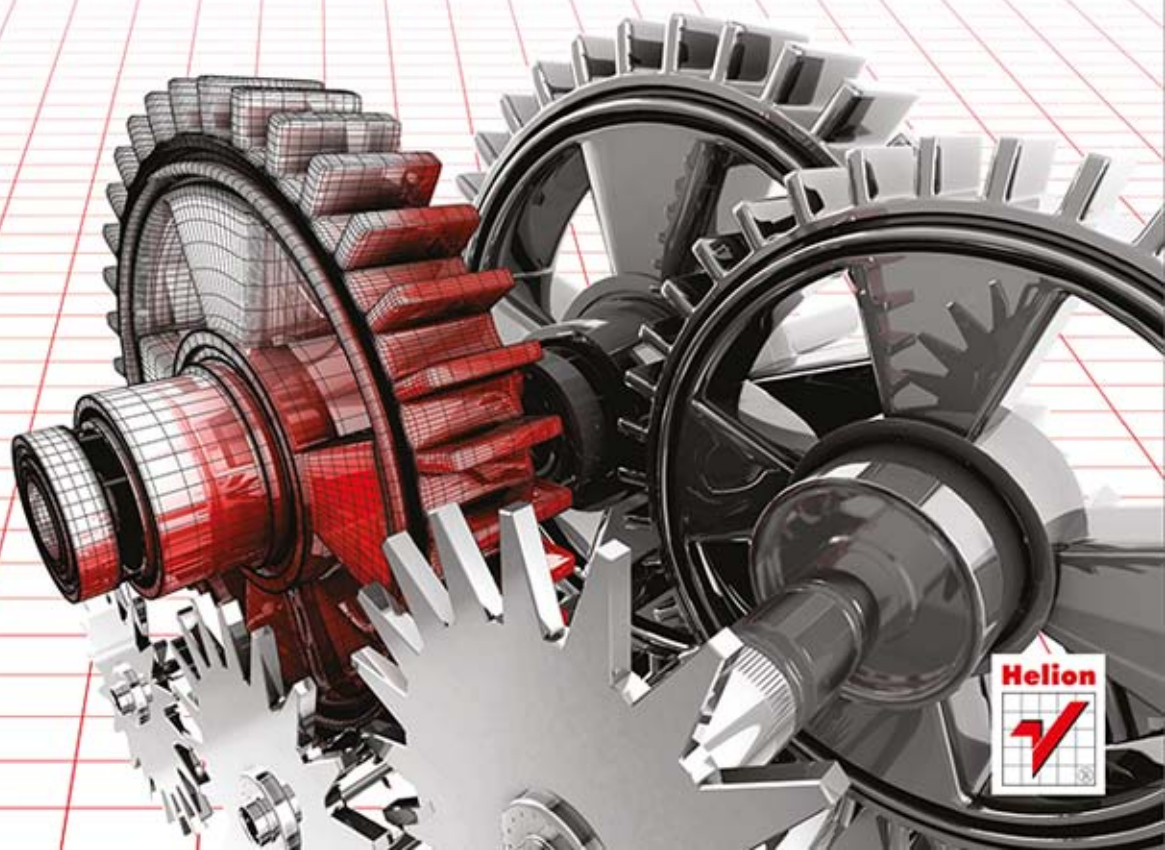


KRZYSZTOF SOKÓŁ

CATIA

WYKORZYSTANIE METODY
ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH
W OBLICZENIACH INŻYNIERSKICH



Helion



Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiejkolwiek 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.

Redaktor prowadzący: Tomasz Waryszak

Projekt okładki: Studio Gravite / Olsztyn
Obarek, Pokoński, Pazdrijowski, Zaprucki

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/catwym>
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

ISBN: 978-83-246-9353-5

Copyright © Helion 2014

Printed in Poland.

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

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

Spis treści

Wstęp	5
Rozdział 1. Analiza podnóżka przeznaczonego do pojazdów dwukołowych	7
1.1. Sformułowanie problemu	7
1.2. Obliczenia numeryczne	8
1.3. Analiza wyników	13
Rozdział 2. Analiza elementów symetrycznych na przykładzie rury wypełnionej gazem	17
2.1. Sformułowanie problemu	17
2.2. Obliczenia numeryczne	18
2.3. Analiza wyników	23
Rozdział 3. Deformacja elementów pod wpływem własnego ciężaru	27
3.1. Sformułowanie problemu	27
3.2. Obliczenia numeryczne	28
3.3. Analiza wyników	34
Rozdział 4. Zastosowanie elementów wirtualnych w obliczeniach numerycznych	37
4.1. Sformułowanie problemu	37
4.2. Obliczenia numeryczne	38
4.3. Analiza wyników	44
Rozdział 5. Analiza produktu złożonego z kilku elementów	47
5.1. Sformułowanie problemu	47
5.2. Obliczenia numeryczne	48
5.3. Analiza wyników	53
Rozdział 6. Analiza modalna	55
6.1. Sformułowanie problemu	55
6.2. Obliczenia numeryczne	56
6.3. Analiza wyników	58
Rozdział 7. Metody adaptacji siatki w celu poprawy jakości wyników	61
7.1. Sformułowanie problemu	61
7.2. Obliczenia numeryczne	62
7.3. Analiza wyników — część I	64
7.4. Adaptacja siatki	64
7.5. Analiza wyników — część II	66

Rozdział 8. Zastosowanie elementów prętowych w obliczeniach numerycznych	69
8.1. Sformułowanie problemu	69
8.2. Obliczenia numeryczne	70
8.3. Wyniki obliczeń numerycznych	76
Rozdział 9. Zastosowanie elementów powierzchniowych w obliczeniach numerycznych	79
9.1. Sformułowanie problemu	79
9.2. Budowa elementu	80
9.3. Sformułowanie problemu	82
9.4. Wyniki obliczeń numerycznych	88
Rozdział 10. Zastosowanie siatek hybrydowych w obliczeniach numerycznych	91
10.1. Sformułowanie problemu	91
10.2. Budowa modelu	91
10.3. Sformułowanie problemu	94
10.4. Analiza wyników	101
Rozdział 11. Analiza elementów skręcających	105
11.1. Sformułowanie problemu	105
11.2. Obliczenia numeryczne	106
11.3. Analiza wyników	110
Rozdział 12. Optymalizacja modeli numerycznych	113
12.1. Sformułowanie problemu	113
12.2. Obliczenia numeryczne	114
12.3. Optymalizacja układu	119
Rozdział 13. Analiza obracającego się dysku	127
13.1. Sformułowanie problemu	127
13.2. Obliczenia numeryczne	128
13.3. Wyniki obliczeń numerycznych — część I	132
13.4. Wyniki obliczeń numerycznych — część II	134
Rozdział 14. Analiza elementów spawanych	135
14.1. Sformułowanie problemu	135
14.2. Obliczenia numeryczne	136
14.3. Wyniki obliczeń numerycznych	144
Rozdział 15. Definiowanie obciążeń na wybranych fragmentach geometrii	147
15.1. Sformułowanie problemu	147
15.2. Obliczenia numeryczne	148
15.3. Wyniki obliczeń numerycznych	152
Literatura	155
Skorowidz	157

Rozdział 4.

Zastosowanie elementów wirtualnych w obliczeniach numerycznych

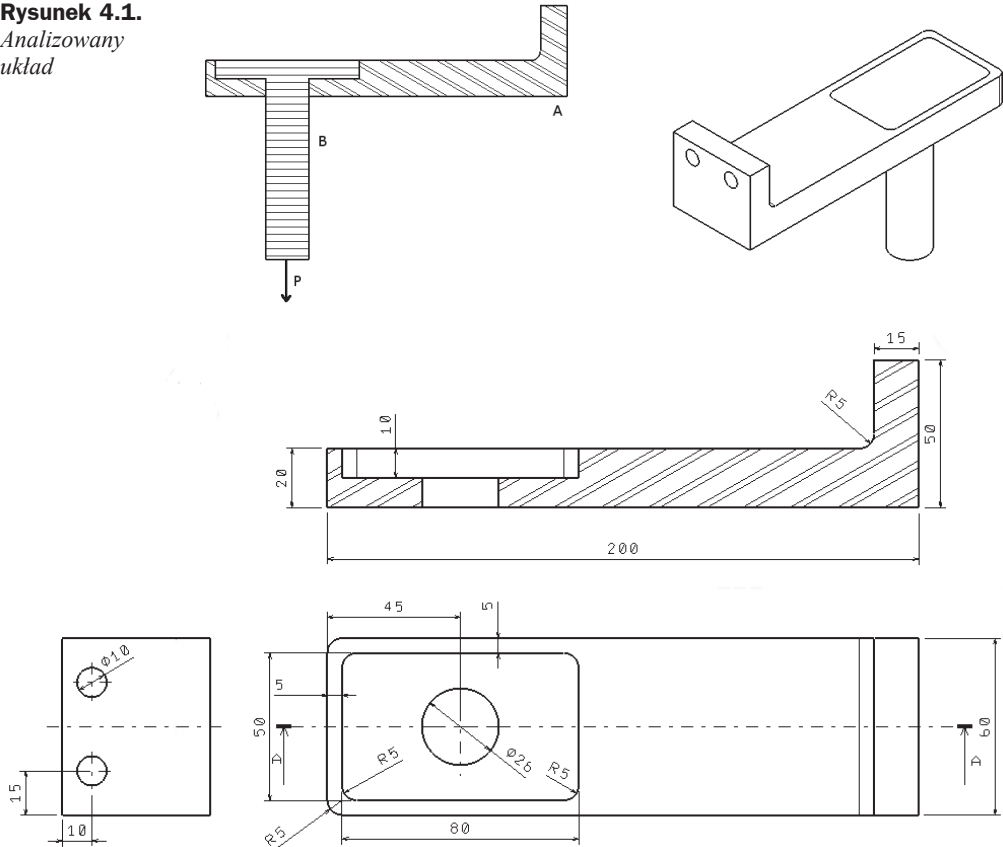
4.1. Sformułowanie problemu

W rozdziale 4. na przykładzie układu złożonego z dwóch części zaprezentujemy zastosowanie elementów wirtualnych do symulacji obciążenia elementu zasadniczego. W rozważanym przypadku część B, do której przyłożone jest obciążenie P , jest zamontowana na wcisk w części A. Część A ma dodatkowo w pionowej ścianie dwa otwory mocujące. Elementy wirtualne pozwolą na pominięcie fragmentu geometrii układu (część B) w celu uproszczenia modelu dyskretnego, ponieważ w analizie będzie nas interesowała tylko część A.


Na rysunku 4.1 pokazano analizowany układ wraz z oznaczeniem części składowych. Rysunek 4.2 zawiera niezbędne wymiary geometryczne, na podstawie których należy utworzyć element — będący przedmiotem ćwiczenia — w module *Part Design*.


Rysunek 4.1.

Analizowany układ

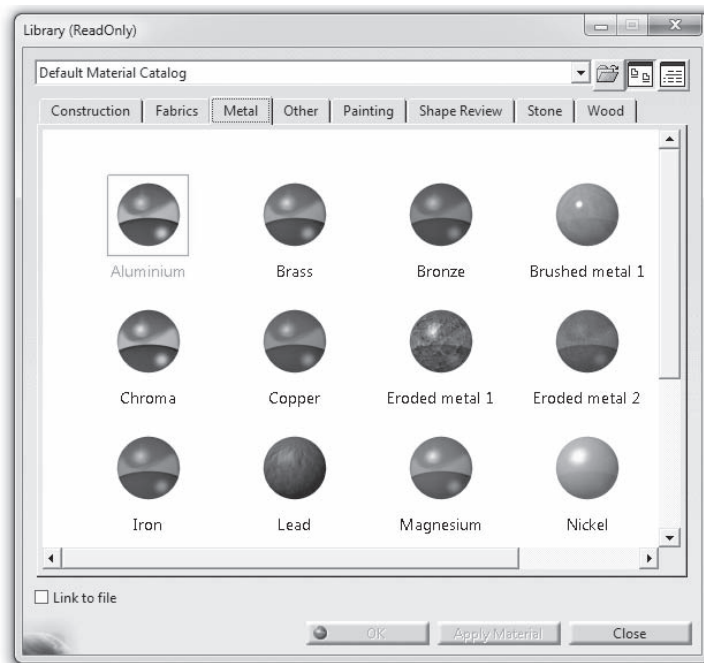
**Rysunek 4.2.** Wymiary elementu będącego przedmiotem ćwiczenia

4.2. Obliczenia numeryczne

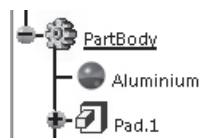
W analizie zastosujemy elementy wirtualne, dlatego też musimy zamodelować tylko element A. Po wykonaniu części w module *Part Design*, stosując polecenie *Apply Material* , określamy rodzaj materiału (w rozważanym przykładzie jest to aluminium). Jeśli nie przypiszemy materiału do części, podczas uruchamiania modułu *Generative Structural Analysis* zostaniemy o tym poinformowani stosownym komunikatem. Okno wyboru materiału pokazano na rysunku 4.3.

Następnie, korzystając z polecenia *Customize View Parameters*  (lub z górnego menu: *View/Render Style/Customize View*), zmieniamy parametry wyświetlania tak, aby w oknie głównym widoczny był wybrany materiał. Po wybraniu polecenia w nowo otwartym oknie zaznaczamy pole *Material*; zmiany zatwierdzamy przyciskiem OK. Struktura drzewka po zdefiniowaniu materiału ma postać jak na rysunku 4.4.

Rysunek 4.3.
Okno biblioteki
materiałów

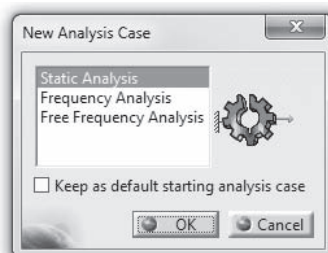



Rysunek 4.4.
Struktura drzewka
po przypisaniu
materiału
do części



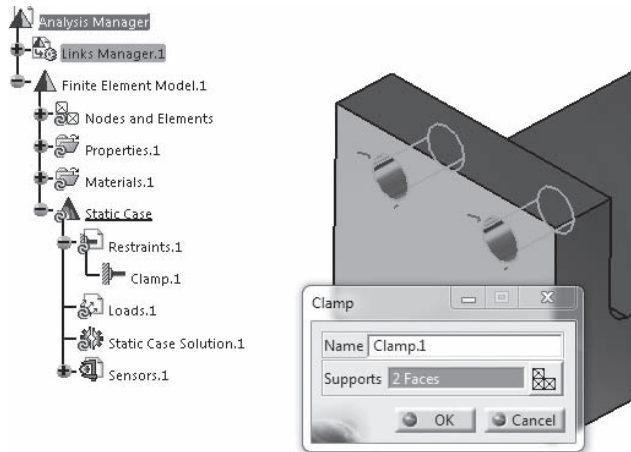
Po przypisaniu materiału do części oraz ustawieniu odpowiednich parametrów wyświetlania uruchamiamy moduł *Generative Structural Analysis*, wybierając z górnego menu kolejno *Start/Analysis & Simulation/Generative Structural Analysis*. Po uruchomieniu modułu *GSA* jesteśmy proszeni o wybór rodzaju analizy (rysunek 4.5). W naszym przypadku przeprowadzimy analizę statyczną, dlatego też w oknie *New Analysis Case* zaznaczamy *Static Analysis*. Całość akceptujemy przyciskiem *OK*.


Rysunek 4.5.
Okno wyboru
rodzaju analizy



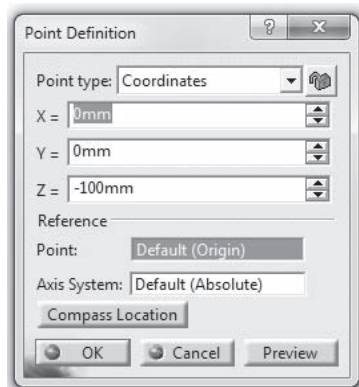
Po uruchomieniu modułu *GSA* w pierwszej kolejności określamy odpowiednie warunki brzegowe dla części A. Na pasku *Restraints* wskazujemy polecenie *Clamp* . Należy zwrócić uwagę, że po wybraniu polecenia *Clamp* (rysunek 4.6) pojawia się okno *Clamp*. W nim, w sekcji *Name* możemy nadać zamocowaniu unikalną nazwę ułatwiającą jego późniejszą identyfikację w drzewku, natomiast wpis *Supports* zawiera wskazane przez nas płaszczyzny. Podczas wyboru płaszczyzn po wskazaniu ich kursorem myszy zostaną one podświetlone na pomarańczowo (kolor domyślny), a po kliknięciu zostanie umieszczony na nich odpowiedni symbol koloru czerwonego reprezentujący tworzone zamocowanie. W ćwiczeniu wskazujemy wewnętrzne powierzchnie otworów. Operację generowania zamocowania kończymy naciśnięciem przycisku *OK*. W drzewku pojawił się właśnie nowy wpis w gałęzi *Restraints*.

Rysunek 4.6.
Proces tworzenia
zamocowań typu
Clamp



W celu zasymulowania obciążenia, które jest przyłożone do końca części B, należy utworzyć dodatkowy punkt oddalony od elementu A. Tworzenie punktu rozpoczynamy od przeniesienia się do modułu *Part Design*. Z drzewka rozwijamy kolejno *Links Manager/Link/Part* i klikamy dwukrotnie lewym przyciskiem myszy *PartBody*. Po uruchomieniu modułu *Part Design* wybieramy polecenie *Point*  znajdujące się na pasku *Reference Elements*. Po jego aktywowaniu pojawia się okno *Point Definition* — rysunek 4.7.

Rysunek 4.7.
Okno tworzenia
punktu



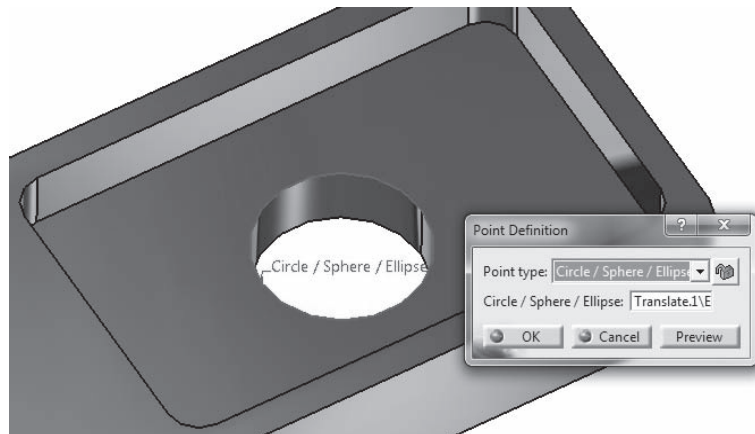
Generowanie punktu może odbywać się na kilka sposobów. Metodę tworzenia punktu określamy, korzystając z rozwijanego menu *Point type*. Do dyspozycji użytkownika są następujące opcje:


- ♦ według współrzędnych,
- ♦ na krzywej,
- ♦ na płaszczyźnie,
- ♦ na powierzchni,
- ♦ w środku okręgu, sfery, elipsy,
- ♦ stycznie do krzywej,
- ♦ pomiędzy dwoma punktami.

W zależności od wybranej metody zawartość okna pokazanego na rysunku 4.7 będzie automatycznie modyfikowana.

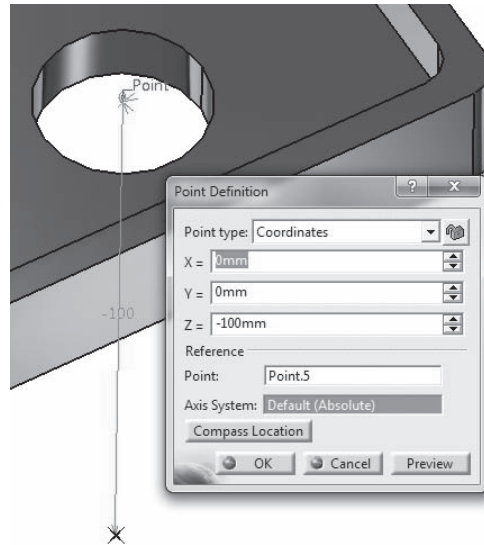
W naszym przypadku najwygodniej będzie utworzyć punkt, wykorzystując metodę środka okręgu, sfery, elipsy. Z rozwijanego menu wybieramy *Circle/Sphere/Ellipse center* i wskazujemy górny okrąg otworu zgodnie z rysunkiem 4.8.

Rysunek 4.8.
Tworzenie punktu




Utworzenie punktu akceptujemy przyciskiem *OK*. Musimy teraz utworzyć kolejny punkt, który będzie odsunięty o odległość odpowiadającą długości elementu B. Wartość ta nie została podana na rysunkach początkowych i może być dowolnie ustalona przez użytkownika. Aby zdefiniować kolejny punkt, wykorzystamy ten utworzony poprzednio, jako element referencyjny. Wybieramy ponownie polecenie *Point* . Tym razem punkt wygenerujemy, stosując metodę na podstawie współrzędnych — *Coordinates*. W oknie *Point Definition*, w sekcji *Reference* jako *Point* wskazujemy wcześniej utworzony punkt, a następnie określamy położenie punktu docelowego poprzez wprowadzenie żądanych wartości współrzędnych (w omawianym przykładzie zmieniana jest tylko współrzędna zgodna z osią otworu). Prace kończymy naciśnięciem przycisku *OK*. Okno *Point Definition* wraz z odpowiednimi elementami zobrazowano na rysunku 4.9. Zaprezentowana metoda tworzenia punktów odniesienia nie stanowi jedynej możliwości, jaką oferuje oprogramowanie inżynierskie CATIA.

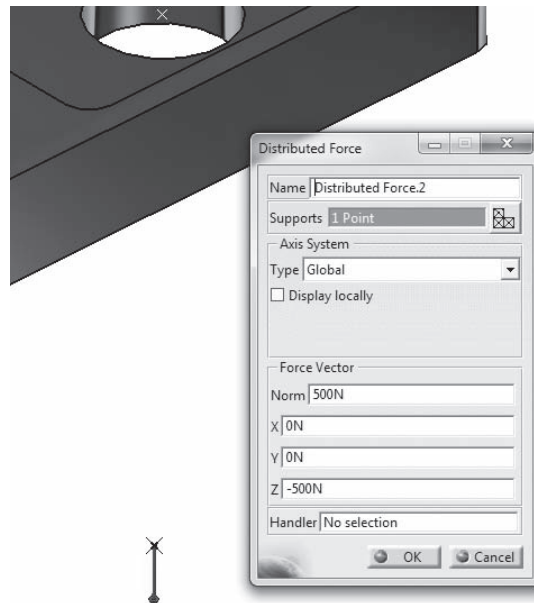
Rysunek 4.9.
Tworzenie punktu
z wykorzystaniem
elementu
referencyjnego



Po zakończeniu prac w *Part Design* powracamy do modułu *GSA* poprzez dwukrotne kliknięcie w drzewku *Finite Element Model*. Możemy teraz przystąpić do definiowania obciążenia działającego na element B, który na tym etapie jest reprezentowany za pomocą punktu.

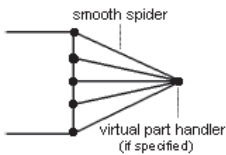
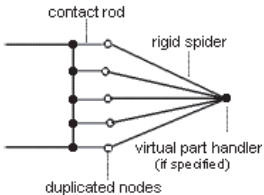
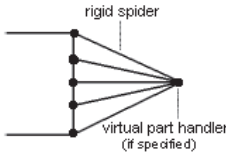
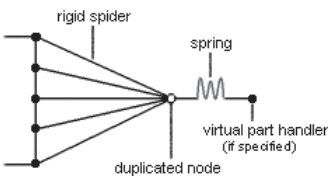
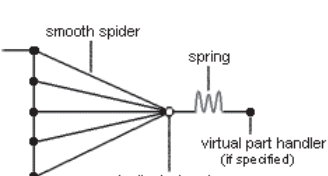
Obciążenie zasymulujemy, stosując polecenie *Distributed Force*  znajdujące się na pasku *Loads*. W nowo otwartym oknie jako *Supports* wskazujemy odpowiedni punkt, a wartość obciążenia definiujemy na poziomie 500 N — rysunek 4.10. Całość akceptujemy przyciskiem *OK*.

Rysunek 4.10.
Definiowanie
obciążenia
działającego na
element B




Połączenie pomiędzy częścią A i punktem, do którego przyłożone jest obciążenie, zamodelujemy, wykorzystując elementy wirtualne. W programie CATIA występuje kilka rodzajów elementów wirtualnych, które pokazano i omówiono w tabeli 4.1.

Tabela 4.1. *Elementy wirtualne*

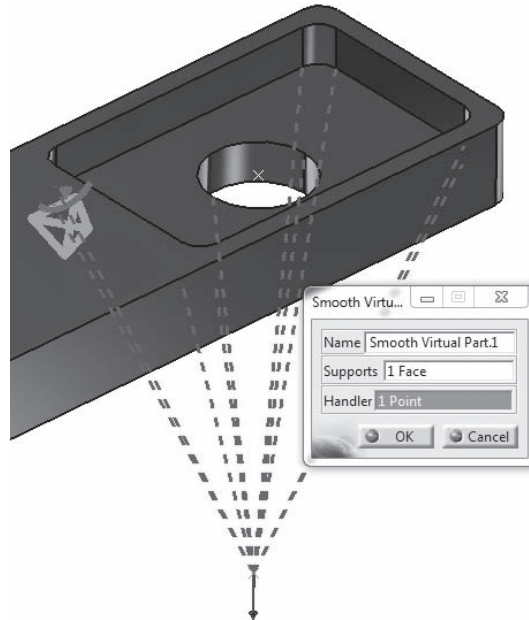
Typ elementu	Reprezentacja graficzna	Opis
<i>Smooth Virtual Part</i>		Połączenie bez masowego punktu, do którego mogą być przykładane obciążenia i ograniczenia z geometrią modelu; nie wprowadza lokalnego usztywnienia obiektu deformowalnego
<i>Contact Virtual Part</i>		Połączenie bez masowego punktu, do którego mogą być przykładane obciążenia i ograniczenia z geometrią modelu; nie wprowadza lokalnego usztywnienia obiektu deformowalnego i zapobiega przenikaniu obiektów w zakresie żądanej tolerancji
<i>Rigid Virtual Part</i>		Sztywne połączenie bez masowego punktu, do którego mogą być przykładane obciążenia i ograniczenia z geometrią modelu; wprowadza lokalne usztywnienie obiektu deformowalnego
<i>Rigid Spring Virtual Part</i>		Sprężyste połączenie bez masowego punktu, do którego mogą być przykładane obciążenia i ograniczenia z geometrią modelu; wprowadza lokalne usztywnienie obiektu deformowalnego, wykorzystuje sprężyny o sześciu stopniach swobody
<i>Smooth Spring Virtual Part</i>		Połączenie bez masowego punktu, do którego mogą być przykładane obciążenia i ograniczenia z geometrią modelu; nie wprowadza lokalnego usztywnienia obiektu deformowalnego, wykorzystuje sprężyny o sześciu stopniach swobody


Bardziej szczegółowe informacje dotyczące elementów wirtualnych można znaleźć w dokumentacji technicznej programu CATIA.

W naszym przypadku wybieramy z paska narzędzi *Virtual Parts* polecenie *Smooth Virtual Part* , ponieważ nie chcemy wprowadzać dodatkowego lokalnego usztywnienia. Okno *Smooth Virtual Part* jest podzielone na trzy sekcje. W pierwszej (*Name*) określamy nazwę reprezentującą tworzony element wirtualny w drzewku; w sekcji drugiej (*Supports*) wskazujemy obszar, dla którego chcemy utworzyć połączenie wirtualne (w naszym przypadku jest to płaszczyzna, na której opiera się element B); w sekcji trzeciej (*Handler*) wskazujemy punkt, do którego przyłożyliśmy obciążenie — rysunek 4.11. Tworzenie elementu wirtualnego kończymy naciśnięciem przycisku *OK*.



Rysunek 4.11.

Definiowanie
elementu
wirtualnego
zastępującego
część B



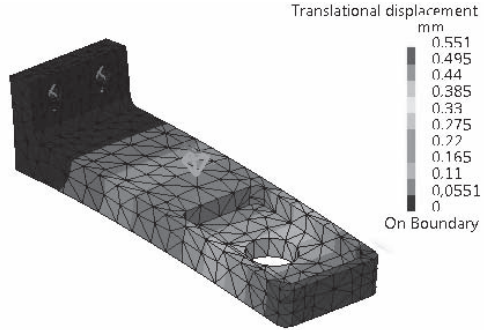
Przeprowadzamy teraz obliczenia, wybierając z paska narzędzi *Compute* polecenie *Compute* . W nowo otwartym oknie, w rozwijanym menu zaznaczamy opcję *All* (rozwiąż całe zadanie), a następnie naciskamy przycisk *OK*. W trakcie pracy solwera pojawiają się okna reprezentujące postęp obliczeń. Po ich zakończeniu program automatycznie powróci do widoku standardowego, a polecenia z pasków narzędzi *Analysis Tools* oraz *Image* pozwalające na generowanie obrazów wyników staną się aktywne.

4.3. Analiza wyników

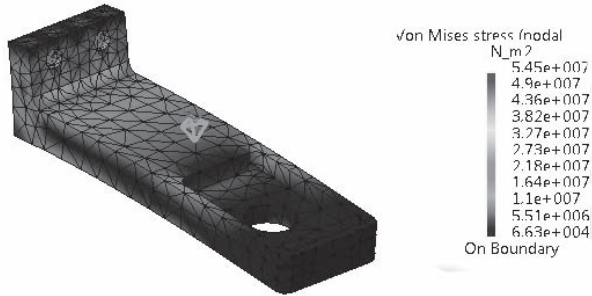
Po zakończeniu działania modułu obliczeniowego wyznaczamy pola przemieszczeń i naprężeń (rysunki 4.12 i 4.13), wykorzystując polecenia *Displacement*  oraz *Von Misses stress*  znajdujące się na pasku narzędzi *Image*.

Rysunek 4.12.

Wykres pola
przemieszczeń

**Rysunek 4.13.**

Wykres pola
naprężeń



Jak widać na powyższych rysunkach, zastosowany element wirtualny pozwolił z powodzeniem zastąpić część B, a tym samym znacząco skrócić czas obliczeń.

Skorowidz

2D Property, 97, 139
3D Property, 97, 106, 139

A

Acceleration, 29
Activated Groups, 145, 152
adaptacja siatki, 61
 globalna, 64
 lokalna, 65
 proces, 64
 wartość błędu, 66
Advanced Meshing Tools, 94
Advanced Surface Mesher, 95
algorytmy, 124
Allow unrefinement, 66
analiza
 Buckling Case, 75
 częstości drgań elementów konstrukcji, 55
 częstotliwościowa, 56
 dokładności
 przeprowadzonych obliczeń, 64
 elementów symetrycznych, 17
 informacje szczegółowe, 14
 modalna, 55
 obracającego się dysku, 127
 produktu złożonego z kilku elementów, 47
 statyczna, 9, 12
 zapis wyników, 15
Analysis Case Solution Selection, 58
Analysis Manager, 10
Animate, 131

Apply Material, 8
Assembly Design, 47
Available Groups, 145
Axis System, 128

B

Beam Mesher, 72
biblioteka materiałów, 8
blacha, 91
 właściwości 2D, 97
błoczek, 135, 147
 3D Property, 139
 parametry siatki, 138
blokowanie możliwości ruchu, 51
błędy obliczeń, 64
Buckling Case, 75
Buckling Factor, 75

C

cechy inercyjne, 57
ciężar własny, 29
Circle, 81
Clamp, 11
Clearance, 51
Color Map Edition, 133
Computations, 10
Compute, 12
Contact Connection Property, 51
Contact Virtual Part, 43
Create Global Sensor, 31
Current Error, 65
Customize View Parameters, 8
Cut Plane Analysis, 23

D

Deform according to, 152
Deformation, 14
Displacement, 14
Distributed Force, 11, 42
Distributed Mass, 57
dostępne wyniki, 145
dysk, 127

E

Edges Distribution, 138
eksport danych do pliku zewnętrznego, 60
elementy
 deformacja pod wpływem własnego ciężaru, 27
 kontakt, 51
 mocujące, 50
 objętościowe, 10, 91, 96, 138
 paraboliczne, 138
 powierzchniowe, 79, 88, 95
 prętowe, 69
 referencyjne, 41
 skręcane, 105
 spawane, 135
 tnące, 82
 wirtualne, 37, 43, 87
 definiowanie położenia, 117
 śrubowe, 108
Enforced Displacement, 35, 98
Export Data, 59
Extrude, 80

F

Fill, 93
 filtrowanie danych, 111
 Finite Element Model, 10
 Formuła, 119
 formuły, edycja, 121
 Frequency Analysis, 56
 Frequency Solution Parameters, 58
 Friction ratio, 51

G

General Analysis Connection, 51
 Generate Report, 24
 Generative Structural Analysis, 9, 19
 geometria szkieletowa, 71
 Global Adaptivity, 64

I

Image Edition, 111
 Image Generation, 132
 Images Layout, 132
 Imposed Elements, 84
 Information, 14

K

kierunek ruchu, 99
 kontakt, 51
 definiowanie, 100
 linia, 143
 właściwości, 51, 101

L

Lanczos, 58
 legenda, 133
 Line, 71
 Line Analysis Connection, 143
 linia
 kontaktowa, 143
 meshowanie, 72
 tworzenie między dwoma punktami, 71, 142
 linijka, 149
 Link, 10
 Links Manager, 10
 Local Mesh Size, 149
 lokalny układ współrzędnych, 128

M

masa, 56
 menedżer zapisu, 14
 Mesh around Holes, 84
 Mesh The Part, 83
 Mesh Visualization, 10
 model, aktywowanie, 133
 moduł
 GSA, 20
 WaSD, 70

N

napięcie wstępne, 109
 No sliding, 51

O

obciążanie elementu, 11, 21
 wirtualnego, 87
 obciążenia, 20
 krytyczne, 69
 maksymalne, 34
 na dowolnych fragmentach geometrii, 147
 płaskownika, 140
 sprawdzanie miejsc przyłożenia, 152
 tworzenie powierzchni, 148
 wspornika, 50
 z wykorzystaniem elementów wirtualnych, 42
 Objective Error, 65
 OCTREE Tetrahedron Mesh, 20
 Octree Tetrahedron Mesher, 96
 ograniczenie
 przemieszczania, 34
 ruchu, 131
 typu Slider, 99
 okno
 Beam Meshing, 72
 definicji siatki, 20
 generowania raportu, 25
 informacji szczegółowych, 14
 ostrzeżeń podczas analizy numerycznej, 22
 parametrów siatki, 83
 tworzenia punktu, 40
 ustawień adaptacji siatki, 65
 własności materiału, 9
 wyboru rodzaju analizy, 9

wyboru zadania do rozwiązywania, 58
 zmiany parametrów rozwiązania, 58
 okręgi, tworzenie, 80
 Optimization, 122
 optymalizacja modelu, 113
 rodzaj algorytmu, 124
 wizualizacja wyników, 125
 wybór metody, 123
 wybór parametrów, 123
 wybór parametrów wolnych, 124
 ostrzeżenia, 106, 130
 oś obrotu, 130

P

Pad, 94
 parametry
 definiowanie, 119
 powiązywanie, 120
 płaskownik, 135
 2D Property, 139
 parametry siatki, 137
 płaszczyzna
 cięcia, 23
 lokalnej adaptacji, 65
 rysunkowa, 80
 symetrii, 20, 130
 podnózek, 7
 Point, 40
 Point Definition, 40
 pola
 naprężeń, 13
 przekroju poprzecznego, 70
 przemieszczeń, 36
 połączenie
 kontaktowe, 51, 101
 spawane, 135
 sztywne, 143
 śrubowe, 108
 wirtualne, 44, 109
 powierzchnie
 kontaktowe, 143
 przypisywanie do modelu, 151
 Precision, 64
 Pressure, 21, 140
 prezentacja wyników, 111, 132
 przecięcie w dowolnym miejscu, 23
 prędkość kątowna, 130
 pręt, 113
 Principal Stress, 134

Properties, 9
 przekrój poprzeczny elementu, właściwości, 73
 przemieszczenia maksymalne, 115
 przestrzeń między elementami, 51
 przypisanie materiału, 8
 przyspieszenie
 kątowe, 130
 ziemskie, 29
 punkt
 podparcie elementu wirtualnego, 116
 środek okręgu, 80
 tworzenie, 40
 metodą środka okręgu, sfery, elipsy, 41
 na krzywej, 141
 na wskazanej płaszczyźnie, 116
 według współrzędnych, 70, 128
 unieruchamianie, 116

R

raporty, 24
 redukcja błędu, 61, 65
 Remove Mesh, 84
 Restraints, 11
 Results, 10
 Rigid Spring Virtual Part, 43, 116
 Rigid Virtual Part, 43, 99
 rotacyjne stopnie swobody, 22
 Rotation Force, 130
 rozmiar elementu, 19
 minimalny, 66
 rozwiąż całe zadanie, 13
 rozwiąż wybrane zadanie, 58
 rura, 17

S

sag, 19
 dezaktywacja ustawień globalnych, 66
 Seam Welding Connection Property, 143
 Sensors, 31
 sensory, 31
 częstości drgań własnych, 56
 Energy, 31

Maximum Displacement, 31, 115
 Reaction Sensor, 33
 rodzaje, 32
 tworzenie, 31
 zakończenia obliczeń, 66
 siatka elementów skończonych, 10
 definiowanie, 83
 deformacje, 14
 dla elementu blaszanego, 95
 edycja, 20
 generowanie, 86
 globalna zmiana rozmiaru, 66
 lokalne zagęszczenie, 138
 lokalny rozmiar elementu, 149
 ukrywanie, 11
 usuwanie, 84
 wyświetlanie, 19
 zagęszczanie w obrębie otworów, 84
 zmiana nazwy, 145
 siatka hybrydowa, 91
 siła
 docisku, 108
 krytyczna, 69, 77
 symulująca obrót, 130
 Simulated Annealing Algorithm, 124
 Size, 19
 Sketch, 80
 Slider, 100
 Slider Connection Property, 101
 Smooth Spring Virtual Part, 43, 116
 Smooth Virtual Part, 43, 44, 109
 Split, 82
 sprężyna, 116
 sztywność, 119
 Static Analysis, 9
 stempel, 91
 modelowanie, 93
 właściwości 3D, 97
 stopnie swobody, 11
 rotacyjne, 22
 struktura drzewka, 9
 Buckling Case, 75
 definicja ciśnienia, 21
 definicja obciążenia, 30
 geometria dysku, 129
 po przypisaniu materiału do części, 19
 po utworzeniu nowego parametru, 122

po utworzeniu par kontaktowych, 52
 po utworzeniu sensora, 32
 po wprowadzeniu User-defined Restraint, 23
 po zdefiniowaniu własności kontaktu, 53
 przy edycji siatki, 20
 w analizie modalnej, 56
 w analizie złożenia, 49
 z ostrzeżeniami, 107
 zmiana ustawień wyświetlania zawartości, 122
 Surface Group by Neighborhood, 151
 Surface Slider, 20, 130
 Symmetry, 142
 szkic, zamiana w powierzchnię, 93
 szkicownik, 80

Ś

śruby wirtualne, 105

T

teownik, 27
 Tightening Force, 108

U

uchwyt, 105
 układ współrzędnych, tworzenie, 128
 User Material, 106
 User-defined Distant Connection Property, 109
 User-defined Restraint, 22, 35
 usztywnienie, 118

V

Virtual Bolt Tightening Connection Property, 108
 Von Mises stress, 13

W

wartość błędu, 64
 maksymalna liczba iteracji, 66
 maksymalna żądana, 65

warunki brzegowe, 11, 20
 definiowanie własnych, 34
wiązania, 108
 kontaktowe, 91
widok
 pola naprężeń, 13
 przekroju, 73
wierzchołki
 odebranie możliwości
 przemieszczania, 131
 wskazywanie, 74
Wireframe and Surface Design,
 70

wizualizacja generowanej
 siatki, 11
wspornik, 47, 79
współczynnik
 tarcia, 51
 wyboczenia, 69, 75
wyboczenie, 69
wybór materiału, 8
wyciągnięcie, 94
wykresy
 dodatkowe, 132
 edycja legendy, 13

 pola naprężeń, 13
 przemieszczeń, 14
wymuszenie
 przemieszczenia, 35
 ruchu, 98
wyświetlane wyniki, 145
wyświetlanie danych, 111

Z

zamocowania, 11
 typu Clamp, 40

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**

Odkryj możliwości analityczne pakietu CATIA V5!

- Poznaj moduł GSA i naucz się go wykorzystywać w codziennej pracy
- Przeprowadzaj analizy numeryczne metodą elementów skończonych
- Zostań specjalistą od symulacji komputerowych układów mechanicznych

Pakiet CATIA V5 znany jest w świecie inżynierskim głównie jako zaawansowane środowisko do wspomaganego komputerowo projektowania części i złożeń mechanicznych (CAD) oraz ich wytwarzania przy użyciu obrabiarek sterowanych numerycznie (CAM). CATIA V5 oferuje jednak znacznie więcej możliwości — jedną z nich jest przeprowadzanie obliczeń i analiz inżynierskich części oraz złożeń na podstawie metody elementów skończonych (MES). Niezależnie od skomplikowania modelu oraz zastosowanego materiału oprogramowanie doskonale radzi sobie z symulacjami elementów i układów mechanicznych różnego typu. Głównym ograniczeniem w pełnym wykorzystaniu pakietu bywa brak wiedzy i doświadczenia.

Problem ten stara się rozwiązać książka *CATIA. Wykorzystanie metody elementów skończonych w obliczeniach inżynierskich*. W przejrzysty sposób prezentuje ona podstawowe informacje na temat obsługi modułu Generative Structural Analysis (GSA) i wprowadza w arkana trudnej sztuki przygotowywania modelu do analiz numerycznych, poprawnego ich przeprowadzania i właściwej interpretacji otrzymanych wyników. Dzięki lekturze poznasz praktyczne przykłady symulacji różnego rodzaju części i złożeń oraz optymalizacji układów. Przedstawione w książce zagadnienia umożliwią Ci przygotowanie bardziej skomplikowanych i czasochłonnych obliczeń numerycznych z wykorzystaniem metody elementów skończonych.

- Przygotowywanie modeli do analiz
- Przeprowadzanie analiz części i złożeń
- Interpretacja wyników obliczeń
- Adaptacja siatki w celu poprawienia wyników
- Zastosowanie różnych rodzajów elementów
- Optymalizacja modeli numerycznych

Zostań guru analiz numerycznych w swojej firmie!

helion.pl
księgarnia
internetowa

Nr katalogowy: 20525



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/nawosci>

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

sięgnij po **WIĘCEJ**



KOD KORZYŚCI

ISBN: 978-83-246-9353-5



9 788324 693535

Cena: 39,90 zł

Informatyka w najlepszym wydaniu