**Informacje o IPCEI CAM**

IPCEI CAM to zidentyfikowany przez Polskę oraz inne kraje członkowskie obszar, który dotyczy rozwoju **zaawansowanych materiałów o obiegu zamkniętym dla czystych technologii**. Tworzenie tego typu materiałów jest niezbędne do zabezpieczenia strategicznej autonomii UE
i napędzania zrównoważonych innowacji w energetyce, mobilności i elektronice. Zależność Europy od importowanych surowców (w szczególności krytycznych), w połączeniu z wysokimi kosztami prac badawczo-rozwojowych i długimi harmonogramami komercjalizacji, stwarza znaczne bariery dla rozwoju odpornej gospodarki o obiegu zamkniętym.

**Cele IPCEI CAM:**

* **Cyrkularność i zrównoważony rozwój**: Zapewnienie, że zaawansowane materiały przyczyniają się do tworzenia cyrkularnego łańcucha wartości. Cyrkularność w IPCEI CAM definiuje się jako systematyczne stosowanie zasad 6R w celu zapewnienia, że materiały
i technologie są opracowywane, wykorzystywane i odzyskiwane w sposób maksymalizujący efektywność wykorzystania zasobów, minimalizujący ilość odpadów
i zamykający obiegi materiałów..
* **Strategiczna autonomia i konkurencyjność:** zmniejszenie zależności Europy od surowców krytycznych spoza UE poprzez opracowanie alternatywnych materiałów
i rozwiązań opartych na obiegu zamkniętym dla kluczowych sektorów przemysłowych.
* **Innowacje i wdrażanie na rynek**: Wspieranie najnowocześniejszych badań i pierwszego wdrożenia przemysłowego (FID) innowacyjnych materiałów i procesów produkcyjnych, które poprawiają wydajność produktów i ich cykliczność.
* **Integracja łańcucha wartości:** Wzmocnienie współpracy między państwami członkowskimi UE w celu stworzenia odpornych, dobrze zintegrowanych i cyrkularnych łańcuchów wartości dla zaawansowanych materiałów.

**Zakres IPCEI CAM:**

W oparciu o komunikat Komisji Europejskiej w sprawie *Advanced Materials for Industrial Leadership*[[1]](#footnote-1), instrument IPCEI CAM koncentruje się na trzech priorytetowych obszarach wskazanych poniżej, z których każdy dotyczy konkretnych wyzwań i możliwości związanych z materiałami zrównoważonymi. Zakres obejmuje następujące obszary priorytetowe i obszary zastosowań:

*Należy zauważyć, że technologie i materiały wymienione poniżej mają charakter wyłącznie ilustracyjny i nie stanowią normatywnego ani z góry określonego opisu ostatecznego zakresu IPCEI CAM.*

*Ponadto obszary priorytetowe mogą ulec ograniczeniu w zależności od wyników konsultacji pomiędzy krajami członkowskimi oraz potencjalnego nakładania się z innymi IPCEI, jak np. dotyczący Zaawansowanych technologii półprzewodnikowych (IPCEI AST).*

1. **Obszar priorytetowy: Energia**
* **1.1 Konwersja energii odnawialnej i niskoemisyjnej:** Ten obszar koncentruje się na zaawansowanych materiałach, które zwiększają trwałość urządzeń, odporność na korozję i wydajność konwersji dla odnawialnych źródeł energii, takich jak ogniwa fotowoltaiczne
i turbiny wiatrowe. Kluczowe materiały obejmują na przykład stopy odporne na korozję
i zaawansowane kompozyty dla komponentów turbin wiatrowych w celu zwiększenia odporności w trudnych warunkach. W ogniwach fotowoltaicznych polimery przewodzące ciepło wspomagają rozpraszanie ciepła, zwiększając wydajność i żywotność paneli.
* **1.2 Systemy magazynowania energii:** Materiały o obiegu zamkniętym, zrównoważone dla rozwiązań magazynowania energii, takie jak baterie, superkondensatory i technologie termochemiczne, są kluczowe dla tego obszaru. Rozwój obejmuje elektrolity stałe
i materiały anodowe o dużej pojemności (np. anody krzemowe), które zwiększają gęstość energii i cykl życia baterii. Materiały zmiennofazowe (PCM) zapewniają skuteczną regulację termiczną w systemach magazynowania, podczas gdy materiały elektrodowe nadające się do recyklingu ułatwiają odzyskiwanie i ponowne wykorzystanie, co jest zgodne z celami gospodarki o obiegu zamkniętym.
* **1.3 Sieci dystrybucji i przesyłu energii:** Zaawansowane materiały w tym obszarze powinny poprawić wydajność, niezawodność i trwałość infrastruktury dystrybucji energii. Przewodzące polimery i nanokompozyty zwiększają przewodność i zmniejszają straty mocy w liniach przesyłowych, podczas gdy zaawansowane powłoki chronią elementy sieci przed degradacją środowiskową, zapewniając długoterminową trwałość. Ponadto inteligentne materiały reagują na zmiany środowiskowe i pomagają stabilizować pracę sieci w zmiennych warunkach.
* **1.4 Paliwa odnawialne:** Zaawansowane katalizatory wspierają produkcję opłacalnych paliw odnawialnych. Katalizatory z metali nieszlachetnych zmniejszają zależność od ograniczonych zasobów, utrzymując jednocześnie wydajność katalityczną,
a zaawansowane membrany ceramiczne w ogniwach paliwowych i elektrolizerach zwiększają wydajność produkcji. Materiały porowate wzmacniają reakcje katalityczne poprzez zwiększenie powierzchni, poprawę wydajności paliwa i obniżenie kosztów.
1. **Obszar priorytetowy: Mobilność**
* **2.1 Magazynowanie energii i paliwa alternatywne:** Zaawansowane materiały do wysokowydajnych baterii i ogniw paliwowych są dostosowane do zastosowań transportowych, z ulepszeniami w zakresie bezpieczeństwa, gęstości energii i możliwości recyklingu. Anody wzbogacone grafenem i elektrolity stałe zwiększają gęstość energii
i stabilność zaawansowanych baterii. Elementy ogniw paliwowych wykonane ze stopów odpornych na korozję i katalizatorów innych niż platynowe obniżają koszty i zwiększają trwałość, podczas gdy termicznie stabilne kompozyty zapewniają stałą wydajność baterii w pojazdach elektrycznych i hybrydowych.
* **2.2 Lekkie, wysokowydajne materiały:** Lekkie, trwałe materiały są niezbędne do zmniejszenia zużycia energii i zwiększenia bezpieczeństwa pojazdu. Włókno węglowe, kompozyty i stopy aluminium są używane do lekkich rozwiązań konstrukcyjnych, zwiększając wydajność paliwową i redukując emisje. Polimery o wysokiej wytrzymałości zastępują tradycyjne metale w elementach niekonstrukcyjnych, a materiały hybrydowe łączące metale i polimery zwiększają wytrzymałość i elastyczność w krytycznych elementach samochodowych.
* **2.3 Trwałość i ochrona środków transportu i infrastruktury:** Powłoki, farby i hybrydowe procesy produkcyjne w tym obszarze zwiększają trwałość i zmniejszają zużycie paliwa. Powłoki antykorozyjne i farby odporne na promieniowanie UV wydłużają żywotność pojazdów i infrastruktury. Samonaprawiające się materiały w powłokach pomagają naprawiać drobne uszkodzenia i zmniejszają konserwację, podczas gdy ceramika
o wysokiej odporności na zużycie i powłoki ochronne dla elementów silnika zmniejszają tarcie i zużycie paliwa w silnikach spalinowych.
1. **Obszar priorytetowy: Elektronika**
* **3.1 Elektronika stosowana**: Ten obszar priorytetowo traktuje materiały, które poprawiają efektywność energetyczną, trwałość (tj. długowieczność, wytrzymałość na ściskanie itp.), lekkość i funkcjonalność w komponentach elektronicznych. Półprzewodniki z azotku galu (GaN) i węglika krzemu (SiC) są niezbędne do zarządzania ciepłem i zwiększania efektywności energetycznej w elektronice mocy. Elastyczne polimery przewodzące obsługują nowe formaty urządzeń, takie jak elektronika noszona na ciele i elastyczne wyświetlacze, podczas gdy materiały pamięci zmiennofazowej umożliwiają szybsze przechowywanie danych przy niższym zapotrzebowaniu na energię, wspierając energooszczędne komputery.
* **3.2 Produkcja chipów, pakowanie i najnowocześniejsza elektronika**: Ten obszar kładzie nacisk na zrównoważone materiały na wafle, podłoża i opakowania, które promują praktyki cyrkularne w produkcji chipów. Podłoża nadające się do recyklingu
i niskoenergetyczne (takie jak bioplastiki lub podłoża z poddanego recyklingowi metalu) zmniejszają wpływ na środowisko, a technologie integracji 3D w opakowaniach półprzewodników minimalizują zużycie materiałów, jednocześnie poprawiając wydajność urządzeń. Zaawansowane materiały do enkapsulacji chronią chipy przed wilgocią
i uszkodzeniami środowiskowymi, wydłużając żywotność urządzeń i wspierając podejście cyrkularne.

**Podstawowe rodzaje materiałów (bez ograniczeń)[[2]](#footnote-2)**

• Metale i stopy

• Polimery

• Ceramika

• Kompozyty

• Nanoinżynieria

• Materiały inteligentne

• Materiały hybrydowe

• Półprzewodniki

• Inne

1. European Commission, “Advanced Materials for Industrial Leadership [COM (2024) 98 final],” 2024. [↑](#footnote-ref-1)
2. Metals and alloys, polymers, ceramics and composites are relevant categories to the extent that they are part of an advanced material. [↑](#footnote-ref-2)