

# ENERGIA I KLIMAT

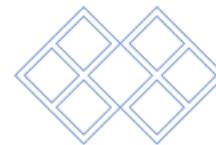
a Gospodarka Obiegu Zamkniętego

Polski szlak ...?

**Tomasz Szczygielski**



Centrum Inżynierii  
Minerałów Antropogenicznych



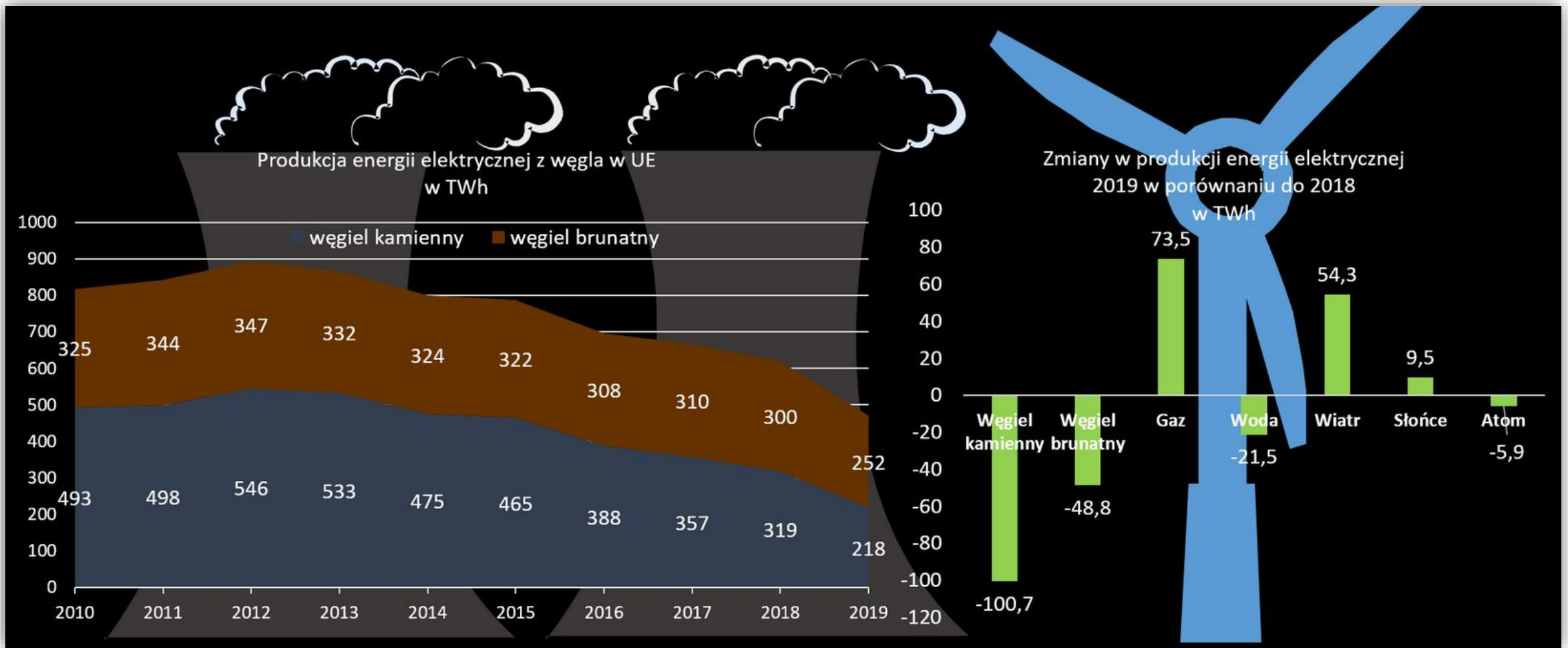
**Instytut Badań  
Stosowanych**

POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ SP. Z O.O.



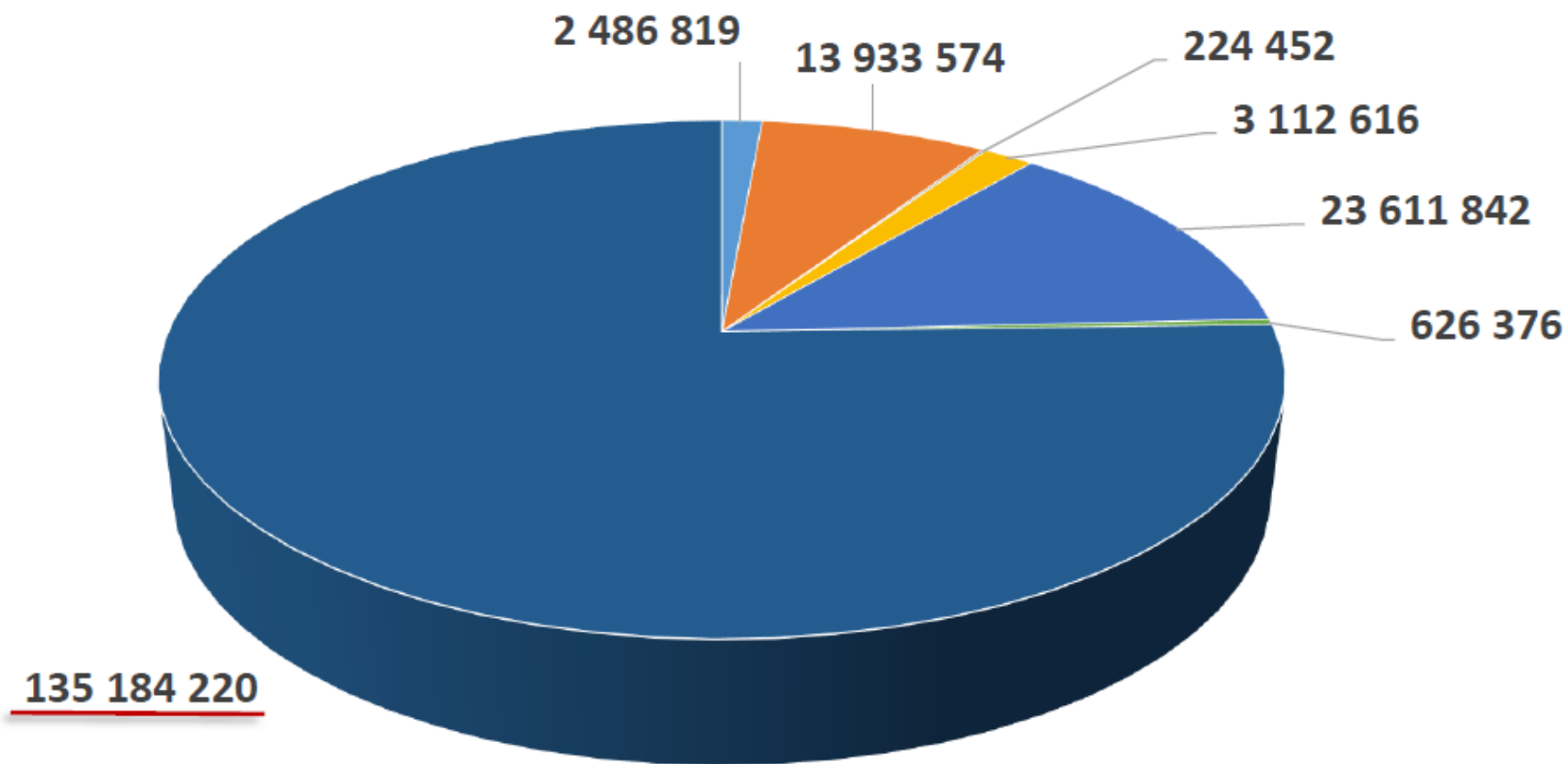
Warszawa • 06.02.2020

# ZMIANY W PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ W UE



Dane: Sandbag, Agora Energiewende Luty 2020 e.

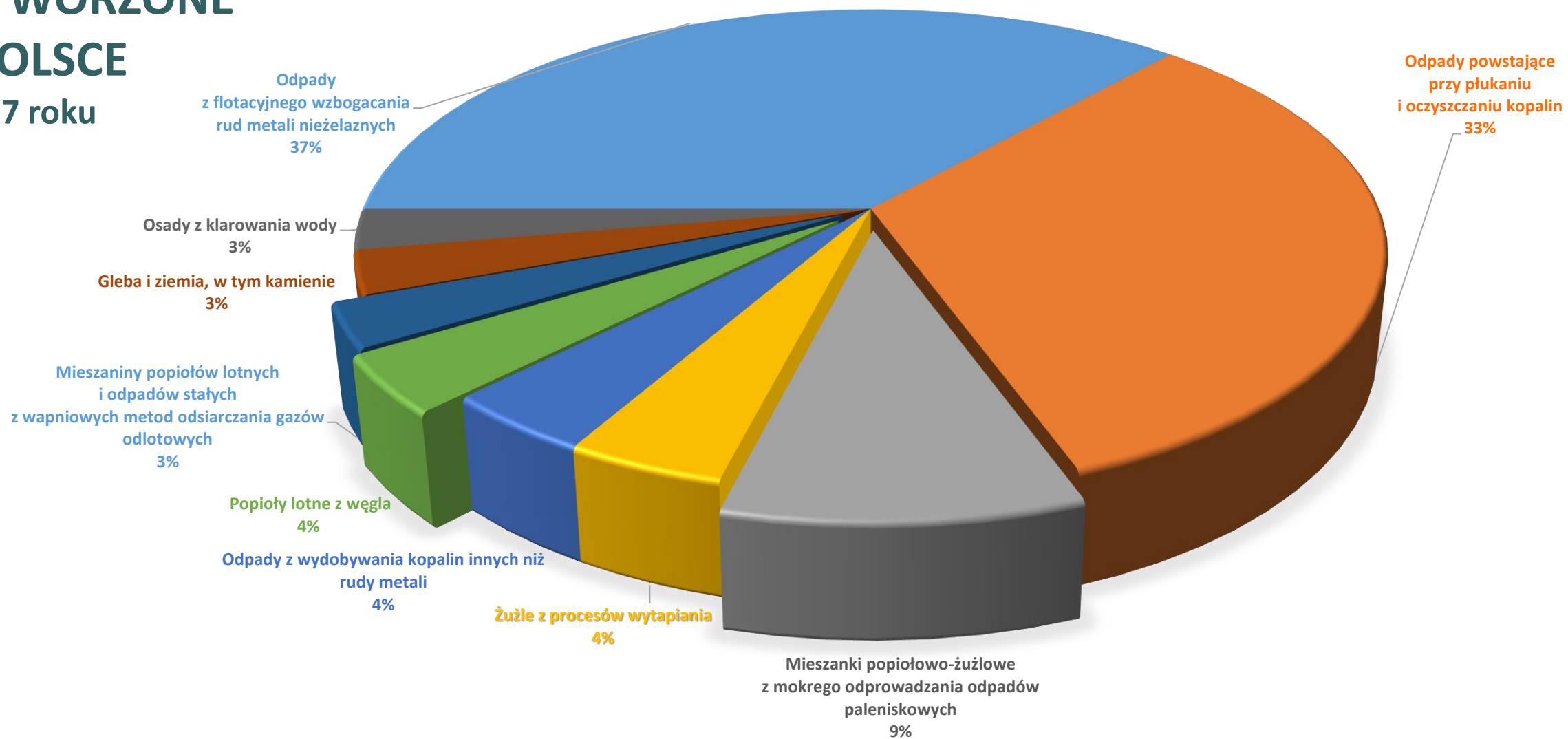
# ILOŚĆ ODPADÓW WYTWORZONYCH W POLSCE wg rodzaju (t)



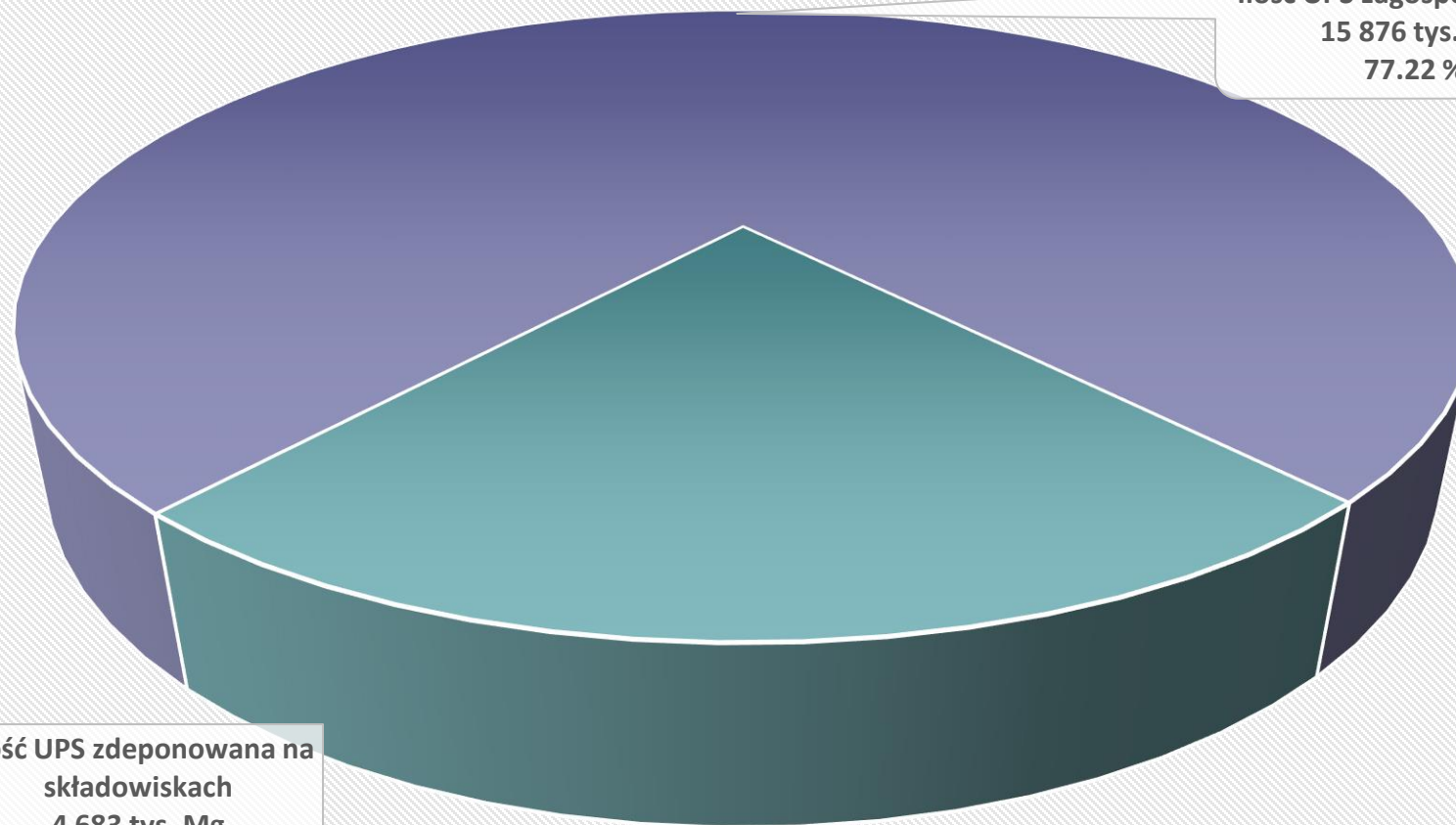
- chemiczne i medyczne
- zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny
- odpady komunalne
- odpady mineralne
- nadające się do recyklingu
- odpady z produkcji żywności
- osady ogólne

Źródło: dane Eurostat

# ODPADY PRZEMYSŁOWE WYTWORZONE W POLSCE w 2017 roku



# PRODUKCJA UPS W POLSCE

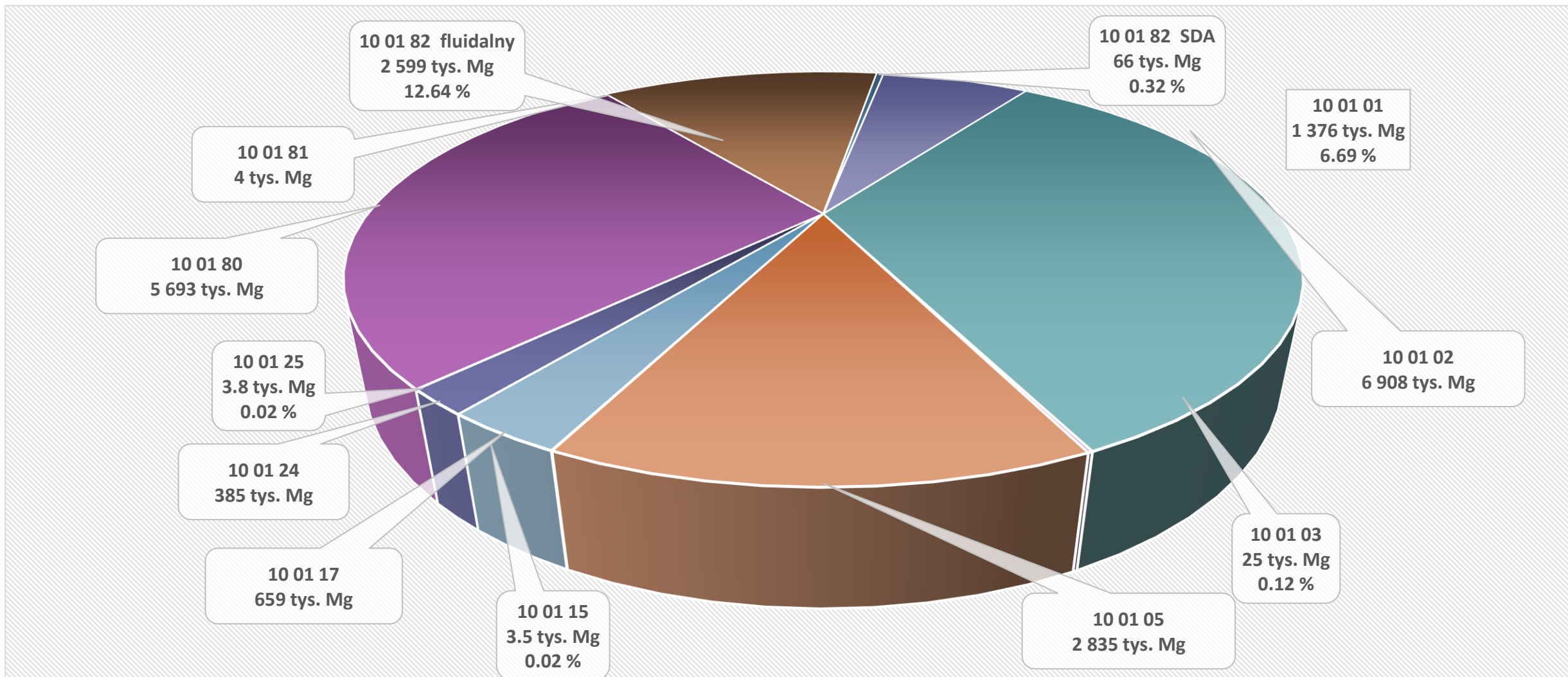


Ilość UPS zagospodarowana  
15 876 tys. Mg  
77.22 %

Ilość UPS zdeponowana na  
składowiskach  
4 683 tys. Mg  
22.78 %

**IŁOŚĆ WYTWORZONYCH UPS 20 561 000 Mg**

# STRUKTURA WYTWARZANYCH UPS



### ✓ Surowce naturalne

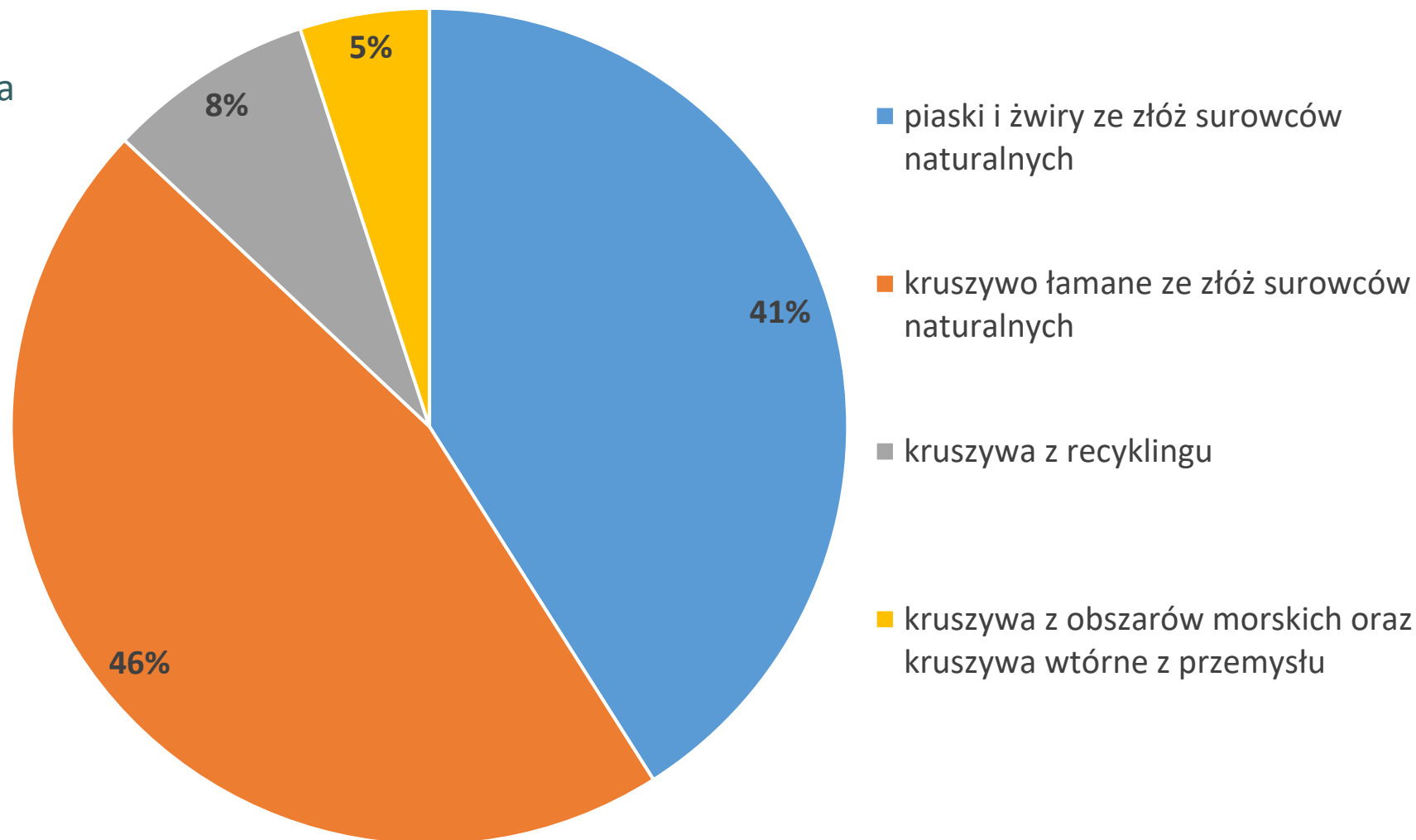
– zaspokajają zapotrzebowania na materiały do budownictwa, w **87%**

### ✓ Kruszywa wtórne

– pochodzące z przemysłu stanowią jedynie **5%** udziału

### ✓ Kruszywa z recyklingu

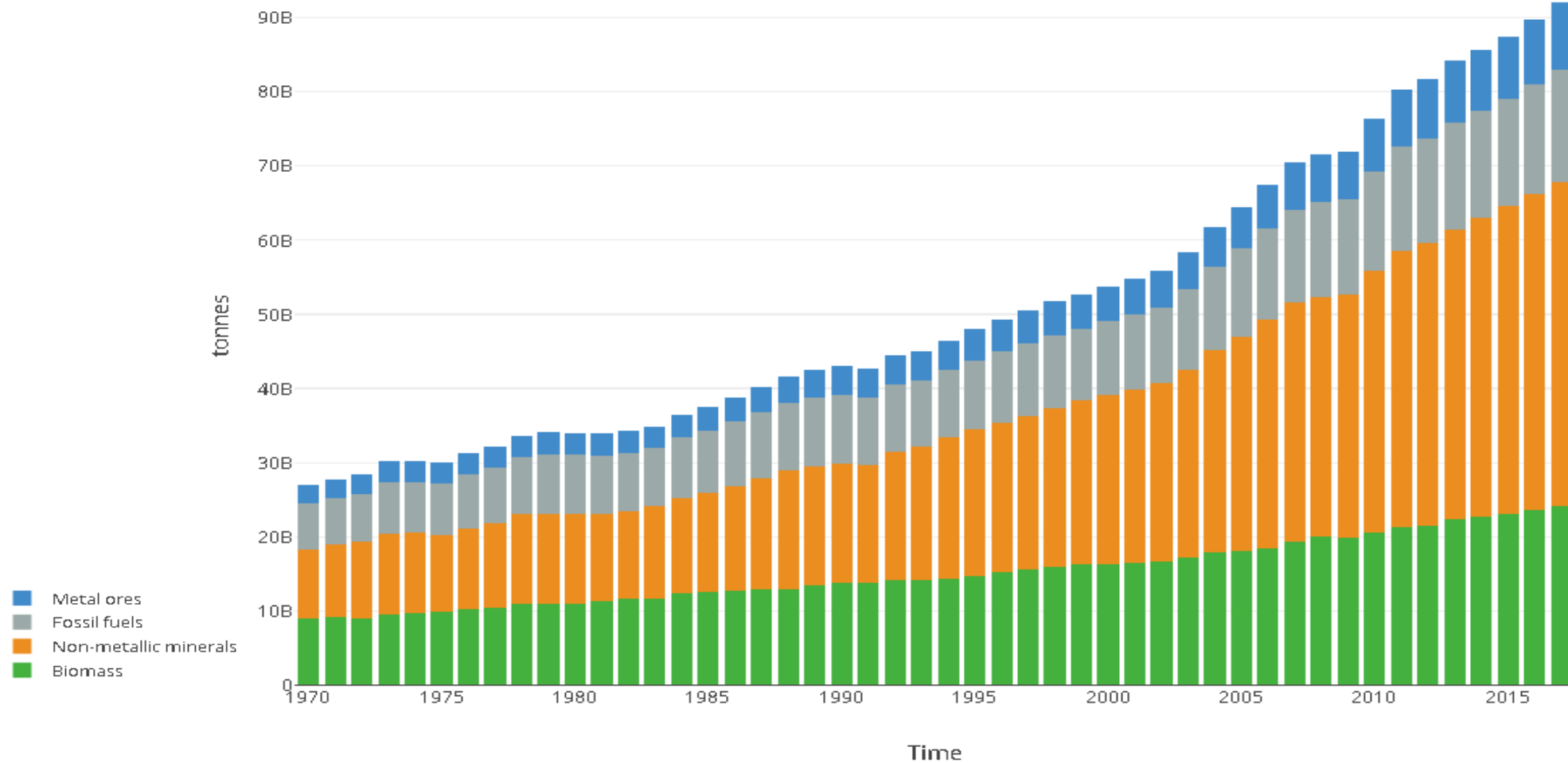
– to jedynie **8%**



Źródła surowców wykorzystywanych do budownictwa w krajach **Europy**

Źródło: UEPG (European Association of Aggregates Producers)  
2015-2016

# Wzrost wydobywania na świecie 1970-2017







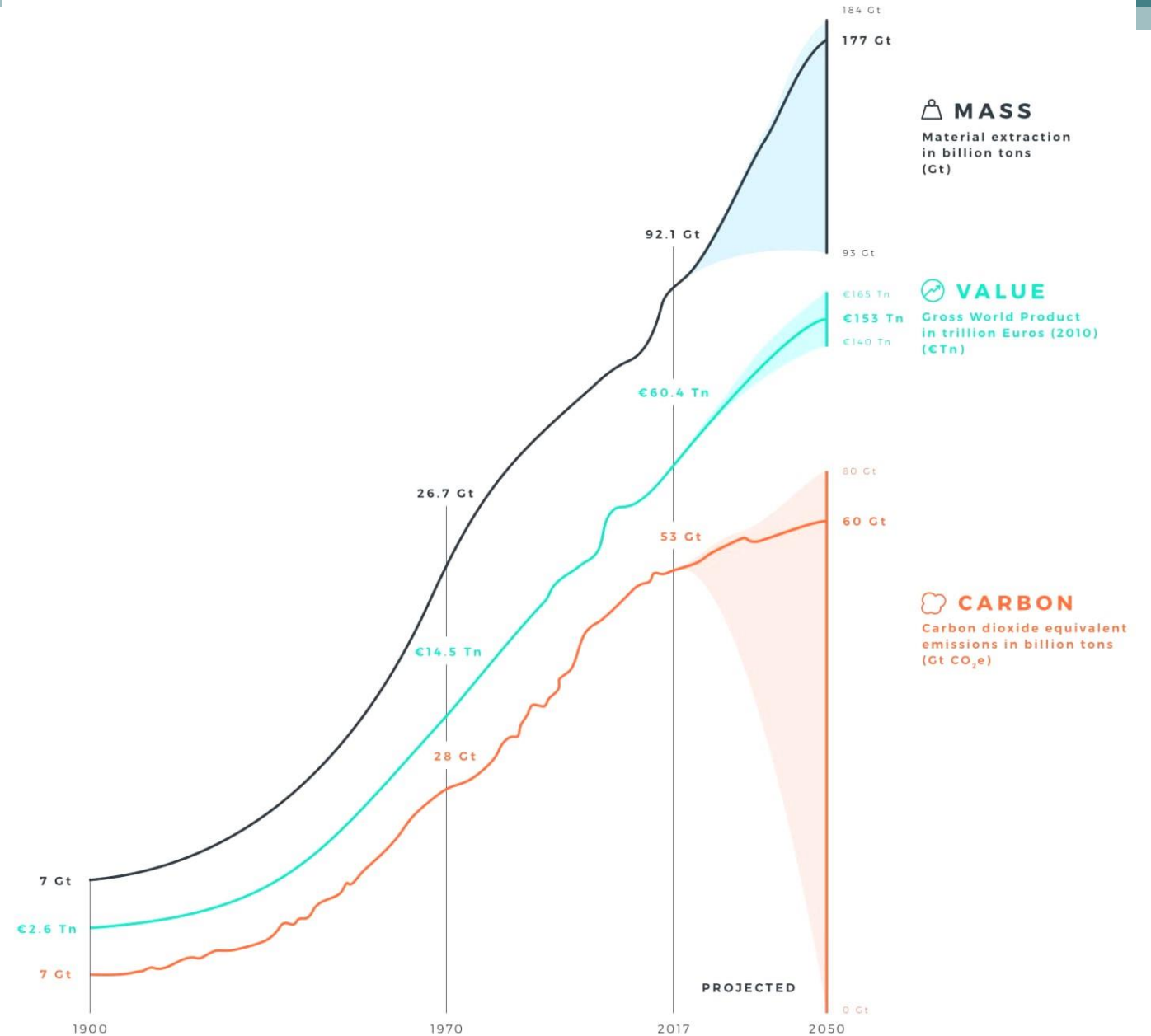
THE  
**CIRCULARITY**  
**GAP** REPORT  
2019

Closing the Circularity Gap  
in a 9% World



# 1900-2050

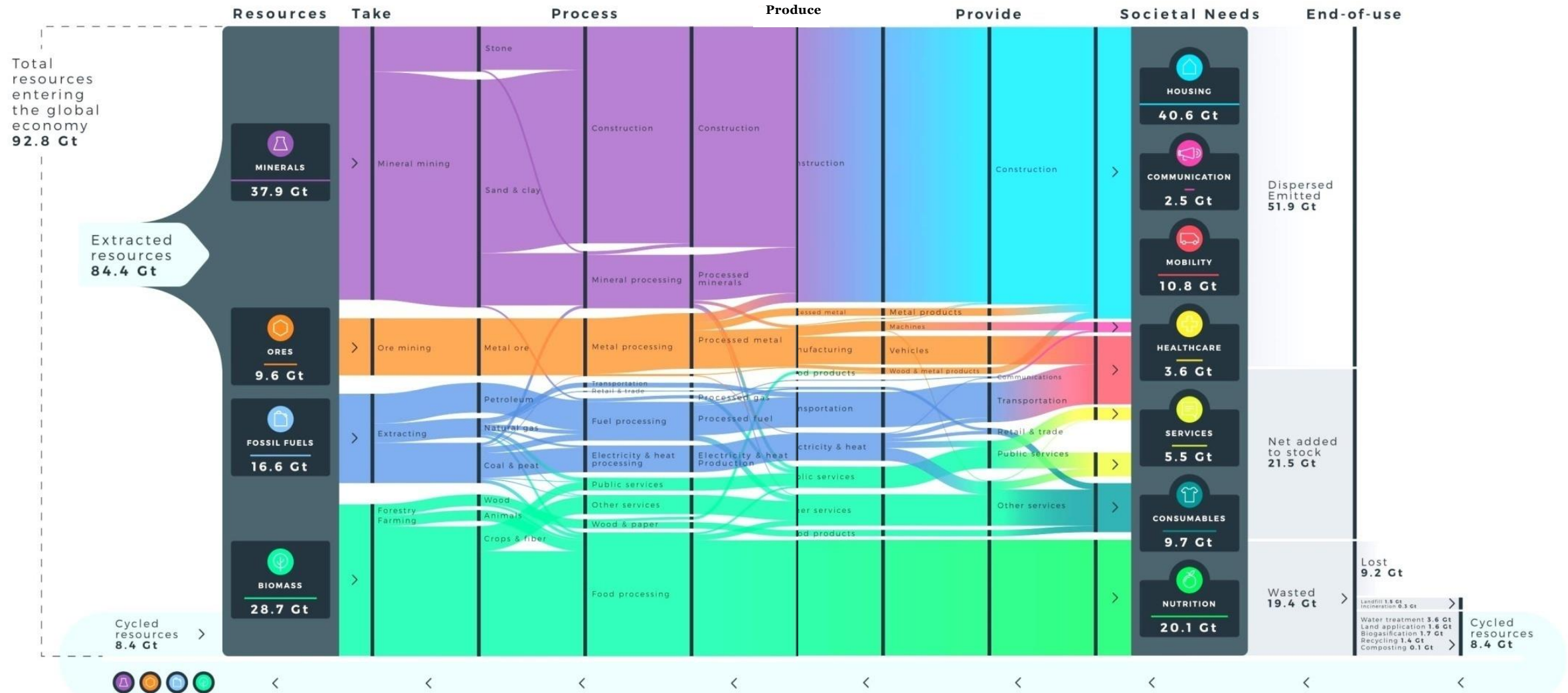
Dynamika wydobycia kopalin (Mass)  
Tworzenie wartości finansowej (Value)  
Emisja gazów cieplarnianych (Carbon)  
od 1900 to 2017 i projekcja do 2050.

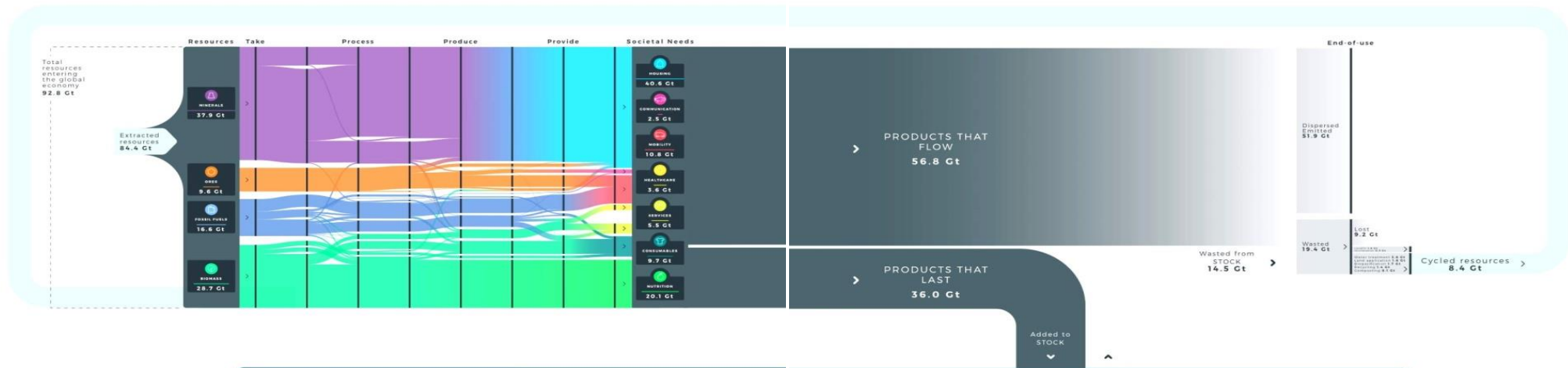


Źródło: Ellen MacArthur Foundation.  
The Circularity Gap Report - 2019

# GLOBALNY ŚLAD MATERIAŁOWY

...spełniając podstawowe potrzeby społeczne!





## MASS: THE IMPORTANCE OF STOCKS: FROM THROUGHPUT TO BETTER USE OF WHAT WE HAVE

The figure shows the global material footprint presented before in relation (and sized to) the materials stocks in our economy. It shows clearly that the material stocks that have accumulated in

Figure 3 shows the yearly material flows and accumulated material stocks in our economy.

our economy account for almost 10 times more material compared to the annual throughput. The annual throughput was 92.8 Gt while the accumulated material stocks account for 890 Gt. Of these materials entering the global economy every year, the majority (56.8 billion tonnes) are being used by society as short-lived Products that Flow<sup>14</sup>, reaching their end-of-use typically within a year. The remaining 36.0 billion tonnes of materials mentioned earlier, enter into long-term stock<sup>15</sup>, referred to as Products

that Last.<sup>16</sup> These products that last come mainly in the form of capital equipment, buildings and infrastructure. The figure shows that the amount of materials added to stock (36.0 Gt) is significantly higher than the amount wasted from stock (14.5 Gt)<sup>15</sup> (for example as demolition material, or metal from discarded machines and cars). The net result is a significant addition to stock of 21.5 Gt.

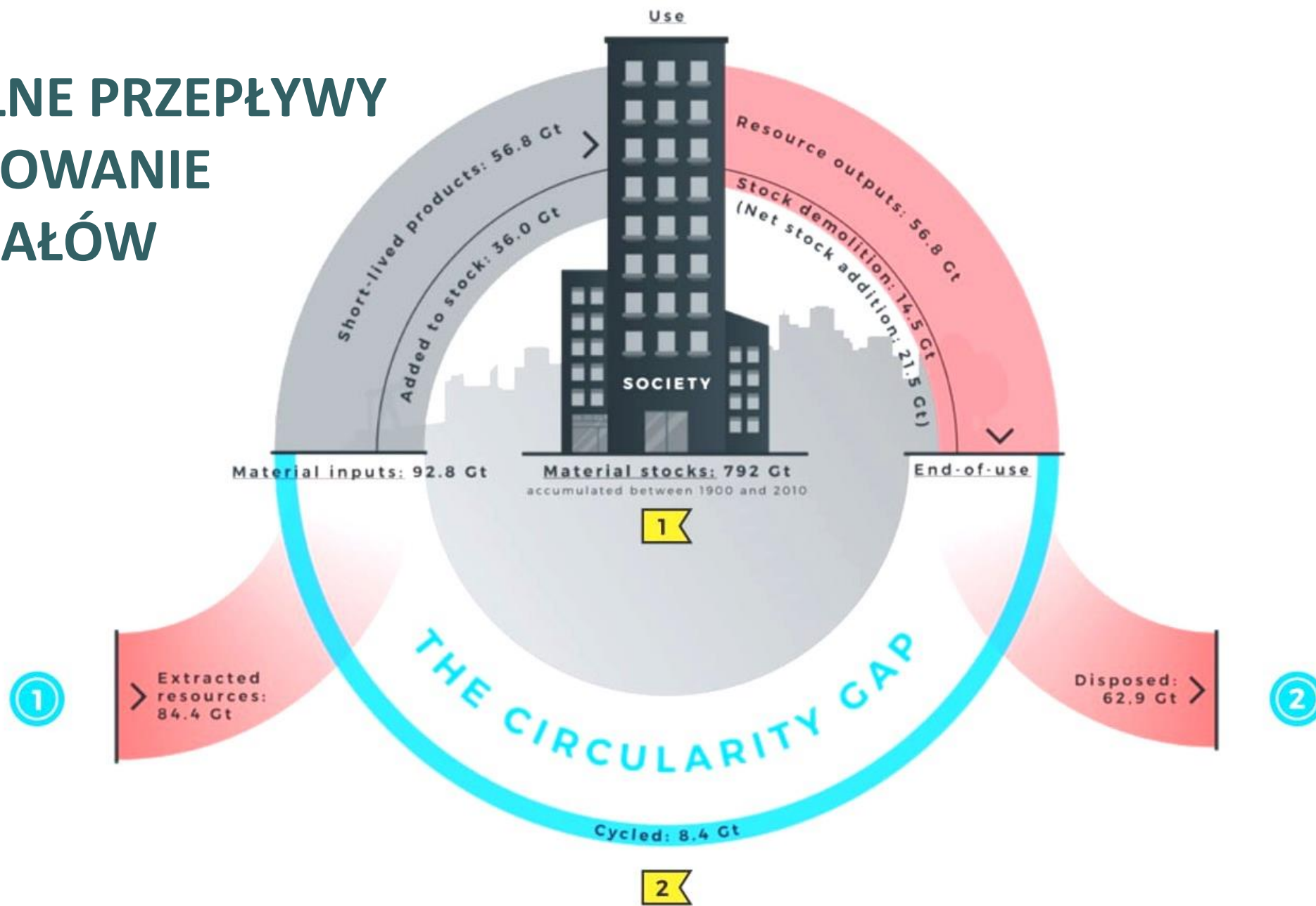


**MATERIAL STOCKS**

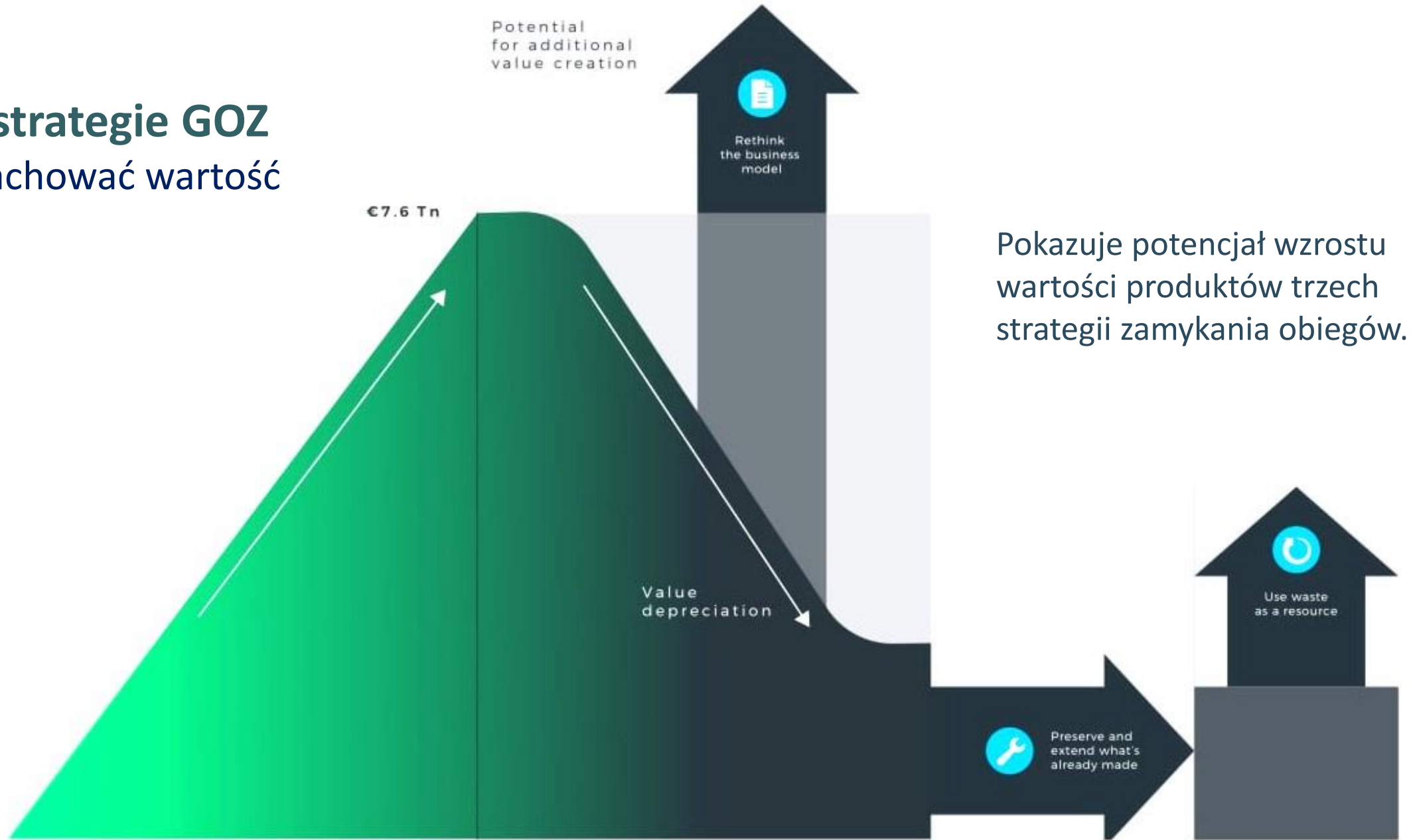
**890 Gt**



# GLOBALNE PRZEPŁYWY I SKŁADOWANIE MATERIAŁÓW



# Trzy strategie GOZ aby zachować wartość





# The world is now only 8.6% circular

Global resource consumption has passed 100 billion tonnes a year

[Explore CGR 2020](#)



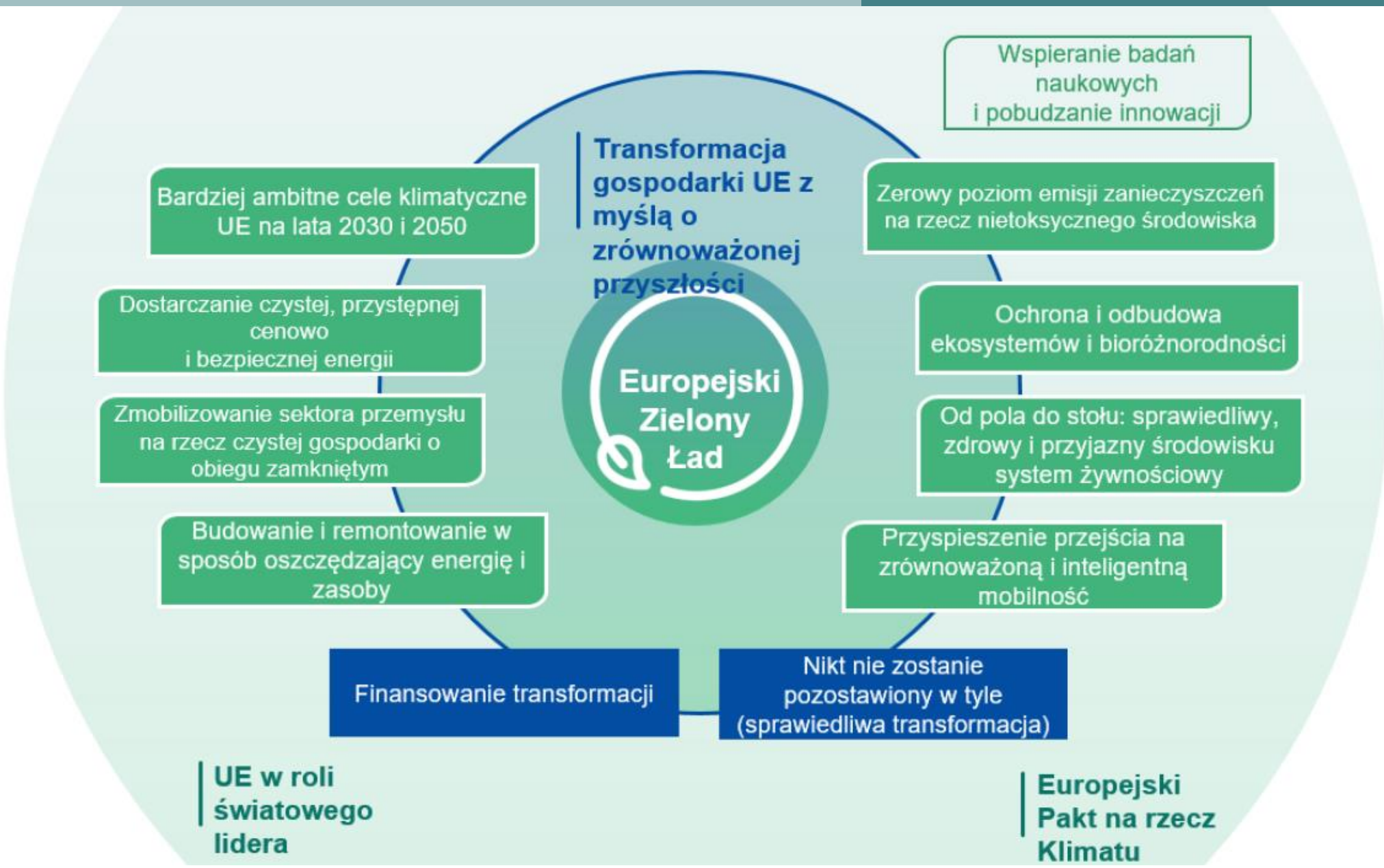
KOMISJA  
EUROPEJSKA

Bruksela, dnia 11.12.2019 r.  
COM(2019) 640 final

**KOMUNIKAT KOMISJI DO PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO, RADY  
EUROPEJSKIEJ, RADY, KOMITETU EKONOMICZNO-SPOŁECZNEGO I  
KOMITETU REGIONÓW**

**Europejski Zielony Ład**





Bardziej ambitne cele klimatyczne UE na lata 2030 i 2050

Dostarczanie czystej, przystępnej cenowo i bezpiecznej energii

Zmobilizowanie sektora przemysłu na rzecz czystej gospodarki o obiegu zamkniętym

Budowanie i remontowanie w sposób oszczędzający energię i zasoby

Finansowanie transformacji

Transformacja gospodarki UE z myślą o zrównoważonej przyszłości

Europejski Zielony Ład

Wspieranie badań naukowych i pobudzanie innowacji

Zeroowy poziom emisji zanieczyszczeń na rzecz nietoksycznego środowiska

Ochrona i odbudowa ekosystemów i bioróżnorodności

Od pola do stołu: sprawiedliwy, zdrowy i przyjazny środowisku system żywnościowy

Przyspieszenie przejścia na zrównoważoną i inteligentną mobilność

Nikt nie zostanie pozostawiony w tyle (sprawiedliwa transformacja)

UE w roli światowego lidera

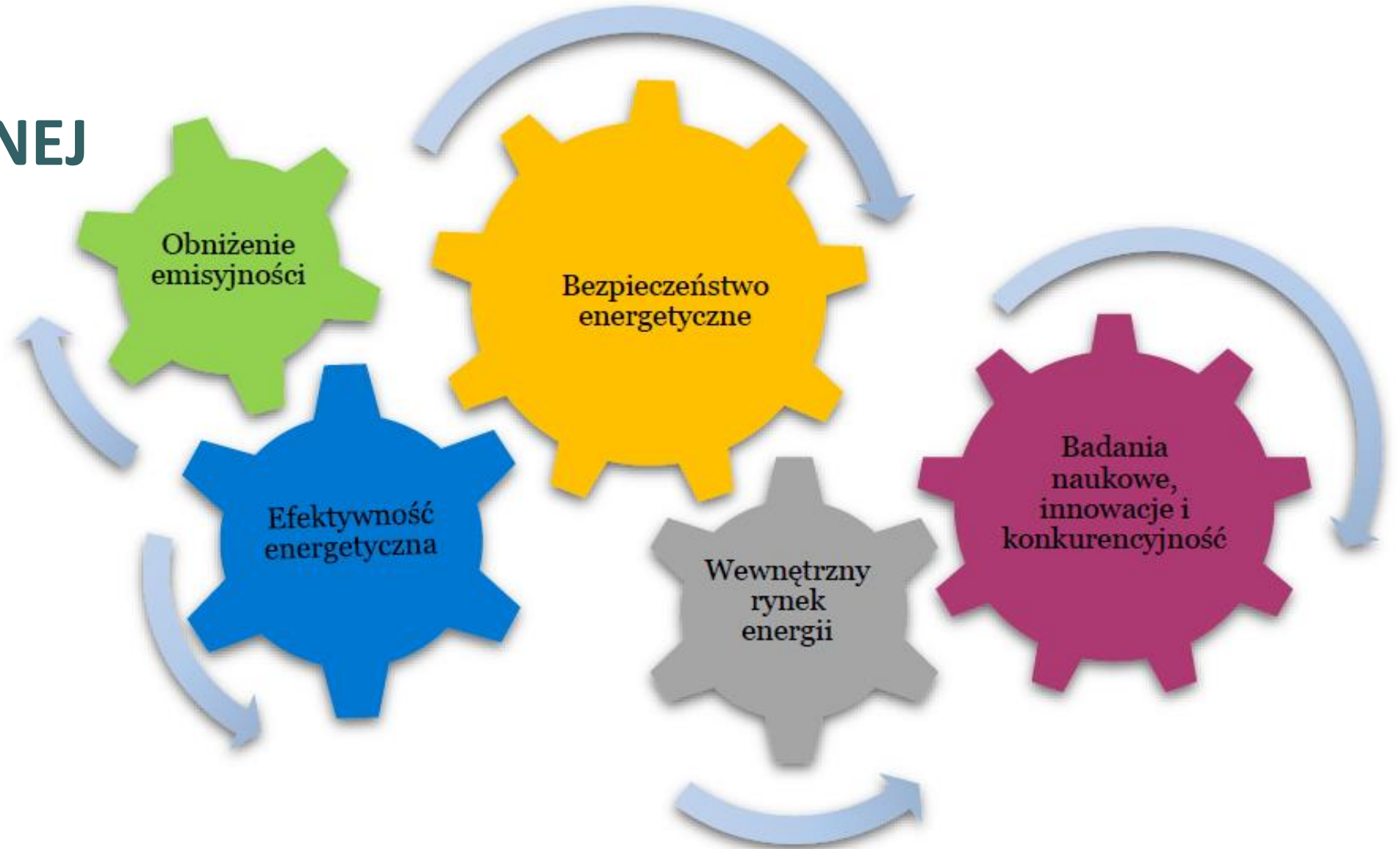
Europejski Pakt na rzecz Klimatu



# Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030

Założenia i cele oraz polityki i działania

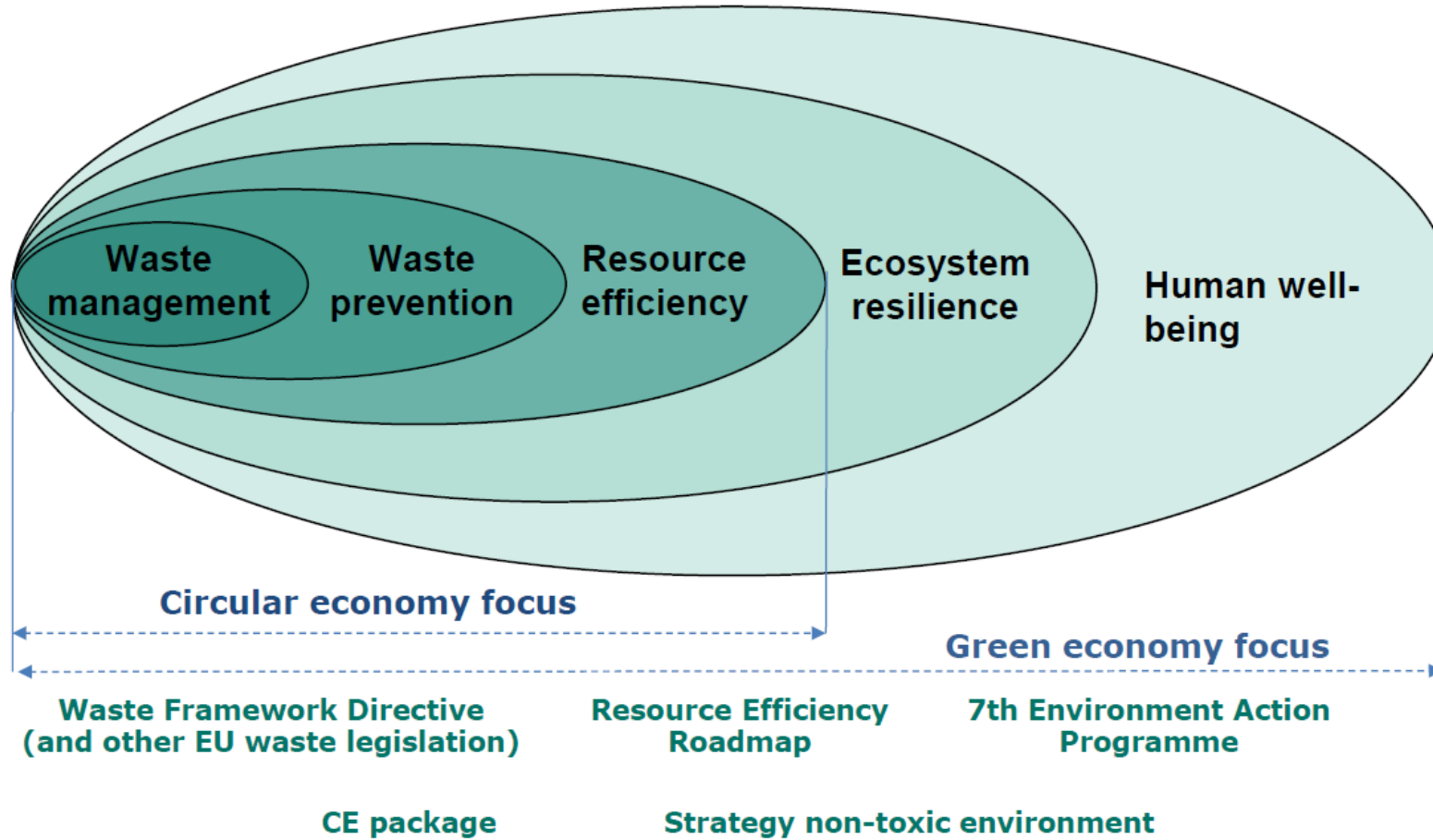
# FILARY UNII ENERGETYCZNEJ



Źródło: Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030

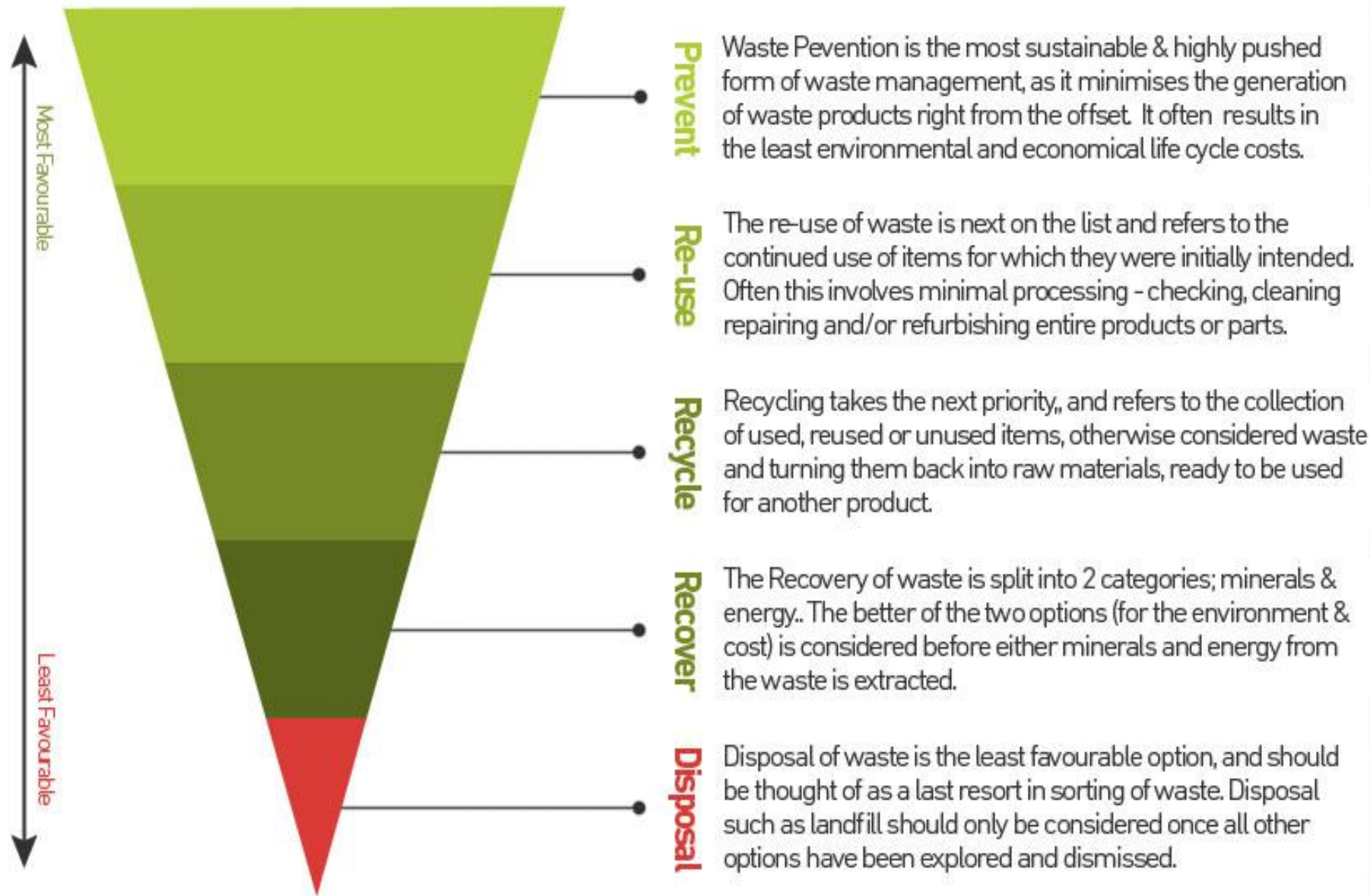


# Context



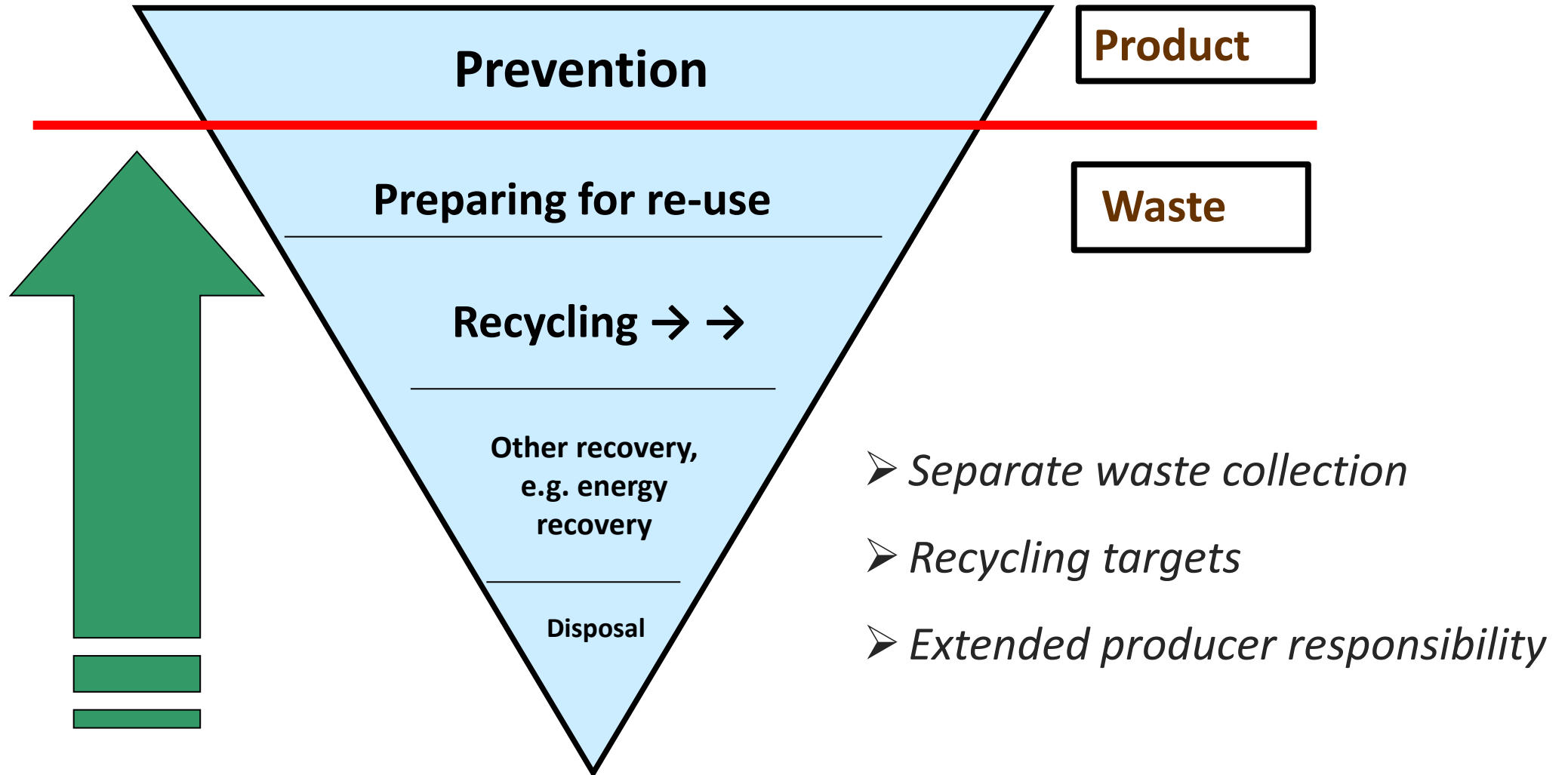
# Gospodarka Obiegu Zamkniętego

## ZMIANY W ŁAŃCUCHU WARTOŚCI



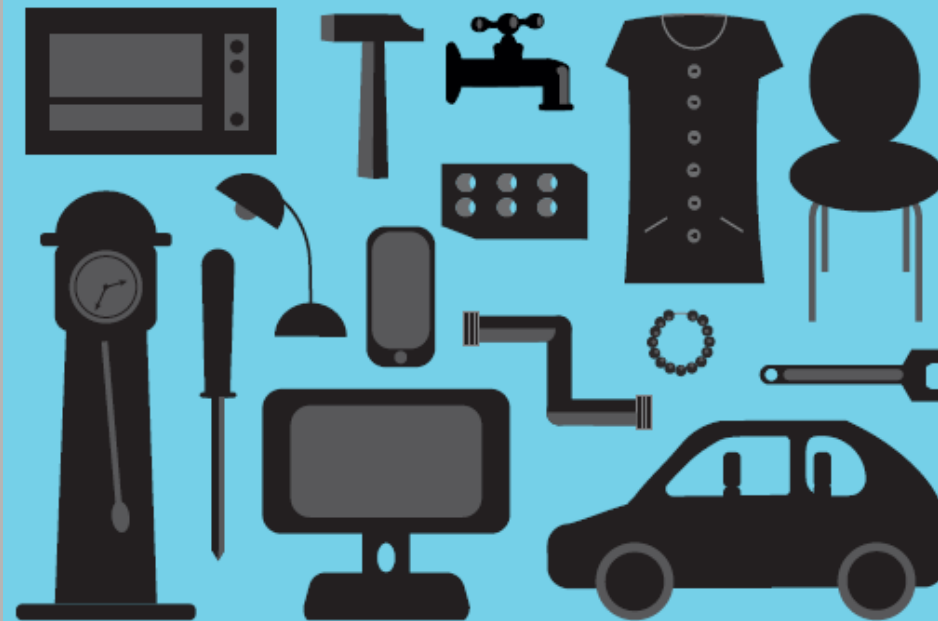
## EU waste framework

## Waste hierarchy



# Waste prevention in Europe — policies, status and trends in reuse in 2017

ISSN 1977-8449





LOGISTYKA NAJNOWSZE WIADOMOŚCI

# Mateusz Morawiecki: Centralny Port Komunikacyjny kołem zamachowym polskiej gospodarki



Wśród planowanych inwestycji CPK znajdują się nowe lotnisko przesiadkowe dla Polski i Europy Środkowo-Wschodniej oraz sieć nowych linii kolejowych.

Fot. Mat. pras.

REKLAMA

Czy możemy pomóc zorganizować Twoje wydarzenie?

**MEK** MIĘDZYNARODOWE CENTRUM KONFERENSCIE

POPULARNE

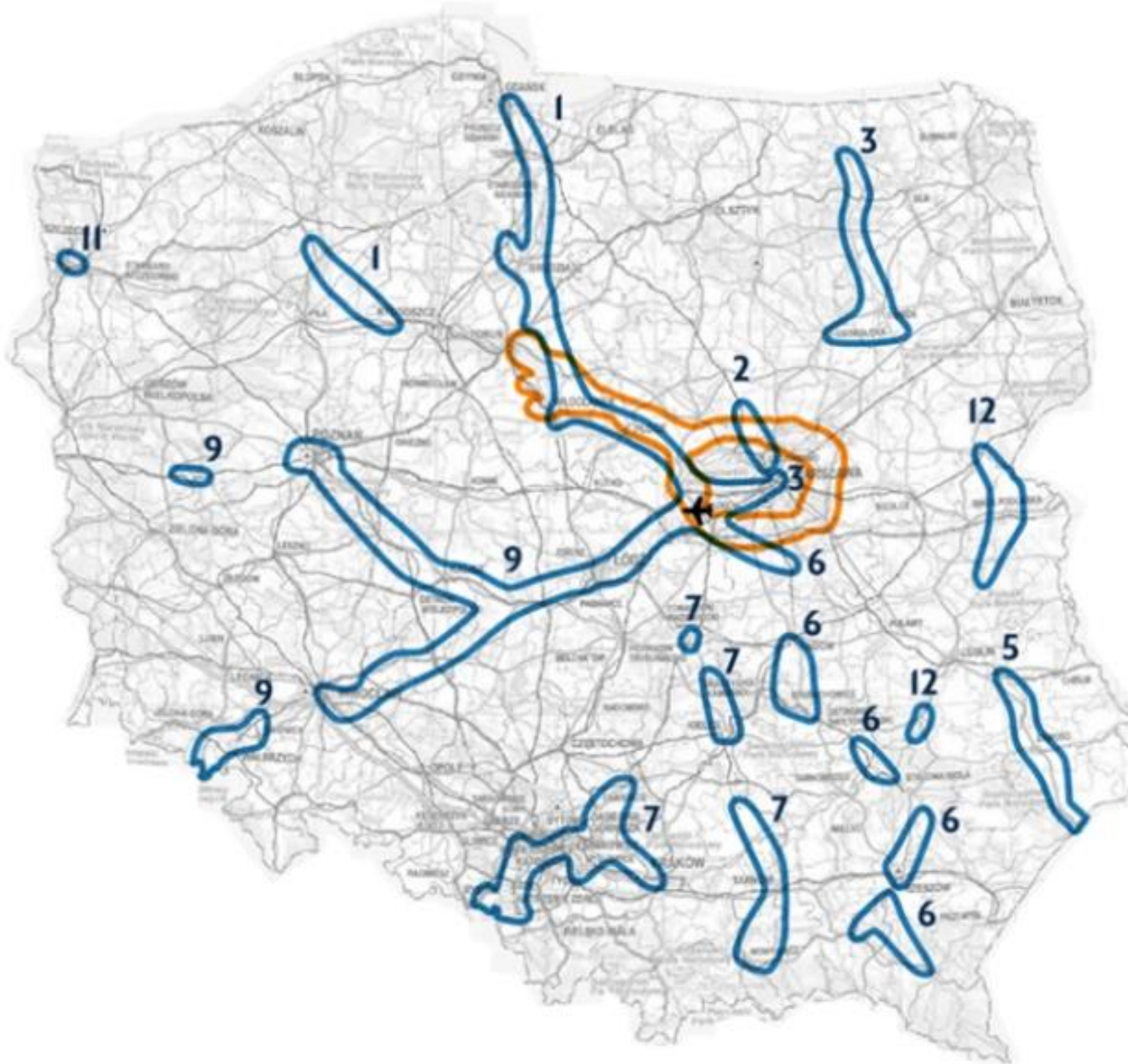


Tędy dojedziemy koleją do Centralnego Portu Komunikacyjnego. 1600 km nowych linii [Mapa]



Ekspresówką na Słowację. Górską miejscowość w końcu odetchnie





# MAPA PLANOWANYCH INWESTYCJI

w opracowaniu  
o Centralny Port Komunikacyjny

- Objaśnienia:
-  Korytarz kolejowy
  -  Korytarz drogowy
  -  Orientacyjna lokalizacja portu lotniczego

ISSN 2299-4459



# BILANS ZASOBÓW ZŁÓŻ KOPALIN W POLSCE

wg stanu na 31 XII 2018 r.



Sfinansowano ze środków  
Narodowego Funduszu  
Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej

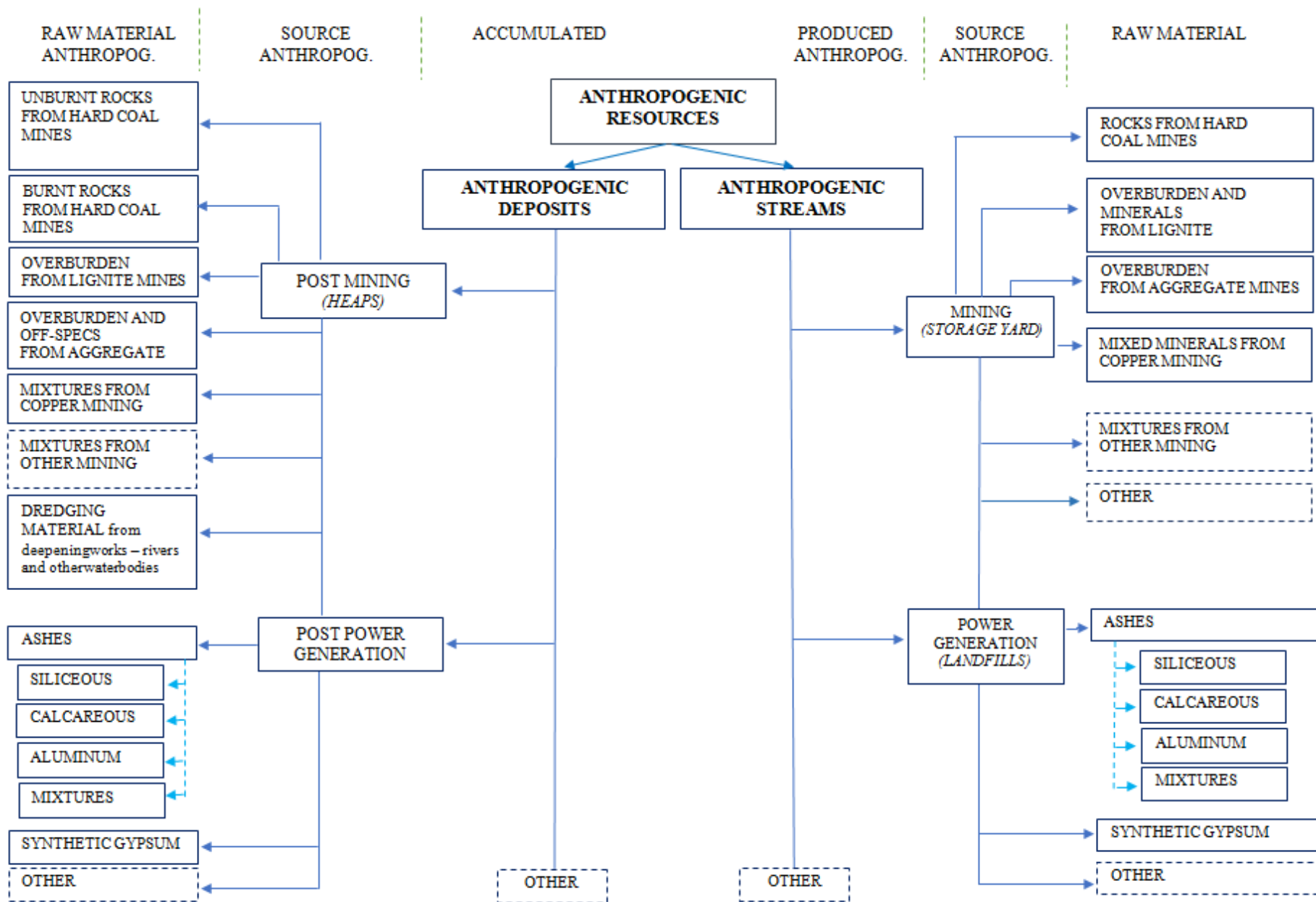


PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY



WARSZAWA 2019

# SYSTEMATICS OF ANTHROPOGENIC RESOURCES AND PRODUCTS AS AN ALTERNATIVE TO NATURAL MATERIALS AND CEMENT



Źródło: Tomasz Szczygielski, Uniwersytet Warszawski

# ZASOBÓW ANTROPOGENICZNYCH

## DEFINICJE:

- **Zasoby** antropogeniczne  
substancje mineralne, wytworzone w wyniku procesów technologicznych, które mogą i powinny być surowcem do przetworzenia w produkt budowlany
- **Złóża** antropogeniczne  
substancje mineralne, które zostały nagromadzone w wyniku procesów technologicznych, zwykle na hałdach lub składowiskach, będące surowcem do przetworzenia w produkt budowlany
- **Strumienie** antropogeniczne  
substancje mineralne, wytwarzane na bieżąco w procesach technologicznych, będące surowcem do przetworzenia w produkt budowlany

*Propozycja systematyki wyrobów*

# NA BAZIE ZASOBÓW ANTROPOGENICZNYCH

## DEFINICJE:

- **Produkt** antropogeniczny  
Wyrób wytworzony w części lub całości, na bazie zasobów antropogenicznych
- **Kruszywo** antropogeniczne  
Kruszywo wytworzone w części lub całości, na bazie zasobów antropogenicznych
- **Spoiwo** antropogeniczne  
Spoiwo wytworzone w części lub całości, na bazie zasobów antropogenicznych
- **Wypełniacz** antropogeniczny  
Wypełniacz wytworzony w części lub całości, na bazie zasobów antropogenicznych

Aby energetyka mogła w pełni wdrożyć zasadę zamykania obiegu minerałów poprzez wytwarzanie i dostarczanie produktów do budownictwa, spełnić trzeba kilka **warunków brzegowych**:

- 
- Warunki regulacyjne**
  - Warunki elektrowni**
  - Warunki rynkowe**
  - Warunki normalizacyjne**
  - Warunki środowiskowe**
  - Warunki ekonomiczne**
  - Warunki wsparcia naukowego**
  - Warunek synchronizacji**





# POLITYKA SUROWCOWA PAŃSTWA

PROJEKT

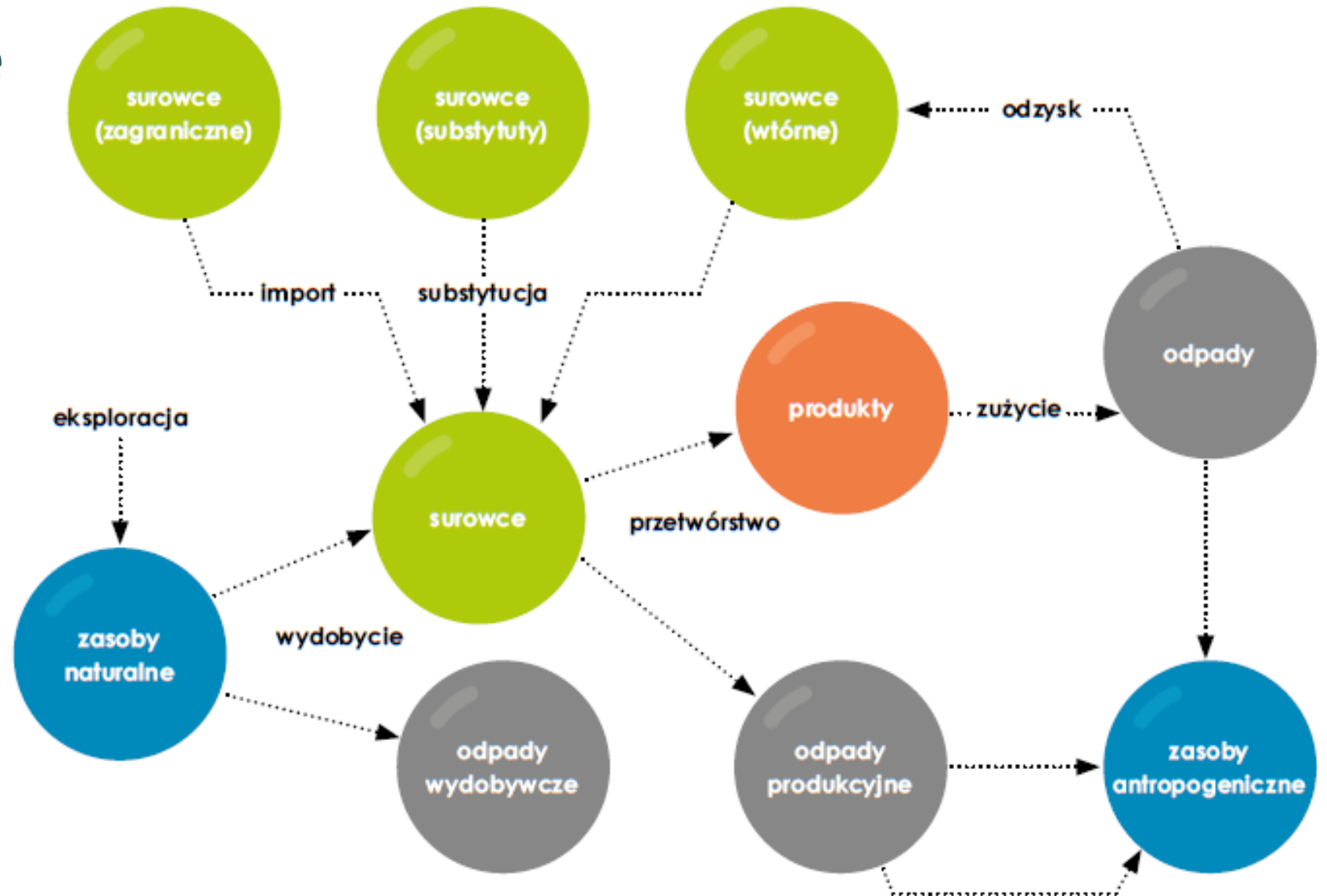
PEŁNOMOCNIK RZĄDU  
DO SPRAW POLITYKI SUROWCOWEJ PAŃSTWA

MIĘDZYRESORTOWY ZESPÓŁ DO SPRAW  
POLITYKI SUROWCOWEJ PAŃSTWA



MINISTERSTWO  
ŚRODOWISKA

# Działania w zakresie *Circular Economy*



Źródło: projekt dokumentu Surowce dla przemysłu,  
Ministerstwo Rozwoju.



# MAPA DROGOWA

Transformacji w kierunku  
gospodarki o obiegu  
zamkniętym

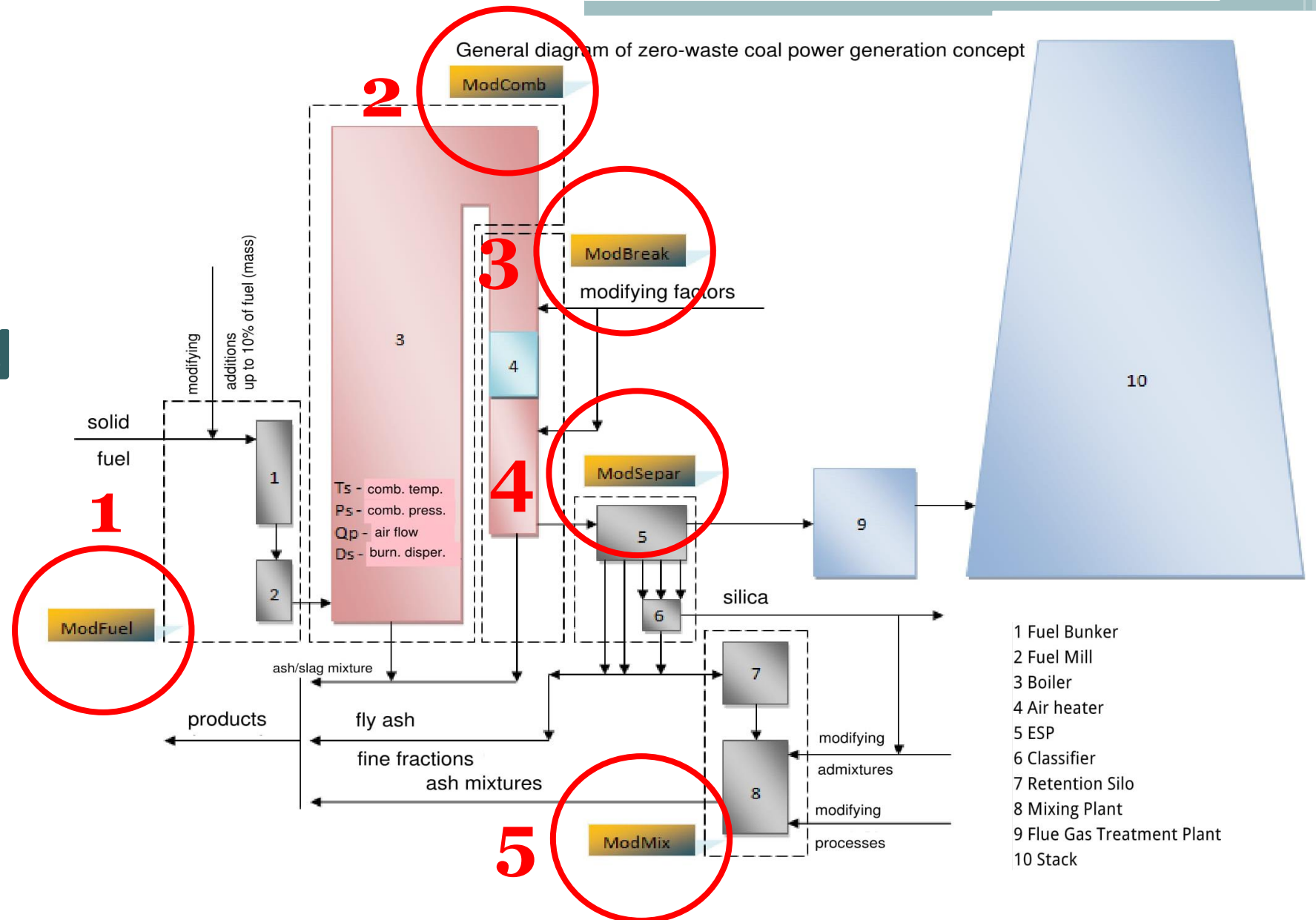


Działanie	Resort odpowiedzialny	Kalendarz i regulacje
<p><b>1. Analiza potencjału i propozycja zmian legislacyjnych w celu zwiększenia gospodarczego wykorzystania ubocznych produktów spalania (UPS):</b> Spalanie surowców energetycznych powoduje powstawanie dużych ilości żużli, popiołów, i produktów odsiarczania spalin. Odpowiednie przygotowanie surowców, jeszcze przed ich spalaniem, określenie wymagań jakościowych (w tym środowiskowych), jakie powinny spełniać UPS oraz stworzenie warunków dla ich wykorzystania (w tym w zakresie ekoprojektowania) może zwiększyć dostępność surowców dla innych branż gospodarki, zmniejszając jednocześnie ilość odpadów, które zagospodarowuje się poprzez składowanie. UPS w większym stopniu mogłyby być wykorzystywane w sektorze budowlanym, m.in. jako składniki nasypów, betonu lub innych warstw konstrukcyjnych, a także jako źródło surowców kluczowych dla polskiej gospodarki.</p>	<p>minister właściwy do spraw energii we współpracy z ministrem właściwym do spraw środowiska, ministrem właściwym do spraw budownictwa, planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa i Inspekcją Ochrony Środowiska</p>	<p>2020-2021  Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach</p>
<p><b>2. Opracowanie wytycznych dotyczących Bezodpadowej Energetyki Węglowej (BEW) mającej na celu zminimalizowanie środowiskowych uciążliwości towarzyszących wydobyciu węgla oraz wytwarzaniu energii elektrycznej i ciepłej ze spalania węgla:</b> Działanie wymaga wzmocnienia współpracy z sektorem nauki, a w efekcie – wdrożenia innowacyjnych rozwiązań rozszerzających możliwości zastosowania UPS.</p>	<p>minister właściwy do spraw energii we współpracy z ministrem właściwym do spraw środowiska</p>	<p>2022-2023</p>
<p><b>3. Studium wykonalności stworzenia dedykowanej platformy na surowce wtórne:</b> Dokonana zostanie analiza wykonalności stworzenia dedykowanej platformy, służącej uczestnikom rynku w celach informacyjnych (na temat podaży i popytu) oraz handlowych.</p>	<p>minister właściwy do spraw gospodarki we współpracy z Giełdą Papierów Wartościowych, ministrem właściwym do spraw środowiska i Inspekcją Ochrony Środowiska</p>	<p>2021</p>
<p><b>4. Analiza potencjału otwierania i wykorzystywania hald odpadów z przemysłów przetwórczego i wydobywczego oraz analiza składu morfologicznego odpadów wydobywczych i możliwości ich wykorzystania w poszczególnych branżach polskiego przemysłu, a także zaproponowanie na tej podstawie zmian legislacyjnych:</b> W wielu branżach przemysłu podstawowym sposobem zagospodarowania odpadów od lat było ich składowanie, w tym zagospodarowanie na haldach. Biorąc pod uwagę postęp technologiczny, należy przypuszczać, że część hald może być źródłem surowców do wykorzystania w innych sektorach gospodarki. Ponadto, brak jest wystarczających informacji na temat składu odpadów powstających w przemyśle wydobywczym z jednej strony i zapotrzebowania na nie w innych branżach przemysłu ( w tym innowacyjnych) z drugiej strony.</p>	<p>minister właściwy do spraw energii we współpracy z ministrem właściwym do spraw środowiska, ministrem właściwym do spraw gospodarki i Inspekcją Ochrony Środowiska</p>	<p>2021–2022  Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach  Ustawa z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych</p>

# ZERO WASTE COAL POWER – AREAS OF BENEFICIATION

Critical **boundary conditions** for closing material loops in power sector

- Regulatory conditions
- Power plant specific conditions
- Market conditions
- Standardization conditions
- Environmental conditions
- Economic conditions
- Scientific support conditions
- Synchronicity condition



# CCPs STANDARDS

## Selected standards for products and applications

- ▶ EN 197-1 Cement
- ▶ EN 450 Fly ash for concrete
- ▶ prEN 13282 Hydraulic road binder
- ▶ prEN 14227 Hydraulically bound mixtures
- ▶ EN 12620 Aggregates for concrete
- ▶ EN 13055 Lightweight aggregates
- ▶ EN 13242 Aggregates for asphalt

**Product  
Standards**

## Selected standards for application of ashes:

- ▶ EN 206 Concrete  
..... concrete products, road constr. materials

**Application  
Standards**

# REACH I UBOCZNE PRODUKTY SPALANA – wymagane testy

## Phys.-chem.

Density  
Melting / Boiling point  
Water solubility  
Vapour pressure  
Partition coefficient  
Flash point  
Flammability  
Explosive properties  
Surface tension  
Oxidative properties  
Granulometry

Stability in organic solvents  
Identity of degradation products  
Dissociation constant  
Viscosity

## Toxicology

Acute toxicity (oral)  
Skin irritation (in vitro)  
Eye irritation (in vitro)  
Skin sensibilisation  
Mutagenicity (Ames test)

Skin irritation (in vivo)  
Eye irritation (in vivo)  
In-vitro Cytogenicity  
In vitro mutagenicity (mammalian cells)  
Acute toxicity (dermal/inhalative)  
Subacute toxicity (28 d Test)  
Reproductive/developmental toxicity,(Screening test)  
Toxicokinetic

Subchronic Toxicity (90 d test)  
Reproduktionstoxizität  
Developmental toxicity  
2-generation-reproductive toxicity

Carcinogenicity

## Eco-toxicology

Akute Daphnia toxicity  
Algae toxicity  
Biotic degradation

Short-term toxicity fish  
Respiration inhibition test  
Abiotic degradation  
Adsorption-/desorption

Daphnia reproduction test  
Long-term toxicity fish  
Biotic degradation in water  
Biotic degradation in soil  
Biotic degradation in sediment  
Identification of degradation products  
Bioaccumulation in fish  
Short-term toxicity invertebrates  
Soil microorganismen  
Short-term toxicity plants

Environmental fate  
Long-term toxicity terr. invertebrates  
Long-term toxicity sediment organisms  
Long-term toxicity birds



# JI TEFRA Project

- binders capable of effectively replacing
- cement and lime
- in geotechnical applications



Lime = 800kg/t

Cement = 700kg/t

TEFRA = 120kg/t



# THE CIRCULARITY GAP REPORT

Austria

Closing the Circularity Gap  
in Austria

June 2019





Politechnika Warszawska  
Instytut Badań Stosowanych



**MINERAŁY  
ANTROPOGENICZNE  
A GOSPODARKA  
O OBIEGU  
ZAMKNIĘTYM**

Redakcja:  
Tomasz Szczygielski

Warszawa, lipiec 2015

**Pakiet Circular Economy**

Kierunki i potencjalne scenariusze dla zmian  
regulacji odpadowych Komisji Europejskiej



**CIRCULAR  
ECONOMY**  
IN POLAND

Seria wydawnicza IBS PW NR 1 / 2015

**DLACZEGO GOSPODARKA  
O OBIEGU ZAMKNIĘTYM  
JEST ISTOTNA**



Seria wydawnicza IBS PW NR 2 / 2016

Raport ze studium zamówionego przez Klub Rzymki  
ze wsparciem z Fundacji MAVA



**Korzyści społeczne z gospodarki  
o obiegu zamkniętym**

Wygrani pod względem miejsc pracy i klimatu  
w gospodarce opartej o energię odnawialną  
i wydajność surowcową

Studium odnoszące się do Finlandii, Francji, Holandii, Hiszpanii i Szwecji

Autorzy: Anders Wijkman i Kristian Skånberg  
Modelowanie: Kristian Skånberg i Märten Berglund



Seria wydawnicza IBS PW NR 3 / 2016



green  
alliance...

Rynek pracy a gospodarka  
o obiegu zamkniętym w Europie  
studium możliwości we Włoszech,  
Polsce i Niemczech



Seria wydawnicza IBS PW NR 4 / 2016



## WNIOSKI I POSTULATY:

- ✓ **Problem odpadów mineralnych z energetyki i górnictwa jest jednocześnie szansą dla budownictwa infrastrukturalnego;**
- ✓ **Energetyka krajowa i ciepłownictwo będą generowała popioły, jako:**
  - **odpady,**
  - **surowce,**
  - **czy produkty?**
- ✓ **Czy jest szansa aby mineralne produkty antropogeniczne miały priorytet przed naturalnymi i wysokoemisyjnymi?**
- ✓ **Mapa drogowa GOZ i Polityka Surowcowa Państwa to kluczowe dokumenty wdrażania Zielonej Gospodarki;**
- ✓ **Wdrożenie wskaźnik antropogeniczności w infrastrukturze uruchomi procesy właściwego projektowania, przetargów i wykonawstwa zgodnie z zasadami Zielonej Gospodarki;**
- ✓ **Prawdziwa symbioza między sektorami jest konieczna ... i wystarczająca!**
- ✓ **Polski szlak – Bezodpadowa Energetyka Węglowa – może wyznaczać nowe standardy dla energetyki węglowej na świecie.**

# **SYMBIOZA międzysektorowa**

**fundamentem GOZ dla minerałów antropogeniczny**





**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ**

Kontakt:

***[tomasz.szczynski@pw.edu.pl](mailto:tomasz.szczynski@pw.edu.pl)***