



MegaCAD Kinematyka 2019



CAD-Projekt s.c.

biuro: 05-822 Milanówek, ul. Staszica 2B,

tel./fax (0-22) 465-59-29.

<http://www.megacad.pl>.

SPIS TREŚCI

1.	Wprowadzenie.	3
2.	Uruchomienie i Menu Główne Kinematyki 2019.	5
3.	Tworzenie połączeń.	11
3.1.	Podstawowe zasady	11
3.2.	Wymagane elementy połączeń.	11
4.	Rodzaje połączeń bez napędu.	13
4.1.	Połączenie „Statyczne”	13
4.2.	Połączenie „Zawias”	13
4.3.	Połączenie „Suwak”	14
4.4.	Połączenie „Przegub uniw.”	15
4.5.	Połączenie „Przegub”	16
4.6.	Połączenie „Tłok”	17
4.7.	Połączenie „Kula bez rotacji”	18
4.8.	Połączenie „Połączenie równoległe”	19
4.9.	Połączenie „Przekładnia kątowa”	21
4.10.	Połączenie „Przekładnia łańcuchowa”	23
5.	Rodzaje połączeń z napędem.	27
5.1.	Napęd kątowy	27
5.2.	Napęd liniowy	28
6.	Definiowanie napędu	29
6.1.	Fazy sterowania silnikiem	29
6.2.	Napęd kątowy	29
6.3.	Napęd liniowy	32
7.	Zdarzenia i fazy pracy silnika.	35
7.1.	Definicja i parametry zdarzenia.	35
7.2.	Przykład wykorzystania zdarzeń.	36
7.3.	Wykorzystanie faz pracy silnika.	40
8.	Kolizje.	43
8.1.	Włączanie kontroli i definiowanie brył.	43
8.2.	Kontrola kolizji – przykład.	45
9.	Przykłady prostych połączeń.	49
9.1.	Przykład „kola”	49
9.2.	Przykład „suwak”	54
9.3.	Przykład „ciuchcia”	56

1. Wprowadzenie.

Aplikacja Kinematyka 2019 pozwala na symulację ruchu elementów.

Czy to będzie działać? - To pytanie, można zadać na etapie budowy modelu. odpowiedzieć rzetelnie. Z MegaCAD kinematyki jest urządzeniem podczas ich tworzenia i funkcjonowania na komputerze ewentualnych kolizji przez Kontrole, na długo przed pierwszym prototypem zostanie utworzony. Moduł jest zintegrowany z MegaCADem 3D. Użytkownik może zdefiniować połączenia i zależności znane z MegaCADa.

Kinematyka wspiera projektanta w szybkim wdrożeniu zmian produktowych. Użytkownik może szybko ocenić różne alternatywy (Co jeśli?). Kinematyka może symulować ruchy i definiować zależności. Automatyczna ocena ograniczeń sprawia, że animacja równoległoboku, suwaka, mechanizmu korbowego lub silnika tłokowego są proste

Za pomocą kilku kliknięć myszką, można stworzyć animację jak nowe produkty zachowują się w działaniu. Na zakończeniu pracy można zapisać animację do pliku video. Animacja będzie uwzględniać właściwości materiałów określone w MegaCADzie, takie jak materiały, tekstury itp. Jakość wyświetlania na wyjściu można dostosować elastycznie do szybkiego projektowania w kierunku fotorealistycznej reprezentacji (tekstury, odbicia, cienie i załamania światła)

Życzymy bezproblemowego użytkowania programu.

Paweł Zdrojewski

CAD-Projekt s.c.

<http://www.megacad.pl>

2. Uruchomienie i Menu Główne Kinematyki 2019.



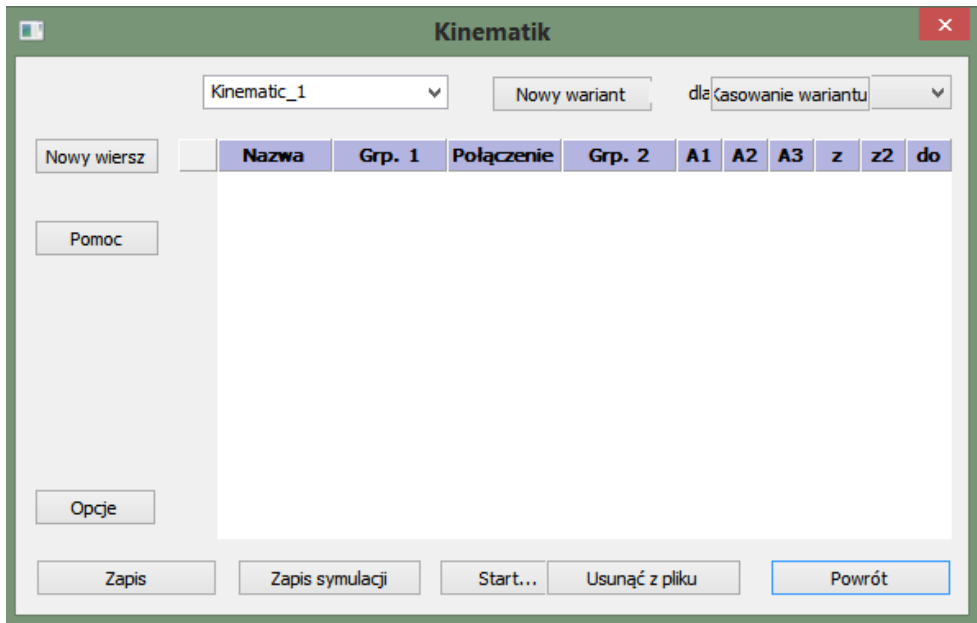
- ikony służące do wczytania menu Kinematyki 2019.




- uruchomienie modułu Kinematyka 2019

Po uruchomieniu modułu Kinematyka 2019 otworzy się poniższe puste okno.

W oknie tym mamy możliwość definiowania mechanizmów, ich napędów oraz tworzenia symulacji. Ponadto w menu jest możliwość tworzenia wariantów ruchu danego mechanizmu.

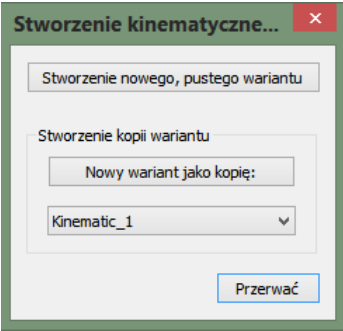


Opis okna:

- 1)  **lista wariantów** – pole służy do wyboru wariantu schematu i ruchu. Przy definiowaniu pierwszego rozwiązania domyślną nazwą wariantu jest „Kinematic_1”, którą można zmienić. Tworzenie następnych wariantów schematów i ruchu mechanizmu powoduje rozszerzenie listy.

2) **Nowy wariant** – klawisz służy do wstawienia nowego wariantu. Po jego wybraniu pojawia się okno (rys. obok), w którym:

- tworzenie nowego wariantu bez jakichkolwiek parametrów – wybieramy klawisz „**Stworzenie nowego, pustego wariantu**”. Na liście dostępnych wariantów pojawi się nowy wariant z nazwą „**Kinematic_X**”, gdzie X oznacza kolejny numer wariantu.
- tworzenie nowego wariantu będący kopią wybranego z listy – wybieramy z listy w dole okienka wariant, do którego będziemy tworzyć nowy. Następnie wybieramy klawisz „**Nowy wariant jako kopię:**”. Stworzony zostanie następny wariant z nazwą „**Kinematic_X**” (gdzie X oznacza kolejny numer wariantu) z identycznymi parametrami ruchu.



3) **Skasowanie wariantu** – wybór klawisza spowoduje skasowanie aktualnie wczytanego wariantu.

Uwaga: wybór klawisza kasuje wariant bez prośby o potwierdzenie. Ostrożnie.

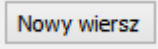
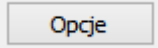
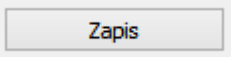
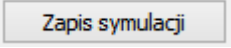
4) **lista połączeń** – w głównej części okna znajduje się lista połączeń elementów mechanizmu wraz z definicją rodzaju połączenia i jego podstawowymi parametrami (rys. poniżej).

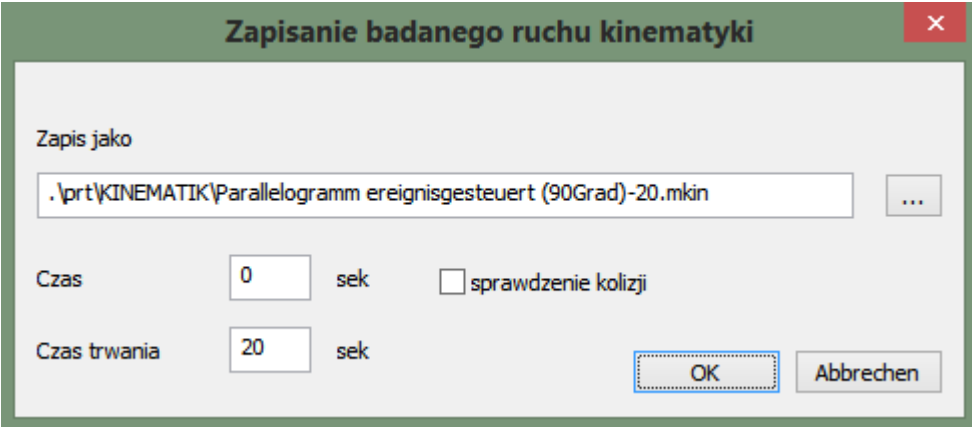
Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
Joint-1	4-Fundament	statyczny							☑
Joint-2	4-Fundament	Zawias	5-Zylinderunterteil	☑					☑
Joint-3	4-Fundament	Zawias	2-ALU 120x120x5	☑					☑
Joint-4	4-Fundament	Zawias	1-ALU 40x40x3	☑					☑
Joint-5	2-ALU 120x120x5	Zawias	3-Tisch	☑					☑
Joint-6	3-Tisch	Zawias	1-ALU 40x40x3	☑					☑
Joint-7	6-Zylinderoberteil	Zawias	2-ALU 120x120x5	☑					☑
Joint-8	5-Zylinderunterteil	Napęd liniowy	6-Zylinderoberteil	☑					☑

Znaczenie poszczególnych kolumn:

- **Nazwa** – nasza własna nazwa połączenia;
- **Grp. 1** – numer grupy elementu nadrzędnego;
- **Połączenie** – rodzaj połączenia lub napędu;
- **Grp. 2** – numer grupy elementu podrzędnego;
- **A1, A2, A3** – osie obrotu lub kierunek posuwu, ilość zależna od rodzaju połączenia/napędu;

- pkt – punkt kontrolny lub punkt obrotu, rodzaj zależny od rodzaju połączenia;
- ON – włączenie zdefiniowanego połączenia/napędu do symulacji

- 5)  **Nowy wiersz** – wstawienie nowego wiersza na końcu listy.
- 6)  **Opcje** – opcje symulacji – ustawianie rozdzielczości symulacji w milisekundach. Domyślną wartością jest 20 msek., czyli generowane jest 50 położeń elementów na sekundę.
- 7)  **Zapis** – zapisanie zdefiniowanych wariantów do pliku z rysunkiem.
- 8)  **Zapis symulacji** – zapisanie symulacji do zewnętrznego pliku o rozszerzeniu „*.mkin”.
 Tak zapisaną symulację można odtworzyć za pomocą programu „MegaCAD Kinematics Viewer”. Po wybraniu klawisza otworzy się okienko, w którym definiujemy czas trwania symulacji. Czas ten nie jest związany z parametrami ruchu mechanizmu. Czas pracy napędu możemy określić na np. 20 s, a czas trwania symulacji na 40 s. Podczas oglądania symulacji w przeglądarce zostaną wyświetlone dwa pełne ruchy mechanizmu. Dodatkowo można włączyć sprawdzanie kolizji.
 Po wybraniu polecenia otworzy się okienko (rys. poniżej), w którym nadajemy nazwę i wskazujemy położenie pliku z zapisaną symulacją oraz definiujemy w sekundach start i koniec symulacji.



Zapisanie badanego ruchu kinematyki

Zapis jako

.\\prt\\KINEMATIK\\Parallelogramm ereignisgesteuert (90Grad)-20.mkin

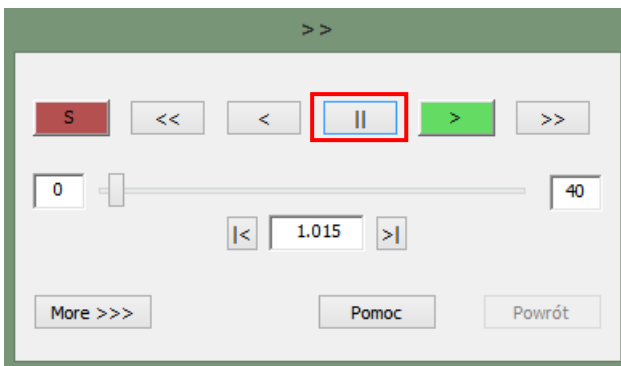
Czas sek ☐ sprawdzenie kolizji

Czas trwania sek

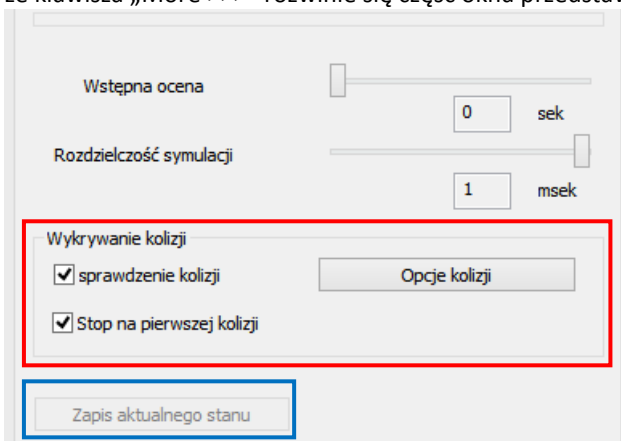
9)

Start...

Start symulacji – start symulacji w programie głównym. Po wybraniu klawisza otworzy się okienko przedstawione poniżej. W okienku znajdują się klawisze sterujące wyświetlaniem oraz pole z aktualnym czasem od startu symulacji. Klawisz „More >>>” służy do rozwinięcia okna.



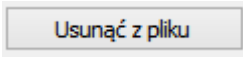
Po wyborze klawisza „More >>>” rozwine się część okna przedstawiona poniżej.



Najważniejsze opcje:

- grupa opcji do wykrywania kolizji (w czerwonym prostokącie powyżej) – opis w punkcie dotyczącym kolizji.
- Zapis aktualnego stanu – klawisz do zapisu aktualnego stanu w przypadku włączenia pauzy z klawiszy sterujących. Po jego wybraniu program otworzy okno menadżera plików, w którym nadajemy nazwę i wskazujemy położenie pliku w formacie „*.prt” z zapisanym układem mechanizmu

10)



Usunąć z pliku – usunięcie z pliku rysunku „*.prt” wszystkich definicji kinematycznych. Po wybraniu wyświetli się informacja z ostrzeżeniem informującym, że polecenia nie da się cofnąć.

3. Tworzenie połączeń.

3.1. Podstawowe zasady

Najważniejsza jest zasada grupowania elementów znana tzn. elementy, które mają wzajemnie się poruszać muszą znajdować się na innych grupach (atrybut „Grupa” w MegaCADzie). Elementy znajdujące się w tej samej grupie będą się poruszać jednocześnie. Inaczej mówiąc połączenia definiujemy pomiędzy elementami, które przynależą do innych grup MegaCADa.

Połączenie pomiędzy dwoma elementami definiujemy przez:

- w menu głównym wybieramy klawisz **„Nowy wiersz”**. Uzyskamy w liście połączeń nowy wpis.
- w kolumnie nazwa pojawia się wpis **„Joint-1”** – nazwę można zmienić przez **2xL** na wpisie i wprowadzeniu własnej nazwy. Zatwierdzamy klawiszem Enter.
- następnie w kolumnie **„Grp. 1”** klikamy **2xL** na zielonym polu i wybieramy na rysunku element nadrzędny.
- następnie w kolumnie **„Połączenie”** wybieramy typ połączenia (rodzaje połączeń są opisane dalej).
- następnie w kolumnie **„Grp. 2”** klikamy **2xL** na czerwonym polu i wybieramy na rysunku element podrzędny.
- pozostałe kolumny definiują osie i odległości. W zależności od wybranego typu połączenia dostępne są różne parametry. Zdefiniowanie – **2xL** i przechodzimy do wskazania na rysunku wybranej osi lub punktu.

3.2. Wymagane elementy połączeń.

Proste połączenia nie wymagają umocowania elementu podrzędnego. Są to połączenia typu zawias, suwak, przegub, tłok i kula bez rotacji.

Pozostałe połączenia w przypadku gdy element podrzędny nie jest umocowany dalej wymagają jego umocowania.

Dalej przy opisie każdego typu połączenia będzie opisane mocowanie jeżeli go wymaga.

4. Rodzaje połączeń bez napędu.

W kinematyce do dyspozycji mamy wiele rodzajów połączeń bez napędu. Poniżej znajdują się opisy poszczególnych połączeń bez napędu. Do większości z nich załączone są przykłady (których opis znajduje się w pkt. 7. za rozdziałami o napędach), które można wczytać z dysku i przetestować. W przykładach oprócz zdefiniowanego połączenia są zdefiniowane napędy opisane w pkt. 5.

4.1. Połączenie „Statyczne”

Połączenie to stosujemy do określenia elementu nieruchomego. Pomiędzy elementem statycznym a następnym elementem definiujemy zwykle napęd. Połączenie „statyczne” nie posiada parametrów ruchu ani możliwości definiowania zdarzeń. Nie posiada również elementu podrzędnego.

Definiowanie:

- wstawiamy nowy wiersz;
- nadajemy nazwę – **2xL** w kolumnie „Nazwa” (domyślnie po wstawieniu wiersza program wpisze „Join-1”) – poniżej „Podstawa”;
- po nadaniu nazwy klikamy **2xL** w kolumnie „Grp. 1” i wskazujemy na rysunku element statyczny;
- w kolumnie „Połączenie” wybieramy z listy „Statyczne”.

Poniżej sposób definicji połączenia:

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
Podstawa	1-Elem. statyczny	statyczny							<input checked="" type="checkbox"/>

4.2. Połączenie „Zawias”

Połączenie to stosujemy, jeżeli jeden obiekt względem drugiego obraca się względem jednej osi. Ten rodzaj połączenia ma jeden stopień swobody: kąt między bryłami.

Parametr ruchu: oś obrotu – pole „A1”. Przejście do wskazania osi – **2xL**.

Można definiować zdarzenia.

Mocowanie: brak konieczności.

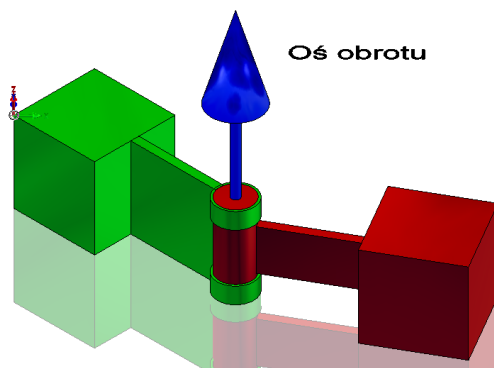
Definiowanie:

- wstawiamy nowy wiersz;
- nadajemy nazwę – **2xL** w kolumnie „Nazwa” (domyślnie po wstawieniu wiersza program wpisze „Join-1”) – poniżej „Zawias”;

- po nadaniu nazwy klikamy **2xL** w kolumnie „**Grp. 1**” i wskazujemy na rysunku element nadrzędny;
- następnie klikamy **2xL** w kolumnie „**Grp. 2**” i wskazujemy na rysunku element podrzędny;
- w kolumnie „**Połączenie**” wybieramy z listy „**Zawias**”;
- w kolumnie „**A1**” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać oś obrotu (czerwony kierunek na rys. poniżej).

Poniżej przykład definicji połączenia. Na rysunku nadrzędnym elementem jest element zielony.

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
Zawias	2	Zawias	3	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>



4.3. Połączenie „Suwak”

Połączenie to stosujemy, jeżeli jeden obiekt względem drugiego przesuwa się względem jednej osi. Ten rodzaj połączenia ma jeden stopień swobody: posuw między bryłami.

Parametr ruchu: kierunek posuwu – pole „**A1**”. Przejście do wskazania – **2xL**.

Można definiować zdarzenia.

Mocowanie: brak konieczności.

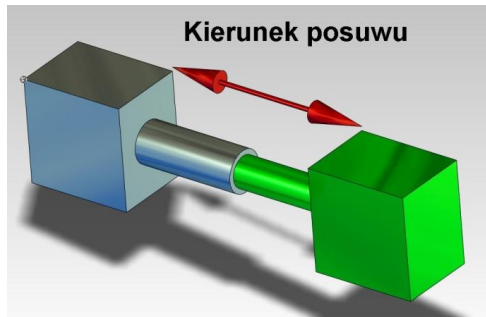
Definiowanie:

- wstawiamy nowy wiersz;
- nadajemy nazwę – **2xL** w kolumnie „**Nazwa**” (domyślnie po wstawieniu wiersza program wpisze „Join-1”) – poniżej „**Połączenie suwak**”;
- po nadaniu nazwy klikamy **2xL** w kolumnie „**Grp. 1**” i wskazujemy na rysunku element nadrzędny;
- następnie klikamy **2xL** w kolumnie „**Grp. 2**” i wskazujemy na rysunku element podrzędny;

- w kolumnie „**Połączenie**” wybieramy z listy „**Suwak**”;
- w kolumnie „**A1**” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać kierunek posuwu (czerwony kierunek na rys. poniżej).

Poniżej sposób definicji połączenia. Na rysunku nadrzędnym elementem jest element szary.

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
Połączenie suwak	2	Suwak	3	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>



4.4. Połączenie „Przegub uniw.”

Połączenie to stosujemy, jeżeli jeden obiekt względem drugiego jest pod kątem i obiekty się obracają. Ten rodzaj połączenia ma dwa stopnie swobody: obrót między bryłami.

Parametr ruchu: dwie wzajemnie prostopadłe osie przecinające się w przegubie i punkt najczęściej w przecięciu osi.

Można definiować zdarzenia.

Mocowanie: element podrzędny musi być umocowany przez zawias lub kulę bez rotacji.

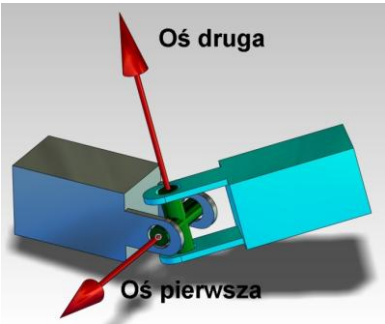
Definiowanie:

- wstawiamy nowy wiersz;
- nadajemy nazwę – **2xL** w kolumnie „**Nazwa**” (domyślnie po wstawieniu wiersza program wpisze „Join-1”) – poniżej „**Poł. naped-walec**”;
- po nadaniu nazwy klikamy **2xL** w kolumnie „**Grp. 1**” i wskazujemy na rysunku element nadrzędny;
- następnie klikamy **2xL** w kolumnie „**Grp. 2**” i wskazujemy na rysunku element podrzędny;
- w kolumnie „**Połączenie**” wybieramy z listy „**Przegub uniw.**”;
- w kolumnie „**A1**” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać pierwszą oś (czerwony kierunek na rys. poniżej);

- w kolumnie „A2” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać pierwszą oś (drugi czerwony kierunek na rys. poniżej);
- w kolumnie „z” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać punkt kontrolny (najczęściej punkt przecięcia osi).

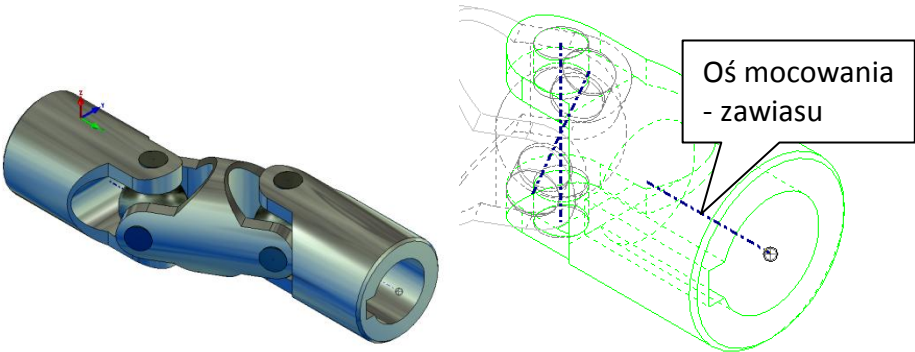
Poniżej w drugiej linii przykład definicji połączenia. Na rysunku nadrzędnym elementem jest element szary.

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
naped	10-BG10	Napęd kątowy		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Poř. naped - walec	10-BG10	Przegub uniř.	13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Joint-3	13	Przegub uniř.	14	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>



Mocowanie:

Poniżej z lewej strony przykład połączenia. Napędzany jest pierwszy z lewej element.



4.5. Pořczenie „Przegub”

Pořczenie to stosujemy, jeřeli jeden obiekt wzgřdem drugiego dowolnie się obraca. Obrót następuje wzgřdem zdefiniowanego punktu obrotu.

Parametr ruchu: punkt obrotu.

Można definiować zdarzenia.

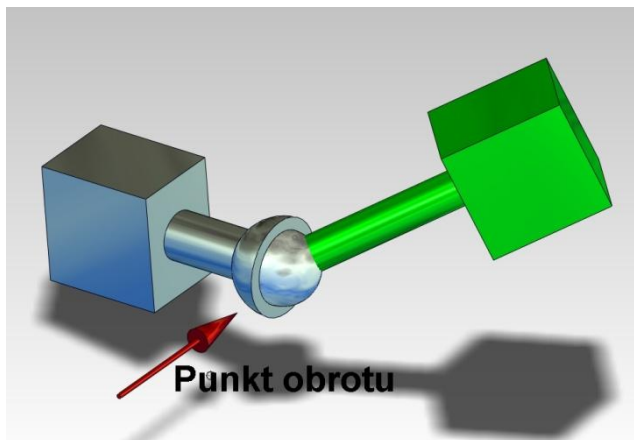
Mocowanie: brak konieczności.

Definiowanie:

- wstawiamy nowy wiersz;
- nadajemy nazwę – **2xL** w kolumnie „Nazwa” (domyślnie po wstawieniu wiersza program wpisze „Join-1”) – poniżej „**Poł. przegub**”;
- po nadaniu nazwy klikamy **2xL** w kolumnie „Grp. 1” i wskazujemy na rysunku element nadrzędny;
- następnie klikamy **2xL** w kolumnie „Grp. 2” i wskazujemy na rysunku element podrzędny;
- w kolumnie „**Połączenie**” wybieramy z listy „**Przegub**”;
- w kolumnie „**z**” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać punkt obrotu.

Poniżej w trzeciej linii przykład definicji połączenia. Na rysunku nadrzędnym elementem jest element szary.

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
naped	10-BG10	Napęd kątowy ▾		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Poł. naped - wałek	10-BG10	Przegub uniw. ▾	13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Poł. przegub	13	Przegub ▾					<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>



4.6. Połączenie „Tłok”

Połączenie to stosujemy, jeżeli jeden obiekt względem drugiego przesuwa się względem jednej osi. Ten rodzaj połączenia ma jeden stopień swobody: posuw między bryłami. Dodatkowo można wprowadzić parametry tarcia. Połączenie jest podobne do połączenia „Suwak”.

Parametr ruchu: kierunek posuwu – pole „A1”. Przejście do wskazania – 2xL.

Można definiować zdarzenia.

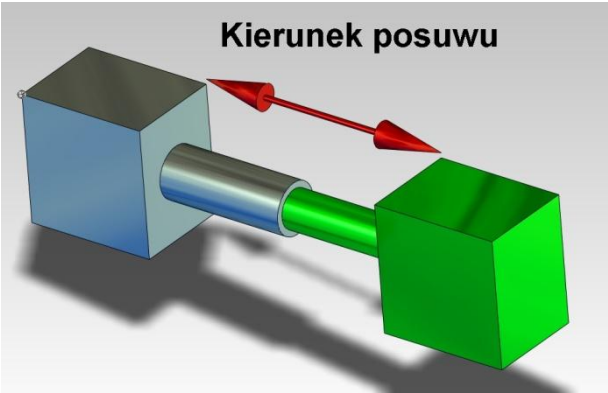
Mocowanie: brak konieczności.

Definiowanie:

- wstawiamy nowy wiersz;
- nadajemy nazwę – 2xL w kolumnie „Nazwa” (domyślnie po wstawieniu wiersza program wpisze „Join-1”) – poniżej „Joint-2”;
- po nadaniu nazwy klikamy 2xL w kolumnie „Grp. 1” i wskazujemy na rysunku element nadrzędny;
- następnie klikamy 2xL w kolumnie „Grp. 2” i wskazujemy na rysunku element podrzędny;
- w kolumnie „Połączenie” wybieramy z listy „Tłok”;
- w kolumnie „A1” klikamy 2xL i przechodzimy na rysunek, aby wskazać kierunek posuwu (czerwony kierunek na rys. poniżej).

Poniżej w drugiej linii sposób definicji połączenia. Na rysunku nadrzędnym elementem jest element szary.

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
Joint-1	1-BASIS	statyczny							<input checked="" type="checkbox"/>
Joint-2	1-BASIS	Tłok	2-SCHRAUBE	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Joint-3	1-BASIS	Współbieżny	3-SCHRAUBE	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>



4.7. Połączenie „Kula bez rotacji”

Połączenie w formie przegubu bez możliwości obrotu. Jeżeli łączymy dwa obiekty prętem, na którego końcach znajdują się przeguby, to może zdarzyć się, że pręt zacznie się obracać coraz szybciej. W celu uniknięcia przyspieszenia obrotu w jednym z końców pręta definiujemy przegub bez obrotu (TYLKO w jednym końcu).

Obrót następuje względem zdefiniowanego punktu obrotu.

Parametr ruchu: punkt obrotu.

Można definiować zdarzenia.

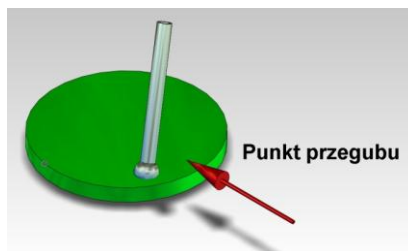
Mocowanie: brak konieczności.

Definiowanie:

- wstawiamy nowy wiersz;
- nadajemy nazwę – **2xL** w kolumnie „**Nazwa**” (domyślnie po wstawieniu wiersza program wpisze „Join-1”) – poniżej „**Poł. przegub**”;
- po nadaniu nazwy klikamy **2xL** w kolumnie „**Grp. 1**” i wskazujemy na rysunku element nadrzędny;
- następnie klikamy **2xL** w kolumnie „**Grp. 2**” i wskazujemy na rysunku element podrzędny;
- w kolumnie „**Połączenie**” wybieramy z listy „**Kula bez rotacji**”;
- w kolumnie „**z**” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać punkt przegubu.

Poniżej sposób definicji połączenia:

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
naped	10-BG10	Napęd kątowy ▾		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Poł. naped - walec	10-BG10	Przegub uniw. ▾	13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Poł. przegub	13	Kula bez rotacji ▾	14				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>



4.8. Połączenie „Połączenie równoległe”

Połączenie to stosujemy, jeżeli jeden obiekt jest napędzany, natomiast drugi nie jest napędzany, a pod wpływem napędu pierwszego obiektu ma również się poruszać.

Parametry ruchu obiektu podrzędnego są takie same jak obiektu nadrzędnego.

Parametr ruchu: oś połączenia i dwa punkty.

Można definiować zdarzenia.

Mocowanie: element podrzędny musi być umocowany przez zawias przy ruchu obrotowym lub przez suwak przy ruchu liniowym.

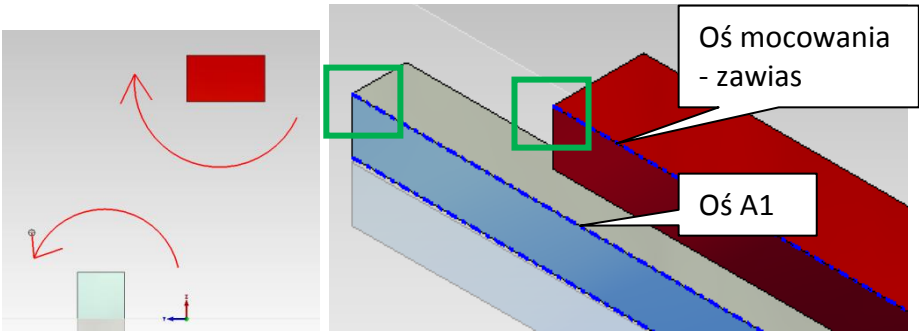
Definiowanie:

- wstawiamy nowy wiersz;
- nadajemy nazwę – **2xL** w kolumnie „Nazwa” (domyślnie po wstawieniu wiersza program wpisze „Join-1”) – poniżej „**Połączenie 6**”;
- po nadaniu nazwy klikamy **2xL** w kolumnie „Grp. 1” i wskazujemy na rysunku element nadrzędny;
- następnie klikamy **2xL** w kolumnie „Grp. 2” i wskazujemy na rysunku element podrzędny;
- w kolumnie „**Połączenie**” wybieramy z listy „**Połączenie równoległe**”;
- w kolumnie „**A1**” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać pierwszą oś (zaznaczona na rysunku dalej);
- w kolumnie „**z**” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać pierwszy punkt. Najczęściej jest to początek osi – dalej w zielonym prostokącie na elemencie szarym.
- w kolumnie „**z2**” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać pierwszy punkt. Najczęściej jest to początek osi – dalej w zielonym prostokącie na elemencie czerwonym.

Połączenie z elementem obracającym się.

Poniżej w trzeciej linii sposób definicji połączenia. Dalej na rysunku element szary jest napędzany silnikiem kątowym. Element czerwony jest podrzędny i jego ruch jest drugim kierunku. Na rysunku zaznaczona została oś połączenia. Dodatkowo zaznaczone zostały punkty „z” i „z2”.

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
Joint-1	1	statyczny							<input checked="" type="checkbox"/>
Naped drugi	1	Napęd kątowy	7	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Poř. równoległa	7	Przekładnia równoległa	0	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
mocowanie	0	Zawias		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>



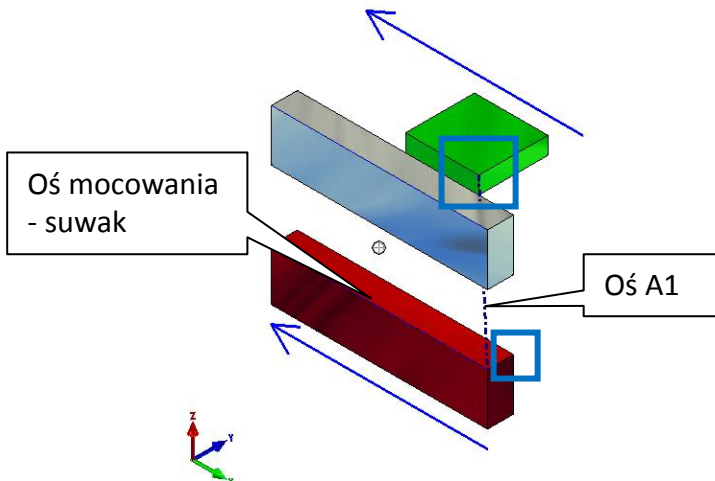
Uwagi: oś połączenia musi być równoległa do osi obrotu (silnik kątowy) elementu nadrzędnego.

Połączenie z elementem przesuającym się.

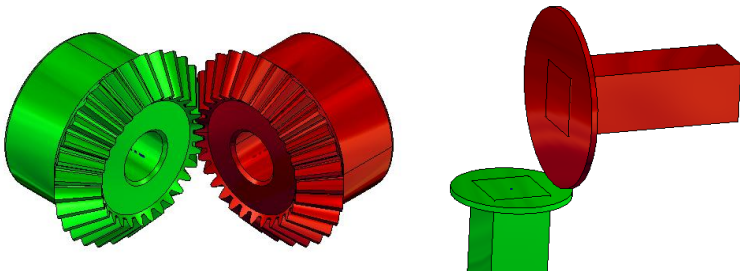
Poniżej w trzeciej linii sposób definicji połączenia. Dalej na rysunku element szary jest elementem statycznym. Element zielony jest napędzany silnikiem liniowym. Element czerwony jest podrzędny i jego ruch odbywa się w tym samym kierunku.

Uwagi punkty kontrolne nie mogą znajdować się na osi połączenia.

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
Joint-1	1	statyczny							<input checked="" type="checkbox"/>
Naped drugi	1	Napęd liniowy	7	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Poł. równoległa	7	Przekładnia równi	0	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
mocowanie	0	Suwak		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>

**4.9. Połączenie „Przekładnia kąтова”**

Połączenie dwóch elementów za pomocą przekładni kątowej (cierna/zębata) – np. jak poniżej. Przy tym połączeniu jest kierunek obrotu elementu podrzędnego jest odwrotny.



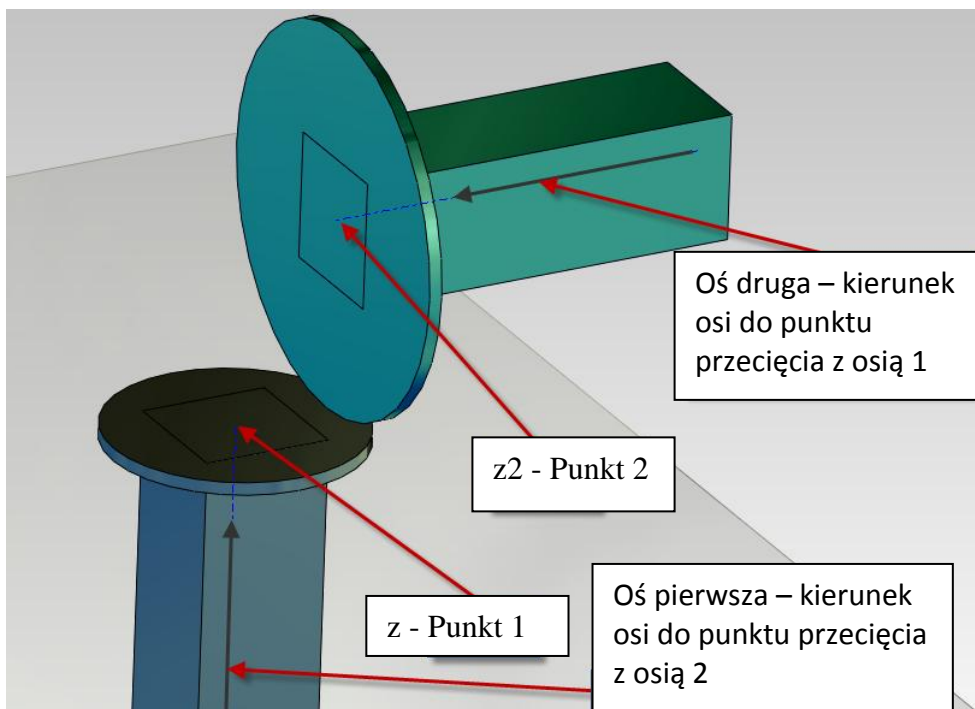
Parametr ruchu: dwie osie połączenia i dwa punkty.

Można definiować zdarzenia.

Mocowanie: element podrzędny musi być umocowany przez zawias.

Definiowanie:

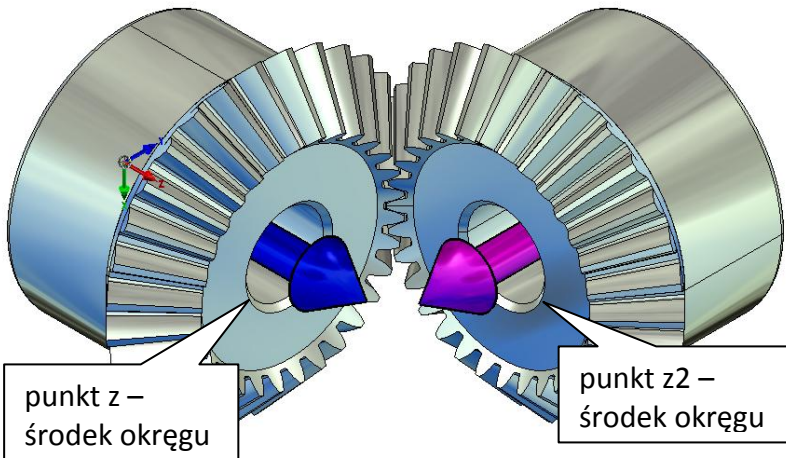
- wstawiamy nowy wiersz;
- nadajemy nazwę – **2xL** w kolumnie „**Nazwa**” (domyślnie po wstawieniu wiersza program wpisze „Join-1”) – poniżej „**Poł. Przekładnia**”;
- po nadaniu nazwy klikamy **2xL** w kolumnie „**Grp. 1**” i wskazujemy na rysunku element nadrzędny;
- następnie klikamy **2xL** w kolumnie „**Grp. 2**” i wskazujemy na rysunku element podrzędny;
- w kolumnie „**Połączenie**” wybieramy z listy „**Przekładnia kątowna**”;
- w kolumnie „**A1**” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać oś przekładni (niebieski kierunek na rys. poniżej);
- w kolumnie „**z**” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać punkt na kole napędowym (w lewym czarnym prostokącie na rys. poniżej);
- w kolumnie „**z2**” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać punkt na kole napędzanym (w prawym czarnym prostokącie na rys. poniżej);



Poniżej w trzeciej linii sposób definicji połączenia. Dalej na rysunku element zielony jest napędzany silnikiem kątowym. Element czerwony jest podrzędny powiązany z zielonym przekładnią kątową. Na rysunku zaznaczona zostały osie połączenia - na niebiesko oś A1 na elemencie napędowym oraz na różowo oś A2 na elemencie napędzanym. Dodatkowo zaznaczone zostały punkty „z” i „z2”.

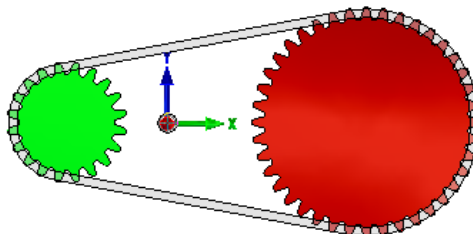
Mocowanie – zawias – pokrywa się z osią drugą – na rys. poniżej os fioletowa.

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
napęd	2-koło 1 napędowe	Napęd kątowy		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
mocowanie	0-koło 2 napędzane	Zawias		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Poł. przekładnia	2-koło 1 napędowe	Przekładnia kątów	0-koło 2 napędzane	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



4.10. Połączenie „Przekładnia łańcuchowa”

Połączenie dwóch elementów za pomocą przekładni łańcuchowej/pasowej – np. jak poniżej. Przy tym połączeniu jest zachowany kierunek obrotu.



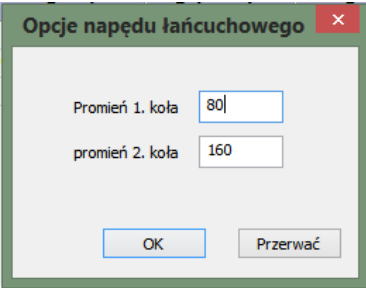
Parametr ruchu: oś połączenia i dwa punkty.

Można definiować zdarzenia.

Mocowanie: element podrzędny musi być umocowany przez zawias.

Definiowanie:

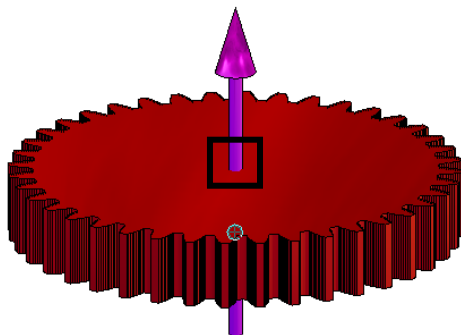
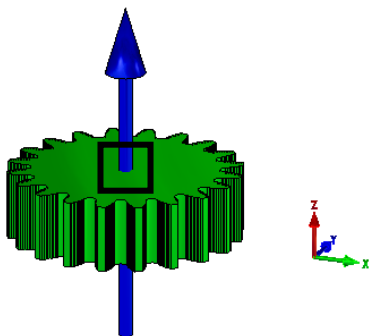
- wstawiamy nowy wiersz;
- nadajemy nazwę – **2xL** w kolumnie „**Nazwa**” (domyślnie po wstawieniu wiersza program wpisze „Join-1”) – poniżej „**PoŁ. Przekładnia**”;
- po nadaniu nazwy klikamy **2xL** w kolumnie „**Grp. 1**” i wskazujemy na rysunku element nadrzędny;
- następnie klikamy **2xL** w kolumnie „**Grp. 2**” i wskazujemy na rysunku element podrzędny;
- w kolumnie „**Połączenie**” wybieramy z listy „**Przekładnia łańcuchowa**”;
- w kolumnie „**A1**” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać oś przekładni (niebieski kierunek na rys. poniżej);
- w kolumnie „**z**” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać punkt na kole napędowym (w lewym czarnym prostokącie na rys. poniżej);
- w kolumnie „**z2**” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać punkt na kole napędzanym (w prawym czarnym prostokącie na rys. poniżej);
- pozostaje ustalić parametr przełożenia. Klikamy „**P**” na nazwie połączenia „ Przekładnia łańcuchowa”. Z menu podręcznego wybieramy „Ustawić opcje transmisji” – „**L**”. Następnie w oknie dialogowym wprowadzamy promienie kół.



Poniżej w trzeciej linii sposób definicji połączenia. Dalej na rysunku element zielony jest napędzany silnikiem kątowym. Element czerwony jest podrzędny powiązany z zielonym przekładnią łańcuchową/pasową. Na rysunku zaznaczona została na niebiesko oś połączenia. Dodatkowo zaznaczone zostały punkty „z” i „z2” (będące w jednej płaszczyźnie).

Mocowanie przez połączenie zawias. Na rysunku dalej kierunek osi zawiasu została pokazana na fioletowo.

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
Statyczne	1-Koło 1 z napędem	Napęd kątowy		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Zamocowanie 2 koła	0-Koło 2 napędzane	Zawias		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
PoŁ. Przekładnia	1-Koło 1 z napędem	Przekładnia łańcu	0-Koło 2 napędzane	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



5. Rodzaje połączeń z napędem.

W kinematyce do dyspozycji mamy dwa rodzaje połączeń z napędem.

5.1. Napęd kątowy

Połączenie umożliwia zdefiniowanie napędu kątowego, czyli obrotu elementu względem drugiego elementu.

Połączenie jest w sposobie definicji podobne do połączenia typu „zawias”, z tą różnicą, że po zdefiniowaniu parametrów napędu wymusza ruch elementu podrzędnego.

Parametr ruchu: oś obrotu.

Można definiować zdarzenia.

Mocowanie: nie wymaga, natomiast z reguły powinien występować element statyczny. Jeżeli go nie ma to element z napędem jest traktowany również jako statyczny. Jednak w szczególnych przypadkach może wystąpić zjawisko ruchu dwóch elementów nadrzędnego i podrzędnego.

Definiowanie:

- wstawiamy nowy wiersz;
- nadajemy nazwę – **2xL** w kolumnie „**Nazwa**” (domyślnie po wstawieniu wiersza program wpisze „Join-1”) – poniżej „**Napęd pierwszy**”;
- po nadaniu nazwy klikamy **2xL** w kolumnie „**Grp. 1**” i wskazujemy na rysunku element nadrzędny – zwykle nieruchomy i zdefiniowany, jako statyczny;
- następnie klikamy **2xL** w kolumnie „**Grp. 2**” i wskazujemy na rysunku element podrzędny, który ma się obracać względem pierwszego;
- w kolumnie „**Połączenie**” wybieramy z listy „**Napęd kątowy**”;
- w kolumnie „**A1**” klikamy **2xL** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać oś obrotu.

Poniżej sposób definicji połączenia:

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
Napęd pierwszy	0	Napęd kątowy	1	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>

Uwaga: jeżeli element nadrzędny nie będzie elementem „Statycznym” to po zdefiniowaniu napędu elementy nadrzędny i podrzędny będą się razem obracać względem osi. Natomiast, jeżeli element nadrzędny będzie zdefiniowany, jako statyczny to będzie on nieruchomy i tylko element podrzędny będzie obracać się względem niego dookoła zdefiniowanej osi.

Definiowanie napędu: dalej w pkt. 6.2.

5.2. Napęd liniowy

Połączenie umożliwia zdefiniowanie napędu liniowego, czyli posuwu elementu względem drugiego elementu. Połączenie jest w sposobie definicji podobne do połączenia typu „suwak”, z tą różnicą, że po zdefiniowaniu parametrów napędu wymusza ruch elementu podrzędnego.

Parametr ruchu: kierunek posuwu.

Można definiować zdarzenia.

Mocowanie: nie wymaga, natomiast z reguły powinien występować element statyczny. Jeżeli go nie ma to element z napędem jest traktowany również jako statyczny. Jednak w szczególnych przypadkach może wystąpić zjawisko ruchu dwóch elementów nadrzędnego i podrzędnego.

Definiowanie:

- wstawiamy nowy wiersz;
- nadajemy nazwę – **2×L** w kolumnie „Nazwa” (domyślnie po wstawieniu wiersza program wpisze „Join-1”) – poniżej „**Napęd drugi**”;
- po nadaniu nazwy klikamy **2×L** w kolumnie „**Grp. 1**” i wskazujemy na rysunku element nadrzędny – zwykle nieruchomy i zdefiniowany, jako statyczny;
- następnie klikamy **2×L** w kolumnie „**Grp. 2**” i wskazujemy na rysunku element podrzędny, który ma się obracać względem pierwszego;
- w kolumnie „**Połączenie**” wybieramy z listy „**Napęd liniowy**”;
- w kolumnie „**A1**” klikamy **2×L** i przechodzimy na rysunek, aby wskazać kierunek posuwu.

Poniżej sposób definicji połączenia:

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
Napęd pierwszy	0	Napęd kątowy	1	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Napęd drugi	1	Napęd liniowy	7	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>

Uwaga: jeżeli element nadrzędny nie będzie elementem „Stycznym” to po zdefiniowaniu napędu elementy nadrzędny i podrzędny będą się razem obracać względem osi. Natomiast, jeżeli element nadrzędny będzie zdefiniowany, jako statyczny to będzie on nieruchomy i tylko element podrzędny będzie obracać się względem niego dookoła zdefiniowanej osi.

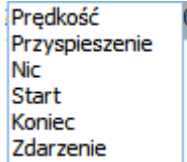
Definiowanie napędu: dalej w pkt. 6.3.

6. Definiowanie napędu

6.1. Fazy sterowania silnikiem

Sterowanie silnikiem jest podzielone na etapy, które determinują prędkości, przyspieszenia silnika oraz inne parametry pracy. Rodzaj parametrów, które są bezpośrednio związane z ruchem:

- **przyspieszenie** jest określone w mm/s^2 (silniki liniowe) lub stopni/s^2 (silniki kątowe). Może przyjmować wartości ujemne – ruch w przeciwnym kierunku;
- **prędkość** jest określona w mm/s (silniki liniowe) lub stopni/s (silniki kątowe). Może przyjmować wartości ujemne – ruch w przeciwnym kierunku



Pozostałe parametry:

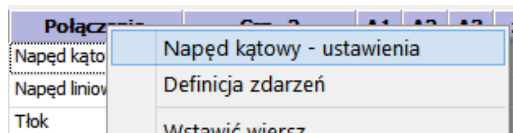
- **Nic** – faza może być typu "Nic", co oznacza, że jeżeli znajduje się w pętli przedłużenie np. poprzednio wykonywanego ruchu lub przedłużenie oczekiwania na akcję. Może służyć, jako parametr opóźniający start lub zakończenie pracy silnika;
- **Start pętli** – start pętli oznacza początek sekwencji ruchów, które po zakończeniu pętli są powtarzane. W tym parametrze dane z pozostałych kolumn nie mają znaczenia i są ignorowane (rys. poniżej).

Stan końcowy	Wartość końcowa	Faza	Wartość	do
Czas trwania		Start	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Czas trwania	10	Koniec	100	<input checked="" type="checkbox"/>

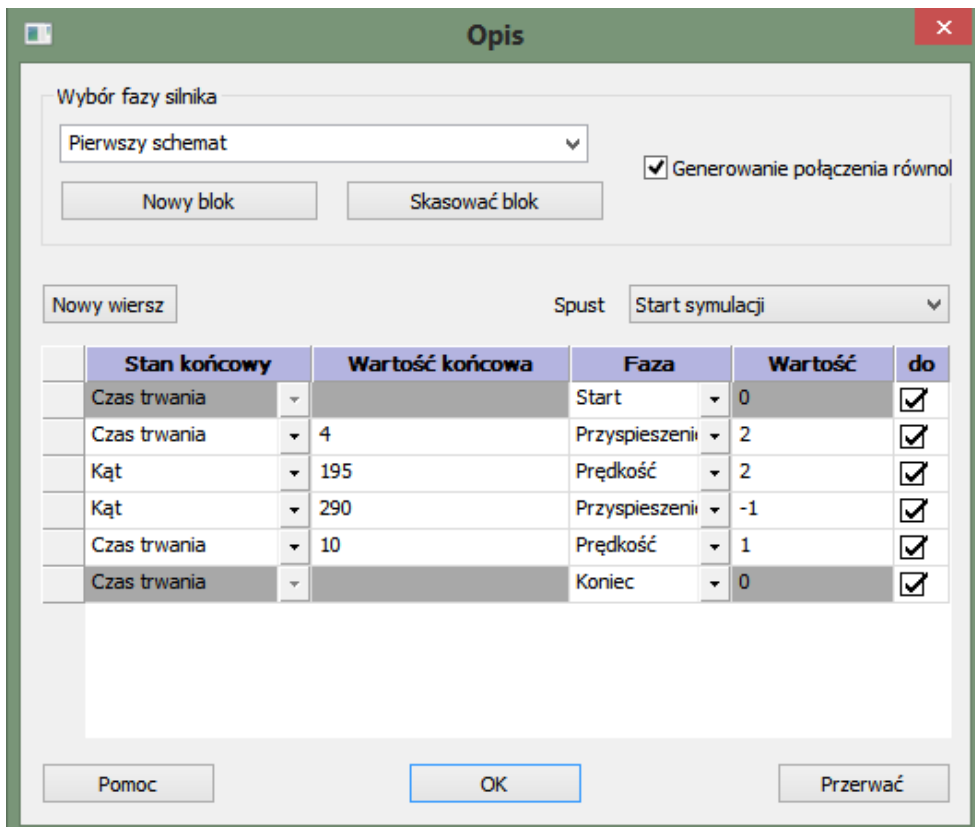
- **Koniec pętli** – koniec pętli sekwencji ruchów wykonywanych cyklicznie. Po zakończeniu automatycznie przeskakuje na początek pętli. W tym parametrze dane z pozostałych kolumn nie mają znaczenia i są ignorowane (rys. powyżej).
- **Zdarzenie** – uruchomienie określonego zdarzenia. Definiowanie zdarzeń i ich wykorzystanie – rozdział „Zdarzenia”.

6.2. Napęd kątowy

Po zdefiniowaniu połączenia z napędem kątowym (opis w pkt. 5.1.) przechodzimy do definiowania parametrów samego napędu. W głównym oknie dialogowym klikamy prawym klawiszem na wiersz zawierający połączenie z napędem. Wyświetli się menu kontekstowe, w którym wybierając pierwszy wpis „Napęd kątowy – ustawienia” (rys. obok) przejdziemy do definiowania parametrów.



Otworzy się poniższe okno dialogowe, w którym:



	Stan końcowy	Wartość końcowa	Faza	Wartość	do
	Czas trwania		Start	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	4	Przyspieszenie	2	<input checked="" type="checkbox"/>
	Kąt	195	Prędkość	2	<input checked="" type="checkbox"/>
	Kąt	290	Przyspieszenie	-1	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	10	Prędkość	1	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania		Koniec	0	<input checked="" type="checkbox"/>

1) Grupy parametrów pracy silnika:

- pole zawierające „**Pierwszy schemat**” – nazwa aktualnie wczytanego schematu parametrów dla danego silnika. Schematów pracy dla danego silnika można stworzyć wiele. W tym polu jednocześnie nadajemy nazwę.
- **Nowy blok** – zdefiniowanie nowego schematu;
- **Skasować blok** – skasowanie schematu z listy;

2) Generowanie połączenia równo – tworzenie połączenia równoległego czyli w przypadku napędu kątownego oprócz samego silnika należy zdefiniować oś obrotu, która w definicji połączenia wskazujemy. Dodatkowo należy również zamocować sam silnik. Jeżeli pole jest zaznaczone to automatycznie definiowane wraz z napędem jest połączenie typu „zawias” i nie występuje ono na liście połączeń.

- 3) **Spust – Start symulacji** – start pracy silnika. Do dyspozycji mamy start pracy przy starcie symulacji oraz w przypadku zdefiniowanych zdarzeń silnik może być uruchomiany przez określone zdarzenie – szerszy opis w rozdziale 7. Zdarzenia.
- 4) **parametry pracy** – są to kolejne wiersze w których każdy zawiera jeden parametr pracy silnika wraz jego definicją. Poszczególne kolumny oznaczają:
- **Stan końcowy** – nazwa parametru pracy. Do dyspozycji mamy: „Czas trwania”, „Kąt” i „Zdarzenie”.
 - **Wartość końcowa** – wartość, jaką może przyjąć parametr w zależności od fazy ruchu silnika;
 - **Faza** – fazy ruchu silnika. Do dyspozycji mamy: „Prędkość”, „Przyspieszenie”, „Nic”, „Start pętli”, „Koniec pętli” i „Zdarzenie” (fazy zostały opisane w pkt. 6.1.).
 - **Wartość** – parametr wynikający z rodzaju fazy. Np. dla przyspieszenia będzie top jego wartość.
 - **do** – włączenie lub wyłączenie danego parametru pracy definiowanym schemacie pracy silnika.

Na rysunku wcześniej jest opisany ruch:

- pierwszy wiersz – start pętli;
- Czas trwania – czas trwania 4 sekundy przy przyspieszeniu 2 stopni/s^2 (silnik kątowy);
- Kąt – dojazd do kąta 195 stopni względem położenia początkowego startu symulacji z prędkością 2 stopni/s ;
- Kąt – dojazd do kąta 290 stopni przy przyspieszeniu -1 stopnia/s^2 (silnik kątowy);
- Czas trwania – ruch przez 10 sekund z prędkością 1 stopnia/s ;
- ostatni wiersz – koniec pętli.

Parametry ruchu dostępne w kolumnie „Parametr” oraz ich wartości (kolumna „Wartość parametru”):

- 1) **Czas trwania** – parametr określający w sekundach czas trwania ruchu. W kolumnie „Wartość parametru” wpisujemy czas w sekundach.
- 2) **Kąt** – kąt, do jakiego obróci się element. Położenie definiujemy w stosunku do położenia przed startem ruchu. W przypadku przedstawionym na wcześniejszym rysunku element wróci do położenia obróconego o 30 stopni w stosunku do położenia, jakie miał przed pierwszym wierszem, czyli przed startem pętli.

Uwaga: pomimo podania położenia początkowego należy również podać prędkość z odpowiednim znakiem – kierunek obrotu do zadanego położenia.

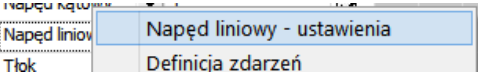
- 3) **Zdarzenie** – uruchomienie zdarzenia. W kolumnie „Wartość parametru” wybieramy zdarzenie wcześniej zdefiniowane.

Fazy ruchu dostępne w kolumnie „Faza” oraz ich wartości (kolumna „Wartość”) – pkt. 6.1..

6.3. Napęd liniowy

Po zdefiniowaniu połączenia z napędem liniowym (opis w pkt. 5.2.) przechodzimy do definiowania parametrów samego napędu. W głównym oknie dialogowym klikamy prawym klawiszem na wiersz zawierający połączenie z napędem. Wyświetli się menu kontekstowe, w którym wybierając pierwszy wpis „Napęd liniowy – ustawienia” (rys. obok) przejdziemy do definiowania parametrów napędu.

Otworzy się poniższe okno dialogowe, w którym:



Opis

Wybór fazy silnika

SubRoutine

Nowy blok Skasować blok

☒ Generowanie połączenia równoległego

Nowy wiersz Spust Start symulacji

	Stan końcowy	Wartość końcowa	Faza	Wartość	do
	Czas trwania	10	Start	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	2	Przyspieszenie	10	<input checked="" type="checkbox"/>
	Odległość	150	Prędkość	20	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	5	Prędkość	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	2	Prędkość	-10	<input checked="" type="checkbox"/>
	Odległość	0	Prędkość	-20	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	10	Koniec	0	<input checked="" type="checkbox"/>

Pomoc OK Przerwać

- 1) Grupy parametrów pracy silnika – jak w napędzie kątowym:
- 2) parametry pracy – jak w napędzie kątowym z tą różnicą, że zamiast parametru „Kąt” mamy do dyspozycji parametr „Odległość”.

Na rysunku wcześniej jest opisany ruch:

- pierwszy wiersz – start pętli;
- Czas trwania – ruch przez 2 sekundy z przyspieszeniem 10 mm/s^2 ;
- Odległość – przesunięcie na odległość 150 mm przy prędkości 20 mm/s (silnik liniowy);
- Czas trwania – ruch przez 5 sekund z prędkością 0, czyli postój przez 5 sekund;
- Czas trwania – ruch przez 2 sekundy z prędkością -10 mm/s – ruch w przeciwnym kierunku;
- Odległość – powrót (prędkość ujemna) do położenia 0 mm w stosunku do położenia początkowego.
- ostatni wiersz – koniec pętli i powrót do wiersza pierwszego.

Parametry ruchu dostępne w kolumnie „Parametr” oraz ich wartości (kolumna „Wartość parametru”) jak w przypadku napędu kąтового z tą różnicą, że zamiast kąta występuje parametr „Odległość”:

Odległość – odległość, do jakiej trwa ruch elementu. Położenie definiujemy w stosunku do położenia przed startem ruchu. W przypadku przedstawionym na wcześniejszym rysunku element w trzecim wierszu będzie się poruszał aż osiągnie odległość 150 mm od położenia początkowego.

Uwaga: pomimo podania położenia początkowego należy również podać prędkość z odpowiednim znakiem kierunku przesuwu do zadanego położenia.

Fazy ruchu dostępne w kolumnie „Faza” oraz ich wartości (kolumna „Wartość”) – pkt. 6.1..

7. Zdarzenia i fazy pracy silnika.

Zdarzenie jest to definicja wywołania akcji w określonym momencie. Najczęściej zdarzenia wykorzystujemy do uruchomienia innego silnika.

7.1. Definicja i parametry zdarzenia.

Definiowanie zdarzenia zawsze można wywołać klikając „P” na nazwie połączenia. Po kliknięciu otwiera się menu podręczne, z którego wybieramy polecenie „**Definicja zdarzeń**”. Dla jednego połączenia można zdefiniować wiele zdarzeń.

Po wyborze otworzy się poniższe okno (fragment):

Nazwa	Typ zdarzenia	Wartość	1	n	FG	RG	do
-------	---------------	---------	---	---	----	----	----

Następnie wybieramy klawisz „Nowy wiersz”.

Nazwa	Typ zdarzenia	Wartość	1	n	FG	RG	do
Napęd 1 obrót	Kąt	25	1	3	0,1	1	<input checked="" type="checkbox"/>

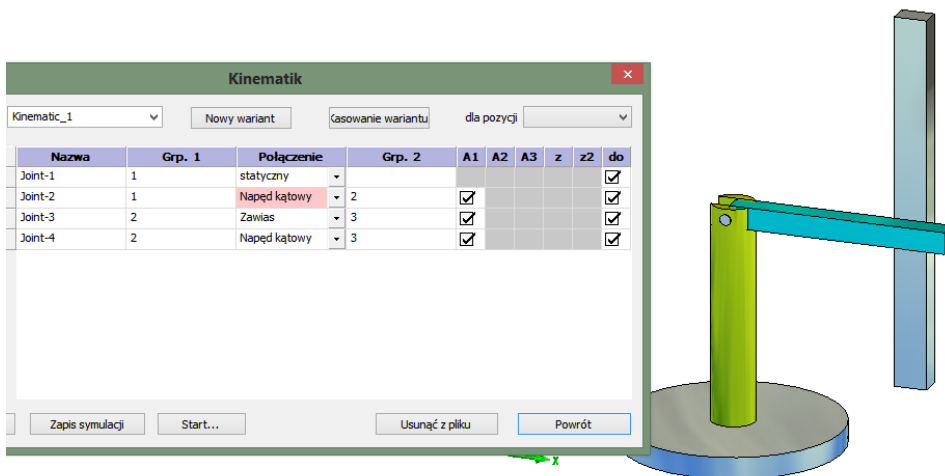
Poszczególne kolumny oznaczają:

- 1) **Nazwa** – nasza nazwa zdarzenia,
- 2) **Typ zdarzenia** – rodzaj zdarzenia. Powyżej wybrany został kąt, czyli zdarzenie zostanie wywołane w momencie osiągnięcia wprowadzonej wartości kąta między dwoma elementami lub kąta osiągniętego przez silnik.
Do dyspozycji mamy:
 - **żaden** – brak warunku do uruchomienia zdarzenia,
 - **kąt** – osiągnięcie określonego kąta,
 - **odległość** – osiągnięcie określonej odległości,
 - **przypisana odległość** – odległość osiągnięta od startu ruchu danego elementu.
- 3) **Wartość** – wartość określająca położenie w jakim zdarzenie jest uruchamiane,
- 4) **1** – kolumna w której wpisujemy przy którym razie osiągnięcia wartości ma nastąpić pierwszy start zdarzenia. Powyżej uruchomienia zdarzenia nastąpi przy pierwszym osiągnięciu kąta 25,
- 5) **n** – kolumna w której wprowadzamy wartość jak często zdarzenie ma być uruchamiane. Powyżej jest to co trzeci raz osiągnięcia wartości kąta 25,

- 6) **FG** – tolerancja w jakiej od wpisanej wartości ma być uruchamiane zdarzenie. Komputer zawsze liczy z pewną dokładnością i np. stan 25 stopni może nigdy nie zostać osiągnięty. Powyżej jest wpisana wartość 0,1 stopnia, czyli warunek jest spełniony w przedziale od 0 do 0,1 stopnia,
- 7) **RG** – tolerancja uśpienia zdarzenia. Może się zdarzyć, że po uruchomieniu zdarzenia dwa elementy na tyle mało się przesunęły/obróciły że warunek nadal jest spełniony przy wpisanej tolerancji. W powyższym przypadku wprowadzony jest 1 stopień. Oznacza to że program zaczyna ponownie czekać na spełnienie warunku po obrocie/przesunięciu elementów o wpisaną wartość.

7.2. Przykład wykorzystania zdarzeń.

Poniżej przykład włączenia drugiego silnika kąтового po osiągnięciu kąta 30 stopni przez pierwszy.



Poszczególne obiekty:

- elementy szare – obiekty statyczne,
- element żółty – napędzany silnikiem kątowym, start przeciwnie do wskazówek zegara,
- element niebieski – połączony z żółtym zawiasem i napędzany silnikiem kątowym, start zgodnie ze wskazówkami zegara.

Pierwszy napęd kątowy ma zdefiniowane zdarzenie – tło połączenia w kolorze różowym oznacza, że są zdefiniowane zdarzenia.

Ruch pierwszego silnika – rys. dalej:

- 1) 1 wiersz – start pętli,

- 2) drugi wiersz – obrót do kąta 90 stopni z szybkością 30 stopni/sek, czyli ruch trwa trzy sekundy,
- 3) trzeci wiersz – powrót na start (kąt 0 stopni) z prędkością -30 stopni/sek.
- 4) czwarty wiersz – koniec pętli.

Start ruchu pierwszego silnika zaczyna się na starcie symulacji – pole „Spust” – „Start symulacji”.

Spust

Start symulacji ▼

Stan końcowy		Wartość końcowa	Faza		Wartość	do
Czas trwania	▼	10	Start	▼	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Kąt	▼	90	Prędkość	▼	30	<input checked="" type="checkbox"/>
Kąt	▼	0	Prędkość	▼	-30	<input checked="" type="checkbox"/>
Czas trwania	▼	10	Koniec	▼	0	<input checked="" type="checkbox"/>

Pierwszy silnik ma mieć zdefiniowane zdarzenie. Definiowanie:

- 1) klikamy „P” na kolumnie połączenie na silniku w drugim wierszu i z menu podręcznego wybieramy „Definicja zdarzeń” – „L”;
- 2) otworzy się okno jak poniżej. Wybieramy klawisz „Nowy wiersz” – „L”;

Nowy wiersz

Nazwa	Typ zdarzenia	Wartość	1	n	FG	RG	do

- 3) definiujemy zdarzenie jak poniżej na rysunku:
 - nazwa zdarzenia „ZD_2”,
 - Typ zdarzenia – wybieramy „kąt”,
 - Wartość – wprowadzamy 30 stopni – silnik kątowy,
 - w kolumnie „1” wprowadzamy wartość „1” – start zdarzenia przy pierwszym spełnieniu warunku
 - w kolumnie „n” wprowadzamy wartość „2” – zdarzenie będzie uruchamiane przy co drugim jego spełnieniu przez układ,
 - wartość tolerancji „FG” i czasu uśpienia pozostawiamy domyślne.

Nowy wiersz

Nazwa	Typ zdarzenia	Wartość	1	n	FG	RG	do
ZD_2	Kąt ▼	30	1	2	0,1	1	<input checked="" type="checkbox"/>

- 4) zatwierdzamy wybierając w oknie „O.K.” – „L”.

Powyżej zdefiniowane zdarzenie będzie uruchamiane w momencie jak pierwszy silnik kątowy osiągnie położenie 30 stopni. Zdarzenia najczęściej wykorzystuje się do uruchomienia innych silników.

W naszym przykładzie na połączeniu elementu żółtego z niebieskim znajduje się drugi silnik kątowy, który będziemy uruchamiać stworzonym zdarzeniem.

Definiowanie parametrów silnika.

1) silnik ma zdefiniowane parametry jak poniżej:

Stan końcowy	Wartość końcowa	Faza	Wartość	do
Kąt	60	Prędkość	600	<input checked="" type="checkbox"/>
Czas trwania	1	Prędkość	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Kąt	0	Prędkość	-600	<input checked="" type="checkbox"/>

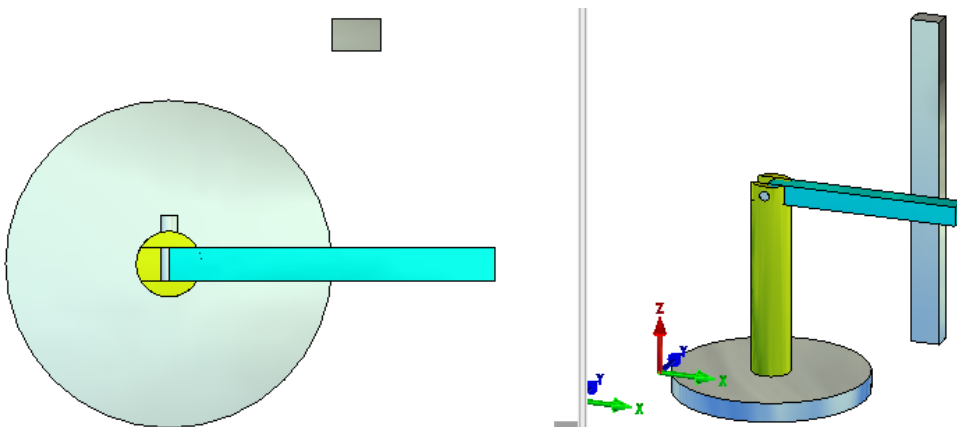
Spust: Start symulacji

Proszę zwrócić uwagę że na razie startuje on wraz ze startem symulacji.

- 2) wybieramy „Start symulacji (zaznaczone powyżej) i z listy wybieramy zdarzenie „ZD_2” – „L”. W polu spust pojawi się wpis „ZD_2”,
3) zatwierdzamy „O.K.” – „L”.

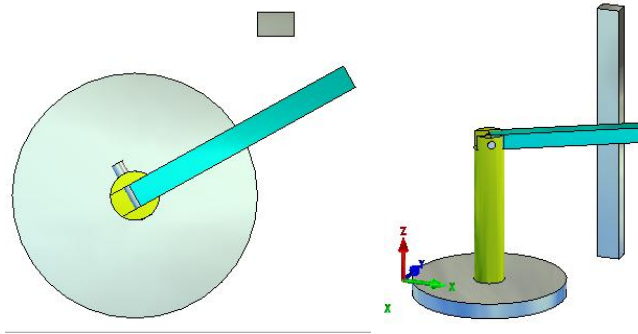
Opis zdefiniowanego ruchu całego obiektu:

1) poniżej położenie startowe,

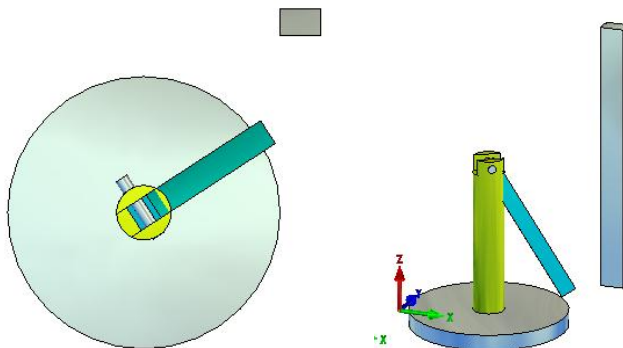


2) uruchamiamy symulację -> klawisz „Start” i w nowym oknie klawisz „>”,

- 3) żółty obiekt wraz z podrzędnym niebieskim obracają się napędzane pierwszym silnikiem dookoła pionowej osi żółtego elementu. Dzieje się tak do uzyskania pozycji 30 stopni (z wcześniej przedstawionych parametrów wynika, że kąt zostanie osiągnięty po 1 sekundzie). Rys. poniżej – układ przed osiągnięciem 30 stopni,

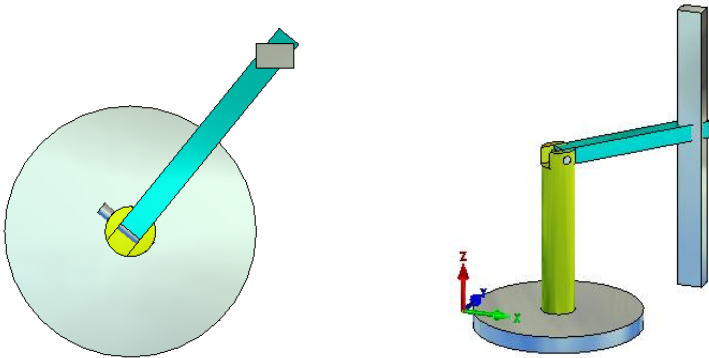


- 4) po osiągnięciu 30 stopni uruchamiane jest zdarzenie sterujące uruchamianiem pracy drugiego silnika kątowego. Drugi silnik obraca poziomym ramieniem tak by minęło szary statyczny obiekt. Ruch odbywa się szybko (600 stopni/sek.). Poniżej położenie po wykonaniu pierwszego wiersza ruchu drugiego silnika,



- 5) pierwszy silnik dalej pracuje, natomiast drugi ma postój przez 1 sekundę,
6) po upływie sekundy drugi silnik wraz z niebieskim ramieniem powraca do kąta 0 stopni – pozycji wyjściowej,
7) po trzeciej sekundzie następuje powrót mechanizmu do pozycji wyjściowej. W tym przypadku jednak niebieskie ramię przechodzi przez szary statyczny obiekt. Dzieje się tak ze względu na fakt, że w nie został uruchomiony drugi silnik aby opuścić ramię przy kącie 60 stopni – przed szarym obiektem przy powrocie.

Zatem powrót zatrzymany przy np. po 4,5 sekundach od startu symulacji.



- 8) mechanizm powraca do położenia startowego i powtarza sekwencję ruchów. Ponownie zostanie uruchomiony przy 30 stopniach

7.3. Wykorzystanie faz pracy silnika.

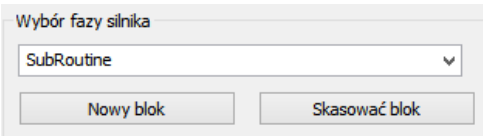
W powyższym przykładzie podczas powrotu poziome ramię nie jest opuszczane. Podczas powrotu drugi silnik powinien być uruchomiony przy kącie 60 stopni pierwszego silnika. Rozwiązaniem jest zdefiniowanie drugiej fazy pracy silnika drugiego oraz drugiego zdarzenia na silniku pierwszym.

Druga faza pracy silnika drugiego.

- 1) lista napędów i połączeń jak poniżej,

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
Joint-1	1	statyczny							<input checked="" type="checkbox"/>
Joint-2	1	Napęd kątowy	2	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Joint-3	2	Zawias	3	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Joint-4	2	Napęd kątowy	3	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>

- 2) klikamy „P” na wierszu 4 – drugi silnik kątowy – i wybieramy z menu podręcznego polecenie „Napęd kątowy – ustawienia” – „L”,
- 3) otworzy się okno z definicją ruchu drugiego silnika. Dla jednego silnika można zdefiniować wiele faz działania. Każda faza może być uruchamiana innym zdarzeniem,
- 4) obok fragment okna z definicją ustawień silnika. Domyślnie pierwsza faza jest nazwana „SubRoutine”. Oczywiście nazwę można zmienić wpisując ją na liście. Wybieramy „Nowy blok” – „L”,



- 5) pojawi się nowa nazwa „SubRoutine 1”. Zaznaczamy tekst i wpisujemy np. „druga faza”. W części okna z definicją ruchu silnika wprowadzamy jak w oknie poniżej – ruch opisany wcześniej i w tym przypadku jest identyczny jak w pierwszej fazie,

Wybór fazy silnika

druga faza

☒ Generowanie połączenia równol

Nowy blok Skasować blok

Nowy wiersz Spust Start symulacji

	Stan końcowy	Wartość końcowa	Faza	Wartość	do
	Kąt	60	Prędkość	600	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	1	Prędkość	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	Kąt	0	Prędkość	-600	<input checked="" type="checkbox"/>

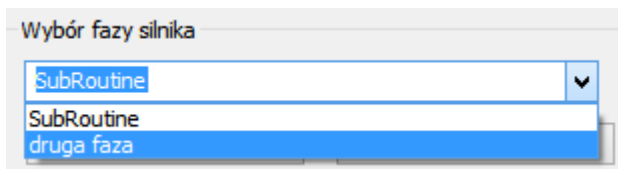
- 6) nie mamy zdefiniowanego drugiego zdarzenia. Zatwierdzamy stworzone dinicje „O.K.” – „L” i powracamy do głównego okna aplikacji,
- 7) klikamy na pierwszym napędzie – „P” i z listy wybieramy „Definicja zdarzeń” – „L”,
- 8) w oknie ze zdarzeniami wybieramy „Nowy wiersz” – „L” i kolejno wprowadzamy nazwę i wartości jak poniżej:
- nazwa „60 stopni”,
 - typ zdarzenia „Kąt”,
 - wartość 60 stopni – zdarzenie ma uruchamiać drugi silnik przy kącie 60 stopni na pierwszym silniku,
 - kolumna „1” – wprowadzamy wartość „2” – jest to spowodowane faktem, że pierwszy ruch ma odbyć się przy powrocie, a więc przy drugim przejściu pierwszego silnika przez wprowadzony kąt,
 - kolumna „n” – uruchamianie zdarzenia co drugie przejście przez wprowadzoną wartość.
 - pozostałe wartości zostawiamy domyślne.

Zdarzenia

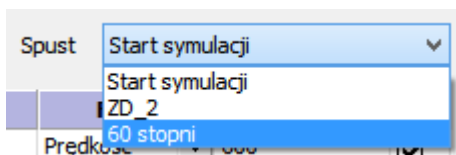
Nowy wiersz

	Nazwa	Typ zdarzenia	Wartość	1	n	FG	RG	do
	ZD_2	Kąt	30	1	2	0,1	1	<input checked="" type="checkbox"/>
	60 stopni	Kąt	60	2	2	0,1	1	<input checked="" type="checkbox"/>

- 9) zatwierdzamy „O.K.” – „L”,
- 10) pozostało zdefiniować uruchomienie drugiej fazy pracy drugiego silnika. Ponownie klikamy „P” na wierszu 4 – drugi silnik kątowy – i wybieramy z menu podręcznego polecenie „Napęd kątowy – ustawienia” – „L”,
- 11) wybieramy z listy fazę pracy nazwaną „druga faza” – „L”,



- 12) następnie w polu „spust” wybieramy zdarzenie „60 stopni” – „L”,



- 13) zatwierdzamy „O.K.” – „L”,
- 14) aktualnie praca mechanizmu będzie wyglądać następująco – przy wartościach jak w przykładzie:

Ruch w pierwszym kierunku:

- na starcie symulacji jest uruchamiany pierwszy silnik i obraca się do kąta 30 stopni,
- przy kącie 30 stopni na pierwszym silniku uruchamiany jest zdarzeniem „ZD_2” drugi silnik. Pierwszy nadal się obraca, natomiast drugi opuszcza ramię i czeka 1 sekundę,
- pierwszy silnik nadal się obraca, natomiast drugi po 1 sekundzie bezruchu podnosi ramię do poziomu,
- pierwszy silnik obraca się do kąta 90 stopni. Po osiągnięciu tej wartości następuje powrót,

Ruch powrotny:

- po osiągnięciu kąta 60 stopni przez pierwszy silnik uruchamiany jest zdarzeniem „60 stopni” drugi silnik (druga jego faza). Pierwszy nadal się obraca, natomiast drugi opuszcza ramię i czeka 1 sekundę,
- pierwszy silnik nadal się obraca, natomiast drugi po 1 sekundzie bezruchu podnosi ramię do poziomu,
- pierwszy silnik obraca się do kąta 0 stopni. Po osiągnięciu tej wartości następuje koniec pierwszej pętli ruchu.

8. Kolizje.

Aplikacja pozwala na wykrywanie kolizji w czasie ruchu pomiędzy wybranymi obiektami. W celu wykrycia kolizji należy zdefiniować grupy i bryły, które program ma sprawdzać. Można wybrać wszystkie bryły, z tym że obliczenia mogą potrwać, szczególnie jeżeli Brył będzie bardzo dużo (1000 i więcej). Najwygodniej jest uprościć definiowanie (i obliczenia) i wybrać możliwe konflikty.

Dla przykładu z poprzedniego punktu nie ma sensu sprawdzanie kolizji żółtego elementu pionowego (obraca się) z szarym pionowym elementem statycznym. Natomiast sensowne jest sprawdzenie kolizji poziomego ramienia z szarym pionowym elementem statycznym.

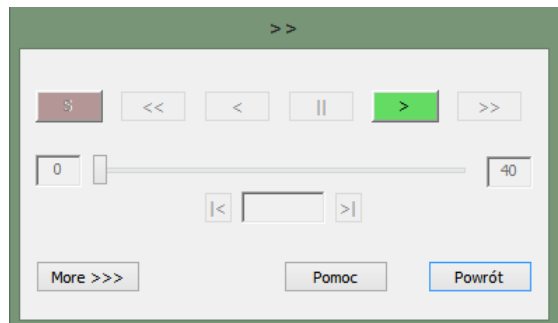
Kontrola kolizji umożliwia:

- otrzymanie parametrów silników i połączeń w momencie kolizji,
- zapisanie modelu w stanie gdy wystąpiła kolizja.

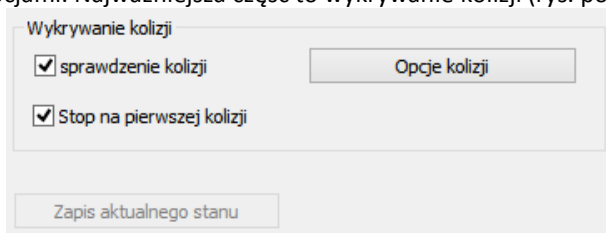
8.1. Włączanie kontroli i definiowanie brył.

Włączenie kontroli kolizji.

Po wystartowaniu symulacji przechodzimy do okna z klawiszami sterującymi (rys. obok).



Znajduje się w nim klawisz „More >>>”, po wyborze którego rozwija się okno z dodatkowymi opcjami. Najważniejsza część to wykrywanie kolizji (rys. poniżej).



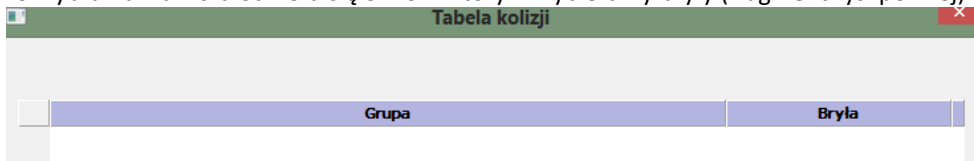
Poszczególne pola:

- sprawdzenie kolizji – włączenie sprawdzania kolizji,
- Opcje kolizji – wybór brył do sprawdzenia,

- Stop na pierwszej kolizji – zatrzymanie ruchu na pierwszej kolizji i wygenerowanie raportu,
- Zapis aktualnego stanu – klawisz aktywny po wykryciu kolizji umożliwiający zapis mechanizmu w momencie kolizji.

Pole opcje kolizji.

Po wybraniu klawisza otwiera się okno w którym wybieramy bryły (fragment rys. poniżej).



Na dole okna znajduje się klawisz „Wybór bryły”. Po jego wybraniu przechodzimy na rysunek i wskazujemy dwie bryły, które chcemy skontrolować podczas symulacji.

Uwaga: program nie sprawdza czy wybrane bryły są w tej samej grupie.

Po wybraniu dwóch brył do kontroli powyższe okno wygląda jak poniżej:

Grupa	Bryła	17	18
2: posuw2	17		<input checked="" type="checkbox"/>
5: element stały	18	<input checked="" type="checkbox"/>	

W pierwszej kolumnie znajduje się numer i nazwa grupy. W drugiej numer bryły. W kolejnych nazwanych numerami brył znajdują się opcje sprawdzania lub nie kolizji danej pary brył. Okno po wskazaniu większej ilości brył.

Grupa	Bryła	0	16	17	18
3: ramie	0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1: posuw1	16	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2: posuw2	17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
5: element stały	18	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Uwaga: domyślnie włączana jest kontrola kolizji między wskazanymi bryłami. Mamy możliwość dodatkowego włączenia/wyłączenia kontroli kolizji między innymi parami brył. Obok to samo okno z włączonymi dodatkowymi parami brył.

	0	16	17	18
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Przy wykryciu kolizji i włączonej opcji „Stop na pierwszej kolizji” generowany jest raport o położeniach silników i poszczególnych połączeń. Opis dalej w przykładzie.

8.2. Kontrola kolizji – przykład.

W przykładzie z punktu 7.2. mamy dwa silniki kątowe. Drugi silnik jest włączany zdarzeniem i steruje poziomym ramieniem tak aby ominąć szary element statyczny. Włączymy sprawdzanie kolizji i wyłączymy działanie drugiego silnika.

Opis – część bez drugiego silnika.

- 1) w głównym oknie wyłączamy drugi napęd wyłączając opcję w kolumnie „do”. Definicja napędów i połączeń wygląda jak poniżej. Wyłączony napęd zaznaczona prostokątem,

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
Statyczne	1-elementy statyczne	statyczny							<input checked="" type="checkbox"/>
Napęd 1	1-elementy statyczne	Napęd kątowy	2-pionowy silnik 1	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Połączenie 1	2-pionowy silnik 1	Zawias	3-poziomy silnik 2	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
Napęd 2	2-pionowy silnik 1	Napęd kątowy	3-poziomy silnik 2	<input checked="" type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>

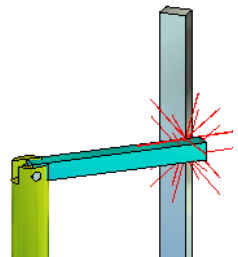
- 2) wybieramy klawisz „Start” i przechodzimy do okna z klawiszami sterującymi. Rozwijamy okno – klawisz „More >>>” i zaznaczamy opcje „sprawdzanie kolizji” i „Stop na pierwszej kolizji”,
- 3) następnie wybieramy klawisz „Opcje kolizji” i przechodzimy do okna z listą brył. Wybieramy klawisz „Wybór bryły” i wskazujemy na modelu poziomy niebieski element oraz pionowy statyczny – każdy „L”,

Uwaga: kolejność wskazywania nie ma znaczenia.

- 4) tabela kolizji wygląda następująco jak poniżej. Proszę zwrócić uwagę, że sprawdzanie kolizji jest włączone między obydwoma bryłami statycznymi mimo że wybraliśmy tylko jedną. Wynika to z faktu że bryły zawarte w jednej grupie poruszają się tak jak dowolna bryła napędzana w tej grupie,

Grupa	Bryła	0	2	5
1: elementy statyczne	0			<input checked="" type="checkbox"/>
	2			<input checked="" type="checkbox"/>
3: poziomy silnik 2	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

- 5) zatwierdzamy „O.K.” – „L” i powracamy do okna sterującego symulacją. Wybieramy start – zielony klawisz sterujący.
- 6) rozpocznie się symulacja, która zostanie zatrzymana na pierwszej kolizji. Kolizja zaznaczana jest czerwonymi kreskami – rys. obok. Automatycznie zostanie wyświetlony raport o czasie położeniu elementów mechanizmu podczas kolizji.



7) poniżej raport. Numery w wierszach zostały dodane na potrzeby opisu.

1 Kolizja w 1.397 sekundzie

2 Nazwa połączenia: Statyczne

3 Nazwa połączenia: Napęd 1

4 Silnik katowy <Niezgodnie>

5 Pozycja silnika katowego 41.910°

6 Nazwa połączenia: Połączenie 1

7 Kąt zawiasu wynosi -0.000°

8 Nazwa połączenia: Napęd 2

9 Pozycja silnika katowego nie może być ustalona (brak połączenia)

Powyższy raport zawiera – najważniejsze elementy:

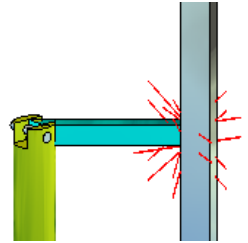
- w pierwszej linii mamy czas jaki minął od startu symulacji,
- w 3, 4, i 5 linii dane pierwszego silnika katowego. Podana jest wartość kąta silnika w momencie wystąpienia kolizji,
- w 6 i 7 linii podane są parametry następnego połączenia. Ze względu na fakt że drugi silnik nie pracuje kąt zawiasu wynosi 0 stopni (połączenie żółtego z niebieskim),
- w 8 i 9 opis napędu 2 – pozycja nie ustalona, ponieważ silnik był wyłączony.

Dodatkowo po wystąpieniu kolizji model mechanizmu możemy zapisać jako oddzielny rysunek lub jako pozycję. Do analizy geometrii kolizji wygodnie jest zapisać jako oddzielny rysunek.

Z powyższego raportu wynika, że drugi silnik może być włączony później niż przy położeniu 30 stopni pierwszego silnika (zdarzenie ZD_2) o ile poziome ramię zostanie odpowiednio szybko obrócone.

Opis –część z drugim silnikiem.

- 1) włączamy drugi silnik – włączamy w kolumnie „do” w wierszu drugiego silnika,
- 2) wybieramy „Start” i po naciśnięciu zielonego klawisza startujemy,
- 3) w odróżnieniu od poprzedniej części ramię zostaje obrócone przez drugi silnik i mija pionowy element, natomiast przy powrocie następuje start opuszczania ale następuje to zbyt wolno lub zbyt późno i występuje kolizja (rys. obok),



- 4) otwarty zostanie poniższy raport

1 Kolizja w 4.017 sekundzie

2 Nazwa połączenia: Statyczne

3 Nazwa połączenia: Napęd 1**4 Silnik katowy <Niezgodnie>****5 Pozycja silnika katowego 59.460°**

6 Nazwa połączenia: Połączenie 1**7 Kąt zawiasu wynosi 12.600°**

8 Nazwa połączenia: Napęd 2**9 Silnik katowy <druga faza>****10 Pozycja silnika katowego 12.600°**

Powyższy raport zawiera – najważniejsze elementy:

- w 1 linii – czas od startu symulacji
- w 3, 4 i 5 linii dane pierwszego silnika katowego. Podana jest wartość kąta silnika w momencie wystąpienia kolizji,

- w 6 i 7 linii podane jest położenie zawiasu łączącego element poziomy z żółtym
- w 8, 9 i 10 linii parametry drugiego silnika. Podana jest wartość kąta silnika w momencie wystąpienia kolizji.

Uwaga: raport nie zawiera kierunku ruchu. Kolizja nastąpiła podczas powrotu. Wszystkie wartości podawane są od położen zerowych, czyli kąt pierwszego silnika jest podany od położenia ze startu symulacji.

Analizując powyższy raport:

- przy powrocie za późno jest włączany drugi napęd zdarzeniem „60 stopni” i poziome ramię przy zadanej prędkości obrotu nie zdąży odpowiednio się obrócić, aby nie zawadzić o element szary.

Możliwe rozwiązania:

- 1) wcześniej wystartować silnik 2, czyli ustawić w zdarzeniu „60 stopni” kąt np. 65 stopni,
- 2) w definicji drugiej fazy pracy silnika drugiego ustawić większą szybkość obrotu ramienia.

Przy danej geometrii przykładu:

- 1) zmiana kąta startu drugiej fazy silnika na wartość 61 stopni rozwiązuje problem kolizji.
- 2) w drugiej fazie zmiana prędkości obrotu ramienia na 1.800 stopni/s przy powrocie przy kącie 60 stopni

9. Przykłady prostych połączeń.

9.1. Przykład „kola”



Na dysku znajdują się w katalogu „Prt” pliki:

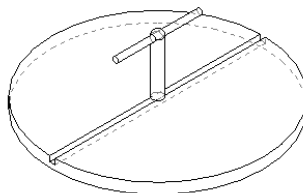
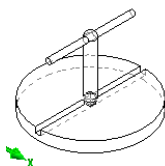
- „0-kolo.prt” – rysunek bez zdefiniowanego połączenia;
- „0-kolo-01.prt” – rysunek jak niżej, ale ze zdefiniowanym połączeniem i napędem kątowym.
- „0-kolo-02.prt” – rysunek jak niżej z dodanym następnym kołem. Napęd tylko pierwszego koła, przekładnia łańcuchowa/pasowa między pierwszym i drugim oraz drugim i trzecim.

Przykład przedstawia połączenie typu przekładnia łańcuchowa/pasowa wraz ze zdefiniowanym napędem kątowym. Oczywiście połączenie typu „przekładnia” nie potrzebuje zawsze napędu. Ruch może wynikać z innych przesuwających się elementów. W obu rysunkach „0-kolo-01.prt” oraz „0-kolo-02.prt” jest zdefiniowany ten sam silnik o takich samych parametrach ruchu.

Model „0-kolo.prt” bez zdefiniowanego napędu. Każde koło znajduje się w innej grupie.




- 1) wygodnie do wskazywania osi obrotu itp. jest wyłączyć wizualizację OpenGL w jednym z okien – z paska ikon wybieramy  - „L” oraz włączamy sposób wizualizacji z liniami niewidocznymi jako przerywane  - „L”. W widoku izometrycznym rysunek wygląda jak poniżej;

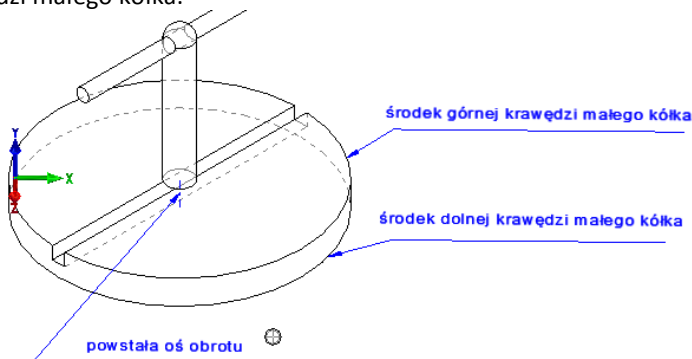


Kinematyka

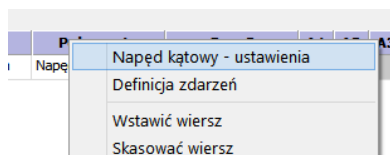
Start

- 2) wybieramy ikonę aplikacji Kinematyka – „L”;
- 3) w oknie dialogowym wybieramy klawisz „Nowy wiersz” – „L”;
- 4) w wierszu kolejno wybieramy:
 - a) w kolumnie „Nazwa” wpisujemy np. „Kolo z napędem” i zatwierdzamy;
 - b) w kolumnie „Grp. 1” klikamy 2x „L” i wybieramy na rysunku małe koło – „L”;
 - c) w kolumnie „Połączenie” z listy wybieramy „Napęd kątowy” – „L”;
 - d) w kolumnie „A1” klikamy 2x „L” i przechodzimy na rysunek w celu wskazania osi

obrotu. Wybieramy opcję wskazywania punktów „punkt środkowy” -  - „L”. Na rysunku wskazujemy środek dolnej krawędzi małego kołka oraz środek górnej krawędzi małego kołka.



- 5) definicja napędu – w kolumnie „Połączenie” na nazwie „Napęd kątowy” klikamy „P” i z menu podręcznego wybieramy „Napęd kątowy – ustawienia”. W nowym oknie wybieramy kolejno:



- naciskamy „P” na istniejącym wierszu i z menu podręcznego wybieramy „Wstawić wiersz” – „L”. W kolumnie „Faza” wybieramy z listy „Start” – „L”;
- następnie wybieramy klawisz „Nowy wiersz” – „L” i na końcu listy wstawiony zostanie dodatkowy wiersz. W tym wierszu w kolumnie „Faza” wybieramy „Koniec” – „L”.
- w środkowym wierszu ustawiamy w kolumnie „Wartość” – wielkość szybkości w stopniach na sekundę.

Przykładowo definicja napędu może wyglądać jak poniżej. Wiersze zawierające „Start” i „Koniec” służą do zapętlenia ruchu.

Nowy wiersz		Spust Start symulacji			
	Stan końcowy	Wartość końcowa	Faza	Wartość	do
	Czas trwania	10	Start	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	10	Prędkość	100	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	10	Koniec	0	<input checked="" type="checkbox"/>

Zatwierdzenie – „O.K.” – „L”.

- powracamy do okna z definicjami połączeń i ich parametrami. Wybieramy klawisz „Zapis” – „L” – zapisanie parametrów. Główne okno aplikacji wygląda jak poniżej.

Kinematik

Kinematic_1

Nowy wariant

Gasowanie wariantu

dla pozycji


Nowy wiersz

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	z	z2	do
Kolo z napędem	1-kolo z napędem	Napęd kątowy		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>

Pomoc

- definiowanie połączenia pomiędzy kółkami. Wybieramy klawisz „Nowy wiersz” – „L”. Następnie:

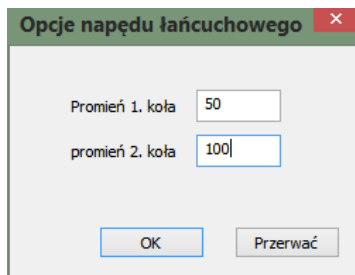
- w kolumnie „Nazwa” wpisujemy „pierwsze napędzane”,
- w kolumnie „Grp. 1” klikamy 2x„P” i na rysunku wybieramy pierwsze duże koło – „L”,
- w kolumnie „Połączenie” wybieramy połączenie typu „Zawias”. Służy ono do umocowania drugiego koła – oś obrotu,
- w kolumnie „A1” klikamy 2x„L” i przechodzimy na rysunek w celu wskazania osi

obrotu. Wybieramy opcję wskazywania punktów „punkt środkowy” -  - „L”. Na rysunku wskazujemy środek dolnej krawędzi pierwszego dużego kółka oraz środek górnej krawędzi pierwszego dużego kółka (podobnie jak w pkt. 4.c przy małym kółku).

- następnie definiujemy połączenie. Wybieramy klawisz „Nowy wiersz”. Następnie:

- w kolumnie „Nazwa” wpisujemy np. „połączenie 1 i 2”,

- b) w kolumnie „Grp. 1” klikamy 2×„P” i wybieramy małe koło – „L”,
- c) w kolumnie „Połączenie” wybieramy połączenie typu „Przekładnia łańcuchowa”. Służy ono do napędzenia drugiego koła,
- d) w kolumnie „Grp. 2” klikamy 2×„P” i wybieramy pierwsze duże koło – „L”,
- e) w kolumnie „A1” klikamy 2×„L” i przechodzimy na rysunek w celu wskazania osi obrotu. Wybieramy opcję wskazywania punktów „punkt środkowy” - „L”. Na rysunku wskazujemy środek dolnej krawędzi małego kółka oraz środek górnej krawędzi małego kółka (podobnie jak w pkt. 4.c).
- f) w kolumnie „z” klikamy 2×„L” i przechodzimy na rysunek w celu wskazania punktu niezmiennego połączenia na małym kółku. Wybieramy opcję wskazywania punktów „punkt środkowy” - „L”. Na rysunku wskazujemy środek dolnej krawędzi małego kółka,
- g) w kolumnie „z” klikamy 2×„L” i przechodzimy na rysunek w celu wskazania punktu niezmiennego połączenia na pierwszym dużym kółku. Wybieramy opcję wskazywania punktów „punkt środkowy” - „L”. Na rysunku wskazujemy środek dolnej krawędzi pierwszego dużego kółka,
- h) do zdefiniowania pozostała wielkość przełożenia. W tym celu klikamy „P” na nazwie połączenia „Przekładnia łańcuchowa”. Otworzy się menu podręczne w którym wybieramy „Ustawić opcje transmisji”. Otworzy się okno w którym wprowadzamy promienie łączonych kół. Pierwsza wartość jest promieniem koła napędowego, druga promieniem koła napędzanego.
W przykładzie małe koło ma promień „50”, duże „100”. Po wprowadzeniu zatwierdzamy – „O.K.” – „L”.

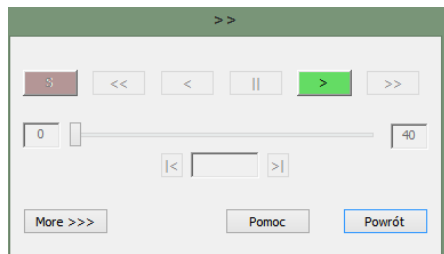


- 9) powracamy do okna z definicjami połączeń i ich parametrami. Wybieramy klawisz „Zapis” – „L” – zapisanie parametrów. Główne okno aplikacji wygląda jak poniżej.



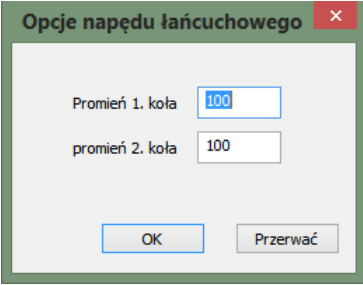
- 10) start symulacji – w oknie wybieramy klawisz „Start”. W nowym oknie zielony klawisz służy do startu, ciemno czerwony do zatrzymania symulacji.

Powrót do okna głównego – „Powrót” – „L”.



- 11) dołączenie trzeciego kółka. Pierwszym krokiem jest jego umocowania. Kolejno:
 - a) wybieramy klawisz „Nowy wiersz” – „L”;
 - b) w kolumnie „Nazwa” wpisujemy „drugie napędzane”,
 - c) w kolumnie „Grp. 1” klikamy 2x„P” i na rysunku wybieramy pierwsze duże koło – „L”,
 - d) w kolumnie „Połączenie” wybieramy połączenie typu „Zawias”. Służy ono do umocowania drugiego koła – oś obrotu,
 - e) w kolumnie „A1” klikamy 2x„L” i przechodzimy na rysunek w celu wskazania osi obrotu. Wybieramy opcję wskazywania punktów „punkt środkowy” - „L”. Na rysunku wskazujemy środek dolnej krawędzi drugiego dużego kółka oraz środek górnej krawędzi drugiego dużego kółka (podobnie jak w pkt. 4.c przy małym kółku).
- 12) drugim krokiem jest zdefiniowanie połączenia i jego parametrów. Kolejno:
 - a) w kolumnie „Nazwa” wpisujemy np. „połączenie 2 i 3”,
 - b) w kolumnie „Grp. 1” klikamy 2x„P” i wybieramy pierwsze duże koło – „L”,
 - c) w kolumnie „Połączenie” wybieramy połączenie typu „Przekładnia łańcuchowa”. Służy ono do napędzenia trzeciego koła,
 - d) w kolumnie „Grp. 2” klikamy 2x„P” i wybieramy drugie duże koło – „L”,
 - e) w kolumnie „A1” klikamy 2x„L” i przechodzimy na rysunek w celu wskazania osi obrotu. Wybieramy opcję wskazywania punktów „punkt środkowy” - „L”. Na rysunku wskazujemy środek dolnej krawędzi pierwszego dużego kółka oraz środek górnej krawędzi pierwszego dużego kółka (podobnie jak w pkt. 4.c).
 - f) w kolumnie „z” klikamy 2x„L” i przechodzimy na rysunek w celu wskazania punktu niezmiennego połączenia na pierwszym dużym kółku. Wybieramy opcję wskazywania punktów „punkt środkowy” - „L”. Na rysunku wskazujemy środek dolnej krawędzi pierwszego dużego kółka,
 - g) w kolumnie „z” klikamy 2x„L” i przechodzimy na rysunek w celu wskazania punktu niezmiennego połączenia na drugim dużym kółku. Wybieramy opcję wskazywania punktów „punkt środkowy” - „L”. Na rysunku wskazujemy środek dolnej krawędzi drugiego dużego kółka,
 - h) do zdefiniowania pozostała wielkość przełożenia. W tym celu klikamy „P” na nazwie połączenia „Przekładnia łańcuchowa”. Otworzy się menu podręczne w którym wybieramy „Ustawić opcje transmisji”.

Otworzy się okno w którym wprowadzamy promienie łączonych kół. Pierwsza wartość jest promieniem koła napędowego, druga promieniem koła napędzanego. W przykładzie duże kółka mają promień „100”. Po wprowadzeniu zatwierdzamy – „O.K.” – „L”.



- 13) powracamy do okna z definicjami połączeń i ich parametrami. Wybieramy klawisz „Zapis” – „L” – zapisanie parametrów. Główne okno aplikacji wygląda jak poniżej.



- 14) start symulacji – w oknie wybieramy klawisz „Start”. W nowym oknie zielony klawisz służy do startu, ciemno czerwony do zatrzymania symulacji. Powrót do okna głównego – „Powrót” – „L”.

9.2. Przykład „suwak”

Na dysku znajdują się w katalogu „Prt” pliki:

- „0-suwak.prt” – rysunek bez zdefiniowanego połączenia;
- „0-suwak-k-01.prt”, „0-suwak-k-01a.prt” oraz „0-suwak-k-02.prt” – rysunek jw., ale ze zdefiniowanym połączeniem i napędem liniowym.

Przykład przedstawia połączenie typu suwak (poprzez zdefiniowanie napędu liniowego). Oczywiście połączenie typu „suwak” nie potrzebuje zawsze napędu. Ruch może wynikać z innych przesuwających się elementów.

W obu rysunkach „0-suwak-k-01.prt” oraz „0-suwak-k-02.prt” jest zdefiniowany ten sam silnik o takich samych parametrach ruchu.

Przykład „0-suwak-k-01”

Okno ze zdefiniowanymi połączeniami:

	Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	pkt	ON
	Podstawa	0	Statyczne						<input checked="" type="checkbox"/>
	Silnik liniowy	0	Napęd liniowy	1	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>

- 1) **pierwszy wiersz** – połączenie statyczne szarego elementu (grupa „0”);
- 2) **drugi wiersz** – napęd liniowy. Na rysunku oś posuwu przedstawiona jest przez aplikację niebieską przerywana linią. Można ją wskazać korzystając z dowolnych punktów na rysunku.

Parametry silnika - rysunek dalej:

- **pierwszy wiersz – Start pętli** – nie ustawia się jakichkolwiek parametrów;
- **drugi wiersz – Czas trwania** – czas ruchu 2 sekundy z prędkością 20 mm/s. Zatem element przesunie się o 40 mm.
- **trzeci wiersz – Odległość** – posuw z prędkością 5 mm/s (ujemna wartość ruch w przeciwnym kierunku do poprzedniego wiersza) na odległość 0 mm od położenia początkowego, jakie miał układ na początku ruchu. Zatem do przejechania ma zielony element 40 mm, czyli ruch będzie trwał 8 sekund.
- **czwarty wiersz – Koniec pętli** – zakończenie sekwencji ruchu w pętli i powrót do startu. Ruch zaczyna się od nowa.

Opis

Grupy parametrów pracy silnika

Suwak

☒ Generowanie połączenia równol

Nowy schemat Skasować schemat

Nowy wiersz Spust Start symulacji

	Parametr	Wartość parametru	Faza	Wartość	ON
	Czas trwania	10	Start pętli	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	2	Prędkość	20	<input checked="" type="checkbox"/>
	Odległość	0	Prędkość	-5	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	0	Koniec pętli	0	<input checked="" type="checkbox"/>

Uwagi:

- 1) kierunek posuwu można zdefiniować dowolnie, aby tylko odpowiadał żądanemu przez nas kierunkowi. Na starcie symulacji w przypadku silnika liniowego elementy NIE są przesuwane do wskazanego kierunku.
- 2) kolejność wskazywania punktów definiujących kierunek jest bardzo ważna. Wyznacza ona kierunek pierwszego zdefiniowanego w silniku ruchu. W przykładzie „0-suwak-k-01.prt” kierunek ruchu został pokazany w kierunku dodatniej osi układu współrzędnych. Ruch zaczyna się w kierunku przeciwnym.
W przykładzie „0-suwak-k-01a.prt” kierunek został pokazany w kierunku ujemnej części osi układu współrzędnych i ruch zaczyna się w drugą stronę niż w przykładzie „0-suwak-k-01.prt”.

Przykład „0-suwak-k-01a”

Od poprzedniego różni się tylko kierunkiem definiowania kierunku posuwu (patrz – wcześniejsza uwaga) oraz położeniem kierunku, który jest równoległy do kierunku z poprzedniego przykładu.

Przykład „0-suwak-k-02”

Drugi suwak różni się od pierwszego jedynie tym, że nie ma zdefiniowanego pierwszego wiersza – połączenia „Statycznego” (rysunek poniżej). Skutkuje to tym, że obydwa elementy składowe silnika się przesuwają. Parametry napędu są identyczne jak w poprzednim przykładzie.

The screenshot shows a software window titled 'Suwak inny' with a dropdown menu, a 'Nowy wariant' button, and a 'Casowanie wariantu' button. Below these is a table with the following structure:

Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	pkt	ON
Silnik liniowy	0	Napęd liniowy	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

9.3. Przykład „ciuchcia”

Na dysku znajdują się w katalogu „Prt” pliki:

- „0-ciuchcia.prt” – rysunek bez zdefiniowanych połączeń;
- „0-ciuchcia-k-01.prt” – rysunek jw., ale ze zdefiniowanym połączeniem i napędem kątowym w dwóch schematach ruchu. Różnią się one parametrami ruchu silnika.

- „0-ciuchcia-i-siwy-dym-k-01.prt” – rysunek jw., ale ze zdefiniowanym połączeniem i napędem kątowym oraz liniowym.

Przykład „0-ciuchcia-k-01” – Pierwszy schemat ruchu

Okno ze zdefiniowanymi połączeniami – nazwa schematu ruchu – „Pierwszy schemat”:



- 1) **pierwszy wiersz** – połączenie statyczne obu osi (grupa „2”);
- 2) **drugi wiersz** – napęd kątowy zdefiniowany obrotem kół przednich dookoła osi. Na rysunku oś obrotu przedstawiona jest przez aplikację niebieską przerywana linią. Można ją wskazać korzystając z dowolnych punktów na rysunku.

Parametry silnika - rysunek dalej:

- **pierwszy wiersz** – **Start pętli** – nie ustawia się jakichkolwiek parametrów;
- **drugi wiersz** – **Czas trwania** – czas ruchu 5 sekund z przyspieszeniem 100 stopni/s^2 . Zatem uzyskana prędkość wynosi 500 stopni/s . Ciuchcia powoli rozpędza się przez 5 sekund.
- **trzeci wiersz** – **Czas trwania** – ruch ze stałą prędkością 500 stopni/s . Czas ruchu 5 sekund.
- **czwarty wiersz** – **Czas trwania** – czas ruchu 5 sekund z przyspieszeniem -100 stopni/s^2 . Jest to hamowanie jadącej ciuchci – przyspieszenie w przeciwnym kierunku niż jadąca ciuchcia w trzecim wierszu. Od stałej prędkości 500 stopni/s zwalnia do 0.
- **piąty wiersz** – **Czas trwania** – postój przez 5 sekund. Postój jest wymuszony przez prędkość o wartości 0.
- **szósty wiersz** – **Koniec pętli** – zakończenie sekwencji ruchu w pętli i powrót do startu. Ruch zaczyna się od nowa.

Opis

Grupy parametrów pracy silnika

Do przodu

Nowy schemat

Skasować schemat

☒ Generowanie połączenia równol

Nowy wiersz

Spust

Start symulacji

	Parametr	Wartość parametru	Faza	Wartość	ON
	Czas trwania	10	Start pętli	100	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	5	Przyspieszenie	100	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	5	Prędkość	500	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	5	Przyspieszenie	-100	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	5	Prędkość	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	10	Koniec pętli	0	<input checked="" type="checkbox"/>

Uwagi:

- 1) położenie w przestrzeni osi obrotu jednoznacznie określa obrót. Na starcie symulacji w przypadku silnika kątownego elementy NIE są przesuwane do wskazanego kierunku, a tylko obracają się względem niego.
- 2) kolejność wskazywania punktów definiujących kierunek jest bardzo ważna. Wyznacza ona kierunek pierwszego zdefiniowanego w silniku ruchu. Zmiana kolejności wskazywania punktów końcowych osi spowoduje ruch w przeciwnym kierunku.

Przykład „0-ciuchcia-k-01” – Drugi schemat ruchu

Okno ze zdefiniowanymi połączeniami – nazwa schematu ruchu – „**Drugi schemat**” jest identyczne jak w pierwszym schemacie. Różnica polega na innej definicji parametrów napędu kątownego – rysunek poniżej.

Opis

Grupy parametrów pracy silnika

Do tyłu ☐ ☒ Generowanie połączenia równol

Nowy schemat Skasować schemat

Nowy wiersz Spust Start symulacji ☐

	Parametr	Wartość parametru	Faza	Wartość	ON
	Czas trwania	10	Start pętli	100	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	5	Przyspieszenie	-100	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	5	Prędkość	-500	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	5	Przyspieszenie	100	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	5	Prędkość	0	<input checked="" type="checkbox"/>
	Czas trwania	10	Koniec pętli	0	<input checked="" type="checkbox"/>

W czerwonym prostokącie zaznaczone są parametry przyspieszenia i prędkości. Wartości są z innym znakiem. Zatem ciuchcia będzie jechać w przeciwną stronę. Po wczytaniu drugiego schematu ruchu w ustawieniach napędu grupa parametrów nazywa się „Do tyłu”.

Uwaga: identyczny ruch otrzymamy zmieniając kolejność wskazywania końców osi obrotu silnika.

Przykład „0-ciuchcia-i-siwy-dym-k-01”

Jest to przykład na bazie „0-ciuchcia-k-01.prt” z tą różnicą, że jest dodany drugi napęd – silnik liniowy. Dzięki niemu, co chwilę z komina ciuchci unosi się dymek.

Okno ze zdefiniowanymi połączeniami:

Kinematyka

Pierwszy schemat ☐ Nowy wariant Skasowanie wariantu

Nowy wiersz Pomoc Opcje

	Nazwa	Grp. 1	Połączenie	Grp. 2	A1	A2	A3	pkt	ON
	Oś przednia	2	Statyczne						<input checked="" type="checkbox"/>
	Silnik kątowy	2	Napęd kątowy	1	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
	Połączenie 1	1	Zawias	3	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
	Połączenie 2	3	Zawias	4	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
	duże koło z osia	4	Zawias	2	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
	ciuchcia	0	Statyczne						<input checked="" type="checkbox"/>
	dym z komina	0	Napęd liniowy	5	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>

W stosunku do poprzedniego przykładu doszły dwa wiersze:

- ciuchcia jako element statyczny;
- dym z komina – zdefiniowany napęd liniowy dymu w stosunku do ciuchcia.

Pierwszy wiersz jest niezbędny do tego, aby ciuchcia nie poruszała się wraz z dymem (przykład „0-suwak-k-02.prt”).

Poniżej ustawienia napędu liniowego:

Parametr	Wartość parametru	Faza	Wartość	ON
Czas trwania	10	Start pętli	100	<input checked="" type="checkbox"/>
Czas trwania	1	Prędkość	150	<input checked="" type="checkbox"/>
Odległość	0	Prędkość	-999	<input checked="" type="checkbox"/>
Czas trwania	1	Prędkość	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Czas trwania	10	Koniec pętli	0	<input checked="" type="checkbox"/>

- **pierwszy wiersz – start pętli.**

- **drugi wiersz – Czas trwania** – dym wysuwa się z komina. Ruch trwa 1 s z prędkością 150 mm/s.

- **trzeci wiersz – Odległość** – powrót dymu na odległość „0” w stosunku do położenia przed startem ruchu (wiersz zaznaczony na rysunku). Powrót z prędkością 999 mm/s (niestety większych wartości program nie interpretuje).

- **czwarty wiersz – Czas trwania** – bezruch (prędkość 0) przez 1 sekundę;

- **piąty wiersz – koniec pętli.**