

Spis treści

1. Koncepcja i zawartość podręcznika	25
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
2. Informacje ogólne	39
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
3. Przeglądarka obiektów	80
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
4. Sterowanie wyświetlaniem	113
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
5. Wprowadzenie do projektowania części	138
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
6. Szkice i więzy	151
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

7. Wstęp do parametrycznego modelowania 3D **239**

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 płaszczyzn 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

8. Operacje parametrycznego modelowania 3D **268**

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
9. Styl obiektów w modelu części	373
9.1. Przechowywanie stylów i standardów	374
9.2. Zarządzanie stylami: oświetlenia, tekstu i standardami	376
9.3. Zarządzanie stylami: materiałów i wyglądu	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
10. Właściwości obiektów w modelu części	407
10.1. Zarządzanie właściwościami obiektów w modelu części	409
10.2. Edycja właściwości	409
10.3. Edycja iProperties	413
11. Modele wielobryłowe	418
11.1. Tworzenie modelu wielobryłowego - ćwiczenia	418
11.2. Operacje logiczne Boole'a	421
12. Edycja elementów bryłowych i części	423
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
13. Ćwiczenia sprawdzające	439
14. Redagowanie i edycja dokumentacji 2D części	440
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. Oznaczanie chropowatości powierzchni	576
14.16.4.1. Tworzenie symbolu - ćwiczenia	577
14.16.4.2. Edycja symbolu - ćwiczenia	579
14.16.5. Oznaczanie tolerancji kształtu i położenia	580
14.16.5.1. Ćwiczenia	581
14.16.6. Oznaczanie 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
15. Modyfikacja projektu części	646
16. Projekt części	647
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
17. Wprowadzenie do projektowania zespołów	697
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
18. Zarządzanie strukturą zespołu	710
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
19. Typowy proces projektowania zespołu	738
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
20. Więzy montażowe	744
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

21. Redagowanie i edycja dokumentacji zespołu	776
21.1. Prezentacje	776
21.1.1. Tworzenie pliku prezentacji	778
21.1.2. Tworzenie sceny	779
21.1.3. Rozsunęcia składników	779
21.1.4. Cofanie i odtwarzanie operacji rozsuwania	779
21.1.5. Przeglądanie i wprowadzanie korekt pozycji	779
21.1.6. Usuwanie rozsunięć	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. Rozsunęcia składników	787
21.2.3. Cofanie i odtwarzanie operacji rozsuwania	790
21.2.4. Przeglądanie i wprowadzanie korekt pozycji	791
21.2.5. Usuwanie rozsunięć	792
21.2.6. Sterowanie widocznością torów montażu	792
21.2.7. Inne techniki edycji rozsunięć 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
22. Projekt zespołu	838
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
23. Zaawansowane techniki projektowania 3D	870
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
24. Obiekty „inteligentne”	906
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
25. iLogic - wewnętrzny język i podsystem programowania	952
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
26. Zarządzanie danymi projektowymi	967
26.1. Tryb właściwości (Properties) - ćwiczenia	968
26.2. Tryb przeglądania (Preview) - ćwiczenia	969
26.3. Tryb zarządzania (Manage) - ćwiczenia	970

27. Projekt przejściowy	976
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
28. Moduły specjalizowane	991
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
29. Modelowanie mieszane 2D-3D	1013
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
30. Automatyzacja rutynowych operacji procesu projektowania	1023
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
31. Narzędzia analityczne	1063
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 1	100
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
32. Narzędzia prezentacyjne	1116
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
33. Wybrane aspekty efektywności projektowania	1126
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
34. Zadania dodatkowe	1140
35. Zadania kontrolne	1143
36. Ewolucja systemu Fusion	1148
36.1. Autodesk Inventor Fusion	1148
36.2. Autodesk Fusion 360	1149
37. Podstawy systemu Autodesk Fusion 360	1150
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
38. Dodatek: informacje techniczne o niezbędnym oprogramowaniu CAD	1197
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
39. Dodatek: instalowanie oprogramowania z dołączonej płyty CD-ROM	1199
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
Bibliografia	1207
Skorowidz	1209