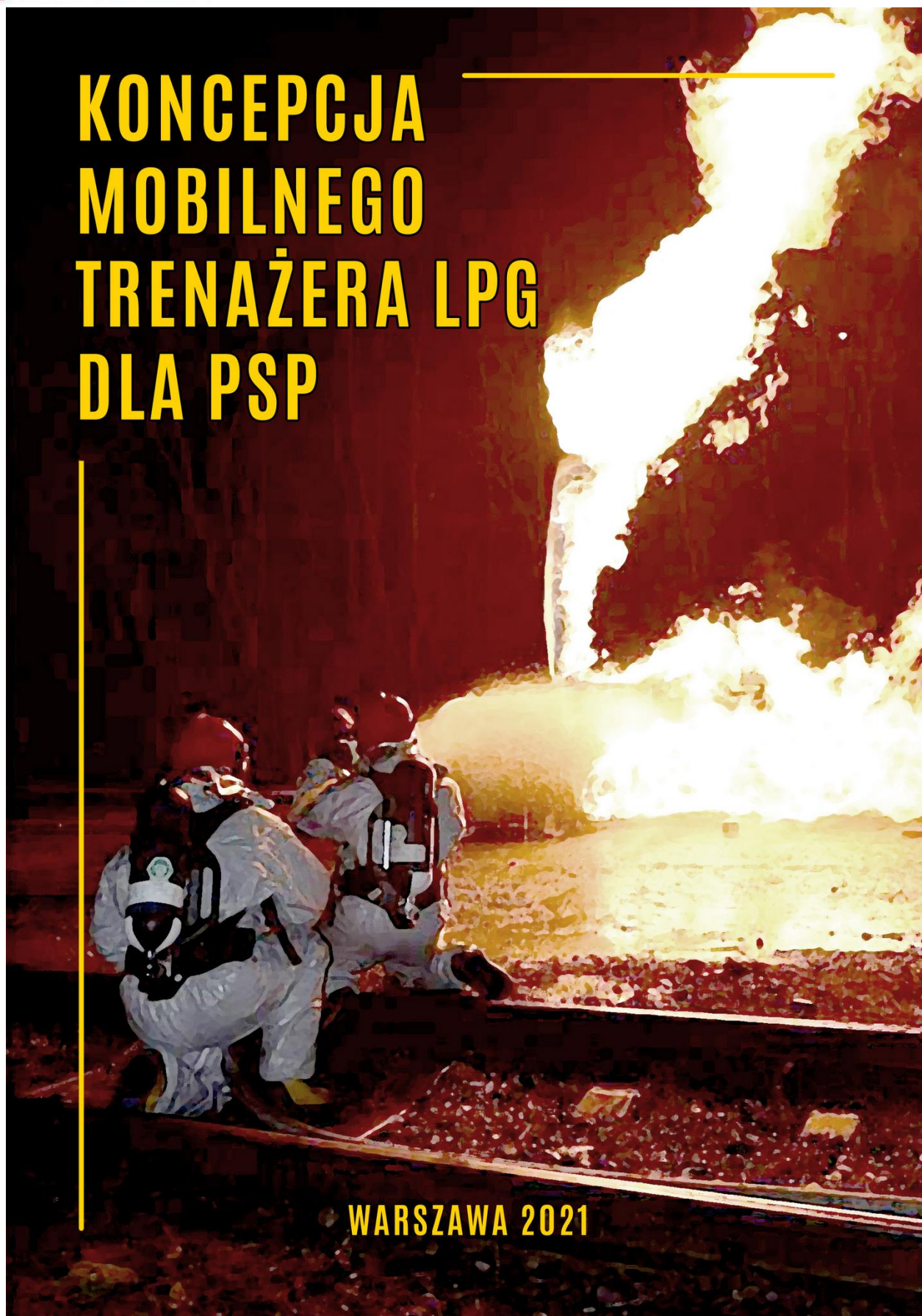


ZASTĘPCA KOMENDANTA GŁÓWNEGO
PAŃSTWOWEJ STRAŻY POŻARNEJ

Adam Konieczny
nadbryg. dr inż. Adam KONIECZNY

KONCEPCJA MOBILNEGO TRENAŻERA LPG DLA PSP



WARSZAWA 2021

Opracował zespół w składzie:

1. bryg. Zdzisław Salamonowicz – Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie,
2. mł. bryg. Artur Ankowski – Centralna Szkoła Państwowej Straży Pożarnej w Częstochowie,
3. st. kpt. Dariusz Olcen – KP PSP w Pruszczu Gdańskim.
4. Pani Magdalena Stajszczak – naczelnik Biura Szkolenia w KG PSP – nadzór realizacji

1. Przeznaczenie

Proponowane rozwiązanie stanowi wyposażenie Ośrodków Szkolenia KW PSP oraz Szkół Pożarniczych w mobilne stanowisko do ćwiczeń awaryjnych scenariuszy związanych z niekontrolowanym uwolnieniem mieszanin propanu i butanu w zakresie ratownictwa chemicznego i zwalczania pożarów podczas zdarzeń na poziomie interwencyjnym i taktycznym. Trener nie będzie na trwale związany z gruntem co umożliwi realizację ćwiczeń w dowolnej lokalizacji.

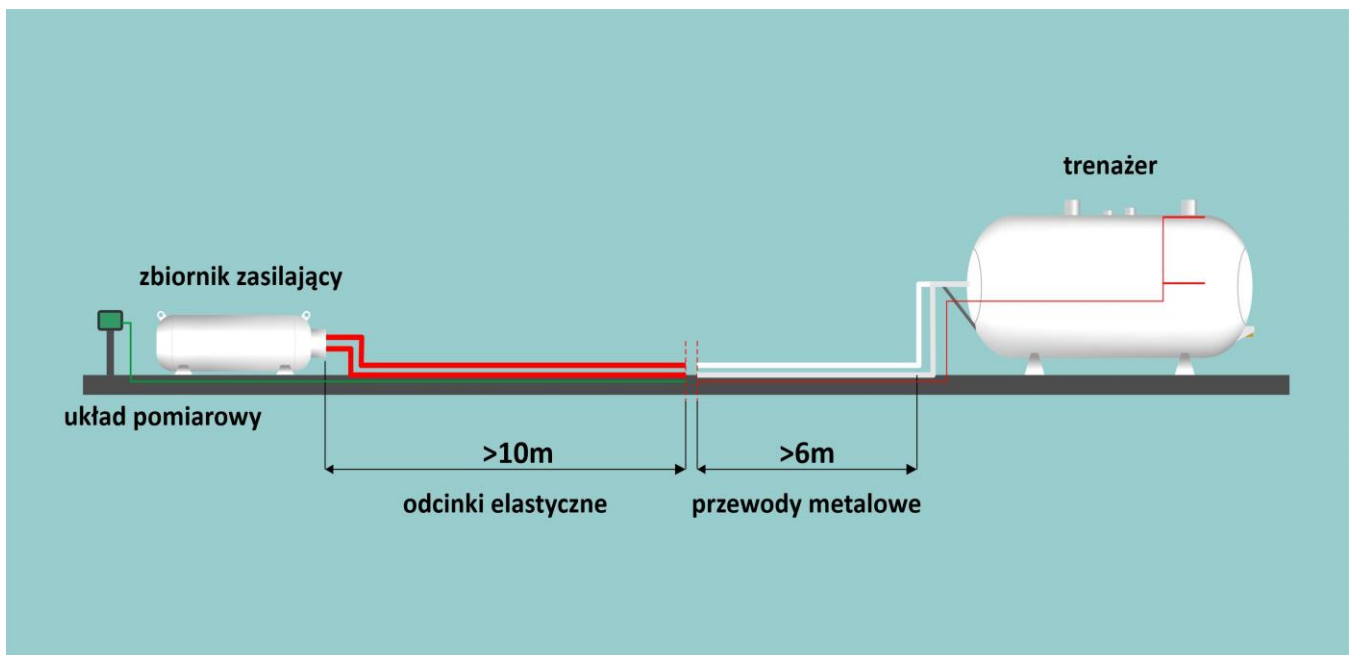
2. Budowa stanowiska

Trenażer zbudowany na bazie platformy kontenera hakowego, na którym zostaną umieszczone wszystkie elementy niezbędne do realizacji scenariuszy ćwiczeń.

W skład rozwiązania wchodzi następujące elementy:

1. Platforma kontenerowa hakowa z wciągarką;
2. Zbiornik LPG o pojemności 2700 dm³ z instalacją wewnętrzną doprowadzania gazu do źródeł emisji;
3. Zbiornik magazynowy gazu o pojemności 1000 dm³ dopuszczony do transportu (ADR) LPG, nie wymagający dodatkowych uprawnień dla kierowcy;
4. Szafa sprzętowa na sterowanie, armaturę i narzędzia;
5. Elementy pomiarowe parametrów przebiegu ćwiczenia (termopary i wyświetlacz).

Na rysunku 1 przedstawiono ideowy schemat stanowiska treningowego przygotowanego do ćwiczeń.



Rys. 1. Ideowy schemat stanowiska treningowego przygotowanego do ćwiczeń.

Ad 1. Platforma kontenerowa hakowa z wciągarką

Kontener jako nośnik do transportu trenażera i jego wszystkich komponentów powinien spełniać wymagania normy DIN 3722. Na rysunku 2 przedstawiono przykładową konstrukcję kontenera.



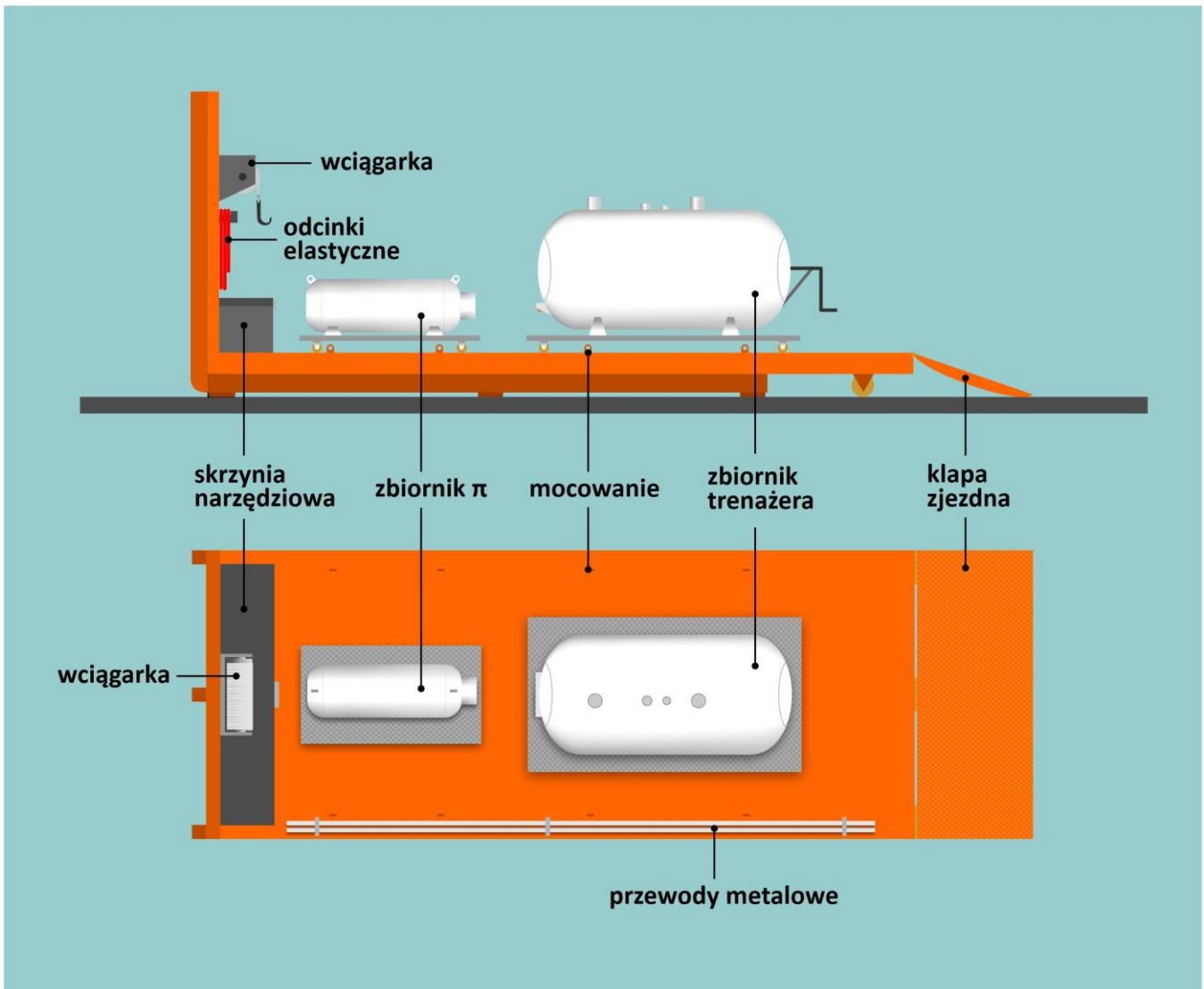
Rys. 2. Przykładowy nośnik trenażera.

Przykładowy kontener otwarty hakowy KP 12 typu LIGHT powinien posiadać minimalne parametry:

- wymiary wewnętrzne - długość x szerokość x wysokość: 6500x2300x800 mm,
- grubość podłogi: 4,0 mm,
- grubość boków: 3,0 mm,
- grubość przodu: 3,0 mm,
- grubość drzwi tylnych: 3,0 mm,
- szyny dolne - up 180 - teownik hutniczy: 180 mm,
- rolki tylne - rura grubościenna: 60x160x5 mm,
- wzmocnienie dolne: profil c100x50x3 - co 750 mm,
- wzmocnienie boków: profil c 100x50x3- co 2150 mm,
- wzmocnienie przód/tył: ceownik hutniczy 160 mm,
- haczyki do plandeki po całym obwodzie,
- uchwyt na hak: pręt fi 50 mm/1570 mm,
- blokada drzwi tylnych - scr system centralnego ryglowania drzwi,
- dodatkowa blokada dolna drzwi – blokada bezpieczeństwa,
- uchwyty w podłodze i burtach do mocowania psów transportowych,
- najazdy aluminiowe,

- wciągarkę elektryczną sterowaną bezprzewodowo.

Na rysunku 3 przedstawiono rozmieszczenie trenażera na platformie.



Rys. 3. Rozmieszczenie trenażera na nośniku.

Ad 2. Zbiornik LPG o pojemności 2700 dm³ z instalacją wewnętrzną doprowadzania gazu do źródeł emisji

Zbiornik trenażera w oparciu o konstrukcję wykonaną zgodnie z normami Europejskiej Dyrektywy Ciśnieniowej PED oraz oznakowane znakiem CE dla IV strefy klimatycznej i dostosowane do następujących parametrów eksploatacyjnych – temperatura -20/+40°C i ciśnienie maksymalne 15,6 barów. Podstawowa konstrukcja zbiorników jest zgodna z dyrektywą PED 2014/68/UE oraz normami zharmonizowanymi. Zbiorniki wykonane z blach ze stali węglowej, pokrytej wysokiej jakości trójskładnikową powłoką malarską w kolorze białym, o dużej refleksyjności, co stanowi ochronę przed nadmiernym nagrzewaniem się

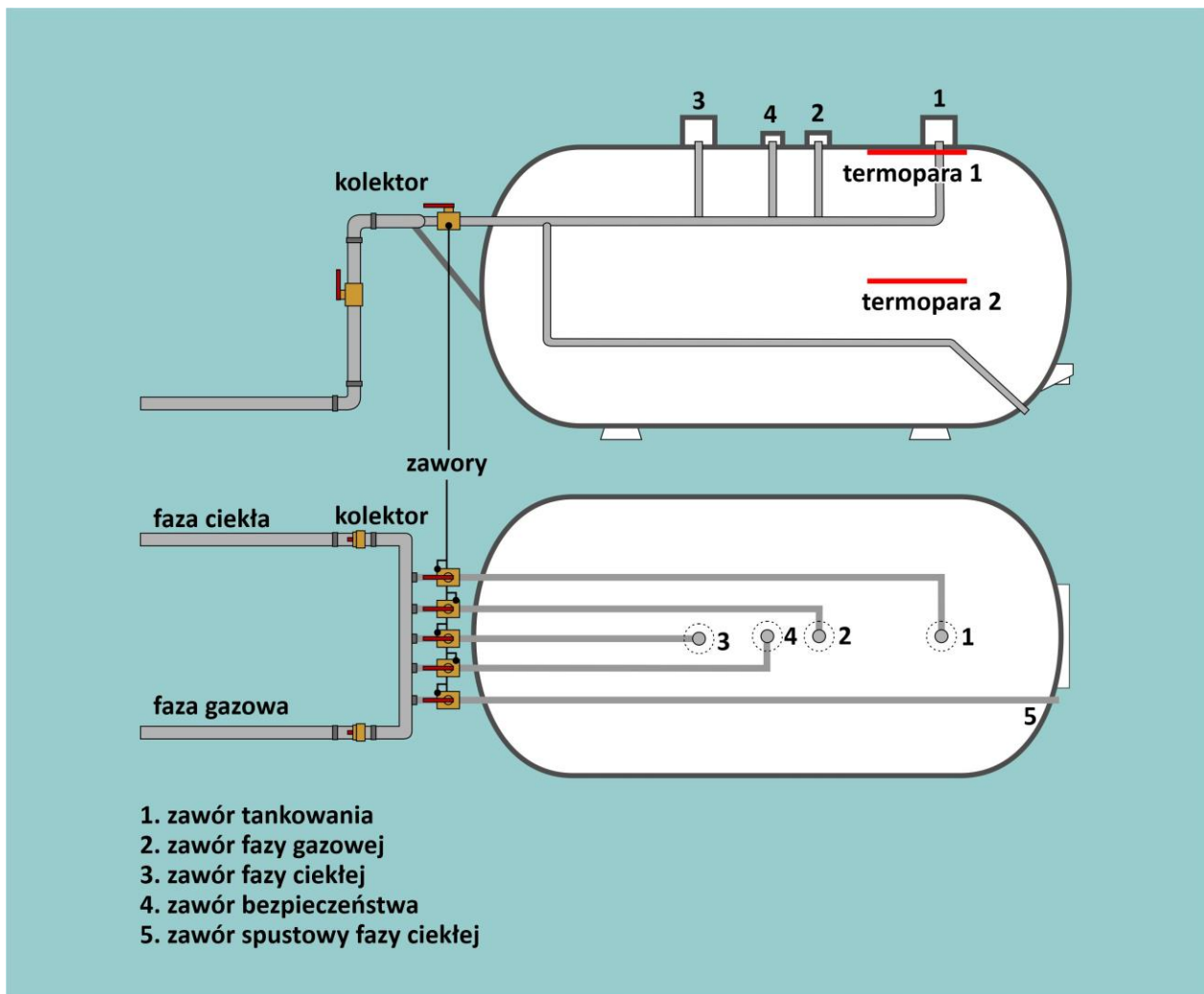
zbiornika. Zbiornik jest wyposażony w rolki, które umożliwiają manewrowanie trenażerem na nośniku i miejscu ćwiczeń.

Na rysunku 4 przedstawiono poglądowy przykład zbiornika.



Rys. 4. Przykład zbiornika o pojemności 2700 m³.

Zbiornik podczas ćwiczenia nie będzie wypełniony gazem, a dopływ do punktów emisji będzie realizowany za pomocą rur stalowych 3/4 cala od kolektora zasilającego sterowanego zaworami. Wewnątrz zbiornika przewiduje się rozproszanie instalacji obu faz gazu (parowej i ciekłej) w celu zachowania realizmu ćwiczeń. Na rysunku 5 przedstawiono konstrukcję zbiornika trenażera.



Rys. 5. Rozmieszczenie instalacji w zbiorniku treningowym.

Kolektor jest zasilany dwoma przewodami w fazę gazową i ciekłą LPG.

Zbiornik naziemny LPG o pojemności 2700 dm³ wyposażony w następującą armaturę:

- zawór napełnienia firmy REGO – przyłącze 1 3/4 ACME do autocysterny,
- zawór spustowy fazy ciekłej,
- zawór poboru fazy gazowej z manometrem i rurką przepełnienia – przyłącze dla reduktora I stopnia, gwint wewnętrzny POL,
- zawór serwisowy/awaryjne opróżnienie zbiornika firmy REGO – przyłącze 3/4" NPT do autocysterny,
- wskaźnik napełnienia firmy Rochester,
- zawór (zawory) bezpieczeństwa z zaworem odcinającym firmy REGO lub GOK.

Ad 3. Zbiornik magazynowy gazu o pojemności 1000 dm³ dopuszczony do transportu (ADR) LPG, nie wymagający dodatkowych uprawnień dla kierowcy

Zbiornik stanowi źródło zasilania w LPG trenażera za pomocą przewodów gazowych. Proponowany zbiornik o pojemności 1000 litrów (800 dm³ gazu w produkowany zgodnie z dyrektywą europejską ciśnieniową TPED 2010/35/WE (spełniają przepisy ADR/RID, EN 14208:2004 oraz EN 13445) oraz oznakowane znakiem П. Temperatura eksploatacji: -20/+50°C; ciśnienie maksymalne 30 bar; pojemność od 600 do 1000 litrów. Uniwersalna możliwość tankowania systemem wagowym lub objętościowym (autocysterna). Podnoszenie i transportowanie zbiornika napełnionego: dźwigiem; wózkiem widłowym lub wózkiem paletowym. Przewóz zbiornika nie wymaga od kierowców pojazdów specjalistycznych uprawnień.

Na rysunkach 6 i 7 przedstawiono przykładowe rozwiązania zbiornika.



Rys. 6. Przykład zbiornika magazynowego.



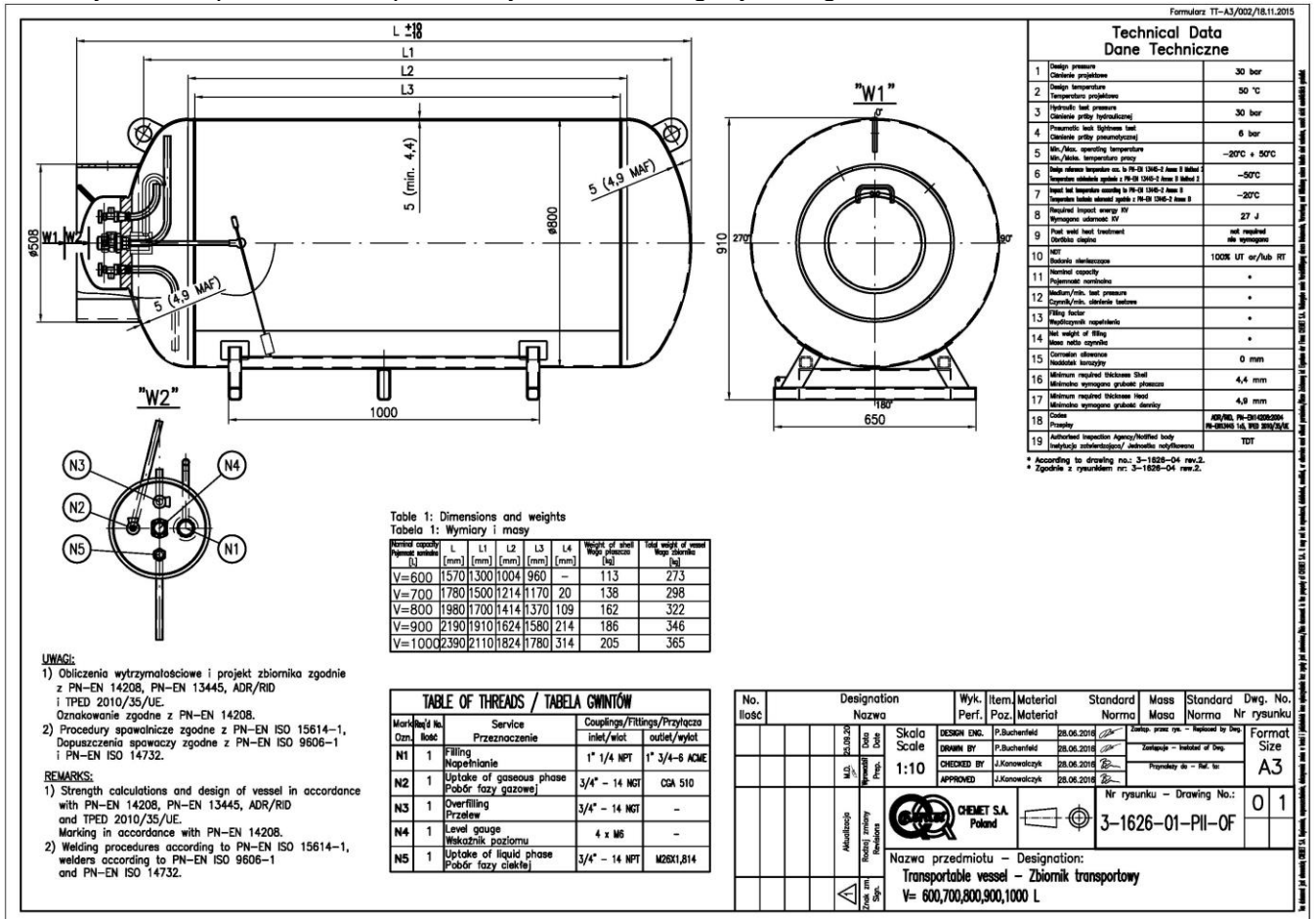
Rys. 7. Przyłącza zbiornika magazynowego.

W tabeli 1 przedstawiono parametry techniczne zbiorników magazynowych ze znakiem Π , które możliwe są do wykorzystania do zasilania trenażera.

Tab.1. Specyfikacja zbiorników do zasilania zbiornika.

Karta charakterystyki technicznej						
Zbiorniki transportowe LPG V=600 L; 700 L ;800 L; 900 L; 1000 L						
PARAMETRY PODSTAWOWE:						
Produkt:	Zbiorniki transportowe LPG					
Pojemność nominalna:	600 L	700 L	800 L	900 L	1000 L	
Rodzaj zbiornika	Poziomy					
Typ zbiornika/zastosowanie	Transportowe/Stacjonarne					
Rodzaj gazu	Propan, Butan oraz mieszanki A do C					
Średnica zewnętrzna	mm	800				
Długość	mm	1 607	1817	2017	2227	2427
Długość płaszcz	mm	960	1170	1370	1580	1780
Nominalna grubość płaszcz/denica	mm	5				
Pojemność	m ³	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
Maksymalne napełnienie procentowe	80%					
Maksymalne napełnienie wagowe	kg	252	294	326	378	420
Ciężar pustego zbiornika	kg	317	342	366	390	409
Gabaryty transportowe	mm	H 910 x W 800 x L=				
		1 607	1817	2017	2227	2427
SPECYFIKACJA TECHNICZNA						
Przepisy obliczeniowe	ADR/RID; EN14208; EN13445; TPED					
Oznakowanie	T					
Ciśnienie obliczeniowe	bar	30 / FV				
Temperatura obliczeniowa <i>max/min</i>	°C	+ 50 / - 20				
Próba ciśnieniowa	bar	30				
Próba szczelności	bar	6				
Badania nieniszczące	100 % RT or UT					
Naddatek na korozję	mm	0				
Obróbka cieplna	nie wymagana					
Wymagana udarność	27 J					
SPECYFIKACJA MATERIAŁOWA						
Płaszcz		P355 NL1				
Denice	DIN 28013	P355 NL1				
Ośłona		S355				
Kolnierze		P355 NL1				
Pokrywy		P355 NL1				
Sruby		3,1 25CrMo4				
Nakrętki		3,1 25CrMo4				
Uszczelki		PTFE		-		
PRZYGOTOWANIE I ZABEZPIECZENIE POWIERZCHNI						
Powierzchnie wewnętrzne	SA 2 1/2	Śrutowanie				
Powierzchnie zewnętrzne	SA 2 1/2	Śrutowanie				
Zabezpieczenie antykorozyjne	Malowanie farbą poliuretanową					
Minimalna grubość malowania	120µ					
BADANIA I TESTY						
Próba ciśnieniowa hydrauliczna 30 bar						
Próba szczelność pneumatyczna 6 bar						
Badanie nieniszczące spoins RT lub UT						
Inne testy oraz inspekcje zgodne z wymaganymi przepisami.						
POZOSTAŁE INFORMACJE						
<ul style="list-style-type: none"> • Załadunek i rozładunek możliwy za pomocą dźwigu lub wózka widłowego • Napełnianie: wagowe lub pojemnościowe za pomocą rurki max. napełnienia 						
PRZYŁĄCZA NA ZBIORNIKU				WYPOSAŻENIE		
Symb.	Ilość	Przeznaczenie	Przyłącze			
A	1	Napełnianie	1 1/4 NPT			
B	1	Pobór fazy gazowej	3/4 NPT			
C	1	Poziomowskaz	Ø52/42			
D	1	Kontrola max. napełnienia	25 E			
			Zawór napełniania SRG			
			Zawór poboru fazy gazowej SRG			
			Poziomowskaz Rochester lub SRG			
			Swarzędzka Fabryka Armatury zawór Z6D			

Na rysunku 8 przedstawiono parametry zbiornika magazynowego.



Rys. 8. Parametry zbiornika magazynowego.

Ad 4. Szafa sprzętowa na sterowanie, armaturę i narzędzia

Szafa na narzędzia i elementy sterowania powinna być wykonana z aluminium, w wymiarach: (WxSxG) 120x80x50 cm. Przewody elastyczne umieszczone pod wciągarką. Przewody elastyczne (2 szt.) o długości 10 m każdy doprowadzają fazę ciekłą i gazową ze zbiornika ze znakiem Π do kolektora zbiornika trenażera. Powinny być wykonane w technologii antystatycznej, spełniające normy EN 1762 oraz dopuszczenie do użytkowania DVGW lub DG4621, o średnicy wewnętrznej 25 mm, dopuszczone do pracy w zakresie temperatur -40÷70°C.

Przewody metalowe (2 szt.) (sztywne) o długości 6 m każdy mają średnicę 3/4 cala i umieszczone są wzdłuż zbiornika na platformie. Sterowanie wpływem gazu odbywa się w sposób manualny zaworami azowymi (kulowe).

Ad 5. Elementy pomiarowe parametrów przebiegu ćwiczenia (termopary i wyświetlacz)

Układ pomiarowy składa się z termopar umieszczonych w zbiorniku, przewodów w stalowym oplocie oraz wyświetlacza.

Termopary typu K umieszczone są wewnątrz zbiornika w sposób pokazany na rysunku 5, umożliwiają pomiar temperatury wewnętrznej ścianki zbiornika. Umożliwia to obserwację skuteczności chłodzenia ściany zbiornika podczas realizacji scenariuszy związanych z pożarem i ogrzewaniem płaszcza zbiornika.

Parametry techniczne termopary K:

- zakres pomiarowy: $-50-800^{\circ}\text{C}$ z dokładnością $\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ lub 0,75%,
- mocowanie: otwór M6 (6mm),
- wymiary sensora: 8x8x21mm,
- długość przewodu: min 10m,
- izolacja przewodu: włókno szklane w oplocie stalowym - odporność na temp. do 600°C ,
- połączenie: konektory.

Wyświetlacz umieszczony na statywie powinien zapewnić możliwość odczytu co najmniej z dwóch termopar i posiadać własne zasilanie.

3. Scenariusze treningowe

Na proponowanym тренаżerze proponowana jest symulacja w warunkach zbliżonych do rzeczywistych następujących scenariusze ćwiczeń:

1. Emisja fazy ciekłej bez zapłonu;
2. Emisja fazy ciekłej z zapłonem;
3. Emisja fazy gazowej bez zapłonu;
4. Emisja fazy gazowej z zapłonem;
5. Emisja fazy ciekłej i gazowej z ogrzewaniem zbiornika;
6. Emisja fazy ciekłej i gazowej bez ogrzewania zbiornika.

Poszczególne scenariusze ćwiczeń realizowane są na wybranych elementach armatury. Sterowanie wpływem gazu i dynamiką ćwiczenia odbywa się przez instruktora znajdującego się w bezpośredniej strefie oddziaływania zjawisk pożarowych, co umożliwi kontrolowanie przebiegu ćwiczenia i nadzór nad jego bezpiecznym przebiegiem.

Zamieszczone zdjęcia obrazują możliwość wykorzystania тренаżera w oparciu o prototyp konstrukcji i doświadczenia autorów.

Ad 1. Emisja fazy ciekłej bez zapłonu

Podczas scenariusza możliwa jest realizacja elementu zabezpieczenia i ograniczenia rozprzestrzeniania się niebezpiecznej strefy zagrożonej zapłonem i/lub wybuchem,

wykonywania pomiarów i kontrolowanie wycieków gazu. Na rysunkach 9 i 10 przedstawiono przykładową organizację ćwiczenia.



Rys. 9. Emisja fazy ciekłej w scenariuszu bez zapłonu.



Rys. 10. Wykorzystanie wentylatora w wykonaniu EX do kierunkowania lub ograniczania strefy zagrożonej zapłonem i/lub wybuchem.

Ad. 2. Emisja fazy ciekłej z zapłonem

Podczas scenariusza możliwa jest realizacja elementu zabezpieczenia infrastruktury technicznej i zbiorników narażonych na skutki oddziaływania cieplnego, wykorzystania termografii w działaniach ratowniczo-gaśniczych. Na rysunku 11 przedstawiono przykładową organizację ćwiczenia.



Rys. 11. Emisja fazy ciekłej z zapłonem.

Ad 3. Emisja fazy gazowej bez zapłonu

Podczas scenariusza możliwa jest realizacja elementu zabezpieczenia i ograniczenia rozprzestrzeniania się niebezpiecznej strefy zagrożonej zapłonem i/lub wybuchem, wykonywania pomiarów i kontrolowanie wycieków gazu i wyznaczenie stref.

Ad 4. Emisja fazy gazowej z zapłonem

Podczas scenariusza możliwa jest realizacja elementu zabezpieczenia infrastruktury technicznej i zbiorników narażonych na skutki oddziaływania cieplnego, wykorzystania termografii w działaniach ratowniczo-gaśniczych oraz skuteczności prądów gaśniczych proszku gaśniczego i wody. Na rysunku 12 przedstawiono przykładową organizację ćwiczenia.



Rys. 12. Emisja fazy gazowej przez zawór bezpieczeństwa jako symulację uszkodzenia z zapłonem

Ad 5. Emisja fazy ciekłej i gazowej z ogrzewaniem zbiornika

Podczas scenariusza możliwa jest realizacja elementu zabezpieczenia infrastruktury technicznej i zbiorników narażonych na skutki oddziaływania cieplnego, wykorzystania termografii w działaniach ratowniczo-gaśniczych oraz skuteczności prądów gaśniczych proszku gaśniczego i wody, a także izolacji spalania w prądzie wody i minimalizowanie wpływu oddziaływania cieplnego na płaszcz zbiornika magazynowego. Na rysunkach 13 i 14 przedstawiono przykładową organizację ćwiczenia.



Rys. 13. Emisja fazy ciekłej z elementem ogrzewania płaszczu zbiornika.



Rys. 14. Wykorzystanie gaśnic podczas emisji fazy ciekłej z elementem ogrzewania płaszczu zbiornika.

Ad 6. *Emisja fazy ciekłej i gazowej bez ogrzewania zbiornika,*

Podczas scenariusza możliwa jest realizacja elementu wykorzystania termografii w działaniach ratowniczo-gaśniczych, zagrożenia dla sąsiadującej infrastruktury oraz

sposobu operowania i skuteczności prądów gaśniczych proszku gaśniczego i wody. Na rysunku 15 przedstawiono przykładową organizację ćwiczenia.



Rys. 15. Uwolnienia fazy ciekłej bez podgrzewania płaszcza zbiornika magazynowego oraz zagrożeniem rozwoju pożaru na urządzenie i konstrukcje wokół zbiornika.

4. Koszt eksploatacji

Głównym kosztem eksploatacyjnym będzie konieczność zasilania zbiornika magazynowego LPG. Z racji tego, że zaplanowano zbiornik magazynowy z dopuszczeniem do transportu w stanie napełnionym, tankowanie może odbywać się na stacji autogazu przy wykorzystaniu dedykowanej redukcji stanowiącej wyposażenie trenera. Dzięki temu nie ma konieczności opłaty za dojazd cysterny, a tankowanie może odbywać się na terenie całego kraju.

Na potrzeby trenera przyjęto zbiornik magazynowy o pojemności 1000 dm³, czyli około 800 dm³ LPG podczas jednego tankowania. Z doświadczenia wynikającego z zastosowania prototypu wynika, że taka masa jest wystarczająca, aby przeprowadzić ćwiczenia dla 20 osobowej grupy realizując wszystkie założone scenariusze w czasie około 3 godzin.

Do stałych kosztów należy:

- przegląd techniczny zbiornika magazynowego - zewnętrzny zbiornika naziemnego należy wykonać co 2 lata (300 PLN),
- przegląd techniczny zbiornika magazynowego - wewnętrzny zbiornika naziemnego należy wykonać co 10 lat (500 PLN),
- przegląd elastycznych przewodów zasilających należy robić co 2 lata (600 PLN).

Przeglądów dokonują inspektorzy UDT (Urzędu Dozoru Technicznego).

Wstępną kalkulację kosztów przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Wstępna kalkulacja kosztów.

Lp.	Element trenażera	Koszt (PLN)
1	Platforma hakowa z wciągarką	15 000
2	Zbiornik magazynowy	10 000
3	Węże zasilające elastyczne	1 500
4	Zbiornik LPG pod trenażer	6 500
5	Szacunkowy koszt robocizny	14 000
6	Koszt napełnienia zbiornika na ćwiczenia (800 dm ³)	2 000
Szacunkowy koszt gotowego stanowiska		50 000