

KURS: LOGISTYK MAGAZYNOWANIA I TRANSPORTU WODORU

SCENARIUSZ DLA TRENERA KURSU: LOGISTYK MAGAZYNOWANIA I TRANSPORTU WODORU

WPROWADZENIE DO ZAWODU

Logistyka wodoru to kluczowy element rozwijającej się gospodarki wodorowej, która stanowi odpowiedź na wyzwania związane z transformacją energetyczną, dekarbonizacją oraz bezpieczeństwem energetycznym Europy. Wodór, jako nośnik energii o zerowej emisji CO₂ przy spalaniu, zyskuje na znaczeniu w przemyśle, transporcie i sektorze energetycznym. Aby jednak efektywnie wdrożyć technologie wodorowe na szeroką skalę, niezbędna jest wyspecjalizowana kadra odpowiedzialna za logistykę – w tym magazynowanie, transport, bezpieczeństwo i zarządzanie łańcuchem dostaw.

Zawód logistyka magazynowania i transportu wodoru wymaga interdyscyplinarnej wiedzy z zakresu inżynierii, zarządzania, chemii technicznej, bezpieczeństwa procesowego oraz zrównoważonego rozwoju. Specjalista ten nie tylko planuje i nadzoruje przepływ wodoru w różnych stanach skupienia, ale również odpowiada za projektowanie systemów transportowych zgodnych z restrykcyjnymi normami, analizę ryzyka oraz wdrażanie rozwiązań ekologicznych w logistyce.

Znajomość międzynarodowych regulacji (np. ADR, IMDG), norm technicznych (np. ISO 14687, IEC 60079), nowoczesnych technologii (np. ogniwa paliwowe, systemy IoT) oraz narzędzi cyfrowych (WMS, TMS) jest kluczowa w pracy logistyka wodoru. Równie istotna jest świadomość wpływu tych procesów na środowisko oraz umiejętność planowania działań z uwzględnieniem strategii „zielonej logistyki”. Zawód ten staje się jednym z najbardziej perspektywicznych w zielonej gospodarce i wymaga ciągłego doskonalenia oraz pracy w interdyscyplinarnych zespołach na styku przemysłu, nauki i administracji.

CELE OGÓLNE KURSU:

- Przekazanie wiedzy na temat logistyki wodoru, obejmującej magazynowanie, transport, bezpieczeństwo, analizę ryzyka, zarządzanie łańcuchem dostaw i aspekty środowiskowe.
- Rozwijanie umiejętności praktycznych w zakresie reagowania na zdarzenia awaryjne, planowania systemów logistycznych oraz optymalizacji procesów.
- Kształtowanie postaw proekologicznych w kontekście gospodarki wodorowej.

KLUCZOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA:

Po zakończeniu kursu uczestnik:

- Zna przepisy i normy dotyczące bezpieczeństwa wodoru.
- Potrafi analizować ryzyko i projektować procedury awaryjne.
- Rozróżnia technologie magazynowania i transportu wodoru.
- Potrafi zaprojektować system magazynowania i wybrać metodę transportu.
- Rozumie zależności między logistyką a emisjami i śladem węglowym.
- Potrafi zastosować nowoczesne narzędzia zarządzania magazynem i transportem.

METODY PRACY:

- Mini wykłady i prezentacje multimedialne
- Praca z infografikami i kartami pracy
- Studia przypadków i symulacje
- Praca zespołowa i dyskusje moderowane
- Podcasty i quizy utrwalające

STRUKTURA I PRODUKTY SZKOLENIA – 4 MODUŁY, 32 GODZINY

1. Narzędzia edukacyjne wprowadzające do szkolenia

- **Film edukacyjny:** "Wodór – paliwo przyszłości w logistyce"
 - **Cel:** Przedstawienie ogólnego kontekstu gospodarki wodorowej, roli logistyki oraz kluczowych zastosowań wodoru w transporcie i przemyśle. Film ma za zadanie wzbudzić zainteresowanie i dostarczyć podstawowej wizji przyszłości z wodorem.
 - **Sugestia dla Trenera:** Film powinien być odtworzony na początku kursu lub udostępniony uczestnikom do samodzielnego obejrzenia przed zajęciami jako materiał wprowadzający. Po filmie warto przeprowadzić krótką sesję pytań i odpowiedzi lub mini-dyskusję na temat pierwszych wrażeń.
- **Podcast:** "Zawód Logistyk Wodoru – wyzwania i perspektywy"

- **Cel:** Zgłębienie specyfiki zawodu logistyka wodoru poprzez wywiady z ekspertami, studiami przypadków z branży oraz omówieniem ścieżek kariery. Podcast ma na celu urealnienie i spersonalizowanie tematu, pokazując praktyczne aspekty pracy.
- **Sugestia dla Trenera:** Podcast może być udostępniony jako materiał do słuchania w wolnym czasie lub jako element "pracy domowej" między modułami. Można odnieść się do jego treści podczas dyskusji na temat kompetencji czy wyzwań zawodu.

Na zakończenie uczestnicy powinni wypełnić TEST KOŃCOWY DO KURSU

- Forma: test wyboru, 40 pytań (10 z każdego modułu)
- Cel: sprawdzenie wiedzy uczestników z zakresu 4 modułów

2. Moduły tematyczne

MODUŁ 1: Bezpieczeństwo i analiza ryzyka w logistyce wodoru

Czas trwania: 8 godzin

Produkty dydaktyczne:

- Mini wykład PDF
- Prezentacja multimedialna
- 2 infografiki: "Zdarzenia awaryjne w logistyce H₂" oraz "Normy bezpieczeństwa H₂"
- 2 karty pracy: "Analiza przypadków awarii" oraz "Mapa ryzyka HAZOP"
- 1 case study: "Wycieki wodoru - reakcje i wnioski"
- 1 podcast: "Jak reagować na sytuacje awaryjne?"
- 1 quiz do podcastu

Struktura:

1. Normy i przepisy bezpieczeństwa (2h)

- Kluczowe normy ISO i IEC (np. ISO 14687, IEC 60079)
- Przegląd przepisów UE (Seveso III, ADR, IMDG) i krajowych
- Praktyczna analiza przypadków (case studies)

2. Zdarzenia awaryjne: pożary, wycieki, wybuchy (2h: 1h teoria + 1h symulacje)

- Mechanika zdarzeń awaryjnych
- Procedury reagowania – ćwiczenia scenariuszowe

3. Pierwsza pomoc i zdrowie (1h)

- Oparzenia kriogeniczne, zatrucia gazowe
- Procedury ratunkowe – mini warsztaty

4. Analiza ryzyka i planowanie (3h: 1h teoria + 2h warsztaty)

- Metody HAZOP i FMEA
- Tworzenie planów awaryjnych i procedur zapobiegawczych na przykładzie fikcyjnych scenariuszy

MODUŁ 2: Technologie magazynowania i transportu wodoru**Czas trwania:** 8 godzin**Produkty dydaktyczne:**

- Mini wykład PDF
- Prezentacja multimedialna (20 slajdów)
- 2 infografiki: „Rodzaje zbiorników H₂” oraz „Metody transportu wodoru”
- 2 karty pracy: „Dobór systemu magazynowania” oraz „Analiza ryzyka transportu”
- 1 case study: „Projektowanie instalacji dla terminala H₂”
- 1 podcast: „Bezpieczny transport i magazynowanie wodoru – wyzwania i trendy”
- 1 quiz do podcastu (10 pytań)

Struktura:

1. Sprężony i ciekły wodór – porównanie technologii (2h)
 - Zbiorniki (typy I–IV), procesy sprężania i skraplania
 - Koszty, bezpieczeństwo, ryzyko (boil-off, wycieki)
2. Magazynowanie wodoru – analiza i projektowanie (2h: ćwiczenia + mini warsztat)
 - Dobór zbiorników, analiza przypadków
 - Projekt systemu magazynowania dla wybranego zastosowania
3. Transport wodoru – drogi, kolej, morze (2h)
 - Specyfika i wyzwania techniczne
 - Procedury operacyjne, normy ADR i IMDG
4. Projektowanie systemu logistycznego (2h: warsztat symulacyjny)
 - Dobór metody transportu dla konkretnego scenariusza
 - Koszty, ryzyko i efektywność – kalkulacje i prezentacje grupowe

MODUŁ 3: Logistyka wodoru a zrównoważony rozwój i ekologia**Czas trwania:** 8 godzin**Produkty dydaktyczne:**

- Mini wykład PDF
- Prezentacja multimedialna
- 2 infografiki: „Ślad węglowy w logistyce H₂” oraz „Strategie zielonej logistyki”
- 2 karty pracy: „Analiza emisji CO₂ i NO_x” oraz „Model ekologicznego systemu logistycznego”
- 1 case study: „Redukcja emisji w łańcuchu dostaw H₂”
- Podcast "Zrównoważona logistyka: jak możemy zmniejszyć ślad węglowy?"
- Quiz: Rola logistyki w redukcji śladu węglowego
- Artykuł 1: Zastosowanie zielonych magazynów w kontekście logistyki
- Artykuł 2: Analiza cyklu życia produktu (LCA) i jej zastosowanie w zielonej logistyce
- Podcast: "Zamknięty obieg wodoru: Innowacje i wyzwania w recyklingu"
- Quiz: "Zamknięty obieg wodoru: Innowacje i wyzwania w recyklingu"

- Podcast: "Wodór w ruchu: ogniwa paliwowe rewolucjonizujące logistykę"
- Quiz

Struktura:

1. Emisje i ślad węglowy (2h)

- Analiza emisji CO₂ i NO_x w logistyce wodoru
- Porównanie źródeł wodoru: zielony, szary, niebieski

2. Optymalizacja środowiskowa logistyki (2h: ćwiczenia + symulacja)

- Strategie redukcji emisji
- Narzędzia cyfrowe (AI, IoT) w analizie śladu węglowego

3. Odzysk i recykling wodoru (1h)

- Technologie i zastosowania przemysłowe
- Koszty i opłacalność

4. Nowoczesne technologie wspierające ekologię (2h)

- Ogniwa paliwowe i OZE w logistyce
- Studium przypadku + projekt modelu systemu ekologicznego

5. Warsztaty końcowe: strategia "zielonej logistyki wodoru" (1h)

- Projekt zespołowy: opracowanie ekologicznego modelu transportu wodoru

MODUŁ 4: Zarządzanie logistyką i łańcuchem dostaw wodoru

Czas trwania: 8 godzin

Produkty dydaktyczne:

- Mini wykład PDF
- Prezentacja multimedialna (20 slajdów – zawiera m.in. schematy systemów TMS/WMS, analizę łańcucha wartości, omówienie transformacji cyfrowej w sektorze H₂)
- 2 infografiki: „Cykl życia łańcucha dostaw wodoru” oraz „Cyfrowe narzędzia w logistyce H₂”
- 2 karty pracy: „Optymalizacja tras i zapasów” oraz „Symulacja zarządzania magazynem”
- 1 case study: „Wdrożenie WMS/TMS w firmie logistycznej obsługującej wodór”
- 1 podcast: „Nowoczesne zarządzanie logistyką H₂ – trendy i dobre praktyki”
- 1 quiz do podcastu (10 pytań)

Struktura:

1. Łańcuch dostaw wodoru – przegląd (1h)

- Etapy: produkcja, magazynowanie, transport, dystrybucja
- Wyzwania operacyjne i regulacyjne

2. Planowanie i optymalizacja logistyki (2h)

- Prognozowanie popytu i zarządzanie zapasami
- Optymalizacja tras i środków transportu

3. Zarządzanie magazynem wodoru (1h)

- Rodzaje magazynów, automatyzacja, normy

4. Efektywność procesów logistycznych (1h)

- Lean i Six Sigma w kontekście wodoru
- Minimalizacja strat

5. Cyfrowe narzędzia: WMS i TMS (3h: ćwiczenia + symulacje)

- Praktyczne zastosowanie WMS/TMS w gospodarce wodorowej
- Warsztat: zarządzanie fikcyjnym magazynem i transportem wodoru

Debata końcowa (1h)

- Temat: „Wodór jako paliwo przyszłości – szanse i zagrożenia dla logistyki”
- Moderowana dyskusja z podziałem na role: przemysł, edukacja, środowisko, logistyka

Praca indywidualna: „Plan wdrożenia wiedzy” (1h)

- Zadanie: przygotowanie indywidualnej mapy rozwoju kompetencji w zawodzie logistyka H2

WSKAZÓWKI DLA TRENERA

- **Zarządzanie czasem:** Ściśle przestrzegaj harmonogramu, ale bądź elastyczny na potrzeby dyskusji. Jeśli grupa jest bardzo zaangażowana w dany temat, pozwól na dłuższą dyskusję, kosztem skrócenia mniej kluczowych sekcji.
- **Aktywizacja uczestników:**
 - Zachęcaj do zadawania pytań i dzielenia się doświadczeniami.
 - Wykorzystuj dołączone pytania do dyskusji do inicjowania interakcji i głębszej analizy tematów.
 - Stosuj techniki takie jak "burza mózgów", "think-pair-share".
- **Radzenie sobie z trudnymi sytuacjami:**
 - Monopolizowanie dyskusji: Delikatnie przekieruj rozmowę na innych uczestników lub na kolejny punkt agendy.
 - Pytania "poza tematem": Uprzejmie zanotuj pytanie i zaproponuj omówienie go podczas przerwy lub po zajęciach, aby nie zakłócać przepływu kursu.
 - Brak zaangażowania: Użyj otwartych pytań, zapraszaj do dzielenia się opiniami, stwórz atmosferę bezpieczeństwa i otwartości.
- **Dostosowanie do grupy:** Obserwuj poziom wiedzy i zaangażowania uczestników. Bądź gotowy dostosować poziom szczegółowości i tempo prezentacji.
- **Przykłady z życia:** Wplataj jak najwięcej realnych przykładów i studiów przypadków z branży wodorowej, aby urealnić omawiane zagadnienia.

- **Podsumowania:** Po każdym module i na koniec dnia szkoleniowego podsumowuj kluczowe wnioski i cele, aby utrwalić wiedzę.
- **Energia:** Utrzymuj wysoką energię i entuzjazm, aby utrzymać uwagę uczestników.

NIEZBĘDNE ZASOBY I WYPOSAŻENIE

Aby zapewnić płynny przebieg szkolenia, upewnij się, że dostępne są następujące zasoby i wyposażenie:

- **Sala szkoleniowa:** Jasna, przestronna, z możliwością ustawienia krzeseł w układzie sprzyjającym dyskusji.
- **Sprzęt multimedialny:**
 - Projektor i ekran (lub duży monitor interaktywny)
 - Komputer z dostępem do internetu (stabilne połączenie)
 - System nagłośnieniowy (jeśli sala jest duża lub dla odtworzenia podcastu/filmu)
 - Pilot do prezentacji
- **Materiały dla trenera:**
 - Niniejszy scenariusz
 - Pliki prezentacji Power Point/PDF
 - Plik z filmem edukacyjnym
 - Plik z podcastem
 - Dodatkowe materiały pomocnicze (artykuły, raporty branżowe)
- **Materiały dla uczestników:**
 - Podręcznik kursu (wersja drukowana lub cyfrowa)
 - Notatniki i długopisy
 - Ewentualne materiały uzupełniające (karty pracy, schematy)
- **Pomoce dydaktyczne:**
 - Flipchart i markery
 - Tablica suchościeralna i pisaki
 - Ewentualne modele, próbki (jeśli dotyczy np. zbiorników H₂, elementów ogniw paliwowych)
- **Logistyka:**
 - Woda, kawa, herbata, przekąski podczas przerw
 - Terminarz przerw

METODY OCENY W TRAKCIE KURSU

Poza testem końcowym i ankietą ewaluacyjną, w celu bieżącego monitorowania zrozumienia materiału i zaangażowania uczestników, zaleca się stosowanie następujących metod:

- **Pytania kontrolne:** Krótkie pytania do grupy po omówieniu kluczowych zagadnień.
- **Ćwiczenia grupowe:** Rozwiązywanie problemów, analiza przypadków w małych grupach z prezentacją wyników.
- **Dyskusje:** Aktywność w dyskusjach i jakość wypowiedzi.
- **Mini-quizy/ankiety błyskawiczne:** Szybkie sprawdzenie wiedzy po module (możliwe online, np. Mentimeter, Kahoot).
- **Odgrywanie ról:** Symulowanie sytuacji z życia logistyka wodoru (np. zarządzanie incydemem).

ANKIETA EWALUACYJNA DLA UCZESTNIKÓW KURSU

Część I: Ocena techniczna i organizacyjna

(W skali Likerta: 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)

1. Szkolenie było dobrze zorganizowane pod względem logistycznym.

Ocena: 1 / 2 / 3 / 4 / 5

2. Materiały szkoleniowe były dostępne i czytelne.

Ocena: 1 / 2 / 3 / 4 / 5

3. Warunki techniczne sprzyjały efektywnemu uczeniu się.

Ocena: 1 / 2 / 3 / 4 / 5

4. Czas trwania szkolenia był odpowiedni do zakresu materiału.

Ocena: 1 / 2 / 3 / 4 / 5

5. Komunikacja z prowadzącym była jasna i zrozumiała.

Ocena: 1 / 2 / 3 / 4 / 5

Część II: Ocena merytoryczna i dydaktyczna

(W skali Likerta: 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak)

6. Treści szkolenia były zgodne z moimi oczekiwaniami.

Ocena: 1 / 2 / 3 / 4 / 5

7. Szkolenie zwiększyło moją wiedzę na temat logistyki wodoru.

Ocena: 1 / 2 / 3 / 4 / 5

8. Wiedza została przekazana w sposób interesujący i angażujący.

Ocena: 1 / 2 / 3 / 4 / 5

9. Ćwiczenia praktyczne były pomocne w zrozumieniu tematu.

Ocena: 1 / 2 / 3 / 4 / 5

10. Szkolenie wpłynęło na rozwój moich kompetencji zawodowych.

Ocena: 1 / 2 / 3 / 4 / 5

Część III: Opinie i sugestie (tak/nie + komentarz)

11. Czy polecił(a)byś to szkolenie innym?

[Tak/Nie]

.....

.....

12. Czy chciał(a)byś wziąć udział w kolejnych kursach z tej tematyki?

[Tak/Nie]

.....

.....

13. Co było najmocniejszym punktem szkolenia?

.....

.....

.....

.....

14. Co warto byłoby zmienić lub usprawnić?

.....

.....

.....

.....

ANKIETA EWALUACYJNA

1. Jak oceniasz zawartość merytoryczną kursu? (1-5)
2. Czy metody pracy były dla Ciebie angażujące? (1-5)
3. Czy czujesz się lepiej przygotowany do pracy w sektorze H2? (1-5)
4. Który moduł był najbardziej przydatny?
5. Co należałoby poprawić?
6. Czy polecił(a)byś ten kurs innym? (tak/nie)
7. Twoje dodatkowe uwagi:

DYPLOM UKOŃCZENIA SZKOLENIA

**DYPLOM UKOŃCZENIA
SZKOLENIA**

PAN/PANI

imię i nazwisko uczestnika
ukończył/ukończyła kurs

**Logistyk
magazynowania
i transportu
wodoru**

DATA:

MIEJSCE:

podpis trenera

H

Hydrogen
1.007


Dofinansowane przez
Unię Europejską


DIALOG
of Transformation


FERI


ECRN
European Chemical Regions Network


zielona
chemia


KRAJOWY
KLASTER
KLUCZOWY

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.

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.