

WE GO GLOBAL



IV Szkoleniowa Konferencja Naukowo - Techniczna „Przewóz towarów niebezpiecznych”

Wariantowa analiza koncepcji ramy wagonu cysterny WP125 przeznaczonego do przewozu gazów skroplonych i ich mieszanin



Adam Borzęcki
dr inż. Katarzyna Głowik
Michał Majzner



Fundusze
Europejskie



Rzeczpospolita
Polska



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejskie Fundusze
Strukturalne i Inwestycyjne



- Geneza projektu
- Warianty postaci konstrukcyjnej
- Porównanie wyników badań
- Wnioski



Firma Chemet S.A. (początek działalności 1945 rok) specjalizuje się w projektowaniu oraz wytwarzania asortymentu z grup:

- Zbiorników LPG i stacji autogazu,
- Zbiorników przenośnych na gaz skroplony,
- Cystern kolejowych,
- Zbiorników kriogenicznych,
- Aparatury procesowej.



- Wzrost zainteresowania odbiorców nowymi typami wagonów cystern wyposażonymi w zbiorniki o zwiększonej pojemności oraz ładowność, przy zachowaniu minimalnej wadze netto same wagonu.
- **Realizacja projektu „Proekologiczny wagon do przewozu skroplonych produktów gazowych, w szczególności butanu i jego pochodnych, o powiększonej pojemności zbiornika i obniżonej masie własnej przy standardowej długości wagonu o symbolu WP125” POIR.01.02.00-00-0180/16 realizowanego w ramach programu Innotabor**

Czteroosiowy wagon-cysterna typu WP125 przeznaczony jest do przewozu produktów z grupy F2 o ciśnieniu nie większym niż 11 bar

- Wysokość wagonu: 4260 mm
- Szerokość wagonu: 3130 mm
- Średnica zewnętrzna zbiornika: 3040 mm
- Nominalna pojemność - $\sim 125\text{m}^3$
- Długość zbiornika – 18 000mm
- Długość wagonu ze zderzakami – 19 840 mm
- Długość ostoï – 18 600 mm
- Maksymalna prędkość wagonu 120km/h (pusty) 100km/h(pełny)
- Masa własna - $\sim 27\text{t}$
- Maksymalna dopuszczalna masa całkowita – 90t
- Ładowność wagonu:

	A	B	C	D
S	37,0	45,0	55,0	63,0
120	00,0t			

Wagon WP125 – zbiornik przeznaczenie

Charakterystyka techniczna zbiornika:

Ciśnienie obliczeniowe/Ciśnienie próby hydraulicznej – 11 bar

Kod cysterny – P11BH

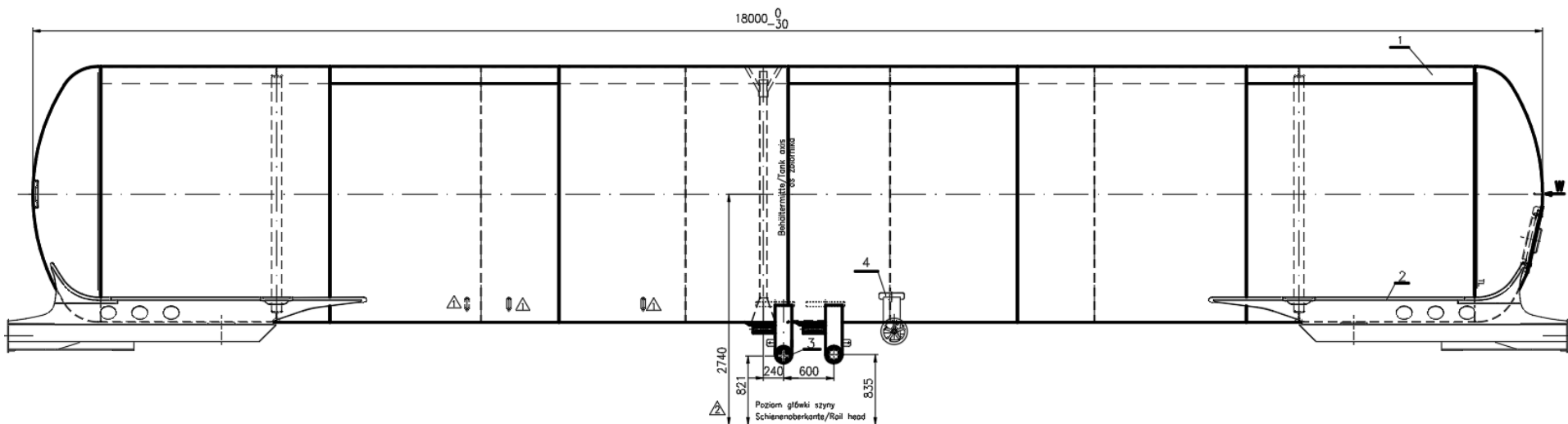
Blachy płaszczowe – g=7,7mm(min)

Dna – g=8,2mm(MAF) ϕ 3040mm

Gatunek stali na blachy płaszczowe i dna:P355NL1,

Re min=355 N/mm², Rm=490-630 N/mm², udarność KV min 27J (temp. -40°C),

A5=min 22%, Re/Rm≤0,85



Cel:

Zwiększenie konkurencyjności WP125 poprzez ograniczenie wagi:

- Zmniejszenie grubości poszycia zbiornika – ograniczone możliwości
- Zmniejszenie wagi składników interoperacyjnych i dodatkowych elementów zw. z bezpieczeństwem – ograniczone możliwości
- Rama wagonu – wariantowa optymalizacji postaci konstrukcyjnej

Ewolucja postaci konstrukcyjnej ram wagonów cystern

Wagon cysterna WP113 (poj.zb. $\sim 113\text{m}^3$)

Masy:

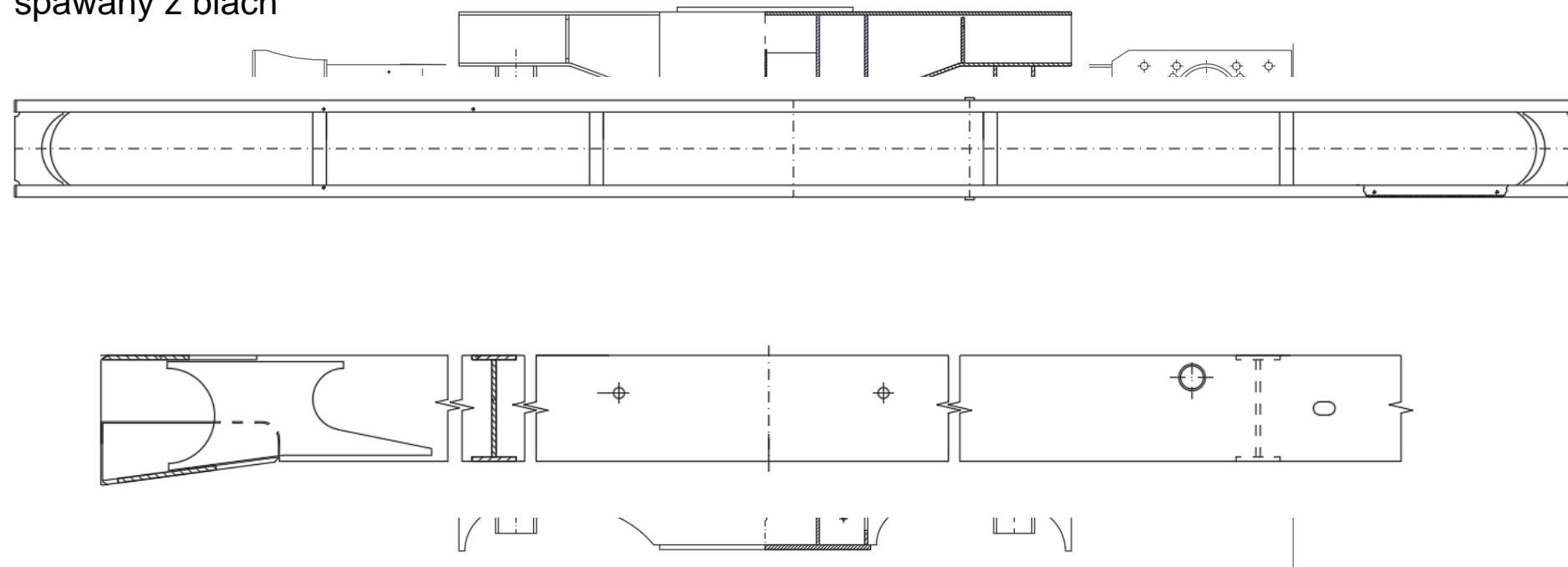
Czołownica – 701 kg

Belka skrętowa – 539,4 kg

Belka środkowa – 892,6 kg

Całkowita masa ostoï – **3376,4 kg**

Zastosowane elementy konstrukcyjne na belkę środkową: ceownik C240 oraz zastrzały teownik spawany z blach



Ewolucja postaci konstrukcyjnej ram wagonów cystern

Wagon cysterna WP125 (poj.zb. $\sim 125\text{m}^3$) – rama w dwóch wariantach

Masy:

Czołownica – 566 kg

Belka skrętowa – 521 kg

Belka środkowa – 453 kg

Całkowita masa ostoi – **2621 kg**

Masy:

Czołownica – 566 kg

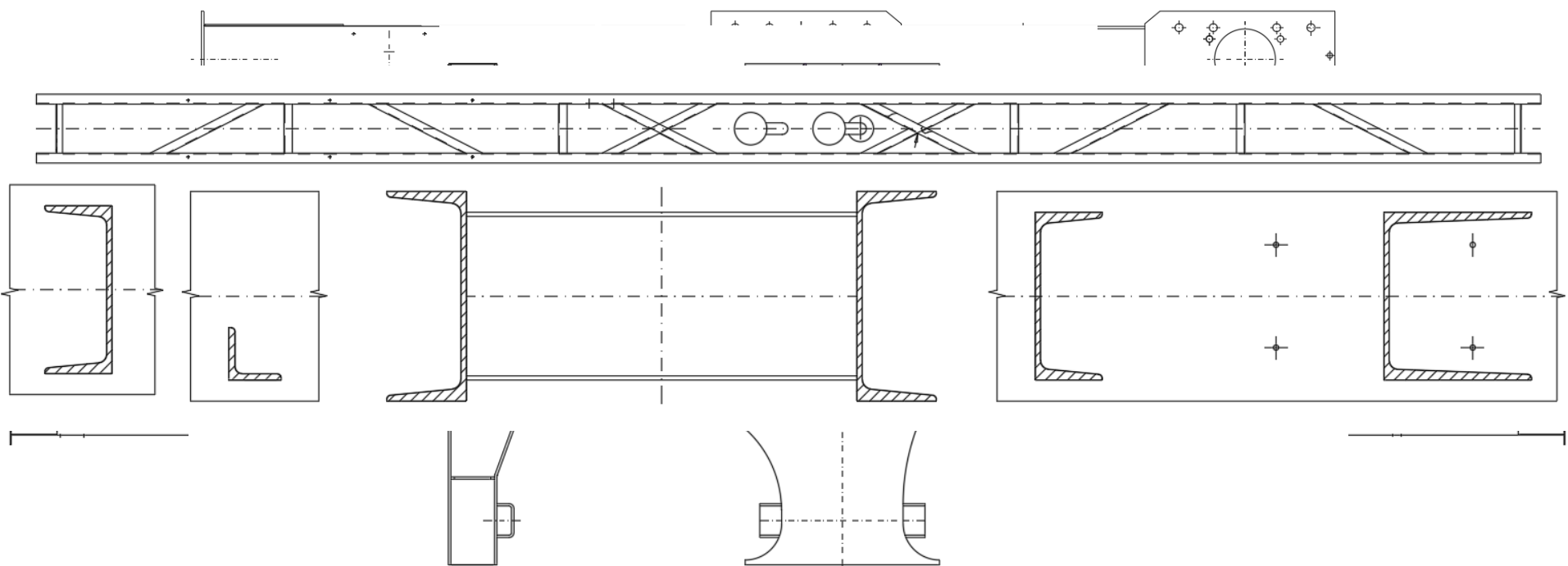
Belka skrętowa – 521 kg

Belka środkowa – 554 kg

Całkowita masa ostoi – **2728 kg**

Elementy konstrukcyjne belki środkowej: ceownik 200x80x6 oraz zastrzały ceowniki 160x60x4

Elementy konstrukcyjne belki środkowej: ceownik C200E oraz zastrzały ceowniki C160E



Badanie typu

W ramach realizacji projektu zbudowano 4 sztuki prototypowych wagonów różniących się wyposażeniem:

	Prototyp 1	Prototyp 2	Prototyp 3	Prototyp 4
Wózek Y25	Y25-Ls-C (ham. Kompaktowy)	Y25-Ls-C (ham. Kompaktowy)	Y25Ls-CA (ham.Klasyczny)	Y25Ls-CA (ham.Klasyczny)
Zestaw kołowy	BA303(BVV)	BA314(Kolowag)	BA303(BVV)	BA314(Kolowag)
Wyposażenie	Zawór ważący, hamulec przy wózku	Hamulec na podeście	Zawór ważący, hamulec na podeście	Hamulec na podeście
Typ hamulca	Knorr CFCB heavy	Knorr CFCB heavy (light)	Knorr klasyczny	Knorr Klasyczny
Zderzaki typu CRASH	G1-200k (EST)	G2-200M (EST)	G1-200k (EST)	G2-200M (EST)
Moduł przeciwnajzdowe	AC03	AC04	AC03	AC04
Ośłona czołowa	Nie	Tak	Nie	Tak
Czujnik wykolejenia	Nie	Tak	Tak	Nie

Walidację postaci konstrukcyjnej wagonu przeprowadzono na wariancie wagonu wyposażone w najłżejszy wariant ramy, gdzie zastosowano ceowniki zimnogięte 200x80x6. Spełnienie warunków wytrzymałościowych przeprowadzonych zgodnie z TSI WAG Rozp. Kom. (UE) nr 321/2013 p. 4.2.2.2 które wskazuje że należy wykazać zgodność konstrukcji wagonu z wymaganiami normy EN 12663-2:2010 rozdz. 5, wszystkie przypadki obliczeniowe zostały przyjęte dla kategorii F-I dotyczącej wagonów towarowych.

1) Obciążenia pionowe (zbiornik wypełniony cieczą - 63t)

LC11: Podnoszenie wagonu z jednej strony z uwzględnieniem współczynnika 1.0

LC12: Podnoszenia całego wagonu uwzględnieniem współczynnika 1.0

LC13: Podnoszenia całego wagonu z przesunięta podporą o wartości 10 mm z uwzględnieniem współczynnika 1.0.

LC14: Obciążenie wynikające z masy przewożonego ładunku pomnożonym przez 1.3.

2) Obciążenia poziome

LC21: Ściskanie siłą o wartości 2 MN działającą w osi zderzaków

LC22: Ściskanie siłą o wartości 2 MN działającą na oporę "c"

LC23: Ściskanie siłą o wartości 1,5 MN działającą 50 mm poniżej osi zderzaków

LC24: Rozciąganie siłą o wartości 1,5 MN działającą na oporę "a"

LC25: Ściskanie siłą o wartości 0,4 MN działającą w osi zderzaka diagonalnie.

3) Obciążenia pionowe i poziome

Bez ciśnienia wewnętrznego 8,5 bar oraz z ciśnieniem wewnętrznym 8,5 bar wagonu w pełni obciążanego (masa własna + masa ładunku)

LC31: Ściskanie siłą o wartości 2 MN w osi zderzaków oraz obciążenie pionowe zdefiniowane w

LC32: Ściskanie siłą o wartości 2 MN działającą na oporę “c” oraz obciążenie pionowe

LC33: Siła ściskająca o wartość 1,5 MN działająca 50 mm poniżej osi zderzaków oraz obciążenie

LC34: Ściskanie siłą o wartości 2 MN w osi zderzaków oraz obciążenie pionowe zdefiniowane w

LC35: Ściskanie siłą o wartości 2 MN działającą na oporę “c” oraz obciążenie pionowe

LC36: Rozciąganie siłą o wartości 1,5 MN działającą na oporę “a” oraz obciążenie pionowe

LC37: Rozciąganie siłą o wartości 1,5 MN działającą na oporę “a” oraz obciążenie pionowe

4) Obciążenia dla przypadków zmęzeniowych

Zgodnie z normą EN 12663-2:2010 tabela 13 i 14 definiuje przypadki obciążenia dla obliczeń zmęzeniowych dla wagonów towarowych. Tabela 13 określa przyspieszenia boczne o wartości $\pm 0,2g$, natomiast tabela 14 określa wartości przyspieszeń pionowych o wartości $1 \pm 0,3g$.



0014z Śniśkanie i liowartościę z Miedzią jako zalewione Miedź w polczaznikach pionowych zbiornik pełny 63t naprężenia zredukowane Von Mises

Efektem końcowym przeprowadzonych obliczeń było sformułowanie wniosku mówiącego że: Przeprowadzona analiza MES dla przypadków obliczeniowych przedstawionych w tym opracowaniu wykazała, że w żadnym punkcie naprężenia nie przekraczają wartości dopuszczalnych w ramie wagonu ani w zbiorniku. Również obliczenia zmęczeniowe wykazały, że wartości naprężeń są poniżej wartości dopuszczalnych. Wykazano zgodność konstrukcji wagonu z wymaganiami normy EN 12663-2:2010 rozdz. 5, jak również TSI WAG Rozp. Kom. (UE) nr 321/2013 p. 4.2.2.2.

Dodatkowo na podstawie przeprowadzonych badań i analiz MES Instytut Pojazdów Szynowych Tabor wyznaczył punkty charakterystyczne, w których przeprowadzono walidację wyników badań MES

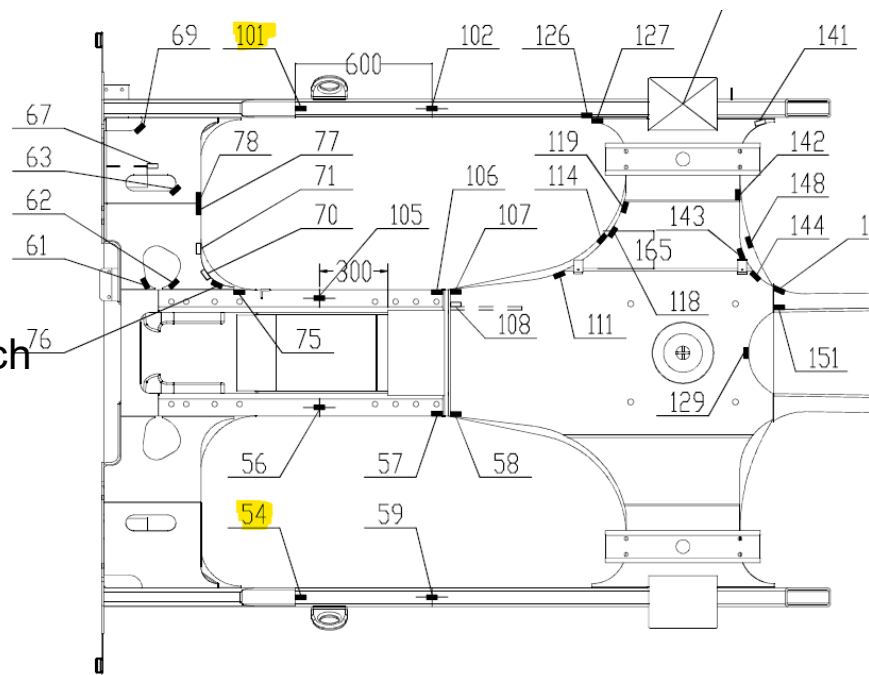
Instytut Pojazdów Szynowych „Tabor” przeprowadził badania oraz sporządził raport z badań pt. „statyczne badania wytrzymałościowe wagonu cysterny Chemet typu WP125”. Celem badań było sprawdzenie wytrzymałości konstrukcji wagonu cysterny Chemet typu WP125 na obciążenia statyczne. Pojazd został zakwalifikowany do kategorii F-I wg normy PN-EN 12663-2:2010 i sprawdzony w oparciu o tę normę na obciążenia statyczne.

W celu przeprowadzania badań zgodnie z normą PN-EN 12664-2:2010 wyznaczono 169 punktów pomiarowych w postaci pojedynczych tensometrów oporowych oraz rozet tensometrycznych.

.Wnioskiem końcowym przeprowadzonych badań było:

Na podstawie wyników uzyskanych podczas przeprowadzonych prób, w dwóch punktach pomiarowych (54 i 101) przyjętych na podstawie rysunku rozmieszczenia tensometrów doszło do przekroczenia przyjętych naprężeń dopuszczalnych.

W punktach tych dochodzi do miejscowej koncentracji naprężeń. Natomiast zmierzona wartość spełniają kryteria przyjęte w ocenie obiektu badań.



4 – ośiowy wagon-cysterna typu WP125 serii Zagns do przewozu gazów skroplonych spełnia wszystkie wymagania wytrzymałościowe oraz funkcjonalne. Zgodność wagonu z wszystkimi obowiązującymi przepisami w zakresie:

- Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/35/UE w sprawie ciśnieniowych urządzeń transportowych oraz Umowy europejskiej dotyczącej międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR) – potwierdzonej Świadectwem zatwierdzenia typu PL-TDT/TPED/RID/4/18 wystawionej przez Transportowy Dozór Techniczny w dniu 05.11.2018
- Rozporządzenia Komisji(UE) NR 321/2013 (TSI WAG) z dnia 13 marca 2013 r. dotyczące technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor – wagony towarowe” systemu kolei w Unii Europejskiej – potwierdzonej uzyskaniem Certyfikatu Badania Typu WE 1467/1/SB/18/RST/PLDE/702 wystawionej przez Jednostkę notyfikowaną Instytut Kolejnictwa wraz z Certyfikatem Uznania Systemu Zarządzania Jakością 1467/4/SD/19/RDT/PLDE/737 oraz Certyfikatem Weryfikacji WE 1467/6/SD/19/RDT/PLDE/738
- Rejestracją wagonu cysterny w Europejskiej Agencji Kolejowej pod numerem 51-328-0002-9-001-001

Na podstawie przeprowadzonych prac projektowo-konstrukcyjno-wytwórczych podjęto próbę zaprojektowania, skonstruowania, wytworzenia oraz wprowadzania na rynek innowacyjnego **4 – OSIOWEGO WAGONU-CYSTERNY TYPU WB117A i WB117B DO PRZEWOZU MIESZANIN GAZÓW PROPAN-BUTAN.**

Kluczowym kierunkiem prac badawczych było opracowanie konstrukcji ramy wagonu **pozbawionej części środkowej – belki środkowej.** Prace te zakończone zostały sukcesem i wdrożono do produkcji nowoczesny wagon WB117A oraz WB117B (różniące się długością ramy oraz pojemnością zbiornika) do produkcji.

Waga całkowita ramy:

2098 kg



WE GO GLOBAL



IV Szkoleniowa Konferencja Naukowo - Techniczna „Przewóz towarów niebezpiecznych”

Wariantowa analiza koncepcji ramy wagonu cysterny WP125 przeznaczonego do przewozu gazów skroplonych i ich mieszanin



Adam Borzęcki
dr inż. Katarzyna Głowik
Michał Majzner



Fundusze
Europejskie



Rzeczpospolita
Polska



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejskie Fundusze
Strukturalne i Inwestycyjne

