



mgr inż. Radosław Waldon  
Automatyka i Robotyka, rok akademicki 2012/13  
Opiekun pracy: dr inż. Rafał Osypiuk

## Pracę wykonał:



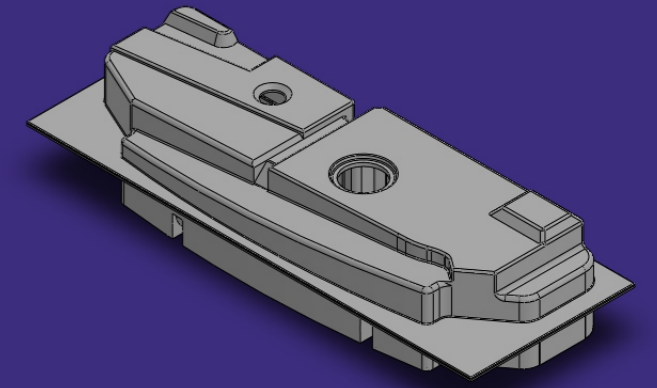
mgr inż. Radosław Waldon

## Cel pracy

Celem pracy było zaprojektowanie stanowiska zrobotyzowanego dla określonego procesu produkcyjnego, przy wykorzystaniu oprogramowania Delmia V5. W pierwszej fazie projektowania wymagany był dobór manipulatorów, ich optymalne rozmieszczenie, wykonanie części chwytających oraz zamodelowanie półproduktów w procesie automatycznego wytwarzania. Druga faza projektu polegała na programowaniu robotów off-line z uwzględnieniem synchronizacji ruchów oraz przemieszczeń przy narzuconych reżimach czasowych.

## Wstęp

Realizowanym zadaniem w zaprojektowanym zrobotyzowanym procesie produkcyjnym, było wykonanie samochodowego zbiornika paliwa. Proces wytwarzania zbiornika paliwa został zaprojektowany kompleksowo, należy przez to rozumieć, że materiałem wejściowym jest półprodukt w postaci odpowiedniej wielkości niklowanej blachy, a elementem wyjściowym gotowy produkt do montażu w postaci samochodowego zbiornika paliwa przedstawiony na rysunku 1.

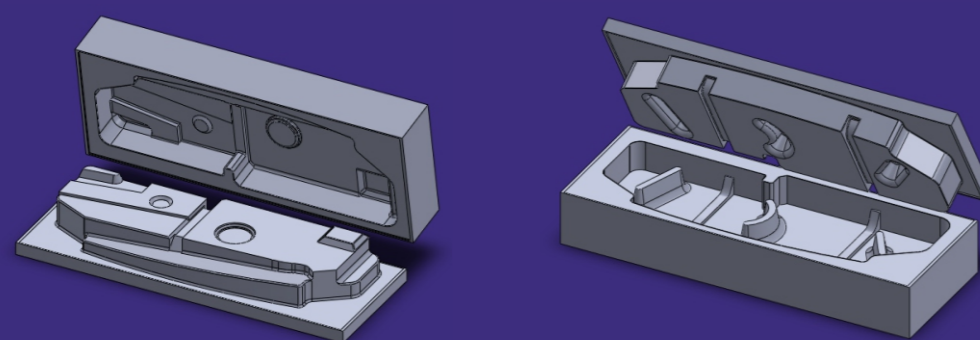


Rys. 1 Zbiornik paliwa

## Modele wykorzystanych urządzeń i narzędzi robotów

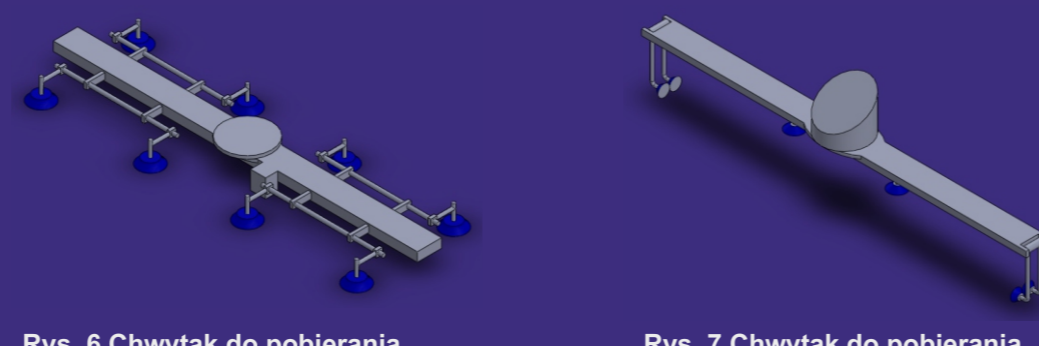
Podczas zaprojektowanego procesu produkcyjnego wykonywane są operacje tłoczenia, wycinania i spawania. Urządzenia wykonane do wymienionych operacji, są wzorowane na ogólnie dostępnych zdjęciach i zdobytej wiedzy, zachowują podstawowe cechy danego urządzenia i pozwalają jednoznacznie je zidentyfikować.

Zamodelowanie osobno części górnej i dolnej zbiornika pozwoliło na wykorzystanie narzędzia do projektowania formy w programie SolidWorks. Dzięki opcji Formy stworzono formę dla dolnej i górnej części zbiornika pokazane na rysunku 2, idealnie odwzorowujące stworzone wcześniej części zbiornika.



Rys. 2 Formy części zbiornika

W przedstawionym procesie urządzeniami wykonawczymi dla manipulatorów są głównie różne urządzenia chwytające, utrzymujące obiekty w końcówkach chwytynych. Rola chwytaka sprowadza się do uchwycenia obiektu manipulacji, trzymanie obiektu w trakcie czynności manipulacyjnych i technologicznych oraz uwolnienia obiektu manipulacji w miejscu docelowym. Ze względu na nieregularny kształt przedmiotu manipulacji jakim jest zbiornik paliwa, zaprojektowano specjalne chwytaki, inny dla każdego robota i dostosowany do operacji technologicznych, w których bierze udział.



Rys. 6 Chwytnak do pobierania arkuszy blachy

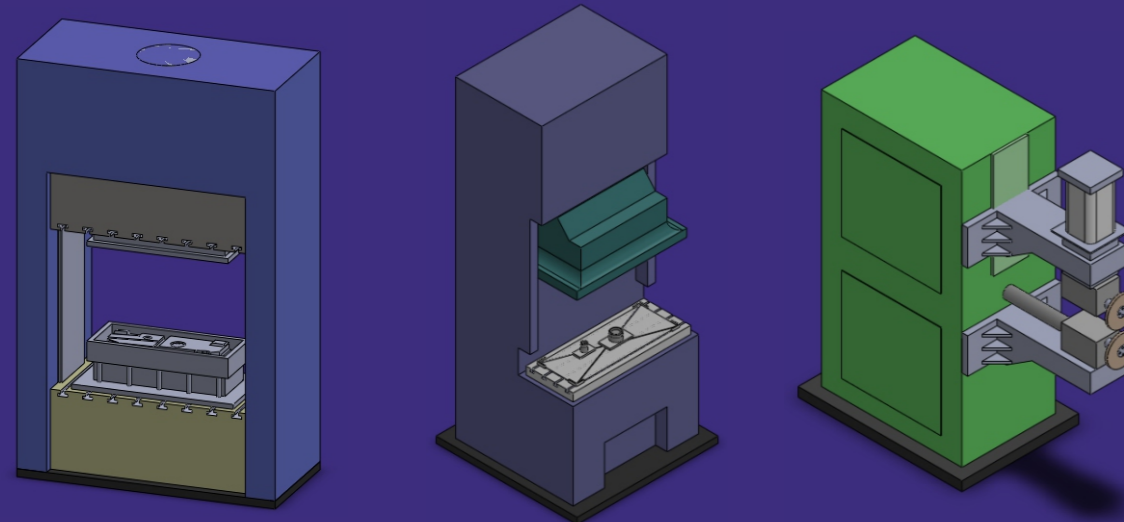
Rys. 7 Chwytnak do pobierania części zbiornika z pras



Rys. 8 Chwytnak do pobierania pierścienia i górnej części zbiornika

Rys. 9 Chwytnak do trzymania zbiornika podczas spawania liniowego

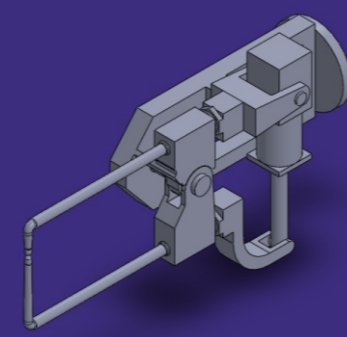
Dodatkowo jedną z końcówek roboczych będzie stanowić urządzenie zgrzewające.



Rys. 3 Model prasy do górnej części zbiornika paliwa

Rys. 4 Model prasy do wykonywania otworów

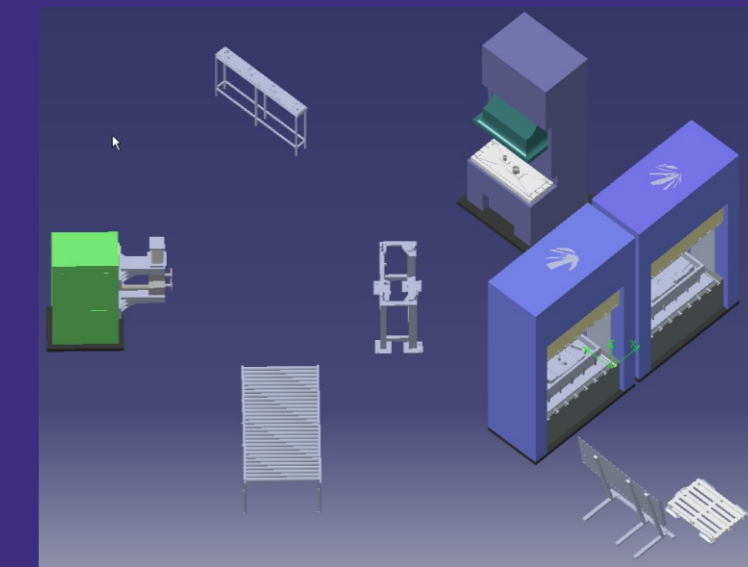
Rys. 5 Model spawarki liniowej



Rys. 10 Model narzędzia roboczego do zgrzewania punktowego

## Symulacja wielogniazdowego stanowiska

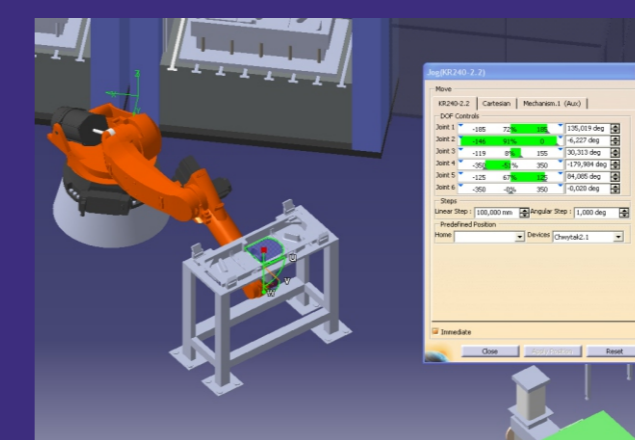
Symulację wielogniazdowego stanowiska zaczęto od wprowadzenia do programu Delmia V5 wszystkich modeli geometrycznych elementów w formie 3D. Widok tak przygotowanego obszaru przedstawia poniższy rysunek.



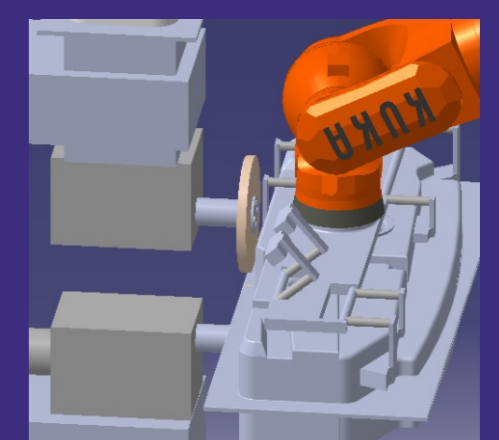
Rys. 11 Wprowadzenie gotowych elementów do programu

Głównym zadaniem podczas symulacji wielogniazdowego stanowiska zrobotyzowanego było takie optymalne rozmieszczenie robotów i współpracujących z nimi urządzeń, aby nie występowała kolizja między nimi oraz umożliwienie dojazdu robotom do punktów procesowych.

Sprawdzony został zasięg na każdej z sześciu osi robotów (rysunek 12), oraz zostawiono zapasy ruchów które umożliwiają zmianę położenia punktu procesowego, wymuszone przez nieprzewidziane i nieujęte wcześniej w rozwiązaniach sytuacje.



Rys. 12 Zasięgi robota dla poszczególnych osi



Rys. 13 Otwieranie chwytaka podczas spawania liniowego

Symulacja zaprojektowanego zrobotyzowanego procesu produkcyjnego, pozwoliła na sprawdzenie założeń planistycznych oraz przetestowanie poprawności zaprojektowanych modeli urządzeń technologicznych, końcówek chwytających oraz wszystkich innych elementów tworzących modelowane gniazdo produkcyjne.

## Programowanie off-line

Programowanie robotów przemysłowych w trybie off-line w skrócie nazywane OLP, polega na stworzeniu trajektorii ruchów robota pomiędzy określonymi w czasie symulacji punktami procesowymi.

Zamodelowane gniazdo produkcyjne pozwoliło na określenie ścieżek przejazdów robotów uwzględniających wszystkie elementy znajdujące się w ich obszarze roboczym. Podczas przejazdów zachowano odpowiednio odległość robota i jego narzędzia od innych obiektów znajdujących się w jego przestrzeni roboczej.

Trajektorie przejazdu robota wykonano w sposób optymalny nie tylko ze względu na czas przejazdu, ale również ze względu na ruchy poszczególnych osi, używając najmniejszej możliwej ilości osi do osiągnięcia zadanego położenia.

Została stworzona również komunikacja między robotami na zasadzie przesyłanych sygnałów logicznych pozwalająca współpracować im w ramach jednego urządzenia technologicznego lub w jednym obszarze, zabezpieczając manipulatory przed ewentualnymi kolizjami.

Przykładowy program dla robota pobierającego górną część zbiornika po wykonaniu otworów w prasie a następnie odkładającego ją na geostację w celu połączenia z dolną częścią pokazano na rysunku 14.

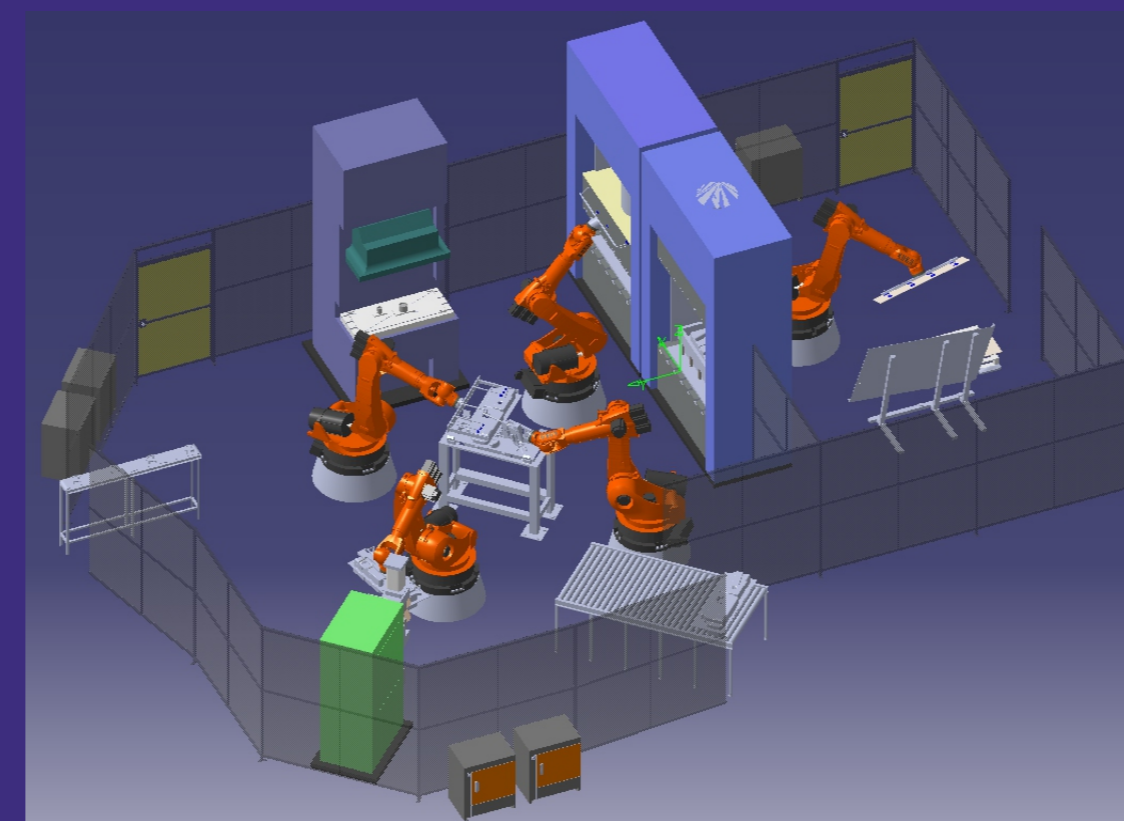


Rys. 14 Program robota dla pobierania górnej części zbiornika po wykonaniu otworów

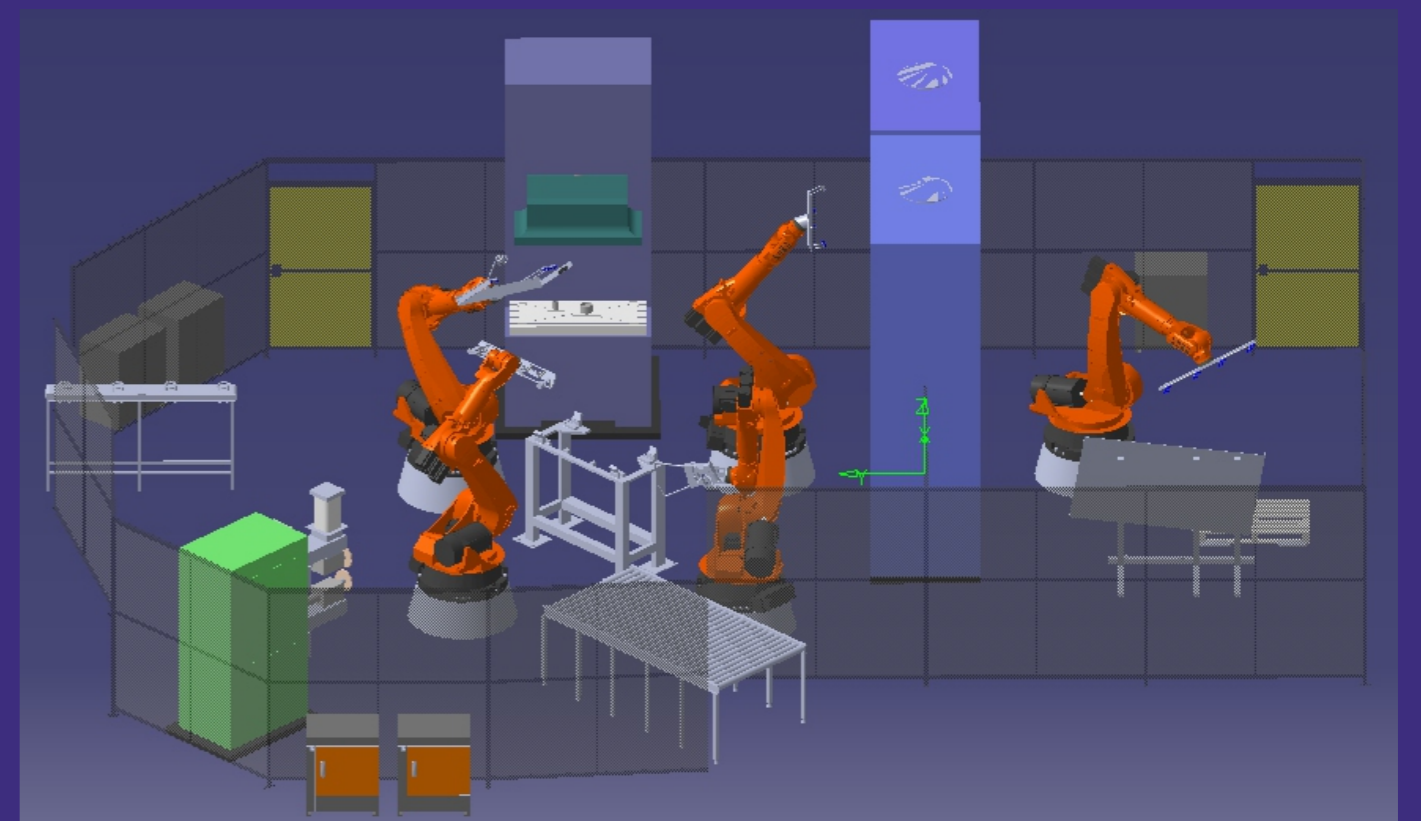
## Podsumowanie

Wynikiem wykonanej pracy magisterskiej jest projekt zrobotyzowanego procesu produkcyjnego wykonanego w programie Delmia V5 pokazany na poniższych rysunkach. W pracy tej przeprowadzone zostały wszystkie etapy robotyzacji procesu wytwórczego, zaczynając od fazy zaplanowania przebiegu całego procesu. W programie SolidWorks zamodelowany został wytwarzany produkt wraz ze wszystkimi wymaganymi półproduktami. Wykonano również modele końcówek roboczych dla manipulatorów wraz z urządzeniami produkcyjnymi niezbędnymi do stworzenia procesu. Przeprowadzono fazę symulacji podczas której zbudowano gniazdo produkcyjne, przetestowano zamodelowane elementy wprowadzając poprawki i optymalizując założenia powstałe na etapie planowania procesu produkcyjnego. W następnej fazie jaką było programowanie off-line stworzono programy dla robotów i urządzeń technologicznych. Wykonano komunikację między nimi oraz wprowadzono synchronizację podczas współpracy. Wprowadzono pre-starty pozwalające skrócić czas wykonywania elementu. Równocześnie podczas tworzenia zrobotyzowanego gniazda produkcyjnego wykonano dokumentację do programu Delmia V5, opisano w niej podstawowe informacje i opcje wymagane przy rozpoczęciu pracy w tym programie. Dokumentacja ta może stanowić instrukcję stanowiskową lub pomoc dydaktyczną dla osób zaczynających pracę w programie Delmia V5.

Projekt przygotowany w ten sposób pozwala na wygenerowanie kodów programów dla robotów w postaci plików data i scr, które następnie mogą być wgrane na rzeczywiste manipulatory.



Rys. 15 Widok izometryczny zaprojektowanego gniazda produkcyjnego



Rys. 16 Widok z boku zaprojektowanego gniazda produkcyjnego