

# Prognoza granicznych cen biomasy stałej stanowiącej substytutu węgla kamiennego – lata 2025-2028

Data wpłynięcia do Redakcji: 04/2024  
Data akceptacji przez Redakcję do publikacji: 05/2024

2024, volume 13, issue 2, pp. 68-78

**Michał Kozioł**  
Politechnika Śląska, Poland



**Streszczenie:** Rynek paliw podlega często znacznym fluktuacjom. Dodatkowo w Unii Europejskiej gwałtownie jest wprowadzana polityka ekologiczna. Powoduje to kolejne duże zmiany na rynku energetycznym. Równocześnie polityka Unii Europejskiej wymusza dokonywanie inwestycji służących transformacji energetycznej przedsiębiorstw. Jedną z możliwości transformacji energetycznej jest substytucja węgla kamiennego przez biomasę. Substytucja taka powinna podlegać ocenie opłacalności ekonomicznej. W warunkach wysokiej niepewności, analiza opłacalności projektów inwestycyjnych jest bardzo trudna. Jednym z elementów pomocnych w przeprowadzeniu takiej analizy są maksymalne racjonalne ceny energii zawartej w biomase. W artykule przedstawiono najważniejsze czynniki kształtujące, obecnie i w horyzoncie najbliższych lat, ceny biomasy. Jak wykazano, ze względu na dużą ilość czynników, nie jest możliwym stworzenie wiarygodnego modelu uwzględniającego ich wpływ na ceny biomasy. W artykule zaproponowano uproszczony algorytm, oparty o światowe ceny węgla kamiennego i cenę europejskich uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>. Zaproponowany algorytm pozwala wyznaczyć maksymalną racjonalną cenę jednostki energii zawartej w biomase. W artykule zamieszczono założenia przeprowadzonych obliczeń oraz wyniki dla lat 2025-2028.

**Słowa kluczowe:** węgiel kamienny, biomasa, substytucja paliw, koszt energii

## WSTĘP

Zaostrzająca się w ostatnich latach polityka klimatyczna Unii Europejskiej stanowi rosnące wyzwanie dla jej społeczeństw i gospodarki. Polityka ta, wyjątkowo silnie oddziałuje na przemysł, a w nim szczególnie na sektory: energetyczny, cementowy, chemiczny i hutniczy. Z jednej strony, wynika to z faktu, że sektory te zużywają obecnie duże ilości paliw kopalnych i w związku z tym odpowiadają za znaczące emisje CO<sub>2</sub>. Z drugiej strony, firmy z tych sektorów mają często ograniczone możliwości szybkiej transformacji w kierunku technologii bezemisyjnych. Dla części przedsiębiorstw z tych sektorów, przynajmniej doraźnym rozwiązaniem ich problemów związanych z ograniczeniami w zakresie wykorzystania paliw kopalnych i kosztami emisji, wydaje się wykorzystanie biomasy.

Jednak równocześnie, również w zakresie możliwych do pozyskania zasobów biomasy, które mogą zostać wykorzystane do celów energetycznych, pojawia się szereg ograniczeń. Ograniczenia te wynikają także z wprowadzanych przepisów

prawa jak i sytuacji rynkowej (która zarazem częściowo jest właśnie efektem wprowadzanych przepisów). Kwestię tę szerzej omówiono w jednym z kolejnych rozdziałów.

Podjęcie decyzji o wykorzystaniu biomasy, wiąże się najczęściej z koniecznością realizacji szeregu inwestycji, niejednokrotnie charakteryzujących się potrzebą poniesienia znacznych nakładów. Dla przeprowadzenia oceny efektywności ekonomicznej planowanych inwestycji tego typu, konieczna jest między innymi znajomość rynkowej ceny biomasy możliwej do pozyskania. Cena ta powinna zostać oszacowana dla całego, planowanego okresu eksploatacji inwestycji.

Ze względu na dużą liczbę czynników mających wpływ na ceny paliw na rynkach oraz często ich trudno przewidywalne zachowanie, a także ze względu na powiązania pomiędzy cenami poszczególnych paliw, prognoza cen biomasy jest zadaniem trudnym i obciążonym najczęściej dużą niepewnością.

Wśród podstawowych czynników mających wpływ na ceny poszczególnych paliw na rynkach światowych i krajowych, można wymienić typowe czynniki kształtujące ceny rynkowe wszelkich produktów: popyt i podaż.

Każdy z wymienionych czynników, jest funkcją całej gamy innych. Podaż surowców na rynkach zależy np.: od dostępności złóż; polityczno-gospodarczych decyzji odnośnie wielkości wydobycia danego surowca; kwestii technologicznych wpływających na możliwości zwiększania i ograniczania wydobycia danego surowca oraz na czas potrzebny do realizacji tych procesów; swobody transportu surowca; dostępności środków transportu.

Popyt na dany surowiec energetyczny zależy z kolei m.in. od: możliwości substytucji jednych paliw przez inne, tempa wzrostu gospodarczego w głównych gospodarkach świata oraz warunków meteorologicznych. Możliwości substytucji zależą zaś od np.: dostępności infrastruktury umożliwiającej wykorzystanie danego paliwa zastępczego; przepisów prawa regulujących wykorzystanie poszczególnych paliw; dostępności poszczególnych paliw.

W wyniku oddziaływania wymienionych powyżej czynników, zmiany cen paliw miały w okresie ostatnich dziesięcioleci, niejednokrotnie charakter gwałtowny. Przykładem tego, mogą być bezprecedensowe w dziejach gospodarczych świata, zmiany cen paliw jakie zaszły w skali globalnej, w latach 2020-2023. Zmiany te były spowodowane najpierw ograniczeniami w funkcjonowaniu gospodarek, spowodowanymi podejmowanymi przez poszczególne państwa działaniami mającymi ograniczyć rozprzestrzenianie się wirusa covid-19. Następnie, w warunkach już występujących zawirowań gospodarczych, dalsze gwałtowne zmiany cen paliw zostały spowodowane najazdem Rosji na Ukrainę w 2022 r.

Chociaż w ostatnich miesiącach doszło do ograniczenia zmienności cen paliw na skutek zrównoważenia się popytu i podaży na rynkach światowych, wciąż istnieją zagrożenia mogące być przyczyną kolejnych zakłóceń. Kwestie te szerzej omówiono w następujących rozdziałach.

## TENDENCJE GLOBALNE MAJĄCE WPŁYW NA CENY WĘGLA I BIOMASY

Do najważniejszych pozycji literaturowych, podejmujących cyklicznie próby prognozowania zmian zachodzących w światowej gospodarce energetycznej, należy zaliczyć dwie coroczne publikacje: Międzynarodowej Agencji Energii: „World Energy Outlook 2023” [8] oraz koncernu British Petroleum: „bp Energy Outlook 2023” [6]. W obu dokumentach zwrócono uwagę na znaczący wpływ wojny na Ukrainie, na rynki energetyczne. Szczególnie w drugim z przywołanych dokumentów, zawarto pogląd na długoterminowy wpływ tej wojny, w szczególności na wzrost znaczenia na świecie kwestii bezpieczeństwa energetycznego. Kwestia ta jest istotna również z punktu widzenia wykorzystania biomasy.

We wnioskach z „World Energy Outlook 2023” [8] podkreśla się, że chociaż niektóre z napięć na rynkach energii osłabły, wciąż są one niestabilne. Należy podkreślić, że wydania obu analizowanych dokumentów miały miejsce przed eskalacją konfliktu w Izraelu (w Strefie Gazy) oraz pomiędzy Izraelem a Iranem. Oba te konflikty (będące w znaczącym stopniu ze sobą powiązanymi), mogą istotnie oddziaływać bezpośrednio na światowe ceny ropy i gazu, a poprzez to, na ceny pozostałych surowców energetycznych. Długa historia tych konfliktów, pozwala również sądzić, że będą one istotnym czynnikiem ryzyka dla rynków paliwowych jeszcze przez szereg lat.

Kolejnym zagrożeniem prezentowanym w [8] są wciąż wysokie koszty finansowania zewnętrznego, występujące w szeregu państw. W UE, czynnik ten, obok:

- rosnących kosztów realizacji inwestycji w alternatywne w stosunku do węgla i biomasy źródła energii,
- coraz trudniejszej sytuacji finansów publicznych w szeregu państw UE (ograniczenie dotacji do OZE), skłania do wydłużenia eksploatacji istniejących źródeł energii.

W dokumencie [8] zwrócono również uwagę na następujące zjawiska mające wpływ na wykorzystanie węgla w horyzoncie 2030 roku:

- znaczący wzrost w najbliższych latach zdolności eksportu skroplonego gazu przez jego producentów (np. USA, Katar);
- spowolnienie wzrostu popytu na energię w Chinach;
- dynamiczny wzrost zapotrzebowania na energię w Indiach;
- wzrost mocy produkcyjnych paneli fotowoltaicznych w Chinach;
- malejące (w stosunku do dochodów) nakłady firm działających w sektorze paliw kopalnych na utrzymanie i rozwój zdolności produkcyjnych;
- rosnące w kolejnych latach, globalne inwestycje w odnawialne źródła energii.

W „bp Energy Outlook 2023” [6] zwrócono uwagę na proces który ma nastąpić w kolejnych dziesięcioleciach w zakresie wykorzystania biomasy stałej, w krajach biedniejszych. Będzie on polegał na przejściu od wykorzystania biomasy w

indywidualnych instalacjach, w kierunku jej wykorzystania w zakładach energetycznych.

### **CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA KRAJOWE CENY BIOMASY**

Do czynników wpływających na cenę biomasy w Polsce, które już występują lub z dużą dozą prawdopodobieństwa wystąpią w okresie najbliższych lat, a powodujących wzrost cen biomasy stałej, należy zaliczyć m.in.:

- wprowadzony na terenie UE dyrektywą RED II [13] obowiązek certyfikacji biomasy wykorzystywanej w instalacjach o mocy powyżej 20 MW, w zakresie spełniania przez nią Kryteriów Zrównoważonego Rozwoju;
- wprowadzenie przez dyrektywę RED III [14]:
  - kaskadowego wykorzystania biomasy drzewnej ze względu na zachowanie zeroemisyjności,
  - zasady stopniowego zwiększania wykorzystania odnawialnych źródeł energii w ciepłownictwie i chłodnictwie,
  - obowiązkowych celów w zakresie udziału odnawialnych źródeł energii w konsumowanej energii brutto do 2030 r. dla poszczególnych państw;
- wykluczenie przez dyrektywę RED III [14] niektórych rodzajów biomasy z objęcia zasadą zeroemisyjności (pozostałości pożrębowe, pochodzących z terenów leśnych zmieniających przeznaczenie);
- rosnące naciski ekologów i podążającą za tym legislaturą, na dalsze ograniczanie spalania wszelkiej biomasy drzewnej;
- zapotrzebowanie odbiorców krajowych i zagranicznych, na drewno do celów innych aniżeli energetycznych, przekraczające krajową podaż;
- duże zapotrzebowanie na biomasę wykorzystywaną w procesach spalania, w krajach sąsiadujących z Polską a należących do UE;
- ograniczenia importu biomasy z Rosji i Białorusi (sankcje);
- ograniczenia w imporcie biomasy do celów energetycznych z Ukrainy (w wyniku: obniżenia wielkości upraw, problemów logistycznych, zmiany charakteru upraw);
- rosnąca konkurencja na rynkach międzynarodowych innych odbiorców biomasy importowanej do Polski;
- ograniczenie rolnictwa w krajach UE (np. ograniczenie nawożenia, wyłączenie coraz większych obszarów z działalności gospodarczej);
- rosnące zapotrzebowanie na biomasę ze strony krajowego sektora energetycznego;
- rosnące zapotrzebowanie na biomasę ze strony producentów paliw ciekłych;
- zapotrzebowanie na biomasę ze strony przemysłów trudno dekarbonizowalnych;
- wzrost kosztów emisji CO<sub>2</sub> – spowodowany czynnikami rynkowymi lub dalszymi zmianami legislacyjnymi.

Do czynników wpływających na ceny biomasy w Polsce, które już występują lub z dużą dozą prawdopodobieństwa wystąpią w okresie najbliższych lat, a powodujących obniżenie lub ograniczenie wzrostu cen biomasy stałej, należy zaliczyć:

- wprowadzona dyrektywą RED III [14] rezygnacja (z wyjątkami) ze subsydiowania spalania biomasy w elektrowniach;
- postępujący proces deindustrializacji w UE;
- zwiększenie wykorzystania w gospodarce, odnawialnych źródeł energii, innych niż wykorzystujących biomasę;
- dalsze ograniczenie wykorzystania biomasy przez odbiorców indywidualnych w UE (w Polsce 47% biomasy drzewnej zużywanej do produkcji energii, wykorzystywane jest przez gospodarstwa domowe i rolne [12]);
- zakończenie wojny na Ukrainie;
- depopulacja Ukrainy.

### **UPROSZCZONA ANALIZA CENY GRANICZNEJ**

Przedstawiony w poprzednich rozdziałach układ czynników oraz ich współzależności, wpływających na ceny węgla i biomasy, jest trudny, o ile wręcz niemożliwy, do przewidywania i modelowania. Dlatego też konieczne jest dokonanie jego uproszczenia. Uproszczenie to polega na założeniu, że podstawowymi czynnikami wpływającymi na cenę jednostkową (w przeliczeniu na jednostkę masy lub objętości) biomasy, mającej stanowić substytut, w warunkach danego stanu otoczenia makroekonomicznego, są:

- koszt jednostki energii w zawartej w węglu,
- koszt realizacji procesów inwestycyjnych umożliwiających substytucję węgla biomasą,
- różnice w kosztach bieżących związanych z wykorzystaniem poszczególnych paliw.

Do tej ostatniej kategorii, należy w UE zaliczyć głównie koszty uprawnień do korzystania ze środowiska (w tym do emisji CO<sub>2</sub>) obciążające spalanie węgla na danym obszarze.

Z kolei drugi z wymienionych czynników jest silnie uzależniony od warunków lokalnych, wynika bowiem: z charakterystyki planowanej do wykorzystania biomasy, istniejącej infrastruktury wykorzystującej węgiel, koniecznych do wprowadzenia zmian konstrukcyjnych, itp. Dlatego też, pomijając ten czynnik, można wyznaczyć graniczny koszt jednostki energii w biomacie. Koszt ten informuje o maksymalnej opłacalnej cenie zakupu biomasy, w warunkach kiedy substytucja przez nią węgla nie wymaga poniesienia nakładów finansowych na działania dostosowawcze. W każdym innym przypadku, koszt zakupu biomasy musi być niższy, aby umożliwić sfinansowanie niezbędnych nakładów poniesionych na dostosowanie instalacji do jej wykorzystania. W przedstawionej

w dalszej części opracowania, prognozie cen jednostki energii biomasy, uwzględniono właśnie to podejście.

### **Prognoza cen węgla kamiennego**

Istnieje szereg wskaźników wykorzystywanych w handlu międzynarodowym węglem kamiennym, które można uważać za dobrze charakteryzujące procesy zachodzące na rynku tego paliwa. Do powszechnie stosowanych wskaźników należy zaliczyć: API 2, API 4 i NEWC.

Wszystkie wymienione wskaźnik przedstawiają ceny węgla kamiennego (miała) o wartości opałowej 6000 kcal/kg. Przy czym API 2 jest ceną w dostawie do portów ARA (Amsterdam-Rotterdam-Antwerpia). Cena obejmuje koszty węgla, ubezpieczenie dostawy i koszt frachtu (cena netto) w dolarach amerykańskich za Mg [17]. Wskaźnik API 4 stanowi cenę referencyjną węgla eksportowanego z terminalu węglowego Richards Bay w Republice Południowej Afryki [1]. NEWC jest wskaźnikiem opisującym ceny węgla energetycznego w Newcastle [2, 9]. Wskaźnik ten opisuje zachowanie się cen węgla na największym światowym rynku węgla, jakim jest rejon Azji i Pacyfiku [7]. W przypadku tego wskaźnika, wilgotność całkowita węgla (w stanie roboczym) może wynosić maksymalnie 15,0%.

W dalszych analizach wykorzystano prognozy zamieszczone w raporcie: KPMG „Coal price and FX market forecasts December 2023/January 2024” [9], zawierającym m.in. prognozowany kurs NEWC wyrażony w USD/Mg. W przywołanej publikacji, prognozy kursu w poszczególnych latach, zostały wyznaczone na podstawie ocen dokonanych przez dwudziestu brokerów (dokładniej, na podstawie ich baz danych i raportów). Brokerzy ci są zarazem współautorami prognozy. W dalszych analizach wykorzystano wartości średnie ocen wartości wskaźnika dla poszczególnych lat. Wartości te wyniosły dla: 2025 r. – 123.2 USD/Mg; 2026 r. – 109.1 USD/Mg; 2027 r. – 103.0 USD/Mg; 2028 r. – 101.3 USD/Mg. Należy zaznaczyć, że podane ceny są skalkulowane dla warunków bezinflacyjnych.

### **Prognoza cen uprawnień do emisji EUA**

W zakresie prognozowania cen uprawnień do emisji EUA (European Union Allowance) oparto się na „Raporcie z rynku CO<sub>2</sub>” opracowanym przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami [11]. W raporcie [11] zamieszczono ceny uprawnień EUA wyrażone w euro, określone dla kolejnych lat (dla miesiąca grudnia), wyznaczone jako średnie ważone notowań cen uprawnień EUA na rynku terminowym („ICE EUA Futures Dec”). W dalszej analizie oparto się na stawkach określonych w dniu 29.02.2024 r. Warto równocześnie zauważyć, że rynek uprawnień charakteryzuje się dużą nieprzewidywalnością. Tak na przykład, w prognozie zawartej w [10] (przygotowanej na podstawie analizy Vertis pt. „EU ETS in introspect 2023 in review 2030 on the horizon”), przewidywano dla roku 2024 stawkę prawie dokładnie o 100% wyższą, aniżeli

faktycznie w tym terminie obowiązująca (faktyczna wyniosła bowiem 54.16 EUR/Mg CO<sub>2</sub> [11], a przewidywano 108 EUR/Mg CO<sub>2</sub> [10]).

Podane w [11] ceny EUA dla kolejnych lat wynoszą: 2025 r. – 58.15 EUR/Mg CO<sub>2</sub>; 2026 r. – 60.26 EUR/Mg CO<sub>2</sub>; 2027 r. – 62.65 EUR/Mg CO<sub>2</sub>; 2028 r. – 65.0 EUR/Mg CO<sub>2</sub>.

### **Prognozowana cena graniczna jednostki energii w biomasie**

W prognozie ceny granicznej jednostki energii zawartej w biomasie przyjęto, że cena ta będzie równoważna sumie: ceny jednostki energii zawartej w węglu oraz ceny emisji CO<sub>2</sub> emitowanego w trakcie spalania tej jednostki paliwa.

Ze względu na fakt, że:

- biomasa cechuje się większą objętością przypadającą na jednostkę energii w niej zawartej,
- często istnieje konieczność jej transportu (szczególnie w przypadku dużych odbiorców) na znacznych dystansach,
- realizacja przewozu biomasy odbywa się najczęściej transportem samochodowym (znacznie droższym w przeliczeniu na Mg/km od transportu morskiego),

a także, ze względu na przybliżony charakter prezentowanej analizy, przyjęto, że koszty transportu w przeliczeniu na jednostkę energii zawartej w paliwie są zbliżone dla analizowanego węgla i biomasy.

Należy przy tym zauważyć, że uzyskana w wyniku niniejszej analizy graniczna cena jednostki energii w biomasie, pozwala jedynie wskazać na racjonalny, maksymalny poziom jej ceny. Cena rynkowa jednostki energii w biomasie, przekraczająca długookresowo tak wyznaczony teoretycznie jej poziom, będzie wskazywać na nieopłacalność jej wykorzystania oraz występującą prawdopodobnie na rynku niewystarczającą podaż biomasy. Cena istotnie niższa aniżeli wyznaczona teoretycznie, będzie wskazywać na nadpodaż biomasy i opłacalność realizacji procesów jej spalania. Należy podkreślić więc, że wyznaczona dla poszczególnych lat analizy, prognozowana cena graniczna, nie może być utożsamiana z prognozowaną ceną rynkową jednostki energii zawartej w biomasie.

Poniżej przedstawiono pozostałe założenia oraz metodykę przeprowadzonych obliczeń:

- ceny węgla przyjęto zgodnie z danymi przedstawionymi wcześniej, a pochodzącymi z [9];
- węgiel cechuje się kalorycznością wynoszącą 6000 kcal/kg, czyli 25.12 MJ/kg;
- ceny EUA przyjęto na bazie danych przedstawionych powyżej, przy czym ze względu na konieczność sprowadzenia ich do warunków bezinflacyjnych (analogicznych jak w przypadku ceny węgla), założono wartość inflacji w kolejnych latach analizy, na poziomie styczniowej wartości średniej inflacji konsumenckiej w UE (wynoszącej 3.1% [15]);

- prognozowane maksymalne dla poszczególnych lat, ceny jednostki energii zawartej w biomacie , podano w zł, w przeliczeniu na GJ;
- kurs EUR/zł przyjęto z rynku FOREX, z dnia 10.04.2024 r., wynoszący 4.2607 [4];
- kurs USD/zł przyjęto z rynku FOREX, z dnia 10.04.2024 r., wynoszący 3.9656 [5];
- w obliczeniach przyjęto emisyjność węgla na poziomie 93 kg CO<sub>2</sub>/GJ;
- prognozowaną cenę jednostkę energii w biomacie wyznaczono jako iloczyn prognozowanej ceny EUA (wyrażonej w złotych) i jednostkowej emisyjności węgla. Iloczyn ten powiększono o średnią arytmetyczną prognozowanych cen węgla w danym roku (wyrażonych w złotych).

Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1 Prognozowana cena graniczna jednostki energii w biomacie**

Pozycja	Jednostka	Rok			
		2025	2026	2027	2028
Prognozowana cena węgla	USD/Mg	123.2	109.1	103	101.3
Prognozowana cena węgla	USD/GJ	4.9	4.3	4.1	4.0
Prognozowana cena węgla	zł/Mg	488.6	432.6	408.5	401.7
Prognozowana cena węgla	zł/GJ	19.4	17.2	16.3	16.0
Prognozowana cena EUA (warunki bezinflacyjne)	EUR/Mg CO <sub>2</sub>	54.60	54.83	55.24	55.53
Prognozowana cena EUA (warunki bezinflacyjne)	zł/Mg CO <sub>2</sub>	232.6	233.6	235.3	236.6
Prognozowana cena EUA	zł/GJ	21.6	21.7	21.9	22.0
Prognozowana cena graniczna jednostki energii w biomacie (warunki bezinflacyjne)	zł/GJ	41.1	38.9	38.1	38.0

Źródło: obliczenia własne, dane: [9, 11].

Jak widać z danych zawartych w tabeli 1, w całym okresie objętym analizą, racjonalna cena GJ energii zawartego w biomacie, wyznaczona zgodnie z przyjętymi założeniami, będzie się prawdopodobnie obniżać z 41.1 zł/GJ do 38 zł/GJ (spadek o ok. 7.5%). Należy zaznaczyć, że przedstawione w tabeli wartości należy uważać za wartości centralne prognozy, przy czym przedział odchyłeń należy szacować na kilkadziesiąt procent.

Porównanie obowiązujących w kwietniu cen giełdowych biomasy (Międzynarodowa Giełda Biomasy „Baltpool” [3]), z wartością uzyskaną w oparciu o proponowany uproszczony sposobu obliczeń, przy wykorzystaniu rzeczywistych notowań EUA i NEWC z I kwartału 2024 r., wskazuje na możliwą opłacalność inwestycji w substytucję węgla kamiennego biomasą. Bowiem cena jednostki energii zawartej w biomacie, w kwietniu 2024 r., wynosił na Międzynarodowej Giełdzie Biomasy „Baltpool” [3] od 18.1 zł/GJ (Estonia) do 25.2 zł/GJ (Łotwa). Notowania krajowej biomasy kształtowały się na poziomie 24.2 zł/GJ. Równocześnie przeprowadzone obliczenia wyznaczają graniczną cenę



jednostki energii w biomase na poziomie ok. 42 zł/GJ (a więc o ponad 70% wyższym aniżeli kurs notowań biomasy).

Warto zauważyć, że na Międzynarodowej Giełdzie Biomasy „Baltpool” zawierane są kontrakty na różne rodzaje biomasy na rynkach: Polski, Litwy, Estonii i Łotwy. Giełda działa od 10 lat i skupia 600 uczestników i zawarła 50 000 kontraktów [16], może więc być uznana za miarodajne źródło informacji o hurtowym rynku biomasy w naszym regionie.

## PODSUMOWANIE

Rynek paliw podlega często zaskakującym, znacznym zmianom. Ponadto w ostatnich latach następuje gromadzenie się zagrożeń o charakterze geopolitycznym, które tą nieprzewidywalność jeszcze intensyfikują. Dodatkowo gwałtowne wprowadzanie kolejnych elementów polityki ekologicznej w UE, powoduje, że ta nieprzewidywalność w naszym regionie jest wyjątkowo duża. Równocześnie polityka UE wymusza, w szczególności na podmiotach energochłonnych, dokonywanie istotnych inwestycji służących ich transformacji energetycznej. W warunkach wysokiej niepewności, analiza opłacalności finansowej projektów inwestycyjnych jest bardzo trudna. Jednym z elementów pomocnych w przeprowadzeniu takiej analizy odnośnie projektów polegających na substytucji węgla kamiennego przez biomasę, są maksymalne racjonalne ceny energii zawartej w biomase.

Jak wykazano w pracy, ze względu na dużą ilość zmiennych o charakterze prawnym i rynkowym (zresztą obie grupy zmiennych oddziałują na siebie), nie jest możliwym stworzenie wiarygodnego modelu uwzględniającego wpływ tych wszystkich zmiennych na ceny biomasy.

W pracy zaproponowano istotnie uproszczony algorytm, oparty o światowe ceny węgla kamiennego i cenę europejskich uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>, pozwalający wyznaczyć maksymalną racjonalną cenę jednostki energii zawartej w biomase. Równocześnie ze względu na nieprzewidywalność rynku paliw na świecie, również wyznaczone wartości są obarczone znaczną niepewnością.

Przeprowadzona analiza wskazała, na znaczną aktualnie (I połowa 2024 r.), potencjalną opłacalność realizacji inwestycji służących substytucji węgla kamiennego przez biomasę. Wykazała również na przewidywany, zbliżony maksymalny racjonalny poziom cen jednostki energii zawartej w biomase, w horyzoncie lat 2025-2028 (tendencja lekko spadająca, dla wartości w przedziale od 41.1 do 38 zł/GJ).

## LITERATURA

- [1] Argus Media Group: Coal: API 4 price assessment. <https://www.argusmedia.com/en/methodology/key-prices/api-4-coal>. [dostęp: październik 2023]
- [2] Australian Pacific Coal Limited: Newcastle coal. Australia. <http://www.aqcltd.com/site/quality-coal/newcastle-coal>. [dostęp: kwiecień 2024 r.]

- [3] BALTPPOOL UAB: Wyniki ostatniej aukcji. 24.04.2024. <https://e.baltpool.eu/?lang=pl>. [dostęp: kwiecień 2024 r.]
- [4] Bankier.pl: Kurs EUR/PLN FOREX. <https://www.bankier.pl/waluty/kursy-walut/forex/EURPLN>. [dostęp: kwiecień 2024 r.]
- [5] Bankier.pl: Kurs USD/PLN FOREX. <https://www.bankier.pl/waluty/kursy-walut/forex/USDPLN>. [dostęp: kwiecień 2024 r.]
- [6] BP p.l.c.: bp Energy Outlook 2023. Aktualizacja: lipiec 2023. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2023.pdf>. [dostęp: kwiecień 2024 r.]
- [7] globalCOAL: The NEWC Index. Londyn, Wielka Brytania. <https://www.globalcoal.com/coalprices/newcindex.cfm>, dostęp: kwiecień 2024 r.
- [8] International Energy Agency: World Energy Outlook (2023). <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>. [dostęp: kwiecień 2024 r.]
- [9] KPMG: Coal price and FX market forecasts December 2023/January 2024. Australia, (2024).
- [10] Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, Zespół Strategii, Analiz i Aukcji : Raport z rynku CO<sub>2</sub>, nr 136, (2023).
- [11] Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, Zespół Strategii, Analiz i Aukcji : Raport z rynku CO<sub>2</sub>, nr 143, Warszawa, (2024).
- [12] PAP MediaRoom: Rośnie ilość biomasy leśnej spalanej w energetyce. 30.03.2022. <https://pap-mediroom.pl/biznes-i-finance/rosnie-ilosc-biomasy-lesnej-spalanej-w-energetyce#downloadMaterialBlock>. [dostęp: kwiecień 2024 r.]
- [13] Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej: Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, dokument 32018L2001, PE/48/2018/REV/1.
- [14] Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej: Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413 z dnia 18 października 2023 r. zmieniająca dyrektywę (UE) 2018/2001, rozporządzenie (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylająca dyrektywę Rady (UE) 2015/652. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, dokument 32023L2413
- [15] Polska w inflacyjnym czubie Europy. Inflacja coraz niższa, lecz wciąż zbyt wysoka. Bankier.pl, 22-02-2024. <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Inflacja-w-Unii-Europejskiej-spadla-w-styczniu-2024-roku-8699490.html>, dostęp kwiecień 2024r.
- [16] powermeetings.eu: Biomasa - surowcem na okres transformacji paliwowej. 13.11.2023. <https://www.energetykacieplna.pl/wiadomosci-i-komunikaty/biomasa-surowcem-na-okres-transformacji-paliwowej-228538-10>. [dostęp: kwiecień 2024 r.]
- [17] Verein der Kohlenimporteure: Glossary. <https://english.kohlenimporteure.de/glossar>. [dostęp: kwiecień 2024 r.]

### **Forecast of limit prices for solid biomass as a substitute for hard coal – 2025-2028**

**Abstract:** The fuel market is often subject to significant fluctuations. Additionally, ecological policy is being rapidly introduced in the European Union. This causes further major changes in the energy market. At the same time, the European Union's policy forces investments aimed at the energy transformation of enterprises. One of the possibilities of energy transformation is the substitution of hard coal by biomass. Such substitution should be subject to an economic viability assessment. In conditions of high uncertainty, analysing the profitability of investment projects is very difficult. One of the elements helpful in conducting such an analysis are the maximum rational prices for energy contained in biomass. The article presents the most important factors shaping biomass prices, currently and in the coming years. As shown, due to the large number of factors, it is not possible to create a reliable model that takes into account their impact on biomass prices. The article proposes a simplified algorithm based on global hard coal prices and the price of European CO<sub>2</sub> emission allowances. The proposed algorithm allows you to determine the maximum rational price for a unit of energy contained in biomass. The article contains the assumptions of the calculations and the results for the years 2025-2028.

**Keywords:** hard coal, biomass, fuel substitution, energy costs

#### **Michał Koziół**

Politechnika Śląska

Katedra Technologii i Urządzeń Zagospodarowania Odpadów

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

ul. Konarskiego 18, 44-100 Gliwice, Polska

tel: +48 322 371 123

e-mail: [michal.koziol@polsl.pl](mailto:michal.koziol@polsl.pl)