

SOLID EDGE ST

KROK PO KROKU

Rysowanie i modelowanie tradycyjne

TOMASZ LUŻNIAK



Fragmenty

Książka zawiera
płyte CD

Uwaga!

Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentów niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki lub jej fragmentów na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich oraz praw do kopiowania niniejszej publikacji.

Autor: Tomasz Luźniak

Copyright © GM System Integracja Systemów
Inżynierskich Sp. z o. o.

ISBN 978-83-928294-0-9

Fragmenty - kopiowanie zabronione!

Velocity Series i Solid Edge with Synchronous Technology

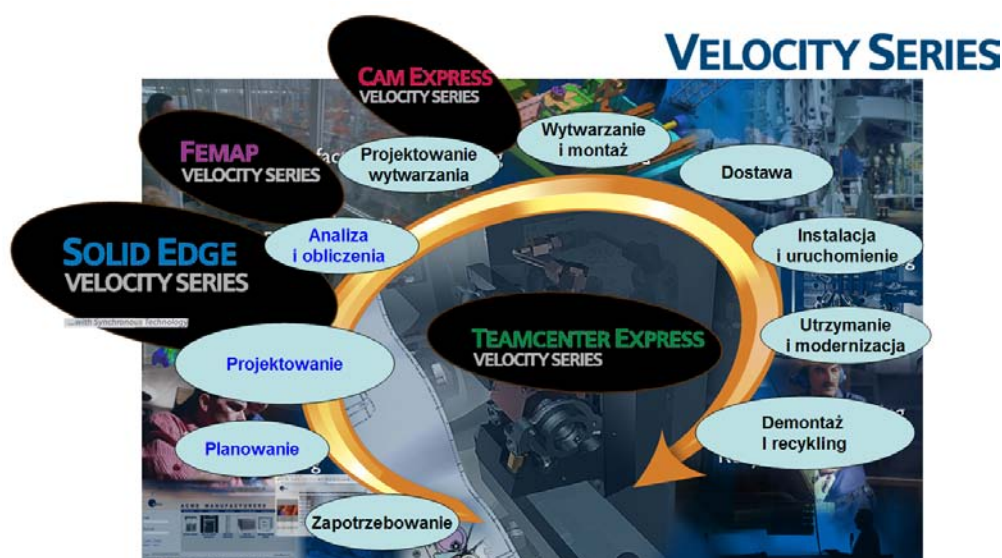
Solid Edge with Synchronous Technology jest innowacyjnym hybrydowym systemem 2D/3D CAD i głównym składnikiem opracowywanego przez koncern **Siemens PLM Software** portfolio **Velocity Series**. Seria *Velocity* została stworzona z myślą o małych i średnich przedsiębiorstwach w celu zapewnienia kompleksowej kontroli nad procesem wytwarzania produktu, począwszy od fazy planowania i projektowania, a skończywszy na zarządzaniu dokumentacją projektową i technologiczną. *Velocity Series* składa się z 4 systemów:

- **Solid Edge with Synchronous Technology** – wykorzystywany w fazie planowania, projektowania oraz wstępnych obliczeń i analiz,
- **Femap** – stosowany w celu wykonywania szerokiego spektrum analiz metodą elementów skończonych (FEA),
- **CAM Express** – przeznaczony do projektowania obróbki detalu, sporządzania dokumentacji technologicznej i generowania kodu sterującego obrabiarkami CNC,
- **Teamcenter Express** – pozwalający kompleksowo zarządzać całością dokumentacji związanej z procesami wytwarzania w przedsiębiorstwie.

Niewątpliwie największą zaletą rozwiązań z serii *Velocity* jest ich skalowalność i pełna integracja. Dzięki zintegrowaniu systemów *Solid Edge ST²*, *Femap*, *CAM Express* oraz *Teamcenter Express* możliwa jest elastyczna i płynna wymiana dokumentów procesowych niezależnie od faktu, czy systemy zostały zainstalowane na tych samych, czy na różnych stacjach roboczych. Skalowalność pozwala z kolei przedsiębiorstwom na stopniowe wdrażanie wybranych systemów w zależności od bieżących wymagań i potrzeb, dzięki czemu nie ma potrzeby implementacji kompletnego rozwiązania już na samym początku. Ze względu na szeroką funkcjonalność, skalowalność oraz pełną integrację i bardzo korzystną cenę wymienionych rozwiązań portfolio *Velocity Series* znajduje zastosowanie nie tylko w małych i średnich przedsiębiorstwach, ale także w dużych koncernach, takich jak **Volvo**, **Alstom**, **Nokia** i wielu innych w Polsce i na całym świecie.

Jak wspomniano powyżej, *Solid Edge ST* stanowi fundament *Velocity Series* i przeznaczony jest do komputerowego wspomagania projektowania oraz przeprowadzania inżynierskich analiz i obliczeń. Dzięki jego szerokiej funkcjonalności możliwe jest przede wszystkim tworzenie trójwymiarowych cyfrowych prototypów maszyn i urządzeń, jak również wykonywanie analiz kolizji, symulowanie ruchu elementów, tworzenie fotorealistycznych wizualizacji i przygotowywanie kompletnej dokumentacji projektowej.

² Pełna nazwa systemu brzmi *Solid Edge with Synchronous Technology*.



Rys. 1.0: Seria Velocity.

Historia systemu Solid Edge sięga roku 1996, kiedy po raz pierwszy w Polsce³ (Warszawa) zaprezentowano wersję Solid Edge V1 - opartą na jądrze graficznym ACIS i opracowaną przez firmę *Intergraph*. Pierwszą wersją SE w porównaniu z obecną posiadała stosunkowo niewielkie możliwości. Implementacja jednego z najsilniejszych na świecie silników graficznych – *Parasolid* (wersja nr 5) oraz zmiana producenta w 1998 roku (obecnie koncern *Siemens PLM Software*) spowodowały niezwykle dynamiczny rozwój funkcjonalności systemu Solid Edge. W chwili obecnej możliwości ostatniej, przełomowej w historii systemów CAD 3D wersji Solid Edge ST są właściwie nieograniczone. Wprowadzenie innowacyjnej *Technologii Synchronicznej* (*Synchronous Technology*) i związana z nią zmiana dotychczasowych paradygmatów modelowania 3D zapewnia między innymi:

- o wysokowydajne, hybrydowe modelowanie 2D/3D,
- o błyskawiczną i elastyczną modyfikację modeli stworzonych w Solid Edge i importowanych z innych systemów CAD,
- o tworzenie i zarządzanie dokumentami z poziomu jednego systemu,
- o szybkie opanowanie systemu przez niedoświadczonych w modelowaniu 3D inżynierów i nie tylko.

(...)

Część 1: Rozpoczęcie pracy w Solid Edge

W pierwszej części tej książki przedstawiono, w jaki sposób sprawnie i szybko rozpocząć pracę w Solid Edge ST. Opisane zostały również najważniejsze elementy interfejsu. Użytkownik pozna układ i przeznaczenie pasków, okien oraz przycisków, co przyspieszy późniejszą pracę z rysunkami i modelami.

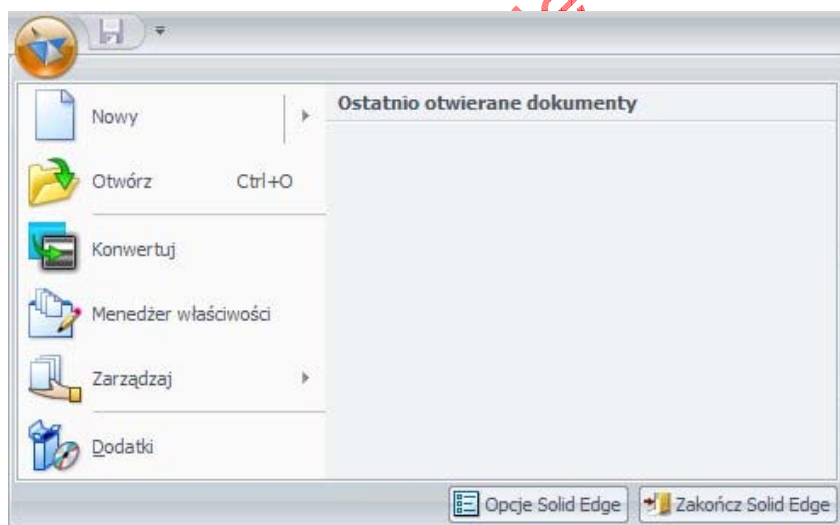
³ Amerykańska premiera systemu Solid Edge miała miejsce kilka miesięcy wcześniej – wiosną 1996 r.

Rozdział 2: Ekran startowy (Fragment)

Na Rys. 1.1. przedstawiony został ekran startowy systemu Solid Edge ST. Ekran ten podzielony został na cztery główne pola: *Utwórz (Create)*, *Otwórz (Open)*, *Samouczki (Tutorials)* i *(Ulubione łącza) Favorite Links*. Domyślnie nad polami znajduje się *Pasek szybkiego dostępu (Quick Access Toolbar)* oraz *Przycisk aplikacji (Application Button)*.

Przycisk aplikacji (Application Button) jest jednym z najważniejszych przycisków w Solid Edge ST. Pozwala on między innymi na:

- o bezpośredni dostęp do szablonu związanego z konkretnym środowiskiem - *Nowy (New)*,
- o otwieranie istniejących dokumentów - *Otwórz (Open)*,
- o konwersję plików z typu *Traditional* na *Synchronous* - *Konwertuj (Convert)*,
- o bezpośredni dostęp do właściwości dokumentów – *Menedżer właściwości (Property Manager)*,
- o zarządzanie dokumentacją – *Zarządzaj (Manage)*⁴,
- o dostęp do dodatkowych narzędzi i aplikacji – *Dodatki (Add-Ins)*,
- o dostęp do opcji systemu Solid Edge ST - *Opcje Solid Edge (Solid Edge Options)*,
- o zakończenie pracy w systemie – *Zakończ Solid Edge (Exit Solid Edge)*.



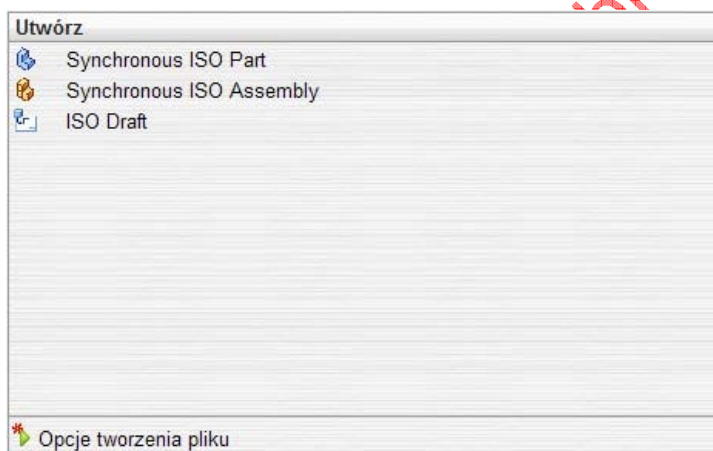
Rys. 1.2.: Lista poleceń dostępnych po kliknięciu Przycisku aplikacji.

Przycisk aplikacji (Application Button) oraz *Pasek szybkiego dostępu (Quick Access Toolbar)* są dostępne we wszystkich środowiskach i aplikacjach Solid Edge ST. W zależności od środowiska lub aplikacji, w której użytkownik się znajduje polecenia i opcje *Przycisku aplikacji (Application Button)* będą się różnić.

⁴ Wymaga konfiguracji systemu *Insight Connect*.

W polu *Utwórz (Create)* umieszczone zostały linki (łącza) do głównych środowisk systemu. W zależności od wybranego profilu, użytkownik ma do dyspozycji linki do środowisk „synchronicznych” – Synchronous (patrz Rys. 1.3.), „tradycyjnych” – Traditional lub obu jednocześnie. Kliknięcie danego łącza powoduje przejście do odpowiedniego środowiska opartego na konkretnym szablonie. Istnieje pięć podstawowych środowisk w Solid Edge ST:

- o *Part* (w środowisku tym tworzone są dokumenty pojedynczych części z rozszerzeniem *PAR* – występuje w profilach *Synchronicznym (Synchronous)* i *Tradycyjnym (Traditional)*⁵,
- o *Sheet Metal* (w środowisku tym tworzone są pliki pojedynczych części blaszanych z rozszerzeniem *PSM* – występuje w profilu *Tradycyjnym*,
- o *Assembly* (środowisko przeznaczone do tworzenia dokumentów zespołów z rozszerzeniem *ASM* – profil *Synchroniczny i Tradycyjny*,
- o *Weldment* (w środowisku tym z zależności od wybranego szablonu tworzone są pliki zespołów spawanych z rozszerzeniem *ASM* lub *PWD* – występuje w profilu *Tradycyjnym*),
- o *Draft* (środowisko, w którym tworzone są dokumenty rysunków z rozszerzeniem *DFT* – wspólne dla obu profili).



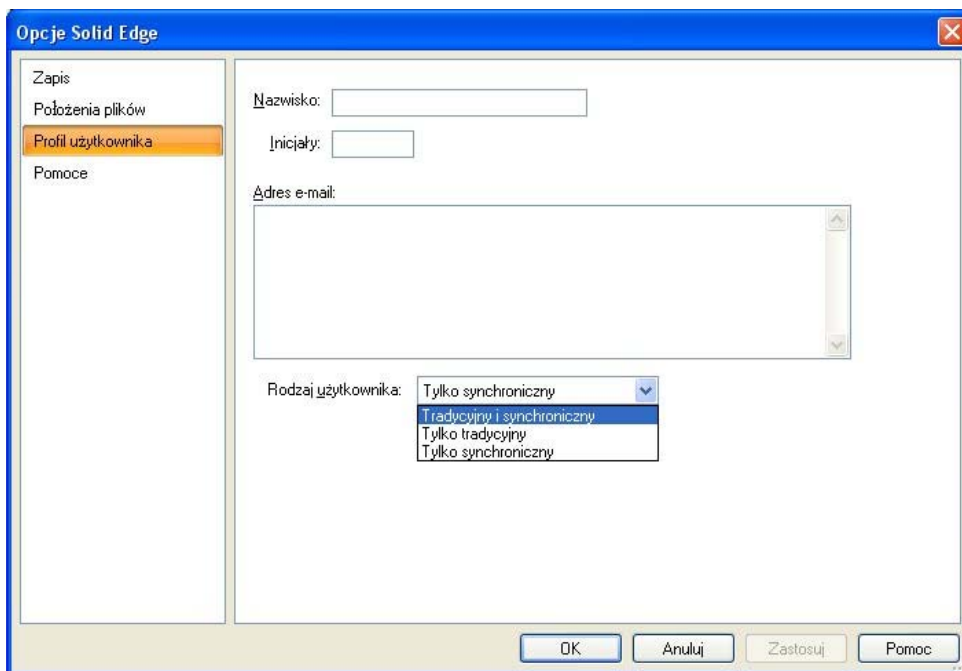
Rys. 1.3.: Ekran startowy – pole *Utwórz*.

Krok 1. Ustaw profil użytkownika

- Kliknij *Przycisk aplikacji (Application Button)* i przyjrzyj się opcjom omawianym powyżej. Następnie kliknij przycisk *Opcje Solid Edge (Solid Edge Options)*⁶.
- W lewej części okna wybierz opcję *Profil użytkownika (User profile)*.
- Rozwiń pole *Rodzaj użytkownika (User type)* znajdujące się po prawej stronie okna i wybierz opcję *Tradycyjny i synchroniczny (Traditional and Synchronous)*.
- Kliknij *Zastosuj (Apply)*, a następnie *OK*.
- W polu *Utwórz (Create)* pojawią się linki do środowisk tradycyjnych i synchronicznych.

⁵ W zależności od wersji systemu Solid Edge ST dostępność środowisk w profilu synchronicznym może być różna. Zamieszczony w tej książce opis dotyczy pierwszej wersji Solid Edge ST. Więcej informacji na temat profili użytkownika Czytelnik znajdzie w dalszej części tego rozdziału.

⁶ Opcje systemu zostały omówione bardziej szczegółowo w rozdziale: *Opcje systemu i przygotowywanie szablonów*.



Rys. 1.4.: Określenie profilu użytkownika.

Opcja *Rodzaj użytkownika* (User type) pozwala przełączać się pomiędzy profilami. Wybór określonego profilu wpływa na linki wyświetlane na ekranie startowym w polu *Create* oraz listę samouczków. Przy włączonej opcji *Tradycyjny i synchroniczny* (Traditional and Synchronous) wyświetlane są linki do obu typów środowisk i samouczki związane z tradycyjnym i synchronicznym modelowaniem.

Zależnie od wybranej podczas instalacji Solid Edge ST normy (ISO - domyślnie, DIN, ANSI, JIS, UNI, METRIC), w nazwach linków przed określeniem typem środowiska znajdzie się informacja o szablonie uruchamianym przez link (np. *Synchronous ISO Part* – uruchomienie środowiska tworzenia dokumentów części w technologii synchronicznej w oparciu o szablon ISO, *Traditional DIN Sheet Metal* – uruchomienie środowiska tworzenia dokumentów części blaszanych w technologii tradycyjnej na bazie szablonu DIN, itd.) Wybór normy podczas instalacji pozostaje bez wpływu na proces projektowania, ponieważ użytkownik ma możliwość dodania nowych linków lub zmiany dokumentu otwieranego przez łącze (*Opcje tworzenia pliku/Edit Create Option*). Możliwe jest również bezpośrednie otwieranie konkretnego szablonu bez wykorzystywania ekranu startowego. Więcej informacji na temat modyfikacji i tworzenia własnych szablonów Czytelnik znajdzie w rozdziale *Opcje systemu i przygotowanie szablonów*.

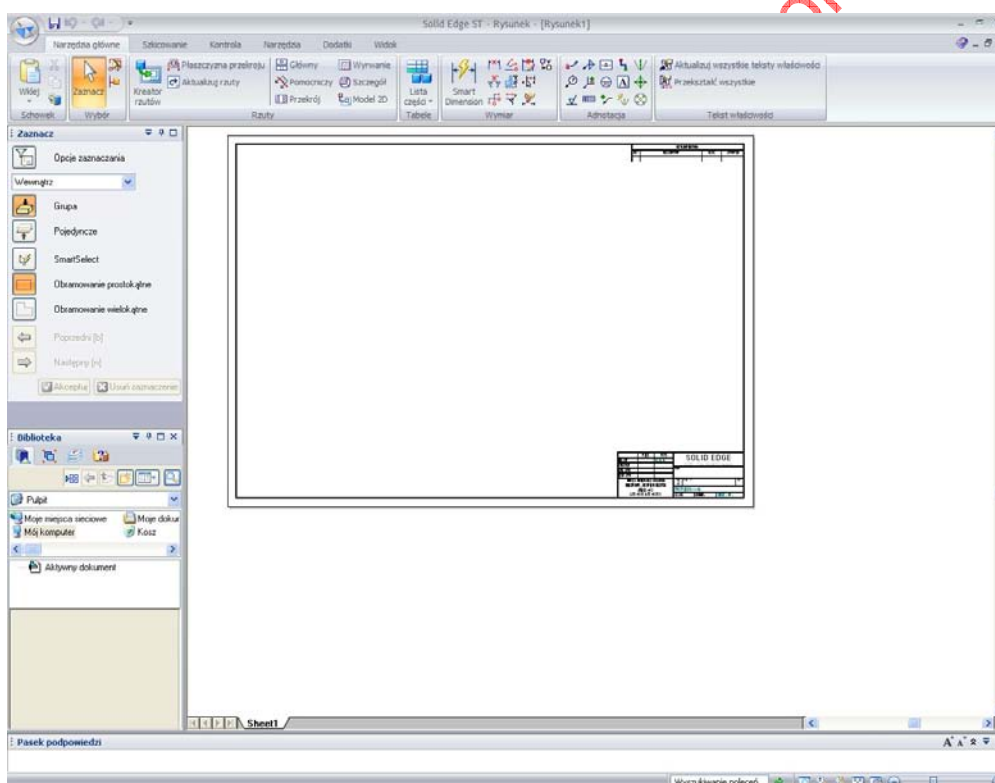
(...)

Rozdział 3: Interfejs – cechy wspólne wszystkich środowisk (Fragment)

Interfejs Solid Edge ST posiada pewne elementy, które występują we wszystkich środowiskach. Aby przyjrzeć się tym elementom, uruchomione zostanie przykładowe środowisko – *Draft*.

Krok 1. Poznaj najważniejsze elementy interfejsu

- Jeżeli korzystałeś z samouczków, zamknij wszystkie pliki rysunków lub modeli oraz okna samouczków.
- Na ekranie startowym w polu *Utwórz (Create)* kliknij link do środowiska *Draft*. Wyświetlił się środowisko tworzenia rysunku.



Rys. 1.8.: Widok interfejsu Solid Edge ST w środowisku *Draft*.

Na powyższej ilustracji przedstawiono widok ogólny interfejsu Solid Edge ST po uruchomieniu środowiska rysunku. Jeżeli użytkownik pracował wcześniej w Solid Edge ST lub dokonywał zmian w szablonach – układ okien czy widok arkusza w oknie graficznym mogą być inne.

Do najważniejszych elementów interfejsu występujących we wszystkich środowiskach należą:

- o *Przycisk aplikacji (Application Button)* – zapewnia dostęp między innymi do operacji otwierania i zapisywania dokumentów, konwersji i innych zależnych od środowiska lub aplikacji,



Rys. 1.9.: Przycisk aplikacji.

- o *Pasek szybkiego dostępu (Quick Access Toolbar)* – zapewnia szybki dostęp do wybranych przez użytkownika poleceń, funkcji lub opcji; może być dostosowywany do potrzeb użytkownika za pomocą menu podręcznego wywoływanego przez prawy przycisk myszy,



Rys. 1.10.: Domyślny widok paska szybkiego dostępu.

- o *Pasek stanu (Status Bar)* – pozwala wyszukiwać polecenia i zapewnia szybki dostęp do narzędzi nawigowania widokiem rysunku lub modelu; może być dostosowywany do potrzeb użytkownika za pomocą menu podręcznego wywoływanego przez prawy przycisk myszy,



Rys. 1.11.: Domyślny widok paska stanu .

(...)

Krok 2. Wyświetl podpowiedzi skrótów literowych

Producent Solid Edge ST nie zapomniał o zwolennikach skrótów klawiaturowych. Wciśnięcie lewego klawisza *ALT* powoduje wyświetlenie skrótów literowych do odpowiednich zakładek i przycisków. Kliknięcie danej litery lub sekwencji liter na klawiaturze powoduje z kolei wyświetlenie skrótów literowych do konkretnych opcji i poleceń. Dzięki jawnemu wyświetlaniu skrótów nie ma konieczności ich zapamiętywania, co powoduje znaczny wzrost efektywności projektowania.



Rys. 1.16.: Fragment paska poleceń po kliknięciu lewego klawisza ALT, a następnie liter NG w środowisku Draft.

- Kliknij jednokrotnie lewy klawisz ALT.
- Kliknij klawisz S. Solid Edge ST przełączy się na zakładkę *Szkicowanie (Sketching)* i wyświetli skróty klawiszowe poleceń związanych z tworzeniem geometrii.

(...)

Rozdział 3: Opcje systemu i przygotowywanie szablonów (Fragment)

Solid Edge ST, podobnie jak inne systemy, bazuje na szablonach. Szablonem jest plik rozumiany przez dany system, w którym zapisywane są pewne ustawienia, parametry czy zmienne. Każdy system wykorzystuje domyślne szablony, jednak z uwagi na różne preferencje użytkownika czy wymagania korporacyjne, zaleca się ich modyfikowanie, a czasem tworzenie nowych szablonów. Użytkownik uruchamiając dany szablon, zyskuje bezpośredni dostęp do zapisanych wcześniej informacji i nie jest zmuszony do definiowania wszystkich parametrów od podstaw. To z kolei ułatwia pracę i przyspiesza proces tworzenia nowych dokumentów.

W Solid Edge ST istnieją dwa typy szablonów: podstawowy (zapisywany przy pomocy polecenia *Zapisz jako/Save as*) oraz zaawansowany (tzw. *Quick Sheet Template* – tworzony przez specjalne polecenie *Utwórz szablon arkusza/Create Quick Sheet Template*). Szablony podstawowe mogą być tworzone we wszystkich środowiskach Solid Edge ST, a mianowicie: *Draft*, *Part*, *Sheet Metal*, *Assembly* i *Weldment*. Szablony zaawansowane przeznaczone są tylko i wyłącznie do tworzenia rysunków z modeli 3D. Różnią się od podstawowych szablonów rysunkowych tym, że dodatkowo mogą zawierać niepowiązane z modelem 3D puste widoki rysunkowe i listy części. Tworzenie rysunków z wykorzystaniem tych szablonów jest niezwykle proste, gdyż powoduje automatyczne generowanie wcześniej zdefiniowanych widoków i list części z zachowaniem większości ustawień (rozmieszczenie, skala i parametry wyświetlania widoków; parametry listy i automatyczne wstawianie symboli pozycji, itd.). Ze względu na założenia merytoryczne i przeznaczenie tej książki, szablony zaawansowane nie będą opisywane. W dalszej części tego rozdziału użytkownik

pozna zasady tworzenia szablonu podstawowego na przykładzie szablonu rysunkowego (szablon środowiska *Draft*).

Szeroka funkcjonalność systemu Solid Edge ST powoduje, że jego opcje są również bardzo rozbudowane. Część ustawień jest związana tylko z działaniem systemu (informacje zapisywane rejestrze *Windows*), część natomiast jest zapamiętywana w szablonach. W poniższym opisie ograniczono się do objaśnienia najważniejszych i najczęściej wykorzystywanych.

W podstawowym szablonie Solid Edge ST zapisywane są następujące elementy oraz parametry:

- o Informacje dotyczące właściwości pliku – (*Właściwości pliku/File Properties*),
- o Informacje o materiale i dodatkowe parametry (*Tablica materiałów/Material Table*) – tylko środowiska *Part* i *Sheet Metal*,
- o *Warstwy (Layers)* - tylko środowiska tradycyjne (*Traditional*),
- o *Arkusze (Sheets)* - tylko środowisko *Draft*,
- o *Styl (Style)*,
- o *Zmienne (Variables)*,
- o Inne opcje (*Opcje Solid Edge/Solid Edge Options*) i ustawienia poleceń.

Oczywiste jest, że aby utworzyć szablon, nie trzeba definiować wszystkich wymienionych parametrów. Poniżej przedstawiony został przykładowy tok postępowania dla utworzenia prostego szablonu rysunkowego. Należy go jednak traktować jako pomoc, a nie jako sztywną instrukcję tworzenia szablonów. Szablony można tworzyć i modyfikować w dowolnym momencie, bez wpływu na istniejące dokumenty. Zasady ich tworzenia w środowiskach innych niż *Draft* są bardzo zbliżone do przedstawionych w poniższym ćwiczeniu.

(...)

Część 3: Modelowanie tradycyjne

Do tego momentu w podręczniku omawiano wyłącznie narzędzia do rysowania. Ma to jednak duże uzasadnienie, gdyż te same narzędzia wykorzystuje się w procesie tworzenia profili płaskich w środowiskach 3D. Modelowanie bryłowych modeli przestrzennych⁷ polega na utworzeniu elementu podstawowego i jego dalszej obróbce przez dodawanie i odejmowanie materiału (wycinanie, przycinanie, fazowanie, otwory itd.). W większości przypadków operacje te bazują na utworzonych na płaszczyźnie profilach. Podobna sytuacja występuje w przypadku środowisk modelowania zespołów, w którym profile (szkice) mogą pomóc w ustalaniu pozycji poszczególnych komponentów lub ich parametryzacji.

(...)

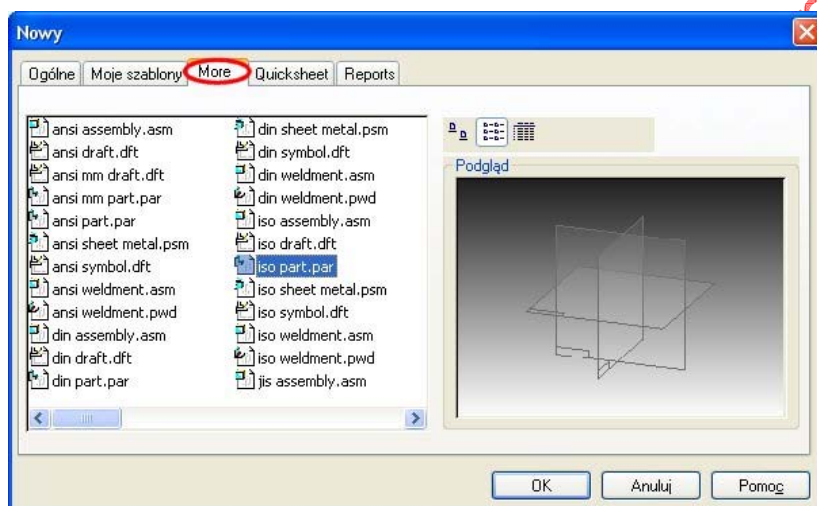
⁷ Solid Edge ST umożliwia również modelowanie powierzchniowe, ale zagadnienie to nie będzie omawiane w tym podręczniku.

Rozdział 1: Modelowanie pojedynczych części (Fragment)

Rozdział 1.1: Interfejs środowiska Traditional Part (Fragment)

Krok 1. Uruchom środowisko modelowania części Traditional Part

- Na ekranie startowym kliknij *Przycisk aplikacji (Application Button)*.
- Kliknij przycisk *Nowy (New)*.



Rys. 3.1.: Uruchomienie szablonu znormalizowanego iso part.par.

- W oknie dialogowym kliknij zakładkę *More*.
- Zaznacz szablon *iso part.par*
- Kliknij OK. Uruchomione zostanie środowisko tradycyjnego modelowania części.

Poniżej scharakteryzowano grupy poleceń i opcje znajdujące się na pasku poleceń oraz panelu *Okienka (Panels)* w środowisku *Traditional Part*.

Krok 2. Poznaj pasek poleceń w środowisku Traditional Part

- Kliknij zakładkę *Narzędzia główne (Home)* i przyjrzyj się głównym poleceniom.

Charakterystyka grup poleceń i opcji znajdujących się w zakładce *Narzędzia główne (Home)*:

- o wykonywanie operacji z wykorzystaniem schowka - grupa *Schowek (Clipboard)*,
- o zaznaczanie elementów - grupa *Wybór (Select)*,
- o tworzenie nowych płaszczyzn i układów odniesienia – grupa *Odniesienie (Reference)*,
- o tworzenie i operacje na szkicach – grupa *Szkic (Sketch)*,
- o tworzenie brył poprzez dodawanie i odejmowanie materiału – grupa *Bryły (Solids)*,
- o tworzenie kopii lustrzanych i powielanie elementów – grupa *Wzór (Pattern)*,

- o edycja bezpośrednia modeli – grupa *Modyfikacja (Modify)*,
- o przyłączanie podstawowych wymiarów PMI⁸ - grupa *Wymiar (Dimension)*.

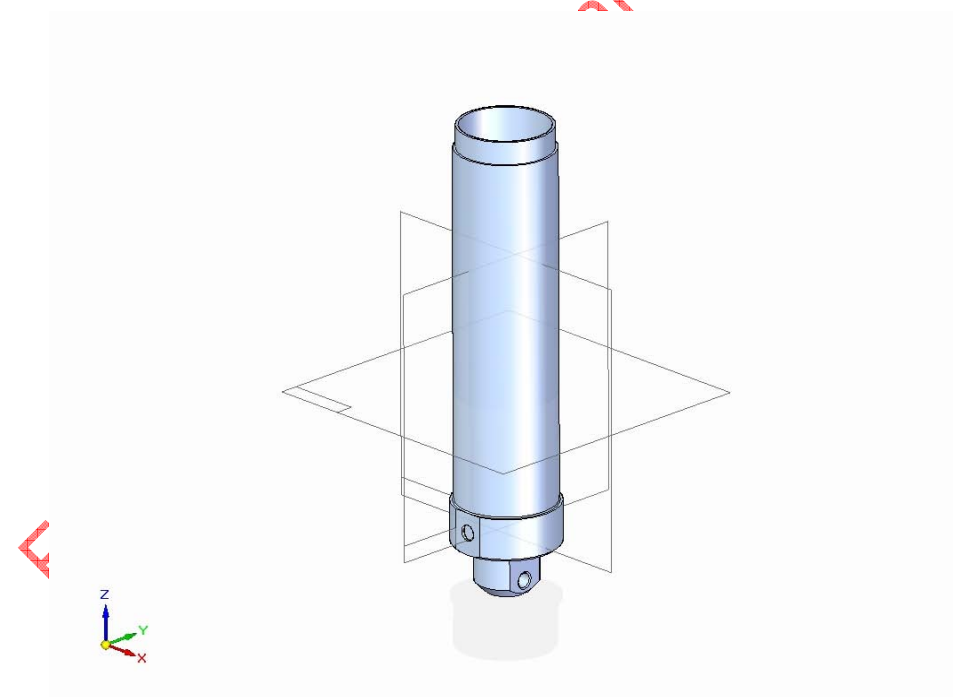


Rys. 3.2.: Widok paska poleceń w środowisku *Traditional Part* po włączeniu zakładki *Narzędzia główne*.

(...)

Rozdział 1.2: Tworzenie modelu części (Fragment)

W niniejszym rozdziale przedstawiono ćwiczenie obejmujące wykonanie modelu 3D pojedynczej części. Użytkownik zbuduje trójwymiarowy model korpusu siłownika, dzięki czemu pozna podstawowe polecenia modelowania bryłowego i zasady poruszania się w środowisku *Traditional Part*. Przed przystąpieniem do tego ćwiczenia zalecane jest wykonanie ćwiczenia z rozdziału *Tworzenie szkicu (profilu 2D)*.



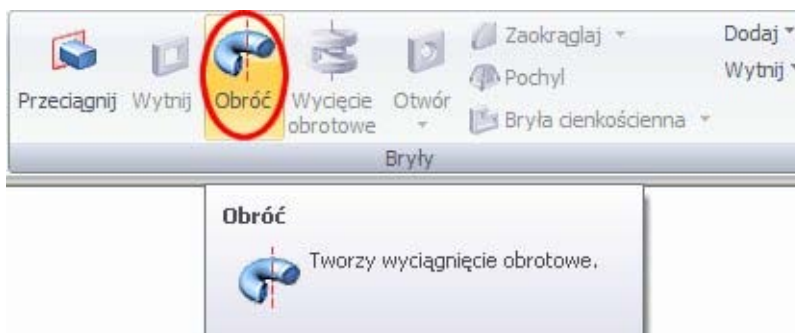
Rys. 3.11.: Gotowy model korpusu siłownika.

(...)

⁸ PMI (Product Manufacturing Information) – grupa specjalnych narzędzi przeznaczonych do wymiarowania i nanoszenia adnotacji bezpośrednio na modelu 3D.

Krok 5. Wykonaj element podstawowy

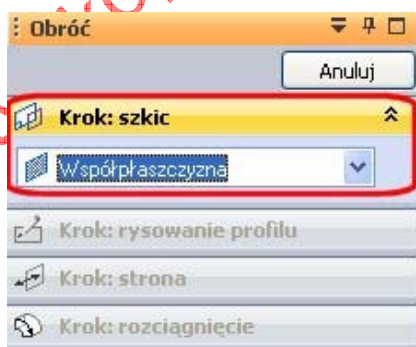
- Na pasku poleceń kliknij zakładkę *Narzędzia główne (Home)*.
- W grupie *Bryły (Solids)* kliknij przycisk polecenia *Obróć (Revolve)*.



Rys. 3.13.: Przycisk polecenia *Obróć (Revolve)*.

Polecenie *Obróć (Revolve)* jest jednym z podstawowych poleceń modelowania bryłowego, przeznaczonym do modelowania obiektów poprzez obrót profilu 2D wokół wskazanej osi. Obracający się w przestrzeni profil utworzyć może fragment bryły (obróć o zadany kąt) lub pełną bryłę kołowo-symetryczną (obróć o 360 stopni).

- Zwróć uwagę, że okno poleceń dynamicznie zmieniło swój wygląd i wyświetla teraz kroki i opcje wykonania operacji wyciągnięcia obrotowego. W tej chwili aktywny jest krok *Szkic (Sketch Step)*.



Rys. 3.14.: Pierwszy krok operacji wycięcia obrotowego.

W przypadku modelowania pojedynczych części okno poleceń wyświetla ułożone w logicznym porządku (z góry na dół) kroki wykonywania danej operacji (*Smart Steps*). Zarówno na etapie wykonywania operacji, jak i po jej zakończeniu, możliwa jest kompleksowa edycja każdego z tych kroków. Pozwala to na zmiany geometrii i położenia obiektu 3D bez konieczności jego usuwania i ponownego tworzenia.

Pierwszy krok – *Szkic (Sketch Step)* pozwala zdefiniować profil potrzebny do wykonania operacji. Można go narysować lokalnie na dowolnej płaszczyźnie lub wskazać na wcześniej

przygotowanym szkicu. Do zdefiniowania profilu wykorzystuje się opcje dostępne w rozwijalnym polu *Opcje Twórz-Od (Create From Options)* – patrz Rys. 3.15. Opcja *Wybierz ze szkicu (Select from Sketch)* i inne niepokazane na poniższej ilustracji dostępne są dopiero po utworzeniu szkicu lub obiektu 3D.



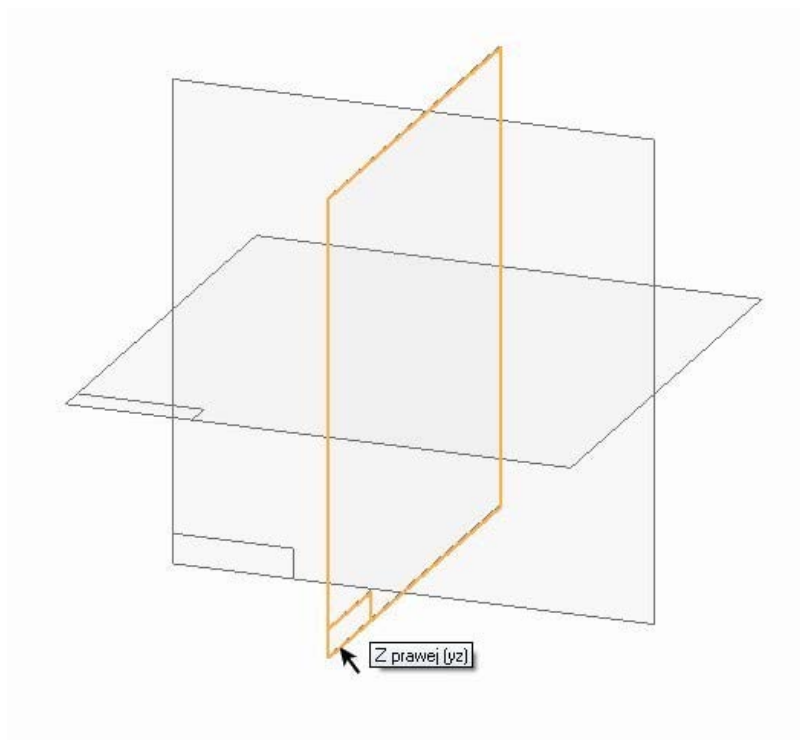
Rys. 3.15.: Wybór płaszczyzny podczas definiowania profilu operacji

Wspomniano wcześniej, że w ćwiczeniu zastosowane zostanie modelowanie z wykorzystaniem lokalnego szkicowania. Użytkownik narysuje profil na płaszczyźnie odniesienia „Z prawej” (yz), wykorzystując opcję *Współpłaszczyzna (Coincident Plane)*.

Krok 6. Wybierz płaszczyznę do narysowania profilu

- W kroku *Szkic (Sketch Step)* w rozwijalnym polu wybierz opcję *Współpłaszczyzna (Coincident Plane)* – patrz ilustracja powyżej..
- W oknie graficznym skieruj kursor na krawędź płaszczyzny „Z prawej” (yz), jak pokazano na poniższej ilustracji. Zauważ, że podświetlona zostanie płaszczyzna, jak i odpowiednia pozycja na drzewie *PathFinder*.
- Po podświetleniu się płaszczyzny kliknij lewym przyciskiem myszy⁹, aby przejść do kolejnego kroku wykonywania operacji (rysowanie profilu).

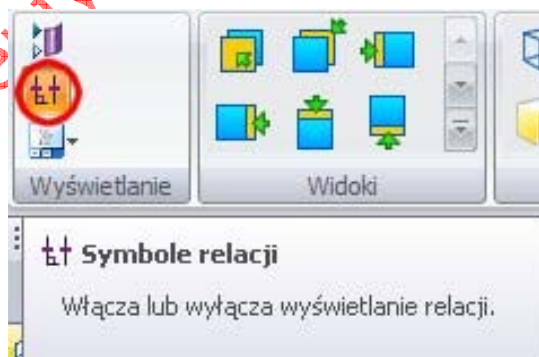
⁹ Zaznaczanie płaszczyzn, operacji i innych obiektów w przestrzeni można wykonywać przez bezpośrednie wskazywanie obiektu w oknie graficznym lub poprzez zaznaczanie odpowiedniej pozycji w *PathFinder*.



Rys. 3.16.: Wybór płaszczyzny do narysowania profilu pierwszej operacji.

Krok 7. Włącz wyświetlanie symboli relacji

- Na pasku poleceń kliknij zakładkę *Widok (View)*.
- Upewnij się, że w grupie *Wyświetlanie (Show)* włączony jest przycisk *Symbol relacji (Relationships Handles)* – przycisk powinien być podświetlony. Jeśli nie jest, kliknij¹⁰. Pomoże ci to kontrolować relacje pomiędzy elementami szkicu¹¹.



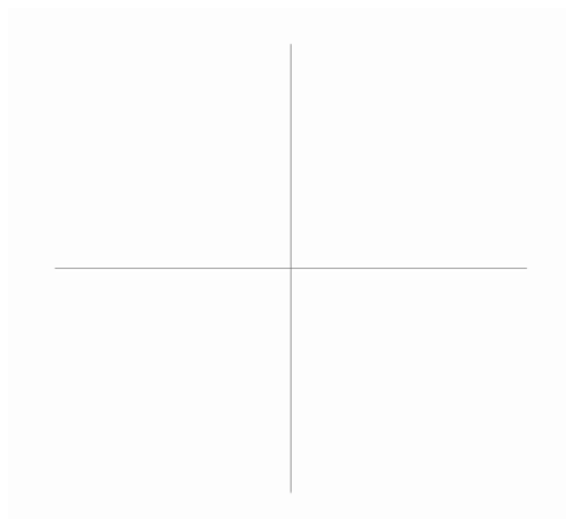
Rys. 3.17.: Przycisk opcji *Symbol relacji*.

¹⁰ Jeżeli szkicujesz lokalnie (nie korzystasz z polecenia *Skic/Sketch*) nie musisz pamiętać o włączeniu opcji *Zachowaj relacje (Maintain Relationships)*, gdyż jest ona ustawiona automatycznie.

¹¹ Parametryczne relacje 2D zostały opisane w rozdziale: *Tworzenie szkicu (profilu 2D)*.

Krok 8. Rozpocznij rysowanie profilu

- Zwróć uwagę, że po kliknięciu płaszczyzny „Z prawej” (yz) w poprzednim kroku, widok automatycznie wyrównał się z płaszczyzną profilu. Dwie linie które widzisz, są w rzeczywistości krawędziami pozostałych płaszczyzn widzianymi z boku.
- Zauważ również, że przejście do kroku *Rysowanie profilu (Draw Profile Step)*, powoduje zmianę wyglądu interfejsu na znany już Ci dobrze ze środowiska *Draft* (uruchomiony zostaje środowisku szkicu - tzw. *Szkicownik*).



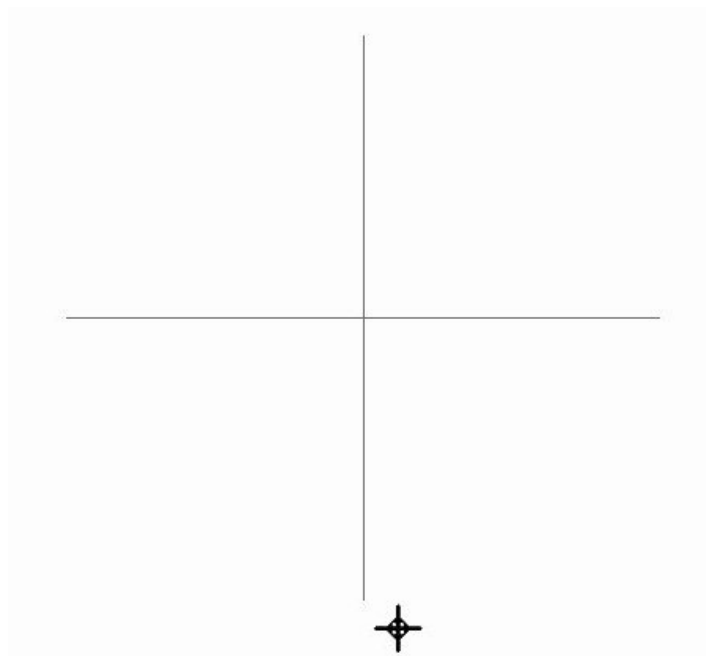
Rys. 3.18.: Widok okna graficznego w kroku *Rysowanie profilu (Draw Profile Step)*.

- Na pasku poleceń kliknij zakładkę *Narzędzia główne (Home)*.
- W grupie *Rysowanie (Draw)* kliknij przycisk polecenia *Linia (Line)*, aby rozpocząć rysowanie linii.



Rys. 3.19.: Przycisk polecenia *Linia*.

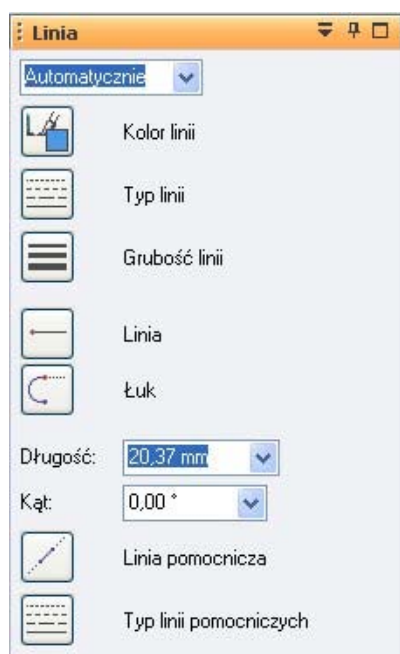
- Kliknij jednokrotnie lewym przyciskiem myszy w miejscu pokazanym na poniższej ilustracji, aby rozpocząć rysowanie pierwszej linii.



Rys. 3.20.: Zdefiniowanie pierwszego punktu linii profilu korpusu.

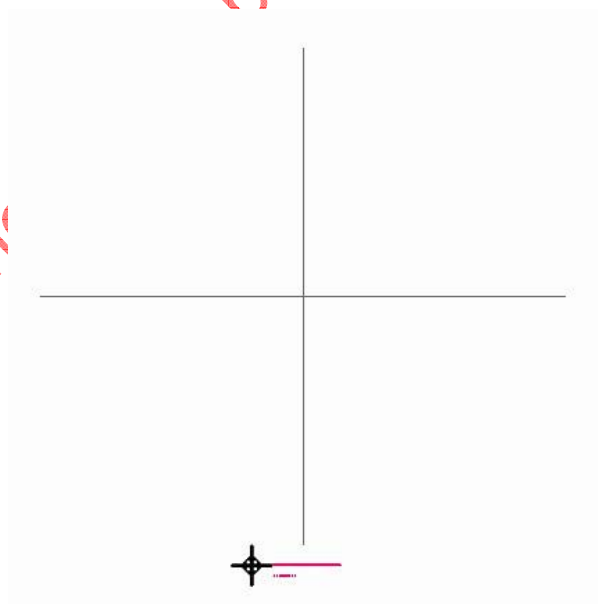
Krok 9. Zakończ rysowanie pierwszej linii

- Przesuń kursor myszy w lewo tak, aby wyświetlił się symbol relacji *Poziomość* (*Horizontal*). Zwróć uwagę, że w tym momencie w oknie poleceń w polu *Kąt* (*Angle*) wartość kąta wynosi 180 stopni, a rysowana linia jest pozioma.
- Przesuwaj kursor do momentu, gdy w oknie poleceń w polu *Długość* (*Length*) wartość wynosić będzie około 20 mm (linia nadal ma być pozioma).



Rys. 3.21.: Widok okna poleceń podczas rysowania pierwszej linii profilu korpusu.

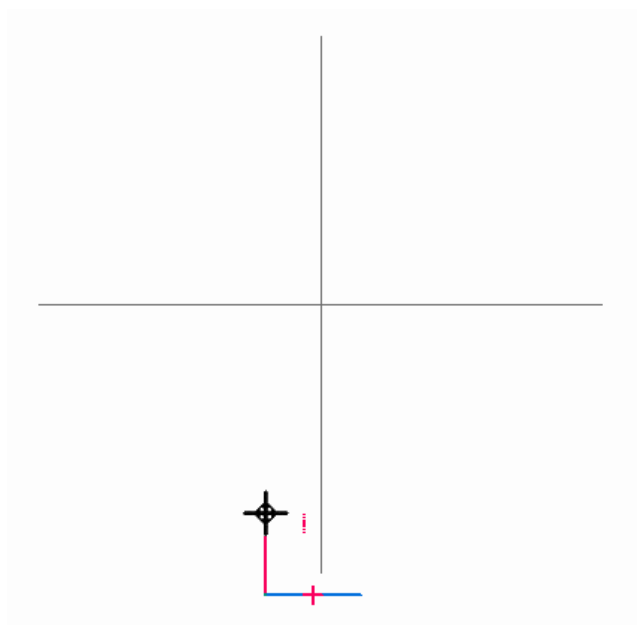
- Kliknij lewym przyciskiem myszy, aby zakończyć rysowanie pierwszej linii profilu. Zauważ, że koniec pierwszej linii jest jednocześnie początkiem kolejnej.



Rys. 3.22.: Zdefiniowanie drugiego punktu linii profilu korpusu.

Krok 10. Narysuj drugą linię

- Przesuń kursor myszy w górę tak, aby wyświetlił się symbol relacji *Pionowość* (*Vertical*). Zwróć uwagę, że w tym momencie w oknie poleceń w polu *Kąt* (*Angle*) wartość kąta wynosi 90 stopni.
- Przesuwaj kursor do momentu, gdy w oknie poleceń w polu *Długość* (*Length*) wartość wynosić będzie około 17 mm (linia nadal ma być pionowa).
- Kliknij lewym przyciskiem myszy, aby zakończyć rysowanie drugiej linii.

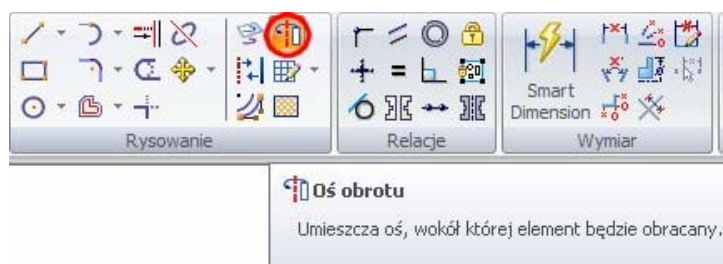


Rys. 3.23.: Zdefiniowanie drugiego punktu linii profilu korpusu.

(...)

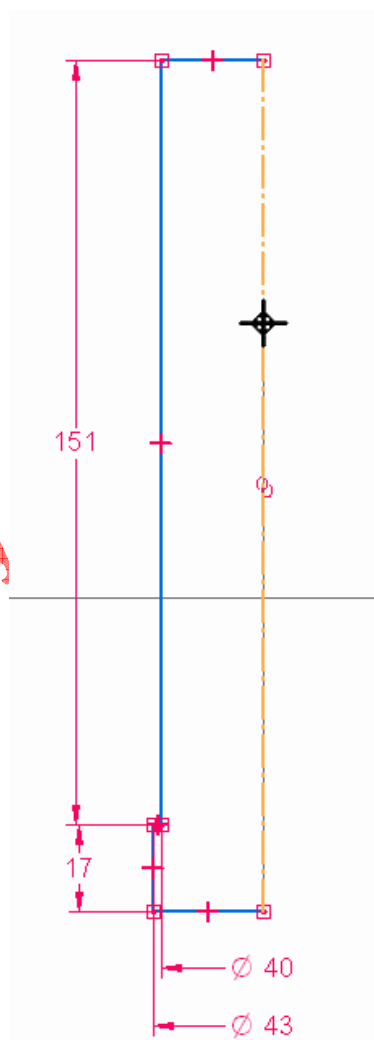
Krok 23. Zaznacz oś obrotu

- Na pasku poleceń kliknij zakładkę *Narzędzia główne* (*Home*), aby powrócić do poleceń tworzenia geometrii.
- W grupie *Rysowanie* (*Draw*) kliknij polecenie *Oś obrotu* (*Axis of Revolution*).



Rys.3.50: Przycisk *Oś obrotu*.

- Kliknij na zrzutowanej krawędzi płaszczyzny „Z przodu” (xz). Styl linii zostanie zmieniony i stanie się ona osią obrotu podczas wykonywania operacji wyciągnięcia obrotowego.



Rys.3.51: Wskazanie osi obrotu.

Krok 24. Opuść szkicownik

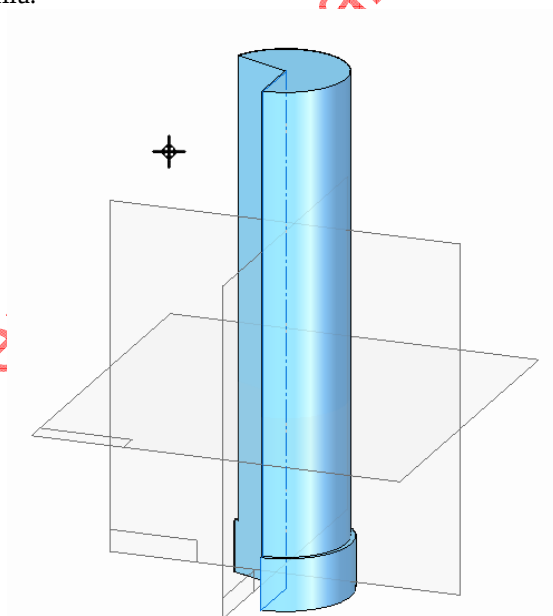
- Aby opuścić szkicownik i przejść do kolejnego kroku, kliknij na pasku poleceń przycisk *Zamknij szkic* (*Close Sketch*).



Rys.3.52: Przycisk *Zamknij szkic*.

Krok 25. Utwórz bryłę obrotową

- Kliknięcie przycisku *Zamknij szkic* spowodowało opuszczenie szkicownika (*krok Rysowanie profilu/Draw Profile Step*) i przejście do kroku tworzenia bryły poprzez obrót (*krok Rozciągnięcie/Extent Step*). Zauważ, że pominięty został w tym przypadku krok (*Strona/Side Step*).
- Poruszaj kursorem myszy i zwróć uwagę, że możesz dynamicznie określić kąt obrotu profilu.

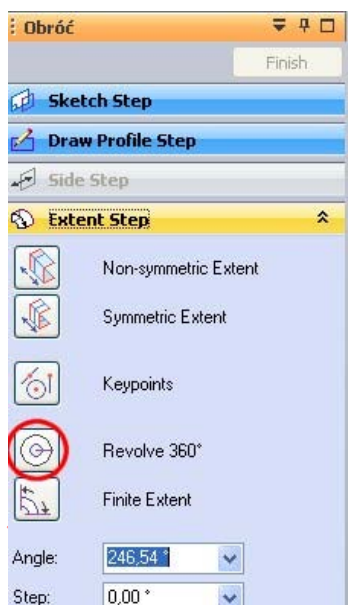


Rys.3.53: Dynamiczny obrót profilu w poleceniu *Obróć* (*Revolve*).

- Zwróć uwagę na opcje znajdujące się w oknie poleceń.

Krok *Rozciągnięcie* w poleceniu *Obróć (Revolve)*¹² pozwala w różny sposób zbudować obrotowy element bryłowy. Poniżej przedstawiono krótki opis opcji dostępnych w oknie poleceń:

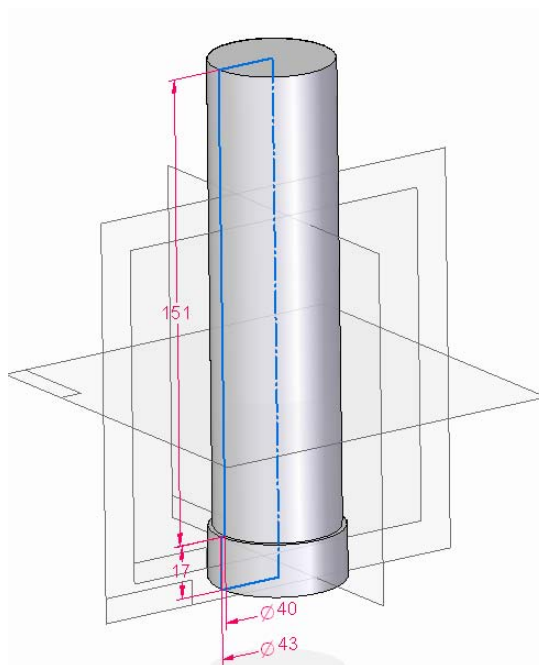
- o *Rozciągnięcie niesymetryczne (Non-symmetric Extent)* – niesymetryczny obrót profilu w dwu kierunkach,
- o *Rozciągnięcie symetryczne (Symmetric Extent)* – symetryczny obrót w dwu kierunkach,
- o *Punkty charakterystyczne (Keypoints)* – pozwala określić typ punktów charakterystycznych rozpoznawanych przez system,
- o *Obróć (Revolve) 360°* – pełny obrót profilu,
- o *Rozciągnięcie skończone (Finite Extent)* – obrót profilu w jednym kierunku o zadany kąt,
- o *Kąt (Angle)* – pole pozwalające określić wartość kąta,
- o *Krok (Step)* – pole pozwalające określić krok podczas obrotu dynamicznego.



Rys.3.54: Przycisk opcji *Obróć 360°*.

- W przypadku projektowanego elementu chcesz, aby kąt obrotu wynosił 360 stopni. Kliknij zatem przycisk *Obróć (Revolve) 360°* (patrz ilustracja powyżej).

¹² Analogiczne opcje kroku *Rozciągnięcie (Extent Step)* występują w przypadku operacji przeciwnej – *Wycięcie obrotowe (Revolved Cut)*.



Rys.3.55: Wykonanie pełnej bryły obrotowej.

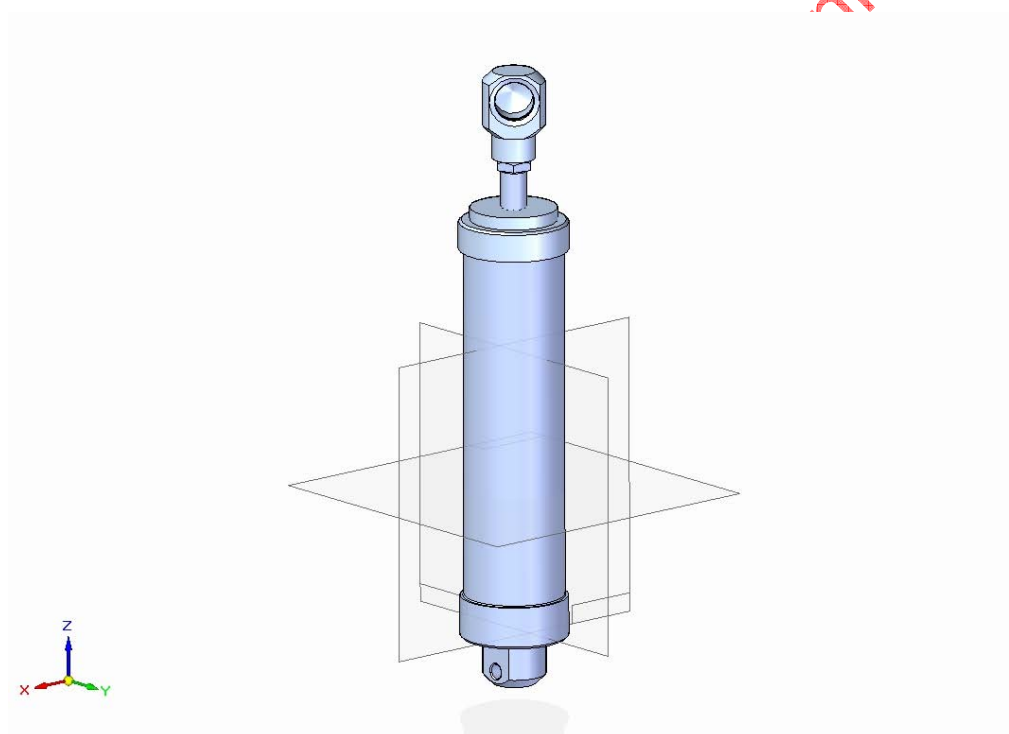
- Zwróć uwagę, że system umożliwia Ci nazwanie operacji, a także dynamiczną zmianę wymiarów jeszcze przed ukończeniem operacji.
- W związku z tym, że wymiary są poprawne i nie będziesz nazywał operacji, kliknij *Zakończ (Finish)*.

(...)

Rozdział 2: Modelowanie zespołów (Fragment)

Rozdział 2.2: Tworzenie modelu zespołu (Fragment)

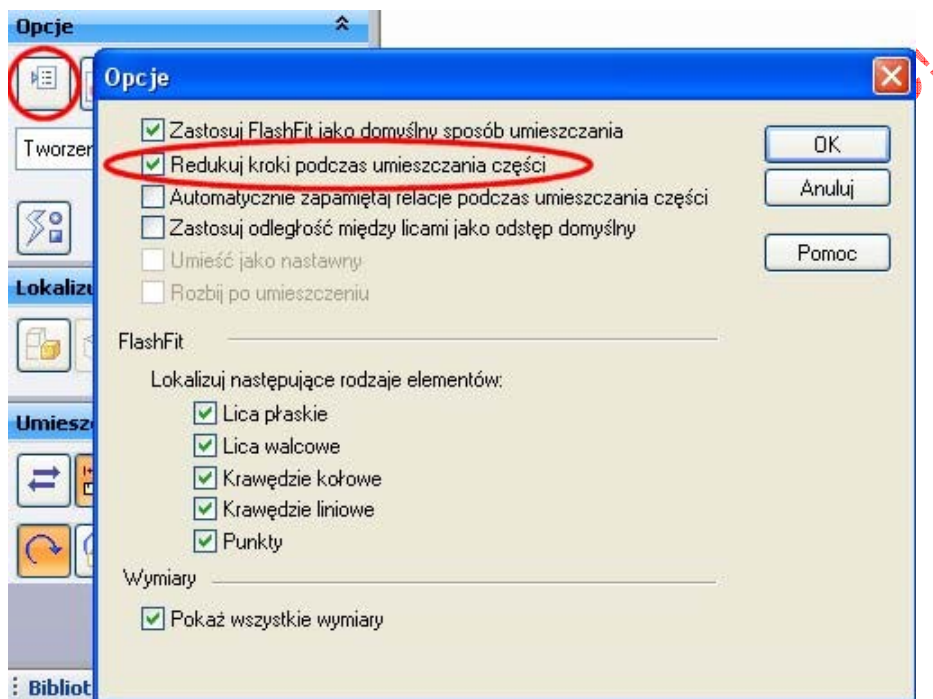
Poniższe ćwiczenie przedstawia sposób wykonania modelu 3D zespołu składającego się z kilku pojedynczych części. Użytkownik zbuduje trójwymiarowy model zespołu siłownika wykorzystując dwie podstawowe techniki: wstawianie istniejących komponentów oraz tworzenie części w kontekście zespołu. Dzięki temu pozna podstawowe narzędzia i funkcje środowiska *Traditional Assembly*. Przed przystąpieniem do tego ćwiczenia zalecane jest wykonanie ćwiczeń z rozdziałów: *Tworzenie szkicu (profilu 2D)* oraz *Tworzenie modelu części*.



Rys. 3.186.: Gotowy model zespołu siłownika.

Krok 9. Zredukuj liczbę kroków podczas definiowania relacji

- W oknie poleceń w polu *Opcje (Options)*, kliknij przycisk *Opcje (Options)*.
- W oknie dialogowym upewnij się, że włączona jest (zaznaczone okienko) opcja *Redukuj kroki podczas umieszczania części w zespole (Use FlashFit as the Default Placement Method)*.
- Jeśli okienko jest puste, zaznacz je, aby włączyć tę opcję.



Rys. 3.195: Włączenie opcji *Redukuj kroki podczas umieszczania części*.

Jak wspomniano wcześniej, podczas składania komponentów w oknie poleceń (pole *Lokalizuj stopnie/Locate Steps*) znajdują się przyciski odpowiadające następującym krokom:

1. wskazanie części umieszczanej,
2. wskazanie elementu części umieszczanej (lico, krawędź, punkt itd.),
3. wskazanie części docelowej,
4. wskazanie elementu części docelowej.

Włączenie opcji *Redukuj kroki podczas umieszczania części* powoduje pominięcie kroków 1 i 3, co w praktyce oznacza przyspieszenie procesu montażu¹³. Pozostałe opcje okna pokrótce scharakteryzowano poniżej:

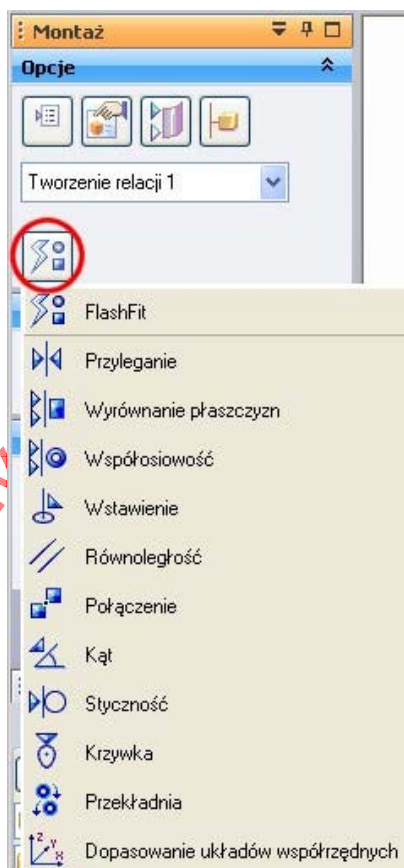
¹³ Mogą wystąpić sytuacje (np. wiązanie komponentów za pomocą elementów konstrukcyjnych), w których opcję lepiej wyłączyć, gdyż może utrudniać proces montażu.

- o Zastosuj *FlashFit*¹⁴ jako domyślny sposób umieszczania (*Use FlashFit as the Default Placement Method*) – włączenie powoduje automatyczny wybór narzędzia *FlashFit* po uruchomieniu polecenia *Składaj* (*Assemble*); po jej wyłączeniu domyślną relacją staje się *Przyleganie* (*Mate*),
- o *Automatycznie zapamiętaj relacje podczas umieszczania części* (*Automatically Capture Fit When Placing Parts*) – sprawia, że zastosowane relacje zostają zapamiętane w pliku części¹⁵; opcja przydatna, jeśli część wielokrotnie pozycjonuje się w zespołach w ten sam sposób,

(...)

Krok 10. Poznaj rodzaje relacji w zespole

- W oknie poleceń w polu *Opcje* (*Options*), kliknij przycisk *Typy relacji* (*Relationships Types*), zaznaczony na poniższej ilustracji. Pojawi się lista dostępnych relacji.



Rys. 3.196: Przycisk *Typy relacji*.

¹⁴ Więcej informacji na temat *FlashFit* zamieszczono w dalszej części rozdziału.

¹⁵ Relacje mogą być również zapamiętywane poprzez zaznaczenie części i wywołanie polecenia *Zapamiętaj relacje* (*Capture Fit*).

Klasyczny sposób pozycjonowania części w zespole polega na odbieraniu stopni im swobody przez wykorzystanie odpowiednich parametrycznych relacji. W Solid Edge ST istnieją następujące typy relacji w zespole (patrz Rys.3.196):

1. *Przyleganie (Mate)* – sprawia, że lica (płaszczyzny) komponentów stają się współpłaszczyznowe (odstęp stały równy 0) lub równoległe (odstęp stały różny od 0 albo odstęp zmienny) przy założeniu, iż **kierunki wektorów normalnych do lic pokrywają się, a zwroty są przeciwne**, możliwe jest płynne przełączenie się do relacji *Wyrównanie płaszczyzn*,
2. *Wyrównanie płaszczyzn (Planar Align)* – powoduje, że lica (płaszczyzny) komponentów stają się współpłaszczyznowe (odstęp stały równy 0) lub równoległe (odstęp stały różny od 0 albo odstęp zmienny) przy założeniu, iż **kierunki wektorów normalnych do lic pokrywają się, a ich zwroty są jednakowe**; możliwe jest płynne przełączenie się do relacji *Przyleganie*,
3. *Współosiowość (Axial Align)* – sprawia, że lica cylindryczne lub ich fragmenty (w przekroju poprzecznym zawierają łuk) stają się współosiowe; połączenie współosiowe może mieć *odblokowany lub zablokowany obrót*,
(...)

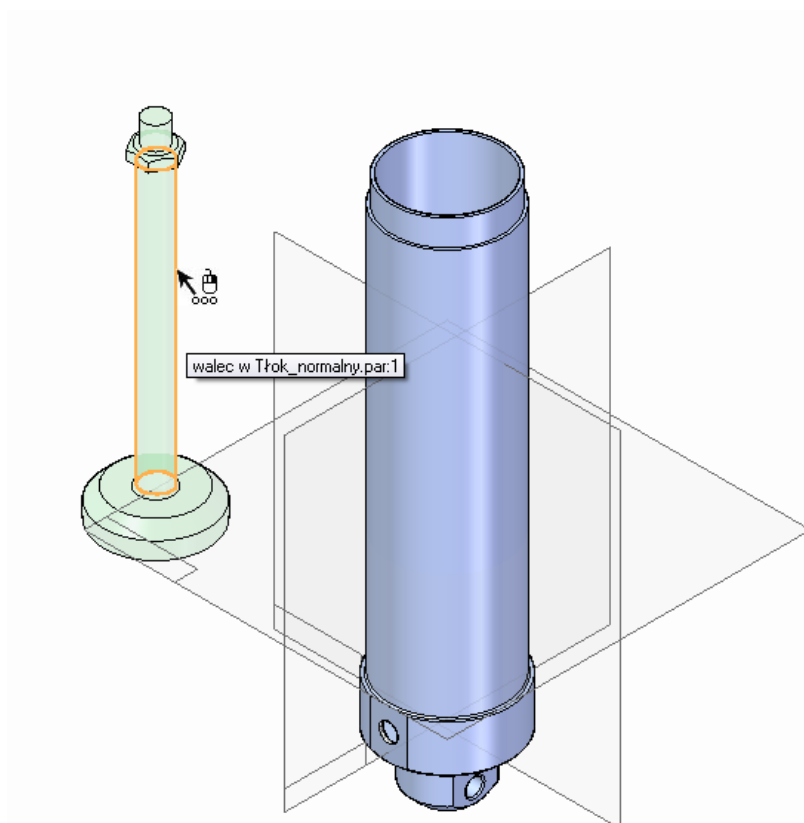
Krok 11. Ustaw tłok i korpus współosiowo

- Wybierz z listy relację *Współosiowość (Axial Align)*.
- Jeżeli przypadkowo wyszedłeś z polecenia, na zakładce *Narzędzia główne (Home)* kliknij polecenie *Zaznacz (Select)*, następnie zaznacz tłok (kliknij lewym przyciskiem myszy na pozycji w *PathFinder* lub bezpośrednio na modelu w oknie graficznym) i kliknij przycisk polecenia *Składaj (Assemble)*.

Krok 12. Zaznacz walcowe lico w tłoku

- Skieruj kursor na lico walcowe tłoka pokazane na poniższej ilustracji¹⁶. Zwróć uwagę, że wskazane lico modelu zostało wyróżnione i wyświetlona została informacja na temat typu powierzchni oraz nazwy zaznaczanego pliku.

¹⁶ Jeżeli w komponencie wprowadzono oś obrotu (ręcznie lub automatycznie np. w przypadku operacji *Wyciągnięcie śrubowe/Helical Protrusion*), wówczas podczas współosiowego pozycjonowania komponentu można również zaznaczyć tę oś. W przypadku części kołowo-symetrycznych istnieje możliwość zaznaczania dowolnego lica (stożkowe, toroidalne, walcowe itd.). Zaleca się jednak wskazywanie lic współpracujących, szczególnie gdy planowane są zmiany geometrii modeli.

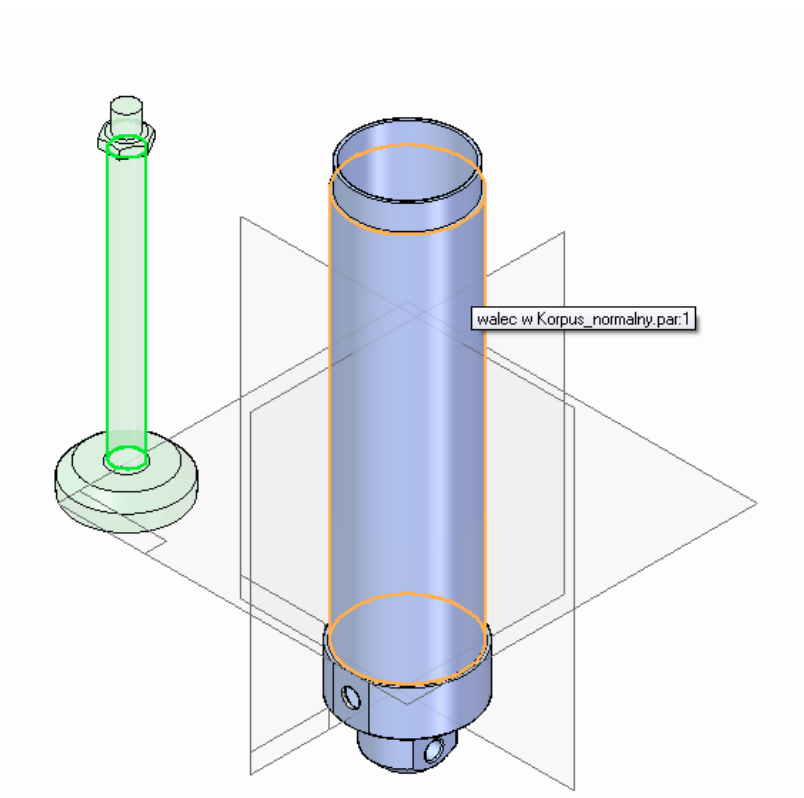


Rys. 3.197: Wskazanie lica walcowego tłoka.

- Kliknij lewym przyciskiem myszy, aby zaznaczyć wskazane lico. Pamiętaj, że do zaznaczania odpowiednich lic możesz używać omówionego wcześniej narzędzia QuickPick.

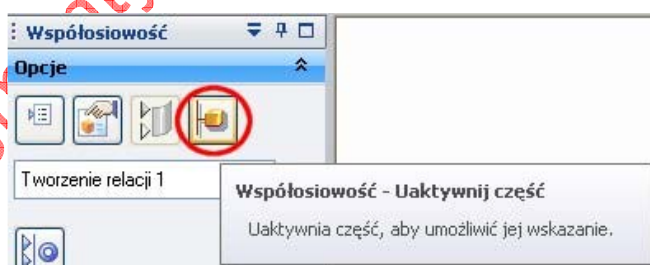
Krok 13. Zaznacz walcowe lico w korpusie

- Kliknij na licu korpusu, jak przedstawiono na poniższym rysunku, aby zakończyć współosiowe pozycjonowanie tłoka i korpusu.



Rys. 3.198: Wskazanie lica walcowego korpusu.

- Jeżeli nie możesz zaznaczyć żadnego lica w korpusie, oznacza to, że część jest nieaktywna¹⁷. W celu aktywacji komponentu kliknij przycisk *Uaktywnij część* (Activate Part) znajdujący się na samej górze okna poleceń.
- Kliknij model korpusu, następnie spróbuj ponownie zaznaczyć odpowiednie lico.



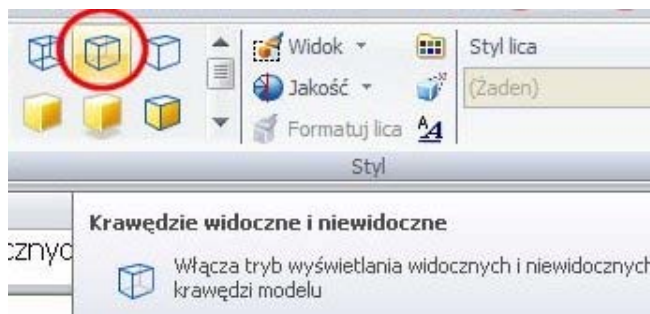
Rys. 3.199: Przycisk *Uaktywnij część*.

- Zwróć uwagę, że tłok przesunął się w przestrzeni i ustawił współosiowo z korpusem, a polecenie *Składaj* (Assembly) jest nadal aktywne.

¹⁷ Zagadnienie dezaktywacji komponentów zostanie poruszone w dalszej części książki.

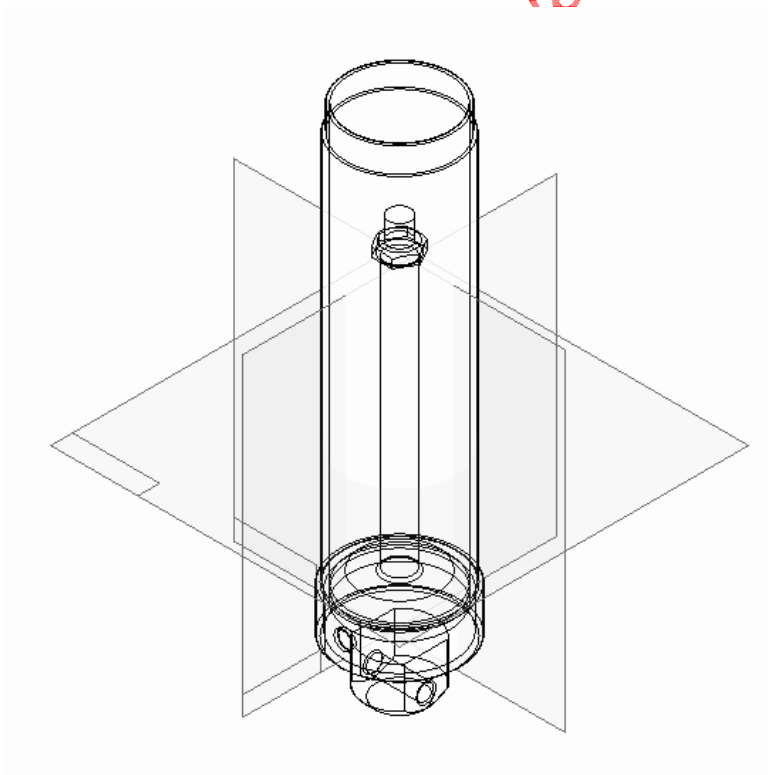
Krok 14. Zmień sposób wyświetlania modelu

- Na pasku poleceń przejdź na zakładkę *Widok (View)*.
- W grupie *Styl (Style)* kliknij przycisk *Krawędzie widoczne i niewidoczne (Visible and Hidden Edges)*. Zapamiętaj, że polecenie to dostępne jest również na pasku stanu (*Status Bar*).



Rys. 3.200: Włączenie wyświetlania krawędzi widocznych i niewidocznych modelu.

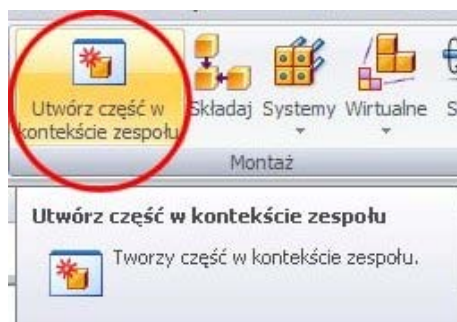
- Zwróć uwagę, że zmienił się sposób wyświetlania modelu i wewnątrz korpusu widoczny jest teraz tłok.



(...)

Krok 39. **Utwórz w kontekście zespołu model tulei uszczelniającej**

- Na pasku poleceń kliknij zakładkę *Narzędzia główne (Home)*.
- W grupie *Montaż (Assemble)* kliknij przycisk *Utwórz część w kontekście zespołu (Create Part In-Place)*.



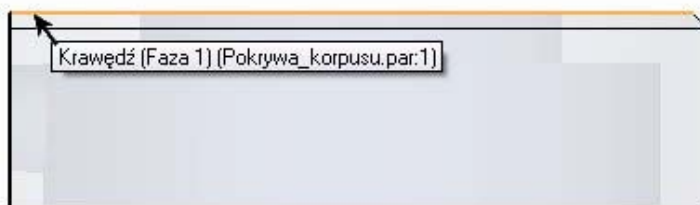
Rys. 3.232: Przycisk polecenia *Utwórz część w kontekście zespołu*.

Wspominano na początku tego rozdziału, że jedną z metod umieszczania części w zespole jest tak zwane modelowanie w kontekście zespołu. Polega ono na tym, że użytkownik modeluje część „na tle” współpracujących komponentów. Zaletą takiego rozwiązania jest nie tylko możliwość obserwacji tych komponentów, ale również wykorzystywanie ich geometrii (fragmenty lub całe modele) w fazie modelowania nowej części. To z kolei pozwala na zapewnianie asocjatywności geometrii pomiędzy komponentami. Ponadto, niezależnie od zastosowanej metody budowania zespołu, każdą z części w dowolnej chwili można edytować i wykonywać w niej zmiany bezpośrednio z poziomu zespołu (nie trzeba zamykać pliku zespołu i otwierać niezależnie jego składników). W bieżącym ćwiczeniu użytkownik utworzy w kontekście zespołu model tulei, wykorzystując do tego celu geometrię pokrywy korpusu siłownika.

(...)

Krok 50. **Wykorzystaj górną krawędź pokrywy**

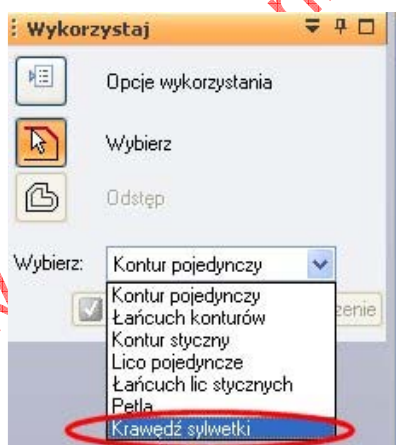
- Skieruj kursor na krawędź pokazaną na poniższej ilustracji. Po jej podświetleniu, kliknij lewym przyciskiem myszy. Górna krawędź pokrywy zostanie zrzutowana na płaszczyznę profilu a w jej środku pojawi się znacznik powiązania.
- Utworzone powiązanie oznacza fakt, że jeśli nastąpi na przykład zmiana wysokości pokrywy, kołnierz tulei przesunie się tak, aby w dalszym ciągu przylegał do górnej powierzchni pokrywy.



Rys. 3.243.: Rzutowanie górnej krawędzi pokrywy na płaszczyznę profilu przy pomocy polecenia *Wykorzystaj*.

Krok 51. Zmień opcje wyboru krawędzi

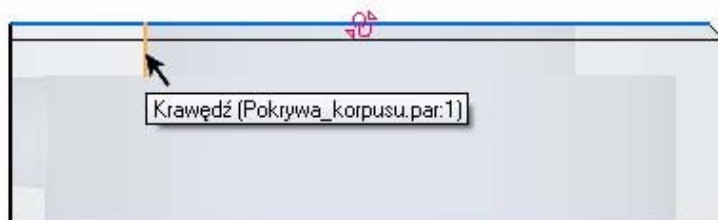
- W kolejnym kroku wykorzystasz krawędź otworu pokrywy. Nie jest to jednak w rzeczywistości krawędź, a jedynie „krawędź sylwetki” walca (tworząca), widziana w płaszczyźnie osi obrotu.
- Aby móc ją wskazać, w oknie poleceń rozwiń pole *Wybierz (Select)* i ustaw opcję *Krawędź sylwetki (Silhouette Edge)*.



Rys. 3.244.: Zmiana typu lokalizowanych krawędzi.

Krok 52. Wykorzystaj krawędź otworu pokrywy

- Skieruj kursor na krawędź pokazaną na poniższej ilustracji i po jej podświetleniu kliknij lewym przyciskiem myszy. Krawędź zostanie rzutowana.
- Automatycznie zostanie utworzone powiązanie (patrz znacznik powiązania), powodujące fakt, że średnica otworu pokrywy będzie zawsze taka sama, jak średnica części walcowej tulei współpracującej z tym otworem.



Rys. 3.245.: Rzutowanie krawędzi sylwetki otworu w pokrywie na płaszczyznę profilu przy pomocy polecenia *Wykorzystaj*.

Krok 65. Zaznacz oś obrotu

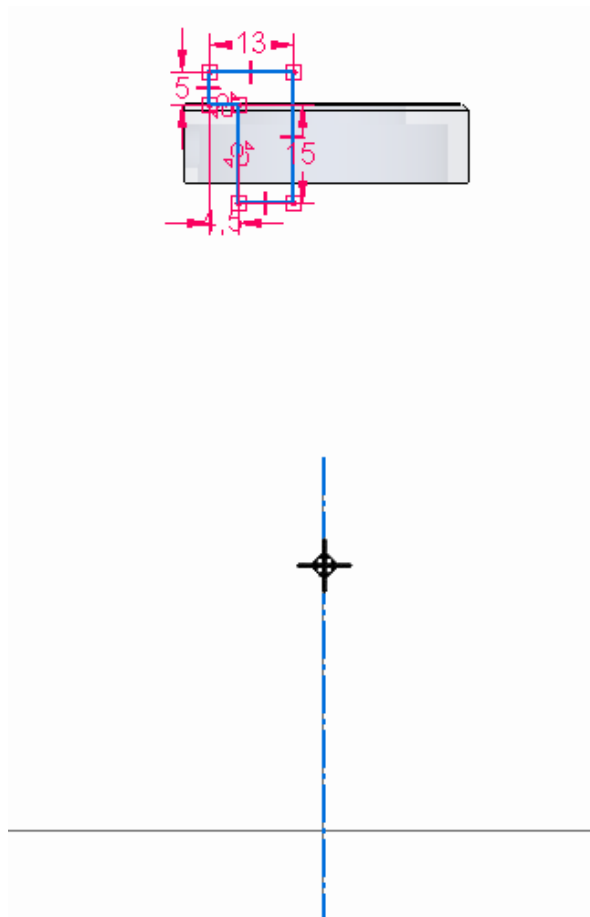
- W grupie *Rysowanie (Draw)* kliknij przycisk polecenia *Oś obrotu (Axis of Revolution)*



Rys.3.265: Przycisk *Oś obrotu*.

- Kliknij krawędź płaszczyzny „Z przodu” (xz). Styl krawędzi płaszczyzny¹⁸ zostanie zmieniony i stanie się ona osią obrotu podczas wykonywania operacji wyciągnięcia obrotowego.

¹⁸ Zagadnienie *Styl* omówione zostało w rozdziale *Opcje systemu i przygotowywanie szablonów*.



Rys.3.266: Zdefiniowanie osi obrotu.

Krok 66. Opuść szkicownik

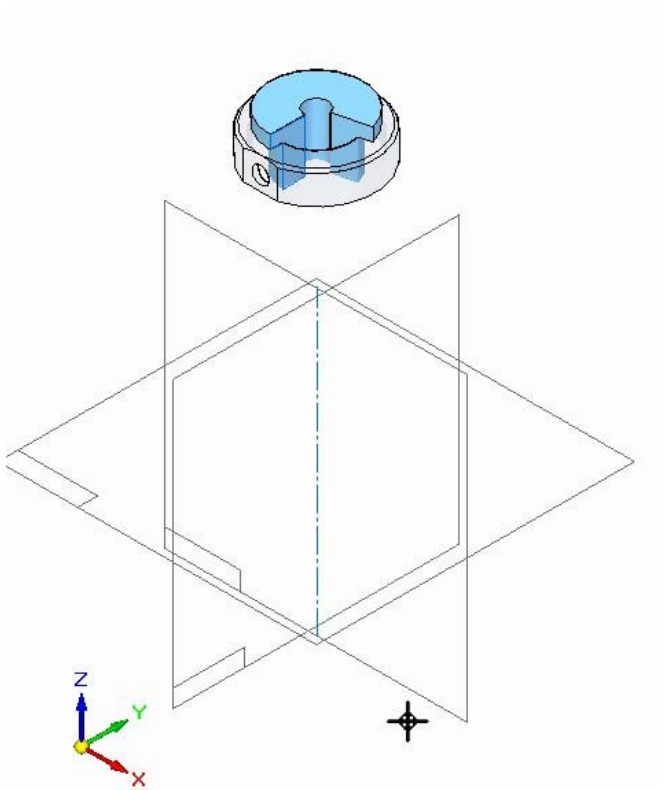
- Aby opuścić szkicownik i przejść do kolejnego kroku polecenia *Obróć (Revolve)*, kliknij znajdujący się na samym końcu paska poleceń przycisk *Zamknij szkic (Close Sketch)*.



Rys.3.267: Przycisk *Zamknij szkic*.

Krok 67. Utwórz bryłę obrotową

- Kliknięcie przycisku *Zamknij szkic* spowodowało opuszczenie szkicownika (*krok Rysowanie profilu/Draw Profile Step*) i przejście do kroku tworzenia bryły poprzez obrót (*krok Rozciągnięcie/Extent Step*). Poruszaj kursorem myszy i zwróć uwagę, że możesz dynamicznie określić kąt obrotu profilu.

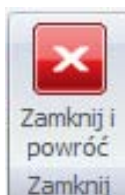


Rys.3.268: Dynamiczny obrót profilu tulei.

(...)

Krok 73. Powrót do zespołu

- Wykonałeś kompletny model tulei, więc możesz teraz powrócić do środowiska zespołu i wstawić ostatnią część siłownika.
- Kliknij znajdujący się na końcu paska poleceń (zakładka *Narzędzia główne/Home*) przycisk *Zamknij i powrót* (*Close and Return*).



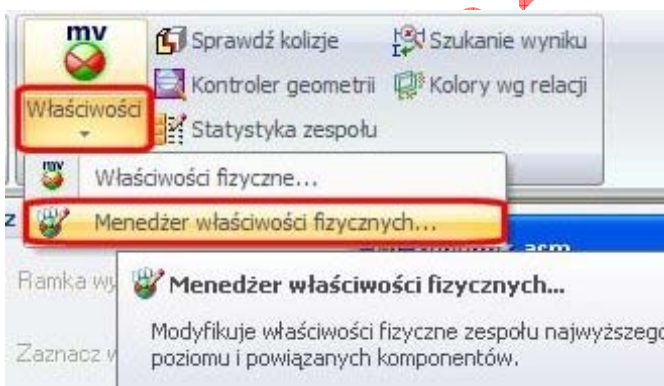
Rys.3.275: Przycisk *Zamknij i powróć*.

- Jeżeli po powrocie do zespołu nie widzisz wszystkich części, w *PathFinder* zaznacz okienka przy niewidocznych elementach.

(...)

Krok 84. Zdefiniuj materiał dla poszczególnych części zespołu

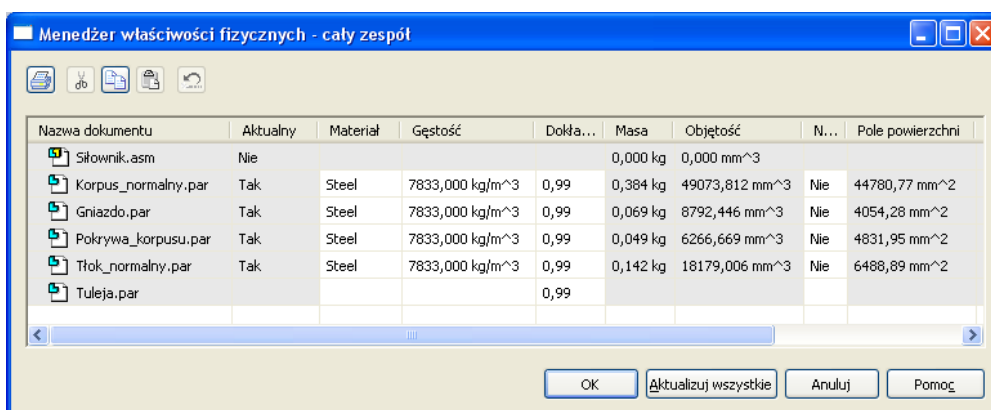
- Jeżeli wykonałeś poprzednie ćwiczenie, poznałeś sposób definiowania materiału części w środowisku *Traditional Part*. Teraz dowiesz się, jak określić materiał poszczególnych komponentów z poziomu zespołu.
- Na pasku poleceń kliknij zakładkę *Kontrola (Inspect)*.
- Skieruj kursor na przycisk *Właściwości (Properties)* znajdujący się tuż pod przyciskiem *Właściwości fizyczne (Physical Properties – „mv”)*.
- Gdy się podświetli, kliknij lewym przyciskiem myszy, aby pokazać listę poleceń. Na liście wybierz polecenie *Menedżer właściwości fizycznych (Physical Properties Manager)*.



Rys. 3.284: przycisk *Menedżer właściwości fizycznych*.

Krok 85. Zapoznaj się z *Menedżerem właściwości fizycznych*

- Po wybraniu polecenia pojawi się okno dialogowe przedstawione poniżej. Aby wyświetlić wszystkie właściwości możesz dostosować szerokość kolumn lub powiększyć okno na cały ekran.



Rys. 3.285: Widok okna dialogowego *Menedżer właściwości fizycznych*. w zespole *Siłownik*.

Menedżer właściwości fizycznych (Physical Properties Manager) pozwala edytować i zarządzać właściwościami fizycznymi wszystkich części w aktywnym zespole. Polecenie to jest niezwykle efektywne, gdyż aby zmienić właściwości fizyczne poszczególnych komponentów, nie ma potrzeby otwierania każdego dokumentu niezależnie¹⁹. W tabeli menedżera możliwe jest przypisywanie do części między innymi materiału i gęstości. Użytkownik sam ustala jakie właściwości (z dostępnej listy) mają być wyświetlane i edytowane. Ponadto, wykorzystując odpowiednie przyciski i opcje menu podręcznego (wywoływane przez kliknięcie prawym przyciskiem myszy w dowolnej komórce tablicy), może wyszukiwać określone właściwości, sortować je, drukować itd.

Po przypisaniu materiału do części, system sprawdza, czy taki materiał istnieje w *Bibliotece materiałów*²⁰ i czy zdefiniowana została jego gęstość. Jeżeli tak, wówczas w polu gęstość automatycznie pojawia się odpowiednia wartość, którą oczywiście można zmienić. Jeżeli wiele części nie posiada zdefiniowanej gęstości można wykorzystać przycisk *Aktualizuj wszystkie (Update All)* i przypisać materiał do wszystkich części jednocześnie.

Krok 88. Sprawdź kolizje w zespole siłownika

- Na pasku poleceń kliknij zakładkę *Kontrola (Inspect)* i w grupie *Ocena (Evaluate)* kliknij polecenie *Sprawdź kolizje (Check Interference)*.

¹⁹ Zmian materiału i innych właściwości (nie tylko fizycznych) w wielu dokumentach jednocześnie można dokonywać również za pomocą polecenia *Menedżer właściwości (Properties Manager)*.

²⁰ *Biblioteka materiałów* została opisana w rozdziale *Tworzenie modelu części*.

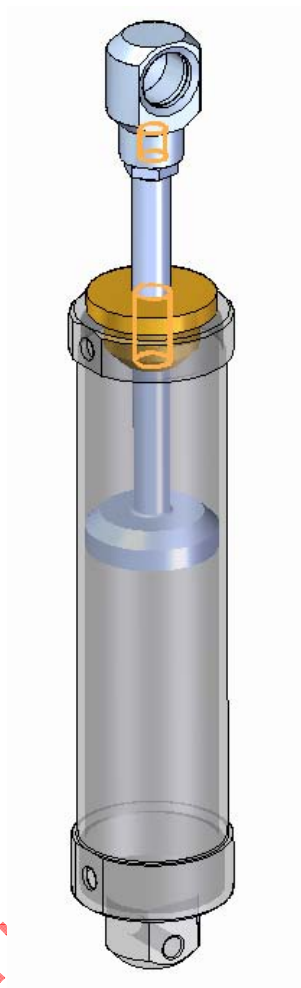


Rys. 3.288: Przycisk polecenia *Sprawdź kolizje*.

(...)

Krok 91. Przeprowadź analizę

- Aby zaakceptować zaznaczenie i przeprowadzić analizę, kliknij prawy przycisk myszy lub kolejno przyciski *Akceptuj* (*Accept*) i *Przetwarzaj* (*Process*) w oknie poleceń. Nastąpi proces sprawdzania kolizji. Wynik analizy powinien wyglądać, jak na przedstawionej poniżej ilustracji.
- System wykrył kolizje pomiędzy tłokiem a tuleją oraz pomiędzy tłokiem i gniazdem. Tę drugą kolizję zignorujesz, ponieważ występuje tam omawiane wcześniej połączenie gwintowe (nie włączyłeś opcji *Ignoruj kolizje pomiędzy gwintowaną częścią złączną a niegwintowanym otworem*).
- Przyjrzyj się kolizji tłok-tuleja. Wyraźnie widać, że kolizję stanowi niezgodność średnic otworu tulei i współpracującego ramienia tłoka. Możesz zatem dokonać wyboru, którą ze średnic chcesz zmniejszyć lub powiększyć.
- Zakładając, że z punktu widzenia wytrzymałości średnica ramienia tłoka nie może zostać zmieniona, zmodyfikujesz geometrię otworu w tulei.



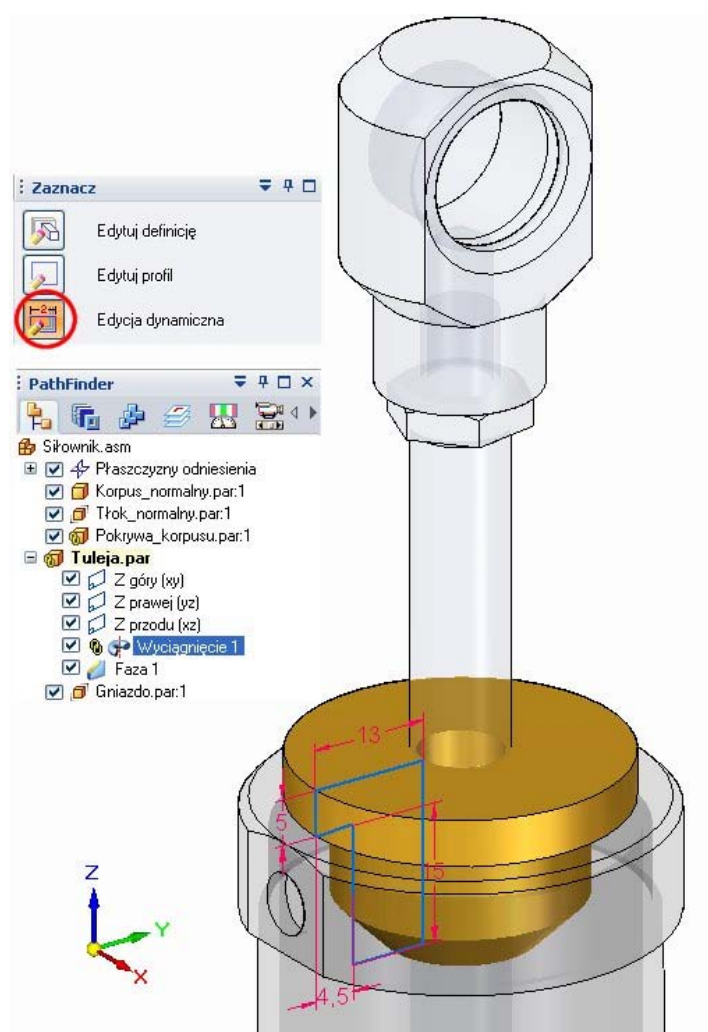
Rys. 3.291: Widok zespołu siłownika po przeprowadzeniu analizy kolizji.

(...)

Krok 93. Zmień geometrię tulei w kontekście zespołu

- Tworzenie i edycję części w kontekście zespołu znasz już bardzo dobrze, więc nie powinieneś mieć problemów ze zmianą geometrii tulei. Modyfikację geometrii wykonasz za pomocą *Edycji dynamicznej (Dynamic Edit)*²¹.
- W panelu *Okienka (Panes)* kliknij zakładkę *PathFinder* (jeśli nieaktywna).
- Na drzewie operacji zaznacz operację *Wyciągnięcie 1 (Protrusion 1)*.
- Przesuń kursor w górę i w oknie poleceń kliknij przycisk *Edycja dynamiczna (Dynamic Edit)*. Zwróć uwagę, że pojawił się profil operacji wraz z wszystkimi wprowadzonymi przez Ciebie wymiarami. Wymiary te możesz teraz edytować obserwując zmiany geometrii modelu 3D.

²¹ Polecenie *Edycja dynamiczna (Dynamic Edit)* zostało wyjaśnione w rozdziale *Tworzenie modelu części*.

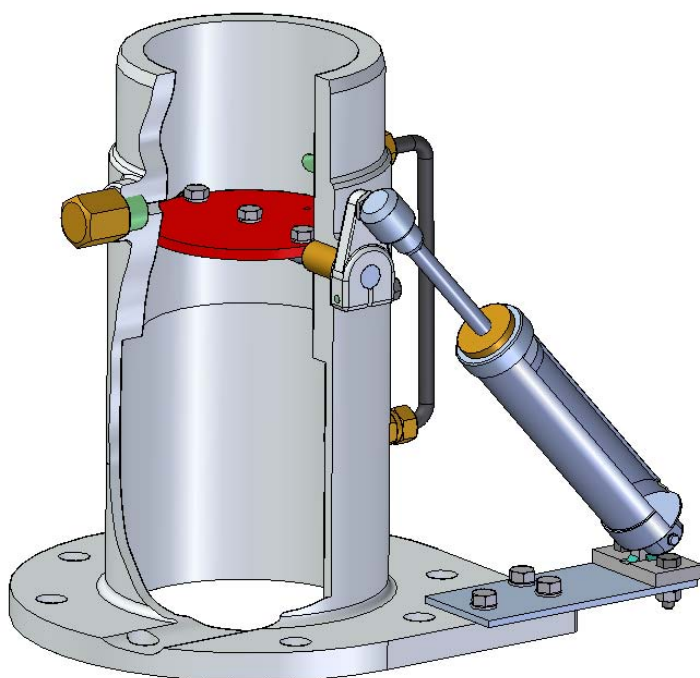


Rys. 3.293: Edycja dynamiczna tulei.

(...)

Rozdział 2.3: Wybrane narzędzia zwiększające efektywność pracy z dużymi zespołami (Fragment)

Na przykładzie poniższego ćwiczenia przedstawiono wybrane funkcje i polecenia Solid Edge ST przeznaczone do wspomagania projektowania dużych zespołów. Użytkownik pozna między innymi sposoby definiowania konfiguracji wyświetlania zespołu, wykonywania przekrojów bezpośrednio na modelu 3D oraz zapisywania dowolnych widoków. Przed przystąpieniem do tego ćwiczenia zalecane jest wykonanie ćwiczenia z rozdziału *Tworzenie modelu zespołu*.



Rys.3.311: Gotowy model zespołu przepustnicy.

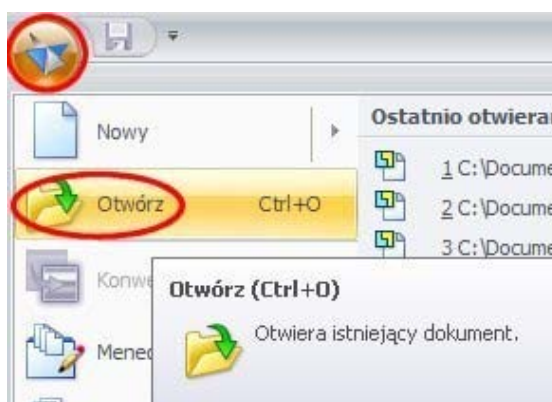
Krok 1. Skopiuj pliki do wykonania ćwiczenia

- Jeżeli nie wykonałeś ćwiczenia z rozdziału *Tworzenie modelu części lub Tworzenie modelu zespołu*, otwórz płytę DVD zawierającą pliki do ćwiczeń.
- Skopiuj na dysk lokalny (np. na *Pulpit*) katalog **Modele**. Zapamiętaj gdzie zapisywałeś pliki, ponieważ będziesz z nich korzystał.

Krok 2. Zapoznaj się z oknem dialogowym polecenia Otwórz

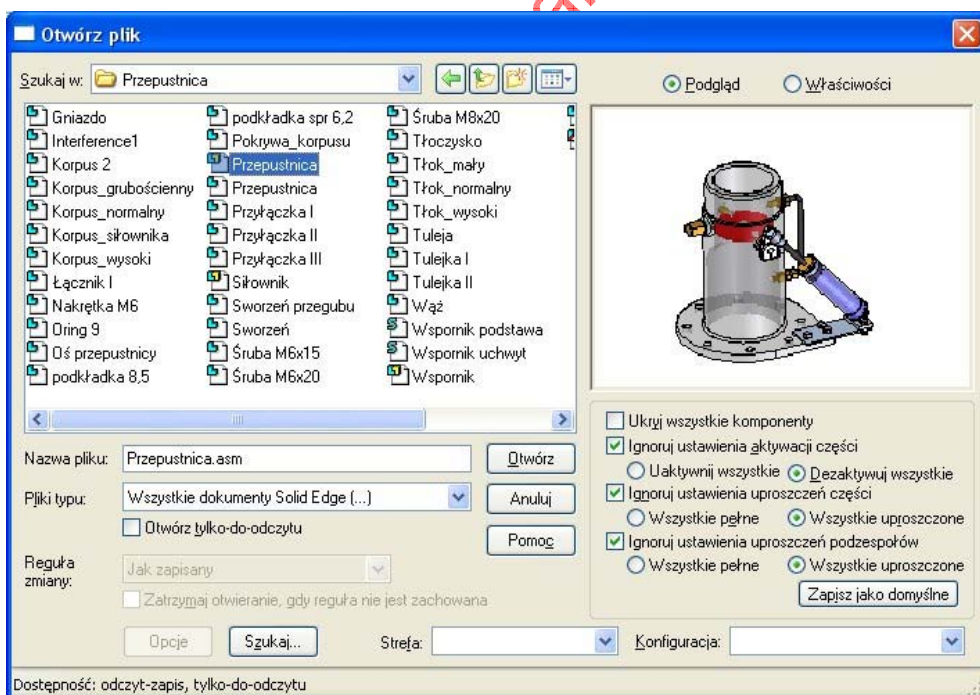
- W ćwiczeniu wykorzystasz istniejący model **Przepustnica.asm**.
- Jeśli zamknąłeś system Solid Edge ST, uruchom go ponownie.
- Kliknij *Przycisk aplikacji (Application Button)*, a następnie wybierz polecenie *Otwórz (Open)*²².

²² Polecenie można wywołać również przez kliknięcie linku *Istniejący dokument (Existing Document)*, znajdującego się na ekranie startowym Solid Edge ST.



Rys.3.312: Wybór polecenia Otwórz.

- W oknie dialogowym rozwiń pole Szukaj w (Look in) i odszukaj przegrane z płyty na dysk lokalny pliki z ćwiczeniami. Przejdź do lokalizacji **Modele\Przepustnica** i zaznacz plik **Przepustnica** (jeśli nie widzisz pliku, upewnij się, że w polu Pliki typu/Files of type masz ustawioną opcję Wszystkie pliki Solid Edge/All Solid Edge Document lub Dokumenty zespołów/Assembly Document). **Nie klikaj na razie przycisku Otwórz (Open).**



Rys.3.313: Opcje okna Otwórz po zaznaczeniu pliku zespołu.

Polecenie *Otwórz (Open)* jest szczególnie pomocne podczas otwierania plików zespołów Solid Edge ST oraz plików pochodzących z innych systemów. Pozwala ono z jednej strony

kontrolować wykorzystanie pamięci operacyjnej podczas otwierania zespołu, z drugiej zaś określać parametry translacji dokumentów importowanych (przycisk *Otwórz/Open*). Z uwagi na dużą ilość translatorów oraz zróżnicowanie ich parametrów, opcje każdego z nich nie będą szczegółowo omawiane w tym podręczniku. W rozdziale tym natomiast skupiono się na wybranych narzędziach przeznaczonych do zwiększenia efektywności pracy z dużymi zespołami.

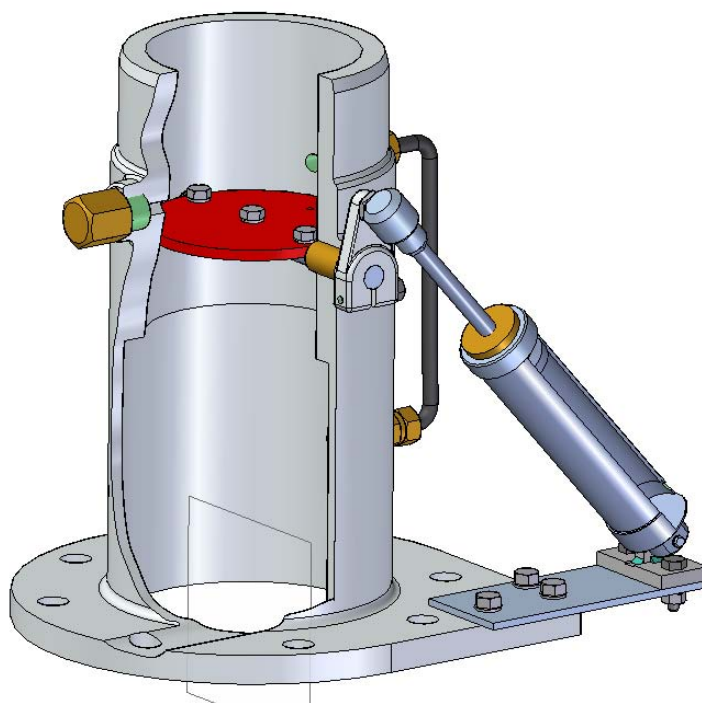
Powróćmy do okna dialogowego *Otwórz plik*. Po zaznaczeniu pliku zespołu pojawiają się tam opcje, z których najważniejsze objaśniono poniżej:

- o *Ukryj wszystkie komponenty (Hide all components)* – całkowicie minimalizuje wykorzystanie pamięci operacyjnej, maksymalnie przyspieszając proces otwierania zespołu; po zaznaczeniu opcji zespół otwierany jest w taki sposób, że wszystkie jego części są ukryte i nieaktywne, natomiast w strukturze zespołu (*PathFinder*) wyświetlane są tylko elementy na najwyższym poziomie (lista części w podzespołach jest zwinięta),
- o *Ignoruj ustawienia aktywacji części (Apply activation override to parts)* – pozwala uniezależnić się od ustawień aktywacji zapisanych w pliku zespołu i wczytać wszystkie części jako aktywne (podopcja *Aktywuj wszystkie/Activate all*) lub nieaktywne (*Dezaktywuj wszystkie/Inactivate all*),

(...)

Krok 19. Włącz wyświetlanie przekroju siłownika

- Wszystkie przekroje i wyrwania wykonane za pomocą polecenia *Przekrój (Section)* są umieszczane w *PathFinder*. Rozwiń grupę *Przekroje (Section Views)*.
- Zwróć uwagę, że nad utworzonym przez Ciebie przekrojem znajduje się jeszcze jeden przekrój (przygotowany wcześniej). Jest on „wyszarzony”, co oznacza to fakt, że jest ukryty.
- Najedź kursorem myszy na ukryty *Przekrój 1A (Section 1A)* i zwróć uwagę, że na modelu pokazuje się tymczasowo profil tego przekroju w miejscu, gdzie został wykonany.
- Kliknij prawym przyciskiem myszy na *Przekroju 1A*, aby wyświetlić jego menu podręczne.

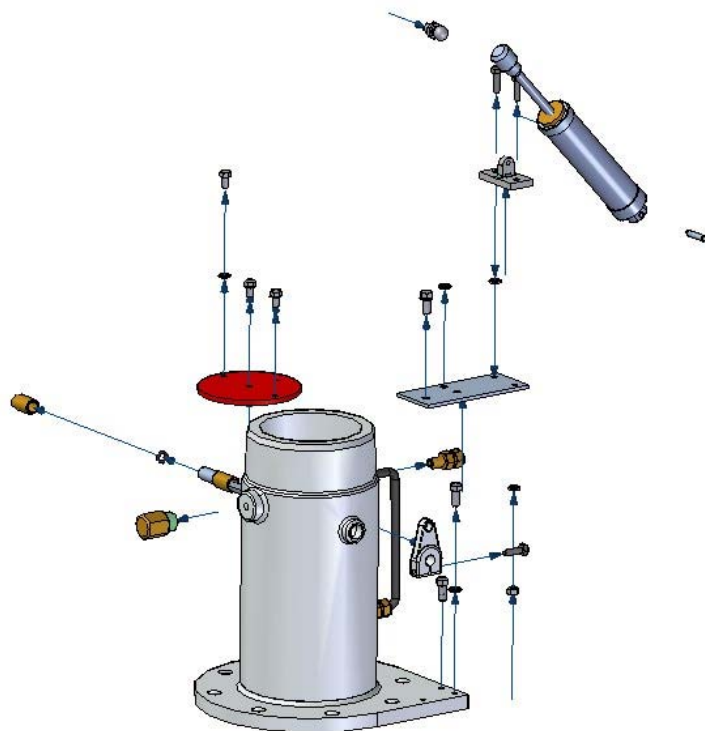


Rys.3.333: Widok modelu przepustnicy po włączeniu wyświetlania obu przekrojów.

(...)

Rozdział 2.4: Widoki rozstrzelone i dynamiczna dokumentacja projektu (Fragment)

W niniejszym rozdziale przedstawiono sposób tworzenia dynamicznej dokumentacji projektu. Użytkownik wykona widoki rozstrzelone zespołu i na ich podstawie utworzy prosty film instruktażowy procesu montażu elementów. Przed przystąpieniem do tego ćwiczenia **wymagane** jest wykonanie ćwiczenia z rozdziału *Wybrane narzędzia zwiększające efektywność pracy z dużymi zespołami*.

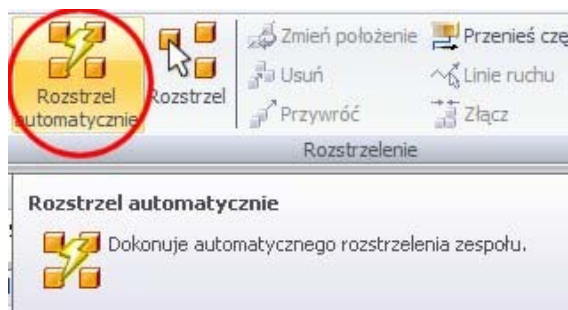


Rys. 3.351: Widok rozstrzelony zespołu przepustnicy.

(...)

Krok 4. Wykonaj automatyczne rozstrzelanie przepustnicy

- Na pasku poleceń (zakładka *Narzędzia główne/Home*) kliknij przycisk polecenia *Rozstrzel automatycznie* (Auto Explode).

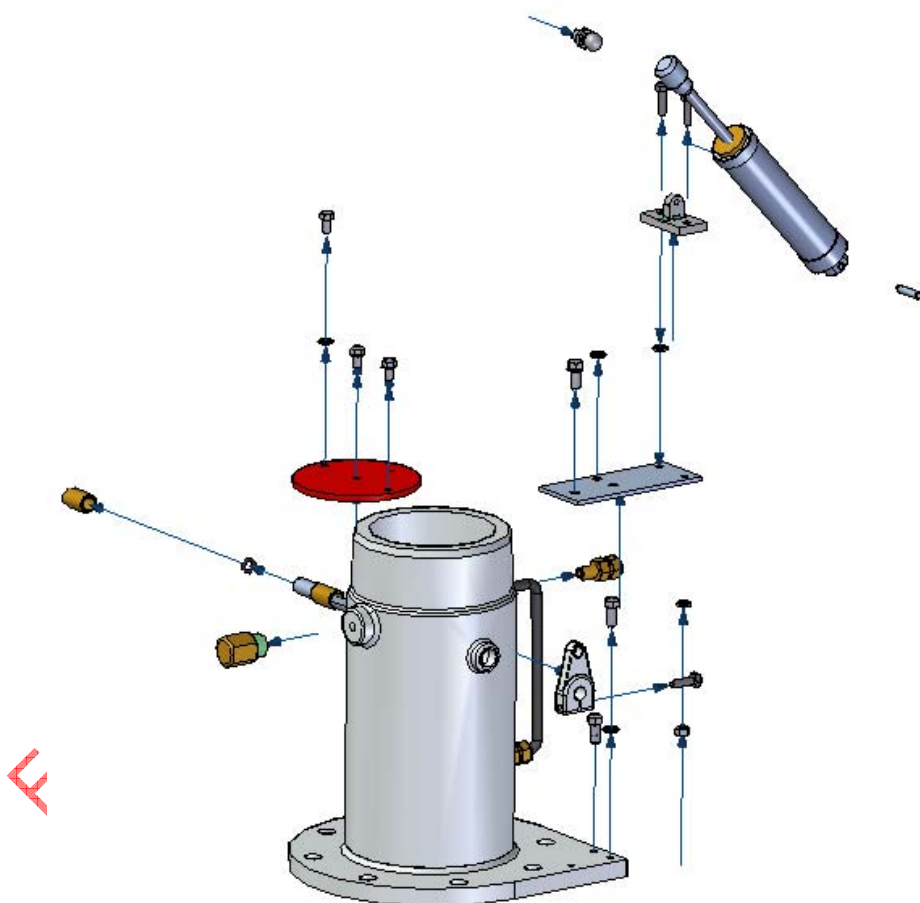


Rys. 3.355: Przycisk polecenia *Rozstrzel automatycznie*.

(...)

Krok 7. Rozstrzel zespół

- Aby wykonać widok rozstrzelony z zachowaniem ustawionych przez Ciebie parametrów, kliknij prawym przyciskiem myszy (lub kliknij przycisk *Rozstrzel/Explode*). Widok rozstrzelonego zespołu przepustnicy przedstawiono na poniższej ilustracji.
- Kliknij ponownie prawym przyciskiem myszy, aby zakończyć operację rozstrzelenia (lub kliknij przycisk *Zakończ/Finish*).



Rys. 3.358: Widok rozstrzelony zespołu przepustnicy wykonany w sposób automatyczny.

(...)

Krok 12. Wykonaj ręczne rozstrzelenie siłownika

- Na pasku poleceń kliknij przycisk polecenia *Rozstrzel* (*Explode*).



Rys. 3.363: Przycisk polecenia *Rozstrzel*.

Krok 17. Rozstrzel pierwszą część

- W polu *Odległość* (*Distance*) wpisz nową wartość - 70 i kliknij przycisk *ENTER* – nastąpi rozstrzelanie tłoka.
- Kliknij prawym przyciskiem myszy, aby zaakceptować zmiany.
- Zwróć uwagę, że system pozostał w poleceniu i ponownie zazaczył tłok, jako część rozstrzeliwaną.
- Nie chcesz już zmieniać położenia tłoka. Będziesz jednak kontynuował proces tworzenia widoku rozstrzelonego, zatem **nie klikaj przycisku *Anuluj* (*Cancel*)**, tylko przycisk *Usuń zaznaczenie* (*Deselect*).



(...)

Krok 26. Wykonaj dynamiczną dokumentację montażu siłownika

- Na pasku poleceń kliknij przycisk *Edytor animacji* (*Animation Editor*). Jeżeli wykonałeś ćwiczenie z rozdziału *Tworzenie modelu zespołu*, to zapewne pamiętasz, że wykorzystywałeś edytor do przedstawienia animacji pracy siłownika (animacja silnika).
- W bieżącym ćwiczeniu *Edytor Animacji* posłuży Ci do symulowania procesu składania siłownika.



Rys. 3.378: Przycisk *Edytor Animacji*.

(...)

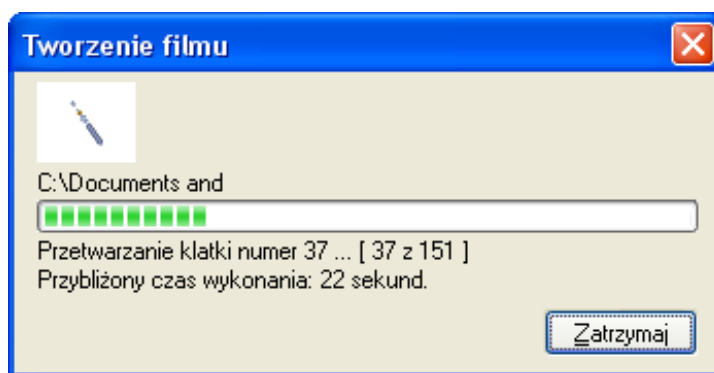
Krok 32. Utwórz film instruktażowy

- Aby utworzyć film przedstawiający instruktaż montażu komponentów siłownika, zapiszesz animację w pliku AVI.

(...)

Krok 34. Rozpocznij zapis filmu

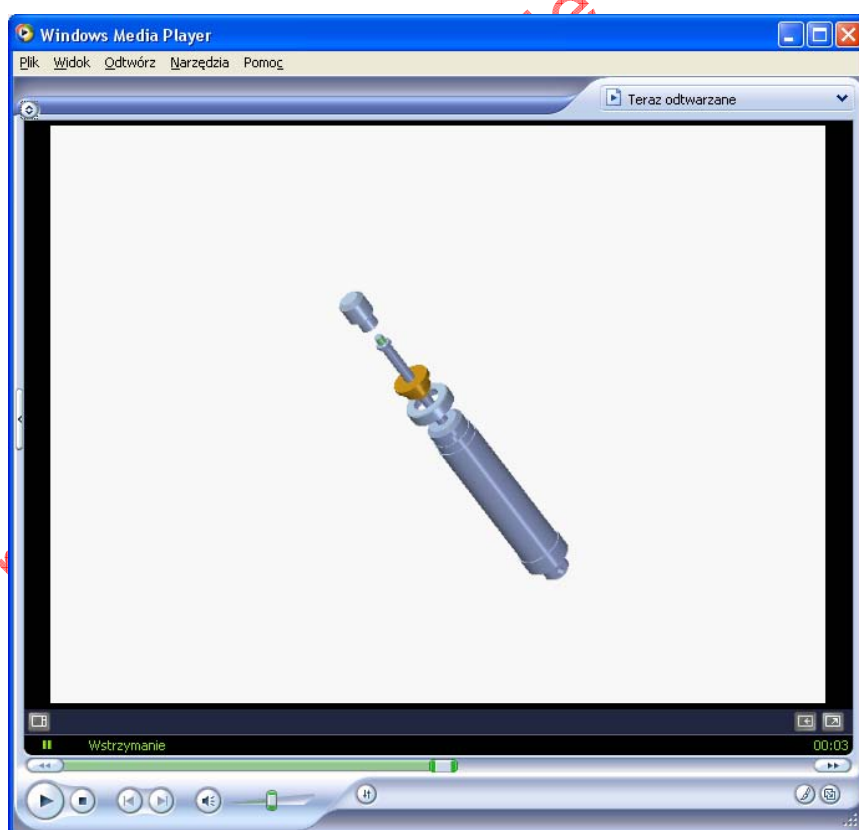
- Kliknij przycisk *Zapisz* (*Save*), aby rozpocząć nagrywanie filmu. Wyświetli się okno *Tworzenie filmu* (*Generating Movie*) pokazujące postęp wykonanej operacji.
- W zależności od ustawionych parametrów i rodzaju kodeka, czas zapisu filmu może być różny. Po zakończeniu tworzenia filmu okno zniknie.



Rys. 3.389: Okno przedstawiające postęp zapisu filmu.

Krok 35. Odtwórz film

- Przejdź do lokalizacji, gdzie zapisałeś plik. Odtwórz film przy użyciu dowolnego odtwarzacza plików AVI, na przykład *Windows Media Player*.



Rys. 3.390: Okno programu *Windows Media Player* podczas odtwarzania filmu przedstawiającego montaż siłownika.

Fragmenty - kopiowanie zabronione!



GM System Integracja Systemów Inżynierskich Sp. z o.o.
ul. Długosza 2-6, 51-162 Wrocław
tel. (+48) 71 791 30 51, (+48) 71 791 30 52, (+48) 71 791 30 53
fax (+48) 71 791 30 51 - 53 wew. 107
www.gmsystem.pl

Książka przeznaczona jest dla początkujących użytkowników programu Solid Edge ST. Jej zasadniczym celem jest wprowadzenie czytelnika „krok po kroku” w możliwości wykorzystania Solid Edge do projektowania elementów mechaniki. Ma ona charakter poradnika ćwiczeniowego obejmującego zagadnienia modelowania pojedynczych części bryłowych oraz budowania z nich zespołów. Stanowi dobrą podstawę do samodzielnego rozwijania umiejętności posługiwania się programem i opracowywania własnych projektów.

dr inż. Zdzisław Wach, GM System

Podręcznik pozwala na opanowanie oprogramowania Solid Edge with Synchronous Technology w stopniu podstawowym i średnio zaawansowanym. Będzie przydatny również zaawansowanym użytkownikom programu z uwagi na istotne zmiany interfejsu i podstaw obsługi, wprowadzone przez producenta w najnowszej wersji oprogramowania. Przystępny sposób tłumaczenia poszczególnych zagadnień i szczegółowe opisy pozwalają na łatwe, samodzielne korzystanie z podręcznika.

mgr inż. Grzegorz Kazimierczak, GM System

**Autor podręczników „Solid Edge 8/9” oraz „Solid Edge 17. Podstawy”,
współautor podręcznika „Solid Edge. Komputerowe wspomaganie projektowania”**

Niniejsza książka jest doskonałym kompendium wiedzy dla początkujących oraz średniozaawansowanych Użytkowników systemu Solid Edge ST. Uważam, iż powinna ona stać się lekturą obowiązkową również dla zaawansowanych Użytkowników tego systemu, m.in. ze względu na fakt, iż dokładnie przedstawiono tutaj istotne zmiany w interfejsie programu. Najnowsze modyfikacje interfejsu diametralnie ułatwiają i przyspieszają wszelkie prowadzone prace projektowe 3D/2D, z jednoczesnym zwiększeniem ich wydajności. Autor przedstawia kolejne zagadnienia dot. Solid Edge ST w sposób przejrzysty i zrozumiały. Dobór przedstawionych zagadnień został przez Autora dokonany z dużą starannością. Dzięki temu, lektura niniejszej książki jest nie tylko wartościowa, ale też przyjemna. Uważam, iż podręcznik ten jest więcej niż godnym następcą uprzednio wydanych w Polsce książek poświęconych Solid Edge.

dr inż. Adam Budzyński

**Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechaniczny,
Opiekun „Kola Naukowego Solid Edge”,**

**Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Mechaniczny,
współautor podręcznika „Solid Edge. Komputerowe wspomaganie projektowania”.**