

Rozwój **niezawodnych, bezpiecznych**, a jednocześnie **wydajnych i efektywnych kosztowo** akumulatorów jest kluczowym elementem **zrównoważonej mobilności i dostaw energii**. Jednak zwiększone wykorzystanie baterii wymaga podjęcia działań oszczędzających zasoby i zwiększających wydajność ich użycia. Obecnie akumulatory litowo-jonowe (LIB) dominują na rynku akumulatorów do mobilnych urządzeń elektronicznych i są uważane za najbardziej obiecującą opcję w zakresie eksploatacji pojazdów elektrycznych (EV) i magazynowania energii na potrzeby sieci elektroenergetycznej. Jednocześnie inne akumulatory metalowo-jonowe (MIB), takie jak akumulatory sodowo-jonowe (SIB), stają się tańszą i bardziej zrównoważoną alternatywą, chociaż ich poziom gotowości technologicznej (TRL) jest obecnie nadal stosunkowo niski. We przypadku wszystkich tych technologii potrzebne są w dalszym ciągu wysiłki na rzecz **poprawy gęstości energii i mocy, możliwości szybkiego ładowania, wydłużenia żywotności, a także zmniejszenia kosztów produkcji i umożliwienia pełnego recyklingu** MIB. Baterie dwujonowe (DIB) stanowią obiecującą alternatywę dla MIB, w których katodę zastąpiono materiałami umożliwiającymi **interkalację anionów**, pozwalającym na uzyskanie **wysokiego napięcia do 5,2 V**, a elektrolit zapewnia magazynowanie w elektrodach zarówno kationów, jak i anionów. W porównaniu do dobrze już znanych ogniw litowo-jonowych, DIB są szczególnie **korzystne pod względem stabilności cyklicznej, gęstości mocy oraz aspektów środowiskowych i kosztowych**.

W ramach projektu SusHiBatt opracowana zostanie nowatorska koncepcja hybrydowa, która łączy w sobie wyjątkowe zalety MIB i DIB oraz zapewni synergję w zakresie możliwości szybkiego ładowania.

W tym celu na początku zostanie zaprojektowana katoda hybrydowa składająca się z mieszanki wysokonapięciowego materiału interkalującego lit i cząsteczek węgla interkalujących aniony, umożliwiającą **jednoczesne działanie jonów Li i anionów** w jednej elektrodzie. Oprócz **zmniejszenia** wymaganych ilości **Li i drogich tlenków metali przejściowych**, podejście to **eliminuje kobalt** i oczekuje się, że znacząco poprawi właściwości elektrochemiczne baterii. Takie katody hybrydowe pracują przy wysokich napięciach, dochodzących do 5,2 V, co skutkuje **dużą gęstością energii**. Obecność dodatkowych elektrochemicznie aktywnych form (anionów) zmniejsza ograniczenia dyfuzyjne w elektrolicie, co skutkuje **dużą gęstością mocy i możliwością szybkiego ładowania**. Katoda hybrydowa zostanie zbadana pod kątem parametrów elektrochemicznych w odniesieniu do układów odniesienia LIB i DIB. Mechanizm działania koncepcji hybrydowej zostanie zbadany przy użyciu zaawansowanych metod elektrochemicznych *in-situ* i *operando*. Aby zwiększyć zdolność baterii do szybkiego ładowania, zwiększyć stabilność wobec wysokich napięć i jej żywotność w skali ilości cykli ładowania-rozładowania, katoda hybrydowa jest pokryta cienką warstwą ochronną przy użyciu osadzania warstwy atomowej (ALD). Parametry elektrochemiczne katody hybrydowej będą zoptymalizowane poprzez ukierunkowany rozwój elektrolitu, biorący także pod uwagę aspekty **środowiskowe, bezpieczeństwo i koszty**. Pracom rozwojowym towarzyszyć będzie **modelowanie i symulacja**, które mają pomóc w wyjaśnieniu zasady działania i ograniczyć wysiłek eksperymentalny w zakresie optymalizacji konstrukcji elektrod i ogniw. W oparciu o wyniki projektu rozważa się również zbadanie możliwości przeskalowania przetwarzania i recyklingu ogniw bateryjnych z katodą hybrydową. Celem projektu jest **osiągnięcie TRL 3-4** po 3 latach, zaczynając od początkowych TRL 1-2. Dodatkowo, w celu zademonstrowania ogólnej przydatności koncepcji katod hybrydowych, zostanie podjęta próba **przeniesienia** tej koncepcji **na katody hybrydowe oparte na sodzie (TRL 2)**.