

Projekt BIOTEAM

Optymalizacja zrównoważonych systemów przetwarzania i dostaw bioenergii na konkurencyjnych rynkach w Europie

Część 2

Ocena ścieżek pod względem zrównoważoności w Polsce



1 Wprowadzenie

Raport ten opisuje wyniki oceny zrównoważoności sześciu ścieżek biomasy występujących w Polsce (po dwie ścieżki dla biomasy stałej, ciekłej i gazowej) zgodnej z metodyką opracowaną w ramach projektu BIOTEAM (*Kryteria zrównoważonego wytwarzania i wykorzystania bioenergii*, marzec 2014). Kryteria oceny zrównoważonego rozwoju ścieżki uwzględniają aspekty środowiskowe, ekonomiczne jak i społeczne, zaś wyniki są odnoszone do danych referencyjnych dla paliw kopalnych. Większość wskaźników podlega ocenie ilościowej, ale niektóre z nich są analizowane jakościowo. Raport źródłowy, wspomniany wcześniej, zawiera dokładne instrukcje jak należy przeprowadzać ocenę zrównoważonego rozwoju ścieżki.

Ocena zrównoważoności ścieżek biomasy została przeprowadzona w 6 krajach należących do Unii Europejskiej: Finlandii, Niemczech, Włoszech, Litwie, Holandii i Polsce. Konsorcjum projektu BIOTEAM dołożyło wszelkich starań, aby opracowana metodyka oceny odpowiadała różnym uwarunkowaniom rynkowym występującym w analizowanych krajach. Może być ona stosowana do szerokiego wachlarza ścieżek i obejmuje zarówno obiektywne, mierzalne kryteria, jak i te bardziej jakościowe.

W okresie między styczniem a czerwcem 2014 r. przeprowadzono kilkanaście wywiadów z uczestnikami rynku (po minimum dwa dla każdej ścieżki biomasy). Szczególny nacisk położono na rozmowy z operatorami instalacji bioenergetycznych. Pozostali interlokutorzy obejmowali przedstawicieli stowarzyszeń handlowych, leśników lub dystrybutorów bioenergii.

2 Ścieżki z wykorzystaniem biomasy stałej

2.1 Ścieżka 1: pelety drzewne na potrzeby ogrzewania

Pelety drzewne są w Polsce wykorzystywane niemal wyłącznie do budynków domów jednorodzinnych. Rozpatrywana ścieżka biomasy dotyczy krajowych zasobów drewna. Głównym surowcem do produkcji pelet są trociny, stanowiące pozostałość poprodukcyjną w tartakach i zakładach przetwórstwa drewna. Trociny są suszone i mechanicznie wyłaczane w

granulatorach w pelety drzewne. Następnie, pelety są dystrybuowane ciężarówkami do odbiorców indywidualnych, sprzedawane w workach lub dostarczane do silosów przy kotłowniach. W domach jednorodzinnych do spalania pelet i ogrzewania budynku służą specjalne kotły na pelety. Danych referencyjnych dla tej ścieżki dostarcza ogrzewanie olejowe, gdyż jest to główna alternatywa dla ogrzewania peletowego na terenach pozamiejskich.

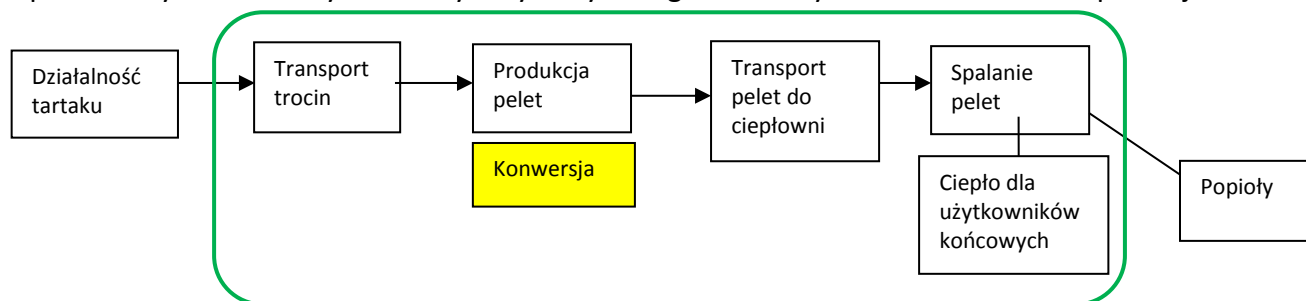
Do analizy tej ścieżki przeprowadzono wywiady z producentami, dystrybutorami i użytkownikami pelet, co pozwoliło zyskać wgląd w proces produkcyjny i ocenić, czy zwiększone wykorzystanie pelet może stanowić zagrożenie dla zrównoważonej gospodarki leśnej. Uzupełniające dane pozyskano z literatury i danych statystycznych.

Dla celów analitycznych posłużono się zakładem produkcyjnym o rocznej wielkości produkcji 35 000 ton.

2.1.1 Granice ścieżki

Granice ścieżki nie obejmują żadnych procesów poprzedzających pozyskanie trocin. Trociny stanowią pozostałość z przemysłu przetwórstwa drewna i powstają w dowolny sposób- rozpatrywany system rozpoczyna się na trocinach powstających w tartaku. Na drugim końcu rozpatrywanej ścieżki znajduje się końcowy użytkownik, wykorzystujący pelety na cele grzewcze. System obejmuje zarówno transport surowca jak i gotowych pelet do użytkownika końcowego. Poza systemem znajdują się zaś infrastruktura i urządzenia produkcyjne. Nie ma potrzeby wyliczania emisji dla produktów ubocznych, gdyż w ramach tej ścieżki powstaje tylko jeden produkt- pelety.

Uproszczony schemat czynności wykonywanych w granicach systemu zobrazowano poniżej:



Rys. 1 Granice ścieżki nr 1 z wykorzystaniem biomasy stałej.

Działania należące do ścieżki referencyjnej obejmują wydobycie ropy w Rosji i na Środkowym Wschodzie, transport poprzez system rurociągów, rafinację ropy naftowej, transport oleju opałowego do kotłowni i konwersję energii.

2.1.2 Wyniki

W Tab. 1 przedstawiono wyniki oceny zrównoważoności ścieżki biomasy stałej w zestawieniu z danymi referencyjnymi.

Tab. 1. Wyniki oceny zrównoważonego rozwoju ścieżki nr 1 dla biomasy stałej, z wyszczególnieniem wskaźników środowiskowych, ekonomicznych i społecznych.

Wskaźniki środowiskowe	Ścieżka bioenergii (ciepło z pelet)	Dane referencyjne – produkcja ciepła przy wykorzystaniu lekkiego oleju opałowego	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Emisja gazów cieplarnianych	13,4 ¹	96,8 ²	-83,4	g CO ₂ eq/MJ _{en. ciepl.}
			86%	% redukcji
Zakwaszenie	0,216	0,42	-0,204	g SO ₂ -eq/MJ _{en. ciepl.}
Pyły	0,059	0,011	0,048	g PM10/MJ _{en. ciepl.}
Zużycie chemikaliów	0 ³	3 ⁴	-3	punkt
Zużycie wody	bliskie 0	1,17*10 ⁻⁴	- 1,17*10 ⁻⁴	m ³ /MJ _{en. ciepl.}
Bilans składników odżywczych	-0,42 ⁵	bliski 0	-0,42	kg N/MJ _{en. ciepl.}
	-0,026 ³		-0,026	kg P/MJ _{en. ciepl.}
Bilans energii	0,23	0,15	0,08	MJ/MJ _{en.ciepl.}
Wykorzystanie gruntów	5,60E-09 ⁶	2,6E-10	5,3E-09	ha/MJ _{en.ciepl.}

Wskaźniki ekonomiczne	Ścieżka bioenergii (ciepło z pelet)	Dane referencyjne – produkcja ciepła przy wykorzystaniu lekkiego oleju opałowego	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Wewnętrzna stopa zwrotu	12,9%	15% ⁷	-2%	%
Okres spłaty	8,3	6 ⁸	2,3	rok
Zmiana ceny gruntu	0	0	-	%

¹ Ciepło do suszenia surowca pochodzi ze spalania biomasy. Energia elektryczna pochodzi z krajowej sieci energetycznej.

² Liczone dla wielkości zwiększonej o dodatkowe 10% energii (polskie warunki).

³ Żadne chemikalia nie są wykorzystywane w ramach ścieżki.

⁴ Chemikalia wykorzystuje się przy wydobyciu i rafinacji ropy naftowej. Podchloryn sodu jest skrajnie niebezpieczny dla ekosystemów wodnych oraz działa silnie drażniąco na skórę i oczy.

⁵ Popiół ze spalania pelet jest traktowany jako odpady i wyrzucany. Utracone zostają składniki mineralne zawarte w drewnie.

⁶ Tereny uprawne znajdują się poza granicami system. Grunty wykorzystywane są pod instalacje.

⁷ Wartością docelową dla rafinerii jest IRR is >15%. Uwzględniając obecne ceny oleju opałowego, ogrzewanie olejowe jest droższe niż peletowe i ekonomicznie nieopłacalne dla użytkowników.

⁸ Produkcja i dystrybucja oleju opałowego jest opłacalna dla rafinerii i przedsiębiorców łańcucha dystrybucyjnego. Wysoka cena nie jest atrakcyjna dla użytkowników końcowych.

Wpływ na krajową gospodarkę ⁽²⁾	252 ⁹	4294 ¹⁰	-4042	ppm
Cena produktu dla końcowego użytkownika	0,013 ¹¹	0,024	-0,011	€/MJ _{en.ciepl.}
Koszt produkcji	0,0095	0,019	-0,010	€/MJ _{en.ciepl.}

Wskaźniki społeczne	Ścieżka bioenergii (ciepło z pelet)	Dane referencyjne – produkcja ciepła przy wykorzystaniu lekkiego oleju opałowego	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Zatrudnienie	1,60E-07 ¹²	7,02E-08	8,98E-08	FTE/MJ
Wpływ na gospodarkę regionalną	96% ¹³	10% ¹⁴	86%	%
Jakość zatrudnienia	1,5 ¹⁵	4,7 ¹⁶	-3,2	Liczba wypadków na 1.000 zatrudnionych ⁽¹⁾
	17 600 ¹⁷	29 800 ¹⁸	-12 200	Poziom wynagrodzenia – roczne wynagrodzenie brutto [€/rok] ¹⁹
Ceny nieruchomości	1 ²⁰	-2 ²¹	3	punkt
Zmiany w stanie środowiska (hałas, odór, estetyka)	1 ²²	5 ²³	-4	punkt

⁹ Wkład w krajową gospodarkę jest obliczany na podstawie całkowitej produkcji pelet w Polsce.

¹⁰ Wkład sektora paliw ciekłych w gospodarkę krajową.

¹¹ Cena produktu dla użytkownika końcowego jest determinowana przez rynek dużych odbiorców- sektor energetyczny współpalający biomasę (w tym pelety) oraz przez eksport.

¹² Wliczając pracowników zakładu produkcji pelet, pracowników dystrybucji i osoby obsługujące ciepłownię

¹³ Szacowana część inwestycji w Polsce – 30%

¹⁴ Szacowany wkład rafinerii w Gdańsku na lokalną gospodarkę (podatki, zatrudnienie)

¹⁵ Dane dla przemysłu przetwórstwa drewna.

¹⁶ Dane dla polskiego przemysłu naftowego

¹⁷ Zintegrowany system oferuje wysokiej jakości zatrudnienie z płacami powyżej lokalnej średniej (sektor przetwórstwa drewna)

¹⁸ Dane dla polskiego przemysłu naftowego

¹⁹ Polskie dane statystyczne

²⁰ Zakład produkcji pelet zlokalizowany na terenach przemysłowych. Ogrzewanie peletowe zwiększa wartość nieruchomości.

²¹ Rafineria ropy naftowej ma bardzo duży ujemny wpływ na ceny nieruchomości w sąsiedztwie.

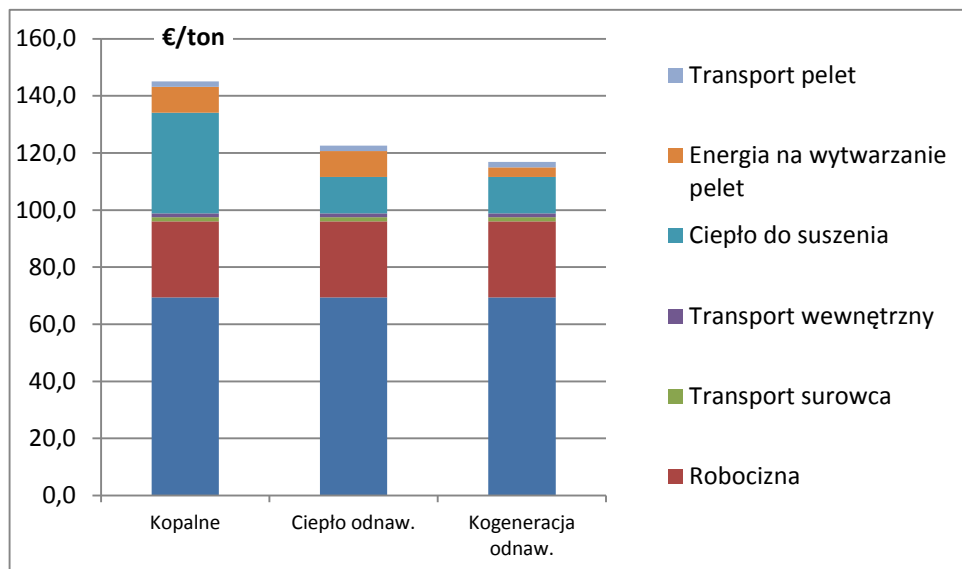
²² Dotyczy tylko surowca wykorzystywanego do produkcji pelet drzewnych. Hałas z zakładu produkcji pelet ma negatywny wpływ na otaczające środowisko.

²³ Duży negatywny wpływ rafinerii.

Ostateczna ocena produkcji pelet zależy od rodzaju energii wykorzystywanej w procesie produkcyjnym: ciepła do suszenia surowca oraz energii elektrycznej niezbędnej do pracy maszyn produkcyjnych, głównie granulatorów.

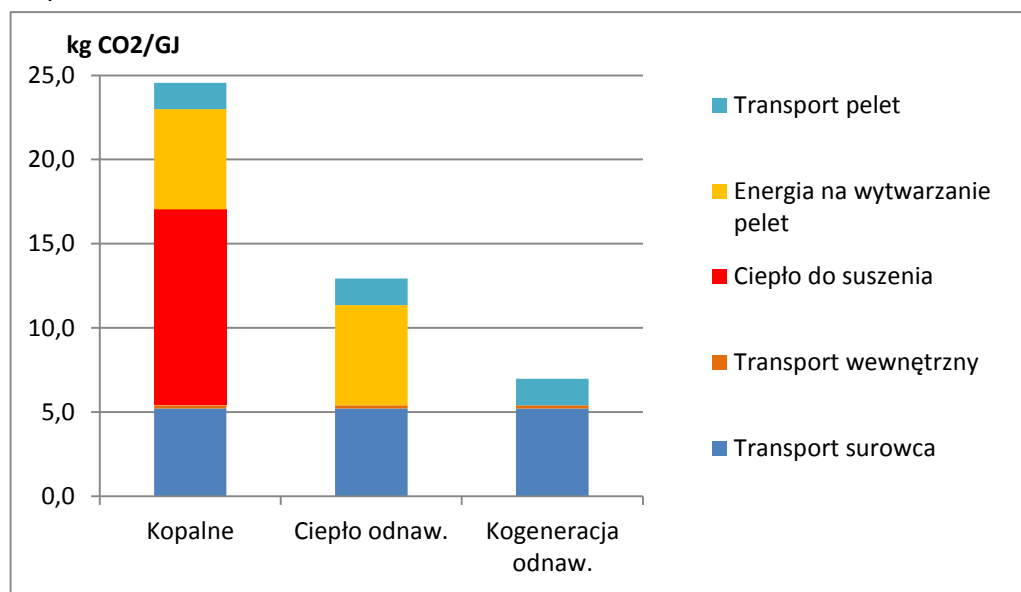
W polskich warunkach wykorzystuje się głównie trzy źródła energii:

1. Energię ciepłą i elektryczną ze spalania paliw kopalnych (węgla, gazu ziemnego)
2. Odnawialne ciepło ze spalania biomasy niższej jakości wykorzystywane do suszenia surowca i energię elektryczną z sieci energetycznej
3. Odnawialne ciepło i energię elektryczną z własnej elektrociepłowni zasilanej biomasą niższej jakości (np. korą).



Rys. 2 Porównanie cen produkcji pelet dla trzech metod produkcji energii

Emisje gazów cieplarnianych są różne dla wyżej wymienionych źródeł energii, najniższe dla wariantu trzeciego- produkcji ciepła i energii elektrycznej we własnej biomasowej elektrociepłowni.



Rys. 3 Porównanie emisji CO2 dla trzech metod produkcji energii

Zakład produkcji pelet rozpatrywany w ścieżce biomasy nr 1 (ciepło z pelet) wykorzystuje drugi wariant energetyczny- ciepło do suszenia pochodzi ze spalania biomasy niższej jakości, zaś energia elektryczna z krajowej sieci.

2.2 Ścieżka 2: elektrociepłownia na zrębki drzewne

Ścieżka ta dotyczy wykorzystania zrębek do skojarzonej produkcji energii cieplnej i elektrycznej. Zrębki są pozyskiwane z zakładów przetwórstwa drewna. Niewielką część surowca stanowią zrębki z drewna o małej średnicy lub leśnych odpadów drzewnych.

Energia cieplna i elektryczna są wytwarzane w skojarzeniu, w zaawansowanym cyklu Rankine'a. Wyprodukowana energia elektryczna jest następnie sprzedawana do sieci przesyłowej, uwzględniając certyfikaty pochodzenia dla energii ze źródeł odnawialnych oraz energii z kogeneracji. Energia cieplna trafia do miejskiej sieci ciepłowniczej.

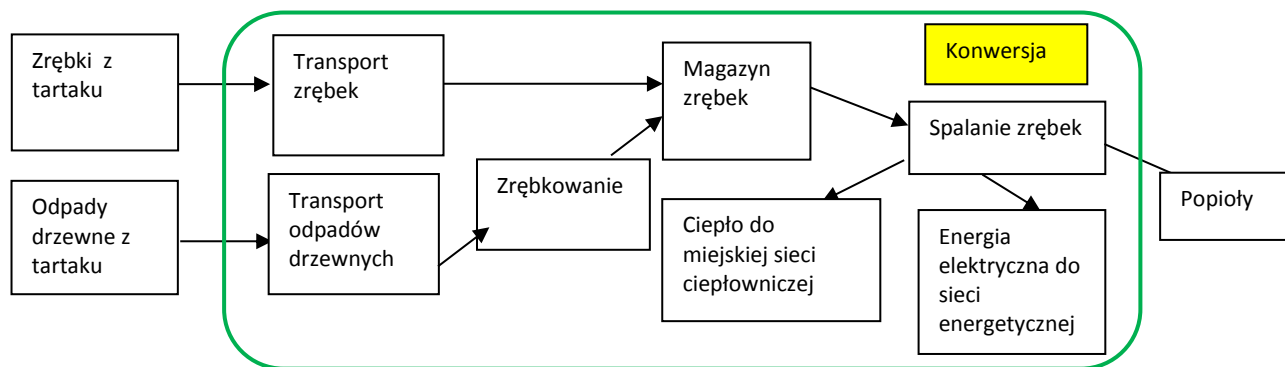
Dane referencyjne stanowią polski mix energetyczny i energia cieplna wyprodukowana w kotłach węglowych. Energia elektryczna jest wytwarzana w elektrowniach spalających węgiel brunatny i kamienny. Podawane są dane właściwe dla polskiego sektora energetycznego i uwzględniające krajowy mix energetyczny. Dane dotyczące wykorzystania węgla kamiennego w ciepłownictwie pozyskano z polskiego sektora górniczego.

Dla celów analitycznych posłużono się instalacją kogeneracyjną o mocy 1.25 MWe/5 MWt.

2.2.1 Granice ścieżki

Granice systemu obejmują transport odpadów drzewnych (zrębki, wióry, kawałki drewna) z zakładów przetwórstwa drewna. Część surowca wymaga zrębkowania na miejscu. Produktami końcowymi omawianej ścieżki są: energia cieplna trafiająca do sieci ciepłowniczej i użytkowników końcowych oraz energia elektryczna trafiająca do sieci przesyłowej. We wszystkich omawianych ścieżkach emisje pochodzące z budowy instalacji i infrastruktury są wyłączone z analizy.

Uproszczony schemat czynności wykonywanych w granicach systemu zobrazowano poniżej:



Rys. 4 Granice ścieżki nr 2 z wykorzystaniem biomasy stałej.

Funkcjonalną jednostką rozpatrywanego systemu jest MJ wyprodukowanej energii cieplnej i elektrycznej- do niej odnoszą się opisane w dalszej części skutki środowiskowe, ekonomiczne i społeczne. Łączny wpływ został obliczony na podstawie udziału energii cieplnej i elektrycznej (w trybie wysokosprawnej kogeneracji).

Pozostałe popioły należy traktować jako odpad i utylizować zgodnie z przepisami polskiego prawa.

Instalacja kogeneracyjna na biomasę pracuje jako jednostka obciążenia podstawowego i jest połączona z istniejącą węglową kotłownią o mocy 40 MWt. Produkcja energii cieplnej z biomasy powinna pokryć ponad 35% rocznego zapotrzebowania sieci ciepłowniczej, w tym całkowicie pokryć zapotrzebowanie na energię cieplną w miesiącach letnich. Ta ilość energii cieplnej wyprodukowanej z biomasy zastępuje ciepło produkowane ze spalania węgla. Wielkości emisji generowanych przez kotłownie węglowe są indywidualne dla różnych instalacji.

2.2.2 Wyniki

W Tab. 2 przedstawiono wyniki oceny zrównoważoności ścieżki biomasy stałej w zestawieniu z danymi referencyjnymi.

Tab. 2. Wyniki oceny zrównoważonego rozwoju ścieżki nr 2 dla biomasy stałej, z wyszczególnieniem wskaźników środowiskowych, ekonomicznych i społecznych.

Wskaźniki środowiskowe	Ścieżka bioenergii – ciepło i energia elektryczna ze zrębków	Dane referencyjne- produkcja ciepła i energii elektrycznej z węgla	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Emisja gazów cieplarnianych	1,69 ²⁴	123,4	-122,57	g CO ₂ eq/MJ _{en.ciepl.}
		225,6	-225,6	g CO ₂ eq/MJ _{en.el.}
		142,7 ²⁵	-141,01	g CO ₂ eq/MJ _{energii}
Zakwaszenie	0,33	0.60	-0,262	g SO ₂ -eq/MJ _{energii}
Pyły	0,033 ²⁶	0,051	-0,018	g PM10/MJ _{energii}
Zużycie chemikaliów	1 ²⁷	2 ²⁸	-1	punkt
Zużycie wody	0 ²⁹	0,0013 ³⁰	-0,0013	m ³ /MJ _{en.ciepl.}
Bilans składników odżywczych	-0,478 ³¹	Close to 0	-0,478	kg N/MJ _{energii}
	-0,038		-0,038	kg P/MJ _{energii}
Bilans energii	0,15	0,30	-0,15	MJ/MJ _{en.ciepl.}
		0,67	-0,52	MJ/MJ _{en.el.}
		0,37 ³²	-0,22	MJ/MJ _{energii}
Wykorzystanie gruntu	8,23E-09 ³³	4,90E-07 ³⁴	-4,82E-07	ha/MJ _{energii}

²⁴ Energia elektryczna na własne potrzeby, pochodząca z własnej elektrociepłowni kogeneracyjnej; dotyczy jedynie emisji z przygotowania surowca (zrębkowanie odpadów drzewnych w punktach zbiórki) i transportu

²⁵ Wartość ważona dla ciepła i energii elektrycznej.

²⁶ Wysokie wymagania dla poziomu emisji pyłów- zainstalowane filtry elektrostatyczne.

²⁷ Chemikalia wykorzystywane w organicznym cyklu Rankine'a: organiczny płyn roboczy krążący w obiegu zamkniętym. Możliwy wyciek na małą skalę.

²⁸ Niektóre substancje chemiczne stosowane w czyszczeniu węgla kamiennego.

²⁹ Nie wykorzystuje się dodatkowej wody, woda ciepłownicza podgrzewana w instalacji stacji. Brak wody krążącej w elektrowni.

³⁰ Woda wykorzystywana w górnictwie: odkrywkowe wydobywanie węgla brunatnego oraz wydobywanie i czyszczenie węgla kamiennego.

³¹ Popiół pozostający po spalaniu jest traktowany jako odpady i wyrzucany. Utracone zostają składniki mineralne zawarte w drewnie.

³² Wartość średnia dla równoważnej energii cieplnej i elektrycznej z paliw kopalnych.

Wskaźniki ekonomiczne	Ścieżka bioenergii	Dane referencyjne	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Wewnętrzna stopa zwrotu	1,7%	16% ³⁵	-14,3%	%
Okres spłaty	24 ³⁶	10	14	rok
Zmiana ceny gruntu	0 ³⁷	0 ³⁸	-	
Wpływ na gospodarkę krajową ⁽¹⁾	51 ³⁹	51300	-51249	ppm
Cena produktu dla końcowego użytkownika	0,007 ⁴⁰	0,008	-0,001	€/MJ _{en.ciepl.}
Koszt produkcji	0,009 ⁴¹	0,008	0,001	€/MJ _{en.ciepl.}
		0,011	-0,002	€/MJ _{en.el.}
		0,008 ⁴²	0,001	€/MJ _{energii}

Wskaźniki społeczne	Ścieżka bioenergii	Dane referencyjne	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Zatrudnienie	1,33E-07	1,64E-07	-3,1E-08	FTE/MJ _{energii}
Wpływ na gospodarkę regionalną	80%	2%	78,0%	%
Jakość zatrudnienia	1.5 ⁴³	5.7 ⁴⁴	-4,2	Liczba wypadków na 1.000 zatrudnionych ⁽¹⁾
	3.0 ⁴⁵	4.4 ⁴⁶	-1,4	

³³ Odpady drzewne z przemysłu przetwórstwa drewna – brak dodatkowego wykorzystania gruntu. Dodatkowe grunty pod instalację kogeneracyjną.

³⁴ Odkrywkowe wydobycie węgla brunatnego ma nieodwracalny destrukcyjny wpływ na grunty; wydobycie węgla kamiennego i powstała w rezultacie sieć podziemnych korytarzy destabilizuje powierzchnię ziemi i prowadzi do lokalnych wstrząsów ziemi.

³⁵ Wg oczekiwań sektora energetycznego, dla nowej elektrowni węglowej.

³⁶ Wysokie wydatki inwestycyjne (CAPEX). Inwestycja wspierana przez dotacje środowiskowe.

³⁷ Nie prognozuje się wpływu na ceny gruntów w przypadku ścieżki dla biomasy.

³⁸ Ścieżka dla węgla: głębokie górnictwo węgla kamiennego i rozbudowana infrastruktura podziemna destabilizują powierzchnię ziemi nad kopalnią i stanowią potencjalne niebezpieczeństwo dla budynków i infrastruktury; odkrywkowe wydobycie węgla brunatnego- destrukcja krajobrazu na dużym obszarze.

³⁹ 10 instalacji oddanych do użytkowania w kraju do roku 2020

⁴⁰ Zyski ze sprzedaży energii elektrycznej i sprzedaży certyfikatów pochodzenia (zielonych- dla energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych, czerwonych- dla energii pochodzącej z kogeneracji) obniżają cenę ciepła dla użytkowników końcowych.

⁴¹ Koszty produkcyjne zależą głównie od cen surowca.

⁴² Wartość średnia dla równoważnej energii cieplnej i elektrycznej z paliw kopalnych.

⁴³ Leśnictwo (krajowe dane statystyczne)

⁴⁴ Górnictwo węgla kamiennego i brunatnego (krajowe dane statystyczne).

⁴⁵ Miejska sieć ciepłownicza.

⁴⁶ Energia elektryczna z krajowej sieci przesyłowej (produkcja oparta na węglu).

	11 930 ⁴⁷	21 286 ⁴⁸	-9 356	Poziom wynagrodzenia – roczne wynagrodzenie brutto[€/rok] ⁴⁹
Ceny nieruchomości	1 ⁵⁰	-2 ⁵¹	3	punkt
Zmiany w stanie środowiska (hałas, odór, estetyka)	0 ⁵²	4 ⁵³	-4	punkt

3 Ścieżki z wykorzystaniem biomasy ciekłej

3.1 Ścieżka 1: Biodiesel z rzepaku

Ścieżka dotyczy produkcji biodiesela z rzepaku w Polsce. Głównym produktem jest biodiesel, produkty uboczne to gliceryna i pasza dla zwierząt.

Dane referencyjne dotyczą oleju napędowego z ropy naftowej. Biodiesel stanowi domieszkę do oleju napędowego.

Dane do analizy ścieżki zostały w większości pozyskane od dostawców surowca i operatorów instalacji do produkcji biodiesela. Uzupełniające dane pozyskano z literatury i danych statystycznych.

Dla celów analitycznych posłużono się instalacją produkcyjną o wydajności 100 000 ton.

3.1.1 Granice ścieżki

Granice ścieżki obejmują uprawę biomasy, czyli rzepaku. Uwzględniono również produkcję innych substratów, takich jak metanol, wodorotlenek potasu i metanolan sodowy. Po stronie produktów wzięto pod uwagę transport biodiesela do rafinerii, gdzie domieszkuje się go do oleju napędowego. Transport produktów ubocznych i emisje z nim związane nie są wliczane w granice ścieżki dla biodiesela, gdyż dotyczą one wyłącznie poszczególnych produktów.

⁴⁷ Zintegrowany system oferuje wysokiej jakości zatrudnienie z płacami powyżej lokalnej średniej.

⁴⁸ Sektor górniczy i energetyczny- bardzo trudne warunki pracy w szkodliwym środowisku.

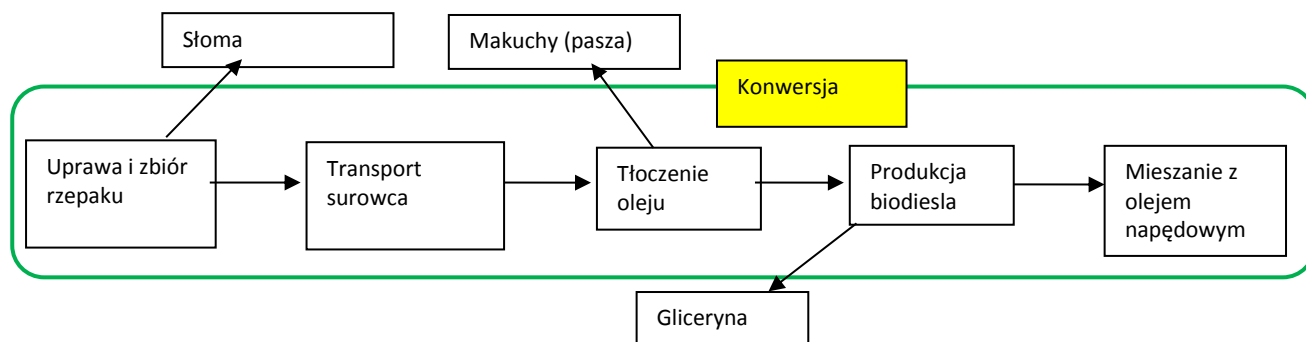
⁴⁹ Polskie dane statystyczne.

⁵⁰ Technologia niskoemisyjna: pozytywny wpływ na budynki mieszkalne ogrzewane siecią ciepłowniczą zasilaną z elektrociepłowni biomasowej- tańsza i ekologiczna energia cieplna.

⁵¹ Sektor górniczy i energetyczny.

⁵² Wykorzystanie biomasy zamiast węgla; instalacja kogeneracyjna na biomasę pozwala wyeliminować wykorzystanie węgla w miesiącach letnich i znacznie je obniżyć w ciągu całego sezonu grzewczego.

⁵³ Znaczący negatywny wpływ sektora górniczego i energetycznego na środowisko: wydobywanie węgla, produkcja energii cieplnej i elektrycznej ze spalania węgla.



Rys. 5 Granice ścieżki nr 1 z wykorzystaniem biomasy ciekłej.

Zastosowano podział według zawartości energii, w celu alokacji emisji dla różnych produktów opuszczających ścieżkę.

3.1.2 Wyniki

W Tab. 3 przedstawiono wyniki oceny zrównoważoności ścieżki biomasy ciekłej w zestawieniu z danymi referencyjnymi.

Jak w poprzednich przypadkach, ścieżka dla biomasy wypada lepiej w większości środowiskowych wskaźników. Uprawa biomasy pod produkcję biodiesla wymaga dużych powierzchni gruntów rolnych, podczas gdy produkcja oleju napędowego niemal jej nie potrzebuje. Z ekonomicznego punktu widzenia dane referencyjne wykazują szybszy zwrot zainwestowanego kapitału, ale również większe potrzeby kapitałowe. Ceny produktu końcowego są w przypadku biodiesla wyższe, gdyż ulgi w podatku akcyzowym wygasły i jest on obecnie sprzedawany wyłącznie w formie mieszanek z olejem napędowym. W ocenie społecznej, przemysł naftowy jest jednym z najbardziej niebezpiecznych miejsc pracy, ale w związku z tym oferuje również bardzo wysokie wynagrodzenia.

Tab. 3. Wyniki oceny zrównoważonego rozwoju ścieżki nr 1 dla biomasy ciekłej, z wyszczególnieniem wskaźników środowiskowych, ekonomicznych i społecznych.

Wskaźniki środowiskowe	Ścieżka bioenergii-biodiesla	Dane referencyjne - diesel	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Emisja gazów cieplarnianych	46,1 ⁵⁴	84,3	-38,2	g CO ₂ eq/MJ energii
Zakwaszenie	0,169	0,031 ⁵⁵	0,138	g SO ₂ -eq/MJ energii
Pyły	0,0013	0,0012 ²	0,0001	g PM10/MJ energii
Zużycie chemikaliów	2 ⁵⁶	3 ⁵⁷	-1	punkt
	5,65E-03		5,65E-03	kg/MJ energii
Zużycie wody	3,84E-06 ⁵⁸	blisko 0	3,84E-06	m ³ /MJ energii
Bilans	-2,66E-03 ⁵⁹	blisko 0	-2,66E-03	kg N/MJ energii

⁵⁴ Dane wejściowe zgodne z raportami dla Polski

⁵⁵ Dane emisyjne dla rafinerii w Gdańsku

⁵⁶ Środki chemiczne wykorzystywane na tej ścieżce: herbicydy, pestycydy, kwasy

⁵⁷ Środki chemiczne wykorzystywane na tej ścieżce

⁵⁸ Woda wykorzystywana w procesie, brak nawadniania pól

⁵⁹ Składniki odżywcze zakumulowane w rzepaku pojawiają się w 90% pasz dla zwierząt

składników odżywczych	-1,27E-03		-1,27E-03	kg P/MJ _{energii}
Bilans energii	0,26	0,18	0,08	MJ/MJ _{energii}
Wykorzystanie gruntu	3,62E-05 ⁶⁰	2,6E-10	3,62E-05	ha/MJ _{energii}

Wskaźniki ekonomiczne	Ścieżka bioenergii-biodiesel	Dane referencyjne - diesel	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Wewnętrzna stopa zwrotu	13,0%	>15% ⁶¹	-2	%
Okres spłaty	10	<6	>4	rok
Zmiana ceny gruntu	0 ⁶²	Nie wykorzystuje się gruntów rolnych	-	%
Wpływ na krajową gospodarkę	550 ⁶³	4294 ⁶⁴	-3745	ppm
Cena produktu dla użytkownika końcowego	0,03	0,03	0	€/MJ _{energii}
Koszt produkcji	0,032	0,02 ⁶⁵	0,0120	€/MJ _{energii}

Wskaźniki społeczne	Ścieżka bioenergii-biodiesel	Dane referencyjne - diesel	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Zatrudnienie	3,76E-07	7,02E-08	3,1E-07	FTE/MJ _{energii}
Wpływ na gospodarkę regionalną	99%	10% ⁶⁶	89,0%	%
Jakość zatrudnienia	4.2 ⁶⁷	4.7 ⁶⁸	-0,5	Liczna wypadków na 1.000 zatrudnionych ⁶⁹
	11 506 ⁷⁰	29 800 ⁷¹	-18 294	Poziom wynagrodzenia –

⁶⁰ Pola do uprawy roślin

⁶¹ Wartość docelowa dla rafinerii

⁶² Nie przewiduje się wpływu na ceny gruntów dla ścieżki biodiesela. Po pomyślnej prezentacji uruchomionej instalacji ceny gruntów w jej pobliżu mogą wzrosnąć ze względu na stabilny popyt na surowiec.

⁶³ Wielkość produkcji zgodna z krajowym celem do roku 2020

⁶⁴ Dane dla przemysłu naftowego w Polsce

⁶⁵ Koszty produkcji oleju opałowego przed opodatkowaniem

⁶⁶ Szacunkowy wpływ rafinerii w Gdańsku na lokalną gospodarkę (podatki, zatrudnienie)

⁶⁷ Dane dla rolnictwa i przetwórstwa żywności

⁶⁸ Dane dla przemysłu naftowego w Polsce

⁶⁹ Polskie dane statystyczne

⁷⁰ Dane dla rolnictwa; Zintegrowany system oferuje wysokiej jakości zatrudnienie z płacami powyżej lokalnej średniej.

Wskaźniki społeczne	Ścieżka bioenergii-biodiesel	Dane referencyjne - diesel	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
				roczne wynagrodzenie brutto [€/rok] ⁷²
Ceny nieruchomości	-1 ⁷³	-2	1	Rafineria
Zmiana stanu środowiska (hałas, odór, estetyka)	2 ⁷⁴	5	-3	Rafineria

3.2 Ścieżka 2: Bioetanol z kukurydzy

Ścieżka dotyczy produkcji bioetanolu z kukurydzy i zbóż dodatkowych- pszenicy. Obecnie nie wykorzystuje się pozostałości rolnych (słomy), dlatego też uprawa biomasy powinna przynależeć do granic ścieżki. Produkcja bioetanolu prowadzi do powstawania odpadów pogorzelnianych, które można wykorzystać jako paszę ze względu na wysoką zawartość białka.

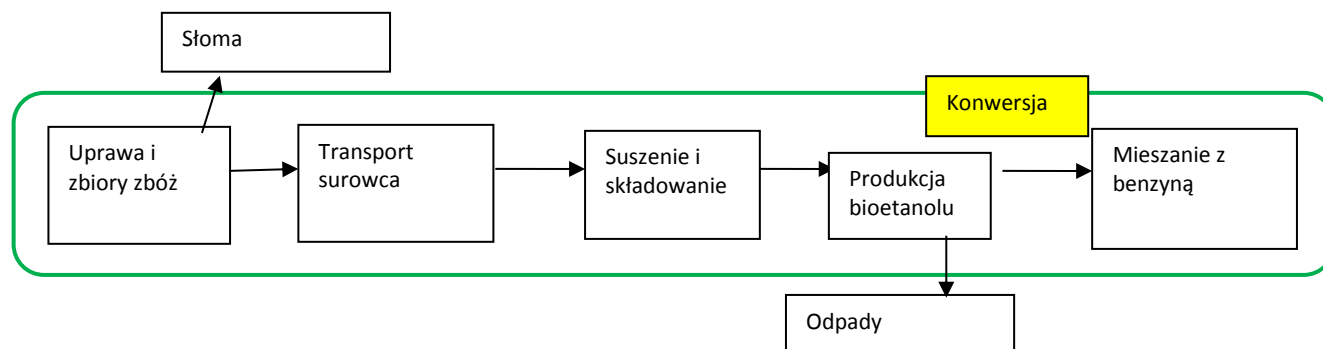
Dane referencyjne dotyczą benzyny, gdy bioetanol jest domieszkowany z benzyną i zastępuje jej pewną część.

Dane do analizy ścieżki zostały w większości pozyskane od dostawców surowca i producentów bioetanolu. Uzupełniające dane pozyskano z literatury i danych statystycznych.

Dla celów analitycznych posłużono się instalacją produkcyjną o wydajności 30 000 m³.

3.2.1 Granice ścieżki

Granice ścieżki obejmują produkcję substratów- kukurydzy, oraz transport bioetanolu do rafinerii. Transport produktów ubocznych leży poza granicami ścieżki. Emisje z nim związane mogą być wyłączone z analizy przeprowadzanej dla produkcji bioetanolu, gdyż są one bezpośrednio powiązane z konkretnym produktem ubocznym.



Rys. 6 Granice ścieżki nr 2 z wykorzystaniem biomasy ciekłej.

⁷¹ Dane dla przemysłu naftowego w Polsce; Przemysł naftowy: wydobywanie - praca w szkodliwych warunkach; przetwórstwo – istnieją liczne ryzyka.

⁷² Polskie dane statystyczne.

⁷³ Instalacja produkcji biodiesla zlokalizowana z dala od budynków mieszkalnych.

⁷⁴ Wyłącznie produkty rolne wykorzystywane w instalacji poza terenami miejskimi.

Tak jak miało to miejsce w przypadku produkcji biodiesela, posłużono się alokacją zgodną z zawartością energii, aby przypisać emisje poszczególnym produktom opuszczającym ścieżkę.

3.2.2 Wyniki

W Tab. 4 przedstawiono wyniki oceny zrównoważoności ścieżki biomasy ciekłej w zestawieniu z danymi referencyjnymi.

Wyniki analizy dla bioetanolu wypadają bardzo podobnie do danych dla biodiesela. Obie ścieżki, bioenergii i paliwa kopalnego, mają podobne skutki ekologiczne. Jednakże, proces produkcji bioetanolu wymaga użycia mniejszej ilości chemikaliów. Zwłaszcza proces produkcyjny oparty o naturalną fermentację nie wymaga dodatków chemicznych. Cykl składników odżywczych wzdłuż ścieżki bioetanolu jest w zasadzie zamknięty, dodatkowy strumień pojawia się gdy odpady pogorzelniane są wykorzystywane jako pasza dla zwierząt. Z ekonomicznego punktu widzenia, dane referencyjne dla paliwa kopalnego wypadają lepiej dla wszystkich rozpatrywanych wskaźników. Szczególnie okres spłaty i wewnętrzna stopa zwrotu są bardziej atrakcyjne. Jednakże z ekologicznego punktu widzenia spustoszenia w środowisku spowodowane wydobywaniem ropy naftowej są znacznie gorsze niż skutki płynące z procesu produkcji bioetanolu.

Tab. 4. Wyniki oceny zrównoważonego rozwoju ścieżki nr 2 dla biomasy ciekłej, z wyszczególnieniem wskaźników środowiskowych, ekonomicznych i społecznych.

Wskaźniki środowiskowe	Ścieżka bioenergii - bioetanol	Dane referencyjne- benzyna	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Emisja gazów cieplarnianych ⁷⁵	40,4	78,9	-38,49	g CO ₂ eq/MJ _{energii}
Zakwaszenie	0,161	0,031 ⁷⁶	0,13	g SO ₂ -eq/MJ _{energii}
Pyły	0,0012	0,0012	0	g PM10/MJ _{energii}
Wykorzystanie chemikaliów	1 ⁷⁷	3 ⁷⁸	-2	punkt
Wykorzystanie wody	0 ⁷⁹	blisko 0	-	m ³ /MJ _{energii}
Bilans składników odżywczych	0 ⁸⁰	blisko 0	0	kg N/MJ _{energii}
	0		0	kg P/MJ _{energii}
Bilans energii	0,77	0,18	0,59	MJ/MJ _{energii}
Wykorzystanie gruntu	2,19E-05 ⁸¹	2,6E-10	2,19E-05	ha/MJ _{energii}

⁷⁵ Dane wejściowe zgodne z raportami dla Polski.

⁷⁶ Dane emisyjne dla rafinerii w Gdańsku.

⁷⁷ Środki chemiczne wykorzystywane na tej ścieżce: herbicydy, pestycydy

⁷⁸ Środki chemiczne wykorzystywane na tej ścieżce.

⁷⁹ Cała wykorzystywana woda trafia na pola wraz z odpadem pogorzelnianym- naturalnym nawozem.

⁸⁰ Składniki odżywcze zakumulowane w kukurydzy wracają z powrotem na pole w formie odpadu pogorzelnianego.

⁸¹ Pola pod uprawę roślin.

Wskaźniki ekonomiczne	Ścieżka bioenergii - bioetanol	Dane referencyjne- benzyna	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Wewnętrzna stopa zwrotu	11,5%	>15% ⁸²	> - 3%	%
Okres spłaty	15	<6	>8	rok
Zmiana ceny gruntu	0 ⁸³	0	-	%
Wpływ na gospodarkę krajową	251 ⁸⁴	4294 ⁸⁵	-4043	ppm
Cena produktu dla końcowego użytkownika	0,036	0,036	0	€/MJ _{energii}
Koszt produkcji	0,035	0,02	0,0150	€/MJ _{energii}

Wskaźniki społeczne	Ścieżka bioenergii - bioetanol	Dane referencyjne- benzyna	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Zatrudnienie	2,55E-07	7,02E-08	1,8E-07	FTE/MJ _{energii}
Wpływ na gospodarkę regionalną	79%	10% ⁸⁶	69,0%	%
Jakość zatrudnienia	4.2 ⁸⁷	4.7 ⁸⁸	-0,5	Liczba wypadków na 1.000 zatrudnionych
	11 550 ⁸⁹	29 800 ⁹⁰	-18 250	Roczne wynagrodzenie brutto [€/rok] ⁹¹
Ceny nieruchomości	-1 ⁹²	-2	1	Rafineria
Zmiana w stanie środowiska (hałas, odór, estetyka)	2 ⁹³	5	-3	Rafineria

⁸² Wartość docelowa dla rafinerii.

⁸³ Nie przewiduje się wpływu na ceny gruntów dla ścieżki bioetanolu. Po pomyślnej prezentacji uruchomionej instalacji ceny gruntów w jej pobliżu mogą wzrosnąć ze względu na stabilny popyt na surowiec.

⁸⁴ Wielkość produkcji zgodna z krajowym celem do roku 2020.

⁸⁵ Przemysł naftowy.

⁸⁶ Szacunkowy wpływ rafinerii w Gdańsku na lokalną gospodarkę (podatki, zatrudnienie)

⁸⁷ Dane dla rolnictwa i przetwórstwa żywności.

⁸⁸ Przemysł naftowy.

⁸⁹ Dane dla rolnictwa; Zintegrowany system oferuje wysokiej jakości zatrudnienie z płacami powyżej lokalnej średniej.

⁹⁰ Dane dla przemysłu naftowego w Polsce; Przemysł naftowy: wydobywanie - praca w szkodliwych warunkach; przetwórstwo – istnieją liczne ryzyka.

⁹¹ Krajowe dane statystyczne.

⁹² Instalacja produkcji bioetanolu zlokalizowana z dala od obiektów mieszkalnych.

⁹³ Wyłącznie produkty rolne wykorzystywane w instalacji poza terenami miejskimi.

4 Ścieżki z wykorzystaniem biogazu

4.1 Ścieżka 1: ciepło i energia elektryczna z biogazu produkowanego z kiszonki kukurydzianej

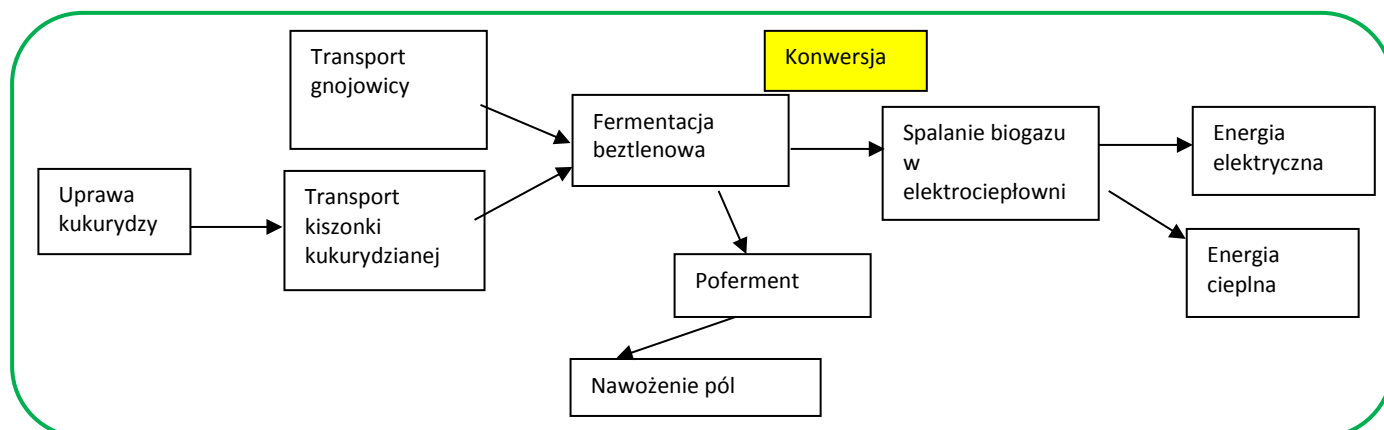
Ścieżka dotyczy produkcji energii elektrycznej z biogazu produkowanego z kiszonki kukurydzianej. W rozpatrywanej instalacji jako substraty używa się mieszanki kiszonki kukurydzianej (udział 67 %) i gnojowicy. Biogazownia pracuje w trybie grzewczym, co pozwala uniknąć jakichkolwiek strat wyprodukowanej energii i otrzymać zestaw certyfikatów. Ta analiza uznaje energię elektryczną za główny produkt, gdyż znacząca większość zysków płynie ze sprzedaży energii elektrycznej. Za dane referencyjne przyjęto polski mix energetyczny. Oznacza to, że za ciepło dostarczane do miejskiej sieci ciepłowniczej uważa się ciepło produkowane ze spalania węgla.

Dane do analizy ścieżki zostały w większości pozyskane od operatora biogazowi, ośrodka doradztwa rolniczego, operatora sieci ciepłowniczej, odbierającego wyprodukowaną energię cieplną. Uzupełniające dane pozyskano z literatury i danych statystycznych.

Dla celów analitycznych posłużono się biogazownią wyposażoną w jednostkę kogeneracyjną o mocy 2 MWe.

4.1.1 Granice ścieżki

Uprawa biomasy, przeznaczonej pod konkretny cel, jest objęta granicami ścieżki. Podobnie jak we wcześniejszych przypadkach, ze ścieżki wyłączone infrastrukturę i instalację.



Rys. 7 Granice ścieżki nr 1 z wykorzystaniem biomasy gazowej.

Podział emisji jest dokonywany zgodnie z wielkością wyprodukowanej energii elektrycznej i cieplnej.

4.1.2 Wyniki

W Tab. 5 przedstawiono wyniki oceny zrównoważoności ścieżki biomasy gazowej w zestawieniu z danymi referencyjnymi.

Zgodnie z informacjami przedstawionymi już wcześniej, ścieżki bioenergii wypadają znacznie lepiej niż referencyjne paliwa kopalne w przypadku produkcji energii elektrycznej. Emisje gazów cieplarnianych pochodzące z polskiego systemu energetycznego (produkcja energii z węgla kamiennego i brunatnego) są ponad 7 razy wyższe niż to ma miejsce przypadku produkcji energii elektrycznej z biogazu. Różnica ta wynika między innymi z tego, że w procesie produkcji biogazu produkowane są znaczne ilości energii cieplnej, odpowiedzialne

za połowę emisji. Zakwaszenie i zapylenie są niższe w przypadku biogazu, niż ma to miejsce dla energii produkowanej z węgla kamiennego. Obszar gruntu potrzebny dla wyprodukowania 1 MJ energii w biogazowi jest jednak większy niż w przypadku konwencjonalnej elektrowni. Również w przypadku wskaźników ekonomicznych referencyjne paliwa kopalne wypadają lepiej. Biogaz wnosi na razie niewielki wkład w krajową gospodarkę, gdyż budowa instalacji biogazowych mocno się opóźniła poza zakładany harmonogram. Pod względem społecznym, ścieżka z wykorzystaniem biogazu zapewnia długoterminowe, bezpieczne źródło energii dla pobliskich mieszkańców i może wpłynąć na wzrost wartości nieruchomości.

Tab. 5. Wyniki oceny zrównoważonego rozwoju ścieżki nr 1 dla biomasy gazowej, z wyszczególnieniem wskaźników środowiskowych, ekonomicznych i społecznych.

Wskaźniki środowiskowe	Ścieżka bioenergii- elektrociepłownia biogazowa	Dane referencyjne- elektrociepłownia węglowa	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Emisja gazów cieplarnianych	29,6 ⁹⁴	123,4	-93,77	g CO ₂ eq/MJ _{en.ciepl}
		225,6	-225,6	g CO ₂ eq/MJ _{en.el.}
		192,7 ⁹⁵	-163,1	g CO ₂ eq/MJ _{energii}
Zakwaszenie	0,30	9,94	-9,64	g SO ₂ -eq/MJ _{energii}
Pyły	7,53E-04	0,15	-0,149	g PM10/MJ _{energii}
Wykorzystanie chemikaliów	0 ⁹⁶	2 ⁹⁷	-2	punkt
Wykorzystanie wody	0 ⁹⁸	0,0013 ⁹⁹	-0,0013	m ³ /MJ _{energii}
Bilans składników odżywczych	0,012 ¹⁰⁰	blisko 0	0,012	kg N/MJ _{energii}
	0		0	kg P/MJ _{energii}
Bilans energii	0,31	0,3	0,01	MJ/MJ _{en.ciepl.}
		0,67	-0,36	MJ/MJ _{en.el.}
		0,55 ¹⁰¹	-0,24	MJ/MJ _{energii}
Wykorzystanie gruntu	1,01E-05 ¹⁰²	4,90E-07 ¹⁰³	9,61E-06	ha/MJ _{energii}

⁹⁴ Technologiczne zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepłą pokrywane przez własną jednostkę ko generacyjną; emisje pochodzą wyłącznie z paliwa transportowego.

⁹⁵ Wartość zakumulowana, oparta na udziale energii cieplnej i elektrycznej z paliw kopalnych.

⁹⁶ Substancje chemiczne nie są wykorzystywane na tej ścieżce.

⁹⁷ Substancje chemiczne wykorzystywane przy czyszczeniu węgla kamiennego.

⁹⁸ Woda trafia na pola wraz z pofermentem – naturalnym użyźniaczem

⁹⁹ Woda wykorzystywana w górnictwie: odkrywkowe wydobywanie węgla brunatnego, górnictwo głębokościowe węgla kamiennego, oczyszczenie węgla.

¹⁰⁰ Składniki odżywcze zakumulowane w kukurydzy obecne w gnojowicy trafiają na pole w formie ciekłego pofermentu; niewielkie straty w zawartości azotu.

¹⁰¹ Wartość zakumulowana, oparta na udziale energii cieplnej i elektrycznej z paliw kopalnych.

¹⁰² Grunty pod uprawę roślin.

¹⁰³ Odkrywkowe wydobywanie węgla brunatnego ma nieodwracalny destrukcyjny wpływ na grunty; wydobywanie węgla kamiennego i powstała w rezultacie sieć podziemnych korytarzy destabilizuje powierzchnię ziemi i prowadzi do lokalnych wstrząsów ziemi.

Wskaźniki ekonomiczne	Ścieżka bioenergii- elektrociepłownia biogazowa	Dane referencyjne- elektrociepłownia węglowa	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Wewnętrzna stopa zwrotu	2,5%	16% ¹⁰⁴	-13,5%	%
Okres spłaty	12,3	10	2,3	rok
Zmiana ceny gruntu	0 ¹⁰⁵	0 ¹⁰⁶	-	
Wpływ na gospodarkę krajową	574 ¹⁰⁷	51300	-50726	ppm
Cena produktu dla końcowego użytkownika	0,0071	0,0095	-0,0024	€/MJ _{en.ciepl.}
Koszt produkcji	0,025 ¹⁰⁸	0,0095	0,0155	€/MJ _{en.ciepl.}
		0,0106	0,0144	€/MJ _{en.el.}
		0,01 ¹⁰⁹	0,012	€/MJ _{energii}

Wskaźniki społeczne	Ścieżka bioenergii- elektrociepłownia biogazowa	Dane referencyjne- elektrociepłownia węglowa	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Zatrudnienie	2,03E-07	1,64E-07	3,9E-08	FTE/MJ _{energii}
Wpływ na gospodarkę regionalną	83%	5%	78%	%
Jakość zatrudnienia	4.2 ¹¹⁰	5.7 ¹¹¹	-1,5	Liczba wypadków na 1.000 zatrudnionych ¹¹²
		4.4 ¹¹³	-0,2	
		5,3 ¹¹⁴	-1,1	

¹⁰⁴ Opłacalność górnictwa i sektora energetycznego nie są przejrzyste. Krajowy węgiel otrzymuje dotacje. Sektor energetyczny inwestuje w nowe moce wytwórcze zapewniając wysoką stopę zwrotu zainwestowanego kapitału.

¹⁰⁵ Nie przewiduje się wpływu na ceny gruntów dla ścieżki biogazu. Po pomyślnej prezentacji uruchomionej instalacji ceny gruntów w jej pobliżu mogą wzrosnąć ze względu na stabilny popyt na surowiec.

¹⁰⁶ Ścieżka dla węgla: głębokie górnictwo węgla kamiennego i rozbudowana infrastruktura podziemna destabilizują powierzchnię ziemi nad kopalnią i stanowią potencjalne niebezpieczeństwo dla budynków i infrastruktury; odkrywkowe wydobycie węgla brunatnego- destrukcja krajobrazu na dużym obszarze.

¹⁰⁷ Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych określa udział produkcji energii cieplnej i elektrycznej z biogazu na poziomie 1/3 do 2020

¹⁰⁸ Wpływy ze sprzedaży energii elektrycznej i certyfikatów (zielone certyfikaty dla energii pochodzącej z odnawialnych źródeł, żółte- dla energii z kogeneracji) obniżają cenę energii cieplnej

¹⁰⁹ Wartość zakumulowana, oparta na udziale energii cieplnej i elektrycznej z paliw kopalnych.

¹¹⁰ Rolnictwo i przetwórstwo produktów rolnych.

¹¹¹ Górnictwo węgla kamiennego i brunatnego.

¹¹² Energia elektryczna z krajowego systemu energetycznego (produkcja oparta na węglu)

¹¹³ Krajowe dane statystyczne.

¹¹⁴ Wartość zakumulowana, oparta na udziale energii cieplnej i elektrycznej z paliw kopalnych.

Wskaźniki społeczne	Ścieżka bioenergii- elektrociepłownia biogazowa	Dane referencyjne- elektrociepłownia węglowa	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
	12 571 ¹¹⁵	21 286 ¹¹⁶	-8 714	Poziom wynagrodzenia – roczne wynagrodzenie brutto [€/rok] ¹¹⁷
Ceny nieruchomości	0 ¹¹⁸	-2	2	Górnictwo i energetyka
Zmiany w stanie środowiska (hałas, odór, estetyka)	0 ¹¹⁹⁾	4	-4	Górnictwo i energetyka

4.2 Ścieżka 2: sprężony biometan ze składowiska odpadów jako paliwo transportowe

Ścieżka opisuje możliwe wykorzystanie biometanu pochodzącego ze składowiska odpadów. Biogaz produkowany jest w instalacji opartej na fermentacji beztlenowej. Otrzymany gaz jest wzbogacany do biometanu i sprężany (tzw. CBG) i może stanowić substytut sprężonego gazu ziemnego (CNG) wykorzystywanego jako paliwo w miejskiej flocie autobusowej.

Dane referencyjne dotyczą gazu ziemnego. Sprężony gaz ziemny (CNG) jest wykorzystywany jako paliwo w autobusach. Sprężony biometan (CBG) może być wykorzystany w tych samych pojazdach.

Dane do analizy zostały pozyskane od operatora składowiska odpadów komunalnych i przedsiębiorstwa transportowego. Uzupełniające dane pozyskano z literatury i danych statystycznych. Zastosowana powinna być technologia oczyszczania biogazu o niskim zużyciu wody, np. metoda chemiczna, z wykorzystaniem rozpuszczalników chemicznych o niskiej szkodliwości. Ciepło do procesu pochodzić może ze spalania biogazu.

Zakres analizy obejmuje zastosowanie sprężonego biometanu (CBG) w 46 autobusach, do roku 2020.

Stacja przetwarzania CBG, stacja sprężania gazu oraz stacja paliw będą miały charakter spółki miejskiej.

4.2.1 Granice ścieżki

Uprawa i przetwórstwo biomasy znajdują się w granicach ścieżki.

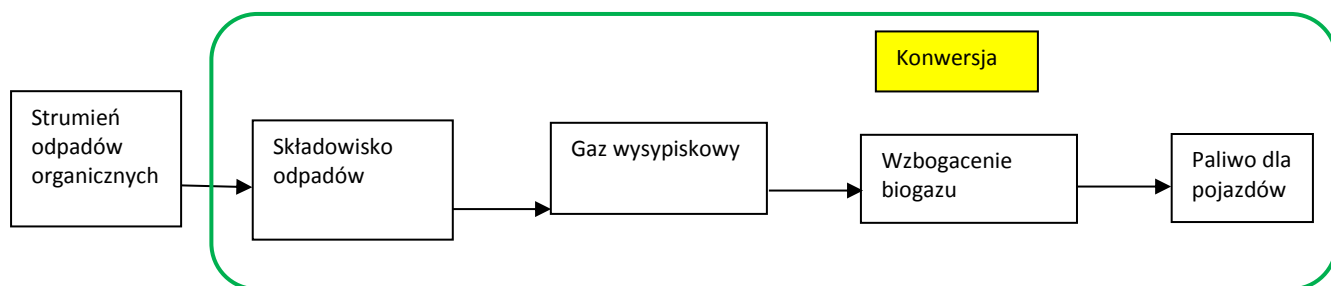
¹¹⁵ Zintegrowany system oferuje wysokiej jakości zatrudnienie z płacami powyżej lokalnej średniej.

¹¹⁶ Górnictwo i sektor energetyczny- bardzo trudne warunki pracy w szkodliwym środowisku.

¹¹⁷ Krajowe dane statystyczne.

¹¹⁸ Biogazownia zlokalizowana z dala od budynków mieszkalnych; możliwe pozytywne skutki dla mieszkańców korzystających z ciepła wyprodukowanego w elektrociepłowni biogazowej- tańsza i ekologiczna energia cieplna.

¹¹⁹ Wykorzystanie substratów pochodzenia rolniczego; biogazowa instalacja ko generacyjna pozwala wyeliminować wykorzystanie węgla w miesiącach letnich i znacznie je obniżyć w ciągu całego sezonu grzewczego.



Rys. 8 Granice ścieżki nr 2 z wykorzystaniem biomasy gazowej.

4.2.2 Wyniki

W Tab. 6 przedstawiono wyniki oceny zrównoważoności ścieżki biomasy gazowej w zestawieniu z danymi referencyjnymi.

Wyniki oceny ścieżki biometanu są podobne do danych dla biogazu. Wartości dla zakwaszenia i zapylenia są gorsze niż w przypadku danych referencyjnych dla gazu ziemnego. Również w przypadku niektórych wskaźników ekonomicznych, biometan wypada gorzej. Pod względem społecznym, jest to lokalne paliwo o niewielkim wpływie na jakość środowiska i komfort życia mieszkańców.

Tab. 6. Wyniki oceny zrównoważonego rozwoju ścieżki nr 2 dla biomasy gazowej, z wyszczególnieniem wskaźników środowiskowych, ekonomicznych i społecznych.

Wskaźniki środowiskowe	Ścieżka bioenergii – biometan	Dane referencyjne-gaz ziemny	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Emisja gazów cieplarnianych ¹²⁰	23,7	62,57	-38,87	g CO ₂ eq/MJ energii
Zakwaszenie	0,256	3,00E-05	0,256	g SO ₂ -eq/MJ energii
Pyły	6,49E-04	1,07E-05	0,001	g PM10/MJ energii
Wykorzystanie chemikaliów	0 ¹²¹	blisko 0	-	kg/MJ energii
Wykorzystanie wody	0 ¹²²	0	0	m ³ /MJ energii
Bilans składników odżywczych	0	blisko 0	0	kg N/MJ energii
				kg P/MJ energii
Bilans energii	0,20	0,13	0,07	MJ/MJ energii
Wykorzystanie gruntu	2,29E-07 ¹²³	blisko 0	2,29E-07	ha/MJ energii

¹²⁰ Uwzględniono transport odpadów, wzbogacanie i sprężanie gazu.

¹²¹ W ramach ścieżki nie wykorzystuje się substancji chemicznych.

¹²² Nie wykorzystuje się wody.

¹²³ Obszar składowiska odpadów, gdzie gromadzony jest gaz wysypiskowy.

Wskaźniki ekonomiczne	Ścieżka bioenergii – biometan	Dane referencyjne- gaz ziemny	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Wewnętrzna stopa zwrotu	16,0%	6% ¹²⁴	10,0%	%
Okres spłaty	8,5	>10	-1,5	rok
Zmiana ceny gruntu	0 ¹²⁵	blisko 0 ¹²⁶	-	punkt
Wpływ na gospodarkę krajową	9 ¹²⁷	19092	-19083	ppm
Cena produktu dla użytkownika końcowego	0,0061 ¹²⁸	0,012	-0,0059	€/MJ _{energii}
Koszt produkcji	0,0037 ¹²⁹	0,010	-0,0063	€/MJ _{energii}

Wskaźniki społeczne	Ścieżka bioenergii – biometan	Dane referencyjne- gaz ziemny	Różnica w oddziaływaniu	Jednostka
Zatrudnienie	1,83E-06	5,95E-05	-5,8E-05	FTE/MJ _{energii}
Wpływ na gospodarkę regionalną	98%	10%	88,0%	%
Jakość zatrudnienia	4.2 ¹³⁰	3.0 ¹³¹	1,2	Liczba wypadków na 1.000 zatrudnionych ¹³²
			-	
	14 720 ¹³³	24 800 ¹³⁴	-10 080	Poziom wynagrodzenia – roczne wynagrodzenie brutto[€/rok] ¹³⁵
Zmiana cen nieruchomości	0 ¹³⁶	-1	1	punkt

¹²⁴ Średnia dla sektora. Cena gazu ziemnego podlega ogólnym regulacjom.

¹²⁵ Nie przewiduje się zmian cen nieruchomości w przypadku ścieżki biogazu.

¹²⁶ Budowa rurociągów przesyłowych wymaga zawarcia umowy o ustanowienie służebności i ogranicza wykorzystanie ziemi.

¹²⁷ 500 autobusów przekształconych z CNG na CBG w skali kraju.

¹²⁸ Zakład komunalny. Cena produktu określana w oparciu o zasadę kosztową.

¹²⁹ Koszty produkcyjne wynikają z przetwarzania i kompresji gazu wysypiskowego.

¹³⁰ Gospodarka odpadami.

¹³¹ Sektor gazowy

¹³² Krajowe dane statystyczne

¹³³ Dodatkowe miejsca pracy w regionie.

¹³⁴ Wypadki i urazy.

¹³⁵ Krajowe dane statystyczne

¹³⁶ Instalacja sprężania biogazu na składowisku odpadów poza terenami miejskimi.

Zmiany w stanie środowiska (hałas, odór, estetyka)	0 ¹³⁷	1	-1	punkt
--	------------------	---	----	-------

5 Bibliografia

1. Biogazownie. Krajowy Raport, FAB biogas, 2013
2. Czyste technologie węglowe. W. Blaschke, Polityka Energetyczna, 11, 2008
3. Emission saving opportunities for corn cultivation for ethanol in Poland, Faber and others, Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.11 (3&4): 2013
4. Parametry energetyczne ciągników rolniczych, P. Krzaczek, Lublin 2009
5. Środowiskowe uwarunkowania odkrywkowego wydobycia węgla brunatnego. Wrocław 2007
6. Greenhouse gas emissions from rape seed cultivation for FAME production in Poland, Borzecka-Walker and others, Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.11 (1): 2013
7. Wpływ głębokiej eksploatacji węgla na zmiany środowiska, 2013
8. Koncepcja oceny cyklu życia nawozów mineralnych, M. Skowrońska and T. Filipek, Int. Agrophys., 28, 2014
9. Rynek zbóż w Polsce, Agencja Rynku Rolnego, 2013
10. Przemysł i handel naftowy. Raport roczny 2013
11. Polski sektor gazowy. Raport 2013
12. Sektor drzewny, papierniczy i meblarski, PAIZ, 2013

Więcej na stronie:

www.sustainable-biomass.eu

Kontakt z Bałtycką Agencją Poszanowania Energii BAPE bape@bape.com.pl

¹³⁷ Możliwe zmniejszenie odoru i emisji ze składowiska odpadów.