



Inżynieria odwrotna

Numer usługi 2026/02/03/38096/3304322

7 380,00 PLN brutto
6 000,00 PLN netto
307,50 PLN brutto/h
250,00 PLN netto/h

Cador Consulting
sp. z o.o.

★★★★★ 5,0 / 5

1 ocena

- 📄 Usługa szkoleniowa
- 📄 zdalna w czasie rzeczywistym
- 🕒 24:00 h
- 📅 09.02.2026 do 31.12.2026

Informacje podstawowe

Kategoria	Techniczne / Mechanika i mechatronika
Grupa docelowa usługi	Szkolenie skierowane jest do inżynierów, konstruktorów, technologów oraz pracowników działów R&D i utrzymania ruchu wykorzystujących modele 3D w procesie projektowania, a także do firm usługowych zajmujących się skanowaniem 3D, prototypowaniem oraz wytwarzaniem części zamiennych, które chcą wdrożyć profesjonalny proces inżynierii odwrotnej w oparciu o pliki STL i oprogramowanie SolidWorks oraz Geomagic Design X / Geomagic for SolidWorks.
Minimalna liczba uczestników	3
Maksymalna liczba uczestników	6
Forma prowadzenia usługi	zdalna w czasie rzeczywistym
Liczba godzin usługi	24
Podstawa uzyskania wpisu do BUR	Certyfikat systemu zarządzania jakością wg. ISO 9001:2015 (PN-EN ISO 9001:2015) - w zakresie usług szkoleniowych

Cel

Cel edukacyjny

Uczestnik szkolenia porządkuje wiedzę z zakresu inżynierii odwrotnej oraz poznaje kompletny łańcuch procesu od chmury punktów / siatki trójkątów STL aż do parametrycznego modelu CAD gotowego do modyfikacji i dokumentacji technicznej. Proces obejmuje import i wstępne oczyszczanie siatki, analizę jakości danych, segmentację i dopasowanie prymitywów, tworzenie powierzchni i brył. Szkolenie umożliwia wypracowanie wspólnego języka komunikacji między osobami odpowiedzialnymi za skanowanie 3D, modelowa

Efekty uczenia się oraz kryteria weryfikacji ich osiągnięcia i Metody walidacji

Efekty uczenia się	Kryteria weryfikacji	Metoda walidacji
Uczestnik opisuje etapy procesu inżynierii odwrotnej od STL do modelu CAD parametrycznego.	W teście wyboru uczestnik prawidłowo identyfikuje kolejność kluczowych etapów procesu technologicznego.	Test teoretyczny z wynikiem generowanym automatycznie
Uczestnik rozróżnia rolę operatora skanera 3D, konstruktora CAD i technologa w procesie inżynierii odwrotnej.	Uczestnik przyporządkowuje zadania do odpowiednich ról zawodowych oraz wskazuje konsekwencje błędów.	Test teoretyczny z wynikiem generowanym automatycznie
Uczestnik wykonuje podstawowy projekt inżynierii odwrotnej w Geomagic Design X / Geomagic for SolidWorks.	W zadaniu praktycznym uczestnik przygotowuje model CAD z pliku STL zgodnie z założeniami przypadku.	Obserwacja w warunkach rzeczywistych
Uczestnik potrafi przygotować dane STL do dalszej obróbki (naprawa siatki, redukcja, filtracja).	W zadaniu praktycznym uczestnik poprawnie stosuje narzędzia do edycji i naprawy siatki trójkątów.	Obserwacja w warunkach rzeczywistych

Kwalifikacje

Kompetencje

Usługa prowadzi do nabycia kompetencji.

Warunki uznania kompetencji

Pytanie 1. Czy dokument potwierdzający uzyskanie kompetencji zawiera opis efektów uczenia się?

TAK

Pytanie 2. Czy dokument potwierdza, że walidacja została przeprowadzona w oparciu o zdefiniowane w efektach uczenia się kryteria ich weryfikacji?

TAK

Pytanie 3. Czy dokument potwierdza zastosowanie rozwiązań zapewniających rozdzielenie procesów kształcenia i szkolenia od walidacji?

TAK

Program

Dzień 1 – Wprowadzenie merytoryczne (8h)

1. Role i odpowiedzialność w procesie inżynierii odwrotnej:

- o Zakres kompetencji: operator skanera 3D vs konstruktor CAD (SolidWorks) vs specjalista Geomagic / Design X.
- o Rola współpracy między działowej w zapewnieniu jakości danych i skróceniu czasu przygotowania dokumentacji.

2. Wprowadzenie do danych STL i chmur punktów:

- o Charakterystyka pliku STL: gęstość siatki, dokładność, typowe błędy oraz ograniczenia formatu.
- o Źródła plików STL: skaner 3D, systemy pomiarowe, druk 3D, systemy zewnętrzne; wpływ jakości skanowania na dalsze etapy.

3. Przegląd środowisk programowych: SolidWorks oraz Geomagic Design X / Geomagic for SolidWorks:

- o Różnice pomiędzy natywnym modelowaniem w SolidWorks a dedykowanymi narzędziami inżynierii odwrotnej w Geomagic.
- o Typowe scenariusze integracji: import STL, przygotowanie modelu hybrydowego.

4. Bezpieczeństwo i organizacja pracy z danymi pomiarowymi:

- o Dobre praktyki przechowywania dużych chmur punktów i plików STL, wersjonowanie oraz archiwizacja.
- o Ochrona danych pomiarowych klienta, praca w zespołach projektowych i dokumentowanie kolejnych iteracji modelu.

5. Przegląd procesu technologicznego (mapa procesu inżynierii odwrotnej):

- o Import danych, czyszczenie siatki, segmentacja, dopasowanie prymitywów, budowa szkiców i powierzchni, finalny model bryłowy.
- o Dokumentacja techniczna i przygotowanie modelu do produkcji (CAM / druk 3D) w SolidWorks.

Dzień 2 – Praca na modelach i integracja z CAD (8h)

1. Projektowanie z uwzględnieniem zeskanowanej geometrii:

- o Analiza odchyłek wymiarowych i deformacji rzeczywistego elementu względem zamierzonej geometrii nominalnej.
- o Wpływ założeń projektowych na sposób budowy historii operacji.

2. Kluczowe etapy pracy w Geomagic Design X / Geomagic for SolidWorks:

- o Segmentacja siatki, rozpoznawanie płaszczyzn, walców, stożków i powierzchni swobodnych oraz ich stabilne odwzorowanie.
- o Tworzenie szkiców na podstawie przekrojów, dopasowanie profili i budowa parametrycznej historii operacji eksportowanej do SolidWorks.

3. Przygotowanie i naprawa siatki STL:

- o Usuwanie szumu, wypełnianie otworów, wygładzanie i redukcja liczby trójkątów z zachowaniem dokładności geometrycznej.
- o Definiowanie tolerancji dopasowania i kontrola kompromisu pomiędzy dokładnością odwzorowania a złożonością modelu CAD.

4. Studium przypadku – proces od A do Z:

- o Praca zespołowa nad analizą konkretnej części (np. element obudowy, uchwyt, korpus) od pliku STL po model parametryczny.
- o Identyfikacja ryzyk (braki danych, niedostępne fragmenty geometrii, ostre krawędzie) i sposobów ich kompensacji w modelu CAD.

5. Test wiedzy online (walidacja efektów uczenia się)

- o Test wielokrotnego wyboru obejmujący zagadnienia teoretyczne i interpretację.

Dzień 3 – Analiza błędów, jakość i rozwój kompetencji (8h)

1. Typowe problemy jakościowe w inżynierii odwrotnej i sposoby reakcji:

- o Błędy siatki: dziury, samo przecięcia, błędne normalne, „szum” – diagnostyka i naprawa przed budową modelu parametrycznego.

o Błędy w odwzorowaniu geometrii (nadmierne uproszczenie, zbyt sztywne dopasowanie) oraz ocena, kiedy model jest odpowiedni.

2. Kontrola jakości i dokumentacja:

o Raport odchyłek pomiędzy modelem CAD a siatką STL, interpretacja map kolorystycznych.

o Przygotowanie dokumentacji zrzutów ekranowych i raportów jakości jako załączników do dokumentacji projektowej / ofertowej.

3. Dobór strategii inżynierii odwrotnej do funkcji elementu:

o Jak dobrać poziom szczegółowości, typ powierzchni (analizowane, swobodne) oraz sposób parametryzacji do zastosowania części.

o Wybór pomiędzy odwzorowaniem 1:1 a „rekonstrukcją” idealnej geometrii na podstawie zdeformowanego detalu.

4. Sesja zamykająca – integracja wiedzy:

o Krótkie prezentacje zespołów: przedstawienie przebiegu i efektów własnych mini-projektów inżynierii odwrotnej.

o Dyskusja moderowana: identyfikacja możliwości wdrożenia rozwiązań w codziennej pracy oraz plan dalszego rozwoju kompetencji.

Harmonogram

Liczba pozycji harmonogramu: 3

Przedmiot / temat	Prowadzący	Data realizacji zajęć	Godzina rozpoczęcia	Godzina zakończenia	Liczba godzin
1 z 3 Wprowadzenie merytoryczne	Dr inż. Arkadiusz Kwaśniewski	24-03-2026	08:00	16:00	08:00
2 z 3 Praca na modelach i integracja z CAD	Dr inż. Arkadiusz Kwaśniewski	25-03-2026	08:00	16:00	08:00
3 z 3 Analiza błędów, jakość i rozwój kompetencji	Dr inż. Arkadiusz Kwaśniewski	26-03-2026	08:00	16:00	08:00

Cennik

Cennik

Rodzaj ceny	Cena
Koszt przypadający na 1 uczestnika brutto	7 380,00 PLN
Koszt przypadający na 1 uczestnika netto	6 000,00 PLN

Koszt osobogodziny brutto

307,50 PLN

Koszt osobogodziny netto

250,00 PLN

Prowadzący

Liczba prowadzących: 1



1 z 1

Dr inż. Arkadiusz Kwaśniewski

Doktor nauk technicznych Politechniki Warszawskiej (2016–2023), absolwent Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych. W 2023 roku obronił rozprawę doktorską z zakresu inżynierii mechanicznej pt. „Analiza stanu zagęszczenia w procesach dynamicznego zagęszczania ośrodków gruntowych”. Od 2018 roku związany zawodowo z Politechniką Warszawską.

Od 2025 roku prowadzi szkolenia z zakresu elektromobilności przemysłowej oraz elektryki samochodowej w ramach programu BCU, obejmujące zarówno opracowanie materiałów dydaktycznych, jak i realizację zajęć praktycznych.

W latach 2023–2025 współpracował z firmą Decentra Planet, gdzie w dziale R&D pełnił funkcję projektanta rozwiązań w obszarze nowoczesnych technologii, pracując m.in. nad projektami Luxure Electric Car i Smart Box for Ring.

W latach 2018–2023 pracował w firmie 3D MASTER s.c. jako specjalista ds. wdrożeń oprogramowania CAD/CAE. Do jego obowiązków należało tworzenie i prowadzenie szkoleń (zarówno grupowych, jak i indywidualnych), wsparcie techniczne użytkowników, wdrażanie oprogramowania oraz skanerów 3D, a także przygotowywanie prezentacji, tłumaczeń i udział w testach wersji alfa oraz beta.

Informacje dodatkowe

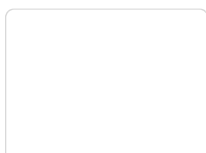
Informacje o materiałach dla uczestników usługi

Certyfikat ukończenia

Warunki techniczne

Szkolenia zdalne w czasie rzeczywistym przeprowadzane są za pomocą Microsoft Teams

Kontakt



SEWERYN MŁYNARCZYKOWSKI

E-mail smlynarczykowski@cador.pl



Telefon (+48) 530 780 444