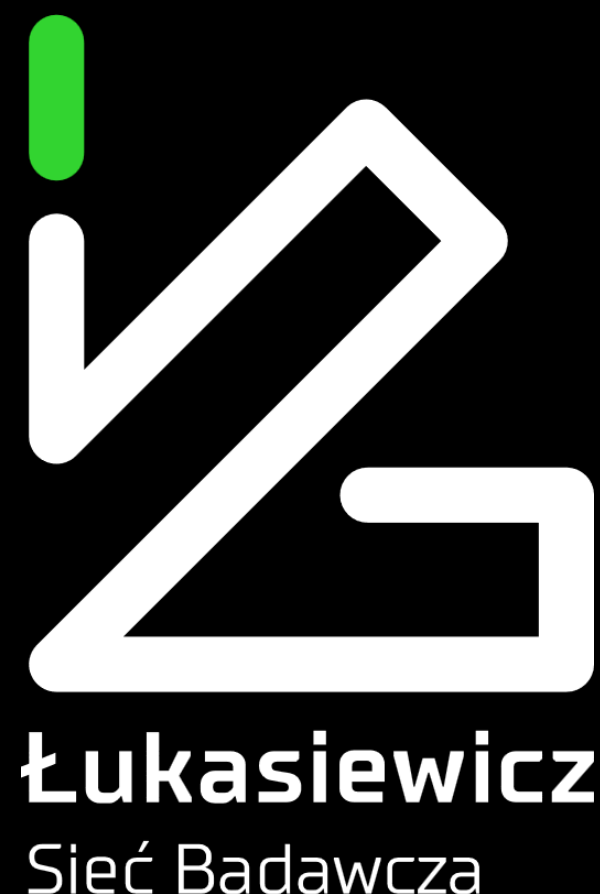


WEBINARIUM

DZIAŁANIA PROEKOLOGICZNE INSTYTUTU CERAMIKI I MATERIAŁÓW BUDOWLANÝCH WSPIERAJĄCE GOSPODARKĘ OBIEGU ZAMKNIĘTEGO



Działania proekologiczne Łukasiewicz - ICI MB wspierające Gospodarkę Obiegu Zamkniętego

dr Agnieszka Cygan

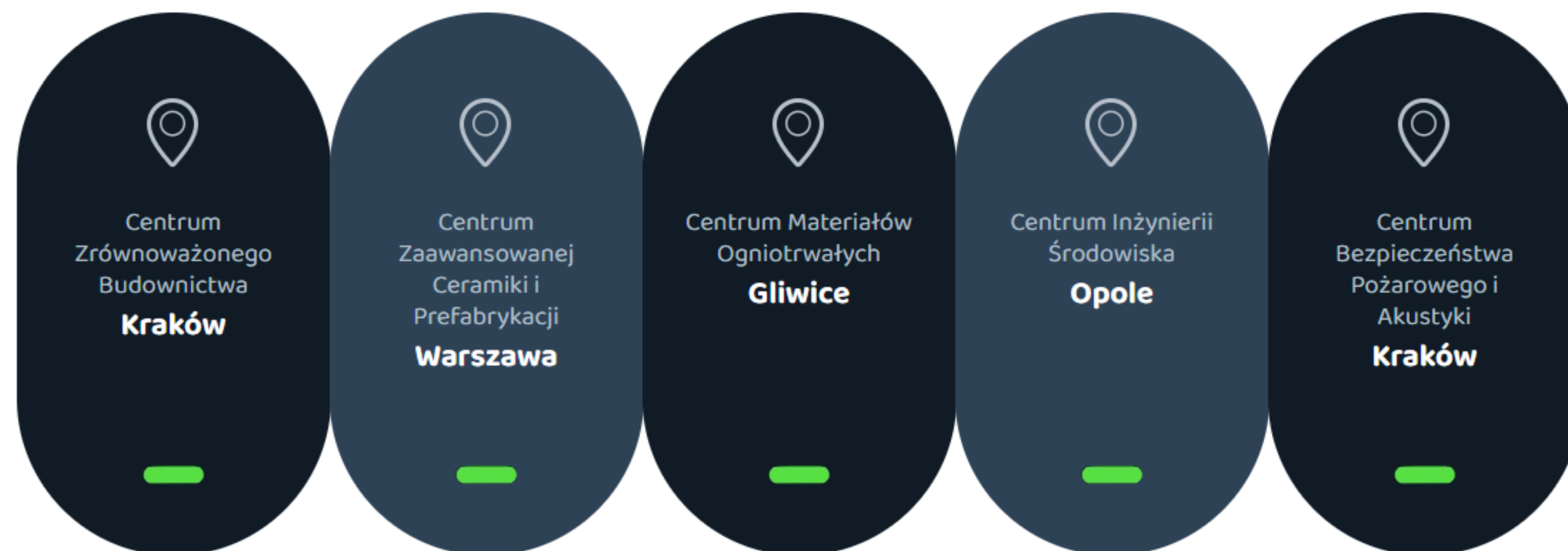
dr Joanna Poluszyńska

Webinarium IETU, 18.09.2025

Kim jesteśmy ? – Łukasiewicz – ICiMB



Łukasiewicz – ICiMB to instytut badawczy z pięcioma centrami specjalistycznymi, łączący naukę z przemysłem w obszarze materiałów, ceramiki i ochrony środowiska. Realizujemy projekty badawczo-rozwojowe, wspierające transformację w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym.



Definicja GOZ

Model ekonomiczny oparty na zrównoważonym zarządzaniu zasobami, minimalizacji odpadów oraz maksymalizacji ponownego wykorzystania surowców.

Kluczowe Zasady GOZ

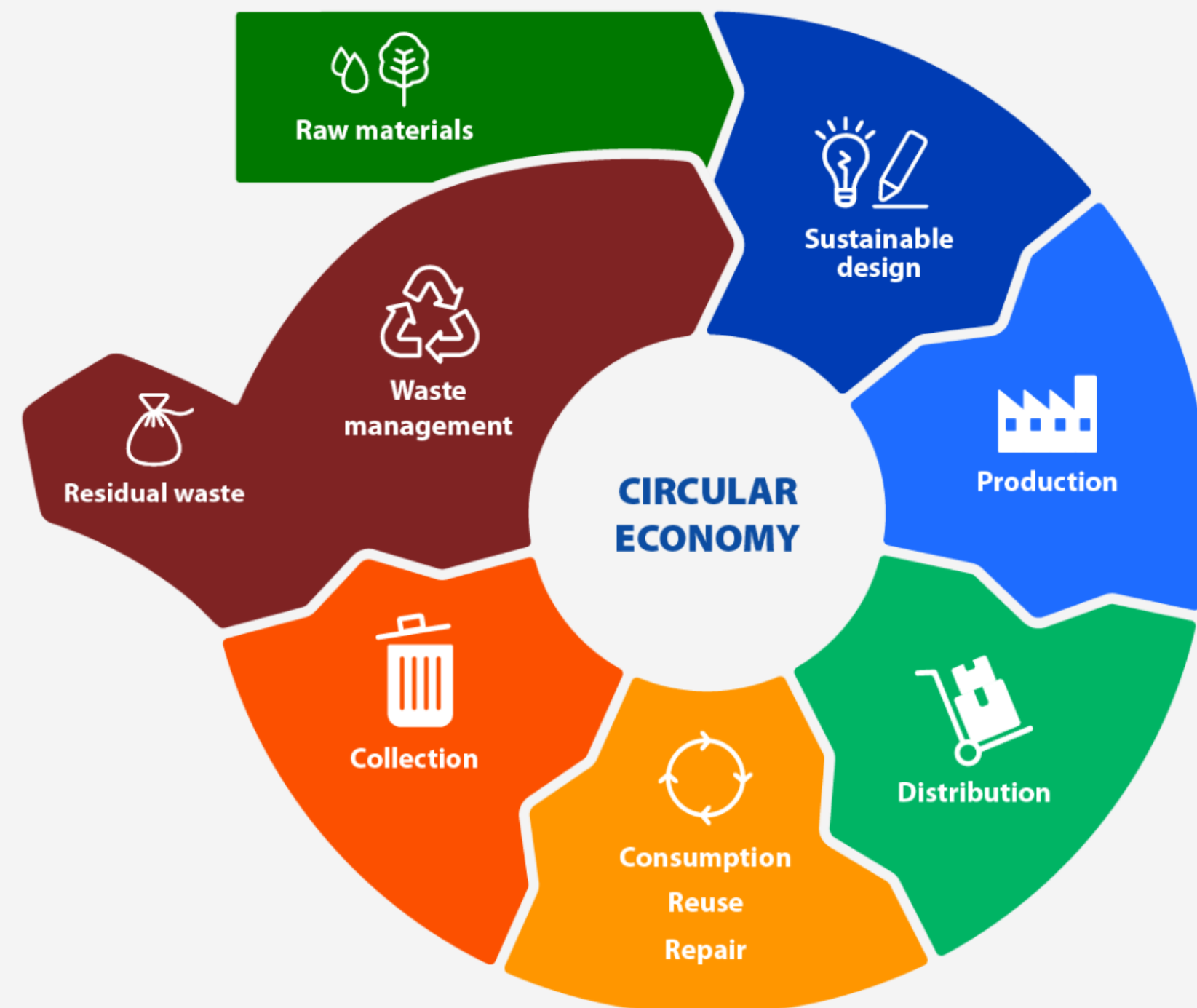


Cele GOZ

1. Zmniejszenie Odpadów
2. Oszczędność Surowców
3. Ochrona Środowiska
4. Zwiększenie Efektywności Ekonomicznej

GOZ = Zero waste

The circular economy model:
less raw material, less waste, fewer emissions



Source: European Parliament Research Service



Gospodarka o obiegu zamkniętym często jest określana jako **konceptcja zero waste**.

Oparta jest na modelu ekosystemów naturalnych:

- 🌱 W przyrodzie nie ma odpadów
- 🔄 Obieg zamknięty energii i materii
- ⚖️ Równowaga i wydajność
- 🏠 Systemowość

Różnica jest taka, że przyroda działa w pełni samoregulująco, a w GOZ musimy tę regulację „wymuszać” – technologiami, regulacjami prawnymi, decyzjami biznesu i konsumentów.

Dlaczego przechodzimy z modelu liniowego na cyrkularny?

Model liniowy („weź → wyprodukuj → zużyj → wyrzucić”)

- to model, w którym surowce są wydobywane, przetworzone na produkty, używane, a następnie wyrzucane jako odpady.
- W tym modelu nadal funkcjonuje około **92%** światowego przemysłu!
- Model liniowy powoduje degradację środowiska, wyczerpywanie surowców i wzrost ilości odpadów.

Model cyrkularny (GOZ „zmniejsz → użyj ponownie → recykling”)

- Produkty są projektowane tak, aby mogły być ponownie wykorzystane, naprawiane lub poddawane recyklingowi.
- **Zasada 6R (wcześniej 3R)** – **Refuse (odmawiaj/zrezygnuj)**, Reduce (redukuj), Reuse (używaj ponownie), Recycle (poddawaj recyklingowi), **Recover/Repair(naprawiaj)**, **Rethink (przemyśl)**.
- **Zasada ... R** - Refuse (odmawiaj/zrezygnuj), Reduce (zredukuj), Reuse/Resell (wykorzystaj ponownie), Recycle (poddawaj recyklingowi), Recover/Repair (napraw), Rethink (przemyśl), **Refurbish (wyremontuj)**, **Remanufacture (odnów)**, **Repurpose (przeznacz na inny cel)**, **Return (zwróć)**, **Rot (kompostuj)**...
- Tylko **8%** wdrożone globalnie



Źródło: <https://khangthanh.com/en/Other-news/OK-biobased-standard-everything-you-need-to-know-2908.html>

Elementy Gospodarki Obiegu Zamkniętego



Cele ilościowe UE w zakresie GOZ i klimatu

- ♻️ 65% recyklingu odpadów komunalnych do 2035 r.
- ⊘ Maks. 10% odpadów komunalnych na składowiskach do 2035 r.
- 🌐 Redukcja emisji CO₂ o min. 55% do 2030 r. (względem 1990)
- 🌱 Neutralność klimatyczna UE do 2050 r.
- 📋 Circular Economy Action Plan 2020 – projektowanie produktów w obiegu zamkniętym, ograniczenie odpadów, odzysk surowców krytycznych



Centra badawcze ICiMB – technologie przyszłości w obiegu zamkniętym



KRAKÓW

Centrum Zrównoważonego Budownictwa Zajmuje się badaniami i wdrożeniami materiałów budowlanych (betony, zaprawy, szkło), z naciskiem na gospodarkę obiegu zamkniętego, energooszczędne technologie i wykorzystywanie odpadów przemysłowych



WARSZAWA

Centrum Bezpieczeństwa Pożarowego i Akustyki Dąży do wdrażania energooszczędnych i przyjaznych środowisku technologii w budownictwie, m.in. w zakresie ochrony przeciwpożarowej i izolacji akustycznej



GLIWICE

Centrum Zaawansowanej Ceramiki i Prefabrykatów Opracowuje innowacyjne materiały ceramiczne i prefabrykaty (ceramika sanitarna, techniczna, beton komórkowy), z uwzględnieniem GOZ w odniesieniu do materiałów ceramicznych i betonów



OPOLE

Centrum Materiałów Ogniotrwałych Prowadzi prace badawczo-rozwojowe nad materiałami ceramicznymi do wysokich temperatur, w tym z wykorzystaniem surowców wtórnych, wspierając zasady gospodarki o obiegu zamkniętym



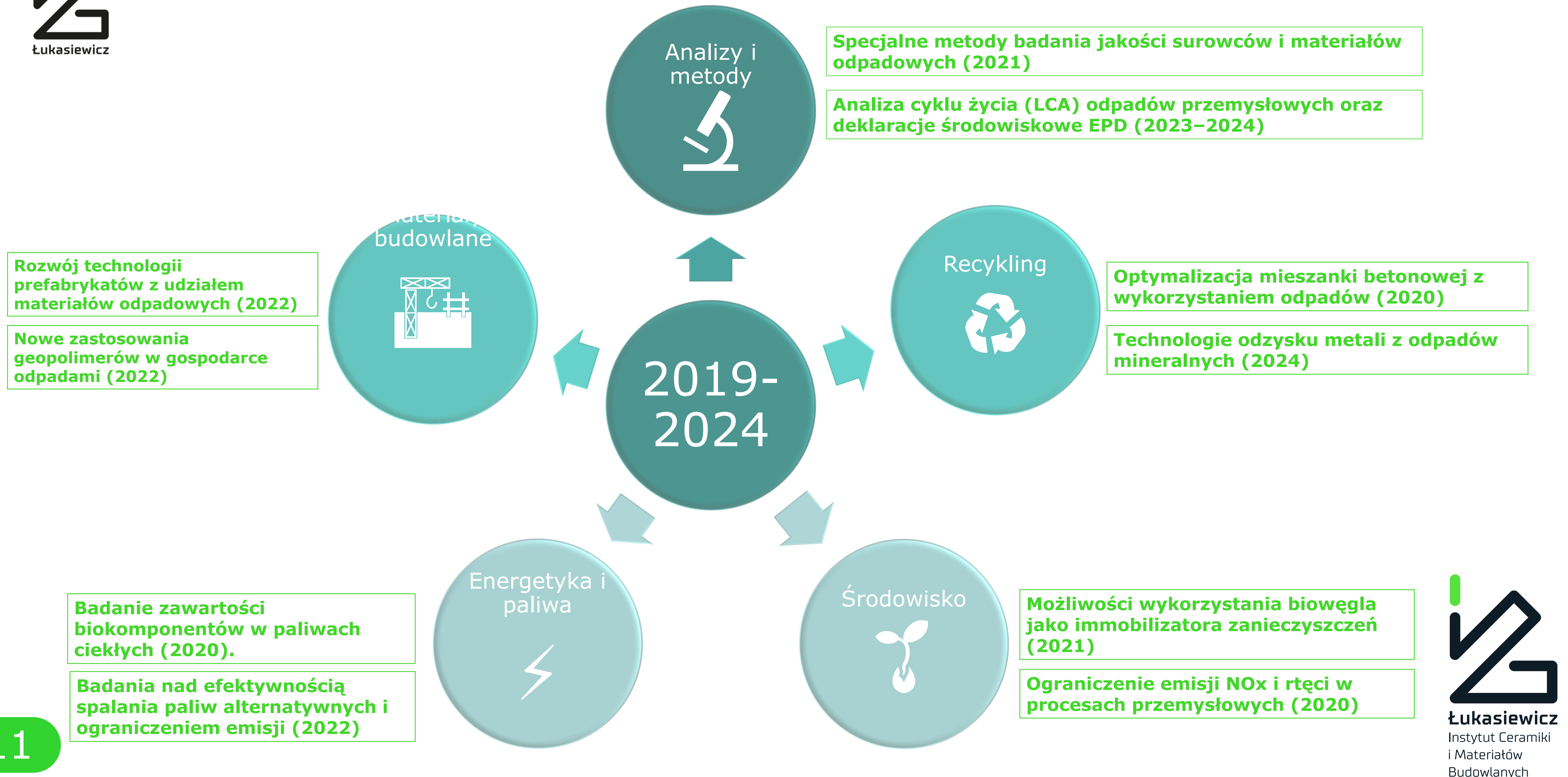
Centrum Inżynierii Środowiska Specjalizuje się w technologiach GOZ — tworzy prośrodowiskowe technologie wykorzystujące odpady jako surowce (np. w materiałach budowlanych), obniża energo- i materiałochłonność oraz minimalizuje emisje

Prace badawcze ICiMB wspierające GOZ 2011-2019

Ponad 500 projektów naukowych w ostatniej dekadzie – dziesiątki ukierunkowanych na GOZ



Prace badawcze Ł-ICiMB wspierające GOZ



 **RecyWaste** – mapa drogowa dla utraty statusu odpadu
Przekształcanie popiołów i żużli z energetyki w pełnoprawne produkty budowlane.

  **EkoKlin** – innowacyjne klinkiery cementowe o niskim śladzie węglowym
Redukcja emisji CO₂ w produkcji cementu.

 **AirC14** – metoda oznaczania zawartości substancji biogenych w gazach (¹⁴C)
Nowoczesne narzędzie do oceny śladu węglowego i udziału biomasy.

  **Glasskom** – zastosowanie surowców odpadowych w prefabrykacji betonowej
Odpady → nowe wyroby budowlane.

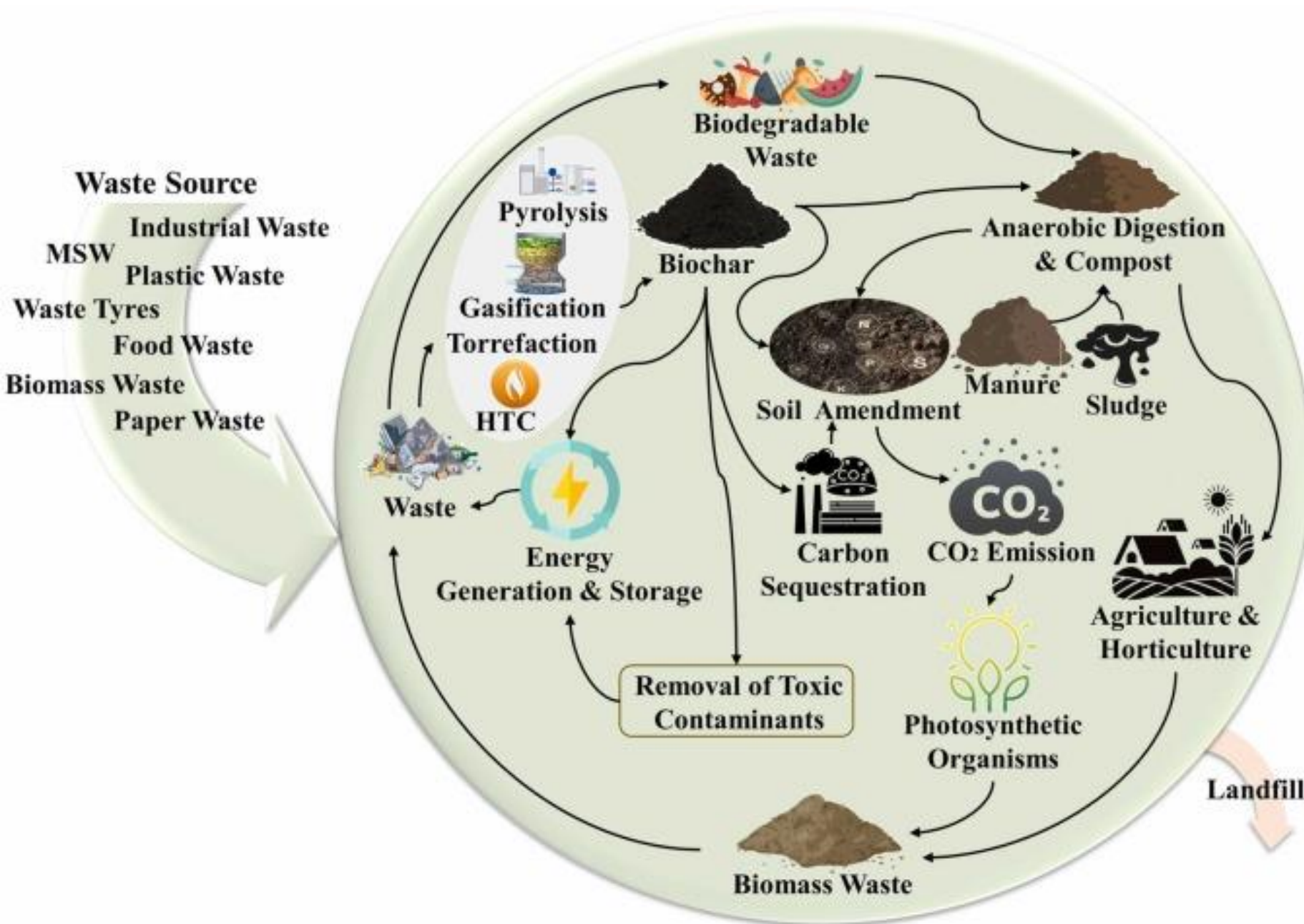


Biowęgiel w kontekście GOZ

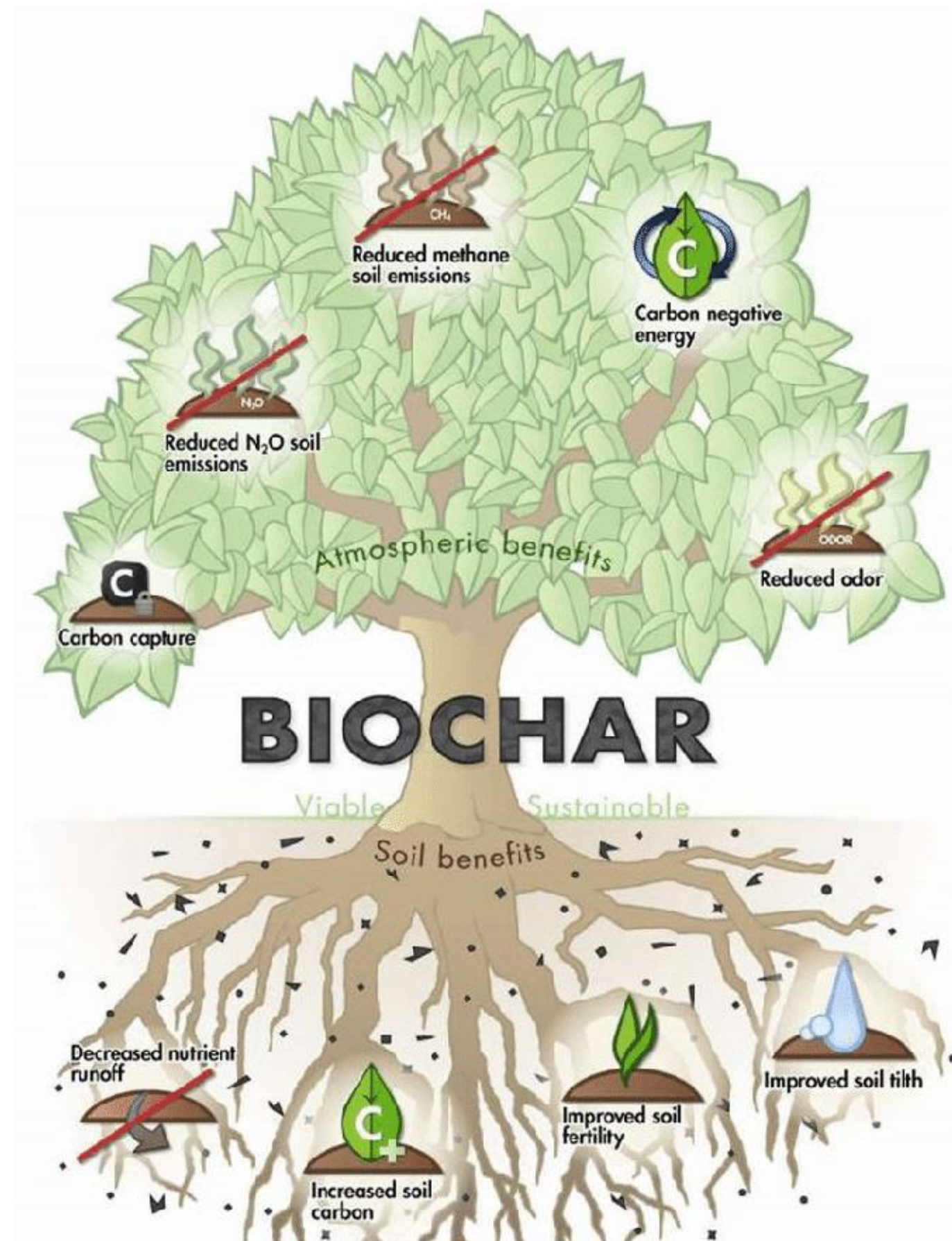
Biowęgiel jest produktem uzyskiwanym z biomasy poprzez proces pirolizy. Charakteryzuje się wysoką zawartością węgla oraz porowatą strukturą, co czyni go trwałym i efektywnym materiałem w różnych zastosowaniach.

Jak Biowęgiel Wpisuje się w GOZ?

- 🌱 Odpady → surowiec: biomasa (resztki roślinne, odpady rolnicze, drewno) przekształcana w wartościowy produkt dzięki pirolizie.
- ♻️ Nowy wartościowy produkt – trwały, użyteczny materiał zamiast odpadu.



Zastosowanie biowęgla



Wytwarzanie i zastosowanie biowęgla z biomasy i odpadów

Technologia produkcji środka poprawiającego własności gleb oraz nawozu organicznego i organiczno-mineralnego

🌱 **Efekty zastosowania** – poprawa jakości gleb, retencja wody i składników odżywczych, sekwestracja CO₂.

♻️ **Opis** – drobnoziarnisty materiał powstały w procesie pirolizy biomasy i odpadów organicznych.

⚙️ **Możliwości w Ł-ICiMB** – badania pirolizy, wytyczne technologiczne, określanie zastosowań biowęgla.

★ **Cechy/Zalety** – certyfikowane właściwości, stabilny skład, sorpcyjność, trwałość, bezpieczeństwo.

🏠 **Zastosowania** – rolnictwo, filtracja i sorbenty, materiały budowlane, kompostowanie, pasze, kosmetyki, biotworzywa



BiOrgano-Mineral

Pat.239674



Badania promieniotwórczości naturalnej odpadów przemysłowych i surowców odpadowych

- 🔬 Oznaczanie promieniotwórczości naturalnej (K-40, Ra-226, Th-232) w materiałach i odpadach budowlanych
- 🏢 □ Bezpieczeństwo materiałów – spełnianie wymagań rozporządzenia RM (2020)
- ♻️ Wykorzystanie odpadów hutniczych i energetycznych (popioły, żużle) jako składników materiałów budowlanych
- 📊 Rozszerzona ocena odpadów – możliwość badania także materiałów nieobjętych normami, aby zwiększyć ich potencjał w GOZ
- ✓ Akredytowana metoda – gwarancja wiarygodnych wyników.



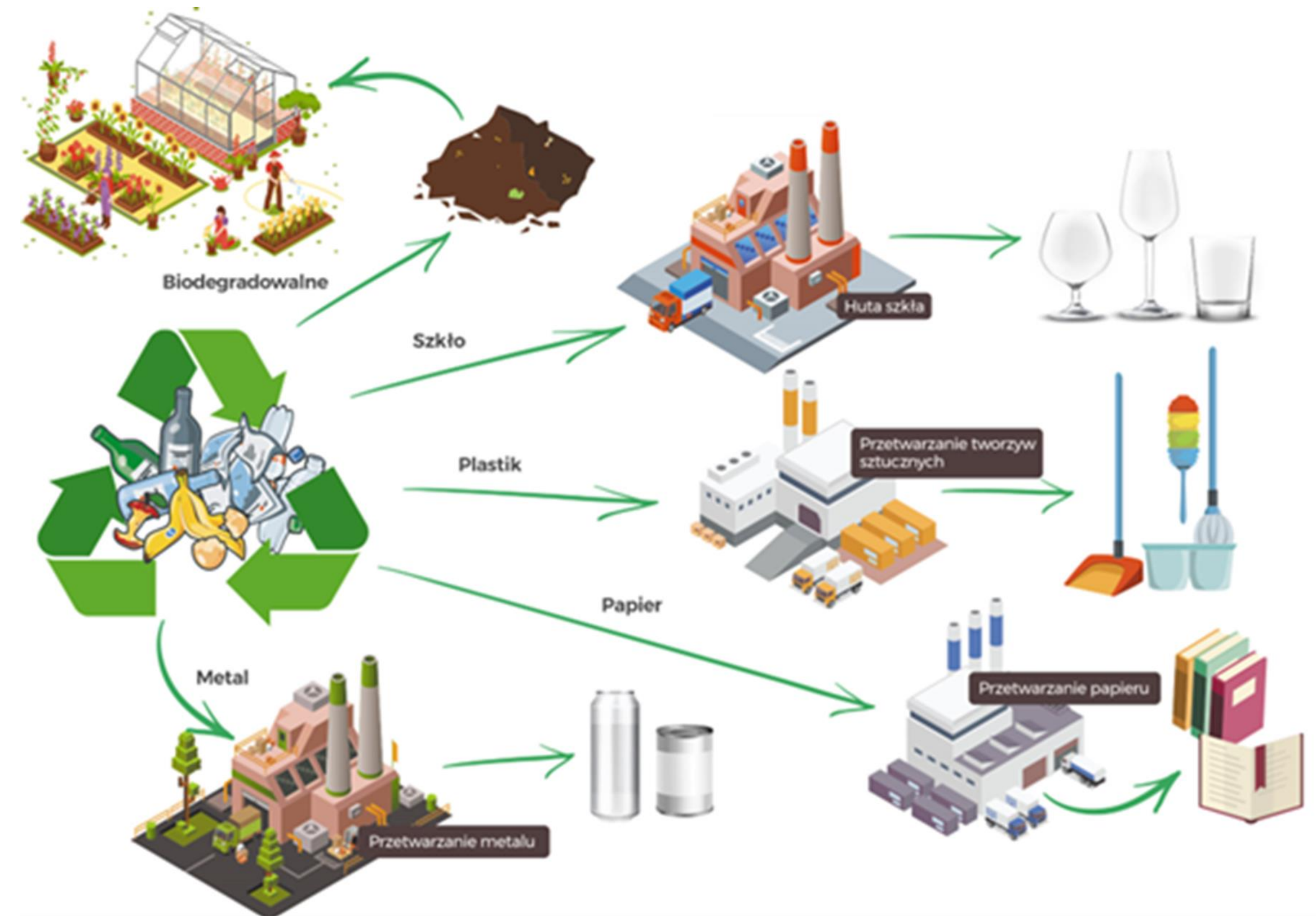
Utrata statusu odpadu a GOZ

Kiedy odpad przestaje być odpadem?

- Został poddany odzyskowi, w tym recyklingowi – czyli procesowi, który pozwala nadać mu użyteczne właściwości.
- Posiada konkretne zastosowanie – jest zdefiniowany rynek lub użytkownik końcowy.
- Spełnia wymagania techniczne i prawne dla danego zastosowania (np. normy PN-EN, aprobaty techniczne, wymogi branżowe).
- Nie stwarza negatywnego wpływu na środowisko ani zdrowie ludzi – musi być bezpieczny w całym cyklu życia.

Podstawa prawna:

- Dyrektywa 2008/98/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie odpadów – wprowadza pojęcie end-of-waste.
- Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r. (Dz.U. 2013 poz. 21 z późn. zm.) – art. 14–15 regulują kwestie utraty statusu odpadu w Polsce.
- Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska – określają szczegółowe wymagania dla niektórych strumieni (



<https://eko.inowroclaw.pl/cykl-zycia-odpadow/>

Utrata statusu odpadu a GOZ

Procedura w Polsce:

- Określenie rodzaju odpadu – wg katalogu odpadów (rozporządzenie 2020, kody np. 10 01 01 – popioły lotne).
- Przetwarzanie odpadu – np. piroliza, kruszenie, sortowanie, kompostowanie.
- Badania laboratoryjne – testy wymywalności, zawartości metali ciężkich, WWA, PCB itp.
- Ocena zgodności z normami – np. PN-EN 13242 dla kruszyw, PN-EN 450-1 dla popiołów lotnych.
- Opracowanie karty produktu / deklaracji właściwości użytkowych.
- Decyzja marszałka województwa (indywidualna) lub zastosowanie gotowych przepisów sektorowych.

Korzyści z utraty statusu odpadu

- Produkt przestaje być odpadem → nie podlega rygorom prawa odpadowego
- Łatwiejsze wprowadzenie na rynek (sprzedaż jako produkt, a nie jako odpad)
- Wyższa wartość rynkowa – np. popiół jako dodatek do cementu zamiast jako odpad do składowania.
- Wpisuje się w gospodarkę o obiegu zamkniętym (GOZ).

Przykłady

- Kompost z instalacji bioodpadów – po spełnieniu wymagań jakościowych stają się nawozami.
- Złom stalowy i aluminiowy – przetworzony i spełniający normy traci status odpadu.
- Popioły lotne – mogą zostać wykorzystane jako dodatek do betonu zgodnie z normą PN-EN 450-1.
- Destrukt asfaltowy – po badaniach i spełnieniu kryteriów może być stosowany jako pełnowartościowy materiał drogowy.

Materiały budowlane a GOZ

Obecnie branża materiałów budowlanych w bardzo dużym stopniu realizuje założenia Gospodarki Obiegu Zamkniętego



Stosowanie odpadów jako surowce wtórne (GOZ) do produkcji materiałów budowlanych, pozwala osiągnąć, oprócz korzyści technologicznych, także ekonomiczne i ekologiczne poprzez **możliwość redukcji emisji CO₂** do atmosfery.

Kolejną istotną kwestią w wykorzystaniu surowców wtórnych do produkcji materiałów budowlanych jest **zmniejszenie zużycia nieodnawialnych zasobów naturalnych** co wpisuje się w założenia **Zrównoważonej Gospodarki**.

Odpady z przemysłu hutniczego do produkcji cementów

Stosowanie cementów zawierających **granulowany żużel wielkopiecowy** to nie tylko **efekty ekologiczne i ekonomiczne**, ale także możliwość budowy **wielkogabarytowych konstrukcji budowlanych** ze względu na obniżone ciepło hydratacji i odpornych na różnego rodzaju media agresywne.



Uboczne produkty z odsiarczania spalin z przemysłu energetycznego do gipsowych materiałów budowlanych

Gips ekologiczny, czyli REA-gips - Gips syntetyczny ma zbliżone właściwości do gipsu naturalnego. Otrzymuje się go w procesie odsiarczania spalin powstających w zakładach energetycznych i ciepłowniczych. Stosowany na masową skalę w budownictwie. **REA-gips** to podstawowy surowiec do produkcji płyt, tynków, mas i wylewek, które zapewniają utrzymanie w pomieszczeniach dobrego dla człowieka mikroklimatu.



Odpady budowlane poddane odzyskowi, w tym recyklingowi do produkcji betonu

Przetworzony gruz betonowy, żelbetowy, asfaltowy, z ceramiki czerwonej i sanitarnej, nazywany kruszywem recyklingowym, ocenione są jako wartościowe materiały budowlane, które stanowić mogą substytut takich surowców naturalnych, jak: piasek, żwir czy wapień.

Wykorzystywane obecnie odpady budowlane

Beton oraz gruz betonowy z rozbiórek i remontów

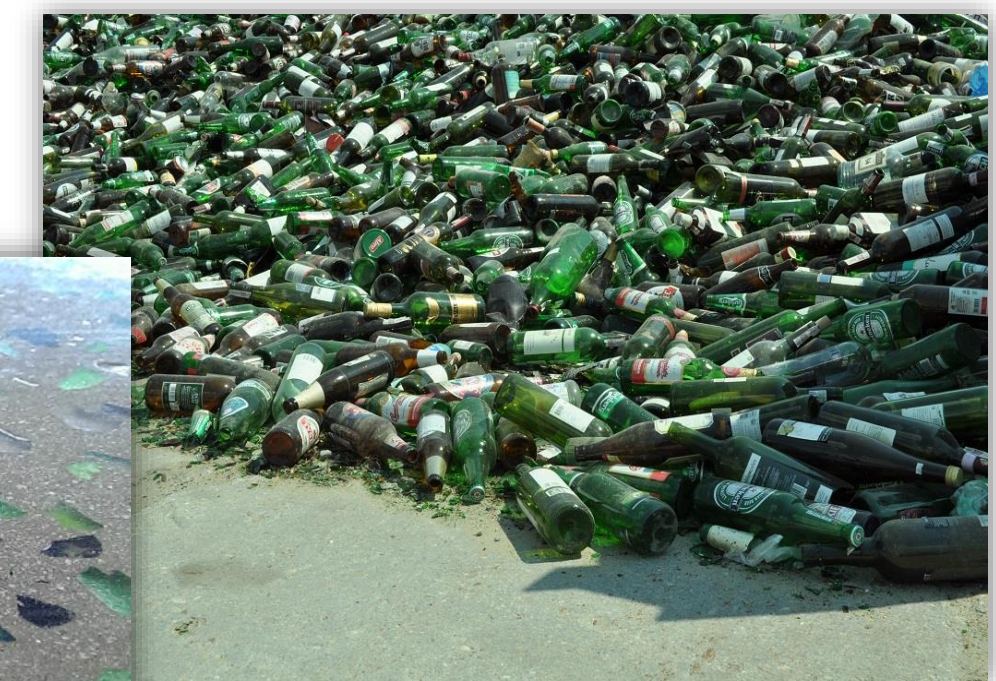
Gruz ceglany

Odpady innych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia

Szkło

Zagospodarowanie odpadów szklanych do produkcji betonów

Recykling stłuczki szklanej pozwala w branży materiałów budowlanych **ograniczyć zużycie surowców** (piasku, wapienia, etc.) oraz wody i energii. Tym samym obniżona zostaje także emisja zanieczyszczeń do atmosfery (**każda zebrana tona stłuczki to 220 kg CO₂ mniej** w powietrzu).



Kompleksowe analizy paliw stałych i odpadów pod kątem wykorzystania energetycznego lub innego sposobu zagospodarowania

Badania odpadów zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach.

- pobór i przygotowanie próbek do badań.
- wyznaczanie wilgoci, zawartość popiołu, części lotnych, substancji organicznej, itp.
- analizy instrumentalne np. ciepło spalania, skład elementarny CHNS, analizy zawartości jonów chlorkowych czy fluorkowych.
- w próbkach możliwe jest oznaczenie zawartości metali np. As, Cu, Mn, V, Cr i inne.
- analizę zawartości frakcji biomasy metodą radioizotopu węgla C14.



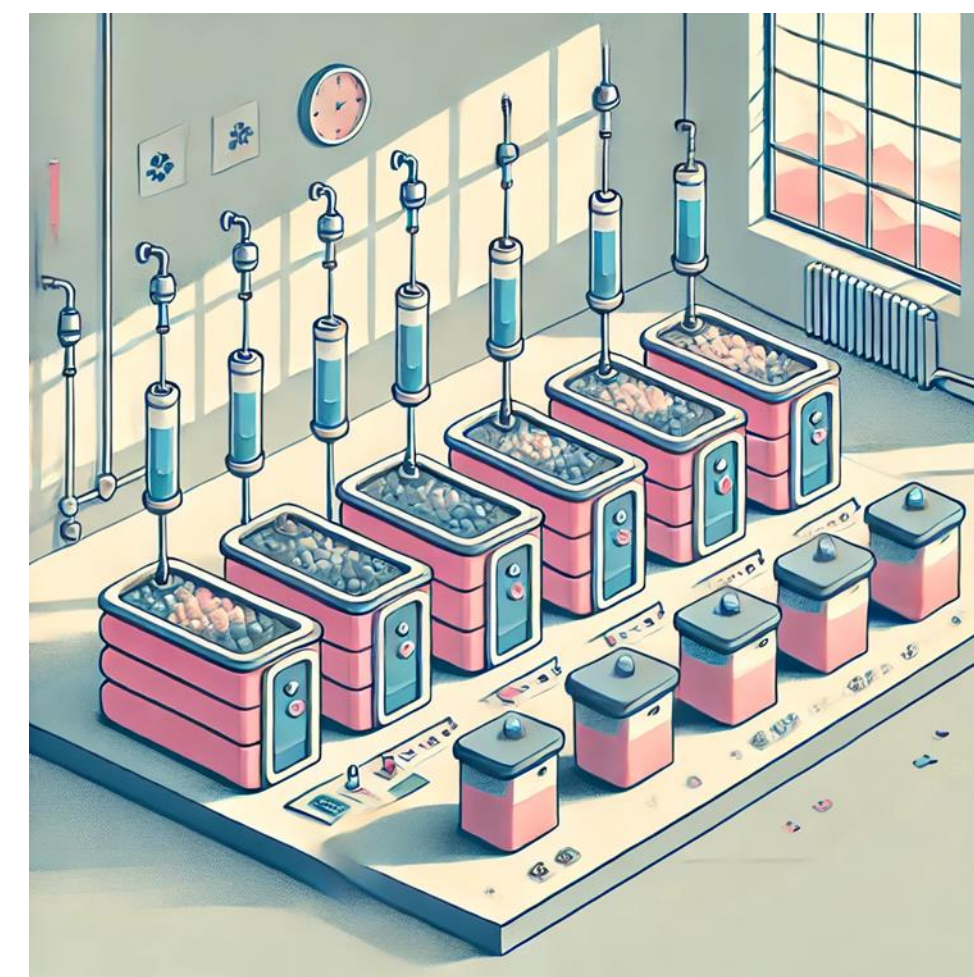
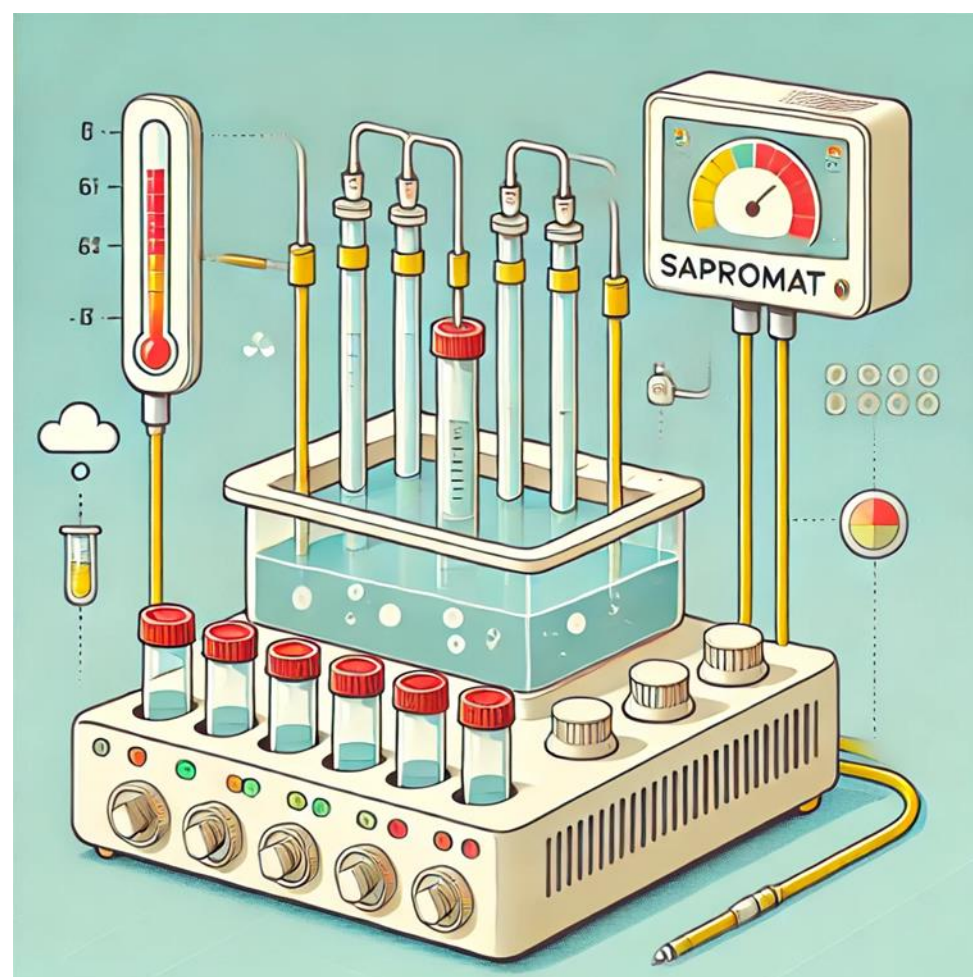
Unikalne kompetencje:

- ✓ Kompleksowa oferta dopasowana do potrzeb klienta
- ✓ Jedyne takie akredytowane laboratorium w Europie, które stosuje metody radioizotopowe ^{14}C w celu wyznaczania wskaźników emisji CO_2 biogenego
- ✓ Badania zgodne z nowymi europejskimi normami przedmiotowymi PN-EN ISO 21644:2021-07

Badania tworzyw sztucznych i materiałów opakowaniowych w zakresie: ok biodegradable, ok biobased

Badania dotyczące przydatności materiałów do odzysku zgodnie z normą PN-EN 13432:2002 - Wymagania dotyczące opakowań przydatnych do odzysku przez kompostowanie i biodegradację.

Badania obejmują oznaczanie zawartości metali takich jak: Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Mo, Se, As, Hg. W skład badań wchodzi również oznaczenie zawartości fluoru, substancji organicznej, a także testy ekotoksyczności oraz badania kompostowalności. Grupa Badawcza Monitorowanie Środowiska wykonuje również ocenę stopnia biodegradowalności produktu, a także analizy: zawartość węgla organicznego, zawartość jonów np. chlorkowych i fluorkowych.



Raport śladu węglowego dla całego przedsiębiorstwa i produktu

Ślad węglowy to całkowita emisja gazów cieplarnianych związana z działalnością organizacji, produktu lub usługi, wyrażona jako ekwiwalent CO₂. Oblicza się go na podstawie analizy cyklu życia (LCA).



Raportowanie śladu węglowego to dla firm sposób na zebranie ważnych informacji w celu:

- zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych
- identyfikacji możliwości redukcji kosztów,
- wykazywania odpowiedzialności środowiskowej i korporacyjnej,
- spełniania wymagań klientów w zakresie informacji na temat śladu węglowego produktów,



Deklaracja środowiskowa produktu

Narzędzie określające wpływ danego produktu na środowisko naturalne.



Deklaracje EPD są świadectwem oceny oddziaływania produktu na środowisko na poszczególnych etapach jego cyklu życia: od pozyskania materiałów, poprzez produkcję, transport, montaż, użytkowanie, aż do utylizacji i recyklingu.

Deklaracje środowiskowe typu III EPD są tworzone w oparciu o normy:

- ✓ PN-EN ISO 14025 Etykiety i deklaracje środowiskowe. Deklaracje środowiskowe typu III. Zasady i procedury
- ✓ PN-EN 15804+A2 Zrównoważenie robót budowlanych - Deklaracje środowiskowe wyrobu - Podstawowe zasady kategoryzacji wyrobów budowlanych

- Przedsiębiorca posiadający deklaracje środowiskowe III typu EPD na swoje wyroby informuje rynek, że jego firma jest odpowiedzialna i proekologiczna.

Wytwarzanie wodoru z odpadów

Technologia niskoenergetycznego pozyskiwania wodoru z wody z wykorzystaniem odpadów przemysłowych H2Ash.

Technologia polega na generacji wodoru z pyłów i żużla ze spalarni odpadów komunalnych



Patenty i innowacje wspierające GOZ



- ✓ Pat.240508 – Zestaw surowcowy do wytwarzania klinkieru portlandzkiego
- ✓ Pat.239674 – Zastosowanie popiołów lotnych ze spalania biomasy w kotłach, fluidalnych energetyki zawodowej do unieszkodliwienia osadów ściekowych
- ✓ Pat.239945 – Sposób oczyszczania ścieków przemysłowych
- ✓ Pat.236905 – Sposób weryfikacji właściwości składu zapraw wiążących materiały ogniotrwałe ceramiczne formowanePat.236421 – Sposób wykorzystania osadów ściekowych i odpadów mineralnych
- ✓ Pat.234821 – Bioreaktor do stabilizacji tlenowej odpadów z odzyskiem ciepła
- ✓ Pat.236421 – Sposób wykorzystania osadów ściekowych i odpadów komunalnych do wypalania mineralnych materiałów w piecach obrotowych
- ✓ Pat.230449 – Sposób utylizacji wysokokrzemionkowych odpadów przemysłowych w technologii wytwarzania krystobalitu

Podsumowanie



- ✓ Ł-ICiMB od ponad dekady konsekwentnie rozwija innowacyjne rozwiązania dla GOZ
- ✓ Nasze badania obejmują cały cykl: od odpadu – przez technologię – do produktu
- ✓ Tworzymy nowoczesne metody, materiały i narzędzia, które wspierają gospodarkę o obiegu zamkniętym i transformację energetyczną
- ✓ Współpracujemy z przemysłem, nauką i administracją, odpowiadając na aktualne wyzwania UE
- ✓ Ł-ICiMB to partner, który łączy naukę i praktykę dla zrównoważonej przyszłości

Dziękuję za uwagę

dr Agnieszka Cygan

Główny specjalista w pionie badawczym

p.o. Lidera Grupy Badawczej Zaawansowane Materiały i Recykling

Centrum Inżynierii Środowiska w Opolu

agnieszka.cygan@icimb.lukasiewicz.gov.pl

+48 603 977 835

