



H₂
HYDROGEN



OPIS KOMPETENCJI W WYBRANYCH ZAWODACH GOSPODARKI WODOROWEJ

SZCZECIN, 2025

RAMY DOTYCZĄCE SPECJALNOŚCI w zakresie logistyki magazynowania i transportu wodoru

W obliczu współczesnych globalnych wyzwań, takich jak przerwane łańcuchy dostaw, konflikty zbrojne oraz ograniczony dostęp do kluczowych zasobów, rośnie znaczenie alternatywnych i zrównoważonych źródeł energii. Wśród nich, wodór wyłania się jako kluczowy nośnik energii przyszłości. Wodór to również potencjał nie tylko sektora energetycznego, ale również transportu, przemysłu i wielu innych dziedzin. Potencjał wodoru jako czystego paliwa nie zostanie w pełni wykorzystany bez kilku istotnych, skutecznych i bezpiecznych rozwiązań w zakresie min. jego magazynowania i transportu.

Aspekty logistyczne w zakresie wodoru stanowią kompleksowe wyzwanie, wymagające specjalistycznej wiedzy i umiejętności, obejmujących zarówno zaawansowaną technologię, jak i rygorystyczne standardy bezpieczeństwa. Właśnie w tym kontekście, efektywna logistyka magazynowania i transportu wodoru staje się kluczowym elementem w drodze do wodorowej gospodarki.

Zapotrzebowanie na kompetencje w perspektywie 10 Lat:

Zapotrzebowanie na specjalistów z zakresu logistyki wodoru będzie w nadchodzących 10 latach **znacznie wzrastać**. Przyczyną są następujące trendy i czynniki:

1. **Transformacja energetyczna** - świat dąży do dekarbonizacji gospodarki, a wodór jest postrzegany jako kluczowy element tego procesu, szczególnie w sektorach takich jak transport, przemysł i energetyka.
2. **Rozwój technologii wodorowych** - intensywny rozwój technologii produkcji, magazynowania i transportu wodoru powoduje konieczność posiadania wykwalifikowanych specjalistów, którzy będą w stanie je wdrażać i obsługiwać.
3. **Inwestycje w infrastrukturę** - rządy i przedsiębiorstwa na całym świecie inwestują w budowę infrastruktury wodorowej, w tym rurociągów, stacji tankowania, terminali magazynowych i zakładów produkcji wodoru. Te inwestycje będą wymagały specjalistów od logistyki.
4. **Wzrost popytu na wodór** - wraz z rozwojem technologii wodorowych, popyt na wodór będzie gwałtownie rósł, co przełoży się na większe zapotrzebowanie na specjalistów ds. logistyki, którzy będą zarządzać łańcuchami dostaw.
5. **Nowe przepisy i standardy** - wraz z rozwojem rynku wodoru, będą powstawać nowe przepisy i standardy, które będą wymagały specjalistycznej wiedzy i umiejętności w ich interpretacji i wdrażaniu.

6. **Zrównoważony rozwój** - rosnąca świadomość ekologiczna i konieczność minimalizowania wpływu na środowisko będzie powodować potrzebę zatrudniania specjalistów, którzy będą wdrażać zrównoważone rozwiązania logistyczne.

7. **Edukacja i szkolenia** - wzrost zapotrzebowania na specjalistów ds. logistyki wodoru, specjalistów w zakresie magazynowania, będzie wymagał intensyfikacji programów edukacyjnych i szkoleń.

Specjaliści w zakresie Logistyki magazynowania i transportu wodoru będą bardzo poszukiwani na rynku pracy w nadchodzącej dekadzie. Ich wiedza i umiejętności będą kluczowe dla rozwoju gospodarki wodorowej nie tylko w kwestii realizacji celów klimatycznych. Będą oni mogli znaleźć zatrudnienie w firmach energetycznych, logistycznych, transportowych, a także w administracji publicznej i organizacjach badawczych.

Rynek pracy dla specjalistów z tej dziedziny będzie dynamicznie się rozwijał i stawiał wysokie wymagania kompetencyjne, co czyni tą kwalifikację atrakcyjnym wyborem dla osób poszukujących przyszłościowych kwalifikacji – kompetencji zawodowych.

Opis kwalifikacji w zakresie: **Logistyk magazynowania i transportu wodoru** - zawiera efekty przygotowuje specjalistów do skutecznego i odpowiedzialnego zarządzania łańcuchami dostaw wodoru poprzez magazynowanie, aż po transport do końcowego użytkownika.

Połączenie aspektów magazynowania i transport wodoru:

- **Technologia magazynowania:** magazynowanie wodoru pod wysokim ciśnieniem (350-700 bar) w butlach lub zbiornikach jest powszechne, ale ma ograniczenia pojemnościowe i wagowe. Magazynowanie wodoru w postaci skroplonej (LH2) jest bardziej efektywne pod względem objętości, ale wymaga bardzo niskich temperatur (-253°C) i jest energochłonne. Badane są również metody magazynowania wodoru w związkach chemicznych (np. amoniak, metanol), które pozwalają na bezpieczniejszy transport, ale wymagają dodatkowych procesów konwersji.
- **Infrastruktura transportowa:** transport wodoru wymaga specjalistycznej infrastruktury. Rurociągi wodorowe są efektywne na długich dystansach, ale ich budowa jest kosztowna. Transport drogowy i kolejowy wymagają specjalnych cystern, a transport morski - przystosowanych statków. Rozwój tej infrastruktury jest kluczowy dla efektywnej dystrybucji wodoru.
- **Bezpieczeństwo:** wódór jest łatwopalny i eksplozywny, bezpieczeństwo magazynowania i transportu jest priorytetem. Wymagane są odpowiednie normy, procedury, systemy detekcji i ochrony. Materiały konstrukcyjne zbiorników i rurociągów muszą być odporne na korozję i naprężenia.

Poniższa tabela zawiera wykaz efektów uczenia się i kryteriów weryfikacji dla poszczególnych kompetencji:

Kompetencja 1: Bezpieczne i odpowiedzialne działania w zakresie organizowania magazynowania i transportu wodoru	
Stosuje zasady bezpieczeństwa w zakresie magazynowania i transportu wodoru	Identyfikuje i szczegółowo opisuje przyczyny wybuchów i pożarów związanych z wodorem. Potrafi wymienić i opisać podstawowe zasady bezpieczeństwa dotyczące magazynowania i transportu wodoru. Rozumie specyficzne właściwości wodoru, takie jak jego palność, wybuchowość oraz wymagania dotyczące przechowywania. Wyjaśnia zjawisko kruchości wodorowej i jej wpływ na materiały konstrukcyjne. Potrafi zidentyfikować potencjalne zagrożenia związane z niewłaściwym magazynowaniem lub transportem wodoru. Charakteryzuje różne scenariusze awaryjne (np. wyciek, rozszczelnienie, zapłon). Umie wskazać sytuacje ryzykowne i zaproponować odpowiednie środki zapobiegawcze. Prawidłowo stosuje procedury związane z magazynowaniem wodoru, takie jak kontrola szczelności pojemników, monitorowanie ciśnienia i temperatury. Dobiera i obsługuje odpowiednie urządzenia oraz materiały, np. zbiorniki wysokociśnieniowe lub kriogeniczne. Stosuje zasady bezpiecznego transportu wodoru, w tym zabezpieczanie pojemników, przestrzeganie oznaczeń i przepisów transportowych (np. ADR).

	Przewiduje/identyfikuje wpływ warunków zewnętrznych (np. temperatura, drgania) na bezpieczeństwo transportu. Analizuje metody detekcji wodoru i systemy alarmowe. Reaguje w sytuacji awaryjnej, np. w przypadku wycieku wodoru, zgodnie z obowiązującymi procedurami. Dobiera środki ochrony indywidualnej i grupowej, które należy zastosować w sytuacjach zagrożenia. Stosuje obowiązujące przepisy prawne oraz normy dotyczące magazynowania i transportu wodoru. Identyfikuje informacje w dokumentacji technicznej i przepisach dotyczących wodoru.
Określa właściwości fizyczne i chemiczne wodoru	Rozróżnia izotopy wodoru. Wyjaśnia, czym jest ortowodór i parawodór oraz jaki ma to wpływ na magazynowanie. Uzasadnia gęstość wodoru w różnych stanach skupienia (gaz, ciecz, stały). Wskazuje temperatury kluczowe dla wodoru (wrzenia, krytyczna, potrójny punkt). Opisuje zakres wybuchowości i granice palności wodoru w mieszaninie z powietrzem. Wyjaśnia dyfuzyjność wodoru i jej konsekwencje dla bezpieczeństwa. Analizuje właściwości korozyjne wodoru i jego wpływ na różne materiały. Opisuje wodór jako gaz łatwopalny i wybuchowy, podając dolną i górną granicę wybuchowości w mieszaninie z

	powietrzem. Uzasadnia wysoką reaktywność chemiczną wodoru, szczególnie w reakcjach z tlenem, halogenami i metalami. Wyjaśnia rolę wodoru jako reduktora w reakcjach chemicznych, np. w przemyśle chemicznym lub metalurgii. Opisuje występowanie wodoru w przyrodzie w postaci cząsteczkowej (H_2) oraz znaczenie wodoru atomowego w reakcjach chemicznych. Wymienia izotopy wodoru (protium, deuter, tryt) i ich podstawowe właściwości, podając przykłady ich zastosowania. Wyjaśnia wysokie przewodnictwo cieplne wodoru i jego znaczenie w zastosowaniach przemysłowych. Opisuje zachowanie wodoru w ekstremalnych warunkach, np. w bardzo wysokich temperaturach lub ciśnieniu, gdzie może rozpaść się na protony i elektrony.
Identyfikuje sytuacje awaryjne i krytyczne związane z wodorem	Potrafi przeprowadzić analizę ryzyka dla różnych scenariuszy logistycznych związanych z wodorem. Potrafi opracować plany awaryjne i procedury zapobiegawcze. Wyjaśnia procedury postępowania w sytuacjach awaryjnych (np. wyciek, pożar, wybuch). Stosuje zasady pierwszej pomocy w przypadku zatrucia lub oparzenia wodorem. Wyjaśnia mechanizmy powstawania

	sytuacji krytycznych, takich jak zapłon wodoru w wyniku iskrzenia, przegrzania lub nieszczelności instalacji. Rozpoznaje typowe zagrożenia związane z wodorem, w tym ryzyko wybuchu w zamkniętych przestrzeniach oraz skutki niskiej masy cząsteczkowej wodoru, prowadzącej do szybkiego rozprzestrzeniania się gazu. Charakteryzuje wpływ wysokiego ciśnienia i temperatury na przechowywanie i transport wodoru, w tym ryzyko uszkodzenia zbiorników ciśnieniowych. Wymienia przykłady awarii związanych z wodorem, takich jak kruchość wodorowa w materiałach oraz konsekwencje niewłaściwego użytkowania infrastruktury wodorowej. Wyjaśnia procedury reagowania na sytuacje awaryjne, w tym kontrolę wycieków, ewakuację stref zagrożenia oraz neutralizację zapłonu. Analizuje wpływ wodoru na bezpieczeństwo w przemyśle, w tym w odniesieniu do systemów magazynowania, transportu i użytkowania wodoru w urządzeniach technicznych. Proponuje strategie minimalizacji ryzyka, takie jak stosowanie materiałów odpornych na kruchość wodorową, kontrola ciśnienia i temperatury oraz monitorowanie atmosfery pod kątem obecności wodoru.
Kompetencja 2: Organizowanie magazynowania wodoru <i>Magazynowanie wodoru to technologia umożliwiająca przechowywanie tego gazu w bezpieczny i efektywny sposób.</i>	

Wodór jest najlżejszym pierwiastkiem w przyrodzie, a jego budowa pozwala na przechowywanie ogromnej ilości energii w małej objętości.

Poza tym jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych pierwiastków we wszechświecie, co z teoretycznego punktu widzenia sprawia, że jest nieskończonym źródłem energii.

- Organizuje magazynowanie sprężonego gazu Lub - Magazynuje sprężony gaz	- Opisuje różne rodzaje zbiorników ciśnieniowych (typu I, II, III, IV) i ich konstrukcję. - Wyjaśnia proces sprężania wodoru i technologie z tym związane. - Stosuje wytyczne dotyczące bezpieczeństwa i eksploatacji zbiorników ciśnieniowych. - Analizuje koszty związane z magazynowaniem sprężonego wodoru. - Obsługuje sprężarki do wodoru i systemy magazynowania sprężonego gazu. - Monitoruje parametry pracy urządzeń i systemów. - Przeprowadza podstawowe czynności serwisowe i konserwacyjne.
- Organizuje magazynowanie ciekłego wodoru Lub - Magazynuje ciekły wodór	- Opisuje proces skraplania wodoru i technologie kriogeniczne. - Charakteryzuje zbiorniki kriogeniczne i ich budowę (w tym izolację próżniową). - Stosuje/dobiera wytyczne dotyczące bezpieczeństwa i eksploatacji zbiorników kriogenicznych. - Analizuje zjawisko odparowywania (boil-off) i sposoby jego minimalizacji. - Obsługuje pompy kriogeniczne i systemy magazynowania ciekłego

	wodoru. ▪ Analizuje koszty związane z magazynowaniem ciekłego wodoru. ▪ Przeprowadza podstawowe czynności serwisowe i konserwacyjne. Wymienia i charakteryzuje materiały
▪ Organizowanie magazynowania wodoru związanego chemicznie Lub Nowoczesne formy przechowywania wodoru	▪ magazynujące wodór (np. hydridy metali, amoniak, metanol). ▪ Wyjaśnia proces absorpcji i desorpcji wodoru w materiałach magazynujących. ▪ Analizuje zalety i wady poszczególnych materiałów z punktu widzenia magazynowania i ich dalszego transportu. ▪ Identyfikuje wyzwania technologiczne związane z magazynowaniem wodoru.
Kompetencja 3: Organizowanie transportu wodoru	
Organizuje transport rurociągowy wodoru	▪ Opisuje konstrukcję rurociągów do transportu wodoru i materiały z jakich są wykonane. ▪ Stosuje zasady związane z przesyłem wodoru rurociągami (np. kruchość wodorowa, nieszczelności). ▪ Wyjaśnia metody monitorowania i kontroli rurociągów. ▪ Analizuje koszty związane z budową i eksploatacją rurociągów. Charakteryzuje budowę i wymagania
▪ Organizuje transport cysternami drogowymi i kolejowymi: Lub Realizuje transport wodoru cysternami drogowymi i/lub	▪ techniczne cystern do transportu wodoru (sprężonego i ciekłego). ▪ Stosuje wytyczne dotyczące bezpieczeństwa i procedury załadunku i rozładunku cystern.

kolejowymi	▪ Analizuje koszty transportu drogowego i kolejowego. ▪ Stosuje przepisy ADR (Umowa Europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych) w kontekście transportu wodoru. ▪ Obsługuje systemy załadunku i rozładunku cystern z wodorem. ▪ Monitoruje parametry pracy cystern podczas transportu. ▪ Korzysta z systemów monitoringu transportu.
▪ Organizuje Transport Morski Lub Realizuje transport wodoru drogą morską	▪ Charakteryzuje różne typy statków do transportu wodoru (np. zbiornikowce do LH2, statki do transportu amoniaku). ▪ Stosuje wymagania techniczne i operacyjne dla transportu morskiego wodoru. ▪ Analizuje koszty transportu morskiego i jego opłacalność dla różnych scenariuszy.
<i>Bardzo istotną kompetencją w tym procesie jest:</i> <i>Kompetencja 4: Projektowanie magazynowania i logistyki wodoru</i> Ta kompetencja będzie na pewno na wyższym poziomie	
▪ Opracowuje schematy logistyki wodoru dla konkretnego projektu	▪ Opracowuje schemat logistyki wodoru dla stacji tankowania, ▪ Opracowuje schemat logistyki wodoru dla magazynu. ▪ Dobiera odpowiednie metody magazynowania i transportu w zależności od specyfiki projektu.

	▪ Tworzy harmonogramy transportu i harmonogramy magazynowania. ▪ Planuje zapotrzebowanie na wodór. ▪ Identyfikuje potencjalne zagrożenia na każdym etapie logistyki wodoru. ▪ Opracowuje matrycę ryzyka i identyfikuje kluczowe czynniki ryzyka. ▪ Tworzy procedury zapobiegawcze.
▪ Projektuje strukturę kosztów magazynowania i transportu wodoru dla różnych wariantów. ▪	▪ Oblicza koszty magazynowania transportu sprężonego gazu. ▪ Oblicza koszty magazynowania i transportu ciekłego wodoru ▪ Oblicza koszty magazynowania i transportu wodoru związanego chemicznie ▪ Porównuje koszty i efektywność różnych rozwiązań. ▪ Monitoruje kluczowe wskaźniki wydajności (KPI) dla magazynowania i transportu wodoru. Oblicza koszty
▪ Charakteryzuje koszty magazynowania i transportu wodoru	▪ magazynowania i transportu wodoru dla różnych wariantów. Porównuje koszty i efektywność różnych rozwiązań. ▪ Wymienia i charakteryzuje główne
▪ Identyfikuje zachodzące procesy w produkcji wodoru	▪ metody produkcji wodoru (np. reforming parowy metanu, elektroliza wody, piroliza biomasy). Analizuje wpływ danej metody produkcji na czystość, koszty i logistykę dystrybucji wodoru. ▪ Rozumie pojęcie "zielonego wodoru" i jego znaczenie w kontekście

zrównoważonego rozwoju.

Kompetencje personalne

- Komunikuje się w sposób jasny i precyzyjny z innymi członkami zespołu oraz z klientami.
- Sporządza raporty i dokumentację z zakresu logistyki wodoru.
- Efektywnie współpracuje w zespole.
- Dzieli się wiedzą i doświadczeniem z innymi członkami zespołu.
- Rozwiązuje konflikty w sposób konstruktywny.
- Wdraża działania wspierające lokalne społeczności w rozwijaniu gospodarki wodorowej.
- Buduje i rozwija relacje z przedstawicielami sektora przemysłowego, samorządowego i naukowego.
- Dostosowuje pracę do wymogów globalnego rynku i różnic kulturowych.

Kompetencje personalne z dodatkowymi kryteriami weryfikacji

1. Komunikuje się w sposób jasny i precyzyjny z innymi członkami zespołu oraz z klientami.

Kryteria weryfikacji:

- o Prowadzi skuteczne rozmowy z klientami i zespołem w ramach symulowanych scenariuszy (np. omówienie planu logistycznego).
- o Tworzy zrozumiałe i precyzyjne komunikaty, dostosowując styl do odbiorcy (np. techniczne szczegóły dla zespołu, uproszczone informacje dla klienta).
- o Używa narzędzi wspierających komunikację, takich jak prezentacje, raporty wizualne, czy dokumenty podsumowujące.

2. Sporządza raporty i dokumentację z zakresu logistyki wodoru.

Kryteria weryfikacji:

- o Sporządza/ raport dotyczący realizacji projektu logistycznego, zawierający dane techniczne, analizę ryzyka i rekomendacje.
- o Opracowuje czytelne instrukcje i procedury eksploatacji urządzeń logistycznych.
- o Przygotowuje dokumentację zgodną z wymogami prawnymi i standardami branżowymi (np. raporty zgodne z normami ADR).

3. Efektywnie współpracuje w zespole.



Współfinansowane przez
Unię Europejską



Kryteria weryfikacji:

- o Aktywnie uczestniczy w symulowanych zadaniach grupowych (np. wspólne opracowanie planu logistycznego).
- o Wspiera członków zespołu w rozwiązywaniu problemów technicznych lub organizacyjnych.
- o Udziela konstruktywnych opinii i sugestii w celu usprawnienia pracy zespołu.

4. Dzieli się wiedzą i doświadczeniem z innymi członkami zespołu.**Kryteria weryfikacji:**

- o Prowadzi krótkie szkolenie lub prezentację dla zespołu na temat wybranego aspektu logistyki wodoru.
- o Udostępnia wypracowane materiały (np. raporty, checklisty) innym członkom zespołu.
- o Angażuje się w mentoring lub coaching mniej doświadczonych członków zespołu.

5. Rozwiązuje konflikty w sposób konstruktywny.**Kryteria weryfikacji:**

- o Przeprowadza symulację rozwiązywania konfliktu w zespole (np. różnice zdań dotyczące planu transportu).
- o Wskazuje przyczyny konfliktu i proponuje realistyczne rozwiązania.
- o Wykorzystuje techniki negocjacyjne i mediacyjne w trudnych sytuacjach zespołowych.

6. Wdraża działania wspierające lokalne społeczności w rozwijaniu gospodarki wodorowej.**Kryteria weryfikacji:**

- o Inicjuje i uczestniczy w projektach edukacyjnych na temat wodoru skierowanych do lokalnych społeczności.
- o Współpracuje z lokalnymi organizacjami i instytucjami w celu propagowania wiedzy o technologiach wodorowych.
- o Przygotowuje materiały promocyjne (np. broszury, prezentacje) dotyczące korzyści gospodarki wodorowej dla społeczności lokalnych.

7. Buduje i rozwija relacje z przedstawicielami sektora przemysłowego, samorządowego i naukowego.**Kryteria weryfikacji:**

- o Organizuje spotkania i warsztaty z udziałem przedstawicieli różnych sektorów w celu wymiany wiedzy i doświadczeń.
- o Tworzy raporty podsumowujące potrzeby i oczekiwania różnych interesariuszy w kontekście gospodarki wodorowej.
- o Wdraża wspólne inicjatywy, takie jak projekty pilotażowe lub demonstracyjne z zakresu logistyki wodoru.

8. Dostosowuje pracę do wymogów globalnego rynku i różnic kulturowych.

Kryteria weryfikacji:

- o Prowadzi negocjacje i współpracę z partnerami zagranicznymi, uwzględniając różnice kulturowe i prawne.
- o Przygotowuje dokumentację projektową i raporty w języku angielskim.
- o Uczestniczy w międzynarodowych wydarzeniach branżowych (konferencje, targi, szkolenia) i wykorzystuje zdobytą wiedzę w projektach lokalnych.

Kompetencje Społeczne:

- Jest odpowiedzialny za bezpieczeństwo własne i innych.
- Sumiennie wykonuje swoje zadania.
- Podejmuje działania zgodne z etyką zawodową.
- Samodzielnie planuje i realizuje powierzone zadania.
- Wykazuje inicjatywę w poszukiwaniu nowych rozwiązań.
- Potrafi podejmować decyzje w sytuacjach kryzysowych.
- Jest świadomy konieczności ciągłego podnoszenia kwalifikacji.
- Śledzi nowości technologiczne i zmiany w przepisach.
- Uczestniczy w szkoleniach i konferencjach.
- Angażuje się w inicjatywy mające na celu propagowanie zrównoważonych rozwiązań w logistyce wodoru.
- Inicjuje działania na rzecz współpracy pomiędzy sektorem publicznym, prywatnym i naukowym w kontekście logistyki wodoru.
- Angażuje się w międzynarodowe projekty logistyczne, pełniąc aktywną rolę w zarządzaniu i koordynacji działań.

Kompetencje społeczne z kryteriami weryfikacji

1. Jest odpowiedzialny za bezpieczeństwo własne i innych.

Kryteria weryfikacji:

- o Przeprowadza symulację sytuacji wymagającej reakcji na zagrożenie bezpieczeństwa.
- o Identyfikuje potencjalne zagrożenia w procesie logistycznym i proponuje działania zapobiegawcze.
- o Monitoruje przestrzeganie zasad bezpieczeństwa wśród członków zespołu.

2. Sumiennie wykonuje swoje zadania.**Kryteria weryfikacji:**

- o Regularnie dostarcza raporty i dokumentację zgodnie z ustalonym harmonogramem.
- o Wykonuje zadania z należytą starannością, spełniając wytyczne projektu.
- o Angażuje się w realizację celów zespołowych, wspierając innych członków zespołu.

3. Podejmuje działania zgodne z etyką zawodową.**Kryteria weryfikacji:**

- o Przeprowadza analizę scenariusza pod kątem zgodności z zasadami etyki zawodowej.
- o Podejmuje decyzje uwzględniające dobro zespołu i klientów.
- o Ocenia konsekwencje działań zawodowych z perspektywy odpowiedzialności społecznej.

4. Samodzielnie planuje i realizuje powierzone zadania.**Kryteria weryfikacji:**

- o Tworzy harmonogram pracy dla wybranego zadania logistycznego.
- o Realizuje zadanie w ustalonym czasie, informując o postępach i napotkanych trudnościach.
- o Wprowadza poprawki do planu na podstawie zmieniających się warunków projektowych.

5. Wykazuje inicjatywę w poszukiwaniu nowych rozwiązań.**Kryteria weryfikacji:**

- o Proponuje innowacyjne podejścia do wyzwań logistycznych związanych z wodorem.
- o Wskazuje ulepszenia w istniejących procesach logistycznych.

- o Przedstawia rekomendacje na spotkaniach zespołowych, poparte analizą danych.

6. Potrafi podejmować decyzje w sytuacjach kryzysowych.

Kryteria weryfikacji:

- o Symuluje reakcję na sytuację kryzysową (np. wyciek wodoru, awaria transportu).
- o Ocenia możliwe scenariusze działania i wybiera optymalną opcję.
- o Szybko i skutecznie wdraża decyzje, minimalizując straty i zagrożenia.

7. Jest świadomy konieczności ciągłego podnoszenia kwalifikacji.

Kryteria weryfikacji:

- o Przygotowuje plan rozwoju zawodowego, uwzględniający szkolenia i certyfikaty.
- o Ocenia własne umiejętności w kontekście potrzeb rynku pracy.
- o Regularnie aktualizuje wiedzę na temat nowych technologii i rozwiązań logistycznych.

8. Śledzi nowości technologiczne i zmiany w przepisach.

Kryteria weryfikacji:

- o Prezentuje nowe technologie i przepisy podczas spotkań zespołowych.
- o Opracowuje notatki lub raporty na temat zmian regulacyjnych w logistyce wodoru.
- o Korzysta z nowo poznanych narzędzi lub technologii w praktycznych zadaniach.

9. Uczestniczy w szkoleniach i konferencjach.

Kryteria weryfikacji:

- o Regularnie bierze udział w wybranych szkoleniach branżowych (udokumentowane certyfikaty).
- o Przygotowuje krótkie podsumowania i wnioski z udziału w konferencjach.
- o Stosuje zdobytą wiedzę w realizowanych projektach logistycznych.

10. Angażuje się w inicjatywy mające na celu propagowanie zrównoważonych rozwiązań w logistyce wodoru.

Kryteria weryfikacji:

- o Uczestniczy w organizacji wydarzeń promujących technologie wodorowe (np. dni otwarte, pokazy).
- o Opracowuje propozycje działań proekologicznych w logistyce wodoru, takich jak redukcja emisji gazów cieplarnianych.
- o Monitoruje i raportuje wpływ działań logistycznych na środowisko w projektach lokalnych i międzynarodowych.

11. Inicjuje działania na rzecz współpracy pomiędzy sektorem publicznym, prywatnym i naukowym w kontekście logistyki wodoru.

Kryteria weryfikacji:

- o Opracowuje strategie współpracy międzysektorowej na poziomie regionalnym i krajowym.
- o Uczestniczy w przygotowaniu i realizacji projektów badawczo-rozwojowych z zakresu technologii wodorowych.
- o Tworzy bazy danych kontaktów interesariuszy oraz monitoruje ich zaangażowanie w projekty.

12. Angażuje się w międzynarodowe projekty logistyczne, pełniąc aktywną rolę w zarządzaniu i koordynacji działań.

- o Organizuje i prowadzi spotkania online oraz warsztaty z partnerami zagranicznymi.
- o Śledzi i wdraża międzynarodowe standardy (np. normy ISO, regulacje UE) w realizowanych projektach.

Dla powyższych efektów i kryteriów weryfikacji zaproponowano opracowanie następujących modułów. Moduły mogłyby stanowić oddzielne mini learningi - dzięki czemu

- a) łatwiej będzie je przyswajać,
- b) będzie można je aktualizować i rozbudowywać, bez zaburzania części, które nie wymagają zmian, c) będzie można robić je jako element ścieżki w mikropoświadczeniach prowadzące do uzyskania kwalifikacji (jeśli zostanie zgłoszona),
- d) mogą stanowić wsad do innych kwalifikacji (pokrewnych)

Obecnie rozpisane moduły mają następujące czasy trwania, w sumie ok. 160h, w tym 140 godzin to learning plus ćwiczenia, a 20 to warsztaty stacjonarne:

- **Moduł 1: Bezpieczeństwo i analiza ryzyka w postępowaniu z wodorem – 24 godziny**
- **Moduł 2: Wprowadzenie do wodoru i jego właściwości – 20 godzin**
- **Moduł 3: Technologie magazynowania wodoru – 24 godziny**
- **Moduł 4: Metody transportu wodoru – 20 godzin**
- **Moduł 5: Logistyka wodoru a zrównoważony rozwój i ekologia – 16 godzin**
- **Moduł 6: Podstawy logistyki i zarządzania łańcuchem dostaw wodoru – 20 godzin**
- **Moduł 7: Zarządzanie projektami logistycznymi w gospodarce wodorowej – 20 godzin**
- **Modułu 8: Prawo i regulacje w gospodarce wodorowej – 16 godzin**

Moduły mogą stanowić podstawy do opracowania programu szkoleń, które w zależności od potrzeb rynkowych mogą być dedykowane danym grupom odbiorców.

Zaproponowana tematyka modułów w szczególności polecana/zalecana jest dla:

- Specjalistów ds. logistyki i transportu, którzy nabędą dodatkowe umiejętności w zakresie nowych technologii wodorowych
- Inżynierów i techników z branży energetycznej rozszerzających swoje kompetencje o aspekty wodoru
- Pracowników firm transportowych i logistycznych, dla których wodór będzie nowym wyzwaniem jak i koniecznością

- Absolwentów uczelni technicznych i przyrodniczych, gdyż wodór jest istotnym wyzwaniem min. dla aspektów klimatycznych i zrównoważonego rozwoju.
- Osób poszukujących specjalistycznych kwalifikacji w zakresie nowych technologii takich jak np. wodór.

Propozycja modułów skierowana jest/będzie do osób zainteresowanych pracą w sektorze energetyki odnawialnej, logistyki, transportu, chemii i pokrewnych dziedzinach jak również w motoryzacji i wielu innych branżach otwartych na nowe technologie.

Po zrealizowaniu modułów uczestnicy będą:

- Posiadać ~~dogłębną~~ wiedzę na temat właściwości wodoru i technologii jego magazynowania i transportu.
- Znać regulacje prawne i normy dotyczące logistyki wodoru.
- Umieć planować, organizować i optymalizować procesy logistyczne.
- Obsługiwać urządzenia i technologie związane z magazynowaniem i transportem wodoru.
- Przeprowadzać analizę ryzyka i reagować w sytuacjach awaryjnych.
- Współpracować efektywnie w zespołach i komunikować się jasno i precyzyjnie.
- Być świadomymi roli logistyki wodoru w zrównoważonym rozwoju.

PROPONOWANY ZAKRES TEMATYCZNY MODUŁÓW:

MODUŁ 1: BEZPIECZEŃSTWO I ANALIZA RYZYKA W POSTĘPOWANIU Z WODOREM

Czas trwania: 24 godziny (10 godzin wykładów, 8 godzin ćwiczeń praktycznych, 6 godzin warsztatów).

Poziom ERK: 5-6

- **Cel:** Zdobycie wiedzy na temat przepisów, norm i standardów dotyczących logistyki wodoru oraz umiejętności analizy ryzyka i postępowania w sytuacjach awaryjnych.

• Tematy:

1. Aktualne normy ISO i IEC dotyczące wodoru (4 godziny):

- Omówienie kluczowych standardów, takich jak ISO 14687 (specyfikacja wodoru jako paliwa) i IEC 60079 (bezpieczeństwo przeciwwybuchowe).

- Przegląd norm dotyczących transportu, magazynowania i wykorzystania wodoru w różnych sektorach przemysłu.
- Analiza najnowszych wytycznych związanych z certyfikacją urządzeń wodorowych.

2. Krajowe i międzynarodowe przepisy dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska (4 godzin):

- Regulacje UE (np. dyrektywa Seveso III, przepisy ADR, IMDG).
- Krajowe przepisy dotyczące postępowania z substancjami niebezpiecznymi i ochrony środowiska.
- Analiza przypadków (case studies): wypadki związane z wodorem i ich skutki prawne.

3. Procedury postępowania w sytuacjach awaryjnych (wyciek, pożar, wybuch) (4 godzin – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Mechanika i fizyka zdarzeń awaryjnych z udziałem wodoru.
- Szczegółowe omówienie procedur dla poszczególnych sytuacji (np. izolacja obszaru, gaszenie pożarów wodoru).
- Interaktywne symulacje reakcji na wycieki, pożary i eksplozje wodoru.

4. Zasady pierwszej pomocy w przypadku zatrucia/oparzenia wodorem (2 godziny):

- Fizjologiczne skutki kontaktu z wodorem i jego pochodnymi (np. kriogeniczne oparzenia, zatrucia gazowe).
- Standardowe procedury udzielania pomocy poszkodowanym.
- Warsztaty praktyczne: symulacja udzielania pierwszej pomocy w różnych scenariuszach.

5. Metody analizy ryzyka (4 godziny):

- Wprowadzenie do metod HAZOP (Hazard and Operability Study) i FMEA (Failure Mode and Effects Analysis).
- Identyfikacja potencjalnych zagrożeń w łańcuchu logistycznym wodoru.
- Ocena skutków i prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń ryzykownych.

6. Opracowywanie planów awaryjnych i procedur zapobiegawczych (6 godzin – 2 godziny wykładów, 4 godziny warsztatów):

- Tworzenie kompleksowych planów awaryjnych dla instalacji wodorowych.
- Ćwiczenia praktyczne: opracowanie procedur zapobiegawczych i awaryjnych dla hipotetycznych scenariuszy.
- Analiza skuteczności planów na podstawie symulacji sytuacji kryzysowych.

MODUŁ 2: WPROWADZENIE DO WODORU I JEGO WŁAŚCIWOŚCI

Czas trwania: 20 godzin (8 godzin wykładów, 8 godzin ćwiczeń, 4 godziny warsztatów).

Poziom ERK: 4-5

- **Cel:** Zrozumienie podstawowych właściwości fizycznych i chemicznych wodoru, które są kluczowe dla bezpiecznego magazynowania i transportu.

- **Tematy:**

1. Izotopy wodoru i ich charakterystyka (1 godz. - wykłady, 1 godz. - ćw.)

- Wprowadzenie do izotopów wodoru: prot, deuter i tryt – budowa, właściwości fizyczne i chemiczne.
- Rola izotopów w przemyśle i technologii, w tym zastosowanie deuteru i trytu w energetyce jądrowej.
- Porównanie właściwości izotopów wodoru na podstawie danych literaturowych i eksperymentalnych..

2. Wodór: orto i para – wpływ na magazynowanie (1 godz. - wykłady, 1 godz. - ćw.)

- Wyjaśnienie różnic między orto- i para-wodorem.
- Znaczenie izomerii wodoru w kontekście magazynowania i stabilności przy niskich temperaturach.
- Obliczenia zmian energii przy przemianach orto- i para-wodoru.
- Analiza procesów przechowywania ciekłego wodoru w zależności od zawartości izomerów.

3. Gęstość wodoru w różnych stanach skupienia (1 godz. - wykłady, 1 godz. - ćw.)

- Gęstość wodoru w stanie gazowym, ciekłym i stałym – różnice i ich znaczenie technologiczne.
- Wpływ ciśnienia i temperatury na gęstość wodoru.
- Obliczenia gęstości wodoru przy różnych parametrach ciśnienia i temperatury.
- Analiza wykresów fazowych wodoru.

4. Temperatury kluczowe dla wodoru (wrzenia, krytyczna, punkt potrójny) (1 godz. - wykłady, 1 godz. - ćw.)

- Wyjaśnienie kluczowych temperatur: temperatura wrzenia, punkt krytyczny, punkt potrójny.
- Znaczenie tych parametrów dla przechowywania wodoru w stanie ciekłym i gazowym.
- Analiza wykresów fazowych wodoru.
- Ćwiczenie: identyfikacja odpowiednich warunków przechowywania wodoru na podstawie jego parametrów termodynamicznych.

5. Zakres wybuchowości i granice palności wodoru (1 godz. - wykłady, 1 godz. - ćw.)

- Omówienie granic palności wodoru i jego zakresu wybuchowości w powietrzu.
- Przyczyny i mechanizmy wybuchów wodoru.
- Analiza przypadków wybuchów związanych z wodorem w przemyśle.

- Określanie warunków bezpieczeństwa dla pracy z wodorem.

6. Dyfuzyjność wodoru i jej konsekwencje (1 godz. - wykłady, 1 godz. - ćw.)

- Wysoka dyfuzyjność wodoru i jej wpływ na bezpieczeństwo przechowywania i transportu.
- Omówienie potencjalnych zagrożeń wynikających z dyfuzji.
- Obliczenia dotyczące dyfuzji wodoru przez różne materiały.
- Wybór odpowiednich materiałów do przechowywania wodoru.

7. Korozyjne właściwości wodoru (1 godz. - wykłady, 1 godz. - ćw.)

- Zjawisko kruchości wodorowej i jej wpływ na materiały konstrukcyjne.
- Korozyjne właściwości wodoru w kontakcie z metalami.
- Analiza danych dotyczących odporności materiałów na wodór.
- Ćwiczenie: projektowanie systemów odpornych na działanie wodoru.

8. Zagrożenia związane z wodorem: przyczyny wybuchów i pożarów, kruchość wodorowa (2 godz. - warsztaty)

- Studium przypadków awarii związanych z wodorem.
- Projektowanie procedur bezpieczeństwa w pracy z wodorem.

9. Metody detekcji wodoru i systemy alarmowe (1 godz. - wykłady, 1 godz. - warsztaty.)

- Przegląd technologii detekcji wodoru, w tym czujników i systemów alarmowych.
- Rola systemów detekcji w zapewnieniu bezpieczeństwa.
- Konfiguracja i testowanie czujników wodoru.

10. Przegląd metod produkcji wodoru i pojęcie „zielonego wodoru” (2 godz. - wykłady, 1 godz. - warsztaty)

- Metody produkcji wodoru: reforming parowy metanu, elektroliza wody, piroliza biomasy.
- Wyjaśnienie pojęcia „zielonego wodoru” i jego rola w transformacji energetycznej.
- Dyskusja grupowa: ocena potencjału produkcji zielonego wodoru w Polsce i na świecie.

MODUŁ 3: TECHNOLOGIE MAGAZYNOWANIA WODORU

Czas trwania: 24 godziny (10 godzin wykładów, 10 godzin ćwiczeń, 4 godziny warsztatów).

Poziom ERK: 5-6

- **Cel:** Poznanie różnych metod magazynowania wodoru, ich zalet i wad oraz wymagań technicznych.
- **Tematy:**

1. Magazynowanie sprężonego gazu (3 godz. - wykłady, 3 godz. - ćw., 1 - godz. - warsztaty)

- Rodzaje zbiorników ciśnieniowych (typu I, II, III, IV): budowa, materiały konstrukcyjne i ich zastosowanie.
- Proces sprężania wodoru: urządzenia sprężające, wymogi techniczne i parametry operacyjne.
- Bezpieczeństwo i eksploatacja zbiorników ciśnieniowych: zasady użytkowania, ryzyka i systemy zabezpieczeń.
- Koszty magazynowania sprężonego wodoru: analiza czynników wpływających na koszty.
- Analiza właściwości zbiorników różnych typów i ich zastosowań w praktyce.
- Obliczenia związane z procesem sprężania wodoru (np. praca sprężarki, zużycie energii).
- Ocena ryzyk związanych z eksploatacją zbiorników ciśnieniowych na podstawie studiów przypadku.
- Symulacja procesu sprężania i magazynowania wodoru z wykorzystaniem modeli komputerowych.

2. Magazynowanie ciekłego wodoru (3 godz. - wykłady, 3 godz. - ćw., 1 - godz. - warsztaty)

- Proces skraplania wodoru: technologia kriogeniczna, wymogi energetyczne i kluczowe parametry procesu.
- Zbiorniki kriogeniczne: budowa, rodzaje izolacji oraz technologie minimalizujące straty ciepła.
- Bezpieczeństwo i eksploatacja zbiorników kriogenicznych: ryzyko zamarzania, wycieki, systemy zabezpieczeń.
- Zjawisko odparowywania (boil-off): przyczyny, wpływ na eksploatację oraz metody minimalizacji strat.
- Koszty magazynowania ciekłego wodoru: analiza ekonomiczna w kontekście technologii kriogenicznej.
- Obliczenia strat energetycznych związanych ze skraplaniem wodoru.
- Analiza przypadków wycieków ciekłego wodoru i opracowanie procedur bezpieczeństwa.
- Dobór zbiorników kriogenicznych do konkretnych zastosowań przemysłowych.
- Projektowanie systemu magazynowania ciekłego wodoru dla wybranego scenariusza (np. transport wodoru do stacji paliw).

MODUŁ 4: METODY TRANSPORTU WODORU

Czas trwania: 20 godzin (8 godzin wykładów, 8 godzin ćwiczeń, 4 godziny warsztatów).

Poziom ERK: 5-6

- **Cel:** Poznanie różnych metod transportu wodoru, ich zalet i wad oraz wymagań technicznych i regulacyjnych.

- **Tematy:**

1. Transport rurociągami (3 godz. - wykłady, 3 godz. - ćw., 1 - godz. - warsztaty)

- Konstrukcja i materiały rurociągów do wodoru: dobór materiałów odpornych na kruchość wodorową, projektowanie systemów przesyłowych.
- Wyzwania przesyłu wodoru rurociągami: kruchość wodorowa, nieszczelności, wpływ ciśnienia i temperatury na eksploatację.
- Metody monitorowania i kontroli rurociągów: systemy detekcji wycieków, inspekcja stanu technicznego.
- Koszty budowy i eksploatacji rurociągów: analiza ekonomiczna w kontekście przesyłu wodoru na dużą skalę.
- Studium przypadku: analiza problemów technicznych przesyłu wodoru w istniejących rurociągach.
- Obliczenia: wpływ ciśnienia i temperatury na wydajność przesyłu wodoru rurociągami.
- Symulacja procesu przesyłu wodoru rurociągiem, uwzględniająca monitorowanie wycieków.
- Opracowanie modelu rurociągu do przesyłu wodoru z uwzględnieniem wymagań technicznych i kosztów inwestycyjnych.

2. Transport cysternami drogowymi i kolejowymi (3 godz. - wykłady, 3 godz. - ćw., 1 - godz. - warsztaty)

- Budowa cystern do wodoru (sprężonego i ciekłego): wymagania techniczne, materiały konstrukcyjne, izolacja.
- Bezpieczeństwo, załadunek i rozładunek cystern: procedury operacyjne, systemy zabezpieczeń, minimalizacja strat wodoru.
- Koszty transportu drogowego i kolejowego: analiza kosztów logistycznych i ich wpływ na opłacalność.
- Przepisy ADR (Umowa Europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych): kluczowe regulacje dotyczące wodoru.
- Analiza przypadków wycieków wodoru podczas transportu cysternami oraz opracowanie procedur reagowania.
- Obliczenia związane z załadunkiem i rozładunkiem cystern w różnych warunkach.
- Projektowanie systemu logistycznego dla transportu wodoru cysternami na wybrane odległości.

- Symulacja procesu transportu wodoru cysterną drogową lub kolejową, uwzględniająca załadunek, transport i rozładunek.

3. Transport morski (2 godz. - wykłady, 2 godz. - ćw., 2 - godz. - warsztaty)

- Typy statków do transportu wodoru (LH2, amoniak): budowa, technologie kriogeniczne, systemy zabezpieczeń.
- Wymagania techniczne i operacyjne: specyfika załadunku, transportu i rozładunku wodoru w portach.
- Koszty i opłacalność transportu morskiego: analiza ekonomiczna w kontekście globalnego rynku wodoru.
- Analiza porównawcza kosztów i opłacalności transportu wodoru drogą morską w różnych formach (LH2, amoniak).
- Obliczanie strat odparowywania (boil-off) wodoru podczas transportu morskiego.
- Studium przypadku: opracowanie koncepcji transportu wodoru drogą morską na wybranej trasie, z uwzględnieniem wyzwań technicznych i regulacyjnych.

MODUŁ 5: LOGISTYKA WODORU A ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ I EKOLOGIA

Czas trwania: 16 godzin (8 godzin wykładów, 4 godziny ćwiczeń, 4 godziny warsztatów).

Poziom ERK: 6

- **Cel:** Zrozumienie wpływu logistyki wodoru na środowisko i poznanie metod minimalizacji tego wpływu.
- **Tematy:**

1. Emisje gazów cieplarnianych związane z logistyką wodoru (2 godz. - wykłady, 1 godz. - ćw., 1 - godz. - warsztaty)

- Analiza emisji gazów cieplarnianych w różnych etapach logistyki wodoru (produkcja, transport, magazynowanie).
- Porównanie emisji CO₂ w przypadku wodoru „zielonego”, „niebieskiego” i „szarego”.
- Globalny wpływ emisji z procesów logistycznych na zmiany klimatyczne.
- Obliczenia emisji CO₂ dla różnych metod transportu wodoru na zadanej odległości.
- Studium przypadku: analiza emisji gazów cieplarnianych związanych z transportem wodoru w wybranym scenariuszu logistycznym.
- Opracowanie strategii logistycznej zmniejszającej emisje gazów cieplarnianych dla wybranego modelu dystrybucji wodoru.

2. Rola logistyki w redukcji śladu węglowego (2 godz. - wykłady, 1 godz. - ćw., 1 - godz. - warsztaty)

- Kluczowe strategie logistyczne w redukcji śladu węglowego w sektorze wodorowym.
- Optymalizacja tras transportowych a minimalizacja emisji.
- Wdrażanie technologii cyfrowych (np. IoT, AI) w monitorowaniu śladu węglowego w logistyce wodoru.
- Analiza porównawcza śladu węglowego w różnych modelach transportu wodoru (rurociągi, transport morski, cysterny).
- Symulacja wpływu zmiany parametrów logistycznych (np. trasa, rodzaj transportu) na redukcję emisji.
- Projektowanie modelu logistyki wodoru z uwzględnieniem minimalizacji śladu węglowego i optymalizacji efektywności energetycznej.

3. Metody odzysku i recyklingu wodoru (1 godz. - wykłady, 1 godz. - ćw., 1 - godz. - warsztaty)

- Technologie odzyskiwania wodoru w procesach przemysłowych i logistycznych.
- Praktyczne zastosowanie recyklingu wodoru: ograniczanie strat podczas transportu i magazynowania.
- Analiza kosztów i korzyści wdrażania systemów odzysku wodoru w łańcuchach logistycznych.
- Opracowanie propozycji wdrożenia systemu odzysku wodoru w wybranym procesie logistycznym.

4. Technologie redukcji emisji NOx i innych zanieczyszczeń (2 godz. - wykłady, 1 godz. - ćw., 1 - godz. - warsztaty)

- Źródła emisji NOx i innych zanieczyszczeń w logistyce wodoru.
- Technologie redukcji emisji w transporcie wodoru (np. filtry katalityczne, optymalizacja spalania).
- Zastosowanie odnawialnych źródeł energii w logistyce wodoru.
- Symulacja wpływu zastosowania nowoczesnych technologii redukujących emisję na środowisko naturalne.
- Dyskusja i analiza przypadków wdrożenia technologii redukcji emisji w logistyce wodoru w różnych krajach.

5. Rola ogniw paliwowych w logistyce (1 godz. - wykłady, 1 godz. - ćw., 1 - godz. - warsztaty)

- Zasada działania ogniw paliwowych i ich zastosowanie w transporcie wodoru.
- Zalety ogniw paliwowych w porównaniu z tradycyjnymi źródłami energii.
- Wpływ wykorzystania ogniw paliwowych na zrównoważony rozwój w logistyce wodoru.
- Analiza efektywności energetycznej ogniw paliwowych w kontekście logistyki wodoru.
- Projektowanie systemu logistycznego opartego na wykorzystaniu ogniw paliwowych do zasilania infrastruktury transportowej.

MODUŁ 6: PODSTAWY LOGISTYKI I ZARZĄDZANIA ŁAŃCUCHEM DOSTAW WODORU

Czas trwania: 20 godzin (10 godzin wykładów, 6 godzin ćwiczeń, 4 godziny warsztatów).

Poziom ERK: 6

- **Cel:** Zdobycie wiedzy i umiejętności z zakresu logistyki, które są niezbędne do efektywnego zarządzania łańcuchem dostaw wodoru.

- **Tematy:**

1. Analiza łańcucha dostaw wodoru od produkcji do użytkownika końcowego (4 godziny):

- Omówienie etapów produkcji, magazynowania, transportu i dystrybucji wodoru.
- Identyfikacja kluczowych wyzwań na poszczególnych etapach (np. bezpieczeństwo, koszty, zgodność z przepisami).
- Mapowanie łańcucha dostaw z uwzględnieniem roli różnych technologii (np. elektrolizery, stacje tankowania).

2. Planowanie zapasów wodoru (3 godziny):

- Metody prognozowania zapotrzebowania na wodór.
- Strategiczne podejście do zarządzania zapasami w kontekście technologii wodorowych.
- Scenariusze zarządzania zapasami w sytuacjach kryzysowych (np. przerwy w dostawach).

3. Optymalizacja tras transportowych (3 godziny):

- Specyfika transportu wodoru różnymi środkami (cysterny, rurociągi, transport morski).
- Techniki optymalizacji tras z uwzględnieniem kosztów, bezpieczeństwa i ograniczeń prawnych.
- Wykorzystanie narzędzi cyfrowych do planowania tras (np. systemy GPS, oprogramowanie optymalizacyjne).

4. Zarządzanie magazynem wodoru (3 godziny):

- Specyfikacja magazynów wodorowych (np. ciśnieniowe, kriogeniczne).
- Standardy bezpieczeństwa i zgodność z regulacjami w zarządzaniu magazynami.
- Technologie automatyzacji magazynów dedykowane dla wodoru.

5. Metody optymalizacji procesów logistycznych (3 godziny):

- Wprowadzenie do metod Lean i Six Sigma w logistyce wodoru.
- Analiza procesów logistycznych z perspektywy minimalizacji strat i poprawy efektywności.
- Przykłady optymalizacji procesów logistycznych w realnych projektach.

6. Wykorzystanie oprogramowania WMS i TMS (4 godziny – ćwiczenia i warsztaty):

- Praktyczne zastosowanie systemów Warehouse Management System (WMS) i Transport Management System (TMS) w gospodarce wodorowej.
- Omówienie integracji systemów logistycznych z technologiami IoT i AI.
- Warsztaty: Symulacja zarządzania magazynem wodoru i transportem z wykorzystaniem WMS i TMS.

MODUŁ 7: ZARZĄDZANIE PROJEKTAMI LOGISTYCZNYMI W GOSPODARCE WODOROWEJ

Czas trwania: 20 godzin (8 godzin wykładów, 8 godzin ćwiczeń, 4 godziny warsztatów).

Poziom ERK: 6

Cel:

Zdobycie umiejętności planowania, zarządzania i monitorowania projektów związanych z logistyką wodoru w dynamicznie zmieniających się warunkach rynkowych..

Tematy:

1. Podstawy zarządzania projektami (6 godz.):

- o Tworzenie harmonogramów i planów projektów logistycznych.
- o Analiza budżetów i kosztorysów.
- o Zarządzanie zmianą w projekcie.

2. Specyfika projektów w gospodarce wodorowej (8 godz.):

- o Zarządzanie infrastrukturą: stacje tankowania, magazyny, rurociągi.
- o Zarządzanie technologiami wodorowymi w projektach logistycznych.
- o Omówienie zrealizowanych projektów logistycznych w gospodarce wodorowej, ich wyzwań i sukcesów.

3. Warsztaty praktyczne (6 godz.):

- o Tworzenie studium wykonalności dla projektu infrastrukturalnego związanego z wodorem.

MODUŁ 8: PRAWO I REGULACJE W GOSPODARCE WODOROWEJ

Czas trwania: 16 godzin (8 godzin wykładów, 4 godziny ćwiczeń, 4 godziny warsztatów).

Poziom ERK: 6

Cel:

Zapoznanie uczestników z krajowymi i międzynarodowymi przepisami oraz regulacjami prawnymi dotyczącymi gospodarki wodorowej i logistyki.

Tematy:**1. Podstawy regulacji prawnych w logistyce wodoru (6 godz.):**

- Aktualne krajowe regulacje prawne dotyczące gospodarki wodorowej (2 godziny):
 - Omówienie polskich przepisów regulujących rozwój gospodarki wodorowej, w tym definicje, zasady certyfikacji i działalności operatorów systemów wodorowych.
- Międzynarodowe standardy i regulacje (2 godziny):
 - Analiza międzynarodowych norm i standardów dotyczących technologii wodorowych, takich jak normy ISO oraz regulacje Unii Europejskiej.
- Bezpieczeństwo w transporcie i magazynowaniu wodoru (2 godziny):
 - Przegląd przepisów dotyczących bezpieczeństwa w transporcie i magazynowaniu wodoru, w tym regulacje ADR (Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych) oraz przepisy IMDG (Międzynarodowy kodeks morski towarów niebezpiecznych).

2. Aspekty środowiskowe i etyczne (6 godz.):

- Zasady odpowiedzialności środowiskowej w gospodarce wodorowej.
- Analiza przypadków łamania regulacji i ich konsekwencje.

3. Warsztaty praktyczne (4 godz.):

- Analiza regulacji dla hipotetycznego projektu transportowego z uwzględnieniem krajowych i międzynarodowych przepisów.

Wszystkie rezultaty wypracowane w ramach projektu „Professionals and their skills in hydrogen” udostępniane są na zasadzie otwartych licencji (CC BY-SA 4.0 DEED). Można z nich korzystać bezpłatnie i bez ograniczeń. Kopiowanie lub przetwarzanie tych materiałów w całości lub w części bez zgody autora jest zabronione. W przypadku wykorzystania rezultatów niezbędne jest podanie źródła finansowania oraz jego autorów.

Sfinansowane ze środków UE. Wyrażone poglądy i opinie są jedynie opiniami autora lub autorów i niekoniecznie odzwierciedlają poglądy i opinie Unii Europejskiej lub Europejskiej Agencji Wykonawczej ds. Edukacji i Kultury (EACEA). Unia Europejska ani EACEA nie ponoszą za nie odpowiedzialności.