

CATIA[®]



NARZĘDZIA
I MODUŁY

PODRĘCZNIK
INŻYNIERA!

MICHEL MICHAUD

Mc
Graw
Hill

 Helion

Tytuł oryginału: CATIA® Core Tools: Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application

Tłumaczenie: Piotr Cieślak (wstęp, rozdz. 2 – 15, dod. A), Maciej Pawełczyk (rozdz. 1)

ISBN: 978-83-246-8789-3

Original edition copyright © 2012 by The McGraw-Hill Companies, Inc.
All rights reserved.

Polish edition copyright © 2014 by HELION S.A.
All rights reserved.

CATIA, DELMIA, ENOVIA, SIMULA and SolidWorks are registered trademarks of Dassault Systèmes or its subsidiaries in the United States and/or other countries.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz Wydawnictwo HELION dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz Wydawnictwo HELION nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Wydawnictwo HELION
ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
WWW: <http://helion.pl> (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!
Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres
<http://helion.pl/user/opinie/catnam>
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

- [Kup książkę](#)
- [Poleć książkę](#)
- [Oceń książkę](#)

- [Księgarnia internetowa](#)
- [Lubię to! » Nasza społeczność](#)

Spis treści

O autorze	9
Słowo wstępne	10
Przedmowa	11
Dassault Systèmes — historia sukcesu	13
Rozdział 1. Wstęp	25
1.1. Uruchamianie programu	25
1.2. Podstawowe formaty plików	27
1.3. Rozdzielczość	28
1.4. Interfejs	28
1.5. Podstawy zarządzania plikami	33
1.6. Uruchamianie plików pomocy	39
1.7. Pliki ustawień CATII® (.CATSettings)	44
1.8. Praca z programem	45
1.9. Ergonomia	46
Rozdział 2. Podstawowe ustawienia	47
2.1. Konfigurowanie podstawowych parametrów i opcji	47
2.2. Jednostki	49
2.3. Siatka szkicownika	51
2.4. Domyślne ustawienia rysunków	52
2.5. Dostosowywanie menu Start	56
2.6. Zmiana języka	58
2.7. Wielkość ikon	59
2.8. Wyświetlanie paska narzędzi Graphic Properties (właściwości graficzne)	59
2.9. Przywracanie domyślnego położenia pasków narzędzi	61
2.10. Blokowanie pasków narzędzi	62
Rozdział 3. Wizualizacja	63
3.1. Obsługa myszy	63
3.2. Obsługa tabliczki przekształceń	64
3.3. Pasek narzędzi View (widok)	66

3.4. Menu View (widok)	80
3.5. Dostosowywanie pasków narzędzi	93
3.6. Polecenia kontekstowe Center Graph (wyśrodkuj strukturę) i Reframe On (wykadruj na)	94
Rozdział 4. Wstępne omówienie możliwości programu	95
4.1. Tworzenie pliku części	95
4.2. Przygotowanie do pierwszego szkicu	101
4.3. Włączanie trybu szkicowania i opuszczanie go	105
4.4. Podstawowe narzędzia do szkicowania	106
4.5. Analiza szkicu	137
4.6. Więzy	142
4.7. Podstawowe narzędzia do modelowania	155
4.8. Tworzenie rysunków	168
4.9. Tworzenie widoków	170
4.10. Drukowanie	179
Rozdział 5. Szkicownik	183
5.1. Szkic zwykły a szkic pozycjonowany	183
5.2. Profile	187
5.3. Metody zaznaczania	206
5.4. Więzy	208
5.5. Operacje	212
5.6. Wizualizacja	213
5.7. Narzędzia dodatkowe	216
5.8. Edytowanie elementów	223
Rozdział 6. Moduł Part Design	227
6.1. Obiekty na podstawie szkicu	227
6.2. Elementy wykończeniowe	247
6.3. Obiekty na bazie powierzchni	258
6.4. Przekształcenia	261
6.5. Wstawienia	271
6.6. Operacje logiczne	277
6.7. Więzy	281
6.8. Analiza	287
6.9. Narzędzia dodatkowe	289
Rozdział 7. Moduł Assembly Design	299
7.1. Tworzenie pliku .CATProduct	299
7.2. Identyfikowanie składników	301
7.3. Wstawianie składników	302
7.4. Przemieszczanie komponentów	305
7.5. Tworzenie kopii	309
7.6. Wiązanie części	311
7.7. Praca w ramach części lub produktu	318

7.8. Zastosowanie katalogu części	319
7.9. Zarządzanie drzewem strukturalnym produktu	322
7.10. Numerowanie części	323
7.11. Tworzenie scen	324
7.12. Zapisywanie produktów	326
Rozdział 8. Kreślenie	327
8.1. Tworzenie pliku z rysunkiem	327
8.2. Narzędzia do tworzenia rysunków	329
8.3. Narzędzia do tworzenia widoków	333
8.4. Właściwości widoku	358
8.5. Aktualizowanie rysunku	360
8.6. Narzędzia pomocnicze	362
8.7. Wymiarowanie	367
8.8. Edytowanie wymiarów	387
8.9. Generowanie elementów	391
8.10. Adnotacje	393
8.11. Rysowanie elementów 2D	404
8.12. Tło arkusza	410
8.13. Tworzenie komponentów 2D	411
8.14. Korzystanie z katalogu	413
8.15. Rysunki złożeniowe	413
8.16. Drukowanie	416
Rozdział 9. Moduł Generative Shape Design	421
9.1. Elementy bazowe	421
9.2. Narzędzia do tworzenia krzywych	444
9.3. Narzędzia do tworzenia powierzchni	453
9.4. Narzędzia do wykonywania operacji na krzywych i powierzchniach	462
9.5. Funkcje zaawansowane	472
Rozdział 10. Moduł Digital Mock-Up Kinematics	475
10.1. Rozważania ogólne	475
10.2. Kolejność konstruowania mechanizmów z użyciem kinematyki	477
Rozdział 11. Moduł Functional Tolerancing and Annotations	505
11.1. Konfigurowanie ustawień	506
11.2. Tworzenie geometrii pomocniczej	514
11.3. Tworzenie widoków niezbędnych do przedstawienia części	517
11.4. Opis semantyczny i syntaktyczny	520
11.5. Tworzenie baz wymiarowych	522
11.6. Tworzenie wymiarów semantycznych	525
11.7. Tworzenie migawek	540
11.8. Sprawdzanie i edycja modelu	544
11.9. Poprawne zapisanie modelu	544

Rozdział 12. Moduł Aerospace Sheet Metal Design	545
12.1. Uruchamianie modułu	545
12.2. Definiowanie parametrów materiału	546
12.3. Tworzenie podstawy	548
12.4. Tworzenie kołnierza	550
12.5. Tworzenie wycięcia	552
12.6. Tworzenie uskoju	553
12.7. Tworzenie otworów	553
12.8. Tworzenie wytłoczeń	555
12.9. Tworzenie szyków	557
12.10. Rozwijanie i zwijanie modelu 3D	558
12.11. Tworzenie rysunku 2D rozwiniętego modelu	559
Rozdział 13. Moduł Composites Design	561
13.1. Uruchamianie środowiska	561
13.2. Definiowanie parametrów materiału	563
13.3. Przygotowanie części	571
13.4. Definiowanie warstw	573
13.5. Spłaszczanie warstw	575
13.6. Powielanie istniejących warstw	578
13.7. Tworzenie modelu bryłowego na potrzeby cyfrowego prototypowania (DMU)	579
13.8. Eksportowanie spłaszczonych warstw	581
Rozdział 14. Inżynieria odwrotna	583
14.1. Importowanie i eksportowanie chmury punktów	584
14.2. Dostosowywanie zeskanowanego modelu	585
14.3. Generowanie geometrii na podstawie chmury punktów	594
Rozdział 15. Przydatne narzędzia	603
15.1. Konwersja plików	603
15.2. Uszkodzenia plików	613
15.3. Rozpoznawanie prostych cech modelu	613
15.4. Parametry	615
15.5. Tabela projektu	628
15.6. Katalogi i biblioteki	633
15.7. Projektowanie systemów	642
15.8. Power Copy	646
15.9. Niestandardowe paski narzędzi i polecenia	653
15.10. Strony internetowe	655
15.11. Certyfikacja	659
Podsumowanie	669
Skorowidz poleceń (wg rozdziałów)	671
Skorowidz poleceń (globalny)	687
Skorowidz	705

Moduł Digital Mock-Up Kinematics

10

Moduł *Digital Mock-Up Kinematics* (kinematyka wirtualna) — w skrócie *DMU Kinematics* — jest wyposażony w narzędzia umożliwiające przygotowanie dynamicznej wizualizacji mechanizmu w celu:

- zaprezentowania idei jego działania,
- przeprowadzenia analizy zależności przestrzennych między wybranymi częściami ruchomymi z myślą o zoptymalizowaniu konstrukcji.

Ten rozdział jest podzielony na dwie główne części, poruszające podstawowe zagadnienia związane z kinematyką:

- rozważania ogólne,
- kolejność konstruowania mechanizmów z użyciem kinematyki.

10.1. Rozważania ogólne

Więzy kinematyczne mogą być używane do łączenia części. Kinematykę implementuje się jednak na ogół po skonstruowaniu złożenia, gdyż przystąpienie do pracy z poprawnie rozmieszczonymi i związanymi częściami w niektórych przypadkach ułatwia stworzenie więzów kinematycznych.

Zasadniczo kolejność działań stosowana w ramach analizy kinematyki mechanizmu wygląda następująco:

- zaprojektowanie mechanizmu;
- unieruchomienie części bazowej;
- utworzenie więzów kinematycznych, definiujących zakres ruchu poszczególnych części i dostępne im stopnie swobody (DOF, od ang. *degrees of freedom*);
- przekształcenie co najmniej jednego więzu kinematycznego na komendę umożliwiającą sterowanie pracą tego więzu;
- uruchomienie animacji;
- analiza przemieszczeń geometrii i tworzenie modeli objętościowych.

Jak już wspomniałem, w celu uzyskania kompletnego mechanizmu trzeba zdefiniować wszystkie stopnie swobody dla więzów kinematycznych. Program CATIA® informuje o liczbie niezdefiniowanych stopni swobody, tak jak zostało to pokazane na rysunku 10.1.



RYSUNEK 10.1. Informacja o stopniach swobody (DOF)

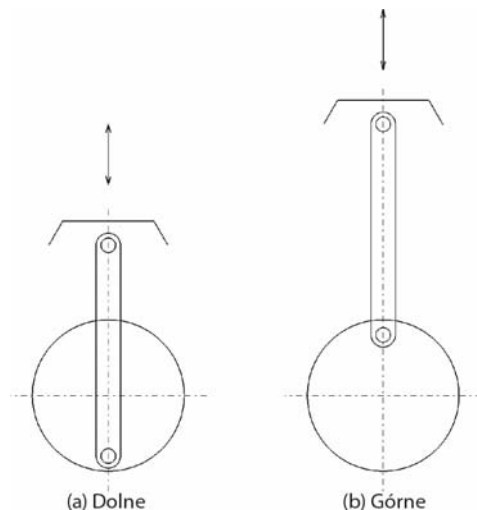
Warunkiem koniecznym do działania mechanizmu jest zerowa liczba niezdefiniowanych stopni swobody (w tym komend), choć samo to nie gwarantuje, że mechanizm będzie działał poprawnie: grupy unieruchomionych części, choć jej swoboda będzie zerowa, nie da się przecież animować!

Należy pamiętać, że w niektórych przypadkach w celu uzyskania wizualnie poprawnie działającego mechanizmu trzeba przyjąć zasady postępowania, które odbiegają od rzeczywistych reguł rządzących jego funkcjonowaniem. Dobrym przykładem jest silnik tłokowy.

Jak większość czytelników zapewne wie, przynajmniej z teorii, wybuch gazów i siły bezwładności powinny zapewnić płynną, ciągłą pracę wału korbowego. Jeśli jednak w modelu mechanizmu tłokowego zastosujemy tylko ruch liniowy, może on zostać zablokowany w dwóch skrajnych położeniach: górnym martwym położeniu tłoka (GMP) i dolnym martwym położeniu tłoka (DMP), jak na rysunku 10.2.

RYSUNEK 10.2.

Martwe położenia mechanizmu tłokowego



Modele tego rodzaju mechanizmów, ze zdefiniowaną komendą ruchu o charakterze liniowym, po prostu nie działają zgodnie z oczekiwaniami — na przykład generują ostrzeżenia przed nierozwiązanymi zależnościami lub są w stanie wykonać tylko jeden niepełny cykl, jeśli nie zostaną uruchomione w pozycji GMP albo DMP. Na ogół zatrzymują się jednak po osiągnięciu kolejnego skrajnego położenia lub przejawiają inne, czasami zabawne zachowania.

Jeden ze sposobów na obejście opisanego problemu polega na wprowadzeniu komendy wymuszającej ruch obrotowy wału korbowego. Wprowadzenie takie rozwiązanie nie odzwierciedla rzeczywistej zasady działania urządzenia, ale umożliwi pełny obrót wału oraz poprawną wizualizację pracy prototypowego urządzenia na potrzeby dalszych analiz.

Kolejna sprawa, o której warto pamiętać, to że program CATIA® V5 nie jest wyposażony w narzędzia umożliwiające symulowanie zachowania obiektów elastycznych. Innymi słowy, nie da się pokazać na symulacji zachowania sprężyn lub pasków. W przypadku typowych pasków klinowych można obejść ten problem poprzez wprowadzenie niewielkiego elementu imitującego miejsce złączenia końców paska i poruszającego się po jego obwodzie (patrz rysunek 10.3). W ten sposób można uzyskać złudzenie ruchu paska.

RYSUNEK 10.3.

Obejście problemu z nieruchomym paskiem klinowym



Zanim przystąpię do omawiania zagadnień związanych z projektowaniem działających mechanizmów, chciałbym podkreślić, że żądany efekt zazwyczaj da się uzyskać na kilka sposobów, przy czym niektóre z nich są lepsze, inne — gorsze. Na przykład przemieszczenie o charakterze liniowym czasami lepiej zasymulować przy użyciu więzu typu *Prismatic* (pryzmatyczne), a kiedy indziej więzu *Cylindrical* (walcowe), w zależności od kształtu ruchomej części.

Warto ponadto wiedzieć, że w niektórych przypadkach o powodzeniu operacji decyduje kolejność definiowania więzów i komend: zdarza się, że nawet logicznie opracowana sekwencja ich tworzenia nie działa, zaś kolejna próba, z inną sekwencją działań, okazuje się skuteczna.

10.2. Kolejność konstruowania mechanizmów z użyciem kinematyki

Przy projektowaniu działającego, ruchomego mechanizmu należy przestrzegać poniższej kolejności działań.

1. Skonstruować produkt (złożenie) i rozmieścić wszystkie jego części.
2. Zapisać produkt.
3. Zapisać nową wersję produktu (z przyrostkiem *-Kin*).
4. Usunąć więzy złożeniowe.
5. Ukryć mało istotne części.
6. Utworzyć mechanizm.
7. Zdefiniować więzy kinematyczne.
8. Opracować prostą animację.
9. Wyświetlić ukryte części, które mają być ruchome, i powiązać je z głównymi podzespołami.
10. Wyświetlić ukryte części statyczne.
11. Zapisać produkt z uwzględnieniem kinematyki.
12. Przeprowadzić potrzebne analizy.

Punkty te zostały szczegółowo omówione poniżej.

SKONSTRUOWAĆ PRODUKT I ROZMIEŚCIĆ WSZYSTKIE JEGO CZĘŚCI

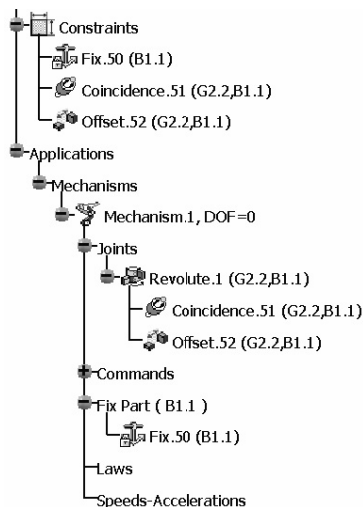
Elementy kinematyki można wprowadzić na samym końcu procesu projektowego, na przykład z myślą o opracowaniu samej animacji ruchu mechanizmu, bądź też wdrażać je na bieżąco podczas projektowania celem zweryfikowania poprawności konstrukcji. Właściwe rozmieszczenie wszystkich niezbędnych części w zespole pozwala zaoszczędzić trochę czasu i uniknąć niepożądanych przemieszczeń elementów podczas definiowania więzów.

ZAPISAĆ PRODUKT

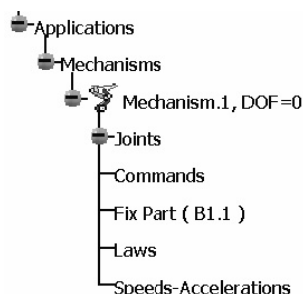
Zapisanie „czystej”, niezmodyfikowanej wersji produktu może się przydać, w razie gdyby konfigurowanie mechanizmu nie poszło zgodnie z planem.

ZAPISAĆ NOWĄ WERSJĘ PRODUKTU (Z PRZYROSTKIEM -KIN)

Parametry kinematyki są zapisywane bezpośrednio w pliku *.CATProduct*; nie jest tworzony w tym celu specjalny, osobny plik z innym rozszerzeniem. Z tego względu warto nabrać nawyku dodawania przyrostka *-Kin* do nazwy pliku. Dzięki temu będzie Ci łatwiej odszukać potrzebny wariant pliku. Ponadto jeśli podczas definiowania ustawień kinematyki napotkasz poważne problemy, będziesz mógł sięgnąć do wyjściowej, zarchiwizowanej kopii i rozpocząć pracę od nowa. Pamiętaj, aby prace związane z kinematyką wykonywać tylko w pliku z przyrostkiem *-Kin*, aby wariant źródłowy zawsze był bezpieczny.



RYSUNEK 10.4. Powtarzające się więzy



RYSUNEK 10.5. Struktura gałęzi Mechanisms (mechanizmy)



RYSUNEK 10.6. Pasek narzędzi DMU Kinematics (kinematyka)

złożenia, co na ogół robi się na początku pracy nad kinematyką modelu. Cała kinematyka jest bowiem rozpatrywana w kontekście ruchu poszczególnych części względem nieruchomego odniesienia. Niezależnie od metody postępowania w mechanizmie należy zdefiniować taki nieruchomy element, który pozwoli następnie określić logiczne relacje między pozostałymi częściami i umożliwi skonstruowanie funkcjonującego modelu.



Fixed Part (część nieruchoma)

Wskazówka. Unieruchamia wybraną część mechanizmu.

Informacja na pasku stanu. Jeśli nie istnieje dowolny mechanizm — *To create the fixed part, create a mechanism first* (aby unieruchomić część, najpierw utwórz mechanizm). Jeśli mechanizm istnieje — *Select the fixed part* (wybierz część do unieruchomienia).

USUNĄĆ WIĘZY ZŁOŻENIOWE

Więzy kinematyczne mogą powielać oryginalne więzy zdefiniowane w produkcie, jak na rysunku 10.4.

Jeśli w miejscach, w których zamierzasz utworzyć więzy kinematyczne, istnieją już więzy złożeniowe, pewne relacje między częściami mogą się powtarzać, co prowadzi do nadmiernego związania produktu. Usunięcie wszystkich pierwotnych więzów na początku pracy z kinematyką pozwala uniknąć tego problemu.

UKRYĆ MAŁO ISTOTNE CZĘŚCI

W wielu przypadkach nie wszystkie części mechanizmu są niezbędne do wizualizacji jego działania. Większość części statycznych — mocowań, uszczeltek, złączek etc. — można ukryć, aby poprawić przejrzystość środowiska pracy, cenną przy dokonywaniu zaznaczeń. Często zdarza się też, że pomniejsze części służące do przenoszenia ruchu — takie jak sworzeń tłokowy w silniku — również mogą zostać ukryte, gdyż działający więz kinematyczny między dwiema częściami da się utworzyć na podstawie samych relacji geometrycznych między nimi, bez fizycznego połączenia. Tego rodzaju elementy można ponownie wyświetlić na dalszym etapie pracy nad mechanizmem.

UTWORZYĆ MECHANIZM

Mechanizm stanowi oddzielną podstrukturę w gałęzi *Applications* (aplikacje), na końcu drzewa strukturalnego projektu (patrz rysunek 10.5).

Wszystkie polecenia służące do konstruowania mechanizmów znajdują się na pasku narzędzi *DMU Kinematics* (kinematyka), pokazanym na rysunku 10.6; przy czym niektóre z nich można wybrać także z rozwijanych menu.

Mechanizm można wstawić do produktu przy użyciu polecenia *Insert/New Mechanism* (wstaw/nowy mechanizm) z głównego menu (patrz rysunek 10.7). W przypadku tej metody nie trzeba podawać żadnych dodatkowych informacji, a w strukturze projektu pojawia się mechanizm o nazwie *Mechanism.1*.

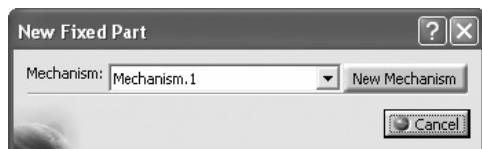
Pośrednim sposobem na utworzenie mechanizmu jest wymuszenie jego powstania przez unieruchomienie jednego z elementów

RYSUNEK 10.7.
Wstawianie nowego mechanizmu

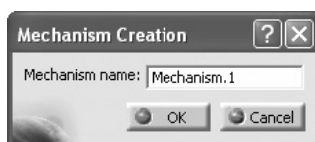


Włączenie narzędzia *Fixed Part* (część nieruchoma) powoduje wyświetlenie okna dialogowego, za pośrednictwem którego należy wybrać część do unieruchomienia (patrz rysunek 10.8).

W oknie tym znajduje się przycisk *New Mechanism* (nowy mechanizm), umożliwiający utworzenie mechanizmu pośrednio, poprzez wskazanie nieruchomej części. Ten przycisk znajduje się także w innych oknach dialogowych, służących do tworzenia więzów kinematycznych. Rozpoczęcie tworzenia mechanizmu „na skrót”, od zdefiniowania nieruchomej części, pozwala zaoszczędzić kilka kliknięć i daje taki sam efekt jak przy zwykłym postępowaniu. Co więcej, przy takim podejściu na ekranie pojawia się okno dialogowe *Mechanism Creation* (tworzenie mechanizmu), umożliwiające nadanie mechanizmowi dowolnej nazwy (patrz rysunek 10.9).



RYSUNEK 10.8. Okno dialogowe New Fixed Part (nowa nieruchoma część)



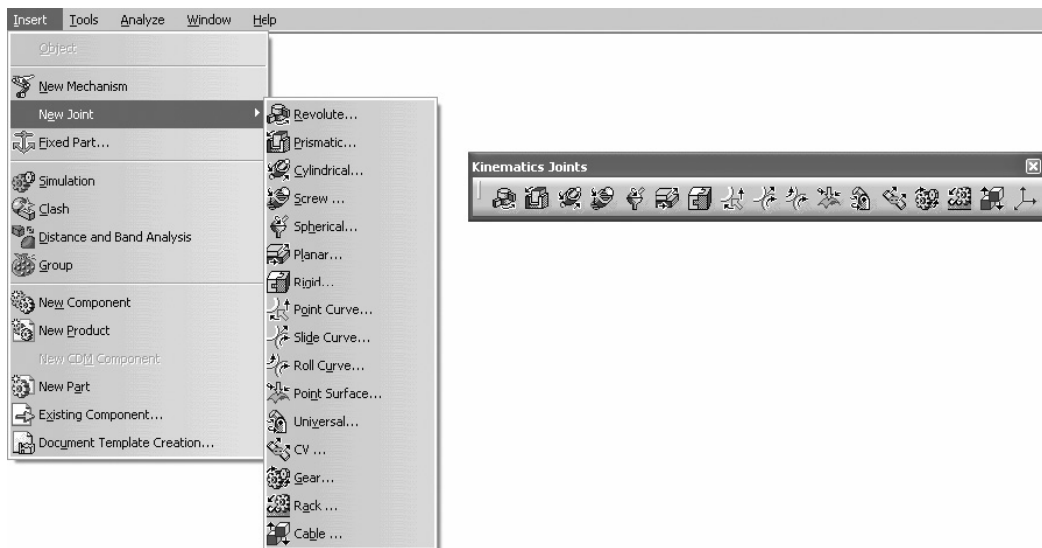
RYSUNEK 10.9. Okno dialogowe Mechanism Creation (tworzenie mechanizmu)

Przy okazji wspomnę, że w prawym górnym rogu większości okien dialogowych w omawianym środowisku pracy jest wyświetlany przycisk ze znakiem zapytania. Kliknięcie tego przycisku powoduje wyświetlenie obok kursora myszy pogrubionego znaku zapytania i umożliwia uzyskanie informacji na temat dowolnego parametru lub ustawienia w danym oknie; jest to odpowiednik polecenia *What's This* (co to jest?), wspomnianego w jednym z pierwszych rozdziałów.

ZDEFINIOWAĆ WIĘZY KINEMATYCZNE

Na pasku narzędzi *Kinematics Joint* (więzy kinematyczne) znajdują się narzędzia umożliwiające tworzenie różnych więzów; odpowiedniki tych narzędzi znajdziesz w menu *Insert/New Joint* (wstaw/nowy więz) — patrz rysunek 10.10.

W zależności od geometrii wiązanych części uzyskanie żądanego rodzaju ruchu może wymagać zastosowania kombinacji kilku więzów.



RYSunEK 10.10. Pasek narzędzi Kinematics Joints (więzy kinematyczne) oraz menu Insert (wstaw)

Na kolejnych stronach znajdziesz omówienie najbardziej przydatnych więzów kinematycznych, stosowanych w wielu różnych mechanizmach. Opis pozostałych więzów zostanie zamieszczony w osobnej książce, poświęconej wyłącznie zagadnieniom związanym z kinematyką. Przypominam, że we wszystkich oknach dialogowych z ustawieniami więzów znajduje się przycisk *New Mechanism* (nowy mechanizm), umożliwiający utworzenie nowego mechanizmu w strukturze projektu. Jest on wykorzystywany głównie w projektach wymagających do działania kilku mechanizmów. W razie braku mechanizmu przy tworzeniu nowego więzu na pasku stanu pojawia się komunikat: *To create the joint, create a mechanism first* (aby utworzyć więz, najpierw utwórz mechanizm). Innymi słowy, istnienie mechanizmu jest niezbędne do zdefiniowania dowolnej relacji kinematycznej między częściami.



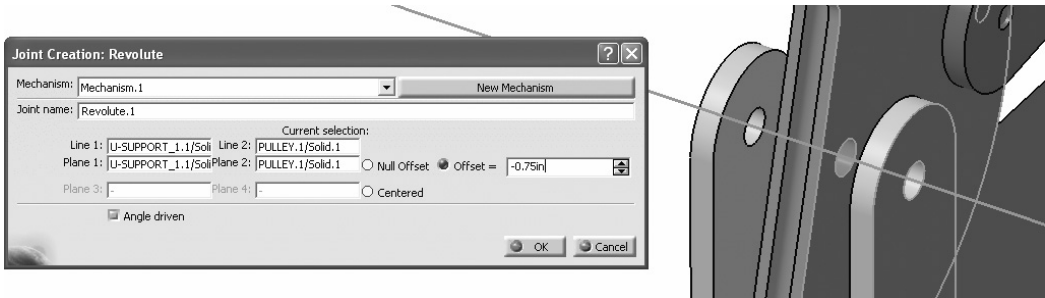
Revolute Joint (więz obrotowy)

Wskazówka. Tworzy więz obrotowy w mechanizmie.

Informacja na pasku stanu. Po włączeniu narzędzia — *Select a first line* (wybierz pierwszą linię). Po wybraniu pierwszej linii lub osi walca — *Select a second line* (wybierz drugą linię). Po wybraniu drugiej linii lub osi walca — *Select first plane* (wybierz pierwszą płaszczyznę). Po wybraniu pierwszej płaszczyzny lub płaskiej powierzchni — *Select second plane* (wybierz drugą płaszczyznę). Po wybraniu drugiej płaszczyzny lub płaskiej powierzchni — *Click OK to create the joint* (kliknij OK, aby utworzyć więzanie).

Narzędzie *Revolute Joint* (więz obrotowy) służy do tworzenia więzów umożliwiających obrót części, bez możliwości wykonywania ruchu posuwistego wzdłuż osi obrotu: ten stopień swobody jest w tym przypadku zablokowany.

Okno dialogowe tego narzędzia, zilustrowane na rysunku 10.11, umożliwia najpierw wybranie wspólnej osi dwóch części, a potem wybranie dwóch planarnych elementów bazowych — płaszczyzn lub powierzchni — które mogą się na siebie nakładać lub być odsunięte na dowolną odległość. W tym drugim przypadku należy jednak zaznaczyć opcję *Offset* (odsunięcie), aby w ramach więzu zdefiniować odległość między dwiema wybranymi częściami. W przeciwnym razie aktywna pozostanie opcja *Null Offset* (zerowe odsunięcie), a po zatwierdzeniu więzu jedna z części zostanie przesunięta względem drugiej. W razie wystąpienia tego rodzaju problemu można anulować tworzenie więzu poleceniem *Undo* (cofnij).

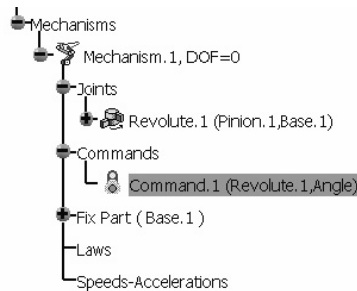


RYSUNEK 10.11. Okno dialogowe Joint Creation: Revolute (tworzenie więzu obrotowego)

Zaznaczenie opcji *Centered* (wyśrodkowany) umożliwia wybranie dwóch pomocniczych płaszczyzn albo powierzchni płaskich na częściach przeznaczonych do związania. W rezultacie związane części zostaną wyrównane do roboczych płaszczyzn o uśrednionym położeniu, obliczonym na podstawie elementów wybranych dla każdej z nich.

Narzędzie *Revolute Joint* (więz obrotowy) może służyć do zdefiniowania komendy ruchu obrotowego: należy w tym celu zaznaczyć opcję *Angle driven* (sterowanie kątem). Przekształcenie więzu kinematycznego na komendę powoduje utworzenie w gałęzi *Commands* (komendy) drzewa strukturalnego nowego elementu, odwołującego się do źródłowego więzu (patrz rysunek 10.12). Komendy mogą następnie służyć do animowania mechanizmu.

RYSUNEK 10.12. Komenda w strukturze projektu



Prismatic Joint (więz pryzmatyczny)

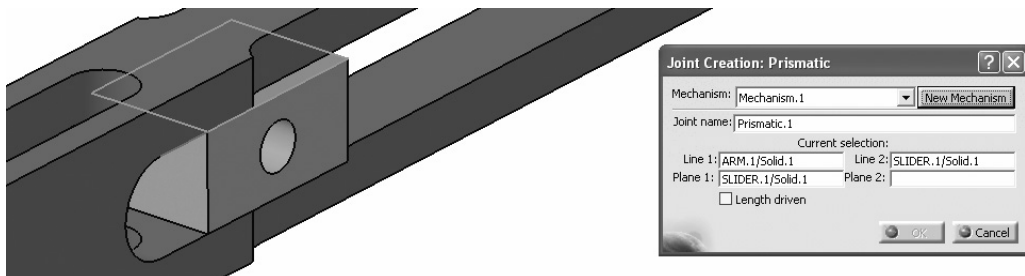
Wskazówka. Tworzy więz pryzmatyczny w mechanizmie.

Informacja na pasku stanu. Po włączeniu narzędzia — *Select the first line* (wybierz pierwszą linię). Po wybraniu pierwszej linii — *Select the second line* (wybierz drugą linię). Po wybraniu drugiej linii — *Select the first plane* (wybierz pierwszą płaszczyznę). Po wybraniu pierwszej płaszczyzny lub płaskiej powierzchni — *Select the second plane* (wybierz drugą płaszczyznę). Po wybraniu drugiej płaszczyzny lub płaskiej powierzchni — *Click OK to create the joint* (kliknij OK, aby utworzyć więz).

Narzędzie *Prismatic Joint* (więz pryzmatyczny) służy do tworzenia więzów umożliwiających przemieszczanie części wzdłuż liniowej osi, bez możliwości jednoczesnego obrotu względem tej osi.

W oknie dialogowym z ustawieniami tego więzu należy najpierw wskazać linię decydującą o kierunku przemieszczania, wspólną dla obydwu części, a następnie płaską powierzchnię pokrywającą się z tą linią, także wspólną dla obydwu części (patrz rysunek 10.13).

Narzędzie *Prismatic Joint* (więz pryzmatyczny) można użyć do stworzenia komendy ruchu posuwisto-zwrotnego poprzez zaznaczenie opcji *Length driven* (sterowanie przesunięciem).



RYSUNEK 10.13. Okno dialogowe Joint Creation: Prismatic (tworzenie więzy pryzmatycznego)



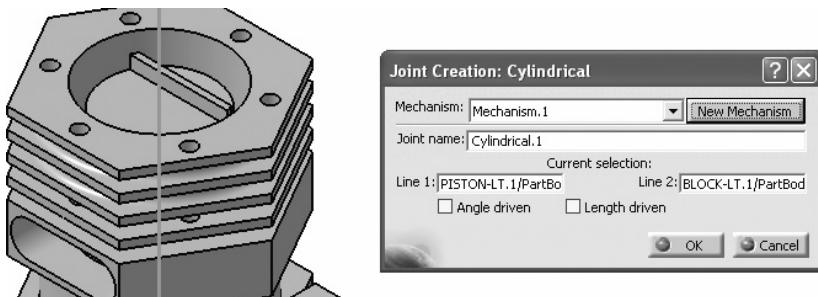
Cylindrical Joint (więz cylindryczny)

Wskazówka. Tworzy więz cylindryczny w mechanizmie.

Informacja na pasku stanu. Po włączeniu narzędzia — *Select the first line* (wybierz pierwszą linię). Po wybraniu pierwszej linii — *Select the second line* (wybierz drugą linię). Po wybraniu drugiej linii — *Click OK to create the joint* (kliknij OK, aby utworzyć więz).

Narzędzie *Cylindrical Joint* (więz cylindryczny) służy do tworzenia więzów umożliwiających ruch prostoliniowy lub obrotowy względem osi. W przypadku części, które powinny mieć swobodę wykonywania obydwu rodzajów ruchu, można skonfigurować dwa tego rodzaju więzy, na ogół lepszym wyjściem jest jednak wówczas zdefiniowanie więzu śrubowego.

Okno dialogowe, pokazane na rysunku 10.14, umożliwia wybranie wspólnej dla obu części osi ruchu.



RYSUNEK 10.14. Okno dialogowe Joint Creation: Cylindrical (tworzenie więzu cylindrycznego)

Narzędzie *Cylindrical Joint* (więz cylindryczny) można użyć do zdefiniowania komendy ruchu obrotowego lub liniowego, ale nie obydwu jednocześnie.



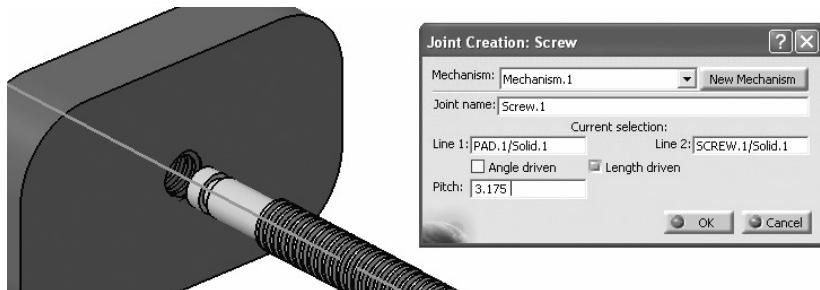
Screw Joint (więz śrubowy)

Wskazówka. Tworzy więz śrubowy w mechanizmie.

Informacja na pasku stanu. Po włączeniu narzędzia — *Select the first line* (wybierz pierwszą linię). Po wybraniu pierwszej linii — *Select the second line* (wybierz drugą linię). Po wybraniu drugiej linii — *Click OK to create the joint* (kliknij OK, aby utworzyć więz).

Narzędzie *Screw Joint* (więz śrubowy) służy do tworzenia więzów umożliwiających symulowanie zależnych od siebie ruchów: liniowego oraz obrotowego.

Okno dialogowe, pokazane na rysunku 10.15, umożliwia wybranie wspólnej dla obydwu części osi obrotu.



RYSUNEK 10.15. Okno dialogowe Joint Creation: Screw (tworzenie więzu śrubowego)

Ponadto w oknie tym należy podać wartość parametru *Pitch* (skok), decydującego o zależności między ruchem obrotowym a prostoliniowym. Zasadniczo nazwa tego parametru odnosi się do skoku między dwoma kolejnymi zwojami gwintu i niezależnie od jednostek projektu określa się ją w milimetrach. Jeśli na przykład połączenie ma symulować śrubę ze zunifikowanym gwintem stalowym UNC 1,0 – 8, to przy ośmiu zwojach na cal skok wynosiłby $1,0/8 = 0,125$ cala, czyli 3,175 mm.

Dodatnia wartość parametru *Pitch* (skok) oznacza gwint prawoskrętny, zaś ujemna — gwint lewoskrętny.

Narzędzie *Screw Joint* (więz śrubowy) może posłużyć do zdefiniowania komendy ruchu obrotowego lub prostoliniowego w zależności od preferowanego sposobu sterowania mechanizmem. W przypadku przykładowego gwintu odpowiednikiem przemieszczenia na odległość 1 cala byłby obrót o kąt $8 \times 360^\circ = 2880^\circ$.



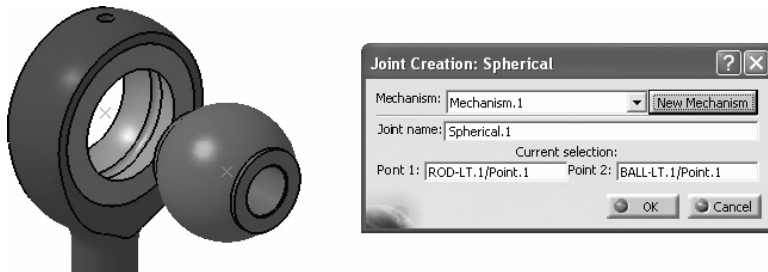
Spherical Joint (więz kulowy)

Wskazówka. Tworzy więz kulowy w mechanizmie.

Informacja na pasku stanu. Po włączeniu narzędzia — *Select the first point* (wybierz pierwszy punkt). Po wybraniu pierwszego punktu — *Select the second point* (wybierz drugi punkt). Po wybraniu drugiego punktu — *Click OK to create the joint* (kliknij OK, aby utworzyć więz).

Narzędzie *Spherical Joint* (więz kulowy) służy do tworzenia więzów umożliwiających ruch względem wszystkich trzech osi.

Okno dialogowe, pokazane na rysunku 10.16, umożliwia wybranie wspólnego dla obydwu części punktu obrotu.



RYSUNEK 10.16. Okno dialogowe Joint Creation: Spherical (tworzenie więzu kulowego)

Narzędzia *Spherical Joint* (więz kulowy) nie da się użyć do zdefiniowania komendy.



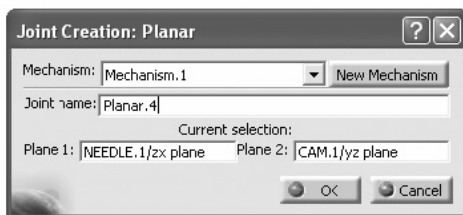
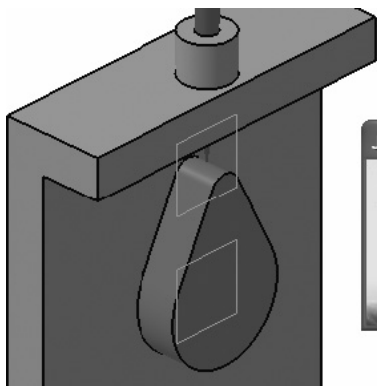
Planar Joint (więz planarny)

Wskazówka. Tworzy więz płaski w mechanizmie.

Informacja na pasku stanu. Po włączeniu narzędzia — *Select the first plane* (wybierz pierwszą płaszczyznę). Po wybraniu pierwszej płaszczyzny lub płaskiej powierzchni — *Select the second plane* (wybierz drugą płaszczyznę). Po wybraniu drugiej płaszczyzny lub płaskiej powierzchni — *Click OK to create the joint* (kliknij OK, aby utworzyć więz).

Narzędzie *Planar Joint* (więz planarny) służy do tworzenia relacji polegającej na zachowaniu styczności między dwiema płaszczyznami.

W oknie dialogowym, pokazanym na rysunku 10.17, należy wybrać płaszczyznę lub płaską powierzchnię w każdej z części. W przypadku wybrania powierzchni części muszą one się cały czas stykać po uruchomieniu mechanizmu; płaszczyzny, jako elementy nieskończone, nie podlegają temu ograniczeniu. Warto wspomnieć o możliwości wykorzystania płaszczyzn referencyjnych — *XY*, *YZ* i *ZX* — istniejących w każdym pliku *.CATPart*.



RYСУNEK 10.17. Okno dialogowe Joint Creation: Planar (tworzenie więzu planarnego)

Narzędzie *Planar Joint* (więz planarny) nie da się użyć do zdefiniowania komendy.



Rigid Joint (więz sztywny)

Wskazówka. Tworzy więz sztywny w mechanizmie.

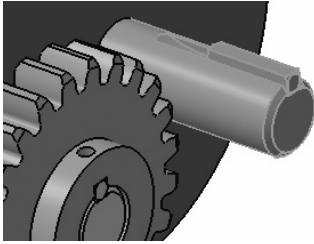
Informacja na pasku stanu. Po włączeniu narzędzia — *Select the first part* (wybierz pierwszą część). Po wybraniu pierwszej części — *Select the second part* (wybierz drugą część). Po wybraniu drugiej części — *Click OK to create the joint* (kliknij OK, aby utworzyć więz).

Narzędzie *Rigid Joint* (więz sztywny) służy do blokowania wszystkich wzajemnych stopni swobody dla dwóch części.

W oknie dialogowym, pokazanym na rysunku 10.18, należy wybrać dwie części do związania.

Gdy więzami sztywnymi trzeba połączyć kilka części, na ogół zaleca się zdefiniowanie niezależnych więzów między częścią prowadzącą a poszczególnymi częściami prowadzonymi. W przypadku większej liczby części, które należy powiązać z częścią prowadzącą, zamiast definiować wiele osobnych więzów, zwykle lepiej skorzystać z narzędzia *Mechanism Dressup* (konfiguracja mechanizmu).

Narzędzie *Rigid Joint* (więz sztywny) nie da się użyć do zdefiniowania komendy.



RYSUNEK 10.18. Okno dialogowe Joint Creation: Rigid (tworzenie więzu sztywnego)



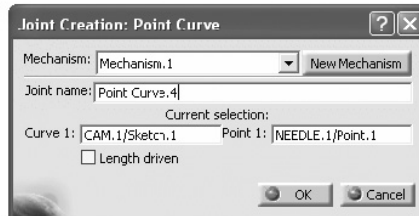
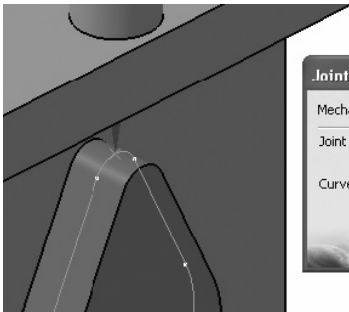
Point Curve Joint (więz punktowy na krzywej)

Wskazówka. Tworzy w mechanizmie więz punktowy na krzywej.

Informacja na pasku stanu. Po włączeniu narzędzia — *Select the first curve* (wybierz pierwszą krzywą). Po wybraniu krzywej — *Select the first point* (wybierz pierwszy punkt). Po wybraniu punktu — *Click OK to create the joint* (kliknij OK, aby utworzyć więz).

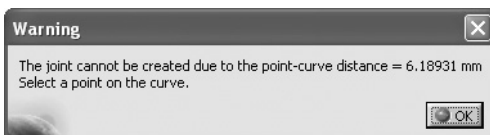
Narzędzie *Point Curve Joint* (więz punktowy na krzywej) służy do wymuszania ruchu części wzdłuż ścieżki w postaci krzywej, z jednym punktem styku z tą krzywą. Zastosowanie tego więzu wymaga utworzenia jeszcze jednego więzu w celu zablokowania wszystkich stopni swobody względem dwóch zaznaczonych części.

W oknie dialogowym tego narzędzia dla jednej części należy wybrać krzywą będącą torem ruchu, zaś dla drugiej — punkt styku (patrz rysunek 10.19).



RYSUNEK 10.19. Okno dialogowe Joint Creation: Point Curve (tworzenie więzu punktowego na krzywej)

Należy pamiętać, że w chwili tworzenia więzu punkt styku musi się znajdować na krzywej — w przeciwnym razie program wyświetla komunikat pokazany na rysunku 10.20.



RYSUNEK 10.20. Komunikat błędu przy tworzeniu więzu punktowego na krzywej

Narzędzie *Point Curve Joint* (więz punktowy na krzywej) może być użyte do zdefiniowania komendy przemieszczenia wzdłuż toru w postaci krzywej.



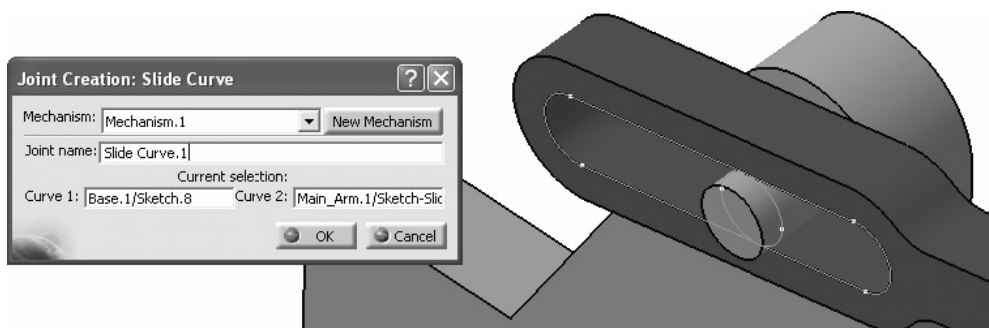
Slide Curve Joint (więz przesuwny na krzywej)

Wskazówka. Tworzy w mechanizmie więz przesuwny na krzywej.

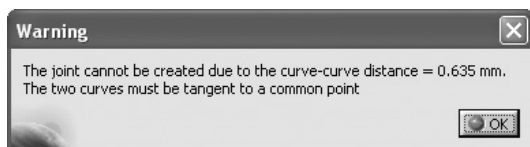
Informacja na pasku stanu. Po włączeniu narzędzia — *Select the first curve* (wybierz pierwszą krzywą). Po wybraniu pierwszej krzywej — *Select the second curve* (wybierz drugą krzywą). Po wybraniu drugiej krzywej — *Click OK to create the joint* (kliknij OK, aby utworzyć więz).

Narzędzie *Slide Curve Joint* (więz przesuwny na krzywej) służy do tworzenia więzów między częściami ruchomymi będącymi w ciągłym kontakcie, jednak nie stykającymi się ze sobą tylko w jednym punkcie.

W oknie dialogowym tego narzędzia należy wybrać dwie stykające się krzywe, po jednej dla każdej z części (patrz rysunek 10.21). Krzywe muszą być komplanarne; w przeciwnym razie na ekranie pojawia się komunikat błędu, pokazany na rysunku 10.22.



RYСУNEK 10.21. Okno dialogowe Joint Creation: Slide Curve (tworzenie więzu przesuwnego na krzywej)



RYСУNEK 10.22. Komunikat błędu przy tworzeniu więzu przesuwnego na krzywej

Narzędzie *Slide Curve Joint* (więz przesuwny na krzywej) nie może posłużyć do zdefiniowania komendy ruchu wzdłuż krzywej będącej jego torem.



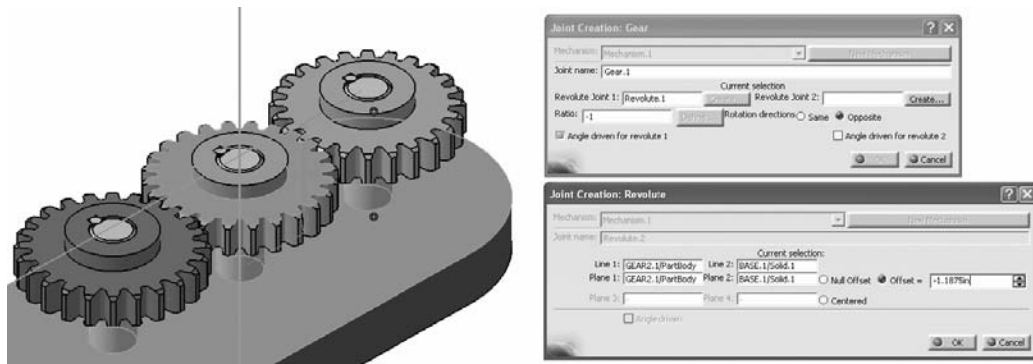
Gear Joint (przekładnia)

Wskazówka. Tworzy w mechanizmie więz symulujący przekładnię.

Informacja na pasku stanu. Po włączeniu narzędzia — *Select or create the first joint* (wybierz albo utwórz pierwszy więz). Po wybraniu lub utworzeniu pierwszego więzu — *Select or create the second joint* (wybierz albo utwórz drugi więz). Po wybraniu lub utworzeniu drugiego więzu — *Click OK to create the joint* (kliknij OK, aby utworzyć więz).

Narzędzie *Gear Joint* (przekładnia) umożliwia zdefiniowanie współbieżnego lub przeciwbieżnego ruchu dla dwóch obracających się części, z potencjalnym użyciem pośredniczącej, trzeciej części. Taki rodzaj połączenia może posłużyć na przykład do symulowania zależności między bloczkami.

W oknie dialogowym, pokazanym na rysunku 10.23, należy wybrać lub utworzyć więzy typu *Revolute* (obrotowe) między każdą z części obrotowych a częścią pośrednią. Jeśli odpowiednie więzy zostały utworzone wcześniej, można je wybrać — w przeciwnym razie da się je utworzyć „w locie”.



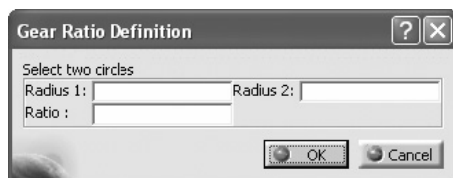
RYSUNEK 10.23. Okno dialogowe Joint Creation: Gear (tworzenie przekładni)

Jeśli okno dialogowe *Joint Creation: Revolute* (tworzenie więzy obrotowego) zostanie otwarte w trakcie tworzenia przekładni zębatej, nie pozwala bezpośrednio na zdefiniowanie komendy — pole tej opcji jest nieaktywne. Komenda obrotu musi być skonfigurowana w głównym oknie dialogowym z ustawieniami przekładni, w którym znajdują się opcje *Angle Driven* (sterowanie kątem) dla poszczególnych więzów.

Domyślnie w sekcji *Rotation direction* (kierunek obrotu) jest włączona opcja *Same* (taki sam), co pozwala na skonfigurowanie mechanizmu bloczkowego; alternatywą jest opcja *Opposite* (przeciwny), przydatna przy tworzeniu przekładni zębatach.

Między obrotowymi elementami przekładni można określić proporcje szybkości obrotu, aby prawidłowo odwzorować działanie mechanizmu. W przypadku mechanizmów bloczkowych zależność tę można wyliczyć na podstawie średnic albo promieni bloczków. W przypadku kół zębatach można to zrobić na podstawie ich *średnic podziałowych* lub liczby zębów, oczywiście przy założeniu, że mamy do czynienia z pasującymi do siebie kołami!

Jeśli oba obracające się elementy zawierają krzywą pomocniczą, odzwierciedlającą okrąg o średnicy podziałowej bądź okrąg o średnicy bloczka, relację między tymi elementami można wyliczyć za pomocą przycisku *Define* (definiuj), znajdującego się obok pola *Ratio* (przełożenie). Po kliknięciu tego przycisku na ekranie pojawia się okno dialogowe *Gear Ratio Definition* (parametry przełożenia), pokazane na rysunku 10.24, umożliwiające wybranie dwóch krzywych, na podstawie których zostaną przeprowadzone obliczenia. Co ważne, najpierw należy wybrać krzywą dla elementu napędzającego, a potem krzywą dla elementu napędzanego; w przeciwnym razie wyliczona zostanie odwrotność właściwego współczynnika. Ujemny współczynnik powoduje przeciwny obrót komponentów, właściwy dla kół zębatach. Dodatnia wartość współczynnika daje współbieżny obrót komponentów, właściwy dla bloczków.



RYSUNEK 10.24. Okno dialogowe Gear Ratio Definition (parametry przełożenia)



Rack Joint (zębatka)

Wskazówka. Tworzy w mechanizmie więź symulujący zębatkę.

Informacja na pasku stanu. Po włączeniu narzędzia — *Select or create the first joint* (wybierz albo utwórz pierwszy więź). Po wybraniu lub utworzeniu pierwszego więzu — *Select or create the second joint* (wybierz albo utwórz drugi więź). Po wybraniu lub utworzeniu drugiego więzu — *Click OK to create the joint* (kliknij OK, aby utworzyć więź).

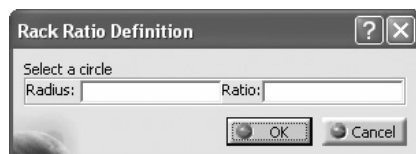
Narzędzie *Rack Joint* (zębatka) służy do tworzenia więzów naśladujących mechanizm zębatkowy.

Podobnie jak jest w przypadku okna dialogowego z ustawieniami narzędzia *Gear Joint* (przekładnia), za pośrednictwem okna dialogowego *Joint Creation: Rack* (tworzenie zębatki) można utworzyć niezbędne więzy bazowe — w tym przypadku typu *Prismatic* (pryzmatyczne) i *Revolute* (obrotowe) — patrz rysunek 10.25. Parametrami sterującymi zębatki mogą być albo kąt obrotu, albo odległość. Przełożenia między komponentami (*Ratio*) można wyliczyć ręcznie lub określić wskazanie łuku lub okręgu o średnicy równej średnicy podziałowej koła zębatego. Przycisk umożliwiający otwarcie okna dialogowego pokazanego na rysunku 10.26 staje się dostępny dopiero po wskazaniu lub utworzeniu dwóch więzów bazowych.



RYСУNEK 10.25. Okna dialogowe z ustawieniami zębatki

RYСУNEK 10.26.
Okno dialogowe
Rack Ratio Definition
(parametry
przełożenia zębatki)

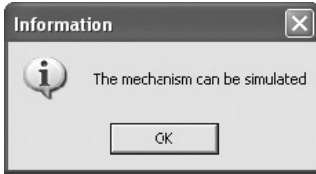


Jeśli w strukturze modelu nie ma okręgu o średnicy równej średnicy podziałowej, przełożenie można wyliczyć bardzo prosto, na podstawie obwodu takiego okręgu, ze wzoru $2\pi R$ lub πD . Przełożenie jest definiowane w jednostkach *in_turn* (na obrót).

OPRACOWAĆ PROSTĄ ANIMACJĘ

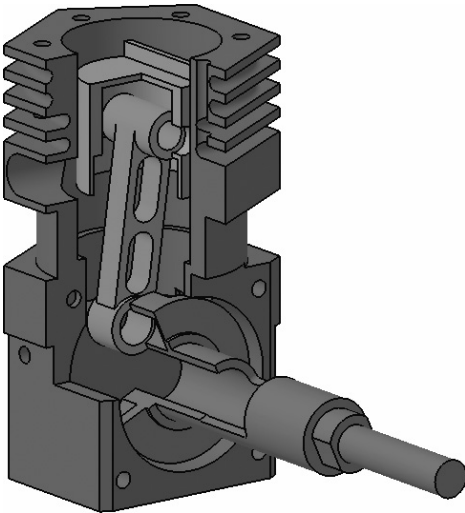
Aby mechanizm mógł działać poprawnie, należy spełnić następujące warunki:

- Unieruchomić jedną z części.
- Zadbać o logiczną kolejność tworzenia więzów.
- Zdefiniować komendy.
- Wyzerować liczbę stopni swobody mechanizmu.



RYSUNEK 10.27.
Komunikat informujący
o poprawności mechanizmu

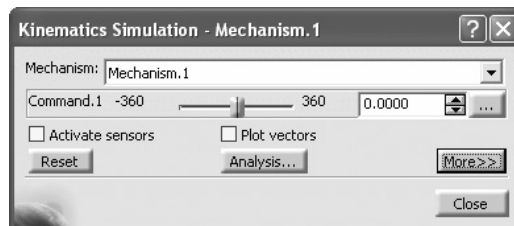
Przed utworzeniem wszystkich więzów niezbędnych do zakończenia pracy nad mechanizmem dobrze jest wstępnie go przetestować z minimalną liczbą części. W ten sposób łatwiej się przekonać, czy sekwencja więzów jest logiczna, a zależności między poszczególnymi częściami pozostają spójne i poprawne podczas całego cyklu animacji.



RYSUNEK 10.28. Prosty model cylindra silnika

Najłatwiejszy sposób na utworzenie animacji polega na dwukrotnym kliknięciu gałęzi *Mechanism.1*, $DOF=0$ w drzewie strukturalnym produktu. Na ekranie pojawia się wtedy uproszczona wersja okna dialogowego *Kinematics Simulation* (symulacja kinematyki), pokazana na rysunku 10.29.

RYSUNEK 10.29.
Uproszczona wersja
okna dialogowego
Kinematics Simulation
(symulacja kinematyki)



Zanim klikniesz cokolwiek, co mogłoby mieć wpływ na wzajemne położenie części mechanizmu i zmusiłoby Cię później do ich ponownego rozmieszczania, kliknij przycisk *More* (więcej) i zaznacz opcję *On request* (na żądanie), jak na rysunku 10.30.

Trzeba jednakże pamiętać, że wymóg wyzerowania stopni swobody może wymagać tworzenia więzów tylko w celu spełnienia tego warunku, to zaś rodzi ryzyko utworzenia kolidujących więzów i może zaburzyć logiczną kolejność ich tworzenia.

Kolejność ta jest zresztą następną ważną kwestią: w niektórych przypadkach od sekwencji tworzenia więzów zależy funkcjonowanie całego mechanizmu.

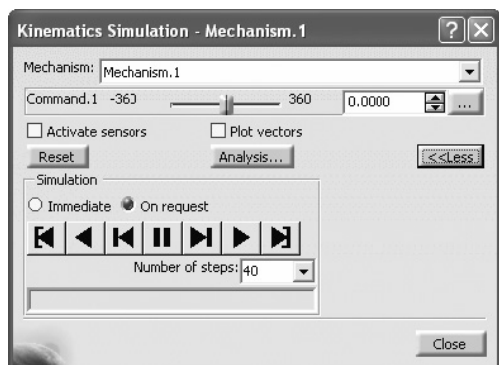
Po utworzeniu poprawnego mechanizmu program CATIA® potwierdza możliwość jego uruchomienia komunikatem pokazanym na rysunku 10.27.

Na przykład prosty model cylindra silnika, zilustrowany na rysunku 10.28, składa się z czterech części: bloku, wału korbowego, korbowodu i tłoka. Choć poszczególne części nie są ze sobą fizycznie połączone ze względu na brak sworzni czy czopów, to całość można wprawić w ruch, gdyż więzy kinematyczne nie są uzależnione od fizycznego kontaktu części, a jedynie od geometrycznych relacji między nimi.

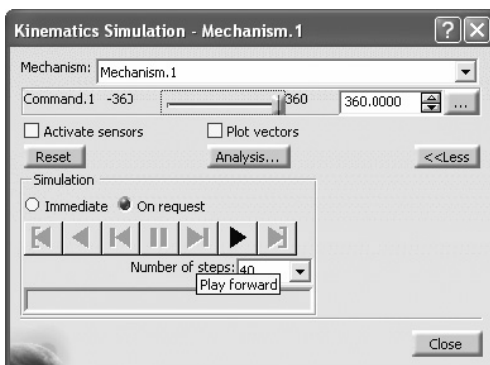
W tym przypadku między tłokiem a blokiem należałoby zdefiniować więz typu *Cylindrical* (walcowy), a potem dodać trzy więzy typu *Revolute* (obrotowy), umożliwiające funkcjonowanie mechanizmu:

- Wał korbowy i blok.
- Wał korbowy i korbowód.
- Korbowód i tłok.

Przy założeniu, że utworzone zostały takie cztery więzy, przy czym więz obrotowy między wałem korbowym a blokiem został wykorzystany do zdefiniowania komendy typu *Angle Driven* (sterowanie kątem), tego rodzaju mechanizm dałoby się prosto animować.



RYСУNEK 10.30. Rozszerzona wersja okna dialogowego Kinematics Simulation (symulacja kinematyki)



RYСУNEK 10.31. Odtwarzanie animacji

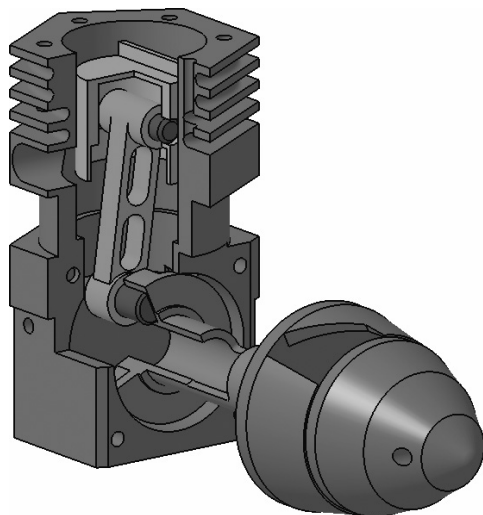
Mechanizm można następnie wprawić w ruch poprzez przesunięcie suwaka animacji do jednego ze skrajnych położenia i kliknięcie przycisku *Play forward* (odtwarzaj) — patrz rysunek 10.31.

W przypadku tego rodzaju wstępnych testów bardzo ważne jest, aby mechanizm wykonał pełny cykl; w razie wątpliwości należy kliknąć przycisk *Play back* (odtwarzaj wstecz), aby przywrócić pierwotne położenie wszystkich części. W przeciwnym razie zapewne trzeba będzie zrobić to ręcznie.

WYŚWIETLIĆ UKRYTE CZĘŚCI, KTÓRE MAJĄ BYĆ RUCHOME, I POWIĄZAĆ JE Z GŁÓWNYMI PODZESPOŁAMI

Po wprowadzeniu animacji głównych części można ponownie wyświetlić pozostałe i zdefiniować dla nich więzy. Wróćmy do naszego przykładu z silnikiem. Jak widać na rysunku 10.32, pojawiły się w nim cztery nowe elementy: dwa sworznie i dwie części kołpaka śmigła.

RYСУNEK 10.32.
Ruchome części modelu silnika



Do powiązania ruchomych części można użyć więzów typu *Rigid* (sztywne), ale jeśli wspólny ruch wykonuje większa liczba części — na przykład dwa elementy kołpaka, wał korbowy i czop korbowy — to można ułatwić sobie pracę dzięki zastosowaniu specjalnego narzędzia o nazwie *Mechanism Dressup* (konfigurowanie mechanizmu).



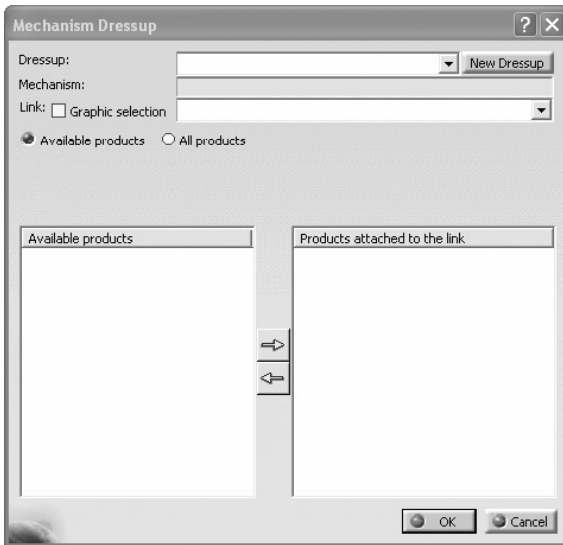
Mechanism Dressup (konfigurowanie mechanizmu)

Wskazówka. Służy do wiązania mechanizmu z produktem.

Informacja na pasku stanu. *Select a product* (wybierz produkt).

To narzędzie jest używane do grupowania części mechanizmu wykonujących wspólny ruch, poddyktowany ruchem jednej z nich.

Po włączeniu omawianego narzędzia na ekranie pojawia się puste okno dialogowe. Pracę należy rozpocząć od kliknięcia przycisku *New Dressup* (nowa konfiguracja), umożliwiającego wybranie mechanizmu do skonfigurowania (patrz rysunek 10.33).



RYСУNEK 10.33. Wybór mechanizmu do skonfigurowania

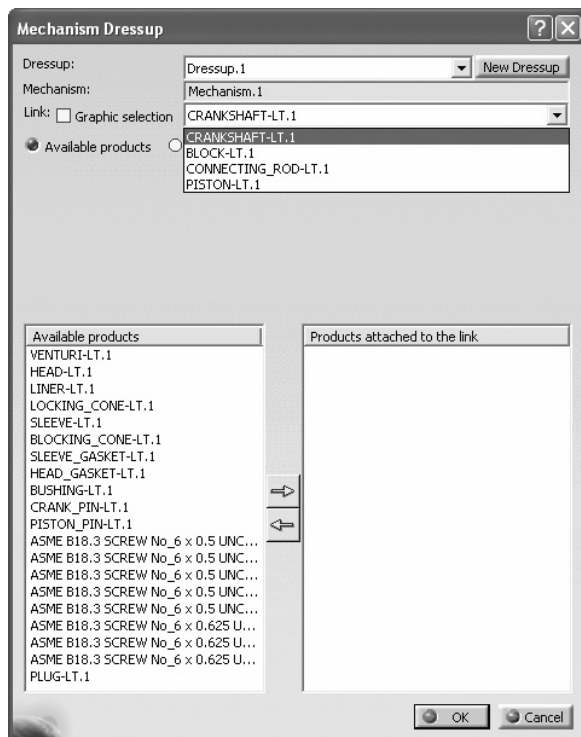
Po wybraniu mechanizmu na liście po prawej stronie napisu *Link* (łącznik) należy wskazać część, która będzie decydowała o ruchu innych części (patrz rysunek 10.34).

Warto wiedzieć, że ta nadrzędna część może też zostać wybrana bezpośrednio w środowisku pracy. Aby to było możliwe, trzeba jednak zaznaczyć opcję *Graphics selection* (wybór na podglądzie graficznym).

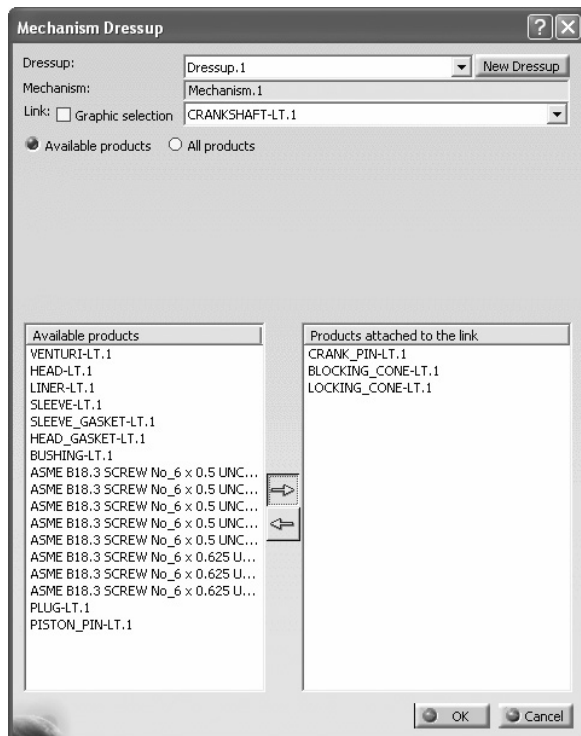
Ostatni etap polega na wybraniu w kolumnie *Available products* (dostępne produkty) części, które mają zostać powiązane z częścią nadrzędną. Zaznaczoną część należy przenieść do kolumny *Products attached to the link* (produkty powiązane z łącznikiem) przy użyciu przycisku ze strzałką skierowaną w prawo, znajdującego się między dwiema wymienionymi kolumnami, widocznego na rysunku 10.35. Jeśli jakiś produkt zostanie wybrany przez pomyłkę, to można go usunąć z listy po prawej stronie przy użyciu przycisku ze strzałką skierowaną w lewo. Opcja *Available products* (dostępne produkty) umożliwia dokonanie wyboru spośród wszystkich części, które nie zostały jeszcze użyte w mechanizmie, z pominięciem tych, dla których zdefiniowano już więzy. Opcja *All products* (wszystkie produkty) wyłącza filtrowanie podzespołów.

Zastosowanie omawianego narzędzia powoduje utworzenie w strukturze drzewa projektu nowej gałęzi, jak na rysunku 10.36. Do zainicjowania procesu animowania mechanizmu można użyć dowolnej z pozycji *Mechanism.1*, $DOF=0$ w drzewie.

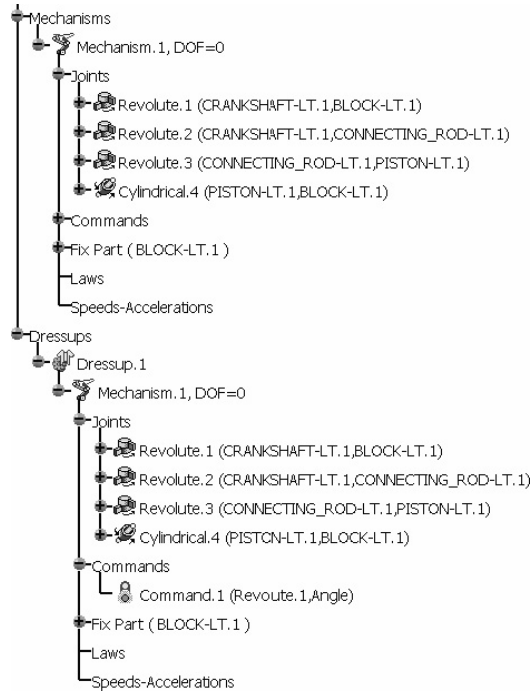
RYSUNEK 10.34.
Wybieranie części
nadzędnej



RYSUNEK 10.35.
Grupowanie części



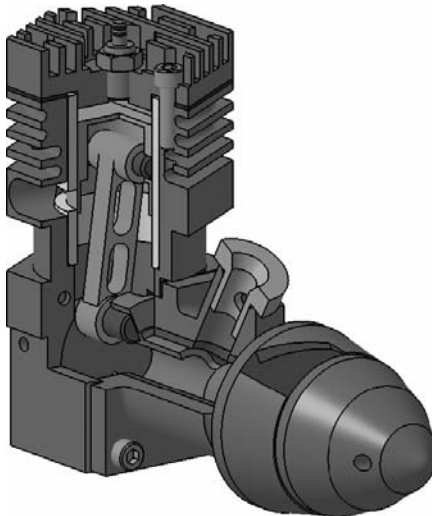
RYSUNEK 10.36.
Elementy strukturalne
otrzymane w wyniku
zastosowania narzędzia
Mechanism Dressup
(konfigurowanie
mechanizmu)



WYŚWIETLIĆ UKRYTE CZĘŚCI STATYCZNE

Po poprawnym powiązaniu wszystkich ruchomych części mechanizmu można ponownie wyświetlić części statyczne, znajdujące się w niewidocznym środowisku *No-Show*, aby uzupełnić braki w modelu (patrz rysunek 10.37). Jeśli mechanizm miałby być animowany w takiej postaci, to tworzenie nowych wiązań sztywnych albo grupowanie części za pomocą narzędzia *Mechanism Dressup* (konfigurowanie mechanizmu) nie jest konieczne. Dopiero jeśli cały mechanizm miałby wykonywać ruch względem innego, trzeba by zgrupować pozostałe części wraz z nieruchomą częścią bazową, czyli w tym przypadku blokiem.

RYSUNEK 10.37.
Kompletny
model silnika



ZAPISAĆ PRODUKT Z UWZGLĘDNIENIEM KINEMATYKI

Podczas pracy nad kinematyką produkt należy regularnie zapisywać, aby uniknąć utraty danych, ale jeśli chciałbyś zminimalizować liczbę archiwizowanych plików, to najlepiej będzie zapisać projekt przed przystąpieniem do wykonywania analiz, gdyż procesy te bywają bardzo wymagające pod względem obliczeniowym.

PRZEPROWADZIĆ POTRZEBNE ANALIZY

W trakcie konfigurowania więzów kinematycznych dobrze jest od czasu do czasu wykonać prostą symulację, aby się przekonać, czy wszystkie części mechanizmu zachowują się tak, jak powinny, ale gdy przyjdzie czas na ostateczną analizę działania mechanizmu, warto sięgnąć po dwa narzędzia znajdujące się na pasku *Simulations* (symulacje), pokazanym na rysunku 10.38.

RYSUNEK 10.38.

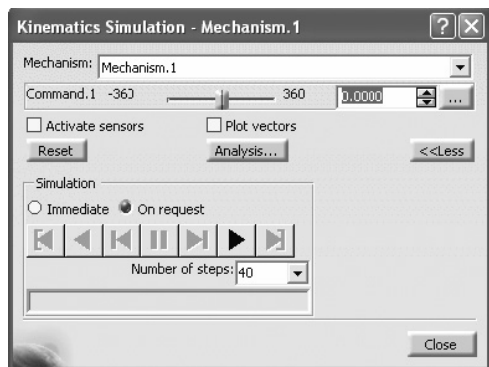
Pasek narzędzi
Simulations (symulacje)



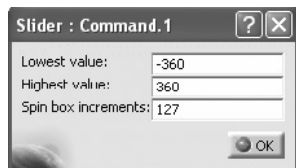
Simulation With Commands (symulacja z użyciem komend)

Wskazówka. Symuluje działanie mechanizmu.

Informacja na pasku stanu. *InitialState* (stan początkowy).



RYSUNEK 10.39. Okno dialogowe umożliwiające przeprowadzenie symulacji za pomocą komend



RYSUNEK 10.40. Okno dialogowe z ustawieniami ograniczeń komendy ruchu

Po włączeniu tego narzędzia na ekranie pojawia się to samo okno dialogowe co po dwukrotnym kliknięciu pozycji *Mechanism.1*, $DOF=0$ w drzewie strukturalnym produktu (rysunek 10.39). Przypominam, że przed wprowadzeniem dowolnych zmian na ogół lepiej jest wyświetlić rozszerzony wariant okna i zaznaczyć opcję *On request* (na żądanie). Opcja *Immediate* (bezpośrednio) umożliwia animowanie mechanizmu przez przesuwanie suwaka. O ile w przypadku kompletnych, funkcjonalnych mechanizmów nie powinno to przysparzać żadnych problemów, o tyle podczas wstępnych prac i przygotowań tego rodzaju „ręczna” symulacja może się wiązać z koniecznością wprowadzania późniejszych poprawek w rozlokowaniu części.

W celu wprowadzenia ograniczeń animacji należy się najpierw upewnić, czy suwak znajduje się aktualnie w granicach planowanych limitów. Jeśli tak, to można kliknąć przycisk z wielokropkiem (...), znajdujący się po jego prawej stronie, aby zdefiniować żądane ograniczenia. Na ekranie pojawia się wtedy okno dialogowe widoczne na rysunku 10.40, umożliwiające wprowadzenie dolnego i górnego ograniczenia dla danej komendy.

Parametr *Spin box increments* (skok przycisków), znajdujący się we wspomnianym oknie, decyduje o wartości skokowej zmiany komendy przy klikaniu przycisków ze strzałkami w górę i w dół, znajdujących się po lewej stronie przycisku z wielokropkiem. Jeśli zamierzasz analizować funkcjonowanie mechanizmu krok po kroku, poświęć chwilę na poprawne dobranie tego parametru.

Przy pierwszym uruchomieniu z uwzględnieniem jedynie głównych podzespołów mechanizmu animacja jest zazwyczaj odtwarzana za szybko. W celu spowolnienia tempa odtwarzania można zwiększyć wartość parametru *Number of steps* (liczba kroków). Powoduje to zwiększenie liczby klatek animacji, przez co całość jest odtwarzana wolniej. Przy odpowiednio wolnym ruchu można lepiej przyjrzeć się funkcjonowaniu ruchomych części i upewnić, że zachowują się poprawnie.

Jedna uwaga dotycząca wspomnianego parametru: jeśli zamierzasz symulować działanie mechanizmu skonstruowanego z użyciem kół zębatych, upewnij się, że wartość tego parametru nie jest równa liczbie zębów na dowolnym z kół. Może się bowiem zdarzyć, że po uruchomieniu animacji niektóre koła będą sprawiały wrażenie nieruchomych. Animacją można sterować za pomocą przycisków pokazanych na rysunku 10.41.



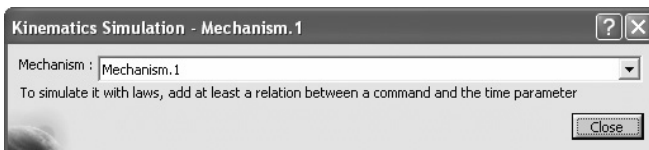
RYSUNEK 10.41. Przyciski sterowania animacją

Działanie tych przycisków jest bardzo podobne jak w przypadku ich odpowiedników z odtwarzaczy w sprzęcie audio:

- *Start* (początek). Przywraca początkowy stan animacji.
- *Play back* (odtwarzaj wstecz). Odtwarza animację „do tyłu”.
- *Step back* (krok wstecz). Wyświetla poprzedni krok animacji.
- *Pause* (pauza). Wstrzymuje animację.
- *Step forward* (krok naprzód). Wyświetla kolejny krok animacji.
- *Play forward* (odtwarzaj). Odtwarza animację.
- *End* (koniec). Wyświetla ostatni krok animacji.

Inny sposób na skonfigurowanie animacji mechanizmu polega na stworzeniu reguł określających zmienność parametrów komendy ruchu w czasie.

Zastosowanie reguł w mechanizmach umożliwia przeprowadzenie bardziej zaawansowanych analiz kinematyki. Przed omówieniem tego rodzaju metod należy jednak poznać proces tworzenia prostych reguł, gdyż bez ich uprzedniego sprecyzowania przy próbie symulacji na ekranie pojawi się komunikat pokazany na rysunku 10.42.



RYSUNEK 10.42. Komunikat ostrzegawczy przy uruchamianiu symulacji z użyciem reguł



RYSUNEK 10.43. Pasek narzędzi Knowledge (wiedza)

TWORZENIE REGUŁY

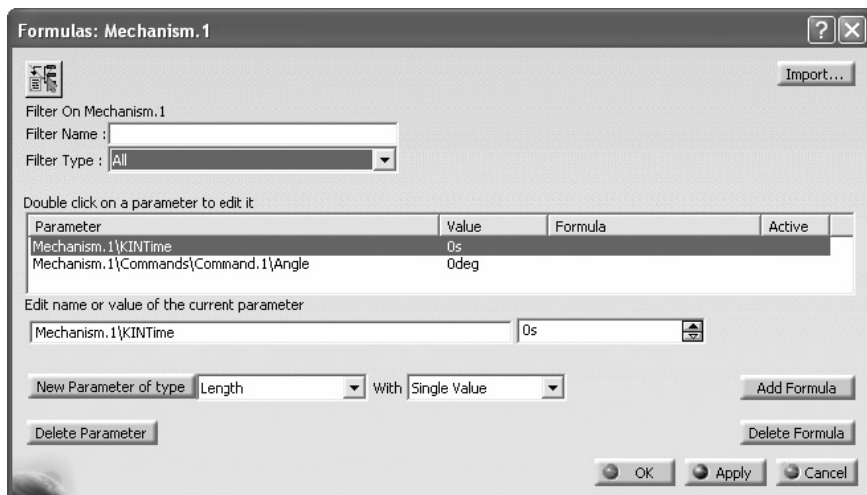
Reguły można tworzyć na różne sposoby, ale jeden z prostszych polega na określeniu relacji między dwoma parametrami przy użyciu narzędzia *Formuła* (formuła), którego przycisk znajduje się na pasku *Knowledge* (wiedza), pokazanym na rysunku 10.43.

Formuła (formuła)

Wskazówka. Służy do tworzenia formuł i definiowania parametrów uwzględniających wymogi i ograniczenia projektu.

Informacja na pasku stanu. *Edit parameters and formulas* (edytuj parametry i formuły).

Przed włączeniem narzędzia *Formuła* (formuła) należy zaznaczyć pozycję *Mechanism.1, DOF=0* w drzewie strukturalnym. Dzięki temu w oknie dialogowym *Formulas* (formuły) będą wymienione parametry dotyczące danego mechanizmu (rysunek 10.44).



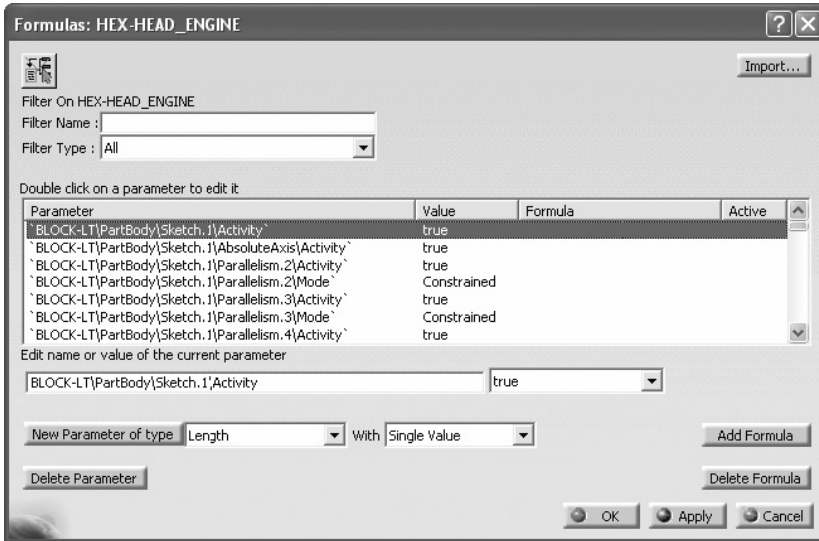
RYСУNEK 10.44. Okno dialogowe Formulas: Mechanism (formuły: mechanizm)

Parametry znajdujące się w tym oknie dialogowym odpowiadają komendom zastosowanym w mechanizmie; wyjątkiem jest parametr o nazwie *KINTime* (czas ruchu) — o szczególnym znaczeniu, inicjowany wraz z utworzeniem mechanizmu. Pełni on funkcję licznika czasu i jest używany do obliczania przemieszczeń ruchomych części.

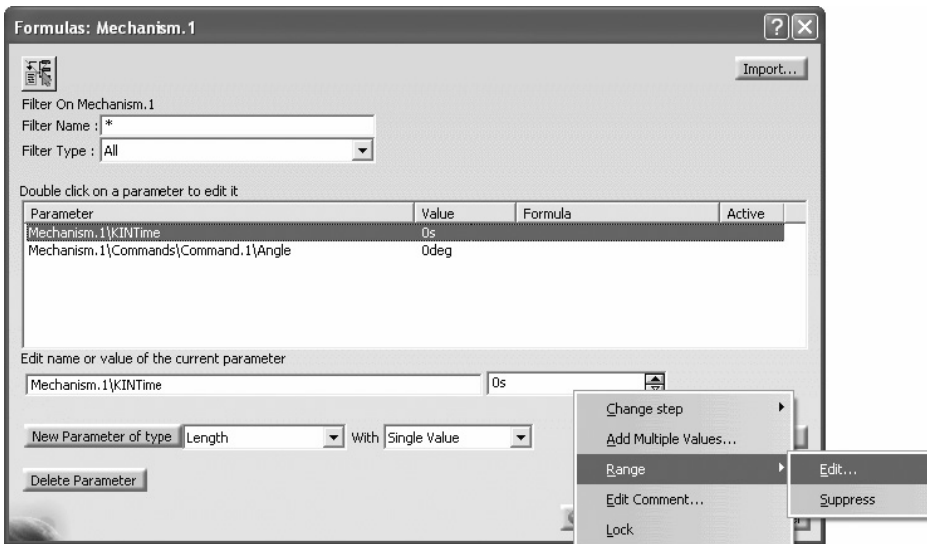
Przed włączeniem narzędzia *Formuła* (formuła) należy pamiętać o zaznaczeniu właściwej pozycji w drzewie strukturalnym produktu. Na przykład zaznaczenie pozycji *Mechanisms* (mechanizmy), znajdującej się tuż pod pozycją *Mechanism.1, DOF=0*, spowoduje wyświetlenie innego okna dialogowego, z parametrami złożenia (jak na rysunku 10.45). W tym oknie również można odszukać parametry niezbędne do zdefiniowania reguły, ale byłoby to trochę bardziej uciążliwe i mogłoby wymagać zastosowania filtrów.

Parametrowi *KINTime* można nadać dowolną wartość. Na ogół przyjmuje się wartości z zakresu od 0 do 10 sekund, ale można to zmienić poprzez kliknięcie prawym przyciskiem myszy w polu z bieżącą wartością, tak jak zostało to pokazane na rysunku 10.46. Parametr *KINTime* o wartości 10 sekund zazwyczaj dobrze się sprawdza, a przy tym upraszcza dalsze obliczenia.

Tworzenie reguły polega na określeniu zależności między parametrem *KINTime* a wartością komendy. Na rysunku 10.46 widać, że w przykładowym mechanizmie została zdefiniowana jedna komenda, służąca do sterowania wartością kąta. Przy założeniu, że mechanizm wykonuje pełny cykl dla kąta 360°, należy stworzyć taką relację, która będzie docelowo zwracała wartość 360°, ale za pośrednictwem zmiennej *KINTime*.



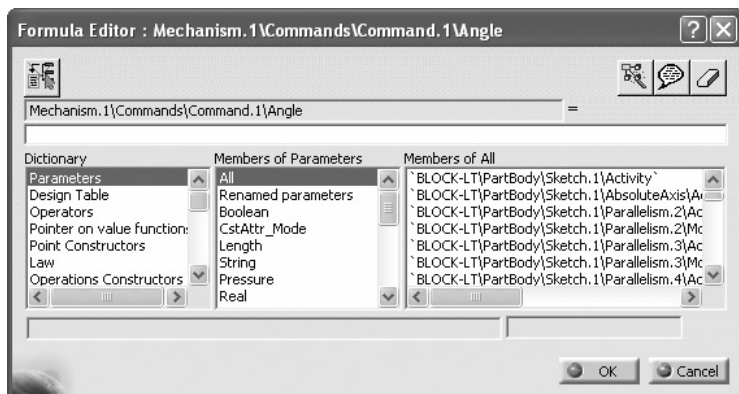
RYSUNEK 10.45. Okno dialogowe Formulas (formuły) dla zespołu



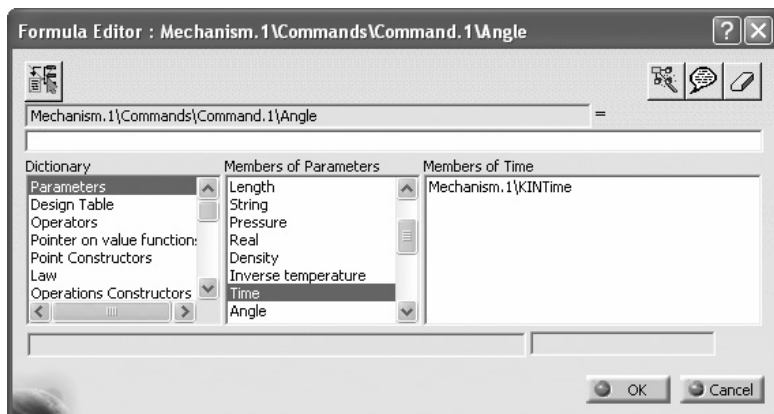
RYSUNEK 10.46. Edytowanie zakresu wartości parametru KINTime

Aby utworzyć taką relację, należy zaznaczyć parametr odwołujący się do komendy w mechanizmie i kliknąć przycisk *Add Formula* (dodaj formułę), znajdujący się w dolnej części okna dialogowego *Formulas* (formuły). Na ekranie pojawi się wtedy okno dialogowe *Formula Editor* (edytor formuł), pokazane na rysunku 10.47.

W oknie tym wyświetlone są wszystkie parametry mechanizmu oraz części, które do niego należą. Aby ułatwić sobie odnalezienie potrzebnego parametru, skorzystaj z listy filtrów w kolumnie *Members of Parameters* (elementy w grupie: parametry), na podstawie których można zawęzić zakres wyszukiwania. Aby odnaleźć parametr *KINTime*, należy użyć filtra *Time* (czas), tak jak zostało to pokazane na rysunku 10.48. Samo zaznaczenie tego filtra wystarczy, aby wyświetlić żądany parametr.



RYSUNEK 10.47. Okno dialogowe Formula Editor (edytor formuły)



RYSUNEK 10.48. Zastosowanie filtra Time (czas)

Dwukrotne kliknięcie pozycji *Mechanism.1\KINTime* w kolumnie *Members of Time* (elementy w grupie: czas) powoduje przeniesienie wybranego parametru do okna edytora formuły.

Zależnie od oczekiwanej wartości należy przeprowadzić różnego rodzaju przeliczenia między jednostkami, tak jak zostało to pokazane na poniższych przykładach, przy założeniu wartości *KINTime* równej 10 s.

Rezultat kątowy = 360°

Formuła: $\text{Mechanism.1}\backslash\text{KINTime}/1\text{s} * 36\text{deg}$

Wyjaśnienie: $10 \text{ sekund} / 1 \text{ sekunda} * 36^\circ = 360^\circ$

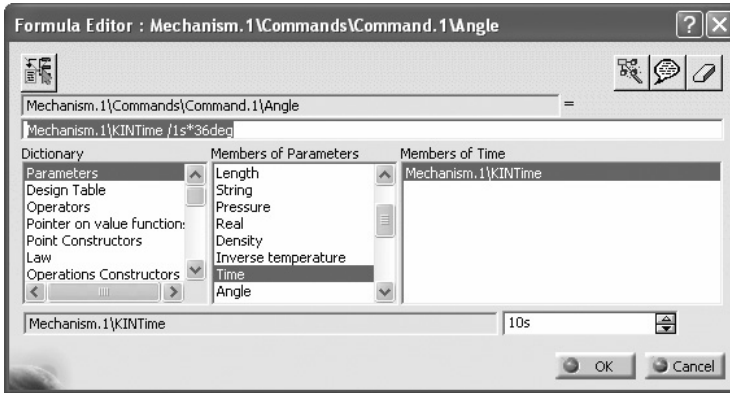
Rezultat liniowy = 2 cale

Formuła: $\text{Mechanism.1}\backslash\text{KINTime}/1\text{s} * 0,2\text{in}$

Wyjaśnienie: $10 \text{ sekund} / 1 \text{ sekunda} * 0,2 \text{ cala} = 360 \text{ cali}$

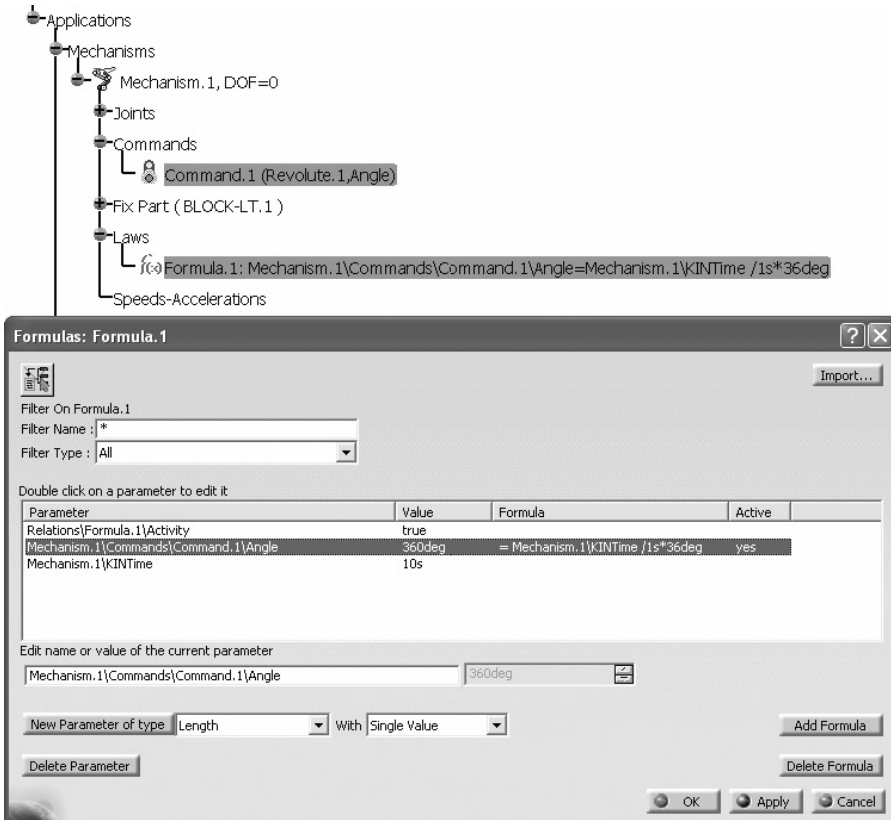
Należy pamiętać o właściwym zapisie jednostek, bez użycia wielkich liter. W razie wątpliwości zajrzyj do rozdziału 2., do części poświęconej parametrom, aby się upewnić, w jaki sposób prawidłowo zapisywać jednostki w programie CATIA®.

Zaleca się też, aby nie wstawiać w formuлах zbędnych spacji. Prawidłowa formuła powinna wyglądać tak jak na rysunku 10.49.



RYSUNEK 10.49. Gotowa formuła

Po kliknięciu przycisku *OK* w edytorze formuł ponownie będziesz miał do czynienia z oknem dialogowym *Formulas* (formuły), w którym w kolumnie *Formula* (formuła) pojawi się zdefiniowana przed chwilą relacja. Jednocześnie w drzewie strukturalnym produktu, w gałęzi *Laws* (reguły), powstanie nowa pozycja, potwierdzająca utworzenie nowej reguły (patrz rysunek 10.50). Tak zdefiniowanej reguły można użyć do animowania mechanizmu i przeprowadzania analiz ruchu.



RYSUNEK 10.50. Potwierdzenie utworzenia nowej reguły

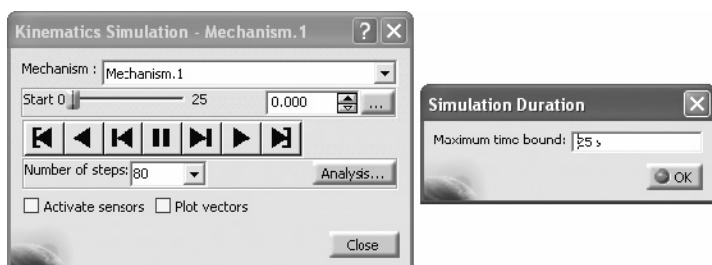


Simulation With Laws (symulacja z użyciem reguł)

Wskazówka. Symuluje ruch mechanizmu przy użyciu reguł.

Informacja na pasku stanu. *InitialState* (stan początkowy).

To narzędzie aktywuje mechanizm podobnie jak narzędzie *Simulation With Commands* (symulacja z użyciem komend). Różnica polega na tym, że zakres działania komend nie jest już uzależniony od wartości zmiennych kątowych lub liniowych, ale od czasu. Warto wiedzieć, że niezależnie od wartości nadanej parametrowi *KINTime* czas trwania symulacji można zmienić przy użyciu przycisku z wielokropkiem (...), tak jak zostało to pokazane na rysunku 10.51. Animowanie mechanizmu przebiega bardzo podobnie — roboczo można posługiwać się suwakiem, a docelowo korzystać z przycisków służących do odtwarzania, wstrzymywania i cofania animacji.



RYСУNEK 10.51. Okno dialogowe symulacji przy użyciu reguł

PROSTA ANALIZA RUCHU

Za pomocą narzędzi do analizy ruchu można utworzyć elementy szkieletowe lub modele objętościowe. Narzędzia te zostały zgromadzone na pasku narzędzi *DMU Generic Animation* (animacja ogólna), pokazany na rysunku 10.52.



RYСУNEK 10.52. Pasek narzędzi DMU Generic Animation (animacja ogólna)



Trace (śledź)

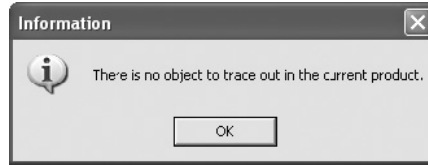
Wskazówka. Generuje ślad punktu na podstawie powtórki (*replay*) lub działania mechanizmu symulowanego przy użyciu reguł.

Informacja na pasku stanu. *Select the geometrical objects to trace out* (wybierz obiekty geometryczne do śledzenia).

Śledzenie jest bardzo przydatne przy określaniu ścieżek przemieszczenia ruchomych elementów. Uzyskane w ten sposób informacje można wykorzystać do wizualizacji bezpiecznej strefy działania wybranych części.

Jeśli narzędzie to zostanie włączone przed zdefiniowaniem jakiegokolwiek reguły, program CATIA® wyświetli komunikat ostrzegawczy, pokazany na rysunku 10.53.

RYSUNEK 10.53.
Ostrzeżenie o braku obiektu do śledzenia



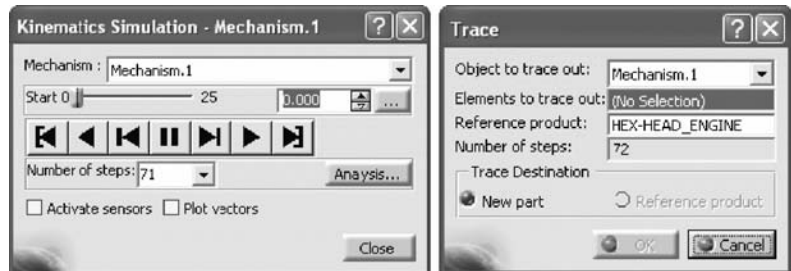
Jeśli wszystko zostanie przygotowane poprawnie, na ekranie pojawi się okno dialogowe *Trace* (śledzenie), przedstawione na rysunku 10.54.

RYSUNEK 10.54.
Okno dialogowe Trace (śledzenie)



Pracę nad konfigurowaniem śledzenia należy rozpocząć od sprawdzenia wartości parametru *Number of steps* (liczba kroków). Wartości tej nie da się zmienić w oknie dialogowym *Trace* (śledzenie). Jest ona automatycznie ustawiana jako liczba kroków (klatek) symulacji, zwiększona o 1. Jeśli na przykład w ramach śledzenia chcesz wygenerować 72 elementy w cyklu obejmującym kąt pełny (360°), czyli co 5°, przed włączeniem narzędzia *Trace* (śledzenie) powinieneś przygotować animację składającą się z 71 kroków, jak na rysunku 10.55.

RYSUNEK 10.55.
Zależność między symulacją a liczbą kroków śledzenia



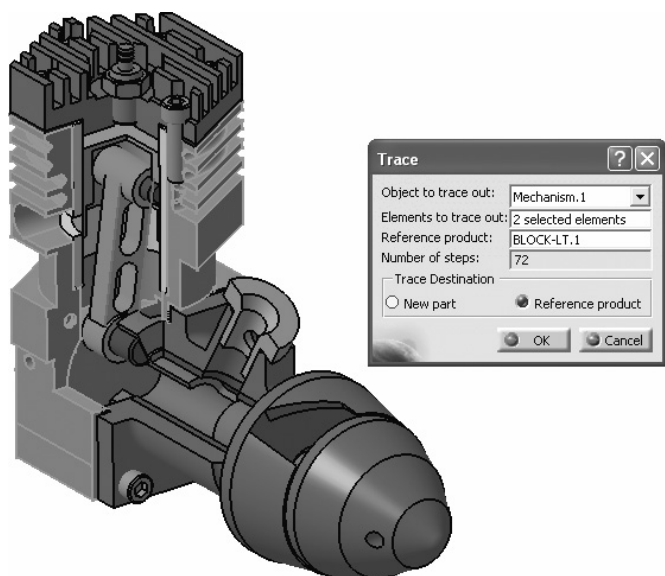
(a) Kroki symulacji

(b) Kroki śledzenia

Następnie należy wybrać elementy geometryczne, które zostaną użyte w roli obiektów referencyjnych dla narzędzia *Trace* (śledzenie). Można w tym celu wybrać obiekty takie jak punkty, linie oraz krawędzie i wierzchołki modeli bryłowych. W przypadku linii i krawędzi śledzenie generuje dwa dodatkowe punkty znajdujące się na ich końcach.

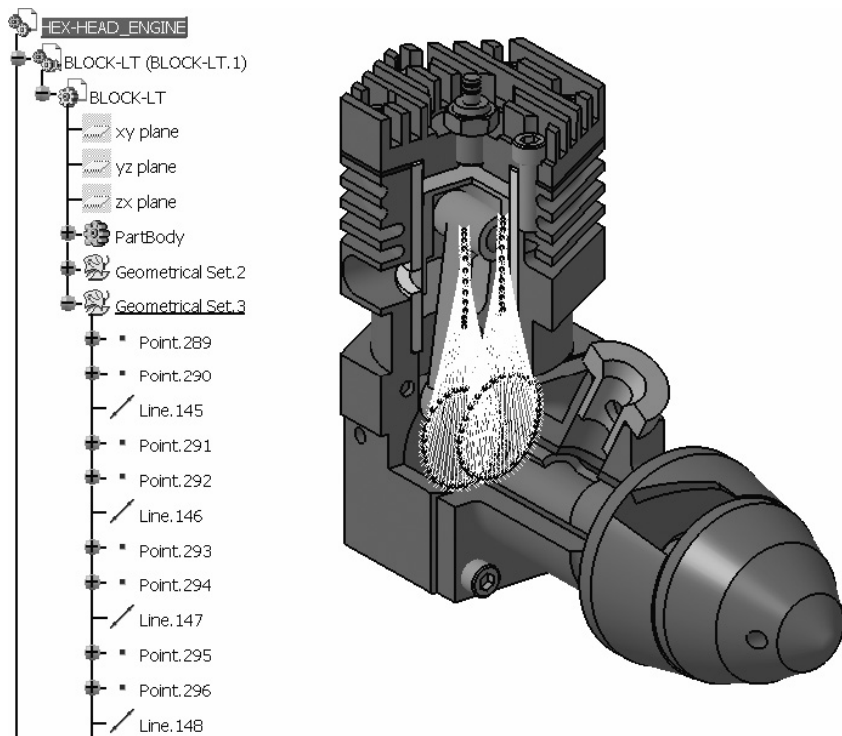
Po wybraniu elementów do śledzenia można od razu przystąpić do generowania śladów, nastąpi to jednak zgodnie z ustawieniami domyślnymi, co oznacza między innymi, że trafią one do nowej części. Ta część jest otwierana automatycznie i pozostaje aktywna podczas generowania śladów, jednak w celu obejrzenia rezultatów śledzenia w kontekście analizowanego mechanizmu trzeba przenieść wygenerowane ślady do źródłowego pliku z produktem.

Inne podejście polega na wskazaniu jako docelowego produktu jednej ze statycznych części urządzenia. Najlepiej, żeby była to część unieruchomiona. W takim przypadku po wybraniu elementów do śledzenia należy w polu *Reference product* (produkt odniesienia) wybrać część, w ramach której zostanie wygenerowana geometria śladów. Jednocześnie uaktywniona zostanie opcja *Reference product* (produkt odniesienia), jak widać na rysunku 10.56.



RYSUNEK 10.56. Śledzenie elementów względem nieruchomej części

Każda śledzona linia generuje w produkcie docelowym zbiór elementów typu *Geometrical Set*, zawierający zestaw linii oraz ich końców (patrz rysunek 10.57).



RYSUNEK 10.57. Wygenerowane elementy



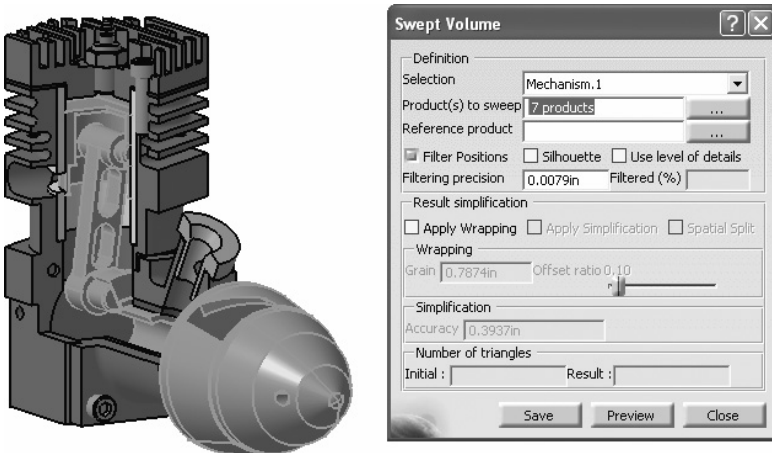
Swept Volume (objętość skokowa)

Wskazówka. Tworzy model objętościowy na podstawie ruchu modelu.

Informacja na pasku stanu. *Check if the product has a replay* (sprawdź, czy dla produktu została zarejestrowana powtórka).

W niektórych przypadkach elementy szkieletowe nie wystarczają do czytelnego zobrazowania całkowitej objętości zajmowanej przez jedną lub kilka ruchomych części. W takich przypadkach istnieje możliwość stworzenia modelu objętościowego, odzwierciedlającego przestrzeń zajmowaną przez nie w trakcie całego cyklu działania mechanizmu.

Po włączeniu narzędzia *Swept Volume* (objętość skokowa) wszystkie ruchome części mechanizmu zostają automatycznie zaznaczone w celu wygenerowania modelu objętościowego, a na ekranie pojawia się okno dialogowe z informacją o liczbie zaznaczonych części, podaną w polu *Product(s) to sweep* (produkt[y] do przemieszczenia), jak na rysunku 10.58.



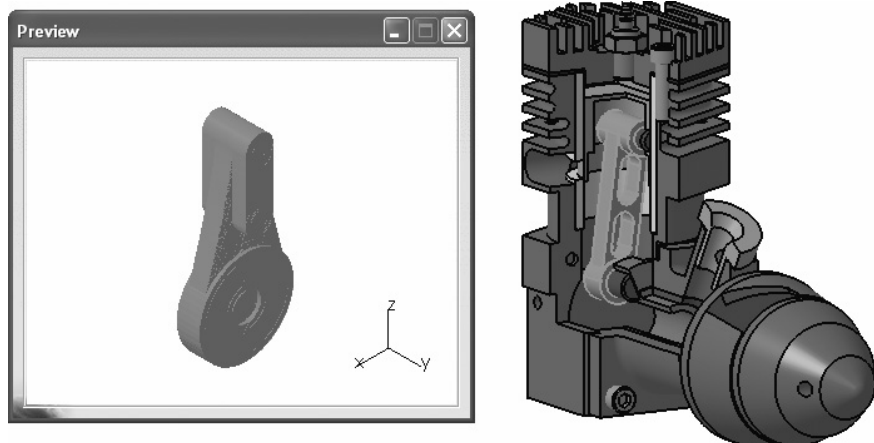
RYСУNEK 10.58. Wybrane produkty do przemieszczenia

To oznacza, że najpierw należy *anulować zaznaczenie* tych części, których objętość skokowa nie powinna być brana pod uwagę.

Po pozostawieniu odpowiednich części do obliczeń można wyświetlić podgląd zajmowanej przez nie objętości. Na podstawie podglądu istnieje możliwość zaznaczenia kolejnych części lub usunięcia z zaznaczenia tych, które okazały się nieistotne. Można to zrobić w oddzielnym oknie o nazwie *Preview* (podgląd), pokazanym na rysunku 10.59. W oknie tym można skorzystać ze standardowych narzędzi do pracy ze sceną, takich jak panoramowanie, obracanie i powiększanie, aby móc lepiej przyjrzeć się wygenerowanemu modelowi.

Utworzony model objętościowy można zapisać w celu późniejszego wykorzystania w mechanizmie. Nie trafia on jednak do pliku *.CATPart*, lecz jest zapisywany w formacie CGR — *CATIA® Graphical Representation* — którego nie można otworzyć bezpośrednio, lecz należy *zaimportować* do produktu jako komponent. Format CGR w programie *CATIA®* ma wiele zastosowań, a jego ważną cechą jest bardzo mała ilość pamięci niezbędna do wyświetlenia zapisanych w nim części.

Niestety, pliku CGR nie da się swobodnie edytować bez uprzedniej adaptacji, gdyż po wczytaniu wyświetla on tylko obwiednię modelu, bez właściwej geometrii. Pewnym obejściem tego problemu jest przekształcenie pliku CGR na plik w formacie *.model*, typowy dla programu *CATIA® V4*. Więcej informacji na ten temat znajdziesz w rozdziale 15., w części poświęconej konwersji między formatami plików.



RYSUNEK 10.59. Okno podglądu

Dodanie elementów kinematyki do modelu ruchomego zespołu jest doskonałym sposobem na przybliżenie nietechnicznym odbiorcom funkcjonalności mechanizmu, zaś dla konstruktorów jest świetnym narzędziem do przeprowadzenia dokładnej symulacji jego działania.

Skorowidz

3D Extensible Markup Language, 611

A

adnotacja, 294, 393, 530, 531

niesemantyczna, 509

adres URL, 531, 533

algebra Boole'a, 277, 623

animacja, 488, 490

ANSI, 165

arkusz

blachy, 545, 548

obramowanie, 411

tabliczka rysunkowa, 411

tło, 410

B

baza pomiarowa, 390, 400, 523, 530, 533

semantyczna, 523, 524, 525

symbole, 526

biblioteka materiałów, 636

blok, 157, 230

z nachylonymi bokami i zaokrągleniami, 233

złożony, 234

bryła, *Patrz też:* model

cienkościenna, 255

łączenie, 242

modelowanie, 156

operacje logiczne, 277, 279, 280, 281

powielanie, 281, 282

przemieszczenie, 262

rysunek, 168

skalowanie, 269, 270

tworzenie, 34, 230, 233, 260

C

CATIA

certyfikacja, 659

egzamin certyfikacyjny, 659

konfiguracja, 47, 52

strony internetowe, 655

uruchamianie, 25

CATIA Graphical Representation, *Patrz:* plik CGR

chropowatość, 400, 535

cieniowanie, 72

Component, *Patrz:* komponent

część, 301, 304

edycja w osobnym oknie, 318

katalog, 319, 633

kopia, 309, 310

nieruchoma, 478

rozpoznawanie, 613

rozwiniecie, 558

typoszereg, 634

wiązanie, 311, 313, 314, 315

zwinięcie, 558

D

Dassault Systèmes, 32

datum, *Patrz:* element referencyjny

deseń, 409

detal, 344, 346, *Patrz też:* część

DMU, 579

DMU Kinematics, 475

drukowanie, 179, 416, 419, 420

drzewo strukturalne, 29, 30, 168, 272, 301

kolejność elementów, 322

parametry, 615

rozwijanie, 83, 105

DSE, 583, 584, 585, 586, 587, 592, 598, 599
dwusieczna, 120

E

element

3D, 135
aktywacja, 624
aktywny, 217
długość, 379
dziurka od klucza, 188
edytowanie, 223
elastyczny, 476
geometryczny, 514, 515, 516
grubość, 221
grubość ścian, 256
kolejność, 322
kompozytowy, 561
 warstwa, 573, 578, 579, 581
 wykonalność, 575
łączenie, 193, 194, 208
obracanie, 131, 133, 263
odległość, 220
orientacja, 471
pomiar, 219, 221, 287
 bezwładności, 287
pomocniczy, 362, 421
 geometryczne, 514, 515, 516
powielanie, 266, 267
przecięcie, 259, 447
przemieszczenie, 130, 133, 134, 262
przerwanie, 127
przycinanie, 123, 124, 125, 127
referencyjny, 216, 289, 647
rzutowany, 135, 136
skalowanie, 132, 133, 470
symetryczne odbicie, 129, 130, 167, 264, 469
szkieletowy, 135, 289, 462
translacja, 468
wyjściowy, 217
wykończeniowy, 247
wyświetlanie, 293
z blachy arkuszowej, 545, 548
 widok, 559
zaokrąglanie krawędzi, 166, 248, 250, 251, 252
zaznaczanie, *Patrz:* zaznaczenie
zbiór, 273
elipsa, 119, 225
etykieta, 32, 392, 399
Existing Component, 309

F

Fast Multi Instantiation, 310
fazowanie, 124, 126, 253, 382
flaga, 531, 533
font, *Patrz:* krój pisma
formuła, 496, 617
FS, 583, 592, 598, 600, 601
FT&A, 70, 168, 505, 506, 517
 kreator, 522
Functional Tolerancing and Annotations, *Patrz:*
 FT&A
funkcja
 Power Copy, 646
 Sketch Analysis, 102

G

GD&T, 505, 526
Geometric Dimensioning and Tolerancing,
 Patrz: GD&T
geometrical sets, *Patrz:* zestaw geometryczny
GSD, 583, 592, 597, 601
gwint, 165, 363, 383, 516
 odzwierciedlenie, 515
 wewnętrzny, 165, 257
 z odniesieniem, 364
 zewnątrzny, 165, 257

H

helisa, 452
hiperbola, 196, 225
hiperłącze, 32, 42
hybrid design, *Patrz:* projektowanie hybrydowe

I

Initial Graphics Exchange Specification, *Patrz:*
 plik IGES
interfejs, 28
inżynieria odwrotna, 583

J

jednostki, 49
język, 58

K

katalog, 633
 części, 319, 633
 rysunkowy, 640
 kinematyka wirtualna, 475, 477
 kład, 519, 520
 lamany, 344
 stopniowy, 343
 kołnier, 550, 553
 kompas, 31, 82, 283, 307
 konfiguracja, 308
 reset, 83
 komponent, 303, 304
 2D, 411
 powielanie, 332
 przemieszczanie, 305, 306
 unieruchamianie, 305
 krój pisma, 393
 krzywa, 201
 3D, 598
 brzegowa, 467
 izoparametryczna, 600
 kombinacja, 446
 łącząca, 451, 463
 na powierzchni, 600
 na siatce, 599
 przedłużanie, 598
 punktów równoodległych, 203
 referencyjna, 226
 równoległa, 448
 rzutowanie, 445
 sklejana, *Patrz:* splajn
 stożkowa, 118, 197, 199, 200, 225
 tworzenie, 444
 przez ekstrapolację, 470, 597

L

linia, 119, 224, 430
 nieskończona, 200
 normalna do krzywej, 201
 odzwierciedlająca kształt powierzchni, 447
 osi, 364, 365, 442
 pionowa, 201
 pomocnicza, 388, 389
 pozioma, 201
 przez dwa punkty, 201
 styczna, 119

środkowa, 362, 365
 z odniesieniem, 363
 tworzenie, 430
 wymiarowa, 368, 377, 389

Ł

łuk, 192, 224, 381, 448
 długość, 379
 dopełnienie, 212
 styczny, 113
 trzy punktowy, 114, 191
 zamykanie, 128, 212

M

manipulator, 375
 materiał, 97, 98
 biblioteka, 636
 kompozytowy, 561
 parametry, 563
 nazwa, 640
 przypisywanie, 98
 rodzina, 637
 tworzenie, 638
 zestawienie, 415
 MBD, 505, 540, 541
 mechanizm, 475, 478
 konfigurowanie, 491
 symulowanie działania, 494, 500
 menu
 Navigation Mode, 87
 Render Style, 87
 rozwijane, 28
 startowe, 28
 View, 80
 metoda
 strefowa, 573
 warstwowa, 573
 metodologia, 507
 migawka, 540, 541, 543
 stan bieżący, 542
 model, *Patrz też:* bryła
 bryłowy, 423, 579
 parametryczny, 622, 623, 624, 626, 630
 podgląd, 229
 modelowanie
 obiektowe, 156
 powierzchniowe, 571
 powierzchniowego, 421

moduł, 30
 Aerospace Sheet Metal Design, 545
 Assembly Design, 299
 Composites Design, 561
 Digital Mock-Up Kinematics, 475
 Digital Shape Editor, 584
 Digitized Shape Editor, 583
 Free Style, 583
 Generative Shape, 583
 Generative Shape Design, 421, 571
 Part Design, 95, 227
 pasek narzędzi, 31
 Photo Studio, 296
 Quick Surface Reconstruction, 583

multiwidok, 69

mysz, 63

kółko, 64

przycisk

lewy, 63, 64

prawy, 63, 64

środkowy, 63, 64

N

bryła, 243

naprawiania Untrim, 464

narożnik, 449

narzędzie, *Patrz:* polecenie

O

obiekt, 227

objętość skokowa, 503

obróbka cyfrowa, 276

obrót, 454, 469

obszar roboczy, 33

okrąg, 117, 224, 382, 448, 516

na bazie trzech stycznych, 118

o danych współrzędnych, 190

trzy punktowy, 117

wycinek, 448

operacja logiczna, 277, 278, 279, 280, 281

opis

semantyczny, 508, 520, 522

syntaktyczny, 509, 520, 530

orientation axis, *Patrz:* triada

oś, 120, 442, 516

otwór, 160, 162, 238, 384, 553, 554

owalny, 116

półkolisty podłużny, 188

rodzaj, 164

z wyinięciem, 556

P

parabola, 194, 225

Part, *Patrz:* część

PartBody, 35

pasek narzędzi, 31, 212

2D Analysis, 137

2D Visualization Mode, 215

3D Geometry, 135

Advanced Surfaces, 472, 474

Annotations, 294, 530

Area Fill, 365

Axis and Threads, 362

blokowanie, 62

Boolean Operations, 278

Break view, 351

Catalog, 413

Chapter, 634

Circle, 117, 190

Circle-Conic, 448

Clippings, 348

Cloud Analysis, 596

Cloud Edition, 586

Cloud Import, 584

Cloud Reposit, 593

Conic, 118

Constraint, 144, 208

Constraints, 285, 305, 313

Curve Creation, 591, 598

Curves, 451

Details, 344

Developed Shapes, 472, 473

Dimension Edition, 387

Dimension Generation, 391

Dimension Properties, 368

Dimensioning, 374

Dimensions, 374

DMU Optimizer, 612

dostosowywanie, 93

Drafts, 254

Drawing, 329, 411

Dress-up, 362

Dress-Up Features, 166

Dynamic Sectioning, 295

Enhanced Scenes, 325

- Extracts, 467
- Extrude-Revolution, 454
- Fillets, 248
- Fold/Unfold, 558
- Generation, 391
- Geometrical Sets, 273
- Geometry Creation, 407
- Geometry for 3D Annotation, 514
- Geometry Modification, 407
- Graphic Properties, 59, 408
- GSD Tools, 571
- Insert, 271
- Join-Healing, 463
- Knowledge, 495, 617, 631
- Line, 119, 200
- Line-Axis, 442
- Material Library, 637
- Measure, 219, 287
- Move, 306
- niestandardowy, 653
- Numerical Properties, 369
- Offset2, 448
- Operation, 122
- Operations, 463, 597, 601
- Pads, 230
- Part Design Feature Recognition, 613
- Pattern, 409, 557
- Patterns, 266
- pionowy, 31
- Pockets, 235
- Point, 120, 203
- Points and Planes Repetition, 443
- położenie domyślne, 61
- poziomy, 31
- Predefined Profile, 187
- Product Knowledge Template, 648
- Profile, 112
- Project-Combine, 445
- Projections, 170, 333, 559
- Quick View, 69, 175, 540
- Reference Elements, 289
- Relimitations, 126
- Render, 296, 297
- Replication, 648
- Scale, 269
- Scan Creation, 589
- Scenes, 324
- Sections, 340
- Select, 206
- Shape Modification, 598
- Sketch tools, 106
- Sketch-Based Features, 157
- Spline, 192
- Split/Trim, 601
- Stampings, 556
- Surface, 454
- Surface Creation, 588, 595, 601
- Surfaces, 601
- Table, 402
- Text, 396
- Text Properties, 393
- Tolerance, 390
- Tools, 216, 290, 407
- Tools Palette, 332, 370, 407
- Transformation, 129
- Transformation Features, 167, 261
- Transformations, 262
- Trim-Split, 465
- ukryty, 31
- Update, 360
- User Selection Filter, 222
- View, 66, 80
- View Mode, 72
- View Modes, 293
- Views, 333
- Visu3D, 213
- Visualization, 143, 213, 404
- Wireframe, 426, 592
- Wizard, 354
- Workbenches, 95
- wzorcowy, 653
- plik
 - .CATDrawing, 27, 168, 327, 397, 505, 604, 640
 - .CATMaterial, 564, 565, 636
 - .CATPart, 27, 95, 326, 397, 505, 611, 627
 - .CATProduct, 27, 33, 299, 326, 477, 607, 611, 627, 643
 - tworzenie, 299, 300, 301
 - .CATSettings, 44
 - .Model, 27, 607
 - 3DXML, 611
 - CGR, 611
 - CSV, 403
 - części, 95, 98
 - DXF, 581, 604
 - format, 27, 34
 - IGES, 581, 607, 613
 - otwieranie, 35

- plik
 - pomocy, 39, 40
 - standardy ANSI, 165
 - STEP, 609, 613
 - tworzenie, 34
 - uszkodzenia, 613
 - zapisywanie, 37, 39
 - zarządzanie, 33
- płaszczyzna, 516
 - cięcia, 543
 - odniesienia, 101, 184, 186, 572
 - pośrednia, 443
 - powtarzanie, 441, 443
 - tworzenie, 434
- polecenie, 32
 - 3D Curve, 598
 - Accelerate, 80
 - Add, 280
 - Add Part Family, 634
 - Advanced Front View, 340
 - Affinity, 270
 - Align With Constraints, 593
 - Aligned Section Cut, 344
 - Aligned Section View, 342, 520
 - All Views, 356
 - Along a Direction, 206
 - Anchor Point, 395
 - Angle Constraint, 315
 - Angle Dimensions, 380
 - Animate Constraint, 210
 - Apply Breakout, 353
 - Apply Material, 98
 - Arc, 192
 - Area Fill Creation, 365
 - Area Fill Modification, 367
 - Arrow, 367
 - Assemble, 278
 - Auto Constraint, 209
 - Auxiliary View, 336
 - Axis, 120, 442
 - Axis Line, 364
 - Axis Line and Center Line, 365
 - Axis System, 291
 - Axis to Axis, 264
 - Balloons, 399
 - Basic Surface Recognition, 588
 - Bead, 556
 - Bisecting Line, 120
 - Bi-Tangent Line, 119
 - Blend, 461
 - Body, 272
 - Boundary, 467
 - Break, 127
 - Breakout View, 352
 - Broken View, 351
 - Capture, 541
 - Catalog Browser, 294, 319, 413
 - Center Line, 362
 - Center Line With Reference, 363
 - Centered Parallelogram, 189
 - Centered Rectangle, 189
 - Chained Dimensions, 377
 - Chamfer, 124, 253
 - Chamfer Dimensions, 382
 - Chordal Fillet, 251
 - Circle, 117, 448
 - Circle Using Coordinates, 190
 - Circular Cutout, 553, 554
 - Circular Pattern, 268
 - Clipping Plane, 543
 - Clipping View, 348
 - Clipping View Profile, 349
 - Close Arc, 212
 - Close Spline, 193
 - Close Surface, 260
 - Coincidence Constraint, 313
 - Combine, 446
 - Complement, 212
 - Component, 303
 - Composites Parameters, 563
 - Conic, 197
 - Connect, 193
 - Connect Curve, 451
 - Connect with a Spline, 194
 - Connect with an Arc, 194
 - Constraint, 146
 - Constraints Defined in Dialog Box, 144
 - Constructed Geometry Creation, 514
 - Construction/Standard Element, 107
 - Contact Constraint, 150, 314
 - Continuity in Curvature, 194
 - Continuity in Point, 194
 - Continuity in Tangency, 194
 - Coordinate Dimension Table, 385
 - Coordinate Dimensions, 384, 536
 - Corner, 122, 449
 - Create a Power Copy, 648
 - Create Datum, 216, 647

- Create Detected Constraints, 407
- Create Interruption, 388
- Create Multi-View, 69
- Create/Modify Clipping, 389
- Cumulated Dimensions, 378, 536
- Current State, 542
- Curve on Mesh, 599
- Curve on Surface, 600
- Curvilinear Dimensions, 537
- Customize View Parameters, 74
- Cut Out, 552
- Cut Part by Sketch Plane, 213
- Cylinder, 455
- Cylindrical Elongated Hole, 188
- Cylindrical Joint, 482
- Datum Element, 533
- Datum Feature, 390
- Datum Target, 400, 533
- Decelerate, 80
- Define In Work Set, 294
- Depth Effect, 91
- Design Table, 631
- Detail View, 344
- Detail View Profile, 345
- Deviation Analysis, 596
- Diagnostics, 143
- Diameter Dimensions, 382
- Dimension Line, 368
- Dimensional Constraints, 143
- Dimensions, 377, 535
- Disassemble, 464
- Display View Frame as Specified for Each View, 178
- Draft Angle, 254
- Drafted Filleted Pad, 233
- Drafted Filleted Pocket, 235
- Dynamic Sectioning, 295
- Edge Fillet, 166, 248
- Edit Multi-Constraint, 211
- Edit Properties, 640
- Ellipse, 118
- Elongated Hole, 116
- Enhanced Scene, 324
- Equidistant Points, 203
- Examine Mode, 79
- Existing Component, 304
- Exit Workbench, 105, 155
- Extend, 598
- Extract, 467
- Extrapolate, 470, 597
- Extremum, 442
- Extrude, 454
- Fill, 458
- Fit All In, 66
- Fix Component, 305
- Fix Together, 208
- Fixed Part, 478
- Flag Note, 533
- Flag Note With Leader, 531
- Flanged Hole, 556
- Flattening, 577
- Fly, 80
- Fly Mode, 67, 75
- Fold/Unfold, 558, 559
- Font Size, 394
- Force Dimension Along a Direction, 372
- Force Dimension on Element, 371
- Force Horizontal Dimension in View, 371
- Force Vertical Dimension in View, 372
- Formula, 495, 496, 617
- Four Points, 199
- Frame, 395
- Frame and Title Block, 411
- Framed (Basic) Dimension, 530
- Free Hand Selection Trap, 207
- Front View, 171, 333
- Front, Bottom and Right, 356
- Front, Top and Left, 355
- Full Screen, 93
- Gear Joint, 486
- Generate Balloons, 392
- Generate Dimensions, 391
- Generate Dimensions Step by Step, 392
- Generate Numbering, 323
- Geometric Tolerance, 534
- Geometrical Constraints, 143
- Geometrical Set, 273
- Geometrical Tolerance, 390
- Geometry Connection Management, 537
- Geometry Overview, 84
- Grid, 106
- Groove, 230, 238
- Ground, 92
- Healing, 463
- Helix, 452
- Hexagon, 116
- Hide, 67
- Hide/Show, 93
- Hole, 160, 162, 238, 553, 554

polecenie

- Hole Dimension Table, 384
- Horizontal Line, 201
- Hyperbola by Focus, 196
- Infinite Line, 200
- Insert Symbol, 396
- Instantiate 2D Component, 332
- Intersect, 281
- Intersect 3D Elements, 136
- Intersection, 447
- Intersection Point, 205
- Intersection Point Detection, 373
- Invert Orientation, 471
- Isometric View, 175, 338
- Isoparametric Curve, 600
- Joggle, 553
- Join, 463, 571
- Keyhole Profile, 188
- kontekstowe
 - Center Graph, 94
 - Reframe On, 94
- Lighting, 90
- Line, 113, 119, 430
- Line Normal to Curve, 201
- Line Through Two Points, 201
- lista, 80, 653
- Lock Current View Point, 216
- Look At, 86
- Low Light, 213
- Low-Intensity Background, 215
- Magnifier, 92
- Manual Feature Recognition, 613
- Manual Update Mode, 290
- Mean Dimensions, 291
- Measure, 221
- Measure Between, 220
- Measure Inertia, 287
- Mechanism Dressup, 491, 493
- Mirror, 129, 167
- Multi-Pad, 234
- Multiple Selection List, 249
- Multi-Pocket, 236
- Multi-Section Surface, 460
- Multi-sections Solid, 243
- Multiview Customization, 88
- Named Views, 70, 87, 175, 540
- Nearest End Point, 197
- New Detail Sheet, 331
- New Family, 637
- New Material, 638
- New Sheet, 329
- New View, 331
- Next View, 86
- No 3D Background, 215
- Normal View, 68
- Numerical Display Description, 369
- Offset, 134, 456
- Offset Constraint, 315
- Offset Section Cut, 343
- Offset Section View, 340
- Offset Section View/Section Cut, 519
- Only Current Body, 217, 293
- Only Current Operated Solid, 293
- Opcja Thickness, 221
- Oriented Rectangle, 115
- Orthogonal Projection, 205
- Output Feature, 217
- Pad, 157, 230
- Pan, 66
- Parabola by Focus, 194
- Parallel Curve, 448
- Parallelogram, 187
- Part, 304
- Part Design, 95
- Pickable Visible Background, 215
- Planar Joint, 484
- Planar Sections, 589
- Plane, 434
- Planes Between, 443
- Ply, 573
- Ply Data Export as IGES or DXF, 581
- Pocket, 159, 230, 235
- Point, 426
- Point by Clicking, 120
- Point by Using Coordinates, 121
- Point Curve Joint, 485
- Point Filter, 222
- Points and Planes Repetition, 441
- Polygon Selection Trap, 207
- Positioned Sketch, 184
- Power Fit, 595
- Precision, 370
- Previous View, 85
- Prismatic Joint, 481
- Producibility, 575
- Product, 303
- Profile, 112
- Profile Feature, 217

- Project 3D Elements, 135
- Project 3D Silhouette Edges, 136
- Projected Dimension, 370
- Projection, 445
- Projection Point, 205
- Projection View, 173, 336
- Quick Clipping View, 349
- Quick Clipping View Profile, 350
- Quick Detail View, 345
- Quick Detail View Profile, 346
- Quick Print, 179
- Rack Joint, 488
- Radius Dimensions, 381
- Rectangle, 114
- Rectangle Selection Trap, 207
- Rectangular Pattern, 267, 557
- Reflect, 447
- Relimitation, 126
- Remove, 280
- Remove Breakout, 352
- Remove Clipping, 389
- Remove Family, 638
- Remove Interruption, 389
- Remove Material, 640
- Removed Multi-sections Solid, 246
- Rename Family, 637
- Rename Material, 640
- Re-route Dimension, 387
- Reset Compass, 83
- Revolute Joint, 480
- Revolve, 454
- Rib, 239
- Rigid Joint, 484
- Rotate, 68, 131, 133, 469
- Rotation, 263
- Roughness, 535
- Roughness Symbol, 400
- Scale, 132, 133
- Scaling, 269
- Screw Joint, 482
- Select, 206
- Select Scene, 297
- Selection Trap above Geometry, 206
- Semantic Datum, 523
- Shading, 72
- Shading with Edges, 73
- Shading with Material, 74
- Shaft, 230, 237
- Sheet Metal Parameters, 548
- Shell, 255
- Show Constraints, 404
- Simplification, 612
- Simulation With Commands, 494
- Simulation With Laws, 500
- Sketch, 105, 183
- Sketch Analysis, 138
- Sketch From Scan, 591
- Sketch Solving Status, 138
- Sketcher Grid, 404
- Slide Curve Joint, 486
- Slot, 241
- Snap to Point, 106, 407
- Solid Combine, 242
- Solid From Plies, 579
- Specifications Overview, 84
- Sphere, 455
- Spherical Joint, 483
- Spline, 192, 451
- Split, 259, 465
- Stacked Dimensions, 378, 536
- Stiffener, 241
- Surfacic Flange, 550
- Swap Visible Space, 67
- Sweep, 456
- Swept Volume, 503
- Symmetrical Extension, 119, 202
- Symmetry, 130, 264, 469
- Table, 402
- Table From CSV, 403
- Tangent Arc, 113
- Tangent Intersection Point, 198
- Tap-Thread Analysis, 289
- Text Parallel To Screen, 531
- Text With Leader, 398, 531
- Thick Surface, 260
- Thickness, 256
- Thread, 363
- Thread Dimension, 383
- Thread Representation Creation, 515
- Thread With Reference, 364
- Thread/Tap, 257
- Three Point Arc, 191
- Three-Point Arc, 114
- Three-Point Circle, 117
- Tolerance, 369
- Tolerance Description, 368
- Tolerancing Advisor, 522
- Trace, 500

polecenie

Translate, 130, 133, 468
 Translation, 262
 Trim, 123, 124, 125, 127, 466
 Tri-Tangent Circle, 118
 Tritangent Fillet, 252
 True Length Dimension, 373
 tryb wielokrotnego wykorzystania, 45
 Turn Head, 79
 Two Points, 198
 Unfold, 473
 Unfolded View, 336, 559
 Unpickable background, 215
 Unpickable Low-Intensity background, 215
 Update All, 290, 325
 Update Current Sheet, 360
 User Pattern, 269
 Variable Radius Fillet, 250
 Vertical Line, 201
 View Creation, 517
 View Creation Wizard, 354
 View From 3D, 336
 Viewpoint Snapping, 88
 Walk Mode, 88
 Web, 549
 Weld, 401
 Welding Symbol, 400
 Wireframe, 74
 Wrap Surface, 474
 Zoom Area, 85
 Zoom In/Out, 85
 Zoom Out, 67

połączenie śrubowe, 266

power input field, *Patrz:* pole poleceń

powierzchnia

chropowatość, 400, 535
 dopasowanie do grupy punktów, 595
 na podstawie przekrojów, 460
 naprawianie, 463
 prostokreślna, 548, 549
 przedłużanie, 598
 rozpoznawanie, 588
 rozwinięcie, 473
 tworzenie, 453, 601
 przez ekstrapolację, 470, 597
 przez wyciągnięcie, 454
 wyodrębnianie, 467
 zamykanie, 260
 zawijanie, 474

prędkościomierz, 78

produkt, *Patrz:* zespół

profil, 217, 233, 241

wzdłuż krzywej, 241

projektowanie

hybrydowe, 34, 97

niehybrydowe, 35

prostokąt, 114

wyśrodkowany, 189

zorientowany, 115

prototypowanie, 579

przeciągnięcie, 456

przejście, 461

przekładnia, 486

przekrój, 346, 519, 520

chmury punktów, 589

dynamiczny, 295

łamany, 342

stopniowy, 340

przerwanie, 351, 388, 389

przesłonięcie, 348, 349, 350

usuwanie, 350

przetłoczenie, 556

punkt, 516

charakterystyczny, 533, 571, 572

chmura, 584, 585, 586

odniesienia, 572

poprzez podanie współrzędnych, 121

powtarzanie, 441, 443

przecięcia, 205, 373

równoodległy, 203

rzutowanie, 205, 445

tworzenie, 426

współrzędne, 224

zaczepienia tekstu, 395

Q

QSR, 583, 589, 591, 592, 596, 597, 598, 599, 601

R

ramka, 395

reguła, 500

renderowanie, 296, 297

rowek, 241

rozeta, 572

równoległobok, 187, 189

ruch
 liniowy, 476
 obrotowy, 476
 rysunek, 328
 montażowy, 416
 techniczny, 168
 wypełnienie, 365, 367
 złożeniowy, 413
 rzut
 izometryczny, 170, 175, 176
 prostokątny, 170
 z przodu, 170, 171
 rzutowanie, 445

S

Scaling, 470
 scena rozszerzona, 324
 sceneria, 297
 seed point, *Patrz:* punkt charakterystyczny
 sfera, 455
 siatka
 pomocnicza, 101
 przyciąganie, 106
 robocza, 106
 szkicowania, 404
 Sketcher, 51
 skorupa, 255
 skrót klawiaturowy, 653
 specification tree, *Patrz:* drzewo strukturalne
 splajn, 192, 451
 edycja, 225
 zamknij, 193
 spłaszczenie, 571, 572, 577
 spoina, 400, 401
 Standard for the Exchange of Product, *Patrz:* plik STEP
 struktura szkieletowa, 642
 strzałka, 367
 styczna, 197
 system, 642
 szablon, 543
 danych o produkcie, 648
 Power Copy, 648
 sześciokąt, 116
 szewrony, 31
 szkic, 101, 183, 227
 analiza, 102, 137, 138, 140
 komunikaty, 140

kolory, 103
 modyfikowanie, 122
 obrót względem osi, 237, 238
 otworu, 162
 pozycjonowany, 184
 tryb SmartPicking, 107, 109
 tworzenie, 102, 105
 wizualizacja, 213, 215
 ze skanu, 591
 szkicownik, *Patrz:* Sketcher
 szyk, 266
 kołowy, 268
 niestandardowy, 269
 prostokątny, 267, 557

Ś

środowisko
 hybrydowe, 35, 97
 niehybrydowe, 35
 Product Structure, 95
 robocze, 56

T

tabela, 402
 projektu, 628, 631
 z pliku CSV, 403
 tabliczka przekształceń, 64, 66
 tekst, 393, 531
 równoległy do ekranu, 531
 symbol, 396
 wprowadzanie, 396
 z odnośnikiem, 398, 531
 tolerancja, 369
 geometryczna, 534
 Transformation pad, *Patrz:* tabliczka przekształceń
 triada, 31

U

ujęcie, *Patrz:* migawka
 układ współrzędnych, 31, 291, 572
 tworzenie, 291
 unieruchom
 Explode, 306
 Manipulation, 306
 uproszczenie, 612

uskok, 553
 usztywnienie, 241
 uwagi, 294, 393

W

walec, 455, 516
 wał, 237
 wgłębienie, 159, 235
 z nachylonymi bokami i zaokrągleniami, 235
 złożone, 236
 widok, 170, 331, 416, 517, 543
 aksonometryczny, 175
 aktualizacja, 360
 aktywny, 331
 bieżący, 325
 blokada, 359
 cieniowany, 176
 detalu, 344, 345, 346
 izometryczny, 175, 338
 konstrukcji blachowej, 559
 kreator, 354
 nazwa, 347
 obracanie, 335
 pomocniczy, 336
 przesłonięcie, 348, 349, 350
 ramka, 358, 405
 rozwinęcia, 336, 559
 rzutowany, 173, 336
 skala, 335
 tworzenie, 333, 517
 układ, 355, 356
 właściwości, 358
 z przodu, 171, 333, 340
 ze sceny 3D, 336
 źródłowy modyfikacja odwołania, 346
 więzy, 208, 211, 311, 313, 314
 analiza, 152
 animowane, 210
 automatyczne, 209
 cylindryczne, 482
 dopasowanie chmury, 593
 geometryczne, 102, 107, 142, 143, 146, 148
 interpretowanie, 150
 kątowne, 315
 kinematyczne, 475, 478, 489
 stopnie swobody, 475, 489
 tworzenie, 479
 koincydencji, 102, 313

kolory, 103
 kontaktowe, 314
 kulowe, 483
 obrotowe, 480, 489
 płaskie, 484
 pryzmatyczne, 477, 481
 przesunięcia, 315
 przesuwne na krzywej, 486
 punktowe na krzywej, 485
 styczności, 102
 symulujące
 przekładnię, 486
 zębatkę, 488
 sztywne, 484
 śrubowe, 482
 tworzenie, 144, 286, 407
 w oknie dialogowym, 144, 285
 walcowe, 477, 489
 wizualizacja, 143
 wymiarowe, 102, 103, 107, 142, 143, 146, 152, 210
 edytowanie, 153
 wyświetlanie, 404
 złożeniowe, 325, 478
 workbench, *Patrz:* moduł
 working area, *Patrz:* obszar roboczy
 wymiarowanie, 367, 370, 371, 372, 373, 374, 377,
 378, 387, 391, 535
 długości, 379
 dokładność, 370
 fazowania, 382
 gwintu, 383
 kątowne, 380
 od bazy, 378, 536
 odległości, 379
 promienia, 381
 skumulowane, 378
 średnic, 382
 wypełnienie, 365, 367, 458
 wyrwanie, 351, 352, 353
 wytłoczenie, 556
 wyżłobienie, 238

Z

zaokrąglenie, 122
 zaznaczenie, 206
 filtry, 222
 odręczne, 207
 prostokątne, 207
 wielokątne, 207

zespół, 299, 301
 tworzenie, 303
 wstawianie składników, 302
zestaw geometryczny, 35
zębata, 488

złożenie, 475, 643
 zespół, 299

Ż

żebro, 239

PROGRAM PARTNERSKI

GRUPY WYDAWNICZEJ HELION



- 1. ZAREJESTRUJ SIĘ**
- 2. PREZENTUJ KSIĄŻKI**
- 3. ZBIERAJ PROWIZJĘ**

Zmień swoją stronę WWW
w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!

<http://program-partnerski.helion.pl>

GRUPA WYDAWNICZA

 **Helion SA**

Poznaj lidera wśród narzędzi dla inżynierów!

CATIA to bardzo zaawansowane narzędzie do wspomagania pracy inżyniera w zakresie tworzenia projektów, dokumentacji oraz symulacji metodą elementów skończonych. Pozwala ono także na programowanie obrabiarek sterowanych numerycznie. O potęgę tego narzędzia niech świadczy fakt, że znalazło ono zastosowanie w takich firmach jak Boeing, Airbus, Renault czy Cessna.

Jeżeli chcesz poznać najlepsze sposoby pracy z tym niesamowitym programem, to trafiłeś na wspaniałą książkę. Dzięki niej dostosujesz środowisko pracy do własnych potrzeb, poznasz dostępne narzędzia oraz zasady tworzenia projektów. W kolejnych rozdziałach zdefiniujesz więzy oraz wykorzystasz profile. Po opanowaniu podstaw pracy w programie CATIA przejdiesz do poznawania modułów Part Design, Assembly Design, Generative Shape Design oraz wsparcia w zakresie wymiarowania. Książka ta jest doskonałym podręcznikiem dla wszystkich użytkowników tego programu. Cenną wiedzę zdobędą zarówno ci zaawansowani, jak i początkujący. Poznaj potęgę tego narzędzia!

Dzięki tej książce:

- poznasz możliwości narzędzia CATIA
- dostosujesz środowisko pracy do swoich potrzeb
- wykorzystasz dostępne moduły
- przygotujesz profesjonalny projekt

**Mc
Graw
Hill**

helion.pl
księgarnia
internetowa

Nr katalogowy: 26138

Księgarnia internetowa:
<http://helion.pl>

Zamówienia telefoniczne:
0 801 339900
0 601 339900



Helion

Sprawdź najnowsze promocje:
• <http://helion.pl/promocje>
Książki najchętniej czytane:
• <http://helion.pl/bestsellery>
Zamów informacje o nowościach:
• <http://helion.pl/novosoci>

Helion SA
ul. Kościuski 1c, 44-100 Gliwice
tel.: 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
<http://helion.pl>

sięgnij po **WIĘCEJ**



KOD KORZYŚCI

ISBN 978-83-246-8789-3



9 788324 687893

Cena: 119,00 zł

Informatyka w najlepszym wydaniu