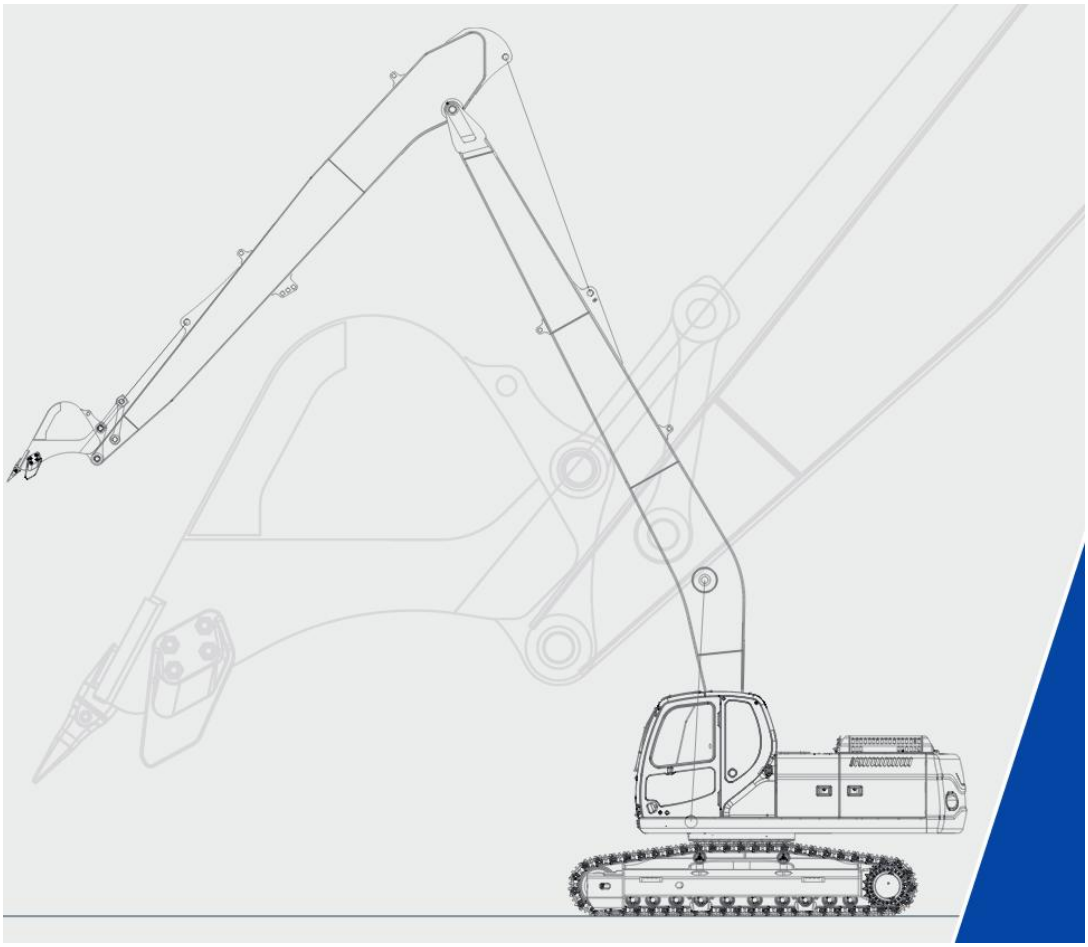
Metody modelowania i symulacji kinematyki i dynamiki z wykorzystaniem CAD/CAE

Laboratorium 7

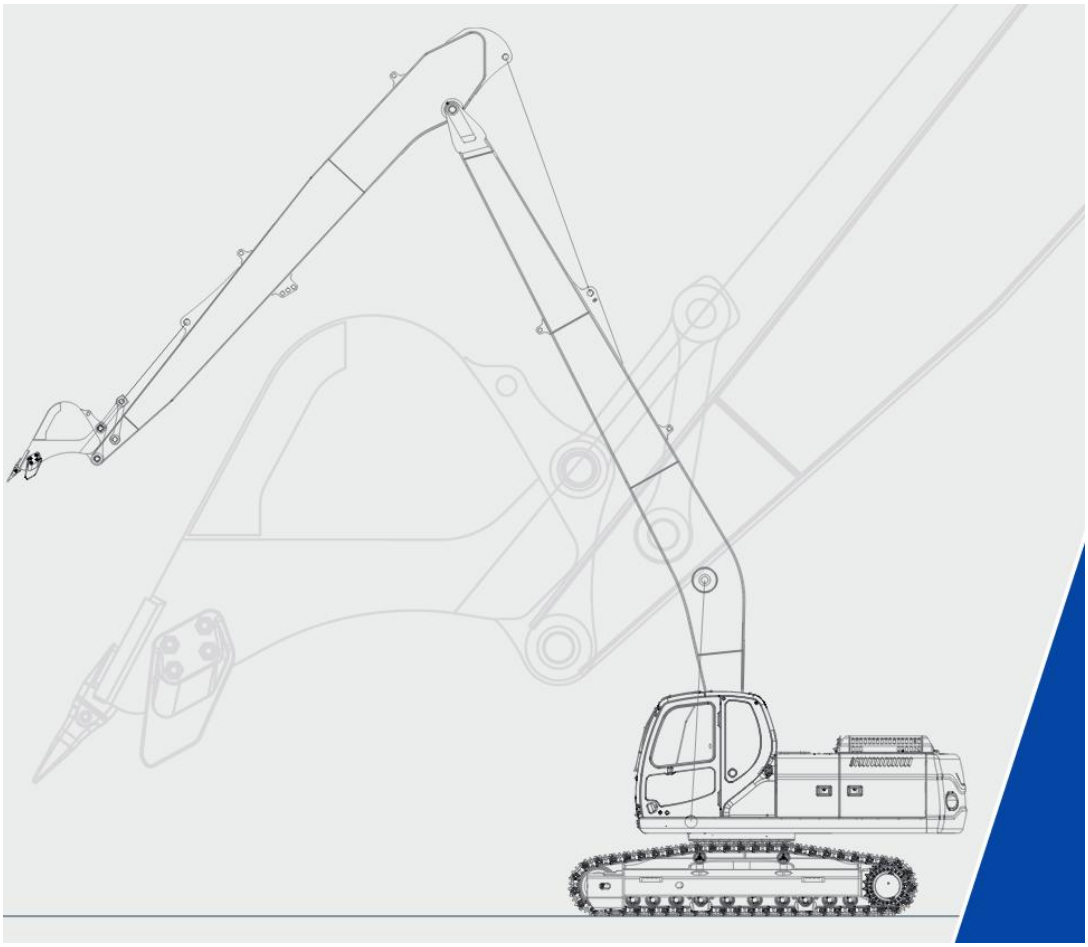
Analiza kinematyczna i dynamiczna układu roboczego koparki DOSAN



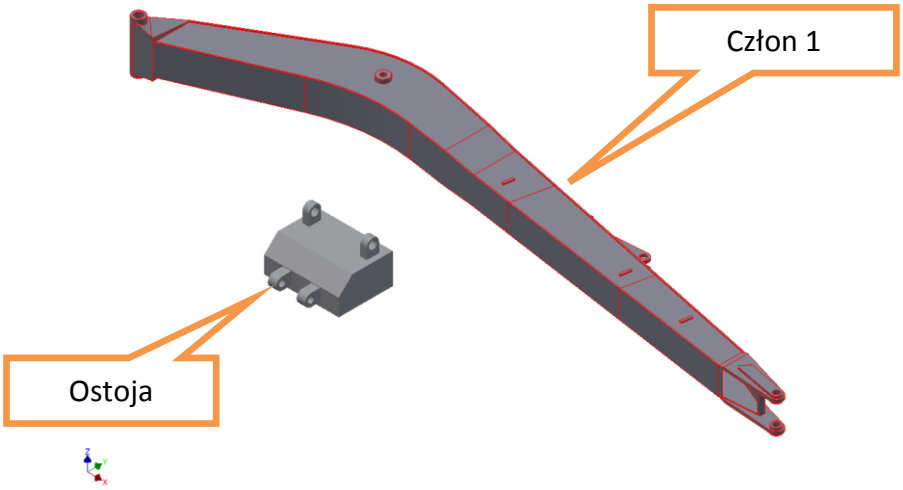
Maszyny górnicze i budowlne

Laboratorium 6

Analiza kinematyczna i dynamiczna układu roboczego koparki DOSAN

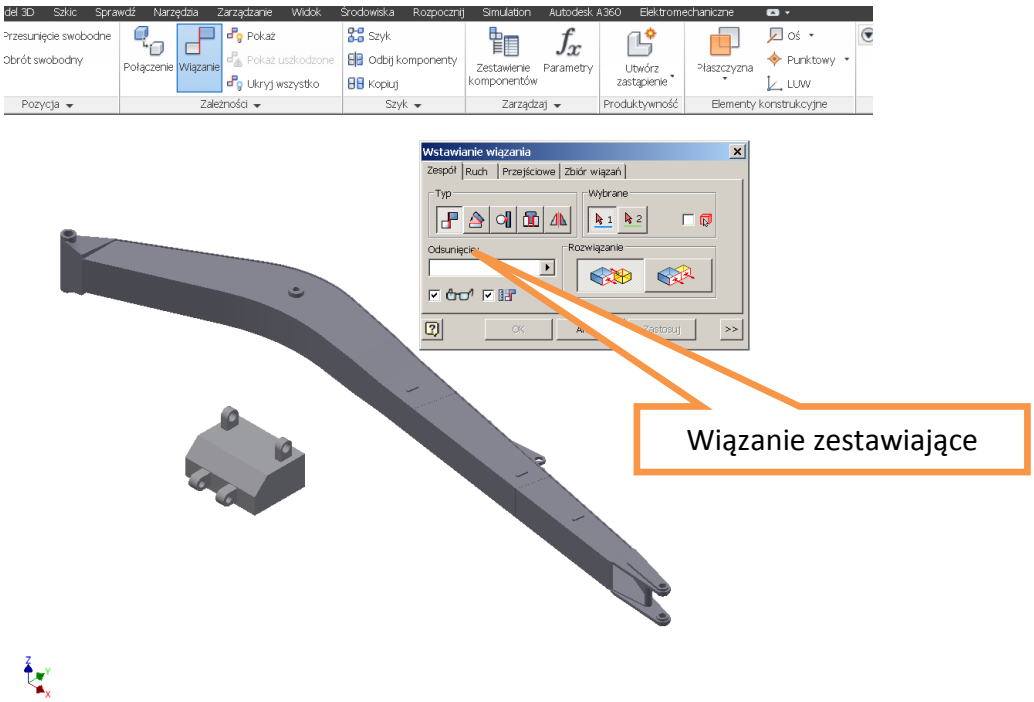


1. Uruchom program Autodes Invenotr i utwórz nowy plik złożenia **Standard.iam**. Korzystając z polecenia **Wstaw** wybierz w pierwszej kolejności element o nazwie ***Ostoja***, a następnie ***Element 1***. Zapisz plił złożenia w wybranej lokalizacji.

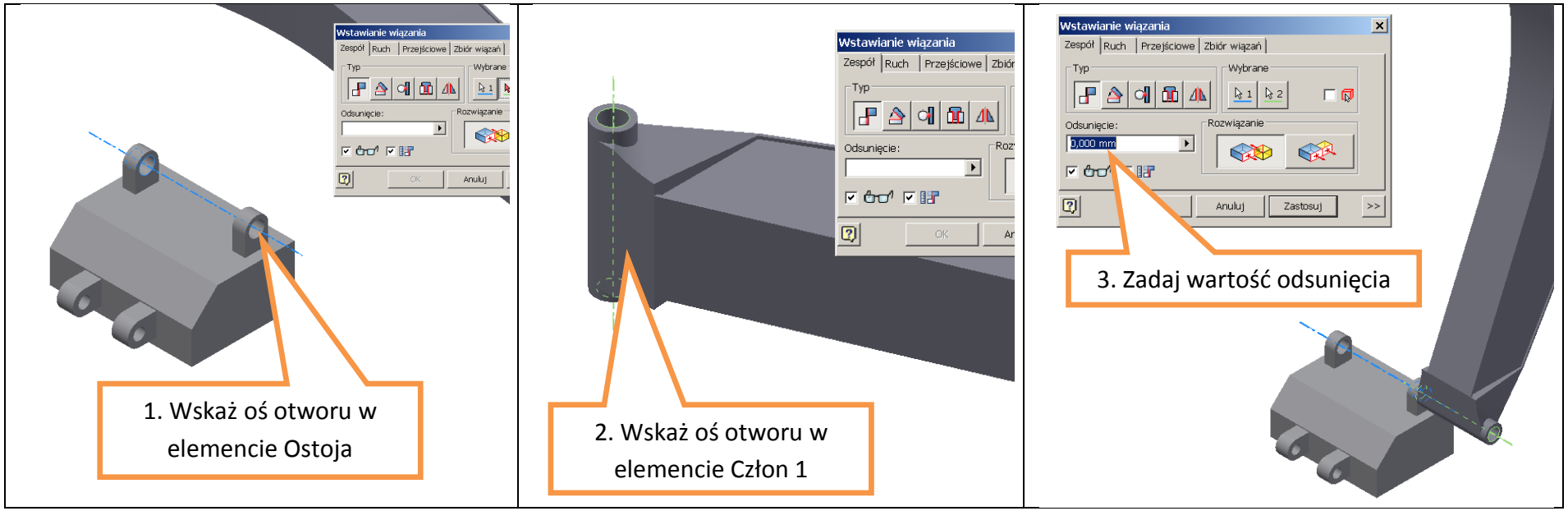


2. Unieruchom pierwszy ze wstawionych elementów (Ostoja).

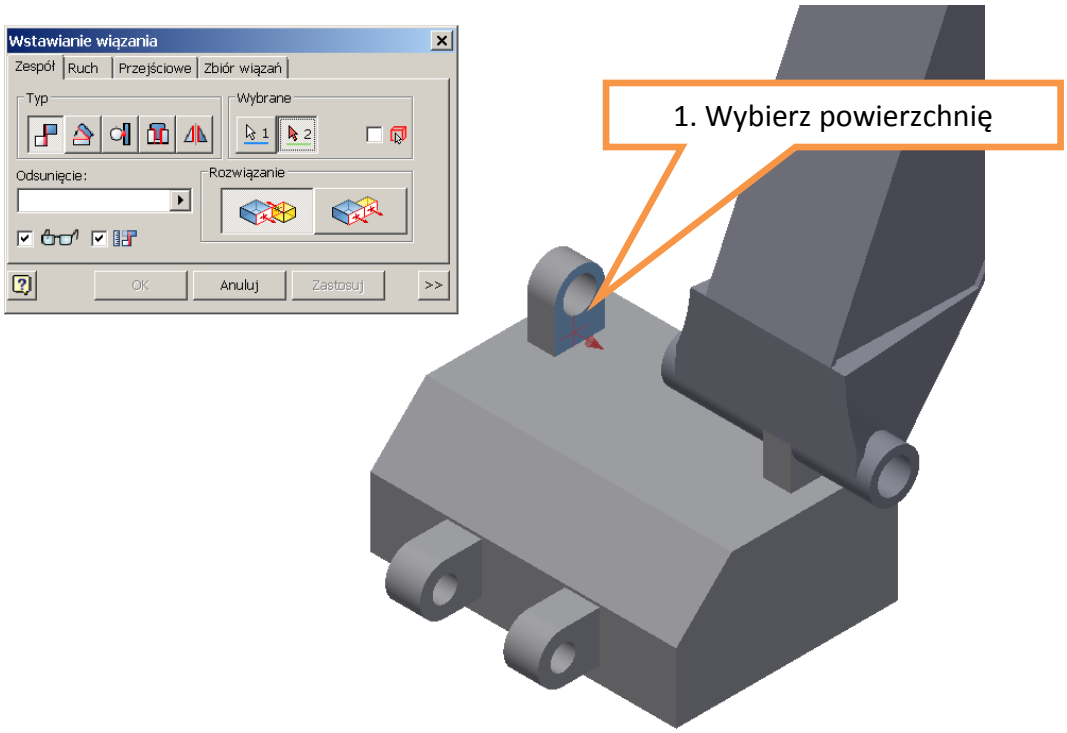
3. Wybierz polecenie ***Wiązanie.***

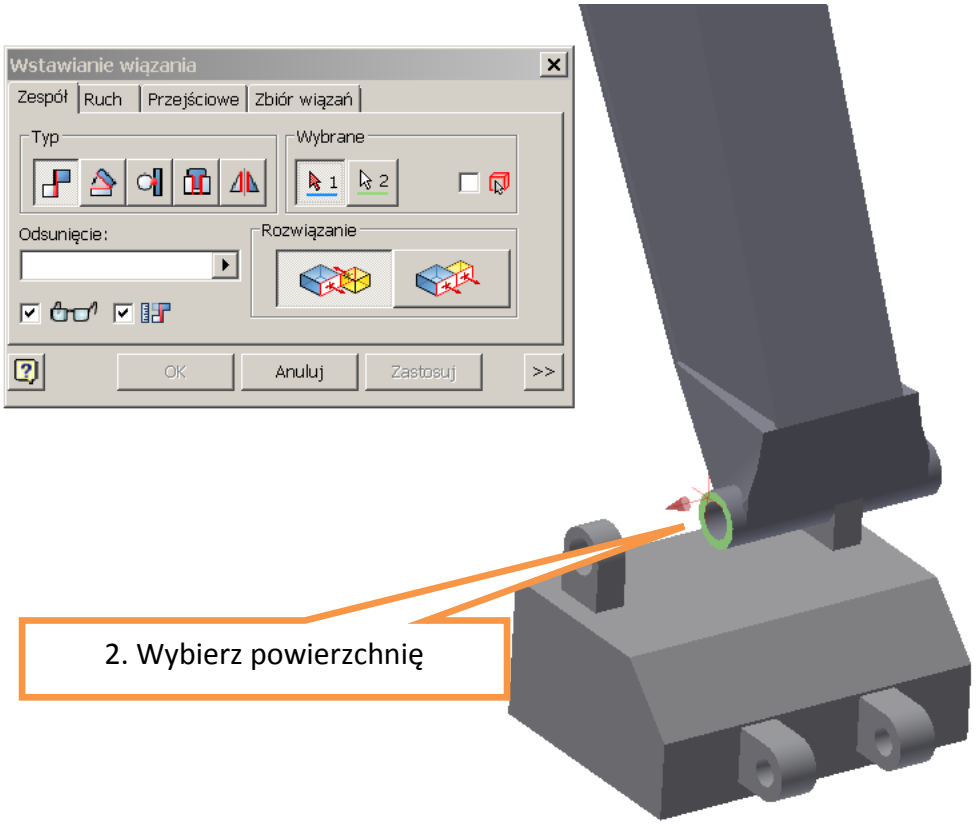


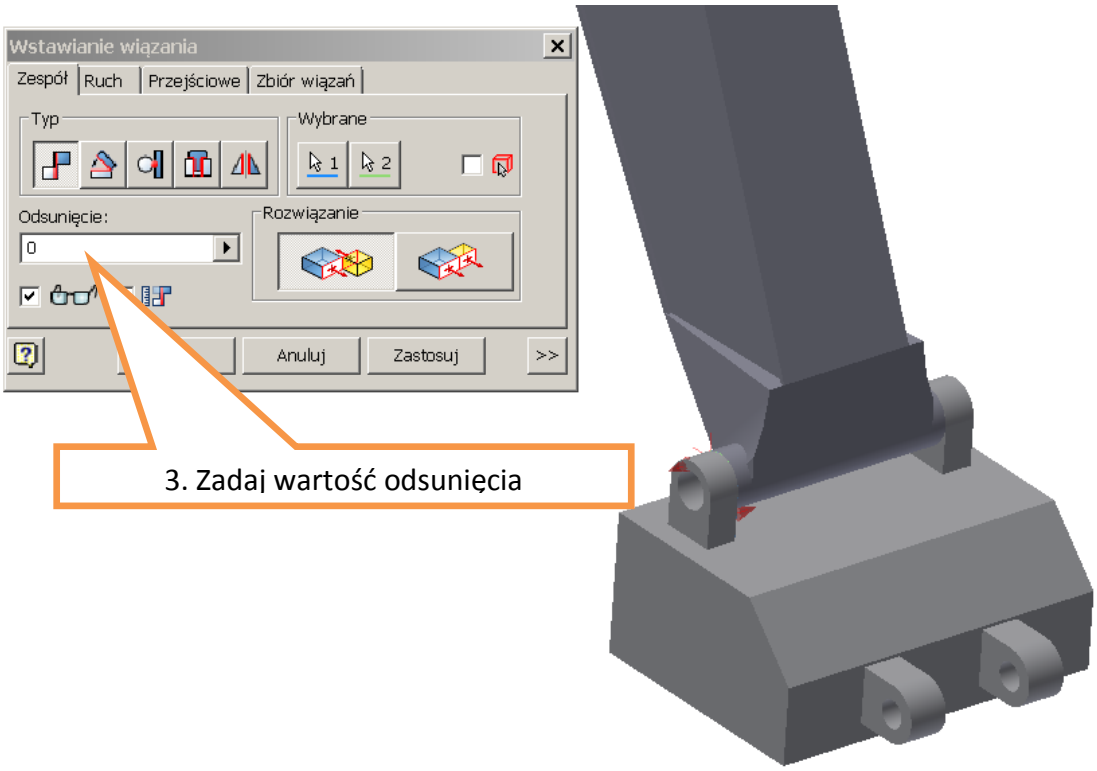
4. Połącz wiązaniem zestawiającym oś otworów w elemencie **Ostoja** z osią otworu w elemencie ***Człon 1.*** Jako wartość ***Odsunięcia*** wpisać 0 mm.



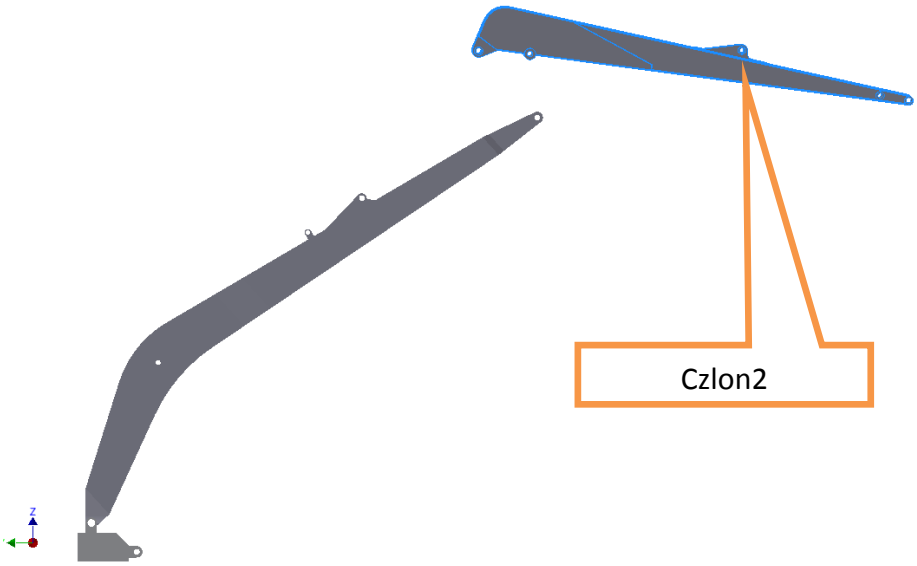
5. Połącz wiązaniem zestawiającym zaznaczone na poniższych rysunkach ścianki elementów ***Ostoja i Człon 1.*** Jako wartość ***Odsunięcia*** wpisz wartość 0 mm.



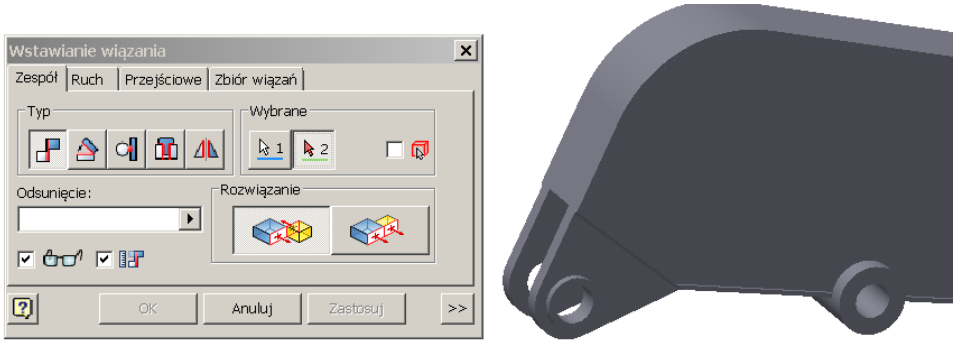




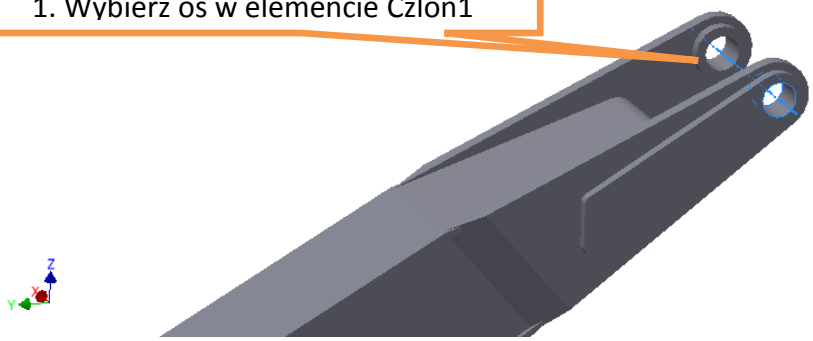
6. Wybieramy opcję ***Wstaw*** i wczytujemy do zespołu nowy element o nazwie ***Człon 2***.

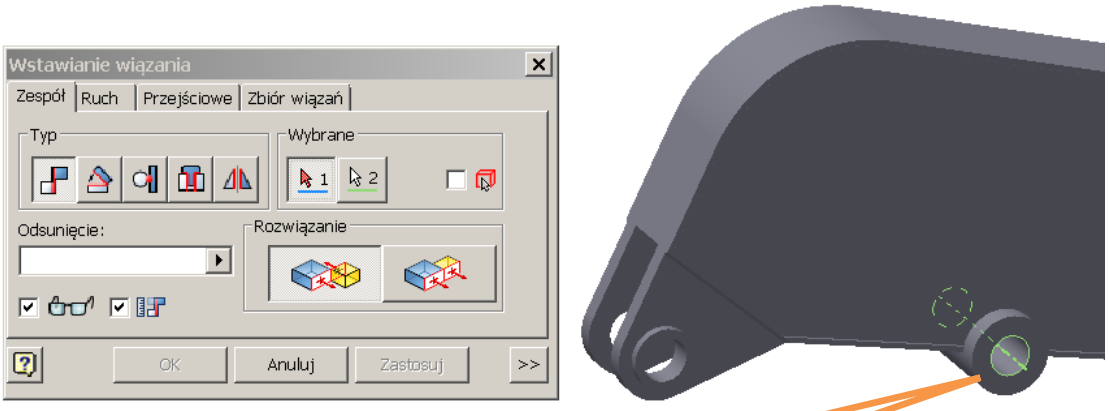


7. Powtarzamy opisaną w punktach 3 ÷ 5 operację łączenia elementów ***Człon 1*** i ***Człon 2*** za pomocą wiązania zestawiającego. W pierwszej kolejności łączymy elementy osiami.

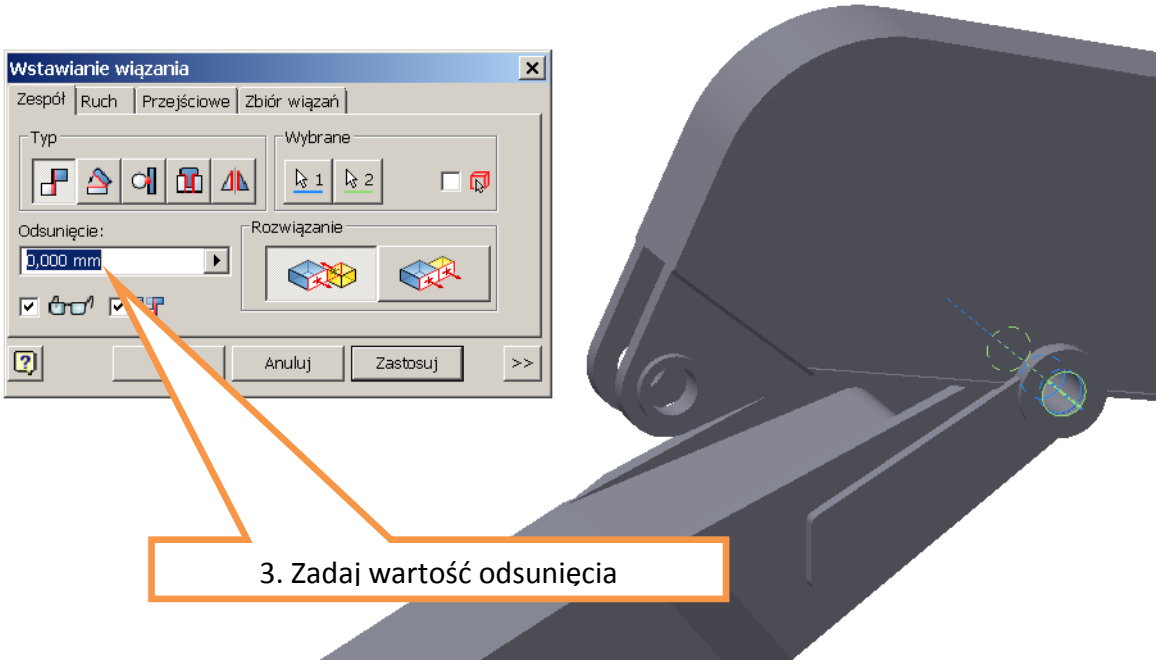


1. Wybierz oś w elemencie Czlon1

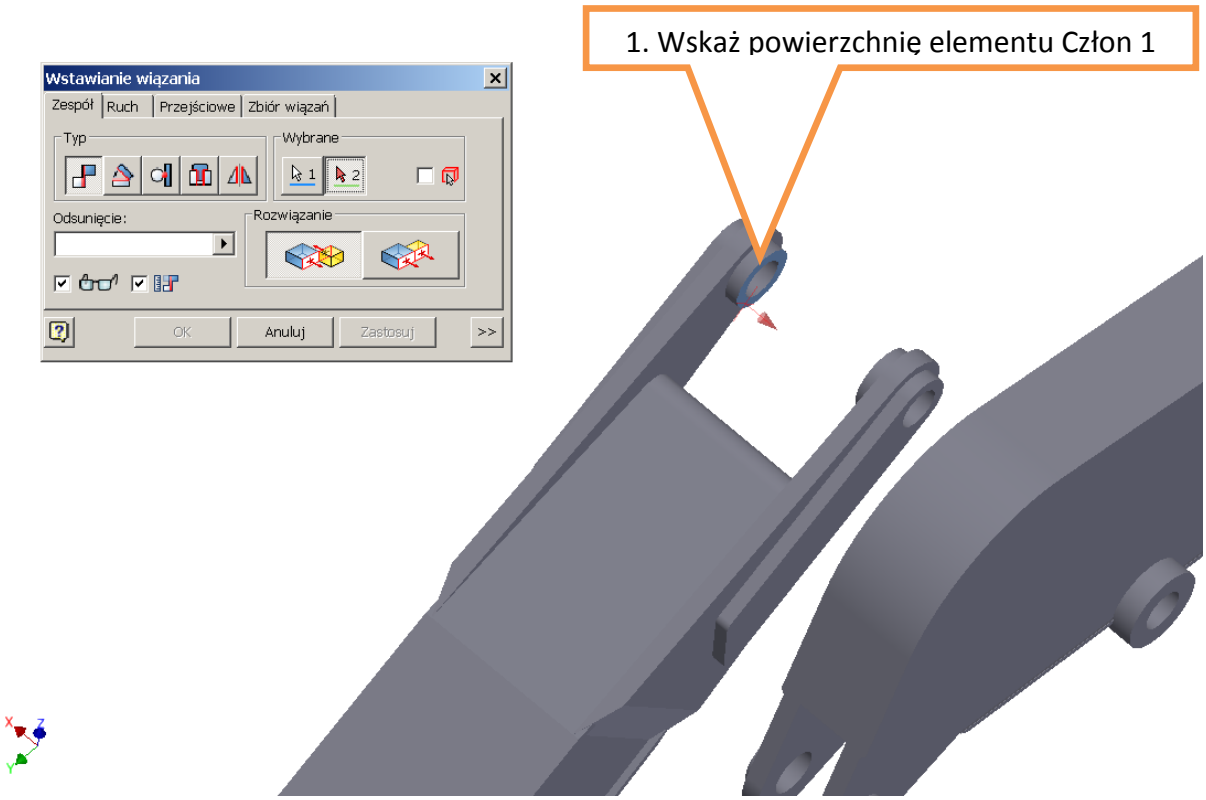


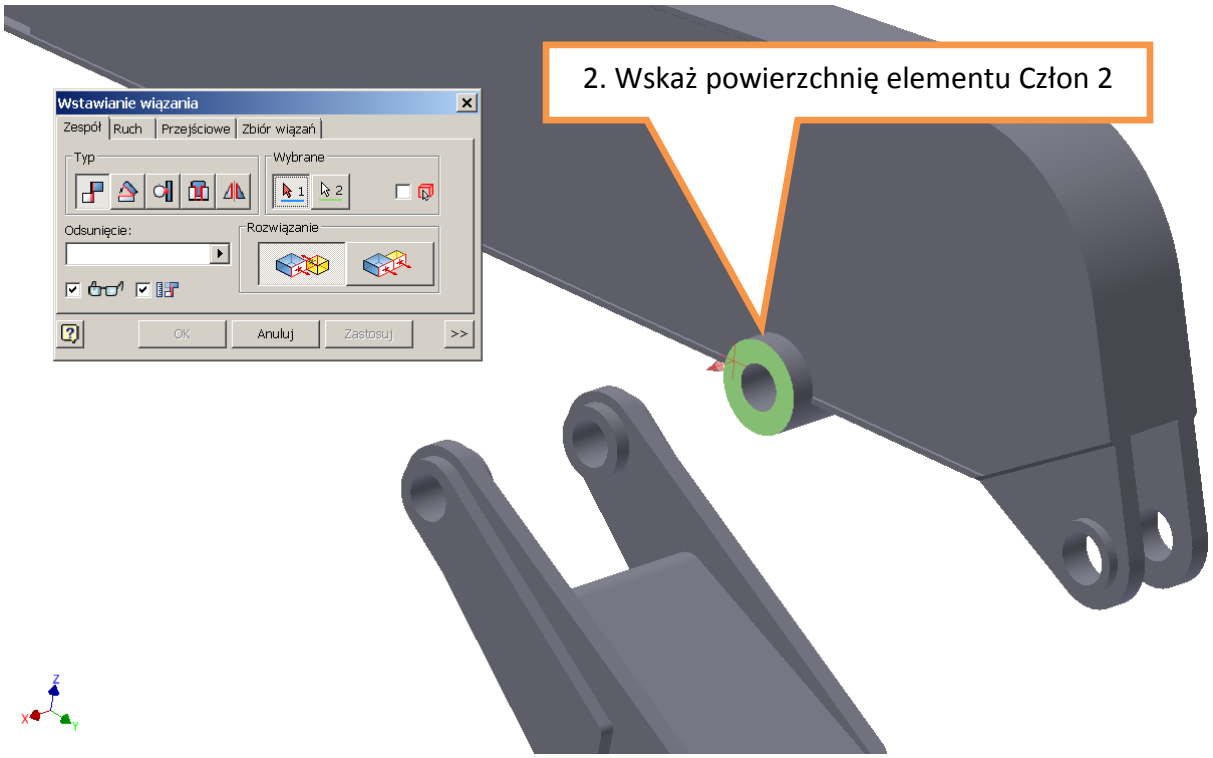


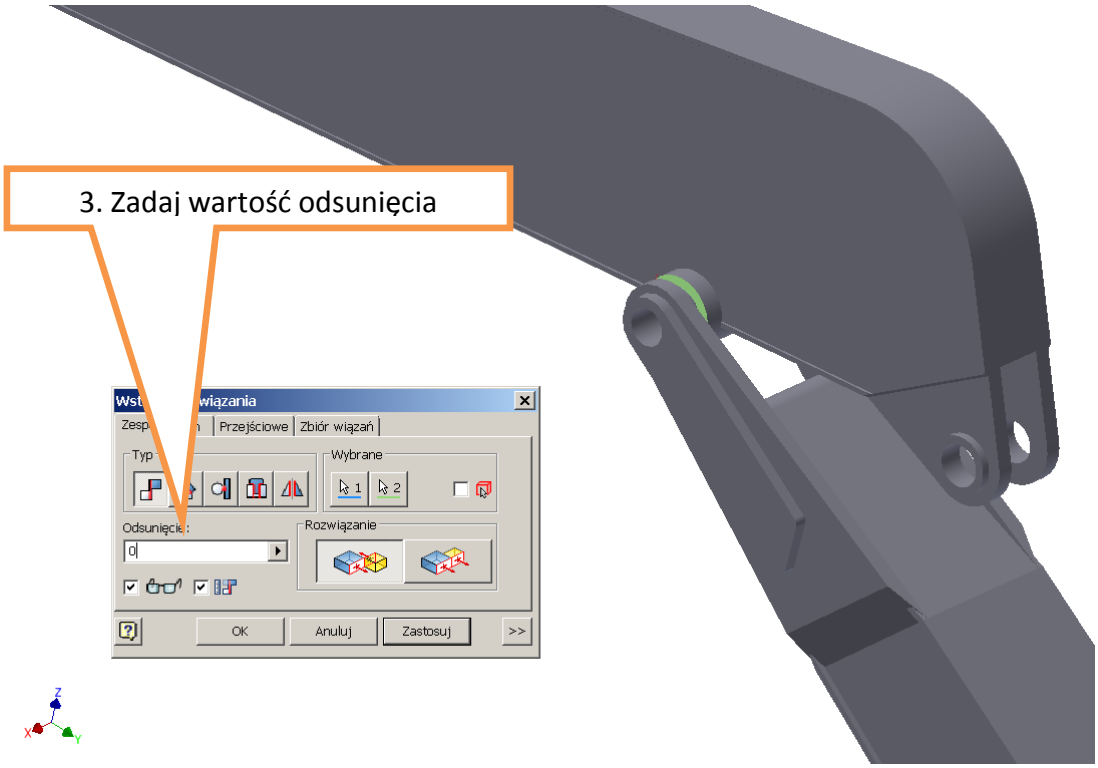
2. Wybierz oś w elemencie Czlon2



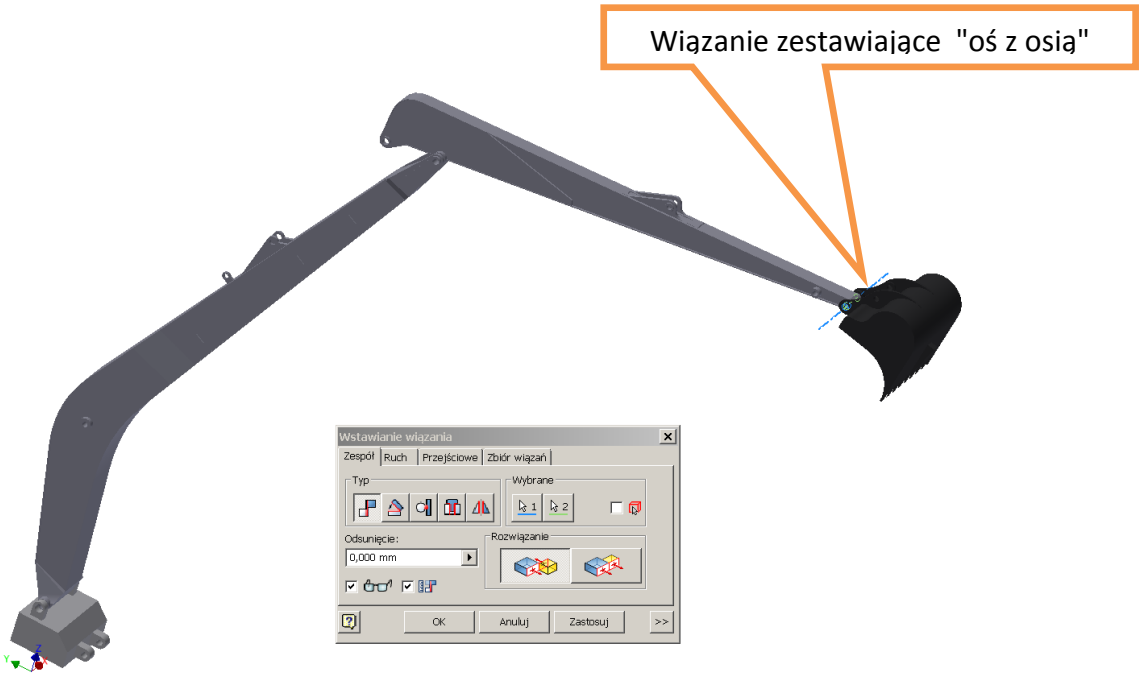
8. Połącz wiązaniem zestawiającym zaznaczone na poniższych rysunkach ścianki elementów ***Człon 1 i Człon 2.*** Jako wartość ***Odsunięcia*** wpisz wartość 0 mm.



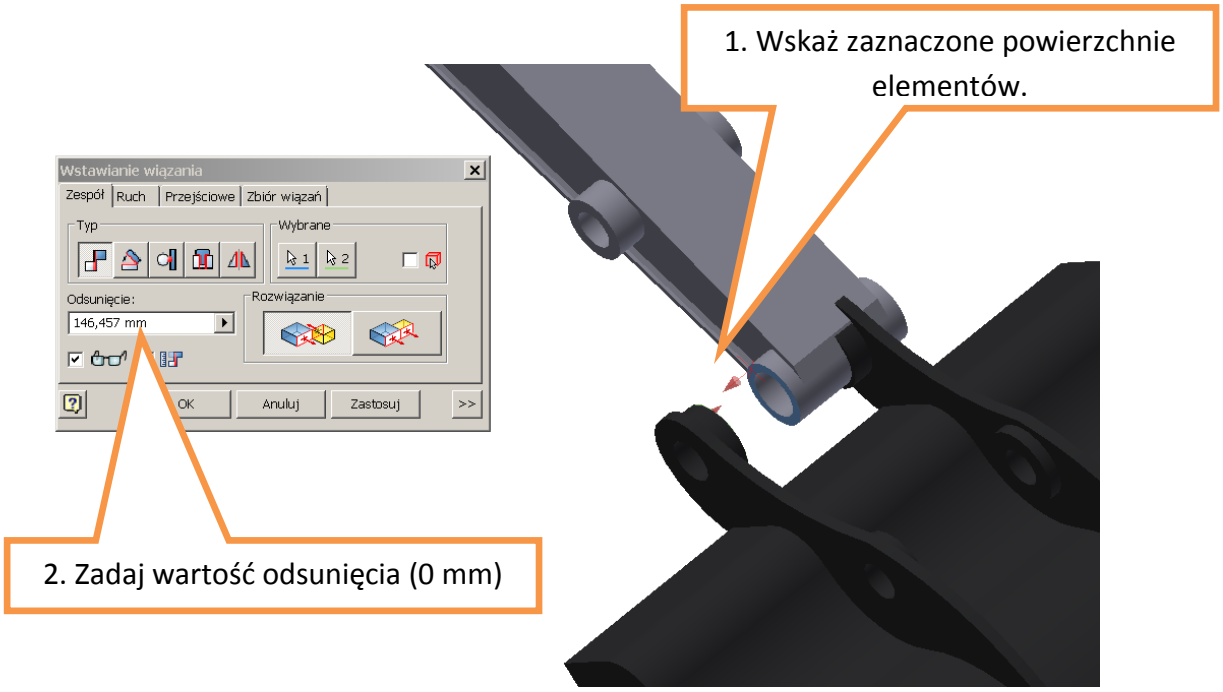

2. Wskaż powierzchnię elementu Człon 2
Wstawianie wiązania
Zespół
Ruch
Przejściowe
Zbiór wiązań
Typ
Wybrane
Odsunięcie:
Rozwiązanie
OK
Anuluj
Zastosuj
>>


3. Zadaj wartość odsunięcia
Przejściowe
Zbiór wiązań
Wybrane
Odsunięcie:
0
Rozwiązanie
OK
Anuluj
Zastosuj
>>

9. Wstaw do pliku złożenia nowy element o nazwie ***Łyżka***. Korzystając z wiązania zestawiającego połącz osiami wstawiony element z elementem o nazwie **Człon 2**. Podczas zadawania wiązania wskaż jako pierwszy obiekt geometryczny oś otworu w elemencie **Człon 2**.

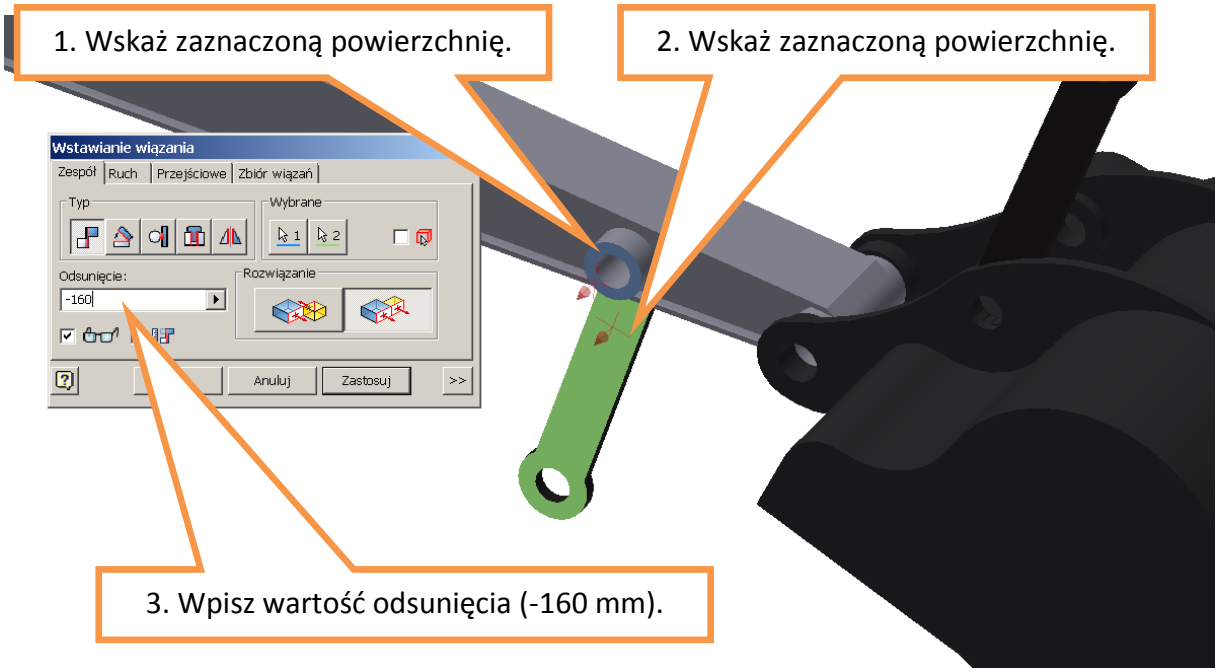


10. Połącz wiązaniem zestawiającym zaznaczone na poniższych rysunkach ścianki elementów ***Człon 2 i Łyżka.*** Jako wartość ***Odsunięcia*** wpisz 0 mm. Pamiętaj o zapisaniu aktualnej wersji pliku.

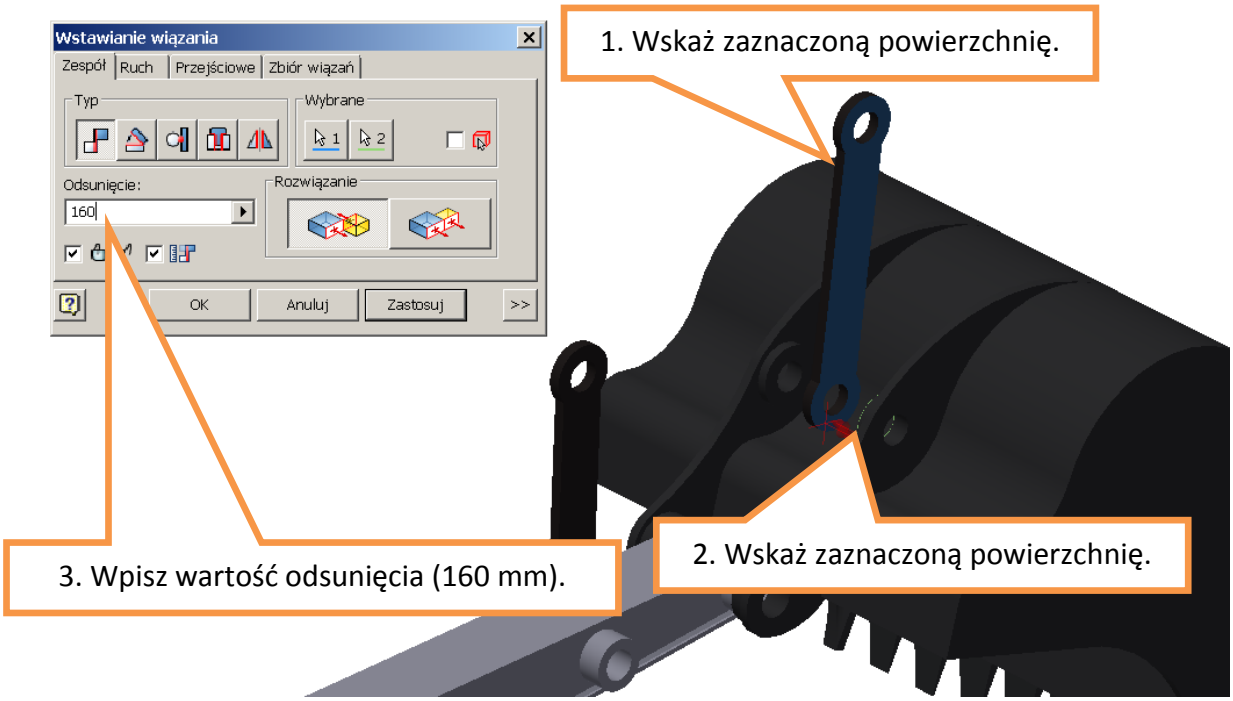


11. Wstaw do zespołu dwa elementy o nazwie ***Łącznik,*** a następnie połącz wiązaniem zestawiającym odpowiednie osie otworów w elemencie ***Człon 2, Łyżka*** i ***Łącznik***. Jako wartość ***Odsunięcia*** wpisz 0 mm.

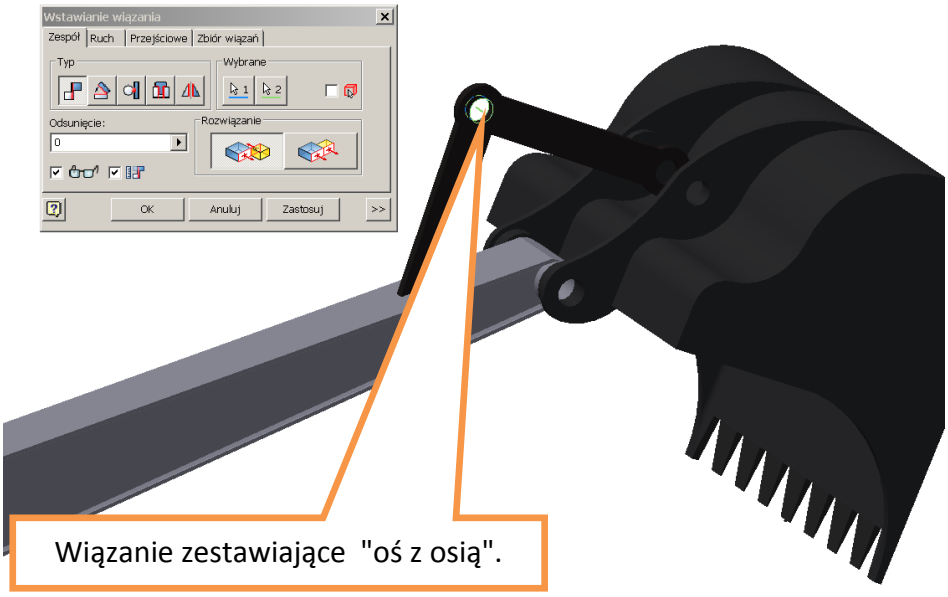
12. Połącz wiązaniem zestawiającym zaznaczone na poniższych rysunkach ścianki elementów ***Człon 2 i Łyżka.*** Jako wartość ***Odsunięcia*** wpisz **-160 mm.**



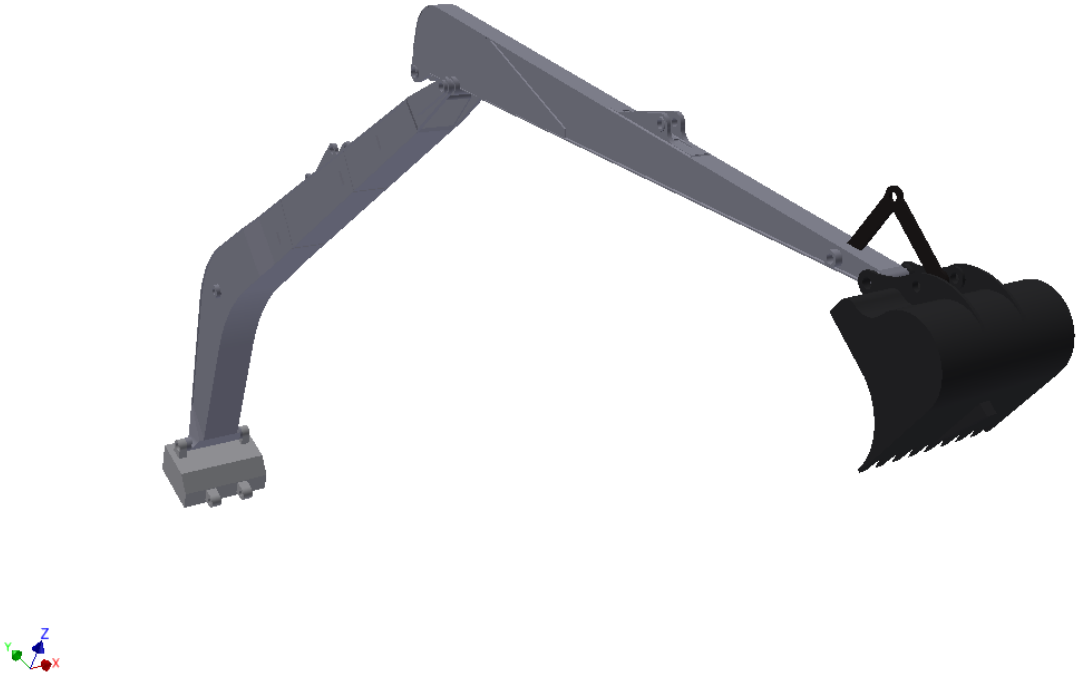
13. Połącz wiązaniem zestawiającym zaznaczone na poniższych rysunkach ścianki elementów ***Łącznik i Łyżka.*** Jako wartość ***Odsunięcia*** wpisz **160 mm.**



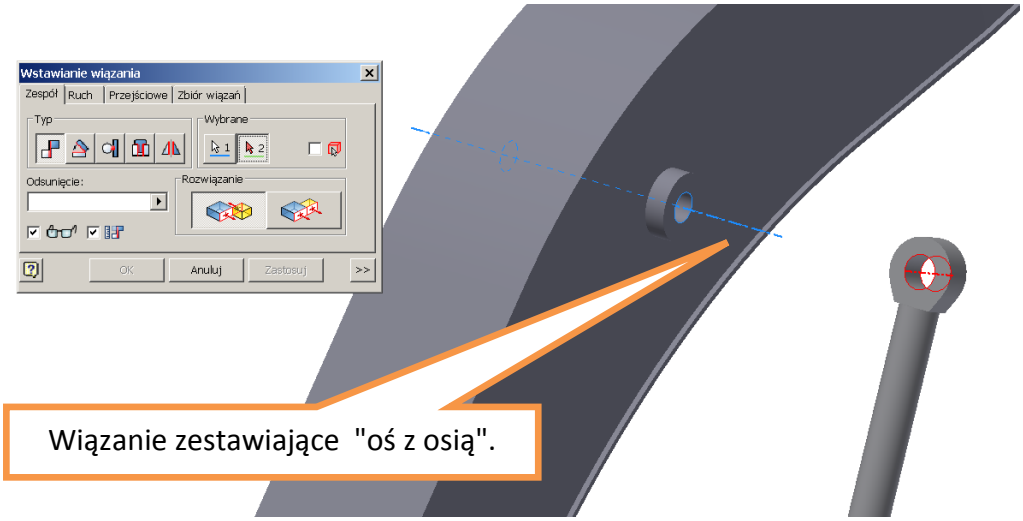
14. Połącz wiązaniem zestawiającym odpowiednie osie otworów w elementach ***Łącznik***. Jako wartość ***Odsunięcia*** wpisz 0 mm.



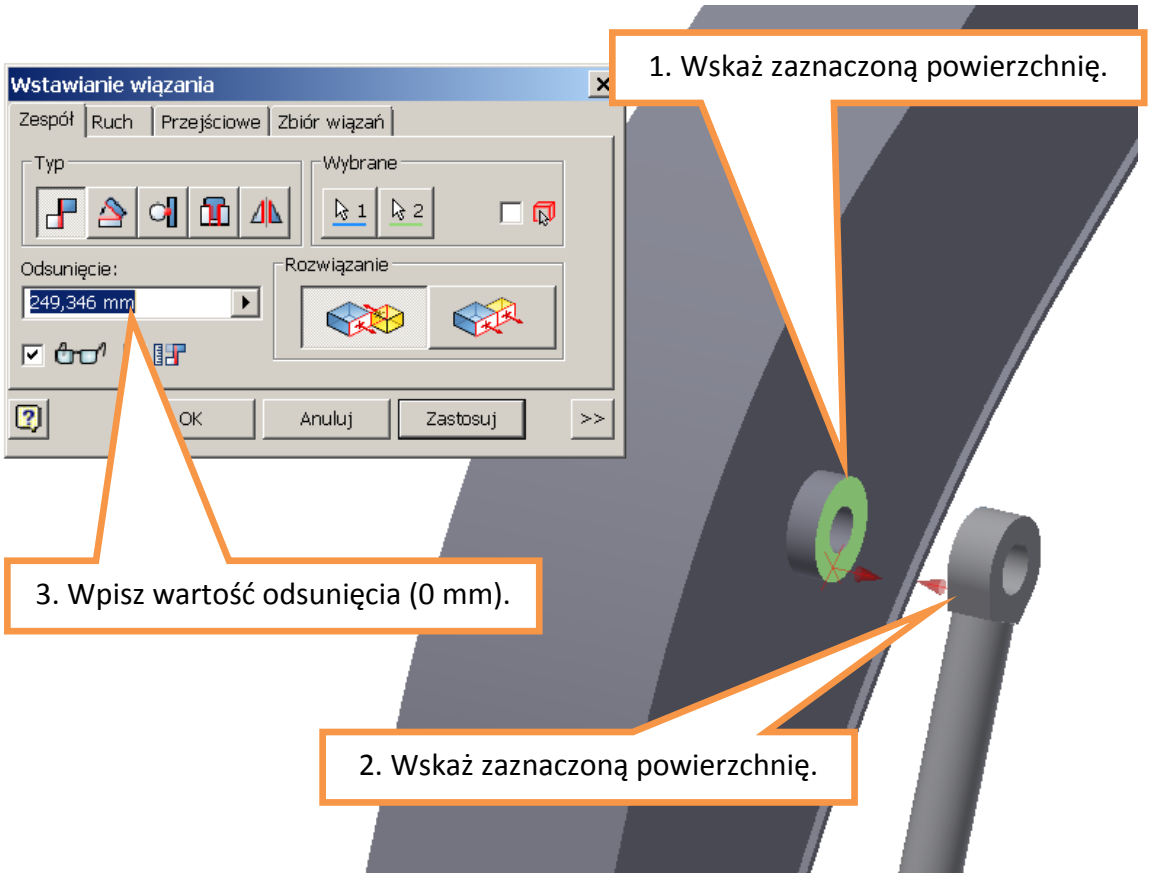
15. Widok aktualnej postaci modelu układu roboczego koparki pokazano na poniższym rysunku.



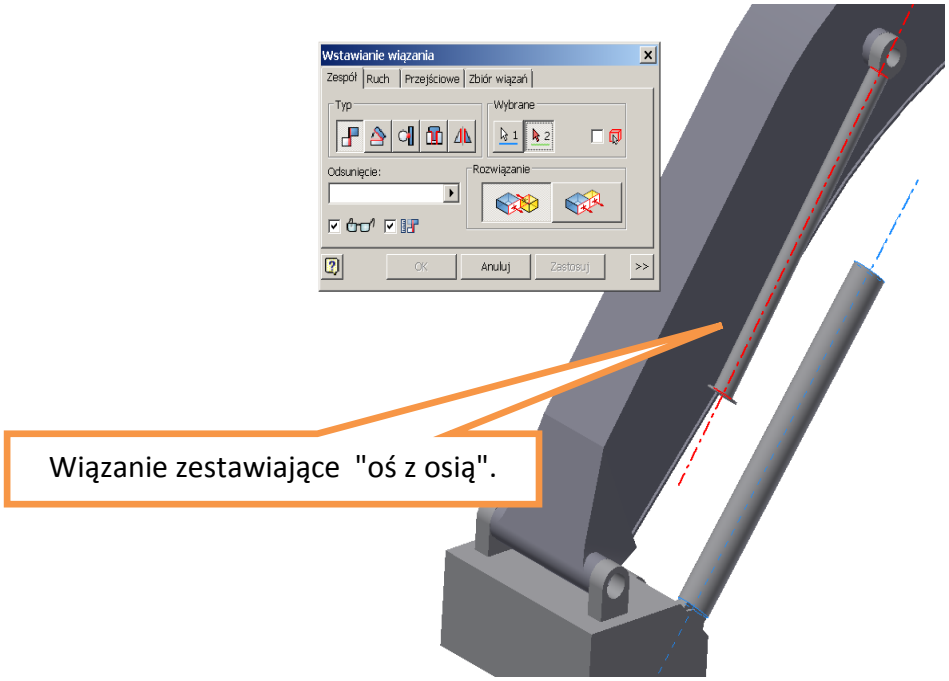
16. Wstaw do zespołu elementy o nazwie ***Siłownik 1*** i ***Tłoczysko 1***. Połącz za pomocą wiązania zestawiającego oś otworu w elemencie **Człon 1** z osią ucha tłoczyska. Jako wartość ***Odsunięcia*** wpisz 0 mm.



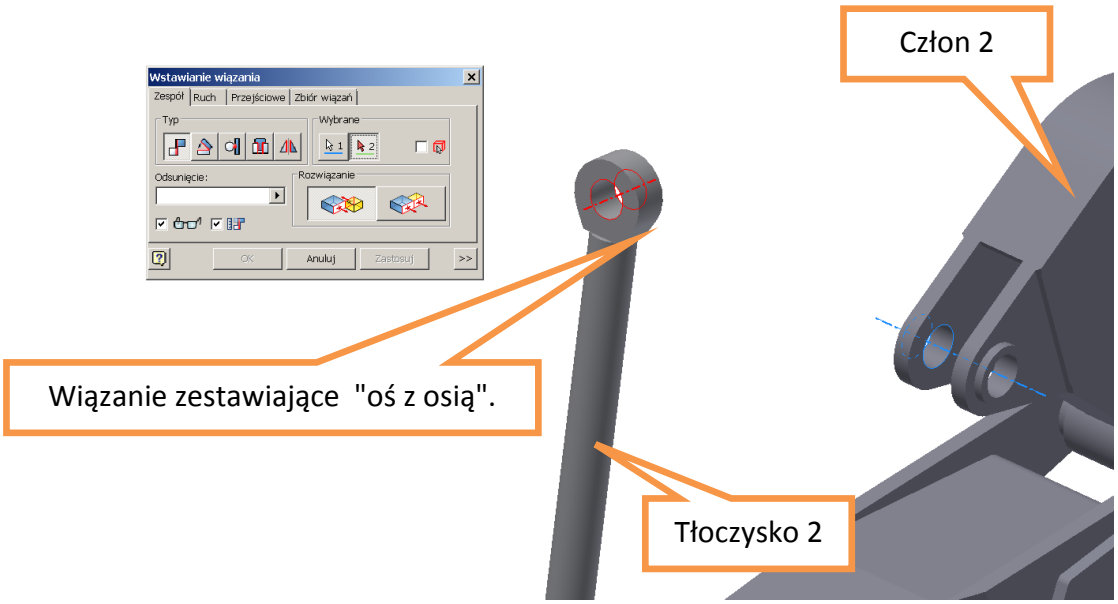
17. Połącz wiązaniem zestawiającym zaznaczone na poniższych rysunkach ścianki elementów ***Człon 1 i Tłoczysko.*** Jako wartość ***Odsunięcia*** wpisz 0 mm.



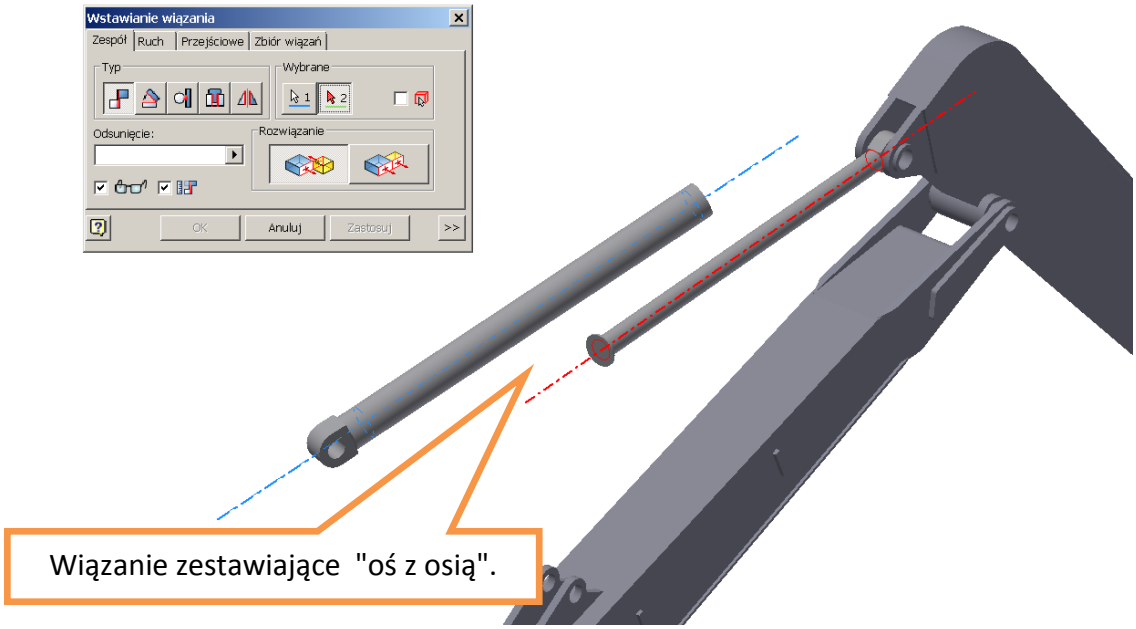
18. Połącz wiązaniem zestawiającym odpowiednie osie elementów ***Siłownik 1*** i ***Tłoczysko 1***. Jako wartość ***Odsunięcia*** wpisz 0 mm.



19. Wstaw do zespołu elementy o nazwie ***Siłownik 2*** i ***Tłoczysko 2***. Połącz za pomocą wiązania zestawiającego oś otworu w elemencie **Człon 2** z osią ucha tłoczyska. Jako wartość ***Odsunięcia*** wpisz 0 mm.

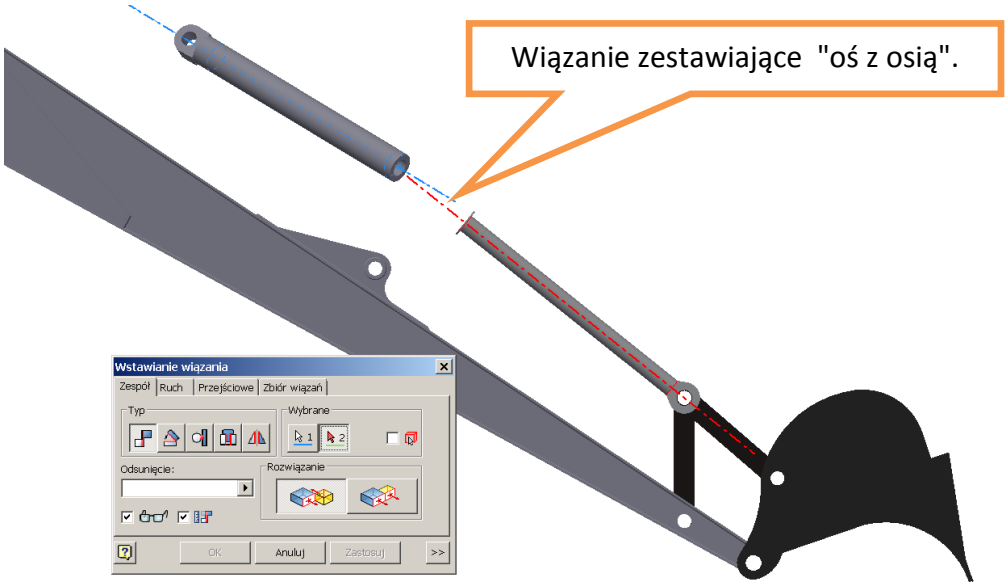


20. Połącz wiązaniem zestawiającym odpowiednie osie elementów ***Siłownik 2*** i ***Tłoczysko 2***. Jako wartość ***Odsunięcia*** wpisz 0 mm. Pamiętaj o zapisaniu aktualnej wersji pliku.

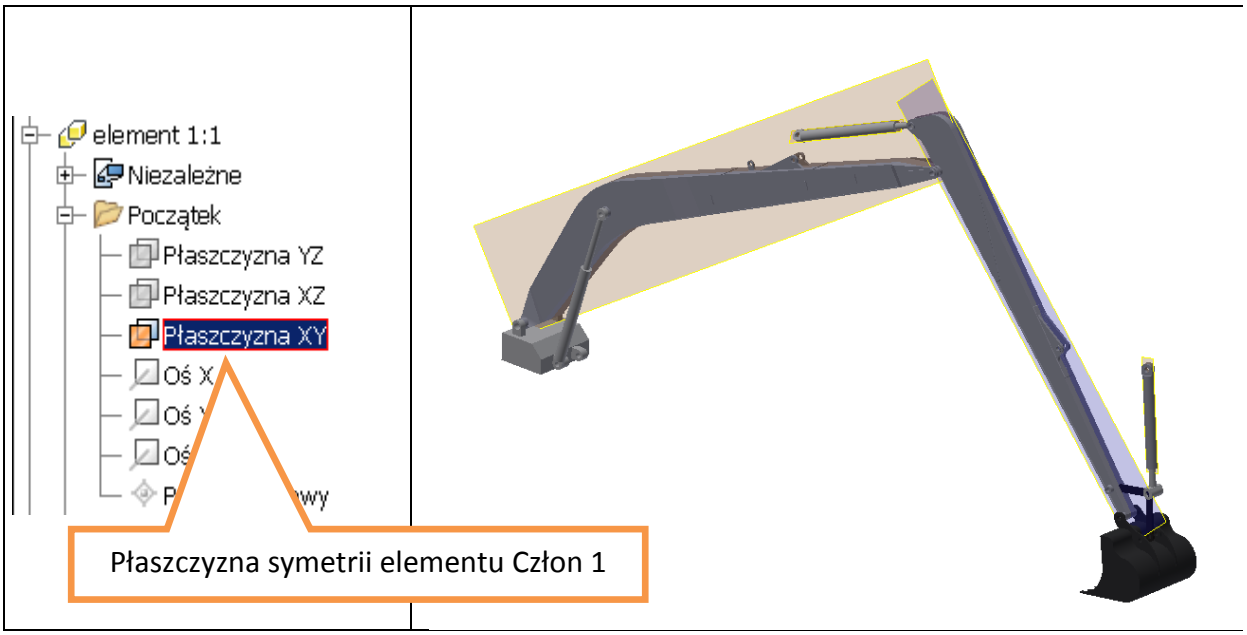


21. Wstaw do zespołu elementy o nazwie ***Siłownik 3*** i ***Tłoczysko 3***. Połącz za pomocą wiązania zestawiającego wspólną oś ***Łączników*** z osią ucha tłoczyska. Jako wartość ***Odsunięcia*** wpisz 0 mm.

22. Połącz wiązaniem zestawiającym odpowiednie osie elementów ***Siłownik 3*** i ***Tłoczysko 3***. Jako wartość ***Odsunięcia*** wpisz 0 mm.

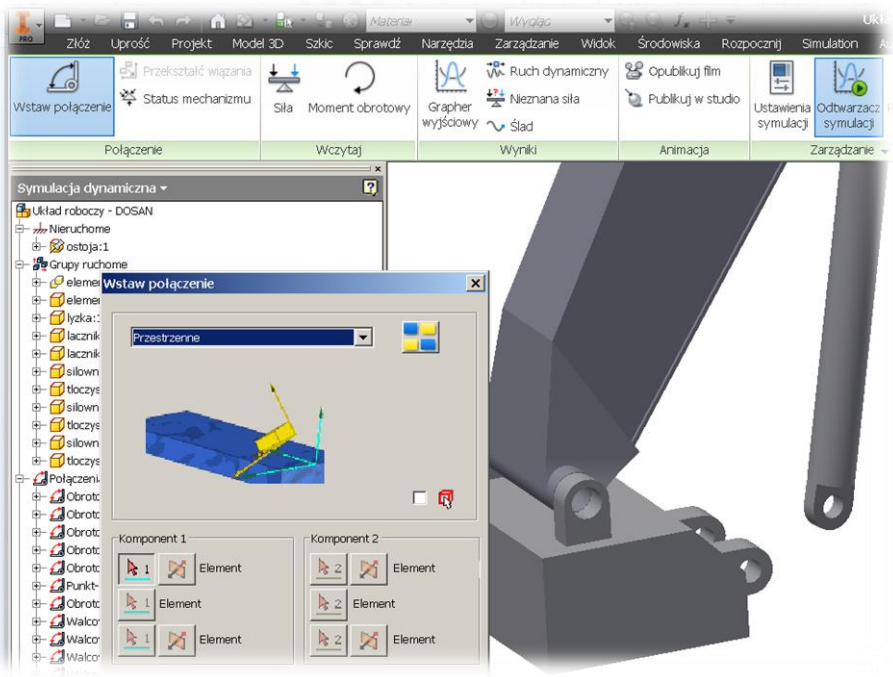


23. Korzystając z drzewka operacji włącz widoczność płaszczyzn symetrii następujących elementów: ***Człon 1, Człon 2, Siłownik 1, Siłownik 2*** i ***Siłownik 3***.

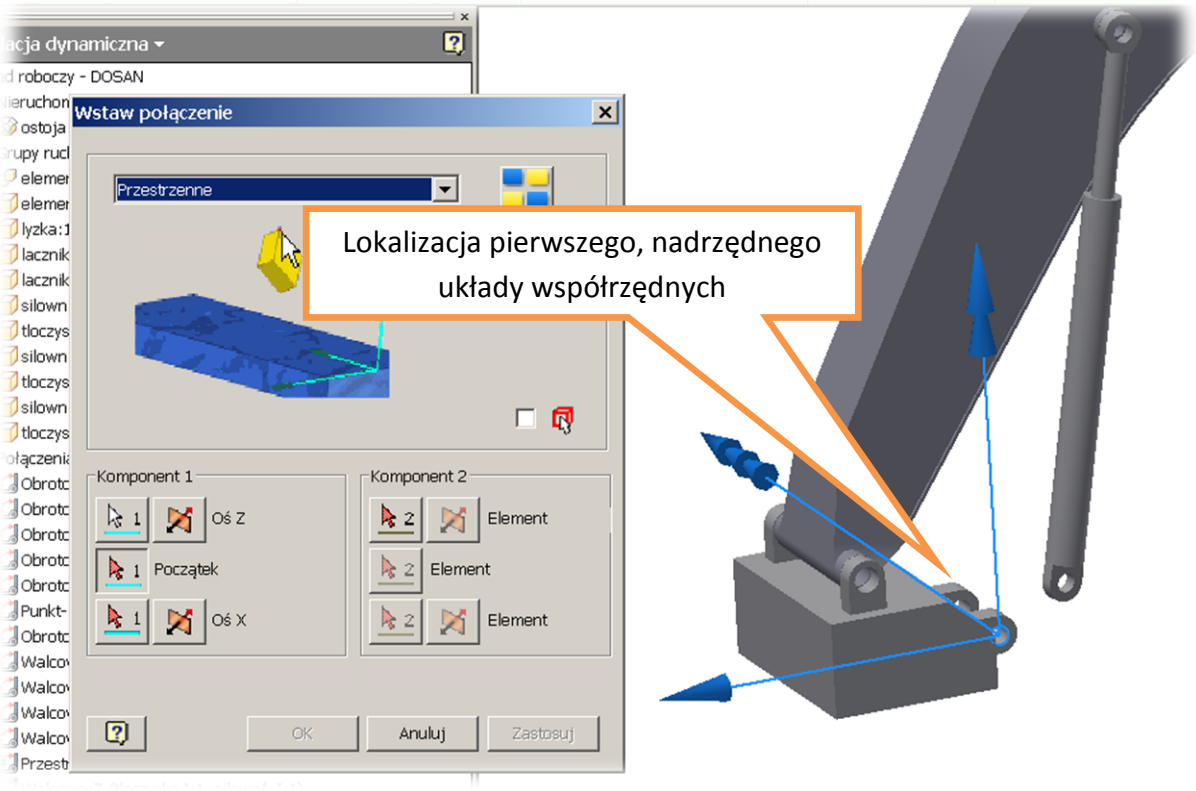


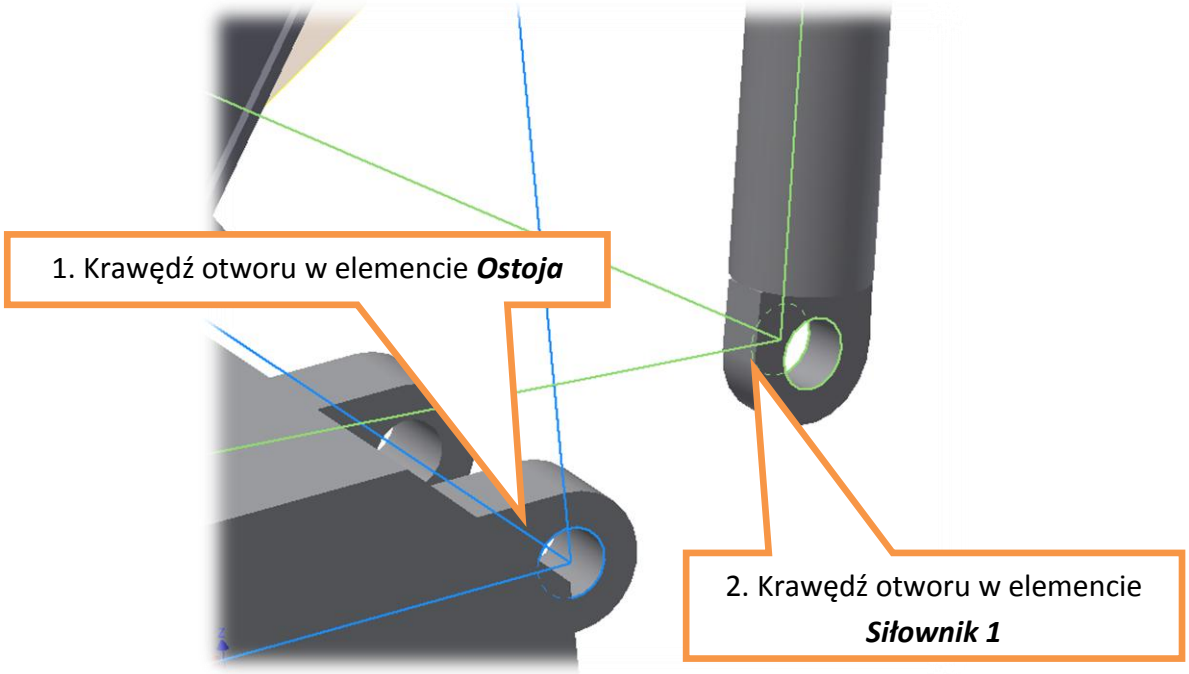
24. Uruchom środowisko ***Symulacji Dynamicznej*** programu AIP (***Środowisko -> Symulacja Dynamiczna***).

25. Z panelu narzędzi środowiska ***Symulacji Dynamicznej*** wybierz opcję ***Wstaw połączenie***.

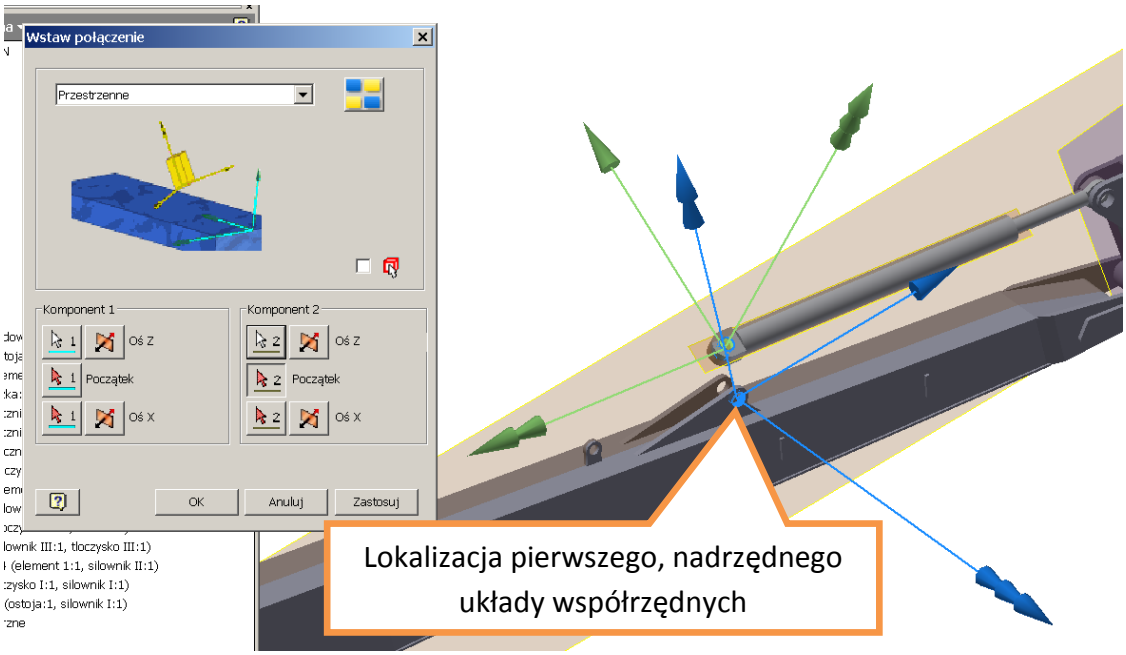


26. Definiujemy ***złącze kinematyczne Przestrzenne*** pomiędzy elementem ***Ostoja i Siłownik 1.*** Z pola ***Komponent 1*** wybieramy oś Z i wskazujemy krawędź otworu w uchu elementu Ostoja. Natomiast po wskazaniu osi Z w polu **Komponent 2** wybieramy krawędź otworu w cylindrze siłownika 1.

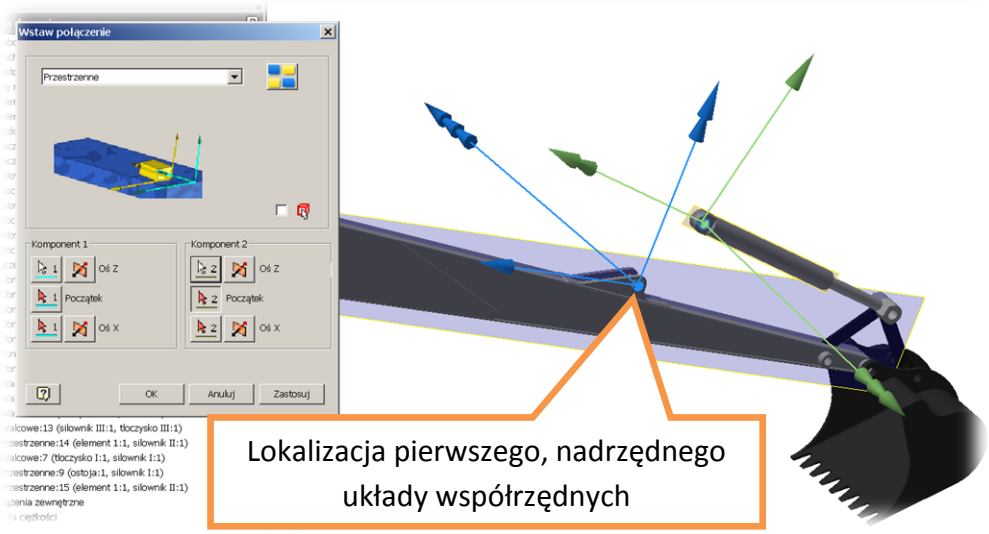




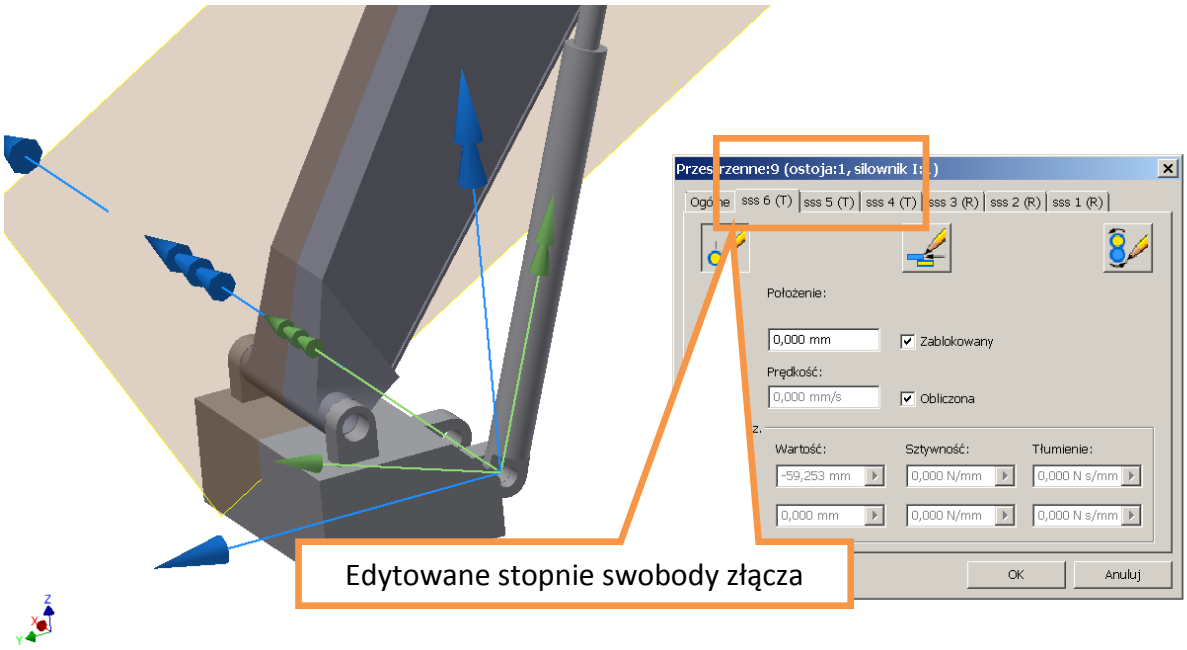
27. Definiujemy ***złącze kinematyczne Przestrzenne*** pomiędzy elementem ***Człon 1 i Siłownik 2.*** Z pola ***Komponent 1*** wybieramy oś Z i wskazujemy cylindryczną powierzchnię otworu w elemencie ***Człon 1***. Jako punkt zaczepienia układów współrzędnych wybieramy płaszczyznę symetrii elementu Człon 1. Z pola ***Komponent 2*** wybieramy oś Z i wskazujemy cylindryczną powierzchnię otworu w elemencie ***Siłownik 2***. Jako punkt zaczepienia układów współrzędnych wybieramy płaszczyznę symetrii elementu ***Siłownik 2***.



28. Powtarzamy opisaną wyżej procedurę zadawania ***złącza kinematycznego Przestrzennego*** dla elementów ***Człon 2 i Siłownik 3.***

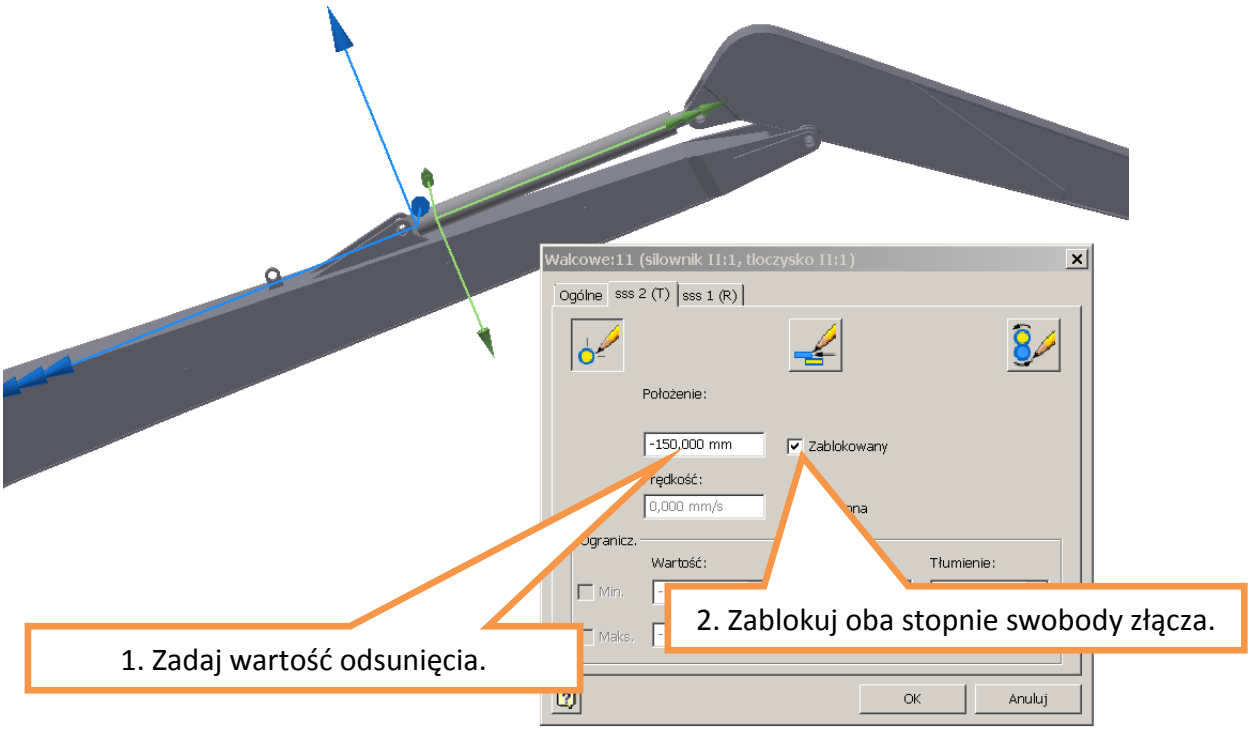


29. Edytujemy ***Właściwości*** poszczególnych, wstawionych złączy ***Przestrzennych***. Modyfikujemy wartości parametrów dla stopni swobody w postaci przemieszczeń i zadajemy wartość przemieszczenia równą 0 mm. Po zadaniu nowej wartości przemieszczenia **blokujemy** dany stopień swobody.

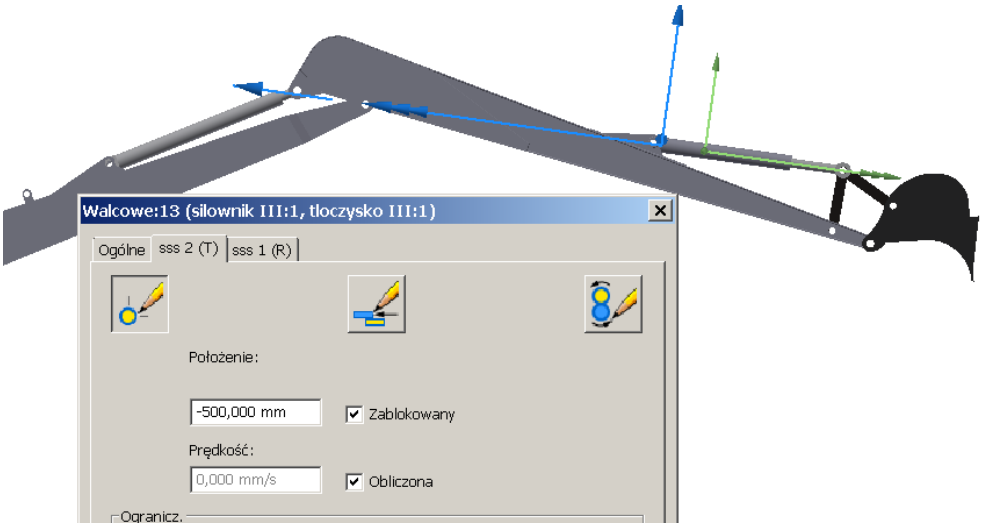


30. Z drzewa operacji wybieramy ***Siłę ciężkości***. Definiujemy kierunek działania siły ciężkości wskazując pionową krawędź elementu ***Ostoja***. Pamiętaj o zapisaniu aktualnej wersji pliku.

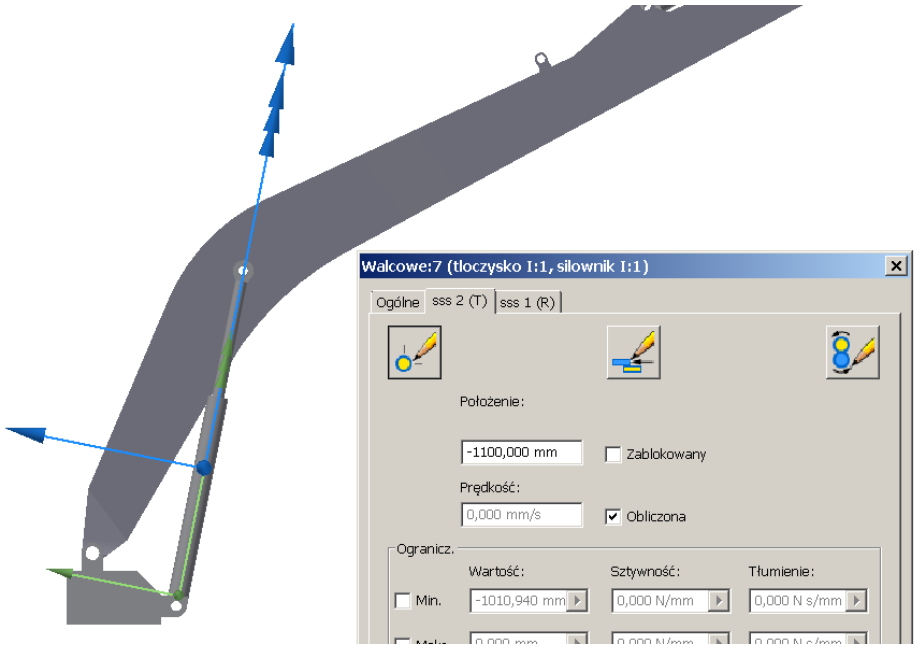
31. Wybieramy złącze ***Walcowe (Cylindryczne)*** pomiędzy **Siłownikiem 2** i ***Tłoczyskiem 2***, a następnie edytujemy jego ***Właściwości***. Ustawiamy wartość przemieszczenia (2T) pomiędzy układami współrzędnych złącza na -150 mm, a następnie blokujemy oba stopnie swobody złącza (2T i 1R).



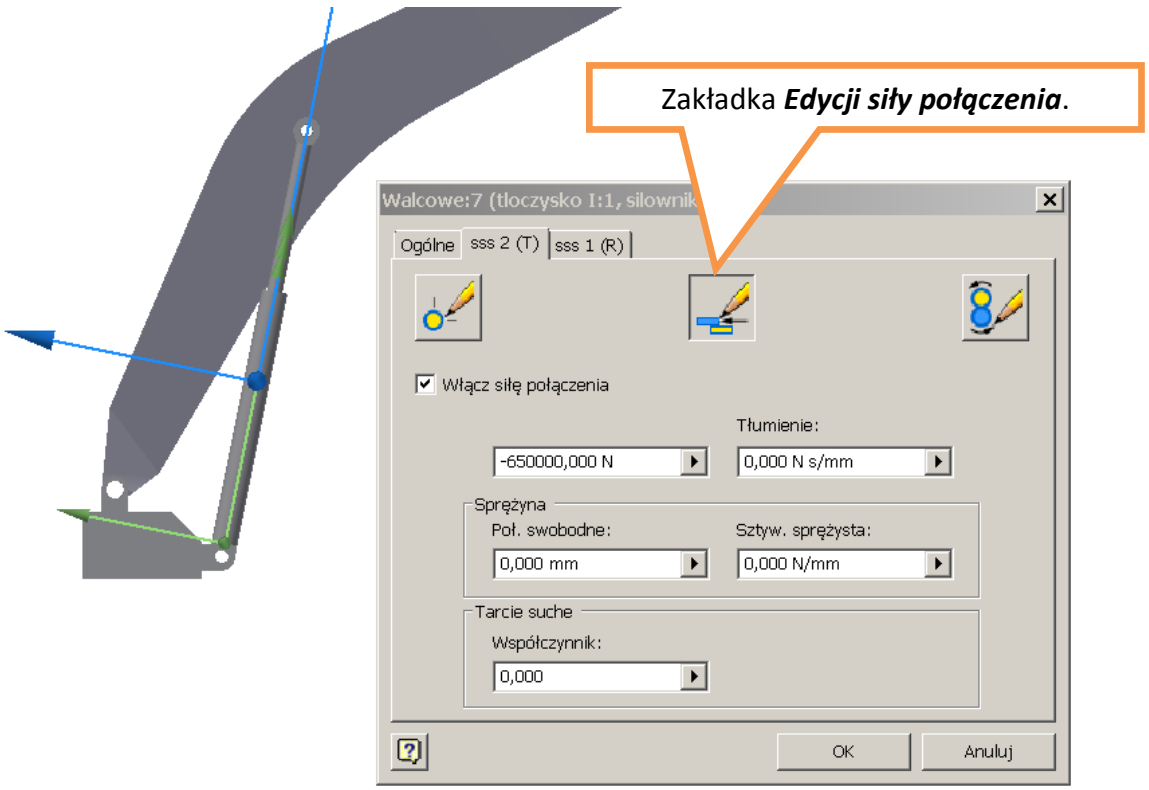
32. Wybierz złącze ***Walcowe (Cylindryczne)*** pomiędzy cylindrem **Siłownika 3** i ***Tłoczyskiem 3*** i zmodyfikuj to złącze zgodnie z wytycznymi opisanymi w punkcie 31 z tym, że jako wartość przemieszczenia (2T) pomiędzy układami współrzędnych złącza przyjmujemy -500 mm. Blokujemy położenie.



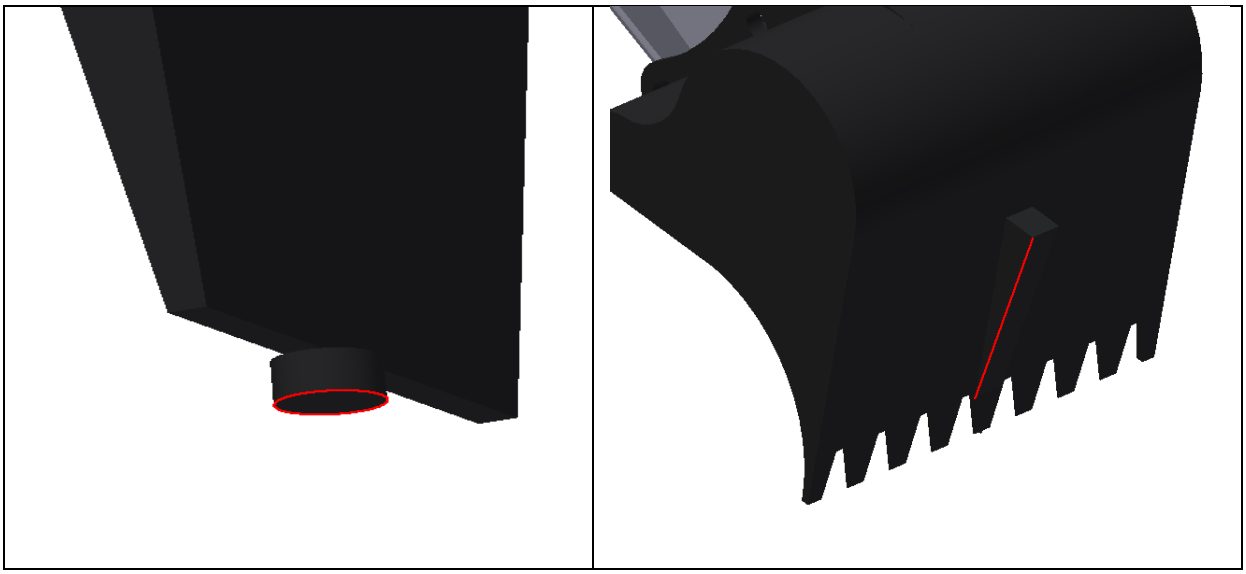
33. Wybierz złącze ***Walcowe (Cylindryczne)*** pomiędzy cylindrem **Siłownika 1** i ***Tłoczyskiem 1*** i zadaj wartość przemieszczenia (2T) równą -1100 mm.



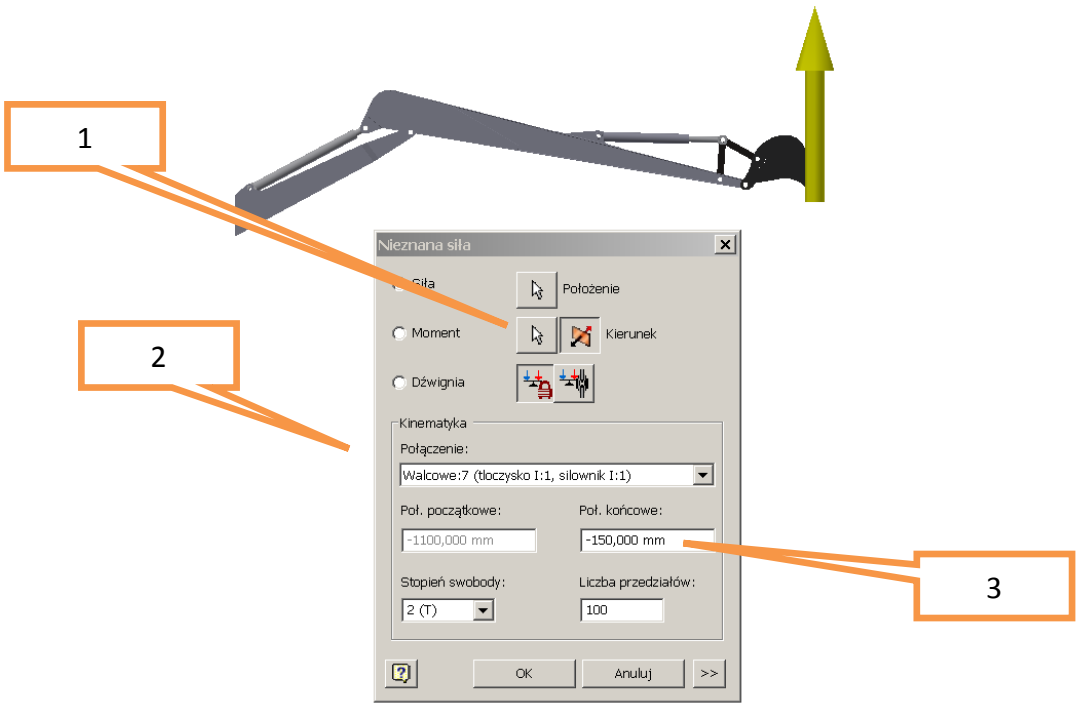
34. Przejdź do zakładki ***Edycja siły połączenia*** i wpisz odpowiednią wartość siły (-650000 N).



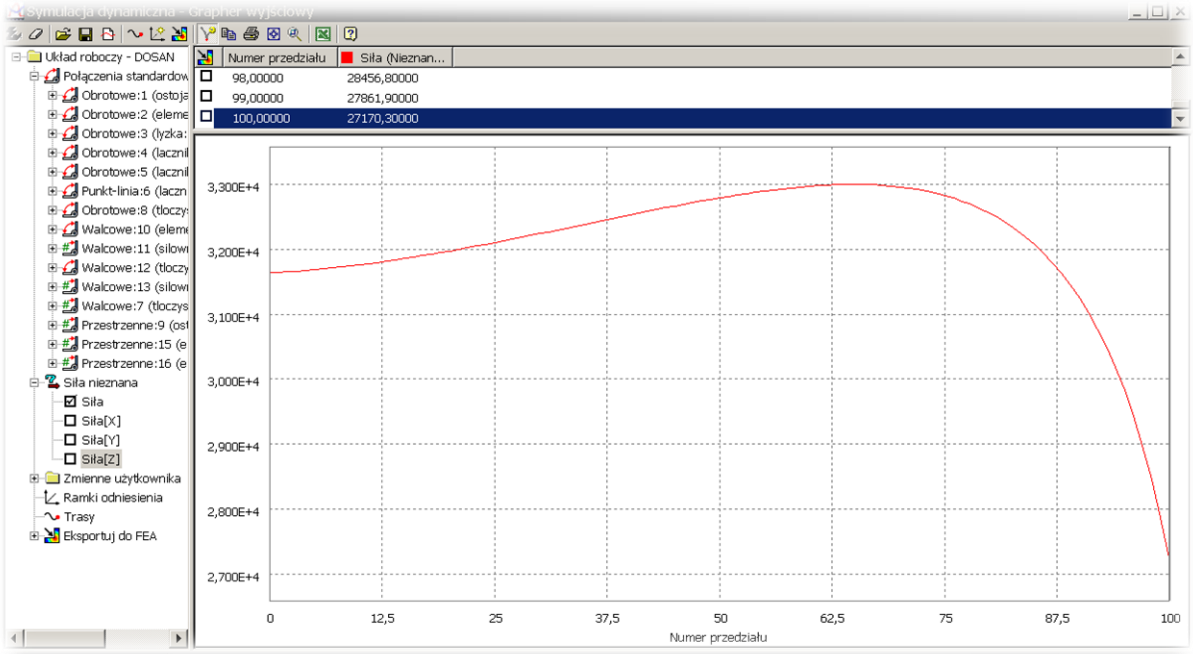
35. Wybierz opcję ***Nieznana siła*** (**Wyniki ->Nieznana siła**), a następnie zadaj jej odpowiednie położenie poprzez wskazanie punktu zaczepienia *1* oraz kierunku działania *2*. Jako punkt zaczepienia nieznanej (poszukiwanej) siły wybierz krawędź podstawy walca zlokalizowanego na krawędzi środkowego zęba łyżki (rysunek po lewej stronie). Kierunek działania siły wybieramy poprzez wskazanie krawędzi zaznaczonej na rysunku po prawej stronie.



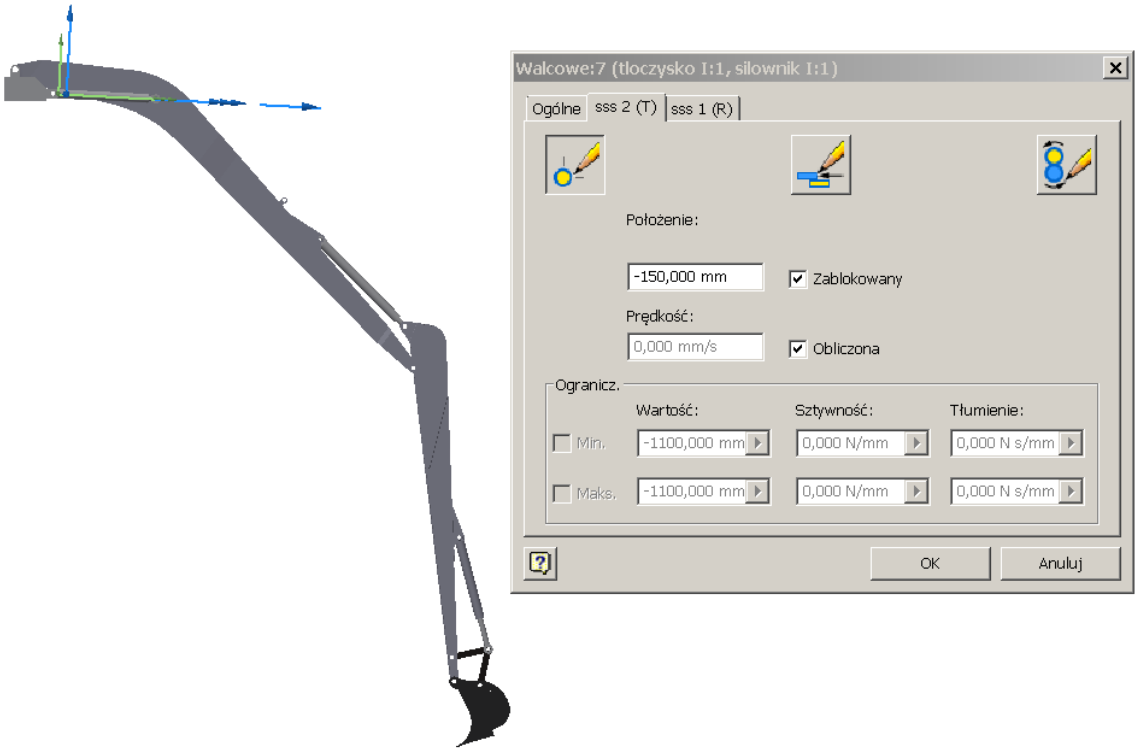
36. Zadaj odpowiedni zwrot poszukiwanej siły zgodnie z przedstawionym rysunkiem. W sekcji Kinematyka wybierz złącze kinematyczne pomiędzy Siłownikiem 1 i Tłoczyskiem 1. W zależności od wersji oprogramowania jest to złącze **Walcowe** lub **Cylindryczne**. Jako wartość końcową wpisz -150 mm. Zatwierdzenie wprowadzonych zmian spowoduje uruchomienie symulacji dynamicznej.



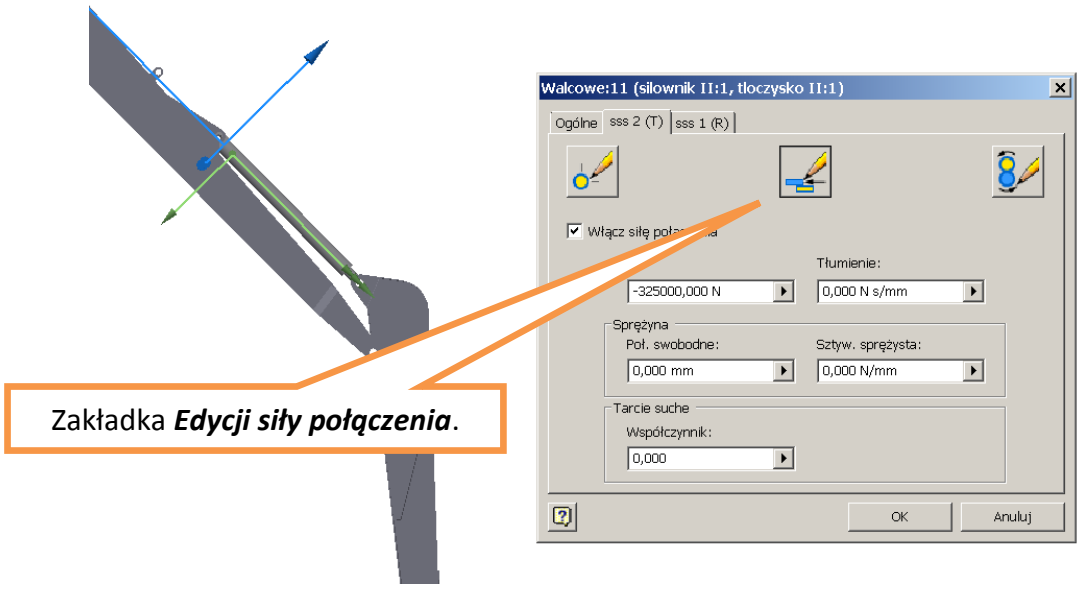
37. W wyniku przeprowadzonej symulacji otrzymujemy przebieg poszukiwanej siły na krawędzi łyżki w funkcji przemieszczenia tłoczyska siłownika nr 1. Odczytaj maksymalną wartość dyspozycyjnej siły na krawędzi łyżki.



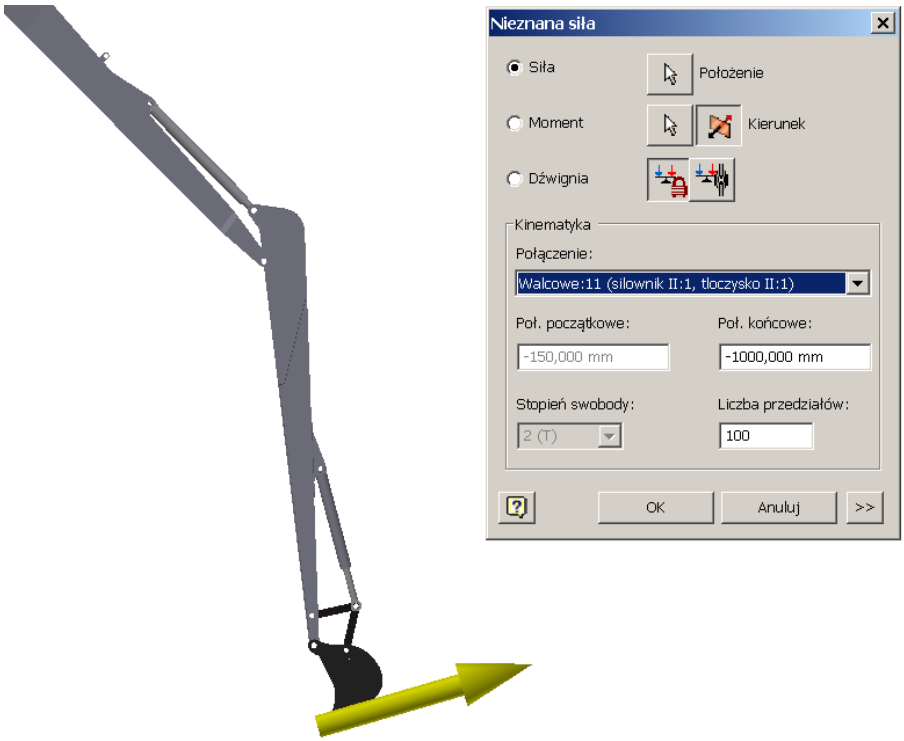
38. Wybierz złącze ***Walcowe (Cylindryczne)*** pomiędzy ***Siłownikiem 1*** i ***Tłoczyskiem 1***, ustaw wartość położenia na -150 mm i zablokuj edytowany stopień swobody (2T).



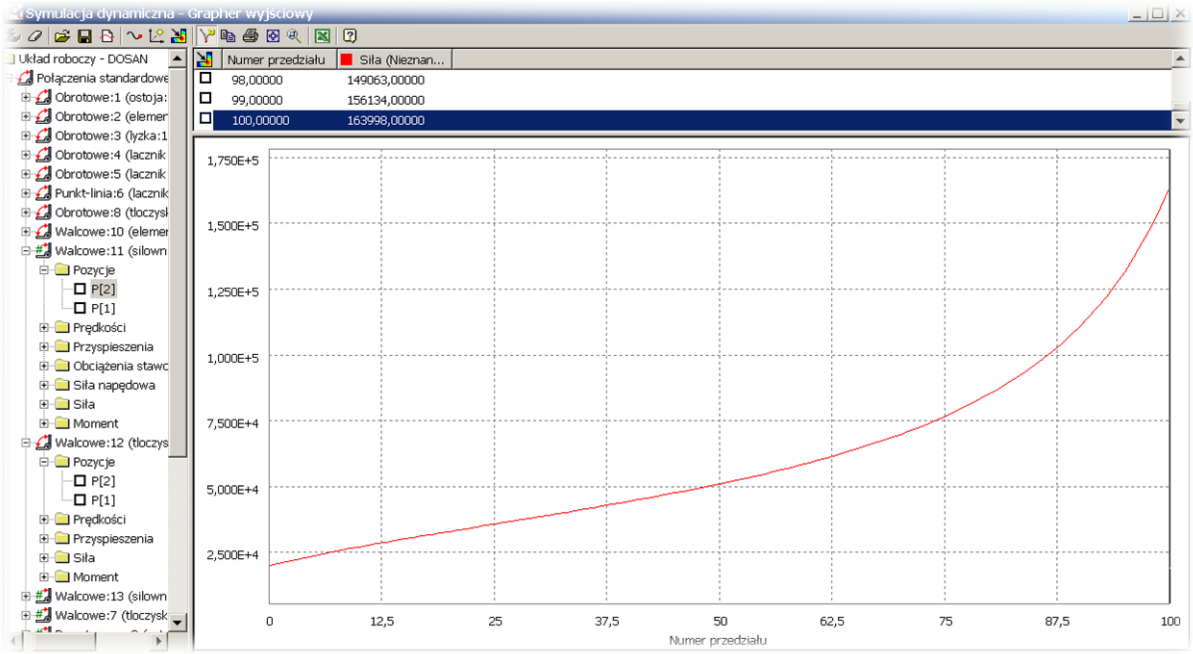
39. Wybierz złącze ***Walcowe (Cylindryczne)*** pomiędzy ***Siłownikiem 2*** i ***Tłoczyskiem 2***, a następnie odblokuj stopień swobody oznaczony jako 2T. Przejdź do zakładki Edycji siły połączenia i wpisz odpowiednią wartość siły (-325000 N).



40. Wybierz opcję ***Nieznana siła*** (**Wyniki ->Nieznana siła**), a następnie na podstawie procedury opisanej w punkcie 35 zadaj jej punkt zaczepienia i kierunek działania (o ile program automatycznie nie przywrócił ustawień z poprzedniej analizy). Zadaj ustawienia Nieznanej siły zgodnie z poniższym rysunkiem. W sekcji Kinematyka wybierz złącze kinematyczne pomiędzy Siłownikiem 2 i Tłoczyskiem 2. W zależności od wersji oprogramowania jest to złącze **Walcowe** lub **Cylindryczne**. Jako wartość końcową wpisz -1000 mm. Zatwierdzenie wprowadzonych zmian spowoduje uruchomienie symulacji dynamicznej. Pamiętaj o zapisaniu aktualnej wersji pliku.

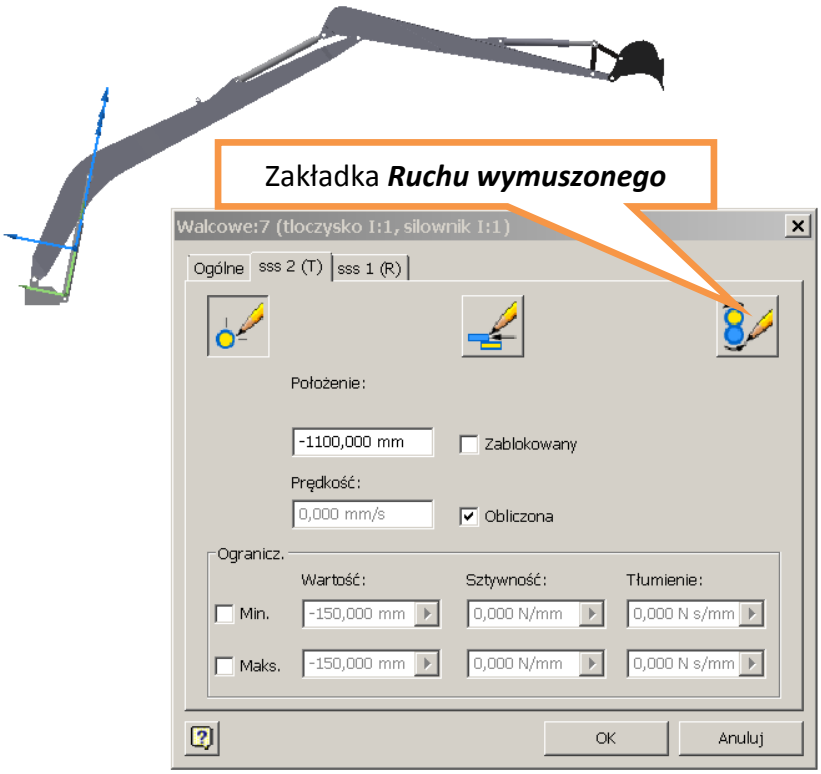


41. W wyniku przeprowadzonej symulacji otrzymujemy przebieg poszukiwanej siły na krawędzi łyżki w funkcji przemieszczenia tłoczyska siłownika nr 2. Odczytaj maksymalną wartość siły na krawędzi łyżki.

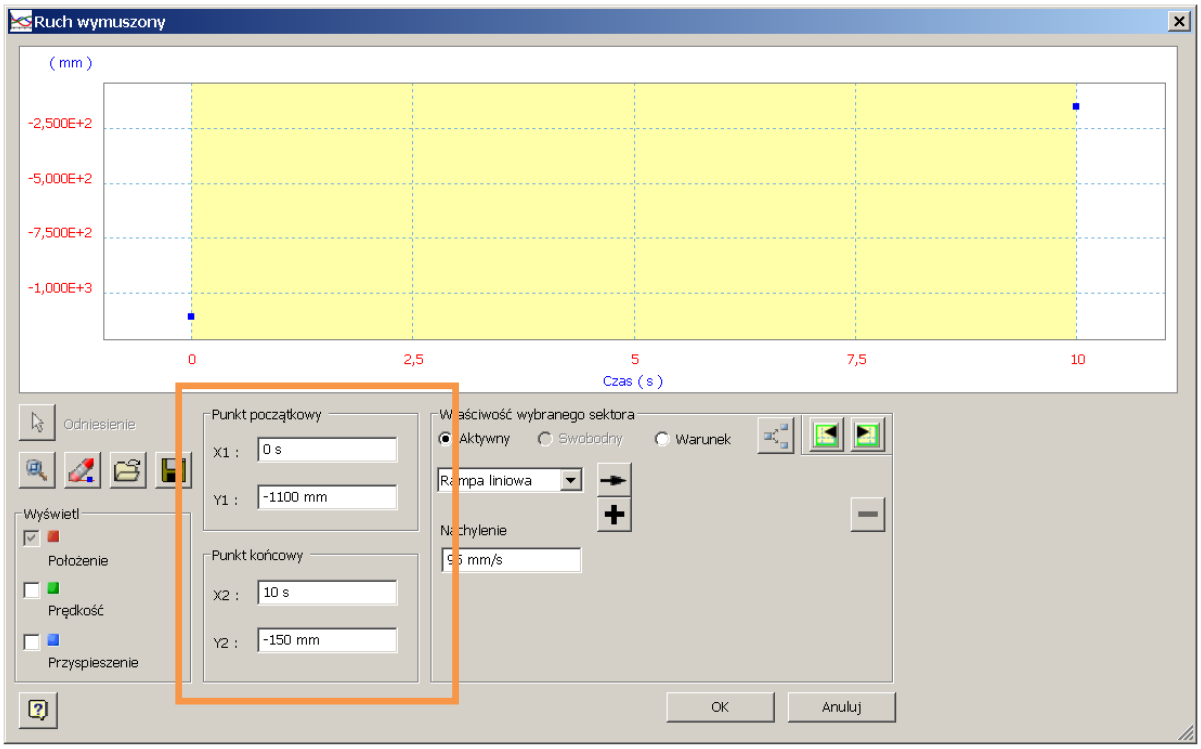


42. Edytuj właściwości poszczególnych złączy pomiędzy elementami Siłownik nr 1, 2 i 3 oraz Tłoczyska 1, 2 i 3 (***Walcowe 7, Walcowe 10, Walcowe 13***), a następnie odblokuj przemieszczenia w postaci przesuwów (2T). Wybierając zakładkę ***Edycja siły połączenie*** wyłącz wcześniej zadane siły połączeń.

43. Edytuj właściwości złącza ***Walcowego (Cylindrycznego)*** pomiędzy **Siłownikiem 1** i **Tłoczyskiem 1** i zadaj wartość położenia początkowego równego -1100 mm. Wybierz zakładkę ***Ruchu wymuszonego***, a następnie ***Włącz wymuszenie ruchu*** i wskaż opcję ***Położenie***. Wybierz opcję zadania położenie poprzez funkcję (***Grafer wejściowy***).



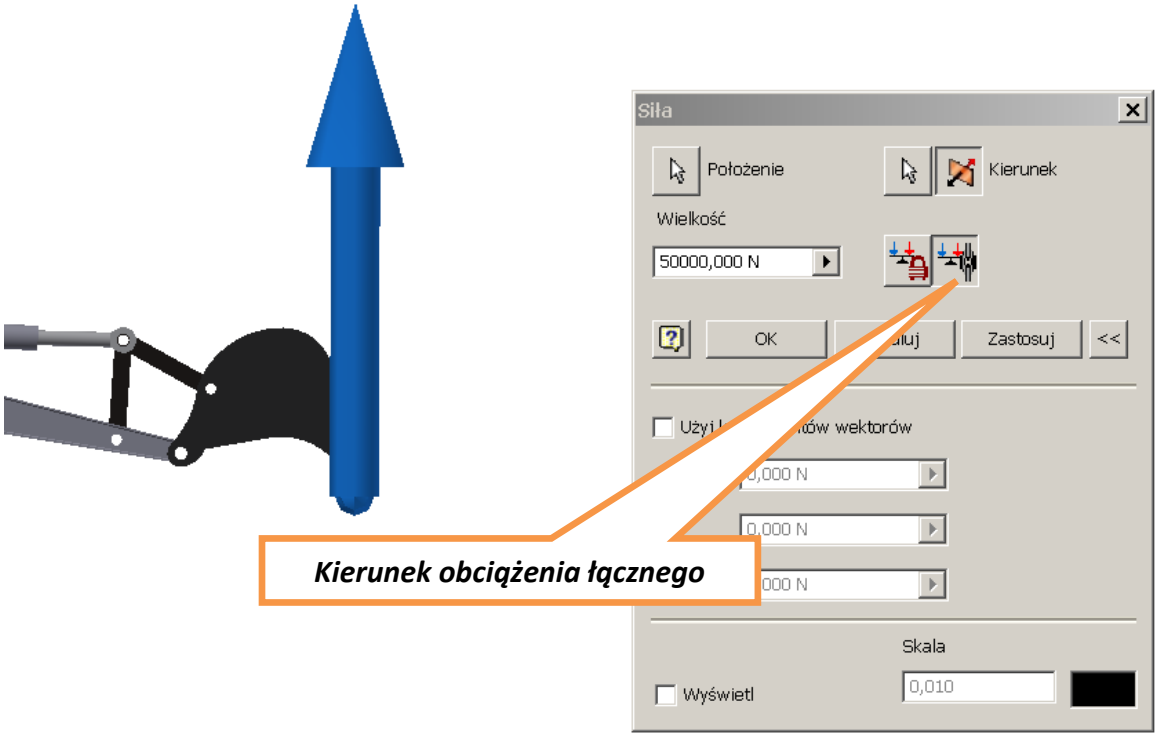
44. Wprowadź odpowiednie wartości czasu i położenia dla ruchu wymuszonego tłoczyska względem cylindra siłownika. Po wprowadzenie przedstawionych na poniższym rysunku wartości zatwierdzamy wprowadzone zmiany.



45. Zmodyfikuj kolejne złącza ***Walcowe (Cylindryczne)*** pomiędzy elementami typu Siłownik i Tłoczysko zadając parametry czasu i przemieszczenia wg poniższej tabeli.

Siłownik 2		Siłownik 3	
Czas, s	Położenie, mm	Czas, s	Położenie, mm
0	-150	0	-500
10	-150	17	-500
17	-1100	20	-900

46. Wybierz opcję ***Siła*** i zadaj punkt jej zaczepienia oraz kierunek i zwrot działania zgodnie z wytycznymi opisanymi w punkcie 35. Przyjmuj wartość siły równą 50 kN. Wybierz opcję ***Kierunek obciążenia łącznego***. Włącza wyświetlanie siły i zadaj wartość skali równą 0,0001.



47. Wybierz **Odtwarzacz symulacji**. Zadaj czas symulacji równy 20 s. Włącz symulację.

W oparciu o wyniki przeprowadzonej analizy opracuj następujące punkty

48. Korzystając z **Grafera wyjściowego** dokonaj identyfikacji najbardziej obciążonego węzła konstrukcyjnego badanego układu roboczego. Wskaż nazwę złącza, w którym wypadkowa siła reakcji osiąga wartość maksymalną.

49. Przyjmując, że maksymalne robocze ciśnienie medium w siłownikach hydraulicznych nie może przekroczyć 16 MPa, oblicz wartość średnicy tłoka dla poszczególnych siłowników. Przyjmij, że w układzie roboczym występują dwa siłowniki nr 1.

50. Korzystając z opcji ***Trasa*** wyznacz maksymalne i minimalne położenie krawędzi łyżki w stosunku do nieruchomej podstawy.