

Wodorowa lokomotywa manewrowa z opcją zasilania statków w energię elektryczną

Grzegorz Pawelec

NEXUS Consultants Sp. z o.o.

Wyzwanie



- *Innowacyjna Technika Kolejowa*
 - *Dzięki wyższej sprawności ogniw wodorowych w porównaniu do silników spalinowych nastąpi redukcja zużycia paliwa i ograniczenie kosztów eksploatacyjnych lokomotywy*
 - *Zamiana tradycyjnego paliwa na wodór umożliwi osiągnięcie pozytywnego efektu ekologicznego poprzez ograniczenie zanieczyszczenia atmosfery (smogu) oraz emisji gazów cieplarnianych*
 - *Generacja nowego źródła przychodów w postaci sprzedaży energii elektrycznej na potrzeby zasilania statków w porcie.*

Pomysł, 1/10



• *Opis rozwiązania*

- *Podstawą rozwiązania jest modernizacja używanej lokomotywy manewrowej poprzez wymianę silnika diesla na układ oparty na ogniwach paliwowych, wykorzystujących wodór jako paliwo.*
- *W pierwszej kolejności rozwiązanie przeznaczone jest dla operatorów lokomotyw manewrowych, ale w przypadku potwierdzenia opłacalności koncepcji, możliwe jest zmodyfikowanie rozwiązania do zastosowania w lokomotywach prowadzących pociągi towarowe i pasażerskie.*
- *Dzięki takim cechom ogniw paliwowych jak:*
 - *wysoka sprawność,*
 - *niskie minimum techniczne (minimalne obciążenie, z jaką może pracować urządzenie, bez negatywnego wpływu na trwałość lub sprawność),*
 - *Szybki czas startu i wysoką elastyczność zmiany obciążenia,**mogą one znaleźć zastosowanie jako zapasowe (awaryjne) źródło mocy elektrycznej.*
- *Dlatego, w ramach niniejszego rozwiązania, zakłada się, że lokomotywa manewrowa będzie pracować w porcie morskim, gdzie, poza swoją podstawową funkcją związaną z manewrowaniem, będzie również wykorzystywana do zasilania statków w porcie w energię elektryczną, umożliwiając tym samym wypełnienie zapisów Dyrektywy 2014/94/EU, zgodnie z którą wszystkie porty UE należące do sieci TEN-T, mają obowiązek zapewnienia do końca 2025 r infrastruktury do zasilania energia elektryczną z lądu statków morskich.*

Pomysł, 2/10

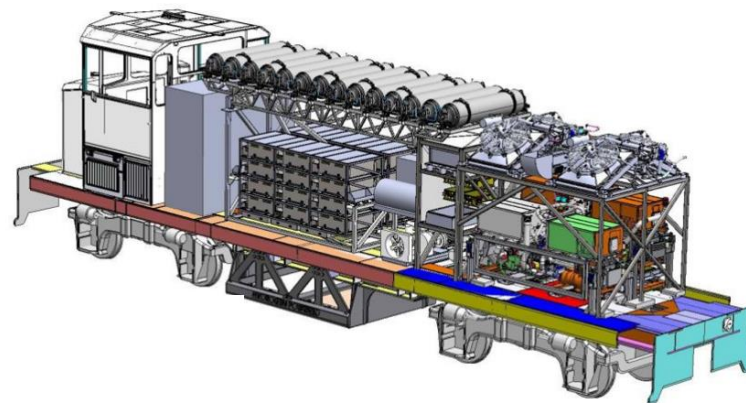


• Wstępna koncepcja techniczna

- Zakłada się, że w celu ograniczenia kosztów rozwiązanie pilotażowej będzie polegało na modernizacji używanej lokomotywy manewrowej typu SM42 lub SM48.
- Oznacza to wymianę silnika spalinowego i zastąpienie go zestawem ogniw paliwowych o łącznej mocy około 590-880 kW.
- Alternatywnie, w zależności od uzgodnień z przyszłym operatorem lokomotywy możliwa jest modernizacja lokomotywy typu ST48 wraz z zwiększeniem mocy do około 1,5-1,6 MW, tak aby poza wykonywaniem manewrów mogła ona być wykorzystywana również do prowadzenia pociągów towarowych. Takie rozwiązanie umożliwi dodatkowo zero-emisyjne prowadzenie pociągów nawet niezelektryfikowanych liniach.

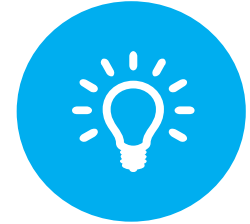


Rys. 1. Przykładowa realizacja manewrowej lokomotywy wodorowej. Źródło: Vehicle Projects Inc.



Rys. 2. Przykładowa realizacja manewrowej lokomotywy wodorowej. Źródło: Ballard.

Pomysł, 3/10



- **Wstępna koncepcja techniczna**

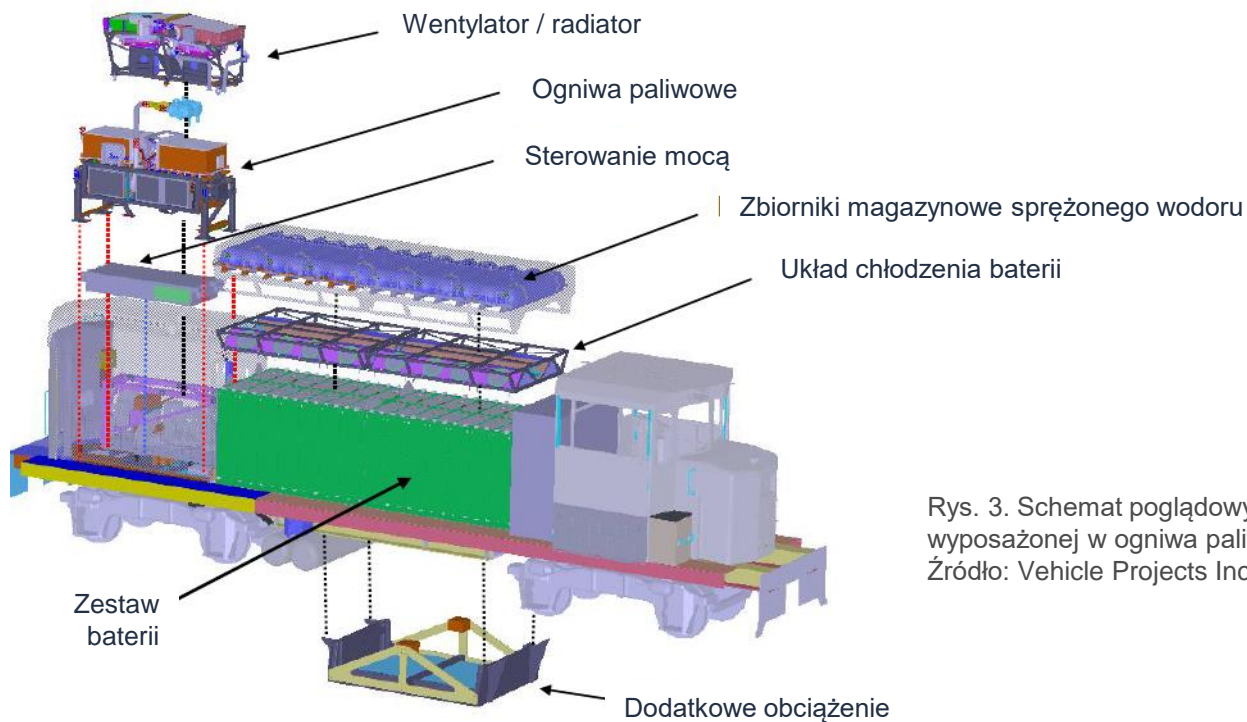
Wszystkie elementy techniczne rozwiązania będą podlegały weryfikacji na etapie prac badawczych. Niemniej na obecnym etapie rozwoju koncepcji zakłada się:

- *wykorzystanie wodoru o specyfikacji zgodnej z normami SAE J-2719 oraz ISO14687 , tj. o klasie czystości nie mniejszej niż 99,97%,*
- *magazynowanie wodoru w cylindrycznych zbiornikach ciśnieniowych (pod ciśnieniem roboczym około 350 bar),*
- *pojemność zbiorników magazynu wodoru na poziomie co najmniej 70 kg,*
- *zastosowanie baterii umożliwi lepsza zarządzanie pracą urządzenia oraz dodatkową poprawę sprawności dzięki hamowaniu rekuperacyjnemu (niemniej z uwagi na znaczący koszt baterii, ich ostateczna pojemność będzie podlegała weryfikacji na etapie studium wykonalności)*
- *z uwagi na relatywnie niską wagę ogniw paliwowych (w porównaniu do silnika spalinowego), konieczne będzie dodatkowe obciążenie lokomotywy.*

Pomysł, 4/10



- Wstępny schemat techniczny**



Rys. 3. Schemat pogładowy lokomotywy wyposażonej w ogniwa paliwowe
Źródło: Vehicle Projects Inc.

Pomysł, 5/10



• **Poziom TRL**

- *Obecny poziom TRL rozwiązania można oszacować jako 4 lub 5. Co prawda technologia ogniw paliwowych w zastosowaniu jako napęd lokomotywy, została częściowo opracowana i istnieją wdrożenia pilotażowe, niemniej brak jest dostępnych wdrożeń obejmujących modernizację używanych lokomotyw spalinowych oraz łączących prace manewrowe z zasilaniem statków w energię elektryczną.*

• **Doświadczenie**

- *Rozwiązanie znajduje się w fazie koncepcyjnej. Nie było do tej pory przedmiotem pilotażu, ani wdrożenia. Lokomotywy wodorowe są obecnie projektowane i testowane w krajach UE (w tym zarówno lokomotywy przeznaczone do pociągów towarowych, pasażerskich, jak i lokomotywy manewrowe).*
- *Według wiedzy autorów pomysłu, pomysł wykorzystania lokomotywy manewrowej do zasilania statków w energię elektryczną jest rozwiązaniem całkowicie nowatorskim.*

• **Zabezpieczenie praw**

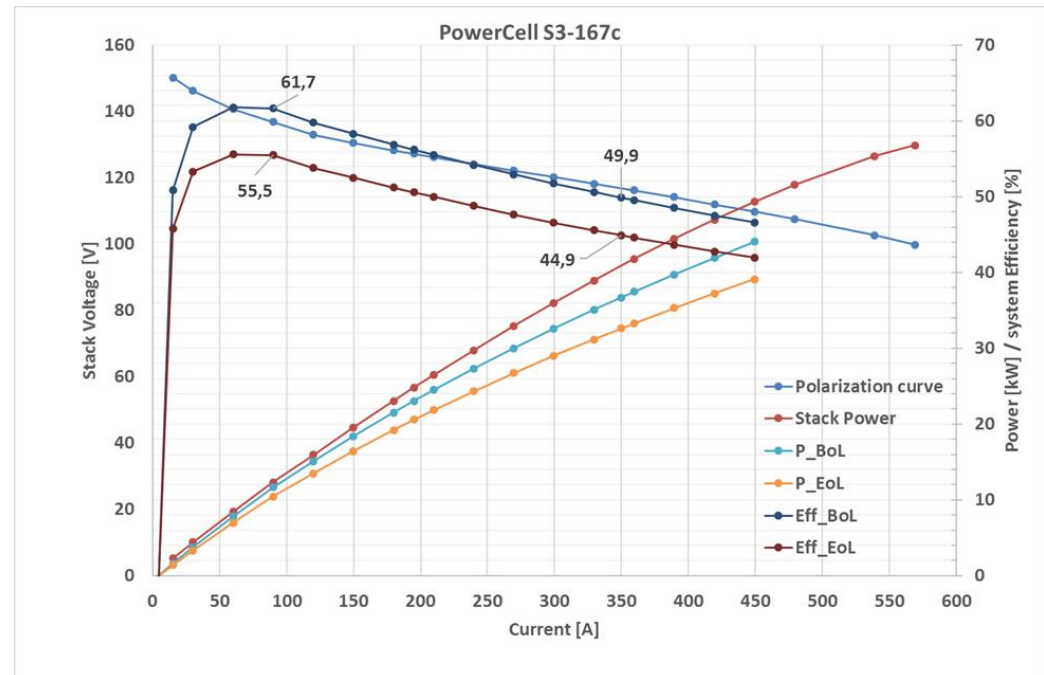
- *Rozwiązanie nie jest obecnie chronione.*
- *Działania w obszarze ochrony praw własności będą podejmowane w zakresie adekwatnym do wyników prac i będą polegać na zgłoszeniu określonych rozwiązań pod ochroną patentową lub jako wzór użytkowy.*
- *Na podstawie posiadanej wiedzy oraz aktualnego badania stanu techniki należy uznać, iż nie istnieją bariery związane z dysponowaniem do praw własności intelektualnej związanej z przedmiotem Projektu.*
- *Badania stanu techniki potwierdziło, iż realizacja założonych prac badawczo-rozwojowych oraz wdrożenie wyników Projektu nie naruszy praw własności intelektualnej należących do strony trzeciej.*
- *Obecnie stosowana przez inne podmioty ochrona nie stoi na przeszkodzie wdrożeniu rezultatów Projektu, co wiąże się z unikalnością założeń Projektu.*

Pomysł, 6/10



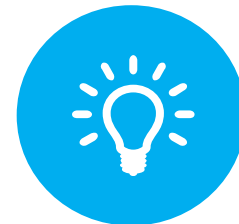
• Korzyści (1)

- Podstawową korzyścią projektu będzie potencjalna redukcja kosztów eksploatacji lokomotywy manewrowej.
- Należy zaznaczyć, że ogniwo paliwowe charakteryzują się istotnie wyższą sprawnością, niż silniki spalinowe.
- Przy niskim obciążeniu, rzędu 15-20% maksymalnej mocy, sprawność energetyczna ogniwa paliwowego sięga około 62%. Natomiast pracując z pełną mocą sprawność ta wynosi ponad 50%.
- Tradycyjne silniki spalinowe napędzane olejem napędowym, w zakresie mocy, których dotyczy projekt, rzadko osiągają sprawność wyższą niż 40%.



Rys. 4. Sprawność ogniw paliwowych na przykładzie urządzeń firmy PowerCell AB.
 Źródło: Powercell AB.

Pomysł, 7/10



• **Korzyści (2)**

- *Standardowym rozwiązaniem w przypadku zasilania statków z lądu jest budowa infrastruktury do zasilania statków w energię elektryczną bezpośrednio przy nabrzeżu, przy którym cumują statki mogące być potencjalnie zasilane z lądu. Wiąże się to jednak z szeregiem wad, w tym:*
 - *wymagana jest kosztowna przebudowa i rozbudowa portowej infrastruktury elektroenergetycznej – w celu przystosowania sieci do dostarczenia wymaganej mocy na nabrzeże, a także budowy stacji transformatorowych i przetwornic częstotliwości w celu zapewnienia kompatybilności zasilania z lądu z systemem na statku*
 - *konieczne zwiększenie mocy przyłączeniowej po stronie portu, która jest jednak nieregularnie wykorzystywana*
- *Rozwiązanie mobilne, oparte na lokomotywie wodorowej pracującej na zapleczy portu charakteryzuje się kilkoma istotnymi przewagami, obejmującymi:*
 - *nie jest wymagane zwiększenie mocy przyłączeniowej portu,*
 - *ograniczenie wydatków na przebudowę infrastruktury portowej oraz przebudowę nabrzeży umożliwia zmniejszenie wartości inwestycji,*
 - *mobilność rozwiązania daje możliwość wykorzystania lokomotywy w miejscu, w którym danym momencie byłoby największe zapotrzebowanie,*

Pomysł, 8/10

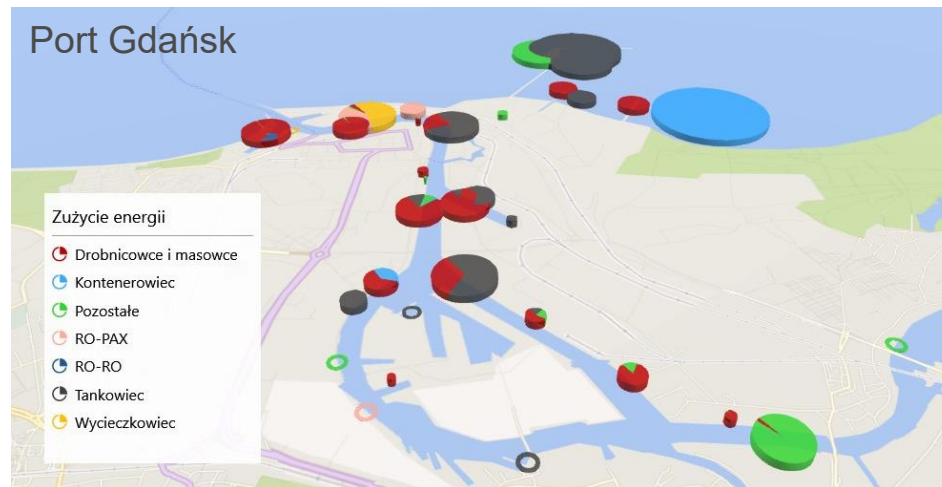


• Korzyści (3)

- Obecnie statki cumujące w Porcie w Gdyni i Gdańsku zasilane są z własnych agregatów prądotwórczych. Sporadycznie, w miarę możliwości na nabrzeżach, jednostki są zasilane z lądu, ale przy małych mocach zapotrzebowanych, tj. tylko napięciem nn 0,4 kV.
- Oszacowane łączne zużycie energii elektrycznej przez statki w Porcie w Gdańsku autorzy opracowania szacują na poziomie 58 GWh rocznie, z czego masowce i drobnicowce – a więc jednostki najczęściej rozładowywane na składy kolejowe, odpowiadają za około 8,4 GWh rocznie.
- Przyjmując, że lokomotywa jedynie przez 10% swojego maksymalnego czasu pracy w roku pracowałaby na potrzeby zasilania statków, dodatkowe oszacowane przychody z tytułu sprzedaży energii to maksymalnie nawet około **250 tys. zł rocznie**.*

* przy założeniu:

- moc ogniw paliwowych 650 kW,
- cena bunkra (MGO): 505 USD/t,
- zużycie paliwa żeglugowego na potrzeby pracy agregatów statkowych: 230 g/kWh,
- Kurs USD/PLN: 3,73



Rys. 5. Szacunkowe zużycie energii elektrycznej przez statki w Porcie Gdańsk. Źródło: opracowanie własne.

Pomysł, 9/10



• Korzyści (4)

- *Dodatkową korzyścią będą korzyści społeczno-ekonomiczne związane z redukcją zanieczyszczeń atmosfery oraz zmian klimatu, wynikające z ograniczenia spalania paliw kopalnych zarówno przez samą lokomotywę, jak i przez statki korzystające z zasilania w energię elektryczną w porcie.*
- *Co więcej, z uwagi na znaczny udział technologii węglowych w mixie energetycznym kraju, efekt ekologiczny zasilania statków z lokomotywy wodorowej będzie znacznie korzystniejszy, nawet w porównaniu do zasilania statków z łądu!*
- *Na podstawie różnicy jednostkowych wartości emisji z tradycyjnego paliwa żeglugowego (MGO vs H2) na podstawie wartości emisji zawartych w "Third IMO GHG Study (2014)", oszacowano, że realizacja projektu umożliwi redukcję emisji CO2, na poziomie około 550 ton CO2 rocznie .*

Tabela 1. Porównanie emisji wg paliw (g/kWh)

Emisja	MGO	H2
SO ₂	2,05	0
NO _x	13,9	0
CO ₂	690	0
PM ₁₀	0,37	0
PM _{2,5}	0,34	0

Źródło: Third IMO GHG Study (2014)

Pomysł, 10/10



Koszty

- Nakłady niezbędne do wdrożenia przedsięwzięcia w opisanym kształcie oszacowano na poziomie **10,2 mln PLN**.

Lp.	Wyszczególnienie	Kwota
1.	Prace badawcze (w tym projektowanie)	0,9 mln zł
2.	Studium wykonalności	0,3 mln zł
3.	Razem część badawcza [1+2]	1,2 mln zł
4.	Ogniwa paliwowe (650 kW)	5,1 mln zł
5.	Baterie (1300 kWh)	2,275 mln zł
6.	Pozostałe koszty modernizacji	1,72 mln zł
7.	Razem część rozwojowa [4+5+6]	9,095 mln zł
8.	Całkowite nakłady [3+7]	10,195 mln zł

Wycena pomysłu

- licencja za pomysł: 500.000 PLN netto plus udział w wdrożeniu projektu
- 100% finansowanie prac przynajmniej na etapie badawczym (zakończone opracowaniem studium wykonalności)
- Po wykonaniu studium wykonalności dalsza realizacja i finansowanie projektu będzie uzależnione od wyników studium. Należy wskazać jednak, że z uwagi na generowane korzyści ekologiczne, wsparcie rozwoju rynku paliw alternatywnych, a także innowacyjny charakter projektu, należy zakładać możliwość pozyskania częściowego dofinansowania ze środków UE, zmniejszających wysokość kapitału niezbędnego do realizacji prac rozwojowych.

Firma / Zespół



- Poniżej przedstawiamy kluczowy personel projektu*



Marek Foltynowicz

Ekspert techniczny

- **Kierownik Projektu**



Tomasz Pelc

Prezes Zarządu NEXUS Consultants

- Analizy strategiczne
- Kontakty z potencjalnymi partnerami/interesariuszami



Grzegorz Pawelec

Project Manager

- **Ekspert w zakresie analiz finansowych**
- Analizy efektywności finansowej, studium wykonalności, budżetowanie

- Dodatkowo, w razie potrzeby skład zespołu może być na bieżąco uzupełniany o innych pracowników naukowych, konsultantów lub ekspertów branżowych (projektantów, inżynierów) - zależnie od potrzeb wynikających z realizacji Projektu.*

Firma / Zespół



Marek Foltynowicz

Wykształcenie:

- **Politechnika Śląska** – mgr. Inż. chemik - Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej.

Doświadczenie zawodowe:

- **1973 - 1975** Pracownik naukowy Zakładów Polimerów PAN Zabrze
- **1975 - 1976** Specjalista ds. produkcji Zjednoczenia Przemysłu Tworzyw Sztucznych „Erg” w Gliwicach
- **1976 -1981** Asystent projektanta generalnego Wytwórni CS2 w Biurze Projektów „BIPROKOP” w Chorzowie
- **1979** Starszy inżynier rozruchu Zakładu CS2 w Grzybowie w ZPKiR „Montochem”
- **1981 - 1982** Główny projektant zakładów chemicznych w BP BIPROKOP” w Chorzowie
- **1982 - 1985** Starszy mistrz zmiany w Zakładzie Nawozów Sztucznych w Alkaim, Irak
- **1985 - 1989** Starszy projektant instalacji chemicznej w Biurze Projektów PROSYNCHEM” w Gliwicach
- **1989 - 1990** Główny projektant instalacji chemicznej w PPU „BiproRaf” w Gdańsku
- **1990 - 1996** Kierownik Działu Rozwoju Rafinerii Gdańskiej S.A. w Gdańsku - prokurent
- **1996 - 2000** Członek Zarządu Nafta Polska SA Warszawa
- **2000 - 2002** Założyciel i dyrektor firmy konsultingowej „PetroMark”
- **2000 - 2002** Doradca węgierskiego koncernu naftowego MOL
- **2003 - 2006** Wiceprezes Zarządu PGNiG S.A.
- **2006 - 2008** Dyrektor firmy konsultingowej „PetroMark Consulting”
- **2008 - 2012** Prezes PPU”Biproraf” sp zoo , dyrektor KTI Poland SA
- **2011 – 2012** Prezes „Monitel” sp zoo
- **2012 - do teraz** Kierownik projektu, ekspert Grupa Lotos SA

Publikacje i patenty:

- „Żywicę epoksydowe EGDN - nowy materiał o podwyższonej odporności termicznej” - Polimery 19, No 12, str. 587-592, 1974.
- „Program LOTUS 1-2-3 - pomoc dla inżynierów chemików” - Chemik , No 11, str. 287-291, 1988.
- „Program typu arkusz kalkulacyjny - kierunki wykorzystania w chemii” - Chemik , No 10, str. 265-269, 1989.
- „Prywatyzacja Rafinerii Gdańskiej” - Technika Naftowa i Gazownicza, No 2, str.5-7, 1992.
- Patent polski nr 101940 z dnia 01.09.1980 - Sposób wytwarzania kompozycji z bezwodnikiem epoksydowym.
- Materiały na konferencję w Cambridge Energy Research Associates w Houston ,Instytut of Petroleum Londyn i wiele wiele innych w kraju i zagranicą
- „Na kłopoty OZE-samochody na wodór” - Chemia przemysłowa 2016



Firma / Zespół



Tomasz F. Pelc

Wykształcenie:

- **Politechnika Gdańska** – mgr. Inż. Wydział Mechaniczny.

Doświadczenie zawodowe:

- **Członek Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich**

- **1985 - 1985** Staż inżynierski w firmie Brussels Marine Industries
- **1987 - 1988** Członek Zespołu Wyposażenia Pokładowego w Stoczni Północnej
- **1989 -1990** Projektant systemu hiperbarycznego w Instytucie Medycyny Morskiej i Tropikalnej
- **1990 - 1991** Kierownik Remontów Statków na terenie Stoczni "Nauta" / odpowiedzialny za budowę strategii marketingowej firmy
- **1991 - 1993** Konsultant / Dyrektor w Hestia Consultants

Wybrane projekty:

- **PGNiG Obrót Detaliczny sp. z o.o.** – Wstępne studium wykonalności bunkrowania statków LNG oraz zasilania statków energią elektryczną w Porcie Gdynia
- **GK PGNiG** – projekt Cost-Benefit Analysis (CBA) – analiza kosztów i korzyści wdrożenia inteligentnego opomiarowania
- **GK ENERGIA** – audyt organizacyjny, mapowanie procesów, identyfikacja wymagań wobec systemów informatycznych, opracowanie modelu organizacji i optymalizacji procesu inwestycyjnego
- **GK TAURON** – audyt organizacyjny, mapowanie procesów, identyfikacja wymagań wobec systemów informatycznych, opracowanie modelu organizacji i optymalizacji procesu inwestycyjnego
- **GK ENERGIA** – plan strategiczny Segmentu OZE (warsztaty diagnostyczne,



- **1993 - nadal** Właściciel i Prezes Zarządu NEXUS Consultants sp. z o.o.
- **1995 – 1996** Prezes Zarządu Strefa Ekonomiczna Żarnowiec Spółka z o.o.
- **1997 – 1997** Dyrektor ds. Marketingu ZM Ostróda - Morliny S.A.
- Członkostwo w Radach Nadzorczych takich spółek jak Polsko - Amerykańska INVESTA S.A., TECHMET Spółka z o.o., Ostróda - Yacht Spółka z o.o., Zakłady Urządzeń Okrętowych "FAMOR" SA, STER-PROJEKT SA, Polskie Linie Oceaniczne SA, DAEWOO-FSO MOTOR S.A. ARCUS SA, ZEUS S.A.

strategiczne, opracowanie celów, inicjatyw wraz z miernikami realizacji (Balanced Scorecard), plan wdrożenia)

- **GK ENERGIA** – plan strategiczny segmentu elektrowni wodnych
- **Pomorski Operator Systemu Dystrybucyjnego** – opracowanie strategii rozwoju
- **PGNiG Energia** – Analiza opłacalności nabycia elektrowni zasilanej gazem ziemnym, pracującej w cyklu skojarzonym (CCGT), powstającej przy Podziemnym Magazynie Gazu Wierzchowice
- **ALSTOM** – opracowanie studium wykonalności dla rewitalizacji linii kolejowych na trasie Wrocław – Gdynia
- **Grupa MARS Shipyards & Offshore** – doradztwo w zakresie opracowania strategii oraz wdrożenia inicjatyw strategicznych

Firma / Zespół



Grzegorz Pawelec

Wykształcenie:

- **Politechnika Gdańska** – mgr. Inż. Wydział Zarządzanie i Ekonomia.

Wybrane projekty:

- **Grupa LOTOS SA** – Kierownik Projektu obejmującego opracowanie studium wykonalności oraz przygotowanie kompletnej dokumentacji aplikacyjnej na potrzeby wniosku o dofinansowanie z CEF Transport PURE H2 (budowa instalacji oczyszczania wodoru wraz z instalacją do sprężania, magazynowania i redystrybucji wodoru oraz dwoma stacjami tankowania wodorem).
- **OGP GAZ-SYSTEM SA** – Studium wykonalności oraz analiza CBA budowy i eksploatacji bunkierki LN
- **OGP GAZ-SYSTEM SA** – Wstępne studium wykonalności dla projektu budowy instalacji pilotażowej odbioru energii chłodu z procesu regazyfikacji LNG i jej przesyłu do odbiorców końcowych, wykorzystujących energię chłodu w procesach technologicznych
- **OGP GAZ-SYSTEM SA** – Wstępne studium wykonalności budowy instalacji CAES w wybranym obiekcie OGP Gaz-System w celu redukcji kosztów zużycia energii
- **Ministerstwo Gospodarki** – analiza kosztów i korzyści (CBA) wdrożenia inteligentnych form pomiaru zużycia gazu w grupach W1-W3 w Polsce.
- **PGNiG Obrót Detaliczny sp. z o.o.** – wstępne studium wykonalności bunkrowania statków LNG oraz zasilania statków w energię elektryczną w Porcie Gdynia
- Biznesplan budowy tłoczni oleju rzepakowego oraz instalacji estryfikacji oleju rzepakowego do produkcji biopaliw na zlecenie **LOTOS Jasło SA**
- wstępna weryfikacja opłacalności magazynowania nadmiarowej energii elektrycznej w postaci wodoru pozyskiwanego na drodze elektrolizy z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii (projekt HESTOR)
- **PGNiG SA** - Cost-Benefit Analysis (CBA) – analiza kosztów i korzyści wdrożenia inteligentnego opomiarowania w gazownictwie
- **Fersa Renovables** – Prognoza cen energii elektrycznej oraz praw majątkowych w Polsce do 2040 roku. Gdańska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości – analizy finansowe na potrzeby studium wykonalności budowy Zakładu Termicznego Przetwarzania Odpadów Komunalnych w Gdańsku
- **Pomorska Spółka Gazownictwa Sp. z o.o.** - wykonanie uniwersalnego modelu finansowego do oceny inwestycji przyłączenia odbiorców do sieci gazowych wysokiego, średniego oraz niskiego ciśnienia należących do Pomorskiej Spółki Gazownictwa. Ocena opłacalności finansowej. Analiza wrażliwości. Definicja zakresu rzeczowego i potencjału technicznego inwestycji.
- **ELFEKO SA** – analiza finansowa na potrzeby studium wykonalności projektu „Wymiana przewodów w linii 110kv Grudziądz – Włocławek w celu ułatwienia odbioru mocy ze źródeł OZE”



Rozwiązanie



- W zakresie swojej **podstawowej funkcji** proponowane rozwiązanie będzie konkurować z powszechnie stosowanymi manewrowymi lokomotywami spalinowymi. W tym obszarze przewagi konkurencyjne proponowanego rozwiązania będą wynikały z:
 - Wyższej sprawności ogniw paliwowych (około 0,5-0,6 w zależności od stopnia wykorzystania mocy) w porównaniu do standardowego rozwiązania opartego na silniku diesla (około 0,35-0,40)
 - Niższemu minimum technicznemu ogniw paliwowych w stosunku do silnika gazowego, co umożliwi ograniczenie zużycia paliwa w trakcie pracy lokomotywy, nawet w sytuacji braku odbioru energii na potrzeby zasilania statków
 - Dzięki generacji energii elektrycznej w drodze reakcji elektrochemicznej, zamiast pracy mechanicznej, ogniwa paliwowe umożliwiają znaczne ograniczenie hałasu i wibracji związanych z pracą lokomotywy.
 - Wykorzystanie ekologicznego, zero-emisyjnego paliwa, co otwiera drogę do dofinansowania projektu z funduszy krajowych lub europejskich

Rozwiązanie

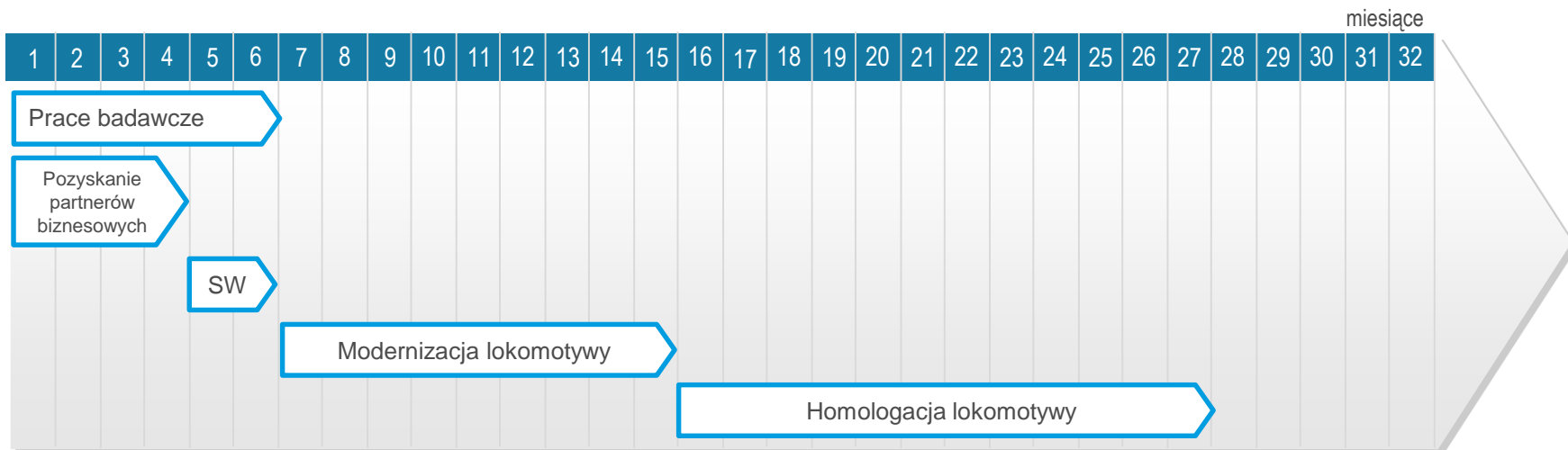


- *W zakresie **funkcjonalności dodatkowej**, obejmującej zasilanie statków w porcie w energię elektryczną, rozwiązanie będzie konkurować z zasilaniem z Krajowej Sieci Elektroenergetycznej. W tym obszarze przewagi konkurencyjne proponowanego rozwiązania będą wynikały z:*
 - *Wyższej sprawności ogniw paliwowych (około 0,5-0,6 w zależności od stopnia wykorzystania mocy) w porównaniu do standardowego rozwiązania opartego na silniku diesla (około 0,4-0,5)*
 - *Ograniczenie hałasu i wibracji związanych z pracą agregatów okrętowych w centrum miast*
 - *Wykorzystanie ekologicznego, zero-emisyjnego paliwa*
 - *Wykorzystanie potencjalnie odpadowej energii (konieczność jałowej pracy lokomotywy w trakcie operacji załadunku/rozładunku wahała), potencjalnie będzie umożliwiał oferowanie energii po atrakcyjnej cenie*

Obecny etap i przyszłość rozwiązania



- Czas niezbędny do wdrożenia Projektu oszacowano na poziomie 27 miesięcy od rozpoczęcia prac.
- Czas ten nie obejmuje dodatkowego czasu związanego z ewentualnym wyborem podwykonawców lub aplikacji o dodatkowe dofinansowanie Projektu ze środków UE.



SW – studium wykonalności

Obecny etap i przyszłość rozwiązania



- *W szczególności w zakres prac badawczych, poprzedzających wdrożenie, będzie wchodzić:*
 - *określenie wymagań armatorów, co do wielkości zapotrzebowania i wymaganych parametrów zasilania w energię elektryczną,*
 - *analizę rynku dostawców kluczowych komponentów,*
 - *określenie źródła paliwa wodorowego (JSW?, Grupa LOTOS?) wraz z zdefiniowaniem optymalnego modelu logistyki paliwa,*
 - *opracowanie specyfikacji techniczno-funkcjonalnej prototypowej lokomotywy wodorowej,*
 - *określenie zasad pomiaru i rozliczeń za energię elektryczną dostarczaną na statki we współpracy z Zarządem Portu, w którym zlokalizowana będzie inwestycja,*
 - *opracowanie studium wykonalności dla projektu wdrożenia projektu pilotażowego,*
 - *analiza ryzyka odnosząca się do fazy inwestycyjnej i operacyjnej lokomotywy wodorowej.*

Dziękuję za uwagę!

Grzegorz Pawelec

g.pawelec@nexus.pl / +48 608 536 374