

# INVENTOR

## Podstawy projektowania



### Spraw, by Inventor nie miał przed Tobą tajemnic

- Poznaj najnowsze środowisko do projektowania przestrzennego
- Naucz się tworzyć szkice 2D i modelować w trzech wymiarach
- Opanuj narzędzia do tworzenia zespołów i techniki ich prezentacji



**Helion**

Bogdan Noga

## » Idź do

- Spis treści
- Przykładowy rozdział

## » Katalog książek

- Katalog online
- Zamów drukowany katalog

## » Twój koszyk

- Dodaj do koszyka

## » Cennik i informacje

- Zamów informacje o nowościach
- Zamów cennik

## » Czytelnia

- Fragmenty książek online

## » Kontakt

Helion SA  
ul. Kościuszki 1c  
44-100 Gliwice  
tel. 32 230 98 63  
e-mail: helion@helion.pl  
© Helion 1991–2011

## Inventor. Podstawy projektowania

Autor: Bogdan Noga  
ISBN: 978-83-246-2740-0  
Format: 168×237, stron: 464



### Spraw, by Inventor nie miał przed Tobą tajemnic

- Poznaj najnowsze środowisko do projektowania przestrzennego
- Naucz się tworzyć szkice 2D i modelować w trzech wymiarach
- Opanuj narzędzia do tworzenia zespołów i techniki ich prezentacji

Inventor to jedno z najczęściej używanych środowisk do wspomaganego komputerowo projektowania części i zespołów mechanicznych. Rosnąca popularność aplikacji, duże możliwości w zakresie tworzenia dokumentacji, cyfrowego prototypowania, symulacji działania mechanizmów i wymiany danych projektowych oraz wsparcie zapewniane przez producenta programu gwarantują, że czas poświęcony na jego naukę okaże się doskonałą inwestycją w przyszłość.

Rozpoczęcie przygody z Inventorem znakomicie ułatwi książka „Inventor 2011 PL. Pierwsze kroki”. Podręcznik „za rękę” poprowadzi początkującego użytkownika przez świat projektowania technicznego, przedstawiając podstawowe informacje o programie i sposobach jego stosowania. Czytelnik dowie się, do czego służą poszczególne narzędzia i jak skonfigurować interfejs aplikacji. Pozna metody tworzenia i edytowania płaskich rysunków, brył trójwymiarowych i całych zespołów. Zagadnienia związane z symulowaniem działania mechanizmów oraz animowaniem procesów ich montażu i demontażu nie będą stanowiły już żadnego problemu.

Poszczególne tematy przedstawiane są w bardzo praktyczny sposób, dzięki czemu podręcznik doskonale nadaje się do samodzielnej nauki korzystania z najnowszej wersji środowiska Inventor, stanowiąc jednocześnie świetny materiał pomocniczy na kursach i szkoleniach z obsługi tego programu.

- Elementy interfejsu programu Inventor i sposoby ich używania
- Tworzenie szkiców w oparciu o wiązania geometryczne i wymiarowe
- Generowanie trójwymiarowych brył, przekształcanie ich i łączenie
- Korzystanie z biblioteki elementów znormalizowanych
- Symulacja ruchu oraz animowanie montażu i demontażu zespołów
- Tworzenie dokumentacji technicznej części i złożeń
- Praktyczne przykłady różnorodnych zastosowań Inventora

**Z przyjemnością rozpocznij praktyczną naukę obsługi jednego z najpopularniejszych środowisk do trójwymiarowego projektowania układów mechanicznych!**

# Spis treści

<b>Rozdział 1. Wprowadzenie do programu Autodesk Inventor .....</b>	<b>7</b>
1.1. Uruchamianie programu .....	7
1.2. Interfejs użytkownika .....	9
1.2.1. Okno programu Inventor .....	9
1.2.2. Podpowiedzi systemu .....	11
1.2.3. Przeglądarka menu .....	11
1.2.4. Pasek szybkiego dostępu .....	13
1.2.5. Karty wstążek .....	13
1.2.6. Panele wstążki .....	14
1.3. Praca z programem Autodesk Inventor .....	15
1.3.1. Tworzenie szkicu .....	15
1.3.2. Generowanie brył .....	17
1.4. Oglądanie modeli .....	19
1.4.1. Przesuwanie .....	19
1.4.2. Powiększanie i pomniejszanie modeli .....	20
1.4.3. Obracanie .....	22
1.5. Wyświetlanie modeli .....	23
1.5.1. Styl wizualny .....	23
1.5.2. Wyświetlanie cieni .....	25
1.5.3. Odbicia .....	26
1.5.4. Oświetlenie .....	26
1.5.5. Widoki kamery .....	27
1.5.6. Wyświetlanie tekstury .....	28
1.5.7. Właściwości fizyczne .....	29
1.6. Modyfikacja modeli .....	30
1.6.1. Edycja elementu .....	30
1.6.2. Edycja szkicu .....	31
1.6.3. Uchwyty 3D .....	33
1.6.4. Minipaski narzędzi .....	34
1.7. Otwieranie i zapisywanie plików .....	34
1.7.1. Uruchamianie nowego szablonu .....	34
1.7.2. Uruchamianie istniejącego pliku .....	35
1.7.3. Zapisywanie plików modeli .....	37
1.7.4. Eksportowanie danych .....	37
1.8. Idea pracy w programie Autodesk Inventor .....	39
1.8.1. Praca modułowa .....	39
1.8.2. Definiowanie projektu .....	41

<b>Rozdział 2. Wykreślanie szkiców .....</b>	<b>47</b>
2.1. Praca ze szkicem .....	47
2.1.1. Uruchamianie środowiska szkicu .....	47
2.1.2. Narzędzia do wykreślenia szkicu .....	48
2.1.3. Metodyka wykreślenia geometrii szkicu .....	51
2.1.4. Podpowiedzi w belce statusowej .....	51
2.1.4. Linie śledzenia .....	52
2.1.5. Wskazywanie obiektów .....	53
2.1.6. Usuwanie obiektów .....	53
2.1.7. Układ współrzędnych .....	54
2.2. Wiązania geometryczne .....	55
2.2.1. Czym są wiązania geometryczne .....	55
2.2.2. Tryby lokalizacji .....	56
2.2.3. Wiązanie poziome .....	57
2.2.4. Wiązanie pionowe .....	58
2.2.5. Wiązanie współliniowości .....	58
2.2.6. Wiązanie zgodności .....	60
2.2.7. Wiązanie symetryczności .....	61
2.2.8. Wiązanie prostopadłości .....	62
2.2.9. Wiązanie równoległości .....	63
2.2.10. Wiązanie równości .....	64
2.2.11. Wiązanie koncentryczności .....	65
2.2.12. Wiązanie styczności .....	66
2.2.13. Wiązanie mocujące .....	67
2.3. Edycja wiązań geometrycznych .....	68
2.3.1. Kontrola zdefiniowanych wiązań .....	68
2.3.2. Wyświetlanie zdefiniowanych wiązań .....	68
2.3.3. Usuwanie wiązań .....	69
2.3.4. Ukrywanie wyświetlonych wiązań .....	69
2.3.5. Widoczność wiązań .....	69
2.3.6. Wyświetlanie stopni swobody .....	70
2.3.7. Automatyczne tworzenie wiązań .....	72
2.4. Wiązania wymiarowe .....	73
2.4.1. Czym są wiązania wymiarowe .....	73
2.4.2. Wymiarowanie liniowe .....	74
2.4.3. Przewymiarowanie geometrii .....	75
2.4.4. Wymiar sterowany .....	75
2.4.5. Edycja wymiarowania .....	75
2.4.6. Tworzenie wyrażeń .....	76
2.5. Wykreślanie obiektów graficznych .....	81
2.5.1. Linia .....	81
2.5.2. Łuk styczny .....	84
2.5.3. Okrąg .....	87
2.5.4. Prostokąt .....	89
2.5.5. Łuk .....	92
2.5.6. Elipsa .....	95
2.5.7. Wielobok .....	96
2.5.8. Tekst .....	96
2.6. Edycja obiektów graficznych .....	97
2.6.1. Zaokrąglanie .....	97
2.6.2. Fazowanie .....	99
2.6.3. Lustrzane odbicie .....	103
2.6.4. Szyk prostokątny .....	105
2.6.5. Szyk kołowy .....	110

2.6.6. Ucinanie .....	113
2.6.7. Kopiowanie .....	117
2.6.8. Odsunięcie .....	121
<b>Rozdział 3. Generowanie modeli brytowych .....</b>	<b>127</b>
3.1. Wprowadzenie .....	127
3.2. Narzędzia do modelowania części .....	128
3.3. Elementy szkicowane .....	130
3.3.1. Wyciągnięcie proste .....	131
3.3.2. Obrót .....	155
3.3.3. Przeciągnięcie .....	164
3.3.4. Płaszczyzna konstrukcyjna .....	172
3.3.5. Oś konstrukcyjna .....	175
3.3.6. Punkt konstrukcyjny .....	176
3.3.7. Wyciągnięcie złożone .....	177
3.3.8. Zwój .....	184
3.3.9. Żebro .....	186
3.3.10. Podziel .....	192
3.3.11. Pochylenie ściany .....	194
3.3.12. Współdzielenie szkicu .....	200
3.4. Elementy wstawiane .....	205
3.4.1. Zaokrąglenie elementów .....	205
3.4.2. Fazowanie elementów .....	215
3.4.3. Gwint .....	219
3.4.4. Otwór .....	226
3.4.5. Szyk kołowy elementów .....	243
3.4.6. Szyk prostokątny elementów .....	247
3.4.7. Odbicie lustrzane elementów .....	251
3.4.8. Skorupa .....	253
<b>Rozdział 4. Tworzenie zespołów .....</b>	<b>257</b>
4.1. Wprowadzenie do środowiska zespołu .....	257
4.1.1. Uruchamianie środowiska .....	257
4.1.2. Narzędzia do tworzenia zespołów .....	258
4.2. Techniki tworzenia zespołów .....	260
4.2.1. Technika „od dołu do góry” .....	260
4.2.2. Technika „od góry do dołu” .....	270
4.2.3. Technika mieszana .....	279
4.3. Edycja zespołu .....	290
4.3.1. Modyfikacja komponentów .....	290
4.3.2. Widoczność komponentów .....	291
4.3.3. Utwierdzanie komponentów .....	292
4.3.4. Edycja wiązań dla komponentów .....	293
4.4. Wiązania zespołu .....	294
4.4.1. Wiązania zestawiające .....	296
4.4.2. Sterowanie wiązaniami .....	308
4.4.3. Wiązania kątowe .....	314
4.4.4. Wiązania styczności .....	323
4.4.5. Wiązania wstawiające .....	327
4.5. Wiązania ruchu .....	332
4.5.1. Wiązania obrotowe .....	334
4.5.2. Zespół kontaktowy dwóch kół zębatach .....	342
4.5.3. Wiązania obrotowo-przesuwne .....	345

<b>Rozdział 5. Prezentacja zespołu .....</b>	<b>351</b>
5.1. Uruchamianie szablonu prezentacji .....	351
5.2. Projekt zespołu połączenia śrubowego .....	352
5.3. Automatyczne tworzenie prezentacji .....	358
5.4. Ręczne tworzenie prezentacji .....	360
5.5. Edycja prezentacji zespołu .....	366
5.6. Precyzyjne obracanie widoku prezentacji .....	367
5.7. Animacja prezentacji zespołu .....	368
<b>Rozdział 6. Dokumentacja techniczna .....</b>	<b>369</b>
6.1. Narzędzia do tworzenia dokumentacji płaskiej .....	369
6.2. Arkusz, ramka i tabelka rysunkowa .....	371
6.2.1. Tworzenie i edycja arkusza .....	371
6.2.2. Tworzenie i edycja ramki rysunkowej .....	373
6.2.3. Tworzenie i edycja tabelki rysunkowej .....	374
6.3. Tworzenie widoków rysunków .....	378
6.3.1. Widok bazowy .....	383
6.3.2. Rzut .....	385
6.3.3. Szczegół .....	386
6.3.4. Przerwanie .....	387
6.4. Tworzenie przekrojów na rysunkach .....	390
6.4.1. Przekrój .....	390
6.4.2. Tworzenie półprzekroju .....	397
6.4.3. Wyrwanie .....	401
6.5. Narzędzia do opisu rysunków .....	410
6.6. Wymiarowanie .....	411
6.6.1. Wymiar .....	412
6.6.2. Edycja wymiarowania .....	413
6.6.3. Wymiarowanie średnic i promieni .....	417
6.6.4. Wymiarowanie od bazy .....	417
6.7. Opisywanie rysunków .....	420
6.7.1. Linia środkowa .....	420
6.7.2. Dwusieczna linii środkowej .....	420
6.7.3. Szyk wyśrodkowany .....	421
6.7.4. Znacznik środka .....	421
6.7.5. Opis otworu i gwintu .....	422
6.7.6. Tabela otworów .....	422
6.8. Dodawanie symboli .....	424
6.8.1. Symbol chropowatości powierzchni .....	424
6.8.2. Tolerancja kształtu i położenia .....	426
6.8.3. Symbol identyfikatora bazy .....	429
6.9. Opis rysunku złożeniowego .....	430
6.9.1. Przygotowanie złożenia .....	430
6.9.2. Widoki i przekroje złożenia .....	436
6.9.3. Numerowanie pozycji .....	442
6.9.4. Edycja numerowania pozycji .....	442
6.9.5. Lista części .....	445
6.9.6. Edycja listy części .....	446
<b>Skorowidz .....</b>	<b>449</b>

## Rozdział 4.

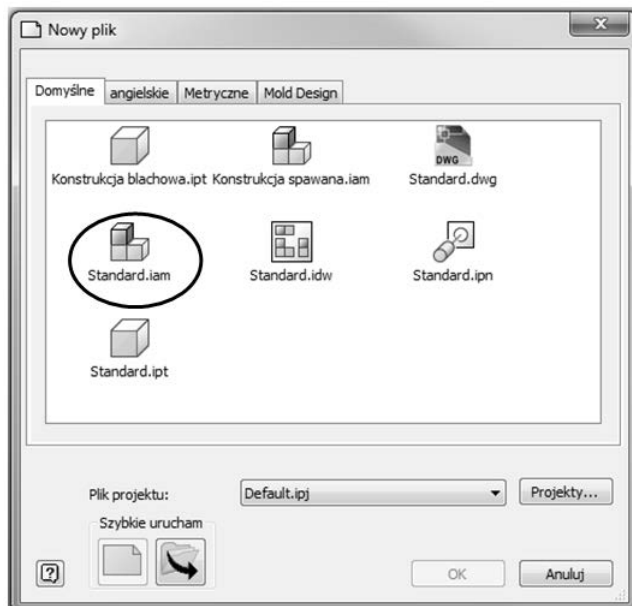
# Tworzenie zespołów

## 4.1. Wprowadzenie do środowiska zespołu

### 4.1.1. Uruchamianie środowiska

Modelowanie zespołów dostępne jest w *szablone zespołu \*.iam* (rysunek 4.1), który udostępnia polecenia ich obsługi. Jednym z głównych celów ich tworzenia jest wykonanie dokumentacji rysunkowej projektu. Program umożliwia tworzenie rysunków złożeniowych na podstawie zdefiniowanych wcześniej modeli części. Podobnie jak w przypadku projektowania tych ostatnich, wszystkie zmiany w modelu zespołu będą odzwierciedlane w dokumentacji, która jest połączona z jego plikiem.

**Rysunek 4.1.**  
*Uruchamianie środowiska zespołu*



*Plik zespołu (\*.iam)* przechowuje informacje, które są potrzebne do zmontowania wygenerowanych wcześniej komponentów. Wszystkie części w zespole są odnośnikami, co oznacza, że każda z nich zapisana jest w jej własnym pliku (\*.ipt), a do zespołu dołączana jest tylko jej definicja. Elementy można edytować zarówno z poziomu środowiska zespołu, jak i z poziomu środowiska części.

Podczas opracowywania projektu mechanicznego w programie Autodesk Inventor stosuje się zwykle kilka kolejnych kroków:

- ◆ zaplanowanie struktury bieżącego zespołu oraz wygenerowanie części i podzespołów na jego potrzeby;
- ◆ wczytanie wygenerowanych części do środowiska zespołu lub generowanie ich z poziomu złożenia;
- ◆ ustalenie części bazowej zespołu, która będzie stanowiła odniesienie dla pozostałych elementów i podzespołów;
- ◆ pozycjonowanie względem siebie wczytanych części za pomocą wiązań zespołów;
- ◆ analizowanie zdefiniowanego zespołu, czyli kontrola kolizji detali i sprawdzenie własności fizycznych zespołu jako całości oraz poszczególnych jego części;
- ◆ tworzenie prezentacji montażu i demontażu zespołu;
- ◆ generowanie rysunku złożeniowego oraz rysunków wykonawczych poszczególnych części.

Rozpoczynając nowy projekt w szablonie *Standard.iam*, użytkownik ma możliwość budowania pełnego, trójwymiarowego modelu, składającego się z szeregu części i podzespołów. W odróżnieniu od techniki projektowania na desce kreślarskiej, całą uwagę koncentruje się na zbudowaniu modelu, który będzie odzwierciedleniem rzeczywistego urządzenia. Mając nieograniczoną przestrzeń roboczą, należy określić go w wymiarach rzeczywistych. Możliwości modelowania programu Inventor pozwalają stworzyć projekt, który będzie zawierał wszystkie cechy obiektu. Na etapie projektowania model urządzenia i jego poszczególne części można poddawać analizom, korzystając z różnego rodzaju wbudowanych modułów lub niezależnych programów.

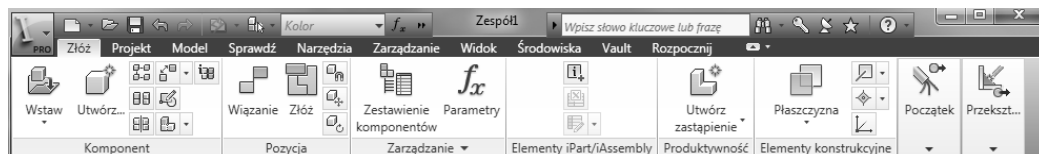
**Środowisko zespołu** umożliwia łączenie części i podzespołów w celu stworzenia modelu, który działa jako pojedynczy moduł. Jego elementy składowe są ze sobą połączone za pomocą wiązań zespołu. Można edytować poszczególne elementy lub cały projekt, a także zdefiniować grupę elementów, które wchodzi w interakcje z wieloma częściami.

W zespole można grupować części i tworzyć z nich jeden moduł — podzespół. Może on być następnie wykorzystywany w innych zespołach. Łączenie podzespołów w jeden model ułatwia zarządzanie jego modyfikacjami.

## 4.1.2. Narzędzia do tworzenia zespołów

Zadaniem konstruktora jest wykonanie projektu urządzenia w wyniku opracowywania pojedynczych części lub zespołów. W gąszczu detali i podzespołów można się zagubić, należy więc nauczyć się określać cel prowadzonych działań. Autodesk Inventor posiada kilka poleceń, które pozwalają na prowadzenie prac edycyjnych oraz ułatwiają poruszanie się po zawartości projektu (rysunek 4.2). Działanie poszczególnych narzędzi związanych





**Rysunek 4.2.** Narzędzia do tworzenia zespołu

z tworzeniem zespołu przedstawione zostało w tabeli 4.1. Nie wyszczególniono w niej poleceń mających takie samo zastosowanie, jak w środowisku części.

**Tabela 4.1.** Opis narzędzi do tworzenia zespołu

Przycisk	Polecenie	Opis
	<i>Wstaw komponent</i>	Kopiowanie utworzonych wcześniej części do pliku zespołu.
	<i>Utwórz komponent</i>	Tworzenie nowej części wewnątrz pliku zespołu.
	<i>Szyk komponentów</i>	Tworzenie jednej lub kilku kopii wybranych komponentów i umieszczanie ich w szyku kołowym lub prostokątnym.
	<i>Kopij</i>	Tworzenie kopii zaznaczonych komponentów. Można powielać komponenty, tworzyć ich nowe wystąpienia lub wyłączać je.
	<i>Odbicie lustrzane</i>	Tworzenie lustrzanego odbicia wybranych komponentów.
	<i>Zamień</i>	Zastępowanie jednego komponentu bieżącego zespołu lub wszystkich jego wystąpień innym komponentem.
	<i>Utwórz układ</i>	Tworzenie arkusza, który przedstawia zespół, podzespół, plan itd. Arkusz korzysta z geometrii szkicu 2D, aby przedstawić komponenty projektu.
	<i>Powłoka</i>	Tworzenie części z istniejącego zespołu. Część powłoki jest uproszczoną wersją zespołu źródłowego, która może zapewnić znaczącą redukcję wielkości pliku w zespołach i aplikacjach.
	<i>Wiązanie</i>	Usuwanie stopni swobody pomiędzy dwoma wybranymi komponentami przez zdefiniowanie ich położenia względem siebie.
	<i>Złóż</i>	Tworzenie wiązań, które decydują o pozycji komponentów zespołu.
	<i>Przesuń</i>	Przeciąganie pojedynczego komponentu w dowolnym liniowym kierunku płaszczyzny widoku.
	<i>Obrót</i>	Obracanie pojedynczych komponentów.
	<i>Zestawienie komponentów</i>	Wyświetlenie zawartości zespołu w postaci sformatowanej tabelki.
	<i>Parametry</i>	Wyświetlanie okna dialogowego, w którym są wyświetlane i edytowane parametry.
	<i>Przewody i wiązki przewodów</i>	Dodawanie do pliku zespołu podzespołu wiązki przewodów o określonej nazwie i położeniu oraz wyświetlanie panelu <i>Kable i wiązki przewodów</i> .
	<i>Przewody rurowe</i>	Aktywowanie środowiska rur i rurek, dzięki czemu można dodawać ich trasy i przebiegi.

## 4.2. Techniki tworzenia zespołów

Pracę ze złożeniem zwykle rozpoczyna się w środowisku zespołu, ponieważ w trybie tym można projektować poszczególne części na podstawie innych, już istniejących geometrii. Tworząc nowe urządzenia, można używać elementów i podzespołów, które powstały na potrzeby wcześniejszych projektów. Jeśli nie będą one podlegały żadnym modyfikacjom, zostaną wczytane jako komponenty zewnętrzne. Są one już zaopatrzone we własne rysunki złożeniowe i wykonawcze.

Jeśli części pochodzące z innych projektów, posiadające własną dokumentację rysunkową, będą musiały zostać zmodyfikowane dla potrzeb aktualnego projektu, należy skopiować ich pliki i zapisać je pod inną nazwą.

Pozycjonowanie względem siebie wczytanych lub wygenerowanych części w programie Inventor odbywa się za pomocą wiązań. Wiązania zespołów zachowują zależności między zestawionymi częściami. Jeśli jeden komponent zmieni swoje położenie, drugi zostanie do niego dopasowany.

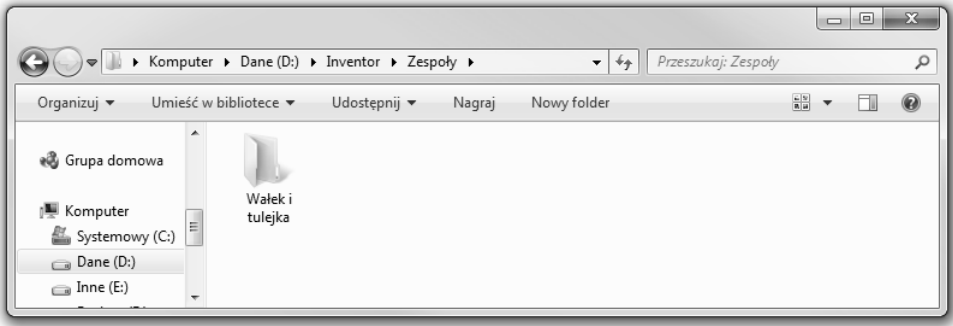
Istnieją trzy metody tworzenia zespołu: „od dołu do góry” (od części do zespołu), „od góry do dołu” (od zespołu do części) oraz kombinacja obu tych technik. Przejście „od dołu do góry” odnosi się do zespołu, w którym wszystkie komponenty były utworzone we własnych plikach i są teraz składane w jeden model. Metoda „od góry do dołu” polega na tym, że wszystkie komponenty są tworzone w kontekście zespołu. Innymi słowy, użytkownik generuje każdy element z najwyższego poziomu złożenia. Fragmenty takie zapisywane są do swoich własnych plików części (\*.*ipt*).

### 4.2.1. Technika „od dołu do góry”

Podczas projektowania techniką „od dołu do góry” w pliku zespołu umieszczane są istniejące części i podzespoły, a położenie komponentów określane jest za pomocą wiązań, takich jak wiązania zestawiające i równoległe. Jeśli to możliwe, elementy powinny być dodawane w kolejności, w jakiej będą składane na etapie produkcji.

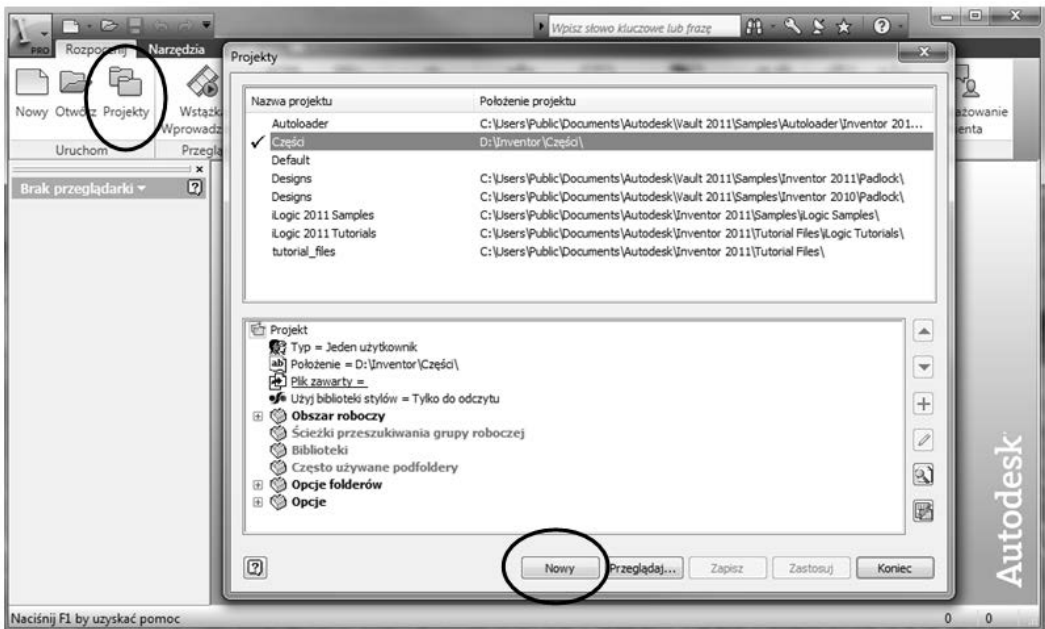
Przy budowaniu struktury zespołu należy ustalić, który z jego komponentów będzie **komponentem odniesienia**. Element taki jest nieruchomy, ma odjęte wszystkie stopnie swobody i stanowi bazę do wiązania innych komponentów. Zwykle jest nim pierwsza wstawiona do zespołu część. Kolejne, w zależności od ich funkcji, będą wiązane zarówno do pierwszego komponentu, jak i do innych.

Przed przystąpieniem do tworzenia nowego projektu przygotowujemy jego lokalizację. Najpierw należy znaleźć odpowiedni folder, który na potrzeby podręcznika umieszczono bezpośrednio na dysku *D:\Inventor*. W katalogu tym znajduje się już folder *Części*, do którego zapisywane były modele bryłowe wygenerowane w dwóch poprzednich rozdziałach. Tym razem nowy folder można nazwać *Zespoły* i będą w nim zapisywane wszystkie części i zespoły wygenerowane w tym rozdziale. Nowy folder można nazwać tak samo jak tworzony projekt, czyli *Walek i tulejka* (rysunek 4.3).



Rysunek 4.3. Definiowanie nowego katalogu

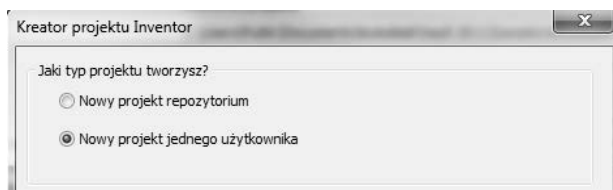
Zmiana istniejącego projektu w Autodesk Inventor będzie polegała na wybraniu polecenia *Projekty* bezpośrednio po uruchomieniu systemu Inventor. W otwartym oknie dialogowym *Projekty* można zobaczyć, który z nich jest projektem bieżącym. W rozpatrywanym przypadku projektem bieżącym jest ten zdefiniowany w rozdziale 1., który został zapisany pod nazwą *Części* (rysunek 4.4).



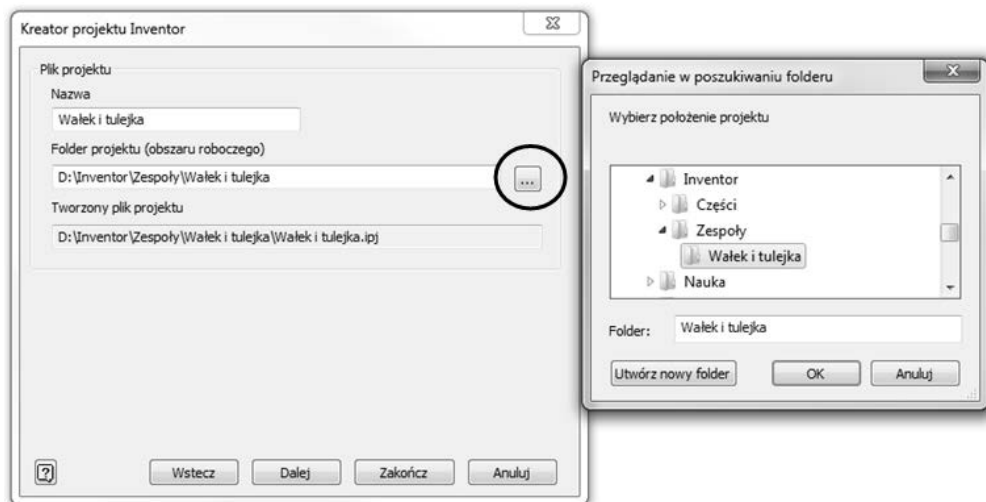
Rysunek 4.4. Uruchomienie okna dialogowego zarządzającego projektami

Utworzenie nowego projektu będzie polegało na kliknięciu przycisku *Nowy*, co spowoduje otwarcie kolejnego okna umożliwiającego wybór typu projektu. Ponieważ projekt będzie wykonywany na pojedynczym stanowisku, można zaznaczyć opcję *Nowy projekt jednego użytkownika* (rysunek 4.5).

**Rysunek 4.5.**  
*Uruchomienie projektu jednego użytkownika*



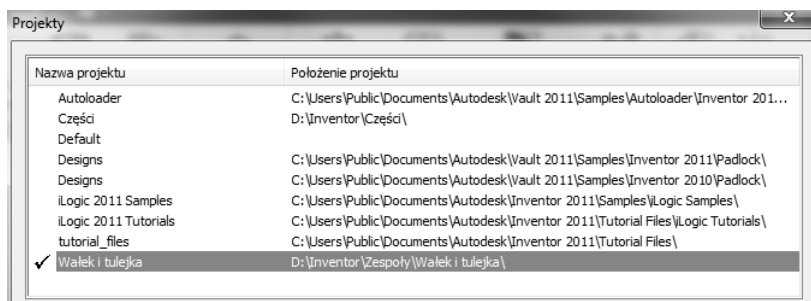
Przejsięcie do kolejnego etapu tworzenia projektu będzie możliwe po wciśnięciu przycisku *Dalej*. Kolejne okienko wyświetlone w kreatorze będzie umożliwiało zdefiniowanie nazwy oraz lokalizacji tworzonego projektu (rysunek 4.6).



**Rysunek 4.6.** *Definiowanie nazwy i położenia pliku projektu*

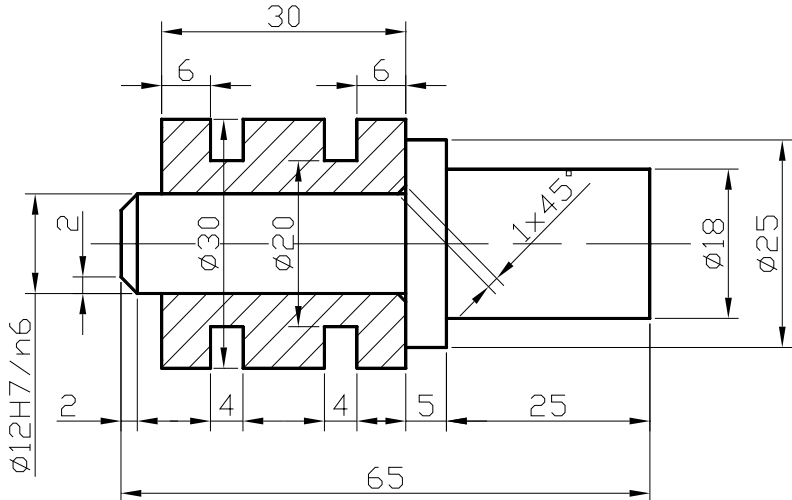
Na tym etapie tworzenia projektu można wcisnąć przycisk *Zakończ* i uaktualnić nowo zdefiniowany projekt jako bieżący dwukrotnym kliknięciem myszką jego nazwy (rysunek 4.7). Ustawienie projektu jako bieżącego nastąpi również po jego zaznaczeniu i wciśnięciu przycisku *Zastosuj*. Przycisk *Koniec* wywołuje okno startu programu, w którym należy kliknąć polecenie *Nowy* i wybrać odpowiednie środowisko pracy.

**Rysunek 4.7.**  
*Definiowanie bieżącego projektu*



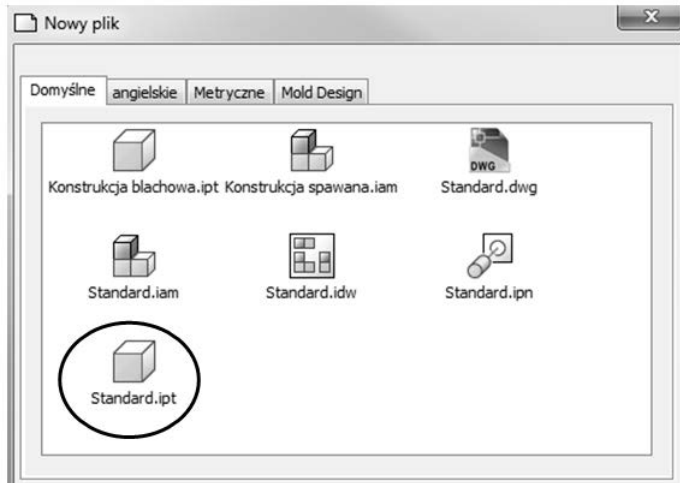
Tworzenie zespołu zobrazowane zostanie na przykładzie bardzo prostego złożenia widocznego na rysunku 4.8. Składa się ono jedynie z dwóch części: wałka i tulejki.

**Rysunek 4.8.**  
Rysunek złożenia  
wałka z tulejką



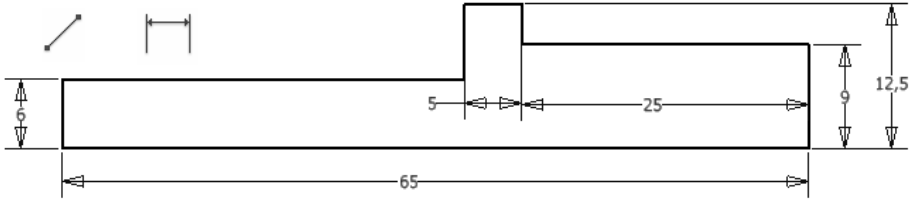
Przed przystąpieniem do tworzenia zespołu za pomocą trzech wymienionych metod należy wygenerować oddzielnie wałek i tulejkę, zapisując je w zdefiniowanym wcześniej specjalnie do tego celu projekcie *Wałek i tulejka*. Elementy te należy projektować po uruchomieniu środowiska części (rysunek 4.9). Należy zwrócić przy tym uwagę na to, aby wszystkie części tworzące zespół znajdowały się w jednym katalogu, co znacznie ułatwi dalszą pracę.

**Rysunek 4.9.**  
Uruchamianie  
środowiska  
pojedynczej części  
dla nowego projektu



Generowanie wałka rozpoczęto od wybrania polecenia *Linia* i naszkicowania jednej połowy jego zarysu zewnętrznego (rysunek 4.10). Wiązania wymiarowe geometrii szkicu zdefiniowano za pomocą polecenia *Wymiar*.

Wygenerowaną geometrię wałka, w celu utworzenia modelu bryłowego, można obrócić wokół osi po użyciu polecenia *Obrót* (rysunek 4.11). W tym przypadku należy zdefiniować kąt pełny.



Rysunek 4.10. Geometria szkicu połowy wałka



Rysunek 4.11. Obracanie geometrii szkicu wałka

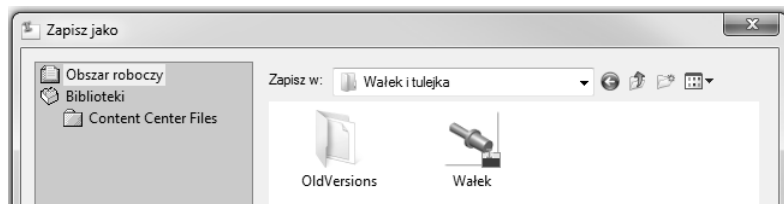
Ścięcie krawędzi na czopie można przeprowadzić, używając polecenia *Fazowanie*. Po wskazaniu myszką krawędzi do ścięcia należy określić jego wielkość (rysunek 4.12). W tym przypadku będą to jednakowe długości ścięć równe 2 mm.



Rysunek 4.12. Ścięcie krawędzi na modelu bryłowym wałka

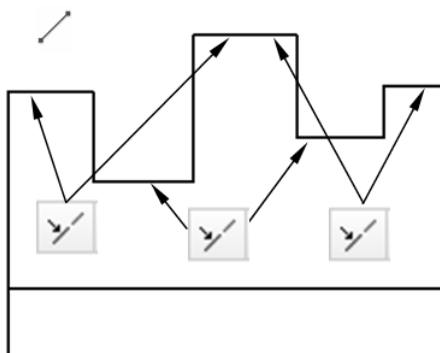
Wałek w postaci modelu bryłowego należy zapisać w katalogu nowo utworzonego projektu *Wałek i tulejka*. Będą tam umieszczane wszystkie pliki związane z aktualnie projektowanym złożeniem. Plikowi zapisywanej części nadajemy nazwę *Wałek* (rysunek 4.13). Po zapisaniu części jej plik można zamknąć, ponieważ każda część w złożeniu musi być wykonana przy użyciu nowego szablonu.

**Rysunek 4.13.**  
Zapisanie  
w bieżącym  
katalogu modelu  
bryłowego wałka

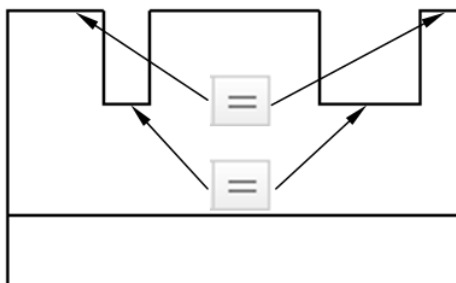


Drugą częścią wchodzącą w skład złożenia jest tulejka. Zaczynamy od uruchomienia szablonu *Standard.ipt* oraz stworzenia geometrii szkicu za pomocą polecenia *Linia*. Utworzoną geometrię szkicu można też definiować przy użyciu wiązań geometrycznych: *Wiązanie współliniowości* (rysunek 4.14) i *Równości* (rysunek 4.15). Użycie wiązań geometrycznych spowoduje znaczną redukcję wiązań wymiarowych koniecznych do prawidłowego zdefiniowania tworzonego szkicu tulejki. Używając wiązania współliniowości, należy parami wskazywać te odcinki, które mają znajdować się na tej samej wysokości. W przypadku wiązania równości parami wskazujemy te odcinki, których długości mają być jednakowe.

**Rysunek 4.14.**  
Zastosowanie  
wiązania  
geometrycznego  
współliniowości



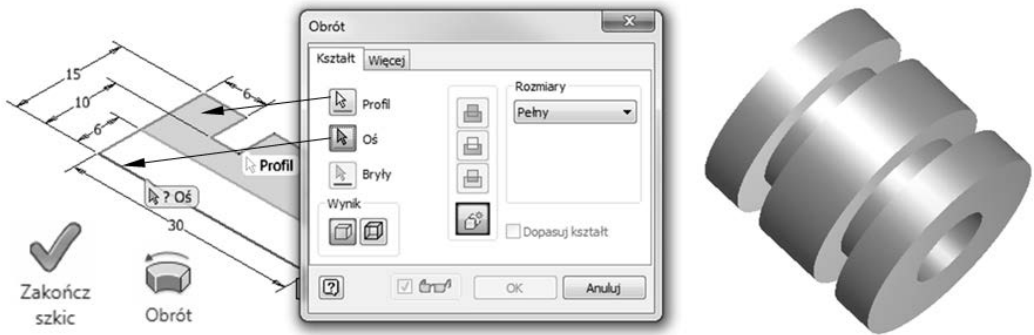
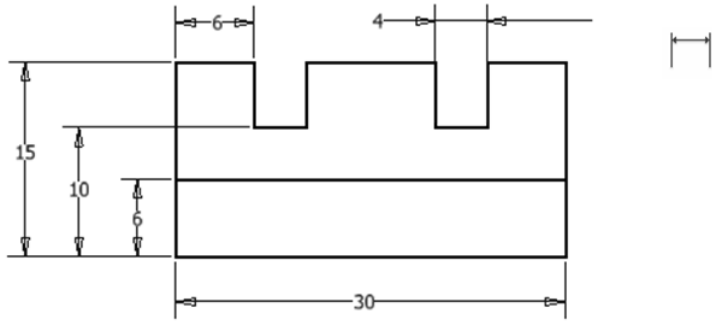
**Rysunek 4.15.**  
Zastosowanie  
wiązania  
geometrycznego  
równości



Kolejnym etapem określania szkicu będzie nadanie mu wiązań wymiarowych. Zwymiarowanie geometrii tulejki uzyskujemy po wybraniu polecenia *Wymiar* (rysunek 4.16).

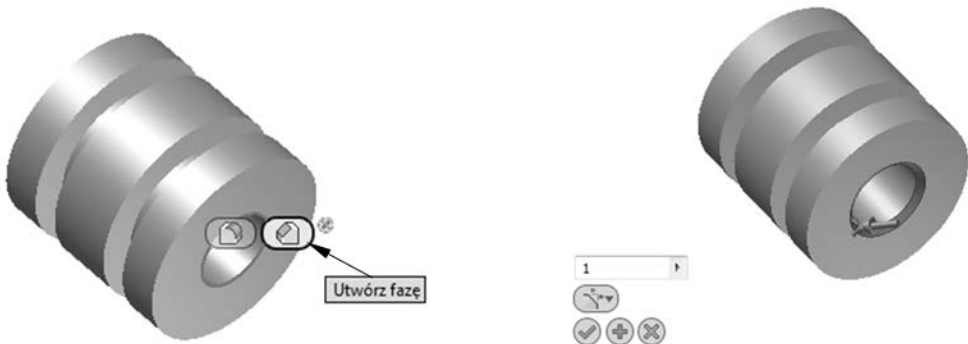
Model bryłowy tulejki powstanie w wyniku obrotu geometrii jej szkicu wokół osi. Po przejściu do środowiska części należy wybrać polecenie *Obrót*, a następnie wskazać profil i oś (rysunek 4.17).

**Rysunek 4.16.**  
Definiowanie wiązań wymiarowych dla geometrii szkicu tulejki



**Rysunek 4.17.** Generowanie modelu bryłowego tulejki

Aby ułatwić montaż tulejki na wałku, należy wykonać na niej podcięcie technologiczne. Można je wygenerować za pomocą ścięcia krawędzi po jej wskazaniu myszką i wybraniu polecenia *Utwórz fazę* oraz zdefiniowaniu jego wielkości (rysunek 4.18).

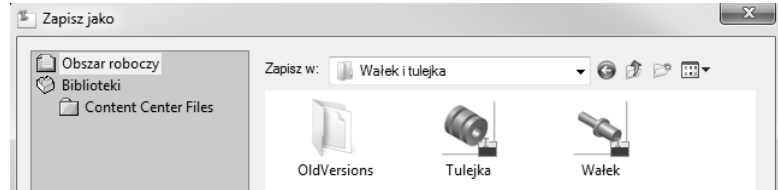


**Rysunek 4.18.** Wykonanie ścięcia krawędzi dla tulejki

Podobnie jak wałek, również i tulejkę należy zapisać w zdefiniowanym wcześniej katalogu projektu. Można to zrobić, wybierając polecenie *Zapisz* (rysunek 4.19). Plik *Tulejka* po jego zapisaniu można zamknąć. Tworzenie złozenia będzie wymagało uruchomienia innego szablonu.

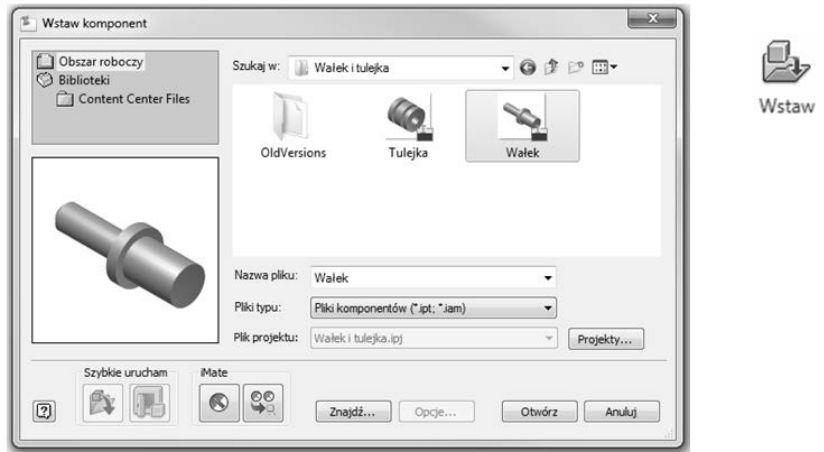


**Rysunek 4.19.**  
Zapisanie tulejki  
w katalogu bieżącego  
projektu



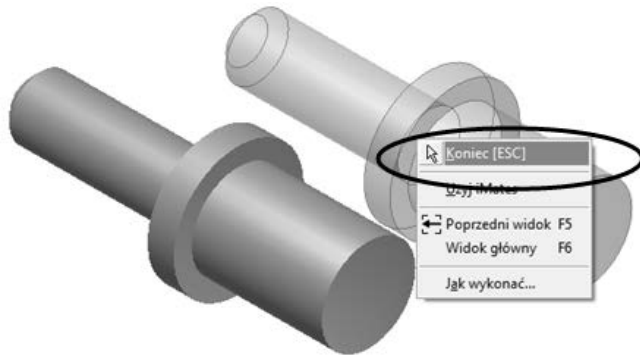
Po uruchomieniu środowiska zespołu (rysunek 4.1) należy wstawić komponenty do bieżącego złozenia. Wybieramy je z okna *Wstaw komponent* wywołanego po wybraniu polecenia *Wstaw*. Domyślnie pokazuje ono wszystkie pliki części znajdujące się w aktualnym projekcie (rysunek 4.20).

**Rysunek 4.20.**  
Wybór wálka  
w celu wstawienia  
go do złozenia



Pierwsza kopia wybranego komponentu zostanie umieszczona w złozeniu w centrum ekranu graficznego. Jeśli potrzebnych jest wiele wystąpień tej części, należy kontynuować wskazywanie punktów. Aby zakończyć kopiowanie, wciskamy klawisz *Esc* lub wybieramy z menu kontekstowego opcję *Koniec* (rysunek 4.21).

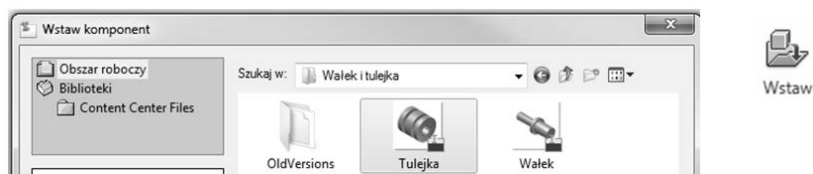
**Rysunek 4.21.**  
Wstawienie wálka  
do złozenia



Stosując technikę definiowania złozenia „od dołu do góry”, należy ponownie użyć polecenia *Wstaw*. Tym razem jako część do wstawienia wybieramy tulejkę (rysunek 4.22).

**Rysunek 4.22.**

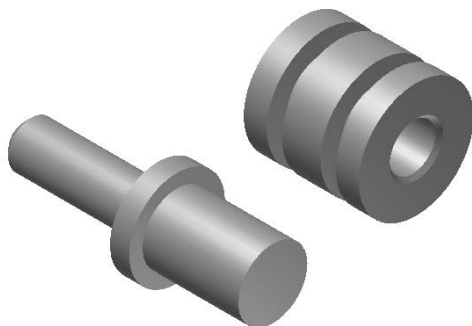
*Wybór tulejki  
w celu wstawienia jej  
do złozenia*



Kolejny wstawiany komponent nie zostanie ustawiony automatycznie na ekranie graficznym. Aby go wkleić, należy kliknąć lewym przyciskiem myszy (rysunek 4.23). Postępując w ten sposób, można dodać wiele takich samych elementów. Przerwanie operacji wstawiania nastąpi po wciśnięciu klawisza *Esc* lub wybraniu opcji *Koniec* z menu kontekstowego.

**Rysunek 4.23.**

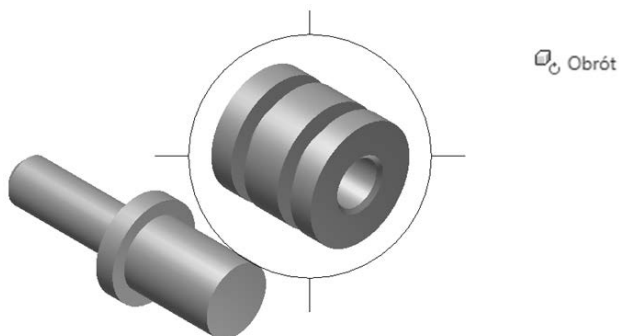
*Wstawienie tulejki  
do złozenia*



Autodesk Inventor pozwala na obracanie poszczególnych elementów w zespole. Aby obrócić wybraną część, wywołujemy polecenie *Obrót* (rysunek 4.24). W tym przypadku po wskazaniu tulejki można będzie nią manipulować za pomocą myszki. Na tym etapie nie będzie jednak możliwości obracania wałka. W programie Inventor standardowo pierwsza wstawiona część jest komponentem nieruchomym. Istnieje oczywiście możliwość, że to użytkownik będzie podejmował decyzję, który element w złozeniu będzie nieruchomy.

**Rysunek 4.24.**

*Obracanie  
wybranych  
komponentów*

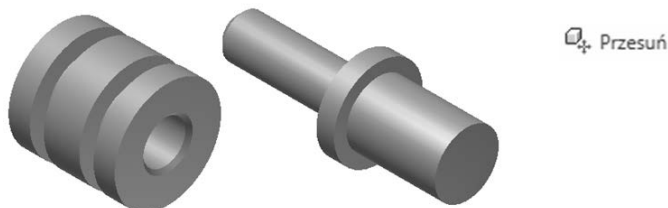


Przesunięcie wybranego elementu jest możliwe po wybraniu polecenia *Przesuń*. Aby przemieścić tulejkę, należy ją najpierw wskazać myszką i kliknąć lewym przyciskiem. Teraz można przenieść ją w dowolne miejsce, np. można ją ustawić poniżej wałka

(rysunek 4.25). Przesunięcie komponentu będzie również możliwe po wskazaniu myszką tulejki bez uruchamiania polecenia służącego do tego celu. Na tym etapie, podobnie jak w przypadku obracania, nie będzie można przesunąć wałka, który w momencie jego wstawienia do złożenia został unieruchomiony.

#### Rysunek 4.25.

Przesunięcie tulejki  
poniżej wałka



Każda część zespołu, poza komponentem odniesienia, posiada sześć stopni swobody: trzy stopnie typu przesunięcie wzdłuż osi  $X$ ,  $Y$  i  $Z$  (ruch prostoliniowy) oraz trzy dla obrotu wokół nich (ruch obrotowy). Jeżeli dany komponent jest całkowicie związany w zespole, to nie może się przesuwać w żadnym kierunku. Jego pozycja jest stała względem innych elementów, a wszystkie jego stopnie swobody są usunięte.

Podczas tworzenia wiązania pomiędzy dwoma elementami następuje usunięcie jednego lub większej liczby stopni swobody. Ruch jest nadal możliwy w kierunkach, które nie są zabronione przez dany typ wiązania.

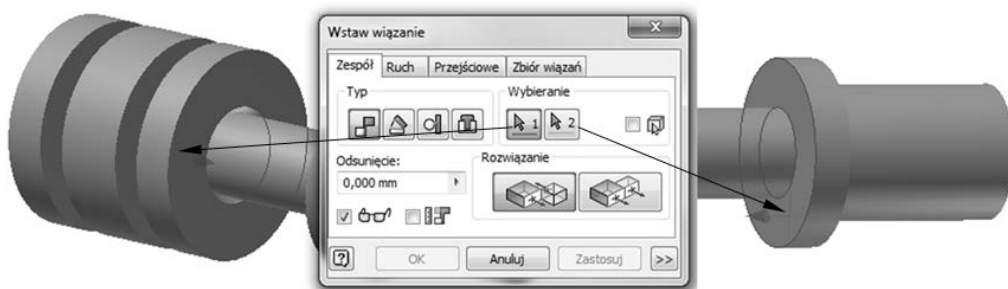
Standardowo dobrze jest w pełni określić i powiązać komponenty pomiędzy sobą, aby podczas zmian w zespole można było przewidzieć ich zachowanie. Czasami jednak warto zostawić niektóre stopnie swobody, by projekt był bardziej podatny na modyfikacje. W celu uniknięcia niepotrzebnego jego komplikowania stosuje się tylko tyle więzów, ile potrzeba, aby zapewnić kontrolę nad działaniem całego zespołu. Unika się w ten sposób niepotrzebnego tracenia czasu na odtwarzanie stopni swobody niezbędnych do dokonania zmian w projekcie.

Podczas projektowania złożenia wałka i tulejki należy wywołać polecenie *Wiązanie*. Aby połączyć ze sobą te elementy, wskazujemy ich osie symetrii (rysunek 4.26). Po kliknięciu przycisku *Zastosuj* będą się one ze sobą pokrywały. Połączone komponenty będą mogły przesuwać się jedynie wzdłuż wspólnej osi symetrii. Możliwy będzie też obrót tulejki względem wałka.



Rysunek 4.26. Definiowanie złożenia za pomocą wiązań współosiowości

Dalsze projektowanie złożenia będzie polegało na osadzeniu tulejki na kołnierzu oporowym wałka. Aby tego dokonać, należy wskazać obydwie łączone ze sobą powierzchnie (rysunek 4.27). Jeżeli zachodzi taka konieczność, całe złożenie można obracać, używając polecenia *Orbita swobodna* znajdującego się z prawej strony ekranu graficznego na pasku nawigacji.

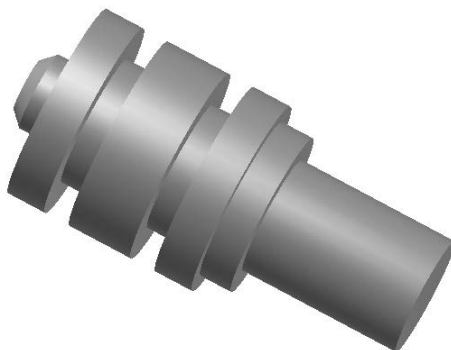


**Rysunek 4.27.** Definiowanie zespołu za pomocą wiązań płaszczyznowości

Kliknięcie przycisku *Zastosuj* spowoduje połączenie dwóch wskazanych powierzchni (rysunek 4.28). Teraz nie będzie już możliwości przesuwania tulejki względem wałka — będzie ją można jedynie obracać.

**Rysunek 4.28.**

Złożenie wałka  
i tulejki

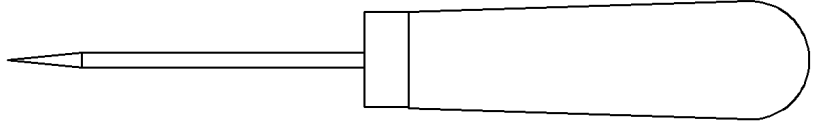


## 4.2.2. Technika „od góry do dołu”

Nowa część może zostać utworzona również wewnątrz pliku zespołu, po uruchomieniu szablonu *Standard.iam*. Metoda ta daje taki sam efekt jak wstawienie wcześniej wygenerowanego elementu — z tą różnicą, że można w tym przypadku tworzyć szkice na powierzchniach komponentów zespołu (lub na jego powierzchniach konstrukcyjnych) i wykorzystywać geometrię innych części do rysowania elementów. Użycie geometrii innej, istniejącej już części umożliwi zmianę wielkości nowego elementu po związaniu go ze stałym projektem zespołu. Wyciągane elementy mogą zaczynać się i kończyć na powierzchniach innych części.

Metodę projektowania części z wykorzystaniem już istniejących komponentów w zespole zaprezentowano podczas tworzenia złożenia kolca przedstawionego na rysunku 4.29.

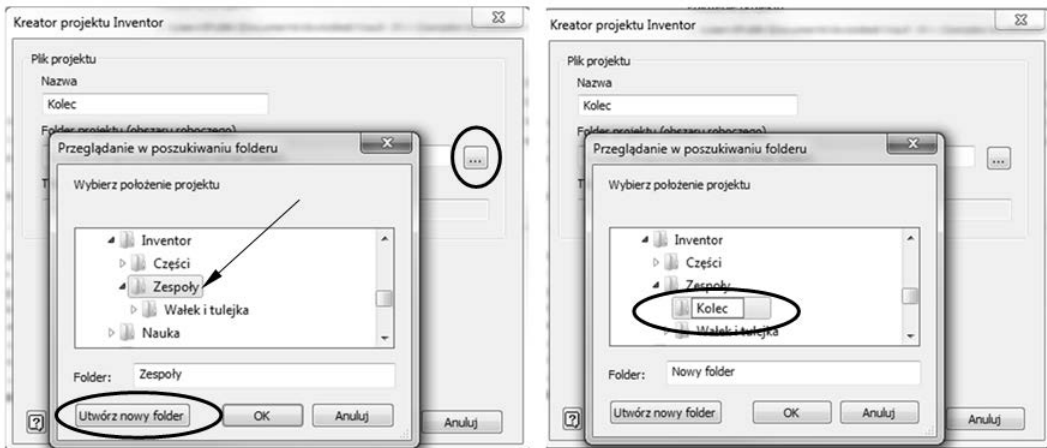
**Rysunek 4.29.**  
Rysunek złożenia  
kolca



Przed przystąpieniem do projektowania bardzo wygodne będzie zdefiniowanie nowego projektu w wyniku wciśnięcia przycisku *Projekty*, dostępnego bezpośrednio po uruchomieniu programu, lub zamknięcia poprzedniego szablonu (rysunek 4.4).

Utworzenie nowego projektu będzie polegało na wciśnięciu przycisku *Nowy*, co spowoduje otwarcie kolejnego okna umożliwiającego wybór typu projektu. Podobnie jak w poprzednim przypadku, projekt będzie wykonywany na pojedynczym stanowisku, dlatego też i tym razem można zaznaczyć opcję *Nowy projekt jednego użytkownika* (rysunek 4.5).

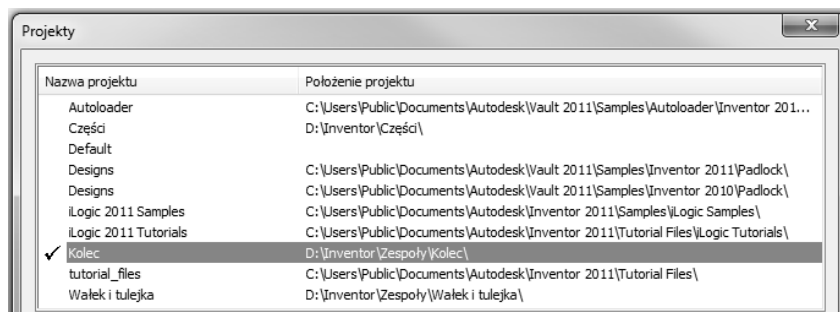
Tym razem projekt został nazwany *Kolec* (rysunek 4.30). Podczas tworzenia projektu można utworzyć folder, w którym automatycznie zapisywane będą wszystkie pliki związane z projektem. W tym celu należy uruchomić okno poszukiwania folderu kliknięciem przycisku oznaczonego trzema kropkami w oknie kreatora projektu. Aby utworzyć nowy folder, należy zaznaczyć katalog *Zespoły* utworzony na początku rozdziału i wcisnąć przycisk *Utwórz nowy folder*. Po opatrzeniu go nazwą *Kolec* należy wcisnąć przycisk *OK* oraz *Zakończ* w kolejnym oknie dialogowym. Ostatnią czynnością przy definiowaniu nowego projektu będzie dwukrotne kliknięcie jego nazwy w celu zatwierdzenia go jako projektu bieżącego (rysunek 4.31).



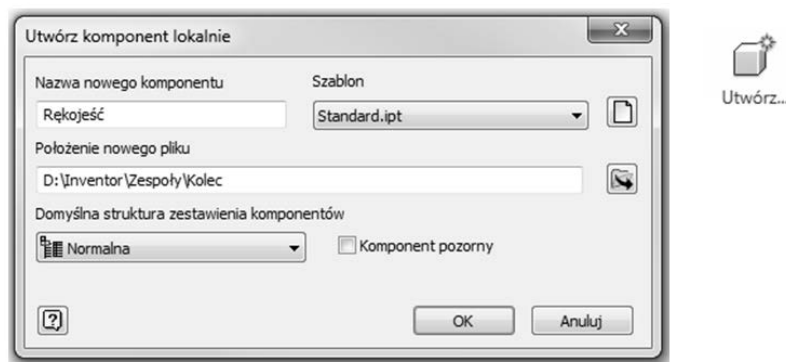
**Rysunek 4.30.** Tworzenie folderu nowego projektu

Aby dodać nowy komponent, w bieżącym złożeniu należy wybrać polecenie *Utwórz* po wcześniejszym uruchomieniu szablonu *Standard.iam* (rysunek 4.1). Na ekranie monitora pojawi się okno dialogowe definiujące nową część (rysunek 4.32). Określamy w nim jej nazwę, rodzaj pliku, katalog, w jakim będzie on zapisany, plik szablonu, na którym część bazuje, oraz, opcjonalnie, czy będzie ona od razu wiązana do ściany innego komponentu.

**Rysunek 4.31.**  
Tworzenie folderu  
nowego projektu



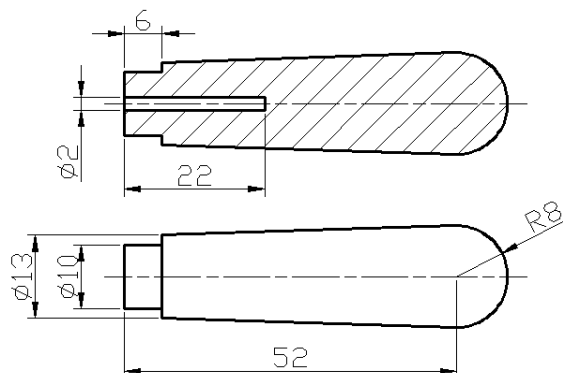
**Rysunek 4.32.**  
Okno tworzenia  
nowego komponentu



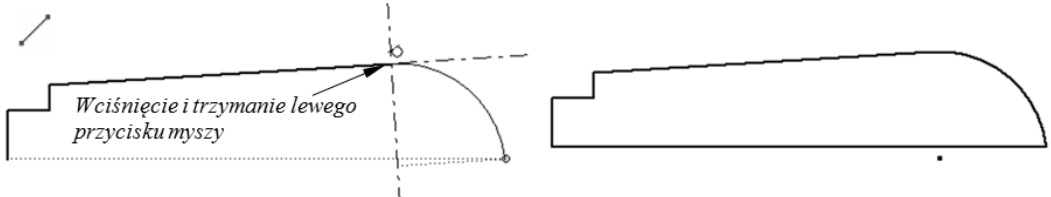
Można też wybrać opcję utworzenia **komponentu pozornego**. Jest to taki komponent, który nie wymaga jakiegokolwiek modelowania geometrii oraz nie posiada własnego pliku. Jest traktowany i obrabiany tak jak komponenty rzeczywiste z następujących, praktycznych powodów: posiada swoją reprezentację w przeglądarce, a także ma właściwości takie jak liczba sztuk tego komponentu, struktura w zestawieniu komponentów i inne.

Rozpoczynając tworzenie rękojeści (rysunek 4.33), po kliknięciu przycisku *OK* należy najpierw ustawić nową powierzchnię szkicu kliknięciem myszką w dowolnym miejscu na ekranie. Operacja ta jest niezbędna, ponieważ jest to pierwszy komponent w złożeniu i nie ma powierzchni, na której można byłoby taki szkic wykonać.

**Rysunek 4.33.**  
Rysunek rękojeści



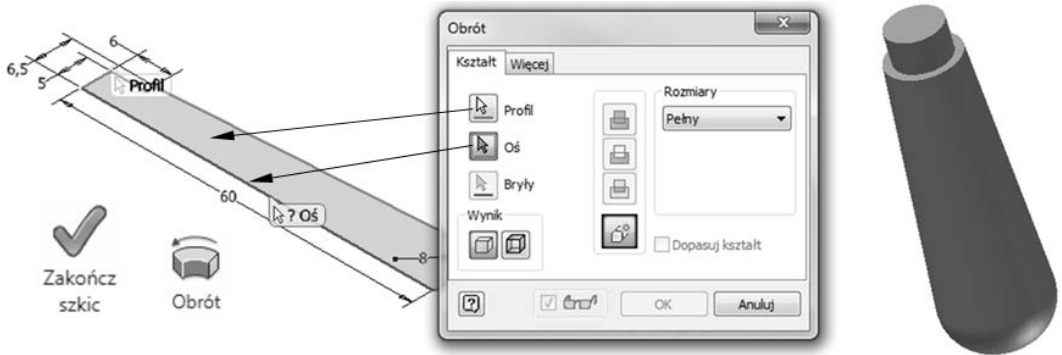
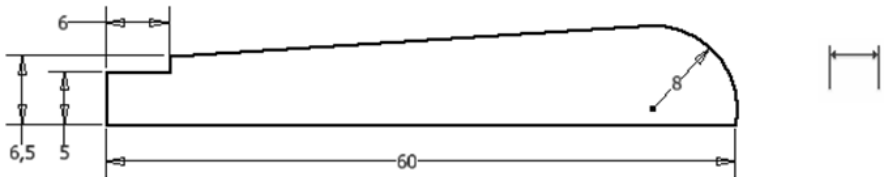
Wybranie płaszczyzny XY spowoduje otwarcie środowiska szkicu, w którym można przystąpić do generowania geometrii rękojeści (rysunek 4.34). Do tworzenia całej geometrii rękojeści użyto polecenia *Linia*. Łuk styczny do odcinka wygenerowano po wciśnięciu lewego przycisku myszy, bez kończenia polecenia, w punkcie końcowym odcinka stycznego do łuku. Przy wciśniętym lewym przycisku myszy wykonano ruch w prawo i do dołu, co spowoduje wygenerowanie łuku z właściwym kierunkiem. Zwolnienie przycisku myszy spowoduje utworzenie łuku stycznego do odcinka.



**Rysunek 4.34.** Tworzenie szkicu rękojeści

Zwymiarowany szkic rękojeści przedstawiony jest na rysunku 4.35, natomiast tworzenie jej modelu bryłowego można będzie wykonać poleceniem *Obrót* (rysunek 4.36).

**Rysunek 4.35.** Wymiarowanie szkicu rękojeści

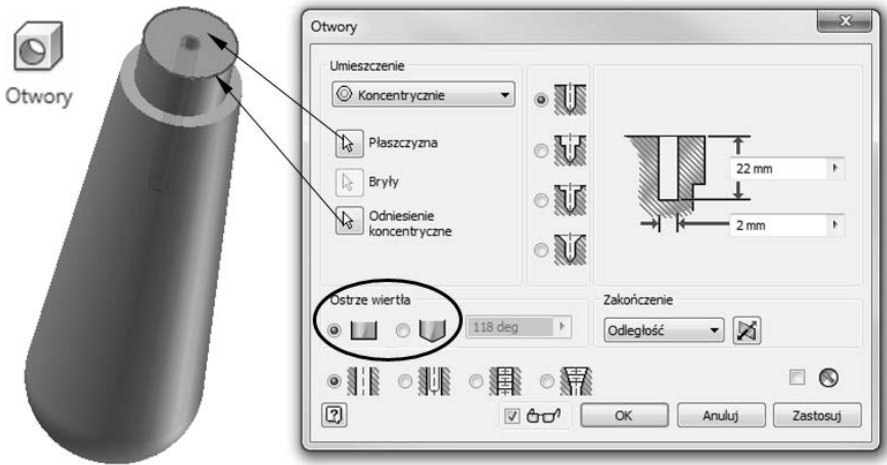


**Rysunek 4.36.** Tworzenie modelu bryłowego rękojeści

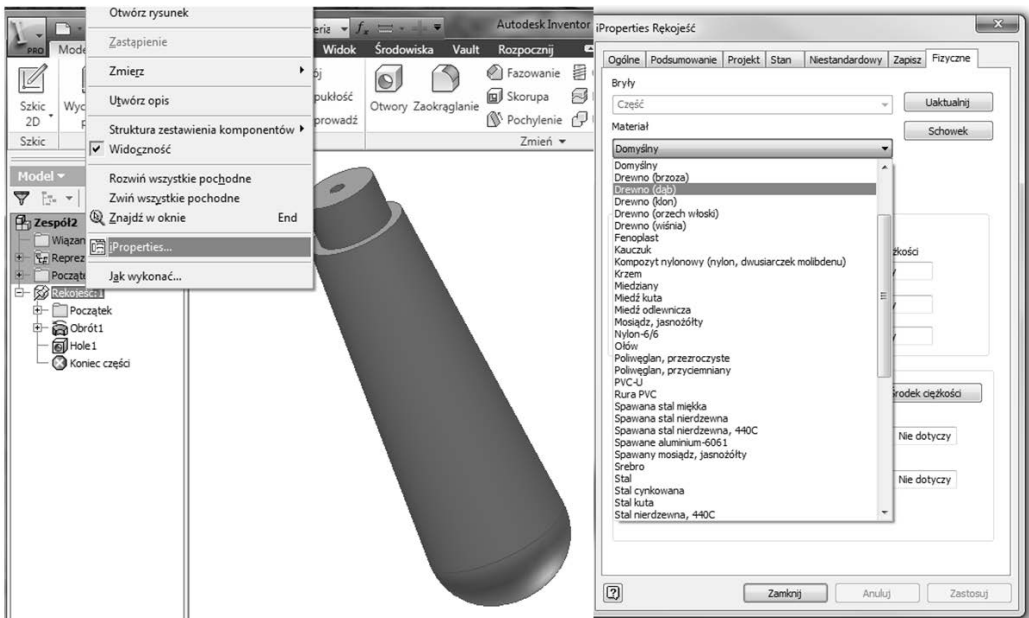
Na powierzchni czołowej rękojeści należy wygenerować otwór walcowy o głębokości 22 mm (rysunek 4.37). Po uruchomieniu polecenia *Otwory* należy najpierw określić metodę koncentrycznego umieszczania otworów (*Koncentrycznie*). Następnie wskazujemy powierzchnię czołową rękojeści jako *Płaszczyzna* oraz dowolny okrąg jako *Odniesienie koncentryczne*. Trzeba również pamiętać o zaznaczeniu opcji płaskiego zakończenia otworu w sekcji *Ostrze wiertła*.

Rysunek 4.37.

Generowanie otworu na powierzchni czołowej rękojeści



Zaprojektowana rękojeść zostanie wykonana z drewna. Inventor ma możliwość przypisywania materiałów do modeli bryłowych. W tym przypadku po kliknięciu prawym przyciskiem myszy komponentu o nazwie *Rękojeść* w przeglądarce obiektów z wyświetlonego menu kontekstowego należy uruchomić opcję *iProperties* (rysunek 4.38). W wyświetlonym oknie dialogowym należy przełączyć się na zakładkę *Fizyczne* i jako materiał wybrać opcję *Drewno (dąb)*.

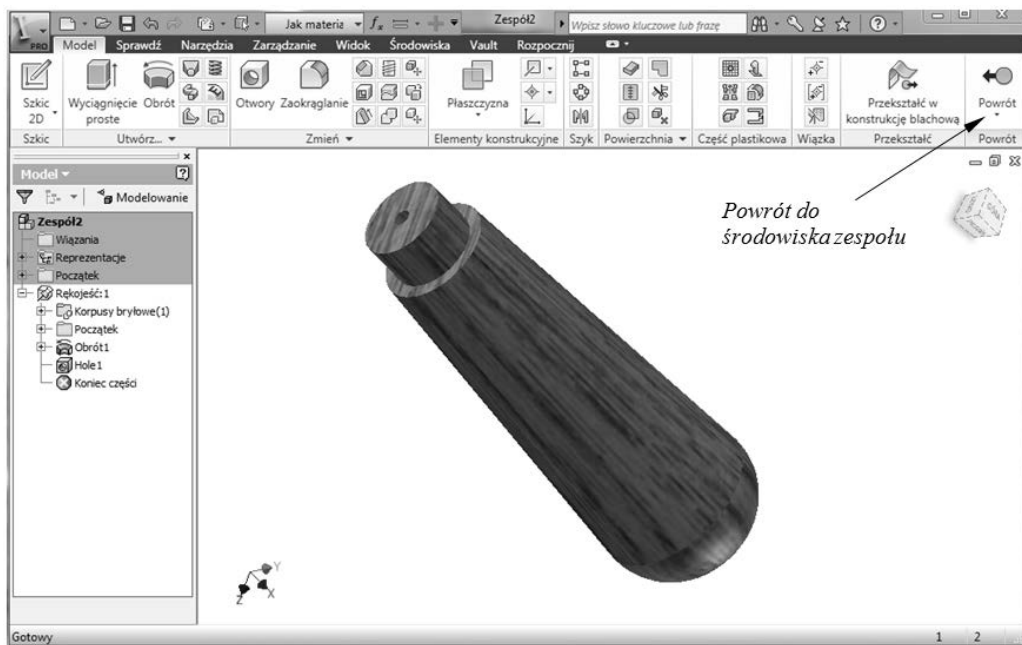


Rysunek 4.38. Przypisanie materiału do modelu bryłowego

Tym razem należy zauważyć, że po wygenerowaniu części istnieje możliwość przejścia na następny poziom (w przeciwieństwie do szablonu *Standard.ipt*). Nastąpi to po kliknięciu



przycisku *Powrót* znajdującego się na wstążce *Model* (rysunek 4.39). W tym przypadku tylko przejście do środowiska zespołu pozwoli na wygenerowanie nowej, niezależnej części.



**Rysunek 4.39.** Przejście do środowiska zespołu

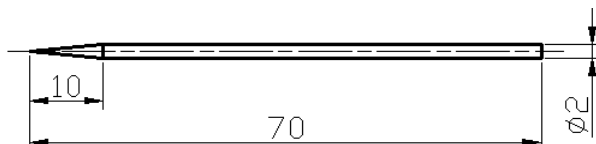
Nowa część może być szkicowana na powierzchniach innych komponentów, które zawierają krawędzie lub elementy niezbędne do jej utworzenia. Domyślnie przypisywane jest wiązanie pomiędzy wybraną powierzchnią i tą utworzoną za pomocą nowego szkicu. Jeżeli chcemy na dalszym etapie przesunąć dodaną część, musimy usunąć automatycznie wstawione wiązanie.

Elementy zespołu połączone ze sobą muszą często zmieniać swoją wielkość, aby dopasować się do modyfikacji projektu. Podczas tworzenia nowej części w tym środowisku można rzutować geometrię innej (krawędzie, pętle i powierzchnie) do jej szkicu. Wspólny rysunek może zostać użyty do wygenerowania nowego elementu.

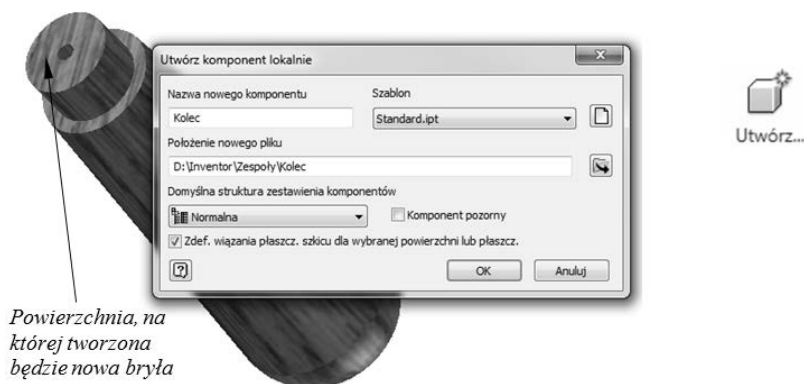
Zaprojektowana rękojeść będzie na dalszym etapie podstawą do tworzenia kolca zaprezentowanego na rysunku 4.40. Po wybraniu polecenia *Utwórz* należy określić nazwę nowego elementu, po czym płaszczyznę szkicu ustawić na powierzchni czołowej rękojeści (rysunek 4.41). Kliknięcie przycisku *OK* spowoduje, że konieczne będzie wybranie powierzchni, na której zostanie utworzona nowa część.

**Rysunek 4.40.**

*Rysunek kolca*

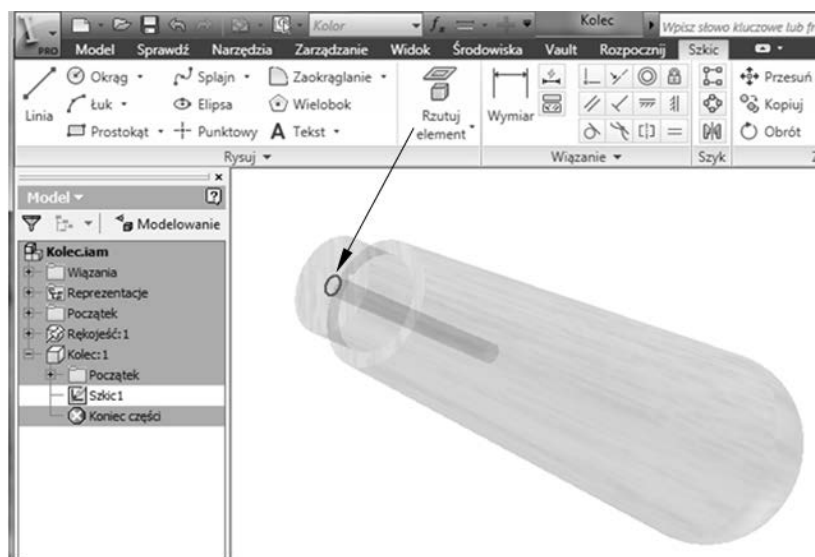


**Rysunek 4.41.**  
Definiowanie nowego komponentu i ustawienie płaszczyzny szkicu



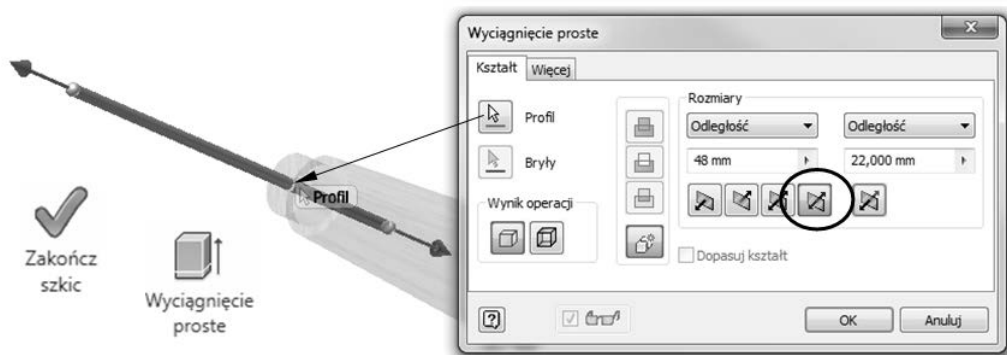
Wskazanie powierzchni, na której ma być utworzona nowa bryła, spowoduje, że rękojeść zostanie wyświetlona w drugim planie. Jej widok zostanie przygaszony, a na pierwszym planie będzie wyświetlana geometria aktualnie tworzonego kolca. Tworzenie geometrii szkicu będzie polegało na zrzutowaniu za pomocą polecenia *Rzutuj element* już istniejącego otworu (rysunek 4.42).

**Rysunek 4.42.**  
Rzutowanie istniejącej geometrii otworu



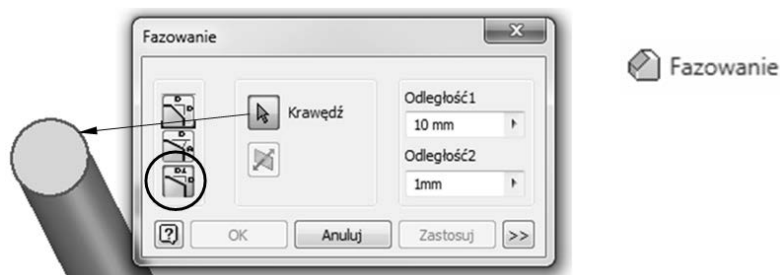
Zrzutowany okrąg będzie stanowił profil do wyciągnięcia po przejściu do środowiska szkicu (przycisk *Zakończ szkic*). Po uruchomieniu polecenia *Wyciągnięcie proste* należy zaznaczyć opcję asymetrycznego wyciągnięcia (rysunek 4.43). Po podaniu dwóch różnych wielkości wyciągnięcia i wciśnięciu przycisku *OK* wygenerowany zostanie model bryłowy kolca. Model ten wymagał będzie jeszcze modelowania.

Ostrze kolca można wykonać przez ścięcie krawędzi po uruchomieniu polecenia *Fazowanie*. Tworzenie ostrza wymaga uruchomienia opcji dwóch różnych odległości (rysunek 4.44). Po wskazaniu krawędzi można będzie w razie konieczności zmienić kolejność ścinanych powierzchni.



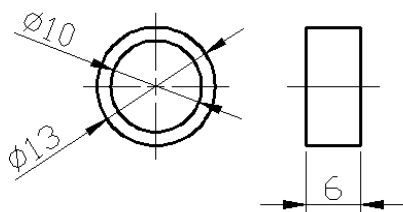
**Rysunek 4.43.** *Asymetryczne wyciągnięcie proste*

**Rysunek 4.44.**  
*Tworzenie  
zaostżenia kolca*



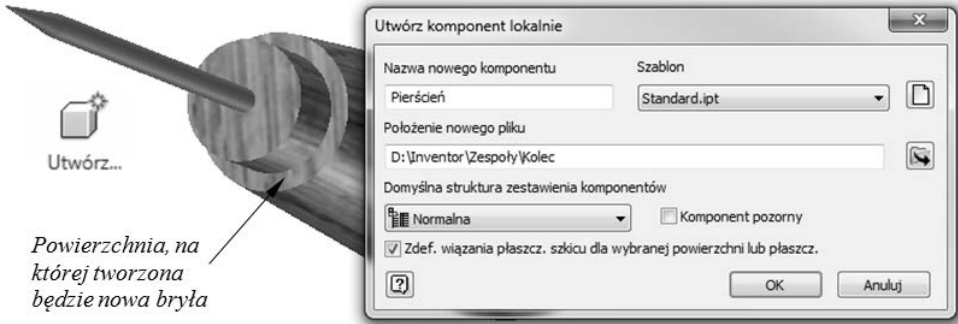
W sposób pokazany na rysunku 4.38 należy dla kolca przypisać materiał, którym będzie *Stal*. Po wciśnięciu przycisku *Powrót* (rysunek 4.39) nastąpi przejście do środowiska zespołu, co umożliwi zaprojektowanie pierścienia przedstawionego na rysunku 4.45.

**Rysunek 4.45.**  
*Rysunek pierścienia*



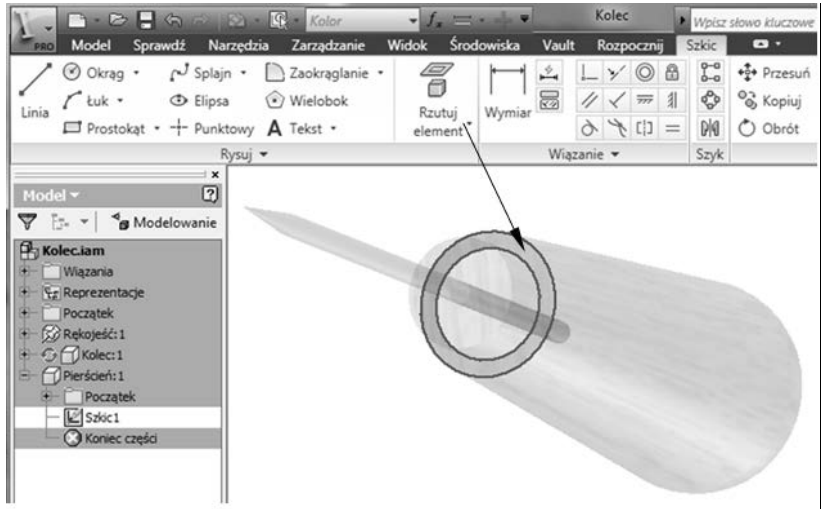
Tworzenie pierścienia rozpoczęte zostało od ponownego uruchomienia polecenia *Utwórz*. Po określeniu nazwy tworzonego komponentu wskazano powierzchnię, na której zostanie zlokalizowana nowa powierzchnia szkicu (rysunek 4.46). Powierzchnię należy wskazać po wcześniejszym wciśnięciu przycisku *OK*.

Ponieważ w rękojeści już wcześniej zostało wygenerowane miejsce, w które pierścień będzie musiał pasować, tak więc na tym etapie można będzie tę geometrię wykorzystać. Wystarczy ją po prostu zrzutować na bieżącą płaszczyznę szkicu po uruchomieniu polecenia *Zrzuć geometrię* (rysunek 4.47). W tym przypadku można wskazać całą powierzchnię lub poszczególne krawędzie.

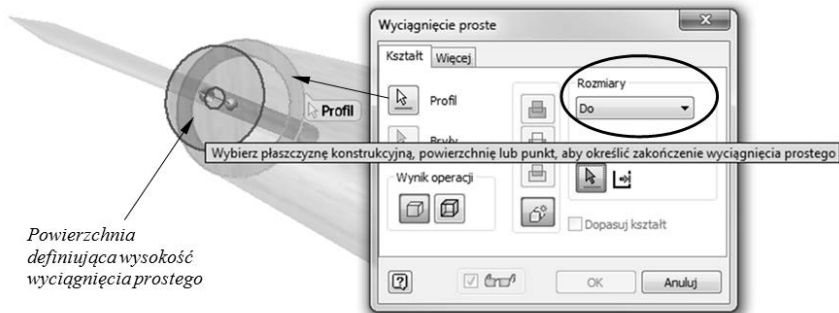


Rysunek 4.46. Definiowanie nowego komponentu — pierścień

Rysunek 4.47. Definiowanie nowego komponentu



Jak do tej pory przy wyciągnięciu prostym zawsze była podawana wysokość, na jaką profil był wyciągany. Tym razem w sekcji *Rozmiary* wybrana została opcja *Do* (rysunek 4.48). Przy takim ustawieniu za pomocą myszki należy wskazać powierzchnię lub krawędź, do której ma być wykonane wyciągnięcie. W przypadku generowanego pierścienia jako granicę wyciągnięcia wskazana została powierzchnia czołowa rękojści.

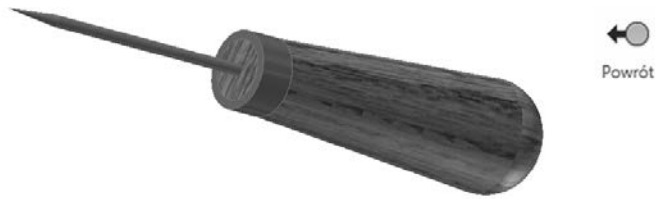


Rysunek 4.48. Wskazanie wysokości wyciągnięcia prostego

Na zakończenie w sposób pokazany na rysunku 4.38 należy przypisać kolcowi materiał, którym będzie *Miedziany*. Po wciśnięciu przycisku *Powrót* (rysunek 4.39) nastąpi przejście do środowiska zespołu, co uwidoczni cały zespół kolca przedstawiony na rysunku 4.49.

**Rysunek 4.49.**

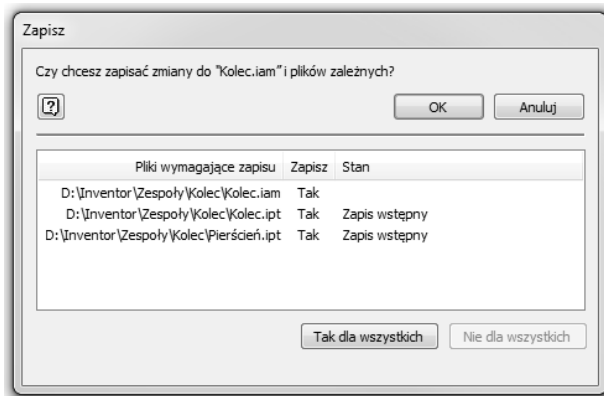
*Widok złożenia kolca*



Włączenie pełnej widoczności złożenia nastąpi po ponownym kliknięciu przycisku *Powrót*. Tym razem wiązania zespołu zostały wstawione automatycznie, nie ma więc możliwości przesuwania się tulejki względem wałka. Istnieje jedynie możliwość jej obracania. Gotowe złożenie można zapisać, nadając mu nazwę *Kolec*. Podczas zachowywania projektu na ekranie monitora pojawi się okno dialogowe z pytaniem, czy utrwalić zmiany również dla plików powiązanych (rysunek 4.50). Odpowiadamy twierdząco, używając przycisku *OK*.

**Rysunek 4.50.**

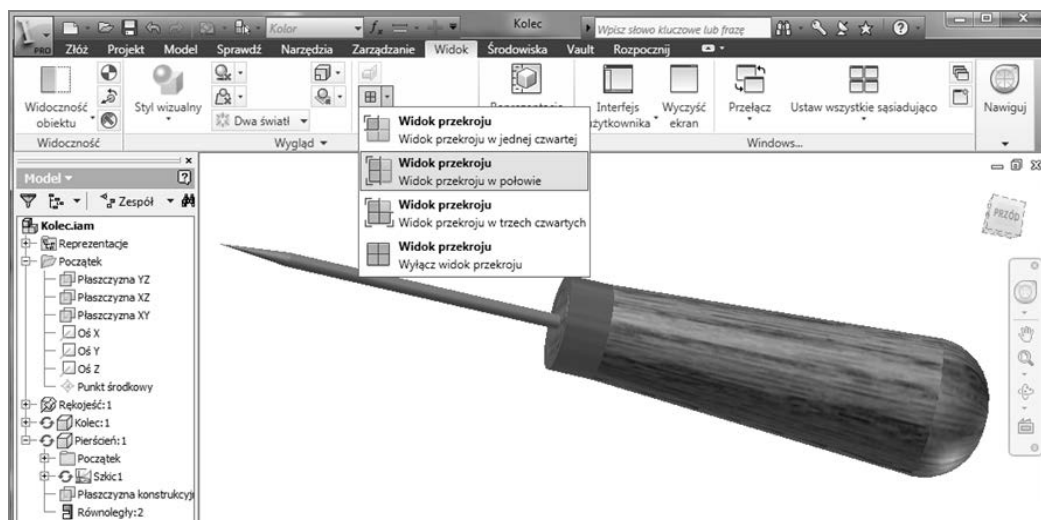
*Zapisywanie zmian w plikach powiązanych*



Widoki przekroju tworzone są, aby wyświetlić część zespołu z prezentacją wnętrza lub z prezentacją zasłanianych komponentów. Kiedy zespół jest cięty, to można nadal używać poleceń części lub zespołu. Widoki przekrojów włączane są za pośrednictwem zakładki *Widok* (rysunek 4.51). Po wybraniu polecenia *Widok przekroju* należy wskazać płaszczyznę cięcia. W tym przypadku należy wskazać *Płaszczyznę XY* dostępną po rozwinięciu folderu *Początek*. Należy jednak zwrócić uwagę, aby rozwinąć folder *Początek* związany z całym zespołem, a nie pojedynczą częścią. Narzędziem podziału może być również dowolna płaszczyzna konstrukcyjna. Kolec w widoku przez jego płaszczyznę środkową przedstawiony jest na rysunku 4.52.

### 4.2.3. Technika mieszana

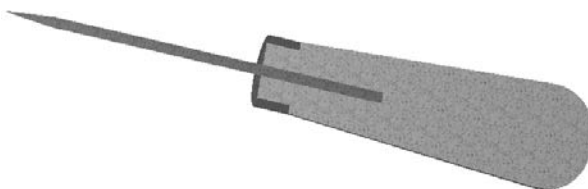
Generowanie złożów techniką mieszaną polega na połączeniu technik „od dołu do góry” i „od góry do dołu”. W tym przypadku elementy będą tworzone zarówno bezpośrednio po uruchomieniu środowiska zespołu *Standard.iam*, jak i będą wstawiane do zespołu za pomocą polecenia *Wstaw* np. z biblioteki elementów znormalizowanych.



**Rysunek 4.51.** Włączanie widoku przekroju

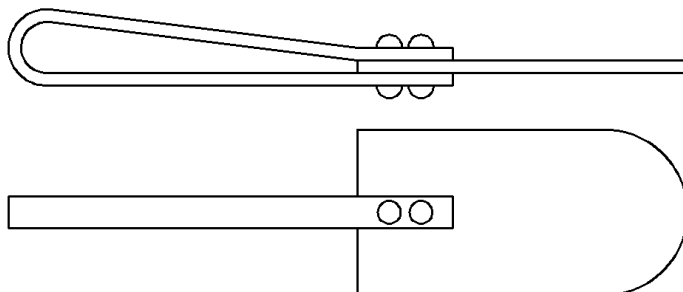
**Rysunek 4.52.**

*Widok kolca  
w przekroju  
w płaszczyźnie XY*



Metodę projektowania części z wykorzystaniem już istniejących komponentów w zespole oraz wczytywania komponentów z biblioteki elementów znormalizowanych zaprezentowano podczas tworzenia złożenia łopatkki przedstawionej na rysunku 4.53.

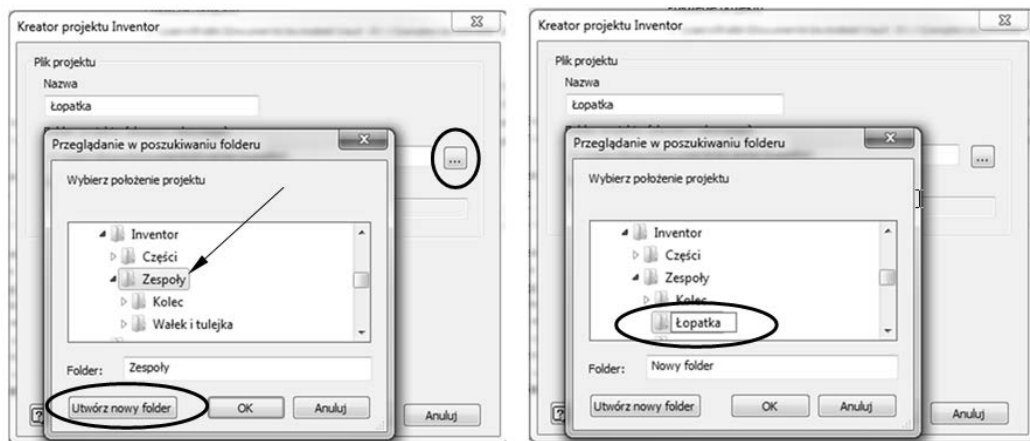
**Rysunek 4.53.**  
*Rysunek złożenia  
łopatkki*



Przed przystąpieniem do projektowania bardzo wygodne będzie zdefiniowanie nowego projektu w wyniku wciśnięcia przycisku *Projekty*, dostępnego bezpośrednio po uruchomieniu programu lub zamknięciu poprzedniego szablonu (rysunek 4.4).

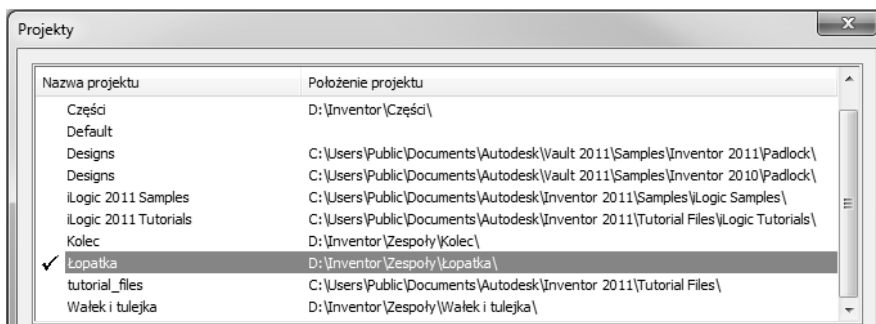
Utworzenie nowego projektu będzie polegało na wciśnięciu przycisku *Nowy*, co spowoduje otwarcie kolejnego okna umożliwiającego wybór typu projektu. Podobnie jak w poprzednim przypadku, projekt będzie wykonywany na pojedynczym stanowisku, dlatego też i tym razem można zaznaczyć opcję *Nowy projekt jednego użytkownika* (rysunek 4.5).

Nowo tworzony projekt otrzymał nazwę *Łopatka* (rysunek 4.54). Podczas tworzenia projektu można utworzyć folder, w którym automatycznie zapisywane będą wszystkie pliki związane z projektem. W tym celu należy otworzyć okno poszukiwania folderu kliknięciem przycisku oznaczonego trzema kropkami w oknie kreatora projektu. Aby utworzyć nowy folder, należy zaznaczyć katalog *Zespoły* utworzony na początku rozdziału i wcisnąć przycisk *Utwórz nowy folder*. Po opatrzeniu go nazwą *Łopatka* należy wcisnąć przycisk *OK* oraz *Zakończ* w kolejnym oknie. Ostatnią czynnością przy definiowaniu nowego projektu będzie dwukrotne kliknięcie jego nazwy w celu zatwierdzenia go jako projektu bieżącego (rysunek 4.55).



Rysunek 4.54. Tworzenie folderu nowego projektu

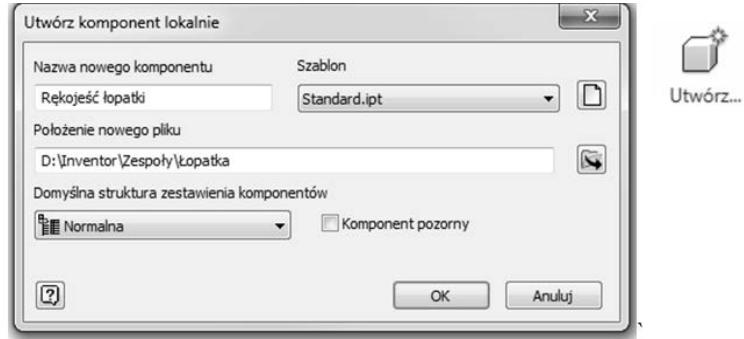
Rysunek 4.55.  
Tworzenie folderu nowego projektu



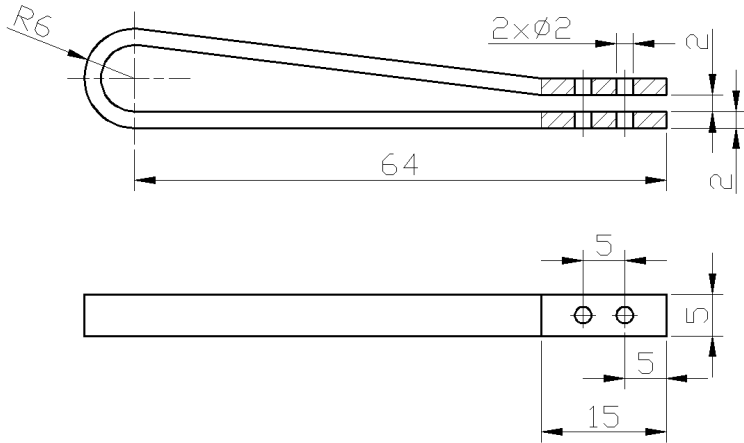
Aby dodać nowy komponent, w bieżącym złożeniu należy wybrać polecenie *Utwórz* po wcześniejszym uruchomieniu szablonu *Standard.iam* (rysunek 4.1). Na ekranie monitora pojawi się okno definiujące nową część (rysunek 4.56). Określamy w nim jej nazwę, rodzaj pliku, katalog, w jakim będzie on zapisany, plik szablonu, na którym część bazuje, oraz, opcjonalnie, czy będzie ona od razu wiązana do ściany innego komponentu.

Rozpoczynając tworzenie rękojęści łopatką (rysunek 4.57), po kliknięciu przycisku *OK* należy najpierw ustawić nową powierzchnię szkicu kliknięciem myszką w dowolnym miejscu na ekranie. Operacja ta jest niezbędna, ponieważ jest to pierwszy komponent w złożeniu i nie ma powierzchni, na której można byłoby taki szkic zdefiniować.

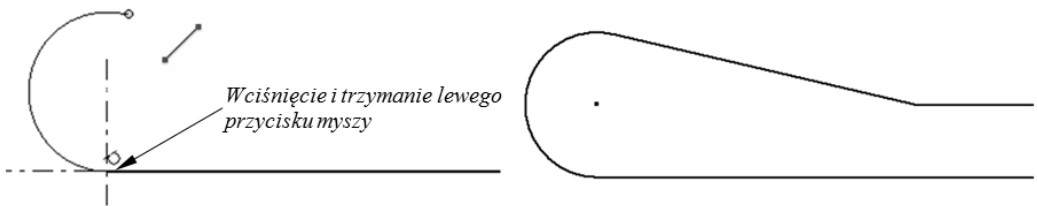
**Rysunek 4.56.**  
Okno tworzenia  
nowego komponentu



**Rysunek 4.57.**  
Rysunek rękojeści  
łopaty



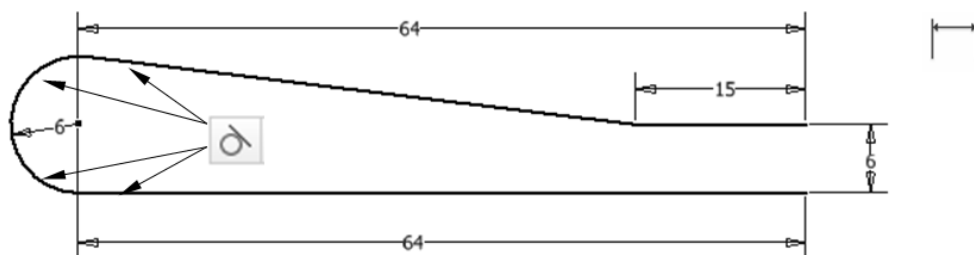
Wybranie płaszczyzny *XY* spowoduje otwarcie środowiska szkicu, w którym można przystąpić do generowania geometrii rękojeści łopaty. Do utworzenia zewnętrznej geometrii rękojeści łopaty użyto polecenia *Linia*, które ma możliwość generowania łuku stycznego (rysunek 4.58). Łuk styczny do odcinka wygenerowano po wciśnięciu lewego przycisku myszy, bez kończenia polecenia, w punkcie końcowym odcinka stycznego do łuku. Przy wciśniętym lewym przycisku myszy wykonano ruch w prawo i do dołu, co spowoduje wygenerowanie łuku z właściwym kierunkiem. Zwolnienie przycisku myszy spowoduje utworzenie łuku stycznego do odcinka.



**Rysunek 4.58.** Tworzenie zewnętrznego szkicu rękojeści łopaty

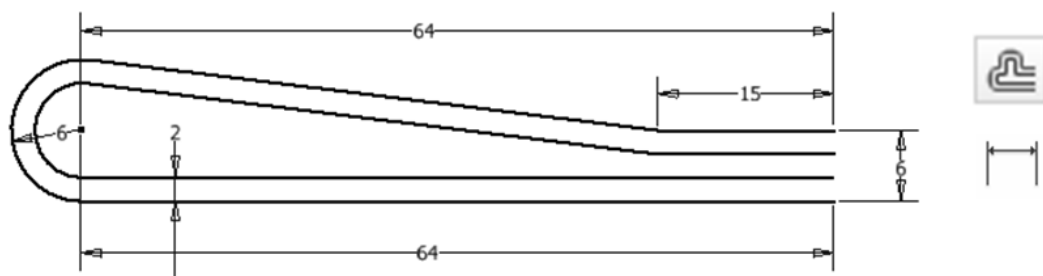
Po zwymiarowaniu szkicu należy koniecznie sprawdzić, czy pomiędzy łukiem i odcinkami zachowane są wiązania geometryczne styczności (rysunek 4.59).





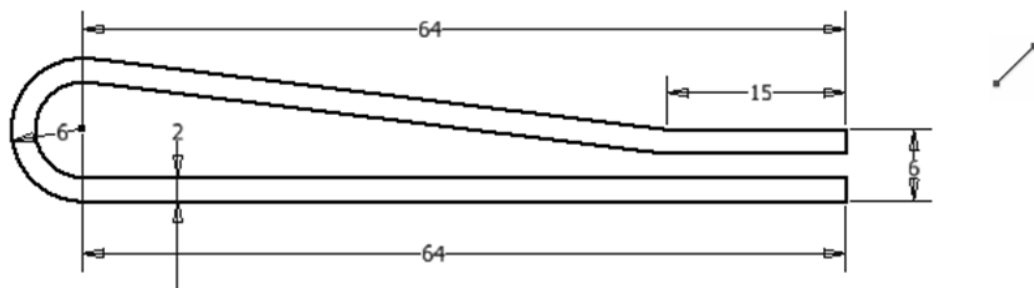
**Rysunek 4.59.** Wymiarowanie szkicu i dodawanie wiązania styczności

Wewnętrzny kontur można będzie wykonać po odsunięciu geometrii zewnętrznej za pomocą polecenia *Odsunięcie* (rysunek 4.60). Po wskazaniu geometrii do odsunięcia należy kliknąć myszką kierunek odsunięcia. W tym przypadku kliknięto wewnątrz już istniejącej geometrii, a wielkość odsunięcia równą 2 zdefiniowano za pomocą polecenia *Wymiar*.



**Rysunek 4.60.** Wykonanie wewnętrznego konturu przez odsunięcie zewnętrznego

Ostatni etap tworzenia geometrii szkicu będzie polegał na jej zamknięciu. W tym przypadku za pomocą polecenia *Linia* należy dorysować dwa pionowe odcinki, które połączą końce poziomych odcinków i stworzą zamkniętą geometrię (rysunek 4.61). Jest to operacja konieczna przed zastosowaniem wyciągnięcia prostego, w wyniku którego ma powstać model bryłowy (rysunek 4.62).

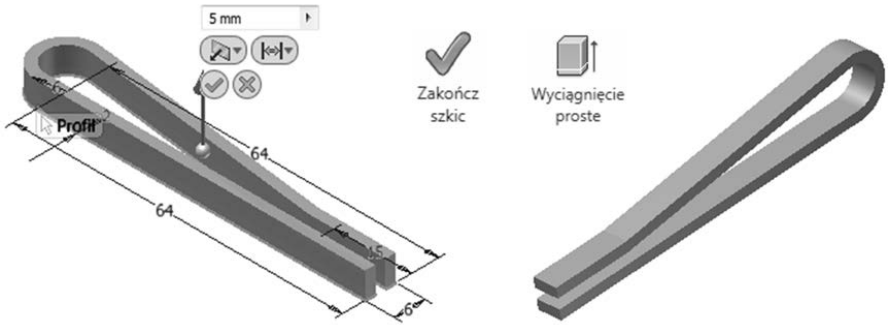


**Rysunek 4.61.** Zamknięcie geometrii szkicu

Na modelu rękojeści łopatki należy jeszcze wygenerować dwa otwory przejściowe o średnicy 2 mm. Po uruchomieniu polecenia *Otwory* i wskazaniu powierzchni ich lokalizacji można będzie przystąpić do ich wymiarowania. W tym celu wystarczy wskazywać

**Rysunek 4.62.**

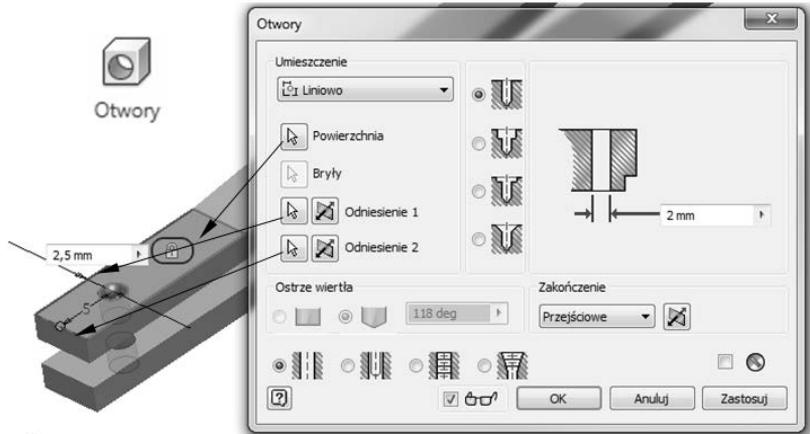
*Tworzenie modelu bryłowego rękojści łopatk*



odpowiednie krawędzie i wpisywać wielkości odsunięcia od nich osi wstawianego otworu (rysunek 4.63). Przy generowaniu pierwszego otworu będzie on odsunięty od krótszej krawędzi o 2,5 mm, a od dłuższej o 5 mm. W przypadku drugiego otworu: od krótszej 2,5 mm, a od dłuższej 10 mm (rysunek 4.64).

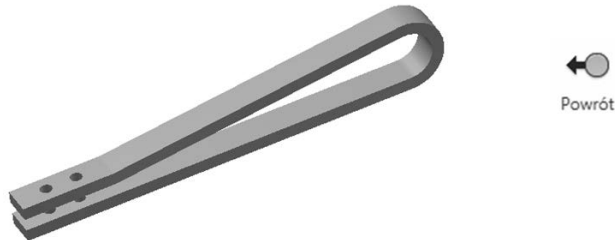
**Rysunek 4.63.**

*Generowanie otworu na modelu bryłowego rękojści łopatk*



**Rysunek 4.64.**

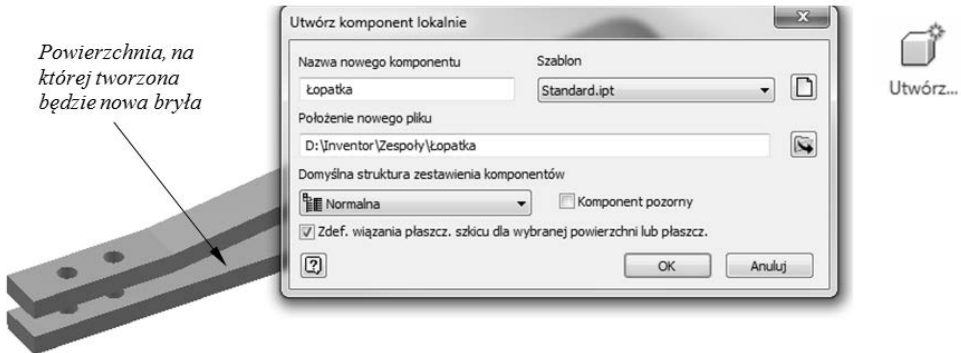
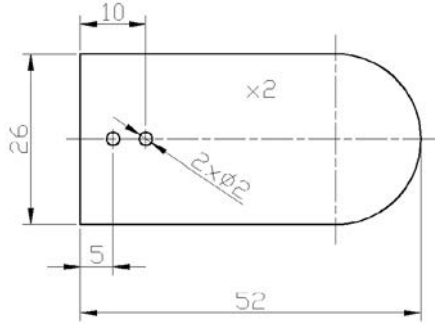
*Widok kompletnego modelu bryłowego rękojści łopatk*



Na zakończenie w sposób pokazany na rysunku 4.38 można do modelu rękojści łopatk przypisać dowolny materiał. Przejście do środowiska zespołu nastąpi po kliknięciu przycisku *Powrót* znajdującego się na wstążce *Model*. Zaprojektowana rękojść łopatk będzie na dalszym etapie podstawą do tworzenia łopatk zaprezentowanej na rysunku 4.65. Po wybraniu polecenia *Utwórz* należy określić nazwę nowego elementu, po czym płaszczyznę szkicu ustawić na wewnętrznej dolnej powierzchni rękojści łopatk (rysunek 4.66). Kliknięcie przycisku *OK* spowoduje, że konieczne będzie wybranie powierzchni, na której zostanie utworzona nowa część.

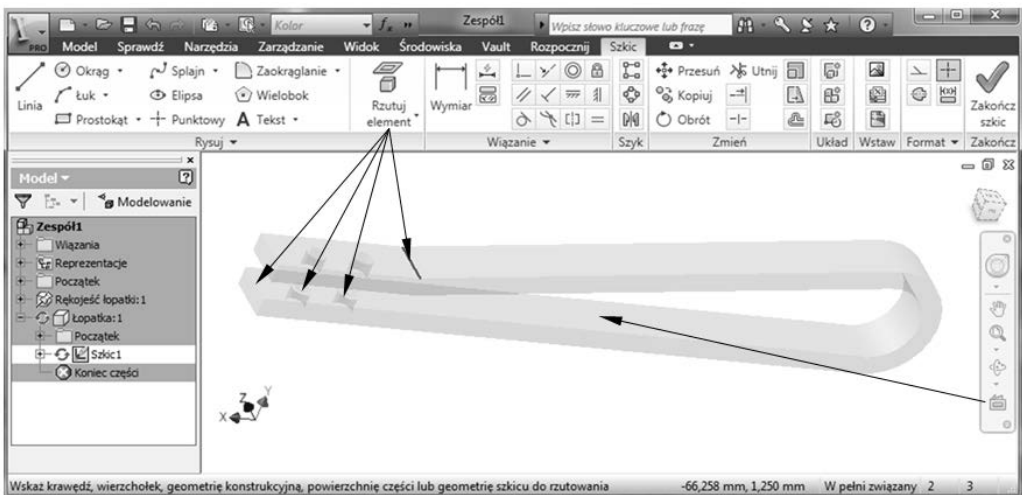
Rysunek 4.65.

Rysunek łopatk



Rysunek 4.66. Definiowanie nowego komponentu i ustawienie płaszczyzny szkicu

Podczas projektowania łopatk zostanie wykorzystana już istniejąca geometria stanowiąca jej rękojeść. Będzie to możliwe po wybraniu polecenia *Rzutuj element* i wskazaniu dwóch krawędzi i dwóch otworów (rysunek 4.67). Przed przystąpieniem do tworzenia szkicu bieżącą płaszczyznę szkicu można ustawić w widoku prostokątnym w wyniku użycia polecenia *Widok powierzchni*.

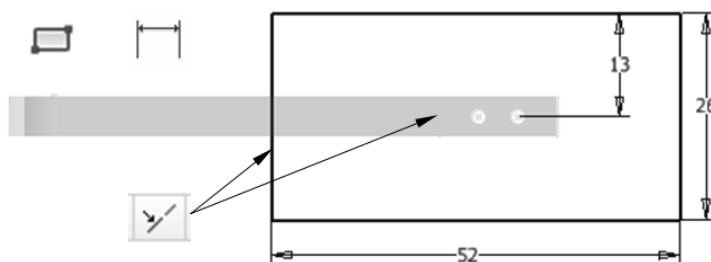


Rysunek 4.67. Rzutowanie już istniejących krawędzi na nową płaszczyznę szkicu

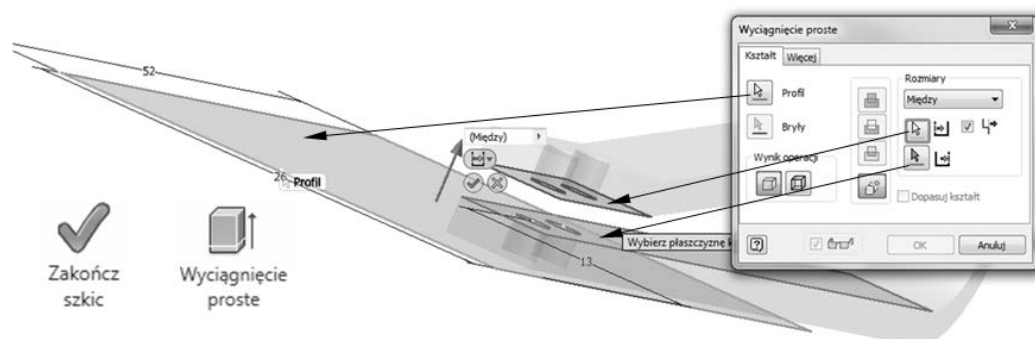
Szkic łopatki będzie składał się wyłącznie z prostokąta zwymiarowanego względem zrzutowanych wcześniej krawędzi (rysunek 4.68). Do zdefiniowania szkicu wykorzystano również *Wiązanie współliniowości*.

**Rysunek 4.68.**

*Definiowanie szkicu łopatki*

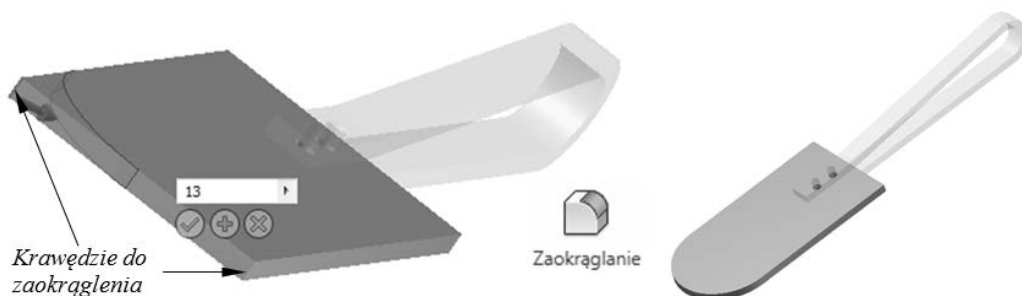


Po uruchomieniu polecenia *Wyciągnięcie proste* można wybrać opcję *Między* (rysunek 4.69). Opcja ta pozwala na wybór powierzchni lub płaszczyzn, na których rozpoczyna się i kończy wyciągnięcie. Można wybrać powierzchnie lub płaszczyzny, które rezydują w innych komponentach, ale muszą być na tym samym poziomie w zespole co tworzone wyciągnięcia.



**Rysunek 4.69.** *Tworzenie wyciągnięcia prostego między dwoma wskazanymi powierzchniami*

Zaokrąglenie krawędzi łopatki zostało wykonane po uruchomieniu polecenia *Zaokrąglenie* i zdefiniowaniu promienia równego 13 mm (rysunek 4.70).

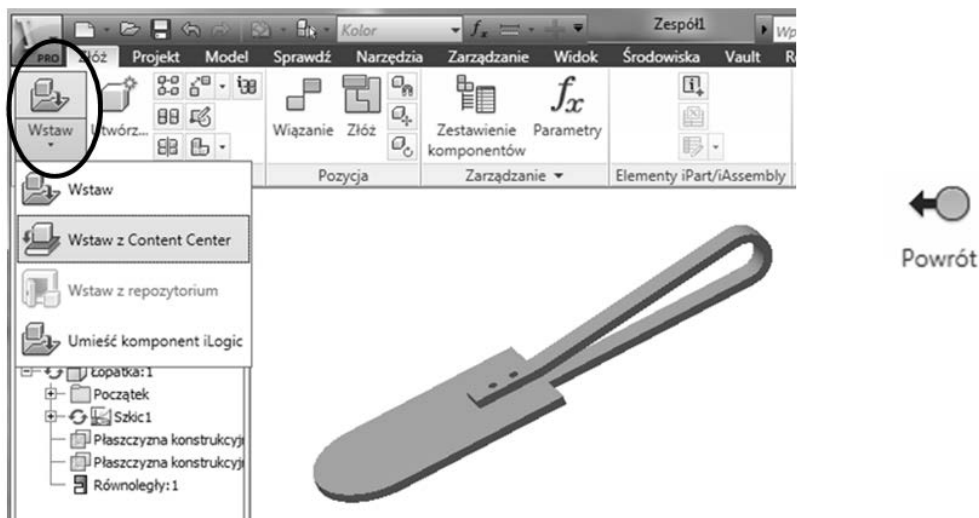


**Rysunek 4.70.** *Kształtowanie łopatki*

Biblioteki *Content Center* programu Autodesk Inventor zawierają części oraz elementy znormalizowane (elementy złączne, kształtowniki stalowe, części wałków i inne). Podstawowy komponent stanowi rodzina części lub narzędzi. Zawiera ona powiązane ze sobą elementy bazujące na tym samym szablonie i będące podstawową, docelową częścią (elementem), zrealizowanym w różnych rozmiarach. Rodziny nie można podzielić na mniejsze grupy.

Rodziny posegregowane są w bibliotece elementów znormalizowanych w kategorii i podkategorii. Kategoria jest logicznym ugrupowaniem typów części. Na przykład kołki i śruby z łebkiem sześciokątnym są funkcjonalnie połączone i tym samym umieszczone w jednej grupie — *Śruby*. Grupa taka (kategoria) może zawierać podkategorie i rodziny.

Baza danych *Content Center* jest bardzo obszerna i zawiera kilkanaście międzynarodowych norm oraz około milion różnych komponentów. Aby otworzyć bibliotekę elementów znormalizowanych, należy w środowisku zespołu wybrać polecenie *Wstaw z Content Center*, które dostępne jest po rozwinięciu ikony symbolizującej polecenie *Wstaw* (rysunek 4.71).



**Rysunek 4.71.** Uruchamianie biblioteki elementów znormalizowanych

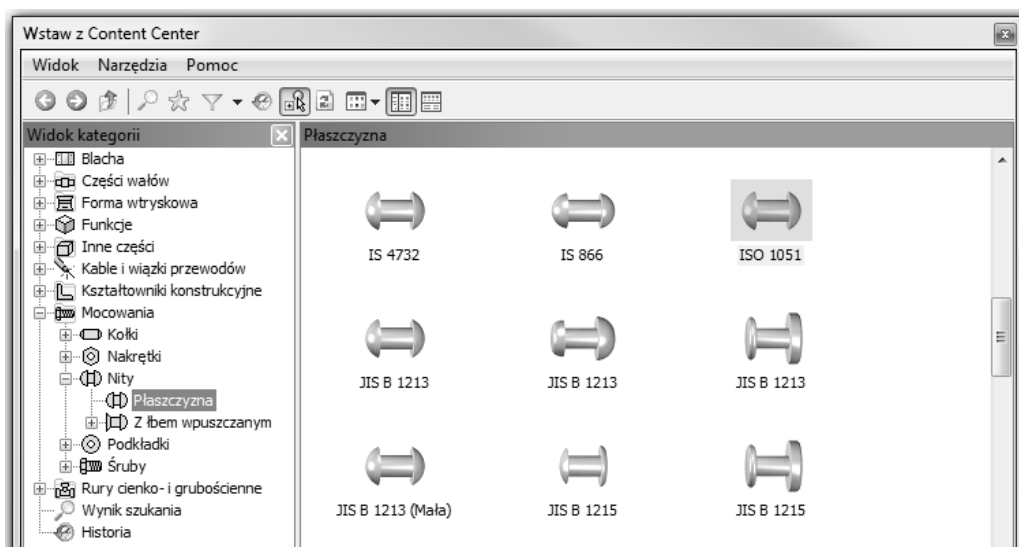
Okno dialogowe biblioteki zawiera elementy znormalizowane podzielone na kategorie. Do projektowanego złozenia należy wczytać nity, które znajdują się w kategorii *Mocowania* (rysunek 4.72).

Właściwe dla projektu nity znajdują się w rodzinie *Płaszczyzna*, która zostanie uwidoczniiona po rozwinięciu podkategorii *Nity*. W tym przypadku należy wybrać nit oznaczony jako *ISO 1051* (rysunek 4.73).

Przed wstawieniem nitu do złozenia najpierw trzeba zdefiniować jego rozmiary (rysunek 4.74). Definiowanie nitu będzie polegało na wyborze z listy jego średnicy nominalnej oraz zakresu długości. Kolejny krok to wpisanie konkretnej długości uchwytu nitu w oknie edycyjnym *Długość uchwytu*. W tym przypadku długość ta będzie wynosiła 6 mm.

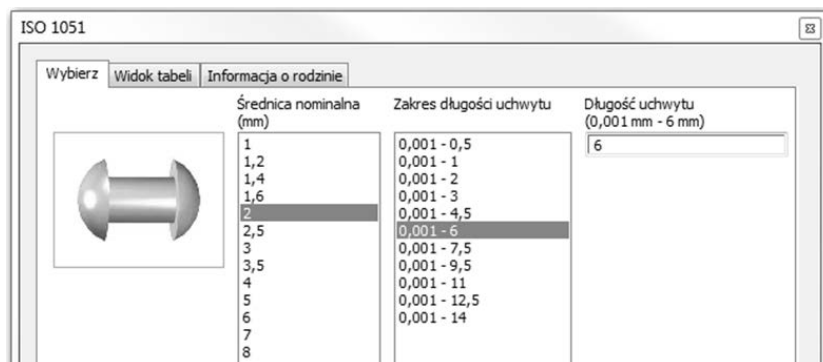


Rysunek 4.72. Okno dialogowe biblioteki Content Center



Rysunek 4.73. Wybór właściwej normy

Rysunek 4.74.  
Definiowanie  
rozmiarów  
wstawianego nitu

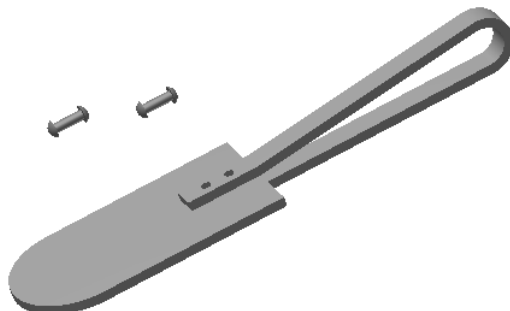


Ponieważ domyślnie zaznaczona jest opcja *Niestandardowo*, podczas wstawiania nitu pojawi się okno zapisu, w którym można będzie zmienić nazwę kopiowanego z biblioteki komponentu. Zapis będzie proponowany w folderze stanowiącym miejsce położenia bieżącego pliku projektu. W przypadku zaznaczenia opcji *Standardowo* komponent zostałby automatycznie zapisany w domyślnym katalogu poza projektem.

Wstawienie nitów będzie polegało na kliknięciu myszką na ekranie w pobliżu miejsca ich wstawienia (rysunek 4.75). Należy skopiować dwa nity, które następnie będą wstawione w odpowiednie miejsca za pomocą wizań.

#### Rysunek 4.75.

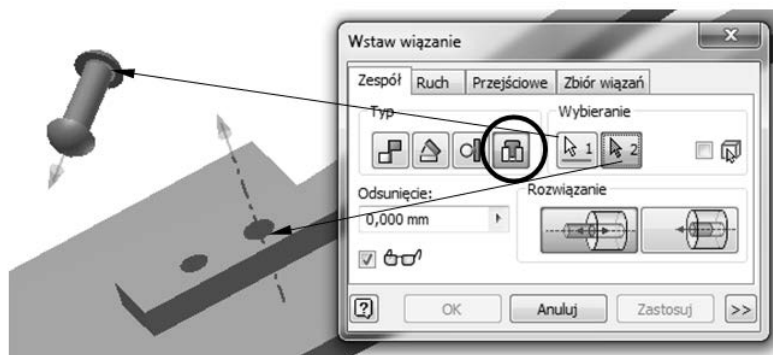
*Wstawienie dwóch nitów*



Usytuowanie nitów w otworach będzie możliwe po uruchomieniu polecenia *Wiązanie* (rysunek 4.76). W wyświetlonym oknie można będzie wybrać wiązanie *Wstaw*, które pozwala na wstawianie części walcowych do otworu. W przypadku tego wiązania należy wskazać krawędź pomiędzy uchwytem nitu a jego łbem. Z drugiej strony na otworze należy wskazać krawędź, która ma być połączona z tą wskazaną wcześniej. Wiązanie zostanie zatwierdzone po wybraniu polecenia *Zastosuj*. Zmontowany zespół łopatkki przedstawiony jest na rysunku 4.77.

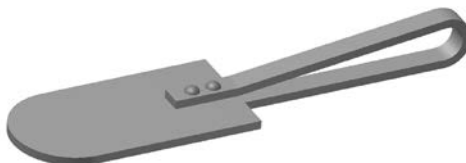
#### Rysunek 4.76.

*Użycie wiązania Wstaw*



#### Rysunek 4.77.

*Zmontowany zespół łopatkki*



# INVENTOR

## Podstawy projektowania



- Elementy interfejsu programu Inventor i sposoby ich używania
- Tworzenie szkiców w oparciu o wiązania geometryczne i wymiarowe
- Generowanie trójwymiarowych brył, przekształcanie ich i łączenie
- Korzystanie z biblioteki elementów znormalizowanych
- Symulacja ruchu oraz animowanie montażu i demontażu zespołów
- Tworzenie dokumentacji technicznej części i złożeń
- Praktyczne przykłady różnorodnych zastosowań Inventora

Inventor to jedno z najczęściej używanych środowisk do wspomaganej komputerowo projektowania części i zespołów mechanicznych. Rosnąca popularność aplikacji, duże możliwości w zakresie tworzenia dokumentacji, cyfrowego prototypowania, symulacji działania mechanizmów i wymiany danych projektowych oraz wsparcie zapewniane przez producenta programu gwarantują, że czas poświęcony na jego naukę okaże się doskonałą inwestycją w przyszłość.

Rozpoczęcie przygody z Inventorem znajomocie ułatwi książka „Inventor. Podstawy projektowania”. Podręcznik „za rękę” poprowadzi początkującego użytkownika przez świat projektowania technicznego, przedstawiając podstawowe informacje o programie i sposobach jego stosowania. Czytelnik dowie się, do czego służą poszczególne narzędzia i jak skonfigurować interfejs aplikacji. Pozna metody tworzenia i edytowania płaskich rysunków, brył trójwymiarowych i całych zespołów. Zagadnienia związane z symulowaniem działania mechanizmów oraz animowaniem procesów ich montażu i demontażu nie będą stanowiły już żadnego problemu. Poszczególne tematy przedstawiane są w bardzo praktyczny sposób, dzięki czemu podręcznik doskonale nadaje się do samodzielnej nauki korzystania z najnowszej wersji środowiska Inventor, stanowiąc jednocześnie świetny materiał pomocniczy na kursach i szkoleniach z obsługi tego programu.

Z przyjemnością rozpocznij praktyczną naukę obsługi jednego z najpopularniejszych środowisk do trójwymiarowego projektowania układów mechanicznych!

Nr katalogowy: 5734



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



Zamówienia telefoniczne:  
**0 801 339900**



**0 601 339900**



**Helion**

Sprawdź najnowsze promocje:

🔴 <http://helion.pl/promocje>

📖 Książki najchętniej czytane:

🔴 <http://helion.pl/bestsellery>

Zamów informacje o nowościach:

🔴 <http://helion.pl/nowosci>

**Helion SA**  
ul. Kosciuszki 1c, 44-100 Gliwice  
tel.: 32 230 98 63  
e-mail: [helion@helion.pl](mailto:helion@helion.pl)  
<http://helion.pl>

**helion.pl**  
księgarnia  
internetowa

Cena 79,00 zł

ISBN 978-83-246-2740-0



9 788324 627400

Informatyka w najlepszym wydaniu