

# Dyrektywa RED II – obliczanie emisji GHG paliw odnawialnych

## RED II Directive – calculation of GHG emissions for renewable fuels

Jan Lubowicz

*Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy*

**STRESZCZENIE:** Energia uzyskiwana ze źródeł odnawialnych (w tym biopaliw, biopłynów i biopaliw z biomasy) jest jednym z najważniejszych czynników koniecznych do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych. Przedstawiono szereg dokumentów, które z poziomu UE (dyrektywy) oraz krajowego (ustawy) regulują wymagania w zakresie spełnienia kryteriów zrównoważonego rozwoju, do których muszą być dostosowane paliwa odnawialne wprowadzane na rynek. Kluczowa w tym aspekcie jest dyrektywa 2018/2001 (RED II) w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, która w sposób szczegółowy reguluje kwestie formalno-prawne związane ze stosowaniem paliw ze źródeł odnawialnych. W głównej części pracy na podstawie dyrektywy RED II, a także wytycznych zawartych w dokumentach systemu certyfikacji KZR INiG przedstawiono sposób obliczania ograniczenia emisji gazów cieplarnianych GHG dla biopaliw, biopłynów i paliw z biomasy i innych produktów odnawialnych. Określenie ograniczenia emisji GHG pozwala na zweryfikowanie, czy dane paliwo odnawialne spełnia obowiązujące kryteria zrównoważonego rozwoju. Przedstawiono również wytyczne do prowadzenia obliczeń emisji GHG dla paliw odnawialnych, wskazując w nich sposób postępowania i zakres niezbędnych danych, które muszą zostać uzyskane w celu przeprowadzenia prawidłowych obliczeń. Dane te można pozyskać z oficjalnych publikacji organów unijnych i rządowych (dyrektywy, ustawy) lub innych zweryfikowanych źródeł. Każdą metodę wytwarzania danego biopaliwa, biopłynu czy paliwa z biomasy należy analizować w sposób indywidualny, tak aby prawidłowo zinwentaryzować wszystkie procesy i dane niezbędne do przeprowadzenia obliczeń emisji GHG.

**Słowa kluczowe:** biopaliwa, paliwa odnawialne, zrównoważony rozwój, dyrektywa RED II.

**ABSTRACT:** Energy obtained from renewable sources (including biofuels, bioliquids and biofuels from biomass) is one of the most important factors necessary to reduce greenhouse gas emissions. A number of documents have been presented that regulate the requirements regarding the fulfillment of sustainable development criteria, which must be met by renewable fuels placed on the market, both at the EU (directive) and national (acts) level. The key in this aspect is Directive 2018/2001 (RED II) promoting the use of energy from renewable sources, which regulates in detail formal and legal issues related to the use of renewable fuels. The main part of the work, based on the RED II Directive as well as the guidelines presented in the documents of the KZR INiG certification system, presents the method of calculating the reduction of greenhouse gas (GHG) emissions for biofuels, bioliquids and fuels from biomass and other renewable products. The determination of GHG emissions reduction enables verification whether a given renewable fuel meets the applicable sustainability criteria. Guidelines for calculations of GHG emissions for renewable fuels, indicating the procedure and the scope of necessary data that must be obtained in order to carry out the correct calculations, are also presented. This data can be obtained from official publications of EU and government bodies (directives, acts) or other verified sources. Each method of producing a given biofuel, bioliquid or fuel from biomass should be analyzed individually, so as to properly inventory all processes and data necessary to carry out calculations of GHG emissions.

**Key words:** biofuel, renewable fuel, sustainability, RED II Directive.

### Wprowadzenie

Zgodnie z Traktatem o funkcjonowaniu Unii Europejskiej wspieranie odnawialnych form energii jest jednym z kluczowych celów polityki energetycznej prowadzonej przez Unię Europejską. Energia uzyskiwana ze źródeł odnawialnych jest jednym z najważniejszych czynników koniecznych, aby

ograniczyć emisję gazów cieplarnianych i wypełnić unijne zobowiązania w tym zakresie. Wzrost ilości energii wytworzonej w sposób zrównoważony ze źródeł odnawialnych ma również fundamentalne znaczenie dla bezpieczeństwa dostaw energii, rozwoju technologicznego, gospodarczego i społecznego, a także istotnie wpływa na ochronę środowiska naturalnego.

---

Autor do korespondencji: J. Lubowicz, e-mail: [jan.lubowicz@inig.pl](mailto:jan.lubowicz@inig.pl)

Artykuł nadesłano do Redakcji: 02.01.2023 r. Zatwierdzono do druku: 27.03.2023 r.

Pojęcie „zrównoważony rozwój” ma wiele definicji, z których dwie wybrane przedstawiono poniżej:

- rozwój, który zaspokaja potrzeby obecne, nie pozbawiając przyszłych pokoleń możliwości zaspokajania ich potrzeb (Olejarczyk, 2016);
- „rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń” (Ustawa z dn. 27 kwietnia 2001 r.).

Jako ograniczenie emisji gazów cieplarnianych należy rozumieć różnicę całkowitej emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia kopalnego odpowiednika biokomponentu i całkowitej emisji tych gazów w cyklu życia biokomponentu odniesioną do całkowitej emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia kopalnego odpowiednika biokomponentu, wyrażoną w procentach.

Opublikowana w 2018 r. dyrektywa 2018/2001, tzw. dyrektywa RED II lub dyrektywa biopaliwowa (Dyrektywa 2018/2001), stanowi kontynuację polityki UE w zakresie odnawialnych źródeł energii (OZE), nakładając cel 32% udziału tej energii w 2030 r., w tym 14% w transporcie, oraz 40-proc. ograniczenie emisji CO<sub>2</sub>. Cel OZE w transporcie będzie miał być zrealizowany z wykorzystaniem 3,5% biopaliw wyprodukowanych z surowców wymienionych w załączniku IX tej dyrektywy. Dyrektywa ta zastąpiła dyrektywę 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r., tzw. dyrektywę RED I (Dyrektywa 2009/28/WE), która do momentu wejścia w życie 1 lipca 2021 r. dyrektywy RED II określała wytyczne związane z promowaniem energii ze źródeł odnawialnych w różnych sektorach gospodarki.

Konsultowany jest również obecnie projekt dyrektywy zmieniającej dyrektywę RED II (tzw. RED III) (Wniosek Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniająca dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001), wskazujący, że energia ze źródeł odnawialnych ma odegrać fundamentalną rolę we wdrażaniu Europejskiego Zielonego Ładu i osiągnięciu neutralności klimatycznej do 2050 r. Zgodnie z tym projektem udział energii ze źródeł odnawialnych w 2030 r. ma wynieść minimum 40%. Projekt art. 25 dyrektywy RED III zakłada zmniejszenie intensywności emisji gazów cieplarnianych pochodzących z transportu o minimum 13% do 2030 r. dzięki wykorzystaniu paliw odnawialnych i elektryczności ze źródeł odnawialnych.

Drugim kluczowym aktem prawnym funkcjonującym w obszarze OZE jest dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/30/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. (Dyrektywa 2009/30/WE). W czerwcu 2016 r. opublikowano tekst jednolity

tej dyrektywy zawierający poprawki wniesione przez dyrektywę 2015/1513 z dnia 9 września 2015 r. (Dyrektywa 2015/1513). Dyrektywa potocznie nazywana jest dyrektywą FQD – od angielskich słów *Fuel Quality Directive*. Dyrektywa FQD określa wymagania jakościowe dla benzyn silnikowych i olejów napędowych, które są istotne ze względów środowiskowych, oraz wprowadza mechanizm monitorowania i ograniczania emisji gazów cieplarnianych. Obecnie po wejściu w życie dyrektywy RED II, która istotnie zwiększyła poziom ograniczenia emisji GHG, dyrektywa FQD określa jedynie wymagania jakościowe dla paliw silnikowych.

Wpływ na sektor paliw ma również dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/802 z dnia 11 maja 2016 r. (Dyrektywa 2016/802), która reguluje zawartość siarki w ciężkich olejach opałowych i w paliwach żeglugowych. Celem tej dyrektywy jest ograniczenie emisji ditlenku siarki wynikającej ze spalania niektórych rodzajów paliw ciekłych i przez to zmniejszenie szkodliwego wpływu emisji tych zanieczyszczeń na człowieka i na środowisko.

Ostatnią propozycją Komisji Europejskiej jest opublikowany w lipcu 2021 r. pakiet *Fit for 55* (Komunikat Komisji, 2021), który stawia dużo bardziej ambitny cel w zakresie ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Zgodnie z tym dokumentem ograniczenie emisji GHG do 2030 r. powinno wynieść co najmniej 55%, biorąc pod uwagę poziom emisji w 1990 r. Działania te będą miały bezpośrednie przełożenie na nowe wymagania środowiskowe stawiane także przed sektorem transportu.

Analizując powyższe dane, należy mieć na uwadze, że wytyczne UE w zakresie OZE i kryteriów zrównoważonego rozwoju podlegają ewolucji, na którą wpływ ma aktualna sytuacja społeczno-gospodarczo-polityczna w krajach UE, jak również w całej Europie i w kluczowych światowych gospodarkach. Stąd też nie można wykluczyć, że agresja militarna Rosji na Ukrainę i problemy gospodarcze spowodowane wojną doprowadzą do korekty polityki UE w tym zakresie.

### Promowanie energii odnawialnej – dyrektywa RED II

Dyrektywa RED II ustanawia wspólne ramy dla promowania energii ze źródeł odnawialnych (OZE). Określa ona wiążący unijny cel ogólny w odniesieniu do całkowitego udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w Unii w 2030 r. Ustanawia ona również zasady dotyczące wsparcia finansowego na rzecz energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych oraz dotyczące: prosumpcji takiej energii elektrycznej, wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych w sektorze ogrzewania i chłodzenia oraz w sektorze transportu, współpracy regionalnej między państwami członkowskimi

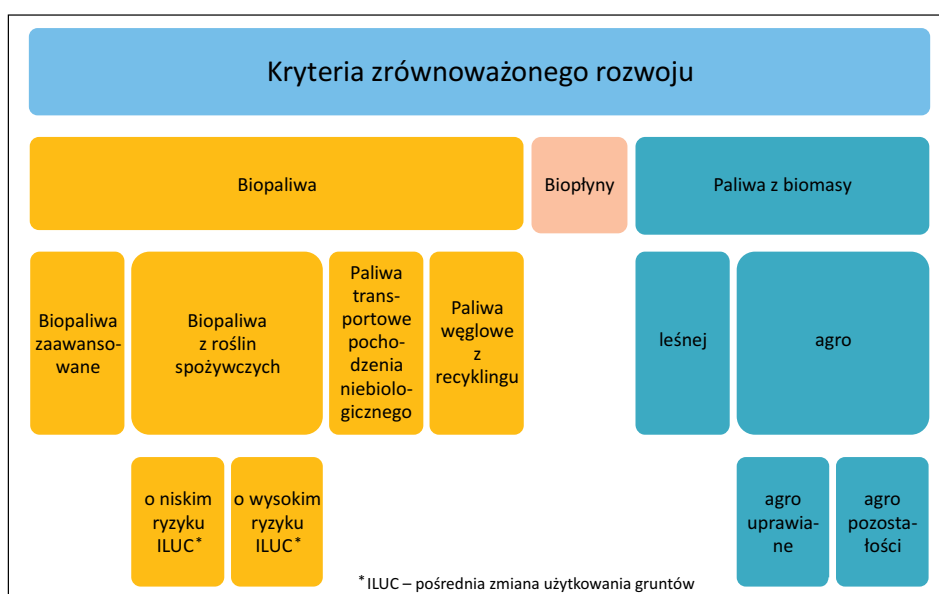
i między państwami członkowskimi a państwami trzecimi, gwarancji pochodzenia, procedur administracyjnych oraz informacji i szkoleń. Określa ona także kryteria zrównoważonego rozwoju i ograniczenia emisji gazów cieplarnianych dla biopaliw, biopłynów i paliw z biomasy oraz innych wskazanych paliw (rysunek 1).

„Paliwa z biomasy” są to paliwa gazowe, np. biogaz czy biometan, oraz paliwa stałe wyprodukowane z biomasy, np. pelety, brykiety, zrębka, i mają zastosowanie przede wszystkim w energetyce, ale są również stosowane jako paliwa transportowe.

Niezależnie od wykorzystywanych surowców biopaliwa – a od wejścia w życie dyrektywy RED II również paliwa

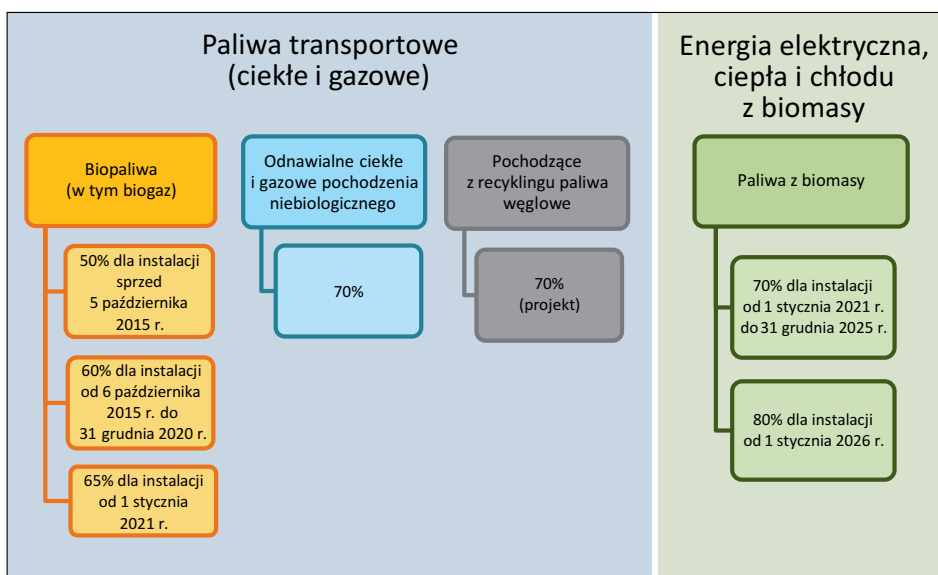
biomasowe dla energetyki – muszą spełniać kryteria zrównoważonego rozwoju (KZR). Podobnie jak w przypadku dyrektywy RED kryteria te obejmują dwie grupy zagadnień: wymagania dotyczące gruntów, z których pozyskano surowce do produkcji biopaliw, i ograniczenie emisji gazów cieplarnianych.

Zgodnie z art. 29 pkt 10 dyrektywy RED II wymagania w zakresie ograniczenia emisji GHG zależne są od rodzaju i przeznaczenia biopaliwa, biopłynów i paliw z biomasy oraz daty uruchomienia instalacji. Poziomem odniesienia, w stosunku do którego wyznacza się stopień ograniczenia emisji, jest całkowita emisja ze stosowania odpowiednika kopalnego. Wymagany poziom ograniczenia emisji wynosi (rysunek 2):



Rysunek 1. Rodzaje paliw podlegające kryteriom zrównoważonego rozwoju zgodnie z dyrektywą RED II

Figure 1. Types of fuels subject to sustainability criteria under the RED II directive



Rysunek 2. Redukcja emisji GHG w zależności od rodzaju paliwa odnawialnego

Figure 2. Reduction of GHG emissions depending on the type of renewable fuel

- co najmniej 50% w przypadku biopaliw, biogazu zużywanego w sektorze transportu i biopłynów produkowanych w instalacjach będących w eksploatacji w dniu 5 października 2015 r. lub wcześniej;
- co najmniej 60% w przypadku biopaliw, biogazu zużywanego w sektorze transportu i biopłynów produkowanych w instalacjach oddanych do eksploatacji w okresie od dnia 6 października 2015 r. do dnia 31 grudnia 2020 r.;
- co najmniej 65% w przypadku biopaliw, biogazu zużywanego w sektorze transportu i biopłynów produkowanych w instalacjach oddanych do eksploatacji od dnia 1 stycznia 2021 r.;
- co najmniej 70% w przypadku energii elektrycznej, ciepła i chłodu produkowanych z paliw z biomasy, wykorzystywanych w instalacjach oddanych do eksploatacji w okresie od dnia 1 stycznia 2021 r. do dnia 31 grudnia 2025 r. oraz 80% w przypadku instalacji oddanych do eksploatacji od dnia 1 stycznia 2026 r.

Instalację uznaje się za będącą w eksploatacji od momentu rozpoczęcia fizycznej produkcji biopaliw, biogazu zużywanego w sektorze transportu i biopłynów oraz od momentu rozpoczęcia fizycznej produkcji ciepła i chłodu oraz energii elektrycznej z paliw z biomasy.

Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych wynikające ze stosowania odnawialnych ciekłych i gazowych paliw transportowych pochodzenia niebiologicznego od dnia 1 stycznia 2021 r. wynosi co najmniej 70%.

Wskazanim poziomom ograniczenia emisji nie podlegają energia elektryczna, ciepło i chłód, które zostały wyprodukowane z odpadów miejskich.

Paliwa z biomasy muszą spełniać kryteria zrównoważonego rozwoju i ograniczania emisji gazów cieplarnianych w przypadku, gdy są stosowane w instalacjach produkujących energię elektryczną, ciepło i chłód lub paliwa o całkowitej nominalnej mocy cieplnej wynoszącej co najmniej:

- 20 MW w przypadku stałych paliw z biomasy;
- 2 MW w przypadku gazowych paliw z biomasy.

W przypadku gdy w procesie wytwarzania biopaliwa, biopłynu, paliwa z biomasy, dla którego oblicza się emisję GHG, powstaje oprócz paliwa równocześnie jeden lub więcej produktów ubocznych, emisję gazów cieplarnianych dzieli się pomiędzy paliwo (lub jego produkt pośredni) i produkty uboczne proporcjonalnie do ich wartości energetycznej. Produktom odpadowym i pozostałościom – emisji się nie przypisuje.

Dyrektywa RED II definiuje nie tylko stały wzrost wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych, ale także określa wymagania stawiane biopaliwom i biopłynom. Zgodnie z tymi wytycznymi, aby dany biokomponent mógł być zastosowany do realizacji celów postawionych w dyrektywach RED II i FQD, musi spełniać kryteria zrównoważonego rozwoju. Kryteria te

obejmują dwa obszary zagadnień (Rogowska, 2014, 2018; Rogowska i Pajda, 2020):

- zdolność biokomponentu do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych względem paliw konwencjonalnych w cyklu życia biopaliwa/biopłynu;
- problematykę związaną z miejscem uprawy biomasy i sposobem wykorzystania gruntów.

Spełnienie kryteriów musi być potwierdzone niezależnym audytem, co wynika bezpośrednio z art. 30 ust. 3 dyrektywy RED II, który mówi:

„Państwa członkowskie podejmują środki w celu zapewnienia, aby podmioty gospodarcze przedkładały wiarygodne informacje dotyczące zgodności z programami ograniczenia emisji gazów cieplarnianych ustanowionymi i przyjętymi zgodnie z art. 25 ust. 2 oraz z kryteriami zrównoważonego rozwoju i ograniczania emisji gazów cieplarnianych określonymi w art. 29 ust. 2–7 i 10 oraz aby podmioty gospodarcze udostępniały odpowiednim państwom członkowskim, na ich wniosek, dane wykorzystane do opracowania tych informacji. Państwa członkowskie wymagają od podmiotów gospodarczych zapewnienia odpowiedniego standardu niezależnego audytu przedłożonych informacji oraz dostarczenia dowodów dokonania tej czynności.

Obowiązki ustanowione w tym ustępie mają zastosowanie bez względu na to, czy biopaliwa, biopłyny, paliwa z biomasy, odnawialne ciekłe i gazowe paliwa transportowe pochodzenia niebiologicznego lub pochodzące z recyklingu paliwa węglowe są produkowane w obrębie Unii czy przywożone. Informacje dotyczące pochodzenia geograficznego i rodzaju surowców przeznaczonych na biopaliwa, biopłyny i paliwa z biomasy w podziale na dostawców paliw udostępnia się konsumentom na stronach internetowych operatorów, dostawców lub odpowiednich właściwych organów i co roku aktualizuje”.

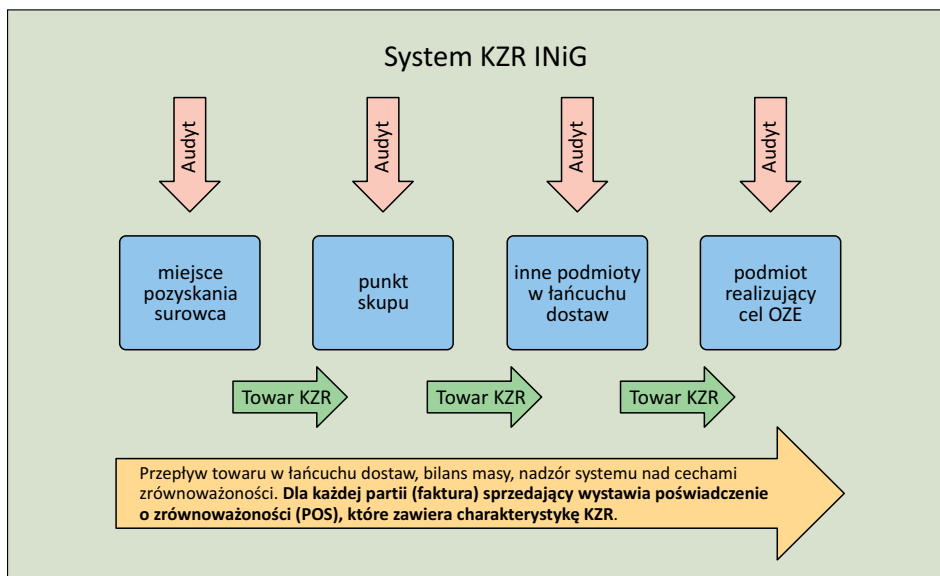
Certyfikacja na zgodność z kryteriami zrównoważonego rozwoju może być prowadzona przez:

- systemy krajowe, ustanowione przez państwa członkowskie;
- systemy dobrowolne, o zasięgu krajowym lub globalnym.

Dobrowolne lub krajowe systemy certyfikacji są oceniane i notyfikowane przez Komisję Europejską (KE). Decyzja o notyfikacji (umożliwiająca działanie systemu na rynku biopaliw) przyznawana jest na okres maksymalnie 5 lat. Systemy uznane przez KE nie mogą odmawiać wzajemnego uznawania wystawionych certyfikatów dla produktów biopaliwowych czy surowców stosowanych do ich produkcji.

W Polsce działają trzy systemy w obszarze biopaliw i dwa systemy w obszarze biomasy, a sumarycznie działa 13 systemów certyfikacji uznanych przez KE. Jednym z nich jest polski, opracowany w INiG – PIB, system KZR INiG (certyfikujący biopaliwa i biomasę), o zasięgu globalnym (System KZR INiG).





**Rysunek 3.** Schemat działania systemu KZR INiG  
**Figure 3.** Scheme of operation of the KZR INiG system

Systemy certyfikacji nadzorują proces certyfikacji, ich zadaniem jest również aktualizacja systemu do aktualnych przepisów. Rolą działających w ramach systemów niezależnych jednostek certyfikujących jest prowadzenie audytów i wystawianie certyfikatów. Certyfikacja obejmuje całą ścieżkę wytwarzania danego biopaliwa, biopłynu czy paliwa z biomasy i wszystkie elementy występujące w łańcuchu dostaw (rysunek 3).

### Obliczanie emisji GHG

Obliczenia emisji GHG przeprowadza się zgodnie z wytycznymi przedstawionymi w dyrektywie RED II (Dyrektywa 2018/2001), Rozporządzeniu wykonawczym Komisji (UE) w sprawie zasad weryfikacji kryteriów zrównoważonego rozwoju i ograniczania emisji gazów cieplarnianych oraz kryteriów niskiego ryzyka spowodowania pośredniej zmiany użytkowania gruntów oraz załącznikach I–IX do tego rozporządzenia (Rozporządzenie 2022/996).

W Instytucie wykorzystuje się również wytyczne, które w tym zakresie zostały wdrożone do Systemu KZR INiG, a także dokumenty (bazy danych), z których uzyskuje się odpowiednie wskaźniki do obliczeń, opracowane np. przez KOBiZE (2021) czy Biograce (2022).

Zgodnie z dyrektywą RED II emisję gazów cieplarnianych w cyklu życia biopaliw i biopłynów oblicza się, korzystając z przedstawionych w niej formuł i danych.

Podstawową formułą służącą do obliczania emisji GHG w cyklu życia paliw jest wzór:

$$E = e_{ec} + e_l + e_p + e_{id} + e_u - e_{sca} - e_{ccs} - e_{ccr} \quad (1)$$

gdzie:

- $E$  – emisja całkowita spowodowana stosowaniem paliwa,
- $e_{ec}$  – emisja w ujęciu rocznym spowodowana wydobyciem lub uprawą surowców,
- $e_l$  – emisja w ujęciu rocznym spowodowana zmianami ilości pierwiastka węgla w związku ze zmianą sposobu użytkowania gruntu,
- $e_p$  – emisja spowodowana procesami technologicznymi,
- $e_{id}$  – emisja spowodowana transportem i dystrybucją,
- $e_u$  – emisja spowodowana stosowanym paliwem,
- $e_{sca}$  – wartość ograniczenia emisji spowodowanego akumulacją pierwiastka węgla w glebie dzięki lepszej gospodarce rolnej,
- $e_{ccs}$  – ograniczenie emisji spowodowane wychwytywaniem ditlenku węgla i składowaniem w głębokich strukturach geologicznych,
- $e_{ccr}$  – ograniczanie emisji spowodowane wychwytywaniem ditlenku węgla i jego zastępowaniem.

W obliczeniach nie uwzględnia się emisji GHG związanej z wytworzeniem maszyn i urządzeń wykorzystanych w ścieżce produkcji danego biopaliwa.

Obliczona emisja gazów cieplarnianych GHG wyrażana jest w gramach ekwiwalentu CO<sub>2</sub> na megadżul energii zawartej w paliwie: **gCO<sub>2eq</sub>/MJ**. Wytwórca finalnego biokomponentu/biopaliwa zobowiązany jest do wyznaczenia redukcji emisji GHG w cyklu życia tego produktu. Odbywa się to poprzez zsumowanie wymienionych powyżej składowych i odniesienie ich do odpowiednika kopalnego.

Jeżeli w procesie produkcji biopaliwa, biopłynu lub paliwa z biomasy, dla którego oblicza się emisję GHG, równocześnie

powstaje jeden lub więcej produktów ubocznych, emisję gazów cieplarnianych dzieli się pomiędzy paliwo (lub jego produkt pośredni) i produkty uboczne proporcjonalnie do ich wartości energetycznej. Produktom odpadowym i pozostałościom nie przypisuje się żadnej emisji.

Zgodnie z wytycznymi systemu KZR INiG emisja gazów cieplarnianych jest alokowana do produktu głównego (biopaliwo, przetworzona biomasa, przetworzona biomasa do celów produkcji biopaliw) i produktów ubocznych na podstawie zawartości energii w poszczególnych strumieniach, zgodnie ze wzorem:

$$C_i = C_t \cdot Q_i \cdot \left( \frac{LHV_i}{\sum Q_i \cdot LHV_i} \right) \quad (2)$$

gdzie:

$C_t$  – całkowita emisja GHG mająca miejsce w procesie produkcyjnym, aż do momentu gdy produkty są rozdzielane, wyrażona w jednostkach masy  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ ,

$C_i$  – ilość  $C_t$  zaalokowana do strumienia  $i$ , wyrażona w jednostkach masy  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ ,

$Q_i$  – ilość wyprodukowanego strumienia  $i$ , wyrażona w jednostkach energii,

$LHV_i$  – dolna wartość opałowa strumienia  $i$ , wyrażona w jednostkach energii na jednostkę masy.

Ograniczenie emisji GHG dla biopaliw, biopłynów i paliw z biomasy oblicza się w sposób następujący:

1) ograniczenie emisji GHG z biopaliw i paliw z biomasy ( $O_{Em}$ ) stosowanych jako **paliwa transportowe**:

$$O_{Em} = (E_{F(t)} - E_B) / E_{F(t)} \quad (3)$$

gdzie:

$E_B$  – całkowita emisja z biopaliw i paliw z biomasy stosowanych jako paliwa transportowe,

$E_{F(t)}$  – całkowita emisja z kopalnego odpowiednika biopaliwa lub paliwa z biomasy w przypadku transportu. Wartość emisji  $E_{F(t)}$  odpowiednika kopalnego w przypadku biopaliw i paliw z biomasy stosowanych jako paliwo transportowe wynosi **94  $\text{gCO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$** ;

2) ograniczenie emisji GHG ( $O_{Em}$ ) dzięki wytwarzaniu energii cieplnej, chłodniczej i energii elektrycznej z biopłynów:

$$O_{Em} = (EC_{F(h\&c,el)} - EC_{B(h\&c,el)}) / EC_{F(h\&c,el)} \quad (3)$$

gdzie:

$EC_{B(h\&c,el)}$  – całkowita emisja z wytwarzania ciepła lub energii elektrycznej,

$EC_{F(h\&c,el)}$  – całkowita emisja ze stosowania kopalnego odpowiednika biopaliwa do wytwarzania ciepła użytkowego lub energii elektrycznej. Wartość emisji  $EC_{F(h\&c,el)}$  odpowiednika kopalnego w przypadku biopłynów wynosi:

- dla produkcji energii elektrycznej: **183  $\text{gCO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$** ,
- dla produkcji ciepła użytkowego oraz ciepła lub chłodu: **80  $\text{gCO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$** ;

3) ograniczenie emisji GHG ( $O_{Em}$ ) dzięki wytwarzaniu energii cieplnej, chłodniczej i energii elektrycznej z paliw z biomasy:

$$O_{Em} = (EC_{F(h\&c,el)} - EC_{B(h\&c,el)}) / EC_{F(h\&c,el)} \quad (4)$$

gdzie:

$EC_{B(h\&c,el)}$  – całkowita emisja z wytwarzania ciepła lub energii elektrycznej,

$EC_{F(h\&c,el)}$  – całkowita emisja ze stosowania kopalnego odpowiednika paliwa z biomasy do wytwarzania ciepła użytkowego lub energii elektrycznej. Wartość emisji  $EC_{F(h\&c,el)}$  odpowiednika kopalnego w przypadku paliw z biomasy wynosi:

- dla produkcji energii elektrycznej: **183  $\text{gCO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$**  lub **212  $\text{gCO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$**  energii elektrycznej w odniesieniu do regionów najbardziej oddalonych,
- dla produkcji ciepła użytkowego oraz ciepła lub chłodu: **80  $\text{gCO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$** ,
- dla produkcji ciepła użytkowego, w którym można wykazać bezpośrednie fizyczne zastąpienie węgla: **124  $\text{gCO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$**  ciepła.

Gazy cieplarniane to nie tylko  $\text{CO}_2$ , ale również tlenek azotu ( $\text{N}_2\text{O}$ ) i metan ( $\text{CH}_4$ ). W przypadku wystąpienia w ścieżce produkcji danego biopaliwa, biopłynu, emisji czy paliwa z biomasy emisji  $\text{N}_2\text{O}$  i/lub  $\text{CH}_4$  dokonuje się dla tych gazów wyliczenia równoważnika  $\text{CO}_2$  zgodnie z następującymi przelicznikami:  $\text{CO}_2$ : 1;  $\text{N}_2\text{O}$ : 298;  $\text{CH}_4$ : 25. Przykładowo: emisja 1 g  $\text{N}_2\text{O}$  po przeliczeniu na równoważnik daje 298  $\text{gCO}_{2\text{eq}}$ .

### Wytyczne do prowadzenia obliczeń emisji GHG

Przeprowadzenie obliczeń emisji GHG dla ścieżki produkcji danego biopaliwa, biopłynu czy paliwa z biomasy wymaga dokładnego przygotowania, tak aby były one wykonane w sposób prawidłowy i zgodny z wymaganiami dyrektywy RED II oraz procedur zapisanych w systemie certyfikacji KRZ INiG (lub innych uznanych systemów certyfikacji).

We wstępnej ocenie procesu produkcji danego paliwa odnawialnego należy przeanalizować, z jakich składa się on etapów. Następnie dla każdej ścieżki produkcji i dla każdego etapu należy:

- wyznaczyć granicę systemu obliczeniowego i sporządzić mapę wszystkich procesów, które biorą udział w ścieżce produkcji danego paliwa, uwzględniając wszystkie punkty wejścia i wyjścia surowców, produktów, produktów ubocznych, odpadów, energii, chemikaliów itp.;
- sporządzić bilans masy, opisujący dokładnie przepływ surowców, produktów głównych i ubocznych oraz odpadów zgodnie ze sporządzoną mapą procesów. Bilans masy

- musi być zgodny z wytycznymi wynikającymi z dyrektywy RED II oraz procedur uznanych systemów certyfikacji;
- pozyskać dane obejmujące zużycie energii:
  - paliw z przeróbki ropy naftowej, gazu ziemnego, węgla, biomasy,
  - energii elektrycznej z sieci lub od innego dostawcy,
  - energii cieplnej (np. pary technologicznej);
- pozyskać dane obejmujące zużycie chemikaliów i innych niezbędnych substancji;
- wyznaczyć odległość, na jaką będą transportowane surowce, i określić zużycie paliwa dla analizowanego środka transportu;
- zinwentaryzować wszystkie niezbędne dane wejściowe, sposoby obliczeń i formuły obliczeniowe, które zostaną wykorzystane w analizie danej ścieżki produkcji;
- określić wymagane dane wyjściowe.

W przypadku korzystania w danej ścieżce produkcji biokomponentu/biopaliwa z surowców (np. bioetanol, olej rzepakowy), które są certyfikowane w systemie KZR, nie ma potrzeby przeprowadzania obliczeń dla etapu wytwarzania tych surowców i można posłużyć się danymi zawartymi w dokumentach PoS (poświadczenie o zrównoważoności), które są dołączane do każdej partii surowców i które stanowią dowód spełnienia przez surowiec kryteriów zrównoważonego rozwoju.

Dobrym rozwiązaniem jest przygotowanie formuł, np. w programie MS Excel, co powinno przyspieszyć i ułatwić prowadzenie obliczeń. Można również stosować narzędzia, które dostępne są w internecie, np. kalkulator Biograce „BioGrace GHG calculation tool” (The BioGraceGHG, 2022).

Wykorzystane w obliczeniach wskaźniki emisji powinny być pozyskane przede wszystkim ze stron Komisji Europejskiej. Jeżeli takie dane nie są dostępne, można posłużyć się wskaźnikami publikowanymi przez niezależne organy oraz wskaźnikami zawartymi w badaniach naukowych, pod warunkiem że są to dane zweryfikowane i powszechnie akceptowane.

Poniżej przedstawiono dwie przykładowe ścieżki produkcji biopaliw do celów transportowych, które obrazują, jakie może być ich zróżnicowanie w zależności od rodzaju biopaliw.

### Ścieżka produkcji biowodoru z biometanu

Ścieżka ta ma strukturę liniową, tzn. kolejne procesy następują kolejno po sobie, i zaczyna się w momencie pozyskania surowca, a kończy na etapie dystrybucji paliwa:

- 1) pozyskanie surowca dla biogazowni;
- 2) transport surowca do biogazowni;
- 3) fermentacja metanowa;
- 4) proces doczyszczania biogazu do jakości biometanu;
- 5) zatłaczanie do sieci gazu ziemnego;
- 6) produkcja wodoru oparta na procesie reformingu parowego gazu ziemnego (biometanu):

- przygotowanie oczyszczonej wody „demi” (będącej, oprócz biometanu, surowcem do reakcji reformingu parowego),
  - reforming parowy,
  - doczyszczenie biowodoru do wymaganego poziomu czystości;
- 7) transport i dystrybucja biowodoru, np. do stacji paliw tankującej pojazdy zasilane ogniwami wodorowymi.

### Ścieżka produkcji FAME

Ta ścieżka ma strukturę rozgałęzioną, tzn. w procesie produkcji występują komponenty, które mają własne ścieżki produkcji.

Cykl produkcji FAME zaczyna się w momencie uprawy surowców, a kończy wytworzeniem bioestru i można go podzielić na trzy główne etapy:

- 1) wytwarzania oleju rzepakowego;
- 2) wytwarzania metanolu;
- 3) właściwą produkcję FAME.

Każdy z etapów posiada własną ścieżkę powstawania półproduktu/produktu:

- metanol:
  - pozyskanie surowców do wytworzenia gazu syntezowego,
  - transport z miejsca pozyskania do wytwórni gazu syntezowego,
  - wytworzenie gazu syntezowego,
  - konwersja gazu syntezowego do metanolu;
- olej rzepakowy:
  - pozyskanie surowców (nasiona rzepaku),
  - transport z miejsca wytworzenia do tłoczni,
  - produkcja oleju rzepakowego w tłoczni;
- FAME:
  - transport metanolu i oleju rzepakowego do wytwórni bioestru,
  - produkcja bioestru w wytwórni.

Z przedstawionych powyżej ścieżek produkcji wynika, że wytwarzanie danego paliwa odnawialnego może być w różnym stopniu skomplikowane i może zawierać etapy, które same w sobie są złożonymi procesami technologicznymi. Ścieżki produkcji będą też się różnić występowaniem (lub nie) produktów ubocznych, do których przypisuje się odpowiednią ilość emisji GHG (np. gliceryna przy produkcji FAME), czy też produktów odpadowych, do których emisji się nie przypisuje.

### Podsumowanie

Dyrektywa RED określa zasady obliczania emisji GHG i pozwala na stosowanie tej samej metodyki obliczeniowej do

różnego rodzaju technologii: produkcji biowodoru (reforming parowy, piroliza biometanu, zgazowanie biomasy), produkcji biometanu, produkcji paliw syntetycznych, a także innych bioproduktów, które obecnie są rozwijane w Instytucie i przez inne podmioty naukowo-badawcze. Analiza zebranych danych umożliwi optymalizowanie poszczególnych etapów danej technologii pod kątem wpływu na środowisko w zakresie emisji GHG. Metoda obliczeniowa może być wykorzystana w przypadku klasycznych biokomponentów (bioetanol, FAME), biowęglowodorów (z procesów HVO, F-T, EtG), odnawialnych paliw transportowych pochodzenia niebiologicznego oraz pochodzących z recyklingu paliw węglowych. Każdą ścieżkę produkcji danego biopaliwa, biopłynu czy paliwa z biomasy należy analizować w sposób indywidualny, tak aby precyzyjnie zinwentaryzować wszystkie procesy i dane niezbędne do przeprowadzenia prawidłowych obliczeń emisji GHG. Ze względu na zmiany, które zachodzą w dokumentach źródłowych, przed rozpoczęciem obliczeń emisji GHG należy zweryfikować ich aktualność, tak aby zastosowane wytyczne, formuły i dane odpowiadały obowiązującemu w tym momencie stanowi prawnemu i wiedzy.

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt. *Opracowanie uniwersalnej metody obliczania redukcji emisji GHG*, INiG – PIB; nr zlecenia: 0039/TC/2022, nr archiwalny: DK-4100-0027/2022.

## Literatura

- Olejarczyk E., 2016. Zasady zrównoważonego rozwoju w systemie prawa polskiego – wybrane zagadnienia. *Przegląd Prawa Ochrony Środowiska*, 2: 190–140. DOI: 10.12775/PPOS.2016.013.
- Rogowska D., 2014. Przegląd dobrowolnych systemów certyfikacji biopaliw na zgodność z kryteriami zrównoważonego rozwoju. *Nafta-Gaz*, 70(4): 256–261.
- Rogowska D., 2018. Produkcja biopaliw jako element gospodarki o obiegu zamkniętym. *Nafta-Gaz*, 74(2): 156–163. DOI: 10.18668/NG.2018.02.10.
- Rogowska D., Pajda M., 2020. Applications of sustainable biogas. *Nafta-Gaz*, 76(10): 750–756. DOI: 10.18668/NG.2020.10.11.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/30/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do specyfikacji benzyny i olejów napędowych oraz wprowadzającą mechanizm monitorowania i ograniczania emisji gazów cieplarnianych oraz zmieniającą dyrektywę Rady 1999/32/WE odnoszącą się do specyfikacji paliw wykorzystywanych przez statki żeglugi śródlądowej oraz uchylającą dyrektywę 93/12/EWG.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/1513 z dnia 9 września 2015 r. zmieniająca dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do jakości benzyny i olejów napędowych oraz zmieniająca dyrektywę 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/802 z dnia 11 maja 2016 r. odnosząca się do redukcji zawartości siarki w niektórych paliwach ciekłych.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.
- KOBiZE, 2021. Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> (WE) w roku 2019 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2022. <[https://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy\\_do\\_pobrania/monitorowanie\\_raportowanie\\_weryfikacja\\_emisji\\_w\\_eu\\_ets/WO\\_i\\_WE\\_do\\_monitorowania-ETS-2022.pdf](https://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/monitorowanie_raportowanie_weryfikacja_emisji_w_eu_ets/WO_i_WE_do_monitorowania-ETS-2022.pdf)> (dostęp: 11.2022).
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiego Komitetu ekonomiczno-społecznego i Komitetu regionów EMPT „Gotowi na 55”: osiągnięcie unijnego celu klimatycznego na 2030 r. w drodze do neutralności klimatycznej. COM(2021) 550 final. Bruksela, 14.07.2021.
- Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2022/996 z dnia 14 czerwca 2022 r. w sprawie zasad weryfikacji kryteriów zrównoważonego rozwoju i ograniczania emisji gazów cieplarnianych oraz kryteriów niskiego ryzyka spowodowania pośredniej zmiany użytkowania gruntów.
- System KZR INiG. <<http://www.kzr.inig.eu/>> (dostęp: 11.2022).
- The BioGraceGHG calculation tool. <<https://www.biograce.net/content/ghgcalculationtools/recognisedtool>> (dostęp: 11.2022).
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (tekst ujednolicony 22.11.2022).
- Wniosek Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniająca dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001, rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylająca dyrektywę Rady (UE) 2015/652. COM(2021) 557 final. Bruksela, 14.07.2021.

## Akty prawne i dokumenty normatywne

- Biograce II – Harmonised Greenhouse Gas Calculation for electricity, heat and cooling from biomass (BioGrace-II Excel tool – version 3 – Public.xls, zakładka Standard values). <[https://www.biograce.net/app/webroot/biograce2/content/ghgcalculationtool\\_electricityheatingcooling/previousversions](https://www.biograce.net/app/webroot/biograce2/content/ghgcalculationtool_electricityheatingcooling/previousversions)> (dostęp: listopad 2022).
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywę 2001/77/WE oraz 2003/30/WE.



Dr inż. Jan LUBOWICZ

Adiunkt w Zakładzie Zrównoważonych Technologii Chemicznych  
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Lubicz 25 A  
31-503 Kraków  
E-mail: [jan.lubowicz@inig.pl](mailto:jan.lubowicz@inig.pl)