

**Remigiusz ROSICKI**

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

**Anna GIELNIK**

## **BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE I EKOLOGICZNE NA PRZYKŁADZIE WĘGLA BRUNATNEGO W POLSCE**

### **Wprowadzenie**

Przedmiotem analizy w tekście jest problem bezpieczeństwa energetycznego i ekologicznego na przykładzie rozwoju sektora węgla brunatnego w Polsce. Warto zwrócić uwagę, że w związku z rozwojem studiów nad bezpieczeństwem, rozszerza się zakres przedmiotowy ujęć bezpieczeństwa w ogóle. Rozszerzenie się zakresu przedmiotowego pojęcia bezpieczeństwa, zasadniczo związane jest ze wskazywaniem coraz to nowszych zagrożeń – można powiedzieć, że jest to wynikiem procesów sekurytyzacji w ramach poszczególnych wspólnot jak i społeczności międzynarodowej. Państwa i społeczność międzynarodowa, w związku z subiektywnym, bądź to obiektywnym (o ile o takim można mówić) poczuciem zagrożenia, wskazują na sytuacje, zjawiska czy zdarzenia, które pośrednio lub bezpośrednio mogą wpływać na stan i jakość ich egzystencji. Wskazywanie coraz to nowych zagrożeń wymusza zastosowanie odpowiednich środków politycznych, tak, aby skutecznie im przeciwdziałać.<sup>1</sup>

Równocześnie, w związku z rozwojem i koniecznością uzasadnienia stosowania odpowiednich środków politycznych, mamy do czynienia z rozwojem nowych perspektyw w dziedzinie badań nad bezpieczeństwem. Paradygmat militarny, w zakresie narodowym i globalnym, staje się niewystarczający, aby opisać złożoność funkcjonowania wspólnot politycznych czy społeczności międzynarodowej.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Por. R. Rosicki, *O pojęciu i istocie bezpieczeństwa*, „Przegląd Politologiczny” 2010, nr 3, s. 24-32.

<sup>2</sup> J. Czaputowicz, *Bezpieczeństwo międzynarodowe, Współczesne koncepcje*, Warszawa 2012; *Studia nad bezpieczeństwem*, P.D. Willams (red.), Kraków 2012; R. Zięba,

Problem bezpieczeństwa energetycznego, rozważany w studiach nad bezpieczeństwem oraz w praktyce politycznej państw, stał się ważnym wymiarem oceny egzystencji społeczeństw. Trudno spodziewać się, że uzyskamy jedną i zarazem zadawalającą definicję **bezpieczeństwa energetycznego**, jednakże dla naszych potrzeb wystarczy stwierdzić, że oznacza ono „stan gospodarki, który umożliwia pokrycie obecnego i przyszłego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię. Pokrycie to powinno być właściwe czy racjonalne z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia, przy jednoczesnym zachowaniu wymogów związanych z ochroną środowiska. Główne aspekty, tak rozumianego bezpieczeństwa energetycznego, to: (1) gospodarka, (2) społeczeństwo, (3) środowisko, (4) technika. Immanentnym elementem bezpieczeństwa energetycznego będzie **bezpieczeństwo ekologiczne**, które można rozumieć jako „pożądany stan ekosystemu z uwzględnieniem rozwoju zrównoważonego”.<sup>3</sup>

Bezpieczeństwo energetyczne, u swojej podstawy, opiera się na bezpieczeństwie dostaw energii, w kontekście środowiskowym będzie musiało wiązać się to z kosztami uzyskania energii i zakresem eksploatacji zasobów surowców. Ważnym elementem będzie tutaj problem ponoszonych kosztów w ramach całego cyklu uzyskiwania energii. W przypadku analizy podjętej w tekście, zagadnienia te zostaną rozwinięte na przykładzie rozwoju sektora węgla brunatnego w Polsce.

W przypadku bezpieczeństwa ekologicznego należy stwierdzić, że eksploatacja węgla brunatnego oraz uzyskiwanie z niego energii elektrycznej i ciepła wiązać będzie się zawsze z różnymi rodzajami obciążeń środowiskowych, kwestią społeczno-polityczną jest, jaki ich zakres zostanie zaakceptowany (obciążenie dopuszczalne, degradujące czy

---

*Pozimnowojenny paradygmat bezpieczeństwa międzynarodowego*, [w:] *Bezpieczeństwo międzynarodowe po zimnej wojnie*, R. Zięba (red.), Warszawa 2008, s. 15-39.

<sup>3</sup> Por. R. Rosicki, *Pojęcie i definicje bezpieczeństwa energetycznego*, [w:] *Bezpieczeństwo energetyczne Polski w Unii Europejskiej – wizja, czy rzeczywistość?*, T. Z. Leszczyński (red.), Warszawa 2012, s. 35-66; K. Kałużna, R. Rosicki, *Wymiary bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej*, Poznań 2010, s. 14-23; Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne* (Dz.U. 1997 nr 54 poz. 348).

letalne). Na pewno wyznacznikiem działań w ramach bezpieczeństwa ekologicznego będzie postępowanie zgodne z zasadami rozwoju zrównoważonego i racjonalnego wykorzystania zasobów.<sup>4</sup>

### ***I. Bezpieczeństwo energetyczne***

#### **Potencjał węgla brunatnego w Polsce**

Podstawową cechą węgla brunatnego jest to, że jest on najtańszym źródłem energii (ok. 65% kosztów energii otrzymywanej z węgla kamiennego). Elektrownie pracujące na bazie węgla brunatnego często lokowane są blisko eksploatowanych złóż, co ma wpływać na zmniejszenie kosztów transportu.<sup>5</sup> Do minusów stosowania i wydobycia węgla brunatnego można zaliczyć:

- 1) małą kaloryczność;
- 2) stosowanie metody odkrywkowej podczas wydobycia;
- 3) przekształcenie powierzchni terenu;
- 4) przekształcenie hydrologiczne i hydrogeologiczne;
- 5) zanieczyszczenia atmosferyczne.<sup>6</sup>

Dla przykładu, w 2006 r. emisja SO<sub>2</sub> w energetyce zawodowej z węgla brunatnego wynosiła 315 tys. ton, a z węgla kamiennego 399 tys. ton. Przy czym moc zainstalowana elektrowni operujących na węglu kamiennym była dwa razy większa niż ta oparta na węglu brunatnym.<sup>7</sup> Należy podkreślić, że bardziej rygorystyczne przepisy w zakresie emisji SO<sub>2</sub> i innych szkodliwych gazów rzutować będą na poszukiwanie surowców o mniejszej emisyjności. Skutkiem tego będzie wzrost zapotrzebowania na węgiel o niskiej zawartości siarki – poniżej 0,6%. Jednakże w związku

<sup>4</sup> R. Paczuski, *Ochrona środowiska. Zarys wykładu*, Bydgoszcz 2008, s. 72-78; Zob. też: B. R. Upreti, *Environmental Security and Sustainable Development*, [w:] *Environmental Security: Approaches and issues*, R. Floyd, R. A. Matthew (red.), London, New York 2013, s. 220-233; *Ochrona środowiska*, K. Górka, B. Poskrobko, W. Radecki (red.), Warszawa 2001, s. 113-200.

<sup>5</sup> Z. Grudziński, *Konkurencyjność wytwarzania energii elektrycznej z węgla brunatnego*, „Polityka Energetyczna” 2006, Tom 9, s. 521-533.

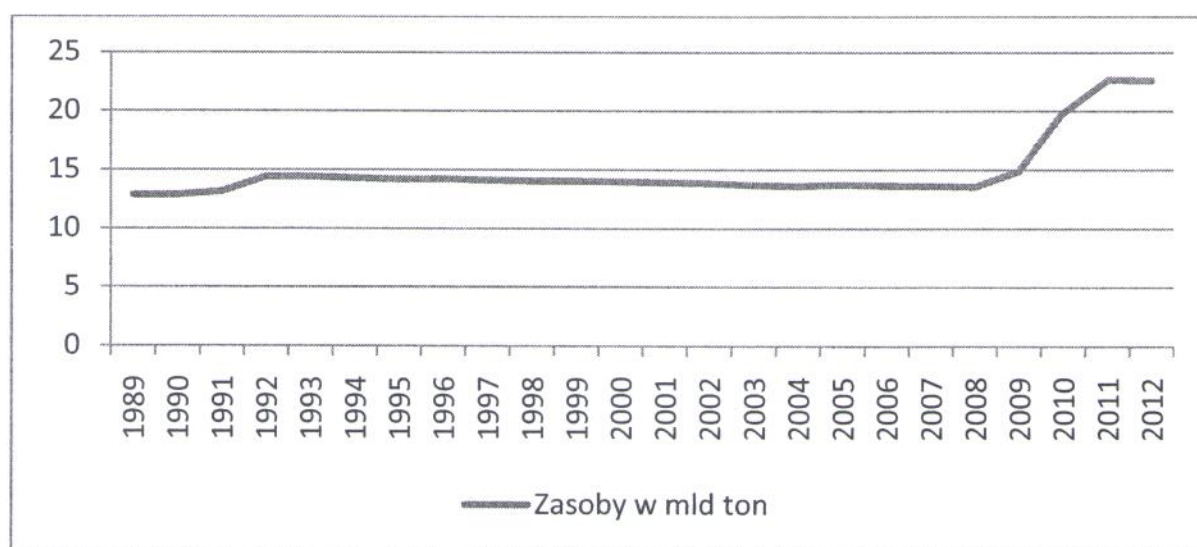
<sup>6</sup> J. Kasiński, *Zasoby węgla brunatnego w Polsce*, [w:] <http://www.geoland.pl> [http://www.geoland.pl/dodatki/energia\\_liv/pig2.html](http://www.geoland.pl/dodatki/energia_liv/pig2.html) [dostęp: 20.02.2010 r.].

<sup>7</sup> *Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej*, [w:] [http://www.min-pan.krakow.pl/zaklady/zrynek/fakty\\_do\\_wydruku.pdf](http://www.min-pan.krakow.pl/zaklady/zrynek/fakty_do_wydruku.pdf) [dostęp: 18.03.2012 r.].

z silnym uzależnieniem Polski od węgla kamiennego i brunatnego, należy podkreślić, że węgiel brunatny będzie dalej strategicznym surowcem energetycznym przynajmniej przez 30-50 kolejnych lat.

Według Państwowego Instytutu Geologicznego w Polsce, było 90 złóż węgla brunatnego w 2013 r. Geologiczne zasoby bilansowe węgla wynoszą 22,58 mld ton (16% znajduje się w tzw. „rowie poznańskim”), w tym 0,8 mln ton to węgiel bitumiczny. W ramach tych zasobów należy również wymienić 2,39 mld ton (11%) węgla brykietowego i 1,41 mld ton (6%) węgla wylewnego. Wszystkie one będą klasyfikowane jako węgiel energetyczny (zob. Rys. nr 1). Natomiast jeżeli chodzi o zasoby przemysłowe węgla brunatnego, to szacuje się je na poziomie 1,21 mld ton. W przypadku złóż pozabilansowych, zasoby szacuje się na poziomie 3,5 mld ton.<sup>8</sup> Przy uwzględnieniu wskaźnika statycznego szacuje się, że zasoby węgla brunatnego w złożach udokumentowanych mają wystarczyć Polsce na ok. 350 lat, a przy uwzględnieniu również złóż perspektywicznych, nawet na ok. 650-700 lat.<sup>9</sup>

**Rysunek nr 1:** Szacunki zasobów węgla brunatnego w Polsce (1989-2012)



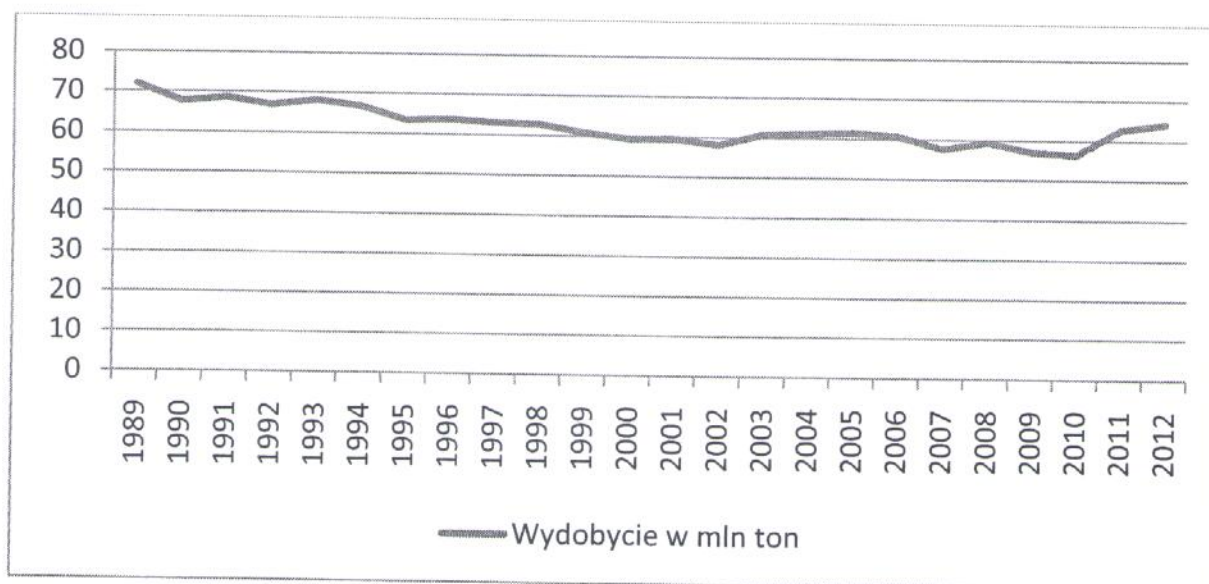
**Źródło:** Opracowanie na podstawie danych PIG

<sup>8</sup> Bilans zasobów złóż kopalni w Polsce wg stanu na 2012r., PIG, PIB, Warszawa 2013, s. 37.

<sup>9</sup> Por. *Brunatna perspektywa na stulecia*, „Węgiel Brunatny” 2006, nr 1/54, [w:] <http://www.ppwb.org.pl/wb/54/1.php> [dostęp: 15.01.2014 r.].

Wydobycie węgla brunatnego w 2012 r. wyniosło 64,3 mln ton. Po tendencji rosnącej w okresie 2003-2005, w dalszych latach nastąpił spadek wydobycia, aż do 2010 r. Z lepszą koniunkturą i wzrostem mocy wyrobowej mamy do czynienia od 2011 r. (zob. Rys. nr 2).<sup>10</sup> Natomiast dane z połowy 2013 r. wskazywały na spadek wydobycia, w porównaniu z adekwatnym okresem z roku wcześniejszego – wydobycie węgla brunatnego w pierwszych dwóch kwartałach 2013 r. kształtowało się na poziomie 32,11 mln ton, czyli o 529 tys. ton mniej w porównaniu z rokiem poprzednim. Spadek wydobycia może być jednym ze wskaźników, który opisywałby stan polskiej gospodarki. Ewentualne utrzymanie się tendencji spadkowej może spowodować wzrost ceny energii elektrycznej w ogóle.

**Rysunek nr 2:** Wydobycie węgla brunatnego w Polsce (1989-2012)



**Źródło:** Opracowanie na podstawie danych PIG

Obecnie jest pięć elektrowni wykorzystujących węgiel brunatny do spalania oraz pięć kopalń odkrywkowych tego surowca. Przewiduje się, że zamykanie poszczególnych kopalń będzie następowało w latach: 2023 r. (KWB Adamów), 2038 r. (KWB Bełchatów), 2040 r. (KWB Konin), 2048 r. (KWB Turów). Sieniawa jest jedyną kopalnią podziemną węgla

<sup>10</sup> Zob. też: *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2011, 2012*, GUS, Warszawa 2013.

brunatnego w Polsce. Proces likwidacji Sieniawy rozpoczęto w drugiej połowie lat 90. XX wieku, jednakże w 2002 r. powstała kolejna spółka, która uzyskała koncesję na wydobywanie węgla.<sup>11</sup> Obecnie rozpatruje się eksploatację węgla brunatnego w okolicach Legnicy oraz złóż Gubin-Mosty-Brody, Dęby Szlacheckie, Radomierzyce, Złoczew (zob. Tab. nr 1).<sup>12</sup>

**Tabela nr 1:** Ważniejsze niezagospodarowane złoża węgla brunatnego w Polsce

L.p.	Złoże	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. ton)
1.	Babina – Żarki	142 161
2.	Cybinka	237 487
3.	Gubin (Gubin, Gubin 1, Gubin-Zasieki-Brody)	3 596 465
4.	Głowaczów	76 287
5.	Legnica Północ	1 723 049
6.	Legnica Wschód	839 312
7.	Legnica Zachód	863 638
8.	Mosty	175 394
9.	Piaski	108 414
10.	Rogóżno	419 086
11.	Rzepin	249 528
12.	Sądów	226 469
13.	Ścinawa	1 766 983
14.	Torzym	843 879
15.	Trzcianka	300 077
16.	Złoczew	485 622

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie danych PIG

<sup>11</sup> Aktualne informacje i dane na: <http://www.sieniawa.com>.

<sup>12</sup> Z. Kasztelewicz, K. Koziół, *Możliwości wydobywcze branży węgla brunatnego w Polsce po 2025 roku*, „Polityka Energetyczna” 2007, Tom 10 (Zeszyt 2 spec.), s. 141-158; A. Tajduś, P. Czaja, Z. Kasztelewicz, *Stan obecny i strategia rozwoju branży węgla brunatnego w I połowie XXI wieku w Polsce*, „Górnictwo i Geologia” 2010, Tom 5, s. 137-167.

Należy wskazać, że Kopalnia Węgla Brunatnego Bełchatów jest liderem polskiego górnictwa węgla brunatnego – jest największą kopalnią odkrywkową w Polsce i jedną z największych w Europie. Według szacunków, KWB Bełchatów dostarcza najtańsze paliwo energetyczne w Polsce, z którego – w dalszej kolejności – produkowana jest najtańsza energia. Szacowano, że 1GJ energii chemicznej zawartej w węglu brunatnym, produkowanym przez PGE GiEK, kosztował 6 zł w 2012 r., natomiast koszt tej energii w przypadku polskich kopalń węgla kamiennego wynosił od 12 do 13 zł.<sup>13</sup>

Wydobycie węgla w kopalni Bełchatów wynosiło, w zależności od roku, od 33 do 40 mln ton. Skala wydobycia powoduje, że Bełchatów odpowiada za ponad 50% krajowego wydobycia. Rekordowym rokiem, dla wydobycia węgla dla KWB Bełchatów, był rok 2012 – wydobyte wyniosło 40,1 mln ton (w 2011 r., również rekordowym – 38,5 mln ton). Największy udział w wydobyciu w ramach KWB Bełchatów miały następujące pola – Bełchatów 73%, Szczerców 27%.<sup>14</sup>

Ze względu na rozwój potencjału wydobywczego, należy wskazać na perspektywiczne złożo Złoczew (ok. 490 mln ton), które zlokalizowane jest w południowo-zachodniej części województwa łódzkiego – gminy: Złoczew, Burzenin (powiat sieradzki), Ostrówek (powiat wieluński). Prognozowano, że pierwsze prace kopalniane mogłyby rozpocząć się ok. 2018 r., natomiast wydobyte po 2026 r., a zakończenie eksploatacji 30-40 lat później.<sup>15</sup>

W związku z produkcją energii elektrycznej z węgla brunatnego, warto zwrócić uwagę na pozycję spółki PGE GiEK, która zabezpieczała 40% zapotrzebowania Polski na energię w 2013 r. – z tego 70% pochodziło

<sup>13</sup> J. Kaczorowski, *Rola i miejsce węgla brunatnego w krajowej energetyce XXI wieku*, [w:] *Rola i miejsce węgla brunatnego w krajowej energetyce XXI wieku. Materiały z konferencji zorganizowanej przez Komisję Gospodarki Narodowej we współpracy ze Związkiem Pracodawców Porozumienia Producentów Węgla Brunatnego* (29 maj 2012r.), Senat RP, Warszawa 2012, s. 9-16.

<sup>14</sup> Dane za: PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. (dane podano w zaokrągleniu).

<sup>15</sup> Dane za: PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A.; Państwowy Instytut Geologiczny.

z węgla brunatnego. Sama elektrownia Bełchatów (wchodząca w skład grupy) ma prawie 58% udział w produkcji energii elektrycznej z węgla brunatnego. Duże znaczenie ma również elektrownia Turów, która posiadała ponad 5% udział w krajowej produkcji energii elektrycznej – głównym paliwem jest węgiel brunatny. Moc zainstalowana elektrowni Bełchatów wynosi ponad 4300 MW a elektrowni Turów 2100 MW. Dla porównania, druga grupa kapitałowa ZE PAK dysponowała mocą zainstalowaną ponad 2500 MW (Elektrownie Pątnów I i II w Koninie, Elektrownia Adamów w Turku, Elektrownia Konin).<sup>16</sup>

Kolejnym perspektywicznym obszarem, z którego czerpać można węgiel brunatny, jest „złoże legnickie”. Zasoby węgla na tym obszarze odkryto już w latach 50. XX wieku, natomiast w drugiej połowie lat 90. m.in. Państwowy Instytut Geologiczny dokonał oceny możliwości zagospodarowania złoża Legnica-Ścinawa (1,76 mld ton zasobów rozpoznanych). Złoże w Ścinawie stanowiłoby ok. 28% zasobów węgla brunatnego na Dolnym Śląsku – charakteryzuje się ono (w porównaniu z innymi złożami niezagospodarowanymi) niską średnią zawartością siarki i znaczną wartością opałową. W przypadku Dolnego Śląska należy również uwzględnić złoża Legnica Północ (powiat legnicki i lubiński), Legnica Zachód (powiat legnicki i miasto Legnica) i Legnica Wschód (powiat legnicki), których zasoby węgla brunatnego oszacowano na poziomie 3,41 mld ton, co stanowić ma ok. 54% zasobów tego surowca na Dolnym Śląsku. Spośród wszystkich ważniejszych złóż niezagospodarowanych określonych do 2013 r. największą wartością opałową charakteryzowało się złoże Legnica Zachód.<sup>17</sup>

Zainteresowanie złożami legnickimi węgla brunatnego może wzrosnąć w przypadku, gdy ceny miedzi na światowym rynku będą spadać. Wysokie koszty wydobywcze polskiej miedzi, w porównaniu z innymi państwami, mogą w przyszłości spowodować brak stabilności w regionie, stąd ratunkiem dla „zagłębia legnickiego” może stać się zaangażowanie właśnie w wydobywanie węgla brunatnego.

---

<sup>16</sup> Dane za: PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A.

<sup>17</sup> Obliczenia procentowe na podstawie danych Państwowego Instytutu Geologicznego.

Rozpatrując lokalizację zasobów geologicznych bilansowych węgla brunatnego, z uwzględnieniem województw, należy wskazać, że największe znaczenie ma Wielkopolska (31,5%), Dolny Śląsk (28%), Lubuskie (26%) i Łódzkie (10%). Natomiast w przypadku złóż przemysłowych sytuacja przedstawia się następująco: Łódzkie (61%), Dolny Śląsk (28%), Wielkopolska (10%).<sup>18</sup>

### **Polityka energetyczna**

Zakres polityki energetycznej Polski został określony w Ustawie *Prawo energetyczne* – w szczególności w art. 13, 14 i 15 Ustawy.<sup>19</sup> Organem odpowiedzialnym za politykę energetyczną jest Minister Gospodarki, który kieruje polityką energetyczną w wymiarze strategicznym i administracyjnym (art. 12). Dokument, który przygotowuje Minister Gospodarki w związku z wymogami ustawowymi, musi być przedstawiany co cztery lata – zawiera on w sobie ocenę realizacji poprzedniej „polityki”, także posiada część prognostyczną na okres nie krótszy niż 20 lat. Przygotowany przez ministra dokument na jego wniosek przyjmuje Rada Ministrów. „Polityka energetyczna”, jako swoisty dokument planistyczny, powinna uwzględniać: (1) zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego, (2) wzrost konkurencyjności gospodarki, (3) efektywność energetyczną, (4) ochronę środowiska. Ponadto „polityka” ta musi być opracowywana zgodnie z zasadą rozwoju zrównoważonego.<sup>20</sup>

*Polityka energetyczna Polski do 2030 r.*, mimo wskazywania na możliwość zmniejszenia mocy w energetyce systemowej, przedstawia równocześnie działania na rzecz sektora węglowego. Węgiel (w tym węgiel brunatny) traktowany jest jako główne paliwo dla elektroenergetyki, co nie zmieni się w przeciągu 30-50 lat. Stąd działania w zakresie wzmocnienia bezpieczeństwa energetycznego, zmierzające ku gwarancji dostaw surowcowych powinny uwzględniać aspekty ilościowe jak i jakościowe.

<sup>18</sup> Obliczenia procentowe podano w zaokrągleniu (obliczenia na podstawie danych Państwowego Instytutu Geologicznego).

<sup>19</sup> Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne* (Dz.U. 1997 nr 54 poz. 348).

<sup>20</sup> Por. M. Czarnecka, T. Ogłódek, *Prawo energetyczne. Komentarz*, Bydgoszcz-Katowice 2007, s. 325-363; *Prawo energetyczne. Komentarz*, M. Pawełczyk (red.), Poznań 2012, s. 430-482.

Celami „polityki” w tym obszarze mają być m.in. działania nastawione na: (1) wykorzystanie węgla w niskoemisyjnej technologii (np. zgazowanie węgla, produkcja paliw ciekłych lub gazowych), (2) wykorzystanie nowych technologii do zwiększenia efektywności eksploatacji złóż i bezpieczeństwa pracowniczego, (3) zagospodarowanie metanu uwalnianego w związku z eksploatacją węgla.<sup>21</sup>

Ponadto *Polityka energetyczna Polski do 2030 r.* nie odżegnywała się od działań zmierzających do eksploatacji nowych złóż węgla brunatnego. Co więcej, podkreśla się w niej konieczność znoszenia barier prawnych w zakresie udostępniania nowych złóż węgla kamiennego i brunatnego. Dodatkowo wskazuje się na konieczność zabezpieczenia dostępu do zasobów strategicznych węgla np. poprzez ochronę terenów ich występowania przed dalszym zagospodarowaniem infrastrukturalnym, które nie jest związane z sektorem energetycznym. Żeby temu przeciwdziałać, należy obiekty kopalniane uwzględnić w krajowych koncepcjach zagospodarowania przestrzennego i miejscowych planach zagospodarowania. Należy podkreślić, że aby prowadzić działania racjonalne w związku z wykorzystaniem zasobów węgla, w pierwszym rzędzie należy dokonać dokładnych badań geologicznych, które umożliwią ocenę potencjału złóż Polski.<sup>22</sup>

Polska stoi przed koniecznością pogodzenia rozwoju gospodarczego z poprawą warunków środowiskowych. Istotnym problemem będzie synergia między działaniami w zakresie rozwoju sektora energetycznego i ochrony środowiska. Na pewno do głównych problemów Polski należy zaliczyć poziom emisji CO<sub>2</sub> – konieczność jej redukcji zgodnie z wymogami Unii Europejskiej. Rozwiązaniu tego problemu służyć mają próby zróżnicowania struktury energetycznej za pomocą rozwoju OZE oraz realizacji programu atomowego.<sup>23</sup>

---

<sup>21</sup> *Polityka energetyczna Polski do 2030 r.* (Projekt), Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2007.

<sup>22</sup> Ibidem.

<sup>23</sup> Por. *Strategia: Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko (perspektywa do 2020 r.)* – projekt z 25 listopada 2013r., Ministerstwo Gospodarki, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2013; *Program polskiej energetyki jądrowej*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2014.

Niewątpliwym czynnikiem – wpływającym na konieczność szybkich zmian w polskim sektorze energetycznym – jest prognozowany wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce w ciągu 20-30 lat. Wzrost ten podkreślany jest w zasadzie we wszystkich opracowaniach Ministerstwa Gospodarki i Ministerstwa Środowiska dotyczących problematyki energii. Prognozy mówią, że produkcja energii elektrycznej może osiągnąć poziom 188 TWh w 2030 r. (w niektórych scenariuszach nawet więcej) – w porównaniu z 2010 r. wzrost ma nastąpić o ok. 45 TWh.<sup>24</sup>

Jeżeli chodzi o strukturę produkcji energii elektrycznej, to nie ulega ona jakimś zasadniczym zmianom. Udział węgla kamiennego i brunatnego wynosił 88,6% w 2012 r., jednakże w okresie tym zanotowano wzrost udziału węgla brunatnego w produkcji energii elektrycznej.<sup>25</sup>

W 2012 r. moc elektryczna osiągalna wyniosła 37201 MW – z czego 90% pochodziło z elektrowni zawodowych. W ramach elektrowni zawodowych największe znaczenie, ze względu na moc, miały – (1) elektrownie i elektrociepłownie na węgiel kamienny (61,6% mocy) i elektrownie na węgiel brunatny (28,8% mocy).<sup>26</sup>

W dłuższej perspektywie polityki energetycznej Polski warto zwrócić uwagę na problem przemysłowych zasobów węgla kamiennego i nierentownych mocy wydobywczych w tym sektorze węglowym. Te dwa czynniki powodować mogą, że Polski sektor węglowy, w dłuższej perspektywie, będzie stawał się mniej konkurencyjny w stosunku do węgla odkrywkowego czy węgla importowanego spoza Unii Europejskiej. Do problemów tych należy dodać również kwestie związane z koniunkturalnymi wahaniami cen węgla kamiennego na rynku światowym.<sup>27</sup> W przypadku Polski niskie ceny węgla wpływać mogą na możliwości transformacji sektora węglowego i inwestycje w nowe technologie. Na przykład w 2013 r. ceny węgla spadły o 15,5% w stosunku do 2012 r. Skutkiem tego był spadek dochodów polskiej spółki Kompania

<sup>24</sup> *Strategia: Bezpieczeństwo Energetyczne...*, op. cit.; *Polityka energetyczna Polski...*, op. cit.

<sup>25</sup> Dane za: Urząd Regulacji Energetyki.

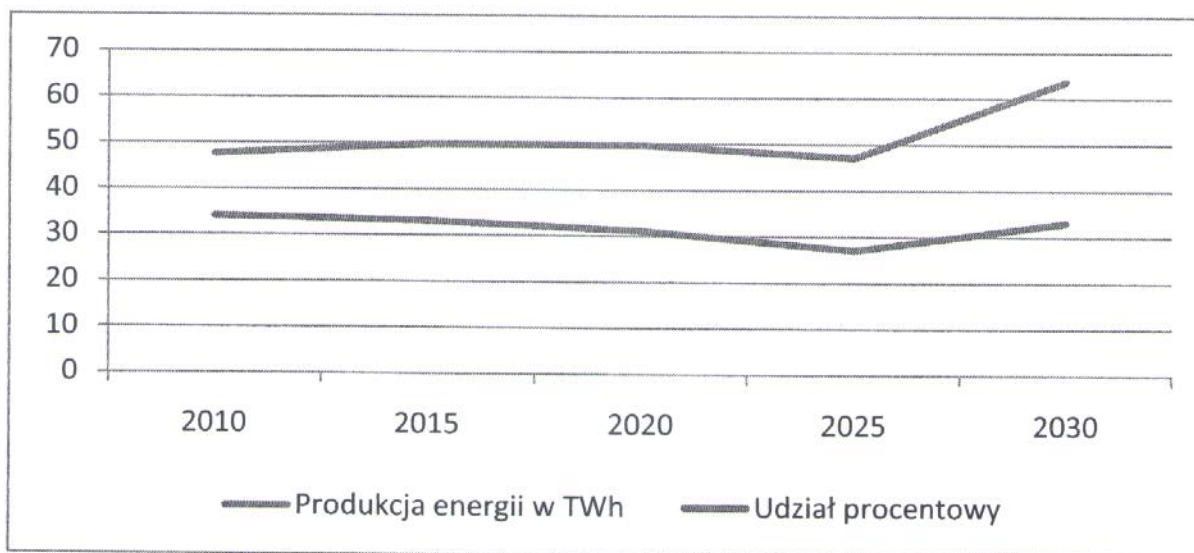
<sup>26</sup> Obliczenia procentowe na podstawie danych Ministerstwa Gospodarki.

<sup>27</sup> Por. Z. Grudziński, *Konkurencyjność wytwarzania energii elektrycznej z węgla brunatnego i kamiennego*, „Polityka Energetyczna” 2010, Tom 13, s. 157-169.

Węglowa (największego producenta węgla kamiennego w UE) o 1 mld zł.<sup>28</sup> W tej sytuacji sektor wydobywczy węgla brunatnego i sektor produkcji energii z tego surowca może mieć stabilną podstawę rozwoju w Polsce przez kilka kolejnych dekad.

Agencja Rynku Energii, w swojej prognozie z 2011 r., która dotyczyła zapotrzebowania Polski na paliwa i energię, wskazywała, że nastąpi wzrost znaczenia produkcji energii elektrycznej netto z węgla brunatnego z 47,6 TWh w 2010 r. do 63,6 TWh w 2030 r. Natomiast procentowy udział węgla brunatnego w strukturze produkcji energii elektrycznej wynosić ma odpowiednio 34% i 33%. O ile, w przypadku węgla brunatnego, prognozowany jest wzrost produkcji energii elektrycznej we wskazanym okresie o 16 TWh, o tyle w przypadku węgla kamiennego będziemy mieli do czynienia ze spadkiem o 35,7 TWh (zob. Rys. nr 3]. Stąd należy wnioskować, że sektor węgla brunatnego będzie miał raczej stabilną pozycję w ramach struktury energetycznej Polski – będzie ważnym elementem bezpieczeństwa energetycznego.

**Rysunek nr 3:** Prognozowany udział węgla brunatnego w produkcji energii elektrycznej netto [TWh / %]



**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie danych ARE SA

<sup>28</sup> Zob. zebranie Komisji Nadzwyczajnej ds. energetyki i surowców energetycznych z dnia 9 stycznia 2014 r.

Mimo, że Agencja Rynku Energii przedstawia prognozę optymistyczną dla rozwoju sektora węglowego, to prognozy samego Ministerstwa Gospodarki wskazują na zmniejszanie się znaczenia elektrowni systemowych. Ministerstwo Gospodarki prognozuje również, że nastąpi spadek udziału produkcji energii elektrycznej z węgla brunatnego z 32% w 2010 r. do 23% w 2030 r.<sup>29</sup> Warto zwrócić uwagę, że ważnymi czynnikami, które mogą wpłynąć na rozwój sektora węgla brunatnego, mimo pesymistycznych prognoz ministerialnych, będą: (1) rozwój nowych technologii węglowych, (2) prognozowany wzrost cen energii elektrycznej w ogóle. Można też założyć optymistyczny scenariusz podjęcia spójnej polityki w zakresie całego sektora energetycznego, co umożliwiłoby wykorzystanie potencjału naukowego do wdrażania i stosowania nowych technologii (technologie przetwarzania węgla – gazyfikacja węgla, produkcja paliw płynnych, produkcja wodoru itd.).<sup>30</sup>

Prognozy długoterminowe zawsze obarczone są ryzykiem, które wynikać może z czynników, które nie do końca można odpowiednio przewidzieć lub nawet uwzględnić. W przypadku utrzymania pozycji węgla energetycznego w strukturze energetycznej, ważną rolę odgrywać będą czynniki społeczno-polityczne, tj. decyzje polityczne, decyzje inwestycyjne, protesty społeczne itd. Na problemy związane z rozwojem górnictwa węgla brunatnego zwracają uwagę nie tylko ekolodzy, również przedstawiciele wspólnot lokalnych. W tym wypadku podkreśla się zarówno aspekty środowiskowe, jak i te, które dotyczą relacji władzy centralnej i lokalnej. Problem relacji władzy z obywatelami dotyczy zakresu planowania gospodarczego, np. przedstawiciele władz Gminy Lubin wskazywali, że nawet negatywne referenda lokalne nie hamują procesów planowania rozwoju sektora górnictwa.<sup>31</sup>

<sup>29</sup> *Strategia: Bezpieczeństwo Energetyczne...*, op. cit.

<sup>30</sup> J. Taubman, *Węgiel i alternatywne źródła energii. Prognozy na przyszłość*, Warszawa 2013.

<sup>31</sup> Relacja z II Ogólnopolskiej Konferencji Obywatelskiej pt. „Rozwój Tak – Odkrywki Nie”. *Odnawialna przyszłość polskiej energetyki*, która odbyła się w Sejmie 23 kwietnia 2012 r. Zob. D. Ciepela, *Węgiel brunatny czy brunatna zaraza?*, [w:] [http://energetyka.wnp.pl/wegiel-brunatny-czy-brunatna-zaraza,168866\\_1\\_0\\_0.html](http://energetyka.wnp.pl/wegiel-brunatny-czy-brunatna-zaraza,168866_1_0_0.html) [dostęp: 15.01.2014 r.].

## **II. Bezpieczeństwo ekologiczne**

### **Wpływ przemysłu węglowego na środowisko**

Mimo wielu korzyści gospodarczych, które niesie ze sobą wykorzystywanie węgla brunatnego jako źródła energii, informacja o zamiarze utworzenia nowej odkrywki często budzi protesty wśród mieszkańców okolicznych miast i wsi.<sup>32</sup> Obawiają się oni zakłócenia spokoju przez pracujące maszyny, zniszczenia okolicznego krajobrazu, zanieczyszczenia powietrza oraz powstania leja depresyjnego. Wynika to z faktu, że górnictwo węgla brunatnego jest procesem wielkoskalowym i jest związane z inwazyjnym oddziaływaniem na okoliczne środowisko.

Szkody wyrządzane przez górnictwo węgla brunatnego najczęściej dzielone są ze względu na dwa kryteria. Pierwszym jest rodzaj środowiska, którego one dotyczą. Tu wyróżniamy środowisko naturalne oraz antropogeniczne. Drugim kryterium jest etap produkcji energii, gdzie możemy wyróżnić szkody zachodzące na etapie wydobycia surowca oraz na etapie jego przetworzenia. W tej klasyfikacji wyróżniamy odpowiednio pośrednie i bezpośrednie oddziaływanie na środowisko. Skutki wpływu działalności kopalni na środowisko są często długoterminowe i mogą utrzymywać się kilkadziesiąt lat po zakończeniu eksploatacji.

Przemysł górniczy węgla brunatnego obejmuje swoim działaniem praktycznie wszystkie obszary środowiska, do których należą: atmosfera, hydrosfera, litosfera wraz z pedosferą oraz biosfera. Ze względu na wielkoskalowy wymiar inwestycji, problemem jest również degradacja krajobrazu.

Oddziaływania przemysłu węglowego, które związane są z atmosferą, obejmują emisję zanieczyszczeń gazowych oraz pyłów w sposób pośredni i bezpośredni. Bezpośrednia emisja zanieczyszczeń atmosferycznych, czyli ta związana z eksploatacją złoża, dotyczy przede wszystkim zanieczyszczeń gazowych, takich jak tlenki siarki, tlenki azotu, benzen czy tlenek węgla oraz stałe cząsteczki pyłów.<sup>33</sup> Substancje zanieczyszczające, powstające

---

<sup>32</sup> J. Dubiński, A. Tajduś, *Szanse i zagrożenia polskiego górnictwa węgla brunatnego w świetle uwarunkowań światowych i europejskich*, „Górnictwo i Geoinżynieria” 2009, Zeszyt 2, s. 93-105.

<sup>33</sup> V. Lapcik, M. Lapcikova, *Ocena wpływu górnictwa odkrywkowego na środowisko*, „Inżynieria Materiałowa” 2011, s. 1-10.

w sposób pośredni, czyli w trakcie spalania węgla, to w szczególności CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> oraz stałe substancje lotne.<sup>34</sup> Należy wskazać, że w przyszłości zanieczyszczenia pośrednie mogą okazać się czynnikiem, który w sposób zasadniczy wpłynie na perspektywy rozwoju górnictwa węglowego.

Eksploatacja odkrywki wiąże się ze zniszczeniem roślinności znajdującej się na jej terenie, co równe jest zniszczeniu siedlisk przyrodniczych. Zmniejszenie obszarów siedlisk przyrodniczych powodować będzie fluktuację liczebności lokalnych populacji zwierząt, co – szczególnie w przypadku zwierząt rzadkich – może mieć poważne skutki dla ich liczebności w skali kraju. Sieć siedlisk przyrodniczych w Polsce składa się z płatów połączonych ze sobą korytarzami ekologicznymi. Realizacja wielkoskalowych inwestycji może prowadzić do fragmentacji większych obszarów siedliskowych lub do zniszczenia połączeń między płatami.

W związku z przekształcaniem przestrzeni należy wskazać, że krajobraz jest dobrem kulturowym prawnie chronionym przez Ustawę z dnia 16 kwietnia 2004 roku *o ochronie przyrody*.<sup>35</sup> Krajobraz kopalni odkrywkowych często porównywany jest do krajobrazu „księżycowego”. Krajobraz ten jest jednorodny, złożony ze zwałowisk nadkładu i eksploatowanej odkrywki. Taki teren jest całkowicie pozbawiony roślinności, a także wszelkich form geomorfologicznych. Przywrócenie krajobrazu do stanu sprzed eksploatacji kopalni jest zadaniem trudnym, w wielu przypadkach, zwłaszcza w rozumieniu geomorfologicznym, niemożliwym.

Ze względu na ograniczoną objętość tekstu, poniższej zostanie przedstawiona analiza wybranych aspektów oddziaływania przemysłu węgla brunatnego na środowisko wraz z metodami niwelowania skutków tych oddziaływań. W tekście skupiono się na oddziaływaniach, które dotyczą litosfery oraz hydrosfery ze względu na ich długoterminowe skutki utrzymywania się w środowisku.

---

<sup>34</sup> J. Dubiński, A. Tajduś, *Szanse i zagrożenia...*, op. cit.

<sup>35</sup> W Kancelarii Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej powstał projekt ustawy o ochronie krajobrazu, konsultacje zakończyły się 20 czerwca 2013 roku.

### **Oddziaływanie na powierzchnię terenu**

Jedną z najłatwiej dających się zauważyć szkód wyrządzonych przez eksploatację kopalni odkrywkowych jest zajmowanie, czyli wyłączenie z użytkowania, dużych powierzchni terenu, przez długi czas. Często powierzchnie te zajmowane są przez lasy lub pola uprawne, co wiąże się z ich likwidacją i późniejszą próbą ponownego odtworzenia po wykorzystaniu złoża. Eksploatacja złóż węgla brunatnego wiąże się z transformacją podlegającego kopalni terenu a zmiany te dotyczą litosfery, hydrosfery, pedosfery i biosfery.<sup>36</sup> Skalę zjawiska oddają dane statystyczne. Podczas eksploatacji polskich kopalni węgla brunatnego zdjęto już 9,5 mld/m<sup>3</sup> nadkładu oraz przepompowano 15,8 mld/m<sup>3</sup> wody.<sup>37</sup>

Tereny pogórnice stanowią grunty bezglebowe, niepokryte szatą roślinną o zmienionych parametrach fizycznych i chemicznych. Odtworzenie na takich terenach sprawnie funkcjonujących ekosystemów przyrodniczych wymaga prowadzenia kilkudziesięcioletnich lub dłuższych prac rekultywacyjnych. Rekultywacja może być prowadzona w kierunku rolniczym, wodnym lub rekreacyjnym, zależnie od predyspozycji i potrzeb gminy. W przypadku rekultywacji rolniczej oraz leśnej podstawowym założeniem prowadzonych prac jest odtworzenie gleby.

### **Rekultywacja terenów zdegradowanych**

Według Ustawy z dnia 3 lutego 1995 r. *o ochronie gruntów rolnych i leśnych*, pod pojęciem rekultywacji gruntów rozumie się „nadanie lub przywrócenie gruntom zdegradowanym albo zdewastowanym wartości użytkowych lub przyrodniczych przez właściwe ukształtowanie rzeźby terenu, poprawienie właściwości fizycznych i chemicznych, uregulowanie stosunków wodnych, odtworzenie gleb, umocnienie skarp oraz odbudowanie lub zbudowanie niezbędnych dróg”.<sup>38</sup> Wyróżniamy

<sup>36</sup> V. Lapcik, M. Lapcikova, *Ocena wpływu górnictwa...*, op. cit.

<sup>37</sup> J. Dubiński, A. Tajduś, *Globalne problemy górnictwa węgla brunatnego*, „Górnictwo i Geoinżynieria” 2011, Zeszyt 3, s. 367-378.

<sup>38</sup> Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. *o ochronie gruntów rolnych i leśnych* (Dz.U. 1995 Nr 16 poz. 78).

4 podstawowe typy rekultywacji: leśną, rolniczą, wodną i rekreacyjno-wypoczynkową. W Polsce najczęściej wybieranym kierunkiem jest rekultywacja leśna, po niej rolnicza.<sup>39</sup>

### **Rekultywacja pogórnicza – kierunek leśny**

Rekultywacja leśna ma na celu odtworzenie sprawnie funkcjonującego ekosystemu leśnego, odpowiedniego dla danej strefy geograficznej oraz specyfiki regionu. W przypadku rekultywacji tego typu, kluczowym czynnikiem jest poprawne rozpoznanie warunków siedliskowych danego obszaru oraz dobór gatunków roślin, zgodnych z tymi warunkami.<sup>40</sup>

Badania skuteczności działań rekultywacyjnych przeprowadzono dla większości kopalni węgla brunatnego w Polsce. Przykładem jest KWB „Turów”. Z dokonanych analiz wynika, że przeprowadzone tu zabiegi rekultywacji leśnej przyniosły poprawę utworów glebowych. Grunty pogórniczne uległy stopniowej transformacji w glebę inicjalną o charakterze leśnym. Należy jednak pamiętać, że gleba inicjalna o charakterze leśnym znacznie różni się od pełnowartościowej gleby leśnej.<sup>41</sup>

Utrudnieniem dla prowadzenia skutecznej rekultywacji jest fakt, że utwory zwałowiskowe odznaczają się silną zwięzłością, co utrudnia obieg wody oraz cyrkulację powietrza, bez których regeneracja gleby nie jest możliwa. Rozwiązaniem jest wprowadzenie na te tereny szaty roślinnej, która poprawia parametry fizyczne gleby. Systemy korzeniowe roślin zapewniają napowietrzenie gleby oraz umożliwiają ruch wody. Woda i tlen są niezbędne dla rozwoju edafonu – ogółu bakteryjnych i zwierzęcych organizmów glebowych umożliwiających rozkład materii organicznej, czyli tworzenie poziomu próchnicznego, który decyduje o żyzności i wartości gleby.<sup>42</sup>

<sup>39</sup> P. Kasprzyk, *Kierunki rekultywacji w górnictwie odkrywkowym*, „Problemy Ekologii i Krajobrazu” 2009, Tom 24, s. 7-15.

<sup>40</sup> W. Krzaklewski, J. Wójcik, B. Kubiak, J. Dymitrowicz, *Problemy rekultywacji leśnej zwałowiska zewnętrznego pola Szczerców*, „Górnictwo i Geoinżynieria” 2011, Zeszyt 3, s. 193-201.

<sup>41</sup> J. Wójcik, W. Krzaklewski, *Zalesienia jako metoda rekultywacji terenów bezglebowych w PGR KWB „Turów”*, „Mat. Symp.” 2009, s. 324-339.

<sup>42</sup> Ibidem.

Należy też dodać, że ważną rolę w rekultywacji leśnej odgrywają rośliny motylkowe, takie jak olsza czy łubin, ze względu na swoje zdolności wiązania azotu, co powoduje późniejszym wzbogaceniem gleby w ten pierwiastek w sposób naturalny, bez konieczności stosowania wysokich dawek mineralnych nawozów azotowych.<sup>43</sup>

Skuteczność rekultywacji przebadano także dla rejonu Łęknicy. Tam, po 30-letnim okresie rekultywacji leśnej, gleby nadal wykazywały inicjalny charakter, klasyfikujący je jako gleby industroziemne inicjalne.<sup>44</sup>

Problemy z rekultywacją wskazane wyżej, powodują konieczność szukania odpowiednich rozwiązań, które wykazywałyby się większym poziomem efektywności w zakresie przywracania wartości użytkowej i przyrodniczej gleb. Istotnym elementem mogącym przyspieszyć odtworzenie warunków glebowych na gruntach pogórnicych jest metoda selektywnego zwałowania nadkładu. Pozwala ona, w trakcie zwałowania nadkładu, odpowiednio rozmieścić warstwy profilu glebowego tak, by żyzne warstwy próchnicze znalazły się na wierzchu, a utwory bezglebowe na spodzie zwałowiska.<sup>45</sup> Metoda ta jest jednak rzadko stosowana ze względu na jej dość wysokie koszty.

### **Rekultywacja pogórnicych – kierunek rolniczy**

Drugim, powszechnie stosowanym kierunkiem rekultywacji, jest rekultywacja rolnicza. Grunty pogórnicych różnią się od funkcjonalnej gleby przede wszystkim brakiem poziomu próchniczego oraz niewystarczającą ilością substancji mineralnych.<sup>46</sup> Do praktyk stosowanych w rekultywacji rolniczej należy zaliczyć: (1) nawożenie gruntów, (2) uprawę mechaniczną oraz (2) sadzenie odpowiednich gatunków roślin.<sup>47</sup>

<sup>43</sup> J. Nietrzeba-Marcinonis, *Rekultywacja biologiczna gruntów pogórnicych w PGE KWB Turów S.A.*, „Górnictwo i Geoinżynieria” 2010, s. 435-442.

<sup>44</sup> A. Greinert, M. Drab, *Efekty glebotwórcze rekultywacji leśnej terenów pogórnicych w okolicy Łęknicy*, 2013 „Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin”, s. 25-34.

<sup>45</sup> Ibidem.

<sup>46</sup> M. Gilewska, A. Płóciniczak, *Aktywność fosfatazy zasadowej w glebach rozwijających się z gruntów pogórnicych*, „Inżynieria Środowiska” 2007, nr 15, s. 37-46.

<sup>47</sup> K. Otremba, *Rola szaty roślinnej w kształtowaniu podstawowych właściwości fizycznych gleb rozwijających się z gruntów pogórnicych*, „Nauka Przyroda Technologie” 2011, Tom 5, Zeszyt 6, s. 1-10.

Badania nad rolniczym kierunkiem rekultywacji w KWB „Konin”<sup>48</sup> udowodniły skuteczność stosowania płodozmianu w stosunku do parametrów morfologicznych gruntu. W warstwie uprawnej zaobserwowano przeobrażenie spoistej struktury gruntu do struktury agregatowej, która sprzyja poprawie klimatu glebowego i zapewnia lepszy rozwój systemu korzeniowego roślin, co skutkuje zwiększonym plonowaniem.<sup>49</sup>

Ponadto należy wskazać, że korzystne dla procesów rekultywacji jest zwiększone nawożenie gleby, przekraczające dawki przyjęte dla poszczególnych gatunków roślin, nie tylko dla poprawy jakości i zwiększenia ilości plonów, lecz także dla przyspieszenia procesów glebotwórczych i poprawy chemizmu gleby. Zwiększone dawki nawozów mineralnych są konieczne również dlatego, że część dostarczanych do gleby substancji mineralnych jest wiązana w strukturze gleby, co uniemożliwia ich wykorzystanie przez rośliny.<sup>50</sup>

Poza stopniem nawożenia, zawartość w glebie związków azotu i fosforu zależna jest również od systemu użytkowania gleby.<sup>51</sup> Badania udowodniły, że najskuteczniejszy wpływ na polepszenie właściwości biologicznych i chemicznych gruntów pogórnicych ma system paszowo-zbożowy, wykorzystujący rośliny żyjące w symbiozie z bakteriami z rodzaju *Rhizobium*, takie jak lucerna, wzbogacające glebę w przyswajalne formy azotu.<sup>52</sup> W badaniach stwierdzono, że szata roślinna, wraz z uprawą mechaniczną, wpływa na poprawę właściwości fizycznych gleby, umożliwiając inicjację procesów glebotwórczych.<sup>53</sup>

---

<sup>48</sup> K. Otremba, M. Gilewska, W. Owczarzak, *Wpływ rolniczego użytkowania na wybrane właściwości gleby rozwijającej się z gruntów pogórnicych KWB Konin*, „Rocznik Ochrona Środowiska” 2013, Tom 15, s. 1738-1758.

<sup>49</sup> Ibidem.

<sup>50</sup> M. Gilewska, K. Otremba, *Jakość biomasy uzyskanej na glebie rozwijającej się z gruntów pogórnicych*, „Inżynieria Środowiska” 2007, nr 15, s. 29-37.

<sup>51</sup> M. Gilewska, A. Płóciniczak, *Aktywność fosfatazy...*, op. cit.

<sup>52</sup> Ibidem.

<sup>53</sup> K. Otremba, *Rola szaty roślinnej...*, op. cit.

### Oddziaływanie na hydrosferę

Wody kopalniane różnią się składem chemicznym od wód powierzchniowych. Zazwyczaj charakteryzują się niskim pH, ze względu na rozpuszczone w nich związki siarki pochodzące z węgla i nadkładu a także wysoką twardością, wysoką zawartością żelaza i manganu oraz niską zawartością substancji organicznych.<sup>54</sup> Istnieje konieczność oczyszczenia i neutralizacji wód kopalnianych przed wprowadzeniem ich do zbiorników wód powierzchniowych. Część polskich kopalni węgla brunatnego wyposażona jest w zakładowe oczyszczalnie ścieków, należą do nich „Turów”, „Adamów” i „Pątnów”.

Ponadto, do innych substancji zanieczyszczających wody powierzchniowe i podziemne należy zaliczyć zaolejone wody, które powstają podczas mycia maszyn górniczych. Możliwy jest również wyciek substancji ropopochodnych na skutek awarii bezpośrednio z urządzeń wydobywczych lub podczas transportu paliw.<sup>55</sup>

Odwodnienie wielkiego obszaru odkrywki może powodować powstanie lokalnego leja depresyjnego, co prowadzi m.in. do zmniejszenia produktywności gleb. Zjawisko to obniża poziom plonowania roślinności okolicznych upraw, może również negatywnie wpływać na sady i lasy, czy też powodować obniżenie poziomu wód w studniach oraz stawach rybnych. W ramach rekompensaty poniesionych strat, kopalnia wypłaca poszkodowanym odszkodowania lub zakłada nowe sieci wodociągowe.<sup>56</sup>

Na terenach kopalni „Adamów” i „Konin” przeprowadzono badania, mające na celu określenie zmian produktywności gleb, spowodowanych ich odwodnieniem przez osuszenie terenu na potrzeby kopalni. Badacze doszli do wniosku, że poziom odwodnienia terenu nie zawsze musi prowadzić do degradacji gleby. Stopień degradacji gleby, narażonej na odwodnienie, zależy przede wszystkim od poziomu wód gruntowych oraz od składu granulometrycznego obecnej na danym terenie gleby. Najbardziej narażone

<sup>54</sup> B. Igliński, A. Sytniewski, M. Cichosz, R. Buczkowski, *Analiza porównawcza składu wody jeziora Gopło i wody głębinowej z przyszłej odkrywki Tomisławice oraz prognoza skutków jej mieszania*, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń 2010.

<sup>55</sup> V. Lapcik, M. Lapcikova, *Ocena wpływu górnictwa...*, op. cit.

<sup>56</sup> Z. Kasztelewicz, M. Zajączkowski, *Wpływ działalności górnictwa węgla brunatnego na otoczenie*, „Polityka Energetyczna” 2010, Tom 13, Zeszyt 2, s. 227-242.

na degradację są tereny o gospodarce wodnej typu gruntowo-wodnego, a także obszary znajdujące się w naturalnych obniżeniach terenu, takich jak doliny rzeczne czy rynny polodowcowe. Należy podkreślić, że degradacja odwodnieniowa zachodzi tylko w określonych warunkach geologicznych i geomorfologicznych, np. na obszarach analizowanych kopalni 6% gruntów uległo temu typowi degradacji.<sup>57</sup>

Powstanie lokalnego leja depresyjnego może również powodować spadek podziemnego zasilania wód. Skutkuje to obniżeniem zwierciadła wody w jeziorach, a w skrajnych przypadkach może prowadzić do zaniku jezior. Niekorzystny wpływ odwodnienia kopalni na zbiorniki wodne zachodzi przede wszystkim w przypadku, gdy istnieje hydrogeologiczne połączenie poziomów wodonośnych występujących na terenie odkrywki z poziomami wodonośnymi, zasilającymi te zbiorniki. Istnienie barier hydrogeologicznych między wymienionymi poziomami wodonośnymi zmniejsza prawdopodobieństwo odwodnienia zbiornika.<sup>58</sup> Zasięg odwodnienia terenu może obejmować obszar kilkunastu kilometrów poza terenem kopalni, stąd przy projektowaniu nowych złóż warto zwrócić uwagę na występowanie w tej okolicy ostoi ptasich lub siedliskowych a także obszarów chronionych jak i obszarów cennych przyrodniczo.

Równocześnie Z. Kasztelewicz (specjalista w zakresie górnictwa i geologii inżynierskiej) wskazuje, że w związku ze wzrastającym zapotrzebowaniem na wodę słodką w Polsce, to właśnie były kopalnie mogą stanowić element bezpieczeństwa wodnego, bowiem mogą być wykorzystywane jako sztuczne zbiorniki. Z. Kasztelewicz szacuje, że zbiorniki kopalniane mogą zabezpieczyć ok. 5 mld m<sup>3</sup> słodkiej wody.<sup>59</sup>

<sup>57</sup> A. Mocek, W. Owczarzak, *Odwodnieniowa degradacja gleb w obrębie konińsko-turkowskiego zagłębia węglowego*, „Acta Agrophisica” 2003, nr 1(4), s. 697-704.

<sup>58</sup> P. Herbich, *Ekspertyza hydrogeologiczna dotycząca prognozy zagrożeń jeziora Gopło i jego zlewni w związku z planowanym uruchomieniem odkrywki złóż węgla brunatnego „Tomislawice” KWB „Konin” w Kleszczewie S.A.*, Warszawa 2008.

<sup>59</sup> Z. Kasztelewicz, *Zagospodarowanie terenów poeksploatacyjnych*, [w:] *Rola i miejsce węgla brunatnego w krajowej energetyce XXI wieku. Materiały z konferencji zorganizowanej przez Komisję Gospodarki Narodowej we współpracy ze Związkiem Pracodawców Porozumienia Producentów Węgla Brunatnego* (29 maj 2012r.), Senat RP, Warszawa 2012, s. 35-42.

### Oddziaływanie na ekosystemy wodne

Zagrożeniem dla ekosystemów wodnych są nie tylko zanieczyszczenia chemiczne, ale również termiczne, powstające przez wykorzystywanie wód jeziornych do procesów chłodniczych i następne uwolnienie podgrzanej wody z powrotem do jeziora. Problem podgrzewania wód zewnętrznych istnieje w elektrowniach posiadających otwarty układ chłodzenia. W Polsce do takich elektrowni należy Zespół elektrowni konińskich, wprowadzający wody chłodnicze do trzech jezior: Licheńskiego, Wąsowsko-Mikorzyńskiego i Pątnowskiego.<sup>60</sup> Wyjątkiem w zespole jest elektrownia „Adamów”, posiadająca zamknięty układ chłodzenia. Wprowadzane do jezior podgrzane wody stanowią zagrożenie dla flory jeziornej.

W przypadku zespołu jezior konińskich zachodzi wymiana wody pomiędzy jeziorami, co powoduje podniesienie temperatury wody we wszystkich połączonych zbiornikach. Zmiana temperatury wody w zespole jezior konińskich wynosi średnio: latem o + 6.5°C a zimą o + 8.2°C. Wzrost temperatury wody w zbiorniku pociąga za sobą zmiany biocenotyczne, co objawia się między innymi zasiedleniem zbiornika przez rośliny, które w naturalnych warunkach nie powinny mieć szansy na zadomowienie się w nim. Są to ciepłolubne rośliny, pochodzące z innych obszarów geograficznych.

W Polsce, ale i również w innych krajach Unii Europejskiej, np. w Holandii, rośliną, stanowiącą poważne zagrożenie dla rodzimej hydrofory, jest Nurzaniec śrubowy (*Vallisneria spiralis*). *Vallisneria spiralis* do gatunek makrofita, występujący naturalnie na obszarach Południowej Europy, Afryki północnej i Azji. *Vallisneria* jest gatunkiem inwazyjnym, wykazuje zdolność do zajmowania dużych powierzchni siedlisk w krótkim czasie i wypierania z ekosystemu rodzimych gatunków makrofitów (szybkie rozmnażanie bezpłciowe przez wytworzenie rozłogów i fragmentację plechy).<sup>61</sup> Największa populacja *Vallisneri* w Polsce występuje w jeziorze

<sup>60</sup> K. Stawecki, J.P. Pyka, B. Zdanowski, *The thermal and oxygen relationship and water dynamics of the surface water layer in the Konin heated lakes ecosystem*, „Archives of Polish” 2007, vol. 15, s. 247-258.

<sup>61</sup> J. Ejsmont-Karabin, A. Hutorowicz, *Spatial distribution of rotifers (Rotifera) in monospecies beds of invasive *Vallisneria spiralis* L. In heated lakes*, „International

Licheńskim, którego wody są najsilniej zanieczyszczone termicznie. Tu obce rośliny wyparły już większość rodzimych gatunków hydrofitów.<sup>62</sup> *Vallisneria spiralis* może również wpływać pozytywnie na zbiorniki wodne, przez zwiększanie przezroczystości wody i akumulacje pierwiastków i związków biogennych, cechy te są jednak również charakterystyczne dla większości rodzimych gatunków makrofitów.

### Zakończenie

W tekście podjęto problem bezpieczeństwa energetycznego i ekologicznego Polski w kontekście pozycji i ewentualnego rozwoju sektora wydobywczego węgla brunatnego i sektora produkcji energii elektrycznej oraz ciepła opartego na tym surowcu. Ponadto, w ramach problematyki bezpieczeństwa ekologicznego, przedstawiona została analiza wybranych zagadnień związanych z negatywnym wpływem wydobycia węgla brunatnego i produkcji energii na układ ekologiczny – środowisko ożywione i fizyczne.

Punktem wyjścia w analizie są kategorie bezpieczeństwa energetycznego i ekologicznego. Bezpieczeństwo energetyczne, w najprostszym ujęciu, określono jako stan gospodarki, który umożliwia pokrycie obecnego i przyszłego zapotrzebowania odbiorców na energię. Pokrycie tego zapotrzebowania powinno być racjonalne z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia. Natomiast bezpieczeństwo ekologiczne ujęto jako pożądany stan ekosystemu z uwzględnieniem rozwoju zrównoważonego. Kwestią społeczno-polityczną będzie to, jaki rodzaj obciążeń środowiskowych zostanie przyjęty – obciążenia dopuszczalne, degradujące czy letalne. Na pewno wybór ten będzie musiał uwzględniać trzy podstawowe elementy rozwoju zrównoważonego tj. (1) jakości życia ludzkiego, (2) stanu środowiska i (3) rozwoju gospodarczego.

---

Journal of Oceanography and Hydrobiology" 2011, 40(4), s. 71-76.

<sup>62</sup> A. Hutorowicz, J. Hutorowicz, *Seasonal development of Vallisneria spiralis L. in a heated lake*, „Ecological Questions" 2008, No. 9, s. 79-86.

Polska stoi przed koniecznością transformacji struktury energetycznej, która w znacznym stopniu zdominowana jest przez węgiel kamienny i brunatny. Ze względu na produkcję energii elektrycznej należy uznać, że Polska ma wysoki poziom bezpieczeństwa energetycznego – np. uwzględniając wskaźnik zależności importowej. Jednakże sytuacja może zmienić się w kontekście perspektywy 30-50 lat, kiedy wyczerpywać będą się dostępne złoża węgla kamiennego i brunatnego. Obecnie problemem staje się właśnie to, co jest gwarantem bezpieczeństwa energetycznego kraju – tj. „monokultura energetyczna” w ramach struktury produkcji energii elektrycznej. Wskaźnik różnorodności energetycznej (wskaźnik Stirlinga) nie jest dla Polski satysfakcjonujący. Skutkiem tego są problemy, w kontekście niskoemisyjnej polityki energetycznej Unii Europejskiej.

W określonym kontekście gospodarczym i politycznym nie ma możliwości szybkiej transformacji struktury energetycznej. Na pewno procesy zmian będą miały charakter powolny, w związku ze wzrostem znaczenia OZE, potencjalnym rozwojem sektora LNG, potencjalnym wydobywaniem gazu łupkowego i ewentualnym rozwojem sektora energii jądrowej. Szybkość zmian może zmienić się jedynie w związku z decyzjami politycznymi oraz pojawieniem się na rynku źródeł taniej energii.

W perspektywie 30-50 lat Polska skazana będzie na węgiel, w tym węgiel brunatny. W przypadku utrzymania pozycji węgla brunatnego, ważnym czynnikiem będzie fakt, że energia uzyskiwana z tego surowca jest najtańsza. W sytuacji rozwoju polskiej gospodarki ma to duże znaczenie, bowiem sama gospodarka nie jest w stanie w najbliższym czasie ponosić znaczących kosztów związanych ze wzrostem cen energii.

Ponadto, duże znaczenie na utrzymanie pozycji węgla brunatnego będzie miał węgiel kamienny. Koszty wydobywania węgla kamiennego w Polsce mogą wzrastać w związku ze specyfiką złóż, więc i wzrastać mogą ceny energii uzyskiwanej z tego surowca. Skutkiem tego procesu może być wzrost importu węgla kamiennego do Polski. W kontekście tych procesów pozycja węgla brunatnego byłaby bardziej stabilna. Dodatkowo, rozwój sektora wydobywania węgla brunatnego może stać się substytutem innych sektorów – np. w przypadku dekonunktury na światowym rynku miedzi lub w związku ze wzrostem kosztów wydobywania tego surowca w Polsce, „zagłębie miedziowe” może mieć kolejną możliwość rozwoju.

Analizując kontekst gospodarczy, warto jednakże zwrócić uwagę na aspekty związane z bezpieczeństwem ekologicznym. Ocena wpływu kopalń węgla brunatnego na środowisko naturalne jest trudna do przeprowadzenia. Skutki oddziaływania kopalń na środowisko naturalne są rozłożone w czasie i mogą występować kilkadziesiąt kilometrów poza granicami kopalń, przez co nie zawsze oczywistym jest identyfikowanie ich z działalnością kopalnianą.

Energia pochodząca z wykorzystania węgla brunatnego jest obecnie jednym z najtańszych źródeł energii na świecie. Polska zaczyna powoli wprowadzać czyste technologie węglowe, umożliwiające znaczne ograniczenie emisji zanieczyszczeń powstających na etapie spalania węgla. Modernizacje konieczne są w celu dostosowania emisji zanieczyszczeń do obowiązujących limitów. Modernizacje te wiążą się z dodatkowymi kosztami, co wpływa bezpośrednio na cenę produkowanej energii. By wydobyć i przetworzyć węgiel brunatny było w dalszym ciągu opłacalne, konieczne wydaje się znalezienie kompromisu, punktu równowagi, między ceną energii a dopuszczalnym poziomem emisji zanieczyszczeń.<sup>63</sup>

### **Streszczenie**

Przedmiotem analizy w tekście są wybrane aspekty funkcjonowania sektora węgla brunatnego w Polsce. Analiza ta została podjęta w kontekście bezpieczeństwa energetycznego i ekologicznego Polski, co wydaje się istotne, ze względu na konieczność wdrażania niskoemisyjnej polityki energetycznej. W związku z faktem oparcia produkcji energii elektrycznej na węglu w ogóle, Polskę czeka konieczność podjęcia poważnych przekształceń sektorowych w ciągu najbliższych 20-30 lat.

Dwie główne części tekstu oparto na problematyce bezpieczeństwa energetycznego i bezpieczeństwa ekologicznego. W pierwszym przypadku przedstawiono krótką charakterystykę węglowego sektora energetycznego w Polsce, tj. potencjał węgla brunatnego, wybrane problemy gospodarcze

---

<sup>63</sup> L. Gawlik, Z. Grudziński, U. Lorenz, *Wybrane problemy produkcji i wykorzystania węgla brunatnego*, „Górnictwo i Geoinżynieria” 2007, Zeszyt 2, s. 241-252.

związane z funkcjonowaniem tego sektora oraz kierunki polskiej polityki energetycznej w tym zakresie. Natomiast problem bezpieczeństwa ekologicznego został sprowadzony do wpływu kopalń na środowisko naturalne. Stąd w pracy przedstawiono wybraną problematykę zagrożeń dla środowiska naturalnego i antropogenicznego, także zagrożenia związane z poszczególnymi etapami produkcji energii pochodzącej z węgla brunatnego. Ponadto, w tekście uwzględniono potencjalne działania w zakresie rekultywacji obszarów, na których został zlokalizowany sektor węgla brunatnego.

**Słowa kluczowe:** bezpieczeństwo energetyczne, bezpieczeństwo ekologiczne, węgiel brunatny, sektor węgla brunatnego, środowisko naturalne, środowisko antropogeniczne

### **Summary**

The analysis in the text involves selected aspects of brown coal sector functioning in Poland. The analysis has been made in the context of Poland's energy security and ecological safety, which seems important due to the need to implement low-emission energy policy. In relation to the sole fact that electricity production relies on coal, Poland will face the need to undertake major sector transformations in the coming 20-30 years.

Two main parts of the text focus on the problem of energy security and ecological safety. In the earlier case, brief characteristic of the coal energy sector in Poland has been presented, namely the potential of brown coal, selected economic problems related to functioning of the sector, and orientation of Polish energy policy in this respect. In turn, the problem of ecological safety has been brought down to the impact of mines on the natural environment. Hence, the paper presents selected problems of threats to the natural and anthropogenic environment, as well as threats related to particular phases of energy production from brown coal. Furthermore, the text considers possible measures in the area of reclamation of areas where brown coal sector has been located.

**Key words:** energy security, environmental security, brown coal, brown coal sector, natural environment, anthropogenic environment

## Bibliografia

1. *Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 2012r.*, PIG, PIB, Warszawa 2013.
2. *Brunatna perspektywa na stulecia*, „Węgiel Brunatny” 2006, nr 1/54, [w:] <http://www.ppwb.org.pl/wb/54/1.php> [dostęp 15.01.2014 r.].
3. Ciepiela D., *Węgiel brunatny czy brunatna zaraza?*, [w:] [http://energetyka.wnp.pl/wegiel-brunatny-czy-brunatna-zaraza,168866\\_1\\_0\\_0.html](http://energetyka.wnp.pl/wegiel-brunatny-czy-brunatna-zaraza,168866_1_0_0.html) [dostęp 15.01.2014 r.].
4. Czaputowicz J., *Bezpieczeństwo międzynarodowe, Współczesne koncepcje*, Warszawa 2012
5. Czarnecka M., Ogłódek T., *Prawo energetyczne. Komentarz*, Bydgoszcz-Katowice 2007.
6. Dane za: PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A.
7. Dubiński J., Tajduś A., *Globalne problemy górnictwa węgla brunatnego*, „Górnictwo i Geoinżynieria” 2011, Zeszyt 3.
8. Dubiński J., Tajduś A., *Szanse i zagrożenia polskiego górnictwa węgla brunatnego w świetle uwarunkowań światowych i europejskich*, „Górnictwo i Geoinżynieria” 2009, Zeszyt 2.
9. Ejsmont-Karabin J., Hutorowicz A., *Spatial distribution of rotifers (Rotifera) in monospecies beds of invasive Vallisneria spiralis L. In heated lakes*, „International Journal of Oceanography and Hydrobiology” 2011, 40(4).
10. Gawlik L., Grudziński Z., Lorenz U., *Wybrane problemy produkcji i wykorzystania węgla brunatnego*, „Górnictwo i Geoinżynieria” 2007, Zeszyt 2.
11. Gilewska M., Otremba K., *Jakość biomasy uzyskanej na glebie rozwijającej się z gruntów pogórnicznych*, „Inżynieria Środowiska” 2007, nr 15.
12. Gilewska M., Płóciniczak A., *Aktywność fosfatazy zasadowej w glebach rozwijających się z gruntów pogórnicznych*, „Inżynieria Środowiska” 2007, nr 15.
13. *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2011, 2012*, GUS, Warszawa 2013.

14. Greinert A., Drab M., *Efekty glebotwórcze rekultywacji leśnej terenów pogórnich w okolicy Łęknicy*, 2013 „Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin”.
15. Grudziński Z., *Konkurencyjność wytwarzania energii elektrycznej z węgla brunatnego*, „Polityka Energetyczna” 2006, Tom 9.
16. Grudziński Z., *Konkurencyjność wytwarzania energii elektrycznej z węgla brunatnego i kamiennego*, „Polityka Energetyczna” 2010, Tom 13.
17. Herbich P., *Ekspertyza hydrogeologiczna dotycząca prognozy zagrożeń jeziora Gopło i jego zlewni w związku z planowanym uruchomieniem odkrywki złóż węgla brunatnego „Tomisławice” KWB „Konin” w Kleszczewie S.A.*, Warszawa 2008.
18. <http://www.sieniawa.com>.
19. Hutorowicz A., Hutorowicz J., *Seasonal development of Vallisneria spiralis L. in a heated lake*, „Ecological Questions” 2008, No. 9.
20. Igliński B., Sytniewski A., Cichosz M., Buczkowski R., *Analiza porównawcza składu wody jeziora Gopło i wody głębinowej z przyszłej odkrywki Tomisławice oraz prognoza skutków jej mieszania*, Toruń 2010.
21. Kaczorowski J., *Rola i miejsce węgla brunatnego w krajowej energetyce XXI wieku*, [w:] *Rola i miejsce węgla brunatnego w krajowej energetyce XXI wieku. Materiały z konferencji zorganizowanej przez Komisję Gospodarki Narodowej we współpracy ze Związkiem Pracodawców Porozumienia Producentów Węgla Brunatnego* (29 maj 2012r.), Senat RP, Warszawa 2012.
22. Kałużna K., Rosicki R., *Wymiary bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej*, Poznań 2010
23. Kasiński J., *Zasoby węgla brunatnego w Polsce*, [w:] <http://www.geoland.pl>) [http://www.geoland.pl/dodatki/energia\\_lix/pig2.html](http://www.geoland.pl/dodatki/energia_lix/pig2.html) [dostęp 20.02.2010 r.].
24. Kasprzyk P., *Kierunki rekultywacji w górnictwie odkrywkowym*, „Problemy Ekologii i Krajobrazu” 2009, Tom 24.

25. Kasztelewicz Z., Kozioł K., *Możliwości wydobywcze branży węgla brunatnego w Polsce po 2025 roku*, „Polityka Energetyczna” 2007, Tom 10 (Zeszyt 2 spec.).
26. Kasztelewicz Z., *Zagospodarowanie terenów poeksploatacyjnych*, [w:] *Rola i miejsce węgla brunatnego w krajowej energetyce XXI wieku. Materiały z konferencji zorganizowanej przez Komisję Gospodarki Narodowej we współpracy ze Związkiem Pracodawców Porozumienia Producentów Węgla Brunatnego* (29 maj 2012r.), Senat RP, Warszawa 2012.
27. Kasztelewicz Z., Zajączkowski M., *Wpływ działalności górnictwa węgla brunatnego na otoczenie*, „Polityka Energetyczna” 2010, Tom 13, Zeszyt 2.
28. Krzaklewski W., Wójcik J., Kubiak B., Dymitrowicz J., *Problemy rekultywacji leśnej zwałowiska zewnętrznego pola Szczerców*, „Górnictwo i Geoinżynieria” 2011, Zeszyt 3.
29. Lapcik V., Lapcikova M., *Ocena wpływu górnictwa odkrywkowego na środowisko*, „Inżynieria Materiałowa” 2011.
30. Mocek A., Owczarzak W., *Odwodnieniowa degradacja gleb w obrębie konińsko-turkowskiego zagłębia węglowego*, „Acta Agrophisica” 2003, nr 1(4).
31. Nietrzeba-Marcinonis J., *Rekultywacja biologiczna gruntów pogórnich w PGE KWB Turów S.A.*, „Górnictwo i Geoinżynieria” 2010.
32. *Ochrona środowiska*, K. Górka, B. Poskrobko, W. Radecki (red.), Warszawa 2001.
33. Otremba K., Gilewska M., Owczarzak W., *Wpływ rolniczego użytkowania na wybrane właściwości gleby rozwijającej się z gruntów pogórnich KWB Konin*, „Rocznik Ochrona Środowiska” 2013, Tom 15.
34. Otremba K., *Rola szaty roślinnej w kształtowaniu podstawowych właściwości fizycznych gleb rozwijających się z gruntów pogórnich*, „Nauka Przyroda Technologie” 2011, Tom 5, Zeszyt 6.
35. Paczuski R., *Ochrona środowiska. Zarys wykładu*, Bydgoszcz 2008.

36. PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A; Państwowy Instytut Geologiczny.
37. *Polityka energetyczna Polski do 2030 r.* (Projekt), Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2007.
38. *Prawo energetyczne. Komentarz*, M. Pawełczyk (red.), Poznań 2012.
39. *Program polskiej energetyki jądrowej*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2014.
40. Relacja z II Ogólnopolskiej Konferencji Obywatelskiej pt. „*Rozwój Tak – Odkrywki Nie*”. *Odnawialna przyszłość polskiej energetyki*, która odbyła się w Sejmie 23 kwietnia 2012 r.
41. Rosicki R., *O pojęciu i istocie bezpieczeństwa*, „Przegląd Politologiczny” 2010, nr 3.
42. Rosicki R., *Pojęcie i definicje bezpieczeństwa energetycznego*, [w:] *Bezpieczeństwo energetyczne Polski w Unii Europejskiej – wizja, czy rzeczywistość?*, T. Z. Leszczyński (red.), Warszawa 2012.
43. Stawecki K., Pyka J.P., Zdanowski B., *The thermal and oxygen relationship and water dynamics of the surface water layer in the Konin heated lakes ecosystem*, „Archives of Polish” 2007, vol. 15.
44. *Strategia: Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko (perspektywa do 2020 r.)* – projekt z 25 listopada 2013r., Ministerstwo Gospodarki, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2013.
45. *Studia nad bezpieczeństwem*, P.D. Willams (red.), Kraków 2012.
46. Tajduś A., Czaja P., Kasztelewicz Z., *Stan obecny i strategia rozwoju branży węgla brunatnego w I połowie XXI wieku w Polsce*, „Górnictwo i Geologia” 2010, Tom 5.
47. Taubman J., *Węgiel i alternatywne źródła energii. Prognozy na przyszłość*, Warszawa 2013.
48. Upreti B.R., *Environmental Security and Sustainable Development*, [w:] *Environmental Security: Approaches and issues*, R. Floyd, R. A. Matthew (red.), London, New York 2013.
49. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne* (Dz.U. 1997 nr 54 poz. 348).
50. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne* (Dz.U. 1997 nr 54 poz. 348).

51. Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz.U. 1995 Nr 16 poz. 78).
52. Wójcik J., Krzaklewski W., *Zalesienia jako metoda rekultywacji terenów bezglebowych w PGR KWB „Turów”*, „Mat. Symp.” 2009.
53. *Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej*, [w:] [http://www.min-pan.krakow.pl/zaklady/zrynek/fakty\\_do\\_wydruku.pdf](http://www.min-pan.krakow.pl/zaklady/zrynek/fakty_do_wydruku.pdf) [dostęp 18.03.2012 r.].
54. Zebranie *Komisji Nadzwyczajnej ds. energetyki i surowców energetycznych* z dnia 9 stycznia 2014 r.
55. Zięba R., *Pozimnowojenny paradygmat bezpieczeństwa międzynarodowego*, [w:] *Bezpieczeństwo międzynarodowe po zimnej wojnie*, R. Zięba (red.), Warszawa 2008.