



Podręcznik na temat regionalnych i lokalnych biogospodarek opartych o zasoby



www.be-rural.eu

PROJEKT BE-RURAL

BE-Rural (www.be-rural.eu) bada potencjał regionalnych i lokalnych gospodarek opartych na biozasobach i wspiera rozwój strategii, planów działania i modeli biznesowych w zakresie biogospodarki. W tym celu projekt koncentruje się na tworzeniu otwartych platform innowacyjnych (OIP) w wybranych regionach w pięciu krajach: Bułgaria, Łotwa, Macedonia Północna, Polska i Rumunia.

BE-Rural współpracuje z projektem "Horyzont 2020" Power4Bio (<https://power4bio.eu/>), który ocenia również opcje technologiczne i modele biznesowe dla regionalnych i lokalnych biogospodarek. Wspólne wytyczne podsumują istotne wyniki obu projektów i przedstawią konkretne zalecenia dla decydentów dotyczące stosowania opcji technologicznych i modeli biznesowych opartych na biologii w konkretnych kontekstach regionalnych. Niniejszy podręcznik przyczyni się do osiągnięcia tych wspólnych wyników. W celu uzyskania dalszych, uzupełniających informacji z projektu Power4Bio, zachęcamy czytelnika do odwiedzenia strony: <https://power4bio.eu/project-material>.

O DOKUMENCIE

- Autorzy: Felix Colmorgen, Cosette Khawaja & Dominik Rutz
- Recenzenci: Gerardo Anzaldúa, Holger Gerdes, John Tarpey, Zoritz Kiresiewa, Carmen Păuna, Raluca Iorgulescu, Elsa João, Stefan Kah, Dagnija Lazdiņa, Kristaps Makovskis, Nicholas LaPointe
- ISBN: 978-3-936338-63-8
- Tłumaczenia: Oryginalnym językiem podręcznika jest angielski. Podręcznik jest również dostępny w językach: bułgarskim, niemieckim, łotewskim, macedońskim, rumuńskim.
Tłumaczenie na język polski: Morski Instytut Rybacki – PIB,
nadzór merytoryczny: Marcin Rakowski, Adam Mytlewski
- Wydawnictwo: © 2020 by WIP Renewable Energies, Munich, Germany
- Wydanie: Wydanie pierwsze
- Kontakt: WIP Renewable Energies, Sylvanstr. 2, 81369 Munich, Germany
felix.colmorgen@wip-munich.de, Tel.: +49 89 720 12 732
www.wip-munich.de
- Strona www: be-rural.eu
- Prawa autorskie: Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część tej książki nie może być powielana w jakiegokolwiek formie i w jakikolwiek sposób, w celu wykorzystania jej do celów komercyjnych, bez pisemnej zgody wydawcy. Autorzy nie gwarantują poprawności i/lub kompletności informacji i danych zawartych lub opisanych w niniejszym podręczniku.
- Projekt okładki: Ilustracja ze strony: stock.adobe.com/Freesurf

INFORMACJE I ZASTRZEŻENIA



Projekt ten otrzymał finansowanie z unijnego programu w zakresie badań naukowych i innowacji "Horyzont 2020" na podstawie umowy o udzielenie dotacji nr 818478. Ani Komisja Europejska, ani żadna osoba działająca w imieniu Komisji nie ponosi odpowiedzialności za sposób wykorzystania poniższych informacji. Poglądy wyrażone w niniejszym podręczniku należą wyłącznie do autorów i nie muszą odzwierciedlać poglądów Komisji Europejskiej.

Powielanie i tłumaczenie w celach niekomercyjnych jest dozwolone, pod warunkiem podania źródła i uprzedniego powiadomienia wydawcy oraz przesłania kopii.

KONSORCJUM PROJEKTOWE I KRAJOWE PUNKTY KONTAKTOWE:

Ecologic Institute, Germany
Holger Gerdes [holger.gerdes@ecologic.eu]
www.ecologic.eu



University of Strathclyde, Scotland, UK
Elsa João [elsa.joao@strath.ac.uk] - Department of Civil and Environmental Engineering
Sara Davies [sara.davies@strath.ac.uk] & Stefan Kah [stefan.kah@strath.ac.uk] - European Policies Research Centre
www.strath.ac.uk



WIP Renewable Energies, Germany
Felix Colmorgen [felix.colmorgen@wip-munich.de]
www.wip-munich.de



BIOCOM AG, Germany
Boris Mannhardt [b.mannhardt@biocom.de]
www.biocom.de



Bulgarian Industrial Association, Bulgaria
Martin Stoyanov [martin@bia-bg.com]
www.bia-bg.com



International Centre for Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems - Macedonian Sector, North Macedonia
Emilija Mihajloska [emilija.mihajloska@sdewes.org]
www.sdewes.org/macedonian_section.php



Institute for Economic Forecasting - Romanian Academy, Romania
Raluca-Ioana Iorgulescu [raluca.iorgulescu@ipe.ro]
www.ipe.ro



Latvian State Forest Research Institute, Latvia
Dagnija Lazdiņa [dagnija.lazdina@silava.lv]
www.silava.lv



Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy (MIR-PIB), Polska
Marcin Rakowski [mrakowski@mir.gdynia.pl]
www.mir.gdynia.pl

Spis treści

Rysunki	6
Tabele	6
Wykaz stosowanych skrótów	7
1 Wprowadzenie	11
2 Podstawy regionalnej biogospodarki	13
2.1 Biogospodarka	13
2.2 Biomasa – rdzeń biogospodarki	16
2.3 Konwersja biomasy	19
3 Warianty wykorzystania biomasy w regionalnej biogospodarce	22
3.1 Energetyczne wykorzystanie biomasy	22
3.1.1 Biomasa stała do ogrzewania i chłodzenia	22
3.1.2 Biomasa do produkcji biogazu	26
3.1.3 Rośliny oleiste i zużyty olej jadalny do produkcji biodiesla	29
3.1.4 Biomasa do produkcji bioetanolu.....	32
3.2 Materiały z wykorzystaniem biomasy	34
3.2.1 Bioplastiki	35
3.2.2 Biokompozyty	40
3.3 Kompostowanie bioodpadów	43
3.4 Biopochodne rozwiązania w zakresie opakowań.....	44
3.5 Naturalne materiały izolacyjne	46
3.6 Włókna na bazie biopaliw	49
3.7 Przemysł spożywczy	51
3.8 Waloryzacja biomasy wodnej.....	54
4 Modele biznesowe dla regionalnej biogospodarki	57
4.1 Dostępność i identyfikacja lokalnej biomasy, możliwości technicznych i infrastrukturalnych	58
4.2 Zaangażowanie zainteresowanych stron	60
4.3 Segmenty klientów	61
4.4 Planowanie, wdrażanie i eksploatacja opcji technologicznych	63
4.5 Modele własności i kwestie umowne	65
4.5.1 Model własności	65
4.5.2 Umowy z dostawcami biomasy	68
4.6 Źródła finansowania	69
5 Wpływ biogospodarki na zrównoważony rozwój	73
5.1 Oddziaływanie na środowisko	73
5.2 Oddziaływanie społeczne.....	78
5.3 Skutki gospodarcze	79

Bibliografia.....	82
--------------------------	-----------

Rysunki

Rysunek 1: Cele strategii dotyczącej biogospodarki (Komisja Europejska 2018).....	11
Rysunek 2. Podejście pięciokrotnej helisy (Abhold i in. 2019)	16
Rysunek 3: Źródła i zastosowania biomasy w regionie EU (EU Science Hub 2019).....	17
Rysunek 4: Ewolucja wykorzystania biomasy w UE (EU Science Hub 2019)	18
Rysunek 5: Użyteczność konopi i miskanta dla różnych produktów i zastosowań	19
Rysunek 6: Elementy klasyfikacji biorafinerii (BMELV 2012)	20
Rysunek 7: Różne rodzaje stałych paliw z biomasy	22
Rysunek 8: Różne rodzaje rozdrabniaczy	23
Rysunek 9: Proces peletowania (Coford 2007)	25
Rysunek 10: Najważniejsze uprawy roślin oleistych.....	31
Rysunek 11: Rośliny oleiste, które mogłyby być uprawiane na nieużytkach	32
Rysunek 12: Główne etapy produkcji bioetanolu (Robak i Balcerek 2018).....	34
Rysunek 13: Tworzywa sztuczne konwencjonalne a tworzywa sztuczne pochodzenia naturalnego (European Bioplastics b.d.)	35
Rysunek 14: Klasyfikacja bioplastików (European Bioplastics b.d.).....	36
Rysunek 15: Przykłady produktów wykonanych z bioplastików na bazie polisacharydów	37
Rysunek 16: Przykłady produktów wykonanych z bioplastików na bazie cukru	39
Rysunek 17: Globalny potencjał grzewczy różnych materiałów izolacyjnych (Daemwool b.d.)	48
Rysunek 18: Obroty z biogospodarki w UE-28, 2008-2016 (nova Institute 2019)	52
Rysunek 19: Obroty w biogospodarce w UE-28, 2016 r. (nova Institute 2019)	52
Rysunek 20: Przegląd korzyści i produktów, które można uzyskać dzięki zrównoważonemu wykorzystaniu żywych zasobów wodnych (Beyer i in. 2017).....	55
Rysunek 21: Flourishing Business Canvas (Karlsson i in. 2018)	57

Tabele

Tabela 1: Wyciąg z EWC odpadów istotnych dla kompostowania.....	43
Tabela 2: Przegląd materiałów izolacyjnych, ich przewodności cieplnej i pojemności cieplnej właściwej.....	47
Tabela 3: Techniczne, ekonomiczne i inne kryteria wyboru sprzętu technicznego (na podstawie Stein i in. 2017).....	59
Tabela 4: Produkty pochodzenia naturalnego i potencjalne segmenty ich nabywców	61
Tabela 5: Modele PPP (Sunko i in. 2017, Practical Law b.d.).....	66
Tabela 6: Wielostronny model własnościowy dla projektu energetycznego: Kluczowe aspekty (Asian Development Bank 2015).....	67
Tabela 7: Źródła kapitału własnego (na podstawie Sunko i in. 2017)	69
Tabela 8: Przegląd wpływu biogospodarki na środowisko (Hasenheit i in. 2016)	73

Tabela 9: Wykaz różnych oznaczeń, systemów certyfikacji i norm przy zakupie produktów lub usług pochodzenia naturalnego (na podstawie InnProBio, b.d.).....	76
Tabela 10: Przegląd skutków społecznych biogospodarki (Hasenheit i in. 2016).....	78
Tabela 11: Przegląd skutków ekonomicznych biogospodarki (Hasenheit i in. 2016).....	80

Wykaz stosowanych skrótów

%	Procent
€	Euro
°C	Stopnie Celsjusza
AD	Fermentacja beztlenowa (Anaerobic digestion)
b.d.	Brak danych
BM	Modele biznesowe (Business model)
c	Pojemność cieplna
C/N	Stosunek węgla do azotu (Carbon Nitrogen ratio)
Ca	Wapń (Calcium)
CH₄	Metan (Methane)
CHP	Skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej
CO	Tlenek węgla
CO₂	Dwutlenek węgla
COP	Współczynnik wydajności
CS₂	Dwusiarczek węgla (Carbon disulphide)
DIN	Deutsches Institute für Normung (Niemiecki Instytut Normalizacyjny)
DNB	Dochód narodowy brutto
EN	Norma Europejska
EU	Komisja Europejska
EWC	European waste catalogue (Europejski katalog odpadów)
FAO	Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. żywności i rolnictwa
FBC	Flourishing business canvas
Fe	Żelazo
FFA	Wolne kwasy tłuszczowe (Free fatty acid)

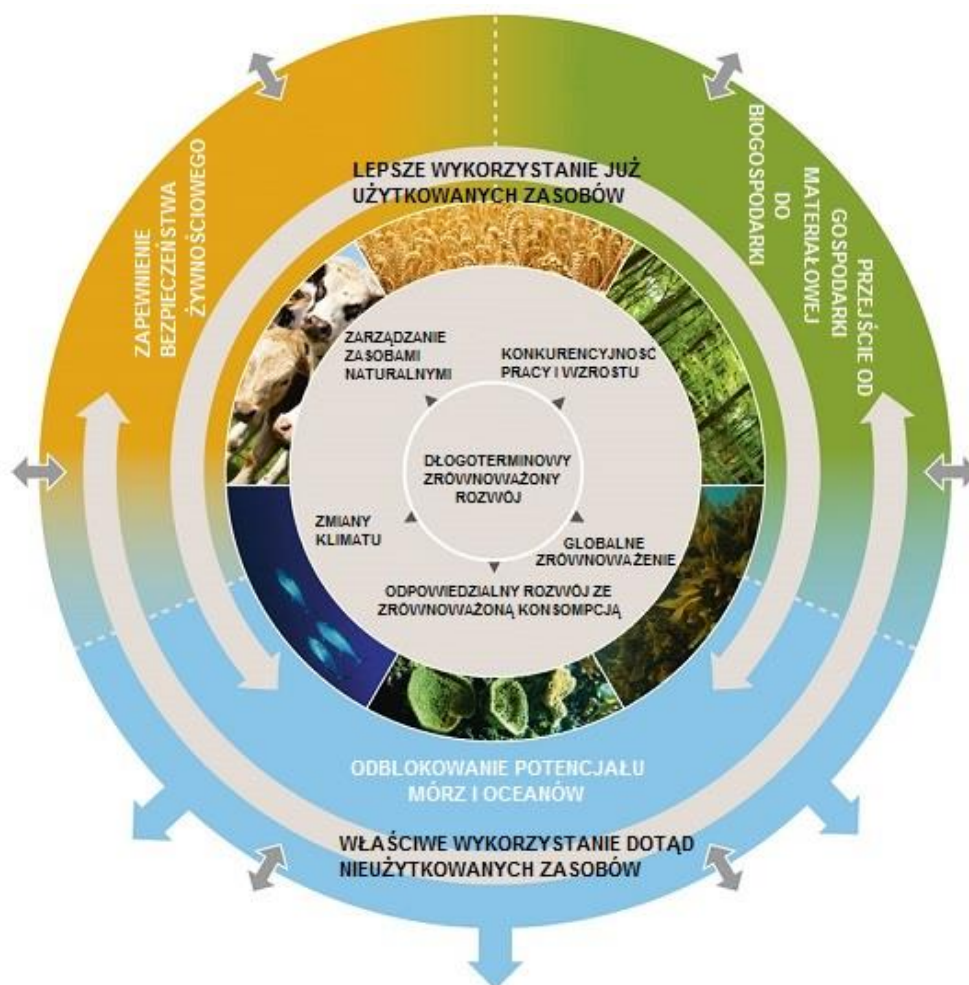
FSC	Forest stewardship council (Rada ds. gospodarki leśnej)
FT	Fischer-Tropsch
GHG	Gaz cieplarniany
GMO	Organizmy Genetycznie Zmodyfikowane (Genetically modified organism)
GO	Governmental organisation (Organizacja rządowa)
GWP	Global warming potential (Potencjał w zakresie globalnego ocieplenia)
H₂	Wodór
H₂S	Siarkowodór
HP	Horsepower (Koni Mechanicznych)
itd.	i tak dalej
IEA	International energy agency (Międzynarodowa agencja energetyczna)
ILUC	Pośrednia zmiana sposobu użytkowania gruntów (Indirect land use change)
IRR	Wewnętrzna stopa zwrotu (Internal rate of return)
ISCC	Międzynarodowy system certyfikacji emisji dwutlenku węgla
ISO	Międzynarodowa organizacja normalizacyjna
J/kg × K	Dżula na kilogram razy kelvin
JRC	Wspólne Centrum Badawcze (Joint research centre)
kg	Kilogram
kg/h	Kilogram na godzinę
kW	Kilowat
kWe	Kilowat elektryczny
kWh/t	Kilowatogodzin na tonę
LCA	Ocena cyklu życia (Life cycle assessment)
LULUCF	Użytkowanie gruntów, zmiana użytkowania gruntów i leśnictwo
m	Metr
m³	Metr sześcienny
MBT	Obróbka/oczyszczalnia mechaniczno-biologiczna
Mg	Magnez
mld	Miliard
mm	Milimetr

MPa	Megapascal
Mt	Milion ton
MW	Megawat
MWe	Megawat elektryczny
NGO	Non-governmental organisation (Organizacja pozarządowa)
np.	na przykład
OIP	Otwarta platforma innowacji (Open innovation platform)
PA	Poliamid
PBAT	Polybutylene adipate terephthalate (Tereftalan adypinianu polibutyleny)
PBS	Polybutylene succinate (Bursztynian polibutyleny)
PBT	Polybutylene terephthalate (Tereftalan polibutyleny)
PE	Polyethylene (Polietylen)
PEFC	Program zatwierdzania certyfikacji lasów
PET	Polyethylene terephthalate (Politereftalan etylenu)
pH	Skala kwasowości/zasadowości roztworów wodnych związków chemicznych
PHA	Polyhydroxyalkanoate (Polihydroksyalkanian)
PHB	Polyhydroxybutyrate (Polihydroksymaślan)
PKB	Produkt krajowy brutto
PLA	Polylactic acid (Kwas polimlekowy)
PP	Polypropylene (Polipropylen)
PPP	Partnerstwo Publiczno Prywatne
PS	Polystyrene (Polistyren)
PTT	Politrimethylene terephthalate (Politereftalan trimetyleny)
PUR	Polyurethane (Poliuretan)
PVC	Polyvinyl chloride (Polichlorek winylu)
R&D	Badania i rozwój (Research and development)
R&I	Badania i innowacje (Research and Innovation)
RED II	Nowa dyrektywa w sprawie odnawialnych źródeł energii
RSB	Okrągły stół w sprawie zrównoważonej produkcji biomateriałów

RSPO	Okrągły stół w sprawie zrównoważonej produkcji oleju palmowego
RTRS	Okrągły stół w sprawie zrównoważonej produkcji soi
SAM	Macierz rachunkowości społecznej
SDGs	Cele zrównoważonego rozwoju
S-LCA	Social life cycle assessment (Ocena cyklu życia społecznego)
SME	Small to mid-size enterprise (małe i średnie przedsiębiorstwa – MIŚ)
tj.	to jest
TPC-ET	Thermoplastic polyester elastomer (Termoplastyczny elastomer poliestrowy)
TPS	Thermoplastic starch (Skrobia termoplastyczna)
TRL	Technology Readiness Level (Poziom gotowości technologicznej)
vs	Versus – kontra
W/(m × K)	Watów na metr razy Kelvin
WWF	World Wide Fund for Nature

1 Wprowadzenie

Biogospodarka mogłaby sprostać niektórym najpilniejszym obecnie wyzwaniom, takim jak ograniczenia zasobów naturalnych, zmiany klimatu, wzrost liczby ludności na świecie oraz utrata różnorodności biologicznej. Jej całościowa wizja mogłaby pomóc w określeniu akceptowalnych społecznie rozwiązań, które łączą wzrost gospodarczy i konkurencyjność z globalną odpowiedzialnością za żywienie na świecie oraz za ochronę środowiska i klimatu, a także za dobrostan zwierząt. Towarzyszy temu zrównoważone zarządzanie zasobami i zmniejszenie zależności od zasobów nieodnawialnych (Rysunek 1). Nie wystarczy po prostu przenieść bazy surowcowej z zasobów kopalnych na odnawialne w zastosowaniach przemysłowych. Potrzebna jest makrospołeczna zmiana strukturalna, łącząca wzrost gospodarczy z kompatybilnością ekologiczną i społeczną (Bourguignon 2017, Hoff i in. 2018, Jalasjoki 2019, MECE 2019).



Rysunek 1: Cele strategii dotyczącej biogospodarki (Komisja Europejska 2018)

Biogospodarka jest koncepcją, która obejmuje politykę uwzględniającą badania naukowe, przemysł i energię, rolnictwo, leśnictwo i rybołówstwo, a także politykę dotyczącą klimatu i środowiska oraz rozwoju (BMBF 2017). Ze względu na powszechną dostępność zasobów naturalnych wdrażanie nowoczesnej biogospodarki nie ogranicza się tylko do krajów uprzemysłowionych. W zasadzie oferuje ona udział wszystkim krajom – niezależnie od dzisiejszego dobrobytu i granic systemowych. Szczególnie obszary wiejskie i przybrzeżne mogłyby skorzystać z potencjału biogospodarki w zakresie tworzenia wzrostu gospodarczego i miejsc pracy. Nowe możliwości biznesowe i innowacyjne mogą pojawić się w sektorze rolnym (rozszerzenie zakresu sektora poza produkcję

żywności na produkcję i przetwarzanie biomasy), morskim (waloryzacja przyłówów i pozostałości z przetwórstwa ryb w ramach błękitnej biogospodarki) i leśnym (np. poprzez zintegrowane koncepcje biorafinerii). Takie specyficzne dla danego sektora wielofunkcyjne koncepcje mogą być osadzone w nowych modelach biznesowych i ścieżkach rozwoju obszarów wiejskich i przybrzeżnych. Prowadzi to do poprawy jakości życia i pozwala rolnikom, rybakom i leśnikom zachować sprawiedliwy udział w wartości dodanej. Co więcej, gospodarki regionalne stają się coraz bardziej zróżnicowane, co prowadzi do większej stabilności gospodarczej. Biogospodarka może przyspieszyć przyjęcie zrównoważonych i przyjaznych dla klimatu praktyk na obszarach wiejskich (Bourguignon 2017, Hoff i in. 2018, Jalasjoki 2019, MECE 2019).

Mimo że biomasa jest uważana za odnawialną (w okresie lat i dziesięcioleci), pozostaje ona zasobem ograniczonym pod względem różnych czynników, takich jak dostępność wody czy ziemi. Ponadto przy wdrażaniu strategii w zakresie biogospodarki należy uwzględnić dodatkowy popyt i konkurencję w dostępie do zasobów, zmiany cen żywności i towarów. Koncepcja biogospodarki ma na celu przeciwdziałanie tym wyzwaniom poprzez ustanowienie odpowiednich środków po stronie podaży i popytu. Podejścia takie jak kaskadowe wykorzystanie biomasy, w ramach którego biomasa jest wykorzystywana więcej niż jeden raz (np. od pierwotnego wykorzystania surowca do wykorzystania energetycznego na końcu), o ile jest to możliwe i wykonalne pod względem technicznym i ekonomicznym, stanowi dużą szansę w ramach biogospodarki efektywnie korzystającej z zasobów.

Biogospodarka zachęca społeczeństwo do zmiany sposobu myślenia z liniowego na bardziej zrównoważone, ostrożne i cyrkularne. Oznacza to na przykład, że wartość dodana musi być rozdzielona równo wzdłuż łańcuchów dostaw i tworzenia wartości, przestrzegane są naturalne granice, a wzorce konsumpcji ulegają zmianie. Dlatego potrzebne jest solidne narzędzie, które umożliwi sprawiedliwy podział kosztów i korzyści. Na tym etapie rozwoju biogospodarki ważną rolę odgrywa lepsza współpraca międzynarodowa. (Bourguignon 2017, Hoff i in. 2018, Jalasjoki 2019, MECE 2019).

2 Podstawy regionalnej biogospodarki

2.1 Biogospodarka

Według Komisji Europejskiej biogospodarka jest definiowana jako "produkcja odnawialnych zasobów naturalnych oraz przekształcanie tych zasobów i strumieni odpadów w produkty o wartości dodanej, takie jak żywność, pasza, produkty biopochodne i bioenergia". Te sektory i gałęzie przemysłu mają duży potencjał innowacyjny, dzięki wykorzystaniu szerokiej gamy badań naukowych, technologii wspomagających i przemysłowych, a także wiedzy lokalnej i ukrytej" (Komisja Europejska 2012). Definicja ta została zamieszczona w europejskiej strategii na rzecz biogospodarki.

Biogospodarka wygenerowała w 2019 r. obroty w wysokości 2,3 bln euro. Już teraz można ją zatem uznać za ważny filar gospodarki UE (Biobased Industries Consortium 2019). Ponieważ produkty i procesy oparte na biologii mogą wymagać znacznych ilości biomasy jako surowca, w zaktualizowanej unijnej strategii dotyczącej biogospodarki wezwano do rozważenia bezpiecznych limitów ekologicznych w ramach rozwoju biogospodarek państw członkowskich (Komisja Europejska 2018). Konkretnie rzecz biorąc, strategia stwierdza: "Kluczowe znaczenie ma zapewnienie, aby zasoby naturalnego były wykorzystywane zgodnie z progami zrównoważonego rozwoju, tak aby mogły się odnawiać i uzupełniać oraz aby ekosystemy nie były eksploatowane poza bezpieczne granice, np. poprzez przekraczanie możliwości świadczenia określonych usług ekosystemowych" (Komisja Europejska 2018). W ramach tego działania zachęca się państwa członkowskie do (1) poszerzenia wiedzy na temat biogospodarki w celu wykorzystania jej w bezpiecznych granicach ekologicznych; (2) zwiększenia możliwości w zakresie obserwacji, pomiarów, monitorowania i sprawozdawczości; oraz (3) lepszego uwzględnienia korzyści płynących z ekosystemów bogatych w różnorodność biologiczną w produkcji podstawowej (Komisja Europejska 2018 r.).

Główną zaletą koncepcji biogospodarki jest rozwój i wsparcie obszarów wiejskich, przybrzeżnych i regionów oddalonych poprzez dodanie wartości do towarów wytwarzanych przez sektory rolnictwa, leśnictwa, rybołówstwa lub odpadów. Może to ograniczyć odpływ ludności z obszarów wiejskich poprzez tworzenie miejsc pracy i poprawić spójność terytorialną dzięki innowacjom społecznym. W ramach biogospodarki można zidentyfikować, przeanalizować i waloryzować niewystarczająco lub całkowicie niewykorzystane potencjały i zasoby. Ogólnym celem jest bardziej proporcjonalny i sprawiedliwy podział korzyści płynących z konkurencyjnej i zrównoważonej biogospodarki pomiędzy regiony (wiejskie), kraje i całą Europę. Jednym z 14 działań określonych w europejskiej strategii na rzecz biogospodarki jest wdrożenie lokalnych biogospodarek w całej Europie poprzez następujące poddziałania:

- Opracowanie "Strategicznego programu wdrażania zrównoważonych systemów żywnościowych i rolnych, leśnictwa i produkcji ekologicznej w ramach biogospodarki cyrkularnej". Jest to podejście systemowe i przekrojowe, łączące podmioty, terytoria i łańcuchy wartości z długoterminową wizją i skoncentrowanej na zrównoważonej produkcji krajowej (na poziomie UE). Działanie to dotyczy między innymi odpadów żywnościowych i produktów ubocznych, zrównoważonego wykorzystania mórz i oceanów oraz innowacji w rolnictwie i akwakulturze opartych na biologii.
- Wdrożenie pięciu "działań pilotażowych w celu wsparcia rozwoju lokalnej biogospodarki (wiejskiej, przybrzeżnej, miejskiej) za pośrednictwem instrumentów i programów Komisji". Ma to na celu zwiększenie synergii między istniejącymi instrumentami UE wspierającymi działalność lokalną przy jednoczesnym wprowadzeniu wyraźnego nacisku na biogospodarkę. Niektóre z tych projektów pilotażowych obejmują tzw. "błękitną biogospodarkę" lub "zintegrowaną biogospodarkę na obszarach wiejskich".

- Ustanowienie "Unijnego instrumentu wspierania polityki w zakresie biogospodarki oraz Europejskiego Forum Biogospodarki dla państw członkowskich" w ramach programu ramowego w zakresie badań naukowych i innowacji "Horyzont 2020" w celu wspierania rozwoju krajowych/regionalnych strategii w zakresie biogospodarki, w tym regionów oddalonych oraz krajów kandydujących i przystępujących.
- Promowanie "edukacji, szkoleń i umiejętności w całej biogospodarce". Uznaje się to za ważny warunek wstępny dla zajęcia się systemowym i przekrojowym charakterem pojawiających się podejść do biogospodarki i łańcuchów wartości, które wymagają dostosowania i elastyczności w zależności od różnych potrzeb w poszczególnych sektorach biogospodarki. (Komisja Europejska 2018 r.)

Zasadą przewodnią biogospodarki jest stworzenie gospodarki obiegowej, która umożliwi optymalne zastosowanie i wielokrotne wykorzystanie przepływów surowców i materiałów w sensie efektywnego gospodarowania zasobami i zrównoważonego rozwoju - również w wymiarze międzysektorowym. W celu zbudowania takiej odpowiedniej strategii biogospodarki, należy stosować, według Mathijasa i in. (2015) następujący zestaw zasad:

- **Najpierw żywność** - W jaki sposób można poprawić dostępność i wykorzystanie pożywej i zdrowej żywności dla wszystkich w perspektywie globalnej. Odpowiednie polityki, takie jak te związane z rolnictwem, żywnością, środowiskiem naturalnym, zdrowiem, energią, handlem, inwestycjami zagranicznymi powinny być sprawdzane za pomocą testu bezpieczeństwa żywnościowego, a bezpośrednia i pośrednia ocena wpływu powinna stać się wspólną walutą.
- **Zrównoważone zbiory** - Użytkownicy powinni brać pod uwagę odnawialny charakter produkcji biomasy i stosować zasady ekonomiczne, które regulują ich eksploatację, takie jak podejście oparte na zrównoważonych plonach, zgodnie z którym zebrana ilość nie powinna być większa niż odrastanie. Należy to rozpatrywać z perspektywy całościowej, uwzględniającej całą biomasę, w tym również tę w glebie. Ważnym wskaźnikiem jest tutaj ilość materii organicznej w glebie.
- **Podejście kaskadowe** - Aby uniknąć niezrównoważonego wykorzystania biomasy, koncepcja wykorzystania kaskadowego zakłada, że biomasa jest wykorzystywana sekwencyjnie tak często, jak to możliwe, jako materiał, i wreszcie jako energia. Kaskadowe wykorzystanie biomasy zwiększa efektywność wykorzystania zasobów, wpływa na jego zrównoważenie oraz generuje wartość dodaną z biomasy oraz jest częścią gospodarki cyrkularnej. Tworzenie większej efektywności wykorzystania zasobów zwiększa również ogólną dostępność dostaw surowców, ponieważ biomasa może być wykorzystywana wielokrotnie. Chociaż teoretycznie rzecz biorąc, praktyczne zastosowanie zasad kaskadowych wiąże się z dwoma problemami: (1) jak można wdrożyć sekwencyjne wykorzystanie biomasy i (2) jak można wdrożyć zasady, jeśli są one sprzeczne z obecnym otoczeniem rynkowym.
- **Cyркуlarność** - Podejście kaskadowe nie odnosi się do kwestii redukcji odpadów jako takiej. Odpady powstają tam, gdzie koszty ich ponownego wykorzystania i recyklingu są wyższe niż wytworzona wartość. Koncepcja gospodarki cyrkulacyjnej opiera się na trzech zasadach: (1) odpady nie istnieją, ponieważ produkty są przeznaczone do przerobu i ponownego wykorzystania; (2) materiały eksploatacyjne powinny być zwracane do biosfery bez szkody dla niej, po kaskadowej sekwencji ich wykorzystania, a także przyczyniają się do ich odtworzenia, podczas gdy materiały trwale są zaprojektowane tak, aby zmaksymalizować ich ponowne wykorzystanie lub modernizację; oraz (3) energia odnawialna powinna być wykorzystywana do napędzania tego procesu.
- **Różnorodność** - Systemy produkcyjne powinny być zróżnicowane i wykorzystywać specyficzne dla danego kontekstu praktyki w różnych skalach oraz dawać różnorodne wyniki.

Ponieważ różnorodność jest kluczem do odporności, należy rozwijać innowacje w dziedzinie biogospodarki, aby tą różnorodność wspierać, a nie ograniczać.

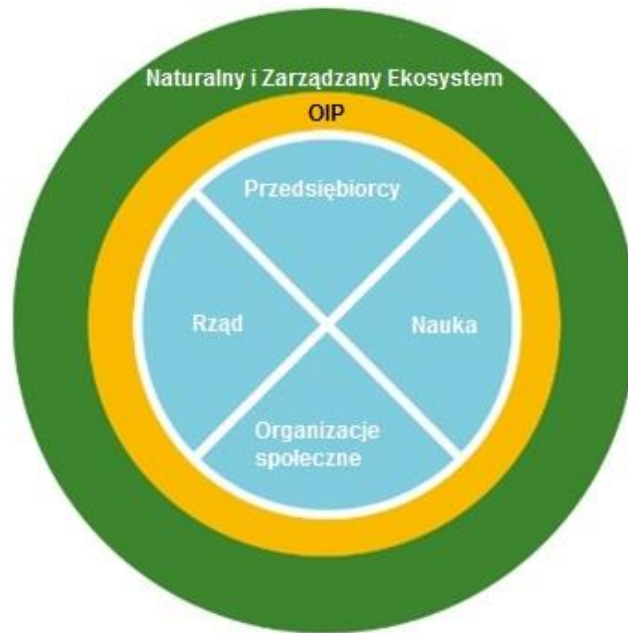
Wdrożenie tych zasad jest w rzeczywistości bardzo trudne. Dostępność zasobów naturalnych z pewnością stanie się głównym wyzwaniem dla naszych społeczeństw w nadchodzących latach. W szczególności zapewnienie wystarczającej ilości żywności dla rosnącej populacji stanowi globalne wyzwanie dla istniejących systemów, aby się odnowić, a przemysł, aby produkować znacznie więcej w sposób bardziej zrównoważony. Rozsądne gospodarowanie zasobami naturalnymi i globalna współpraca mogą stanowić okazję do określenia zrównoważonych rozwiązań, choć trzeba mieć świadomość, że częściowa optymalizacja nie prowadzi do nich, zwłaszcza w dłuższej perspektywie (Komisja Europejska b.d.). Ponadto biogospodarka może spowodować konkurencję w zakresie dostępu do gruntów rolnych i zasobów wodnych, jeśli surowce nie pochodzą z odpadów lub pozostałości. Ten stan rzeczy nazywany jest często "konkurencją między żywnością a paliwem", co może mieć negatywny wpływ na produkcję żywności, bezpieczeństwo i ceny (zob. sekcja 5). Może również pojawić się konkurencja między produktami pochodzenia naturalnego, takimi jak bioenergia i materiały pochodzenia naturalnego, np. ze względu na ograniczone zasoby i nierówne systemy wsparcia. W związku z tym przejście na gospodarkę proekologiczną może zwiększyć zapotrzebowanie na ziemię, wodę i inne zasoby naturalne, ale także na zmiany polityczne, gospodarcze i społeczne (np. wykluczenie społeczne). (Bourguignon 2017, Hoff i in. 2018).

Biogospodarka może również powodować negatywne skutki dla środowiska, takie jak degradacja zasobów lub zniszczenie lasów i innych ekosystemów (pośrednie i bezpośrednie zmiany użytkowania gruntów) oraz ich różnorodności funkcji biologicznej (np. składowanie dwutlenku węgla w lasach) (Bourguignon 2017, Hoff i in. 2018, MECE 2019) (Bourguignon 2017, Hoff i in. 2018, MECE 2019) (zob. sekcja 5).

W celu sprostania tym wyzwaniom potrzebne są różne podejścia i środki. Obejmują one zarówno innowacje techniczne, jak i społeczne. W przypadku tych ostatnich potrzebny jest dialog społeczny w celu zbudowania bazy wiedzy, która będzie w stanie sprostać pojawiającym się wyzwaniom. Komisja Europejska ułatwia opracowywanie innowacyjnych technologii, planów działania i strategii oraz dzielenie się wiedzą w celu stworzenia biogospodarki w Europie.

Na szczeblu regionalnym wdrażanie biogospodarki odbywa się głównie poprzez indywidualne projekty i inicjatywy promowane przez zainteresowane strony, w tym regionalne i lokalne władze publiczne, przedsiębiorstwa prywatne, uniwersytety, ośrodki badawcze i/lub dostawców usług w zakresie technologii i innowacji. Te podmioty często korzystają ze współfinansowania europejskiego lub krajowego, a czasami korzystają z zasobów lokalnych i regionalnych. Najważniejszym źródłem finansowania badań i innowacji związanych z biogospodarką na poziomie UE są europejskie programy ramowe w zakresie badań i rozwoju technologicznego.

Projekt BE-Rural, finansowany w ramach programu "Horyzont 2020", został opracowany w celu wspierania rozwoju regionalnych strategii i planów działania w zakresie biogospodarki, które promują zrównoważone wykorzystanie ekosystemów rolniczych, leśnych i morskich. Podstawy koncepcyjne projektu BE-Rural opierają się na podejściu pięciokrotnej helisy, które łączy w sobie wiedzę i innowacje generowane przez kluczowe zainteresowane strony z sektora polityki, biznesu, środowiska akademickiego i społeczeństwa obywatelskiego w ramach ochrony środowiska (Rysunek 2) (Abhold i in. 2019).



Rysunek 2. Podejście pięciokrotnej helisy (Abhold i in. 2019)

Podejście to opiera się na wcześniej stosowanych podejściach potrójnej helisy i poczwórnej helisy. Poprzednie koncentrowały się na tworzeniu, produkcji, zastosowaniu, dyfuzji i wykorzystaniu wiedzy powstałej w wyniku interakcji pomiędzy środowiskiem akademickim, przemysłem i rządem. Pięciokrotna helisa idzie o jeden krok dalej i umieszcza poczwórną helisę w kontekście społeczeństwa (tj. "społeczeństwo oparte na mediach i kulturze"), tak aby produkcja, zastosowanie, dyfuzja i użytkowanie wiedzy uwzględniały społeczną akceptację. Bazując na tych osiągnięciach, pięciokrotna helisa włącza do tych procesów generowania wiedzy i innowacji uwzględniających środowisko naturalne. Innymi słowami, środowisko naturalne działa jako "siła napędowa dla tworzenia nowej wiedzy i innowacji w odpowiedzi na wyzwania środowiskowe" (Abhold i in. 2019).

2.2 Biomasa – rdzeń biogospodarki

Biomasa jest zdefiniowana jako "ulegająca biodegradacji część produktów, odpadów i pozostałości pochodzenia naturalnego z rolnictwa (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych z nim gałęzi przemysłu, łącznie z rybołówstwem i akwakulturą, jak również ulegająca biodegradacji część odpadów przemysłowych i komunalnych" (Komisja Europejska 2009).

Rozwój biogospodarki zależy przede wszystkim od dostępności biomasy jako podstawowego surowca. Można ją podzielić na dwie części. Po pierwsze, duże ilości biomasy są obecnie niedostatecznie eksploatowane, a wiele strumieni odpadów pozostaje wykorzystywanych w sposób nieefektywny lub nie jest w ogóle wykorzystywanych. W ten sposób z obecnych strumieni biomasy można pozyskać więcej materiałów i energii. Po drugie, potencjał biomasy można zwiększyć poprzez wypełnienie luk w wydajności, zwiększenie produktywności i wykorzystania nieużytkowanych, mniej żyznych gruntów oraz poprzez wprowadzenie nowych i lepszych technologii pozyskiwania i przetwarzania. Rozwój nowych, innowacyjnych technologii w zakresie wykorzystania i przekształcania materii żywej otworzył drogę do wielu obszarów innowacji (Mathijs i in. 2015).

Zwłaszcza w sektorze rolnictwa i leśnictwa surowce odnawialne są zbierane specjalnie dla produkcji materiałów i energii w postaci ciepła, energii elektrycznej lub paliwa. Podstawowym warunkiem wstępnym jest, aby produkty te nie konkurowały z produkcją żywności i pasz. Surowce odnawialne mają szereg zalet w porównaniu z zasobami kopalnymi. Gdy są wykorzystywane do produkcji energii,

uwalniają mniej gazów cieplarnianych niż paliwa kopalne. W przypadku wykorzystania do produkcji materiałów pochodzenia naturalnego, zmagazynowany w nich dwutlenek węgla jest skutecznie zamknięty w produkcie. To sprawia, że surowce odnawialne stanowią opcję łagodzenia zmian klimatu. Ich wykorzystanie często wiąże się z korzyściami dla środowiska, na przykład w obszarach wrażliwych ekologicznie. Produkty wytwarzane z surowców odnawialnych są często mniej toksyczne (ekologiczne), a ich produkcja jest często mniej energochłonna (FNR b.d.). Ponadto, w przeciwieństwie do opinii publicznej, uprawa surowców odnawialnych nie tylko nie stwarza ryzyka, ale również generuje możliwość poszerzenia liczby gatunków w rolnictwie. Asortyment roślin energetycznych i surowcowych jest szeroki i znacznie większy niż spektrum roślin spożywczych i paszowych, które są obecnie uprawiane. Jeśli surowce odnawialne są produkowane w krajowym rolnictwie i leśnictwie oraz dalej przetwarzane i konsumowane w regionie, to związane z tym tworzenie wartości dodanej pozostaje w regionie i generuje nowe miejsca pracy. Stwarza to duże możliwości i nowe perspektywy dla lokalnej ludności, zwłaszcza na słabych strukturalnie obszarach wiejskich, które muszą walczyć z odplywem ludności (FNR b.d.).

Surowce odnawialne są wykorzystywane przez wiele różnych gałęzi przemysłu oraz w sektorze prywatnym. Oprócz składowanej biomasy, która może być przetwarzana na energię elektryczną, ciepłą i paliwa za pomocą różnych technologii i procesów, można wytwarzać szeroką gamę produktów z wykorzystaniem surowców odnawialnych. Począwszy od materiałów budowlanych, poprzez papier i tekturę, materiały budowlane, smary, produkty pośrednie i końcowe dla przemysłu chemicznego, aż po farmaceutyki, kosmetyki, barwniki, tekstylia i wiele innych (FNR b.d.).

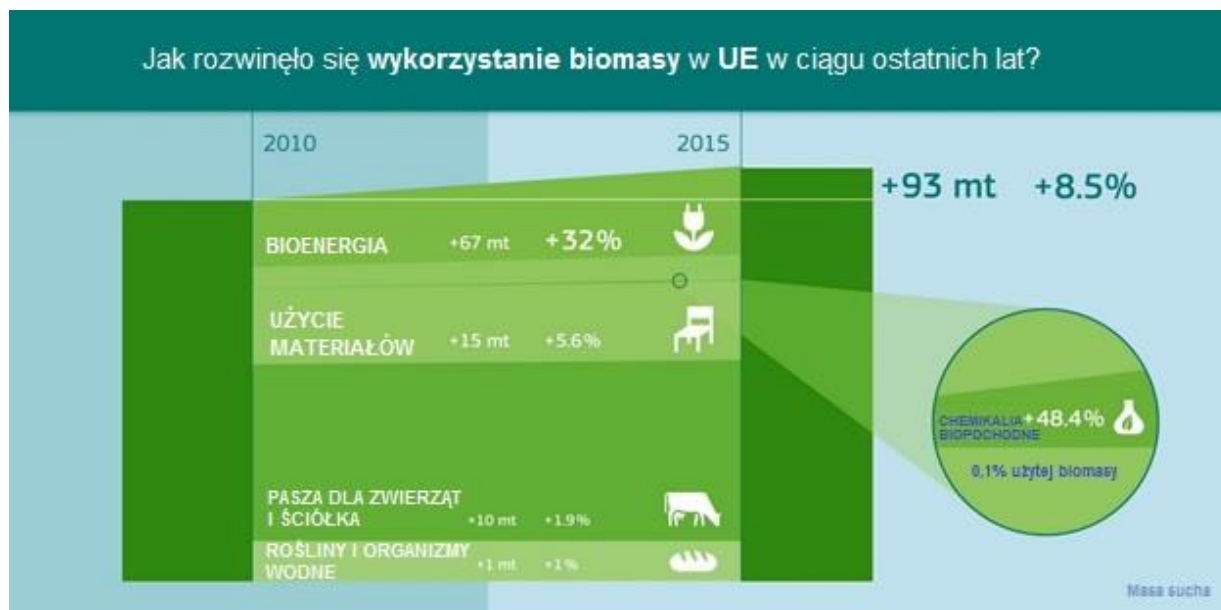
Zgodnie z szacunkami JRC (2019 r.) w 2015 r. w UE wykorzystano 1,2 mld ton biomasy. Biomasa pochodzi głównie ze źródeł pierwotnych (1 mld ton), takich jak uprawy rolne (51,5%) i ich zebrane pozostałości (9,9%), biomasa z hodowli zwierząt (11,7%), leśnictwo (26,6%) oraz rybołówstwo i akwakultura (0,3%) (Rysunek 3).



Rysunek 3: Źródła i zastosowania biomasy w regionie EU (EU Science Hub 2019)

Pozostałe 0,2 mld ton pochodzi ze źródeł wtórnych, takich jak papier pochodzący z recyklingu, produkty uboczne z przetwarzania drewna i jego pozyskiwania oraz inne biodopady z sektorów pierwotnego i wtórnego oraz odpadów gminnych (EU Science Hub 2019). Zauważalne jest, że coraz więcej biomasy jest odzyskiwanej z odpadów. W latach 2010-2015 ilość odpadów biologicznych, których nie udało się odzyskać (poprzez recykling lub odzysk energii), zmniejszyła się o 45%. Biomasa jest wykorzystywana do zaspokajania różnych potrzeb w różnych dziedzinach, począwszy od paszy dla zwierząt i ściółki (43,3%), żywności pochodzenia roślinnego (9,3%) i owoców morza (0,3%)

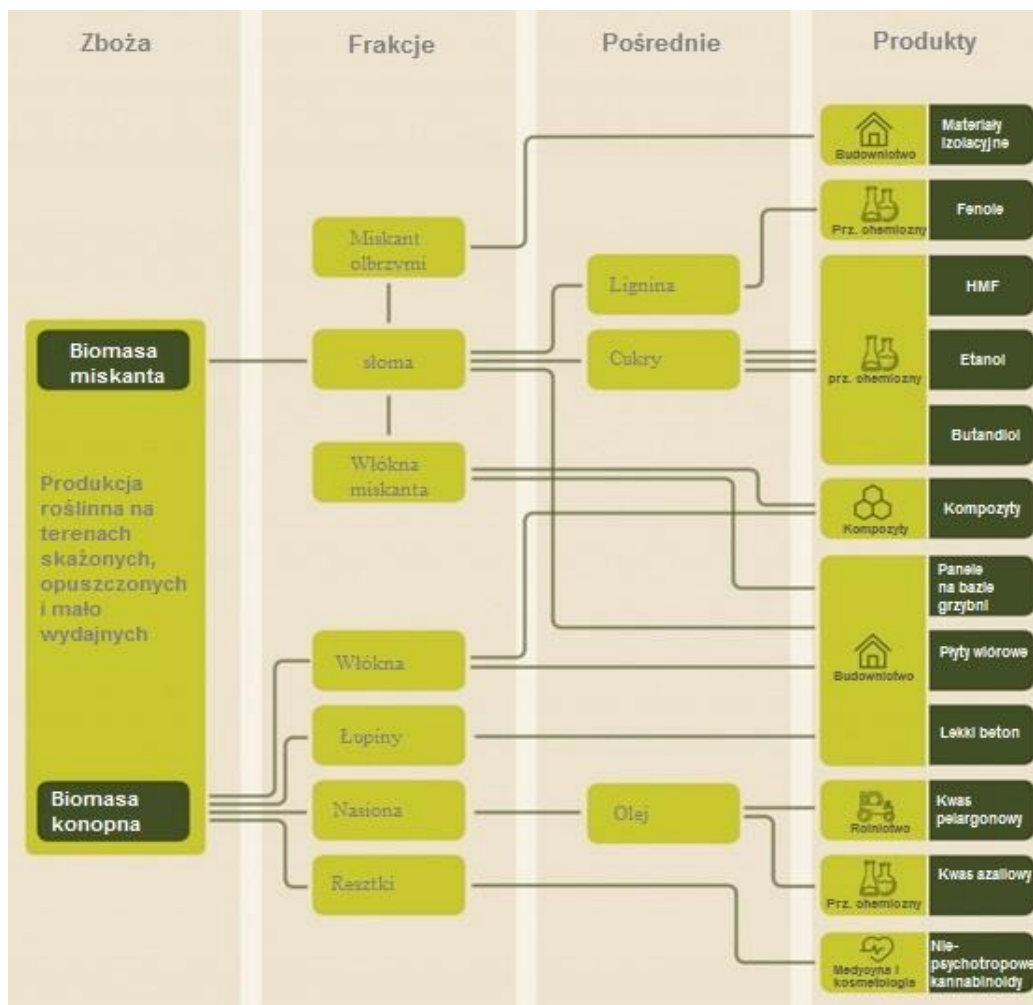
po energię (23,3%, w tym ciepło, energię elektryczną i biopaliwa), różnorakie użycie materiałów (23,8%), takich jak produkty drewniane, meble, tekstylia i różne rodzaje innowacyjnych chemikaliów pochodzenia naturalnego (EU Science Hub 2019, Sillanpää i Ncibi 2017). W latach 2010-2015 ogólne wykorzystanie biomasy w UE wzrosło o około 8,5% (Rysunek 4).



Rysunek 4: Ewolucja wykorzystania biomasy w UE (EU Science Hub 2019)

W wartościach bezwzględnych znaczna część tego wzrostu wynika z rosnącego zapotrzebowania na bioenergię (+67 Mt), a następnie ze zwiększonego zapotrzebowania na materiały pochodzenia naturalnego (+15 Mt) oraz na paszę dla zwierząt i ściółkę (+10 Mt). Relatywnie rzecz biorąc, zużycie biomasy na cele energetyczne wzrosło w tym okresie o około 32%. W tym samym okresie wykorzystanie biomasy do produkcji materiałów zwiększyło się o 5,6%. Najwyższy względny wzrost odnotowano w sektorze chemii biologicznej (+48,4%) (EU Science Hub 2019).

Rodzaje substratów z biomasy mogą być kategoryzowane na kilka sposobów o różnym poziomie szczegółowości. Z punktu widzenia bioenergii najważniejsze surowce z biomasy można podzielić na specjalne uprawy, takie jak cukier, rośliny skrobiowe, rośliny oleiste i lignocelulozowe, algi i biomasę wodną oraz na odpady i pozostałości, takie jak odpady gazowe na bazie oleju, lignocelulozowe i organiczne (ETIP b.d.). Produkty z biomasy są często wytwarzane z podobnych surowców. Najczęstszymi rodzajami biomasy wykorzystywanymi w produktach pochodzenia naturalnego są: cukier, skrobia, białka, oleje naturalne, drewno i włókna naturalne. Niemniej jednak materiały pochodzenia naturalnego mogą być produkowane z określonych surowców niszowych, które są wystarczające i nadają się do produkcji małych ilości przy niskich TRL (InnProBio 2020). Ponadto możliwe jest wytwarzanie kilku półproduktów i produktów pochodzenia naturalnego z jednego określonego surowca, jak pokazuje Rysunek 5.



Rysunek 5: Użyteczność konopi i miskanta dla różnych produktów i zastosowań

2.3 Konwersja biomasy

W biorafinerii można stosować różne koncepcje konwersji. Istnieją różne podejścia do usystematyzowania koncepcji biorafinerii. W ramach zadania 42 IEA¹ po raz pierwszy opracowano podstawy systemu klasyfikacji dla biorafinerii. Ten system klasyfikacji koncentruje się na półproduktach jako platformie biorafinerii i tym samym jest zorientowany na łańcuch wartości przemysłu chemicznego (Rysunek 6). Systematyzacja odbywa się według czterech elementów strukturalnych: surowca, platformy, produktów i procesów. Podstawowym elementem systemu są półprodukty, które powstają w procesie rafinacji pierwotnej i funkcjonują jako platforma dla biorafinerii do rafinacji wtórnej. Surowce i produkty są następnie przypisywane do tej platformy, a procesy stanowią element łączący. Procesy przetwarzania zostaną wyjaśnione i opisane bardziej szczegółowo poniżej. Poniższe opisy elementów konstrukcyjnych surowców, produktów i procesów nie są szczególnymi cechami biorafinerii, lecz raczej obowiązują dla innych wariantów konwersji biomasy (BMELV 2012).

¹ Zadanie 42 Międzynarodowej Agencji Energii (IEA) stanowi międzynarodową platformę współpracy i wymiany informacji między przemysłem, MŚP, rządami, organizacjami pozarządowymi i uniwersytetami w zakresie badań, rozwoju, demonstracji i analizy politycznej dotyczących biorafinerii.

Surowiec	Biomasa rolna	Biomasa wodna	Pozostałości biogenne i odpady
	→Rośliny oleiste →Rośliny skrobiowe →Rośliny cukrowe →Trawy →Drewno →Masa drzewna	→Algi	→Pozostałości rolne i leśne (np. słomy, obierki) →Pozostałości biogenne z przetwórstwa (np. serwatka, pulpa, wywar, otręby) →Odpady biogenne (np. trociny, siano)
Platforma	→Węglowodany o niskiej masie cząsteczkowej (np. laktoza, sacharoza) →Węglowodany polimerowe (np. skrobia, inulina, pektyna) →Składniki lignocelulozy (np. lignina, celuloza, hemiceluloza) →Proteiny →Materiały roślinne →Tłuszcze i oleje warzywne →Olej pirolityczny →Wytłoczyny →Biogaz →Gaz syntetyczny		
Produkt	Materiały	Bioenergia	
	→Chemikalia →Materiały →Karma →Pożywienie	→Ziemi, płynów, materiałów lotnych i bioenergia →Elektryczna →Ciepło	
Proces	→Fizyczne, w tym procesy mechaniczne →Procesy termochemiczne →Procesy chemiczne →Procesy biotechnologiczne		

* jako produkt uboczny

Rysunek 6: Elementy klasyfikacji biorafinerii (BMELV 2012)

Do biorafinacji wymagany jest szeroki zakres technologii i procesów. Zasadniczo nie ma szczególnych rozwiązań, które byłyby stosowane tylko w przypadku biorafinerii. Koncentrują się one na innowacyjnym dostosowaniu znanych technik produkcji do specyficznych właściwości biomasy. To z kolei wymaga opracowania nowych, specyficznych procesów i metod, jak również inteligentnych rozwiązań technicznych w zakresie dostarczania, kondycjonowania i przetwarzania biomasy. Można wyróżnić cztery główne grupy, które - nie rosząc sobie pretensji do kompletności - można przyporządkować do następujących procesów:

- **Procesy fizyczne, w tym mechaniczne**
 - Podstawowe czynności mające na celu zmianę właściwości materiału (np. frezowanie, suszenie, ogrzewanie, chłodzenie, zagęszczanie)
 - Procesy oczyszczania i separacji (np. filtracja, destylacja, ekstrakcja, krystalizacja, adsorpcja, przesiewanie)
 - Procesy ekstrakcji
 - Procesy rozpuszczania i kształtowania

- **Procesy termochemiczne**

- Spalanie (spalanie biomasy w obecności tlenu)
- Zgazowanie (proces termochemiczny, w którym biomasa jest przekształcana w gaz palny znany jako gaz syntezowy lub syngaz)
- Piroliza (termiczna degradacja substancji w przypadku braku tlenu)
- Termoliza (rozkład chemiczny spowodowany przez ciepło)
- Procesy hydrotermiczne

- **Procesy chemiczne**

- Podstawowe operacje przetwarzania materiału (np. utlenianie, uwodornienie, estryfikacja, eteryfikacja, izomeryzacja, hydroliza, polimeryzacja)
- Chemicznie katalizowane konwersje

- **Procesy biotechnologiczne**

- Enzymatycznie katalizowane konwersje
- Procesy fermentacji i rozkładu (np. fermentacja beztlenowa) (Agrela i in. 2019, BBJ Group 2018, BMEVL2012).

Procesy te mogą być również stosowane jako procesy zintegrowane, np. poprzez połączenie technologii rozdzielania i reakcji lub jako połączenie procesów chemicznych i biotechnologicznych. W danym procesie nie chodzi tylko o produkty i edukację. Wszystkie procesy wymagają dodatkowych dodatków/mediów i energii, które należy wziąć pod uwagę przy opracowywaniu procesów i rozliczaniu biorafinerii. Przy stosowaniu biomasy należy również uwzględnić inne czynniki (takie jak cykle odżywcze i konkurencyjne zastosowania biomasy między zastosowaniami w żywności i w zastosowaniach niespożywczych między energią i materiałami). W celu oceny procesu przetwarzania, rozwoju technologicznego i ścieżki wykorzystania, należy wdrożyć i przeanalizować bilans materiałowy i energetyczny biorafinerii (BMELV 2012, Gerssen-Gondelach i in. 2014).

3 Warianty wykorzystania biomasy w regionalnej biogospodarce

Rozwój biogospodarki wymaga innowacji procesowych, które pozwolą na efektywne wykorzystanie i waloryzację surowców i odpadów. Innowacje w biogospodarce obejmują procesy i technologie, które wykorzystują biogeniczne surowce i odpady jako podłoże wyjściowe, jak również procesy biologiczne, które wykorzystują aktywność metaboliczną organizmów żywych, takich jak mikroorganizmy, bakterie czy glony. W obu przypadkach celem musi być opracowanie przyjaznych dla środowiska, elastycznych i wykonalnych ekonomicznie procesów, które można szybko skalować przemysłowo (Bioeconomy BW b.d.).

3.1 Energetyczne wykorzystanie biomasy

3.1.1 Biomasa stała do ogrzewania i chłodzenia

Paliwo z biomasy stałej to ogólne określenie dla wszystkich stałych składników organicznych, które mają być stosowane jako paliwa. W kontekście BE-RURAL pojęcie biomasy stałej odnosi się głównie do drewna zrębowego (drewno opałowe), wiórów drzewnych, peletów i brykietów z sektora leśnego i rolnego (Rysunek 7).



Bale drewna © VTT



Wióry drzewne © HFA



Pelety © GEMCOENERGY



Brykiety © HFA

Rysunek 7: Różne rodzaje stałych paliw z biomasy

Określenie „**bale drewna**” zasadniczo odnosi się do kłód drewnianych, które zostały podzielone i pocięte na części do bezpośredniego wykorzystania w piecach lub kotłach na drewno, pochodzących bezpośrednio z przedsiębiorstw rolnych lub leśnych. W Europie drewno twarde ma większe znaczenie dla spalania niż drewno miękkie. Najbardziej rozpowszechnionymi gatunkami drewna w Europie są buk, klon, dąb, jesion i brzoza. Istnieją jednak również pewne gatunki drewna miękkiego, które są wykorzystywane do spalania, takie jak świerk, jodła i modrzew, a ich typowe długości to 0,25 m, 0,33 m i 0,50 m. Powszechnie kupuje się drewno z bali w metrach sześciennych, zwykle składające się w 70% z drewna i w 30% z powietrza. Dla uzyskania wysokiej wydajności spalania, wilgotność powinna być niższa niż 15-20%. Zazwyczaj świeżo pozyskane drewno będzie miało wilgotność około 50%. Dla osiągnięcia odpowiedniej wilgotności wymagane jest odpowiednie składowanie. Czas suszenia waha się od sześciu miesięcy do dwóch lat, w zależności od gatunku

i miejsca przechowywania. Idealnym do przechowywania jest miejsce na zewnątrz, w przewiewnym i słonecznym miejscu, osłonięte od deszczu (ETIP b.d. a).

Wióry drzewne to biomasa drzewna, która jest rozdrobniona z zamiarem późniejszego spalania. Jakość wiórów drzewnych zależy od użytego surowca i rozdrabniacza. W odniesieniu do surowca, wióry drzewne można podzielić na następujące grupy:

- Wióry leśne (produkowane z kłód, całych drzew, pozostałości zrębowych lub pniaków)
- Wióry z odpadów drzewnych (produkowane z nieprzetworzonych odpadów drzewnych, drewna z recyklingu, ścinków)
- Wióry po cięciu (produkowane z pozostałości po cięciu w tartakach)
- Zrębki z zagajników o krótkiej rotacji (produkowane z roślin energetycznych)

Ze względu na proces rozdrabniania, wióry drzewne są stosunkowo jednolitym paliwem, które może być podawane do kotła automatycznie. Średni wymiar wiórów wynosi od 16 do 45 mm.

Poza tym, że są to małe, elektrycznie sterowane urządzenia ogrodnicze, rozdrabniarki są stosowane jako osprzęt do ciągników z przemysłu rolniczego lub leśnego. Stosuje się je również jako agregaty zabudowane na samochodach ciężarowych, samobieżnych maszynach leśnych i samobieżnych agregatach do rozdrabniania. W Europie dostępne są trzy rodzaje rozdrabniaczy budowlanych: tarczowy, bębnowy i ślimakowy.

Rozdrabniacz tarczowy posiada koło zamachowe wykonane ze stali oraz ostrza rozdrabniacza z tarczami szczelinowymi (Rysunek 8). Ostrza przecinają drewno podczas podawania materiału przez zsuwnię. Noże umieszczone w korpusie rozdrabniacza tną drewno w przeciwnym kierunku. Konstrukcja nie jest tak energooszczędna jak inne rodzaje, ale daje spójne kształty i rozmiary wiórów.

Rozdrabniacz bębnowy posiada obracający się równoległoboczny bęben przymocowany do silnika ze wzmocnionymi stalowymi ostrzami przymocowanymi w kierunku poziomym (Rysunek 8). Drewno jest wciągane do zsypu za pomocą siły grawitacji i obrotu bębna, gdzie jest łamane przez stalowe ostrza. Typ bębna jest łaśliwy i tworzy duże nierówne wióry, ale jest bardziej energooszczędny niż typ tarczowy.

Rozdrabniacz ślimakowy zawiera stożkowe ostrze w kształcie śruby (Rysunek 8). Obrót ostrza jest ustawiony równoległe do otworu, dzięki czemu drewno jest wciągane do rozdrabniacza ruchem spiralnym. Śruby - zwane również rolkami - o wysokim momencie obrotowym, są popularne w budownictwie mieszkaniowym ze względu na ich cichą pracę, łatwość obsługi i bezpieczeństwo w porównaniu z tarczami i bębnami. (Greengain 2015).



Koło zamachowe z nożem tnącym rozdrabniacza tarczowego ©greengain



Rozdrabniacz bębnowy z hydraulicznym podawaniem wymuszonym ©greengain



Urządzenie tnące rozdrabniacza ślimakowego ©greengain

Rysunek 8: Różne rodzaje rozdrabniaczy

W celu kontroli i weryfikacji jakości wiórów drzewnych stosuje się normę europejską DIN EN ISO 17225-4:2014-09: "Biopaliwa stałe - Specyfikacja i klasy paliwa - Część 4: Klasyfikacja wiórów drzewnych" określa cztery różne klasy jakości wiórów drzewnych (A1, A2, B1, B2) i trzy różne frakcje uziarnienia (P16S, P31S, P45S). Klasy jakości A1 i A2 są przeznaczone do użytku przez prywatne gospodarstwa domowe (mała skala), a klasy B1 i B2 są zwykle używane przez przemysł (duża skala). Dla zakładów większych niż 1MW definiuje się specjalne umowy dotyczące jakości. Frakcje wielkości ziaren wskazują maksymalną drobną część, dopuszczalną część grubą, maksymalną długość cząstek i maksymalną powierzchnię przekroju poprzecznego cząstek. Stosowanie tej normy nie jest obowiązkowe, ale dobrowolne (ETIP b.d. b).

Mobilna jednostka do rozdrabniania drewna od Erpék Ind²

Erpék Ind oferuje mobilną jednostkę do rozdrabniania drewna, która może być zasilana surowcem drzewnym pochodzącym z przemysłu leśnego, rolnictwa i terenów komunalnych. Rozdrabniacz jest zamontowany na podwoziu przyczepy, dzięki czemu jest bardzo elastyczny i nadaje się do różnych powierzchni. Ponieważ rozdrabniacz napędzany jest zintegrowanym silnikiem wysokoprężnym o mocy 60 KM, może pracować autonomicznie, bez zewnętrznego źródła zasilania. Podawanie drewna do rozdrabniacza odbywa się ręcznie, a urządzenie jest zasadniczo przeznaczone do podawania gałęzi z sadów, resztek leśnych, choinek z terenów miejskich, gałęzi z parków miejskich itp. W ciągu jednej godziny można wyprodukować do 15 m³ rozdrabnianej biomasy. Objętość surowców można zredukować do 25%, dzięki czemu transport i proces logistyczny materiałów drzewnych staje się prostszy i tańszy. Wydajność maszyny zależy w dużej mierze od jakości, wielkości i rodzaju materiału wsadowego, a także od siły roboczej zaangażowanej w proces rozdrabniania drewna. (Colmorgen i Khawaja 2019).



Mobilna jednostka do rozdrabniania drewna © IPE

Pelety z dodatkami lub bez dodatków są prasowanym materiałem wsadowym, zwykle cylindrycznym z połamanymi końcami, o długości zazwyczaj od 5 mm do 40 mm i średnicy maksymalnie 25 mm. Zawartość wilgoci w peletach drzewnych jest zwykle mniejsza niż 10%, a zawartość popiołu wynosi do 3%. Pelety są zazwyczaj produkowane w młynie do produkcji peletów.

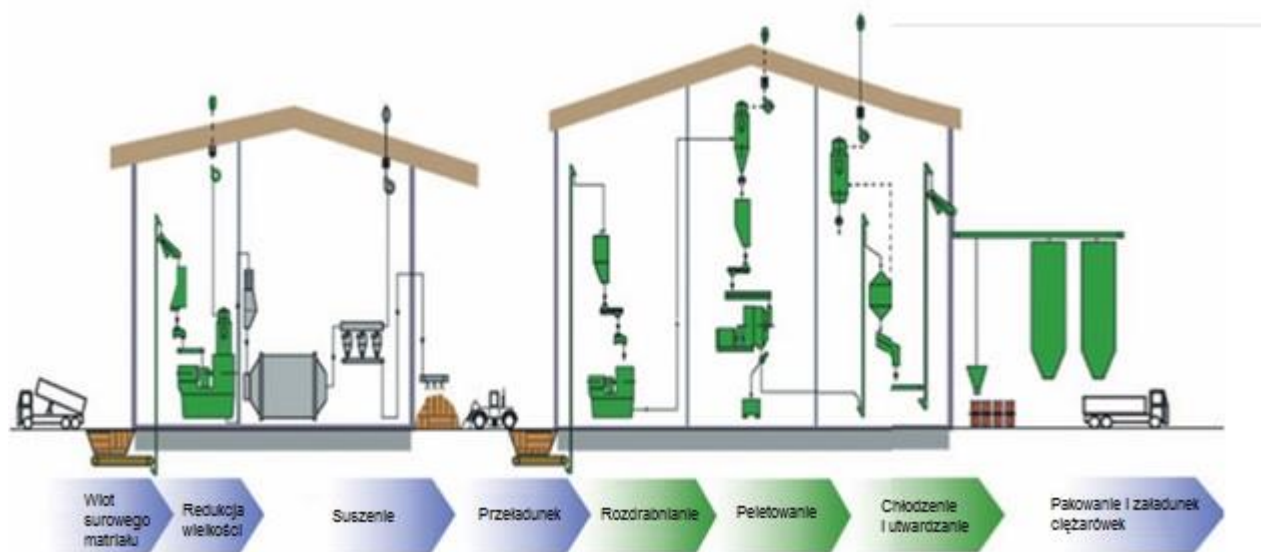
Powszechnie stosowane pelety produkowane są z biomasy drzewnej, takiej jak trociny, wióry drzewne lub resztki leśne, ale istnieją różne surowce, które mogą być granulowane. Niektóre przykłady to

²Skrzynki informacyjne dołączone do kilku wariantów wykorzystania biomasy w biogospodarkach regionalnych zawierają odpowiednie technologie najlepszych praktyk w zakresie biogospodarek regionalnych z realizowanego w ramach projektu BE-Rural w zadaniu D2.1 " Opcje technologiczne na małą skalę dla regionalnych biogospodarek".

produkty papiernicze, biomasa z odpadów, kukurydza, nasiona bawełny, konopie, miskant, trzcina, słoma, otręby, siano niskiej jakości itp. Właściwości paliwowe peletów wyprodukowanych z surowców alternatywnych różnią się od peletów wyprodukowanych z biomasy drzewnej. Dla przykładu, pelety drzewne zawierają maksymalnie 15% wody, w przeciwnym razie rozpadną się. Natomiast zawartość wody w alternatywnych peletach waha się między 7% (kolby kukurydzy) a 56% (konopie). Pewne właściwości paliwa można ustalić poprzez mieszanie różnych surowców w odpowiednich ilościach.

Proces granulowania obejmuje następujące etapy (Rysunek 9):

- Wstępna redukcja rozmiaru (wióry), jeśli nie są one w małych rozmiarach (np. trociny)
- Suszenie do osiągnięcia wilgotności 8-12%.
- Dokładne rozdrabnianie za pomocą młyna młotkowego, który miele surowce na mniejsze kawałki o średnicy poniżej 5 mm.
- Peletowanie, gdzie pelety są wytłaczane za pomocą specjalnych matryc. W procesie tym potrzebne jest wysokie ciśnienie i temperatura, które zmiękcza ligninę w drewnie i wiąże materiał zawarty w peletach.
- Chłodzenie, które pozwala na utwardzenie peletów
- Pakowanie i załadunek ciężarówek



Rysunek 9: Proces peletowania (Coford 2007)

Zaletami peletów w porównaniu z drewnem rozdrobnionym lub drewnem zrębowym są między innymi: możliwość optymalizacji spalania ze względu na jednorodne paliwo, niższe koszty transportu ze względu na zwiększoną gęstość nasypową paliwa oraz poprawa właściwości cieplnych i spalania.

W celu kontroli i weryfikacji jakości peletów drzewnych, norma europejska (ISO 17225-2:2014 "Biopaliwa stałe - Specyfikacje i klasy paliwa - Część 2: Klasyfikacja peletów drzewnych") określa normy jakości peletów. Istnieją trzy różne klasyfikacje peletów: A1, A2 i B. Różnice dotyczą stosowanych surowców i ich jakości. Odpowiednia klasa peletów drzewnych dla użytkowników końcowych to A1, A2 i B, które są używane w zakładach przemysłowych, takich jak elektrownie.

Brykiety to zagęszczane biopaliwa stałe wytwarzane z dodatkami lub bez dodatków w postaci jednostek sześciennych, wielościennych, poliwęglanowych lub cylindrycznych o średnicy większej niż 25 mm, produkowane przez sprężanie biomasy (ISO 2014). Istnieje szeroka gama materiałów, które

mogą być wykorzystane do produkcji brykietów, takie jak: makulatura, karton, odpady rolnicze, pył węglowy i odpady drzewne, takie jak trociny, itp.

Proces brykietowania rozpoczyna się od zmniejszenia rozmiaru lub mechanicznego rozdrobnienia surowców za pomocą brykieciarki, suszenia rozdrobnionych materiałów, gdy zawartość wilgoci jest zbyt duża, oraz zagęszczania lub prasowania za pomocą różnych typów brykieciarek, takich jak prasy ślimakowe, wyłaczarki i brykieciarki hydrauliczne. Brykiety są wytwarzane w procesie agregacji ciśnieniowej, w którym materiały sypkie są formowane w stałe, geometryczne i określone wymiary za pomocą ciśnienia oraz, w razie potrzeby, sił i wiązań międzycząsteczkowych. (Renewable Energy World 2014).

Na poziomie **gospodarstwa domowego**, biomasa do celów grzewczych jest tradycyjnie stosowana w piecach, w których drewno zrębowe lub brykiety są spalane w celu wytworzenia ciepła w sposób zdecentralizowany, przy typowo niskiej sprawności pomiędzy 10% a 30%. Małe kotły mogą wykorzystywać różne rodzaje paliwa podobnie do małych, domowych systemów centralnego ogrzewania. W systemach tych można zazwyczaj stosować również mniejsze ilości paliwa, takie jak pelety lub zrębki drzewne, które umożliwiają automatyczne podawanie. W ostatnich latach, wraz z rozwojem nowoczesnych kotłów kondensacyjnych na pelety drzewne, sprawność tych systemów wzrosła do prawie 90%. **Średniej wielkości scentralizowane systemy** przeznaczone do wytwarzania ciepła w małych sieciach wykorzystują paliwa, takie jak pelety lub zrębki drzewne, umożliwiające automatyczne podawanie i zazwyczaj wykorzystują do wytwarzania ciepła kotły wodne o sprawności do 90%. **Większe systemy ciepłownicze** i zakłady przemysłowe zasilane paliwem z biomasy stałej zazwyczaj wykorzystują technologie kogeneracyjne. Gdy potrzebne jest chłodzenie, do konwersji dostępnego ciepła na potrzeby chłodzenia można wykorzystać systemy absorpcyjne (COP od 0,5 do 2,2) lub adsorpcyjne (COP 0,5-1,5). Większość tego chłodzenia jest wytwarzana przez tradycyjne mechaniczne systemy kompresji, często napędzane energią elektryczną. Gdy dostępne jest ciepło odnawialne lub odpadowe, interesującymi opcjami jest chłodzenie termiczne poprzez absorpcję lub adsorpcję (SETIS 2016).

Elektrownie mogą również wykorzystywać biomasę stałą jako źródło do produkcji energii elektrycznej. Większość z nich wykorzystuje systemy bezpośredniego spalania. Systemy bezpośredniego spalania doprowadzają surowiec z biomasy do paleniska lub pieca, gdzie biomasa jest spalana w celu podgrzania wody w kotle do wytworzenia pary, która następnie jest rozprężana przez turbinę parową, która obracając się uruchamia generator i wytwarza energię elektryczną. (WBDG 2016).

Elektrociepłownia (CHP) jest obiektem służącym do jednoczesnego wytwarzania energii cieplnej, elektrycznej i mechanicznej w jednym procesie. W porównaniu z elektrowniami stosującymi paliwa z biomasy stałej o sprawności 20-45%, ogólna sprawność procesu jest znacznie wyższa i wynosi 80-90%, ponieważ w przeciwnym razie wytwarzana energia cieplna jest również przekazywana do odbiorców. (ETIP b.d. c).

3.1.2 Biomasa do produkcji biogazu

Biomasa może być przetwarzana na biogaz w procesie zwanym **fermentacją beztlenową** (AD). Jest to wieloetapowy proces biologiczny, w którym różne mikroorganizmy rozkładają przyswajalną biomasę w przypadku braku tlenu. Biomasa jest przekształcana w biogaz, który składa się głównie z metanu (CH_4) i dwutlenku węgla (CO_2) oraz w znacznie mniejszych ilościach z wodoru (H_2) i siarkowodoru (H_2S). Pod koniec procesu, pozostały odpad pofermentacyjny jest często bogaty w składniki odżywcze, takie jak azotany i fosforany. W związku z tym może być on stosowany jako nawóz w rolnictwie lub w architekturze krajobrazu. Mikroorganizmy wytwarzające metan występują w różnych miejscach w przyrodzie, np. w żołądku przeżuwaczy (krów). Aby rozpocząć proces fermentacji beztlenowej w biogazowni, należy wprowadzić do paszy inokulum (np. odchody krowy).

Wiele różnych zasobów biomasy może być wykorzystywanych jako surowiec do fermentacji beztlenowej, w tym odpady rolno-przemysłowe, organiczne odpady żywnościowe, osady z oczyszczalni ścieków, obornik zwierzęcy, pozostałości rolnicze i rośliny energetyczne (np. kukurydza, miskant, sorgo). Sektor rolniczy wytwarza znaczne ilości odpadów, które mogą być wykorzystane do fermentacji beztlenowej. Pomaga on rolnikom:

- produkować własną energię i ciepło, a tym samym oszczędzać pieniądze;
- redukować gazy cieplarniane związane z obornikiem i zużyciem energii;
- ograniczyć silne zapachy związane z używaniem nieprzetworzonego obornika jako nawozu;
- ograniczyć do minimum konieczność transportowania środków organicznych do przetwarzania w pobliżu obiektów na miejscu;
- korzystać z zalet odpadu pofermentacyjnego: więcej płynnego materiału, a tym samym łatwiejsze do rozprowadzenia, mniej chwastów i zmineralizowanego azotu, itp.

Surowce lub substraty do fermentacji beztlenowej można klasyfikować według różnych kryteriów: pochodzenia, zawartości suchej masy, wydajności metanu itp. Podłoża z zawartością suchej masy niższą niż 20% stosuje się do tzw. **mokrej fermentacji**. Kategoria ta obejmuje zawiesiny zwierzęce i obornik oraz różne mokre odpady organiczne z przemysłu spożywczego. Kiedy zawartość suchej masy wynosi nawet 35%, jest to tzw. **fermentacja sucha**, typowa dla upraw energetycznych i kiszzonek. Wybór rodzaju i ilości surowca do mieszanki substratów fermentacji beztlenowej zależy od zawartości w niej suchej masy, a także od zawartości cukrów, lipidów i białek. Podłoża zawierające duże ilości ligniny, celulozy i hemicelulozy mogą być również współprzyswajalne, ale zazwyczaj stosuje się w tym przypadku obróbkę wstępną w celu zwiększenia ich przyswajalności. (Al Seadi i in. 2008).

Skład gazów zawartych w biogazie różni się w zależności od stosowanego materiału wsadowego. Po zebraniu, biogaz jest oczyszczany z wody i H_2S . Ten ostatni jest gazem toksycznym, o specyficznym, nieprzyjemnym zapachu, podobnym do zgniłych jaj, tworzącym kwas siarkowy w połączeniu z parami wodnymi zawartymi w biogazie. Kwas siarkowy jest korozyjny i może powodować uszkodzenia silników, rur itp. W celu usunięcia wody zawartej w biogazie często stosuje się proces kondensacji, który polega na schłodzeniu gazu w rurociągach i zebraniu wody w separatorze kondensacyjnym, w najniższym punkcie rurociągu. Do usuwania H_2S można stosować różne technologie, które mogą być metodami biologicznymi, fizycznymi lub chemicznymi. Przegląd technologii oczyszczania i modernizacji przedstawiono szczegółowo w Awe i in. (2018).

Biogaz jest bardzo cennym odnawialnym źródłem energii i ważnym elementem realnych koncepcji energetycznych na przyszłość. Jest on przyjaznym dla środowiska paliwem, wytworzonym w 100% z lokalnych surowców, nadającym się do różnorodnych celów. Wpływ produkcji biogazu na gospodarkę cyrkularną jest dodatkowo wzmacniany przez organiczne składniki odżywcze odzyskiwane w procesie produkcji. Biogaz jest obecnie stosowany głównie w elektrociepłowniach do produkcji energii elektrycznej i ciepłej lub w tradycyjnych urządzeniach domowych zasilanych gazem, takich jak piece gazowe lub suszarki gazowe.

Kolejnym krokiem w kierunku zwiększenia wartości dodanej biogazu jest jego uszlachetnianie do biometanu. Modernizacja ma na celu usunięcie CO_2 w celu dostosowania (zwiększenia) wartości grzewczej i gęstości względnej biogazu. Usunięcie CO_2 może być realizowane za pomocą różnych technologii. Najpopularniejsze z nich to adsorpcja zmiennociśnieniowa, czyli oczyszczanie wody pod ciśnieniem, absorpcja fizyczna za pomocą rozpuszczalników organicznych, absorpcja chemiczna za pomocą rozpuszczalników organicznych, proces membranowy, separacja kriogeniczna. Szczegóły

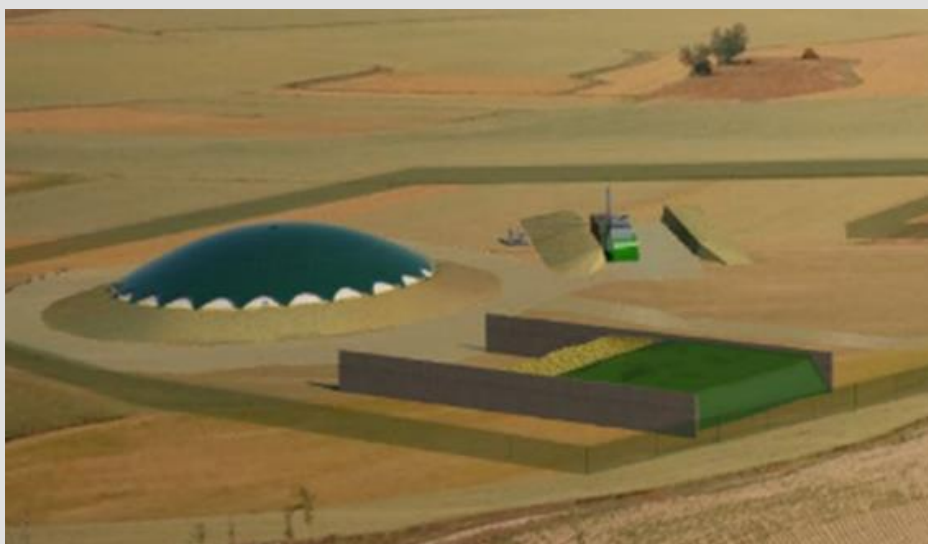
dotyczące tych technologii można znaleźć w FNR (2013) oraz Awe i in. (2018). Końcowy uszlachetniony biogaz zawiera co najmniej 95%, a zazwyczaj około 98% metanu.

Po zmodernizowaniu, biometan ma takie same właściwości jak gaz ziemny. Może on być wtryskiwany do sieci gazu ziemnego i wykorzystywany w następujący sposób (FNR 2013):

- Paliwo do pojazdów na gaz ziemny. Jedną z możliwości jest wprowadzenie biometanu do sieci gazu ziemnego, a następnie jego wirtualne udostępnienie na stacjach paliw gazu ziemnego. Ma to już miejsce na wielu stacjach paliw w Niemczech, na których oferowane są głównie mieszanki gazu ziemnego i biometanu.
- Domowe, przemysłowe, komercyjne zastosowania jako substytut gazu ziemnego w konwencjonalnych palnikach gazu ziemnego i kotłach kondensacyjnych. Nie ma potrzeby, aby właściciele domów wymieniali na niego swój dotychczasowy system grzewczy.
- W przemyśle chemicznym jako substytut gazu ziemnego. Gaz ziemny jest przetwarzany na gaz syntetyczny (mieszanina tlenku węgla i wodoru). Gaz syntetyczny jest niezbędnym źródłem podstawowych substancji chemicznych, a tym samym jednym z najważniejszych składników wielu produktów chemicznych.

Worek ADBag z Demetra

Przykładem jest Demetra ADBag, który wykorzystuje ten proces do przetwarzania różnych substratów na biogaz i nawóz naturalny. Worek Demetra ADBag składa się z plastyfikowanego worka materiałowego, który działa jako zbiornik reakcyjny, oraz z technicznego zbiornika, który reguluje recyrkulację, podawanie i ogrzewanie komory fermentacyjnej. W zależności od rodzaju energii, którą klient chce odzyskać, ADBag może być dostarczony z elektrociepłownią lub bez niej. Osad w zbiorniku reakcyjnym jest mieszany przez system recyrkulacji w celu zapewnienia idealnej mieszanki substratu i tym samym maksymalizacji produkcji biogazu. Cały proces jest monitorowany, a zautomatyzowany system może być sterowany przez operatorów na miejscu i zdalnie przez połączenie internetowe. Zbiornik worka jest częściowo osadzony w glebie, a wydobyty materiał jest wykorzystywany do budowy ramion wokół worka. Worek jest rozpakowywany na środku wykopu przed podłączeniem go do rur w celu uzupełnienia systemu cyrkulacji. Doły do składowania odpadów pofermentacyjnych, zbiornik podawczy i jastrych do zbiornika mogą być montowane na miejscu z prefabrykowanych elementów betonowych. Worek ADBag jest dostępny o średnicy 12 m (ADbag12), 15 m (ADbag15) lub 18 m (ADbag18). (Colmorgen i Khawaja 2019).



© Demetra

Biogazownie mogą być budowane w różnych rozmiarach, w zależności od potrzeb. Instalację, która produkuje 1.000 MWe i więcej można uznać za dużą biogazownię. Jeśli produkuje od 500 do 1.000 MWe, można ją określić jako instalację średniej wielkości. Instalacje produkujące mniej niż 1 000 MWe można uznać za małe (Collata i Tomasoni 2017). Chociaż fermentacja beztlenowa niewielkich ilości odpadów organicznych była jeszcze kilka lat temu uważana za nieopłacalną, to fermentacja na małą skalę rozwija się (Biogas World 2019). Zainteresowanie i poparcie społeczne dla biogazu na dużą skalę wzrasta w większości krajów europejskich. Po okresie stagnacji, spowodowanym trudnościami technicznymi i ekonomicznymi, korzyści dla środowiska i rosnące ceny paliw kopalnych poprawiły konkurencyjność biogazu jako paliwa energetycznego (budowa biogazowni b.d.).

3.1.3 Rośliny oleiste i zużyty olej jadalny do produkcji biodiesla

Rośliny oleiste to takie, których nasiona, orzechy, strąki lub owoce zawierają znaczną ilość oleju. Oprócz oleju mają one zazwyczaj wysoką zawartość białka. Po ekstrakcji olej z tych roślin może być wykorzystywany do produkcji biodiesla i/lub materiałów pochodzenia naturalnego. Makuchy białkowe są często wykorzystywane do produkcji pasz i żywności. W niniejszej sekcji, przeglądowi zostanie

poddana produkcja biodiesla, a produkcja materiałów naturalnych zostanie szczegółowo opisana w sekcji 3.2.

Istnieje szeroka gama roślin oleistych. Najważniejsze z nich to palma, soja, rzepak i słonecznik (Rysunek 10), rzepak, gorczyca, len, jatrofa, kokos, konopie i rzeżucha są również dobrymi zasobami oleju (ETIP b.d.). W UE obawy związane z ILUC (zmianą sposobu użytkowania gruntów) oraz debata na temat relacji między żywnością a paliwem doprowadziły do propozycji ograniczenia produkcji biopaliw z upraw roślin spożywczych do 7%. Przyspieszyło to zainteresowanie odpornymi na suszę roślinami oleistymi, które mogą być uprawiane na nieużytkach i nie stanowią konkurencji dla roślin spożywczych, takich jak karczoch hiszpański, szafran i Inicznik siewny (ETIP b.d.) (Rysunek 11).

Biodiesel jest wytwarzany w procesie chemicznym znanym jako transestryfikacja z olejów roślinnych i tłuszczu zwierzęcego za pomocą alkoholu (powszechnie etanolu lub metanolu) w obecności katalizatora (np. wodorotlenku sodu).

Katalizator



Olej + alkohol → biodiesel + gliceryna



© Pixabay



© Pixabay

Olej palmowy: *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*



© Pixabay



© Pixabay

Soja: *Glycine max*



© Pixabay



© Wikipedia

Rzepak: *Brassica napus* subsp. *napus*



© Pixabay



© Pixabay

Słonecznik: *Helianthus annuus*

Rysunek 10: Najważniejsze uprawy roślin oleistych



© Pixabay



© shawislandgatehouse

Karczoch: *Cynara cardunculus*



© Pixabay



© Caluna agrotrade

Szafran: *Carthamus tinctorium*



© ETIP



©Feepedia

Lnicznik siewny: *Camelina Sativa*

Rysunek 11: Rośliny oleiste, które mogłyby być uprawiane na nieużytkach

Ponieważ biodiesel może być produkowany z szerokiej gamy roślin oleistych, otrzymane paliwa mają bardziej zróżnicowane właściwości fizyczne (lepkość i palność) niż etanol. Biodiesel może być mieszany z powszechnie stosowanym olejem napędowym jako paliwo lub stosowany jak w silnikach z zapłonem samoczynnym. Jego wartość energetyczna odpowiada 88-95% wartości energetycznej oleju napędowego, ale poprawia jego smarowność przy jednoczesnej poprawie liczby cetanowej, w taki sposób, że te dwa paliwa są takie same (FAO b.d.). Wyższa zawartość tlenu w biodieslu sprzyja pełniejszemu spalaniu paliwa, co zmniejsza emisję do atmosfery cząstek zanieczyszczających, tlenku węgla i węglowodorów. Podobnie jak etanol, biodiesel ma znikomą zawartość siarki, co przyczynia się do zmniejszenia emisji tlenku siarki z pojazdów.

Poza uprawami roślin oleistych, zużyty olej spożywczy, który jest zwykle przetwarzany jako odpad, może być również przetwarzany na biodiesel. Pomimo tego, że zużyte oleje spożywcze są bardzo tanie, a czasem nawet bezpłatne, stanowią one szczególne wyzwanie dla produkcji biodiesla, ponieważ zawierają zanieczyszczenia takie jak woda, resztki mięsa i składników spożywczych, które muszą być odfiltrowane przed przetworzeniem oleju na biodiesel. Kolejnym wyzwaniem dla produkcji biodiesla z olejów zużytych jest wysoki procent wolnych kwasów tłuszczowych (FFA). Tłuszcze i oleje składają się z triglicerydów - trzech cząsteczek kwasu tłuszczowego połączonych z cząsteczką glicerolu. W przepracowanych olejach niektóre z trójglicerydów uległy rozkładowi w taki sposób, że kwasy tłuszczowe są oddzielone od cząsteczki glicerolu. Są one nazywane wolnymi kwasami tłuszczowymi. W produkcji biodiesla te wolne kwasy tłuszczowe mają tendencję do reakcji z katalizatorem alkalicznym, tworząc mydło zamiast biodiesla. Zmniejsza to poziom wolnych katalizatorów i tym samym zmniejsza szybkość reakcji transestryfikacji. Tworzenie mydła ma tendencję do spowalniania reakcji. Ponadto, ponieważ mydło musi być usuwane i wyrzucane, zwiększone tworzenie się mydła oznacza mniej biodiesla. (Farm Energy 2019).

Kiedy surowiec zawiera mniej niż 3% lub 4% FFA, zwykle dodaje się dodatkowy katalizator i FFA są zamieniane na mydło, a następnie usuwane. Od 3% lub 4%, do 10% lub 15% FFA, wspólne podejście polega na zastosowaniu destylacji próżniowej w celu usunięcia FFA z oleju. Następnie olej może być przetwarzany normalnie, a FFA mogą być sprzedawane jako pasza dla zwierząt lub estryfikowane oddzielnie (Farm Energy 2019). Jeżeli zużyte oleje zawierają więcej niż 15% FFA, konieczne jest dodatkowe przetworzenie tych substratów przed poddaniem ich tradycyjnej obróbce transestryfikacyjnej, takiej jak wstępna obróbka kwasów, gliceroliza, katalizatory kwasów stałych itp.

3.1.4 Biomasa do produkcji bioetanolu

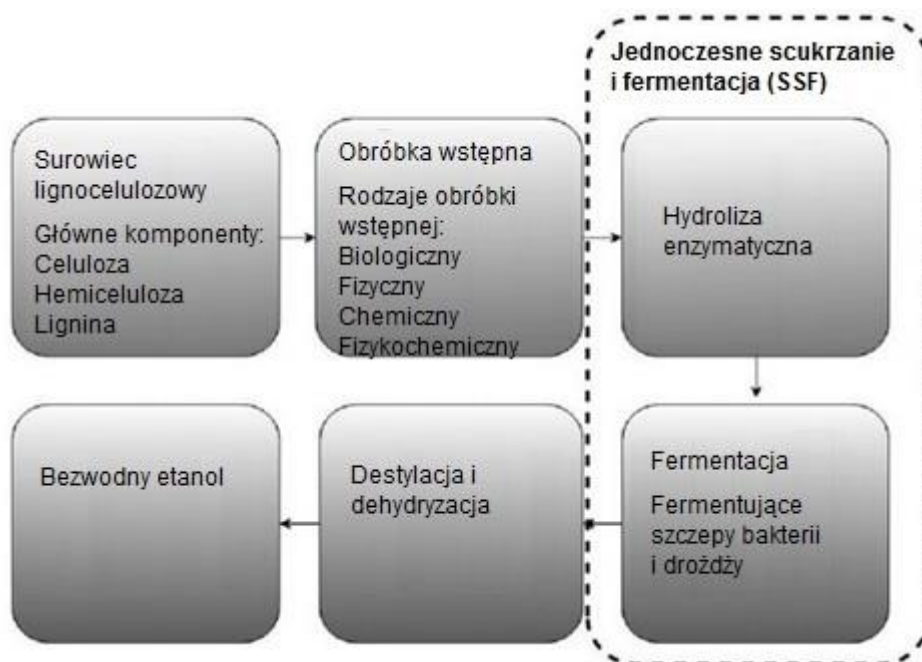
Bioetanol jest biopaliwem produkowanym w procesie fermentacji cukrów w warunkach beztlenowych w obecności wody i drożdży. Bioetanol jest klarowną bezbarwną cieczą, ulegającą biodegradacji, o niskiej toksyczności i powodującą niewielkie zanieczyszczenie środowiska w przypadku rozlania. Spala się, wytwarzając dwutlenek węgla i wodę. Bioetanol jest paliwem wysokooktanowym i zastąpił

ołów jako wzmacniacz oktanowy w benzynie. Poprzez zmieszanie go z benzyną, mieszanka paliwowa może być również dotleniona, dzięki czemu spala się pełniej i zmniejsza się emisja zanieczyszczeń. Najczęściej stosowaną mieszanką jest 10% etanol i 90% benzyna (E10). Silniki samochodowe nie wymagają żadnych modyfikacji, aby mogły pracować na E10 i nie ma to wpływu na gwarancję pojazdu. Tylko pojazdy z dostosowanym do tego silnikiem mogą być zasilane do 85% mieszanką etanolu i 15% benzyny (E85) (Strathclyde b.d.).

Bioetanol może być klasyfikowany w oparciu o zasoby surowców do bioetanolu pierwszej, drugiej i trzeciej generacji.

Paliwa bioetanolowe pierwszej generacji produkowane są z roślin zawierających cukier, takich jak trzcina cukrowa i burak cukrowy, oraz z roślin zawierających skrobię, takich jak kukurydza i pszenica, przy zastosowaniu standardowych technologii przetwarzania. W przypadku upraw cukrowych proces ten polega na pierwszej ekstrakcji soku; fermentacji soku przy użyciu drożdży, w wyniku której cukier jest przetwarzany na bioetanol i CO₂; destylacji i rektyfikacji, tj. zagęszczeniu i oczyszczeniu etanolu produkowanego w drodze destylacji i suszenia bioetanolu. W przypadku zbóż proces ten obejmuje pierwsze mielenie lub mechaniczne kruszenie ziaren zbóż w celu uwolnienia składników skrobi; podgrzewanie i dodawanie wody i enzymów w celu przekształcenia ich w cukier nadający się do fermentacji; a następnie proces ten przebiega według tych samych pozostałych etapów, co w przypadku roślin cukrowych (energia z upraw b.d.). Podobnie jak w przypadku biodiesla produkowanego z roślin spożywczych, istnieją pewne obawy dotyczące zrównoważonego rozwoju w przypadku produkcji bioetanolu pierwszej generacji, ponieważ może on konkurować z produkcją żywności i innymi sprawami społeczno-gospodarczymi i środowiskowymi (Robak i Balcerek 2018).

Bioetanol drugiej generacji, znany również jako zaawansowane biopaliwa, nie stanowi konkurencji dla dostaw żywności, ponieważ jest wytwarzany z niespożywczej biomasy. Bioetanol drugiej generacji jest zazwyczaj produkowany z biomasy lignocelulozowej (np. z traw wieloletnich, resztek poźniwnych, takich jak słoma, resztki leśne), ale możliwe jest również wykorzystanie jako surowca przemysłowych produktów ubocznych, takich jak serwatka lub surowa gliceryna. Lignoceluloza jest uważana za odnawialne i zrównoważone źródło węgla, ale jej przekształcenie w cukry redukujące jest trudniejsze niż przekształcenie skrobi. Materiały lignocelulozowe zawierają złożoną mieszaninę polimerów węglowodanowych ze ścian komórkowych roślin, znanych jako celuloza, hemiceluloza i lignina. Istnieją dwa sposoby przetwarzania biomasy lignocelulozowej na etanol drugiej generacji: termochemiczny i biochemiczny. Ta ostatnia jest powszechną techniką produkcji bioetanolu, ze względu na wysoką selektywność i efektywność konwersji biomasy. Metoda biochemiczna obejmuje wstępną obróbkę materiału lignocelulozowego, hydrolizę enzymatyczną, fermentację cukrów przez określone szczepy mikroorganizmów oraz destylację bioetanolu z odwodnieniem (Rysunek 12). W drodze biochemicznej biomasa jest poddawana biologicznym, fizycznym (ciepłym) lub chemicznym katalizatorom podczas wstępnej obróbki w celu rozbicia porcji celulozy i hemicelulozy na cukier sacharozę. Dodatkowo, biokatalizatory takie jak enzymy są stosowane do hydrolizy polisacharydów, a mikroorganizmy fermentacyjne (drożdże lub bakterie) do fermentacji mieszanych strumieni cukru. (Robak i Balcerek 2018).



Rysunek 12: Główne etapy produkcji bioetanolu (Robak i Balcerek 2018)

Lignina, która jest również obecna w biomase, jest zwykle używana jako paliwo w zakładach produkujących etanol.

Bioetanol trzeciej generacji oparty jest na uprawie mikroglonów lub mikroorganizmów jednokomórkowych pochodzących od eukariotów i prokariotów. Żywe biokatalizatory w postaci aktywnej biomasy mikroglonów mogą wykorzystywać składniki odżywcze (węgiel, azot, fosforan lub siarka) z odpadów przemysłowych jako substraty, tworząc wysokie stężenia biomasy. Te strumienie odpadów obejmują gazy wylotowe z elektrowni przemysłowych, ścieki, produkty hydrolizy odpadów organicznych i odpady pofermentacyjne (odpady z produkcji biogazu). Produkcja biopaliw trzeciej generacji może zatem pomóc w zminimalizowaniu strumieni odpadów z wielu gałęzi przemysłu. Biologiczne sekwestrowanie CO₂ ze spalania zasobów kopalnych przez mikroglony i przekształcanie CO₂ w biopaliwa przyczynia się do zmniejszenia poziomu gazów cieplarnianych w atmosferze, pomagając w realizacji globalnych celów w zakresie zapobiegania zmianom klimatycznym. (Robak i Balcerek 2018).

3.2 Materiały z wykorzystaniem biomasy

Według UE produkty pochodzenia naturalnego pochodzą całkowicie lub częściowo z materiałów pochodzenia naturalnego, z wyłączeniem materiałów osadzonych w formacjach geologicznych i/lub skamieniałych (Komisja Europejska b.d.). Zgodnie ze ścisłą definicją, wiele powszechnie stosowanych materiałów, takich jak papier, drewno i skóra, można określić jako materiały pochodzenia naturalnego, ale zazwyczaj termin ten odnosi się do nowoczesnych materiałów, które zostały poddane szerszemu przetworzeniu. Materiały pochodzące ze źródeł biomasy obejmują chemikalia luzem, chemikalia z platform wiertniczych, rozpuszczalniki, polimery (tj. tworzywa sztuczne) i biokompozyty (niektóre materiały mogą należeć do więcej niż jednej kategorii). (Curran 2010).

Celuloza, lignina, oleje roślinne i cukry stanowią główne surowce naturalne dla rozwoju nowego przemysłu chemicznego, łącznie we wszystkich sektorach. Przez ostatnie 20 lat rozwój produktów pochodzenia naturalnego był stymulowany przez trzy czynniki:

- Zastąpienie identycznych molekuł petrochemicznych przez molekuły na bazie biologicznej. Chemia przemysłowa rozwinęła się historycznie w niektórych segmentach przemysłu chemicznego (kleje, środki powierzchniowo czynne, kosmetyki, itp.) lub w sektorze papierniczym. Większość tego rozwoju została osiągnięta poprzez ścisłe zastąpienie cząsteczek petrochemicznych cząsteczkami pochodzenia roślinnego (np. polietylenem z produktów petrochemicznych w porównaniu z polietylenem produkowanym z trzciny cukrowej), co umożliwiło dostęp do rynków już istniejących, ograniczając tym samym ryzyko techniczne i regulacyjne.
- Zastąpienie stosowania, w którym nowa biocząsteczka może zastąpić produkt petrochemiczny lub mineralny, co jest nowym podejściem, które rozwija się od połowy lat 2000. W tym kontekście molekula pochodzenia petrochemicznego (lub produkt) może zostać zastąpiona molekułą pochodzenia organicznego o innej strukturze molekularnej, na przykład kwasem polimlekowym w przypadku niektórych butelek lub wełną szklaną zastępowaną wełną konopną.
- Rozwój nowych zastosowań w oparciu o specyficzne właściwości cząsteczek roślinnych (ABGi b.d.).

3.2.1 Bioplastiki

Według European Bioplastics, tworzywo sztuczne jest definiowane jako bioplastik, jeśli jest oparte biopochodne, ulega biodegradacji lub posiada obie te właściwości. Termin "biodegradowalny" oznacza, że materiał lub produkt (częściowo) pochodzi z zasobów odnawialnych (Rysunek 13). Biodegradacja jest procesem chemicznym, podczas którego mikroorganizmy dostępne w środowisku naturalnym przekształcają materiały w substancje naturalne, takie jak woda, dwutlenek węgla i kompost (nie są potrzebne sztuczne dodatki). Proces biodegradacji zależy od otaczających warunków środowiskowych (np. lokalizacji lub temperatury), od materiału oraz od zastosowania. Biopochodność nie jest równoznaczna z "biodegradacją". Właściwość biodegradacji nie zależy od zasobów danego materiału, lecz jest raczej związana z jego strukturą chemiczną. Innymi słowy, tworzywa sztuczne oparte w 100% na materiałach biopochodnych mogą nie ulegać biodegradacji, a tworzywa kopalne w 100% mogą ulegać biodegradacji (European Bioplastics b.d.).

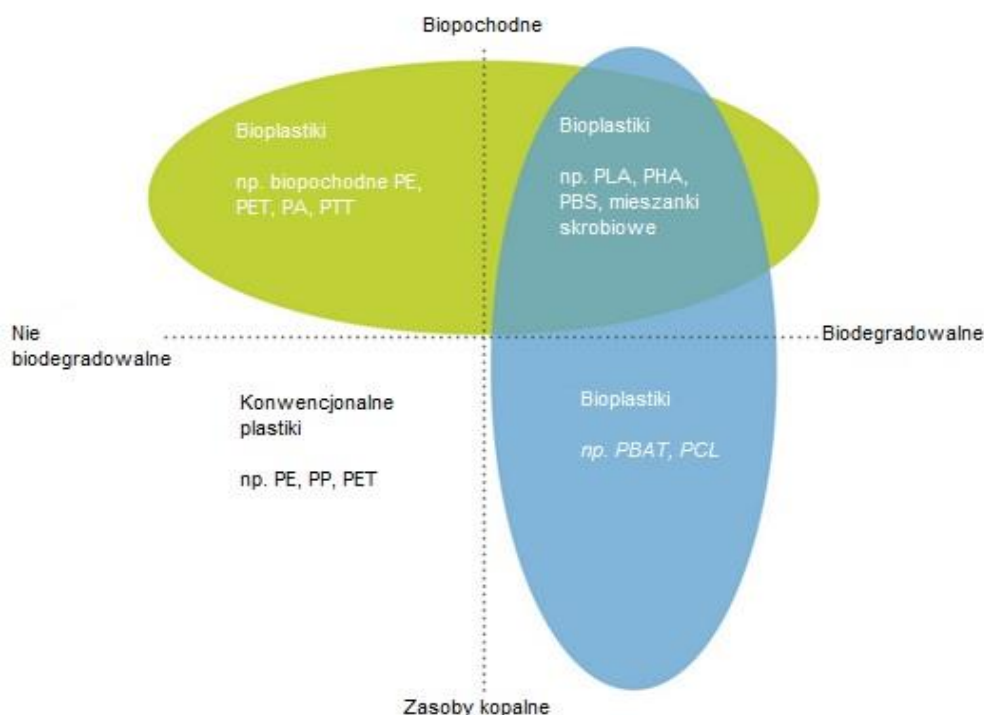


Rysunek 13: Tworzywa sztuczne konwencjonalne a tworzywa sztuczne pochodzenia naturalnego (European Bioplastics b.d.)

Zgodnie z tą definicją bioplastiki można podzielić na trzy główne grupy:

1. Biodegradowalne lub częściowo biodegradowalne tworzywa sztuczne, takie jak polietylen PE, PP lub politereftalan etylenu PET (tzw. roztwory typu "drop-in") oraz polimery o właściwościach technicznych, takie jak liczne poliamidy (PA), poliuretany (PUR), poliestry (np. PTT, PBT) lub TPC-ET. Zazwyczaj ich okres eksploatacji trwa kilka lat. Dlatego też określa się je jako trwałe, a biodegradowalność nie jest właściwością poszukiwaną.
2. Tworzywa sztuczne, które są zarówno biopochodne, jak i biodegradowalne, takie jak kwas polimlekowy (PLA) i polihydroksyalkaniany (PHA) lub bursztynian polibutylenu (PBS). Są one dostępne na skalę przemysłową zaledwie od kilku lat. Do tej pory były one stosowane przede wszystkim w produktach krótkotrwałych, takich jak opakowania, jednak ta duża, innowacyjna dziedzina przemysłu tworzyw sztucznych nadal się rozwija dzięki wprowadzeniu nowych, opartych na biologii monomerów, takich jak kwas bursztynowy, butanodiol, propanodiol czy pochodne kwasów tłuszczowych.
3. Tworzywa sztuczne oparte na zasobach kopalnych i ulegające biodegradacji, takie jak PBAT. Stanowią one stosunkowo niewielką grupę i są stosowane głównie w połączeniu ze skrobią lub innymi bioplastikami, ponieważ poprawiają one specyficzną dla danego zastosowania wydajność tych ostatnich poprzez swoją biodegradowalność i właściwości mechaniczne. Te biodegradowalne tworzywa sztuczne są obecnie nadal wytwarzane w procesach produkcji petrochemicznej. Jednak częściowo biodegradowalne wersje tych materiałów są już opracowywane i będą dostępne w najbliższej przyszłości (European Bioplastics b.d.)

Rysunek 14 przedstawia powszechne rodzaje bioplastików oraz sposób ich klasyfikacji według stopnia biodegradacji i zawartości biologicznej.



Rysunek 14: Klasyfikacja bioplastików (European Bioplastics b.d.)

Na podstawie trwałości lub nietrwałości ich formy, bioplastiki można podzielić na dwie kategorie: materiały termoplastyczne lub polimery termoutwardzalne. **Materiały termoplastyczne** to tworzywa sztuczne, które po podgrzaniu nie ulegają zmianom chemicznym w swoim składzie i dlatego mogą być wielokrotnie formowane. Przykładami są polietylen (PE), polipropylen (PP), polistyren (PS) i polichlorek

winyłu (PVC). **Polimery termoutwardzalne**, w przeciwieństwie do tworzyw termoplastycznych, po jednorazowym utwardzeniu pozostają w stanie stałym. Polimery w obrębie materiału sieciują podczas procesu utwardzania w celu uzyskania nieodwracalnego, nietłukącego się połączenia. Oznacza to, że termoutwardzalne materiały nie topią się nawet w ekstremalnie wysokich temperaturach. Termoutwardzacze charakteryzują się niską lepkością i są łatwe w obróbce, ponieważ w temperaturze pokojowej występują w postaci ciekłej, co oznacza, że nie ma potrzeby stosowania ciepła. Przykładem może być poliuretan (PUR) (Romeorim b.d.).

Typy bioplastików

Inna klasyfikacja, która wydawała się bardziej dopasowana w kontekście BE-RURAL, to ta oparta na źródle surowca. Biopolimery (makrocząsteczki), takie jak polisacharydy (np. skrobia, celuloza), białka, lignina, kauczuk naturalny, monomery (glukoza, fruktoza), dimery (sacharoza) i kwasy tłuszczowe (oleje roślinne), są wykorzystywane jako podstawowe surowce do produkcji bioplastików:

1. Bioplastiki na bazie polisacharydów (wieloskładnikowych) (Rysunek 15).

Polisacharydy są jednymi z najważniejszych polimerów występujących naturalnie. Są one syntetyzowane przez organizmy żywe i działają jako rezerwy energetyczne lub pełnią funkcję strukturalną dla komórek lub całego organizmu. Najczęściej spotykane polimery naturalne, które mogą być przekształcane w bioplastiki to m.in.:

Skrobia termoplastyczna (TPS): powstaje w wyniku zniszczenia (wyłaczania) skrobi przez odpowiednią ilość energii mechanicznej i ciepła w obecności tzw. plastyfikatorów, takich jak gliceryna. TPS może być stosowana do produkcji wszelkiego rodzaju opakowań, takich jak folie, torby (na zakupy lub odpady) oraz produktów jednorazowych (np. elementów wyposażenia gastronomii) i w tej dziedzinie może być równoważnym substytutem konwencjonalnych materiałów, takich jak poliolefiny lub PCV (ŁUKASIEWICZ b.d.). Jest również alternatywą dla żelatyny i może być stosowany jako materiał na pigułki i kapsułki.

Celuloza regenerowana: Celuloza jest głównym składnikiem ścian komórkowych we wszystkich wyższych formach życia roślinnego, w różnym procencie. Jest zatem najczęstszym związkiem organicznym i najczęstszym polisacharydem. Jeśli celuloza jest chemicznie rozpuszczona i nowo zrestrukturyzowana w postaci włókien lub folii, to jest znana jako celuloza regenerowana. Najbardziej znanymi członkami tej grupy materiałów są: wiskoza, jedwab wiskozowy, jedwab promienisty lub sztuczny oraz kilka innych w zakresie włókien i tekstyliów (FNR 2019).



Opakowania na żywność
ze skrobi termoplastycznej
© John R. Dorgan



Tkanina z jedwabiu
wiskozowego © Rudolf group



Przezroczyste kostki wykonane
z octanu celulozy © Michael
Thielen

Rysunek 15: Przykłady produktów wykonanych z bioplastików na bazie polisacharydów

Estry celulozy: Pochodzą one z naturalnej celulozy i są produkowane w procesie estryfikacji celulozy kwasami organicznymi, bezwodnikami lub chlorkami kwasów. Octan celulozy jest najważniejszym estrem organicznym ze względu na jego szerokie zastosowanie we włóknach i tworzywach sztucznych. Chociaż octan celulozy pozostaje najczęściej stosowanym eterem organicznym celulozy,

jego przydatność jest ograniczona przez jego wrażliwość na wilgoć, ograniczoną kompatybilność z innymi żywicami syntetycznymi i stosunkowo wyższą temperaturę przetwarzania (Edgar 2004).

Etery celulozy: Są to rozpuszczalne w wodzie polimery produkowane w wyniku chemicznej obróbki celulozy i reakcji czynników eteroizolacyjnych, takich jak chlorowany etylen, chlorowany propylen i utleniony etylen. Są one niejonowymi, rozpuszczalnymi w wodzie produktami. Etery celulozy stosowane są jako dodatki funkcjonalne i reologiczne oraz działają jako zagęszczacze, emulgatory, koloidy ochronne, stabilizatory i do retencji wody (Vink Chemicals b.d.).

2. Bioplastiki na bazie cukru (Rysunek 16)

Cukry (np. glukoza, sacharoza) są obecne w wielu roślinach i uprawach. Po ekstrakcji mogą być dalej przetwarzane na bioplastiki. Skrobia zawarta w roślinach skrobiowych (np. kukurydza) może być również ekstrahowana, hydrolizowana enzymami do produkcji glukozy, a następnie dalej przetwarzana w taki sam sposób jak cukier do produkcji bioplastików. Ponadto, niektóre bioplastiki mogą być produkowane przez mikroorganizmy przy użyciu cukru jako substratu. Najbardziej popularne bioplastiki na bazie cukru są wymienione poniżej:

Kwas polimlekowy (PLA): Poliester biopochodny uznawany za najważniejszy obecnie bioplastik na rynku. Proces produkcji obejmuje w pierwszej kolejności fermentację cukru do kwasu mlekowego przez mikroorganizmy (w przypadku zastosowania skrobi, w pierwszej kolejności ma miejsce hydroliza z enzymami). Następnie odwodnienie, które przekształca kwas mlekowy w laktyd, a na koniec polimeryzacja laktydu (monomeru), która prowadzi do produkcji PLA. Jest to bardzo wszechstronny bioplastik. Dzięki zróżnicowanemu składowi i jakości może być szybko biodegradacji lub wytrzymać lata. Dodatkowo, PLA charakteryzuje się niezwykłą stabilnością, jak również niezwykle wysoką przezroczystością. Mimo to PLA ma pewne wady: ponieważ jego temperatura zmiękczenia wynosi około 60°C, materiał ten tylko w ograniczonym stopniu nadaje się do produkcji kubków do napojów gorących. Mieszanki PLA mają wiele zastosowań, między innymi obudowy komputerów i telefonów komórkowych, biodegradowalne implanty medyczne, folie, formy, puszki, kubki, butelki i urządzenia do pakowania. Tworzywa kopolimerowe PLA i PLA są już z powodzeniem wykorzystywane do celów medycznych i farmaceutycznych, takich jak produkcja śrub, paznokci, płytek i implantów, które mogą być resorbowane przez organizm (Innovative Industry 2010).

Polihydroksymaślan (PHB): Jeden z członków rodziny polihydroksyalkanianów (PHA). Jest to poliester biopochodny, syntetyzowany przez mikroorganizmy. Posilając się bogatymi w węgiel składnikami, takimi jak cukier lub skrobia, oraz w warunkach ograniczonego azotu, mikroorganizmy gromadzą PHB w swoich komórkach jako zapasy (do 80% własnej masy ciała). Następnie biopolimer jest izolowany, łączony i granulowany. Stosowany jest głównie w opakowaniach spożywczych, w przemyśle biomedycznym i farmaceutycznym. Jednak ich zastosowanie jest obecnie ograniczone ze względu na wysokie koszty produkcji (Tripathi 2015).

Bursztynian polietylenu (PBS): jest termoplastycznym poliestrem wykonanym z polikondensacji kwasu bursztynowego i 1-4 butanodiolu (BDO). Kwas bursztynowy, produkt pochodzący z fermentacji cukru przez mikroorganizmy, jest jedną z najważniejszych nowych substancji chemicznych w gospodarce ekologicznej. Jest to bardzo wszechstronny element konstrukcyjny, który ma się rozwinąć w chemikalia platformową o szerokim zakresie zastosowań, od wysokowartościowych zastosowań niszowych, takich jak środki higieny osobistej i dodatki do żywności, do zastosowań wielkoseryjnych, takich jak bio-poliestry, poliuretany, żywice i powłoki (Nova Institut 2018). PBS jest krystalicznym poliestrem o temperaturze topnienia przekraczającej 100°C, co jest ważne dla zastosowań wymagających wysokiego zakresu temperatur.

Politereftalan etylenu (PET): jest termoplastycznym poliestrem produkowanym w procesie polikondensacji glikolu monoetylenowego (lub glikolu etylenowego, alkoholu dwuwartościowego, diolu) i kwasu tereftalowego lub tereftalanu dimetylu. Cukier jest wykorzystywany jako surowiec

do produkcji obu składników, ale w różnych procesach. PET może być częściowo biodegradowalny, jeśli kwas tereftalowy pochodzi z zasobów kopalnych. Niezależnie od tego, czy PET jest częściowo lub całkowicie produkowany z surowców odnawialnych, pod względem chemicznym materiał ten jest identyczny z konwencjonalnym PET, a jego zastosowania są również takie same. Ponieważ jest to doskonały materiał barierowy na wodę i wilgoć, jest on szeroko stosowany do produkcji plastikowych butelek na wodę mineralną i napoje bezalkoholowe (FNR 2019).

Politereftalan trimetylen (PTT): Jest to poliester podobny do PET produkowany w procesie polikondensacji kwasu tereftalowego lub tereftalanu dimetylu i diolu. PTT został po raz pierwszy wprowadzony na rynek głównie w postaci włókien przędzonych i materiałów włókienniczych. Ponieważ są one szczególnie miękkie, a mimo to mogą wytrzymać duże zużycie, głównym obszarem ich zastosowania były wykładziny domowe i dywany dla przemysłu samochodowego. Dzięki wysokiej jakości wykończeniu powierzchni oraz niskim współczynnikom skurczu i odkształcenia, materiał ten jest idealny m.in. na elementy elektryczne i elektroniczne, takie jak wtyczki i obudowy, a także na wyloty powietrza na deskach rozdzielczych samochodów (FNR 2019).

Polietylen (PE): jest to poliolefina produkowana w wyniku odwodnienia bioetanolu, który sam pochodzi z fermentacji cukru przez drożdże. Jest to najpopularniejszy plastik na świecie. Ma te same właściwości co kopalny PE i dlatego ma te same zastosowania, zazwyczaj są to folie (worki magazynowe, torebki, folie opakowaniowe), wydmuchiwane elementy puste, takie jak pojemniki na napoje, zbiorniki na paliwo samochodowe, części formowane wtryskowo, rury i inne.



Kapsułka kawowa wykonana przez bioPLA © COEXPAN



Butelka wykonana w 30% z PET © Coca cola



Opakowania wykonane z PBS © Mitsubishi chemical

Rysunek 16: Przykłady produktów wykonanych z bioplastików na bazie cukru

3. Tworzywa sztuczne na bazie olejów roślinnych

Wykorzystanie olejów roślinnych znajduje się obecnie w centrum uwagi przemysłu chemicznego, ponieważ są one jedną z najważniejszych substancji chemicznych na platformie odnawialnych źródeł energii ze względu na ich powszechną dostępność, nieodłączną biodegradację, niską cenę oraz doskonałe właściwości środowiskowe (tj. niską ekotoksyczność i niską toksyczność dla ludzi) (Lligadas i in. 2013). Te naturalne właściwości są obecnie wykorzystywane w badaniach i rozwoju, a polimery/kompozyty pochodzące z olejów roślinnych są wykorzystywane w wielu zastosowaniach, w tym w farbách i powłokach, klejach i biomedycynie (uszczelniacze chirurgiczne i kleje, plastry farmakologiczne, urządzenia do gojenia ran oraz nośniki leków na rusztowaniach dla inżynierii tkankowej). Najczęściej stosowanymi tworzywami sztucznymi na bazie ropy naftowej są poliuretan i niektóre poliamidy.

Poliuretan (PUR): Powstają w wyniku reakcji izocyjanianów i polioli (wytwarzanych w procesie transestryfikacji i epoksydowania oleju z farby). Mogą być twarde i kruche, elastyczne, spienione lub zwarte. Bio-PUR ma takie same właściwości jak te kopalne i nie ulega biodegradacji. Dlatego też mają one takie same zastosowania i są stosowane głównie w produkcji wysokoelastycznych siedzeń piankowych, paneli izolacyjnych z pianki sztywnej, uszczelek i uszczelnień z pianki mikrokomórkowej,

trwałych elastomerowych kół i opon, tulei zawieszenia samochodowego, mas zalewowych do elektroniki, wysokowydajnych klejów, powłok i uszczelniaczy powierzchniowych, włókien syntetycznych (np. Spandex), podkładów dywanowych, części z twardych tworzyw sztucznych (np. do instrumentów elektronicznych), prezerwatyw itp. (Howe 2018).

4. Tworzywa sztuczne na bazie białka

Białka są naturalnymi polimerami zbudowanymi z aminokwasów. Kazeina jest białkiem powszechnie występującym w mleku zwierzęcym i była już znaczącym graczem w biogospodarce, stosowanym jako suplement diety, a także jako środek wiążący lub kapsułka do tabletek farmaceutycznych. Żelatyna, inny bioplastik białkowy, jest produkowana w wyniku częściowej hydrolizy kolagenu, naturalnego polimeru obecnego w białku zwierzęcym (IfBB 2017).

5. Tworzywa sztuczne na bazie ligniny

Lignina jest naturalnym materiałem osnowy, który wiąże silne i sztywne jednostki celulozowe np. w naturalnym drewnie. Po oddzieleniu może być modyfikowana chemicznie lub mieszana w celu uzyskania polimeru typu termoplastycznego, który może być podgrzewany i przetwarzany jak syntetyczne termoplasty. Lignina może mieć postać brązowego proszku, ale częściej jest mieszkanką gumy o szerokim zakresie ciężarów cząsteczkowych. Jest produktem ubocznym przemysłu celulozowego, a wytwarzane na całym świecie ilości wynoszą około 50 milionów ton rocznie (Quarshie i Carruthers 2014).

3.2.2 Biokompozyty

Kompozyty są tworzone poprzez łączenie materiałów w celu utworzenia ogólnej struktury o właściwościach różniących się od właściwości poszczególnych komponentów. Powszechnym przykładem kompozytów są polimery syntetyczne wzmocnione włóknami syntetycznymi, takimi jak włókna szklane lub węglowe. Jeśli polimery i/lub włókna użyte do wytworzenia kompozytu pochodzą z pochodzenia organicznego, można je określić jako biokompozyty.

Materiały kompozytowe pochodzące z naturalnych, odnawialnych źródeł energii cieszą się w ostatnich latach dużym zainteresowaniem, w szczególności ze względu na rosnącą świadomość i dążenie do bardziej zrównoważonych ekologicznie technologii. W wielu przypadkach materiały pochodzenia naturalnego oferują redukcję wagi, dodatkową funkcjonalność (np. tłumienie/pochłanianie uderzenia) oraz korzyści dla zdrowia w miejscu pracy.

Włókna naturalne, takie jak konopie, juta i włókna bambusowe mają dobre właściwości wytrzymałościowe i sztywność, a jednocześnie są znacznie lżejsze od konwencjonalnych wzmocnień, takich jak włókna szklane oraz charakteryzują się stosunkowo niskimi kosztami i są biodegradowalne. Oprócz odpowiednich właściwości mechanicznych, włókna naturalne są niedrażniące, co sprawia, że są bezpieczniejsze i łatwiejsze w obsłudze oraz mają tendencję do nieścieralności, co powoduje mniejsze zużycie narzędzi i sprzętu produkcyjnego. Włókna naturalne ulegają również biodegradacji i/lub nadają się do recyklingu, w zależności od pożądanego przebiegu procesu końca cyklu życia. Głównymi wadami związanymi z włóknami naturalnymi jako wzmocnieniami kompozytowymi są stosunkowo wysoki pobór wilgoci, który może prowadzić do pęcznienia, gnicia i zmniejszenia właściwości mechanicznych, niska odporność na uderzenia, stosunkowo niska zdolność do rozkładu w niskich temperaturach (rozkład następuje zwykle w temperaturze około 200°C) oraz utrzymanie akceptowalnego poziomu kontroli jakości. Włókna naturalne są hydrofilowe ("kochające wodę") w naturze, co może prowadzić do problemów z kompatybilnością w połączeniu z hydrofobowymi ("nienawidzącymi wody") materiałami osnowy polimerowej. Związki woskowe mogą być również obecne na powierzchni włókien, co utrudnia uzyskanie silnego wiązania włókno-matryca. W celu przezwyciężenia niektórych wad włókien naturalnych, w szczególności słabego wiązania z polimerami, wysokiego pochłaniania wilgoci i ograniczonej stabilności termicznej, można przeprowadzić szereg

zabiegów fizycznych, chemicznych i dodatkowych, które zmieniają właściwości włókien. Jedną z tych obróbek nazywa się acetylacją i uważa się, że ma ona największy potencjał dla włókien naturalnych, ponieważ znacznie poprawia odporność na wilgoć, umożliwiając ciągłą obróbkę, a wytrzymałość i sztywność włókien nie są zmniejszone. (Quarshie i Carruthers 2014).

Wprowadzono na rynek szereg polimerów i żywic na bazie biosurowców, z których najważniejsze to kwas polimlekowy (PLA) ze skrobi kukurydzianej oraz żywice na bazie alkoholu polifurfurylowego ze zużytej biomasy trzciny cukrowej. Jednakże wiele innych rodzajów, pochodzących ze źródeł obejmujących skrobię i oleje roślinne jest obecnie opracowywanych (patrz sekcja 3.2.1).

Ostatnio okazało się, że kombinacje włókien naturalnych i bio-polimerów mają atrakcyjne właściwości kompozytowe, co daje kuszącą perspektywę, że kompozyty w pełni bio-podobne są coraz bardziej popularne w handlu.

Gluten pszeniczny i białko sojowe to typowe przykłady biopolimerów, które zostały wzmocnione włóknami naturalnymi w celu uzyskania biokompozytu o lepszych właściwościach mechanicznych (Muneer 2015). Włókna naturalne, wzmocnione polimerami syntetycznymi, takimi jak polipropylen (PP), są obecnie stosowane w znacznych ilościach, w szczególności w elementach wyposażenia wnętrza samochodów. Szacuje się, że zastąpienie włókien szklanych włóknami naturalnymi może zmniejszyć masę kompozytu nawet o 40%, co w sektorze motoryzacyjnym może prowadzić do znacznych korzyści w zakresie efektywności paliwowej (Quarshie i Carruthers 2014).

Biokompozyty zostały wyprodukowane nie tylko poprzez połączenie włókien naturalnych i polimerów, jednak istnieje kilka przykładów, w których dwa polimery naturalne zostały połączone w celu stworzenia biokompozytu o lepszych właściwościach mechanicznych i barierowych dla gazów. Gluten pszeniczny, białka ryżowe i albumina jaja zostały połączone ze skrobią w celu poprawy właściwości funkcjonalnych kompozytu. (Muneer 2015).

Biokompozyt BioLite™

Firma Trifilon opracowała proces tworzenia biokompozytu, który ma cechy podobne do jego konwencjonalnych, ropopochodnych odpowiedników. Do produkcji potrzebne są dwa rodzaje surowca. W pierwszym typie wymagane są włókna naturalne, takie jak konopie lub len, które mogą być dostarczane przez lokalne lub europejskie firmy zajmujące się ramą. W drugim typie surowca stosowane są polimery termoplastyczne, takie jak polipropylen. Ponieważ wynikiem tego procesu jest produkt mieszany, który nie jest wolny od składników kopalnych, musi być uważany za bardziej ekologiczne tworzywo sztuczne, a nie za bioplastik, nawet jeśli chodzi również o tworzywa pochodzące z recyklingu. Zanim włókna naturalne zostaną zmieszane z polipropylenami i kilkoma dodatkami, poddawane są mechanicznemu czyszczeniu, chemicznemu oczyszczaniu i optymalizacji. W rezultacie powstaje biokompozyt BioLite™ w formie granulatu o różnych proporcjach polipropylenów i włókien naturalnych. BioLite™ AP21 składa się z 10% włókien naturalnych i 90% polipropylenu, a BioLite™ AP23 z 30% włókien naturalnych i 70% polipropylenu. Różne proporcje skutkują różnymi właściwościami produktu, takimi jak zawartość biologiczna, sztywność i waga. Ta ostatnia może być nawet lepsza niż konkurencyjne związki kopalne (30% sztywniejsze i 10-25% lżejsze). Wreszcie, oba rodzaje granulatu mogą być podawane do konwencjonalnych urządzeń do formowania wtryskowego. (Colmorgen i Khawaja 2019, Ecologic Institute 2018).



Ilustracja etapów produkcji BioLite™ (Ecologic Institute 2018)



Włókna konopne i próbki BioLite™ w różnych kolorach © Trifilon

3.3 Kompostowanie bioodpadów

W gospodarce ekologicznej bioodpady nie powinny być składowane na wysypiskach. Nie są one bowiem postrzegane jako odpady, lecz raczej jako cenne źródło organicznych dodatków do wzbogacania gleby, nawozów sztucznych, składników podłoża uprawowego i produktów pochodzenia naturalnego. Ważnym warunkiem wstępnym produkcji wysokiej jakości kompostu jest gruntowna **zbiórka selektywnych odpadów bazowych** w celu utrzymania jak najmniejszej liczby niepożądanych materiałów zakłócających. W porównaniu z nowymi, powstającymi i innowacyjnymi technologiami i procesami związanymi z biogospodarką kompostowanie wiąże się często z dość prostą i sprawdzoną opcją, polegającą na wykorzystaniu zebranych bioodpadów pochodzących z różnych źródeł. Kompostowania może być również bardzo zaawansowana technicznie, ponieważ urządzenia do kompostowania mogą obejmować zarówno działania o niskim stopniu zaawansowania technologicznego, w których zgromadzone pozostałości są okresowo wykorzystywane za pomocą ładowarek czołowych, jak i działania o wysokim stopniu zaawansowania technologicznego, w których stosowane są urządzenia do zmniejszania rozmiarów, dedykowane podajniki i urządzenia do przesiewania. Jedną z głównych zalet przetwarzania kompozycyjnego odpadów organicznych jest ich skalowalność. Oznacza to, że proces jest taki sam niezależnie od ilości przetwarzanych materiałów organicznych. Dzięki temu zabiegi kompostowania mogą być stosowane zarówno na skalę krajową, jak i komunalną, a nawet w innych skalach. Mimo że proces biologiczny jest taki sam, jego kinetyka, ewolucja i znaczenie różnych parametrów (np. struktura fizyczna, wielkość cząstek, wilgotność, stosunek powierzchni do objętości, stosunek C/N, porowatość, temperatura), różnią się znacznie w zależności od stosowanej skali. Parametry te mogą różnić się czułością w zależności od zastosowanej skali (ACR+ 2014, ECN b.d., González-Sierra i in. 2019).

Małe i średnie kompostownie skupiają się głównie na przetwarzaniu odpadów pochodzenia organicznego (często wstępnie podzielonych na odpady żywnościowe i odpady zielone) wytwarzanych na ograniczonych obszarach. Niemniej jednak różnorodność stosowanych surowców jest duża, a co za tym idzie ich pochodzenie i właściwości, które są bardzo ważne dla projektowania całego procesu kompostowania (zob. przykładowe kody EWC w Tabeli 1). Zróżnicowanie właściwości i pochodzenia surowca wynika z różnych czynników wpływających, takich jak sezonowość, lokalna gastronomia, warunki pogodowe itp. oraz stan odpadów organicznych pod względem wilgotności, konsystencji, granulometrii i współczynnika utleniania C/N (ACR+ 2014, González-Sierra i in. 2019).

Tabela 1: Wyciąg z EWC odpadów istotnych dla kompostowania

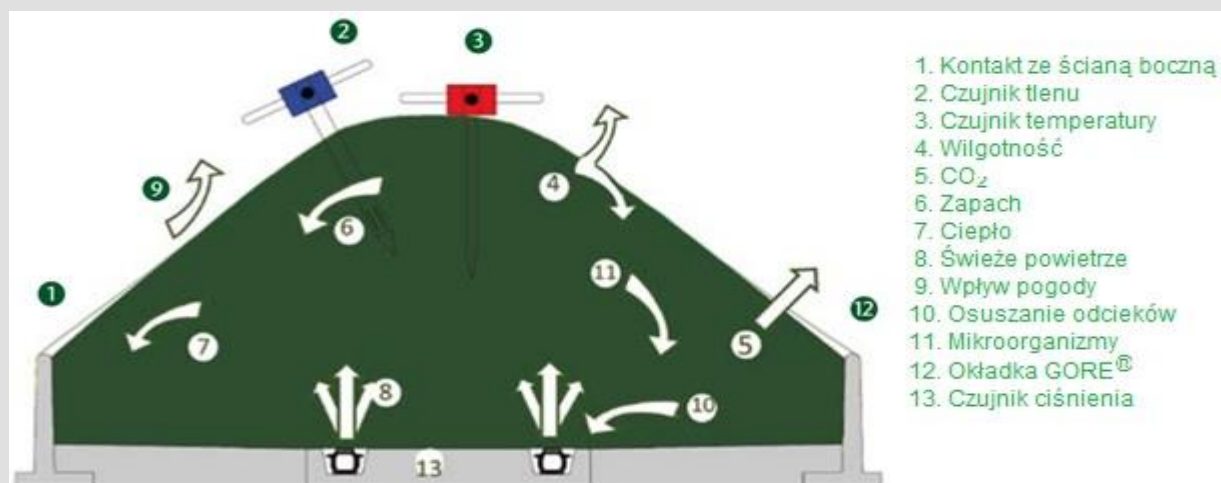
Kod EWC	Opis
20	Odpady komunalne (odpady z gospodarstw domowych i podobne odpady handlowe, przemysłowe i instytucjonalne).
2001	Osobno zebrane frakcje.
200108	Biodegradowalne odpady kuchenne i stołóvkowe.
200138	Drewno inne niż wymienione w kodzie 200137 (drewno zawierające substancje niebezpieczne).
2002	Odpady ogrodowe i parkowe (łącznie z odpadami cementarnymi).
200201	Odpady ulegające biodegradacji.
2003	Inne odpady komunalne.
200302	Odpady handlowe.

Przy dostosowywaniu procesu kompostowania do określonego poziomu biomasy, fazy procesu kompostowania zależą od projektu miejsca kompostowania (głównie od liczby modułów), a taki projekt określa z kolei funkcjonowanie robocze lub operacyjne. Istnieje zatem kilka zasad projektowania, które opisano w sprawozdaniu González-Sierra i in. (2019).

Rozwiązanie do kompostowania z UTV AG

Kompostowanie jest procesem, w którym mikroorganizmy, naturalnie występujące w materii organicznej i glebie, rozkładają materię organiczną. W celu rozkładu materii organicznej na mniejsze cząstki mikroorganizmy potrzebują podstawowych składników odżywczych, tlenu i wody. Materia organiczna jest przetwarzana w sposób naturalny bez udziału człowieka, ale ponieważ proces ten jest pod kontrolą człowieka, produkt końcowy nazywany jest kompostem. Ponadto regulacja i optymalizacja procesu kompostowania mają decydujący wpływ na czas, w którym odbywa się kompostowanie, jak również na jakość kompostu (Chen i in. 2011).

Dzięki GORE® Cover firma UTV AG oferuje możliwą do modernizacji, ekonomiczną i elastyczną technologię, która nadaje się do różnych rodzajów odpadów. Na hałdzie pokrytej membraną materia organiczna rozkłada się w środowisku kontrolowanym ciśnieniowo i tlenowo, które jest monitorowane komputerowo. Zoptymalizowane napowietrzanie i dostarczanie tlenu przez wentylatory i rury wentylacyjne prowadzi do zwiększonego rozkładu w ciągu ośmiu tygodni. Produktem końcowym jest wysokiej jakości kompost. Zaletami tej technologii są krótkie planowanie i instalacja (maksymalnie trzy miesiące), jej mobilność, niskie koszty budowy i eksploatacji (w porównaniu z instalacjami betonowymi) oraz łatwość obsługi (niezbędne jest przeszkolenie personelu) (Colmorgen i Khawaja 2019).



System kompostowania UTV z przyłmą pokrytą membraną

3.4 Biopochodne rozwiązania w zakresie opakowań

Dla przejścia na biogospodarkę ogromne znaczenie ma to, aby surowce były wykorzystywane w sposób jak najbardziej zrównoważony, wydajny i przez jak najdłuższy okres. Dotyczy to również biomasy. W wielu przypadkach materiały opakowaniowe mają stosunkowo krótki okres użytkowania, podczas którego stanowią wartość dodaną do produktów. Aby zagwarantować jak najdłuższe wykorzystanie surowców, materiały opakowaniowe muszą być stosowane właściwie, muszą być opracowane w sposób, który wymaga jak najmniejszej ilości materiałów pierwotnych i wreszcie muszą nadawać się do ponownego wykorzystania lub recyklingu (KIDV 2018).

Materiały opakowaniowe oparte na surowcach odnawialnych znajdowały dotychczas zastosowanie głównie w sektorze opakowań papierowych i kartonowych. Mają one obecnie bardzo duży udział w rynku opakowań. Najważniejszymi surowcami do przemysłowej produkcji papieru są drewno i makulatura. Ponadto, jako źródło surowców wykorzystuje się niektóre rośliny jednoroczne. Wszystkie

substancje zawierające celulozę nadają się zasadniczo do produkcji papieru. Materiały foliowe na bazie celulozy lub skrobi można znaleźć tylko na bardzo małych rynkach niszowych. Nowszym rozwiązaniem jest produkcja tzw. materiałów drop-in. W tym przypadku konwencjonalne polimery, takie jak polietylen, są produkowane z surowców odnawialnych, które mogą być wykorzystywane w istniejących już łańcuchach produkcji materiałów opakowaniowych z tworzyw sztucznych (Sachverständigenrat Bioökonomie Bayern 2017). Istnieją różne procesy, dzięki którym konwencjonalne polimery opakowaniowe, takie jak PE, PP, PET (ok. 80% udziału w rynku) mogą być produkowane z surowców odnawialnych zamiast kopalnych. Ponad 80% bio-polimerów PE z bioetanolu i 30% bio-polimerów PET ma już ugruntowaną pozycję w przemyśle. Ich produkcja może być włączona do istniejących chemicznych łańcuchów wartości, np. poprzez surowce chemiczne jak bio-nafta i biometan. Ponadto możliwe są również zupełnie nowe szlaki syntetyczne. Rozważane mogą być w tym kontekście: surowce pochodzenia naturalnego, rośliny zawierające węglowodany i rośliny oleiste, jak również materiały odpadowe i resztkowe (składniki drewnopodobne, stare tłuszcze itp.). Warianty oparte na biosurowcach i kopalinach są identyczne pod względem chemicznym, a naturalne materiały opakowaniowe mogą, ale w praktyce nie muszą nadawać się do recyklingu (Käb 2018). Prognozy dają tej strategii największe możliwości rynkowe, ponieważ istniejące struktury i procesy przetwarzania ustalonych, ropopochodnych tworzyw sztucznych mogą być dostosowane, a nowe technologie nie są potrzebne. W ten sposób surowce biogeniczne mogą być również przetwarzane na konwencjonalne polimery o dobrych właściwościach izolacyjnych. Mimo to nadal brakuje im kilku właściwości izolacyjnych, np. wobec pary wodnej. Jest to zasadnicza wada czysto biologicznych polimerów, takich jak celuloza czy skrobia. Dotyczy to również polimerów, które można uzyskać z surowców naturalnych w procesach fermentacyjnych, takich jak kwas polimlekowy lub polihydroksyalkaniany (Sachverständigenrat Bioökonomie Bayern 2017).

Obecnie większość biodegradowalnych materiałów opakowaniowych można rozbić tylko w kompostowniach przemysłowych. Naturalny proces rozkładu materiałów pochodzenia naturalnego może być bardzo długotrwały. Dlatego też stosowanie opakowań ulegających biodegradacji nie musi być rozwiązaniem problemu śmieci lub tzw. plastikowej zupy. Zmieni się to, gdy innowacje doprowadzą do wprowadzenia materiałów biodegradowalnych, które mogą ulec rozkładowi w środowisku naturalnym. Z kolei tworzywa sztuczne pochodzenia naturalnego nie nadają się do kompostowania, ale mogą być poddawane recyklingowi w ramach istniejącego systemu zbiórki odpadów z tworzyw sztucznych. Obecnie przynosi to największą wartość dodaną dla biogospodarki, ponieważ prowadzi do zmniejszenia zapotrzebowania na paliwa kopalne, a tym samym ma pozytywny wpływ na emisję gazów cieplarnianych, gdy są one przechowywane w pętach ponownego wykorzystania i recyklingu tak długo, jak to możliwe (KIDV2018).

Oprócz konwencjonalnej produkcji opakowań z papieru i tektury oraz materiałów biodegradowalnych i pochodzenia naturalnego, istnieje kilka innowacyjnych przedsiębiorstw, które próbują wypełnić luki w zakresie kompostowania i depozycji za pomocą nowych, innowacyjnych technologii. Rozpoczynająca działalność firma BIO-LUTIONS podejmuje wyzwanie polegające na stworzeniu dwóch produktów z jednego zbioru. Wraz z brandenburską firmą Zelfo, BIO-LUTIONS opracowała mechaniczny proces produkcji zrównoważonej alternatywy opakowania z odpadów rolniczych. Ideą firmy BIO-LUTIONS było opracowanie innowacyjnej i zasobooszczędnej technologii, która może wykorzystać nawet najkrótsze włókna z licznych odpadów rolniczych do produkcji wartościowych produktów na całym świecie. Poprzez wydłużenie cyklu życia tych niewykorzystanych resztek roślinnych mają one również na celu stworzenie zdecentralizowanej sieci produkcyjnej z lokalnymi jednostkami produkcyjnymi i regionalną dystrybucją wykorzystywanego lokalnego surowca. Poza wytworzeniem wartości dodanej w regionach i wzmocnieniem gospodarki cyrkularnej, mają one podnieść świadomość w kwestii odpadów plastikowych, zaoferować zrównoważone i przystępne cenowo rozwiązania oraz wyeliminować niezrównoważone produkty jednorazowego użytku (Colmorgen i Khawaja 2019).

Materiały opakowaniowe z resztek rolnych

BIO-LUTIONS dostarczają technologię, która umożliwia im produkcję jednorazowych zastaw stołowych i opakowań z surowców odnawialnych, takich jak pozostałości roślinne. Proces ten przekształca niewykorzystane wcześniej resztki roślinne w innowacyjne i wartościowe produkty. Tak więc opatentowana technologia, opracowana przez BIO-LUTIONS i Zelfo, może być opisana jako procedura up-cyklingu, która może być stosowana na całym świecie. Włókna roślinne są rozdrabniane i mieszane w spójną masę celulozową, która jest doprowadzana do zbiornika na wodę. Zgrabiarka mechaniczna przemieszcza wilgotną mieszankę, która jest bardzo podobna do tej w przemyśle papierniczym. Następnie masa trafia do maszyny wyciskającej, gdzie następuje formowanie i prasowanie produktów w wysokiej temperaturze. Nie ma potrzeby stosowania środków chemicznych w trakcie całego procesu. Woda procesowa jest kilkakrotnie oczyszczana i poddawana recyklingowi, aż do momentu, gdy zostanie usunięta poprzez wykorzystanie jej do nawadniania (BIO-LUTIONS 2019, Bioökonomie.de b.d.).



Łodygi bananów jako źródło surowców w Indiach oraz bieżący asortyment produktów jednorazowego użytku BIO-LUTIONS © BIO-LUTIONS

3.5 Naturalne materiały izolacyjne

W dobie energooszczędnego budownictwa i renowacji oraz rosnących opłat energetycznych coraz większe znaczenie zyskują naturalne materiały izolacyjne. Ich produkcja wymaga mniej energii i mają one pozytywny wpływ na jakość życia, a tym samym na zdrowie ludzkie. W lecie naturalne materiały dobrze izolują przed ciepłem. Mogą one również wchłaniać duże ilości wilgoci i często są przyjazne dla alergików. Naturalne materiały izolacyjne produkowane są z odnawialnych źródeł energii, co oznacza, że są to materiały pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego. Materiały izolacyjne ze słomy, trawy łąkowej, konopi lub płatków celulozy mogą już teraz konkurować pod względem właściwości materiałowych z konwencjonalnymi materiałami izolacyjnymi, takimi jak wełna mineralna (BMBF 2014, Bioökonomie.de 2017). Innymi przykładami surowców, które mogą być wykorzystane do produkcji trwałych materiałów izolacyjnych są juta, korek, trzcina, trawa morska, celuloza, kenaf i bawełna.

Naturalne materiały izolacyjne mogą zastąpić konwencjonalne. O tyle, że nie powodują one utraty wydajności, ale często oferują dodatkowe pozytywne funkcje. W porównaniu do materiałów mineralnych i kopalnych naturalne materiały izolacyjne zapewniają właściwości termoizolacyjne i dźwiękoizolacyjne, które są tak samo dobre jak w przypadku materiałów kopalnych, takich jak wełna mineralna, wełna szklana i polistyren. Parametry techniczne naturalnych materiałów izolacyjnych, takich jak celuloza i włókna z konopi, Inu, kenafu i bawełny, można porównać z parametrami mineralnymi. To samo dotyczy dobrej izolacji akustycznej lub właściwości redukujących dźwięk, które są porównywalne z właściwościami standardowych materiałów pochodzenia mineralnego. Ponadto

naturalne materiały izolacyjne mają lepsze właściwości regulacji wilgotności i oferują doskonałą letnią izolację cieplną. Zdolność materiału izolacyjnego do regulowania temperatury poprzez magazynowanie i oddawanie ciepła do chłodniejszego otoczenia jest bardzo ważna. Wskaźnik ten nazywany jest pojemnością cieplną właściwą. Jeśli chodzi o regulację temperatury, naturalne materiały izolacyjne mogą być lepsze od konwencjonalnych materiałów kopalnych lub mineralnych, ponieważ ich specyficzna pojemność cieplna jest wyższa. Staje się to bardzo ważne, przy tworzeniu bardziej komfortowego klimatu wewnętrznego i zapobieganie przegrzewaniu się pomieszczeń, które latem znajdują się pod dachem (BioCannDo b.d.).

W tabeli 2 przedstawiono przegląd różnych materiałów izolacyjnych oraz ich przewodność cieplną i pojemność cieplną właściwą. Efekt termoizolacyjny jest opisany przez przewodność cieplną (λ). Niewielkie przewodnictwo cieplne koreluje z lepszym efektem izolacyjnym i lepszą ochroną cieplną. Wartości przewodności cieplnej poniżej 0,5 W/(m×K) gwarantują dobre właściwości termoizolacyjne. Pojemność cieplna właściwa (c) oznacza ilość ciepła, jaką może zgromadzić dany materiał. Wysokie wartości c oznaczają wyższą zdolność do akumulacji ciepła i odpowiadającą jej zdolność do oddawania ciepła do chłodniejszego otoczenia (BioCannDo b.d.).

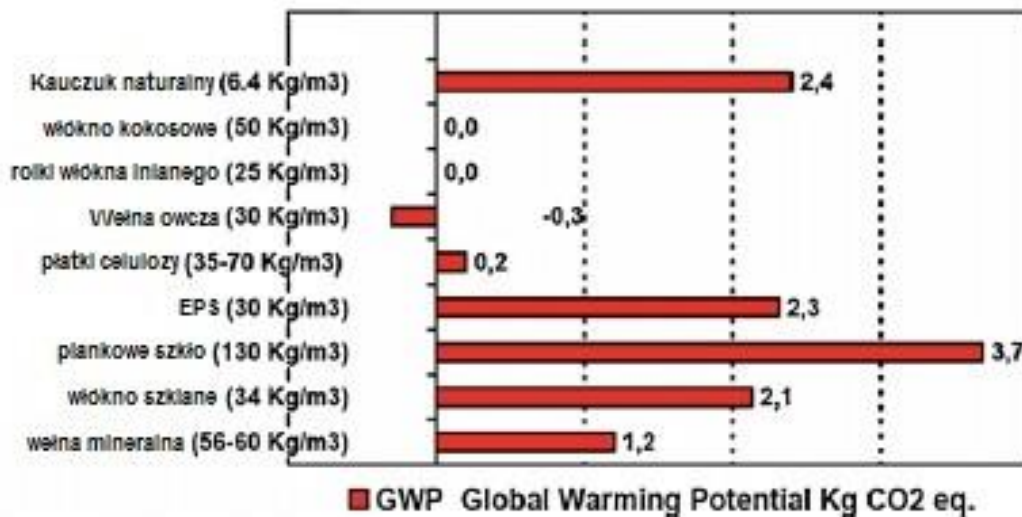
Tabela 2: Przegląd materiałów izolacyjnych, ich przewodności cieplnej i pojemności cieplnej właściwej.

Materiał izolacyjny	λ (W/(m×K))	c (J/kg×K)
Materiały biopochodne		
Maty lniane	0.036-0.040	1,600
Maty z konopi	0.040-0.050	1,600-1,700
Konopie (luzem)	0.048	1,600-2,200
Wióry drzewne	0.045	2,100
Płyta izolacyjna z włókna drzewnego	0.040-0.052	2,100
Tablica korkowa	0.040	1,800
Wełna owcza	0.0326-0.040	1,720
Konstrukcja beli ze słomy	0.052-0.080	2,000
Płatki celulozowe	0.040	2,200
Trawa morska	0.037-0.0428	2,000
Materiały konwencjonalne		
Polistyrol (PS) (Styropian)	0.035-0.040	1,400
Wełna skalna	0.033-0.040	840-1,000

Co więcej, naturalne materiały izolacyjne przyczyniają się do zdrowego środowiska życia. Już podczas montażu są one znacznie bardziej przyjazne dla użytkownika (nie podrażniają skóry) niż materiały konwencjonalne. Ponadto, naturalne materiały izolacyjne mogą gromadzić i przewodzić wilgoć, co daje efekt regulacji wilgotności i przyczynia się do zrównoważonego klimatu wewnątrz pomieszczeń przez cały rok. Wełna owcza ma szczególnie pozytywny wpływ, ponieważ może wchłaniać i neutralizować wiele różnych lotnych związków organicznych, a tym samym ma silne

działanie oczyszczające powietrze. Wreszcie, naturalne materiały izolacyjne zawierają znacznie mniej (głównie trudno zapalne substancje chemiczne) lub czasami nie zawierają żadnych dodatków chemicznych, co jest zdrowsze dla mieszkańców i środowiska. W porównaniu z materiałami kopalnymi, naturalne materiały izolacyjne nie stwarzają zwiększonego ryzyka pożaru i są równie trwałe. (BioCannDo b.d.)

Należy również wziąć pod uwagę potencjał ochrony środowiska naturalnego, jaki oferują naturalne materiały izolacyjne. Po pierwsze, w porównaniu z kopalnymi odpowiednikami, w procesie produkcji potrzeba znacznie mniej energii. W porównaniu z zapotrzebowaniem na energię pierwotną wełny mineralnej, materiały izolacyjne z wełny owczej zabezpieczają 130 kg CO₂/m³. Ponadto współczynnik GWP wełny owczej jest ujemny (Rysunek 17). Po drugie, naturalne materiały izolacyjne wyłapują CO₂ w fazie wzrostu, a nawet go magazynują. Ponieważ wiele naturalnych materiałów izolacyjnych pochodzi z sektora rolnego lub leśnego, odległości transportu są niewielkie, a zależności od importu niewielkie. Może to również stymulować rozwój na obszarach wiejskich (BioCannDo b.d., Daemwool b.d.).



Rysunek 17: Globalny potencjał grzewczy różnych materiałów izolacyjnych (Daemwool b.d.)

Jedną z firm produkujących zrównoważone materiały izolacyjne jest Daemwool z Austrii. Produkuje ona ekologiczne materiały izolacyjne z wełny owczej z jej lokalnych i istniejących zasobów, które od dawna nie były eksploatowane.

Materiał izolacyjny z wełny owczej firmy Daemwool

Materiałem wyjściowym jest surowa wełna o wysokim stopniu zanieczyszczenia do 50% (pot, łuski skórne, gleba i pozostałości roślinne oraz tłuszcz wełniany). Dlatego też wełna jest delikatnie płukana sodą i mydłem w temperaturze 60°C i odtłuszczana. Dodatkowo regulowana jest wartość pH, a wełna poddawana jest działaniu środków przeciw molom. Teraz wełna składa się z ok. 97% białka (włókna keratynowe). Obrobiona wełna jest prasowana w belach w celu przetransportowania ich do miejsca produkcji, gdzie bele są ponownie otwierane w celu doprowadzenia wełny do zgrzeblarki. Zgrzeblarka produkuje włókninę pierwotną, która gromadzi się do momentu osiągnięcia przez nią niezbędnej masy. Aby uzyskać pożądaną gęstość surową, włóknina jest ściskana mechanicznie przez igłowanie lub termicznie przez zestalanie z włóknami syntetycznymi w piecu. Na koniec materiał izolacyjny jest cięty na wymiar za pomocą maszyny tnącej. Resztki są poddawane recyklingowi. Ponieważ włókna wełny nie są narażone na bardzo intensywne promieniowanie UV lub stałą wilgotność, nie dochodzi do ich chemicznego rozkładu. Kolejne właściwości trudnopalnej i samooczyszczającej się wełny izolacyjnej to naturalna zdolność do aklimatyzowania i pochłaniania zanieczyszczeń, łatwość obsługi, a także jej potencjał oszczędności energii i przyjazność dla środowiska (Colmorgen i Khawaja 2019).

Dostępna jest już szeroka gama naturalnych materiałów izolacyjnych - gotowych do zastosowania. Materiały te mają różne zalety i wady w zależności od ich zastosowania. Kilka przykładów takich materiałów izolacyjnych można znaleźć w internetowych bazach danych, takich jak natureplus® lub niemieckiej agencji ds. zasobów odnawialnych (FNR).

3.6 Włókna na bazie biopaliw

Wykorzystanie surowców odnawialnych jest codziennością w przemyśle włókienniczym. Włókna roślinne, takie jak len i bawełna, a także produkty zwierzęce, takie jak wełna, jedwab i skóra, są wykorzystywane w wielu dziedzinach przemysłu tekstylnego. Aby zwiększyć zrównoważony rozwój i efektywność wykorzystania zasobów, wdrażane są obecnie niekonwencjonalne pomysły. Na przykład z pozostałości z przemysłu spożywczego powstają nowe, zaawansowane technologicznie włókna o nieznanym wcześniej właściwościach (BMBF 2017). Obecnie poliester i inne włókna pochodzące z ropy naftowej stanowią ponad 60% tekstyliów. Dlatego też zarówno konsumenci, jak i środowisko naturalne domagają się bardziej zrównoważonej produkcji i konsumpcji tekstyliów (biobridges b.d.). Dlatego też jednym z najważniejszych trendów w zakresie innowacji są zrównoważone tekstylia (Bioökonomie BW 2019).

Produkty naturalne są używane do produkcji odzieży od tysięcy lat. Nawet starożytni Egipcjanie i Rzymianie używali lnu do produkcji tkanin z jego włókien. Skóra była popularnym materiałem nawet w epoce kamiennej do produkcji butów lub pasków. W ciągu ostatnich kilku dekad, tanie włókna syntetyczne na bazie ropy naftowej zwiększyły swój całkowity udział w rynku. Jednak od niedawna obserwuje się powrót do tradycyjnych włókien naturalnych. W przeciwieństwie do bawełny, łądygi innych roślin włókienniczych, na przykład lnu, konopi i juty są dalej przetwarzane. Jednak światowa produkcja tych włókien łykowych jest znacznie niższa i wynosi około dwóch milionów ton rocznie. Po oddzieleniu włókien łykowych ich przetwarzanie jest podobne do przetwarzania bawełny: z pojedynczych włókien wydziela się przędzę, która z kolei może być dalej przetwarzana na tkaniny. Jednak ich obszary zastosowania są różne: włókna łykowe są wykorzystywane głównie jako tzw. tekstylia techniczne w zastosowaniach przemysłowych, w mniejszym stopniu do produkcji odzieży. Obecnie udział bawełny wynosi 31% (BMBF 2014).

Większość materiałów wykorzystywanych w sektorze przemysłu to włókna syntetyczne i chemiczne wykonane z polimerów syntetycznych, takich jak poliester, teflon, lycra, Trevira, nylon i inne. Istnieją również przykłady polimerów naturalnych, które są wykorzystywane jako surowce do produkcji włókien, ale które są wytwarzane w procesach chemicznych. Dotyczy to również wiskozy,

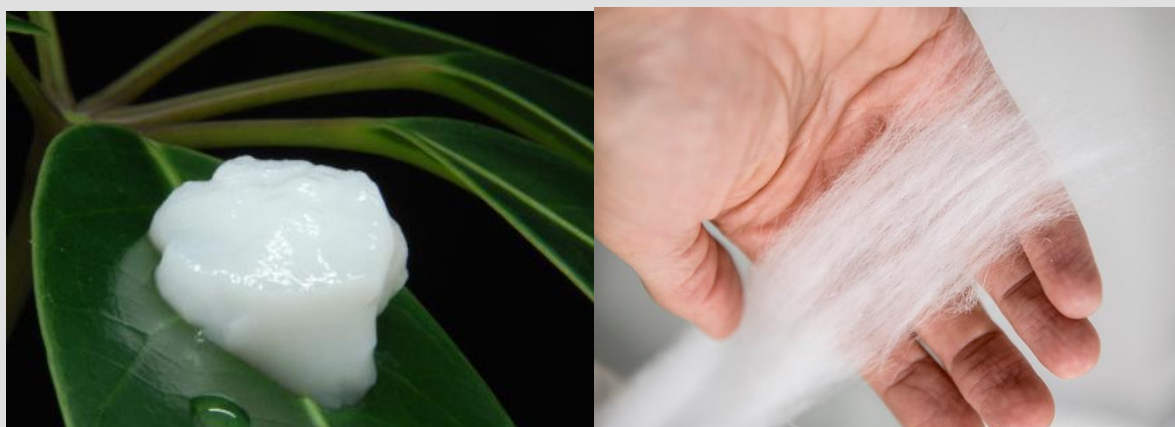
której surowcem jest celuloza. W przeciwieństwie do włókien bawełnianych, włókna wiskozowe charakteryzują się większym zróżnicowaniem geometrii włókien (długość, marszczenie, delikatność, kształt przekroju poprzecznego) i dlatego mogą być stosowane na szerszą skalę. Zużycie energii i wody w produkcji i przetwarzaniu wiskozy jest niższe niż w przypadku bawełny, ale podczas procesu produkcji powstają niezdrowe i szkodliwe dla środowiska trucizny, takie jak siarkowodór (H_2S) i dwusiarczek węgla (CS_2). Inne włókna chemiczne wykonane z celulozy nie mają tego problemu. Do produkcji włókien Tencel i Lyocell opracowano proces bezpośredniego rozpuszczania, który opiera się na nietoksycznym rozpuszczalniku i działa w ramach zamkniętego obiegu materiałowego. Ponadto, celuloza do produkcji włókna Lyocell jest uzyskiwana z drewna eukaliptusowego lub bukowego. Ponieważ rośliny te rosną szybciej i osiągają wysokie plony, ich równowaga ekologiczna jest lepsza niż w przypadku bawełny. Ostatnie badania pokazują również, że len, konopie i bambus, jak również rośliny bananowe i soja są odpowiednimi surowcami do produkcji masy celulozowej (Bioökonomie.de 2016, BMBF 2014).

Obecnie w centrum zainteresowania ponownie znalazły się rośliny rzadko spotykane - na przykład pokrzywa włóknista. Oprócz konopi i lnu włóknistego, pokrzywa była do czasów II wojny światowej jedną z najważniejszych rodzimych roślin włóknistych. Dzięki nowym metodom przetwarzania, z jej włókien można teraz tkąć tkaniny o delikatnych właściwościach bawełny i wysokiej jakości materiałów włókienniczych. Dodatkowo, mogą być one stosowane jako włókniny do celów technicznych. Rozmnażanie za pomocą sadzonek nie nadaje się jednak zbyt do uprawy na dużą skalę, a wzrost zawartości włókien w istniejących odmianach jest nadal możliwy (BMBF 2014).

Poza potencjalnymi surowcami do produkcji tekstyliów, które przeżywają swój renesans, takimi jak pokrzywa kłująca, kolejne nowe i innowacyjne przedsiębiorstwa zaczynają przyciągać uwagę poprzez stosowanie nowych surowców i technologii. Na przykład, Swicofil produkuje włókno, które jest wytwarzane z kazeiny, białka w mleku, pochodzącego z przemysłu mleczarskiego jako niewykorzystany produkt odpadowy. Włókno mleczne ma pH podobne do pH skóry ludzkiej i jest antybakteryjne i przeciwgrzybicze. Jako produkt bardzo gładki i miękki, włókno mleczne jest bardzo odpowiednie do produkcji wyrobów włókienniczych, które noszone są blisko skóry, takich jak skarpetki i bielizna (AllThings.Bio 2017). Inne firmy wykorzystują drewno jako surowiec do produkcji przędzy i tekstyliów.

Tekstylia z pulpy drzewnej

Spinnova opracowała technologię, która umożliwia przetwarzanie włókien drzewnych na przędzę bez użycia szkodliwych substancji chemicznych. Cały proces opiera się na mechanicznej obróbce masy celulozowej, przepływie zawiesiny włókien i reologii. Spinnova produkuje włókna z mikrowłóknistej celulozy (wykonane z drewna lub strumieni odpadów posiadających certyfikat FSC), które można opisać jako pulpę wytworzoną z drobnych włókien drzewnych. Ta drobno zmielona masa celulozowa przepływa następnie przez dyszę, w której włókna obracają się i wyrównują ze strumieniem, tworząc mocną, elastyczną sieć włókien. Przy użyciu opatentowanej technologii przędzenia, włókno jest wirowane i suszone. Wynikiem tego procesu jest puszysty, ale stały materiał podobny do wełny, nadający się do przędzenia i do wykorzystania w produkcji włókienniczej. Jedynym produktem ubocznym tego procesu jest odparowana woda, która jest ponownie wprowadzana do procesu. Wytworzone przędze są niespodziewanie ognioodporne, antibakteryjne, ciepłe jak wełna jagnięca i naturalnie biodegradowalne. Otwiera to kilka interesujących zastosowań poza przemysłem włókienniczym (Colmorgen, Khawaja 2019).



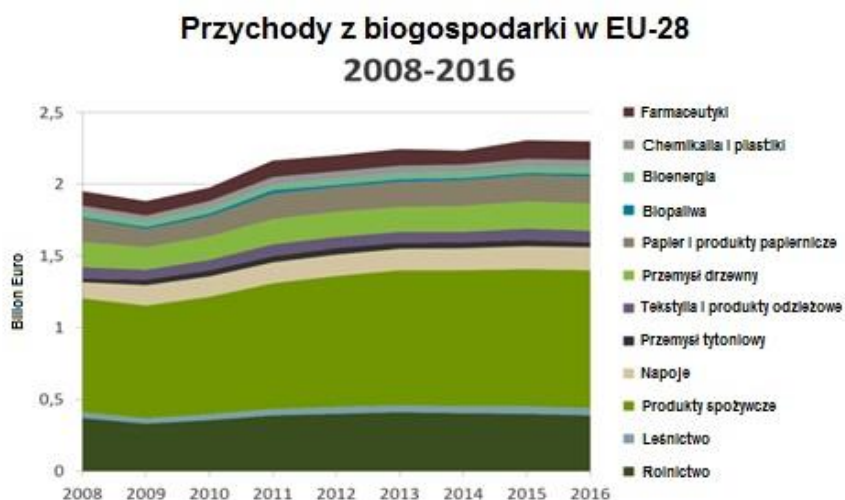
Mikrowłóknista celuloza zmieszana w wodzie i naturalne włókna ciągłe Spinnova ©Spinnova

Wysiłki w zakresie badań, rozwoju i wprowadzania na rynek nowych i innowacyjnych rozwiązań to tylko jedna strona. Zwłaszcza w dziedzinie odzieży i tekstyliów domowych, konsumenci końcowi mogą mieć decydujący wpływ w dalszą dystrybucję biopochodnych tekstyliów. Ponieważ nie każdy klient może zweryfikować rzeczywiste pochodzenie kupowanych przez siebie produktów. Dlatego też marki i etykiety powinny w przejrzysty sposób informować o łańcuchach produkcji w łatwym do zrozumienia języku. To samo dotyczy przemysłów, które wykorzystują tekstyilia przemysłowe w swoich łańcuchach produkcji (biobridges b.d.).

3.7 Przemysł spożywczy

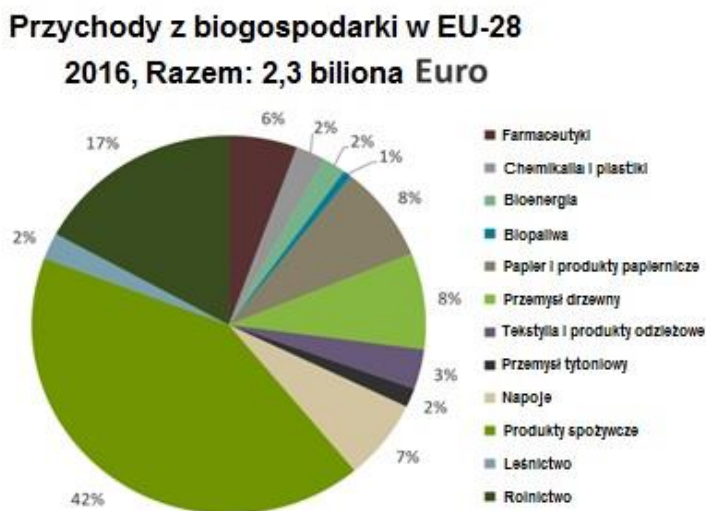
W biogospodarce bezpieczeństwo żywnościowe ma zawsze pierwszeństwo przed innymi zastosowaniami biomasy. Dotyczy to zarówno wykorzystania biomasy, jak i gruntów niezbędnych do jej produkcji. Dlatego też przemysł spożywczy odgrywa istotną rolę w biogospodarce ze społecznego i ekonomicznego punktu widzenia. Aby zagwarantować niezawodne łańcuchy produkcji żywności, należy zająć się pojawiającymi się wyzwaniem, takimi jak rosnąca konkurencja w wykorzystaniu biomasy do produkcji żywności oraz jako surowca energetycznego i materiału. W związku z tym konieczne jest zwiększenie nakładów na badania i rozwój w całym łańcuchu produkcji, począwszy od wytwarzania, poprzez przetwarzanie, aż do kształtowania nawyków konsumpcyjnych (Rada ds. Biogospodarki 2012).

Rysunek 18 przedstawia obroty całej biogospodarki w Europie w latach 2008-2016. Oprócz recesji w 2009 r., dane wskazują na stały wzrost z poniżej 2 bln euro (2008 r.) do około 2,3 bln euro (2016 r.). Sektor spożywczy znacząco przyczynił się do wzrostu obrotów.



Rysunek 18: Obroty z biogospodarki w UE-28, 2008-2016 (nova Institute 2019)

Jak pokazano na Rysunku 19, około połowa z 2,3 bln euro w 2016 r. pochodzi z sektora spożywczego.



Rysunek 19: Obroty w biogospodarce w UE-28, 2016 r. (nova Institute 2019)

Przemysł spożywczy jest odpowiedzialny za przetwarzanie surowców agrarnych na żywność, napoje i paszę dla zwierząt. Nawet dziś technologie efektywnie wykorzystujące zasoby naturalne ułatwiają wytwarzanie zdrowych, wysokowartościowych i bezpiecznych produktów. Coraz większe znaczenie zyskują strategie recyklingu produktów odpadowych z przemysłu spożywczego i paszowego. W związku z tym przemysł spożywczy nie jest jedynie konsumentem surowców agrarnych. W rzeczywistości sektor ten ma również potencjał, aby być ważnym dostawcą surowców (BMBF 2017).

Biotechnologia oferuje mnóstwo różnych enzymów i mikroorganizmów, które są wykorzystywane w różnych procesach produkcyjnych w celu nadania produktowi określonych właściwości. Na przykład tworzą one podstawę do produkcji naturalnych środków aromatyzujących, aminokwasów i wytwarzanych enzymatycznie węglowodanów, takich jak glukoza i fruktoza, które są stosowane jako substytuty cukru. Glukoza może być otrzymywana ze skrobi roślinnej poprzez enzymatyczny rozkład. Istnieje również

tendencja do stosowania substancji słodzących, które są mniej kaloryczne i tym samym powodują mniej chorób cywilizacyjnych, takich jak otyłość. Substancje, które mają słodki smak ale nie zawierają cukru, są obecnie bardzo poszukiwane. Taką alternatywą jest ekstrakt z tropikalnej rośliny *Stevia rebaudia*, którą już teraz słodzi się żywność i napoje (Bioökonomie.de 2016).

Kolejnym trendem, dla którego procesy biologiczne mogą być użyteczne w sektorze spożywczym, są funkcjonalne produkty odżywcze i napoje. Produkty te mają pozytywny i ochronny wpływ na zdrowie dzięki swoim specjalnym bioaktywnym składnikom. Do składników funkcjonalnych należą np. substancje probiotyczne, które zawierają specjalne substancje balastowe, mające pozytywny wpływ na florę jelitową (BMBF 2017). Takie metody są już stosowane, jak pokazano w poniższym polu informacyjnym.

Napój funkcjonalny bezglutenowy

W ramach Interreg Europe zbadano pierwsze bezglutenowe włókna wzbogacone naturalną leczniczą wodą mineralną. Ta dość prosta technologia została opracowana we współpracy z członkami Regionalnego Klastra Rolno-Spożywczego w Rumunii. Produkt składa się z leczniczej wody mineralnej Valcele, która jest bogata w Fe, Ca, Mg oraz kilku naturalnych składników, takich jak aromat, fruktoza, naturalne barwniki, rozpuszczalne, bezglutenowe i prebiotyczne włókna pokarmowe (Inulina). Wszystkie składniki są mieszane w kontrolowanej temperaturze. W celu konserwacji, po procesie wyłaczania i butelkowania, następuje pasteryzacja w temperaturze 70 °C przez 10 minut. Aby uzyskać produkt o wymaganych właściwościach, konieczne było wykonanie kilku serii próbnych (Colmorgen i Khawaja 2019).



© FIBRO

Dalsze technologie ułatwiają wykorzystanie alternatywnych źródeł białka w celu zmniejszenia udziału białka zwierzęcego lub waloryzacji niewykorzystanych resztek żywności pochodzących z przetwórstwa spożywczego. Obie te technologie stanowią wzorcowe podejście, mające na celu uczynienie rolnictwa, jak również sektorów niższego szczebla, bardziej zrównoważonym.

W przemyśle spożywczym istnieje ogromny niewykorzystany potencjał biogospodarki w zakresie pozostałości z przetwórstwa. Dużo wysiłku w zakresie badań i rozwoju wkłada się w wykorzystanie i waloryzację niewykorzystanych surowców i pozostałości. Również w tym przypadku podejścia międzysektorowe mogą stymulować nowe innowacje. Wykorzystanie pozostałości z przemysłu spożywczego jest zatem przykładem dla biogospodarki, jak różne sektory mogą się ze sobą łączyć, zwiększać efektywność wykorzystania zasobów i tworzyć wartość dodaną poprzez rozszerzenie łańcuchów produkcji (BMBF 2017).

Napój z odpadów mlecznych o wysokiej zawartości białka

SC Meotis SRL i IBA - National Institute of Research and Development for Food Bioresources, obydwaj członkowie Regionalnego Klastra Rolno-Spożywczego w Rumunii, znaleźli sposób na waloryzację odpadów mleczarskich poprzez wykorzystanie ich w nowym napoju o wysokim poziomie białka (Interreg Europe b.d.). Produkt składa się z serwatki, aromatu, aminokwasów, soku owocowego, fruktozy i naturalnych barwników, które są mieszane mechanicznie. Przed osiągnięciem optymalnej kompozycji składników, która była preferowana przez różne osoby testujące, przetestowano 35 receptur. W tym celu przeprowadzono analizę sensoryczną obejmującą barwę, konsystencję, smak i aromat. W celu zagwarantowania optymalnego produktu o dobrych właściwościach przechowalniczych i konserwujących, mieszanka jest pasteryzowana i homogenizowana (Colmorgen i Khawaja 2019).



© Revolve

3.8 Waloryzacja biomasy wodnej

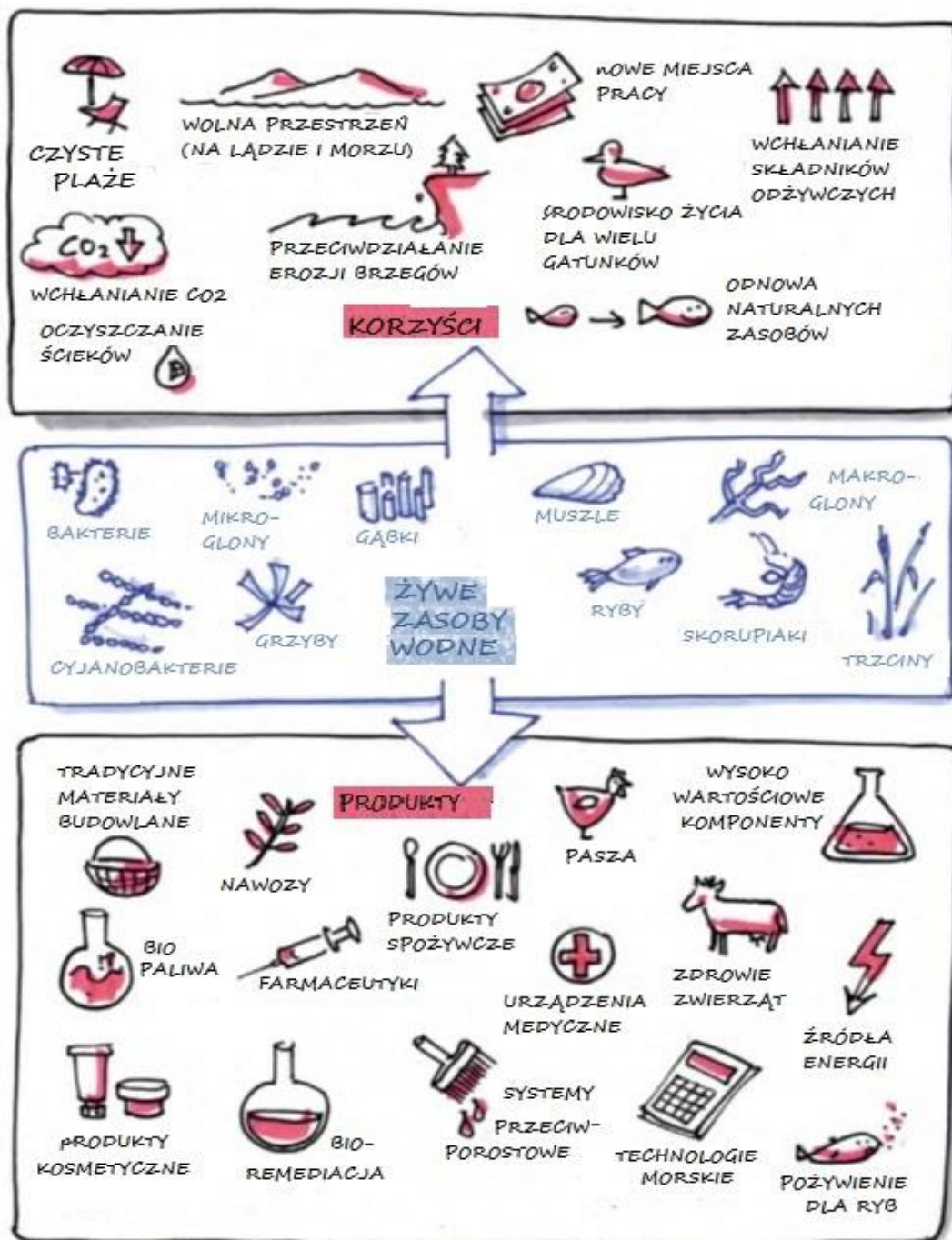
Oceany stanowią ogromny potencjał, jeśli chodzi o ułatwienie zrównoważonego wzrostu. Biorąc pod uwagę, że ogromne zasoby oceanów są mądrze wykorzystywane, mogą one w znacznym stopniu przyczynić się do osiągnięcia globalnych celów zrównoważonego rozwoju (Moilanen i in. 2019). To właśnie w tym zakresie wchodzi w grę błękitna biogospodarka, wywodząca się z innowacji w zakresie błękitnych biotechnologii do zastosowań morskich i wodnych. Błękitna biogospodarka obejmuje działalność gospodarczą opartą na zrównoważonym wykorzystaniu żywych zasobów biomasy wodnej i ich przekształceniu w dużą liczbę produktów i usług, takich jak żywność, pasza, biokomponenty i bioenergia (Beyer, i in. 2017).

Jednym z najbardziej powszechnych sposobów wykorzystania pozostałości i przyłówów sektora rybołówstwa jest obecnie przetwarzanie ich na mączkę rybną i olej rybny. Niemniej jednak, istnieje kilka innych technologii, które poszerzają możliwości waloryzacji cennej biomasy wodnej. Wykorzystanie odpadów rybnych i przyłówów do produkcji energii jest opcją, która ostatnio cieszy się coraz większym zainteresowaniem społecznym. Coraz większe zainteresowanie wynika z prostoty i powtarzalności tej technologii. W ten sposób, przy ograniczonych inwestycjach, energia może być produkowana w lokalnych gospodarstwach rybnych przy bardzo niskich kosztach. Prowadzi to do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych, generowania dodatkowego dochodu dla społeczności rybaków i hodowców ryb, a tym samym do pozytywnego wpływu na bezpieczeństwo żywnościowe i energetyczne (FAO b.d.).

Firmy takie jak Järki Särki z Finlandii stosują inne podejście do waloryzacji biomasy wodnej, które wpisuje się w zakres błękitnej biogospodarki. Mają one na celu waloryzację ryb karpiowatych poprzez (re)integrację ich na rynku spożywczym i tym samym zwiększenie różnorodności ryb jadalnych. Ponieważ ryby są jedynym w swoim rodzaju źródłem białka, olejów omega-3 i witaminy D, przyczyniają

się one do zdrowej diety, która jest ważnym tematem w ramach biogospodarki, a dokładniej w myśl przewodniej zasady dotyczącej żywności (Järki Särki b.d.).

Bez względu na rodzaj waloryzacji pozostałości po przetwórstwie ryb lub przyłowów, można osiągnąć korzyści dla środowiska. Dzięki wykorzystaniu biomasy wodnej można zastąpić produkty i energię pochodzącą z paliw kopalnych i zmniejszyć koszty usuwania odpadów oraz ich negatywny wpływ na środowisko. Ponadto, dla zróżnicowania diety, importowane gatunki zagrożone, takie jak np. tuńczyk, mogą być zastępowane.

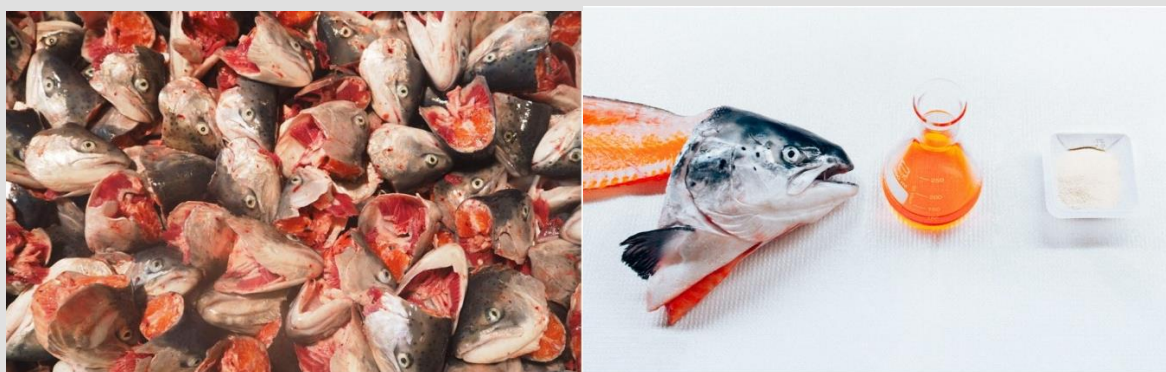


Rysunek 20: Przegląd korzyści i produktów, które można uzyskać dzięki zrównoważonemu wykorzystaniu żywych zasobów wodnych (Beyer i in. 2017)

Mobilne laboratorium dla przyszłych zastosowań opartych na odpadach rybnych

Firma SINTEFF opracowała mobilną, dostosowaną do potrzeb klienta jednostkę przetwórczą i laboratorium, które pomagają w badaniu potencjalnych zastosowań wielu surowców i produkcji na małą skalę. W związku z tym, jednostki przetwórcze mogą być dostosowane do potrzeb klienta w odniesieniu do materiału wsadowego i pożądanej wydajności. W ten sposób klient może zidentyfikować strumienie wartości, w które warto lub nie warto inwestować.

Mobilny Sealab jest małą, ale kompletną przetwórną do odzyskiwania oleju, frakcji bogatych w białko i innych składników odżywczych z surowców odpadowych, produkowanych przez przemysł rybny. Taki mobilny zakład produkcyjny firmy SINTEF umożliwi klientom, we współpracy z firmą, opracowywanie nowych produktów i strumieni wartości, jak również optymalizację istniejących procesów dla szerokiej gamy surowców. W ten sposób firma SINTEF wypełnia lukę pomiędzy testami w skali laboratoryjnej a produkcją i pełnym zapleczem przemysłowym. Możliwe jest również przeprowadzanie testów przesiewowych enzymów i antyoksydantów. Obecnie kręgosłupy ryb, podroby i ścinki z produkcji filetów są przetwarzane na paszę o niskiej jakości, mimo że z tych samych surowców można produkować olej rybny Omega-3 i hydrolizaty białkowe o jakości spożywczej. Aby zachować potencjał i jakość stosowanego materiału paszowego, ważne jest, aby surowiec był przetwarzany, gdy jest całkowicie świeży. Mobilna jednostka przetwórcza SINTEF może spełnić te wymagania, ponieważ dzięki dużej mobilności może być wysyłana do miejsc produkcji. (SINTEF 2016, 2018)



Pozostałości z przetwórstwa rybnego są cennym zasobem do dalszych zastosowań. Głowy łososia, dorsza czy śledzia mogą być wykorzystywane do produkcji oleju rybnego Omega-3, paszy dla zwierząt i hydrolizatów białek w proszku (SINTEF b.d.).

Zmiany w zakresie zdolności przetwórczych

Wydajność będzie się różnić w zależności od wybranego produktu i rodzaju stosowanego procesu. Dla obróbki cieplnej wydajność wynosi 500-1.000 kg/h, a dla hydrolizy jednoseryjnej 400 kg/4-6 h (SINTEF 2016).

4 Modele biznesowe dla regionalnej biogospodarki

Radzenie sobie z dzisiejszymi wyzwaniami i realizacja celów zrównoważonego rozwoju wymaga głębokich zmian. Zmiany te wpływają również na rozwój przedsiębiorstw w dziedzinie biogospodarki. Efektywne gospodarowanie zasobami i cyrkulacja, zrównoważony wzrost gospodarczy, przyjazność dla środowiska oraz sprawiedliwość i włączenie społeczne są nieodłącznymi elementami rozwoju i tworzenia przyszłych przedsiębiorstw związanych z biogospodarką (Karlsson i in. 2018).

Modele biznesowe pomagają uwzględnić pewne elementy, które należy uwzględnić podczas planowania i zakładania przedsiębiorstwa. Model biznesowy to "abstrakcyjny model koncepcyjny, który reprezentuje logikę biznesową i dochodową przedsiębiorstwa", a następnie "warstwa biznesowa pomiędzy strategią biznesową a procesami" (Osterwalder 2004). Oprócz sił wewnętrznych, które definiują i kształtują model biznesowy, przy ciągłym dostosowywaniu modeli biznesowych należy uwzględnić siły zewnętrzne. W ten sposób każda firma jest odpowiedzialna za zmianę swojego modelu biznesowego w zmieniającym się otoczeniu (innowacyjność modelu biznesowego). Niemniej jednak należy podkreślić, że przedsiębiorstwa w XXI wieku nie tylko oferują produkty i usługi, ale także są odpowiedzialne społecznie i środowiskowo (np. włączenie lub ograniczenie emisji gazów cieplarnianych), co jest ważne dla przedsiębiorstw w gospodarce ekologicznej (Fogarassy i in. 2017). W związku z tym rodzaj modelu biznesowego koreluje z wartością, jaką organizacja lub firma chce stworzyć dla swoich klientów lub użytkowników swoich produktów (Stratan 2017), dlatego też model biznesowy może być rozumiany jako sieć różnych elementów wzajemnie na siebie wpływających. Oznacza to, że modele biznesowe powinny przyjąć perspektywę sieciową, a nie pojedynczą firmę centralną. Takie sieciowe modele biznesowe mogą potencjalnie odblokować nowe kompetencje, otworzyć nowe rynki i promować nowe innowacyjne i unikalne propozycje wartości. Innowacja modelu biznesowego może mieć kluczowe znaczenie dla wprowadzenia radykalnych ulepszeń, w tym dla lepszego tworzenia wartości środowiskowych, społecznych i gospodarczych (Karlsson i in. 2018).

Do zbierania danych pierwotnych wykorzystano obserwacje bezpośrednie, interakcje i burzę mózgów przydatny może być szablon, jak pokazano na Rysunku 21.



Rysunek 21: Flourishing Business Canvas (Karlsson i in. 2018)

Flourishing Business Canvas (FBC), to znaczące rozszerzenie szeroko stosowanego Business Model Canvas³, identyfikuje i opisuje podstawowe cechy BM w kontekście rzeczywistych systemów gospodarczych, środowiskowych i społecznych. Aby właściwie opisać zrównoważony model biznesowy, FBC składa się z trzech systemów kontekstowych (środowisko, społeczeństwo i gospodarka), czterech perspektyw (proces, ludzie, wartość i wyniki) oraz szesnastu elementów składowych (tematy mające na celu sprowokowanie pytań interesariuszy o przeszłą, obecną lub przyszłą jednostkę organizacyjną). Ogólnie rzecz biorąc, FBC jest narzędziem, które zapewnia firmom i zainteresowanym podmiotom spójny sposób rejestrowania i analizowania swoich działań w zakresie modelowania biznesowego (Karlsson i in. 2018).

4.1 Dostępność i identyfikacja lokalnej biomasy, możliwości technicznych i infrastrukturalnych

Szczególną cechą biogospodarki jest jej odnawialna baza surowcowa: zasoby naturalne - żywe organizmy, takie jak rośliny, zwierzęta i mikroorganizmy - rosną, rozwijają się i produkują poprzez swój metabolizm wiele różnych substancji organicznych. W regionalnej biogospodarce zasoby te należy zidentyfikować w celu rozwinięcia nowych przedsiębiorstw ekologicznych, ale także w celu ułatwienia potencjalnej reorientacji istniejących przedsiębiorstw, które chcą zmienić swoją bazę surowcową. W obu przypadkach przedsiębiorstwa bazujące na zasobach kopalnych mogą zostać przesunięte w perspektywie krótko-, średnio- i długoterminowej.

Dlatego ważne jest, aby dokładnie sprawdzić dostępność surowców, jak również warunki ramowe dla zapewnienia określonej ich jakości dla wybranych przedsiębiorstw działających w oparciu o biomasę. Dlatego też różne potencjalne łańcuchy produkcji i przepływy materiałowe z różnych sektorów muszą być analizowane i oceniane pod kątem potencjału biomasy (EMEL 2014, Fehrenbach 2017). Szerokimi źródłami i jednocześnie rynkami zasobów biomasy są:

- Rolnictwo, wraz z przetwórstwem płodów rolnych
- Leśnictwo, wraz z przemysłem drzewnym
- Przemysł rybny
- Przemysł przetwórstwa spożywczego
- Przemysł celulozowo-papierniczy
- Gminy i odpady komunalne

Jednym z głównych wyzwań dla właściwej oceny potencjału biomasy jest określenie odpowiednich źródeł informacji o dostępności surowca. Źródła te mogą się znacznie różnić w poszczególnych sektorach. Niemniej jednak, celem musi być zebranie jak najbardziej wiarygodnych danych, które dostarczają ważnych informacji na temat jakości i ilości zasobów biomasy (Griestop i Graf 2019). Dlatego też należy rozważyć kilka metod badawczych, takich jak wywiady, przegląd dostępnych wyników badań, itp. Jedno przykładowe i dość proste podejście do oszacowania technicznego potencjału zrównoważonej biomasy zostało przedstawione poniżej:

Dostępność = Obecność - A - B

Gdzie:

Dostępność = dostępność biomasy, biorąc pod uwagę to, co może być produkowane, zbierane i gromadzone przy zastosowaniu obecnych lub przyszłych praktyk i znanych nowoczesnych

³ Zob. dokument roboczy "D2.4 Modele biznesowe dla biogospodarek regionalnych" projektu BE-Rural.

technologii oraz biorąc pod uwagę podstawowe wymogi w zakresie zrównoważonego rozwoju środowiska dotyczące ochrony ziemi i różnorodności biologicznej.

Obecność = Obecność biomasy (również w przyszłości, biorąc pod uwagę oczekiwania dotyczące zmiany sposobu użytkowania gruntów)

A = warunki ochrony środowiska/różnorodności biologicznej/kontroli erozji i innych ograniczeń, które nie wynikają z konkurencyjnego użytkowania

B = konwencjonalne znane zastosowania konkurencyjne (pasza, żywność, zużycie materiałów i energii) (Dees i in. 2017).

Należy podkreślić, że waga poszczególnych parametrów może się różnić w zależności od sektora. Różnice mogą być tak duże, że parametry mogą zostać pominięte lub dodane.

W zależności od rodzaju biomasy, można wybrać technologię dla danego przedsiębiorstwa. Dlatego też należy wziąć pod uwagę kilka czynników, które odgrywają kluczową rolę w procesie podejmowania decyzji, jak również w kolejnych latach operacyjnych.

Tabela 3 przedstawia przybliżoną, ogólną listę kontrolną dotyczącą rozwoju koncepcji technologii i infrastruktury dla przedsiębiorstw w ramach regionalnej biogospodarki (brak gwarancji dokładności lub kompletności):

Tabela 3: Techniczne, ekonomiczne i inne kryteria wyboru sprzętu technicznego (na podstawie Stein i in. 2017).

Kryteria techniczne	Kryteria ekonomiczne	Inne kryteria
<p>Warunki lokalne</p> <p>Teren (wpływający na projekt i wielkość), przyłączenie do ruchu, zapotrzebowanie na obciążenie i przepustowość (przebieg czasowy: zima vs. lato), przyłącza elektryczne i sieciowe.</p>	<p>Zapotrzebowanie kapitałowe</p> <p>Inwestycje, maszyny i urządzenia, budynki, planowanie, finansowanie (kapitał własny, pożyczka, leasing, kontraktacja itp.)</p>	<p>Organizacja i struktura</p> <p>Partnerzy projektu (na etapie budowy i eksploatacji), struktury własnościowe, umowy i obowiązki, aspekty prawne itp.</p>
<p>Zaopatrzenie w biomasę</p> <p>Rodzaj biomasy, wymagana/dostępna ilość, charakterystyka i jakość, rodzaj i okresy dostaw, przygotowanie i składowanie biomasy, dostawa i transport, odległość dostawy.</p>	<p>Koszty operacyjne</p> <p>Konserwacja i naprawy, ubezpieczenia, wynagrodzenia, koszty energii, technika i monitoring procesów i kontroli, koszty rozwoju produktów, koszty doskonalenia procesów, postępowanie z odpadami i produktami ubocznymi.</p>	<p>Władze</p> <p>Weryfikacja wymogów dotyczących pozwoleń, emisji, bezpieczeństwa i higieny pracy itp.</p>
<p>Koncepcja technologiczna i aspekty konstrukcyjne</p> <p>pojemność, istniejące urządzenia, instalacje elektryczne, urządzenia</p>	<p>Ekonomia</p> <p>Wynik (np. cena/jednostka lub produkt), amortyzacja, ekspansja, szkolenia.</p>	<p>Akceptacja</p> <p>Wewnętrzne i zewnętrzne.</p>

Kryteria techniczne	Kryteria ekonomiczne	Inne kryteria
sterujące, budynki, obiekty zewnętrzne.		

Ocena ryzyka, rozwój sytuacji w przyszłości, decyzja inwestycyjna

Logistyka biomasy jest kluczowym elementem łańcucha dostaw, który musi być brany pod uwagę, ponieważ względne koszty zbiórki są znaczne (BioEnergy Consult 2020). Logistyka biomasy obejmuje zbiór, transport, (pośrednie) przechowywanie i przetwarzanie wyprodukowanej biomasy roślinnej oraz odpadów i pozostałości organicznych. (Biomass Logistics b.d.). Na przykład gęstość nasypowa wpływa na odległość, na jaką biomasa może być nadal ekonomicznie transportowana ciężarówką. W związku z tym należy wziąć pod uwagę zarówno wydajność wsadową, jak i zdolność produkcyjną jednostki przetwórczej, ponieważ mogą się one znacznie różnić dla różnych rodzajów biomasy (Scholwin i Fritsche 2007). W przypadku transportu biomasy wskazane jest przeszukanie i zidentyfikowanie istniejących struktur transportowych, w tym przedsiębiorstw transportowych, jak również potencjalnych operatorów wstępnego przetwarzania. Szczególnie ci ostatni mają duże znaczenie dla zwiększenia gęstości nasypowej wykorzystywanej biomasy.

4.2 Zaangażowanie zainteresowanych stron

O trwałości organizacji lub przedsiębiorstwa i jego działalności decyduje w dużej mierze stopień, w jakim uwzględnia ono interesy swoich interesariuszy. Freeman definiuje interesariuszy jako "każdą grupę lub osobę, która może wpływać lub jest wpływa na osiągnięcie celów korporacji" (Freeman 1984). Zrównoważony biznes ma tę zaletę, że nie jest to tylko koncepcja oparta na zasobach ekonomicznych. Ponadto uwzględnia interakcje społeczne i integruje wewnętrzne i zewnętrzne zasoby firm. W ten sposób zainteresowane strony przejmują kluczową rolę w dostępie i pozyskiwaniu zasobów i możliwości niezbędnych do rozwoju i wdrażania nowych przedsiębiorstw (Tiemann i in. 2018). Tworzenie wartości powinno być wzajemnie korzystne dla wszystkich zainteresowanych stron (nawet jeśli rodzaj tworzonej wartości może być różny dla poszczególnych stron). W przeciwnym razie przedsiębiorstwo straciłoby swoich partnerów biznesowych i zasoby, a także legitymację do istnienia (Freudenreich i in. 2019).

Istnieją różni interesariusze na różnych poziomach, którzy muszą być zaangażowani w tworzenie nowych przedsiębiorstw bazujących na zasobach. Interesariusze ci uczestniczą w różnych formach i odgrywają różne role w trakcie cyklu życia projektu. W przypadku projektu z zakresu bioenergii zaangażowanie zainteresowanych stron może wyglądać następująco (brak gwarancji dokładności lub kompletności):

Poziom lokalny

- Dostawcy biomasy
- Operatorzy zakładów
- Dostawcy energii
- Administracja komunalna

Poziom regionalny

- Partnerzy finansujący i finansowi
- Inżynierowie i biura planowania
- Obywatele, społeczeństwo, grupy regionalne

- Lokalne i regionalne MŚP (np. instalatorzy, elektrycy, projektanci)

Poziom narodowy/federacyjny

- Producenci urządzeń technicznych
- Prawodawcy
- Rząd regionalny i państwowy (Stein i in. 2017).

Analiza interesariuszy pomaga zidentyfikować lokalne możliwości, które mogą zostać wykorzystane, jak również brakujące elementy. Proces ten pomaga określić, którzy eksperci mogą być zaangażowani lokalnie, jakie zasoby mogą zapewnić, oraz jakie zasoby powinny być zapewnione przez zewnętrznych interesariuszy i przez nich. Najważniejsze etapy analizy interesariuszy zostały wymienione poniżej:

- Określ kim są Twoi interesariusze (kadra zarządzająca, marketing, sprzedaż, finanse, rozwój/inżynieria/produkcja, zaopatrzenie, operacje/informatyka, konsultanci)
- Grupuj i traktuj priorytetowo najważniejszych interesariuszy (kategoryzując ich pod względem wpływu, zainteresowania i poziomu uczestnictwa w Twoim projekcie)
- Dowiedz się, jak komunikować się z każdym rodzajem interesariuszy i zdobyć ich zainteresowanie

Jak wspomniano powyżej, rola interesariuszy różni się w poszczególnych fazach projektu biznesowego, takich jak faza rozwoju, wdrożenia i operacyjna.

Niektórzy z interesariuszy biorą udział tylko w kilku fazach projektu biznesowego, podczas gdy inni są zaangażowani w całym okresie planowania, wdrażania i eksploatacji (np. dostawcy surowców). Oznacza to, że interesariusze są połączeni różnymi relacjami, formalnie i nieformalnie. Relacje formalne są określone w umowach (patrz punkt 4.5).

4.3 Segmenty klientów

Segmenty klientów na produkty pochodzenia naturalnego są bardzo różne. Obejmują one zarówno pojedyncze osoby, grupy interesariuszy, jak i branże przemysłowe. W niektórych przypadkach konsumenci i producenci bioproduktów mogą być nawet tą samą stroną, jak ma to miejsce w przypadku niektórych wspólnych przedsiębiorstw bioenergetycznych. Głównym motorem wyboru bioproduktów i tworzenia zrównoważonych przedsiębiorstw są zachęty finansowe lub korzyści finansowe w porównaniu z produktami opartymi na zasobach kopalnych. Ponadto rośnie świadomość konsumentów, ponieważ zagrożenia dla środowiska naturalnego są obecnie przedmiotem większej uwagi. Dotyczy to zarówno bezpośrednich konsumentów produktów pochodzenia naturalnego, jak i przemysłu i przedsiębiorstw, które starają się wprowadzać materiały i produkty odnawialne do swoich metod produkcji. Tabela 4 zawiera przegląd niektórych produktów pochodzenia naturalnego oraz ich potencjalnych nabywców. Przegląd ten opiera się na technologiach i produktach konwersji biomasy przedstawionych w sekcji 3.

Tabela 4: Produkty pochodzenia naturalnego i potencjalne segmenty ich nabywców

Produkty pochodzenia naturalnego	Potencjalne segmenty nabywców
Biomasa stała (do ogrzewania i chłodzenia)	Prywatne gospodarstwa domowe, przemysł, gminy (np. ciepłownie komunalne)
Biogaz	Dostawcy gazu i energii, przemysł (np. przemysł chemiczny)

Produkty pochodzenia naturalnego	Potencjalne segmenty nabywców
Biodiesel	Operatorzy pojazdów użytkowych, przemysł transportowy i towarowy, przemysł paliwowy
Bioetanol	Przemysł paliwowy (paliwo jest wykorzystywane głównie w pojazdach użytkowych i lotnictwie)
Bioplastik	Przemysł elektrotechniczny, budownictwo, przemysł samochodowy i transportowy, rolnictwo, przemysł konsumencki, przemysł włókienniczy, produkcja opakowań
Biokompozyty	Budownictwo, przemysł samochodowy, przemysł konsumencki (np. obudowy i opakowania, instrumenty muzyczne, lekarstwa i produkty higieniczne)
Kompost	Rolnicy, prywatne gospodarstwa domowe, szkółki
Opakowania z materiałów biopochodnych	Przemysł spożywczy, produkcja opakowań
Izolacje z materiałów biopochodnych	Budownictwo, przemysł muzyczny
Tekstylia z materiałów biopochodnych	Przemysł włókienniczy, handel detaliczny, budownictwo
Produkty spożywcze	Przemysł spożywczy, sprzedawcy detaliczni (ekologiczni), branża fitness
Olej rybny Omega-3	Przemysł kosmetyczny, przemysł spożywczy, przemysł pasz zwierzęcych, przemysł zdrowotny i medyczny

Jak pokazano w Tabeli 4, istnieją pewne produkty pochodzenia naturalnego, które są powiązane z określonymi segmentami nabywców. Dlatego też różne kanały⁴ są wykorzystywane do docierania do nich, ale również do wykorzystywania nowych segmentów nabywców. Jest to ciągła kontrola zarówno po stronie podaży, jak i popytu, mająca na celu identyfikację i rozwijanie nowych możliwości biznesowych. Z jednej strony, strona podaży stara się wejść na rynki z produktami pochodzenia naturalnego i zaoferować konkurencyjną alternatywę dla produktów ropopochodnych. Z drugiej strony, strona popytowa stara się rozszerzyć swój zakres opcji i jednocześnie zastąpić materiały kopalne.

⁴ Kilka potencjalnych kanałów dla modeli biznesowych zostało przedstawionych w opisie rezultatów "D2.4 Modele biznesowe dla regionalnych biogospodarek" projektu BE-Rural.

4.4 Planowanie, wdrażanie i eksploatacja opcji technologicznych

Nie ma ogólnie obowiązujących wytycznych dotyczących faz planowania, wdrażania i funkcjonowania przedsiębiorstwa bioekonomicznego, ale istnieją pewne wytyczne regulacyjne, które odgrywają rolę w większości przypadków, nawet jeśli ich waga może się różnić.

W **początkowej fazie planowania** należy określić główne czynniki stymulujące wpływające na interesantów. Mają one zasadnicze znaczenie, jeśli chodzi o dalsze etapy realizacji przedsięwzięcia. Zapoczątkowanie pomysłu biznesowego może być wynikiem wsparcia:

- Inicjatywy obywatelskiej
- Stowarzyszenia
- Firmy lub przedsiębiorcy
- Konsultantów zewnętrznych
- Polityków i kluczowych władz (głównie na szczeblu lokalnym i regionalnym)

Ponadto, cele działalności są określane w początkowej fazie projektu. Takimi celami mogą być:

- Waloryzacja niewykorzystanych zasobów biomasy
- Domykanie obiegów
- Tworzenie wartości dodanej w regionie i tym samym wzmacnianie regionalnej gospodarki
- Ułatwianie rozwoju regionalnego
- Dostosowanie aspektów społeczno-gospodarczych i środowiskowych
- Ograniczenie emisji GHG
- Zwiększenie udziału produktów odnawialnych, takich jak bioenergia i materiały pochodzenia naturalnego, oraz zmniejszenie zależności od zasobów kopalnych

Te ogólne cele mogą zostać dopracowane poprzez oszacowanie przybliżonych wskaźników ilościowych, które pochodzą z istniejących planów, o ile to możliwe, na poziomie gminnym lub regionalnym, np. planów działań na rzecz zrównoważonej energii, koncepcji ochrony klimatu lub strategii związanych z Europejską Nagrodą Energetyczną. Ponadto należy ocenić różne warunki wstępne w oparciu o istniejące warunki ramowe, jak również o wiele kryteriów ilościowych i jakościowych dotyczących rozwoju nowego przedsiębiorstwa, takich jak warunki prawne lub struktury dotacji i cen. Ten **pierwszy etap** ma zasadnicze znaczenie dla przybliżonego wyjaśnienia przydatności potencjalnego przedsiębiorstwa oraz dla przygotowania dalszych kroków. Na tym wczesnym etapie projektu poruszane są kwestie socjoekonomiczne, techniczne i środowiskowe. Może w tym miejscu postawić kilka kluczowych pytań:

- Jaki jest punkt wyjścia, główna idea projektu?
- Kim są kluczowi interesariusze i kto jest potencjalnym wsparciem dla projektu?
- Jakie są potencjalne zamiary przyłączenia się do projektu?
- Jakie są relacje pomiędzy poszczególnymi uczestnikami?
- Jakie są odpowiednie kanały komunikacji w ramach pierwszego etapu projektu?
- Kim są potencjalni klienci i jaka wartość dodana jest generowana dla klienta?
- Jakie są plusy i minusy projektu, które muszą być uwzględnione w strategii komunikacji?
- Kim są potencjalni lokalni partnerzy projektu (rolnicy, instalatorzy, itp.)?

- Jakie zasoby posiadają?
- Jakie są opcje zaangażowania potencjalnych dostawców surowców?
- Jakie zasoby biomasy/energii odnawialnej już istnieją w regionie lub mogą być wykorzystane?
- Jaka jest dostępność niezbędnych zasobów?
- Czy są one wystarczające dla nowego biznesu?
- Czy istnieje konkurencja w zakresie dostępu do zasobów biomasy?
- Jakie technologie są najbardziej odpowiednie dla biznesu?

Inwestorzy powinni zgromadzić niezbędne informacje bardzo dokładnie, ponieważ jest to podstawa do podejmowania dalszych działań. Chmury obliczeniowe i inne narzędzia internetowe są bardzo użytecznymi instrumentami do łączenia różnych informacji i strukturyzacji danych (Stein i in. 2017).

Dane te mają wpływ na **dalsze planowanie**, ponieważ gromadzone są tutaj bardziej szczegółowe informacje dotyczące dostępności i przydatności biomasy (np. grunty orne, logistyka itp.), składu technicznego przedsiębiorstwa, a także potencjalnego wdrożenia i eksploatacji. Ponadto należy zbadać stronę popytową w celu oszacowania ekonomicznej wykonalności przedsiębiorstwa (np. wystarczająca liczba klientów). Ma to kluczowe znaczenie dla obliczenia uzasadnienia biznesowego i wiarygodności wyników ekonomicznych. Dane te mogą być gromadzone za pomocą kwestionariuszy, spotkań bezpośrednich i grup roboczych. Dalsze planowanie powinno również obejmować **studium wykonalności**, które stanowi podstawę do podjęcia decyzji o rzeczywistej realizacji przedsięwzięcia. Obejmuje ono bazy danych, obliczenia i informacje z poprzedniego planowania. Podejście oparte na cyklu życia jest niezawodnym narzędziem do obliczania wyników ekonomicznych i dodatkowo uwzględnia dynamiczny rozwój różnych kategorii kosztów. Na końcu studium wykonalności znajduje się macierz kryteriów decyzyjnych. Macierz decyzyjna może mieć duży wpływ na wybór środków technicznych, jak również na koszty inwestycji i model biznesowy. Macierz ta może być następnie wykorzystana do przygotowania procesu decyzyjnego dla koncepcji technicznej oraz na głównych etapach planowania, projektowania i realizacji przedsięwzięcia. Kryteria decyzyjne mogą być metrykami technicznymi, środowiskowymi i ekonomicznymi.

Po zakończeniu fazy planowania i zatwierdzeniu planu można rozpocząć **realizację działań**. Praca ta może być wykonywana przez firmy operacyjne lub zakontraktowanych interesariuszy i planistów. Następnie rozpoczyna się **faza operacyjna** projektu. Pojawiają się różne zadania, które muszą być wykonywane podczas eksploatacji. Zadania te zależą oczywiście od wykorzystywanych zasobów, wyposażenia technicznego i modelu biznesowego. Przykładami takich zadań mogą być:

Użycie biomasy

- Zaopatrzenie w biomasę i logistyka
- Wstępna obróbka biomasy
- Załadunek/podawanie roślin na biomasę
- Unieszkodliwianie produktów odpadowych z przetwarzania biomasy
- Zapewnienie jakości produktów pochodzenia naturalnego

Zarządzanie wyposażeniem technicznym

- Monitoring operacyjny urządzeń
- Bieżąca optymalizacja procesów produkcyjnych
- Pomiar i weryfikacja

- Dokumentacja
- Konserwacja

Rachunkowość i kontrola

- Zamówienia publiczne i negocjacje pomiędzy umawiającymi się stronami
- Umowy ubezpieczeniowe
- Rachunkowość i płatności dla pracowników, dostawców biomasy i innych przedsiębiorstw
- Planowanie roczne i umowy roczne
- Płace, podatki, bankowość
- Przychody ze sprzedaży
- Proces Dunninga (komunikacja z klientem)
- Dokumentacja
- Kalkulacja ekonomiczna i rachunek zysków i strat

Komunikacja i dystrybucja

- Informowanie o wynikach
- Prasa i public relations
- Pozyskanie nowych klientów (zaadaptowane od Stein i in. 2017).

4.5 Modele własności i kwestie umowne

4.5.1 Model własności

Ogólnie ujmując, modele własnościowe można skategoryzować jako własność gminy/państwa, formę partnerstwa publiczno-prywatnego (PPP) lub jako czysto prywatne działanie rynkowe. Modele te różnią się pod względem przydatności dla działalności gospodarczej związanej z biogospodarką. Na przykład, każdy z wymienionych modeli własnościowych może być zastosowany w biogazowni. Śmiało można powiedzieć, że nie może to mieć miejsca w przypadku przedsiębiorstwa rozpoczynającego działalność, które opracowuje nowe, zaawansowane technologicznie procesy przetwarzania biomasy.

W przypadku **modelu publicznego**, podmioty publiczne przejmują większość ryzyka związanego z inwestycją w projekt. W przypadku, gdy projekt ma niską wewnętrzną stopę zwrotu (IRR), zazwyczaj w zakresie 2-6%, wewnętrzna komórka samorządu lokalnego może opracować i prowadzić projekt w celu zmniejszenia kosztów administracyjnych. Większe miejscowości rozwijają takie projekty za pośrednictwem przedsiębiorstwa użyteczności publicznej, a niski zwrot może być rozłożony na inne projekty, które mają wyższą wewnętrzną stopę zwrotu (IRR). Projekty o wyższej IRR w mniej skonsolidowanych miastach są prowadzone poprzez utworzenie np. spółki zależnej (takiej jak nowa spółka użyteczności publicznej) w celu zmniejszenia obciążeń administracyjnych i biurokratycznych dla władz lokalnych. Może to przynieść dodatkowe korzyści, takie jak ograniczenie odpowiedzialności finansowej miasta w przypadku niepowodzenia projektu, zwiększenie elastyczności i szybkości podejmowania decyzji oraz zapewnienie większej przejrzystości i bardziej komercyjnego działania. Model publiczny może wzmocnić społeczność, wykorzystać potencjał regionalny i stworzyć regionalne miejsca pracy (Asian Development Bank 2015, Sunko i in. 2017).

PPP jest długoterminową umową zawartą między organem sektora publicznego a stroną prywatną, w której strona prywatna świadczy usługi publiczne (np. dostawy energii elektrycznej) i zakłada znaczną część wymogów finansowych, technicznych i operacyjnych. Główną funkcją PPP jest przydzielenie zadań i ryzyka tym stronom, które zarządzają nimi w najlepszy możliwy i skuteczny sposób, zwłaszcza partnerom z sektora prywatnego. Odpowiedzialność polityczna za to postanowienie spoczywa na władzach publicznych. Udział sektora prywatnego powinien zapewnić długoterminowe perspektywy inwestycyjne, umożliwić dostęp do dodatkowych źródeł inwestycji oraz dostarczyć sektorowi prywatnemu doświadczenia i innowacji. Głównym wyzwaniem dla PPP jest zarządzanie wieloma różnymi zaangażowanymi podmiotami (i ich potrzebami) (Asian Development Bank 2015, Sunko i in. 2017).

Pojęcie PPP obejmuje kilka bardziej szczegółowych modeli, w których występuje partnerstwo pomiędzy sektorem publicznym i prywatnym. Niektóre z nich zostały przedstawione w Tabeli 5.

Tabela 5: Modele PPP (Sunko i in. 2017, Practical Law b.d.)

Model PPP	Akronim	Opis
Build Lease Transfer (Buduj-Przełącz- Dzierżaw)	BLT	PPP, w którym organizacja prywatna projektuje, finansuje i buduje obiekt na dzierżawionych terenach publicznych. Organizacja prywatna eksploatuje obiekt przez okres trwania umowy najmu, a następnie przenosi własność na organizację publiczną.
Build Own Operate (Buduj-Bądź właścicielem-Exploatuj)	BOO	Podmiot rządowy sprzedaje prawo do wybudowania projektu zgodnie z ustaloną specyfikacją projektową oraz do eksploatacji projektu przez określony czas podmiotowi z sektora prywatnego. Podmiot sektora prywatnego jest właścicielem projektu i nie musi przekazywać go podmiotowi rządowemu na koniec kadencji.
Build Own Operate Transfer (Buduj-Bądź właścicielem-Przełącz)	BOOT	Jednostka rządowa przyznaje podmiotowi z sektora prywatnego prawo do finansowania, projektowania, budowy, posiadania i prowadzenia projektu przez określoną liczbę lat. Strona z sektora prywatnego jest właścicielem składnika aktywów w okresie obowiązywania umowy.
Build Operate Transfer (Buduj-Exploatuj- Przełącz)	BOT	Jednostka rządowa przyznaje prawo do wykonania projektu zgodnie z ustaloną specyfikacją projektową oraz do eksploatacji projektu przez określony czas podmiotowi z sektora prywatnego. Podmiot sektora prywatnego nie jest właścicielem projektu. W zamian za przejęcie tych zobowiązań podmiot sektora prywatnego otrzymuje zapłatę od podmiotu rządowego lub końcowych użytkowników projektu.
Design and Build (Projektuj-Buduj)	D&B	Metoda realizacji projektu, w której usługi projektowe i budowlane są zlecane przez jedną jednostkę zwaną projektantem-budowniczym.
Design Build Finance Operate (Projektuj-Buduj- Finansuj-Operuj)	DBFO	Podmiot sektora prywatnego projektuje, buduje, finansuje i prowadzi projekt kapitałowy i może być opłacany z opłat lub przez agencję rządową, która zachowuje własność projektu.

Model PPP	Akronim	Opis
Private Finance Initiative (tzw. Model Brytyjski)	PFI	Sposób finansowania projektów sektora publicznego za pośrednictwem sektora prywatnego. PFI zmniejszają bezpośrednio obciążenie rządu i podatników związane z udostępnianiem kapitału na te projekty.

Naśladując PPP, można nazwać wielopartyjny model własnościowy. Tutaj projekty są częściowo publiczne, a częściowo prywatne. Ten model własności może być odpowiedni dla wielozadaniowych projektów dotyczących energii odnawialnej, takich jak komunalne projekty dotyczące fermentacji biogazu na dość małą skalę, w porównaniu do wielu projektów PPP. Kluczowe aspekty wieloczęściowego modelu własnościowego, zastosowanego do projektu energetycznego, zostały przedstawione w Tabeli 6.

Tabela 6: Wielostronny model własnościowy dla projektu energetycznego: Kluczowe aspekty (Asian Development Bank 2015)

Pozycja	Cechy modelu
Główne aspekty	Projekty w zakresie energii odnawialnej lub efektywności energetycznej mogą być skomplikowane technicznie i wiązać się z wysokimi kosztami kapitałowymi, co wymaga specjalnych modeli (w celu osiągnięcia korzyści skali).
	W przypadku instalacji do produkcji biogazu, urządzenia wytwarzające energię elektryczną są finansowane i instalowane przez przedsiębiorstwo energetyczne, a komora fermentacyjna jest własnością i jest utrzymywana przez osobę trzecią (przedsiębiorstwo usług energetycznych, spółdzielnia użytkowników lub inny podmiot).
	W przykładzie wytwarzania komory fermentacyjnej biogazu, finansowanie jest zapewniane przez zewnętrznego instalatora lub źródło zewnętrzne, co zwalnia rolnika z wszelkiej większej odpowiedzialności. Urządzenia są instalowane na miejscu u rolnika.
	Przychody ze sprzedaży biogazu do zakładu energetycznego wykorzystywane są na spłatę zadłużenia i odsetek.
Realizacja	Systemy biogazowe, systemy mikro- i minigradowe
Zalety	Niskie ryzyko dla rolników; może obejmować finansowanie przez darczyńców elektryfikacji obszarów wiejskich
Wady	Wysokie ryzyko techniczne (w szczególności, gdy zewnętrzna firma zajmująca się konserwacją nie zapewnia rolnikowi odpowiedniego wsparcia)

Wreszcie, przedsiębiorstwa mogą być **własnością prywatną** firm, stowarzyszeń, gospodarstw domowych, osób itp. Modele takie jak Model Zakupu Leasingowego lub Najemczego (firma leasingowa, leasingodawca) lub dostawca sprzętu dostarcza sprzęt użytkownikowi końcowemu na czas określony w umowie w zamian za regularne płatności) lub Model Biznesowy Kredytu Dealerskiego (dostawca sprzętu lub systemu dostarcza wyposażenie techniczne i początkowy kredyt dla systemu) są tutaj kwestionowane. Oprócz tego można oczywiście po prostu inwestować (poprzez prywatne oszczędności lub kredyty) w nowe technologie lub rozwijać je w ramach określonej współpracy. Operacje, konserwacja i zarządzanie są zazwyczaj bardziej efektywne w ramach modeli sektora prywatnego.

4.5.2 Umowy z dostawcami biomasy

Dostawcy biomasy stanowią istotną część łańcuchów produkcyjnych w regionalnej biogospodarce. Jak zostało to już przedstawione w poprzednich punktach, dostawcy biomasy mogą pochodzić z sektorów rolnictwa, leśnictwa i rybołówstwa, jak również z przemysłu przetwórstwa biomasy i odpadów komunalnych.

Przedsiębiorstwa, które opierają się na przetwarzaniu różnych rodzajów biomasy, wymagają ciągłych jej dostaw. W przypadku, gdy biomasa nie jest produkowana i przetwarzana w jednym przedsiębiorstwie, dostawy surowca realizowane są przez strony trzecie. Dlatego też umowy na dostawy surowców są niezbędne do uzgodnienia konkretnych warunków współpracy. Umowy te mogą składać się z różnych elementów. Niektóre z tych elementów są wymienione poniżej:

- Rodzaj materiału wsadowego
- Jakość surowca (zawartość wody, zawartość suchej masy, zawartość energii, zawartość popiołu, stosowane normy i specyfikacje, dowody pochodzenia)
- Właściwości fizyczne produktu (obróbka wstępna)
- Ilość materiału wsadowego: w tonach, metrach sześciennych
- Procedura dostawy: dostawa do miejsca przetwarzania lub niezależny odbiór ze źródła (źródła) pochodzenia
- Odstępy czasowe między dostawami: zależą od możliwości składowania materiału wsadowego, pojemności magazynowej w miejscach przetwarzania biomasy
- Środki monitorowania i kontroli: odstępy czasu, rodzaj i procedury dotyczące próbek biomasy
- Czas trwania umowy (zazwyczaj 3-10 lat: im dłuższa jest umowa, tym mniejsze jest ryzyko i tym lepsze jest planowanie gospodarcze)
- Recykling pozostałości (np. porozumienia w sprawie zwrotu odpadów przefermentowanych rolnikom w celu nawożenia, przy zawieraniu porozumień w sprawie recyklingu pozostałości należy uwzględnić przepisy krajowe i lokalne)
- Cena: cena stała, ceny związane z indeksem
- Rozwiązywanie konfliktów: klauzule dotyczące jurysdykcji, kary, gwarancje, zobowiązania, przepisy ogólne itp. (dostosowane na podstawie Stein i in 2017).

Szczególnie ważna jest specyfikacja jakości surowca, ponieważ właściwości biomasy mają bezpośredni wpływ na technologię i wytwarzany produkt. Dlatego też istnieją normy ISO dla takich rodzajów biomasy jak zrębki, pelety, brykiety i drewno (ISO 17225-1:2014 "Biopaliwa stałe - Specyfikacje i klasy paliw"). Oznacza to, że jeśli zawierana jest umowa z dostawcami biopaliw stałych, należy zastosować odpowiednią normę ISO i powołać się na nią w umowie (Stein i in. 2017).

Ponadto, istnieją rynki i centra handlu dla różnych rodzajów biomasy. Należy podkreślić, że tworzenie rynków i centrów handlowych dokonuje silnego rozróżnienia pomiędzy regionami i krajami. Na przykład w Niemczech istnieją centra handlu biomasą, takie jak "Biomassehof Achental", łączące różnych członków z sektora leśnego. Tutaj można zamawiać i kupować różne paliwa drzewne, takie jak pelety, brykiety i drewno z kłód, w partiach różnej wielkości dla klientów prywatnych i komercyjnych. Ceny biomasy zależą od wielkości partii. Dzięki dużej pojemności magazynowej Biomassehof Achental może zagwarantować stałe zaopatrzenie w biomasę i tym samym pomóc w pokonaniu wąskiego gardła w codziennym zaopatrzeniu w biomasę (Biomassehof Allgäu b.d.). Takie centra handlowe istnieją przede wszystkim dla biomasy drzewnej i biopaliw.

W przypadku biomasy rolnej centra handlowe nie są powszechne. Istnieją jednak inne podejścia do kwestii zaopatrzenia w biomasę, również w różnych kontekstach regionalnych. Na przykład firma rozpoczynająca działalność BIO-LUTIONS produkuje jednorazowe zastawy stołowe i opakowania z odpadów i pozostałości rolnych. Tutaj firma kupuje surowce z biomasy od zakontraktowanych rolników z okolicznego regionu wiejskiego (BIO-LUTIONS 2019).

4.6 Źródła finansowania

Rozwój i realizacja przedsięwzięć z zakresu biogospodarki wymaga inwestycji, jak każda inna działalność. W związku z tym istnieje kilka źródeł finansowania, które mają ułatwić ogólny rozwój biogospodarki. Jeśli chodzi o finansowanie projektów i przedsiębiorstw związanych z biogospodarką, istnieją różne podejścia. Powszechnie stosowanymi źródłami finansowania przedsiębiorstw są kapitał własny, kapitał pożyczkowy i dotacje. Każde z nich zostanie krótko opisane poniżej.

Kapitał własny stanowi osobistą inwestycję właściciela w przedsiębiorstwo lub projekt. Nazywany jest on również kapitałem podwyższonego ryzyka, ponieważ inwestor ponosi ryzyko utraty swoich pieniędzy w przypadku upadłości przedsiębiorstwa. W przeciwieństwie do kapitału pożyczkowego, kapitał własny nie musi być spłacany wraz z odsetkami. Znajduje to raczej odzwierciedlenie w strukturze własnościowej planowanego przedsięwzięcia. Źródłem kapitału własnego są zasoby własne przedsiębiorcy, inwestorzy prywatni (od osób prywatnych po grupy lokalnych właścicieli przedsiębiorstw), pracownicy, klienci i dostawcy, byli pracodawcy, firmy kapitału podwyższonego ryzyka, firmy bankowości inwestycyjnej, firmy ubezpieczeniowe, duże korporacje i wspierane przez rząd korporacje inwestycyjne małych przedsiębiorstw. W ten sposób kapitał własny może być udostępniony wewnętrznie przez podmioty opracowujące projekt (np. gminę, spółkę, spółdzielnię, osoby fizyczne) oraz zewnętrznie. Najczęstsze źródła kapitału własnego podsumowano w Tabeli 7 (Sunko i in. 2017).

Tabela 7: Źródła kapitału własnego (na podstawie Sunko i in. 2017)

Źródło kapitału własnego	Opis
Prywatny kapitał własny	Dostarczanie kapitału własnego przez inicjatorów projektów lub inwestorów finansowych w perspektywie średnio- lub długoterminowej. Prywatny kapitał własny może być dostarczony przez inwestorów zewnętrznych w formie własnościowej lub w formie pożyczki, która stanowi kosztowną część struktury finansowania (pożyczki private equity mogą być oprocentowane powyżej 10%) i tym samym powinna być zminimalizowana. Zaleca się korzystanie z usług wyspecjalizowanych inwestorów private equity dla sektora, w którym inwestycja będzie realizowana, ponieważ posiadają oni wiedzę i doświadczenie oraz zdolność do wspierania inwestycji w okresie jej trwania.
Kapitał podwyższonego ryzyka	Dostarczanie przez inwestorów kapitału dla firm rozpoczynających działalność i małych przedsiębiorstw, które mogłyby mieć długoterminowy potencjał wzrostu. Ryzyko dla inwestorów jest wysokie, ale inwestorzy dostarczający kapitał podwyższonego ryzyka zwykle mają wpływ na decyzje podejmowane przez przedsiębiorstwa. Kapitał venture na ogół pochodzi od zamożnych inwestorów, banków inwestycyjnych i wszelkich innych instytucji finansowych, które łączą podobne partnerstwa lub inwestycje w konkretnych branżach, które są im znane. Tak więc ten rodzaj

Źródło kapitału własnego	Opis
	kapitału może również zapewnić doświadczenie techniczne i menedżerskie.
Crowdfunding / spółdzielnia	Spółdzielnie są przedsiębiorstwami biznesowymi, które są demokratycznie kontrolowane przez osoby czerpiące z nich korzyści i są prowadzone wspólnie w celu świadczenia usług na rzecz tych beneficjentów lub członków. Fundusze dostarczane przez spółdzielnie mogą stanowić kapitał własny i mogą być zamienione na własność inwestycyjną. Ponadto fundusze spółdzielcze mogą zostać zamienione na kapitał pożyczkowy, który jest traktowany w sposób opisany poniżej.
Opłaty za przyłączenie	Opłaty za przyłączenie mogą być niewielkimi źródłami kapitału własnego w strukturze inwestycyjnej. W tym przypadku zwrot z inwestycji jest całkowicie zależny od bazy klientów przedsiębiorstwa, dlatego też konieczne jest, aby przedsiębiorstwo zwróciło się do klienta, który może zapłacić. To sprawia, że budynki sektora publicznego, obiekty komunalne i duzi producenci są idealnymi klientami, ponieważ powinni oni być w stanie płacić swoje rachunki w przeciwieństwie do indywidualnych gospodarstw domowych, które mogą stanowić większe ryzyko. Opłaty za przyłączenie mogą być negocjowane, zakontraktowane i pobierane w fazie inwestycji, a zatem stanowią niewielką część kapitału własnego inwestycji.

Kapitał dłużny lub pożyczkowy to kapitał, który przedsiębiorstwo pozyskuje poprzez zaciągnięcie pożyczki. Zazwyczaj jest on spłacany w określonym terminie. Ponieważ subskrybenci kapitału dłużnego nie stają się właścicielami przedsiębiorstwa, lecz są jedynie wierzycielami, kapitał dłużny różni się od kapitału własnego. Dostawcy kapitału dłużnego zazwyczaj otrzymują określony umownie roczny procent zwrotu z udzielonej im pożyczki. Ta część inwestycji musi zostać spłacona w określonym terminie ze stałą stopą procentową, niezależnie od sytuacji finansowej przedsiębiorstwa. W najłatwiejszej wersji oprocentowanie to koszt pożyczki, który zazwyczaj jest procentem całkowitej kwoty pożyczki. Dlatego też pożyczkobiorca musi spłacić pierwotną pożyczoną kwotę powiększoną o koszt pożyczki (odsetki). To, ile odsetek musi zostać spłacone od danej sumy, zależy od instytucji udzielającej pożyczki i warunków jej udzielenia. **Stale stopy procentowe** zawierają stały procent od pożyczki, który musi być spłacony w okresie jej trwania. Stosunkowo łatwo jest obliczyć kwotę, którą pożyczkobiorca musi spłacić w określonym czasie, ponieważ procent ten nigdy się nie zmienia. Pożyczki ze **zmienną stopą procentową** pozwalają instytucji jej udzielającej dostosować stopę procentową do zmieniających się warunków rynkowych w dowolnym momencie w okresie kredytowania. W ten sposób kredytobiorca może skorzystać z przyszłych spadków rynkowych stóp procentowych, co prowadzi do zmniejszenia miesięcznych spłat. Może się jednak zdarzyć dokładnie odwrotnie, co może doprowadzić do poważnych trudności finansowych projektu (Sunko i in. 2017).

Inną zmienną kapitału pożyczkowego jest czas trwania pożyczki. Pożyczki krótkoterminowe to zazwyczaj pożyczki z okresem ważności wynoszącym trzy lata lub mniej. Finansowanie krótkoterminowe jest zazwyczaj przeznaczone na finansowanie działalności kontynuowanej. W odróżnieniu od pożyczek krótkoterminowych, pożyczki długoterminowe mogą mieć okres spłaty od trzech do 30 lat. Kredyty długoterminowe są odpowiednie do finansowania dużych projektów. Kredyty mogą odgrywać ważną rolę w stymulowaniu rozwoju regionalnego. Różne instytucje państwowe mogą udzielać różnych pożyczek z dopłatą do oprocentowania w celu ułatwienia inwestycji w nowe projekty biznesowe.

Trzecim źródłem finansowania dla nowych przedsiębiorstw są **dotacje**. Dotacje mogą być udzielane przez kilka instytucji na różnych poziomach. Tak więc gminy i miasta, powiaty, organy państwowe i międzynarodowe, takie jak UE, mogą udzielać dotacji kapitałowych. Istnieje wiele dostępnych dotacji dla projektów biznesowych z zakresu biogospodarki. Przedstawiona poniżej lista koncentruje się na instrumentach finansowych i źródłach na poziomie UE, ponieważ regionalne i krajowe programy dotacji mogą się znacznie różnić:

- European Fund for Strategic Investments (EFSI)
https://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/funding/efsi_en
- European Investment Advisory Hub (EIAH)
<https://eiah.eib.org/>
- European Investment Project Portal (EIPP)
<https://ec.europa.eu/eipp/desktop/en/index.html?2nd-language=en>
- European Structural and Investment Funds (ESIF)
https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/funding-opportunities/funding-programmes/overview-funding-programmes/european-structural-and-investment-funds_en
 - European Regional Development Fund (ERDF)
http://ec.europa.eu/regional_policy/en/funding/erdf/
 - European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD)
https://ec.europa.eu/regional_policy/en/policy/what/glossary/e/european-agricultural-fund-for-rural-development
 - European Maritime and Fisheries Fund (EMFF)
<https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/emff/>
- Horizon 2020 (Horizon Europe)
<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/>
- NER 300 program
https://ec.europa.eu/clima/policies/innovation-fund/ner300_en
- The EEA and Norway Grants
<https://eeagrants.org/>
- European Investment Bank (EIB)
<https://www.eib.org/en/>
- The Just Transition Mechanism
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_20_39
- Financing Energy Efficiency
<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/financing-energy-efficiency>
- European Energy Programme for Recovery (EEPR)
<http://ec.europa.eu/energy/eepr/projects/>

- The European Bank for Reconstruction and Development (EBRD)
<https://www.ebrd.com/home>(BIC 2017, Sunko i in. 2017).

5 Wpływ biogospodarki na zrównoważony rozwój

Można by założyć, że ponieważ produkty pochodzenia naturalnego są w całości lub częściowo wytwarzane z zasobów odnawialnych, może to oznaczać, że są one automatycznie zrównoważone i nie mają żadnych negatywnych skutków środowiskowych ani społeczno-gospodarczych w porównaniu z produktami pochodzącymi z paliw kopalnych. Logiczne wydaje się, że znacznie bardziej zrównoważone jest wykorzystywanie zasobów, które możemy rozwijać i utrzymywać w ramach zrównoważonych praktyk. Produkty pochodzenia naturalnego są częścią cykli na Ziemi, takich jak cykl węglowy, podczas gdy produkty oparte na paliwach kopalnych zakłócają naturalne systemy (Contreras 2015). Z punktu widzenia, uwzględniającego niedobór zasobów i zmiany klimatu, produkty pochodzenia naturalnego mogą oczywiście nadal stanowić doskonałą alternatywę dla materiałów opartych na paliwach. Nie są one jednak z natury rzeczy zrównoważone. Rodzaj i źródło surowców z biomasy, energia wykorzystywana w procesie produkcji, wzajemna zależność z innymi łańcuchami wartości produktów, recykling i scenariusze dotyczące odpadów odgrywają ważną rolę w poziomie zrównoważonego rozwoju (Maastricht University b.d.).

5.1 Oddziaływanie na środowisko

Istnieje długa lista czynników, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu zrównoważenia środowiskowego produktów pochodzenia naturalnego (Tabela 8), jednak głównymi, które są najczęstszym przedmiotem dyskusji, są emisje gazów cieplarnianych (GHG), które mają wpływ na zmiany klimatyczne, wyczerpywanie się zasobów, różnorodność biologiczną, zmiany w użytkowaniu gruntów i inne.

Tabela 8: Przegląd wpływu biogospodarki na środowisko (Hasenheit i in. 2016)

Wpływ	Możliwy wskaźnik
Emisja GHG	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zmiany emisji GHG ▪ Poziom bazowy emisji dwutlenku węgla dla LULUCF
Zmniejszone zużycie zasobów kopalnych	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zmiana poziomu zużycia zasobów kopalnych
Utrata różnorodności biologicznej (w tym gatunki inwazyjne)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stopa utraty różnorodności biologicznej ▪ Utrata siedlisk ▪ Fragmentacja lasu
Zmiana sposobu użytkowania gruntów	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zmiana w użytkowaniu gruntów rolnych/użytków zielonych/obszarów leśnych, użytkowanie gruntów nierolnych ▪ Plantacje o krótkiej rotacji
Intensywność użytkowania gruntów	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zmiana w intensywności użytkowania gruntów ▪ Zawartość węgla w lesie
Jałowienie gleby	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zakwaszanie ▪ Salinizacja ▪ Gęstość nasypowa ▪ Zawartość węgla w glebie
Usługi ekosystemów	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zmiana w świadczeniu usług ekosystemów

Wpływ	Możliwy wskaźnik
Niedobory wody	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stan poziomu wody ▪ Konsumpcyjne wykorzystanie wody ▪ Wskaźnik wykorzystania wody ▪ Zużycie wody w rolnictwie ▪ Leśnictwo ▪ Produkcja ▪ Recykling
Zanieczyszczenie wody	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eutrofizacja ▪ Toksyczność Poziom zanieczyszczenia wody ▪ Zanieczyszczenie wody
Zwiększone zużycie biomasy	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zmiana w bilansie zasobów drewna ▪ Poziom zużycia biomasy
Zwiększone ponowne wykorzystanie biomasy	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Odpady organiczne kierowane ze składowisk odpadów
Zwiększone spożycie ryb	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zmiana wielkości zasobów rybnych
Zanieczyszczenia atmosferyczne	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Poziom emisji ▪ Stężenie zanieczyszczeń powietrza
Zasoby węgla	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zmiana w zasobach węgla
Charakterystyka produktów	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stopień biodegradowalnych części produktów ▪ Poziom toksyczności produktów

Wykorzystanie odnawialnych zasobów organicznych do produkcji bioenergii i produktów pochodzenia naturalnego odgrywa pozytywną rolę, ponieważ pomaga zmniejszyć zależność od paliw kopalnych, które są zasobem ograniczonym, a same w sobie nie są zasobami wyczerpywalnymi.

W odniesieniu do emisji gazów cieplarnianych, biomasa absorbuje CO₂ podczas wzrostu, który jest uwalniany ponownie w fazie użytkowania lub w fazie odpadowej. Oznacza to, że produkty pochodzenia naturalnego mogą być uznane za neutralne dla klimatu (Contreras 2015). Dlatego też, w porównaniu z produktami pochodzenia kopalnego, można je uznać za emitujące mniej gazów cieplarnianych, zwłaszcza biorąc pod uwagę ich wpływ na koniec cyklu życia. Produkcja biomasy wymaga jednak stosowania nawozów sztucznych, które powodują emisję podtlenku azotu, gazu cieplarnianego 298 razy silniejszego niż CO₂. Ponadto paliwa kopalne są potrzebne do produkcji nawozów i biopaliw dla rolnictwa, transportu i przetwórstwa (Contreras 2015). Dlatego też należy zwrócić szczególną uwagę na te kwestie, aby ustalić, czy wpływ będzie nadal uznawany za pozytywny. W badaniu przeprowadzonym przez Komisję Europejską oceniono wpływ produktów pochodzenia naturalnego na środowisko w porównaniu z ich odpowiednikami petrochemicznymi i wykazano, że produkty pochodzenia naturalnego mogą przyczynić się do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych o ponad 65% (European Commission 2019 r.).

Wielkim dylematem, który stawia bioenergię i bioprodukty w ramach kwestionowania zrównoważonego rozwoju nie związanego ze środowiskiem naturalnym, jest rodzaj stosowanych surowców i ich wpływ na zmiany w użytkowaniu gruntów i różnorodność biologiczną. Produkcja biomasy wymaga przestrzeni i odpowiednich gruntów. Grunty potrzebne do uprawy biomasy muszą konkurować z gruntami potrzebnymi do produkcji żywności, albo też należy przygotować nowe tereny pod uprawę,

co spowoduje zmianę sposobu ich użytkowania. Jest to tzw. pośrednia zmiana sposobu użytkowania gruntów (ILUC) (zob. sekcja 3.1.3). Wpływ ILUC odnosi się do niezamierzonych skutków uwolnienia większej ilości emisji dwutlenku węgla w wyniku zmian w użytkowaniu gruntów na całym świecie, spowodowanych rozszerzaniem się obszarów uprawnych. Ponieważ obszary naturalne, takie jak lasy deszczowe i użytki zielone, magazynują i magazynują dwutlenek węgla w swojej glebie i biomase w miarę wzrostu roślin każdego roku, oczyszczanie terenów dzikich dla nowych gospodarstw w innych regionach lub krajach przekłada się na wzrost netto emisji gazów cieplarnianych, a ze względu na tę zmianę w zasobach węgla w glebie i w biomase, pośrednia zmiana sposobu użytkowania gruntów ma wpływ na bilans gazów cieplarnianych w przypadku biopaliw (Bathia 2014).

Wpływ ILUC i żywności w stosunku do paliw/produktów pochodzenia naturalnego jest wątpliwy zwłaszcza w przypadku tzw. biomasy pierwszej generacji, która wykorzystuje zasoby żywnościowe takie jak rośliny oleiste (np. soja, palma, słonecznik, rącznik, rzepak), rośliny skrobiowe (np. kukurydza, pszenica, ziemniaki) oraz rośliny cukrowe (np. trzcina cukrowa, buraki). Biomasa drugiej generacji, która wykorzystuje zasoby niespożywcze, takie jak biomasa lignocelulozowa i odpady, jest mniej podatna na te dylematy. W odniesieniu do biopaliw, w dyrektywie RED II UE wprowadziła rozróżnienie pomiędzy wysokim i niskim ryzykiem związanym z ILUC. Biopaliwa o wysokim ryzyku ILUC to paliwa produkowane z roślin spożywczych i paszowych (pierwsza generacja), które w skali globalnej znacznie rozszerzają się na tereny o dużych zasobach węgla, takie jak lasy, tereny podmokłe i torfowiska. Ekspansja ta uwalnia znaczną ilość gazów cieplarnianych (GHG), a zatem neguje ograniczenie emisji spowodowane stosowaniem biopaliw zamiast paliw kopalnych. Mają one zostać stopniowo wycofane w 2030 r. Biopaliwa o niskim ryzyku wystąpienia ILUC definiuje się jako paliwa produkowane w sposób ograniczający emisje ILUC, ponieważ są one wynikiem wzrostu wydajności lub pochodzą z upraw na terenach opuszczonych lub poważnie zdegradowanych. (European Commission 2019a).

Wiele wskazań dotyczy specyficznych rodzajów gruntów, głównie marginalnych, niewykorzystanych lub ugorów oraz gruntów zanieczyszczonych. Według FAO ugory to grunty rolne, które nie wykazywały żadnych oznak działalności człowieka (w tym wypasu) w ciągu ostatnich pięciu lat (FAO 2014). W przypadku gruntów marginalnych istnieją dwa różne aspekty obszaru, który należy uznać za marginalny: 1) ograniczenia biofizyczne: jakość gleb (niska żyzność, słabe odwadnianie, płytkość, zasolenie), strome ukształtowanie terenu, niekorzystne warunki klimatyczne; lub 2) ograniczenia społeczno-gospodarcze: brak rynków zbytu, trudna dostępność, restrykcyjne prawo własności gruntów, małe gospodarstwa, słaba infrastruktura, niekorzystny stosunek produkcji do nakładów (FAO 1999).

Grunty skażone są zdefiniowane w rozporządzeniu UE jako każdy grunt, który wydaje się być w takim stanie - z powodu substancji znajdujących się w, na lub pod ziemią - że wyrządza się znaczące szkody lub istnieje duże prawdopodobieństwo wyrządzenia takich szkód; lub spowodowanie zanieczyszczenia wód na tym terenie (Komisja Europejska 2003). Grunty, które nie są już wykorzystywane do celów rolniczych i w związku z tym nie konkurują z żywnością/paszami, mogą być wykorzystywane do uprawy roślin do produkcji bioenergii i bioproduktów, jeśli nie świadczą ważnych usług ekosystemowych, takich jak zaopatrzenie (np. w zioła lecznicze, gatunki zwierząt łownych, drewno), kulturalnych (np. rekreacja, otoczenie kulturowe, turystyka), wspierających (np. produkcja biomasy, produkcja tlenu, produkcja i retencja gleby) oraz regulujących usługi (np. regulacja erozji, jakość wody) (Wells i in. 2018).

Ogólnie rzecz biorąc, nie można powiedzieć, że produkty biogospodarki są zrównoważone pod względem ekologicznym lub nie. Należy przeprowadzić szczegółową ocenę cyklu życia (LCA) dla każdego konkretnego łańcucha produkcji i dla każdego konkretnego regionu, aby określić zrównoważenie ekologiczne bioenergii i produktów pochodzenia naturalnego. W ocenie cyklu życia uwzględnia się wszystkie etapy cyklu życia produktu, od wydobycia i eksploatacji jego surowców,

poprzez transport, aż po składowanie odpadów. Dane są uwzględniane nie tylko w odniesieniu do produktu wyjściowego, ale również w odniesieniu do pełnych cykli życia innych materiałów, które są wykorzystywane do wytworzenia produktu (UNEP SETAC 2009).

Niemniej jednak pozytywne oddziaływanie na środowisko może wystąpić na poziomie regionalnym. Na przykład pełne wykorzystanie połowów ryb karpiowatych do produkcji żywności lub produktów pochodzenia naturalnego może mieć pozytywny wpływ na ekosystemy regionalne, ponieważ pomaga w ograniczeniu eutrofizacji w wodach (słonawych). W tym przypadku użycie niewykorzystanych zasobów rybnych w różnych formach pokrywa się z korzyściami dla ekosystemów regionalnych (Mäkinen i Halonen 2019). Innym przykładem jest produkcja i wykorzystanie odnawialnych materiałów izolacyjnych. Jak przedstawiono w podrozdziale 3.5, istnieje duży potencjał ochrony środowiska naturalnego, jaki oferują biopochodne materiały izolacyjne, ze względu na mniejsze zapotrzebowanie na energię podczas produkcji i zdolność wełny owczej do magazynowania węgla. Biogospodarka może zatem przyczynić się do łagodzenia zmian klimatu poprzez sekwestrację CO₂ z atmosfery w produktach pochodzenia naturalnego (EESC 2018). Ma to bezpośredni wpływ na regionalny ślad węglowy.

Istnieje wiele certyfikatów i oznaczeń, które pomagają konsumentom określić, czy produkt pochodzenia naturalnego wpływa na pewne aspekty zrównoważonego rozwoju środowiska. Istnieje ich niewyczerpana lista (Tabela 9). Zgodnie z raportem WWF oceniającym różne systemy certyfikacji (WWF 2013), RSB zostały ocenione jako najlepszy system certyfikacji dla wszystkich rodzajów biomasy, a RSPO i RTRS zostały najwyżej ocenione dla pojedynczych rodzajów biomasy (odpowiednio soi i oleju palmowego), natomiast Bonsucro jest tuż za nimi.

Jednak po przeanalizowaniu obecnego stanu certyfikacji i normalizacji w zakresie zrównoważonego rozwoju w gospodarce opartej na biologii, Majer i in. (2018 r.) stwierdzili, że istnieją istotne luki związane z istniejącymi zestawami kryteriów, praktycznym ich wdrażaniem w procesach certyfikacji, ramami prawnymi, procesami wycofywania z eksploatacji, jak również niezbędnymi działaniami normalizacyjnymi, które wymagają dalszych badań i rozwoju w celu poprawy certyfikacji i normalizacji w zakresie zrównoważonego rozwoju w gospodarce opartej na zasobach naturalnych.

Tabela 9: Wykaz różnych oznaczeń, systemów certyfikacji i norm przy zakupie produktów lub usług pochodzenia naturalnego (na podstawie InnProBio, b.d.)

Aspekt zrównoważonego rozwoju	Nazwa Certyfikatu	Oznakowanie
Wielotematyczne oznakowania ekologiczne określające produkty pochodzenia naturalnego	<ul style="list-style-type: none"> ▪ The Blue Angel, ▪ The EU Ecolabel, ▪ The Nordic Ecolabel 	
Zrównoważone produkty drzewne	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forest Stewardship Council (FSC), ▪ Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC) 	

Aspekt zrównoważonego rozwoju	Nazwa Certyfikatu	Oznakowanie
Zrównoważona biomasa rolna	<ul style="list-style-type: none"> International System for Carbon Certification (ISCC), Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB), REDcert, Better Biomass, Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO), Bonsucro, Roundtable Responsible Soy (RTRS) 	
Zawartość bioproduktów	<ul style="list-style-type: none"> OK bio-based DIN-Geprüft Bio-based Bio-based content 	
Opcje związane z zakończeniem eksploatacji	<p>Kompostowalność przemysłowa:</p> <ul style="list-style-type: none"> The Seedling DIN-Geprüft Industrial Compostable OK compost 	
	<p>Możliwość kompostowania w domu:</p> <ul style="list-style-type: none"> OK compost HOME DIN-Geprüft Home Compostable 	
	<p>Biodegradowalność w glebie:</p> <ul style="list-style-type: none"> OK biodegradable SOIL DIN-Geprüft Biodegradable in soil 	
	<p>Biodegradowalność w wodzie morskiej:</p> <ul style="list-style-type: none"> OK biodegradable MARINE 	

5.2 Oddziaływanie społeczne

W ten sam sposób, w jaki produkty pochodzenia naturalnego mają różny wpływ na środowisko, istnieją również skutki społeczne, którym należy się przyjrzeć, aby ocenić zrównoważony rozwój społeczny produktów (Tabela 10). Skutki społeczne to skutki pozytywnej lub negatywnej presji na społeczne punkty końcowe, tj. dobrobyt interesariuszy. Oddziaływania na środowisko są znacznie bardziej znormalizowane i określone ilościowo niż oddziaływania społeczne i społeczno-gospodarcze, z oczywistych powodów. Na przykład, emisje można łatwo zmierzyć i podać dane liczbowe, które mogą być wykorzystywane w nieskończoność, podczas gdy w przypadku oceny społecznej, metody gromadzenia danych i pomiaru skutków społecznych są znacznie bardziej skomplikowane. Są one trudne do przeprowadzenia, ponieważ dane jakościowe są często subiektywne i dlatego muszą być przetwarzane przez kompetentnych ekspertów (SETAC-UNEP 2009).

Tabela 10: Przegląd skutków społecznych biogospodarki (Hasenheit i in. 2016)

Oddziaływanie	Proponowany wskaźnik
Bezpieczeństwo żywnościowe (w tym uprawy GMO)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stosowanie środków agrochemicznych (i upraw GMO) ▪ Zmiana cen żywności (i ich zmienność) ▪ Niedożywienie ▪ Ryzyko głodu ▪ Pobór/Dostępność makroskładników pokarmowych
Dostęp do gruntów (w tym kwestie płci i prawa własności)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ceny gruntów ▪ Prawo własności ziemi ▪ prawa własności ▪ Dostęp do ziemi
Zatrudnienie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zmiana stopy zatrudnienia ▪ Stanowiska pracy w pełnym wymiarze godzin ▪ Jakość pracy ▪ Potrzeba/brak wysoko wyspecjalizowanej siły roboczej
Dochody gospodarstw domowych	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Przychody pracowników w sektorze biogospodarki (ogółem) ▪ Podział dochodów
Dni robocze utracone z powodu urazu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Liczba utraconych dni roboczych na pracownika i rok
Poziom życia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zmiany poziomu życia
Zdrowie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Narażenie na działanie środków agrochemicznych ▪ Liczby organizmów wieloopornych ▪ Toksyczność "zielonych" i "szarych" produktów przemysłowych

Bezpieczeństwo żywnościowe jest jednym z najważniejszych skutków społecznych, które należy uwzględnić przy ocenie trwałości produktu pochodzenia naturalnego. Jest to szczególnie ważne, gdy surowiec wykorzystywany do produkcji bioenergii i materiałów pochodzenia naturalnego jest surowcem pierwszej generacji. W miejscach, w których ich stosowanie mogłoby mieć wpływ np. na ceny tych samych roślin wykorzystywanych do produkcji żywności, w tej kategorii skutków produkt zostałby uznany za niezrównoważony społecznie.

W tym samym kontekście, jeżeli uprawa roślin do celów biogospodarki wpływa na grunty wykorzystywane do produkcji żywności, na przykład poprzez wzrost cen lub dostępność dla rolników, produkty te zostałyby

uznane za społecznie niezrównoważone z tego punktu widzenia. Wykorzystywanie surowców drugiego pokolenia lub upraw na gruntach marginalnych jest mniej prawdopodobne, nie zapominając o tym, że wykorzystanie gruntów marginalnych może być trudne, ponieważ grunty te są często rozdrobnione i należą do różnych osób, które decydują się na uprawę jednego rodzaju surowców w sposób wystarczający dla określonego łańcucha produkcji, który nie jest łatwy w obsłudze.

Ogólnie rzecz biorąc, znacznie większa biogospodarka będzie wymagała nowych i znacznie rozbudowanych systemów i sieci produkcyjnych w celu efektywnego wzrostu, zbioru i transportu dużych ilości zrównoważonej biomasy. Przemysł potrzebuje również technologii pozwalających na bardziej wydajne i ekonomiczne przekształcanie biomasy do różnych zastosowań końcowych. Potrzeby te stwarzają możliwości zatrudnienia i stymulują rozwój gospodarczy w wielu dziedzinach, od badań naukowych po eksploatację roślin, rolnictwo i projektowanie urządzeń. Gospodarka ekologiczna będzie wymagała wykwalifikowanych pracowników do budowy i modernizacji infrastruktury oraz rozwoju nowych zasobów i produktów z biomasy. W ramach badania przeprowadzonego przez JRC i Nova Institute przetestowano metodykę ilościowego określania miejsc pracy i wyników gospodarczych w zakresie biogospodarki w UE-28. Z wyłączeniem sektorów budownictwa ekologicznego, gospodarki odpadami i bioremediacji, liczbę osób zatrudnionych we wszystkich pozostałych sektorach biogospodarki w 2014 r. i 2015 r. oszacowano odpowiednio na ponad 218 mln i 220 mln miejsc pracy (JRC 2018).

Produkcja biopaliw i materiałów pochodzenia naturalnego, taka sama jak w przypadku każdego innego produktu, może prowadzić do rozprzestrzeniania się produktów zagrażających zdrowiu w trakcie procesu produkcyjnego i może narażać pracowników na różne kwestie związane ze zdrowiem i bezpieczeństwem. Z drugiej strony udowodniono, że biopaliwa mają mniejszy negatywny wpływ na zdrowie ludzi w porównaniu z paliwami kopalnymi (Prasad i Dhanya 2011). Podobnie, produkty pochodzenia naturalnego wydają się być mniej szkodliwe niż porównywalne produkty kopalne. Fabbri i in. (2018) przytoczyli wiele przykładów produktów pochodzenia naturalnego, wykazujących pozytywny wpływ na zdrowie człowieka. Na przykład, napoje przedstawione w sekcji 3.7 mogą mieć pozytywny wpływ na zdrowie w regionie, ponieważ mogą zróżnicować sposób odżywiania i poprawić zdrowie w regionie, w którym są produkowane. Dotyczy to również stosowania bioproduktów na bazie ryb, ponieważ mogą one mieć pozytywny wpływ na zdrowie ludzi.

Mimo że wspomniane wyżej aspekty społeczne wydają się sprzyjać gospodarce opartej na zasobach naturalnych, opartego na nich produktu nie można uznać za społecznie zrównoważony bez przeprowadzenia oceny cyklu życia społecznego lub innych metod oceny w celu określenia jego skutków społecznych. Przykład, jak można przeprowadzić ocenę cyklu życia społecznego, znajduje się w UNEP-SETAC (2009).

5.3 Skutki gospodarcze

Ważnym czynnikiem, który powinien zostać uwzględniony, aby produkt był rentowny, jest jego wykonalność ekonomiczna. W przeciwnym razie, nawet jeśli jest on zrównoważony pod względem ekologicznym i społecznym, nie ujrzy światła dziennego. Dlatego też najważniejszym czynnikiem, który należy zbadać w celu określenia trwałości ekonomicznej na poziomie produktu, byłaby wydajność. Zostałaby ona określona przede wszystkim na podstawie studium wykonalności ekonomicznej. Na poziomie biogospodarki można by zmierzyć inne skutki w celu określenia wpływu produktu pochodzenia naturalnego na gospodarkę w ogóle (Tabela 11).

Tabela 11: Przegląd skutków ekonomicznych biogospodarki (Hasenheit i in. 2016)

Oddziaływanie	Proponowany wskaźnik
Zmiana PKB/DNB (GDP/GNI)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zmiana w PKB/DNB ▪ Perspektywy rozwoju obszarów wiejskich
Nowy rynek dla innowacyjnych produktów pochodzenia naturalnego	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zmiana w obrotach sektorów biologicznych ▪ Możliwości/wyzwania biznesowe
Zmiana w bilansie handlowym	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zmiana w handlu (biomasa (łącznie z drewnem) i produktami pochodzenia zwierzęcego (łącznie z rybami)) ▪ Dywersyfikacja energetyczna
Zmiana cen towarów	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zmiana w procesie produkcji żywności ▪ Ceny prawdziwego drewna i produktów leśnych
Zmiana popytu na produkty z biomasy	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zmiana popytu na produkty/energię/ ziemię uprawną ▪ Zmiana popytu na drewno/włókna drzewne/ produkty leśne ▪ Zmiana zapotrzebowania na energię z biomasy
Zmiana kosztów publicznych	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zależność od dotacji
Zmiana w dochodach rolników	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wydajność/hektar ▪ Koszty agrochemikaliów/rok

Typowe podejścia, które można przyjąć do pomiaru wkładu biogospodarki w gospodarkę danego kraju, obejmują: podejście oparte na wartości dodanej/PKB; analizę Wejścia-Wyjścia (Input-Output), Macierz Rachunkowości Społecznej (SAM); Ogólny Model Równowagi Obliczeniowej; Model Równowagi Częściowej oraz inne modele i narzędzia ekonomiczne. Niektóre kraje nie przyjmują modelu ekonomicznego, ale mierzą wkład biogospodarki za pomocą zdezagregowanych wskaźników, takich jak obrót biogospodarki (dochód ze sprzedaży); PKB całej biogospodarki i jej sektorów oraz wkład biogospodarki w całkowity PKB kraju/regionu; zatrudnienie w całej biogospodarce i jej sektorach oraz wkład biogospodarki w całkowite zatrudnienie itd.

Fuentes-Saguar i in. (2017 r.) wykorzystał zdezagregowane SAM i dostarczył kompletną wielosektorową bazę danych na temat sektorów opartych na biologii oraz ich powiązań gospodarczych z resztą działalności i sektorów instytucjonalnych dla UE-28. Ponadto ta baza danych umożliwiła wykonanie użytecznej informacyjnie liniowej analizy mnożnikowej w celu wykazania roli sektorów opartych na produktach pochodzenia naturalnego w rozwoju gospodarczym UE. Wyniki badania pokazują, że w 2014 r. potencjał tworzenia dobrobytu w państwach członkowskich UE jest nadal niewielki, a sektory biogospodarki mają dość niski poziom integracji z resztą gospodarki, zwłaszcza z tymi, które są uznawane za posiadające wyższą wartość dodaną. Mnożniki wyników pokazują, że wiele sektorów związanych z biogospodarką w danych za 2014 r. nadal osiągało słabe wyniki w porównaniu ze średnią UE. W szczególności sektory o wyższej wartości dodanej, które są uważane za bardziej innowacyjne, nie są jeszcze w stanie wytworzyć więcej niż przeciętne bogactwo.

Szacuje się, że obroty i zatrudnienie w europejskich sektorach surowcowych i przetwórczych opartych na zasobach naturalnych wzrosną o co najmniej 10%, co doprowadzi do powstania 3 mln dodatkowych miejsc pracy i wzrostu obrotów o 80 mld euro (Bio-based Industries consortium 2012). Szereg niezależnych badań potwierdza potencjał gospodarczy gospodarki opartej na takich produktach (Bio-based Industries Consortium 2012):

- Światowe Forum Ekonomiczne oszacowało globalny potencjał przychodów całego łańcucha wartości biomasy na ponad 200 mld EUR do roku 2020 (WEF 2010).
- Według Bloomberg New Energy Finance (BNEF), potencjał przychodów wyniósłby 78 mld euro, a 170 tys. miejsc pracy powstałoby, gdyby do 2030 r. 10% etanolu celulozowego zostało wykorzystane w samochodach benzynowych w Europie (BNEF 2012).
- Do 2030 r. można by zmobilizować 10% więcej biomasy leśnej. Doprowadziłoby to do powstania dodatkowych przychodów w wysokości 35 mld euro i 350 tys. dodatkowych miejsc pracy, w oparciu o obecne dane dotyczące zatrudnienia i obrotów w sektorach leśnym i celulozowo-papierniczym (Bio-based Industries Consortium 2012).
- Sektory rolnictwa i leśnictwa w UE-27 będą mogły zdywersyfikować swoje dochody i ożywić społeczności wiejskie. Według BNEF wykorzystanie jedynie 17,5 % zasobów pozostałości z UE-27 do produkcji zaawansowanych biopaliw może zdywersyfikować dochody rolników i zapewnić im dodatkowe marże nawet o 40 %. BNEF twierdzi również, że wykorzystanie jedynie 17,5 % zasobów pozostałości z UE-27 do produkcji zaawansowanych biopaliw może spowodować przesunięcie od 52 % do 62 % prognozowanego zużycia benzyny kopalnej w UE-27 do 2020 r., zmniejszając koszty importu ropy do UE o około 20 mld EUR do 24 mld EUR (BNEF 2011).

Patrząc na wpływ nowych innowacyjnych produktów pochodzenia naturalnego na gospodarkę, można powiedzieć, że miałby on taki sam wpływ jak każdy inny innowacyjny produkt. Innowacje są istotną siłą napędową postępu gospodarczego, która przynosi korzyści konsumentom, przedsiębiorstwom i gospodarce jako całości (EBC 2017). W kontekście regionalnym mogą one odgrywać dużą rolę w gospodarowaniu odpadami i waloryzacji, otwieraniu rynków dla nowych produktów, z czego mogliby skorzystać m.in. lokalni mieszkańcy, zwiększając świadomość ekologiczną. Regionalna wartość dodana, miejsca pracy i dodatkowe dochody mogą być tworzone. Na przykład, BIO-LUTIONS tworzy dodatkowe dochody dla rolników z okolicznego regionu. Dotyczy to również dostawców i użytkowników biomasy z przykładów wymienionych w oddziaływaniach środowiskowych i społecznych.

Bibliografia

- ABGi (b.d.): Évolution et tendances du marché des produits biosourcés. <https://abgi-france.com/communication/evolution-tendances-marche-produits-biosources/> (accessed 05.02.2020).
- Abhold K., Gerdes H., Kiresiewa Z., Davis S. (2019): Sustainability and Participation in the Bioeconomy: A Conceptual Framework for BE-Rural.
- ACR+ (2014): Bio-waste composting - Management options for 6 composting strategies.
- Agrela F., Cabrera M., Morales M. M., Zamorano M., Alshaaer M. (2019): Biomass fly ash and biomass bottom ash. In *New Trends in Eco-efficient and Recycled Concrete* (pp. 23–58).
- Al Seadi T., Rutz D., Prassl H., Köttner M., Finsterwalder T, Volk Silke, Janssen R. (2008): Biogas handbook. ISBN 978-87-992962-0-0.
- AllThings.Bio (2017): Making clothes from milk. <http://www.allthings.bio/making-clothes-milk/> (accessed 27.01.2020).
- Asian Development Bank (2015): Business models to realize the potential of renewable energy and energy efficiency in the greater Mekong subregion.
- Awe O.W., Zhao Y., Nzihou A., Minh D.P., Lyczko N. (2017): A Review of biogas utilisation, purification and upgrading technologies: Review. *Waste and Biomass Valorization*, Springer, Van Godewijckstraat 30, 3311 GZ Dordrecht, Netherlands, 8(2), 267-283.
- Bajpai P. (2019): *Bio-based Polymers – Properties and Applications in Packaging*, Amsterdam.
- Bathia S.C. (2014): Indirect land-use change impacts of biofuels. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/indirect-land-use-change>(accessed 19.02.2020).
- BBJ Group (2018): Biomass Conversion Technologies. <https://www.bbjgroup.com/blog/biomass-conversion-technologies> (accessed 05.02.2020).
- Beyer C., Schultz-Zehden A., Vollmann T., Cahill B., Roß A., Coornaert C. (2017): Towards an implementation strategy for the Sustainable Blue Growth Agenda for the Baltic Sea Region.
- BIC (2017): Access to EU Financial Instruments - suitable for the implementation of large Bio-based Industry investments.
- Bio-based Industries Consortium (2012): Accelerating innovation and market uptake of bio-based products.
- Bio-based Industries Consortium (2019): European bioeconomy worth 2.3 trillion EUR turnover and employs 18.6 million people. <https://biconsortium.eu/turnover-employment> (accessed 10.01.2020)
- Biobridges (b.d.): Are textile industries ready to switch to green? <https://www.biobridges-project.eu/news/are-textile-industries-ready-to-switch-to-green/> (accessed 27.01.2020).
- BioCannDo (b.d.): Bio-based insulation materials.
- Bioeconomy BW (2019): Providing growledge – resources and products for the bioeconomy. <https://www.biooekonomie-bw.de/en/articles/news/providing-growledge-resources-and-products-for-the-bioeconomy> (accessed 10.02.2020).
- Bioeconomy BW (b.d.): Processes and technologies in the bioeconomy. <https://www.biooekonomie-bw.de/en/bw/definition/processes-and-technologies-in-the-bioeconomy> (accessed 22.01.2020).
- Bioeconomy Council (2012): The Future of the Food, Nutrition, and Health Sector.
- BioEnergy Consult (2020): Overview of Biomass Logistics <https://www.bioenergyconsult.com/biomass-logistics/> (accessed 13.02.2020).
- Biogas World (2019): What is the Future of Small-Scale Anaerobic Digestion? <https://www.biogasworld.com/news/future-small-scale-anaerobic-digestion/> (accessed 04.02.2020).

- BIO-LUTIONS (2019): Das Hamburger Start-up BIO-LUTIONS schließt seine Series-A-Finanzierungsrunde mit €8,3M erfolgreich ab. <https://www.bio-lutions.com/das-hamburger-start-up-bio-lutions-schliesst-seine-series-a-finanzierungsrunde-mit-e83m-erfolgreich-ab/> (accessed 17.02.2020).
- BIO-LUTIONS (2019): <https://www.BIO-LUTIONS.com/> (accessed 20.01.2020).
- Biomass Logistics (b.d.): About Biomass Logistics. <http://www.biomasslogistics.org/about.html> (accessed 13.02.2020).
- Biomassehof Allgäu (b.d.): <https://www.biomassehof.de/biomassehof/> (accessed 17.02.2020).
- Bioökonomie BW (2019): Sustainable textiles. <https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/dossier/nachhaltige-textilien> (accessed 27.01.2020).
- Bioökonomie.de (2016): Food and beverage industry. <https://biooekonomie.de/en/branche/food-and-beverage-industry> (accessed 05.02.2020).
- Bioökonomie.de (2017): Bio-Dämmstoffe im Hausbau vorantreiben. <https://biooekonomie.de/nachrichten/bio-daemmstoffe-im-hausbau-vorantreiben> (accessed 27.01.2020).
- Bloomberg New Energy Finance (BNEF) (2011): Moving towards a next-generation ethanol economy report.
- Bloomberg New Energy Finance (BNEF) (2012): Bioproducts: Diversifying Farmers' income – How a bioproduct industry will affect EU27 agricultural sector.
- Bourguignon D. (2017): Bioeconomy - Challenges and opportunities.
- Build a biogas plant (n.d): Large scale biogas manufacturers. <https://www.build-a-biogas-plant.com/large-scale-biogas/> (accessed 26.02.2020).
- Chen L., de Haro Marti M., Moore A., Falen C. (2011): The composting process. <https://www.extension.uidaho.edu/publishing/pdf/CIS/CIS1179.pdf> (accessed 20.09.2019).
- Colangeli M., Morese M. M., Traverso L. (2016): Fostering sustainable feedstock production for advanced biofuels on underutilized land in Europe – D3.3 Final report on the sustainability assessment of the selected advanced bioenergy value chains in all of the case study sites.
- Collotta M., G. Tomasoni (2017): The economic sustainability of small-scale biogas plants in the Italian context - the case of the cover slab technology. *Agronomy Research* 15(2), 376-387.
- Colmorgen F., Khawaja C. (2019): Small-scale technology options for regional bioeconomies.
- Contreras S. (2015): Bio-based Products Are Always Better Than Fossil Fuel-based Products: Myth Or Not? <https://www.pre-sustainability.com/news/bio-based-products-are-always-good-myth-or-not> (accessed 17.02.2020).
- Crop energies (b.d.): Production processes. <http://www.cropenergies.com/en/Ethanol/Produktionsverfahren/> (accessed 04.02.2020).
- Curran M. A. (2010): Bio-based Materials. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, ISBN: 9780471238966. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, , 1-19, (2010).
- Daemwool (b.d.): Daemwool. <https://www.daemwool.at/de/daemstoff.html>(accessed 08.09.2019).
- Dees M., Datta P., Fitzgerald J., Verkerk H., Lindner M., Elbersen B., Schrijver R., Staritsky I., van Diepen K., Ramirez-Almeyda J., Monti A., Vis M., Glavonjic B. (2017): Roadmap for regional end-users on how to collect, process, store and maintain biomass supply data.
- ECN (b.d.): Treatment of bio-waste in Europe. <https://www.compostnetwork.info/policy/biowaste-in-europe/treatment-bio-waste-europe/>(accessed 20.01.2020).
- Ecologic Institute (2018): Bio-based products - from idea to market.

Edgar K. J. (2004): Cellulose Esters, Organic. In Encyclopedia of Polymer Science and Technology. John Wiley & Sons, Inc.

ETIP (b.d.) d: Oil crops for production of advanced biofuels. <http://www.etipbioenergy.eu/value-chains/feedstocks/agriculture/oil-crops> (accessed 04.02.2020).

ETIP Bioenergy (b.d.) a: Log wood - Definition and Properties. <http://www.etipbioenergy.eu/value-chains/feedstocks/forestry/log-wood> (accessed 03.02.2020).

ETIP Bioenergy (b.d.) b: Wood chips - Definition and Properties. <http://www.etipbioenergy.eu/value-chains/feedstocks/forestry/wood-chips> (accessed 03.02.2020).

ETIP Bioenergy (b.d.) c: Biomass CHP facilities.

ETIP Bioenergy (b.d.): Sustainable Feedstocks for Advanced Biofuels and Intermediate Bioenergy Carriers Production in Europe. <http://www.etipbioenergy.eu/everyone/biofuel-feedstocks> (accessed 10.02.2020).

EU Science Hub (2019): Food, feed, fibres, fuels. Enough biomass for a sustainable bioeconomy? <https://ec.europa.eu/jrc/en/news/food-feed-fibres-fuels-enough-biomass-sustainable-bioeconomy> (accessed 10.02.2020).

European Bioplastics (b.d.): Fact sheet - What are bioplastics?

European Central Bank (ECB) (2017): How does innovation lead to growth? <https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me-more/html/growth.en.html> (accessed 21.02.2020).

European Commission (EC) (2003): State Aid N 385/2002 – United Kingdom Support for Land Remediation. https://ec.europa.eu/competition/state_aid/cases/137376/137376_454889_40_2.pdf.

European Commission (EC) (2009): DIRECTIVE 2009/28/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.

European Commission (EC) (2018). A sustainable Bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment – Updated Bioeconomy Strategy. Directorate-General for Research and Innovation, European Commission. Brussels

European Commission (EC) (2019): Environmental impact assessments of innovative bio-based products. https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/environmental-impact-assessments-innovative-bio-based-products_en (accessed 17.02.2020).

European Commission (EC) (2019)a: Sustainability criteria for biofuels specified. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_19_1656 (accessed 17.02.2020).

European Commission (EC) (b.d.): Bio-based products. https://ec.europa.eu/growth/sectors/biotechnology/bio-based-products_en (accessed 05.02.2020).

European Economic and Social Committee (EESC) (2018): The bioeconomy – An essential economic factor and a prerequisite to achieve the SDGs. <https://www.eesc.europa.eu/en/news-media/news/bioeconomy-essential-economic-factor-and-prerequisite-achieve-sdgs> (accessed 25.02.2020).

Fabbri P., Viaggi D., Cavani F., Bertin L., Michetti M., Carnevale E., Ochoa J. V., Martinez G. A., Espoti M. D., Fischer P. K., Wydra S., Schwarz A., Marscheider-Weidemann F. (2018): Top emerging bio-based products, their properties and industrial applications.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (2013): Biomethane.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (2014): Bioplastics.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (2019): Bioplastics.

- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (b.d.): Nachwachsende Rohstoffe im Überblick. <https://www.fnr.de/nachwachsende-rohstoffe/nachwachsende-rohstoffe-im-ueberblick/> (accessed 10.02.2020).
- Farm Energy (2019): Used and Waste Oil and Grease for Biodiesel. <https://farm-energy.extension.org/used-and-waste-oil-and-grease-for-biodiesel/> (accessed 04.02.2020).
- Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV) (2012): Biorefineries Roadmap.
- Fehrenbach H., Köppen S., Kauertz B., Detzel A., Wellenreuther F., Breitmayer E., Essel R., Carus M., Kay S., Wern B., Baur, F., Bienge K., von Geibler J. (2017): Biomassekaskaden: Mehr Ressourceneffizienz durch Kaskadennutzung von Biomasse – von der Theorie zur Praxis.
- Fogarassy C., Horvath B., Magda R. (2017): Business model innovation as a tool to establish corporate sustainability. In: Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development 2/2017.
- Freudenreich B., Lüdeke-Freund F., Schaltegger S. (2019): A Stakeholder Theory Perspective on Business Models: Value Creation for Sustainability. *Journal of Business Ethics*.
- Fuentes-Saguar P., Mainar-Causapé A., Ferrari E. (2017): The Role of Bioeconomy Sectors and Natural Resources in EU Economies: A Social Accounting Matrix-Based Analysis Approach. *Sustainability*, 9 (12), 2383.
- Gerssen-Gondelach S. J., Saygin D., Wicke B., Patel M. K., & Faaij A. P. C. (2014). Competing uses of biomass: Assessment and comparison of the performance of bio-based heat, power, fuels and materials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 964-998.
- González-Sierra R. P., Arizmendiarieta J. S., Sánchez B. P., Irigoien Iriarte I., Duarte G. N. (2019): Community Composting: A Practical Guide for Local Management of Biowaste.
- Greengain (2015): Machines to produce woodchips from biomass of landscape conservation and maintenance work. <https://greengain.eu/2015/09/23/what-is-going-on-in-the-pool-2/> (accessed 03.02.2020).
- Griestop L., Graf (2019): Monitoring: Die Vermessung der Bioökonomie. <https://biooekonomie.de/monitoring-die-vermessung-der-biooekonomie> (accessed 13.02.2020).
- Hasenheit M., Gerdes H., Kiresiewa Z., Beekman V. (2016): Summary report on the social, economic and environmental impacts of the bioeconomy. Deliverable 2.2 of the BioSTEP project.
- Hoff H., Johnson F., Allen B., Biber-Freudenberger L., Förster J.J. (2018): Sustainable bio-resource pathways towards a fossil-free world: the European bioeconomy in a global development context.
- Howe M. (2018): management of Sports and Physical Education, Waltham Abbey Essex.
- Innovative Industry (2010): Types of Bioplastic. <http://www.innovativeindustry.net/types-of-bioplastic> (accessed 06.02.2020).
- InnProBio (2020): About bio-based products. <https://www.bio-basedconsultancy.com/en/about-bio-based> (accessed 10.02.2020).
- InnProBio (b.d.): Certification and ecolabels for bio-based products. <https://www.bio-basedconsultancy.com/en/about-bio-based/certification-and-ecolabels> (accessed 19.02.2020).
- Institute for Bioplastics and Biocomposites (IfBB) (2017): Biopolymers - facts and statistics.
- ISO (2014): Solid biofuels — Terminology, definitions and descriptions. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:16559:ed-1:v1:en> (accessed 03.02.2020).
- Jäkri Säkri (b.d.): About Särki. <https://www.jarkisarki.fi/about-sarki> (accessed 06.02.2020).

- Jalasjoki L. (2019): Bioeconomy promoting rural development in Europe. <https://www.bioeconomy.fi/bioeconomy-promoting-rural-development-in-europe/> (accessed 15.01.2020).
- Joint Research Centre (JRC): Food, feed, fibres, fuels. Enough biomass for a sustainable bioeconomy? https://ec.europa.eu/knowledge4policy/sites/know4pol/files/20190925_jrc_biomass_ri_days_final_publicy_0.pdf
- JRC (2018): Getting (some) numbers right –derived economic indicators for the bioeconomy. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC113252/jrc113252_eubce2018_proceedings_final_1.pdf.
- Kän H. (2018): Verpackungen aus biobasierten Kunststoffen - Beispiele aus dem Markt und Hintergründe.
- Karlsson N.P.E., Hoveskog M., Halila F., Mattsson M. (2018): Business modelling in farm-based biogas production: towards network-level business models and stakeholder business cases for sustainability. *Sustainability Science*, 14 (4), 1071–1090.
- Kofman P. D. (2007): The production of wood pellets. http://www.coford.ie/media/coford/content/publications/projectreports/cofordconnects/ccnpellet_production.pdf
- ŁUKASIEWICZ Research Network (b.d.): Thermoplastic starch (TPS). <http://en.www.ichp.pl/offers-thermoplastic-starch> (accessed 06.02.2020).
- Maastricht University (b.d.): Sustainability of Bio-based Materials. <https://www.maastrichtuniversity.nl/meta/371190/sustainability-bio-based-materials> (accessed 17.02.2020).
- Majer S., Wurster S., Moosmann D., Ladu L., Sumfleth B., Thrän D. (2018): Gaps and Research Demand for Sustainability Certification and Standardisation in a Sustainable Bio-Based Economy in the EU. *Sustainability*, 10(7), 2455.
- Mäkinen S., Halonen T. (2019): Roach and other cyprinid fish are an unexploited treasure in Finnish waters. <https://www.bioeconomy.fi/roach-and-other-cyprinid-fish-are-an-unexploited-treasure-in-finnish-waters/> (accessed 25.02.2020).
- Mathijs E., Brunori G., Carus M., Griffon M., Last L. (2015): Sustainable Agriculture, Forestry and Fisheries in the Bioeconomy -A Challenge for Europe.
- Ministry of the environment, climate protection and the energy sector (2019): The Baden-Wurttemberg government's sustainable bioeconomy strategy.
- Moilanen P., Halonen T., Purtonen H. (2019): The key to sustainable growth lies in the oceans. <https://www.bioeconomy.fi/the-key-to-sustainable-growth-lies-in-the-oceans/> (accessed 06.02.2020).
- Muneer F. (2015): Biocomposites from Natural Polymers and Fibers.
- Netherlands Institute for Packaging (KIDV) (2018): Factsheet: biodegradable plastic packaging materials.
- Nova Institut (2018): Succinic acid: New bio-based building block with a huge market and environmental potential? <http://news.bio-based.eu/succinic-acid-new-bio-based-building-block-with-a-huge-market-and-environmental-potential/> (accessed 03.02.2020).
- Nova Institute (2019): European Bioeconomy in Figures 2008 –2016.
- Osterwalder A. (2004): The Business Model Ontology: A proposition in a Design Science Approach: PhD Dissertation, University of Lausanne, 2004, pp. 169.

Practical Law (b.d.): Build-Own-Operate (BOO).

[https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/Browse/Home/PracticalLaw?transitionType=Default&contextData=\(sc.Default\)&comp=pluk](https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/Browse/Home/PracticalLaw?transitionType=Default&contextData=(sc.Default)&comp=pluk) (accessed 26.02.2020).

Prasad S. and Dhanya M. S. (2011): Air Quality and Biofuels, Environmental Impact of Biofuels.

Quarshie R., Carruthers J. (2014): Technology overview – Biocomposites.

Renewable Energy World (2014): How To Make Briquettes From Daily Wastes.

<https://www.renewableenergyworld.com/2014/08/06/how-to-make-briquettes-from-daily-wastes/#gref> (accessed 03.02.2020).

Robak K., Balcerek M. (2018): Review of Second-Generation Bioethanol Production from Residual Biomass. Food Technology and Biotechnology, 56(2).

Rogers J. N., Stokes B., Dunn J., Cai H., Wu M., Haq Z., Baumes H. (2016): An assessment of the potential products and economic and environmental impacts resulting from a billion ton bioeconomy. Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 11(1), 110–128.

Romeorim (b.d.): Thermosets vs. Thermoplastics. <https://romeorim.com/thermoset-vs-thermoplastics/> (accessed 06.02.2020).

Sachverständigenrat Bioökonomie Bayern (2017): Funktionale Verpackungen aus nachwachsenden Rohstoffen.

Scholwin F., Fritsche U. (2007): Beurteilung von Biogasanlagenparks im Vergleich zu Hof-Einzelanlagen.

SETIS (2016): The biomass approach to heating and cooling.

<https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-magazine/low-carbon-heating-cooling/biomass-approach-heating-and-cooling> (accessed 03.02.2020).

Sillanpää M., Ncibi C. (2017): A Sustainable Bioeconomy: The Green Industrial Revolution.

SINTEF (2016): Mobile Sealab – a hydrolysis factory in a container.

https://www.sintef.no/contentassets/75160257fa014b2aace4ecc1ff468c10/faktaark_mobile_sealab_2016.pdf (accessed 05.08.2019)

SINTEF (2018): Mobile Sealab. <https://www.sintef.no/en/all-laboratories/mobile-sealab/> (accessed 05.08.2019).

SINTEF (b.d.): Prosjekter og råmaterialer. <https://www.sintef.no/alle-laboratorier/mobile-sealab/prosjekter-og-ramaterialer/> (accessed 05.08.2019).

Spinnova (2019): Mail traffic.

Spinnova (b.d.): Technology. <https://spinnova.com/> (accessed 23.08.2019).

Stein K., Riel M., Tretter H., Höher M., Rutz D., Krizmanić M., Vrčec V., Šegon V., Jagarčec M., Bozhika-live V., Gluscevic M., Ščap S., Hafner P., Krajnc N. (2017): Guideline on financing options, contracts, ownership models and business models for bioenergy villages.

Stratan D. (2017): Success Factors of Sustainable Social Enterprises Through Circular Economy Perspective. Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development, 6(1), 17–23.3.

Strathclyde (b.d.): What is Bioethanol? http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/02-03/biofuels/what_bioethanol.htm (accessed 04.02.2020).

Sunko R., Sunki B., Rutz D., Mergner R., Doczekal C., Pukšec T., Jensen L., Redžić E., Gjorgjevski V., Bjelic I. (2015): Guidelines on improved business models and financing schemes of small renewable heating and cooling grids.

The Federal Ministry of Education and Research (BMBF) (2014): Bioökonomie in Deutschland - Chancen für eine biobasierte und nachhaltige Zukunft.

The Federal Ministry of Education and Research (BMBF) (b.d.): Bioökonomie – Biogene Ressourcen und biologisches Wissen für eine nachhaltige Wirtschaft. <https://www.bmbf.de/de/biooekonomie-neue-konzepte-zur-nutzung-natuerlicher-ressourcen-726.html> (accessed 20.02.2020).

The Food and Agriculture Organization (FAO) (1999):
<http://www.fao.org/wairdocs/tac/x5784e/x5784e05.htm>.

The Food and Agriculture Organization (FAO) (2014): Land use and irrigation - codes and definitions. www.fao.org/fileadmin/templates/ess/ess_test_folder/Definitions/LandUse_list.xls (accessed 14.02.2020).

The Food and Agriculture Organization (FAO) (2018): Assessing the contribution of bioeconomy to countries' economy - A brief review of national frameworks.

The Food and Agriculture Organization (FAO) (b.d.): Biocarburants et agriculture – un aperçu technique.

The Food and Agriculture Organization (FAO) b.d. a: Fish waste.
<http://www.fao.org/bioenergy/aquaticbiofuels/knowledge/fish-waste/en/> (accessed 06.02.2020).

Tiemann I., Breuer H., Fichter K., Lüdeke Freund F. (2018): Sustainability-oriented business model development: principles, criteria and tools. *International Journal of Entrepreneurial Venturing*, 10(2), 256.

Tripathi A. D. (2015): Statistical Optimization of Parameters Affecting Polyhydroxybutyrate(PHB) Recovery by Dispersion Method from *Alcaligenes* Cells and Its Characterization. *Journal of Bioprocessing & Biotechniques*, 5(7).

U.S. Department of Energy (2017): Putting the U.S. Bioeconomy to Work - Jobs & Economic Impact of a Billion-Ton Bioeconomy.

UNEP SETAC (2009): Guidelines for social life cycle assessment of products.

Vink Chemicals (b.d.): Cellulose ethers. <https://vink-chemicals.com/en/products/chemical-raw-materials/cellulose-ethers/>(accessed 06.02.2020).

Wells G. J., Stuart N., Furley P. A., Ryan C. M. (2018): Ecosystem service analysis in marginal agricultural lands: A case study in Belize. *Ecosystem Services*, 32, 70–77.

Whole Building Design Guide (WBDG) (2016): Biomass for Electricity Generation.
<https://www.wbdg.org/resources/biomass-electricity-generation> (accessed 03.02.2020).

World Economic Forum (WEF) (2010): The future of industrial biorefineries.

WWF 2013: SEARCHING FOR SUSTAINABILITY - Comparative Analysis of Certification Schemes for Biomass used for the Production of Biofuels.