

# Urban Mining. Nowa geopolityka odpadów z transformacji

Baterie, PV i wiatr jako surowce krytyczne

# Agenda

## Urban Mining. Nowa geopolityka odpadów z transformacji

1. Skala i dynamika odpadów z transformacji  
i dlaczego miasta stają się kopalniami przyszłości?
2. Co nas napędza?  
czyli regulacje i geopolityka
3. Rozwiązania  
surowce krytyczne i kluczowe technologie ich odzysku  
źródła i modele finansowania
4. Co dalej?

ARUP

Arup

# Arup na Świecie - Shaping a better world

ARUP

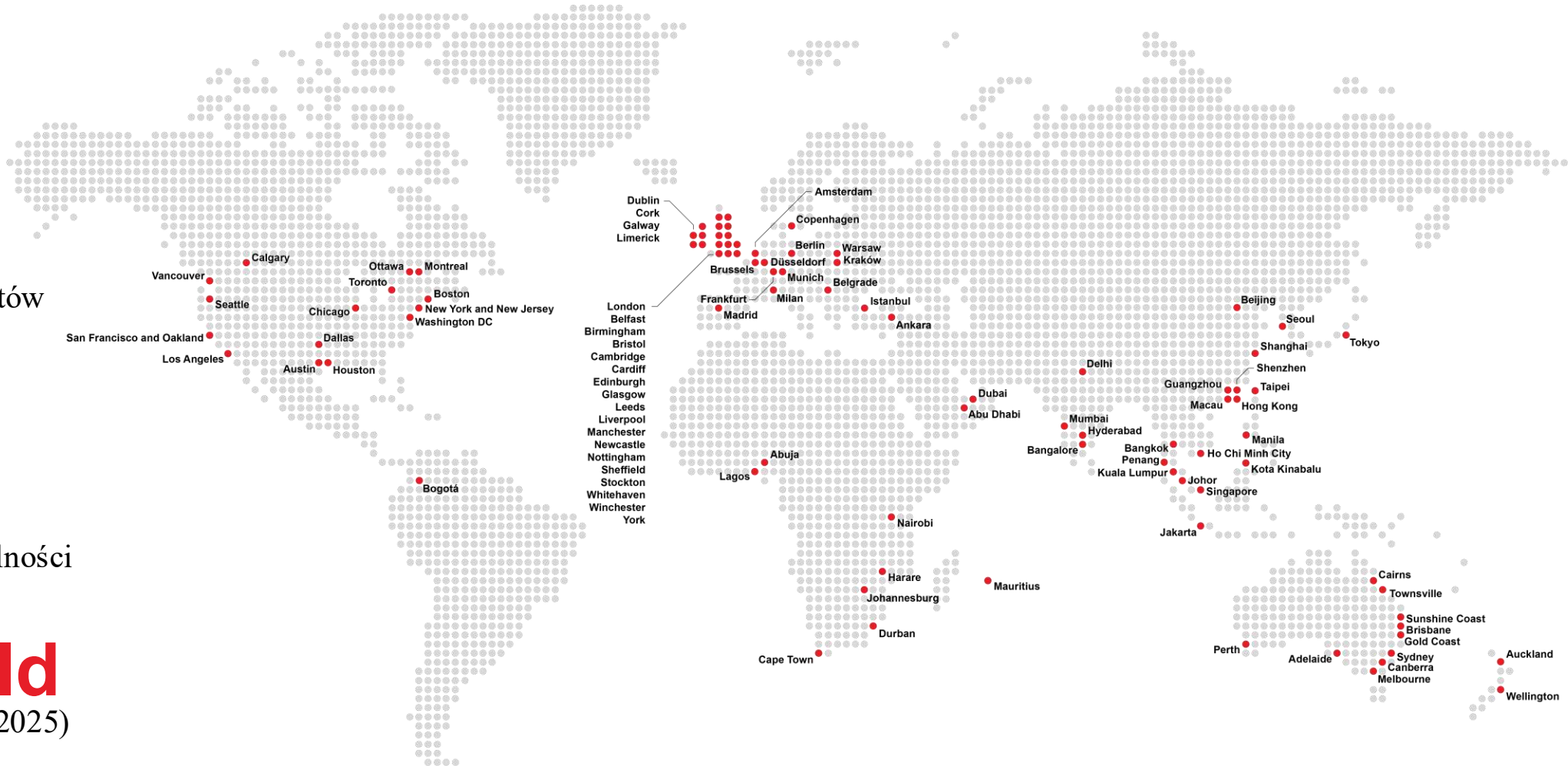
**100**  
biur

**136**  
krajów  
realizacji projektów

**17,500**  
pracowników

**80 lat**  
zyskowej działalności  
bez zadłużenia

**£2,2 mld**  
obroty (FY 2024/2025)



# Skala i dynamika

# Skala i dynamika

## Odpady z transformacji energetycznej



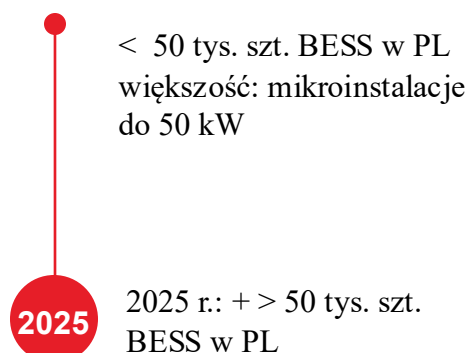
### EV Batteries



- obecna flota EV jest wciąż bardzo młoda
- lifecycle ok. 10 lat (oczekiwane)



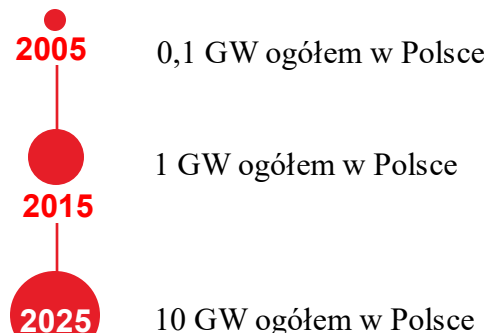
### BESS



- rynek produktów dopiero nabiera dynamiki (boom w 2025 r.)
- lifecycle ok. 10 lat (oczekiwane)



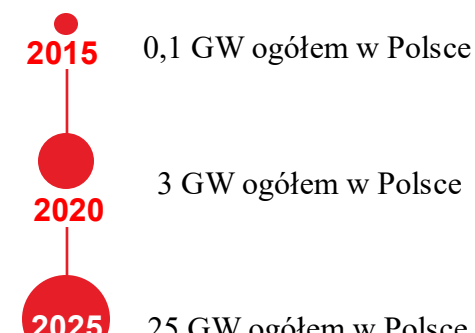
### Wind Turbine Blades and Generators



- przytłaczająca większość to nowe (<10 lat) lub b. nowe instalacje
- lifecycle ok. 20 lat (oczekiwane)



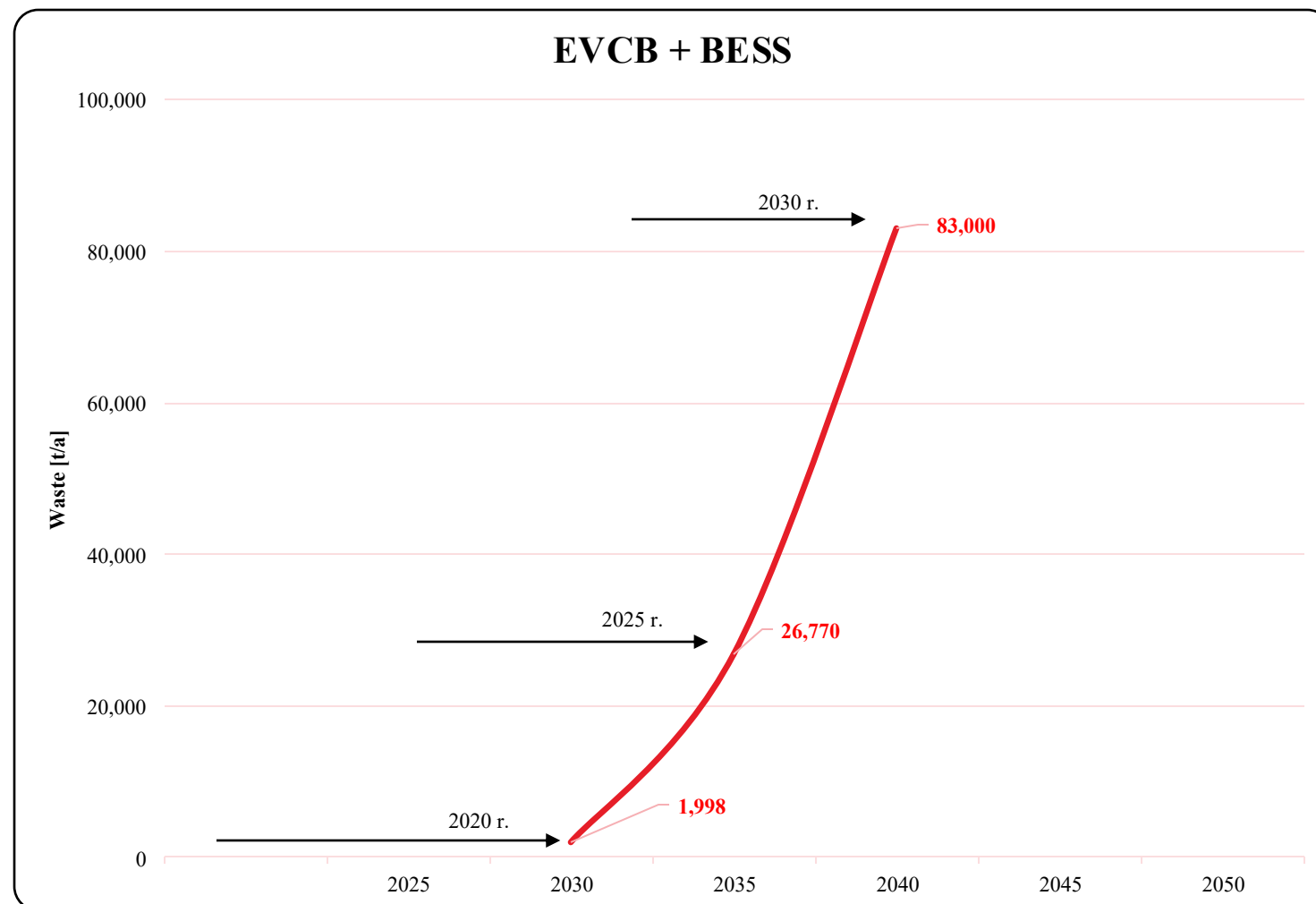
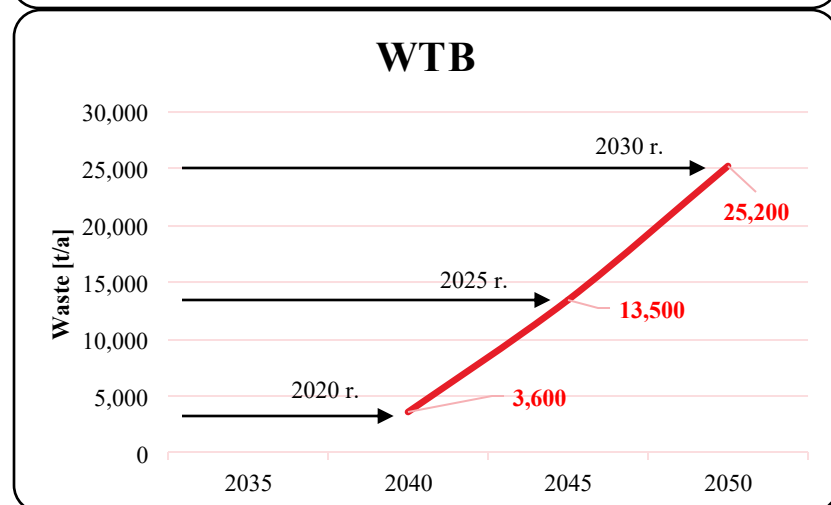
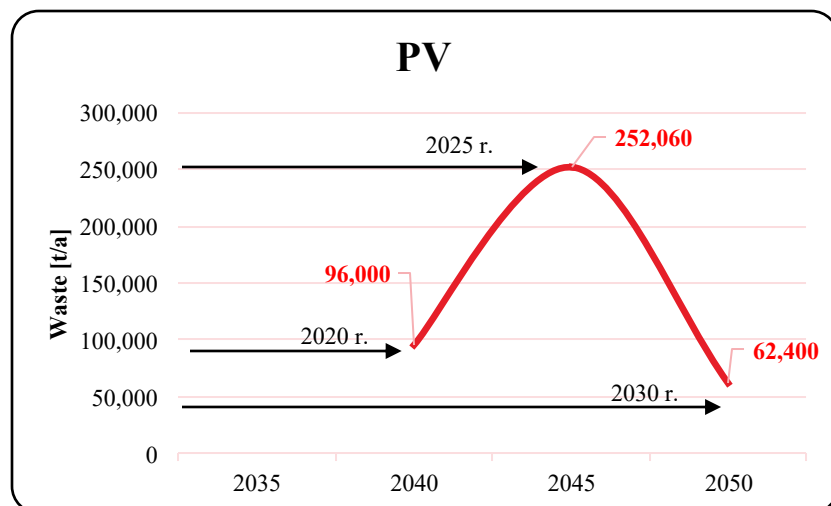
### PV Panels



- przytłaczająca większość to nowe (<10 lat) lub b. nowe instalacje
- lifecycle > 20 lat (oczekiwane)

# Skala i dynamika

## Strumień odpadów z nowych technologii: Polska

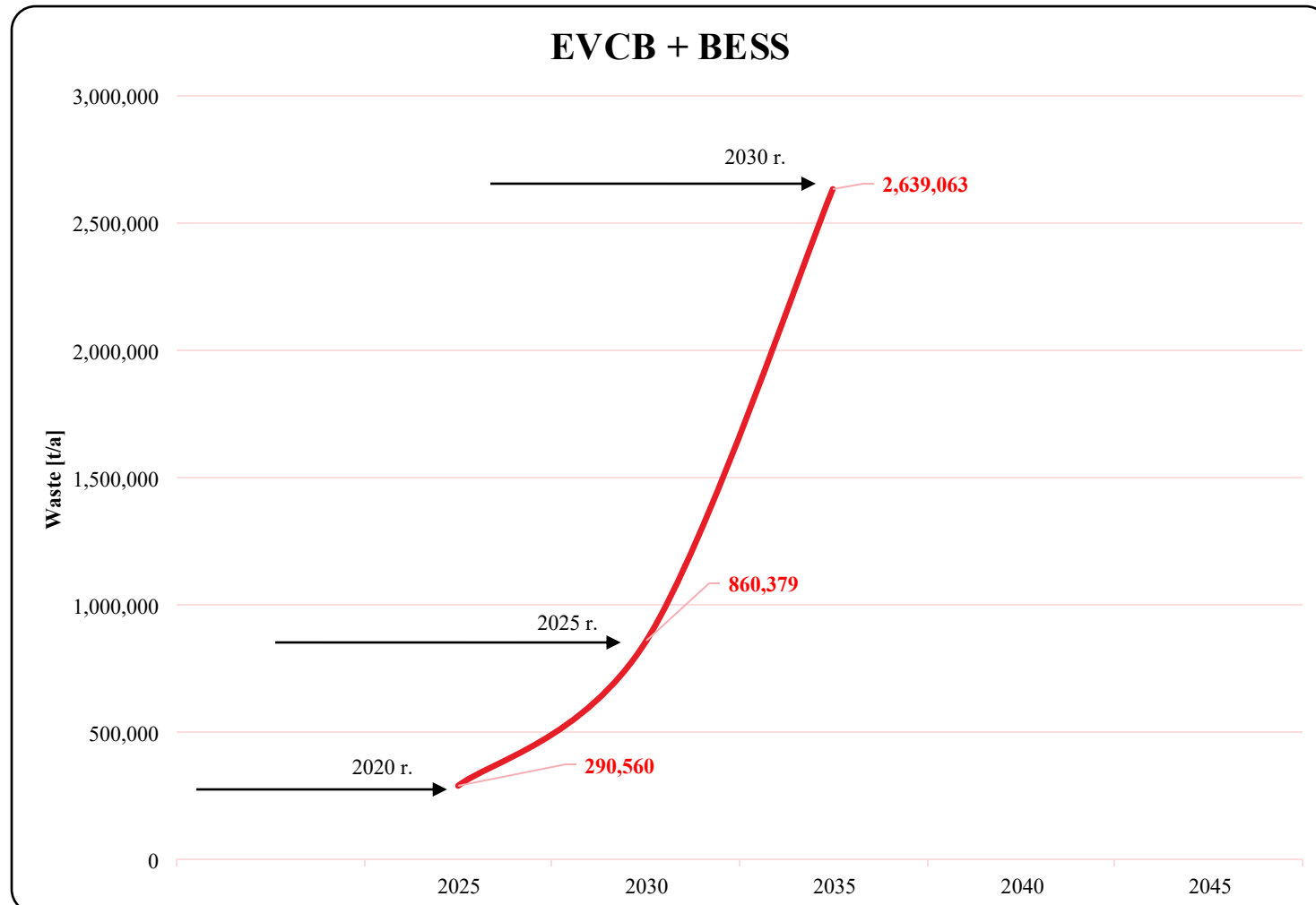
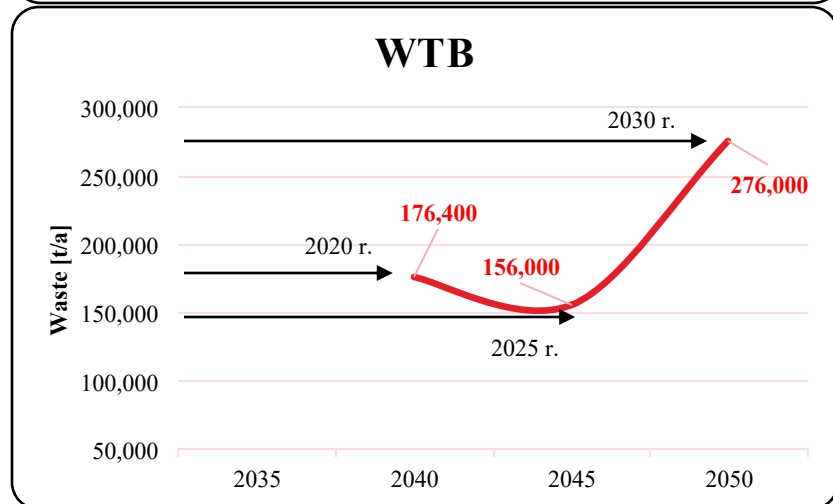
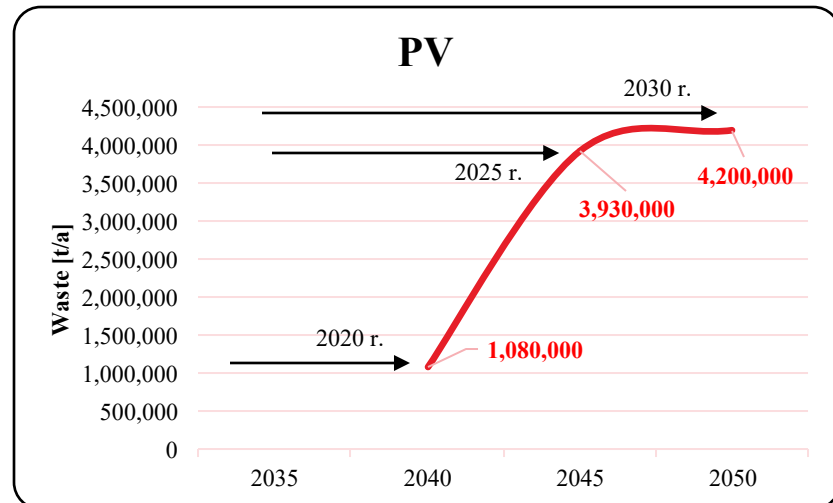


2025 r. →

Rok wprowadzenia produktu na rynek

# Skala i dynamika

## Strumienie odpadów z nowych technologii: UE



2025 r. → Rok wprowadzenia produktu na rynek



Co nas napędza?

# Co nas napędza?

## Regulacje i cele strategiczne

### CRMA - Critical Raw Materials Act (EU)2024/1252

- Akt Strategiczny
- Filar bezpieczeństwa surowcowego UE
- Cel: Redukcja ryzyk geopolitycznych i ekonomicznych oraz uniezależnienie Krajów Unii Europejskiej od importu przez stabilizację dostaw kluczowych surowców
- Rozwój wydobycia, przetwarzania i recyklingu
- Wprowadzenie statusu „strategic projects”

### New Battery Regulation (EU)2023/1542

- Akt Operacyjny
- Obowiązkowy udział materiałów z recyklingu w nowych bateriach
- Określone poziomy odzysku surowców ze zużytych baterii
- Odpowiedzialność producenta za pełen cykl produktu
- Elektroniczny paszport dla odpadów

2023



New Battery Regulation

ARUP

2024



CRMA

2025 - 2026

- Identyfikacja i zatwierdzanie projektów strategicznych
- Przyspieszone procedury administracyjne
- Monitoring ryzyk w łańcuchach dostaw



Ustawa o zapewnieniu dostępu do surowców krytycznych, w tym do surowców ważnych dla krajowej gospodarki - *projekt*

2027

- 90 % odzysku kobaltu;
- 90 % odzysku miedzi;
- 90 % odzysku ołowiu;
- 50 % odzysku litu;
- 90 % w przypadku niklu.

2030

- Wydobycie surowców  $\geq 10\%$
- Przetwarzanie  $\geq 40\%$
- Recycling  $\geq 25\%$
- Zależność od rynków zewnętrznych  $\leq 65\%$

2031

- 95 % odzysku kobaltu;
- 95 % odzysku miedzi;
- 95 % odzysku ołowiu;
- 80 % odzysku litu;
- 95 % w przypadku niklu.
- 80 % recyklingu średniej masy baterii kwasowo-ołowiowych
- 70 % recyklingu średniej masy baterii litowych\* (*poziom szacowany*)

# Co nas napędza?

## Surowce krytyczne

- Kluczowe dla gospodarki materiały o wysokim znaczeniu ekonomicznym i ryzyku podaży
- Niezbędne dla: OZE, cyfryzacji i obronności
- 34 surowce krytyczne, w tym 17 strategicznych – szybki wzrost popytu i wysokie ryzyko zakłóceń

## Geopolityka a źródła surowców krytycznych

- UE jest silnie uzależniona od importu surowców krytycznych
- Wysoka koncentracja dostaw do UE:
  - Chiny – 100% ciężkich REE
  - Turcja – 99% boru
  - RPA – 71% platyny



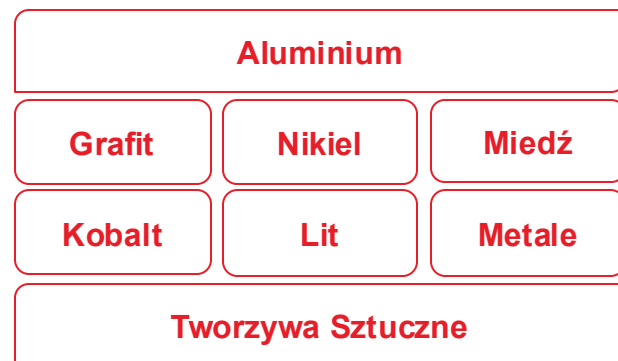
# Rozwiązania

# Rozwiązania

## Możliwe kierunki zagospodarowania



### EV Car Batteries/BESS



**Demontaż**

**Skladowanie**

**Re-Use**

**Neutralizacja**

**Separacja  
materiałów**

**Odzysk czarnej  
masy**

**Odzysk surowców  
krytycznych**

Aluminium  
/Bauxite

Platinum  
group  
metals

Nickel

Cobalt

Graphite

Manganes  
e

Lithium

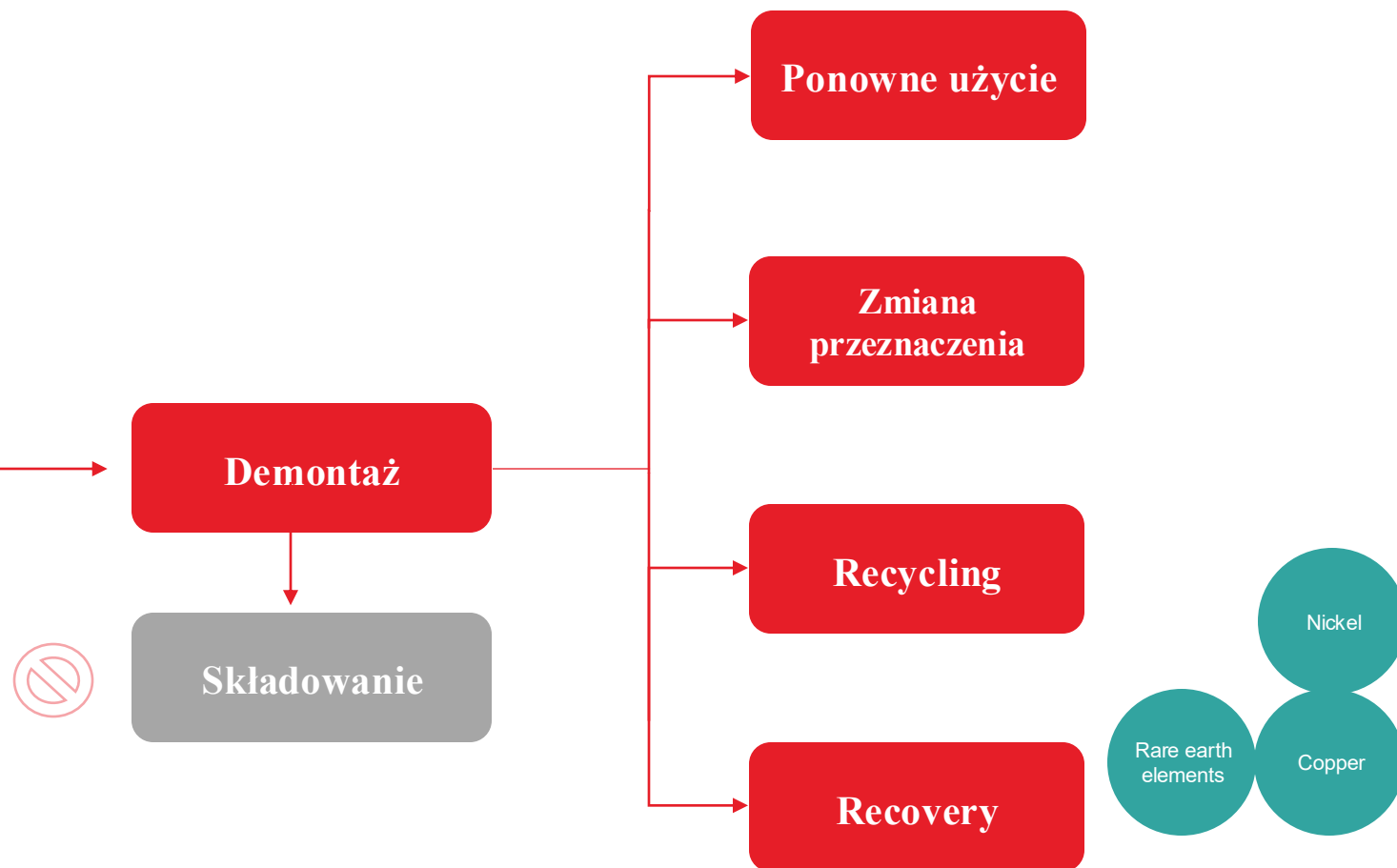
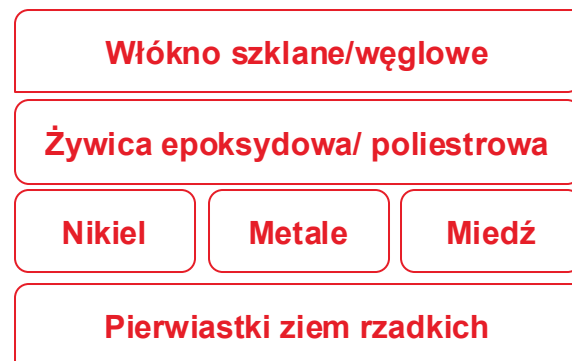
Copper

# Rozwiązania

## Możliwe kierunki zagospodarowania

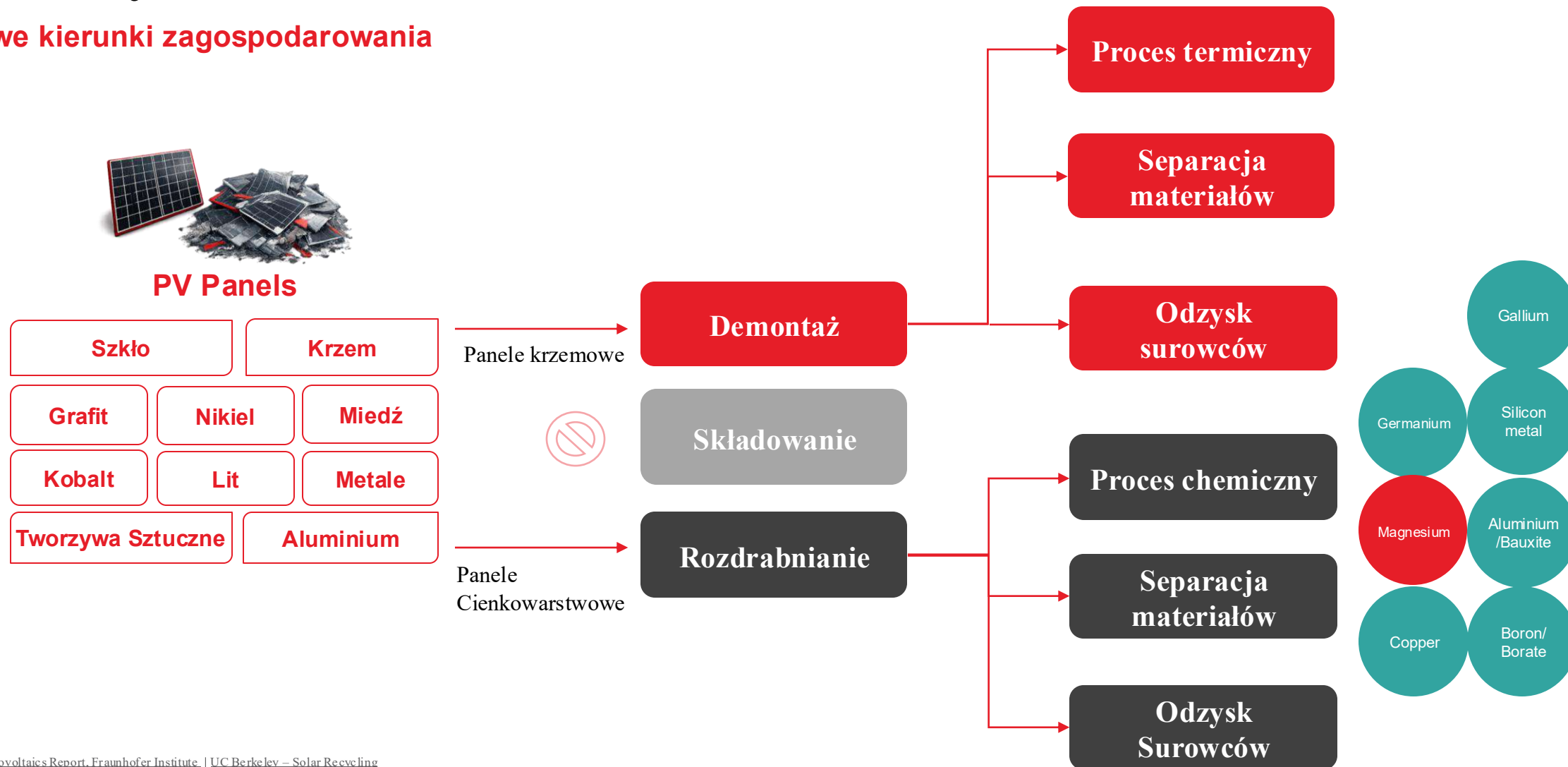


### Turbiny i generatory wiatrowe



# Rozwiązania

## Możliwe kierunki zagospodarowania



# Rozwiązania

## Przykłady: recykling baterii EV



Źródło: Battery recyclers set to take centre stage, Financial Times

### Hydrovolt (Fredrikstad, Norwegia)

- Zakład recyklingu baterii EV
- Przepustowość ~12ktpa baterii (~25 tys. pojazdów elektrycznych).
- Zautomatyzowany demontaż, kruszenie i sortowanie materiałów pochodzących z pakietów baterii.
- Odzysk frakcji metali i czarnej masy.
- Czarna masa kierowana jest do dalszej rafinacji (odzysk surowców krytycznych).

Źródło : [Hydrovolt.com](https://hydrovolt.com)



Źródło: Elemental Strategic Metals, Munipro.pl

### Elemental (Zawiercie, Polska)

- Zakład recyklingu baterii litowo-jonowych i katalizatorów,
- Przepustowość do 5 ktpa baterii i 6 ktpa katalizatorów.
- Odzysk surowców krytycznych oraz metali szlachetnych: lit, nikiel, kobalt, mangan, miedź, platynę, pallad i rod.
- POLVOLT: Status projektu strategicznego CRMA, nowy obiekt w Zawierciu → rafinacja metali krytycznych.



Źródło : Redwood Materials | Critical Materials & Energy Storage

### Redwood Materials (Nevada, USA)

- Hub recyklingu baterii Li-ion.
- Przepustowość ~40 ktpa (15–20 GWh baterii EV i złomu produkcyjnego).
- >95% odzysku surowców krytycznych: litu, niklu, kobaltu i miedzi.
- Współpraca z kluczowymi producentami baterii, m.in. Panasonic Energy, Fordem, Teslą, Toyotą, GM, Volvo i Volkswagen Group of America.

Źródło : Redwood Materials | Critical Materials & Energy Storage



# Rozwiązania

## Przykłady: recykling paneli PV i łopat turbin wiatrowych



Źródło: Gjenkraft.com

### Gjenkraft (Høyanger, Norwegia)

- Zakład recyklingu łopat turbin wiatrowych.
- Przepustowość ~2,8 ktpa, plan wzrostu do 100 ktpa do 2035 r.
- Rozdrabnianie i piroliza → odzysk włókien, oleju, gazu i karbonizatu.
- Pozostaje na etapie komercjalizacji i ograniczonej skali.
- Odzyskane włókna wykorzystano już m.in. w sprzęcie medycznym i sportowym.

Source: jeccomposites.com



Źródło: Rossi-Solar

### ROSI Solar (Grenoble, Francja)

- Zakład recyklingu paneli fotowoltaicznych,
- Przepustowość ~3 ktpa paneli (end-of-life PV + scrap)
- Technologia termiczno-chemiczna.
- Odzysk kluczowych surowców: srebro, krzem wysokiej czystości, miedź, aluminium oraz szkło.

Source: Rossi-Solar



Źródło: Reiling PV Recycling

### Reiling PV Recycling (Münster, Niemcy)

- Zakład recyklingu paneli fotowoltaicznych
- Przepustowość ~12 ktpa paneli.
- Demontaż modułów, rozdrabnianie separacja poszczególnych materiałów.
- Odzysk: szkło, aluminium, miedź, frakcje tworzyw sztucznych.

# Programy wsparcia

## Innovation Fund 2020-2030

**Total: 40 mld €**

- Recykling chemiczny
- Recycling i odzysk surowców krytycznych
- Odzysk metali ziem rzadkich

## Horizon Europe 2021-2027

**Total: 95,5 mld €**

- B+R
- Konkurencyjność przemysłowa
- Partnerstwa przemysłowe

## LIFE 2021-2027

**Total: 5,43 mld €**

- Gospodarka o obiegu zamkniętym i jakość życia.
- Przejście na czystą energię.

## FENX 2021-2027

**Total: 29,3 mld €**

- Rozwój Recyklingu
- Systemy selektywnej zbiórki odpadów
- Optymalizacja gospodarki surowcami (GOZ)

## FENG (STEP) 2021-2027

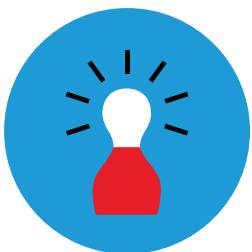
**Total: 7,9 mld €**

- Inwestycje w technologie bezodpadowe
- Recykling odpadów własnych,
- Ponowne wykorzystanie surowców

Co dalej?

# Co dalej?

## Ocena ryzyka inwestycyjnego



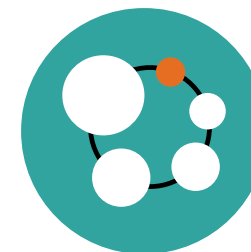
### Market & Technology

- Jak zmieniają się wolumeny odpadów,
- Czy to właściwy moment na wejście,
- Jak stabilna jest jakość strumienia,
- Które technologie są przemysłowo dojrzałe,
- Jak długo utrzyma się przewaga konkurencyjna.



### Risk Exposure

- Modele i narzędzia finansowania projektu,
- Na ile realne są deklaracje dostawców, wytwórców i producentów,
- Jakie są ryzyka regulacyjne i środowiskowe (PZ, IPCC).



### Operating Model

- Przetwarzać od razu czy etapować,
- Gdzie grozi przeszacowanie popytu,
- Jakie są ryzyka opóźnień,
- Czy wykorzystać istniejące aktywa (modernizacja, M&A).

# Co dalej?

Zapraszamy do kontaktu



**Joanna Malanowska**

Associate Director | Project Manager  
[Joanna.Malanowska@arup.com](mailto:Joanna.Malanowska@arup.com)



**Michał Kłosiński**

Senior Consultant | Waste Management Expert  
[Michal.Klosinski@arup.com](mailto:Michal.Klosinski@arup.com)



**Tomasz Araszkiewicz**

Senior Consultant | Waste Management Expert  
[Tomasz.Araszkiewicz@arup.com](mailto:Tomasz.Araszkiewicz@arup.com)

ARUP