

Jerzy Domański

SolidWorks 2017

PROJEKTOWANIE MASZYN I KONSTRUKCJI

PRAKTYCZNE PRZYKŁADY



Helion 

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz Wydawnictwo HELION dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz Wydawnictwo HELION nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Redaktor prowadzący: Małgorzata Kulik

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

Grafika na okładce została wykorzystana za zgodą Shutterstock.com

Wydawnictwo HELION
ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
WWW: <http://helion.pl> (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!

Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres

<http://helion.pl/user/opinie/sw2017>

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Kody źródłowe wybranych przykładów dostępne są pod adresem:

<ftp://ftp.helion.pl/przyklady/sw2017.zip>

ISBN: 978-83-283-3440-3

Copyright © Helion 2017

Printed in Poland.

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

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

Spis treści

Wprowadzenie	9
---------------------------	----------

Część I. Praca z programem	11
---	-----------

Rozdział 1. Wprowadzenie do programu SolidWorks	13
--	-----------

1.1. Uruchamianie programu	13
1.2. Okno programu na przykładzie dokumentu Część	15
1.3. Opcje programu	15
1.4. Orientacja widoku. Gesty myszy	22
1.5. Dostosowanie programu przez użytkownika	25

Rozdział 2. Podstawy pracy w programie SolidWorks	29
--	-----------

2.1. Ustawienia szkicu	29
2.2. Podstawy rysowania szkicu	31
2.3. Podstawy wymiarowania elementów szkicu	36
2.4. Podstawowe techniki modelowania brył	42
2.5. Geometria konstrukcyjna	52
2.6. Narzędzia szkicu	57
2.7. Splajny. Narzędzia splajnu	64
2.8. Wybór projektanta: wykonać w „Operacji” czy w „Szkicu”	67
2.8.1. Powielenie otworów za pomocą operacji Szyk kołowy	67
2.8.2. Powielenie otworów za pomocą polecenia Szyk kołowy szkicu	70
2.9. Kolejność operacji	73
2.10. Opcje wybranych operacji	76
2.10.1. Operacja Wyciągnięcie wycięcia	76
2.10.2. Operacja Zaokrąglenie	80
2.10.3. Operacja Skorupa	85

Rozdział 3. Podstawowe błędy w modelowaniu	87
Rozdział 4. Pierwszy model — od bryły do dokumentacji	93
4.1. Model bryłowy	93
4.2. Dokumentacja techniczna — podstawy	100
Rozdział 5. Ćwiczenia w modelowaniu części	109
5.1. Półpanewka górna	109
5.1.1. Metoda nr 1. Współdzielony szkic	110
5.1.2. Metoda nr 2. Każda operacja na bazie oddzielnego szkicu	115
5.2. Korbówód	121
5.3. Wał korbowy	127
5.3.1. Model wału korbowego	127
5.3.2. Właściwości masy	131
5.4. Tłok	133
5.4.1. Metoda nr 1. Rowki pod pierścienie w szkicu	134
5.4.2. Metoda nr 2. Rowki pod pierścienie w operacjach	138
5.5. Stopa korbowodu. Polecenie Zapisz jako. Edycja modelu	141
5.6. Dolna półpanewka	144
5.6.1. Zmiana modelu poprzez dodanie nowego szkicu	144
5.6.2. Zmiana modelu poprzez edycję istniejącego szkicu	146
5.6.3. Przykład błędnego rozwiązania	149
Rozdział 6. Modelowanie złożenia	153
6.1. Wstawianie komponentów do złożenia	153
6.2. Analiza poprawności złożenia. Edycja komponentów z poziomu złożenia	165
6.3. Widok rozstrzelony złożenia	173
6.4. Podstawy dokumentacji złożenia	178
6.5. Wstawianie złożenia do innego złożenia	183
6.6. Zmiana wyglądu komponentów w złożeniu	187
6.7. Zdefiniowane widoki modelu	189
6.8. Stany wyświetlania	191
6.9. Narzędzie SolidWorks Treehouse	194
Rozdział 7. Przykłady wybranych wiązań	197
7.1. Przykład zastosowania wiązań — ruch popychacza w szczelinie walcowej	202

Rozdział 8. Badanie ruchu złożenia	209
8.1. Podstawowy ruch	210
8.2. Animacja	213
8.2.1. Prezentacja modelu	213
8.2.2. Animacja oparta na położeniu	215
8.2.3. Animacja ruchu mechanizmu z napędem liniowym	218
Rozdział 9. Wielowariantowość projektu — konfiguracje	221
9.1. Podstawy konfiguracji części	221
9.2. Dokumentacja części zawierającej konfiguracje	229
9.3. Podstawy konfiguracji złożenia	232
9.4. Dokumentacja złożenia zawierającego konfiguracje	236
9.5. Nazwy operacji i wymiarów	237
9.6. Tabela konfiguracji	239
Rozdział 10. Automatyzacja wstawiania części do złożenia	245
10.1. Odniesienie wiązania	245
10.2. Uproszczona wersja odniesienia wiązania	251
10.3. Komponent inteligentny zawierający komponenty odniesione	253
Rozdział 11. Modelowanie części w kontekście złożenia	261
11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia	261
11.2. Operacje złożenia	272
11.3. Komponent inteligentny zawierający operacje	277
Rozdział 12. Właściwości plików	283
12.1. Właściwości pliku wstawiane bezpośrednio w modelu	283
12.2. Generator kart właściwości	287
12.3. Właściwość IsFastener	291
Rozdział 13. Dokumentacja techniczna	297
13.1. Podstawowe ustawienia rysunku	297
13.2. Tabelka rysunkowa. Zastosowanie warstw	298
13.3. Zastosowanie właściwości modelu w dokumentacji	304
13.4. Właściwości pliku rysunku	307
13.5. Półprzekrój, przerwanie, style wymiarowania	312
13.6. Wyrwanie, widok szczegółów	316
13.7. Tolerancje i pasowania	318
13.8. Rysunki odłączone i odciążone	332

Rozdział 14. Szablony dokumentów i format rysunku	335
14.1. Szablony dokumentów	335
14.2. Format arkusza	339
Rozdział 15. Wykonywanie rysunków płaskich bezpośrednio w arkuszu	345
Rozdział 16. Krzywe	349
16.1. Krzywa przez punkty XYZ	349
16.2. Linia podziałowa	354
16.3. Rzut krzywej	355
16.4. Spirala Archimedesesa. Linia śrubowa	358
Rozdział 17. Przykłady zastosowania wybranych operacji	363
17.1. Wyciągnięcia po ścieżce i po profilach	363
17.2. Szyk oparty na krzywej i wzór wypełnienia	373
17.3. Kreator otworów	376
Rozdział 18. Podstawy zastosowania równań	379
18.1. Równania w części	379
18.2. Równania w złożeniu	383
Rozdział 19. Konstrukcja spawana	389
19.1. Konstrukcja spawana z profili hutniczych	389
19.2. Podstawy dokumentacji konstrukcji z profili	396
19.3. Zapisywanie fragmentów konstrukcji jako oddzielnych plików	403
19.4. Wprowadzanie oznaczeń spoin	406
19.5. Definicja własnych profili hutniczych	409
19.6. Konstrukcja spawana z dowolnych brył	415
Rozdział 20. Konstrukcja blaszana	419
20.1. Część blaszana na bazie modelu bryłowego	419
20.2. Część blaszana z zastosowaniem rozcięć	429
20.3. Część blaszana uzyskana bezpośrednio z operacji arkusza blachy	434
20.4. Tabela grubości	438
20.5. Tabela zgięć	439
20.6. Operacje z biblioteki i narzędzia formowania	446

Rozdział 21. Biblioteka operacji i szkiców	449
21.1. Definiowanie biblioteki operacji	449
21.1.1. Przykład 1.	449
21.1.2. Przykład 2.	454
21.2. Definiowanie biblioteki szkiców	458
21.2.1. Definicja szkicu jako Lib Feat Part	458
21.2.2. Definiowanie szkicu jako bloku (SolidWorks Blocks)	461
21.3. Tworzenie narzędzia formowania blachy	464
Rozdział 22. Modelowanie powierzchniowe	471
22.1. Łączenie powierzchni	471
22.2. Model powierzchniowy butelki	479
Rozdział 23. Zapisywanie modeli w innych formatach	491
23.1. Przeglądarka eDrawings. Format PDF	491
23.2. Pliki wymiany danych z innymi programami	494
Rozdział 24. Podstawy projektowania form	497
Rozdział 25. Podstawy tworzenia własnych aplikacji	503
25.1. Wprowadzenie	503
25.2. Pierwsze makro	506
25.3. Śledzenie wykonywania kodu makra	509
25.4. Podstawy tworzenia formularza	511
25.5. Podstawy zastosowania funkcji	516
Rozdział 26. Tworzenie własnego polecenia	523
26.1. Nowe makro z formularzem	523
26.2. Tworzenie własnego paska narzędzi	538
Część II. Przykłady	541
Przykład 1. Obliczenia z zastosowaniem tabeli konfiguracji	543
P1.1. Modele części	544
P1.2. Tabele konfiguracji części	548
P1.3. Podstawy teoretyczne obliczeń	554
P1.4. Implementacja obliczeń w arkuszu kalkulacyjnym	559
P1.5. Powiązanie tabel konfiguracji z wynikami obliczeń	569

Przykład 2. Projekt klatki z profili hutniczych	577
P2.1. Projekt klatki wykonany w dokumencie Część	578
P2.2. Projekt klatki wykonany w dokumencie Złożenie	587
Przykład 3. Projekt klatki samochodu rajdowego	593
P3.1. Definicja przekroju rurowego	594
P3.2. Model klatki	596
Przykład 4. Projekt więźby dachowej	603
P4.1. Przygotowanie profili konstrukcji	603
P4.2. Realizacja projektu więźby dachowej — wersja podstawowa	606
P4.3. Dodatkowy dach	613
P4.4. Definicja powtarzalnych operacji	618
Przykład 5. Projekt rurociągu z blach zwijanych	623
Przykład 6. Projekt zawierający ramę z profili i wypełnienie z blach	633
Przykład 7. Projekt myszki komputerowej	643
P7.1. Wstawienie zamka. Sposób 1.	651
P7.2. Wstawienie zamka. Sposób 2.	654
P7.3. Przykład zastosowania podziału	657
Przykład 8. Uproszczony projekt koła zębatego	663
P8.1. Koło zębate o zębach prostych	663
P8.2. Konfiguracje	673
P8.3. Koło zębate o zębach śrubowych	674
Przykład 9. Projekt układu hydrauliki siłowej	677
Przykład 10. Zastosowanie makr	689
P10.1. Definicja profili spawanych	689
P10.2. Zmiana właściwości profili spawanych	694
P10.3. Łożysko	697
Skorowidz	705

Rozdział 5.

Ćwiczenia w modelowaniu części

W kolejnych podrozdziałach zostaną wykonane części, które następnie posłużą do utworzenia złożenia. Części będą uproszczone, ale do ich zamodelowania zostaną zastosowane najważniejsze techniki modelowania.

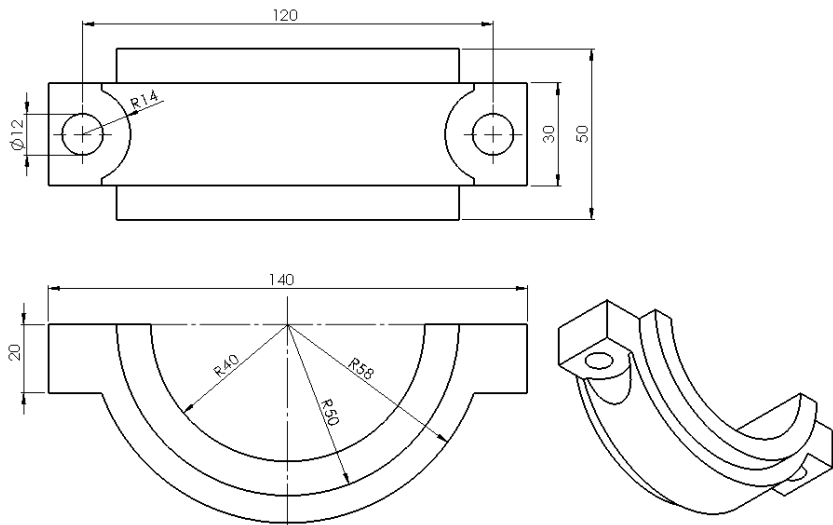
Warto podkreślić, że niektóre elementy modelu zostały wprowadzone tylko w celu demonstracji metody rozwiązywania zadania i nie są oceniane pod kątem konstrukcji lub wytrzymałości.

5.1. Półpanewka górna

W tym podrozdziale zostaną przedstawione dwa sposoby zamodelowania części. Przykłady zaprezentują nowe techniki oraz możliwości wyboru drogi prowadzącej do celu.

Zamodelowana w tym podrozdziale część (rysunek 5.1) posłuży do wykonania modelu złożenia w rozdziale 7.

RYSUNEK 5.1.
Rysunek modelu
zastosowanego
w przykładzie



Przed przystąpieniem do modelowania należy rozważyć, czy model jest symetryczny, oraz zdecydować, jaka metoda zostanie zastosowana.

Przy modelowaniu przyjęto założenia:

1. Model jest symetryczny.
2. Zostaną zachowane wszystkie wymiary jak na rysunku powyżej, w szczególności R14, a nie $\phi 28$, oraz odległość między otworami 120, a nie 2×60 , mierzone od osi symetrii.

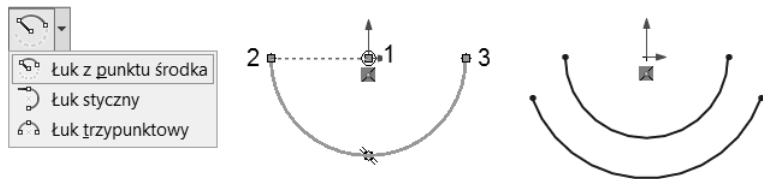
5.1.1. Metoda nr 1. Współdzielony szkic

Przykład części wykonanej w tym punkcie przedstawiono w pliku *Rozdział 05\A_Górna_półpanewka*.

Pierwszy szkic:

- Utwórz szkic (np. na płaszczyźnie *Płaszczyzna przednia*).
- Narysuj dwa łuki w przedstawionych etapach (rysunek 5.2):
 - łuki wykonaj za pomocą polecenia *Łuk z punktu środka*;
 - w trakcie rysowania łuku klikaj położenie punktów w kolejności: punkt 1. (środek układu), punkt 2. (na poziomie środka układu), punkt 3. (na poziomie środka układu);

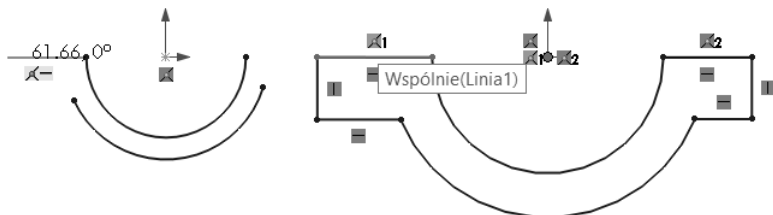
RYСУNEK 5.2.
Kolejne etapy
rysowania łuków



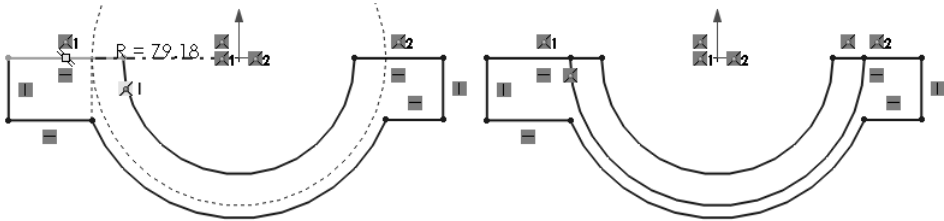
Jeżeli klikniemy punkty 2. i 3. w odwrotnej kolejności, rysowanie łuku może rozpocząć się w odwrotnym kierunku — wtedy należy przenieść wskaźnik myszy we właściwym kierunku.

- Narysuj linie (rysunek 5.3). Po ich narysowaniu zwróć uwagę, czy linie poziome „górne” są czarne. Oznacza to, że dodane zostały relacje, w tym przypadku relacja *Wspólne* między linią a środkiem układu. Jeżeli relacje nie zostały dodane automatycznie, należy je dodać samodzielnie.

RYСУNEK 5.3.
Linie w szkicu



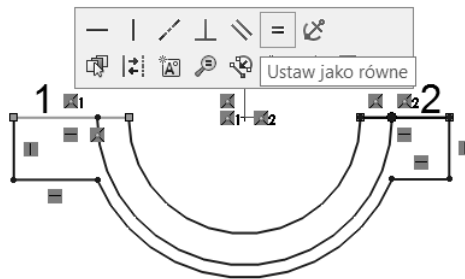
- Narysuj trzeci łuk (rysunek 5.4). Przy rysowaniu środkowego łuku zwróć uwagę, aby nie kliknąć w środek długości linii — uchwyt w środku linii (zostałaby dodana relacja *Punkt środkowy*).



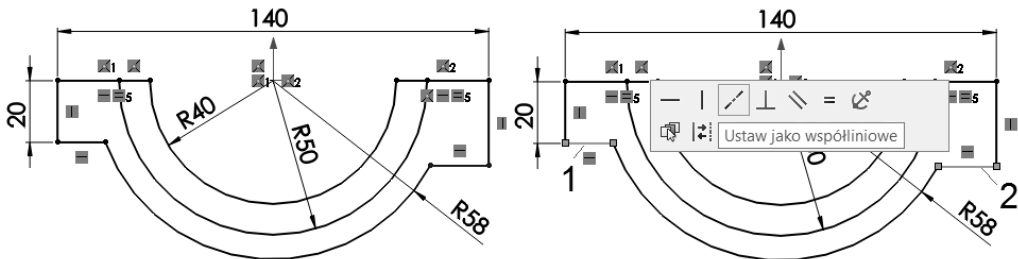
RYСУNEK 5.4. Trzeci łuk

- Dodaj relację *Równe* między liniami 1. a 2. (z wciśniętym klawiszem *Ctrl* kliknij linie 1. i 2., zwolnij klawisz *Ctrl* i wybierz relację) w celu uzyskania symetrycznego szkicu (rysunek 5.5).

RYСУNEK 5.5.
Relacja *Równe*



- Zwymiaruj szkic (rysunek 5.6) — na rysunku z lewej brakuje wymiaru lub relacji (jedna niebieska linia). Należy dodać relację, np. *Współliniowo*, między liniami 1. a 2.

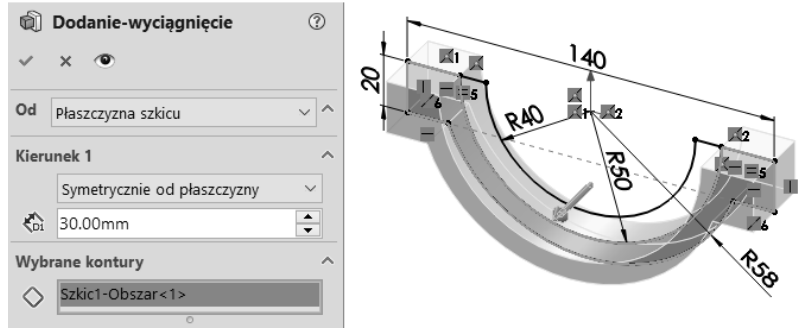


RYСУNEK 5.6. Szkic całkowicie zdefiniowany

Wyciągnięcie — operacja *Wyciągnięcie dodania/bazy* (szkic nie stanowi zamkniętego obwodu, więc program nie może jednoznacznie zinterpretować, który fragment szkicu zostanie wyciągnięty):

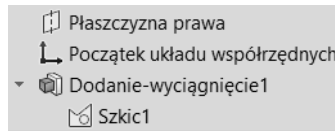
- Po wypełnieniu *Symetrycznie od płaszczyzny* i ustaleniu głębokości 30 mm należy kliknąć szkic, tak aby zaznaczony został obszar jak na rysunku 5.7. Kliknij *OK*.

RYSUNEK 5.7.
Właściwości operacji
Wyciągnięcie
dodania/bazy



Warto zwrócić uwagę na ikonę szkicu w drzewie operacji (rysunek 5.8).

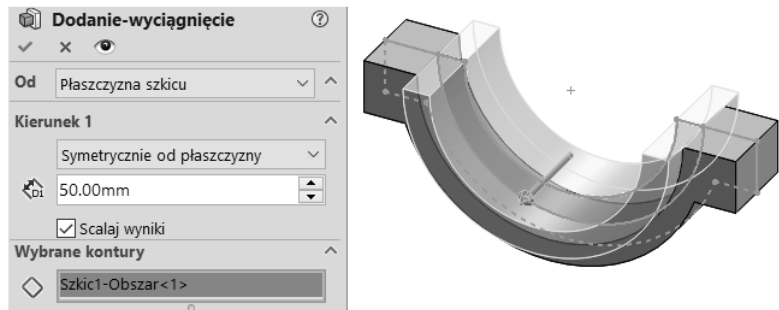
RYSUNEK 5.8.
Ikony operacji i szkicu



Drugie wyciągnięcie z tego samego szkicu (rysunek 5.9):

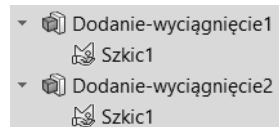
- W drzewie przeglądarki kliknij *Szkic1* w celu zaznaczenia. Z paska *Operacje* wydaj polecenie *Wyciągnięcie dodania/bazy*.
- Wypełnij okno *Symetrycznie od płaszczyzny* i ustal głębokość 50 mm.
- Zaznacz obszar w szkicu jak na rysunku 5.9.
- Zwróć uwagę na zaznaczenie *Scalaj wyniki* — dwie bryły zostaną połączone. Kliknij OK.

RYSUNEK 5.9.
Właściwości drugiego
wyciągnięcia



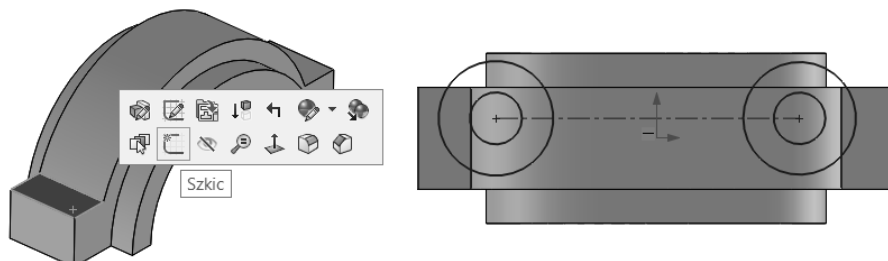
Ikony szkicu wyglądają jak na rysunku 5.10.

RYSUNEK 5.10.
Ikony szkicu i operacji



Proste otwory (otwory zostaną wykonane z jednego szkicu, symetria zostanie uzyskana za pomocą geometrii konstrukcyjnej):

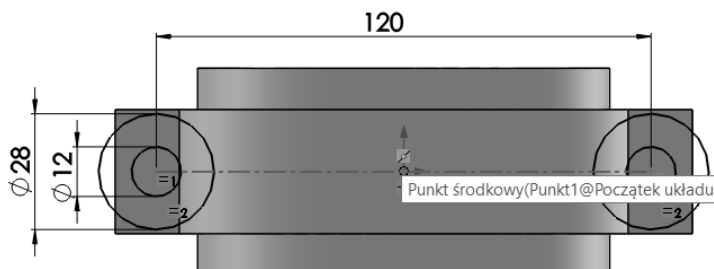
- Utwórz szkic na ścianie (rysunek 5.11).



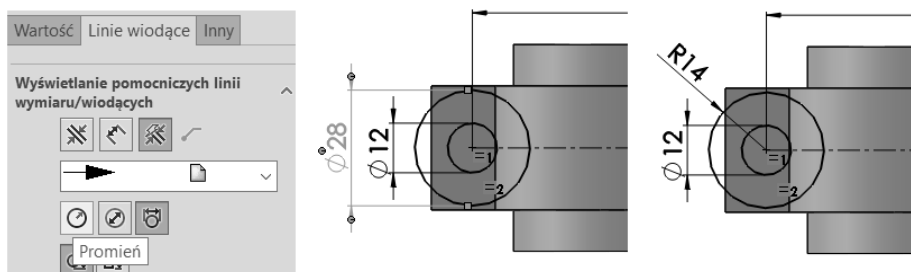
RYСУNEK 5.11. Z lewej – płaska ściana szkicu, z prawej – szkic bez wymiarów

- Ustaw szkic prostopadle (spacja, *Normalny do*).
- Narysuj linię środkową — celowo nie w środku układu (rysunek 5.11).
- Dodaj relację *Punkt środkowy* między linią środkową a środkiem układu współrzędnych (rysunek 5.12).

RYСУNEK 5.12.
Szkic w pełni zdefiniowany

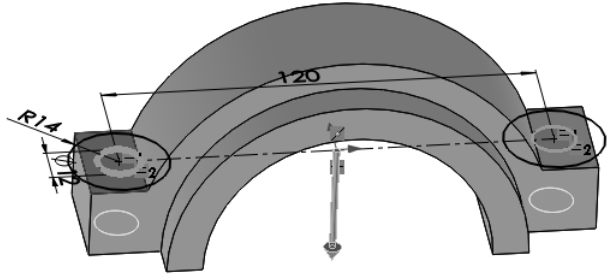
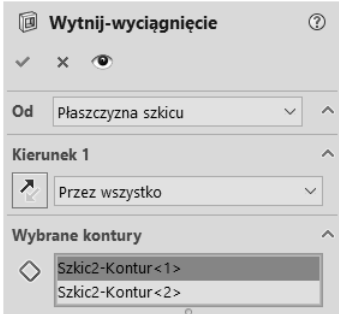


- Dodaj relacje równości między parami okręgów po dwóch stronach układu współrzędnych — mniejszy z mniejszym i większy z większym (równe promienie).
- Zwymiaruj szkic.
- Zmień wymiar $\phi 28$ mm na wymiar promienia (tylko w ramach ćwiczeń, rysunek 5.13):



RYСУNEK 5.13. Zmiana wymiaru średnicy na wymiar promienia

- zaznacz wymiar $\phi 28$, w menedżerze właściwości wymiaru przejdź na kartę *Linie wiodące* i kliknij ikonę *Promień*;
 - ustaw wymiar w wymaganym położeniu.
- Z paska *Operacje* wydaj polecenie *Wyciągnięcie wycięcia*:
- ustaw kierunek *Przez wszystko*;
 - uaktywnij pole wyboru *Wybrane kontury*. Wybierz (patrz rysunek 5.14) mniejsze okręgi (kontury) lub obszary wewnątrz mniejszych okręgów. Kliknij OK.



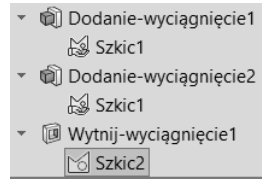
RYСУNEK 5.14. Przykłady wyboru konturów: z lewej — wybór okręgów, z prawej — wybór obszaru

Podcięcia pod łeb śruby:

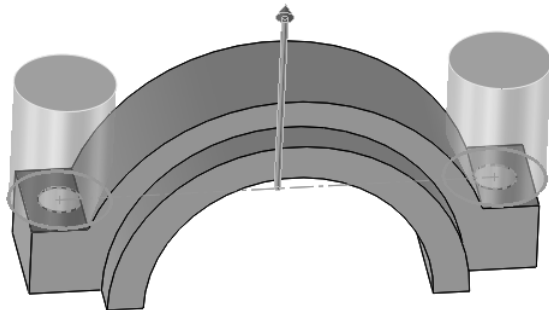
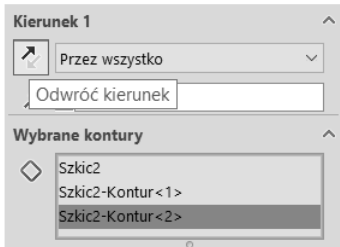
- Zaznacz w drzewie operacji *Szkic2* (rysunek 5.15).

RYСУNEK 5.15.

Wybór szkicu do operacji wycięcia



- Na pasku *Operacje* kliknij polecenie *Wyciągnięcie wycięcia* i zdefiniuj ustawienia jak na rysunku 5.16:



RYСУNEK 5.16. Właściwości operacji *Wyciągnięcie wycięcia*

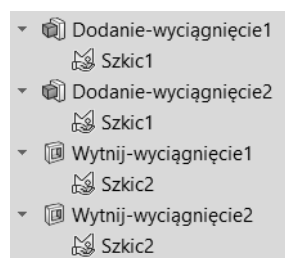
- wybierz większe okręgi;
- odwróć kierunek wyciągnięcia;
- wybierz kierunek *Przez wszystko*. Kliknij *OK*.

■ Zapisz część pod nazwą *Górna półpanewka*.

Drzewo operacji wygląda jak na rysunku 5.17.

RYСУNEK 5.17.

Drzewo operacji



5.1.2. Metoda nr 2. Każda operacja na bazie oddzielnego szkicu

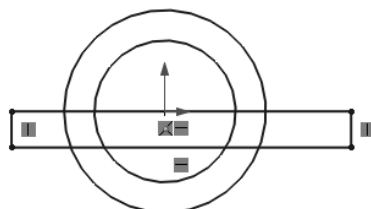
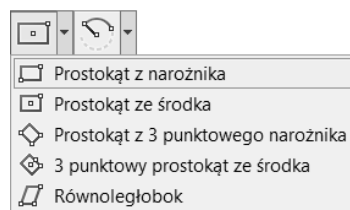
W tej metodzie zostanie przedstawiony inny sposób rysowania szkicu (z przycinaniem), a w operacjach zostanie zastosowane polecenie *Lustro*. Druga metoda zastosowana została w celu prezentacji innego podejścia, a zarazem pokazania działania nowych poleceń. Przykład części wykonanej w tym punkcie przedstawiono w pliku *Rozdział 05\A_Górna_półpanewka2*.

Pierwszy szkic:

- Utwórz szkic na płaszczyźnie *Płaszczyzna przednia*.
- Narysuj dwa okręgi o środkach w środku układu współrzędnych. Narysuj prostokąt z narożnika (rysunek 5.18).

RYСУNEK 5.18.

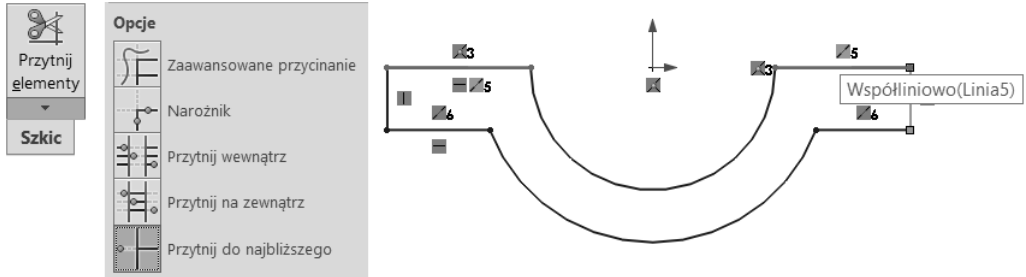
Szkic złożony z dwóch okręgów i prostokąta



- Na pasku *Szkic* kliknij *Przytnij elementy*. Przytnij szkic do stanu na rysunku 5.19.

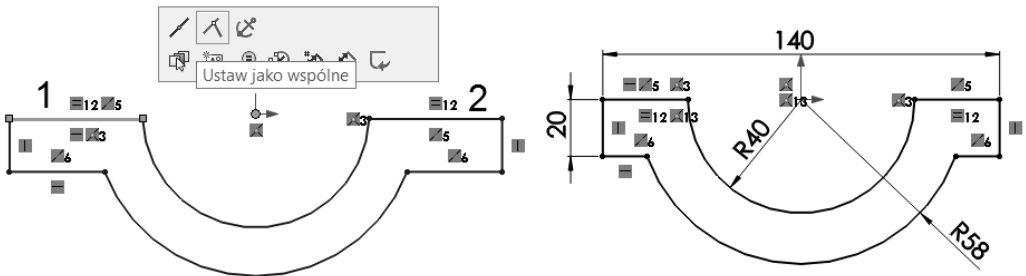


Zwróć uwagę na wybraną opcję przycinania. *Zaawansowane przycinanie* umożliwia przycinanie poprzez przeciąganie wskaźnika myszy z wciśniętym lewym przyciskiem. *Przytnij do najbliższego* usuwa fragment szkicu poprzez kliknięcie fragmentu elementu, który ma zostać usunięty. Przytnij elementy szkicu z zastosowaniem dowolnej opcji do stanu poniżej. Dwie linie powstałe z przecięcia jednej mają już relację *Współliniowo*.



RYСУNEK 5.19. Z lewej — wybrane opcje przycinania, z prawej — przycięty szkic

- Dodaj relacje (rysunek 5.20):
 - *Wspólne* między linią 1. a środkiem układu współrzędnych;
 - *Równe* między liniami 1. a 2.



RYСУNEK 5.20. Z lewej — relacja *Wspólne* między linią 1. a środkiem układu współrzędnych, z prawej — zwiarytowany szkic

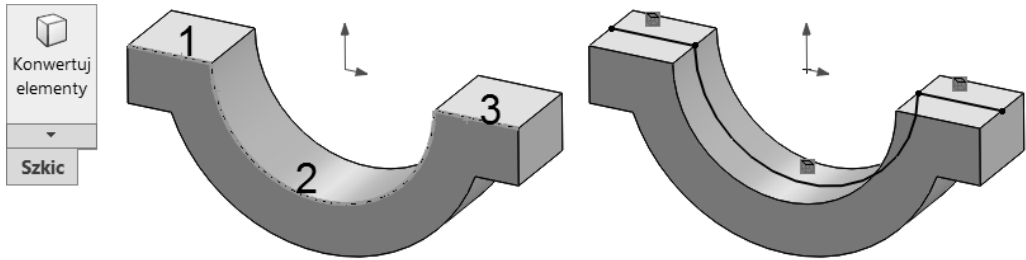
- Zwymiaruj szkic.

Wyciągnięcie:

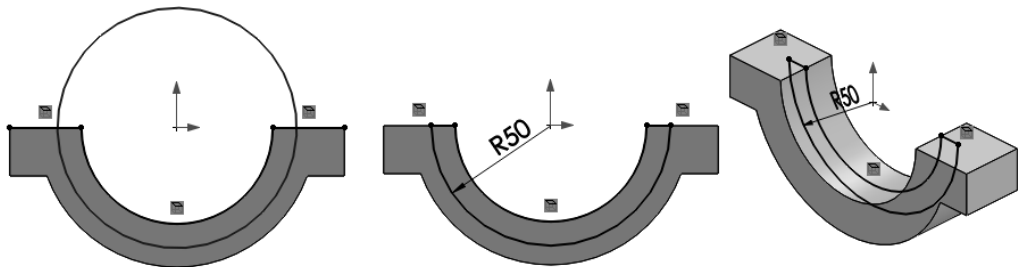
- Wyciągnij *Symetrycznie od płaszczyzny*, na głębokość 30 mm.

Drugi szkic (na początku szkic będzie rysowany w widoku przestrzennym):

- Utwórz szkic na płaszczyźnie *Płaszczyzna przednia* (która jest teraz płaszczyzną symetrii).
- Fragment szkicu zostanie przekonwertowany („zrzutowany”) z krawędzi bryły. Zaznacz, trzymając wciśnięty *Ctrl*, dwie krawędzie proste oraz krawędź łukową (1., 2. i 3.) (rysunek 5.21).
- Na pasku *Szkic* kliknij *Konwertuj elementy* (w starszych wersjach SolidWorks jest to narzędzie *Rzutuj*).
- Ustaw szkic *Normalnie do* (klawiszem spacji), dorysuj brakujący okrąg (rysunek 5.22), przytnij zbędne fragmenty, zwymiaruj szkic. Po zwymiarowaniu i przycięciu szkic powinien wyglądać tak jak na rysunku 5.22.



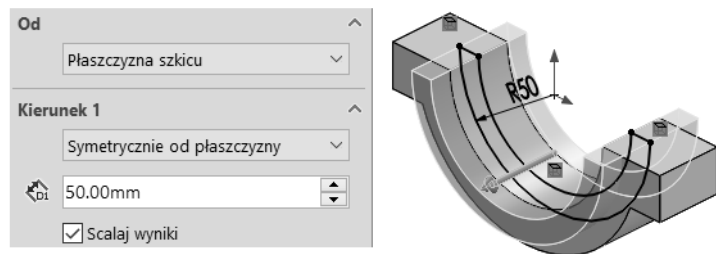
RYSUNEK 5.21. Z lewej — zaznaczone krawędzie do konwertowania, z prawej — wynik konwertowania krawędzi



RYSUNEK 5.22. Od lewej: brakujący okrąg, przycięty i zwymiarowany łuk, widok przestrzenny

- Wyciągnij szkic symetrycznie od płaszczyzny na głębokość 50 mm (rysunek 5.23). W menedżerze właściwości wyciągnięcia zwróć uwagę na skalanie wyników.

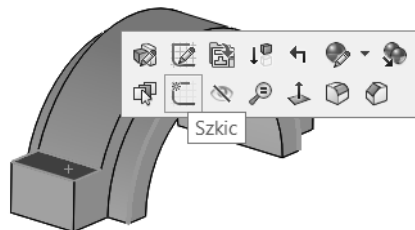
RYSUNEK 5.23.
Drugie wyciągnięcie



Wykonanie otworów:

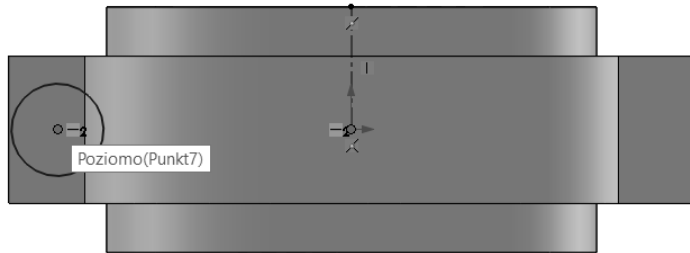
- Utwórz szkic na ścianie zaznaczonej na rysunku 5.24.

RYSUNEK 5.24.
Ściana płaska szkicu



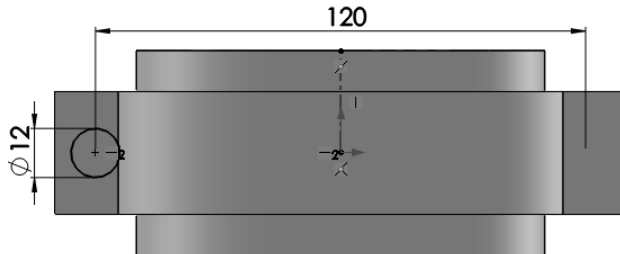
- Narysuj jeden okrąg, nadaj relację *Poziomo* między środkiem okręgu a środkiem układu (rysunek 5.25).

RYСУNEK 5.25.
Relacja *Poziomo*
między środkiem okręgu
a środkiem układu
oraz linia środkowa



- Narysuj linię *Linia środkowa* jak na rysunku 5.25.
- Zwymiaruj położenie i średnicę okręgu (rysunek 5.26):
 - kliknij środek okręgu;
 - kliknij linię środkową (koniecznie linię, a nie jej koniec);
 - przenieść wskaźnik myszy na stronę przeciwną względem okręgu (tu: w prawo);
 - kliknij położenie wymiaru, wpisz wartość 120, zatwierdź;
 - zwymiaruj średnicę $\phi 12$.

RYСУNEK 5.26.
Zwymiarowane
położenie
i średnica okręgu



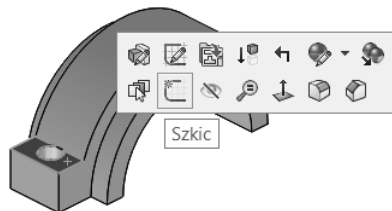
Wyciągnięcie wycięcia:

- Na pasku *Operacje* kliknij *Wyciągnięcie wycięcia*. Wybierz *Przez wszystko*. Kliknij *OK*.

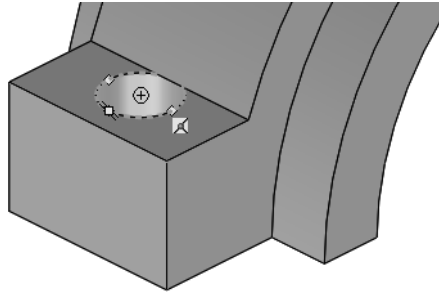
Trzeci szkic:

- Na ścianie utwórz szkic jak na rysunku 5.27. Szkic zostanie wykonany w przestrzeni.

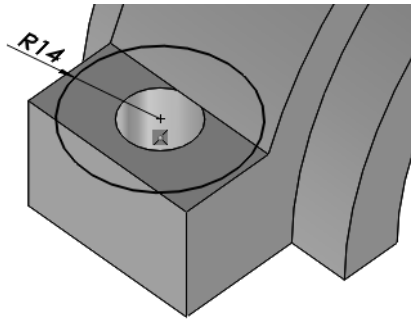
RYСУNEK 5.27.
Ściana szkicu



- Włącz polecenie *Okrąg*, najedź wskaźnikiem (nie klikaj) na krawędź otworu (rysunek 5.28) — zostanie wyświetlony środek okręgu.

RYСУNEK 5.28.*Położenie środka okręgu*

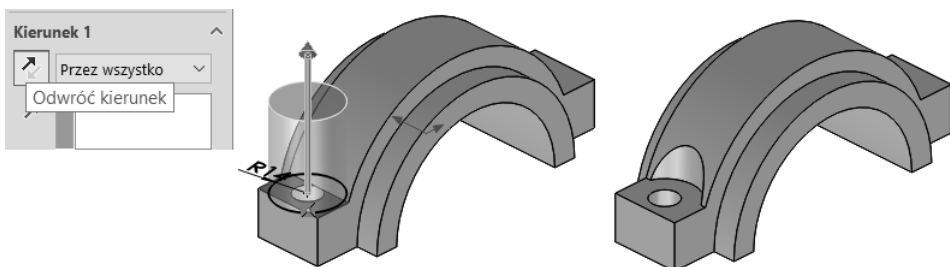
- Kliknij środek okręgu, narysuj okrąg (rysunek 5.29).

RYСУNEK 5.29.*Okrąg o promieniu R14*

- Zwymiaruj okrąg na R14 (zwymiaruj średnicę $\phi 28$ i następnie zmień wyświetlanie wymiaru średnicy na promień R14) (rysunek 5.29).

Wyciągnięcie wycięcia:

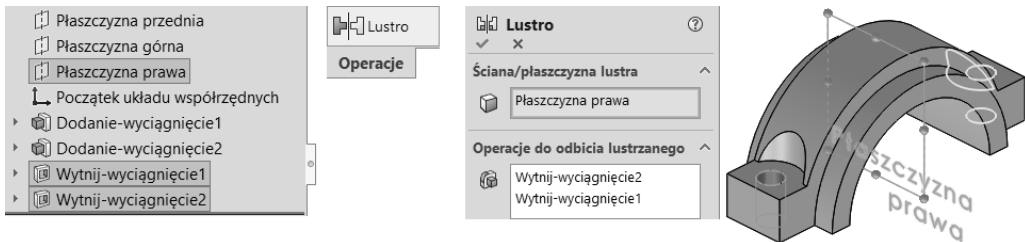
- Na pasku *Operacje* kliknij *Wyciągnięcie wycięcia* i zamodeluj wycięcie jak na rysunku 5.30 (odwróć kierunek wyciągnięcia).

**RYСУNEK 5.30.** *Właściwości wycięcia oraz efekt zastosowanych poleceń*

Polecenie *Lustro*.

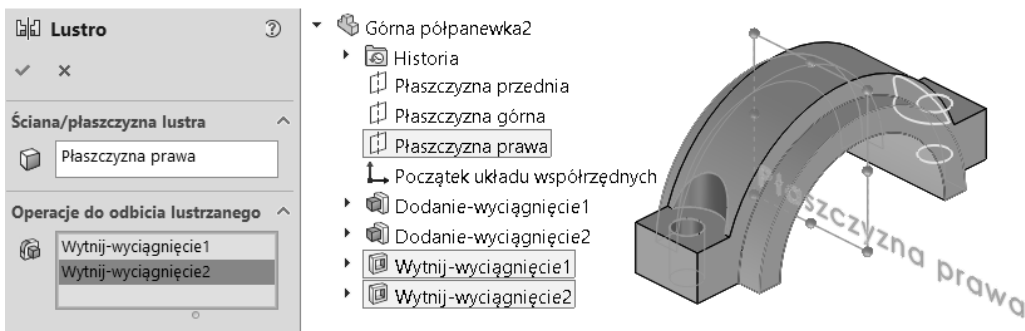
Istnieją dwie podstawowe możliwości wywołania tego polecenia:

1. Z wybranymi operacjami i zaznaczoną płaszczyzną przed wywołaniem polecenia (rysunek 5.31):
 - Zaznacz w drzewie przeglądarki (z wciśniętym klawiszem *Ctrl*) dwa wycięcia oraz właściwą płaszczyzną (tu: *Płaszczyzna prawa*).
 - Na pasku *Operacje* kliknij *Lustro*. Wszystkie elementy okna zostaną wypełnione. Kliknij *OK*.



RYСУNEK 5.31. Płaszczyzna i operacje zaznaczone w drzewie przeglądarki i polecenie *Lustro*

2. Bez zaznaczenia czegokolwiek przed wywołaniem polecenia (rysunek 5.32):
 - Na pasku *Operacje* kliknij *Lustro*.
 - Właściwości operacji *Lustro* można wypełnić, uaktywniając odpowiednie elementy okna. Wyboru operacji do odbicia lustrzanego można dokonać poprzez kliknięcie ściany wybieranej operacji. Inną metodą wyboru operacji do odbicia lustrzanego jest wybór z wysuwanego drzewa przeglądarki w oknie graficznym (kliknij *trójkąt* ▾, jeżeli to konieczne). Kliknij *OK*.

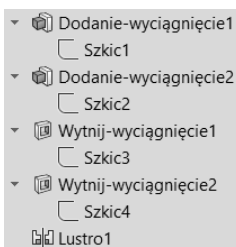


RYСУNEK 5.32. Przykład wyboru operacji i płaszczyzny w menedżerze właściwości polecenia *Lustro*

Drzewo operacji wygląda jak na rysunku 5.33.

RYSUNEK 5.33.

Drzewo operacji



Podsumowanie dwóch przedstawionych metod:

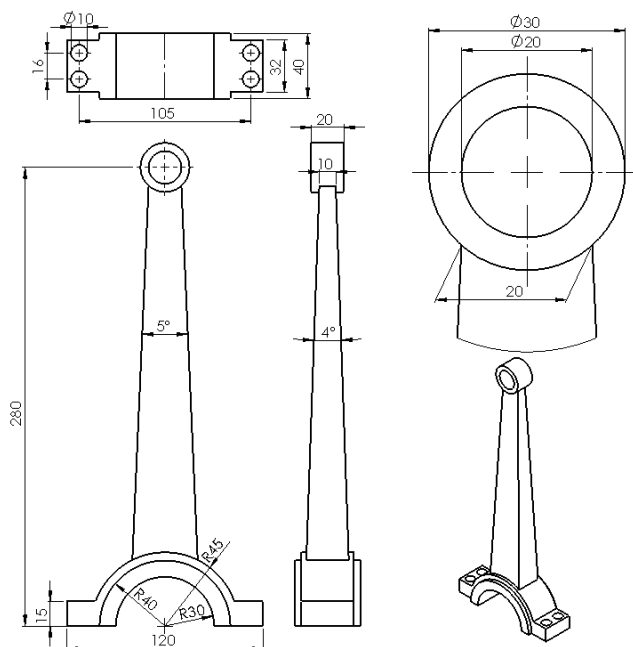
1. Nie można stwierdzić jednoznacznie, która metoda jest lepsza — to zależy od stopnia skomplikowania modelu. Stosowanie oddzielnych szkiców dla każdej operacji może skutkować prostszymi szkicami. Współdzielenie szkiców często ułatwia uchwycenie wszystkich zależności w modelu (wymiarów, relacji).
2. Powyżej został przedstawiony tylko wybór metod — można czerpać po części z każdej z tych wersji, np. współdzielić pierwszy szkic, a otwory wykonać z zastosowaniem lustra. Wybór zawsze należy do projektanta.

5.2. Korbwód

Poniżej został przedstawiony rysunek prostego korbwodu (rysunek 5.34), który zostanie zamodelowany w tym podrozdziale. W pliku *Rozdział 05\A_Korbwód* przedstawiono przykład ukończonego modelu części.

RYSUNEK 5.34.

Uproszczony rysunek modelu korbwodu



Pomimo podkreślenia, że należy podejmować starania, aby uzyskać w trakcie modelowania dokładnie te same wymiary co założone, zdarza się, że zastosowana technika dostępna w programie utrudnia osiągnięcie celu. Tak będzie w przypadku uzyskania kąta 4 stopnie.

W modelu korbowodu będą występować elementy już poznane. Na przykład grupa wymiarów 120, R30, R45, 15 prezentuje geometrię podobną do wykonanej wcześniej części o nazwie *Górna półpanewka*.

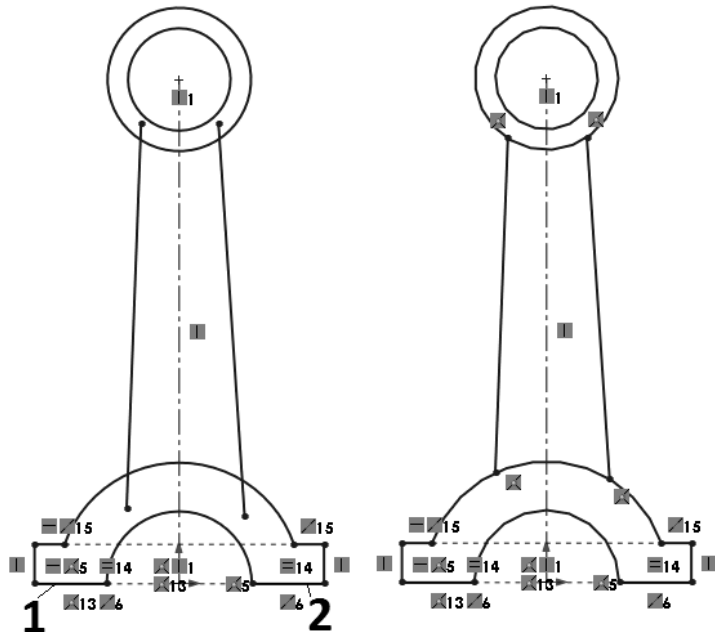
Model jest symetryczny względem płaszczyzn pionowych w każdym rzucie.

Szkic (rysunek 5.35):

- Utwórz szkic na wybranej płaszczyźnie (np. *Płaszczyzna przednia*).
- Wykonaj szkic jak na rysunku 5.35 z lewej. Zdarza się, że w trakcie rysowania linii ukośnych program narzuca relację styczności, ale można to obejść, rysując jak w przykładzie.
- Narysuj linię środkową.
- Przytnij linie, nadaj relacje *Równe* liniom 1. i 2. oraz *Wspólne* jednej z tych linii i początkowi układu współrzędnych.
- Dodaj relację *Symetryczne* liniom ukośnym (rysunek 5.36). W tym celu zastosuj zaznaczenie prostokątne, przeciągając w lewo (punkt 1. i 2.), a następnie zwolnij przycisk myszy i wybierz *Ustaw jako symetryczne*.

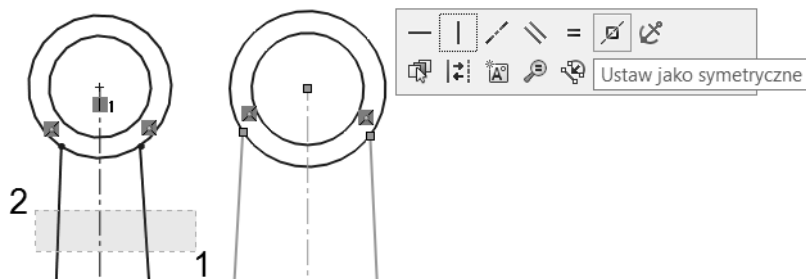
RYSUNEK 5.35.

Kolejne etapy rysowania szkicu



RYSUNEK 5.36.

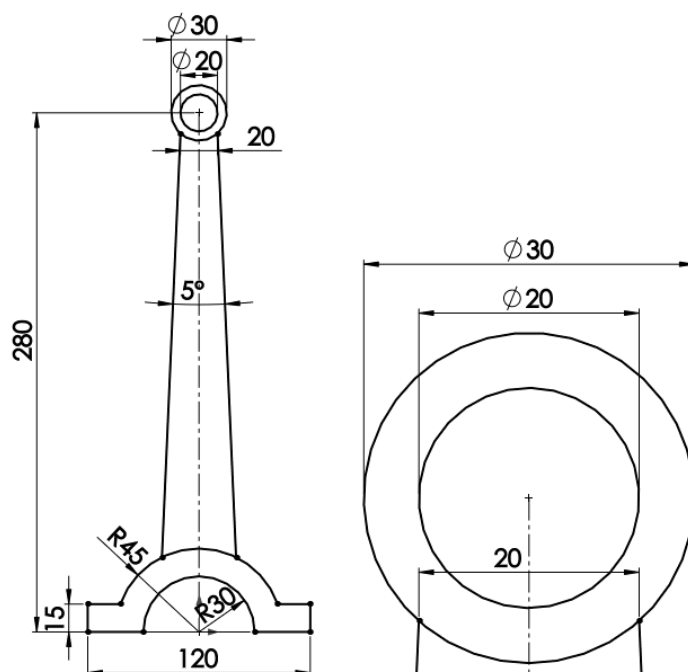
Zastosowanie relacji
Symetryczne



- Zwymiaruj szkic jak na rysunku 5.37.

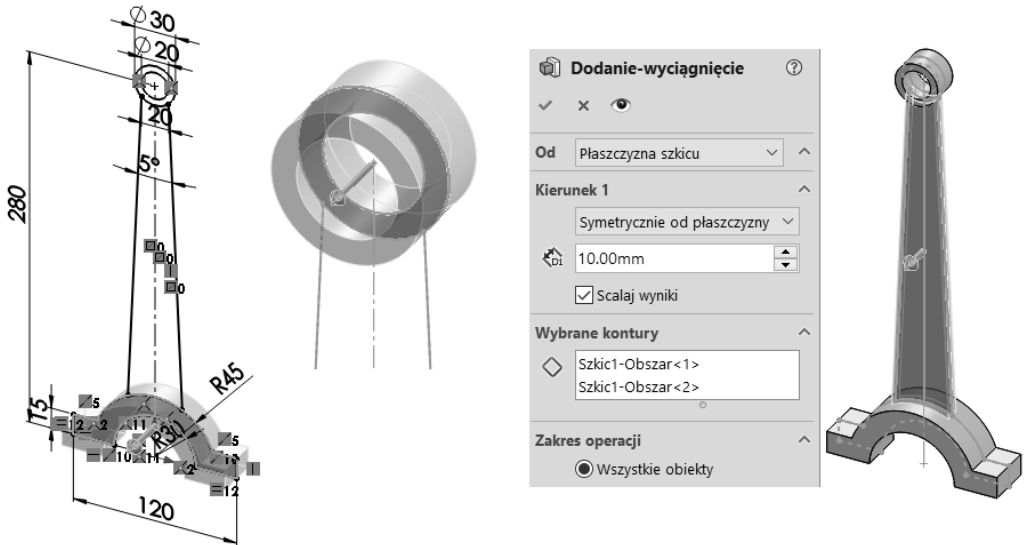
RYSUNEK 5.37.

Zwymiarowany szkic



Trzy wyciągnięcia (w modelu występują różne grubości, zatem należy wykonać trzy wyciągnięcia, współdzieląc szkic):

- Wyciągnięcie pierwsze *Symetrycznie od płaszczyzny*, głębokość 32 mm (rysunek 5.38 z lewej).
- Wyciągnięcie drugie *Symetrycznie od płaszczyzny*, głębokość 20 mm (rysunek 5.38 środkowy). Wyciągnięcia nie muszą tworzyć brył połączonych. Po wykonaniu drugiego wyciągnięcia pojawi się w drzewie przeglądarki informacja o liczbie brył (jeżeli nie wyłączono wyświetlania brył w drzewie).
- Wyciągnięcie trzecie. Ustawienia jak na rysunku 5.38. Zwróć uwagę na *Scalaj wyniki* (rysunek 5.38 z prawej).

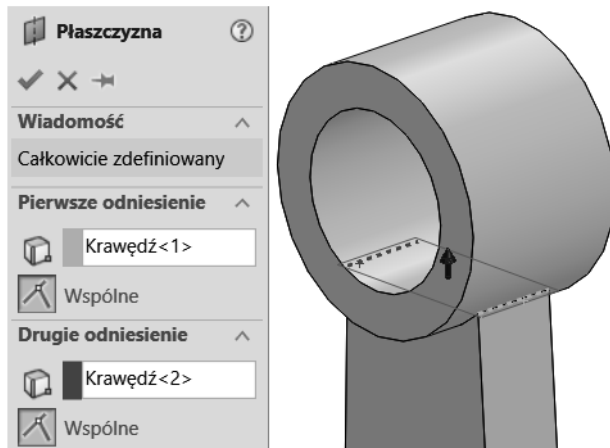


RYSUNEK 5.38. Kolejne wyciągnięcia: z lewej — wyciągnięcie pierwsze, środkowe — wyciągnięcie drugie, z prawej — wyciągnięcie trzecie z właściwościami operacji

Rozejście ścian pod kątem 4 stopni:

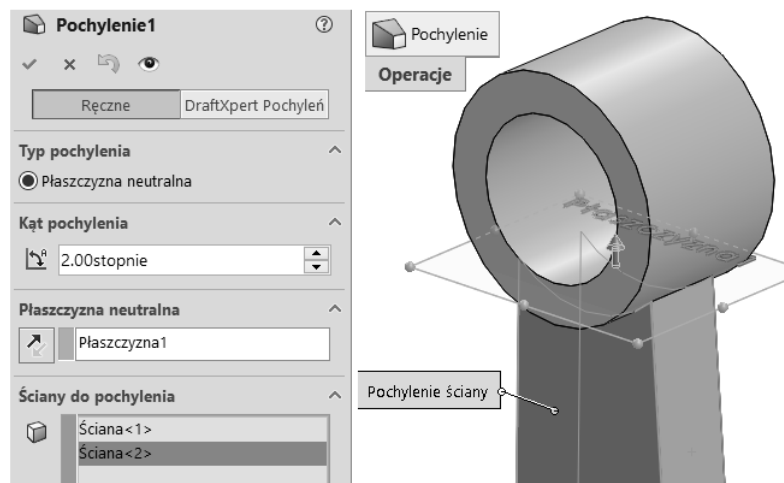
- Wstaw płaszczyznę konstrukcyjną (menu *Wstaw/Geometria odniesienia/Płaszczyzna*). Wybierz krawędzie jak na rysunku 5.39.

RYSUNEK 5.39.
Wstawienie nowej płaszczyzny



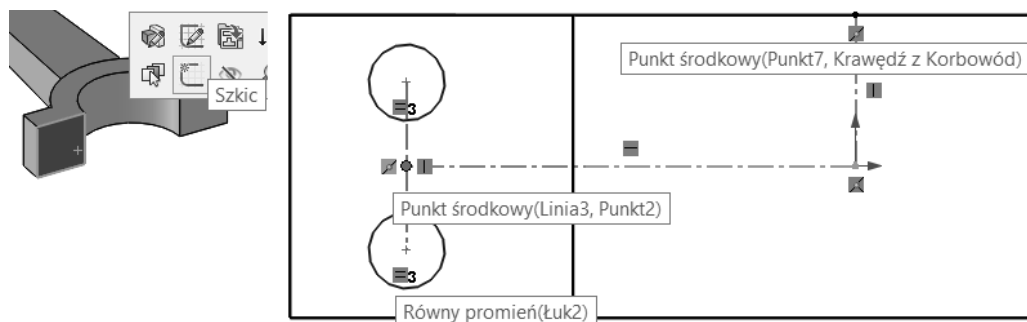
- Na pasku *Operacje* kliknij *Pochylenie*. Wybierz ściany do pochYLENIA, płaszczyznę oraz kąt 2 stopnie. Każda ściana zostanie pochylona o kąt 2 stopnie. Zwróć uwagę na kierunek strzałki — w położeniu jak na rysunku ściany zostaną pochylone w kierunku „pogrubienia” materiału (rysunek 5.40).

RYSUNEK 5.40.
Właściwości operacji
Pochylenie



Otworki $\phi 10$ (poniżej zostanie przedstawiona metoda uzyskania symetrii za pomocą geometrii konstrukcyjnej oraz zostanie zastosowane polecenie *Lustro*):

- Utwórz szkic na dolnej powierzchni (rysunek 5.41).

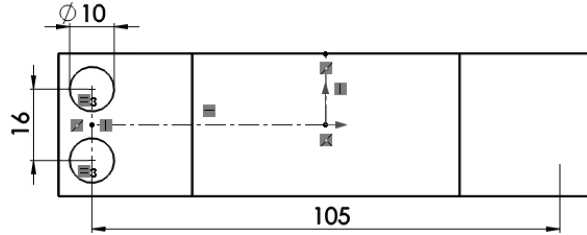


RYSUNEK 5.41. Z lewej — szkic na ścianie płaskiej, z prawej — relacje szkicu

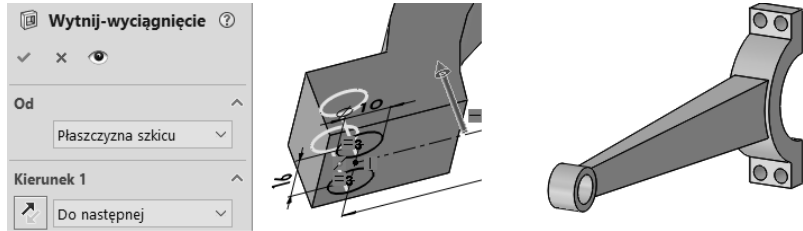
- Narysuj dwa okręgi i trzy linie środkowe jak na rysunku 5.41.
- Nadaj relacje jak na rysunku 5.41.
- Zwymiaruj szkic jak na rysunku 5.42. Wymiar 105 jest wymiarem podwojonym — w trakcie wymiarowania kliknij środek okręgu i pionową linię środkową przechodzącą przez środek układu i przemieść mysz w prawo, następnie kliknij w celu ustawienia wymiaru i wpisz wartość.
- Wykonaj wyciągnięcie wycięcia (*Do następnej*) i powiel operację lustrem (rysunek 5.43).

RYСУNEK 5.42.

Wymiary szkicu

**RYСУNEK 5.43.**

Wykonane otwory powielone lustrem

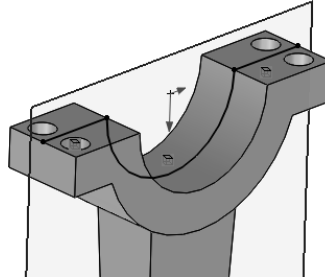


Dodanie „kołnierzy” (w przykładzie zostaną zaprezentowane widoki przestrzenne w celu zwiększenia czytelności; oczywiście można ustawić szkic *Normalny do*):

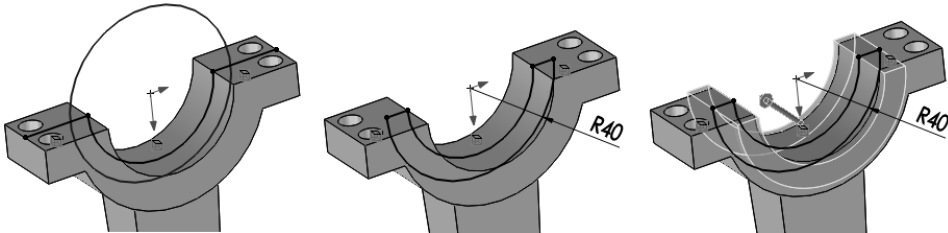
- Utwórz szkic na płaszczyźnie *Płaszczyzna przednia* (rysunek 5.44).

RYСУNEK 5.44.

Z lewej — płaszczyzna szkicu, z prawej — krawędzie do konwertowania na szkic



- Na pasku *Szkic* kliknij narzędzie *Konwertuj elementy*. Zaznacz krawędzie jak na rysunku 5.44. Kliknij *OK*.
- Dorysuj brakujący okrąg i przytnij zbędne fragmenty, następnie zwymiaruj szkic (rysunek 5.45).

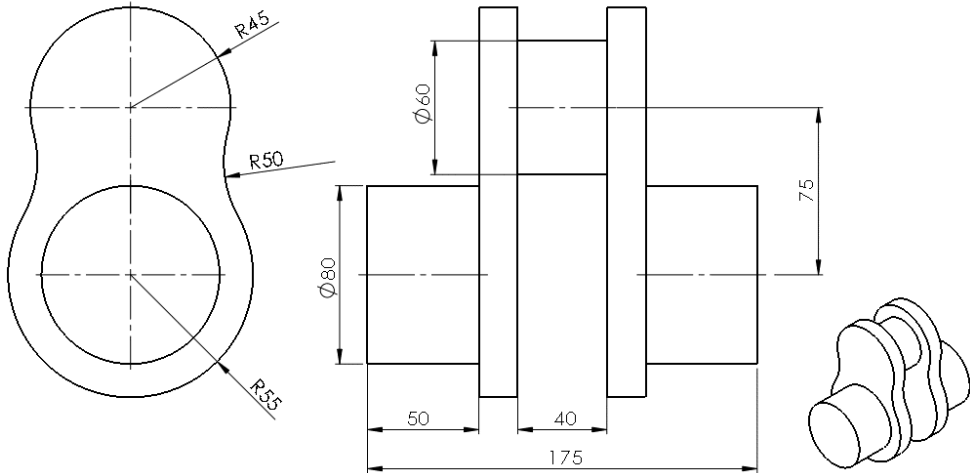


RYСУNEK 5.45. Z lewej — dodatkowy okrąg, z prawej — przycięty i zwymiarowany łuk

- Wyciągnij symetrycznie na 40 mm.
- Zapisz plik pod nazwą *Korbówód*.

5.3. Wał korbowy

Poniższy model (rysunek 5.46) jest oczywiście tylko podobny do rzeczywistego wału korbowego, pomimo to zostanie przedstawione zastosowanie szkiców pomocniczych ułatwiających uzyskanie oczekiwanego wyniku.



RYСУNEK 5.46. Wymiary modelu wału korbowego

Przykład przedstawiono w pliku *Rozdział 05\A_Wał_korbowy*.

Zwróćmy uwagę na wymiary liniowe 175, 50 i 40. Przy założeniu, że model jest symetryczny, kolejne dodawanie wyciągnięć (tzn. walec, „bałwanek”, walec) oraz zastosowanie lustra nie dadzą bezpośrednio całkowitego wymiaru 175 (nawet jeżeli przeliczymy grubość „bałwanek”, nie będziemy mogli bezpośrednio sterować wymiarem 175).

Ponadto jeżeli chcemy ocenić właściwości masy (wagę, masowe momenty bezwładności), dobrze jest zamodelować część tak, aby jedna z osi układu współrzędnych była zgodna z osią obrotu wału (szczegóły w dalszej części podrozdziału).

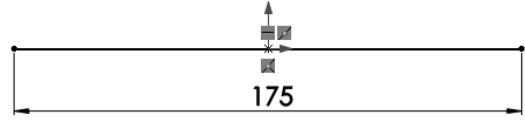
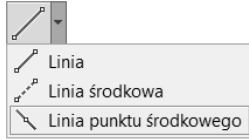
Poniżej zostanie zaproponowana metoda rozwiązania tego zadania za pomocą szkicu pomocniczego, w którym będzie występował wymiar 175. Oczywiście nie jest to jedyny sposób rozwiązania.

5.3.1. Model wału korbowego

Szkic pomocniczy (rysunek 5.47):

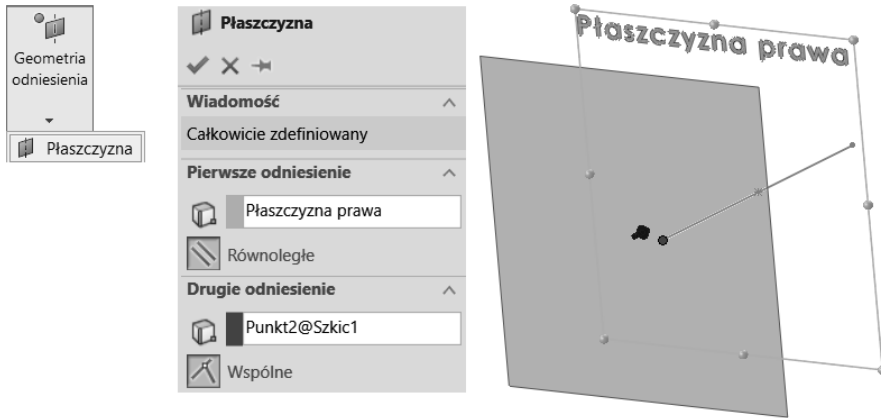
- Utwórz szkic na płaszczyźnie *Płaszczyzna przednia*.
- Narysuj poziomo linię punktu środkowego, rozpoczynając od środka układu współrzędnych, po czym zwymiaruj szkic.
- Wyłącz tryb edycji, zatwierdzając szkic.

RYSUNEK 5.47.
Szkic pomocniczy



Płaszczyzna konstrukcyjna (rysunek 5.48):

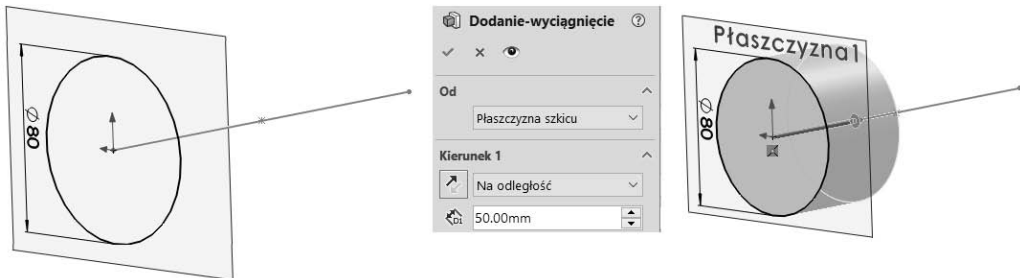
- Zaznacz w drzewie przeglądarki płaszczyznę prostopadłą do narysowanej linii (tu: *Płaszczyzna prawa*).
- Wybierz z menu *Wstaw/Geometria odniesienia/Płaszczyzna* (lub z paska *Operacje*).
- Wskaż punkt końca linii w szkicu.



RYSUNEK 5.48. Wstawienie płaszczyzny na końcu linii

Pierwsze wyciągnięcie:

- Utwórz szkic na nowej płaszczyźnie.
- Narysuj okrąg (rysunek 5.49).



RYSUNEK 5.49. Z lewej — szkic, z prawej — właściwości wyciągnięcia

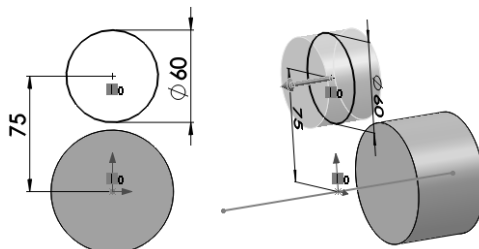
- Kliknij polecenie *Wyciągnięcie dodania/bazy*, po czym wyciągnij na głębokość 50 mm, zwracając uwagę na kierunek (zmień go, jeżeli to konieczne) (rysunek 5.49).

Drugie wyciągnięcie:

- Utwórz szkic na płaszczyźnie *Płaszczyzna prawa*.
- Narysuj szkic (rysunek 5.50).

RYСУNEK 5.50.

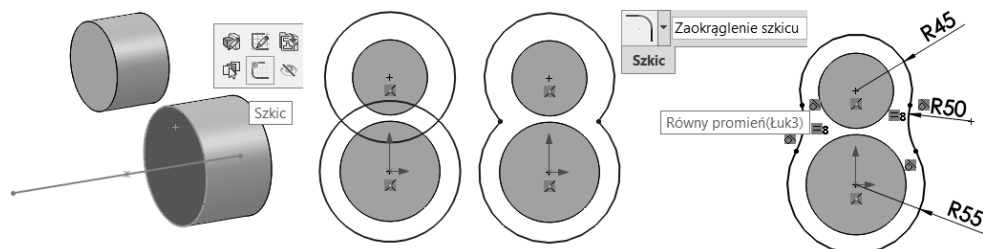
Z lewej — szkic,
z prawej — operacja wyciągnięcia



- Wyciągnij symetrycznie na głębokość 40 mm (rysunek 5.50).

Trzecie wyciągnięcie:

- Narysuj szkic na ścianie czołowej wału, jak na rysunku 5.51.

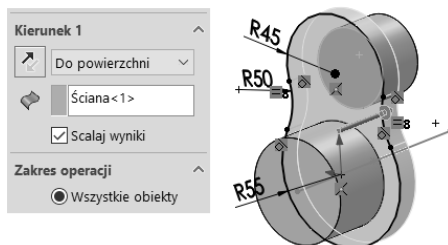


RYСУNEK 5.51. Od lewej: płaszczyzna szkicu, okręgi szkicu, przycięte okręgi, zaokrąglone połączenia okręgów, zwymiarowany szkic

- W trakcie rysowania górnego okręgu ustaw środek w środku krawędzi walca.
- Przytnij nakładające się fragmenty okręgów.
- Poleceniem *Zaokrąglenie szkicu* (rysunek 5.51) zaokrąglij połączenia okręgów promieniem R50, klikając punkty połączenia łuków.
- Zwymiaruj szkic (rysunek 5.51).
- Wyciągnij *Do powierzchni* (zaznacz powierzchnię na przeciwległej bryle), zaznacz opcję *Scalaj wyniki* (rysunek 5.52).

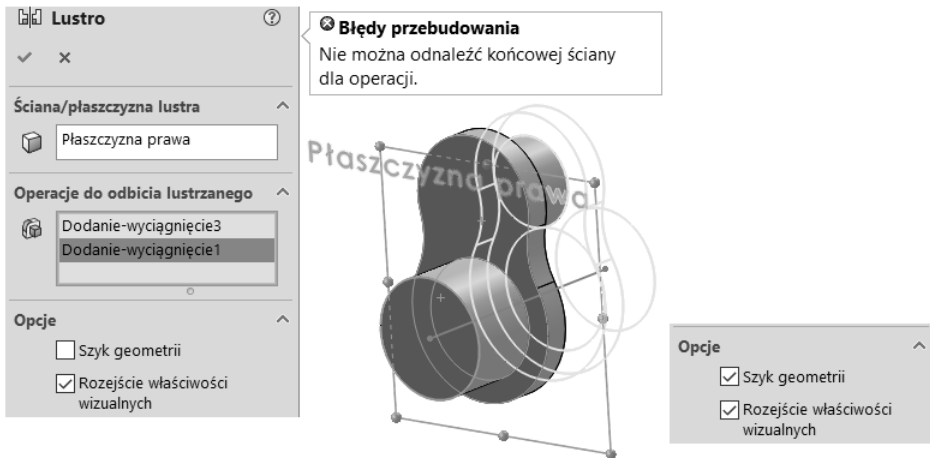
RYСУNEK 5.52.

Właściwości operacji wyciągnięcia



Lustro (rysunek 5.53):

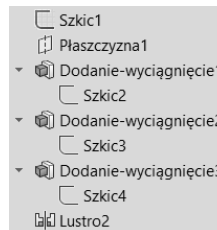
- Zaznacz płaszczyznę *Płaszczyzna prawa*.
- Kliknij polecenie *Lustro*.
- Zaznacz dwie operacje *Dodanie-wyciągnięcie*. Kliknij OK. Pojawi się komunikat błędu. Przyczyną jest to, że wyciągnięcie nr 3 zostało wykonane *Do powierzchni* i w nowej lokalizacji kopia wyciągnięcia nie znajduje odpowiedniej powierzchni.
- Zaznacz opcję *Szyk geometrii*. Kliknij OK.

**RYСУNEK 5.53.** Błąd operacji lustro (z lewej), naprawienie błędu (z prawej)

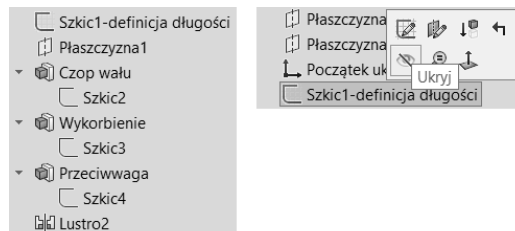
Po wykonaniu wszystkich operacji drzewo przeglądarki wygląda jak na rysunku 5.54. W złożonych modelach warto zmienić nazwy operacji i szkiców, zwiększając czytelność projektu (rysunek 5.55). Szkic można ukryć.

RYСУNEK 5.54.

*Nazwy operacji
i szkiców przed zmianą*

**RYСУNEK 5.55.**

*Nazwy operacji
i szkiców po zmianie*



Zmiana nazwy operacji lub szkicu:

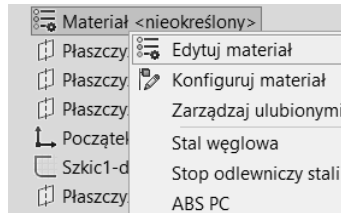
- Kliknij wybraną nazwę w drzewie operacji (w celu zaznaczenia).
- Kliknij ponownie tę samą nazwę (w celu jej edycji).
- Wpisz nową nazwę, zatwierdź ją klawiszem *Enter*.

5.3.2. Właściwości masy

Materiał części można zmienić, klikając prawym przyciskiem myszy opcję *Materiał* w drzewie operacji i wybierając polecenie *Edytuj materiał* (rysunek 5.56).

RYSUNEK 5.56.

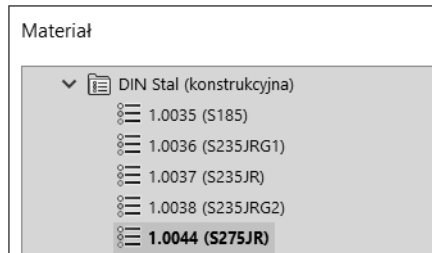
Zmiana materiału



Na rysunku 5.57 pokazano fragment okna *Materiał*. Materiał można wybrać, rozwijając kolejne gałęzie *SolidWorks materials/Stal/Stal węglowa*. Akceptacja wyboru odbywa się poprzez kliknięcie kolejno *Zastosuj* i *Zamknij*.

RYSUNEK 5.57.

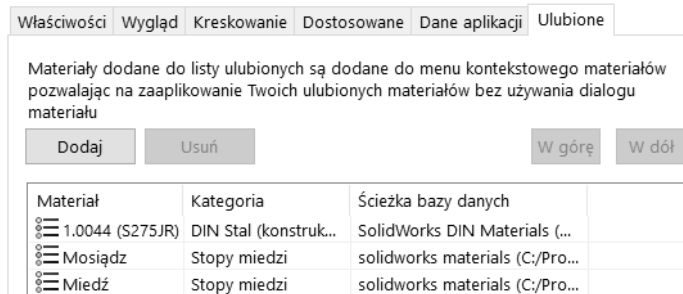
Fragment okna Materiał



Często stosowane materiały można dodać do ulubionych (na karcie *Ulubione*). W tym celu należy wskazać materiał w drzewie i kliknąć *Dodaj* (rysunek 5.58).

RYSUNEK 5.58.

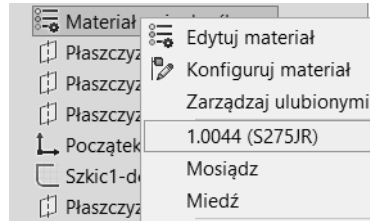
Przykład dodania materiałów do ulubionych



Po dodaniu materiałów do listy ulubionych wystarczy kliknąć prawym przyciskiem myszy *Materiał* w drzewie przeglądarki, żeby w menu podręcznym pojawiła się lista (rysunek 5.59). Następnie wystarczy kliknąć materiał na liście, aby go przypisać.

RYSUNEK 5.59.

Przykład wyboru materiału z listy ulubionych



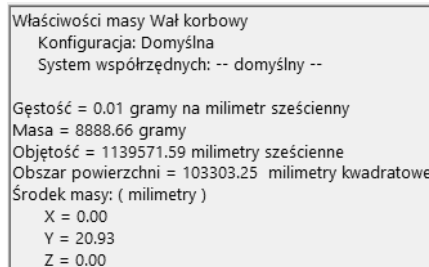
Właściwości masy można wywołać z menu *Narzędzia/Oceń/Właściwości masy* lub z paska *Oceń*.

W oknie *Właściwości masy* podane są m.in. następujące parametry (rysunek 5.60):

1. Masa.
2. Położenie środka ciężkości — jeżeli środek ciężkości leży poza zaplanowaną osią obrotu, wał będzie niewyważony statycznie, np. $Y = 20,93$ mm.
3. Masowe momenty bezwładności (I_{xx} , I_{yy} , I_{zz}).
4. Masowe momenty dewiacji (I_{xy} , I_{xz} , I_{yz}); jeżeli niezerowe — wał niewyważony dynamicznie (w przykładzie zerowe — model symetryczny).

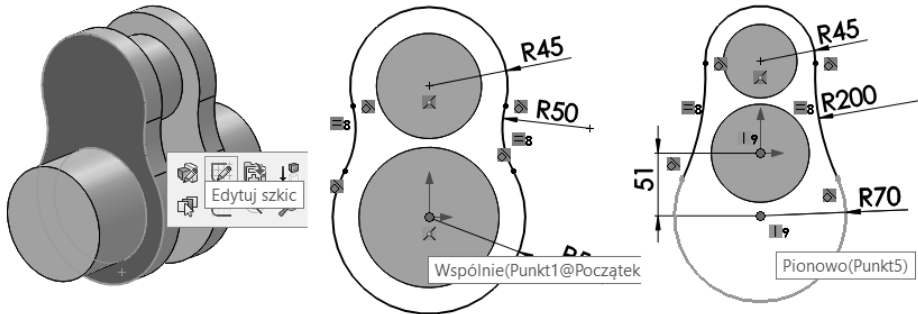
RYSUNEK 5.60.

Fragment okna *Właściwości masy*



Zmiana wymiarów wału w celu zmniejszenia niewyważenia statycznego:

- Włącz edycję szkicu (rysunek 5.61) — w tym celu wydaj polecenie *Edycja szkicu* jednym ze sposobów: klikając ikonę operacji, ikonę szkicu lub ścianę bryły powstałej w tej operacji (nie dotyczy bryły uzyskanej poleceniem *Lustro*).
- Skasuj relację *Wspólne* (kliknij symbol relacji, następnie naciśnij *Delete*) (rysunek 5.61).
- Przeciągnij środek łuku, nadaj relację *Pionowo* (rysunek 5.61).
- Dodaj wymiar 51 (rysunek 5.61).
- Zmień wymiar R50 na R200 oraz wymiar R55 na R70 (rysunek 5.61).
- Wyłącz tryb edycji szkicu, klikając *Przebuduj* (w pasku menu szybkiego dostępu — góra ekranu) lub zatwierdzając szkic.

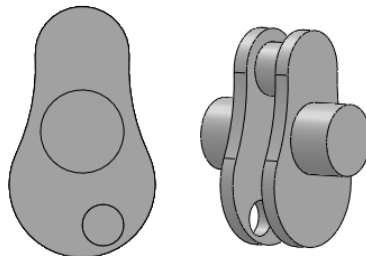


RYSUNEK 5.61. Z lewej — usunięcie relacji, z prawej — nowe wymiary i relacja szkicu

Sprawdź położenie środka masy (menu *Narzędzia/Właściwości masy*). Wniosek: wał jest dużo lepiej wyważony statycznie, np. $Y=0,11$ mm. Zapisz plik.

Jeżeli model będzie niesymetryczny, np. po wykonaniu otworu na jednej z przeciwwag (rysunek 5.62), momenty dewiacji nie będą zerowe. Oznaczać to będzie, że wirnik nie jest wyważony dynamicznie — w czasie obrotu będą generowane siły dynamiczne mogące wywołać drgania maszyny, nawet jeśli środek ciężkości będzie znajdował się na osi obrotu.

RYSUNEK 5.62.
Przykład właściwości masy w modelu niesymetrycznym



Momenty bezwładności: (gramy * milimetry kwadratowe)

Mierzone w wyjściowym układzie współrzędnych.

$I_{xx} = 41338297.51$

$I_{yy} = 443836.36$

$I_{zz} = 98630.30$

$I_{yx} = 443836.36$

$I_{xy} = 30484958.35$

$I_{yz} = -308755.73$

$I_{zx} = 98630.30$

$I_{xz} = -308755.73$

$I_{zy} = 54482781.61$

5.4. Tłok

Poniższy przykład prezentuje techniki wykonania modelu bez wnikania w technologię wytwarzania.

Model tłoka oparty jest na obrocie wokół osi — zatem podstawowy szkic będzie połową przekroju w płaszczyźnie zawierającej oś obrotu. Wszystkie wymiary średnic będą wymiarowane w szkicu.

Jak zawsze, należy zaplanować kolejność wykonywanych operacji. W dalszej części zostaną przedstawione dwie metody uwzględniające odpowiedź na pytanie „Czy liczba rowków na pierścieniu będzie stała?”:

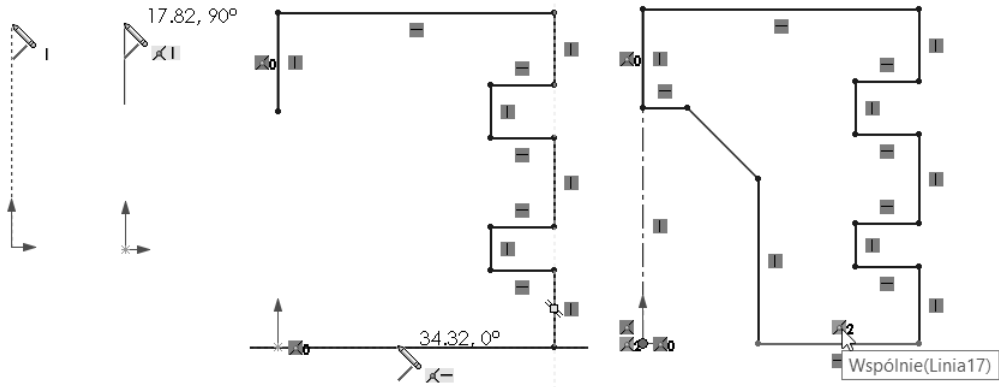
1. Liczba rowków będzie stała — rowki zostaną wykonane w szkicu.
2. Liczba rowków będzie zmienna — rowki zostaną wykonane w oddzielnych operacjach.

5.4.1. Metoda nr 1. Rowki pod pierścienie w szkicu

Przykład zakończonej części zamieszczono w pliku *Rozdział 05\A_Tłok*.

Pierwszy szkic:

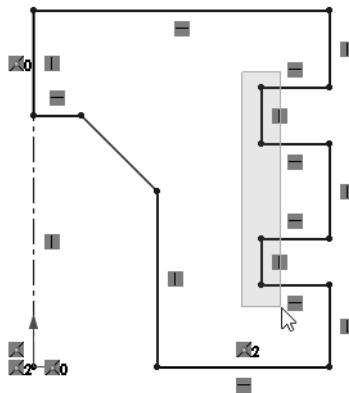
- Utwórz szkic na płaszczyźnie *Płaszczyzna przednia*.
- Narysuj szkic jak na rysunku 5.63. Przy rysowaniu linię poziomą dolną i linię pionową lewą najlepiej poprowadzić, odpowiednio, w poziomie lub w pionie względem środka układu. Zostaną wówczas nałożone relacje *Wspólne*.



RYSUNEK 5.63. Kolejne etapy rysowania szkicu

- Narysuj linię środkową.
- Zaznaczeniem prostokątnym (zaznaczeniem polem) zaznacz dwie linie (rysunek 5.64). Wciśnij lewy przycisk myszy w punkcie 1., przeciągnij do punktu 2. i zwolnij przycisk myszy.

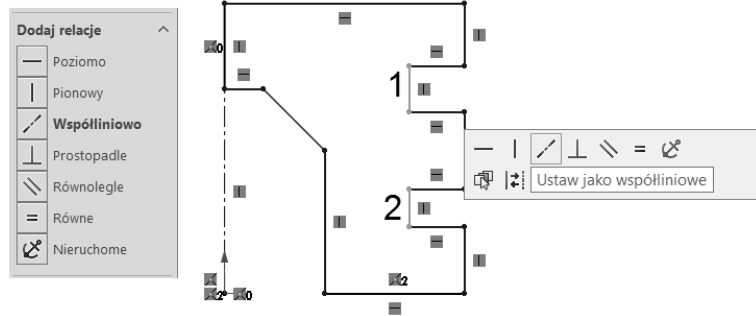
RYSUNEK 5.64.
Przykład zaznaczenia dwóch linii



- Dodaj liniom 1. i 2. relacje *Równe* i *Współliniowo* (rysunek 5.65). Relacje można wybierać również w menedżerze właściwości.

RYSUNEK 5.65.

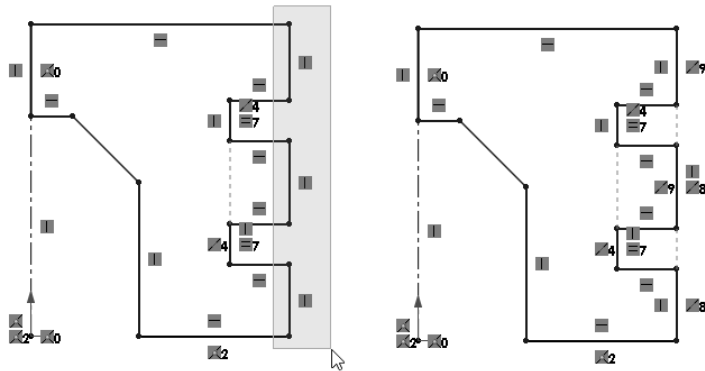
Dodanie relacji między liniami 1. a 2., z prawej — dostępne relacje w menedżerze właściwości



- Zaznacz trzy linie (przeciągając w prawo) jak na rysunku 5.66 i dodaj relację *Współliniowo*.

RYSUNEK 5.66.

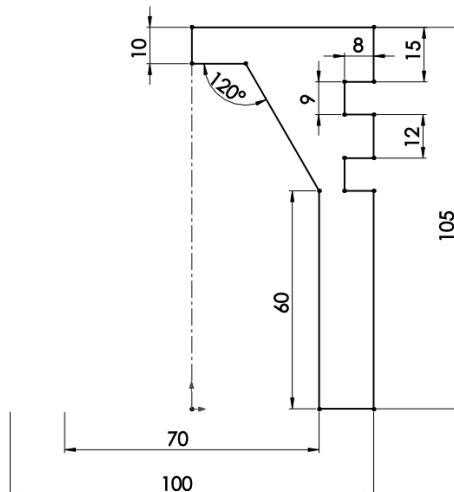
Z lewej — zaznaczenie trzech linii, z prawej — szkic z wszystkimi relacjami



- Zwymiaruj szkic jak na rysunku 5.67. Zwróć uwagę na wymiarowanie średnic (podwojone wymiary 70 i 100). W celu poprawienia czytelności ukryto symbole relacji (menu *Widok/Relacje szkicu*).

RYSUNEK 5.67.

Zwymiarowany szkic

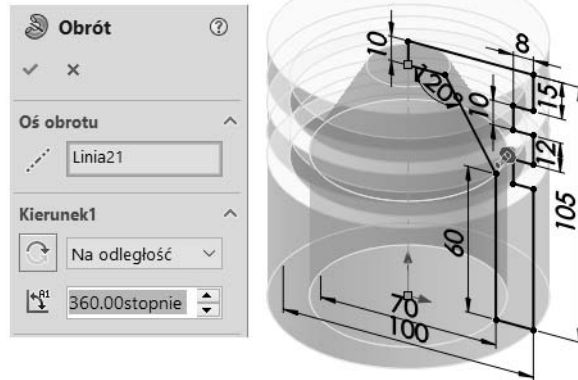


Bryła:

- Na pasku *Operacje* kliknij *Dodanie/baza przez obrót* (rysunek 5.68). Jak wiadomo, gdy jest jedna linia środkowa (konstrukcyjna) w szkicu, zostaje ona wybrana jako oś obrotu.

RYСУNEK 5.68.

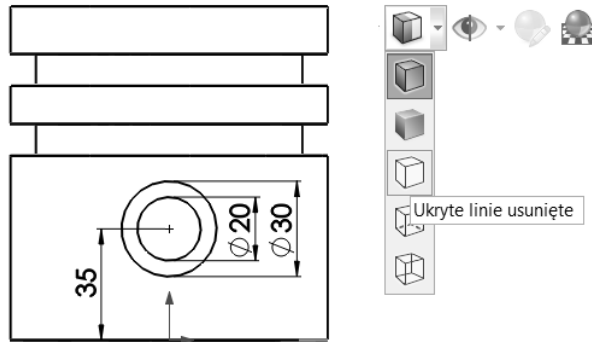
Właściwości i podgląd operacji *Dodanie/baza przez obrót*

**Szkic kolejnych operacji (operacje zostaną wykonane z jednego szkicu współdzielonego):**

- Utwórz szkic na płaszczyźnie *Płaszczyzna przednia*.
- Narysuj szkic i zwymiaruj go jak na rysunku 5.69 (styl wyświetlania *Ukryte linie usunięte*).

RYСУNEK 5.69.

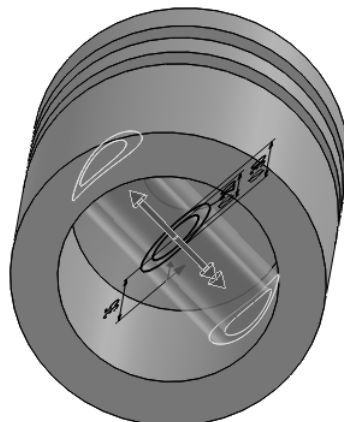
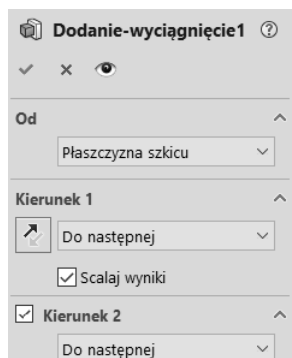
Szkic kolejnych operacji oraz sposób zmiany stylu wyświetlania

**Dodanie materiału:**

- Kliknij na pasku *Operacje* polecenie *Wyciągnięcie dodania/bazy*.
- Zdefiniuj ustawienia jak na rysunku 5.70.
- Wybierz w polu wyboru *Wybrane kontury* okrąg „zewnątrzny”.
- Dla kierunków 1. i 2. ustal *Do następnej*, zaznacz opcję *Scalaj wyniki*.

RYSUNEK 5.70.

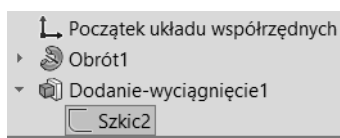
Właściwości operacji
Wyciągnięcie
dodania/bazy

**Otwór przelotowy:**

- Zaznacz *Szkic2* w drzewie operacji (rysunek 5.71).

RYSUNEK 5.71.

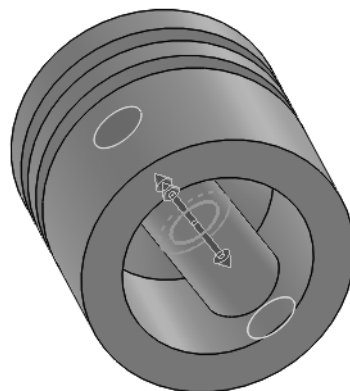
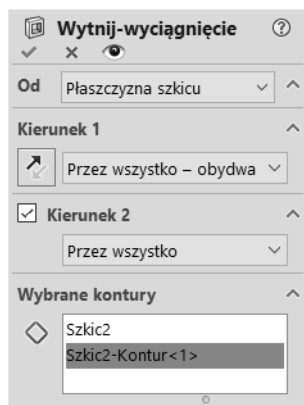
Zaznaczenie szkicu



- Kliknij *Wyciągnięcie wycięcia*, wybierz okrąg „wewnętrzny” i wypełnij okno jak na rysunku 5.72.

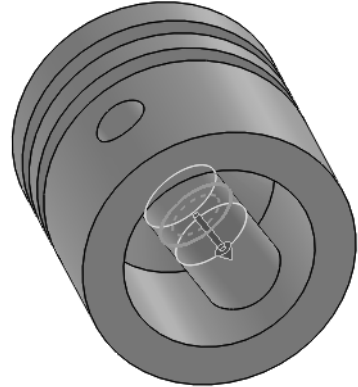
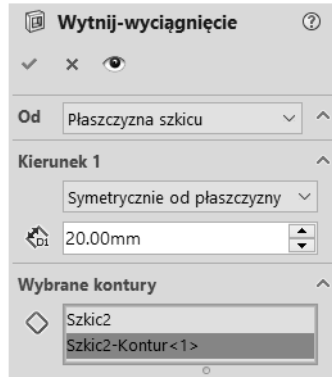
RYSUNEK 5.72.

Właściwości operacji
Wyciągnięcie wycięcia

**Wycięcie przestrzeni na korbwód:**

- Wybierz *Szkic2* (jak poprzednio).
- Kliknij *Wyciągnięcie wycięcia*, wybierz okrąg „zewnątrzny” i wypełnij okno jak na rysunku 5.73.

RYSUNEK 5.73.
Właściwości operacji
Wyciągnięcie wycięcia



- Zapisz plik, np. pod nazwą Tłok.

5.4.2. Metoda nr 2. Rowki pod pierścienie w operacjach

W tym punkcie zostanie przedstawione inne podejście do projektowania tłoka. Wybór jest związany z omawianym już wcześniej dylematem: „Wykonać rowki w oddzielnej operacji czy w szkicu?”.

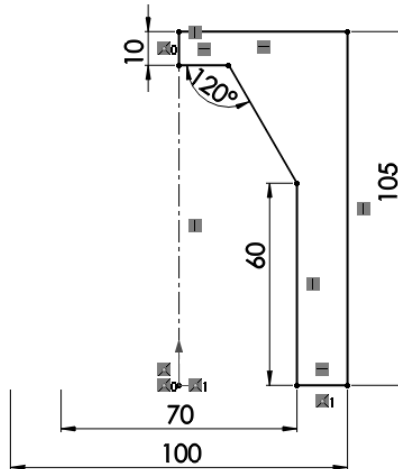
WAŻNE: rowki są równo rozstawione.

Przykład zakończonej części zamieszczono w pliku *Rozdział 05\A_Tłok2*.

Pierwszy szkic:

- Utwórz szkic, narysuj linie, dodaj relacje, zwymiaruj szkic — jak na rysunku 5.74.

RYSUNEK 5.74.
Szkic bazowy

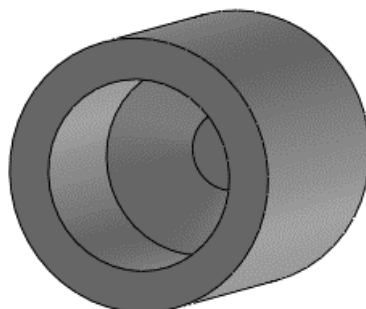


Bryła:

- Na pasku *Operacje* kliknij *Dodanie/baza przez obrót*. Wykonaj bryłę jak na rysunku 5.75.

RYSUNEK 5.75.

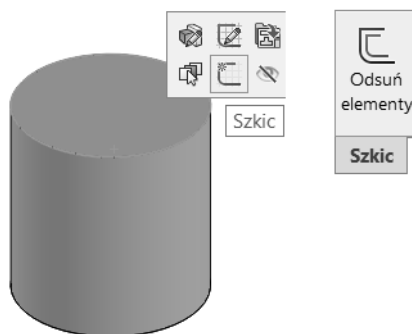
Bryła po wykonaniu operacji *Dodanie/baza przez obrót*

**Wykonanie pierwszego rowka:**

- Utwórz szkic na ścianie płaskiej tłoka (rysunek 5.76).

RYSUNEK 5.76.

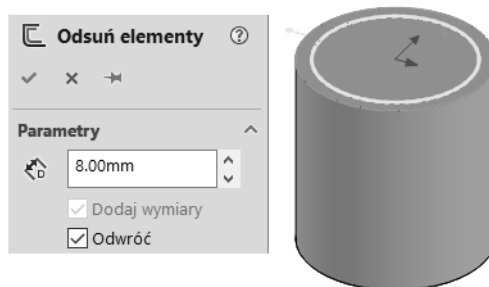
Płaszczyzna szkicu i narzędzie *Odsuń elementy*



- Zaznacz krawędź ściany i kliknij polecenie *Odsuń elementy* (rysunek 5.76).
- Wypełnij okno jak na rysunku 5.77. Odwróć kierunek, jeżeli to konieczne. Kliknij *OK*.

RYSUNEK 5.77.

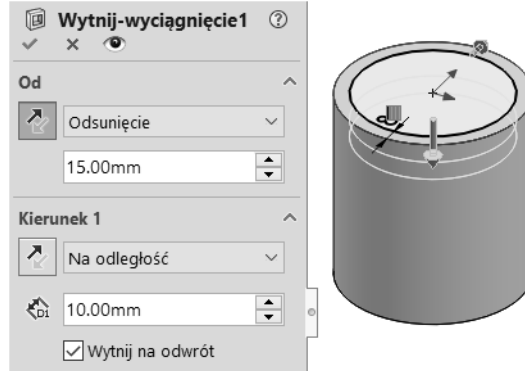
Odsunięcie krawędzi



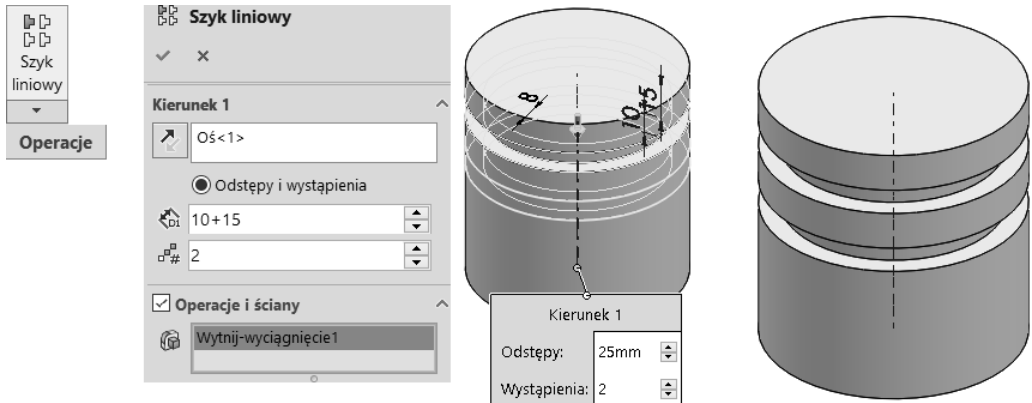
- Na pasku *Operacje* kliknij polecenie *Wyciągnięcie wycięcia*. Wypełnij okno jak na rysunku 5.78. Zwróć uwagę na opcje *Odsunięcie* i *Wytnij na odwrót* oraz kierunki wykonywania operacji (wprowadź zmiany, jeżeli to konieczne).

RYSUNEK 5.78.

Operacja wycięcia pierwszego rowka

**Powielenie rowków:**

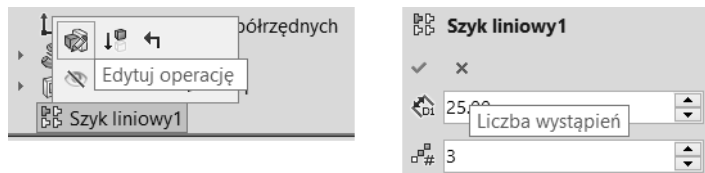
- W menu *Widok/Ukryj/pokaż* kliknij *Tymczasowe osie* w celu wyświetlenia osi.
- Na pasku *Operacje* kliknij *Szyk liniowy*.
- Wypełnij pola jak na rysunku 5.79 (oś, operacja). W polach wartości liczbowych można wykonywać działania matematyczne, w przykładzie $10+15$. Zmień kierunek, jeżeli to konieczne. Kliknij OK.

**RYSUNEK 5.79.** Właściwości operacji Szyk liniowy i efekt operacji**Zmiana liczby rowków:**

- Wykonaj czynności przedstawione na rysunku 5.80.

RYSUNEK 5.80.

Edycja operacji Szyk liniowy i zmiana liczby wystąpień

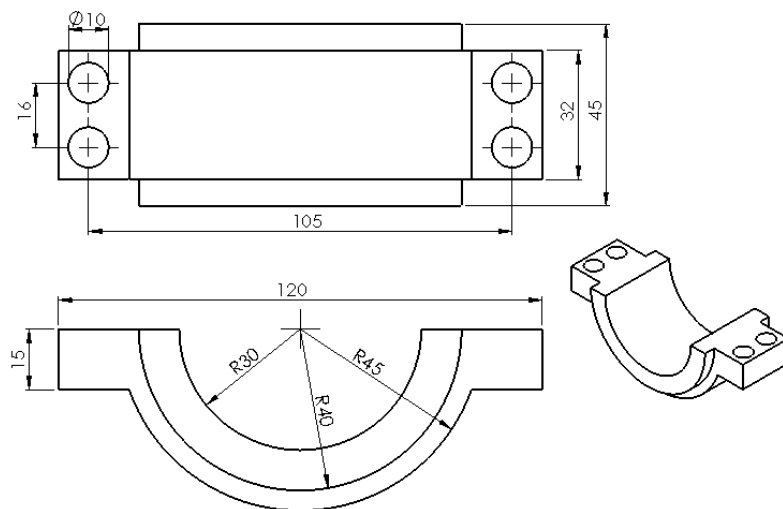


5.5. Stopa korbowodu. Polecenie Zapisz jako. Edycja modelu

Kolejna część, *Stopa korbowodu* (rysunek 5.81), zostanie wykonana z wykorzystaniem części *Górna półpanewka*.

RYСУNEK 5.81.

Wymiary modelu stopy korbowodu



Przykład zakończonej części zamieszczono w pliku *Rozdział 05\A_Stopa_korbowodu*.

Plik *Górna półpanewka* zapiszemy pod inną nazwą, skasujemy wybrane operacje, a wymiary poddamy edycji.

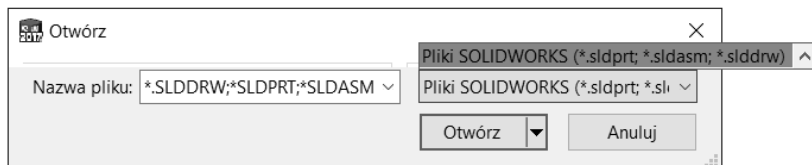
Zwróć uwagę na opis polecenia *Zapisz jako* przedstawiony w dalszej części podrozdziału.

- Otwórz plik *Górna półpanewka*.

W przykładzie otwarto plik wykonany metodą współdzielenia szkicu, klikając ikonę *Otwórz* lub korzystając z menu *Plik/Otwórz* (skrót klawiaturowy *Ctrl+O*). W celu znalezienia części na dysku należy wybrać w oknie *Otwórz* typ pliku *Pliki SOLIDWORKS* lub *Część*, ewentualnie *Wszystkie pliki* — w innym przypadku nie znajdziemy pliku części (rysunek 5.82).

RYСУNEK 5.82.

Przykład typów plików wyświetlanych w oknie *Otwórz*

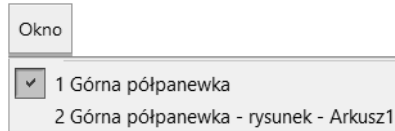


- Zapisz plik pod nazwą *Stopa korbowodu*, korzystając z menu *Plik/Zapisz jako*.

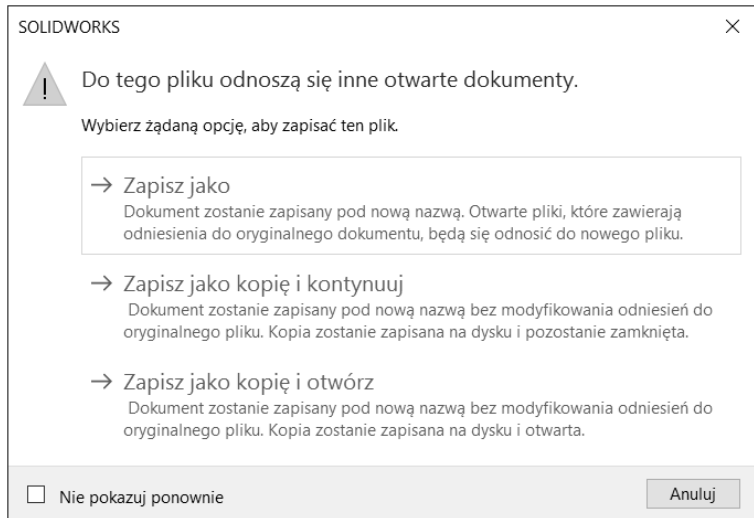
BARDZO WAŻNE: gdybyśmy mieli otwarty również plik rysunku tej części — poniżej (rysunek 5.83) pokazany został przykład menu *Okno* z nazwami dwóch otwartych plików — to po kliknięciu *Zapisz jako* pojawiłby się komunikat jak na rysunku 5.84.

RYSUNEK 5.83.

Menu Okno z listą otwartych plików

**RYSUNEK 5.84.**

Wybór sposobu zapisu pliku, do którego odnoszą się inne otwarte dokumenty — po wydaniu polecenia *Zapisz jako*



Jeżeli pojawi się ostrzeżenie przedstawione na rysunku 5.84, możemy wybrać:

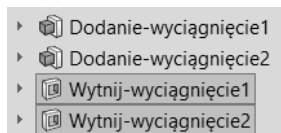
1. Po zapisaniu pliku części poleceniem *Zapisz jako* np. pod nazwą *Stopa korbowodu* rysunek będzie się odwoływał do nowego pliku *Stopa korbowodu*. Oznacza to, że jeżeli zmienimy wymiary w pliku *Stopa korbowodu*, zmiany zostaną uwzględnione w pliku rysunku *Górna półpanewka-rysunek*.
2. Po zapisaniu pliku części poleceniem *Zapisz jako kopię i otwórz*, plik rysunku NIE BĘDZIE się odwoływał do nowego pliku (pozostanie odwołanie do pliku części *Górna półpanewka*) i zmiana wymiarów w pliku *Stopa korbowodu* nie będzie miała wpływu na rysunek *Górna półpanewka-rysunek*. W oknie programu zostanie wyświetlony nowy plik o nazwie *Stopa korbowodu*.
3. Po zapisaniu pliku części poleceniem *Zapisz jako kopię i kontynuuj*, plik rysunku NIE BĘDZIE się odwoływał do nowego pliku (pozostanie odwołanie do pliku części *Górna półpanewka*). W oknie programu zostanie wyświetlony dotychczas otwarty plik o nazwie *Górna półpanewka*. Plik *Stopa korbowodu* zostanie utworzony, ale nie zostanie otwarty.

W przypadku gdy nie mamy otwartego rysunku (dokumentacji) części, po wydaniu polecenia *Zapisz jako* nie pojawi się pytanie, w jaki sposób zapisać plik.

Kasowanie operacji:

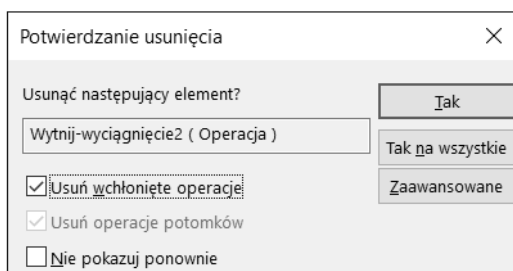
- Skasuj dwie operacje *Wytnij...*:
 - zaznacz z wciśniętym klawiszem *Ctrl* dwie operacje w drzewie (rysunek 5.85) i naciśnij klawisz *Delete*;

RYSUNEK 5.85.
Zaznaczenie dwóch operacji wycięcia

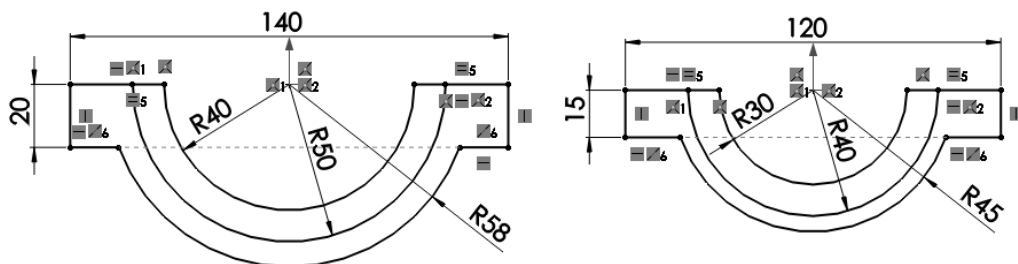


- zaznacz *Usuń wchłonięte operacje* (rysunek 5.86) (zostanie usunięty *Szkic2*). Kliknij *Tak na wszystkie*.

RYSUNEK 5.86.
Kasowanie wchłoniętych operacji

**Edycja *Szkicu1* i zmiana wymiarów (rysunek 5.87):**

- Samodzielnie edytuj każde wyciągnięcie i zmień głębokość, zgodnie z rysunkiem 5.81. Po zmianie wymiarów przebuduj szkic.
- Dodaj otwory $\phi 10$ — metodą przedstawioną w przypadku korbowodu.



RYSUNEK 5.87. Wymiary szkicu przed edycją i po edycji

5.6. Dolna półpanewka

Otwórz plik *Górna półpanewka* (jak w poprzednim podrozdziale). Zapisz go pod nazwą *Dolna półpanewka* (menu *Plik/Zapisz jako*) — pamiętaj o ewentualnym zapisaniu kopii pliku.

Dodanie nowych elementów modelu może być wykonane poprzez:

1. Edycję istniejącego szkicu współdzielonego i dorysowanie brakującej geometrii.
2. Dodanie nowego szkicu — gdy szkice dotychczasowe nie są współdzielone, najlepiej zastosować tę metodę.

5.6.1. Zmiana modelu poprzez dodanie nowego szkicu

W punkcie tym zostanie dodany nowy szkic, który będzie współdzielony. Można również dodać dwa oddzielne szkice — wybór należy do projektanta. Przykład jest dostępny w pliku *Rozdział 05\A_Dolna_półpanewka*.

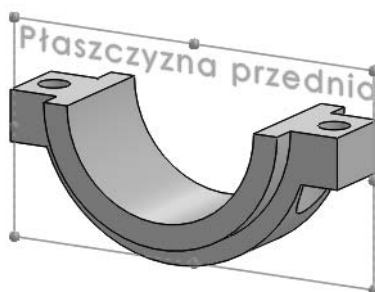
- Otwórz dokument części *Dolna półpanewka*.

Pierwszy szkic:

- Utwórz szkic na płaszczyźnie *Płaszczyzna przednia* (rysunek 5.88) (lub na innej płaszczyźnie symetrii modelu).

RYСУNEK 5.88.

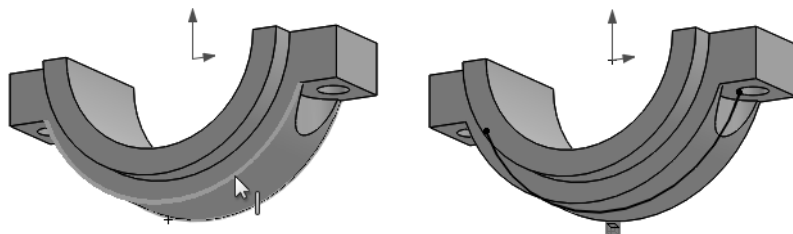
Płaszczyzna szkicu



- Przekonwertuj krawędź na szkic (rysunek 5.89) (można rysować, ale konwertowanie jest szybsze).

RYСУNEK 5.89.

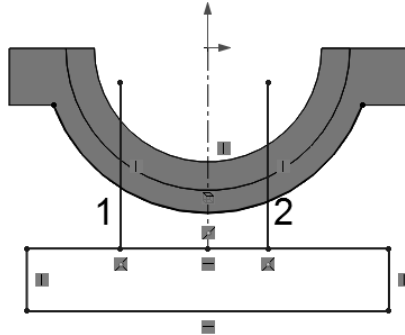
Krawędź do konwertowania i wynik konwertowania



- Narysuj szkic (rysunek 5.90), pionową linię środkową poprowadź od środka układu do środka linii, wprowadź symetrię linii 1. i 2. względem linii środkowej.

RYSUNEK 5.90.

Szkic

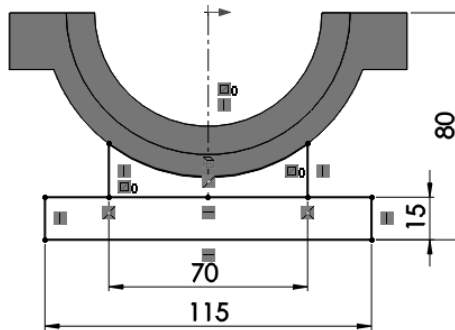


- Przytnij linie oraz łuk powstały z konwertowania (rysunek 5.91) (łuk nie może być za długi). Zwymiaruj szkic.

RYSUNEK 5.91.

Przycięty

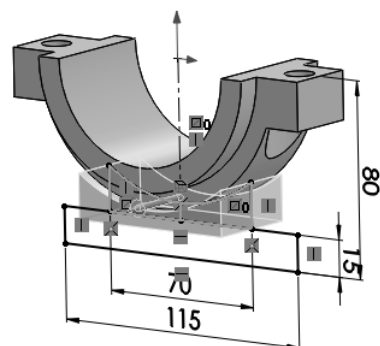
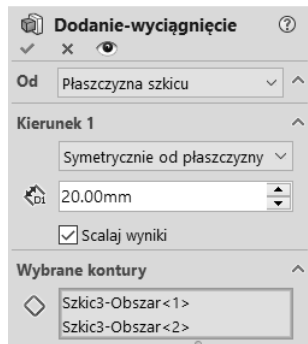
i zwymiarowany szkic

**Dwa wyciągnięcia:**

- Na pasku *Operacje* kliknij *Wyciągnięcie dodania/baza*.
- Wyciągnięcie pierwsze (rysunek 5.92) — wybierz kontur wyciągnięcia, symetrycznie od płaszczyzny, 20 mm. Kliknij OK.

RYSUNEK 5.92.

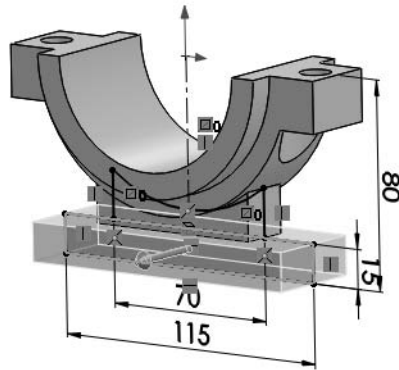
Wyciągnięcie pierwsze



- Wyciągnięcie drugie (rysunek 5.93) — symetrycznie od płaszczyzny, 40 mm. Kliknij OK.

RYСУNEK 5.93.

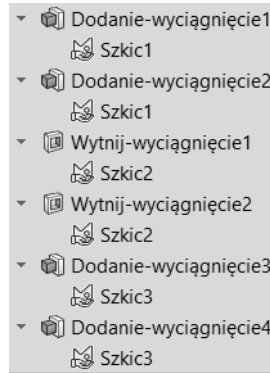
Wyciągnięcie drugie



Drzewo operacji wygląda jak na rysunku 5.94.

RYСУNEK 5.94.

Drzewo operacji



- Zapisz plik.

5.6.2. Zmiana modelu poprzez edycję istniejącego szkicu

Przygotuj część do edycji jak poprzednio — otwórz plik części *Górna półpanewka*, wykonanej za pomocą współdzielenia szkicu, i zapisz go pod inną nazwą, np. *Dolna półpanewka2-nowy*.

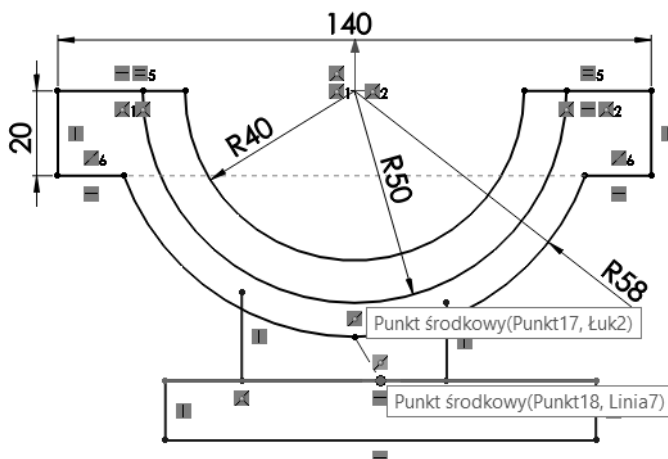
Przykład dostępny jest w pliku *Rozdział 05\A_Dolna_półpanewka2*.

Edycja szkicu:

- W części *Dolna półpanewka2-nowy* edytuj *Szkic1*.
- Narysuj brakującą geometrię (rysunek 5.95). Można zastosować *Prostokąt z narożnika* oraz dwie linie pionowe.

RYSUNEK 5.95.

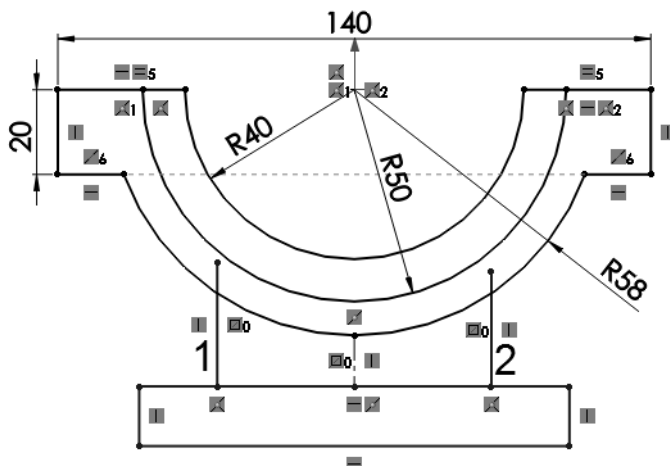
Dorysowane
nowe elementy
w edytowanym szkicu



- Narysuj linię środkową od środka łuku do środka linii.
- Dodaj linii środkowej relację *Pionowo* (rysunek 5.96).

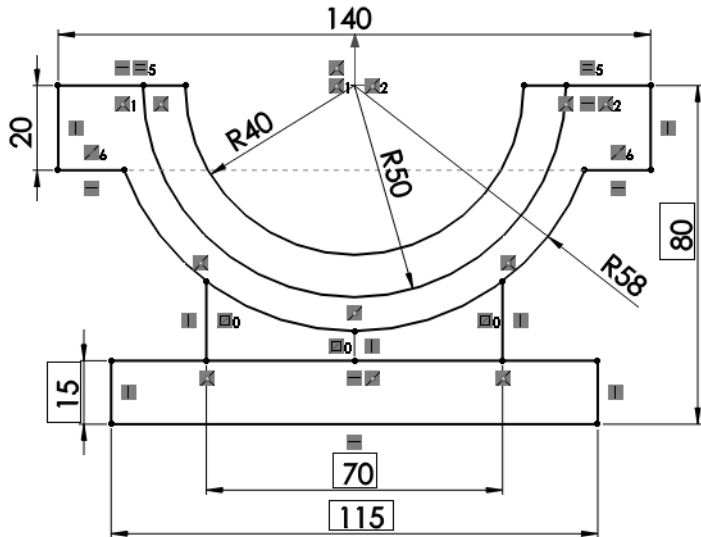
RYSUNEK 5.96.

Relacje szkicu

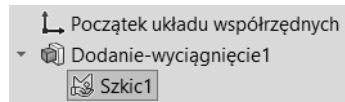


- Przytnij linie oraz nadaj relację symetrii między liniami 1. i 2. (rysunek 5.96).
Z wciśniętym klawiszem *Ctrl* zaznacz linię 1., linię środkową i linię 2.
Zwolnij *Ctrl* i wybierz polecenie *Ustaw jako symetryczne*.
- Przytnij linie i dodaj brakujące wymiary (w ramkach) (rysunek 5.97).
- Wyłącz tryb edycji, zatwierdzając szkic.
- Zaznacz *Szkic1* (rysunek 5.98).

RYSUNEK 5.97.
Wymiary nowych
elementów szkicu

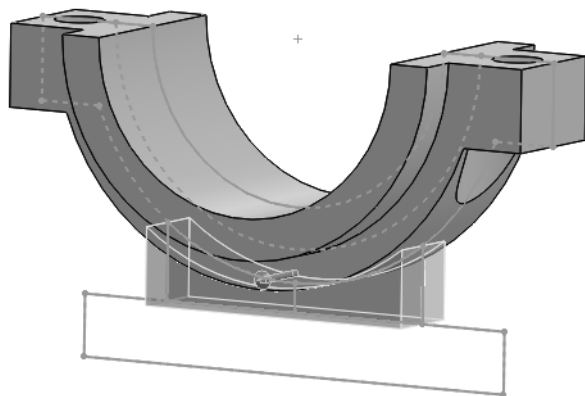
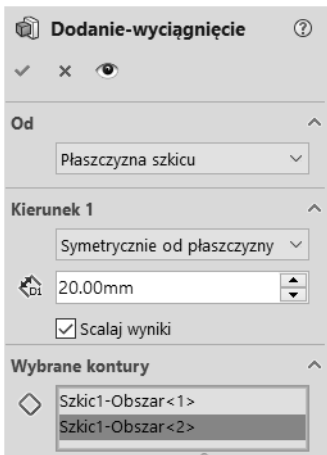


RYSUNEK 5.98.
Zaznaczony szkic



Wyciągnięcie:

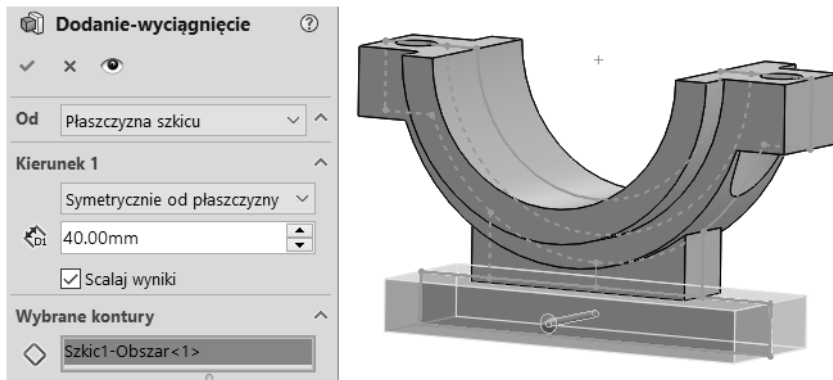
- Kliknij *Wyciągnięcie dodania/bazy*. Zaznacz obszary wyciągnięcia i wybierz poniższe opcje (rysunek 5.99). Kliknij OK.



RYSUNEK 5.99. Właściwości pierwszego wyciągnięcia

- Zaznacz *Szkic1* i kliknij *Wyciągnięcie dodania*.

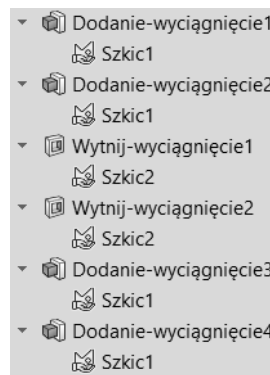
- Zaznacz obszary wyciągnięcia i wybierz poniższe opcje (rysunek 5.100). Kliknij OK.



RYСУNEK 5.100. Właściwości drugiego wyciągnięcia

Drzewo operacji ma teraz postać taką jak na rysunku 5.101.

RYСУNEK 5.101.
Drzewo operacji



- Zapisz plik.

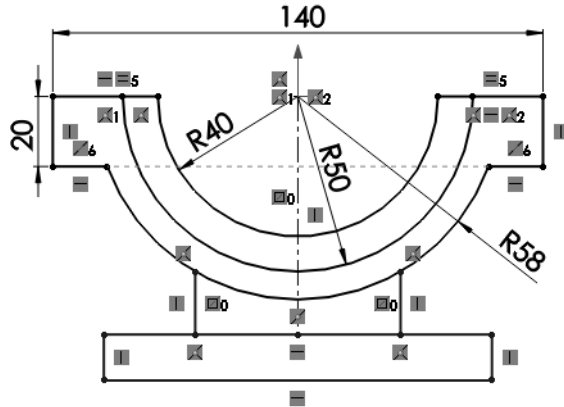
5.6.3. Przykład błędnego rozwiązania

Edytowanie szkiców współdzielonych nie zawsze jest dobrym wyborem, wielokrotnie lepiej nie zmieniać fragmentu modelu, który jest już dobrze wykonany. Wówczas lepiej dodać nowy szkic.

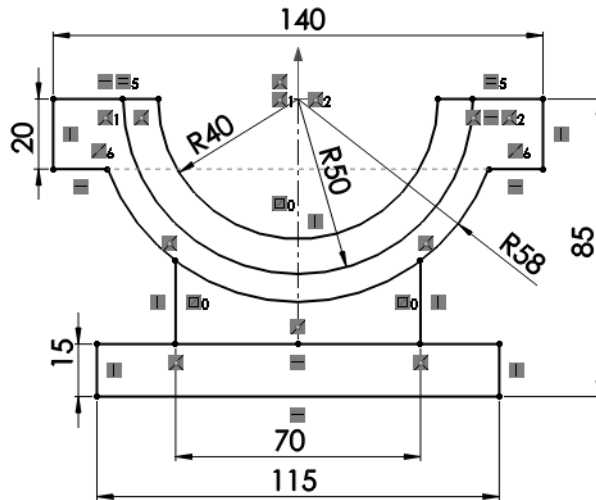
Poniżej zostanie opisany przykład błędnego rozwiązania na podstawie metody bazującej na edycji szkicu.

Na rysunku 5.102 przedstawiono nowe elementy szkicu po edycji *Szkicu1* w części *Górna półpanewka*. Najważniejszą różnicą jest to, że linia środkowa poprowadzona jest do układu współrzędnych, w związku z tym przecina poprzednio istniejące fragmenty szkicu. Na rysunku 5.103 pokazano szkic zwymiarowany tak jak poprzednio.

RYСУNEK 5.102.
Szkic po dodaniu
nowych elementów

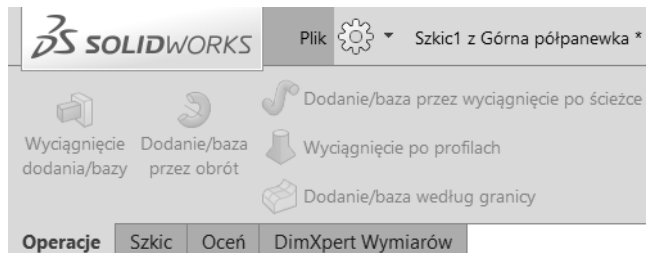


RYСУNEK 5.103.
Szkic po
zwympiarowaniu



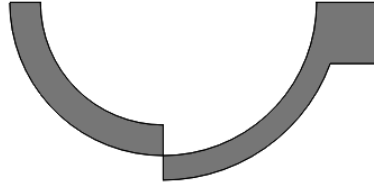
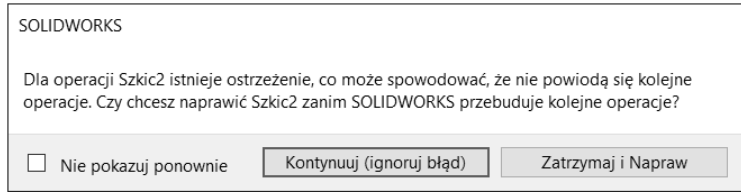
Dodanie kolejnych operacji wymaga zatwierdzenia edytowanego szkicu. W trakcie edycji szkicu, na którego bazie utworzono już operację, nie jest możliwe zastosowanie poleceń operacji, są one nieaktywne (rysunek 5.104).

RYСУNEK 5.104.
Nieaktywne polecenia
w trakcie edycji szkicu

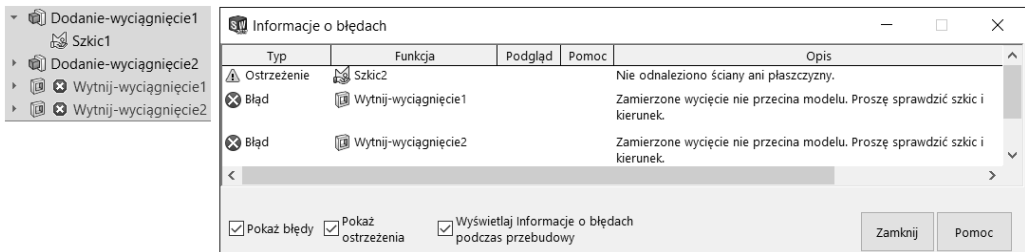


Jaki będzie efekt, gdy zatwierdzimy szkic? Wynik zatwierdzenia zmienionego przed chwilą szkicu przedstawia rysunek 5.105.

RYSUNEK 5.105.
Komunikat wyświetlony
po zatwierdzeniu szkicu



Po kliknięciu przycisku *Kontynuuj (ignoruj błąd)* pojawia się informacja o błędach (rysunek 5.106).



RYSUNEK 5.106. Informacja o błędach

Jaki wniosek można wyciągnąć z przedstawionego powyżej, choć bardzo prostego, przykładu? Nie należy współdzielić zbyt skomplikowanych szkiców. Bardzo często nie warto modyfikować już istniejących szkiców, ponieważ można spowodować błędy w już istniejących fragmentach projektu. Rozwiązaniem wówczas jest dodanie nowych szkiców.

Skorowidz

A

analiza
 pochylenia, 501, 660
 poprawności złożenia, 165
animacja, 209, 213
 oparta na położeniu, 215
 rozstrzelenia, 177
 ruchu mechanizmu, 218
API, Application Programming
 Interface, 503
aplikacje, 503
arkusz, 309
 blachy, 434
 kalkulacyjny, 559
 tworzenie rysunków, 345
atrybuty pola tekstowego, 289
automatyzacja wstawiania
 części, 245

B

badanie ruchu, 211, 213
 złożenia, 209
belka wiązara, 611
biblioteka operacji i szkiców,
 449, 458
bicie poprzeczne, 330
błąd
 operacji lustro, 130
 operacji Wyciągnięcie
 wycięcia, 89
 zerowej grubości, 88
błędy
 po zmianie wymiaru
 grubości bryły, 92

 w budowie modelu, 75
 w modelowaniu, 87
bryła, 42, 60, 93, 136

C

chropowatość, 330
cięcie trasowane, 395

D

dach, 613
definiowanie
 biblioteki operacji, 449
 biblioteki szkiców, 458
 komponentu inteligentnego,
 256, 280
 powtarzalnych operacji, 618
 profilu, 412
 profilu spawanych, 689
 przekroju rurowego, 594
 skrótów klawiaturowych, 27
 szkicu jako bloku, 461
dodawanie
 materiału, 136
 napędu, 211
 odgięć krawędzi, 421
 osi symetrii, 106
 profilu, 367, 368, 583
 równań, 385
 wiązań, 157
 właściwości, 339
 właściwości pliku, 285, 307
dokumentacja, 304
 arkusza blachy, 424
 części zawierającej
 konfigurację, 229
 konstrukcji, 396

 techniczna, 100, 297
 złożenia, 178, 686
 złożenia zawierającego
 konfigurację, 236
dolna półpanewka, 144
dopasowanie splajnu, 481, 649
dostosowanie
 programu, 25
 Menedżera poleceń, 18
drzewo
 operacji, 46, 172
 projektu, 195
dynamiczne lustro, 63

E

edycja
 bezpośrednia wymiaru, 168
 bloku, 463
 części Wał, 279
 formatu arkusza, 299
 komponentów, 165
 kroków rozstrzelenia, 175
 modelu, 141
 operacji, 46
 rozstrzelenia, 176
 szkicu, 46, 146
 szkicu odgięcia, 422
 szkicu wycięcia, 72
 tabeli konfiguracji, 241
 zgięcia, 427
edytor VBA, 511
efekt zaokrąglenia, 693
elementy
 formularza, 532
 menu, 19
 odciążone, 172

etapy
 edycji wymiaru, 55
 rejestracji rysowania szkicu,
 691
 Excel, 559

F

filtry, 157
 format
 arkusza, 339
 IGES, 494
 Parasolid, 494
 PDF, 491
 STEP, 494
 STL, 494
 formowanie, 446
 blachy, 464
 formularz, 511, 532
 formy, 497
 funkcja, 516

G

Generator kart właściwości, 287
 geometria konstrukcyjna, 52
 gesty myszy, 22
 zastosowanie gestów, 24
 grubość
 linii tabeli, 402
 materiału, 438
 gwint, 78, 490

I

ikony szkicu i operacji, 47, 112
 implementacja obliczeń, 559
 informacja o błędach, 51, 89, 151

K

karty właściwości, 287
 kasowanie operacji, 143
 klatka, 577, 587
 samochodu rajdowego, 593
 klucz, 217
 kolejność operacji, 73
 kolizje, 169
 koła zębate, 663, 674

komponent inteligentny, 253,
 280
 zawierający operacje, 277
 komponenty odniesione, 253
 komunikat błędu, 58, 89
 konfiguracja, 239
 części, 221
 złożenia, 255
 materiału, 283
 konstrukcja
 blaszana, 419
 spawana, 389, 415, 621
 konwertowanie
 krawędzi, 117
 zarysu ze szkicu, 275
 kopia lustrzana powierzchni, 475
 kopiowanie
 arkusza, 231
 narożnika, 82, 83
 właściwości narożnika, 82
 korbówód, 121
 kreator otworów, 376
 kreskowanie przekroju, 181
 kroki rozstrzelenia, 174
 krokiew, 605
 krzywa przecięcia, 62
 krzywe, 349

L

linia
 podziałowa, 354
 rozstrzelenia, 176
 środkowa, 331
 śrubowa, 358
 wnioskowania, 34
 wycięcia przekroju, 180
 linie przzerwania wymiarów, 331
 Lista
 elementów ciętych, 396, 404,
 441
 materiałów, 182
 Lustro, 115, 120, 130, 477

Ł

łączenie powierzchni, 471
 łeb śruby, 114

łożysko, 697
 łuk, 36, 110

M

makro, 504, 506, 526, 529, 689
 z formularzem, 523
 masa, 131
 Materiał, 131
 Menedżer
 konfiguracji, 226
 poleceń, 18
 metody
 produkcji, 437
 przeciągania, 82
 zaznaczania elementów
 szkicu, 34
 model
 bryłowy, 93, 419
 części, 544
 klatki, 596
 powierzchniowy butelki, 479
 śruby, 292
 walca, 454
 wału korbowego, 127
 modelowanie, 87
 brył, 42
 części, 109, 261
 powierzchniowe, 471
 złożenia, 153
 modyfikacja makra, 526
 murlata, 604, 610
 myszka, 22, 643

N

nagłówek tabeli, 401
 napęd, 211
 liniowy, 218
 narzędzia
 do form, 497
 edycji tekstu, 303
 formowania, 446
 formowania blachy, 464
 odnośników, 182
 splajnu, 64
 szkicu, 57

narzędzie SolidWorks

Treehouse, 194

nazwy

operacji, 237

wymiarów, 237

notatka, 303, 308

O

obliczanie

symulacji, 212

współrzędnych krzywej, 350

obliczenia, 554

obrót widoku, 181

odbieranie stopni swobody, 155

odciążone komponenty, 172

odcięcie

gwintu, 490

krawędzi, 421, 432

odłamanie narożnika, 433

Odniesienia

zewnętrzne, 271

wiązania, 245, 251, 278

odnośnik, 182

odsuwanie krawędzi, 139

odtworzenie symulacji, 212

odwrócenie widoku, 426

okienko zadań, 161

okno

Materiał, 131

Opcje systemu, 29, 271

Orientacja, 23

Przypisywanie makra, 573

Właściwości masy, 132

Wstaw komponent, 155

opcja Połącz z plikiem, 243

opcje

programu, 15

rysowania, 52

wyboru krawędzi do

zaokrąglenia, 81

operacja, 277

Odgięcie bazowe, 628

Odgięcie krawędzi, 422

Pochylenie, 420

Skorupa, 85

Szyk kołowy, 67

Wyciągnięcie wycięcia, 76

Zaokrąglenie, 80

operacje

powtarzalne, 618

złożenia, 272

oprzyrządowanie formy, 499

Orientacja widoku, 22, 190

oś symetrii, 106

otwieranie modelu części, 311

otwór przelotowy, 137

oznaczenie

chropowatości, 330

spoiny, 406, 408

P

pasek

filtrów, 157

narzędzi, 19, 538

Operacje, 45, 266

szybkiego dostępu, 25

pasowania, 318

pliki, 283

wymiany danych, 494

płaszczyzna szkicu, 61

platew, 606

pobieranie wymiarów modelu,

104, 325

pochylenie, 660

podgląd operacji wyciągnięcia, 59

podstawowy ruch, 209, 210

podstawy

konfiguracji złożenia, 232

teoretyczne obliczeń, 554

podział, 657

bryły, 648

pokazywanie ukrytych widoków,

315

polecenia

edycji, 463

formatowania tabeli, 402

wymiarowania, 36

zapisu, 491

polecenie

Add Watch, 509

Aktualizuj, 396, 423

Analiza pochylenia, 660

Animuj, 177

Człon konstrukcyjny, 390,

410, 596

Dodaj stan wyświetlania, 191

Dodanie/baza przez obrót,

48, 525, 699

Dopasuj splajn, 66

Dostosuj, 18

Dostosuj menu, 19

Edycja szkicu, 132, 422

Edytuj blok, 464

Edytuj makro, 507

Edytuj operację, 175, 428

Edytuj tabelę, 241

Edytuj w definiującym

złożeniu, 259

Edytuj złożenie, 168

Elementy modelu, 230, 314

Formatuj formant, 563, 564

Formatuj komórki, 240

Generator kart właściwości,

288

Geometria

odniesienia/Płaszczyzna,

96, 263

Helisa i spirala, 359

Helisa/Spirala, 488

Image, 531

Insert/UserForm, 531

Inteligentny wymiar, 36, 43

Konfiguruj komponent, 255

Konstrukcja spawana, 417

Konwertuj na arkusz blachy,

469

Kreator otworu, 251

Krzywa przecięcia, 63

Linia, 34, 301

Linia podziałowa, 466, 476

Linia środkowa, 55

Linie neutralne, 497

Lista elementów ciętych

konstrukcji spawanej, 397

Lista materiałów, 182

Lustro, 78, 115, 120, 477

Lustro komponentów, 590

Łuk trzypunktowy, 262

Łuk z punktu środka, 110

Malarz formatów, 562

Narzędzia/Narzędzia

splajnu/Dopasuj splajn,

648

- połączenie
- Narzędzia/Narzędzia szkicu/Przeniesienie, 341
 - Narzędzia/Równania, 664
 - Normalny, 27
 - Nowa część, 682
 - Nowa grupa, 391
 - Nowa reguła, 561
 - Nowy, 100
 - Nowy widok rozstrzelony, 622
 - Obróć widok, 181
 - Odgięcie bazowe/Wypust, 434, 443
 - Odgięcie krawędzi, 432
 - Odniesienie wiązania, 278
 - Odsuń elementy, 81, 139, 302, 410
 - Odwróć kierunek, 321, 360, 627
 - Okrąg, 68, 119
 - Opcje, 25
 - Oprzysiężowanie formy, 499
 - Opublikuj plik eDrawings, 491
 - Oś, 455
 - Otwór i ściana otworu, 273
 - Otwórz część, 107
 - Pochylenie, 657
 - Podziel, 650
 - Pokaż, 107
 - Pole grupy, 563
 - Pole kombi, 564
 - Połącz z częścią z biblioteki, 453
 - Połączenie z właściwością, 305
 - Powierzchnia wyciągnięta po profilach, 474
 - Powierzchnie neutralne, 498
 - Powierzchnie zamknięcia stykowego, 498
 - Prosta szczelina, 321
 - Prostokąt z narożnika, 40, 419
 - Przenieś komponent, 169, 216
 - Przycisk opcji, 562, 563
 - Przytnij elementy, 41
 - Przytnij powierzchnię, 656
 - Przytnij/Wydłuż, 392, 395
 - Rejestruj, 506
 - Rozłóż, 421
 - Rozpocznij złożenie, 154, 624
 - Rzut krzywej, 355
 - Scalaj elementy, 656
 - Scalaj obiekty segmentów łuku, 601
 - Sfazowanie, 69
 - Skorupa, 74, 96, 420
 - Splajn, 64
 - Sprawdź szkic dla operacji, 58
 - Szkic zgięcia, 431
 - Szyk kołowy, 69, 70, 701
 - Szyk liniowy szkicu, 302
 - Tabele/Tabela spoin, 414
 - Ukryj pomocniczą linię wymiaru, 314
 - Umieść klucz, 217
 - Usuń kolumnę, 425
 - Usuń wchłonięte operacje, 337
 - Utwórz bryłę, 485
 - Utwórz podkonstrukcję spawaną, 404
 - Utwórz rysunek z części/złożenia, 179, 236, 424
 - Utwórz rysunek..., 324
 - Utwórz złożenie, 184
 - Użyj ustawień domyślnych dokumentu, 328
 - Wiązanie, 155, 157, 186
 - Widok przekroju, 189, 313, 432
 - Wielobok, 76, 292
 - Właściwości pliku, 291
 - Wstaw do nowej części, 469
 - Wstaw inteligentne operacje, 257, 280
 - Wstaw komponenty, 154
 - Wstaw punkt splajnu, 66
 - Wstaw wierzchołek sterujący, 65
 - Wstaw zgięcia, 421
 - Wstaw/Adnotacje, 408
 - Wstaw/Adnotacje/Oznaczenie gwintu, 295
 - Wstaw/Geometria odniesienia/Układ współrzędnych, 675
 - Wstaw/Kolumna, 592
 - Wstaw/Operacje/Zawijaj, 372
 - Wstaw/Tabele/Tabela konfiguracji, 549
 - Wybieranie łańcucha, 579
 - Wybierz styczność, 652
 - Wyciągnięcie dodania/bazy, 42, 43, 507
 - Wyciągnięcie po profilach, 264
 - Wyciągnięcie wycięcia, 114, 375, 547
 - Wycięcie przez obrót, 279
 - Wycięcie przez wyciągnięcie po ścieżce, 372
 - Wyizoluj, 166, 191, 216, 395
 - Wyjdź z edycji komponentu, 279
 - Wyjdź z Wyizoluj, 168
 - Wykrywanie przenikania, 294
 - Wymiar inteligentny, 684
 - Wypełnienie powierzchni, 477
 - Wyrównaj, 326
 - Wyrównaj siatkę, 59
 - Zaokrąglenie, 485
 - Zaokrąglenie szkicu, 473
 - Zapisz jako, 141
 - Zarządzaj równaniami, 382, 640
 - Zastąp ścianę, 661
 - Zastosuj i Zamknij, 181
 - Zatrzymaj makro, 507
 - Zawijaj, 372
 - Zdefiniuj symbol spoiny, 406
 - Zmień przezroczystość, 192
 - Znajdź odniesienia, 259
 - Żebro, 99
- połączenie pliku Excela, 242 z właściwością, 305
- położenie linii przekroju, 331 środkowej, 56
- pomiar odległości, 166 popychacz, 204, 207

powielenie
 arkusza blachy, 640
 otworów, 67, 70, 225
 rowków, 140
 stopki, 401
 zębów, 667, 670

Powierzchnie zamknięcia
 stykowego, 498

półpanewka górna, 109

półprzekrój, 312

prezentacja modelu, 22

procedura, 514–521, 534

profile, 396
 hutnicze, 577
 spawane, 689, 694

program
 SolidWorks, 13
 SolidWorks Treehouse, 194

projekt
 klatki, 577, 587
 klatki
 samochodu rajdowego,
 593
 koła zębatego, 663
 myszki komputerowej, 643
 rurociągu, 623
 układu hydrauliki siłowej,
 677
 więźby dachowej, 603, 606
 zawierający ramę z profili,
 633

projektowanie
 części, 261
 form, 497

prostopadłościan, 73

przeglądarka eDrawings, 491

przekrój, 294
 belki wiązara, 606
 krokwi, 605
 murlaty, 604
 płatwi, 606
 rurowy, 594

przemieszczanie wymiarów, 328

przenikanie, 294
 komponentów, 165

przerwanie, 312
 widoku, 183

przezroczystość, 192

przyciąganie
 do siatki, 30
 członu konstrukcyjnego, 392

przycinanie gwintu, 78

przycisk, 517
 Wyjdź ze szkicu, 33

punkt
 splajnu, 66
 środkowy, 53

R

rama z profili, 633

rejestracja makra, 524

relacja Równne, 38

relacje
 między liniami, 135
 okręgów, 54

rowek, 139
 pod pierścienie, 138

rozcięcia, 429

rozejście ścian pod kątem, 124

rozmiar arkusza, 341

rozstrzelenie, 177
 komponentu, 174

równania, 379
 w pliku, 588
 w złożeniu, 383

równanie
 odsunięcia płaszczyzny, 639
 przywracające operacje, 668
 wygaszające, 668

ruch, 210

rurociąg, 623

rysowanie
 łuków, 110, 435
 szkicu, 31, 33
 tabelki rysunkowej, 301
 w arkuszu, 345

rysunek
 dokumentacji, 324
 modelu korbowodu, 121

rysunki
 odciążone, 332
 odłączone, 332

rzut
 krzywej, 355
 rozstrzelony, 179

rzutowanie, 102

S

schemat łożyska, 697

Sfazowanie, 45, 69
 krawędzi, 702

skala
 arkusza, 348
 rysunku, 348

Skorupa, 85

skręcanie, 675

skrót klawiaturowy, 20, 26

SolidWorks, 13

SolidWorks Treehouse, 194

spirala Archimedesesa, 358

Splajn, 64, 481

spoiny, 406

sprawdzanie
 działania wiązań, 208
 kolizji, 169
 poprawności modelu, 660
 przenikania komponentów,
 165

stany wyświetlania, 191

stopa korbowodu, 141

stopnie swobody, 155

style
 widoczności drzewa, 171
 wymiarowania, 312

stylowy splajn, 64

sworznie, 557

symbol błędu, 90

symulacja, 212

szablon
 listy, 402
 tabeli, 402
 dokumentu, 335

szerokość kolumn, 402

szkic, 29, 31
 3D, 351, 455
 bazowy konstrukcji, 390
 bazowy torusa, 351
 bazowy Wspornik, 268
 jako blok, 461
 jako Lib Feat Part, 458
 łuku, 264
 na ścianie płaskiej, 55
 odgięcia, 422
 okręgu, 682

- szkic
 profilu, 410
 prostokąta, 55
 rozstrzelenia, 177
 wycięcia wrębu zęba, 665
 zarysu formy, 500
 zawierający błąd, 58
 zgięcia, 431
- Szyk
 kołowy, 67, 69, 70
 oparty na krzywej, 373
- ## Ś
- ścieg, 408
 spoiny, 406
- ścieżka
 dostępu do profilu, 412
 dostępu do szablonów, 338
 położenia plików, 573
- śledzenie
 wartości zmiennych, 509
 wykonywania kodu, 509
- średnica okręgu, 118
 środek okręgu, 119
 śruba, 292, 296
- ## T
- tabela
 grubości, 438
 konfiguracji, 239, 543, 569
 konfiguracji części, 548
 zgięć, 439
- tabela rysunkowa, 298
- testowanie makra, 508, 511
- tłok, 133
- tolerancja, 318
 bicia poprzecznego, 330
- torus, 349
- Triada odniesienia, 23
- tryb
 Instant3D, 46
 szkicu, 33
 wielokrotnych wiązań, 202
- tryby pracy programu, 46
- tworzenie
 aplikacji, 503
 formularza, 511
- formy, 500
- gwintu, 78
- karty właściwości, 288
- narzędzia formowania
 blachy, 464
- paska narzędzi, 538
- pliku graficznego, 531
- podkonstrukcji spawanej, 404
- rysunku, 100
- szkicu, 32, 52
- widoku przekroju, 230, 294
- własnego polecenia, 523
- złożenia, 233
- typy wiązań, 158
- ## U
- układ
 hydrauliki siłowej, 677
 współrzędnych, 60
- ukrywanie widoku, 315
- uruchamianie programu, 13
- ustawienia
 czasu symulacji, 212
 przekroju strefowego, 190
 relacji i przyciągania, 30
 rozstrzelenia komponentu, 174
- rysunku, 297
- splajnu, 683
- szkicu, 29
- warstwy, 299
- wymiarów, 326
- wyświetlania siatki, 31
- usuwanie
 arkusza, 336
 błędów, 92
 konfiguracji, 239
- ## V
- VBA, 511
- ## W
- walec, 454
- Wał, 278
 korbowy, 127
- walek, 449
- warstwa, 298
- wartości dopuszczalne nacisków
 powierzchniowych, 556
- wiązania wielokrotne, 202
- Wiązanie, 155, 157
 Kąt, 197
 Koła zębate, 199
 Koncentryczne, 156, 159–163
 Limit odległości, 197
 Odległość, 197, 278
 płaszczyzn konstrukcyjnych, 164
 Symetryczne, 199
 Szczelina, 200
 Wspólne, 156, 159, 164
- wiązar, 606, 611
- widoczność Okienka zadań, 161
- widok, 22
 przekroju, 103, 189, 230, 295
 rozstrzelony złożenia, 173
 szczegółów, 316
- widoki zdefiniowane, 189
- wielowariantowość projektu, 221
- więzy, 155
- więźba dachowa, 603, 606
- własne profile hutnicze, 409
- właściwości
 arkusza, 311
 drugiego wyciągnięcia, 51
 elementów konstrukcji, 417
 masy, 131, 132
 operacji Pochylenie, 125, 420
 operacji wyciągnięcia, 129
 operacji Wyciągnięcie
 wycięcia, 114
 pierwszego wyciągnięcia, 50
 plików, 283
 pliku rysunku, 307
 polecenia Podziel, 650
 polecenia Przenies
 komponent, 169
 polecenia Szyk kołowy, 70
 profili spawanych, 694
 profilu, 411
 przycisku, 517
 widoków, 103
 wyciągnięcia, 148

właściwość IsFastener, 291
 wprowadzanie
 notatki, 308, 309
 oznaczeń spoin, 406
 równań, 639
 współdzielenie szkicu, 49, 110
 współrzędne krzywej, 351
 wstawianie
 części, 245
 części do złożenia, 249, 264
 części Pierścien, 278
 części Wspornik, 268
 dowolnego widoku modelu,
 105
 funkcji, 518
 komponentów, 153, 160, 162
 komponentu inteligentnego,
 256
 linii środkowej, 331
 odniesionych komponentów,
 257
 osi, 277, 455
 osi konstrukcyjnej, 267
 płaszczyzny, 79
 płaszczyzny pod kątem, 267
 profilu, 588, 589
 prześciówek, 681
 przycisku, 572
 rozcięć, 430
 rzutu rozstrzelonego, 179
 szkicu, 459
 tabeli elementów, 425
 tabeli konfiguracji, 239
 widoku przekroju, 180
 zamka, 651, 654
 zgięć, 430
 złożenia, 183
 wybór
 elementu okna, 45
 jednostek, 298
 metody produkcji, 437
 standardu projektowania, 297
 wyciągnięcia po ścieżce, 363
 wyciągnięcie, 51
 dodania/bazy, 53
 po profilach, 369
 prostoliniowe, 434
 wycięcia, 54, 76, 114, 370

wycięcie
 na korbówód, 137
 po ścieżce, 371
 wycinanie, 276
 powierzchnią, 79
 wygaszenie otworu środkowego,
 227
 wykonanie otworu, 95
 wymiar kąta, 37
 wymiarowanie, 12
 długości łuku, 36
 elementów szkicu, 36
 wymiary
 geometryczne sworzni, 557
 podwojone, 37
 trójkąta, 56
 wyniki obliczeń, 569
 wypełnienie z blach, 633
 wyrównywanie
 widoku przekroju, 327
 wymiarów, 326
 wyrwanie, 316
 wysokość wierszy, 402
 wyswietlanie, 191
 drzewa operacji, 172
 siatki, 31
 tymczasowych osi, 69
 wywołanie polecenia Wiązanie,
 157
 wzór wypełnienia, 373

Z

zaawansowane przycinanie, 115
 zablokowanie
 położenia przewodu, 688
 zamek, 651, 654
 zaokrąglenie krawędzi, 81, 83
 Zaokrąglenie, 45, 80, 323
 o zmiennym promieniu, 372
 zapisywanie
 formatu rysunku, 340, 342
 fragmentów konstrukcji, 403
 karty właściwości, 290
 modelu, 284, 491
 szablonu rysunku, 336
 tabeli, 402
 tabeli konfiguracji, 242

widoku przekroju, 189
 złożenia, 170
 zarządzanie równaniami, 382
 zastąpienie ściany, 662
 zastosowania wiązań, 202
 zastosowanie
 formatu rysunku, 342
 funkcji, 516
 karty właściwości, 290
 makr, 689
 podziału, 657
 relacji Symetryczne, 123
 rozcięć, 429
 równań, 379
 warstw, 298
 właściwości modelu, 304
 zdefiniowanego bloku, 462
 zdefiniowanej operacji, 621
 zaznaczanie
 elementów szkicu, 34
 krawędzi sylwetki, 61
 linii, 135
 linii środkowej, 56
 płaszczyzny, 164
 polem, 35
 szkicu, 50
 zdefiniowane
 szablony, 338
 widoki modelu, 189
 zęby śrubowe, 674
 zgięcia, 439
 złożenie, 153
 analiza poprawności, 165
 dokumentacja, 178
 edycja komponentów, 165
 podstawy konfiguracji, 232
 widok rozstrzelony, 173
 wstawianie, 183
 wstawianie części, 249
 wstawianie komponentów,
 153
 zawierające konfiguracje, 236
 zmiana wyglądu
 komponentów, 187
 zmiana
 długości, 228
 grubości linii, 298
 kolejności operacji, 75

zmiana

kolorów interfejsu, 26

kreskowania przekroju, 181

kroju linii, 298

kształtu przewodu, 687

liczby otworów, 228

materiału, 131

modelu, 144, 146

nazwy operacji, 131

płaszczyzny szkicu, 35

położenia przewodu, 687

procedury, 521

rozmiaru arkusza, 341

wartości wymiarów, 228

właściwości konfiguracji, 227

właściwości profili, 694

wyglądu komponentów, 187

wyświetlania wymiarów, 106

zaokrąglenia narożnika, 82

zmiennie globalne, 639

znacznik środka, 328

zwymiarowany

okrąg, 43

szkic, 54

PROGRAM PARTNERSKI

GRUPY WYDAWNICZEJ HELION



1. ZAREJESTRUJ SIĘ
2. PREZENTUJ KSIĄZKI
3. ZBIERAJ PROWIZJĘ

Zmień swoją stronę WWW
w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!

<http://program-partnerski.helion.pl>

GRUPA WYDAWNICZA

 **Helion SA**

SolidWorks to jeden z najpopularniejszych programów do trójwymiarowego, parametrycznego projektowania wspomagane komputerowo. Niewygodna cena, wygodny interfejs, duże możliwości i szereg dodatkowych narzędzi wspierających prace inżynierskie sprawiły, że środowisko to szybko zyskało uznanie rzeszy użytkowników na całym świecie. Program można opanować w stosunkowo krótkim czasie i bez większych problemów, lecz sama znajomość narzędzia z nikogo nie czyni jeszcze inżyniera. Aby projekty mogły zostać wykorzystane w praktyce, w procesie ich tworzenia niezbędna jest odpowiednia wiedza na temat zasad konstruowania i metod rozwiązywania problemów inżynierskich.

Wiedzę tę można zdobyć dzięki odpowiedniej lekturze. Książka *SolidWorks 2017. Projektowanie maszyn i konstrukcji. Praktyczne przykłady* przedstawia podstawy pracy w najnowszej wersji środowiska SolidWorks, umożliwiając szybkie rozpoczęcie korzystania z najważniejszych narzędzi do modelowania części, tworzenia złożeń, parametryzacji projektów, przygotowywania dokumentacji technicznej oraz sprawdzania poprawności konstrukcji. Nie znajdziesz tu suchego opisu programu i oferowanych przez niego możliwości, lecz realne problemy, na które może natrafić konstruktor, a także sposoby ich rozwiązywania na pomoc SolidWorks. Jeśli zamierzasz zostać inżynierem albo już nim jesteś, opisane tu kwestie znacznie ułatwią Ci pozyskanie umiejętności niezbędnych w codziennej pracy zawodowej.

- Interfejs użytkownika i funkcje programu SolidWorks
- Narzędzia do modelowania bryłowego i powierzchniowego
- Metody konstruowania części i tworzenia złożeń
- Typowe błędy popełniane przez niedoświadczonych użytkowników
- Parametryzacja projektów i tworzenie wariantów
- Tworzenie własnych bibliotek operacji i szkiców oraz automatyzacja pracy
- Sprawdzanie poprawności konstrukcji mechanizmów
- Tworzenie dokumentacji technicznej
- Projektowanie części blaszanych, konstrukcji spawanych i form odlewniczych
- Współpraca programu z zewnętrznymi arkuszami kalkulacyjnymi
- Tworzenie własnych aplikacji i poleceń
- Praktyczne przykłady zastosowania narzędzi inżynierskich

Poznaj jedno z najbardziej popularnych środowisk 3D CAD!

Helion

księgarnia internetowa



<http://helion.pl>

zamówienia telefoniczne



0 801 339900



0 601 339900

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

Sprawdź najnowsze promocje:
● <http://helion.pl/promocje>
Książki najchętniej czytane:
● <http://helion.pl/bestsellery>
Zamów informacje o nowościach:
● <http://helion.pl/nowosci>

Informatyka w najlepszym wydaniu

sięgnij po **WIĘCEJ**



KOD KORZYŚCI

ISBN 978-83-283-3440-3



9 788328 334403

cena: 99,00 zł