Szczerców” i złożu „Złoczew” (tab. 7). Według raportu KOBiZE [14]<sup>34</sup>, zgodnie ze zaleceniami IPCC dla czynnych kopalń odkrywkowych węgla brunatnego należy przyjmować poziom emisji metanu (CH<sub>4</sub>) na poziomie 1,2 m<sup>3</sup>/Mg wydobywanego węgla. Zgodnie z tymi samymi zaleceniami objętość CH<sub>4</sub> na ciężar przelicza się współczynnikiem 0,67 kg/m<sup>3</sup>. Przeliczenie masy metanu na ekwiwalent CO<sub>2</sub>eq mnoży się przez 25; faktor intensywności oddziaływania substancji na zmiany klimatyczne (wytyczne IPCC op.cit.).

Tab. 8. Szacunkowe zasoby metanu i emisja CO<sub>2</sub>eq ze złóż węgla brunatnego

Nazwa złoża	Głębokość stropu złoża [m ppt]			Zasoby przemysłowe	Wydobycie	Metanośność potencjalna*	Metanośność rzeczywista	Zasoby metanu	Emisja CO <sub>2</sub> eq z odkrywek i wydobywania w 2017 r.
	Min.	Śred	Maks	31 XII 2017 [tys.Mg]	31 XII 2017 [tys.Mg]	[m3/Mgcsw]	[m3/Mgcsw]	[mln m3]	wg.IPCC factor [Mg/rok]
„Betchatów – pole Betchatów”	0	24,3	158,8	29 731	16 734	2,11	0,31	9,09	336 353
„Betchatów – pole Szczerców”	7,6	119,5	239,8	588 227	27 805	1,7	0,31	182,35	558 880
„Złoczew”	138,4	215,1	280,9	489 575	(18 000)**	1,7	0,31	151,77	361 800

33 P. Baran, S. Hołda, J. Macuda, A. Nodzeński, L. Zawisza, Badania zawartości metanu w węglach brunatnych. „Gospodarka Surowcami Mineralnymi” 2007, t. 23, z. 3. [1]

34 Poland's National Inventory Report 2018. Greenhouse gas inventory for 1988–2016, Warsaw 2018. [14]

Autor opracowania zwraca uwagę, iż **złoże „Złoczew” jest najgłębszym spośród omawianych złóż, a zatem metanowość potencjalna i rzeczywista może być znacznie wyższa niż w złożu „Bełchatów”**. Niestety, w trakcie dokumentowania złoża w ogóle nie przeprowadzono badań metanośności pokładu węgla, mimo iż istnieje prawny obowiązek określenia zagrożeń gazowych [15]<sup>35</sup>. Złoże „Bełchatów – pole Bełchatów” eksploatowane jest od dziesiątków lat i jego metanowość jest resztkowa, a znaczna część metanu obliczonego przez cytowanych autorów w ilości 294,82 mln m<sup>3</sup> (stan na koniec 2007 roku) została wyemitowana do atmosfery, średnio 29 mln m<sup>3</sup>/rok. Zbliżona emisja metanu do atmosfery ma miejsce z odkrywki Szczerców. Piszący te słowa opiniował dwa raporty OOS wykonane dla planowanej odkrywki Złoczew w obu wersjach raportu znajduje się takie stwierdzenie: **Nie przewiduje się znaczącego oddziaływania planowanej inwestycji na klimat**. Według obliczeń autora niniejszego opracowania (tab. 8); uwzględniając planowane wydobycie węgla brunatnego ze złoża „Złoczew” w wysokości 18 mln ton/rok, **potencjalna emisja metanu** liczona tylko z odgazowania wydobytego węgla (bez emisji z odkrytych pokładów) **wyniesie blisko 15 tys. Mg, co równoważne jest emisji 400 tys. Mg CO<sub>2</sub> rocznie**.

Ważnym celem opracowania było porównanie tych trzech złóż i próba odpowiedzi, czy wobec rosnącej presji społecznej na czystość powietrza ograniczanie emisji GHG, których skutkiem jest zaostrzenie wymogów prawa UE dotyczących emisji przemysłowych, a zwłaszcza substancji toksycznych, jakość węgla w niedawno uruchomionym polu „Szczerców” czy planowanym złożu rezerwowym „Złoczew” nie będzie wymagać podjęcia przez Elektrownię Bełchatów znaczących działań inwestycyjnych ograniczających emisję do atmosfery wszystkich rodzajów zanieczyszczeń oraz radykalnej eliminacji emisji rtęci i kadmu.

”

Uwzględniając planowane wydobycie ze złoża „Złoczew” w wysokości 18 mln ton/rok, potencjalna emisja metanu liczona tylko z odgazowania wydobytego węgla wyniesie blisko 15 tys. Mg, co równoważne jest emisji 400 tys. Mg CO<sub>2</sub> rocznie.

35 Rozporządzenie Ministra Środowiska z 1 lipca 2015 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny, z wyłączeniem złoża węglowodorów, Dz.U. z 2015 r. poz. 987. [15]

Podjęcie eksploatacji złoża Złoczew wiąże się z koniecznością wysiedlenia 3040 mieszkańców z 33 miejscowości na obszarze ponad 3000 ha. Likwidacji i wyburzeniu poddane zostaną liczne, nowoczesne gospodarstwa rolne oraz wiele obiektów użyteczności publicznej.



## DYSKUSJA WYNIKÓW OPRACOWANIA – PODSUMOWANIE

**W** opracowaniu zaprezentowano wyselekcjonowane informacje geologiczne o złożach węgla brunatnego „Bełchatów” (pole „Bełchatów” i pole „Szczerców”) i złożu „Złoczew”, jednak na tyle istotne, by specjaliści z innych niż geologia dziedzin mogli uzyskać w miarę pełny obraz budowy, zasobów i problemów związanych z ich eksploatacją i spalaniem dla produkcji energii. Istotną częścią prezentacji są zestawienia parametrów złożowych, które mają kluczowe znaczenie dla obliczenia wystarczalności zasobów w poszczególnych złożach. Dla pełnego obrazu zestawiono parametry fizykochemiczne węgla brunatnego w dwóch grupach: chemiczno-technologiczne mające znaczenie dla określenia jakości węgla dla energetyki, ale też ochrony środowiska, oraz dane o zawartościach pierwiastków toksycznych, które są szczególnie ważne dla ludzi i środowiska.

Dla przeprowadzenia dyskusji przedstawionych w tekście danych i próby wskazania problemów z dalszym wykorzystywaniem węgla dla celów energetycznych autor opracowania korzystał z metodologii waloryzacji złóż węgla brunatnego [9]<sup>36</sup>. Autorzy, J. Kasiński, M. Piwocki, przez dziesiątki lat pracy

36 J.R. Kasiński, M. Piwocki, S. Mazurek, Waloryzacja i ranking złóż węgla brunatnego w Polsce, Prace PIG, t. 187, Warszawa 2006.

naukowej zajmowali się złożami węgla brunatnego, a trzeci z autorów S. Mazurek posiada bogate doświadczenie praktyczne w zarządzaniu kopalniami odkrywkowymi węgla brunatnego. W **wieloaspektowej analizie ekonomicznej** uwzględniono kryteria ilościowe, takie jak: wielkości zasobów, głębokość spągu złoża, miąższość nadkładu. W grupie podstawowych kryteriów jakościowych uwzględniano chemiczno-technologiczne własności węgla: popielność, wartość opałową, zawartość siarki, zawartość alkaliów ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ), wilgotność naturalną, warunki hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie i wiele innych cech dodatkowych.

Kolejnym krokiem analizy złóż węgla brunatnego była **waloryzacja sozologiczna**, której podstawą oceny były macierze przyczynowo-skutkowe wpływu inwestycji na środowisko. W macierzach uwzględniono czynniki oddziaływania inwestycji na środowisko (przyczyny) oraz elementy ekosystemu wrażliwe na czynniki oddziaływania (skutki). W kolumnach macierzy przedstawiono znaczenie oddziaływania stopnia antropopresji na wyspecyfikowane elementy środowiska. W wyniku przeprowadzonej przez autorów [op. cit.] waloryzacji sozologicznej **szczególnie duży konflikt ze środowiskiem wykazało 25 proc. złóż potencjalnie możliwych do zagospodarowania**. Trzecim bardzo ważnym kryterium oceny wartości złoża był **poziom akceptacji społecznej**.

W odniesieniu do omawianych złóż zostanie przeprowadzona waloryzacja według streszczonej powyżej metodologii, jednakże w formie znacznie uproszczonej, ale zachowującej najistotniejsze jej walory. W dalszych rozważaniach pole „Bełchatów” jako kończące wydobywanie nie będzie waloryzowane.

W ramach **waloryzacji ekonomicznej** pola „Szczerców” i złoża „Złoczew” należy rozpatrzyć **kryteria ilościowe**: wielkości zasobów, miąższości węgla, głębokości zalegania, miąższości nadkładu. W tej grupie kryteriów **pole „Szczerców” uzyskuje wyższą ocenę niż złożo „Złoczew”**, które ma kilka poważnych wad; jest oddalone 50 km w linii prostej od elektrowni, zalega znacznie głębiej (138,4–280,9 m ppt) niż pole „Szczerców”. Transport kolejowy 18 mln ton węgla brunatnego w ciągu roku wymagałby 325 000 największych czteroosiowych węglarek typu Eaos 412w o pojemności 72 m<sup>3</sup>. To oznacza 6500 ciężkich pociągów kursujących na trasie ponad 50 km w ciągu jednego roku pomiędzy odkrywką Złoczew a elektrownią Bełchatów. I tyleż pustych pociągów powracających do kopalni. Pomiędzy Złoczewem a Rogowcem nie ma linii kolejowej. Trzeba także pamiętać, że węgiel brunatny jest kopalnią nienadającą się do długiego transportu (węgiel brunatny jest kruchy i silnie porowaty, mocno nasączony wodą). **Podstawowym składnikiem kosztów eksploatacji jest koszt zdejmowania nadkładu. Udział ten osiąga 75 proc. kosztów wydobycia**. A średnia miąższość nadkładu złoża „Złoczew” jest prawie dwukrotnie większa niż w polu „Szczerców” i ponad dziewięciokrotnie większa niż w polu „Bełchatów”. Kolejnym istotnym składnikiem kosztów wydobycia węgla ze złoża „Złoczew” jest konieczność głębokiego odwadniania (spąg złoża znajduje się 354,3 m ppt). **Udział kosztów odwadniania w całkowitym koszcie wydobycia węgla wynosi 20 proc.** [9]. Cytowany wcześniej prof. J. Sawicki [16] podaje, iż maksymalny sumaryczny zasięg leja depresji w kierunkach najbardziej sprzyjających jego rozwojowi wyniesie od 14 km do około 16 km od środka kopalni w jej pełnym rozwoju. **To oznacza, że powierzchnia zasięgu leja wyniesie od 615 km<sup>2</sup> do 803 km<sup>2</sup>**. Do tego trzeba jeszcze dodać, że ewentualna eksploatacja złoża „Złoczew” wymagałaby dla udostępnienia złoża formowania półek w twardych skałach za pomocą materiałów wybuchowych, co zwiększać będzie stopień zagrożenia dla pracowników kopalni i okolicznej ludności.

”

Złożo „Złoczew” jest oddalone 50 km w linii prostej od elektrowni. Transport kolejowy 18 mln ton węgla brunatnego w ciągu roku oznacza 6500 ciężkich pociągów kursujących na trasie pomiędzy odkrywką Złoczew a elektrownią Bełchatów. I tyleż pustych pociągów powracających do kopalni.

Reasumując, nie wydaje się, by wydobycie węgla ze złoża „Złoczew”, mimo dużych zasobów węgla brunatnego o relatywnie małych wskaźnikach zmienności parametrów złożowych (tab. 2), było opłacalne. Jest oczywistością, iż w warunkach gospodarki rynkowej złoża nieprzynoszące zysku nie powinny być eksploatowane.

W **kryteriach jakościowych** do oceny omawianych złóż autor przyjmuje: wartość opałową, popielność węgla, zawartość siarki i zawartość pierwiastków toksycznych. W tej grupie kryteriów złożo „Złoczew” uzyskuje dość wyraźną przewagę nad złożem pole „Szczerców”. Pod względem ciepła spalania (tab. 4) węgiel brunatny z tego złoża ma średnią kaloryczność wyższą o 11,5 proc. niż w złożu „Bełchatów”, przy współczynniku zmienności zbliżonym we wszystkich złożach. Podobnie popielność węgla w złożu „Złoczew” jest najniższa ( $A^d = 21,3$  proc.), przy najniższym wskaźniku zmienności  $V = 14,7$  proc.. Najwyższa średnia zawartość siarki całkowitej ( $S_t^d$ ) jest w „polu Szczerców” (2,87 proc.), a najniższa była w „polu Bełchatów” (1,57 proc.). W węglu złoża „Złoczew” średnia zawartość siarki całkowitej jest nieco powyżej 2 proc. ( $S_t^d = 2,14$  proc.). Współczynnik koncentracji pierwiastków toksycznych, zwłaszcza rtęci i kadmu, szczególnie niebezpiecznych dla zdrowia i życia ludzi i zwierząt, najwyższy jest w węglu pola „Bełchatów”, osiągając dla kadmu 15,72, rtęci 8,0. W węglu pola „Szczerców” współczynnik koncentracji kadmu wynosi 13,67, a rtęci jest najwyższy spośród omawianych trzech złóż i wynosi 10,5. Najniższe, lecz nadal wysoce niebezpieczne dla organizmów żywych, współczynniki koncentracji rtęci (3,63) i kadmu (8,05) ma węgiel brunatny ze złoża „Złoczew”.

Problematyka oddziaływania na środowisko kopalń odkrywkowych węgla brunatnego była opisywana w wielu publikacjach, także autora niniejszego opracowania [22, 23]. **Istotą bezpośredniego oddziaływania górnictwa odkrywkowego jest trwałe i praktycznie nieodwracalne przekształcenie kilkudziesięciu tysięcy hektarów zwykle ziem uprawnych zajętych pod kopalnię i jej infrastrukturę, obiekty towarzyszące, drogi dojazdowe, zwałowiska, osadniki i także elektrownię (ryc. 2). Zasięg oddziaływania pośredniego pokrywa się z zasięgiem leja depresyjnego wywołanego odwadnianiem złoża. W przypadku złoża „Bełchatów” maksymalna powierzchnia leja depresyjnego, jak do tej pory wyniosła w 2010 roku [7] 722 km<sup>2</sup>. W przypadku podjęcia eksploatacji złoża „Złoczew” powierzchnia obniżonych poziomów wodonośnych (leja depresyjnego) osiągnąć może nawet 803 km<sup>2</sup>. W obrębie złoża „Bełchatów” w ciągu kilkudziesięciu lat eksploatacji odnotowano tysiące wstrząsów sejsmicznych, z których część odczuwalna była nawet w odległości 25 km od odkrywek. Z dużą pewnością, opartą na wiedzy geologicznej, można prognozować, że w przypadku podjęcia eksploatacji złoża „Złoczew” tego typu gwałtowne zjawiska będą znacznie bardziej intensywne. Stosując **kryteria waloryzacji sozologicznej**, żadne z omawianych złóż nie może być wyróżnione jako oddziałujące w mniejszym stopniu niż pozostałe.**

**Problemy społeczne** najlepiej można dostrzec w gminach okolic Złoczewa, gdzie na obszarze ponad 3000 ha do wysiedlenia jest 3040 mieszkańców z 33 miejscowości, a ich gospodarstwa rolne, w tym wysoko specjalistyczne, nowoczesne gospodarstwa hodowlane zostaną zburzone. W przypadku budowy kopalni likwidacji uległoby wiele obiektów użyteczności publicznej: szkoły, sklepy, kaplice, strażnice straży pożarnej. Zrozumiałe są zatem protesty społeczności lokalnej na tym terenie. Akceptację dla ewentualnej kopalni wyrażają przedstawiciele władz Złoczewa (4 km na północ od planowanej odkrywki) i Sieradza (26 km na północny wschód od ewentualnej kopalni).

”

Nie wydaje się, by wydobycie węgla ze złoża „Złoczew”, mimo dużych zasobów węgla brunatnego o relatywnie małych wskaźnikach zmienności parametrów złożowych, było opłacalne. W warunkach gospodarki rynkowej złoża nieprzynoszące zysku nie powinny być eksploatowane.

## SPIS WYKORZYSTANYCH PUBLIKACJI

- 1 Baran P., Hołda S., Macuda J., Nodzeński A., Zawisza L., *Badania zawartości metanu w węglach brunatnych*, „Gospodarka Surowcami Mineralnymi” 2007, t. 23, z. 3
- 2 Bartuś T., *Parametry chemiczno-technologiczne i oparte na nich klasyfikacje węgla brunatnych*, AGH, Sprawozdanie z badań statutowych nr: 11.11.140.808. 2003
- 3 Bojakowska I., Sokołowska G., *Rtęć w kopalinach wydobywanych w Polsce jako potencjalne źródło zanieczyszczenia środowiska*, Biuletyn PIG 2001, nr 394, PIG Warszawa
- 4 Gałuszka A., Migaszewski Z., *Geochemia środowiska*, Wydawnictwo Naukowe PWN 2016
- 5 Gruszecki J., *Dodatek nr 2 do kompleksowej dokumentacji geologicznej złoża węgla brunatnego „Bełchatów – pole Bełchatów” w kategorii B, C1*, Dokumentacja niepublikowana, Narodowe Archiwum Geologiczne 2007
- 6 Gruszecki J., Kasiński J.R., *Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża węgla brunatnego „Złoczew” w kat. B+C1, gm. Złoczew, Burzenin, Ostrówek, pow. sieradzki, wieluński, woj. łódzkie*, Dokumentacja niepublikowana. Narodowe Archiwum Geologiczne 2013
- 7 Hycnar E., Ratajczak T., Jończyk W., Wagner M., *Ekologiczne kryteria oceny jakości węgla brunatnego na przykładzie złoża Bełchatów*, Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN 2015, z. 91
- 8 Jończyk M.W., Organiściak B., *Zagrożenia naturalne związane z eksploatacją złoża w Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów” S.A.*, materiały z sympozjum: Warsztaty 2004 z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”
- 9 Kasiński J.R., Mazurek S., Piwocki M., *Waloryzacja i ranking złóż węgla brunatnego w Polsce*, Prace PIG CLXXXVII 2006
- 10 Kozula R., *Dodatek nr 1 do kompleksowej dokumentacji geologicznej złoża węgla brunatnego „Bełchatów – pole Szczerców” w kategorii B, C1, C2*, Dokumentacja niepublikowana. Narodowe Archiwum Geologiczne 2005
- 11 Matł K., Wagner M., *Analiza występowania pierwiastków rzadkich, rozproszonych i śladowych w ważniejszych krajowych złożach węgla brunatnego [w:] Stryzewski M., Eksploatacja selektywna węgla brunatnego i kopalni towarzyszących wraz z uwarunkowaniami techniczno-ekonomicznymi i korzyściami ekologicznymi*, Wyd. Centrum PPGSMiE, s. 30–44, Kraków 1995
- 12 Nieć M. (red., et al.), *Metodyka dokumentowania złóż kopalni stałych, cz. IV*  
Wytyczne dokumentowania kopalni. Ministerstwo Środowiska 2012
- 13 Naworyta W., *Analiza zmienności parametrów złożowych węgla brunatnego pod kątem sterowania jakością strumienia urobku*, „Gospodarka Surowcami Mineralnymi” 2008, t. 24, z. 2/4
- 14 *Poland’s National Inventory Report 2018. Greenhouse gas inventory for 1988–2016*, Warsaw 2018

- 15 Rozporządzenie Ministra Środowiska z 1 lipca 2015 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny, z wyłączeniem złoża węglowodorów, Dz.U. z 2015 r. poz. 987
- 16 Sawicki J., *Hydrogeologiczne i górnicze uwarunkowania eksploatacji złoża węgla brunatnego „Złoczew”*, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, nr 123, z. 34, Wrocław 2010
- 17 Smakowski T., *Zasady wyceny złóż*, „Górnictwo Odkrywkowe” 1995, t. 37, z. 2
- 18 Stachura E., Ratajczak T., *Związki siarki i pierwiastki toksyczne w węglu brunatnym ze złoża „Bełchatów” a ich wpływ na zagrożenie środowiska*, materiały sympozjum: Warsztaty 2004 z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”
- 19 Uberman R., Uberman R., *Wybrane problemy wyceny wartości złóż kopalni eksploatowanych odkrywkowo*, „Górnictwo Odkrywkowe” 1997, t. 37, z. 3
- 20 Ustawa – *Prawo geologiczne i górnicze*, Dz.U. z 2015 r. poz. 196
- 21 Wachowiak G., Galiniak G., Jończyk W., Martyniak R., *Ocena zmian odpływu w zlewni rzeki Widawki w roku hydrologicznym 2010 pod wpływem oddziaływania inwestycji górniczo-energetycznej w rejonie Bełchatowa*, „Górnictwo i Geoinżynieria”, rok 35, z. 3, AGH Kraków 2011
- 22 Wilczyński M., *Węgiel brunatny paliwem bez przyszłości*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, 2012
- 23 Wilczyński M., *Węgiel. Już po zmierzchu...*, European Climate Foundation, 2015

## Fundacja ClientEarth Prawnicy dla Ziemi

Jesteśmy prawnikami zajmującymi się ochroną środowiska. Łącząc prawo, naukę i politykę publiczną tworzymy strategie i narzędzia, które pomagają mierzyć się z największymi problemami środowiska naturalnego.