

ANDRZEJ  
JASKULSKI

 **AUTODESK.**  
Authorized Academic Partner

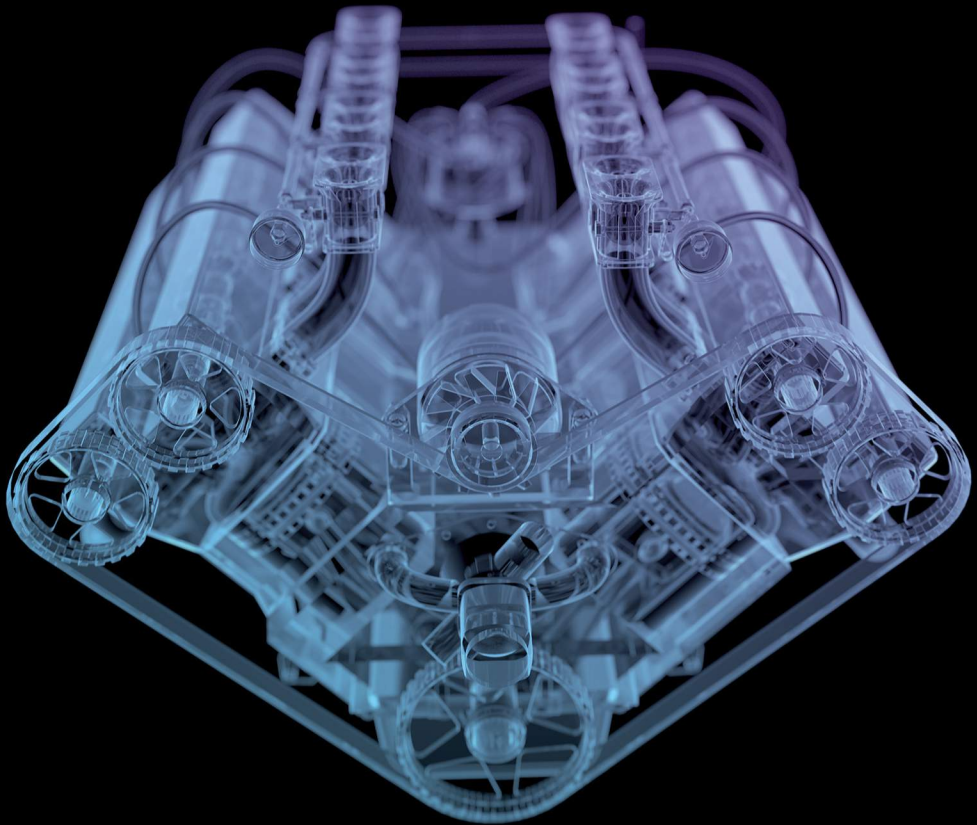


# AUTODESK INVENTOR

## PROFESSIONAL 2019PL

### / 2019+ / FUSION 360

Metodyka projektowania



 **PWN**

# **AUTODESK INVENTOR**

PROFESSIONAL 2019PL  
/ 2019+ / FUSION 360



ANDRZEJ  
JASKULSKI

# **AUTODESK INVENTOR**

## PROFESSIONAL 2019PL

### / 2019+ / FUSION 360

Metodyka projektowania



Projekt okładki i stron tytułowych **Hubert Zacharski**

Fotografia na okładce **X-RAY pictures/Shutterstock**

Wydawca **Edyta Kawala**

Redaktor prowadzący **Jolanta Kowalczyk**

Redaktor **Irena Puchalska**

Koordynator produkcji **Anna Bączkowska**

Skład i łamanie **Krzysztof Świstak**

Recenzja **prof. dr hab. inż. Wiesław Tarełko**

Książka, którą nabyłeś, jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy, abyś przestrzegał praw, jakie im przysługują. Jej zawartość możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym. Ale nie publikuj jej w Internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. A kopiując jej część, rób to jedynie na użytek osobisty.

Szanujmy cudzą własność i prawo  
Więcej na [www.legalnakultura.pl](http://www.legalnakultura.pl)  
*Polska Izba Książki*

Copyright © by Wydawnictwo Naukowe PWN SA  
Warszawa 2018

ISBN 978-83-01-20034-3

Wydanie I  
Warszawa 2018

Wydawnictwo Naukowe PWN SA  
02-460 Warszawa, ul. Gottlieba Daimlera 2  
tel. 22 69 54 321, faks 22 69 54 288  
infolinia 801 33 33 88  
e-mail: [pwn@pwn.com.pl](mailto:pwn@pwn.com.pl), [reklama@pwn.pl](mailto:reklama@pwn.pl)  
[www.pwn.pl](http://www.pwn.pl)

Druk i oprawa: [Totem.com.pl](http://Totem.com.pl)

# Spis treści

<b>1. Koncepcja i zawartość podręcznika</b> .....	<b>25</b>
1.1. Zawartość programowa .....	27
1.2. Zakładany efekt i metodyka szkolenia .....	28
1.3. Przeznaczenie .....	28
1.4. Dodatkowe źródła informacji .....	29
1.4.1. Literatura drukowana .....	29
1.5. Realizacja typowych szkoleń (Learning Paths).....	29
1.5.1. Podstawy modelowania bryłowego (FBM).....	30
1.5.2. Modelowanie części (FBM).....	30
1.5.2.1. Bez przygotowania wstępnego.....	30
1.5.2.2. Po kursie „Podstawy modelowania bryłowego (FBM)” .....	30
1.5.3. Modelowanie zespołów (FBM).....	31
1.5.4. Podstawy redagowania dokumentacji 2D na podstawie modeli 3D.....	31
1.5.5. Podstawowy kurs projektowania (Essentials) .....	31
1.5.6. Wspomaganie projektowania typowych części i zespołów maszyn .....	32
1.5.7. Uniwersalne narzędzia obliczeń i analiz systemów CAD 3D – wprowadzenie.....	32
1.5.8. Podstawy modelowania konstrukcji blaszanych .....	32
1.5.9. Podstawy modelowania swobodnego (SFM) i hybrydowego (FBM-SFM).....	33
1.6. Konwencje zapisu.....	33
1.6.1. Akapity specjalne .....	33
1.6.2. Sposoby wydawania poleceń.....	34
1.6.2.1. Nazwy narzędzi .....	35
1.6.3. Inne wyróżnienia fragmentów tekstu .....	36
1.6.4. Instrukcja do ćwiczeń.....	36
<b>2. Informacje ogólne</b> .....	<b>39</b>
2.1. Uruchamianie programu.....	40
2.2. Interfejs użytkownika .....	41
2.2.1. Podstawowe operacje na wstążce.....	41
2.2.1.1. Budowa panelu.....	42
2.2.1.2. Rodzaje narzędzi na wstążce.....	43
2.2.1.3. Zmiana położenia panelu .....	44
2.2.2. Wydawanie poleceń za pomocą wstążki .....	44

2.2.3.	Wydawanie poleceń za pomocą Menu kursora.....	45
2.2.3.1.	Tekstowe menu kursora .....	46
2.2.3.2.	Kołowe menu kursora .....	47
2.2.4.	Pasek szybkiego dostępu .....	48
2.2.5.	Menu Plik .....	49
2.3.	Podstawy zarządzania projektami .....	50
2.3.1.	Tworzenie struktury nowego projektu .....	51
2.3.2.	Uaktywnienie istniejącego projektu .....	53
2.3.3.	Usuwanie definicji istniejącego projektu .....	56
2.3.4.	Projekt kursu R2019-MP.ipj.....	57
2.3.4.1.	Odszukiwanie i otwieranie pliku projektu kursu R2019-MP.ipj.....	59
2.3.4.2.	Konfiguracja bibliotek Content Center .....	60
2.4.	Zarządzanie plikami w ramach projektu .....	62
2.4.1.	Otwieranie pliku .....	62
2.4.2.	Zapisywanie pliku ze zmianą nazwy lub położenia .....	63
2.4.3.	Zapisywanie kopii pliku .....	64
2.4.4.	Zapisywanie kopii pliku jako szablon .....	64
2.4.5.	Tworzenie nowego pliku.....	64
2.4.5.1.	Szablony.....	66
2.5.	Elementy okna programu .....	68
2.6.	Podstawowe operacje konfiguracyjne .....	70
2.6.1.	Przywrócenie konfiguracji standardowej .....	71
2.6.2.	Zmiana podstawowych opcji aplikacji .....	71
2.7.	Powtarzanie ostatniego polecenia .....	78
2.8.	Skróty klawiszowe (Alias) .....	79
<b>3.</b>	<b>Przeglądarka obiektów.....</b>	<b>80</b>
3.1.	Definicje wybranych obiektów .....	83
3.2.	Standardowe nazwy obiektów w przeglądarce .....	84
3.3.	Rozwijanie i zwijanie gałęzi.....	85
3.4.	Wskazywanie obiektu.....	86
3.5.	Wybór obiektu za pomocą przeglądarki.....	87
3.5.1.	Wybór pojedynczego obiektu.....	87
3.5.2.	Anulowanie wyboru .....	88
3.5.3.	Wybór wielu obiektów .....	88
3.6.	Wybór obiektu na obszarze modelowania.....	89
3.6.1.	Tryby wyboru .....	90
3.6.2.	Wybieranie obiektów pokrywających się.....	92
3.7.	Edycja obiektu .....	93
3.7.1.	Edycja inicjowana za pomocą Menu kursora.....	94
3.7.1.1.	Metoda „pokaż wymiary” (Show Dimensions) .....	95
3.7.1.2.	Inne operacje edycyjne.....	97
3.7.2.	Edycja inicjowana dwukrotnym kliknięciem .....	98
3.8.	Narzędzia pomiarowe.....	100
3.9.	Cofanie i odtwarzanie operacji modelowania .....	101

3.10.	Widoczność elementów konstrukcyjnych na obszarze modelowania.....	102
3.10.1.	Globalna widoczność elementów konstrukcyjnych .....	103
3.10.2.	Widoczność indywidualna elementów konstrukcyjnych .....	103
3.11.	Karty i filtry przeglądarki.....	104
3.12.	Wyłączanie elementów podstawowych.....	105
3.13.	Włączanie elementów podstawowych.....	106
3.14.	Usuwanie elementów i innych obiektów.....	106
3.15.	Zmiana nazwy elementów .....	107
3.16.	Uniwersalna metoda zmiany właściwości elementów .....	108
3.17.	Zmiana kolejności elementów i operacji modelowania .....	108
3.18.	Wykorzystanie przeglądarki podczas projektowania zespołów.....	109
3.18.1.	Modelowanie zespołu.....	109
3.18.2.	Pliki prezentacji.....	112
<b>4.</b>	<b>Sterowanie wyświetlaniem .....</b>	<b>113</b>
4.1.	Wydawanie poleceń za pomocą Paska nawigacji .....	115
4.2.	Zmiana sposobu reprezentacji modelu.....	116
4.3.	Zmiana sposobu budowy obrazu.....	118
4.4.	Panoramowanie (Pan).....	118
4.5.	Obracanie swobodne (Free Orbit).....	119
4.5.1.	Zmiana środka obrotu.....	120
4.6.	Zmiana powiększenia (Zoom).....	121
4.6.1.	Dynamiczna zmiana powiększenia (Zoom).....	121
4.6.2.	Powiększenie wszystkich obiektów (Zoom All).....	122
4.6.3.	Powiększenie obiektów wybranych do kolekcji (Zoom Selected).....	123
4.6.4.	Powiększanie za pomocą okna (Zoom Window).....	124
4.7.	Widok na wybrany obiekt (Look At) .....	125
4.8.	Widok główny (Home View).....	126
4.9.	Wywoływanie poprzednich i następnych widoków .....	126
4.10.	ViewCube.....	127
4.10.1.	Widoki standardowe.....	130
4.10.2.	Redefinicja widoku głównego (Home View).....	131
4.10.3.	Redefinicja i przywracanie widoku z przodu (Front View) i z góry (Top View) .....	133
4.11.	Obracanie ograniczone (Constrained).....	133
4.12.	SteeringWheels.....	135
4.13.	Sterowanie nazwanymi widokami.....	137
<b>5.</b>	<b>Wprowadzenie do projektowania części.....</b>	<b>138</b>
5.1.	Parametryczność.....	138
5.2.	Model matematyczny konstrukcji .....	139
5.3.	Model geometryczny konstrukcji.....	139
5.3.1.	Parametry i zmienne decyzyjne.....	139
5.3.1.1.	Przykłady parametrów .....	140
5.4.	Obiekty 3D .....	141
5.5.	Obiekty 2D w modelowaniu 3D.....	143



5.6.	Pojęcia związane z techniką modeli pochodnych .....	145
5.7.	Typowy proces projektowania części.....	146
5.7.1.	Modelowanie części .....	147
5.7.2.	Redagowanie dokumentacji .....	148
5.7.3.	Modyfikacja projektu z poziomu modelu lub rysunku .....	150
<b>6.</b>	<b>Szkice i więzy .....</b>	<b>151</b>
6.1.	Czynności wstępne .....	151
6.1.1.	Definiowanie widoku głównego (Home View) .....	154
6.2.	Opcje aplikacji.....	155
6.3.	Ustawienia dokumentu .....	158
6.4.	Usuwanie obiektu za pomocą przeglądarki.....	159
6.5.	Tworzenie obiektu typu szkic 2D.....	161
6.6.	Szkicowanie.....	162
6.6.1.	Style obiektów szkicu.....	163
6.6.2.	Sterowanie tworzeniem więzów.....	164
6.6.3.	Szkicowanie zarysu profilu .....	167
6.6.3.1.	Wprowadzanie dynamiczne .....	173
6.7.	Więzy geometryczne .....	174
6.7.1.	Typy i symbole więzów .....	176
6.7.2.	Wyświetlanie więzów geometrycznych .....	177
6.7.3.	Sprawdzenie poprawności związanego szkicu.....	179
6.7.4.	Usuwanie więzów.....	180
6.7.5.	Ręczne wprowadzanie więzów .....	181
6.7.6.	Stopnie swobody szkicu .....	183
6.7.7.	Ćwiczenia sprawdzające.....	184
6.8.	Więzy wymiarowe.....	186
6.8.1.	Technika nakładania więzów wymiarowych .....	188
6.8.2.	Ćwiczenia .....	191
6.8.2.1.	Więzy zdefiniowane przez jeden obiekt .....	192
6.8.2.2.	Więzy zdefiniowane przez dwa obiekty .....	193
6.8.3.	Wymiary nieparametryczne (sterowane).....	194
6.8.4.	Zmiana typu obiektu więzy – wymiar .....	195
6.9.	Zmiana sposobu wyświetlania więzów .....	196
6.10.	Automatyczne nakładanie więzów .....	196
6.11.	Edycja wartości więzów wymiarowych .....	199
6.11.1.	Narzędzia pomiarowe podczas edycji .....	200
6.11.2.	Dostęp do więzów wymiarowych – narzędzie Pokaż wymiary .....	200
6.11.3.	Narzędzie Tolerancje.....	201
6.11.4.	Ćwiczenia .....	201
6.12.	Więzy tolerowane.....	206
6.12.1.	Włączanie i konfiguracja tolerancji globalnych.....	207
6.12.2.	Tolerancje globalne .....	209
6.12.3.	Wyłączanie tolerancji globalnych .....	211
6.13.	Właściwości więzów i wymiarów .....	213
6.14.	Widoczność więzów.....	215

6.15.	Linie konstrukcyjne .....	216
6.16.	Ćwiczenia sprawdzające.....	222
6.17.	Specjalne techniki szkicowania.....	223
6.18.	Ćwiczenia sprawdzające.....	224
6.19.	Bezpośrednie wprowadzanie współrzędnych punktów.....	226
6.20.	Zasady efektywnego szkicowania .....	232
6.21.	Zadania .....	234
<b>7.</b>	<b>Wstęp do parametrycznego modelowania 3D .....</b>	<b>239</b>
7.1.	Szkice i płaszczyzny szkicu .....	239
7.1.1.	Parametryczne płaszczyzny szkicu .....	241
7.1.2.	Nieparametryczne płaszczyzny szkicu .....	242
7.1.3.	Definiowanie płaszczyzny szkicu .....	243
7.1.3.1.	Opcje tworzenia płaszczyzn szkicu.....	244
7.1.3.2.	Rzutowanie krawędzi na płaszczyznę szkicu.....	246
7.1.4.	Ćwiczenia .....	247
7.2.	Elementy konstrukcyjne .....	253
7.3.	Płaszczyzny konstrukcyjne.....	253
7.3.1.	Parametryczne płaszczyzny konstrukcyjne .....	253
7.3.2.	Nieparametryczne płaszczyzny konstrukcyjne .....	254
7.3.3.	Definiowanie płaszczyzn konstrukcyjnych .....	254
7.3.3.1.	Wskazówki metodyczne .....	255
7.3.3.2.	Definiowanie płaszczyzny przez jeden obiekt .....	256
7.3.3.3.	Definiowanie płaszczyzny przez dwa obiekty .....	257
7.3.3.4.	Definiowanie płaszczyzny przez trzy obiekty .....	258
7.3.4.	Edycja płaszczyzn konstrukcyjnych.....	258
7.3.4.1.	Zmiana położenia płaszczyzny .....	258
7.3.4.2.	Automatyczna zmiana rozmiaru płaszczyzny .....	259
7.3.4.3.	Ręczna zmiana rozmiaru płaszczyzny .....	259
7.3.4.4.	Zmiana wartości więzów .....	259
7.3.4.5.	Zmiana zwrotu wektora normalnego .....	260
7.3.5.	Ćwiczenia .....	261
7.4.	Osie konstrukcyjne i punkty konstrukcyjne .....	266
7.4.1.	Ćwiczenia .....	266
<b>8.</b>	<b>Operacje parametrycznego modelowania 3D .....</b>	<b>268</b>
8.1.	Elementy szkicowe .....	271
8.2.	Standardowe narzędzia i techniki modelowania .....	272
8.3.	Elementy okien dialogowych .....	273
8.3.1.	Opis operacji modelowania .....	275
8.3.2.	Karta Kształt (Shape) .....	275
8.3.2.1.	Przyciski wyboru profili, brył, osi, ścieżek.....	275
8.3.2.2.	Przycisk rodzaju elementu .....	276
8.3.2.3.	Przycisk sposobu modelowania .....	276
8.3.2.4.	Rodzaj „zakończenia” elementu i kierunek modelowania .....	277

8.3.2.5.	Powierzchnia początkowa i końcowa elementu.....	278
8.3.3.	Karta Więcej (More) .....	279
8.3.4.	Przycisk podsystemu diagnostycznego .....	280
8.4.	Definiowanie profilu .....	281
8.5.	Współdzielenie szkicu (Share Sketch) .....	283
8.6.	Anulowanie współdzielenia szkicu (Unshare) .....	283
8.7.	Współdzielenie elementów konstrukcyjnych.....	284
8.8.	Ćwiczenia .....	284
8.8.1.	Wyciąganie profilem (Extrude).....	285
8.8.1.1.	Wskazówki metodyczne .....	285
8.8.1.2.	Element bazowy .....	287
8.8.1.3.	Pozostałe elementy wyciągane.....	291
8.8.1.4.	Wyciągnięcie typu „do następnego” (To Next) .....	292
8.8.1.5.	Wyciągnięcie typu „do” (To).....	294
8.8.1.6.	Wyciągnięcie typu „między” (Between).....	297
8.8.1.7.	Wyciągnięcie przelotowe .....	300
8.8.2.	Ćwiczenia sprawdzające.....	302
8.8.3.	Obrót profilem (Revolve).....	302
8.8.3.1.	Wskazówki metodyczne .....	303
8.8.3.2.	Obrót o kąt (Angle) .....	304
8.8.3.3.	Obrót do następnego (To Next) .....	307
8.8.3.4.	Obrót pełny (Full) .....	308
8.8.4.	Zmiana kolejności operacji modelowania.....	311
8.8.5.	Ćwiczenia sprawdzające.....	311
8.8.6.	Wskazówki metodyczne.....	312
8.8.7.	Przeciąganie profilem (Sweep) .....	312
8.8.8.	Rozpinanie powierzchni (Loft) .....	314
8.8.9.	Żebra (Rib) .....	320
8.9.	Elementy wstawiane .....	322
8.10.	Ćwiczenia .....	323
8.10.1.	Zaokrąglenia (Fillet).....	323
8.10.2.	Fazowania (Chamfer).....	328
8.10.3.	Skorupa (Shell).....	331
8.10.4.	Pochylenia (Draft) .....	334
8.11.	Otwory .....	337
8.11.1.	Elementy okna dialogowego .....	338
8.11.1.1.	Rodzaje i typy otworów .....	338
8.11.1.2.	Metody określania położenia otworów .....	340
8.11.2.	Pliki definicji gwintów i otworów.....	342
8.11.3.	Algorytm definiowania otworu .....	343
8.11.4.	Ćwiczenia .....	344
8.11.4.1.	Metoda „koncentrycznie” (Concentric) .....	344
8.11.4.2.	Metoda „liniowo” (Linear).....	347
8.11.4.3.	Metoda „ze szkicu” (From Sketch).....	351
8.12.	Gwint (Thread) .....	355
8.12.1.	Ćwiczenia .....	356

8.13.	Inne operacje modelowania 3D.....	357
8.13.1.	Kopiowanie elementów szkicowych.....	358
8.13.2.	Kopiowanie elementów i części w szyku.....	360
8.13.2.1.	Szyk kołowy (Circular Pattern).....	361
8.13.2.2.	Szyk prostokątny (Rectangular Pattern) .....	364
8.13.3.	Lustrzane odbicie elementów i części (Mirror).....	367
8.13.4.	Podział ściany i części.....	370
<b>9.</b>	<b>Styl obiektów w modelu części.....</b>	<b>373</b>
9.1.	Przechowywanie stylów i standardów .....	374
9.2.	Zarządzanie stylami: oświetlenia, tekstu i standardami .....	376
9.3.	Zarządzanie stylami: materiał i wygląd.....	377
9.4.	Wygląd .....	378
9.4.1.	Wygląd logiczny.....	379
9.4.2.	Przeglądanie stylów – wygląd.....	381
9.4.3.	Zapis stylu z biblioteki w dokumencie – wygląd.....	382
9.4.4.	Zastosowanie stylu – zmiana wyglądu części .....	383
9.4.5.	Tworzenie nowego stylu – wygląd.....	384
9.4.6.	Zapis stylu z dokumentu w bibliotece – wygląd .....	387
9.4.7.	Indywidualne usuwanie stylu – wygląd .....	389
9.4.7.1.	Indywidualne usuwanie stylu lokalnego (z pliku) .....	389
9.4.7.2.	Indywidualne usuwanie stylu z biblioteki.....	390
9.4.8.	Edycja lokalna stylu – wygląd.....	392
9.4.9.	Aktualizacja stylów – przywrócenie zgodności z biblioteką .....	394
9.4.10.	Globalny zapis stylów do biblioteki.....	395
9.4.11.	Globalne usuwanie stylów z pliku (lokalnych).....	398
9.5.	Materiał.....	400
9.5.1.	Właściwości fizyczne.....	403
<b>10.</b>	<b>Właściwości obiektów w modelu części.....</b>	<b>407</b>
10.1.	Zarządzanie właściwościami obiektów w modelu części .....	409
10.2.	Edycja właściwości .....	409
10.3.	Edycja iProperties.....	413
<b>11.</b>	<b>Modele wielobryłowe .....</b>	<b>418</b>
11.1.	Tworzenie modelu wielobryłowego – ćwiczenia .....	418
11.2.	Operacje logiczne Boole'a .....	421
<b>12.</b>	<b>Edycja elementów bryłowych i części .....</b>	<b>423</b>
12.1.	Sposoby inicjowania operacji.....	423
12.2.	System diagnostyczny .....	424
12.3.	System naprawczy .....	427
12.4.	Przykłady typowych operacji edycyjnych.....	429
12.5.	Redefinicja obiektów.....	432
12.5.1.	Redefinicja szkicu bazowego z edycją układu współrzędnych.....	433
12.5.1.1.	Edycja układu współrzędnych szkicu .....	434

12.5.2.	Redefinicja szkicu z edycją obiektów szkicu .....	435
12.5.2.1.	Edycja obiektów szkicu .....	437
12.5.3.	Redefinicja elementu konstrukcyjnego .....	438
<b>13.</b>	<b>Ćwiczenia sprawdzające.....</b>	<b>439</b>
<b>14.</b>	<b>Redagowanie i edycja dokumentacji 2D części.....</b>	<b>440</b>
14.1.	Typy plików dokumentacji.....	444
14.2.	Czynności wstępne .....	445
14.2.1.	Tworzenie pliku rysunku.....	445
14.2.2.	Opcje aplikacji dotyczące rysunku.....	447
14.2.3.	Ustawienia dokumentu .....	448
14.2.4.	Szablony rysunku .....	449
14.2.5.	Stałe elementy rysunku .....	450
14.2.5.1.	Edycja układu arkusza .....	451
14.2.5.2.	Edycja iProperties .....	452
14.3.	Styl obiektów w pliku rysunku – standard rysunkowy .....	454
14.3.1.	Ustawienia ogólne standardu.....	459
14.3.2.	Dostępne style standardu.....	461
14.3.3.	Wartości domyślne obiektów .....	461
14.3.4.	Style główne i zależne.....	462
14.3.5.	Style logiczne i określone wprost.....	462
14.3.5.1.	Styl logiczny Jak warstwa.....	463
14.3.5.2.	Styl logiczny Jak standard.....	463
14.3.6.	Warstwy.....	463
14.3.7.	Styl tekstu .....	465
14.3.8.	Styl wymiarowania.....	465
14.3.9.	Zarządzanie elementami standardu (stylami).....	467
14.3.9.1.	Dodatkowe elementy interfejsu .....	467
14.3.10.	Tworzenie nowego stylu w standardzie – ćwiczenia .....	468
14.3.11.	Eksport i import elementów standardu – ćwiczenia.....	474
14.4.	Podstawy tworzenia rzutów.....	477
14.4.1.	Tworzenie rzutu bazowego modelu .....	478
14.4.2.	Tworzenie podstawowych rzutów pochodnych .....	483
14.4.2.1.	Rzuty prostokątne i izometryczne.....	483
14.5.	Podstawy edycji rzutów.....	486
14.5.1.	Zmiana położenia rzutów .....	487
14.5.2.	Zmiana wyrównania rzutów .....	488
14.5.2.1.	Włączanie i wyłączanie etykiet.....	489
14.5.3.	Usuwanie rzutów .....	490
14.6.	Przekroje.....	491
14.6.1.	Przekrój pełny.....	492
14.6.1.1.	Metody skutecznego definiowania linii cięcia.....	496
14.6.2.	Przekrój częściowy .....	496
14.6.3.	Przekrój stopniowy .....	498
14.6.4.	Przekrój łamany .....	499

14.7. Szczegóły.....	501
14.8. Rzuty pomocnicze .....	506
14.9. Przerwania .....	509
14.10. Wyrwania .....	512
14.10.1. Szkic skojarzony z rzutem.....	513
14.11. Rzuty szkicowane.....	519
14.12. Płat (Slice) i kadr (Crop) .....	522
14.12.1. Ćwiczenia .....	523
14.13. Edycja rzutów i ich elementów .....	526
14.13.1. Zmiana ogólnych właściwości rzutów .....	527
14.13.2. Zmiana właściwości obiektów rzutów .....	529
14.13.2.1. Modyfikacja kreskowania .....	530
14.13.2.2. Zmiana właściwości krawędzi .....	530
14.13.3. Pobieranie więzów .....	532
14.13.4. Ukrywanie i wyświetlanie więzów oraz innych opisów .....	534
14.13.5. Modyfikacja definicji przekroju.....	536
14.13.6. Modyfikacja innych obiektów.....	538
14.14. Uzupełnienie wymiarowania i innych elementów opisu rysunku.....	538
14.14.1. Wymiary i więzy w dokumentacji 2D.....	539
14.14.1.1. Więzy .....	539
14.14.1.2. Wymiary.....	540
14.14.2. Inne elementy opisu rysunku.....	541
14.14.3. Sterowanie widocznością wymiarów i więzów .....	541
14.14.4. Edycja wymiarów i innych elementów opisu .....	542
14.14.4.1. Indywidualna edycja wymiaru .....	542
14.14.5. Narzędzia wymiarowania i opisu rysunku .....	543
14.15. Tworzenie wymiarów .....	544
14.15.1. Typ wymiaru .....	545
14.15.2. Tryby lokalizacji.....	546
14.15.3. Inne aspekty procesu wymiarowania .....	546
14.15.4. Znajdowanie punktu przecięcia.....	547
14.15.4.1. Ćwiczenia.....	548
14.15.5. Wymiary liniowe średnicy .....	549
14.15.5.1. Ćwiczenia .....	549
14.15.6. Wymiary równoległe.....	551
14.15.6.1. Ćwiczenia.....	552
14.16. Inne narzędzia opisu.....	555
14.16.1. Parametryczne osie symetrii.....	556
14.16.1.1. Wyświetlanie elementów konstrukcyjnych modelu – ćwiczenia.....	557
14.16.1.2. Ręczne tworzenie osi symetrii – ćwiczenia .....	560
14.16.1.3. Automatyczne osie symetrii.....	564
14.16.1.4. Ćwiczenia .....	565
14.16.2. Opisy i tabele otworów.....	566
14.16.2.1. Opisy otworów i gwintu – ćwiczenia.....	568
14.16.2.2. Tabele otworów – ćwiczenia.....	571

14.16.2.3.	Edycja tabeli otworów – ćwiczenia .....	574
14.16.3.	Symbole znormalizowanych oznaczeń .....	576
14.16.4.	Oznaczenie chropowatości powierzchni .....	576
14.16.4.1.	Tworzenie symbolu – ćwiczenia.....	577
14.16.4.2.	Edycja symbolu – ćwiczenia.....	579
14.16.5.	Oznaczenie tolerancji kształtu i położenia .....	580
14.16.5.1.	Ćwiczenia.....	581
14.16.6.	Oznaczenie elementów odniesienia.....	582
14.16.6.1.	Ćwiczenia.....	582
14.16.7.	Obiekty tekstowe.....	584
14.16.7.1.	Tworzenie obiektów tekstowych – ćwiczenia .....	586
14.16.7.2.	Edycja obiektów tekstowych – ćwiczenia .....	589
14.16.8.	Linie odniesienia .....	590
14.16.8.1.	Tworzenie i formatowanie linii odniesienia – ćwiczenia.....	591
14.16.8.2.	Dołączanie linii odniesienia – ćwiczenia .....	592
14.16.9.	Symbole definiowane przez użytkownika.....	594
14.16.9.1.	Punkty specjalne symboli użytkownika.....	595
14.16.9.2.	Definiowanie symbolu – ćwiczenia .....	596
14.16.9.3.	Wstawianie symbolu – ćwiczenia .....	599
14.16.10.	Dołączanie obiektów szkicu skojarzonego z rzutem.....	601
14.17.	Zarządzanie arkuszami .....	602
14.17.1.	Wstawianie arkusza o domyślnym formacie.....	602
14.17.1.1.	Ćwiczenia.....	602
14.17.2.	Usuwanie arkusza.....	603
14.17.2.1.	Ćwiczenia.....	604
14.18.	Zarządzanie stałymi elementami rysunku .....	604
14.19.	Tworzenie i edycja stałych elementów rysunku.....	605
14.19.1.	Usuwanie tabliczki rysunkowej i obramowania – ćwiczenia.....	607
14.19.2.	Wstawianie tabliczki rysunkowej i obramowania – ćwiczenia.....	607
14.19.3.	Wypełnianie tabliczki rysunkowej .....	608
14.19.4.	Edycja tabliczki rysunkowej – ćwiczenia .....	608
14.19.5.	Definiowanie własnej tabliczki rysunkowej.....	609
14.19.5.1.	Obiekty typu „tylko szkic” (Sketch Only).....	610
14.19.5.2.	Tworzenie szkicu tabliczki – ćwiczenia.....	611
14.19.5.3.	Pole wartości wprowadzanej – ćwiczenia.....	613
14.19.5.4.	Pole właściwości OPIS – ćwiczenia .....	615
14.19.5.5.	Pole właściwości MATERIAŁ – ćwiczenia .....	618
14.19.5.6.	Statyczne pole tekstowe – ćwiczenia .....	619
14.19.6.	Definiowanie własnego obramowania .....	621
14.19.6.1.	Obramowanie bez podziału na sektory – ćwiczenia .....	621
14.19.6.2.	Obramowanie z podziałem na sektory – ćwiczenia .....	623
14.19.7.	Usuwanie stałych elementów rysunku – ćwiczenia .....	625
14.19.8.	Kopiowanie stałych elementów rysunku – ćwiczenia.....	626
14.19.9.	Definiowanie własnego formatu arkusza .....	629

14.19.9.1.	Arkusz ze zdefiniowanym układem rzutów – ćwiczenia.....	629
14.19.9.2.	Pusty arkusz – ćwiczenia .....	630
14.19.10.	Wstawianie własnego arkusza z układem rzutów – ćwiczenia .....	632
14.19.11.	Wstawianie własnego pustego arkusza – ćwiczenia .....	633
14.20.	Zapis rysunku w innym formacie .....	634
14.20.1.	Eksport do pliku DWG i DXF.....	634
14.20.1.1.	Ćwiczenia.....	635
14.20.2.	Eksport do pliku DWF .....	638
14.20.2.1.	Ćwiczenia.....	638
14.21.	Import rysunku w innym formacie .....	641
14.21.1.	Import danych DWG do modelu części – ćwiczenia .....	642
14.21.2.	Import danych DWG do rysunku – ćwiczenia .....	644
<b>15.</b>	<b>Modyfikacja projektu części.....</b>	<b>646</b>
<b>16.</b>	<b>Projekt części.....</b>	<b>647</b>
16.1.	Uwagi metodyczne .....	649
16.2.	Modelowanie tulei .....	649
16.2.1.	Czynności wstępne .....	650
16.2.2.	Szkicowanie profilu.....	651
16.2.3.	Modelowanie bryły bazowej .....	654
16.2.4.	Tworzenie elementów konstrukcyjnych.....	655
16.2.5.	Modelowanie rowka podcięcia.....	655
16.2.6.	Modelowanie fazowań i zaokrągleń.....	657
16.2.7.	Modelowanie otworów .....	657
16.3.	Redagowanie dokumentacji tulei .....	662
16.3.1.	Uwagi metodyczne .....	663
16.3.1.1.	Wariant z przekrojem łamanym .....	663
16.3.1.2.	Wariant z wyrwaniem .....	664
16.3.1.3.	Tabliczka rysunkowa .....	665
16.3.2.	Ćwiczenia sprawdzające.....	665
16.3.3.	Tworzenie rzutów w wariacie z wyrwaniem.....	668
16.3.3.1.	Czynności wstępne.....	669
16.3.3.2.	Tworzenie rzutu bazowego .....	669
16.3.3.3.	Tworzenie wyrwania.....	670
16.3.3.4.	Stabilność definicji wyrwania.....	671
16.3.3.5.	Tworzenie szczegółu.....	672
16.3.3.6.	Tworzenie rzutu izometrycznego.....	673
16.4.	Uzupełnienie zredagowanej dokumentacji.....	674
16.4.1.	Osie symetrii.....	675
16.4.2.	Wymiary .....	676
16.4.3.	Dołączanie adnotacji .....	679
16.4.3.1.	Tworzenie i dołączanie tekstu.....	679
16.4.3.2.	Tworzenie i dołączanie odcinków.....	681
16.4.4.	Tworzenie pozostałych elementów opisu .....	682



16.5.	Tworzenie własnej tabliczki rysunkowej .....	682
16.5.1.	Wypełnianie pola Opis .....	685
16.6.	Modyfikacja projektu .....	686
16.6.1.	Modyfikacja z poziomu rysunku .....	686
16.6.2.	Modyfikacja z poziomu modelu .....	688
16.6.2.1.	Sprawdzenie dokumentacji części po zmianach .....	688
16.6.3.	Zakończenie pracy nad projektem .....	689
16.7.	Uwagi końcowe .....	690
16.7.1.	Dodatkowe modyfikacje projektu .....	690
16.8.	Wydruk dokumentacji .....	692
16.9.	Zadania .....	694
<b>17.</b>	<b>Wprowadzenie do projektowania zespołów .....</b>	<b>697</b>
17.1.	Podstawowe pojęcia .....	698
17.2.	Zarządzanie właściwościami obiektów w modelu zespołu .....	702
17.3.	Zestawienie składników (BOM) .....	703
17.4.	Dodatkowe operacje za pomocą przeglądarki .....	704
17.4.1.	Wyodrębnianie wystąpień składników .....	705
17.4.2.	Zaawansowane techniki wyboru wystąpień .....	707
<b>18.</b>	<b>Zarządzanie strukturą zespołu .....</b>	<b>710</b>
18.1.	Czynności wstępne .....	710
18.2.	Zarządzanie składnikami .....	711
18.2.1.	Wstawianie pojedynczego wystąpienia (Place Component) .....	711
18.2.1.1.	Ćwiczenia .....	712
18.2.1.2.	Wstawianie umieszczeń z automatycznym definiowaniem więzów montażowych .....	714
18.2.2.	Usuwanie wystąpienia .....	715
18.2.3.	Wstawianie szyku wystąpień (Pattern Component) .....	715
18.2.3.1.	Ćwiczenia .....	715
18.2.4.	Zmiana elementów szyku na elementy niezależne .....	718
18.2.5.	Zmiana nazwy wystąpienia .....	719
18.2.6.	Zastępowanie wystąpienia .....	719
18.2.6.1.	Ćwiczenia .....	720
18.2.7.	Obniżenie poziomu w strukturze zespołu (Demote) .....	722
18.2.7.1.	Ćwiczenia .....	722
18.2.8.	Podwyższenie poziomu w strukturze zespołu (Promote) .....	724
18.2.8.1.	Ćwiczenia .....	724
18.2.9.	Zmiana położenia wystąpienia w strukturze zespołu .....	725
18.2.9.1.	Ćwiczenia .....	725
18.2.10.	Zmiana stanu wystąpienia .....	726
18.2.10.1.	Ćwiczenia .....	726
18.2.11.	Uaktywnienie wystąpienia .....	727
18.2.11.1.	Ćwiczenia .....	728
18.2.12.	Tworzenie składnika w kontekście zespołu .....	729
18.2.12.1.	Ćwiczenia .....	730

18.2.13.	Otwieranie zespołu z brakującymi składnikami – ćwiczenia.....	736
18.2.14.	Składniki z systemu Mechanical Desktop.....	737
<b>19.</b>	<b>Typowy proces projektowania zespołu.....</b>	<b>738</b>
19.1.	Modelowanie zespołu.....	738
19.2.	Redagowanie dokumentacji zespołu.....	740
19.2.1.	Prezentacje zespołu.....	740
19.2.2.	Redagowanie dokumentacji 2D zespołu.....	742
19.3.	Modyfikacja projektu.....	743
<b>20.</b>	<b>Więzy montażowe.....</b>	<b>744</b>
20.1.	Koncepcje nakładania więzów montażowych.....	745
20.2.	Rodzaje i typy więzów.....	747
20.3.	Stopnie swobody i składnik bazowy.....	749
20.4.	Przykłady więzów.....	750
20.4.1.	Więzy zestawiające przeciwstawnie (Mate).....	750
20.4.2.	Więzy zestawiające zgodnie (Flush).....	751
20.4.3.	Więzy kątowe (Angle).....	752
20.4.4.	Więzy styczności (Tangent).....	753
20.4.5.	Więzy wstawiające (Insert).....	754
20.5.	Techniki nakładania więzów montażowych.....	754
20.5.1.	Narzędzie „Wiązanie” (Constrain).....	755
20.5.1.1.	Więzy o wartości z zakresu.....	757
20.5.2.	Narzędzie Złóż (Assemble).....	758
20.6.	Przeglądanie i edycja więzów.....	760
20.6.1.	Przeglądanie i edycja wartości więzów.....	760
20.6.2.	Pełna edycja więzów zespołu.....	762
20.6.3.	Aktualizacja więzów zespołu.....	763
20.7.	Ćwiczenia.....	764
20.7.1.	Więzy zestawiające przeciwstawnie (Mate).....	764
20.7.2.	Więzy zestawiające zgodnie (Flush).....	765
20.7.3.	Więzy kątowe (Angle).....	766
20.7.4.	Więzy styczności (Tangent).....	767
20.7.5.	Więzy wstawiające (Insert).....	768
20.8.	Nakładanie więzów za pomocą narzędzia Połączenie (Joint).....	769
20.8.1.	Ćwiczenia.....	770
20.8.1.1.	Porównanie narzędzi Połączenie (Joint) i Więzy (Constraints).....	770
20.8.1.2.	Definiowanie pary kinematycznej za pomocą narzędzia Połączenie (Joint).....	771
20.8.1.3.	Sprawdzenie zakresu ruchomości pary.....	774
<b>21.</b>	<b>Redagowanie i edycja dokumentacji zespołu.....</b>	<b>776</b>
21.1.	Prezentacje.....	776
21.1.1.	Tworzenie pliku prezentacji.....	778
21.1.2.	Tworzenie sceny.....	779

21.1.3.	Rozsunięcia składników .....	779
21.1.4.	Cofanie i odtwarzanie operacji rozsuwania.....	779
21.1.5.	Przeglądanie i wprowadzanie korekt pozycji.....	779
21.1.6.	Usuwanie rozsunieć.....	780
21.1.7.	Sterowanie widocznością torów montażu .....	780
21.1.8.	Zarządzanie ujęciami i seriami ujęć .....	782
21.1.9.	Zapis ujęcia.....	783
21.1.10.	Zapis serii ujęć.....	784
21.1.11.	Animacje montażu i demontażu .....	784
21.2.	Ćwiczenia .....	785
21.2.1.	Tworzenie pliku prezentacji i sceny.....	786
21.2.2.	Rozsunięcia składników .....	787
21.2.3.	Cofanie i odtwarzanie operacji rozsuwania.....	790
21.2.4.	Przeglądanie i wprowadzanie korekt pozycji.....	791
21.2.5.	Usuwanie rozsunieć.....	792
21.2.6.	Sterowanie widocznością torów montażu .....	792
21.2.7.	Inne techniki edycji rozsunieć i torów montażu.....	794
21.2.8.	Zapis sposobu wyświetlania sceny (ujęcia).....	796
21.2.9.	Animacje montażu i demontażu .....	798
21.3.	Klasyczna dokumentacja 2D zespołu.....	799
21.3.1.	Dodatkowe operacje na rzutach zespołu .....	799
21.3.1.1.	Ćwiczenia.....	800
21.3.2.	Rzuty nakładane .....	803
21.3.2.1.	Ćwiczenia.....	803
21.4.	Dodatkowe elementy rzutów zespołu.....	805
21.5.	Ćwiczenia .....	805
21.5.1.	Wyłączanie przekrojów .....	805
21.5.2.	Sprawdzenie i modyfikacja stylu .....	806
21.5.3.	Wstawianie wykazu elementów .....	809
21.5.4.	Wstawianie i edycja numerów pozycji.....	813
21.5.4.1.	Wstawianie pojedynczego numeru pozycji.....	815
21.5.4.2.	Dołączanie i usuwanie numeru pozycji .....	815
21.5.4.3.	Wstawianie wszystkich numerów pozycji .....	816
21.5.4.4.	Edycja numerów pozycji.....	818
21.6.	Edycja zestawienia składników (BOM) i wykazu elementów.....	820
21.6.1.	Edycja zestawienia składników (BOM).....	820
21.6.1.1.	Konfigurowanie zestawienia składników (BOM).....	820
21.6.1.2.	Redagowanie i formatowanie danych do wykazów elementów i numerów pozycji .....	826
21.6.2.	Edycja wykazu elementów (listy części).....	826
21.6.2.1.	Ćwiczenia .....	828
21.7.	Składniki niemodelowane .....	834
21.7.1.	Ćwiczenia .....	834
<b>22.</b>	<b>Projekt zespołu.....</b>	<b>838</b>
22.1.	Sformułowanie zadania .....	839

22.2.	Uwagi metodyczne .....	842
22.3.	Modelowanie zespołu .....	842
22.3.1.	Czynności wstępne .....	842
22.3.2.	Budowa struktury zespołu .....	843
22.3.2.1.	Alternatywne metody budowy struktury zespołu .....	844
22.3.3.	Więzy montażowe .....	844
22.3.4.	Wybrane analizy zespołu .....	845
22.3.5.	Widoki modelu zespołu .....	847
22.3.5.1.	Definiowanie nazwanego widoku .....	847
22.3.5.2.	Uaktywnienie nazwanego widoku .....	848
22.3.5.3.	Zmiana definicji widoku zablokowanego .....	849
22.4.	Konfigurowanie zestawienia składników (BOM) w projekcie zespołu .....	849
22.5.	Tworzenie dokumentacji 3D .....	850
22.5.1.	Tworzenie sceny nr 1 .....	851
22.5.2.	Tworzenie sceny nr 2 .....	855
22.6.	Redagowanie dokumentacji 2D .....	857
22.6.1.	Uwagi metodyczne .....	857
22.6.2.	Tworzenie pierwszego arkusza .....	858
22.6.3.	Tworzenie rzutu przekroju .....	858
22.6.3.1.	Wykaz elementów i numery pozycji .....	859
22.6.4.	Tworzenie rzutu montażowego .....	860
22.6.5.	Tworzenie drugiego arkusza .....	864
22.7.	Zadania .....	868
<b>23.</b>	<b>Zaawansowane techniki projektowania 3D .....</b>	<b>870</b>
23.1.	Parametry .....	870
23.1.1.	Ćwiczenia .....	873
23.2.	Projektowanie adaptacyjne .....	878
23.2.1.	Ćwiczenia .....	878
23.2.1.1.	Włączanie i wyłączanie adaptacyjności wystąpienia .....	879
23.2.1.2.	Definiowanie adaptacyjności .....	880
23.2.1.3.	Adaptacyjne modyfikacje zespołu .....	882
23.3.	Technika modeli pochodnych .....	883
23.4.	Kojarzenie technik zaawansowanych – ćwiczenia .....	885
23.5.	Kinematyczne więzy napędowe .....	890
23.6.	Więzy prowadzące .....	892
23.7.	Toczenie .....	894
23.8.	Szkice 3D .....	896
23.8.1.	Ćwiczenia .....	897
<b>24.</b>	<b>Obiekty „inteligentne” .....</b>	<b>906</b>
24.1.	iFeatures .....	907
24.1.1.	Definiowanie iFeature – ćwiczenia .....	907
24.1.2.	Wstawianie iFeature – ćwiczenia .....	910
24.1.3.	Edycja wystąpienia iFeature – ćwiczenia .....	912
24.1.4.	Edycja definicji iFeature – ćwiczenia .....	912

24.2.	iParts .....	914
24.2.1.	Typy iParts .....	916
24.2.2.	Tworzenie definicji iParts .....	917
24.2.3.	Definiowanie generatora standardowej iPart – ćwiczenia .....	917
24.2.3.1.	Domyślne parametry generatora iPart.....	917
24.2.3.2.	Ręczne definiowanie generatora iPart.....	920
24.2.4.	Wstawianie wystąpień standardowych iParts – ćwiczenia .....	926
24.2.5.	Edycja wystąpień standardowych iParts – ćwiczenia .....	929
24.2.6.	Edycja generatora standardowych iParts – ćwiczenia.....	929
24.2.7.	Niestandardowe iParts .....	931
24.2.7.1.	Definiowanie generatora niestandardowych iParts – ćwiczenia.....	931
24.2.7.2.	Wstawianie wystąpień niestandardowych iParts – ćwiczenia.....	933
24.3.	iAssemblies.....	936
24.4.	iMates .....	937
24.4.1.	Ćwiczenia .....	938
24.4.1.1.	Wstawianie wystąpienia z więzami iMates .....	939
24.4.1.2.	Definiowanie indywidualnego iMate.....	941
24.4.1.3.	Definiowanie złożonych iMate .....	943
24.5.	iCopy .....	945
24.5.1.	Tworzenie definicji iCopy .....	946
24.5.2.	„Inteligentne” kopiowanie.....	947
24.5.3.	Edycja „inteligentnych” kopii .....	951
<b>25.</b>	<b>iLogic – wewnętrzny język i podsystem programowania .....</b>	<b>952</b>
25.1.	Instrukcja warunkowa .....	953
25.1.1.	Instrukcja warunkowa prosta.....	953
25.1.2.	Instrukcja warunkowa złożona .....	954
25.2.	Ćwiczenia .....	956
25.2.1.	Analiza zadania .....	957
25.2.2.	Definiowanie listy wartości.....	958
25.2.3.	Definiowanie reguły .....	959
25.2.4.	Sprawdzenie poprawności rozwiązania.....	965
<b>26.</b>	<b>Zarządzanie danymi projektowymi .....</b>	<b>967</b>
26.1.	Tryb właściwości (Properties) – ćwiczenia.....	968
26.2.	Tryb przeglądania (Preview) – ćwiczenia .....	969
26.3.	Tryb zarządzania (Manage) – ćwiczenia.....	970
<b>27.</b>	<b>Projekt przejściowy .....</b>	<b>976</b>
27.1.	Kopiowanie projektu .....	977
27.2.	Modelowanie otworów przejściowych bezpośrednio w zespole .....	978
27.3.	Biblioteka Content Center .....	979
27.3.1.	Konfiguracja biblioteki Content Center .....	981
27.3.1.1.	Domyślna lokalizacja plików wystąpień.....	982

27.3.2.	Wstawianie składników z biblioteki Content Center .....	982
27.3.3.	Tworzenie więzów montażowych .....	986
27.3.4.	Korekta wymiarów pogłębienia .....	988
<b>28.</b>	<b>Moduły specjalizowane.....</b>	<b>991</b>
28.1.	Moduł projektowania konstrukcji spawanych.....	992
28.1.1.	Ćwiczenia .....	992
28.1.1.1.	Kopiowanie projektu z połączeniami śrubowymi.....	993
28.1.1.2.	Konwersja zespołu na konstrukcję spawaną.....	994
28.1.1.3.	Przygotowanie powierzchni do spawania.....	995
28.1.1.4.	Spoina kosmetyczna.....	996
28.1.1.5.	Spoina pachwinowa .....	996
28.1.1.6.	Obróbka po spawaniu.....	997
28.1.1.7.	Widoczność spoin w nazwanych widokach modelu.....	998
28.1.1.8.	Rysunek 2D konstrukcji spawanej.....	999
28.2.	Projekt konstrukcji blaszanej.....	1000
28.2.1.	Ćwiczenia .....	1002
28.2.1.1.	Modelowanie płaskich powierzchni i kołnierzy .....	1003
28.2.1.2.	Zmiana stylu konstrukcji blaszanej.....	1005
28.2.1.3.	Pozostałe operacje modelowania .....	1006
28.2.1.4.	Rozwinięcie powierzchni i redagowanie rzutów .....	1010
<b>29.</b>	<b>Modelowanie mieszane 2D–3D .....</b>	<b>1013</b>
29.1.	Zadanie projektowe .....	1013
29.2.	Dane wyjściowe.....	1014
29.3.	Koncepcja procesu projektowania.....	1014
29.4.	Ćwiczenia .....	1015
29.4.1.	Budowa modelu 2D–3D.....	1016
29.4.2.	Wykonanie pełnych modeli 3D.....	1021
<b>30.</b>	<b>Automatyzacja rutynowych operacji procesu projektowania.....</b>	<b>1023</b>
30.1.	Generator ram – ćwiczenia.....	1024
30.1.1.	Wstawianie kształtowników .....	1026
30.1.2.	Przycinanie kształtowników.....	1031
30.1.3.	Przycinanie i wydłużanie kształtowników .....	1032
30.1.4.	Edycja kształtowników.....	1034
30.1.5.	Operacje końcowe .....	1034
30.2.	Generator połączeń śrubowych statycznych – ćwiczenia .....	1035
30.2.1.	Edycja połączenia gwintowego .....	1040
30.2.2.	Usuwanie elementów połączenia gwintowego.....	1041
30.2.2.1.	Ręczne usuwanie pozostałości połączenia gwintowego .....	1042
30.3.	Generator wałów – ćwiczenia .....	1043
30.3.1.	Generator wałów – definiowanie szablonów .....	1043
30.3.2.	Generator wałów – projektowanie wału.....	1045
30.4.	Generator elementów przekładni zębatych – ćwiczenia .....	1055

<b>31. Narzędzia analityczne.....</b>	<b>1063</b>
31.1. Analizy tradycyjne.....	1063
31.1.1. Analiza wytrzymałościowa wału – ćwiczenia.....	1064
31.1.1.1. Podparcia i obciążenia .....	1065
31.1.1.2. Obliczenia i analiza wyników .....	1067
31.2. Analizy wytrzymałościowe MES .....	1069
31.2.1. Ćwiczenia .....	1070
31.2.1.1. Wybrane operacje konfiguracyjne .....	1070
31.2.1.2. Definiowanie podparć .....	1072
31.2.1.3. Definiowanie obciążeń.....	1074
31.2.1.4. Obliczenia .....	1075
31.2.1.5. Analiza wyników .....	1076
31.2.1.6. Zapis modelu MES.....	1080
31.2.2. Częstości i postacie drgań własnych – ćwiczenia .....	1081
31.2.2.1. Kopiowanie modelu MES .....	1082
31.2.2.2. Edycja modelu MES .....	1082
31.2.2.3. Obliczenia .....	1083
31.3. Analizy dynamiczne.....	1084
31.3.1. Sformułowanie zadania .....	1085
31.3.2. Wskazówki metodyczne.....	1086
31.3.3. Automatyczne tworzenie par kinematycznych – ćwiczenia .....	1087
31.3.4. Konwersja więzów montażowych – ćwiczenia.....	1087
31.3.5. Definiowanie siły ciężkości – ćwiczenia.....	1089
31.3.6. Uruchomienie symulacji – ćwiczenia.....	1090
31.3.7. Definiowanie par kinematycznych – ćwiczenia.....	1090
31.3.7.1. Para przesuwna: walec na płaszczyźnie.....	1091
31.3.7.2. Kontakt 2D .....	1094
31.3.7.3. Sprężyna.....	1096
31.3.7.4. Amortyzator .....	1098
31.3.7.5. Modelowanie oporów ruchu .....	1099
31.3.8. Siła wymuszająca – ćwiczenia .....	1100
31.3.8.1. Definiowanie wymuszenia za pomocą Graphera wejściowego.....	1100
31.3.9. Grapher wyjściowy – ćwiczenia.....	1103
31.3.9.1. Określenie warunków początkowych .....	1103
31.3.9.2. Symulacja.....	1104
31.3.10. Eksport wyników do modułu MES – ćwiczenia .....	1106
31.3.11. Analiza MES (analiza obciążeń „w ruchu”) – ćwiczenia .....	1109
31.3.12. Ćwiczenia dodatkowe.....	1113
<b>32. Narzędzia prezentacyjne.....</b>	<b>1116</b>
32.1. Ćwiczenia .....	1117
32.1.1. Eksport parametrów symulacji do modułu Inventor Studio.....	1117
32.1.2. Konfiguracja animacji .....	1118
32.1.3. Definiowanie i edycja oświetlenia .....	1119

32.1.4.	Określanie wyglądu powierzchni obiektów .....	1121
32.1.5.	Powlekanie (rendering) sceny .....	1121
32.1.6.	Rejestracja animacji .....	1123
<b>33.</b>	<b>Wybrane aspekty efektywności projektowania .....</b>	<b>1126</b>
33.1.	Porównanie efektywności wybranych narzędzi i technik CAD 3D .....	1126
33.2.	Narzędzia typu Engineer-To-Order (ETO) .....	1128
33.2.1.	Przykład systemu ETO .....	1130
33.2.1.1.	Metody modelowania konstrukcji.....	1131
33.2.2.	Budowa systemu ETO .....	1132
33.2.2.1.	Przykład wykorzystania systemu ETO .....	1134
33.2.3.	Inne przykłady systemów ETO .....	1139
<b>34.</b>	<b>Zadania dodatkowe .....</b>	<b>1140</b>
<b>35.</b>	<b>Zadania kontrolne .....</b>	<b>1143</b>
<b>36.</b>	<b>Ewolucja systemu Fusion .....</b>	<b>1148</b>
36.1.	Autodesk Inventor Fusion .....	1148
36.2.	Autodesk Fusion 360 .....	1149
<b>37.</b>	<b>Podstawy systemu Autodesk Fusion 360 .....</b>	<b>1150</b>
37.1.	Interfejs użytkownika .....	1153
37.1.1.	Główne okno programu.....	1155
37.2.	Uwagi ogólne.....	1156
37.3.	Szkice i więzy w systemie Autodesk Fusion 360 – ćwiczenia.....	1158
37.3.1.	Edycja profilu .....	1161
37.4.	Operacje modelowania części – ćwiczenia .....	1161
37.5.	Edycja modelu części – ćwiczenia .....	1164
37.5.1.	Edycja elementu bryłowego wstawianego .....	1164
37.5.2.	Edycja elementu bryłowego szkicowego .....	1165
37.5.2.1.	Edycja bezpośrednia szkicu .....	1165
37.5.2.2.	Edycja parametrów modelu .....	1166
37.5.3.	Edycja swobodna bryły .....	1168
37.5.3.1.	Przesunięcie ograniczone ściany.....	1168
37.5.3.2.	Przemieszczenie uogólnione bryły.....	1170
37.5.3.3.	Usuwanie operacji modelowania swobodnego .....	1171
37.6.	Zmiana rodzaju modelu – ćwiczenia .....	1172
37.6.1.	Scalanie (Dissolve) elementów bryłowych .....	1172
37.6.2.	Wykrywanie elementów (features) w modelu swobodnym .....	1174
37.6.3.	Przekształcenie modelu swobodnego do hierarchicznej postaci parametrycznej .....	1175
37.7.	Wykrywanie elementów w modelach importowanych – ćwiczenia .....	1176
37.8.	Modelowanie zespołu w systemie Autodesk Fusion 360 – ćwiczenia.....	1180
37.8.1.	Modelowanie składników zespołu .....	1180
37.8.2.	Więzy montażowe .....	1187
37.8.2.1.	Edycja więzów montażowych.....	1192



37.8.2.2. Zadanie kontrolne .....	1193
37.9. Podstawy systemu Autodesk Fusion 360 – uwagi końcowe.....	1195
<b>38. Dodatek: informacje techniczne o niezbędnym oprogramowaniu CAD.....</b>	<b>1197</b>
38.1. Informacje o programie Autodesk Inventor .....	1197
38.1.1. Wersja testowa programu Autodesk Inventor .....	1197
38.1.2. Przed instalacją wersji testowej.....	1197
38.1.3. Wymagania programu Autodesk Inventor .....	1198
38.2. Informacje o narzędziu Autodesk Fusion 360.....	1198
<b>39. Dodatek: instalowanie oprogramowania z dołączonej płyty CD-ROM .....</b>	<b>1199</b>
39.1. Instalowanie kursu R2019-MP.....	1199
39.2. Nauka za pomocą nowszych niż 2019 wersji programu Autodesk Inventor .....	1200
39.2.1. Szablony .....	1201
39.2.2. Biblioteki stylów .....	1202
39.2.3. Zasadnicze pliki kursu R2019-MP .....	1205
39.3. Dezinstalacja kursu R2019-MP.....	1205
<b>Bibliografia .....</b>	<b>1207</b>
<b>Skorowidz .....</b>	<b>1209</b>

## Koncepcja i zawartość podręcznika

Wśród osób zajmujących się szeroko rozumianą metodyką projektowania panuje w zasadzie zgodność co do tego, że możliwości poprawy efektywności projektowania za pomocą używanych dotychczas systemów komputerowego wspomagania prac inżynierskich (CAD/E) zaczynają się wyczerpywać. Wiele wskazuje na to, że systemy CAD/E nowej generacji będą oparte na trzech obszarach wiedzy wykorzystywanych dotychczas w niewielkim stopniu:

- modelu mentalnym konstruktora w procesie projektowania,
- technologiach wspomagających wszystkie fazy projektowania, dostosowanych do modelu mentalnego konstruktora,
- społecznościowych aspektach procesu projektowania.

Na świecie są prowadzone liczne badania nad różnymi aspektami metodyki projektowania. Pojawiły się także nowe wydania w języku niemieckim i angielskim pionierskiej pozycji literatury [12]. Przykłady takich badań to choćby prace zespołów Udo Lindemana czy Herberta Birkhofera. W Polsce podobne prace są prowadzone między innymi w akademickich ośrodkach w Gliwicach, Wrocławiu, Poznaniu i Warszawie.

Ten podręcznik obejmuje przede wszystkim aspekty praktyczne i narzędziowe metodyki projektowania za pomocą systemów Autodesk Inventor Professional i Autodesk Fusion 360. Narzędzia dostępne w tych systemach zostały oczywiście zbudowane i ewoluują na podstawie wyników aktualnych badań z zakresu projektowania i jego koncepcji teoretycznych. Występujące w tytule pojęcie „metodyka projektowania” oprócz aspektu narzędziowego oznacza także autorską koncepcję metodyki nauczania podstaw komputerowo wspomagane projektowania.

Znajdująca się na końcu podręcznika bibliografia obejmuje jedynie wybrane z bardzo bogatej listy podręczników pozycje ściśle związane z takim podejściem do metodyki projektowania, obrazujące jednocześnie rozwój systemów CAD w Polsce i udział autora w tym procesie.

- Podręcznik jest przeznaczony dla osób pragnących efektywnie nauczyć się projektowania wyrobów i zarządzania ich dokumentacją za pomocą programów:
  - **Autodesk Inventor Professional**,
  - **Autodesk Fusion 360** (najnowsza wersja typu **Cloud Computing**).
- Umożliwia przygotowanie się do egzaminu certyfikacyjnego **Inventor Certified Professional**.

- Został napisany w taki sposób, aby umożliwiał pracę za pomocą wersji **2019** i **2019-PL** oraz kolejnych, nowszych wersji systemu **Autodesk Inventor**.

W książce zostały szerzej omówione tzw. obiekty **inteligentne** wraz z techniką **iCopy** oraz wewnętrznym językiem programowania **iLogic**.

W części poświęconej systemowi **Autodesk Fusion 360** omówiono na przykładach metodykę modelowania typu **Solid Freeform Modeling** oraz tzw. modelowania **hybrydowego**.

- Dołączona płyta zawiera omawiane w książce przykłady, zadania, a także elementy konfiguracyjne, które nie występują w oryginalnym programie Autodesk Inventor.

- W celu wykonania wszystkich ćwiczeń z podręcznika należy zainstalować:
  - program **Autodesk Inventor Professional 2019** lub nowszy,
  - narzędzie **Autodesk Fusion 360** (terminal).

Czytelnicy, którzy nie dysponują programem **Autodesk Inventor 2019**, mogą go nieodpłatnie pobrać ze strony: [www.autodesk.pl](http://www.autodesk.pl) albo zamówić u partnera firmy Autodesk. Aktualną listę partnerów można znaleźć na stronie: [www.autodesk.pl/partnerzy](http://www.autodesk.pl/partnerzy).

- Więcej informacji na temat niezbędnego oprogramowania można znaleźć w rozdziale 38. *Dodatek: informacje techniczne o niezbędnym oprogramowaniu CAD.*