



POJAZDY ELEKTRYCZNE

DEMONTAŻ

NOWE TRENDY - KORZYŚCI I ZAGROŻENIA

NOWE KODY ODPADÓW BATERII - PRZEPISY

Mariusz Adamik

Kierownik stacji demontażu w firmie AMBIT

TARGI KIELCE – EKOTECH – PANEL FORS 08.04.2026





Transformacja ekosystemu motoryzacyjnego i nowa rola stacji demontażu pojazdów (SDP)

Przemysł motoryzacyjny przechodzi najbardziej radykalną transformację od czasu linii montażowej. Tradycyjne metody złomowania stają się niewystarczające wobec pakietów akumulatorów o masie 500–800 kg i napięciu do 800V.

Nowa rola SDP

Z punktów utylizacji odpadów w kierunku centrów odzysku materiałów krytycznych i podzespołów wysokiej technologii.

Regulacje i ekonomia

Profesjonalizacja wymuszona przez unijną strategię GOZ, pakiet „Fit for 55” oraz wartość surowców z baterii Li-ion.

Nowe kompetencje

Integracja elektrotechniki, chemii materiałowej i logistyki towarów niebezpiecznych w jednym podmiocie.

Statystyki sprzedaży i rejestracji BEV w Europie (2020–2026)

Dynamika wzrostu

- Udział BEV w sprzedaży UE wzrósł z 4% w 2020 r. do 19,3% w styczniu 2026 r.
- Norwegia osiągnęła 93% udziału w 2023 r. (+na stan dzisiejszy)
- Spadek rejestracji BEV w Niemczech na początku 2026 może prognozować zwiększony ich eksport na wschód, w tym do Polski
- Sektor demontażu musi przygotować się na postępujący napływ pierwszych BEV w najbliższych latach.

„Elektryki dla ludu”

VW ID. Polo i Kia EV2 z cenami poniżej 25 000 EUR drastycznie zwiększą wolumen aut w obiegu, a w konsekwencji – w punktach demontażu za kilka lat.

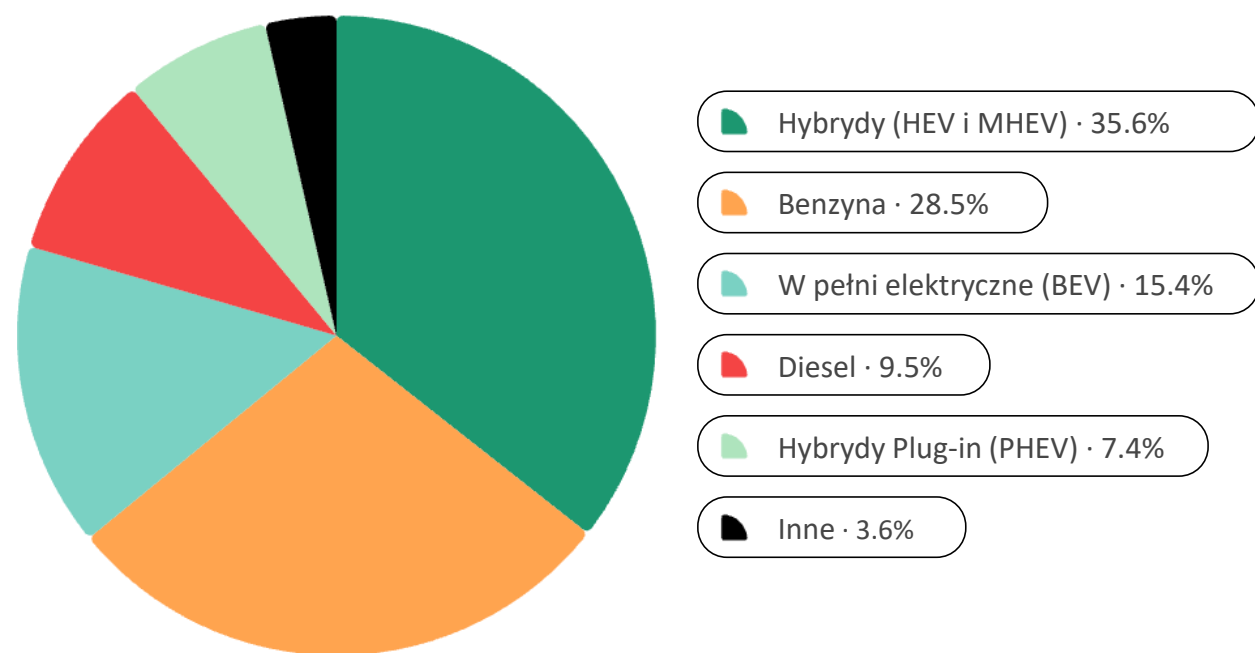
Tabela 1: Udział rynkowy BEV w UE

Rok	Rejestracje BEV	Udział (%)	Kluczowy czynnik
2020	~400 000	4,0%	Pandemia, pierwsze dotacje
2022	1 100 000	14,0%	Wzrost cen paliw
2023	~1 500 000	18,0%	Rozbudowa infrastruktury
2025	~1 880 000	17,4%	Stabilizacja po wygaśnięciu dopłat DE
2026 (sty)	~154 000	19,3%	Nowe limity CO2 (CAFE 2025)

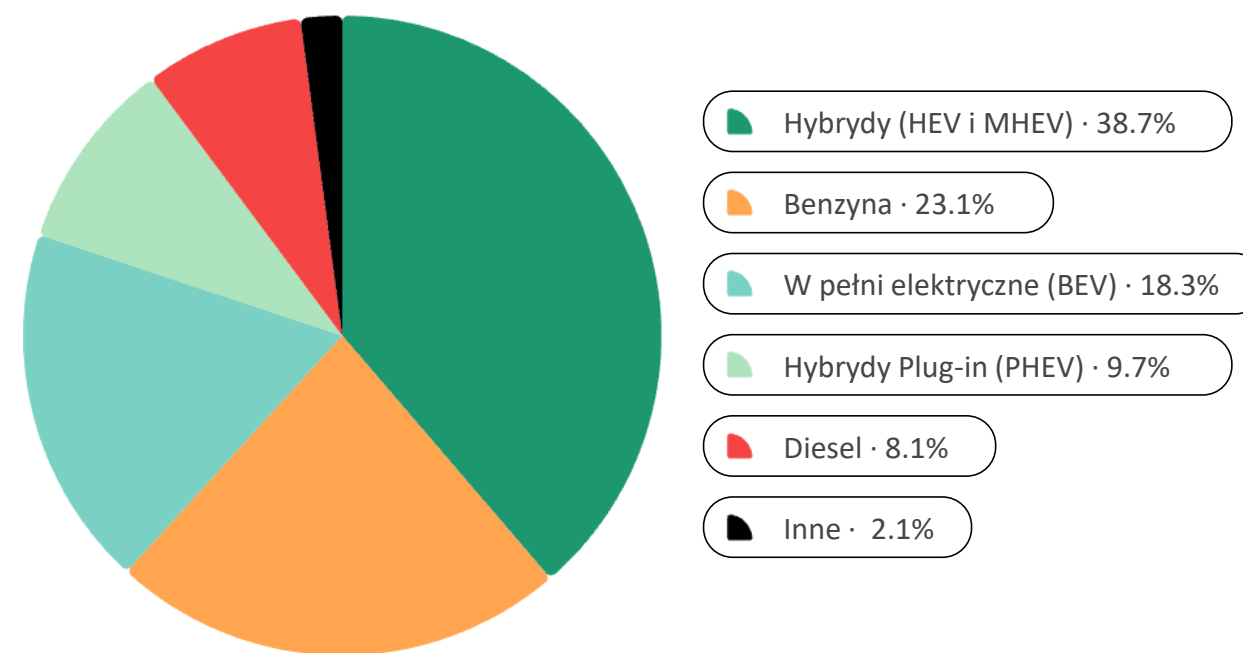
Źródło: ACEA, IEA, Autovista24

Rejestracje pojazdów w Unii Europejskiej względem napędu

Luty 2025



Luty 2026



Źródło: ACEA Auto Raports

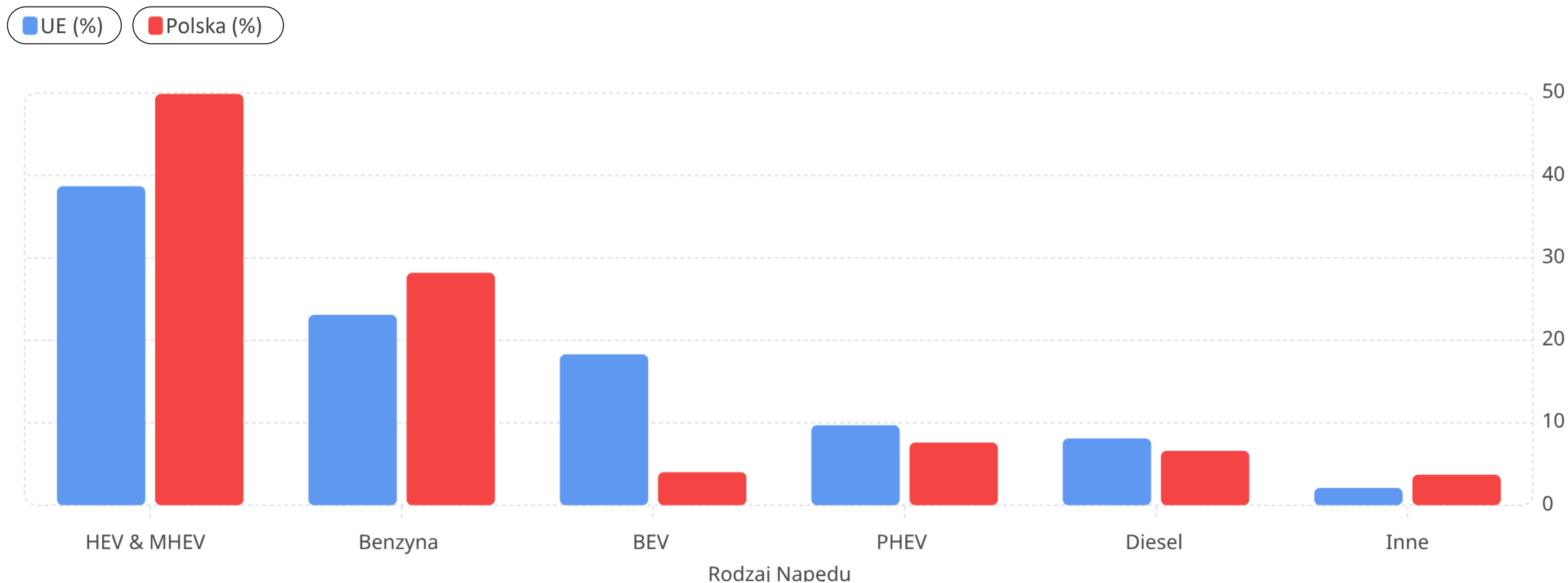
Dynamika rynku polskiego – park pojazdów i prognozy

Polska wykazuje specyficzną dynamikę floty BEV: 33 866 szt. skumulowanych rejestracji na koniec 2022 r. (+80% r/r), osiągając 132 tys. pojazdów pod koniec 2025. Prognoza = 170 tys. nowych rejestracji rocznie do 2030 r. Import BEV wzrósł w 2024 r. o ponad 40%. Infrastruktura SDP powinna być rozwijana przede wszystkim wokół dużych aglomeracji.

Tabela 2: Rozkład floty BEV w Polsce według regionów (2026)

Region	Udział (%)	Potencjał SDP	Charakterystyka floty
Mazowieckie	33,0%	Bardzo wysoki	Silna dominacja Warszawy (23% ogółu); głównie floty i leasingi
Wielkopolskie	12,0%	Wysoki	Hub logistyczny i transportowy; wysoki udział aut firmowych
Małopolskie	~10,0%	Średni/Wysoki	Znaczny udział nabywców prywatnych; rozwój w sektorze turystycznym
Pozostałe 13 woj.	45,0%	Rozproszony	Koncentracja w miastach wojewódzkich i wzdłuż sieci TEN-T

Rejestracje pojazdów w Polsce względem napędu (Luty 2026) w porównaniu do UE



Kluczowe obserwacje: Polska charakteryzuje się wyższym udziałem hybryd oraz niższym udziałem samochodów benzynowych niż średnia unijna. Największą różnicą jest znacząco mniejszy udział pojazdów w pełni elektrycznych (BEV), który wynosi około 4% w Polsce, w porównaniu do około 18% w UE. Rosnące zainteresowanie hybrydami plug-in (PHEV) jest widoczne w obu regionach.

BEV

DEMONTAŻ

Kluczowe podzespoły w pojazdach elektrycznych

Pojazdy elektryczne (BEV) posiadają unikalne komponenty, które wyróżniają je od tradycyjnych aut spalinowych. Zrozumienie ich funkcji jest kluczowe dla procesu demontażu i recyklingu.

Silnik elektryczny

Zastępuje tradycyjny silnik spalinowy. Jest znacznie mniejszy, lżejszy i prostszy w budowie. Generuje pełny moment obrotowy natychmiastowo. Często stosuje się więcej niż jeden silnik, np. po jednym na oś.

Bateria trakcyjna (akumulator wysokonapięciowy)

Najdroższy i najcięższy element "elektryka". Zastępuje zbiornik paliwa, przechowując energię w postaci prądu stałego (DC). Zwykle umieszczona w podłodze, co obniża środek ciężkości pojazdu. Wymaga specjalistycznego podejścia w demontażu.

Falownik (Inwerter)

To "mózg" układu napędowego. Zamienia prąd stały (DC) z baterii trakcyjnej na prąd zmienny (AC), którym zasilany jest silnik elektryczny. Reguluje częstotliwość prądu, co pozwala płynnie sterować prędkością auta.

Ładowarka pokładowa (OBC)

Urządzenie, które zamienia prąd zmienny (AC) płynący z domowego gniazdka lub publicznego słupka AC na prąd stały (DC), aby móc wtłoczyć energię do baterii. Jest integralną częścią systemu ładowania.

Przetwornica DC/DC

Zmniejsza wysokie napięcie z baterii trakcyjnej do poziomu 12V, aby zasilić standardowe systemy pokładowe (światła, radio, wycieraczki, komputery). W autach spalinowych tę funkcję pełni alternator.

Czołówka rynku BEV w Polsce (2024–2025)

O ile Tesla obroniła pozycję rynkowego hegemonu, o tyle w 2025 roku na kolejnych stopniach podium doszło do wielkiego przetasowania. Polacy zaczęli masowo wybierać bardziej przystępne cenowo modele sprowadzane z Chin oraz budżetowe propozycje europejskie.

Tabela 5: Liderzy sprzedaży BEV w Polsce (2025)

Pozycja	Marka i Model	Zarejestrowane sztuki	Charakterystyka na rynku
1.	Tesla Model Y	3 180	Niedościgniony lider, wybierany chętnie zarówno przez floty, jak i klientów prywatnych.
2.	Tesla Model 3	1 992	Sedan Tesli, który po niedawnym liftingu (Highland) zyskał na komforcie i odnotował potężny wzrost zainteresowania.
3.	BYD Dolphin	1 989	Globalny bestseller chińskiego giganta, oferujący bogate wyposażenie i nowoczesną technologię baterii w konkurencyjnej cenie.
4.	Citroën e-C3	1 907	Jeden z liderów w segmencie budżetowych, miejskich elektryków, których sprzedaż napędzają niskie ceny wyjściowe i programy dopłat.
5.	Leapmotor T03	1 635	Nowy gracz w segmencie mikro-elektryków, który staje się realną, przystępną cenowo alternatywą dla najtańszych aut miejskich.

W Polsce wciąż ponad **80%** nowych rejestracji samochodów w pełni elektrycznych przypada na klientów biznesowych i leasing. Tesla Model Y doskonale wpisuje się w polityki flotowe wielu firm, które optymalizują koszty dzięki programom rządowych dopłat (takim jak "Mój Elektryk" czy obecne formy wsparcia).

Ceny używanych części i ekonomia odzysku na przykładzie Tesla Model Y



Silnik elektryczny

3 000 – 10 000 PLN



Bateria trakcyjna

10 000 – 25 000 PLN



Falownik (Inwerter)

1 000 – 4 000 PLN



Ładowarka pokładowa

1 000 – 3 000 PLN



Przetwornica DC/DC

2 000 – 3 000 PLN

Ceny te odzwierciedlają wysoką wartość rezydualną komponentów BEV, szczególnie w przypadku popularnych modeli, takich jak Tesla Model Y. Dla stacji demontażu pojazdów kluczowe jest efektywne pozyskiwanie, diagnostyka i wprowadzanie tych części na rynek wtórny, maksymalizując ich żywotność i wartość ekonomiczną.





Kanały Zbytu, Logistyka i Koncepcja Second Life

Kanały Zbytu i Logistyka w Polsce

Główne kierunki sprzedaży dla SDP:

- Zakłady recyklingu (Elemental Strategic Metals, SungEel HiTech).
- Second Life (magazyny energii dla fotowoltaiki, przemysłu).
- Skupy i brokerzy odpadowi (Eco Harpoon, Eneris, MB Recycling)

Wymogi formalne:

- Sprzedaż w systemie BDO (kod odpadu 16 06 05).
- Transport: uprawnienia ADR (Klasa 9), specjalistyczne pojemniki dla uszkodzonych ogniw.

Koncepcja Second Life

Baterie o pojemności 70-80% są z sukcesem wykorzystywane w projektach stacjonarnych.

- Nissan: Magazyny energii na stadionach (np. Johan Cruijff ArenA).
- BMW i Audi: Huby szybkiego ładowania, zasilanie fabryk.
- Renault i Mercedes-Benz: Systemy stabilizujące sieci energetyczne (13-70 MWh).

i W samochodach luksusowych pakiety baterii przekraczają 100kWh, co czyni je najbardziej pożądanymi na rynku magazynów energii!

Second Life na przykładzie Nissan i BMW



Johan Cruijff Arena – Nissan

To największy w Europie komercyjny magazyn energii wykorzystujący baterie z aut elektrycznych. System o mocy **3 MW** składa się ze **148 zestawów akumulatorów z Nissana LEAF**, które magazynują prąd z 4200 paneli słonecznych umieszczonych na dachu obiektu. Stadion nie tylko sam się zasila, ale w razie potrzeby oddaje nadwyżki do miejskiej sieci, działając jak gigantyczny, inteligentny powerbank, który ratuje Amsterdam przed przeciążeniami podczas wielkich imprez.



Fabryka BMW w Lipsku

BMW stworzyło w swojej fabryce system "Storage Farm", który łączy około **700 baterii z modelu i3** (zarówno nowych, jak i używanych). Cała instalacja jest bezpośrednio wpięta w **cztery turbiny wiatrowe** znajdujące się na terenie zakładu. Dzięki temu fabryka może magazynować własną, czystą energię i wykorzystywać ją do produkcji nowych samochodów nawet w bezwietrzne dni, co drastycznie obniża koszty operacyjne i ślad węglowy marki.

Globalne Trendy Cen i Specyfika Baterii EV

Ceny baterii w branży motoryzacyjnej osiągnęły rekordowo niskie poziomy, spadając o ponad 90% w ciągu 15 lat. Spodziewany jest dalszy spadek, co ma kluczowe znaczenie dla ekonomii odzysku i recyklingu.

KOSZT 1 KWH

Średnia cena kompletnego zestawu bateryjnego spadła do ok. **108 USD za 1 kWh** (2025/2026), z prognozą **80 USD** do końca 2026. Dla porównania, w 2010 r. było to **1500 USD**. Obniżka wynika z technologii LFP i rozwoju wydobycia litu.

SPECYFIKA EKSPLOATACJI

- **Budowa modułowa:** Serwis pojedynczych ogniw/modułów zamiast całej baterii (koszty z kilkudziesięciu do kilku tys. PLN).
- **Gwarancje producentów:** Standardem jest 8 lat lub 160 000 km (do 70% pojemności).
- **Trwałość:** Pakiety chłodzone cieczą często zachowują sprawność przez 300-500 tys. km.

Baterie Na-ion vs LFP – Porównanie dla SDP (Stan na 2026)

W 2026 roku dla SDP najważniejsze są różnice między LFP i Na-ion w obszarze wartości odzysku, Second Life, bezpieczeństwa oraz logistyki ADR.

LFP

- W recyklingu ma wartość średnią, bo zawiera lit, ale nie ma kobaltu ani niklu.
- W Second Life jest bardzo cenione i pozwala uzyskać wysoką marżę.
- Jest stabilne, choć nadal wymaga ostrożnego magazynowania.
- Transport wymaga pełnych procedur ADR Klasa 9 i zabezpieczonych kontenerów.

Na-ion

- W recyklingu ma najniższą wartość surowcową i może wymagać dopłaty za odbiór.
- W Second Life ma niższy potencjał niż LFP z powodu mniejszej gęstości energii.
- Jest bardzo bezpieczne i odporne na zwarcia oraz uszkodzenia.
- Transport jest prostszy i tańszy, a pełne rozładowanie obniża ryzyko samozapłonu.

Ciekawostki nt. baterii

Baterie kwantowe (CSIRO/RMIT)

Prototyp ogłoszony w marcu 2026 r. – dzięki splątaniu kwantowemu ładuje się tym szybciej, im większą ma objętość. Komercjalizacja to odległa przyszłość, ale zmienia myślenie o magazynowaniu energii.

Bateria „Rhino” Chery (All-Solid-State)

Gęstość energii **600 Wh/kg** – niemal trzykrotnie więcej niż obecne ogniwa. Zasięg aut: **1200–1500 km**, co radykalnie zmieni rynek aut używanych.



Przepisy i kody odpadów BDO

System BDO w 2026 r. staje się w pełni cyfrowym narzędziem kontroli. Odpady niebezpieczne (oznaczone gwiazdką) muszą być ewidencjonowane od **pierwszego grama**. Uwaga na **kody lustrzane** – ten sam materiał może być bezpieczny lub niebezpieczny zależnie od badań laboratoryjnych. Wyodrębniono specyficzne rodzaje baterii, które wcześniej (przed 2025 r.) były wrzucane do „zbiorczego” kodu 16 06 05.

Tabela 10: Kluczowe kody odpadów dla SDP w systemie BDO (2026)

Kod	Opis	Status	Uwagi dla SDP
16 06 07*	Zużyte baterie litowe	Niebezpieczny	Wszystkie pakiety Li-ion z EV
16 06 08*	Zużyte baterie niklowe	Niebezpieczny	Baterie NiMH (hybrydy Toyoty)
16 06 10*	Zużyte baterie sodowe niebezp.	Niebezpieczny	Nowe ogniwa Na-ion z subst. niebezp.

Źródło: Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska, Decyzja 2025/934

Paszport Baterii 2026/2027 – cyfryzacja ewidencji

Od sierpnia 2026 r. każda nowa bateria >2 kWh wprowadzana na rynek UE musi posiadać cyfrowy Paszport Baterii (dostępny przez kod QR). Obowiązek pełny od lutego 2027 r. Dla SDP to bezpieczne źródło informacji o chemii ogniw i schematach rozłączenia HV.

Tabela 12: Kluczowe dane w Paszporcie Baterii (wymogi od 2026/2027)

Kategoria danych	Zakres informacji	Znaczenie dla SDP
Tożsamość	Model, batch, numer seryjny	Precyzyjna identyfikacja części zamiennej
Skład chemiczny	Zawartość Li, Ni, Co	Kwalifikacja do strumienia recyklingu
Stan zdrowia (SOH)	Historia cykli, pojemność resztkowa	Wycena dla rynku Second Life
Instrukcje demontażu	Schematy, punkty rozłączenia HV	Bezpieczeństwo pracy technika
Ślad węglowy	Emisja CO2 z produkcji	Raportowanie środowiskowe ESG

Źródło: Regulation 2023/1542, Siemens, BASE Project

Luki prawne i wyzwania interpretacyjne w demontażu EV

Brak standardów certyfikacji części regenerowanych

Każdy producent stosuje własne procedury, co utrudnia niezależnym SDP legalne wprowadzanie części do obrotu z pełną gwarancją.

Status baterii: odpad czy produkt?

Brak jednolitej interpretacji – kiedy bateria staje się odpadem, a kiedy pozostaje „produktem używanym” do magazynów Second Life.

Odpowiedzialność w transporcie

Przepisy ADR są rygorystyczne dla baterii uszkodzonych, ale procedury oceny uszkodzenia po wypadku pozostają subiektywne – ryzyka prawne i ubezpieczeniowe dla SDP.


Transport ADR – logistyka baterii krytycznych i uszkodzonych

Baterie litowe to materiały niebezpieczne Klasy 9. Baterie powypadkowe transportuje się jako „DAMAGED/DEFECTIVE” (UN 3480) w opakowaniach P908/P911. Od 2025 r. ADR dopuszcza transport towarów niebezpiecznych pojazdami elektrycznymi. Stan naładowania (SOC) podczas transportu nie powinien przekraczać 30%.

Tabela 11: Wymagania transportowe ADR dla baterii litowych

Kategoria baterii	Nr UN	Wymagane opakowanie	Oznakowanie
Sprawna (nowa/używana)	UN 3480	Standardowe (certyfikat UN)	Klasa 9, nalepka ostrzegawcza
Uszkodzona (bezpieczna)	UN 3480	P908 / LP904	„DAMAGED/DEFECTIVE LITHIUM ION BATTERIES”
Krytycznie uszkodzona	UN 3480	P911 / LP906 (ognioodporne)	Specjalne rygory, doradca DGSA
Rozładowana do zera (Na-ion)	UN 3480	Standardowe	Mniejsze rygory bezpieczeństwa

Źródło: Umowa ADR 2023–2025, Przepisy IATA/IMDG

 **Magazynowanie PPOŻ:** Zjawisko ucieczki termicznej generuje temperatury do 1000°C i toksyczne gazy (w tym fluorowodór). KG PSP rekomenduje strefy kwarantanny min. 10–15 m od budynków, systemy detekcji dymu i ciepła oraz chłodzenie wodą lub specjalistyczne płachty gaśnicze.

Bezpieczeństwo pracy (BHP) przy demontażu systemów HV

Praca przy pojazdach elektrycznych wymaga uprawnień SEP do 1 kV oraz specjalistycznego sprzętu ochrony osobistej. Prąd stały (DC) przy 400–800V powoduje trwałe uszkodzenia tkanek i paraliż mięśni.



Procedura LOTO

Demontaż zawsze zaczyna się od „Lock Out / Tag Out” i fizycznego usunięcia zworki bezpieczeństwa (Service Plug).



Narzędzia certyfikowane

Wyłącznie narzędzia z certyfikacją izolacji do 1000V (VDE). Zakaz narzędzi pneumatycznych przy odstłoniętych ogniwach.



Zabezpieczenie ogniw

Każde ogniwo po demontażu musi mieć zabezpieczone bieguny taśmą izolacyjną, aby uniknąć zwarcia przez metalowe przedmioty.



Podsumowanie i rekomendacje dla profesjonalistów SDP

Rynek demontażu BEV ewoluował z fazy eksperymentalnej do dojrzałego sektora przemysłowego. SDP muszą zainwestować w trzy filary:



Edukacja

Uprawnienia HV (SEP), szkolenia PPOŻ, certyfikacje ADR dla personelu.



Technologia

Diagnostyka SOH, narzędzia izolowane VDE, systemy IT kompatybilne z Paszportem Baterii od 2026 r.



Logistyka

Pełna zgodność z ADR i BDO 2026, partnerstwa z hutami surowców krytycznych (np. Elemental).

→ Dyferencjacja przychodów

Przejdźcie od sprzedaży złomu metalowego do wysokomarżowej sprzedaży elektroniki mocy i modułów bateryjnych.

→ Integracja z GOZ

Budowa trwałych partnerstw z hutami surowców krytycznych w celu optymalizacji kosztów logistyki odpadów.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

Mariusz Adamik

Kierownik stacji demontażu
AMBIT Sp. z o.o.

