

## e-Pionier

### KARTA PROBLEMU SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO

I. Metryka problemu	
<b>1. Tytuł</b>	<i>Układ chłodzenia baterii trakcyjnej trolejbusu z odzyskiem ciepła</i>
<b>2. Zgłaszający</b>	<i>Urząd Miasta Gdyni Al. Marszałka Piłsudskiego 52/54, 81-382 Gdynia</i>
<b>3. Opis problemu</b>	<p><i>Baterie litowo-jonowe są aktualnie wykorzystywane w części taboru trolejbusowego w Gdyni jako pomocnicze źródło zasilania. Zapewniają one jedne z najwyższych gęstości energii i najlepszych charakterystyk ładowania i rozładowania wśród dostępnych na rynku rozwiązań. Skutkuje to dużym zasięgiem trolejbusu w jeździe niewspomaganej zasilaniem trakcyjnym przy zachowaniu relatywnie niskiej masy. Podczas eksploatacji zaobserwowano wysoką temperaturę pracy akumulatorów w sytuacjach wysokiego obciążenia oraz wrażliwość temperaturową baterii. Ponad optymalnym zakresem temperatury spadała ich sprawność energetyczna zmniejszając zasięg trolejbusu. Kluczowym zagadnieniem jest także masa systemu chłodzenia, która wpływa na pojemność pojazdu. Należy dążyć do zmniejszania masy własnej pojazdu, tak by zwiększać jego ładowność, czyli ilość osób i bagażu jaki może przewieźć. Obecnie dostępne rozwiązania, oparte o chłodzenie powietrzne bądź cieczowe, cechują się bądź niewystarczającą zdolnością odprowadzania ciepła, bądź dużą masą. Dlatego oczekiwany jest rozwój układów chłodzenia w kierunku redukcji masy.</i></p> <p><i>Z racji na charakterystykę eksploatacji trolejbusów w Gdyni nie występuje w nich problem zbyt niskiej temperatury baterii w warunkach zimowych. Podczas eksploatacji w warunkach zimowych zaobserwowano również znaczący wzrost zużycia energii przez trolejbus ze względu na wymagane ogrzewanie przestrzeni pasażerskiej za pomocą grzejników elektrycznych. Skutkiem jest zmniejszenie zasięgu w jeździe niewspomaganej zasilaniem trakcyjnym. Wykorzystanie ciepła generowanego w baterii podczas jej pracy do ogrzewania wnętrza trolejbusu może pozwolić na zmniejszenie mocy stosowanych grzejników. Obecnie stosowane rozwiązania autobusów elektrycznych nie wykorzystują energii cieplnej traconej w bateriach. Mając na uwadze konieczność redukcji zużycia energii, wysoce wskazane jest opracowanie rozwiązania umożliwiające odzyskiwanie energii cieplnej wytracanej w bateriach na cele ogrzewania pojazdu. Wykorzystanie ciepła generowanego w baterii do ogrzewania wnętrza pojazdu pozwoli na zmniejszenie zapotrzebowania energetycznego trolejbusu poprzez zmniejszenie strat energii.</i></p> <p><i>Utrzymanie temperatury pracy akumulatora trolejbusu w dopuszczalnym zakresie podniesie jego sprawność energetyczną, wydłuży jego żywotność oraz zasięg.</i></p> <p><i>Rozwiązanie opisanego problemu może pozwolić na zintensyfikowanie użycia trolejbusów w systemie komunikacji miejskiej w Gdyni, przyczyni się do popularyzacji elektromobilności oraz pozwoli na obniżenie poziomu emisji zanieczyszczeń w mieście.</i></p>
<b>3. Koordynator</b>	<p><i>Mikołaj Bartłomiejczyk Specjalista – główny energetyk tel. 58 669-42-01 Email: <a href="mailto:bartlomiejczyk@pktgdynia.pl">bartlomiejczyk@pktgdynia.pl</a></i></p>



## II. Kryteria dopuszczające (zgodność z celami e-Pionier)

### 1. Potwierdzenie istotności problemu oraz możliwości spozycjonowania problemu w branży ICT

*Elektryfikacja środków transportu drogowego jest jednym z głównych sposobów zmniejszania globalnej emisji szkodliwych gazów do atmosfery. Warunkiem koniecznym do jej przeprowadzenia jest doprowadzenie pojazdów elektrycznych do poziomu zaawansowania, na którym będą one w pełni konkurencyjne wobec pojazdów spalinowych. Aktualnie największymi ograniczeniami pojazdów elektrycznych są ich niewielki zasięg oraz niepewność dotycząca trwałości ich baterii. Cechą baterii litowo-jonowych, która jest jedną z przyczyn występowania tych ograniczeń jest ich wrażliwość temperaturowa. Utrzymanie temperatury pracy baterii w optymalnym zakresie jest kluczowe dla zapewnienia jej najwyższej sprawności oraz żywotności. Praca baterii w zbyt wysokiej temperaturze powoduje jej przyspieszoną degradację, a w skrajnych przypadkach może prowadzić do jej zniszczenia (np. samozapłonu).*

*Jednym z ograniczeń pojazdów elektrycznych jest wysokie zużycie energii w tracie zimy spowodowane systemem grzewczym. Wpływa to na znaczne ograniczenie dystansu jazdy. Dlatego wysoce wskazane jest stworzenie nowoczesnego i wysokosprawnego systemu chłodzenia baterii pojazdu elektrycznego, którego budowa umożliwi odzyskanie wygenerowanego ciepła. Rozwiązanie tego typu wymaga stworzenia układu umożliwiającego chłodzenie baterii w czasie jej pracy i odzysk odprowadzonego ciepła. Wymagane jest również zaprojektowanie jednostki zarządzającej pracą układu wraz z algorytmami sterowania uwzględniającymi stałe monitorowanie stanu baterii, pojazdu oraz otoczenia.*

### 2. Potwierdzenie unikalności problemu (braku rozwiązania) oraz konieczności prowadzenia prac rozwojowych

*Utrzymanie temperatury pracy trakcyjnej baterii pojazdu w dopuszczalnym zakresie jest dużym wyzwaniem inżynierskim podczas jego projektowania. Produkowane aktualnie autobusy elektryczne posiadają różnego rodzaju systemy zarządzania temperaturą pracy ich baterii, pokrewne z tymi stosowanymi w samochodach elektrycznych. W autach marki Tesla wykorzystywane jest chłodzenie cieczą w postaci węzownic układanych pomiędzy ogniwami baterii. W popularnym Nissanie Leaf pierwszej generacji zastosowane zostało pasywne chłodzenie powietrzem. Znane są też rozwiązania wykorzystujące czynnik chłodzący identyczny z tym obecnym w układach klimatyzacji samochodów. Wymienione wyżej systemy nie pozwalają jednak na odzysk odbieranego z baterii ciepła.*

*Znaczący jest też fakt, że ich górne granice wydajności są jedną z głównych przeszkód w zastosowaniu szybkiego ładowania baterii dużą mocą. Istnieją też obawy, że dostępne na rynku systemy chłodzenia baterii mają zbyt małą wydajność w stosunku do nowej generacji baterii litowo-tytanowych, których użycie w układach napędowych trolejbusów jest planowane w najbliższej przyszłości. Charakteryzują się one większą gęstością energii skutkiem czego generowane są większe ilości ciepła.*

*Wymagane jest, aby powstało rozwiązanie, które zapewni stabilizację temperatury pracy baterii w bezpiecznym zakresie (poniżej 40°C), zapobiegnie występowaniu różnic temperatur w całej objętości baterii większych niż 10°C, umożliwi odzysk generowanego w baterii ciepła oraz zapewni zróżnicowane zużycie energii w zależności od panujących warunków dzięki optymalnym algorytmom sterowania. Rozwiązanie musi się także cechować niską masą, która nie będzie ograniczała pojemności pasażerskiej pojazdu.*



III. Parametry poszukiwanego rozwiązania problemu	
<b>1. Kryteria oceny MVP</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utrzymanie temperatury pracy baterii w optymalnym zakresie</li> <li>2. Utrzymanie różnicy temperatury w całej objętości baterii poniżej dopuszczalnego poziomu</li> <li>3. Umożliwienie odzysku odbieranego z baterii ciepła i pomiaru ilości tego ciepła</li> <li>4. Utrzymanie korzystnego bilansu energetycznego procesu odbioru ciepła</li> <li>5. Zapewnienie zapotrzebowania energetycznego układu na poziomie adekwatnym do obciążenia</li> </ol>
<b>2. Wartości progowe kryteriów</b>	<p>Problem zostanie uznany za rozwiązany w przypadku łącznego spełnienia wskazanych poniżej warunków. Baterie zostaną odwzorowane za pomocą elektrycznego źródła ciepła o gabarytach i inercji cieplnej odpowiadającej bateriom trakcyjnym. Generacja ciepła będzie się odbywała na podstawie rejestracji pracy baterii z posiadanych pojazdów, co pozwoli na odwzorowanie warunków rzeczywistych.</p> <p>MVP uznaje się za działający poprawnie, jeśli podczas ciągłej pracy baterii w cyklu obciążenia symulującym jazdę trolejbusu w warunkach odpowiadających docelowemu miejscu zainstalowania baterii:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- temperatura pracy nie przekracza 40°C przez więcej niż 5% czasu testu,</li> <li>- różnica temperatury pracy w całej objętości baterii nie przekracza dopuszczalnej wartości 10°C przez więcej niż 5% czasu testu,</li> <li>- możliwe jest odzyskanie odebranego z baterii ciepła oraz zmierzenie jego ilości, odebrane ciepło przekazane będzie do kalorymetru odzwierciedlającego przestrzeń pasażerską,</li> <li>- ilość energii zużytej w procesie odzysku ciepła jest niższa niż ilość odzyskanej energii,</li> <li>- widoczny jest pobór mocy MVP adekwatny do występującego chwilowo obciążenia.</li> </ul>
<b>3. Procedura i warunki testu akceptacyjnego MVP</b>	<p>Test akceptacyjny polegał będzie na przeprowadzeniu badań sprawdzających działanie układu chłodzenia na dostarczonym przez jednostkę zgłaszającą źródle ciepła symulującym baterię. Test nie może zostać przeprowadzony poprzez zamontowanie prototypu w trolejbusie ze względu na obowiązujące umowy gwarancyjne. Ponadto wymagane jest przetestowanie prototypu w warunkach odpowiadających pracy baterii litowo-tytanowych, których użycie planowane jest w kolejnej generacji trolejbusów. Jest w nich generowana większa ilość ciepła niż w obecnie stosowanych bateriach litowo-jonowych. Źródło ciepła będzie cechowało się pojemnością cieplną, masą i gabarytami takimi jak litowo-tytanowa bateria trolejbusu. Wyposażone będzie w układ pomiaru temperatury każdego z imitowanych ogniw baterii. Ilość ciepła generowanego w źródle będzie identyczna z ilością ciepła generowaną podczas przykładowego cyklu jezdowego w baterii trolejbusu. Generacja ciepła będzie się odbywać na podstawie danych dotyczących obciążenia baterii pochodzących z obecnie eksploatowanych pojazdów, co umożliwi odwzorowanie warunków rzeczywistych. Test zostanie wykonany dwukrotnie i będzie polegał na stopniowym zwiększaniu mocy generowanej w modelu baterii wg charakterystyki przygotowanej na podstawie rejestracji z pojazdów. Czas trwania testu będzie odpowiadał jednemu cyklowi jazdy trolejbusu (pętla A -&gt; pętla B -&gt; pętla A). W trakcie cyklu układ musi być w stanie utrzymać stałą temperaturę na początku i końcu cyklu.</p> <p>Jednostka zgłaszająca dostarczy aparaturę do pomiaru ilości odzyskanego ciepła.</p>



*Test przeprowadzony zostanie w placówce wyznaczonej przez jednostkę zgłaszającą na terenie Trójmiasta w terminie do 30 dni od chwili dostarczenia prototypu do jednostki zgłaszającej.*

\* Wypełnienie wszystkich pól jest obowiązkowe

#### Oświadczenia

1. Niżej podpisany/a jest osobą uprawnioną do reprezentowania instytucji zgłaszającej problem w zakresie dotyczącym realizacji projektu e-Pionier.
2. Instytucja zgłaszająca problem zobowiązuje się do wydelegowania przedstawiciela do uczestnictwa w Komitecie Inwestycyjnym, który ocenia koncepcje rozwiązania przygotowane w toku postępowania konkursowego.
3. Złożenie niniejszego zgłoszenia oznacza, że w przypadku znalezienia rozwiązania problemu instytucja zgłaszająca rozważy zakup rozwiązania wytworzonego na bazie MVP.
4. Instytucja zgłaszająca problem posiada infrastrukturę techniczną umożliwiającą przeprowadzenie testu akceptacyjnego MVP zgodnie z procedurą opisaną w punkcie III.3. niniejszego zgłoszenia.
5. Instytucja zgłaszająca problem zobowiązuje się umożliwić, w miarę posiadanych możliwości, zespołom wykonawczym przeprowadzenie testów MVP w jej infrastrukturze, zgodnie z procedurą opisaną w punkcie III.3. niniejszego zgłoszenia.

Data i podpis osoby uprawnionej: