

Spis treści

1. Od Autora	9
1.1. Autodesk Inventor? Co to jest?	10
2. Dokąd zmierzamy	11
3. Koncepcja i zawartość podręcznika	12
3.1. Zawartość programowa	12
3.2. Zakładany efekt i metodyka szkolenia	13
3.3. Przeznaczenie	13
3.4. Proponowane etapy i pracochłonność procesu nauki	13
3.5. Autor	15
3.6. Materiały do dalszej nauki	16
3.7. Konwencje zapisu	16
3.8. Operacje na plikach w systemie Windows	20
4. Informacje ogólne	22
4.1. Instalacja plików dodatkowych	22
4.2. Uruchamianie programu	24
4.3. Podstawy interfejsu użytkownika	25
4.4. Elementy okna programu	28
4.5. Podstawowe operacje konfiguracyjne	30
5. Podstawy sterowania wyświetlaniem	40
5.1. Panoramowanie (Pan)	40
5.2. Obracanie swobodne (Free Orbit)	40
5.3. Dynamiczna zmiana powiększenia (Zoom)	41
5.4. Widok główny (Home View)	42
5.5. Wywoływanie poprzednich i następnyc widoków	42
5.6. ViewCube	42
5.7. Powiększenie wszystkich obiektów (Zoom All)	47
6. Typowy przebieg procesu projektowania	48
6.1. Parametryczność	48
6.2. Koncepcja nauki podstaw metodyki projektowania	49
7. Zadanie projektowe	50

8. Modelowanie części.....	52
8.1. Podstawowe obiekty 3D	52
8.2. Obiekty 2D w modelowaniu 3D	54
8.3. Typowy przebieg procesu modelowania części	55
8.4. Analiza zadania pod kątem modelowania części.....	57
8.5. Pozycja robocza i płaszczyzny modelowania.....	57
8.6. Brakujące wymiary	58
8.7. Pomiary modelu części WSP.....	58
9. Tworzenie modelu części ZAMEK.....	62
9.1. Koncepcja standardowa	62
9.2. Koncepcja zoptymalizowana	63
9.3. Kroki 1 i 2 – tworzenie pliku i obiektu typu szkic	64
9.4. Krok 3 – rysowanie profilu.....	68
9.5. Krok 4 – więzy i parametry użytkownika.....	72
9.6. Krok 5 – modelowanie elementu bazowego.....	81
9.7. Krok 6 – współdzielenie szkicu i modelowanie elementów.....	84
9.8. Krok 7 – modelowanie elementów wstawianych	90
9.9. Krok 8 – weryfikacja poprawności i modyfikacja modelu.....	93
10. Modelowanie zespołu.....	98
10.1. Podstawowe pojęcia.....	98
10.2. Typowy przebieg procesu modelowania zespołu	101
11. Tworzenie modelu zespołu K-01.....	102
11.1. Koncepcja modelowania.....	102
11.2. Krok 1 – tworzenie pliku	103
11.3. Krok 2 – wstawianie wystąpień składników	104
11.4. Krok 3 – unieruchomienie wystąpień składników.....	109
11.5. Krok 4 – więzy montażowe	109
11.6. Kroki 5 i 6 – analizy poprawności i modyfikacja.....	112
12. Redagowanie dokumentacji 2D.....	116
12.1. Typowy przebieg procesu redagowania dokumentacji.....	117
13. Tworzenie dokumentacji zespołu K-01.....	119
13.1. Koncepcja redagowania dokumentacji	119
13.2. Krok 1 – tworzenie pliku	120
13.3. Krok 2 – standard rysunkowy	124
13.4. Krok 3 – stałe elementy rysunku	125
13.5. Krok 4 – tworzenie rzutu bazowego	127
13.6. Krok 5 – tworzenie przekroju	129
13.7. Kroki 6 i 7 – modyfikacja rzutów i uzupełnienie opisu.....	134
14. Modyfikacja projektu.....	152

15. Modyfikacja projektu K-01	153
15.1. Koncepcja modyfikacji	155
15.2. Dokumentacja 3D – prezentacja	156
15.3. Modyfikacja (kopii) modelu części	161
15.4. Modyfikacja modelu zespołu.....	163
15.5. Aktualizacja prezentacji.....	164
15.6. Aktualizacja i modyfikacja (kopii) dokumentacji 2D	165
16. Wybrane inne metody i narzędzia modelowania	175
16.1. Modelowanie za pomocą narzędzia Otwór (Hole)	177
16.2. Wykorzystanie płaszczyzny konstrukcyjnej.....	179
16.3. Modelowanie przez obrót profilem (Revolve)	182
16.4. Aktualizacja i modyfikacja pozostałych plików projektu K-01-M	184
17. Zadania kontrolne.....	188
18. Co dalej	196
Bibliografia	198
Skorowidz	200

Od Autora

W związku z tym, że zmiany dokonane w wersji 2020 przez producenta programu Autodesk Inventor w stosunku do poprzedniej wersji 2019 są symboliczne w rozumieniu metodyki projektowania, uznaliśmy wraz z Wydawcą, że publikowanie kolejnej, kompleksowej wersji wydawanego dotychczas corocznie podręcznika *Autodesk Inventor Professional – Metodyka projektowania...* [2] nie znajduje uzasadnienia.

W związku z tym w bieżącym roku przygotowaliśmy podręcznik o objętości około 200 stron *Autodesk Inventor – Podstawy metodyki projektowania...*, który został napisany od podstaw.

Stanowi moją odpowiedź na pytanie „**W jaki sposób nauczyć skutecznie studenta, ucznia, inżyniera ... poprawnej metodyki parametrycznego projektowania 3D i redagowania dokumentacji 2D i 3D, mając do dyspozycji niewielką i ciągle malejącą liczbę godzin zajęć**”.

Od wielu lat co roku ulepszam tę metodykę, „testując ją na” dziesiątkach studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych oraz uczestnikach szkoleń.

Te *Podstawy metodyki* to **nie są** jedynie *Pierwsze kroki*. Zawierają metodycznie poprawne i zweryfikowane tysiącami godzin zajęć efektywne ćwiczenia i absolutne minimum wiedzy teoretycznej pozwalające na samodzielne zrealizowanie wszystkich etapów modelowania 3D i redagowania dokumentacji 2D i 3D oraz utworzenie poprawnego projektu, tzn. łatwego do modyfikacji, która jest istotą procesu projektowania. Spotykam także doświadczonych konstruktorów wykonujących złożone projekty w bardzo nieefektywny sposób.

Stosowany jest poprawny język techniczny, którego próżno szukać w wielu znanych mi publikacjach dotyczących bardzo niepoprawnie przetłumaczonych na język polski systemów CAD.

Czytelnicy, którzy zdecydują się wykorzystać ten podręcznik do nauki podstaw poprawnej metodyki projektowania, mogą łatwo przejść do studiowania w szerokim zakresie za pomocą pozycji [2], także w przypadku wersji 2020 i nowszych wersji programu Autodesk Inventor.

Koncepcja i zawartość podręcznika

- Podręcznik pozwala efektywnie nauczyć się podstaw projektowania wyrobów za pomocą programu **Autodesk Inventor 2020** (także **2019**) oraz **nowszych** w polskiej lub angielskiej wersji językowej.

- Integralną częścią podręcznika są **przykłady i zadania, które można nieodpłatnie pobrać za strony WWW wydawnictwa**. Umożliwiają one osiągnięcie zakładanej efektywności szkolenia (patrz podrozdział *4.1. Instalacja plików dodatkowych*).

- Materiały do pobrania zawierają dwa zestawy plików w formatach zapisu wersji **2019** oraz **2020** programu.

Trzydziestodniową wersję testową programu Autodesk Inventor 2020, o pełnych możliwościach, można nieodpłatnie pobrać ze strony producenta:

<https://www.autodesk.pl/products/inventor/free-trial>

3.1. Zawartość programowa

- Zakres materiału podręcznika wynika przede wszystkim z **wieloletniego doświadczenia** dydaktycznego i zawodowego autora oraz **jego wizji i metodyki kształcenia** w zakresie szeroko rozumianego procesu komputerowo wspomagane projektowania (CAD), stosowanych z powodzeniem od wielu lat na polskich uczelniach i w autoryzowanych centrach szkolenia.

3.2. Zakładany efekt i metodyka szkolenia

- Program zawartego w podręczniku kursu został dobrany w taki sposób, aby po jego przerobieniu Czytelnik był w stanie zrealizować **samodzielnie**, bez konieczności dodatkowego szkolenia, **podstawowe etapy parametrycznego projektowania 3D** i redagowania dokumentacji **3D i 2D**.

3.3. Przeznaczenie

- Podręcznik pozwala przeprowadzić statutowe **zajęcia** laboratoryjne z przedmiotów kategorii **Komputerowe Wspomaganie Projektowania (CAD)**, **na studiach I i II stopnia** na uczelniach technicznych oraz w innych szkołach technicznych.
- Może być stosowany zarówno na kursach zorganizowanych, jak i **do samodzielnej nauki**. Od Czytelnika nie jest wymagane specjalistyczne przygotowanie.
- Większość materiału stanowią ćwiczenia.
- Podręcznik jest przeznaczony także do stosowania na kursach w **Autoryzowanych Centrach Szkolenia Autodesk (ATC)**.

Zastosowano konsekwentnie jednolity sposób formatowania zadań i ćwiczeń, także wplecionych w treść rozdziałów. Powinno to umożliwić szybkie znalezienie takich zadań i ćwiczeń Czytelnikom, którzy preferują naukę wyłącznie za pomocą ćwiczeń praktycznych.

3.4. Proponowane etapy i pracowalność procesu nauki

Pracowalność procesu nauki zależy oczywiście od przyjętej metody studiowania i indywidualnych cech studiującego.

3.4.1. Nauka metodą samokształcenia

- Opanowanie podstaw metodyki projektowania wymaga przerobienia całości materiału z rozdziałów od 1 do 15. Nie jest konieczne przerabianie pozostałych dwóch rozdziałów.

- Efektywne przerobienie materiału z rozdziałów od 1 do 15 metodą samokształcenia wymaga od 8 do 12 godzin lekcyjnych.

- Jako test nabytych umiejętności należy zastosować **Zadanie ZK2** (patrz rozdział 17. *Zadania kontrolne*).

Przerobienie pozostałych rozdziałów (16 i 17), choć nie jest konieczne, zwiększy istotnie efektywność i trwałość zdobytej wiedzy i umiejętności oraz ułatwi przejście do nauki w szerokim zakresie, np. za pomocą podręcznika [2] (patrz rozdział 18. *Co dalej*).

3.4.2. Nauka pod kierunkiem nauczyciela

- Opanowanie podstaw metodyki projektowania wymaga przerobienia większości materiału z rozdziałów od 1 do 15. Nie jest konieczne przerabianie pozostałych dwóch rozdziałów.

Prowadzący zajęcia może zrezygnować ze wspólnego przerabiania części materiału z rozdziałów od 1 do 15, proponując studium ich samodzielne przestudiowanie.

- Efektywne przerobienie materiału z rozdziałów od 1 do 15 pod kierunkiem nauczyciela wymaga od 4 do 6 godzin lekcyjnych.

Przerobienie pozostałych rozdziałów (16 i 17) powinno być zalecone do samodzielnego przerobienia przez studium. Zwiększy to istotnie efektywność i trwałość zdobytej wiedzy i umiejętności oraz ułatwi przejście do nauki w szerokim zakresie, np. za pomocą podręcznika [2] (patrz rozdział 18. *Co dalej*).

- Jako test nabytych umiejętności należy zastosować **Zadanie ZK2** (patrz rozdział 17. *Zadania kontrolne*).

3.5. Autor

Zastosowana w podręczniku **metodyka szkolenia stanowi oryginalny dorobek autora**, oparty na wieloletnim doświadczeniu przemysłowym i trzydziestoletniej praktyce szkoleniowej w zakresie programu Autodesk Inventor i innych systemów CAD (*Computer Aided Design*), także w Autoryzowanym Centrum Szkolenia Autodesk, w którym prowadzi szkolenia i którym z powodzeniem kieruje od wielu lat. Posiada status **Autodesk Certified Professional**, **Autodesk Certified Instructor** i inne.

3.5.1. Literatura drukowana

Autor **od 1992 roku pisze podręczniki parametrycznego** projektowania 2D i 3D, a także uczestniczy w opracowywaniu polskich wersji systemów CAD [4-8].

Wybrane, z listy kilkuset podręczników i prac naukowych, pozycje obrazujące rozwój systemów CAD w Polsce i udział autora w tym procesie można znaleźć w rozdziale *Bibliografia* [2-4, 7-8].

3.5.2. Blog

Blog autora [5] można znaleźć pod adresem **<http://cadaj.blogspot.com>**

3.5.3. Kanał YouTube

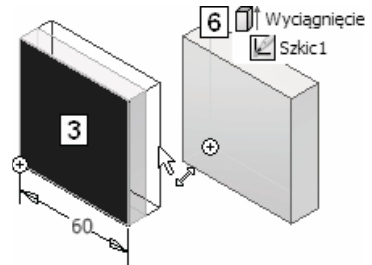
Adres URL kanału w serwisie YouTube to: **<http://www.youtube.com/andjask>** [6]. Można tam znaleźć przede wszystkim prezentacje wideo omawiające zagadnienia wykraczające poza zakres tego podręcznika.




9.6. Krok 5 – modelowanie elementu bazowego

Przypomnijmy ten krok instrukcji sformułowany w podrozdziale 8.3. *Typowy przebieg procesu modelowania części:*

- Wykonać **operację modelowania elementu bazowego (6)** za pomocą **profilu (3)**



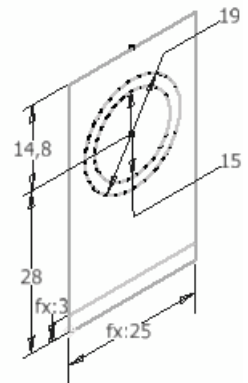
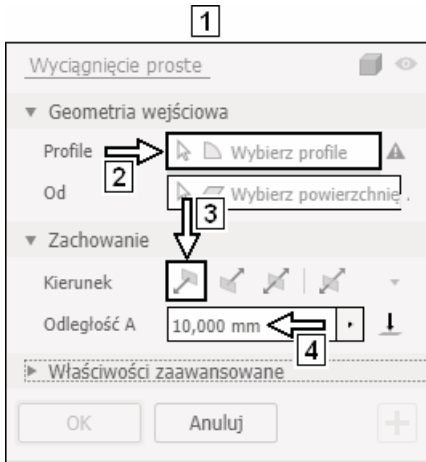
Kontynuować ćwiczenia w otwartym pliku:  ZAMEK. ipt



- Z położonego na karcie **Model 3D** panelu **Utwórz** (Create) wybrać przycisk narzędzia **Wyciągnięcie proste** (Extrude) ( E)

Efekt jest widoczny na rysunku 1

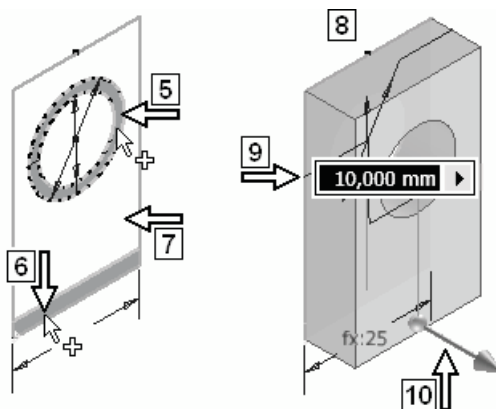
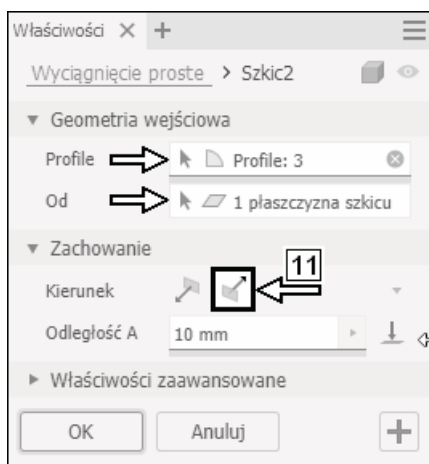
W oknie narzędzia aktywne jest pole wyboru profilu (2), domyślny kierunek (3) i metoda modelowania oraz domyślna (wprowadzona poprzednio) odległość (4)



- W celu uzyskania maksymalnej efektywności modelowania należy wykonywać operacje w kolejności, w jakiej proponuje je „inteligentne” okno dialogowe narzędzia:
wybór profilu --> wybór kierunku --> wpisanie odległości.

- Wybrać kliknięciem pierścień (5)
Pierścień po wybraniu zmieni kolor

- W przypadku trudności z wyborem pierścienia ustawić na nim kursor (bez ruchu) i poczekać na paletę narzędzia **Wybierz inny ...** (Select Other...) (patrz podrozdział 8.7. *Pomiary modelu części WSP*)

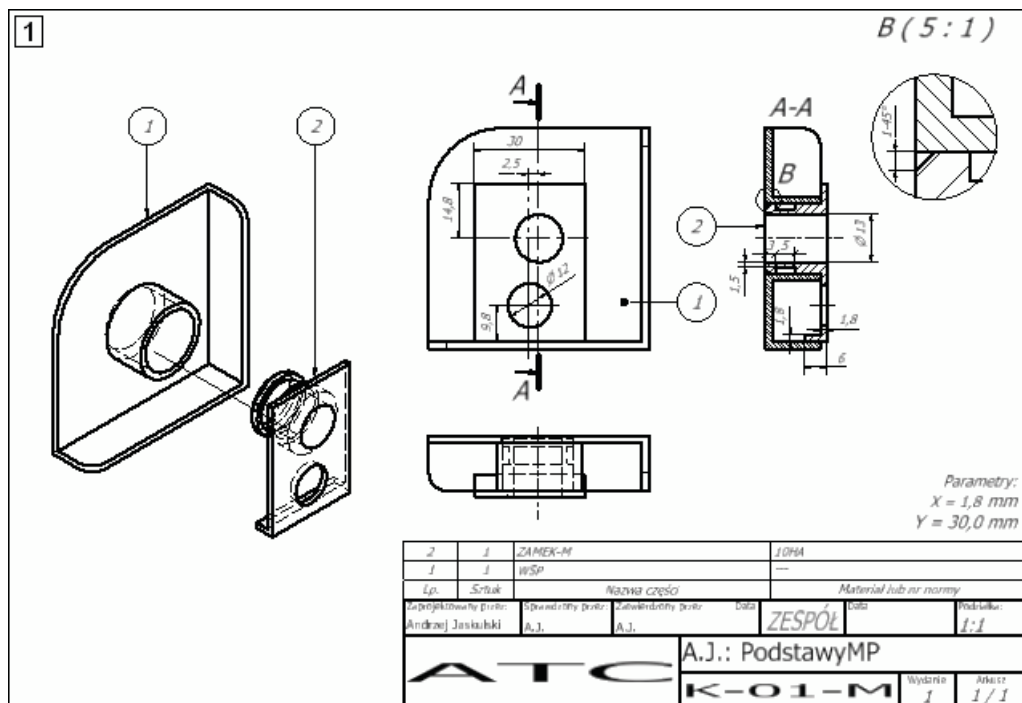


- Wybrać kliknięciem prostokąt (6)
Prostokąt po wybraniu zmieni kolor




- Nie zaczynać od wybierania obszaru 7. Jeżeli wybierzemy go jako pierwszy, to podgląd tworzonej bryły (8) zasłoni profil i jest bardzo prawdopodobne, że zapomnimy wybrać obiekty 5 i 6.

- Wybrać kliknięciem obszar 7
Efekt jest widoczny na rysunku 8
Program proponuje domyślną odległość modelowania 9 i kierunek modelowania 10

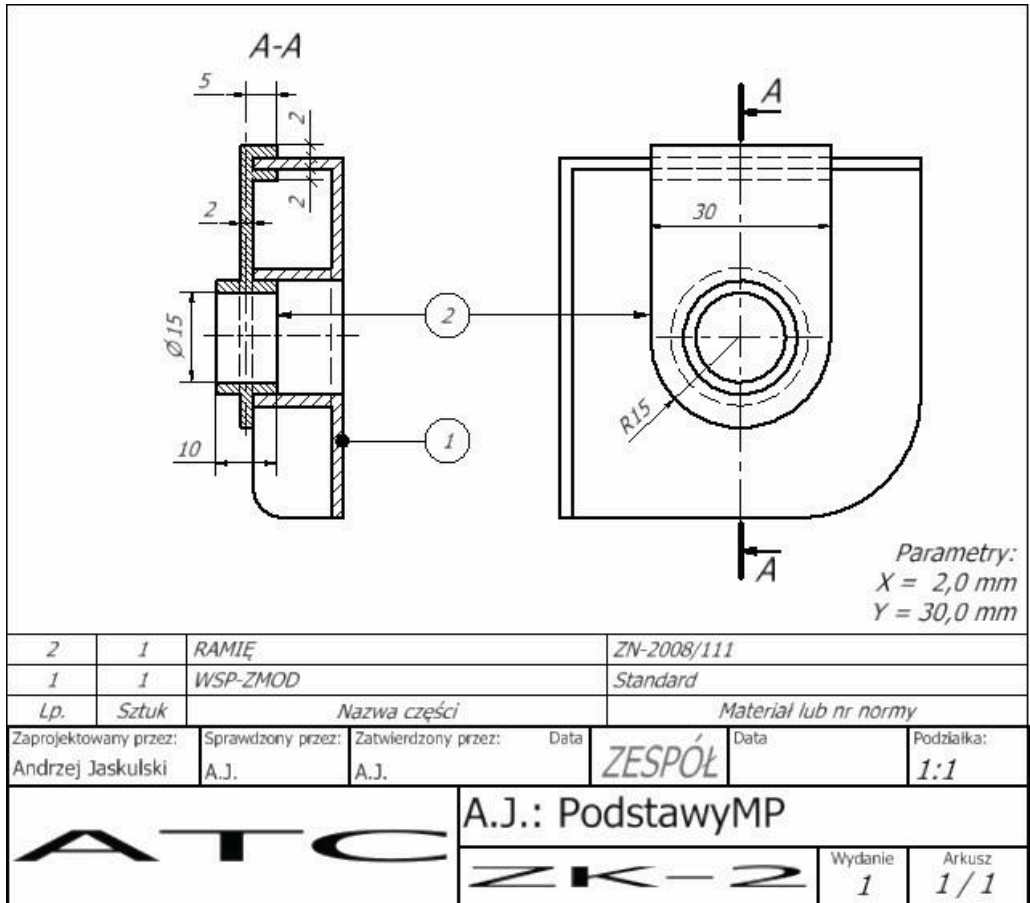
Zadanie K03: Zmodyfikować projekt: **K-01-M** do postaci jak na rysunku 1.



Czytelne wymiary obiektów pokazano na rysunku 2.

Zadanie ZK2: Wykonać: **model części:**  RAMIE.ipt
model zespołu:  ZK-2.iam
dokumentację 2D zespołu:  ZK-2.idw
 jak na rysunku.

Format arkusza A4, podziałka rysunkowa 1:1.



Spełnić następujące warunki:

- zastosować najmniejszą możliwą liczbę szkiców i elementów bryłowych,
- nie stosować adaptacyjności ani modelowania w kontekście zespołu z zespolonym rzutowaniem krawędzi [2],
- wygląd obiektów i ich usytuowanie mają być dokładnie takie jak na rysunku, z dokładnością do położenia tekstów wymiarowych itp.,

Co dalej

Po przerobieniu materiału zawartego w tym podręczniku Czytelnicy pragnący podwyższyć kwalifikacje mogą to zrobić za pomocą książki [2]:

Jaskulski A.: *Autodesk Inventor Professional 2019PL / 2019+ / Fusion 360. Metodyka projektowania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018, stron 1223.

- Ten obszerny podręcznik jest przeznaczony dla osób pragnących efektywnie nauczyć się projektowania wyrobów i zarządzania ich dokumentacją za pomocą programów:
 - **Autodesk Inventor Professional**,
 - **Autodesk Fusion 360** (wersja typu **Cloud Computing**).
- Podręcznik umożliwia przygotowanie się do egzaminu certyfikacyjnego **Inventor Certified Professional**.
- Można w nim także znaleźć przewodnik po typowych szkoleniach – podrozdział **1.5. Realizacja typowych szkoleń (Learning Paths)**.

- Podręcznik został napisany w taki sposób, aby umożliwiał pracę za pomocą wersji **2019** i **2019-PL** oraz kolejnych, nowszych wersji systemu **Autodesk Inventor**.
- Dołączona płyta zawiera omawiane w książce przykłady, zadania, a także elementy konfiguracyjne, które nie występują w oryginalnym programie 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**.

Jego zawartość programowa jest także zgodna z angielskojęzycznymi oficjalnymi materiałami szkoleniowymi Autodesk (**AOTG** – Autodesk Official Training Guide) publikowanymi od 2011 roku przez zewnętrznych, w stosunku do Autodesk, wydawców. Zawarty w nim kurs obejmuje wszystkie zagadnienia występujące w materiałach AOTG *Autodesk® Inventor® Introduction to Solid Modeling* oraz część zagadnień materiałów:

Autodesk Inventor Advanced Assembly Modeling,

Autodesk Inventor Advanced Part Modeling,

Autodesk Inventor Sheet Metal Design,

Autodesk Inventor iLogic.

- Podręcznik zawiera także wiele **niezbędnych każdemu inżynierowi zagadnień**, które nie występują w żadnym z wyżej wymienionych oficjalnych materiałów szkoleniowych.
- Zdobycie podobnego zakresu wiedzy jak podczas samokształcenia za jego pomocą wymagałoby ukończenia kilku kursów w Autoryzowanym Centrum Szkolenia Autodesk.