



POLITYKA ENERGETYCZNA – ENERGY POLICY JOURNAL

2017 ♦ Tom 20 ♦ Zeszyt 3 ♦ 29–40

ISSN 1429-6675

Maciej ZAJĄCZKOWSKI\*, Mateusz SIKORA\*\*, Zbigniew KASZTELEWICZ\*\*\*

## Analiza porównawcza górnictwa i energetyki opartej na węglu brunatnym w Australii i w Polsce

STRESZCZENIE: Australia to kraj bardzo bogaty w zasoby naturalne. Jest znaczącym eksporterem rud żelaza, boksytów, miedzi, złota, niklu oraz cynku. Kraj ten eksportuje także rudy uranu czy też węgiel kamienny i gaz ziemny. We własnym zakresie wykorzystuje również surowiec energetyczny, jakim jest węgiel brunatny. Podobnie jak w Polsce, służy on do produkcji energii elektrycznej zapewniając przy tym bezpieczeństwo energetyczne państwa.

Pomimo znacznej odległości dzielącej te dwa kraje, mają one ze sobą wiele wspólnego. Zarówno Australia, jak i Polska opiera swoją elektroenergetykę w większości na rodzimych zasobach węgla kamiennego i brunatnego. Obydwa kraje osiągnęły także zbliżony poziom udziału OZE w miksie energetycznym. Podobny jest również poziom rocznego wydobycia węgla brunatnego.

W artykule dokonano porównania górnictwa i energetyki opartej na węglu brunatnym w Australii i w Polsce. Analiza dotyczy ostatnich 20 lat, przy czym szczególną uwagę zwrócono na zmiany, jakie zaszły w tej branży po 2010 roku. Wskazano podobieństwa i różnice występujące w obydwu krajach w zakresie warunków geologiczno-górnicych wydobycia węgla brunatnego oraz jednostkowej efektywności i emisji dwutlenku węgla podczas produkcji energii elektrycznej. Opisano także stan i perspektywy rozwoju trzech kompleksów górniczo-energetycznych węgla brunatnego zlokalizowanych w Latrobe Valley w stanie Wiktorii w południowo-wschodniej Australii.

SŁOWA KLUCZOWE: węgiel brunatny, energetyka i górnictwo węgla brunatnego, Polska, Australia, Latrobe Valley

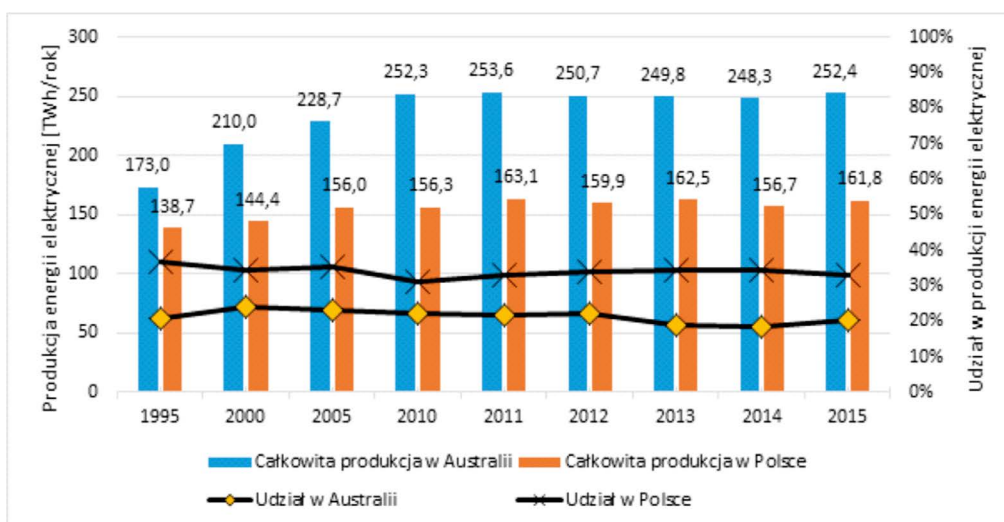
---

\* Dr inż., \*\* Mgr inż., \*\*\* Prof. dr hab. inż. – AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków;  
e-mail: maciejz@agh.edu.pl; sikoram@agh.edu.pl; kasztel@agh.edu.pl

## 1. Produkcja energii elektrycznej w Australii i w Polsce

Produkcja energii elektrycznej w ubiegłym wieku była ściśle skorelowana z rozwojem gospodarczym danego kraju. Dotyczyło to także takich krajów jak Australia i Polska. W przeciągu ostatnich 20 lat zapotrzebowanie na energię elektryczną w tych państwach wzrosło. W Australii wzrost ten był na poziomie około 45, a w Polsce około 17%. Jego dynamika w obydwu krajach była największa w latach 1995–2010. Tak duży wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną w Australii w tym okresie związany był z boomem gospodarczym i realizacją dużych inwestycji w branży górniczej dotyczących głównie złóż węgla kamiennego i rud żelaza. Po roku 2010 produkcja energii elektrycznej osiągnęła stabilny poziom. W 2015 r. w Australii wyprodukowano 252,4, a w Polsce 161,8 TWh.

Produkcję energii elektrycznej w Australii i w Polsce pokazano na rysunku 1.

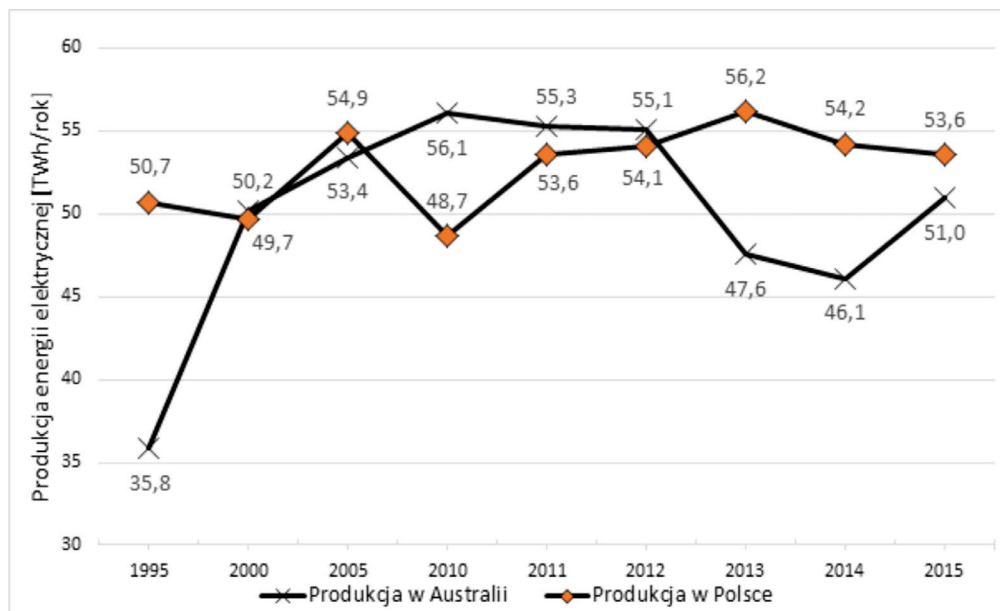


Rys. 1. Produkcja energii elektrycznej oraz udział procentowy węgla brunatnego w jej produkcji w Australii i Polsce w latach 1995–2015

Na podstawie: Grudziński 2010; Kaliski i in. 2012; Tajduś i in. 2014; PSE, Australian... 2016; Positioning... 2016

Fig. 1. Total electricity production and share of brown coal-based electricity in Australia and Poland in period 1995–2015

W przeciągu ostatnich 20 lat, udział węgla brunatnego w produkcji energii elektrycznej był stabilny i wahał się od 21 do 23% w Australii oraz od 31 do 35% w Polsce. W 2015 r. w Australii z węgla brunatnego wyprodukowano 53,6 TWh, natomiast w Polsce w tym samym okresie było to 51,0 TWh. Wielkość produkcji energii elektrycznej z węgla brunatnego w Australii i w Polsce w latach 1995–2015 pokazano na rysunku 2.



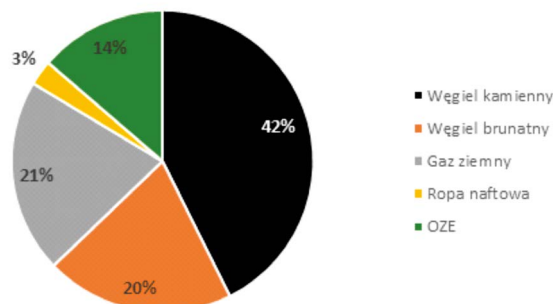
Rys. 2. Produkcja energii elektrycznej z węgla brunatnego w Australii i Polsce w latach 1995–2015  
 Na podstawie: Grudziński 2010; Kaliski i in. 2012; Tajduś i in. 2014; PSE, Australian... 2016; Positioning... 2016

Fig. 2. Brown coal-based electricity production in Australia and Poland in period 1995–2015

Australijski system elektroenergetyczny, podobnie jak polski, oparty jest w większości na węglu kamiennym i brunatnym. Udział tych dwóch surowców energetycznych w produkcji energii elektrycznej w Australii w 2015 r. wyniósł 62%. Następny był gaz ziemny – 21% oraz OZE – 14% (Australian... 2016). Warto zauważyć, że odnawialne źródła energii zaczynają odgrywać coraz to ważniejszą rolę w miksie energetycznym tego kraju. Początkowo była to głównie energetyka wodna, ale w ostatnich latach dołączyła do niej również energetyka wiatrowa oraz fotowoltaiczna.

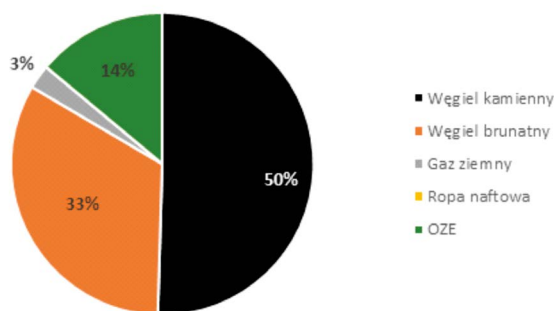
Udział poszczególnych nośników w produkcji energii elektrycznej w Australii w 2015 r. pokazano na rysunku 3, a w Polsce na rysunku 4.

W 2015 r. w Polsce udział węgla kamiennego i brunatnego w produkcji energii elektrycznej wyniósł 83%. Poza węglem, miks energetyczny uzupełniły OZE, których udział osiągnął 14% (PSE 2016).



Rys. 3. Udział poszczególnych nośników w produkcji energii elektrycznej w Australii w 2015 r. (Australian... 2016)

Fig. 3. The share of particular resources in total electricity production in Australia in 2015



Rys. 4. Udział poszczególnych nośników w produkcji energii elektrycznej w Polsce w 2015 r. (PSE 2016)

Fig. 4. The share of particular resources in total electricity production in Poland in 2015

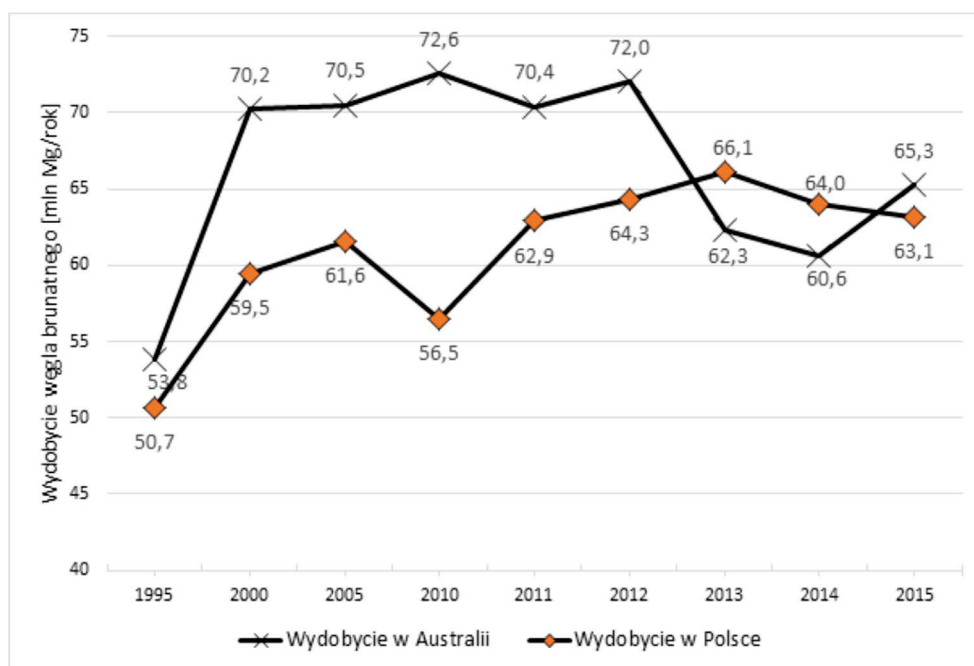
## 2. Wydobycie i jakość węgla brunatnego w Australii i w Polsce

Węgiel brunatny w Australii i w Polsce służy do produkcji energii elektrycznej w pobliskich elektrowniach. Z uwagi na swoje parametry fizyczne oraz skalę prowadzonego wydobycia, nie jest on produktem eksportowym. W przeszłości był jeszcze stosowany do produkcji brykietu, jednak obecnie nie jest on już w ten sposób wykorzystywany.

W Australii, w 1995 roku, wydobyto 53,8 mln Mg węgla brunatnego, niewiele więcej niż w Polsce, gdzie wydobycie w tym samym roku wyniosło 50,7 mln Mg. W kolejnych latach poziom ten systematycznie rósł. Największy wynik osiągnięto w 2010 r., kiedy to wydobyto 72,6 mln Mg. W 2013 i 2014 r. zmniejszenie wydobycia miało związek z zamknięciem kopalni

i elektrowni Anglesea w stanie Wiktorja oraz katastrofą w kopalni Hazelwood, gdzie nastąpiło zapalenie się pokładów węgla brunatnego w wyrobisku. Z kolei w Polsce, w latach 2013–2014, poziom wydobywania węgla przewyższył wydobycie w Australii. Na 2013 r. przypadł szczyt wydobycia węgla, który osiągnął poziom 66,1 mln Mg. Było to związane ze zwiększonym zapotrzebowaniem na węgiel brunatny w elektrowni Bełchatów.

Wydobycie węgla brunatnego w Australii i w Polsce w latach 1995–2015 pokazano na rysunku 5.



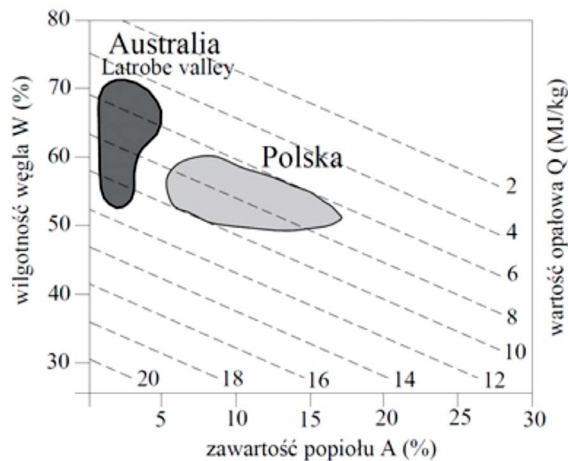
Rys. 5. Wydobycie węgla brunatnego w Australii i w Polsce w latach 1995–2015  
 Na podstawie: Tajduś i in. 2014; PSE 2016; Australian... 2016

Fig. 5. Brown coal extraction in Australia and Poland in period 1995–2015

W marcu 2017 r. zakończono wydobywanie w kopalni Hazelwood, która rocznie wydobywała średnio 15 mln Mg węgla. A więc od 2017 r. średnioroczny poziom wydobywania węgla brunatnego w Australii nie powinien przekroczyć już 50 mln Mg.

Jakość wydobywanego w Australii węgla brunatnego jest porównywalna z polskimi węglami jedynie w zakresie wartości opałowej, która waha się w przedziale od 6000 do 10 500 MJ/kg. Różnice występują w wilgotności węgla, która w Australii wynosi od 60 do 68%, a w Polsce od 50 do 55%. Australijski węgiel brunatny cechuje się za to niższą zawartością popiołu, która wynosi od 1,5 do 3,3% (Stewart 2017). Dodatkowym jego atutem jest również niska zawartość siarki, nie przekraczająca 0,3%. W Polsce zawartość popiołu w węglu jest wyższa i osiąga poziom od 8 do 18%. Większa jest również zawartość siarki, która średnio wynosi 0,7% (Widera i in. 2016).

Podstawowe parametry jakościowe wydobywanego węgla brunatnego w Australii i w Polsce przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Podstawowe parametry jakościowe wydobywanego węgla brunatnego w Australii i w Polsce  
 Na podstawie: Widera i in. 2016; Stewart 2017

Fig. 6. Basic quality parameters of extracted brown coal in Australia and Poland

### 3. Charakterystyka zagłębia górniczo-energetycznego węgla brunatnego w Latrobe Valley

W Australii węgiel brunatny wydobywany jest w stanie Wiktoria, w południowo-wschodniej części kraju. Zalegają tam bardzo bogate pokłady węgla brunatnego, których udokumentowane zasoby określono na 33 mld Mg (Brown coal...). Obecnie istnieje jedno zagłębie górniczo-energetyczne w tym stanie, zwane Latrobe Valley. Na jego obszarze pracują trzy kopalnie odkrywkowe: Yallourn, Hazelwood oraz Loy Yang, które zaopatrują w węgiel pobliskie elektrownie o tych samych nazwach.

#### 3.1. Kompleks górniczo-energetyczny Loy Yang

Kompleks górniczo-energetyczny Loy Yang zlokalizowany jest 7 km na południowo-wschód od miasta Traralgon w stanie Wiktoria. W skład kompleksu wchodzi dwie elektrownie: Loy Yang A o mocy 2210 MW oraz Loy Yang B o mocy 1026 MW, które zaopatrywa-

ne są w węgiel brunatny przez kopalnię odkrywkową Loy Yang. Kopalnia oraz elektrownia Loy Yang A należą do spółki AGL Energy Limited, natomiast elektrownia Loy Yang B należy do koncernów Engie (dawniej GDF Suez) oraz Mitsui & Co. Ltd. Węgiel brunatny z kopalni Loy Yang dostarczany jest do elektrowni Loy Yang A w ilości średnio 20 mln Mg/rok oraz do Loy Yang B w ilości średnio 10 mln Mg/rok.

Elektrownia Loy Yang B jest najmłodszą, a zarazem najnowocześniejszą elektrownią opalaną węglem brunatnym w Australii. Elektrownia ta posiada 2 bloki po 513 MW. Pierwszy blok został oddany w 1993 r., a drugi trzy lata później w 1996 r. Elektrownia produkuje rocznie około 8 TWh energii elektrycznej przy sprawności netto na poziomie 31% (Hogan 2016).

W kopalni Loy Yang rozpoczęto zdejmowanie nadkładu w 1982 r., natomiast wydobycie węgla brunatnego w 1984 r. (Vines 2008). Do końca 2016 r. wydobyto ponad 800 mln Mg węgla oraz około 160 mln m<sup>3</sup> nadkładu, co daje przemysłowy wskaźnik N:W na poziomie 0,2:1 m<sup>3</sup>/Mg (Stewart 2017). Średnia miąższość pokładu węgla wynosi 130 m przy zaledwie dwudziestometrowej warstwie nadkładu. Od 1998 r. roczne wydobycie ustabilizowało się na poziomie 30 mln Mg. Podstawowy układ wydobywczy stanowią cztery koparki wielonaczyniowe kołowe oraz dwie zwałowarki.

Zakończenie pracy całego kompleksu górniczo-energetycznego Loy Yang planuje się w 2048 r. (Nethercote 2010).

### 3.2. Kompleks górniczo-energetyczny Yallourn

Kompleks górniczo-energetyczny Yallourn zlokalizowany jest 5 km na północ od miasta Morwell w stanie Wiktoria. W skład kompleksu wchodzi elektrownia Yallourn o mocy 1585 MW, która zaopatrywana jest w węgiel brunatny przez kopalnię odkrywkową Yallourn. Kopalnia oraz elektrownia należą do Energie Australia. Średnioroczne wydobycie węgla brunatnego wynosi 18 mln Mg.

Elektrownia Yallourn składa się z czterech bloków energetycznych o łącznej mocy zainstalowanej 1480 MW (blok 1 i 2 o mocy 360 MW, blok 3 i 4 o mocy 380 MW). Pierwszy z nich został oddany w 1974 r., a ostatni w 1982 r. Sprawność netto elektrowni jest niska i wynosi 23,5%. Elektrownia produkuje średniorocznie około 10,0 TWh energii elektrycznej.

W kopalni Yallourn rozpoczęto zdejmowanie nadkładu już w 1924 r., natomiast wydobycie węgla brunatnego w 1926 r. (Vines 2008). Do końca 2016 r. wydobyto ponad 1075 mln Mg węgla oraz około 306 mln m<sup>3</sup> nadkładu, co daje przemysłowy wskaźnik N:W na poziomie 0,28:1 m<sup>3</sup>/Mg (Stewart 2017). Średnia miąższość pokładu węgla wynosi 60 m przy zaledwie siedemnaśmetrowej warstwie nadkładu. Początkowo podstawowy układ wydobywczy stanowiły cztery koparki wielonaczyniowe kołowe oraz jedna zwałowarka. Od 2011 r., do wydobywania nadkładu pozostawiono dwie koparki wielonaczyniowe, natomiast wydobycie węgla prowadzone jest za pomocą czterech spycharek gąsienicowych o specjalnej konstrukcji lemiesza o pojemności

94 m<sup>3</sup>. Spycharki te zgarniają węgiel wzdłuż skarpy do kruszarki, z której urobek podawany jest bezpośrednio na przesuwne przenośniki taśmowe.

Zakończenie pracy całego kompleksu górniczo-energetycznego Yallourn planuje się w 2032 r.

### 3.3. Kompleks górniczo-energetyczny Hazelwood

Kompleks górniczo-energetyczny Hazelwood zlokalizowany jest 1 km na południe od miasta Morwell w stanie Wiktoria. W skład kompleksu wchodzi elektrownia Hazelwood o mocy  $8 \times 200$  MW, która zaopatrywana jest w węgiel brunatny przez kopalnię odkrywkową Hazelwood. Kopalnia oraz elektrownia należą w 72% do Engie (dawniej GDF Suez) oraz w 28% do Mitsui & Co. Ltd. Średnioroczne wydobycie węgla brunatnego wynosi 15 mln Mg (Hazelwood...).

Elektrownia Hazelwood jest najstarszą elektrownią opalaną węglem brunatnym w Australii. Posiada 8 bloków, każdy po 220 MW. Budowę pierwszego bloku rozpoczęto w 1964 r., a ósmego w 1971 r. Sprawność netto elektrowni wynosi zaledwie 22%, co powoduje, że jest jednym z największych emitentów CO<sub>2</sub> wśród elektrowni opalanych węglem brunatnym na świecie. Elektrownia produkuje średniorocznie około 12,0 TWh energii elektrycznej.

W kopalni Hazelwood rozpoczęto zdejmowanie nadkładu w 1955 r., natomiast wydobycie węgla brunatnego w 1964 r. (Vines 2008). Do końca 2016 r. wydobyto ponad 752 mln Mg węgla oraz około 181 mln m<sup>3</sup> nadkładu, co daje przemysłowy wskaźnik N:W na poziomie 0,24:1 m<sup>3</sup>/Mg. Średnia miąższość pokładu węgla wynosi 90 m przy zaledwie siedemnastometrowej warstwie nadkładu. Podstawowy układ wydobywczy stanowi pięć koparek wielonaczyniowych kołowych (w tym dwie typu kompakt) oraz jedna zwałowarka.

Pomimo ważnej koncesji na wydobywanie węgla brunatnego do 2033 r., większościowy akcjonariusz kompleksu Hazelwood, kontrolowany przez rząd francuski, grupa Engie, postanowiła o rezygnacji z modernizacji elektrowni oraz o zamknięciu kopalni i elektrowni do końca marca 2017 r. (Jotzo i in. 2016).

## 4. Stan obecny i przyszłość branży górnictwa odkrywkowego w Australii

Węgiel brunatny w Australii zalega w bardzo korzystnych warunkach geologiczno-górnictwowych. Średni przemysłowy wskaźnik N:W nie przekracza 0,25:1 m<sup>3</sup>/Mg. Dla porównania w polskich kopalniach odkrywkowych za rok 2015 wyniósł on od 2,8:1 do 7,7:1 m<sup>3</sup>/Mg (Kasztelewicz i in. 2016). Urabiane utwory są łatwo urabialne przez koparki wielonaczynio-



we i nie sprawiają większych trudności podczas eksploatacji. Korzystne są również warunki hydrogeologiczne. Odwadnianie wyrobisk ogranicza się w zasadzie do odwodnienia powierzchniowego za pomocą rowów i rzepi spągowych. Kopalnie posiadają ważne koncesje wydobywcze, gwarantujące nieprzerwane dostarczanie węgla brunatnego do elektrowni przez najbliższe 15–20 lat.

Jednak, aby było to możliwe, konieczna będzie modernizacja bloków energetycznych opalanych tym paliwem. Obecnie istniejące elektrownie charakteryzują się niską sprawnością i wysokim zużyciem technicznym. W połączeniu z dużą wilgotnością węgla brunatnego charakteryzują się niską efektywnością produkcji energii elektrycznej oraz wysokim wskaźnikiem emisji CO<sub>2</sub>. W Polsce średnia efektywność wynosi 0,85 MWh/Mg. Żadna z australijskich elektrowni nie osiąga tego poziomu, a Hazelwood i Yallourn nie osiągają nawet efektywności najmniej efektywnej z polskich elektrowni, tj. elektrowni Adamów, która wynosi 0,68 MWh/Mg. Powoduje to również wysoką jednostkową emisję CO<sub>2</sub>, która dla najlepszej elektrowni Loy Yang B wynosi 1,17 Mg CO<sub>2</sub>/MWh, co jest zbliżone do emisji elektrowni w ZE PAK S.A., która w 2015 r. wyniosła 1,18 Mg CO<sub>2</sub>/MWh. Natomiast najstarsza elektrownia Hazelwood charakteryzowała się najwyższą jednostkową emisją CO<sub>2</sub> wśród wszystkich tego typu elektrowni na świecie i wyniosła aż 1,52 Mg CO<sub>2</sub>/MWh.

Podstawowe parametry elektrowni opalanych węglem brunatnym w Australii zamieszczono w tabeli 1.

TABELA 1. Podstawowe parametry elektrowni opalanych węglem brunatnym w Australii

TABLE 1. Basic technical parameters of brown coal-fired power station in Australia

Wyszczególnienie	Hazelwood	Loy Yang A	Loy Yang B	Yallourn
Właściciel	Engie&Mitsui	AGL	Engie&Mitsui	Energy Australia
Rok budowy	1964–1971	1984–1988	1993–1996	1974–1982
Moc zainstalowana	8 × 220 MW	1 × 530 MW 3 × 560 MW	2 × 513 MW	2 × 360 MW 2 × 380 MW
Sprawność netto	22%	27%	31%	23,5%
Efektywność produkcji energii elektrycznej w 2015 r.	0,59 MWh/Mg	0,75 MWh/Mg	0,80 MWh/Mg	0,64 MWh/Mg
Jednostkowa emisja CO <sub>2</sub> w 2015 r.	1,52 Mg CO <sub>2</sub> /MWh	1,21 Mg CO <sub>2</sub> /MWh	1,17 Mg CO <sub>2</sub> /MWh	1,36 Mg CO <sub>2</sub> /MWh

Na podstawie: Hogan 2016; Jotze i Mazouz 2016; Positioning... 2016.

## Podsumowanie

Stan elektroenergetyki opartej na węglu brunatnym w Australii jest gorszy od tego w Polsce. Niska sprawność i zużycie techniczne elektrowni opalanych węglem brunatnym w Australii powoduje, że przyszłość górnictwa i elektroenergetyki opartych na tym paliwie nie jest pewna. Jest to o tyle zaskakujące, że kraj ten posiada bardzo duże zasoby tego surowca zalegające w korzystnych warunkach geologiczno-górnicznych, a kopalnie posiadają ważne koncesje wydobywcze poza rok 2030.

Jak pokazuje przykład likwidacji kompleksu górniczo-energetycznego Hazelwood, dalsze funkcjonowanie branży węgla brunatnego w Australii będzie wymagało szybkiej modernizacji istniejących lub budowy nowych bloków energetycznych na parametry nadkrytyczne. Obecny, zły stan energetyki opartej na węglu brunatnym w Australii jest wynikiem złej polityki energetycznej tego kraju i samego stanu Wiktoria. Wszystkie kompleksy górniczo-energetyczne zostały sprywatyzowane w latach dziewięćdziesiątych XX wieku. Od tego czasu przedsiębiorstwa energetyczne nie dokonały żadnych znaczących inwestycji w budowę nowoczesnych elektrowni na miarę XXI wieku. Przykładem dla Australii może być więc Polska, gdzie odpowiednio wcześniej dostrzeżono ten problem i zbudowano nowoczesne bloki: 464 MW w elektrowni Pątnów II, 858 MW w elektrowni Belchatów, a obecnie budowany jest nowy blok 450 MW w elektrowni Turów.

## Literatura

- Australian Energy Update. 2016 – Department of Industry, Innovation and Science. [Online] Dostępne w: <https://industry.gov.au/Office-of-the-Chief-Economist/Publications/Pages/Australian-energy-statistics.aspx#> [Dostęp: 1.06.2017].
- Brown Coal – Lignite. Mineral Council of Australia. Victorian Division. [Online] Dostępne w: [http://www.minerals.org.au/file\\_upload/files/resources/victoria/minerals\\_fact\\_sheets/Minerals\\_-\\_Fact\\_Sheets\\_-\\_Brown\\_Coal\\_-\\_Lignite.pdf](http://www.minerals.org.au/file_upload/files/resources/victoria/minerals_fact_sheets/Minerals_-_Fact_Sheets_-_Brown_Coal_-_Lignite.pdf) [Dostęp: 1.06.2017].
- Grudziński, Z. 2010. Konkurencyjność wytwarzania energii elektrycznej z węgla brunatnego i kamiennego. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 13, z. 2.
- Hazelwood. The life of Hazelwood and its people 1964–2017. [Online] Dostępne w: <http://www.gdfsuezau.com/media/flipbook/index.html> [Dostęp: 1.06.2017].
- HOGAN, B. 2016. Ensuring a future for Australian coal fired power station. Institute of Public Affairs.
- Jotzo, F. i MAZOUZ, S. 2016. Brown coal exit: A market mechanism for regulated closure of highly emissions intensive power stations. [Online] Dostępne w: [http://www.climate-energy-college.org/files/site1/seminar\\_documents/PresentationSlides\\_Jotzo-Mazouz%20brown%20coal%20exit%20Mar2016.pdf?\\_ga=2.39480800.296966792.1501421386-153711506.1501421386](http://www.climate-energy-college.org/files/site1/seminar_documents/PresentationSlides_Jotzo-Mazouz%20brown%20coal%20exit%20Mar2016.pdf?_ga=2.39480800.296966792.1501421386-153711506.1501421386) [Dostęp: 1.06.2017].
- KALISKI i in. 2012 – KALISKI, M., SZURLEJ, A. i GRUDZIŃSKI, Z. 2012. Węgiel i gaz ziemny w produkcji energii elektrycznej Polski i UE. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 15, z. 4.
- KASZTELEWICZ i in. 2016 – KASZTELEWICZ, Z., PTAK, M. i SIKORA, M. 2016. Kroki milowe polskiej doktryny energetycznej dla rozwoju branży węgla brunatnego w XXI wieku w Polsce. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 19, z. 4.

- MACIEJEWSKI, Z. 2011. Stan krajowego systemu elektroenergetycznego. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 11, z. 2.
- NETHERCOTE, I. 2010. Australia – Perspective. Innovation & technologies for a sustainable future. *International Symposium Melbourne*.
- Positioning brown coal for a low-emissions future 2009–2015. 2016 – Brown Coal Innovation in Australia. [Online] Dostępne w: <http://www.bcinnovation.com.au/Assets/1072/1/BCIALegacyReportWEB-rev.pdf> [Dostęp: 1.06.2017].
- PSE Polskie Siecie Elektroenergetyczne. [Online] Dostępne w: <http://www.pse.pl> [Dostęp: 1.06.2017].
- STEWART, M. 2017. *The future of Australian Electricity Generation*. Engineers Australia.
- TAJDUŚ i in. 2014 – TAJDUŚ, A., KACZOROWSKI, J., KASZTELEWICZ, Z., CZAJA, P., CAŁA, M., BRYJA, Z. i ŻUKA, S. 2014. *Węgiel brunatny – oferta dla polskiej energetyki. Możliwości rozwoju działalności górnictwa węgla brunatnego w Polsce do 2050 r.* Komitet Górnictwa PAN. Kraków: Art-tekst.
- VINES, J. 2008. *Coal Mining Heritage Study in Victoria*. Department of Planning and Community Development.
- WIDERA i in. 2016 – WIDERA, M., KASZTELEWICZ, Z. i PTAK, M. 2016. Lignite mining and electricity generation in Poland: the current state and future prospects. *Energy Policy* vol. 92.

Maciej ZAJĄCZKOWSKI, Mateusz SIKORA, Zbigniew KASZTELEWICZ

## Comparative analysis of brown coal-based mining and the power industry in Australia and Poland

### Abstract

Australia is very rich country regarding natural resources. It is significant exporter of iron ore, bauxite ore, copper ore, gold ore, nickel ore and zinc ore. This country is also a big exporter of uranium ore as well as hard coal and natural gas. It has utilized its own energy raw resources which is brown coal. Brown coal is used especially to produce electricity which ensures the national energy security just as in Poland.

Despite the long distance between this two countries they have a lot in common. Both Australia and Poland based on their electrical power engineering on their domestic hard coal and brown coal resources. Both countries have reached a similar participation level of renewable energy sources in the national energy mix. The annual output of brown coal is also comparable.

The paper presents brown coal-based mining and the power industry comparison in Australia and Poland. Analysis have regarded the last 20 years, but a special emphasis focused on the industry changes which have taken place in the last 10 years. It has the shown similarities and differences in both countries in terms of brown coal geological and mining conditions, the unit efficiency factor and carbon dioxide emissions factor during the electricity production process. Current state and development prospects of three brown coal mining-energy complexes which are located in Latrobe Valley in Victoria State in South-East Australia has also been described.

KEYWORDS: brown coal, power industry and brown coal mining, Australia, Poland, Latrobe Valley

