



H₂
HYDROGEN



OPIS KOMPETENCJI W WYBRANYCH ZAWODACH GOSPODARKI WODOROWEJ

SZCZECIN, 2025

RAMY DOTYCZĄCE SPECJALNOŚCI: Projektant ds. instalacji wodorowych

W obliczu globalnych działań na rzecz dekarbonizacji i transformacji energetycznej, wodór zyskuje na znaczeniu jako kluczowy nośnik energii przyszłości. Jego wszechstronność i potencjał w redukcji emisji sprawiają, że jest on coraz częściej wykorzystywany w sektorach takich jak energetyka, transport czy przemysł chemiczny. W tym kontekście rola **Projektanta ds. instalacji wodorowych** staje się nieodzowna dla efektywnego i bezpiecznego wdrażania technologii wodorowych.

Projektant ds. instalacji wodorowych odpowiada za kompleksowe projektowanie systemów związanych z produkcją, magazynowaniem, dystrybucją oraz wykorzystaniem wodoru. Obejmuje to zarówno tworzenie koncepcji, jak i szczegółowe opracowanie dokumentacji technicznej, zgodnej z obowiązującymi normami i przepisami. Specjalista ten ściśle współpracuje z inżynierami różnych dziedzin, klientami oraz organami regulacyjnymi, aby zapewnić, że projektowane instalacje są nie tylko efektywne, ale przede wszystkim bezpieczne i zgodne z wymogami środowiskowymi.

Zapotrzebowanie na kompetencje w perspektywie 10 lat

W ciągu najbliższej dekady prognozuje się znaczący wzrost zapotrzebowania na specjalistów w dziedzinie projektowania instalacji wodorowych. Jest to wynikiem globalnych trendów zmierzających do zwiększenia udziału wodoru w miksie energetycznym oraz rozwoju infrastruktury wodorowej. Kluczowe czynniki wpływające na to zapotrzebowanie to:

- **Rozwój technologii wodorowych:** Inwestycje w nowe technologie produkcji i wykorzystania wodoru wymagają nowoczesnych i innowacyjnych rozwiązań projektowych.
- **Ekspansja infrastruktury:** Planowane są liczne projekty budowy elektrolizerów, stacji tankowania wodoru oraz systemów magazynowania, co generuje potrzebę zatrudnienia wykwalifikowanych projektantów.
- **Regulacje prawne i normy bezpieczeństwa:** Rosnąca liczba przepisów dotyczących bezpieczeństwa instalacji wodorowych wymaga specjalistów zdolnych do ich interpretacji i implementacji w projektach.
- **Zrównoważony rozwój:** Dążenie do redukcji emisji CO₂ i osiągnięcia neutralności klimatycznej sprawia, że wodór staje się kluczowym elementem strategii energetycznych wielu krajów.

Opis kwalifikacji zawodowej

Projektant ds. instalacji wodorowych powinien posiadać następujące kwalifikacje i umiejętności:

- **Wykształcenie techniczne:** Preferowane kierunki to inżynieria chemiczna, mechaniczna, energetyczna lub pokrewne.
- **Znajomość technologii wodorowych:** Dogłębna wiedza na temat metod produkcji, magazynowania, transportu oraz zastosowań wodoru.

- **Umiejętność projektowania systemów:** Doświadczenie w tworzeniu schematów procesowych (PFD), diagramów P&ID oraz korzystaniu z oprogramowania CAD.
- **Znajomość norm i przepisów:** Biegłość w krajowych i międzynarodowych standardach dotyczących instalacji wodorowych, takich jak ISO, IEC czy NFPA.
- **Analiza ryzyka:** Zdolność do przeprowadzania ocen bezpieczeństwa, analiz HAZOP oraz opracowywania planów awaryjnych.
- **Kompetencje interpersonalne:** Efektywna komunikacja z zespołem projektowym, klientami oraz organami regulacyjnymi.

Obszary działalności zawodowej

Projektant ds. instalacji wodorowych może znaleźć zatrudnienie w różnych sektorach, takich jak:

- **Przemysł energetyczny:** Projekty związane z integracją wodoru w systemach energetycznych, w tym elektrownie wodorowe i magazyny energii.
- **Transport:** Projektowanie stacji tankowania wodoru dla pojazdów osobowych, ciężarowych oraz transportu publicznego.
- **Przemysł chemiczny:** Instalacje do produkcji amoniaku, metanolu oraz innych związków chemicznych opartych na wodorze.
- **Badania i rozwój:** Udział w innowacyjnych projektach mających na celu rozwój nowych technologii wodorowych.
- **Firmy konsultingowe:** Doradztwo w zakresie projektowania, optymalizacji i bezpieczeństwa instalacji wodorowych.

Kompetencja 1: Stosowanie zasad bezpieczeństwa w projektowaniu instalacji wodorowych

- Identyfikuje i ocenia potencjalne zagrożenia związane z eksploatacją instalacji wodorowych, takie jak ryzyko wybuchu, pożaru czy wycieków.
- Dobiera materiały konstrukcyjne oraz urządzenia zabezpieczające odporne na działanie wodoru, uwzględniając jego właściwości fizykochemiczne.
- Stosuje obowiązujące normy techniczne oraz wytyczne dotyczące bezpieczeństwa projektowania instalacji, takie jak ISO/TR 15916, PN-EN 60079 czy API RP.
- Analizuje specyfikę instalacji wodorowych pod kątem ryzyka powstawania kruchości wodorowej, korozji i uszkodzeń materiałowych.
- Uwzględnia w projektach środki zapobiegawcze wobec potencjalnych awarii wynikających z właściwości wodoru, w tym systemy detekcji, wentylacji oraz awaryjnego odcięcia przepływu gazu.

Kompetencja 2: Analiza ryzyka i zarządzanie sytuacjami kryzysowymi w projektowanych instalacjach

- Przeprowadza szczegółowe analizy ryzyka z wykorzystaniem metod takich jak HAZOP, FMEA czy „fault tree analysis” (FTA) na etapie projektowania instalacji.
- Opracowuje scenariusze zdarzeń awaryjnych, takich jak pożar, eksplozja czy rozszczelnienie instalacji, oraz strategie ich minimalizacji i kontroli.
- Tworzy procedury awaryjne oraz plany działań ratunkowych i prewencyjnych dla projektowanych instalacji wodorowych.
- Uwzględnia w projektach mechanizmy powstawania sytuacji krytycznych, takie jak zapłon od iskry czy wybuch wskutek przekroczenia granic palności.
- Współpracuje z zespołami odpowiedzialnymi za bezpieczeństwo oraz służbami ratowniczymi w celu zapewnienia skutecznego reagowania na potencjalne awarie.

Kompetencja 3: Zastosowanie wiedzy o właściwościach fizykochemicznych wodoru w projektowaniu

- Analizuje właściwości fizyczne wodoru, takie jak palność, wybuchowość, dyfuzyjność czy gęstość w różnych stanach skupienia, w kontekście ich wpływu na projektowane instalacje.
- Uwzględnia w projektach wpływ orto- i parawodoru na procesy magazynowania i eksploatacji instalacji.
- Dobiera materiały konstrukcyjne z uwzględnieniem ryzyka kruchości wodorowej oraz oddziaływania wodoru na różne materiały, takie jak stal, aluminium czy kompozyty.
- Projektuje instalacje z uwzględnieniem granic wybuchowości wodoru w powietrzu oraz jego wysokiej reaktywności chemicznej.

Kompetencja 4: Stosowanie przepisów prawa, norm branżowych oraz standardów technicznych w projektowaniu

- Interpretuje i stosuje krajowe oraz europejskie przepisy prawa regulujące projektowanie, budowę i eksploatację instalacji wodorowych.
- Uwzględnia w projektach wymagania norm ISO, PN-EN, IEC dotyczących bezpieczeństwa instalacji wodorowych oraz urządzeń przeciwwybuchowych.
- Opracowuje dokumentację techniczną zgodną z obowiązującymi przepisami prawnymi oraz normami technicznymi, w tym instrukcje eksploatacji, dokumentację UDT czy procedury bezpieczeństwa.
- Śledzi zmiany legislacyjne i normatywne w obszarze technologii wodorowych, aktualizując rozwiązania projektowe zgodnie z najnowszymi wymogami.

Kompetencja 5: Kontrola i audyt bezpieczeństwa projektowanych instalacji wodorowych

- Projektuje systemy monitorowania parametrów eksploatacyjnych instalacji, takich jak ciśnienie, temperatura, koncentracja wodoru czy integralność konstrukcji.

- Stosuje metodykę audytu instalacji wodorowych pod kątem zgodności z przepisami i normami bezpieczeństwa już na etapie projektowania.
- Analizuje dane techniczne projektowanych instalacji, identyfikując potencjalne zagrożenia i nieprawidłowości.
- Przygotowuje raporty z audytów oraz rekomendacje dotyczące poprawy stanu bezpieczeństwa technicznego instalacji.
- Wdraża procedury ciągłego doskonalenia bezpieczeństwa projektowanych instalacji wodorowych, uwzględniając wyniki audytów, potencjalne incydenty oraz rekomendacje organów nadzoru.

Kompetencja 6 - 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:

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

2. Sporządza raporty i dokumentację z zakresu logistyki wodoru.

Kryteria weryfikacji:

- Sporządza/ raport dotyczący realizacji projektu logistycznego, zawierający dane techniczne, analizę ryzyka i rekomendacje.
- Opracowuje czytelne instrukcje i procedury, dobre praktyki w projektowaniu instalacji wodorowych.

- Przygotowuje dokumentację zgodną z wymogami prawnymi i standardami branżowymi.

3. Efektywnie współpracuje w zespole.

Kryteria weryfikacji:

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

4. Dzieli się wiedzą i doświadczeniem z innymi członkami zespołu.

Kryteria weryfikacji:

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

5. Rozwiązuje konflikty w sposób konstruktywny.

Kryteria weryfikacji:

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

6. Wdraża działania wspierające lokalne społeczności w rozwijaniu gospodarki wodorowej.

Kryteria weryfikacji:

- Inicjuje i uczestniczy w projektach edukacyjnych na temat wodoru skierowanych do lokalnych społeczności.
- Współpracuje z lokalnymi organizacjami i instytucjami w celu propagowania wiedzy o technologiach wodorowych.
- 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:

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

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

Kryteria weryfikacji:

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

Kompetencja 7 - 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:

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

2. Sumiennie wykonuje swoje zadania.

Kryteria weryfikacji:

- Regularnie dostarcza raporty i dokumentację zgodnie z ustalonym harmonogramem.
- Wykonuje zadania z należytą starannością, spełniając wytyczne projektu.

- Angażuje się w realizację celów zespołowych, wspierając innych członków zespołu.
- 3. Podejmuje działania zgodne z etyką zawodową.**
Kryteria weryfikacji:
- Przeprowadza analizę scenariusza pod kątem zgodności z zasadami etyki zawodowej.
 - Podejmuje decyzje uwzględniające dobro zespołu i klientów.
 - Ocenia konsekwencje działań zawodowych z perspektywy odpowiedzialności społecznej.
- 4. Samodzielnie planuje i realizuje powierzone zadania.**
Kryteria weryfikacji:
- Tworzy harmonogram pracy dla wybranego zadania logistycznego.
 - Realizuje zadanie w ustalonym czasie, informując o postępach i napotkanych trudnościach.
 - Wprowadza poprawki do planu na podstawie zmieniających się warunków projektowych.
- 5. Wykazuje inicjatywę w poszukiwaniu nowych rozwiązań.**
Kryteria weryfikacji:
- Proponuje innowacyjne podejścia do wyzwań projektowych związanych z wodorem.
 - Wskazuje ulepszenia w istniejących procesach logistycznych.
 - Przedstawia rekomendacje na spotkaniach zespołowych, poparte analizą danych.
- 6. Potrafi podejmować decyzje w sytuacjach kryzysowych.**
Kryteria weryfikacji:
- Symuluje reakcję na sytuację kryzysową (np. wyciek wodoru, awaria).
 - Ocenia możliwe scenariusze działania i wybiera optymalną opcję.
 - Szybko i skutecznie wdraża decyzje, minimalizując straty i zagrożenia.
- 7. Jest świadomy konieczności ciągłego podnoszenia kwalifikacji.**
Kryteria weryfikacji:
- Przygotowuje plan rozwoju zawodowego, uwzględniający szkolenia i certyfikaty.
 - Ocenia własne umiejętności w kontekście potrzeb rynku pracy.
 - Regularnie aktualizuje wiedzę na temat nowych technologii i rozwiązań logistycznych.
- 8. Śledzi nowości technologiczne i zmiany w przepisach.**
Kryteria weryfikacji:
- Prezentuje nowe technologie i przepisy podczas spotkań zespołowych.
 - Opracowuje notatki lub raporty na temat zmian regulacyjnych w projektowaniu instalacji wodorowych.
 - Korzysta z nowo poznanych narzędzi lub technologii w praktycznych zadaniach.

9. Uczestniczy w szkoleniach i konferencjach.

MODUŁ 1: WPROWADZENIE DO TECHNOLOGII WODOROWYCH (16 godzin)

MODUŁ 2: WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE WODORU A BEZPIECZEŃSTWO INSTALACJI (20 godzin)

**MODUŁ 3: NORMY I PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INSTALACJI (16 godzin)
WODOROWYCH**

MODUŁ 4: PROJEKTOWANIE INSTALACJI DO PRODUKCJI WODORU (24 godzin)

MODUŁ 5: PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW PRZESYŁU WODORU (20 godzin)

MODUŁ 6: PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW MAGAZYNOWANIA WODORU (20 godzin)

MODUŁ 7: PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW WYKORZYSTANIA WODORU (24 godzin)

MODUŁ 8: ANALIZA RYZYKA I ZARZĄDZANIE SYTUACJAMI AWARYJNYMI (20 godzin)

MODUŁ 9: AUTOMATYZACJA I MONITOROWANIE INSTALACJI WODOROWYCH (18 godzin)

MODUŁ 10: EKONOMIA I ANALIZA KOSZTÓW TECHNOLOGII WODOROWYCH (16 godzin)

MODUŁ 11: MEGATRENDY I INNOWACJE W TECHNOLOGIACH WODOROWYCH (14 godzin)

MODUŁ 12: PROJEKT ZINTEGROWANY INSTALACJI WODOROWEJ (30 godzin)

łącznie 12 modułów 238 godzin

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. 1. Wodór, właściwości, charakterystyka (1 godz. - wykłady, 1 godz. - ćw.)

- Właściwości fizyczne wodoru (stan skupienia, barwa, zapach, gęstość i rozpuszczalność w różnych substancjach, temperatury topnienia i wrzenia, przewodnictwo cieplne i elektryczne)
- Właściwości chemiczne wodoru (reaktywność z innymi pierwiastkami i związkami chemicznymi, palność,
- Rola wodoru w przemyśle, energetyce

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. Kluczowe temperatury 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.

MODUŁ 3: PRAWO, NORMY I REGULACJE DOT. BEZPIECZEŃSTWA. PROCEDURY AWARYJNE W GOSPODARCE WODOROWEJ

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

Poziom ERK: 6

Cel modułu: Zapoznanie uczestników z krajowymi i międzynarodowymi regulacjami dotyczącymi bezpieczeństwa instalacji wodorowych, w tym z aktualnymi normami technicznymi, przepisami prawa oraz zasadami opracowywania i wdrażania procedur awaryjnych. Uczestnicy nabędą umiejętność interpretacji przepisów oraz ich praktycznego stosowania w przemyśle i transporcie.

1. Przepisy prawa krajowego i międzynarodowego dotyczące wodoru i instalacji wodorowych (2 godz. wykładów + 2 godz. ćwiczeń)

- Kluczowe akty prawne UE i Polski:
 - Dyrektywa Seveso III
 - Rozporządzenie CLP, REACH
 - Ustawa Prawo ochrony środowiska
 - Krajowa strategia wodorowa
- Przepisy dotyczące obiektów o zwiększonym i dużym ryzyku (ZZR i ZDR) – obowiązki operatorów
- Odpowiedzialność prawna w przypadku awarii z udziałem wodoru
- Ćwiczenia: analiza przypadków naruszeń przepisów i konsekwencji prawnych

2. Normy techniczne i standardy bezpieczeństwa instalacji wodorowych (2 godz. wykładów + 2 godz. ćwiczeń)

- Przegląd najważniejszych norm:
 - ISO/TR 15916: Zasady ogólne bezpieczeństwa systemów wodorowych
 - ISO 19880 (części 1–8): Tankowanie wodoru, systemy przesyłu
 - IEC 60079: Urządzenia elektryczne w atmosferach wybuchowych
 - PN-EN 60079, PN-EN ISO 45001 (BHP)
- Obowiązkowa dokumentacja techniczna (np. DoZW – Dokument zabezpieczenia przed wybuchem)
- Ćwiczenia: przyporządkowanie odpowiednich norm do wybranych elementów instalacji

3. Transport wodoru a regulacje ADR, RID, IMDG (2 godz. wykładów + 2 godz. ćwiczeń)

- Wymagania formalne i dokumentacyjne dla transportu wodoru w różnych postaciach (gaz, ciecz, związki chemiczne):
 - ADR – transport drogowy
 - RID – transport kolejowy
 - IMDG – transport morski
- Klasyfikacja zagrożeń, oznaczenia, pakowanie, zasady ładowania i wyładowywania
- Obowiązki nadawcy, przewoźnika i odbiorcy
- Ćwiczenia: wypełnienie dokumentacji ADR dla transportu wodoru ciekłego, metanolu, etanolu i amoniaku

4. Opracowanie i wdrażanie procedur awaryjnych w instalacjach wodorowych (2 godz. wykładów + 2 godz. ćwiczeń)

- Rodzaje scenariuszy awaryjnych: wyciek, zapłon, eksplozja, uszkodzenie systemu chłodzenia
- Zasady budowy procedur reagowania na zagrożenia w instalacjach z wodorem
- Koordynacja działań wewnętrznych i współpraca ze służbami zewnętrznymi (PSP, UDT, inspekcja środowiskowa)
- Ćwiczenia: opracowanie procedury awaryjnej dla wybranej sytuacji (np. wyciek w stacji tankowania, awaria elektrolizera)

MODUŁ 4: PROJEKTOWANIE INSTALACJI DO PRODUKCJI WODORU

Czas trwania: 24 godziny (12 godzin wykładów, 8 godzin ćwiczeń praktycznych, 4 godziny warsztatów)

Poziom ERK: 6

Cel: Zdobycie wiedzy i umiejętności niezbędnych do projektowania instalacji do produkcji wodoru, z uwzględnieniem różnych technologii produkcji, integracji z odnawialnymi źródłami energii oraz aspektów bezpieczeństwa i efektywności operacyjnej.

1. Metody produkcji wodoru (6 godzin – 3 godziny wykładów, 3 godziny ćwiczeń):

- Przegląd głównych technologii produkcji wodoru:
 - Elektroliza wody (niskotemperaturowa i wysokotemperaturowa)
 - Reforming parowy metanu
 - Pyroliza
 - Produkcja wodoru z biomasy
- Analiza efektywności, kosztów oraz wpływu na środowisko poszczególnych metod.
- Ćwiczenia praktyczne: obliczenia wydajności i efektywności energetycznej różnych procesów produkcji wodoru.

2. Integracja odnawialnych źródeł energii z produkcją wodoru (4 godziny):

- Wykorzystanie energii słonecznej i wiatrowej do zasilania procesów elektrolizy .
- Zagadnienia związane z magazynowaniem energii i zarządzaniem zmiennością źródeł odnawialnych.
- Studia przypadków: analiza istniejących instalacji wykorzystujących OZE do produkcji wodoru.

3. Projektowanie systemów elektrolizy (6 godzin – 3 godziny wykładów, 3 godziny ćwiczeń):

- Dobór technologii elektrolizerów: PEM, alkaliczne, SOEC

- Kryteria wyboru: efektywność, koszt, trwałość, czystość produkowanego wodoru.
- Ćwiczenia praktyczne: projektowanie układu elektrolizy dla zadanych parametrów produkcji.

4. Bezpieczeństwo w projektowaniu instalacji produkcji wodoru (4 godziny):

- Identyfikacja zagrożeń związanych z produkcją i utrzymaniem wodoru.
- Normy i standardy bezpieczeństwa obowiązujące w instalacjach wodorowych.
- Strategie minimalizacji ryzyka i procedury awaryjne.

5. Warsztaty projektowe: opracowanie koncepcji instalacji do produkcji wodoru (4 godziny):

- Praca w grupach nad stworzeniem projektu instalacji produkcji wodoru, uwzględniającego wybór technologii, źródeł energii, analizę ryzyka oraz aspekty ekonomiczne.
- Prezentacja i omówienie projektów z naciskiem na innowacyjność, efektywność i bezpieczeństwa

MODUŁ 5: PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW PRZESYŁU WODORU

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

Poziom ERK: 6

Cel: Zdobycie wiedzy i umiejętności niezbędnych do projektowania bezpiecznych i efektywnych systemów przesyłu wodoru, z uwzględnieniem jego specyficznych właściwości, obowiązujących norm oraz najnowszych trendów technologicznych.

1. Właściwości fizykochemiczne wodoru a wymagania dla systemów przesyłowych (3 godziny):

- Charakterystyka wodoru: niska gęstość, wysoka dyfuzyjność, łatwopalność.
- Wpływ właściwości wodoru na materiały i komponenty systemów przesyłowych, w tym ryzyko kruchości wodorowej.

2. Materiały i technologie stosowane w budowie rurociągów wodorowych (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Dobór materiałów odpornych na działanie wodoru, takich jak specjalistyczne stale i kompozyty.
- Nowoczesne technologie łączenia i uszczelniania rurociągów w kontekście minimalizacji wycieków.

- Ćwiczenia praktyczne: analiza przypadków uszkodzeń materiałowych w istniejących instalacjach wodorowych.

3. Adaptacja istniejącej infrastruktury gazowej do przesyłu wodoru (4 godziny):

- Możliwości i ograniczenia związane z wykorzystaniem obecnych sieci gazowych do transportu wodoru.
- Studium przypadku: projekty adaptacji infrastruktury gazowej w Polsce i na świecie.
- Omówienie planów GAZ-SYSTEM dotyczących infrastruktury wodorowej w Polsce.

4. Bezpieczeństwo i regulacje prawne w przesyłach wodoru (5 godzin – 3 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Przegląd krajowych i międzynarodowych norm oraz standardów dotyczących przesyłu wodoru.
- Procedury postępowania w sytuacjach awaryjnych, takich jak wycieki czy pożary.
- Ćwiczenia praktyczne: symulacja reakcji na incydenty w systemach przesyłu wodoru.

5. Warsztaty projektowe: opracowanie koncepcji systemu przesyłu wodoru (4 godziny):

- Praca zespołowa nad projektem systemu przesyłu wodoru, uwzględniającym dobór materiałów, analizę ryzyka oraz zgodność z normami.
- Prezentacja i omówienie projektów z naciskiem na innowacyjność, efektywność oraz aspekty bezpieczeństwa.

MODUŁ 6: PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW MAGAZYNOWANIA WODORU

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

Poziom ERK: 6

Cel: Zdobyć wiedzy i umiejętności niezbędnych do projektowania bezpiecznych i efektywnych systemów magazynowania wodoru, z uwzględnieniem różnych technologii przechowywania, właściwości wodoru oraz obowiązujących norm i standardów.

1. Metody magazynowania wodoru (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Przegląd głównych technologii magazynowania wodoru:
 - Magazynowanie sprężonego wodoru w zbiornikach wysokociśnieniowych.
 - Magazynowanie ciekłego wodoru w niskich temperaturach.
 - Magazynowanie wodoru w postaci związków chemicznych, takich jak wodorki metali czy metanol, etanol, amoniak.
- Ćwiczenia praktyczne: analiza porównawcza efektywności i zastosowań poszczególnych metod magazynowania.

2. Materiały i konstrukcja zbiorników magazynowych (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Dobór materiałów odpornych na działanie wodoru, uwzględniając ryzyko kruchości wodorowej i przenikalności gazu.
- Konstrukcja zbiorników wysokociśnieniowych oraz kriogenicznych: wymagania wytrzymałościowe, termiczne i bezpieczeństwa.
- Ćwiczenia praktyczne: projektowanie podstawowych elementów zbiorników magazynowych z uwzględnieniem norm bezpieczeństwa.

3. Bezpieczeństwo i regulacje prawne w magazynowaniu wodoru (4 godziny):

- Przegląd krajowych i międzynarodowych norm oraz standardów dotyczących magazynowania wodoru, takich jak ISO 19880-1.
- Identyfikacja zagrożeń związanych z magazynowaniem wodoru, w tym ryzyko wycieków, pożarów i eksplozji.
- Procedury postępowania w sytuacjach awaryjnych oraz systemy detekcji i neutralizacji zagrożeń.

4. Integracja systemów magazynowania z infrastrukturą energetyczną (4 godziny):

- Rola magazynowania wodoru w systemach energetycznych, w tym w kontekście stabilizacji sieci i integracji z odnawialnymi źródłami energii.
- Analiza przypadków zastosowania magazynów wodoru w różnych sektorach przemysłu i transportu.
- Omówienie wyzwań związanych z skalowaniem technologii magazynowania wodoru.

5. Warsztaty projektowe: opracowanie koncepcji systemu magazynowania wodoru (4 godziny):

- Praca zespołowa nad projektem systemu magazynowania wodoru, uwzględniającym wybór technologii, analizę ryzyka, zgodność z normami oraz aspekty ekonomiczne.
- Prezentacja i omówienie projektów z naciskiem na innowacyjność, efektywność oraz bezpieczeństwo.

MODUŁ 7: PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW WYKORZYSTANIA WODORU

Czas trwania: 24 godziny (12 godzin wykładów, 8 godzin ćwiczeń praktycznych, 4 godziny warsztatów)

Poziom ERK: 6

Cel: Nabycie wiedzy i umiejętności niezbędnych do projektowania systemów wykorzystujących wodór w różnych sektorach gospodarki, ze szczególnym uwzględnieniem

technologii ogniw paliwowych, zastosowań w transporcie oraz wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej.

1. Technologie ogniw paliwowych (6 godzin – 3 godziny wykładów, 3 godziny ćwiczeń):

- Przegląd typów ogniw paliwowych: PEMFC, SOFC, DMFC i ich charakterystyka.
- Zasady działania, efektywność oraz potencjalne zastosowania poszczególnych technologii ogniw paliwowych.
- Ćwiczenia praktyczne: analiza parametrów pracy i wydajności różnych typów ogniw paliwowych.

2. Zastosowanie wodoru w transporcie (6 godzin – 3 godziny wykładów, 3 godziny ćwiczeń):

- Wykorzystanie wodoru jako paliwa w pojazdach: samochody osobowe, autobusy, pociągi, statki.
- Integracja systemów magazynowania wodoru z układami napędowymi.
- Ćwiczenia praktyczne: projektowanie układu zasilania wodorowego dla wybranego środka transportu.

3. Produkcja energii elektrycznej i ciepłej z wodoru (6 godzin – 3 godziny wykładów, 3 godziny ćwiczeń):

- Wykorzystanie wodoru w elektrowniach i ciepłowniach: kogeneracja, trigeneracja.
- Analiza efektywności energetycznej i ekonomicznej systemów opartych na wodorze.
- Ćwiczenia praktyczne: symulacja pracy systemu kogeneracyjnego zasilanego wodorem.

4. Bezpieczeństwo i regulacje prawne w wykorzystaniu wodoru (4 godziny):

- Przegląd norm i standardów dotyczących eksploatacji systemów wodorowych w różnych sektorach.
- Identyfikacja potencjalnych zagrożeń i procedury postępowania w sytuacjach awaryjnych.

5. Warsztaty projektowe: opracowanie koncepcji systemu wykorzystania wodoru (4 godziny):

- Praca zespołowa nad projektem systemu wykorzystującego wodór w wybranym zastosowaniu (np. transport, energetyka).
- Prezentacja i omówienie projektów z naciskiem na innowacyjność, efektywność oraz aspekty bezpieczeństwa.

MODUŁ 8: ANALIZA RYZYKA I ZARZĄDZANIE SYTUACJAMI AWARYJNYMI

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

Poziom ERK: 6

Cel: Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie identyfikacji, analizy oraz zarządzania ryzykiem w instalacjach wodorowych, a także skutecznego reagowania na sytuacje awaryjne z uwzględnieniem specyfiki wodoru.

1. Identyfikacja i klasyfikacja zagrożeń w instalacjach wodorowych (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Charakterystyka potencjalnych zagrożeń związanych z produkcją, magazynowaniem i transportem wodoru.
- Techniki identyfikacji zagrożeń, takie jak HAZID (Hazard Identification).
- Ćwiczenia praktyczne: analiza przypadków historycznych incydentów w instalacjach wodorowych.

2. Metody analizy ryzyka (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Wprowadzenie do metod takich jak HAZOP (Hazard and Operability Study), FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) oraz FTA (Fault Tree Analysis).
- Ocena prawdopodobieństwa i skutków potencjalnych awarii.
- Ćwiczenia praktyczne: przeprowadzenie analizy ryzyka dla wybranej instalacji wodorowej.

3. Zarządzanie sytuacjami awaryjnymi (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Opracowywanie i wdrażanie planów awaryjnych oraz procedur reagowania na incydenty z udziałem wodoru.
- Rola i odpowiedzialność zespołów ratunkowych oraz koordynacja działań w sytuacjach kryzysowych.
- Ćwiczenia praktyczne: symulacja reakcji na wyciek wodoru w zakładzie przemysłowym.

4. Komunikacja i współpraca z służbami ratunkowymi (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Zasady efektywnej komunikacji podczas sytuacji awaryjnych.
- Współpraca z lokalnymi służbami ratunkowymi i organami regulacyjnymi.
- Ćwiczenia praktyczne: opracowanie planu komunikacji kryzysowej dla hipotetycznego incydentu.

5. Warsztaty: symulacja zarządzania kryzysowego w instalacji wodorowej (4 godziny):

- Praca zespołowa nad scenariuszem awaryjnym obejmującym wyciek wodoru i potencjalny pożar.
- Implementacja zdobytej wiedzy w zakresie analizy ryzyka, planowania awaryjnego oraz komunikacji.
- Omówienie wyników symulacji i wyciągnięcie wniosków dotyczących poprawy procedur bezpieczeństwa.

MODUŁ 9: AUTOMATYZACJA I MONITOROWANIE INSTALACJI WODOROWYCH

Czas trwania: 18 godzin (8 godzin wykładów, 6 godzin ćwiczeń praktycznych, 4 godziny warsztatów)

Poziom ERK: 6

Cel: Zdobycie wiedzy i umiejętności w zakresie projektowania, implementacji oraz zarządzania systemami automatyzacji i monitorowania instalacji wodorowych, z uwzględnieniem specyfiki technologii wodorowych oraz wymagań bezpieczeństwa.

1. Podstawy automatyzacji procesów w instalacjach wodorowych (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Przegląd systemów sterowania i automatyki stosowanych w instalacjach wodorowych.
- Integracja systemów automatyki z procesami produkcji, magazynowania i dystrybucji wodoru.
- Ćwiczenia praktyczne: konfiguracja podstawowych układów sterowania dla instalacji wodorowej.

2. Technologie monitorowania stanu instalacji (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Metody i narzędzia do monitorowania parametrów pracy instalacji wodorowych, takich jak ciśnienie, temperatura, przepływ oraz wykrywanie wycieków.
- Zastosowanie czujników i systemów detekcji wodoru w różnych strefach zagrożenia wybuchem.
- Ćwiczenia praktyczne: implementacja systemu monitorowania dla wybranej sekcji instalacji wodorowej.

3. Bezpieczeństwo i zgodność z normami w automatyzacji instalacji wodorowych (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Przegląd norm i standardów dotyczących automatyzacji i monitorowania instalacji wodorowych (np. IEC 61511).
- Identyfikacja i ocena ryzyka związanego z automatyzacją procesów wodorowych.

- Ćwiczenia praktyczne: analiza zgodności systemu automatyzacji z obowiązującymi normami bezpieczeństwa.

4. Integracja systemów automatyki z infrastrukturą IT i IoT (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Wykorzystanie technologii Przemysłu 4.0 w zarządzaniu instalacjami wodorowymi.
- Integracja systemów SCADA z platformami IoT w celu zdalnego monitorowania i analizy danych.
- Ćwiczenia praktyczne: projektowanie architektury systemu monitorowania z wykorzystaniem technologii IoT.

5. Warsztaty: projektowanie i implementacja systemu automatyzacji dla instalacji wodorowej (4 godziny):

- Praca zespołowa nad projektem systemu automatyzacji dla wybranej instalacji wodorowej, uwzględniającym aspekty monitorowania, bezpieczeństwa oraz integracji z infrastrukturą IT.
- Prezentacja i omówienie projektów z naciskiem na innowacyjność, efektywność oraz zgodność z normami.

MODUŁ 10: EKONOMIA I ANALIZA KOSZTÓW TECHNOLOGII WODOROWYCH

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

Poziom ERK: 6

Cel: Zdobycie wiedzy i umiejętności w zakresie ekonomicznych aspektów technologii wodorowych, analizy kosztów produkcji, dystrybucji oraz wykorzystania wodoru, a także oceny opłacalności inwestycji w projekty wodorowe.

1. Ekonomiczne aspekty produkcji wodoru (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Porównanie kosztów produkcji wodoru w zależności od technologii: wodór szary, niebieski i zielony.
- Czynniki wpływające na koszty produkcji, takie jak dostępność surowców, efektywność procesów oraz skala produkcji.
- Ćwiczenia praktyczne: analiza case study dotyczącego kosztów produkcji wodoru w różnych warunkach.

2. Analiza kosztów dystrybucji i magazynowania wodoru (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Koszty transportu wodoru różnymi metodami: rurociągi, transport drogowy, morski i kolejowy.

- Wyzwania i koszty związane z magazynowaniem wodoru w postaci sprężonej, ciekłej oraz w formie związków chemicznych.
- Ćwiczenia praktyczne: ocena opłacalności różnych metod dystrybucji i magazynowania wodoru w konkretnych scenariuszach.

3. Ocena opłacalności inwestycji w technologie wodorowe (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Metody analizy ekonomicznej projektów inwestycyjnych: NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return), okres zwrotu.
- Wpływ polityki energetycznej, subsydiów oraz regulacji prawnych na rentowność inwestycji wodorowych.
- Ćwiczenia praktyczne: przeprowadzenie analizy opłacalności przykładowego projektu wodorowego.

4. Warsztaty: Tworzenie modelu biznesowego dla przedsięwzięcia wodorowego (4 godziny):

- Praca zespołowa nad opracowaniem kompleksowego modelu biznesowego dla wybranej technologii wodorowej, uwzględniającego analizę kosztów, potencjalne źródła przychodów oraz ocenę ryzyka.
- Prezentacja i omówienie przygotowanych modeli z naciskiem na innowacyjność, wykonalność oraz zgodność z aktualnymi trendami rynkowymi.

MODUŁ 11: MEGATRENDY I INNOWACJE W TECHNOLOGIACH WODOROWYCH

Czas trwania: 14 godzin (6 godzin wykładów, 4 godziny ćwiczeń praktycznych, 4 godziny warsztatów)

Poziom ERK: 6

Cel: Zapoznanie uczestników z najnowszymi trendami, innowacjami oraz kierunkami rozwoju technologii wodorowych na świecie, w kontekście globalnej transformacji energetycznej i zrównoważonego rozwoju.

1. Globalne megatrendy w technologiach wodorowych (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Analiza kluczowych trendów kształtujących rozwój gospodarki wodorowej, takich jak dekarbonizacja, decentralizacja produkcji energii oraz integracja z odnawialnymi źródłami energii.
- Omówienie polityk i strategii wodorowych wiodących gospodarek świata oraz ich wpływ na rynek globalny.
- Ćwiczenia praktyczne: analiza przypadków strategii wodorowych wybranych krajów i ich implikacji dla rynku.

2. Innowacyjne technologie produkcji wodoru (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Przegląd nowoczesnych metod produkcji wodoru, ze szczególnym naciskiem na elektrolizę wody z wykorzystaniem energii odnawialnej oraz technologie fotoelektrochemiczne.
- Omówienie postępów w zakresie efektywności i redukcji kosztów produkcji wodoru.
- Ćwiczenia praktyczne: ocena potencjału wdrożenia innowacyjnych technologii produkcji wodoru w różnych sektorach przemysłu.

3. Nowatorskie rozwiązania w magazynowaniu i transporcie wodoru (4 godziny – 2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Prezentacja zaawansowanych technologii magazynowania wodoru, takich jak magazynowanie w stanie ciekłym, w formie związków chemicznych czy w wodorkach metali.
- Analiza innowacyjnych metod transportu wodoru, w tym wykorzystanie istniejącej infrastruktury gazowej oraz rozwój nowych sieci przesyłowych.
- Ćwiczenia praktyczne: projektowanie koncepcyjne systemów magazynowania i transportu wodoru z uwzględnieniem najnowszych technologii.

4. Warsztaty: Przyszłość technologii wodorowych – scenariusze rozwoju (2 godziny):

- Praca zespołowa nad opracowaniem scenariuszy rozwoju technologii wodorowych w perspektywie krótko- i długoterminowej.
- Identyfikacja kluczowych czynników wpływających na wdrażanie innowacji w sektorze wodorowym.
- Prezentacja wyników pracy grupowej i dyskusja na temat wyzwań oraz możliwości związanych z przyszłością technologii wodorowych.

MODUŁ 12: PROJEKT ZINTEGROWANY INSTALACJI WODOROWEJ

Czas trwania: 30 godzin (10 godzin wykładów, 10 godzin ćwiczeń praktycznych, 10 godzin warsztatów)

Poziom ERK: 6

Cel: Praktyczne zastosowanie wiedzy i umiejętności zdobytych w poprzednich modułach poprzez kompleksowe zaprojektowanie instalacji wodorowej, obejmującej wszystkie etapy – od produkcji, przez magazynowanie i dystrybucję, po końcowe wykorzystanie wodoru.

1. Wprowadzenie do projektu zintegrowanego (2 godziny wykładów):

- Omówienie celów i zakresu projektu.
- Przegląd kluczowych aspektów technicznych, ekonomicznych i środowiskowych związanych z projektowaniem instalacji wodorowych.

2. Analiza wymagań i specyfikacji technicznych (2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Identyfikacja potrzeb użytkowników końcowych oraz warunków lokalizacyjnych.
- Określenie parametrów technicznych dla poszczególnych komponentów instalacji.

3. Projektowanie systemu produkcji wodoru (2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Wybór odpowiedniej technologii produkcji wodoru (np. elektroliza, reforming).
- Dobór źródeł energii z naciskiem na integrację z odnawialnymi źródłami energii.

4. Projektowanie systemów magazynowania i dystrybucji (2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Dobór metod magazynowania wodoru (sprężony, ciekły, w formie związków chemicznych).
- Planowanie infrastruktury dystrybucyjnej, uwzględniającej bezpieczeństwo i efektywność transportu.

5. Integracja systemów automatyzacji i monitorowania (2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Projektowanie systemów sterowania i monitorowania parametrów pracy instalacji.
- Zastosowanie technologii IoT i systemów SCADA w zarządzaniu instalacją.

6. Analiza ekonomiczna i ocena opłacalności projektu (2 godziny wykładów, 2 godziny ćwiczeń):

- Szacowanie kosztów inwestycyjnych i operacyjnych.
- Analiza zwrotu z inwestycji (ROI) oraz ocena ryzyka finansowego.

7. Warsztaty projektowe (10 godzin):

- Praca zespołowa nad stworzeniem kompleksowego projektu instalacji wodorowej.
- Prezentacja projektów i omówienie zastosowanych rozwiązań technicznych oraz ekonomicznych.

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.