Jerzy Domański Solid Works 2017

PROJEKTOWANIE MASZYN I KONSTRUKCJI

PRAKTYCZNE PRZYKŁADY





Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiejkolwiek 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	
1.2. Okno programu na przykładzie dokumentu Część	
1.3. Opcje programu	15
1.4. Orientacja widoku. Gesty myszy	
1.5. Dostosowanie programu przez użytkownika	25
Rozdział 2. Podstawy pracy w programie SolidWorks	29
2.1. Ustawienia szkicu	
2.2. Podstawy rysowania szkicu	
2.3. Podstawy wymiarowania elementów szkicu	
2.4. Podstawowe techniki modelowania brył	
2.5. Geometria konstrukcyjna	
2.6. Narzędzia szkicu	
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	

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

Kozaział 8. Badanie rucnu złożenia	
8.1. Podstawowy ruch	
8.2. Animacja	
8.2.1. Prezentacja modelu	
8.2.2. Animacja oparta na położeniu	
8.2.3. Animacja ruchu mechanizmu z napędem liniowym	
Rozdział 9. Wielowariantowość projektu — konfiguracje	221
9.1. Podstawy konfiguracji części	
9.2. Dokumentacja części zawierającej konfiguracje	
9.3. Podstawy konfiguracji złożenia	
9.4. Dokumentacja złożenia zawierającego konfiguracje	
9.5. Nazwy operacji i wymiarów	
9.6. Tabela konfiguracji	
Rozdział 10. Automatyzacja wstawiania części do złożenia	245
10.1. Odniesienie wiązania	
10.2. Uproszczona wersja odniesienia wiązania	
10.3. Komponent inteligentny zawierający komponenty odniesione	
Rozdział 11. Modelowanie cześci w kontekście złożenia	761
11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia	
11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia11.2. Operacje złożenia	
 11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia 11.2. Operacje złożenia 11.3. Komponent inteligentny zawierający operacje 	
 11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia 11.2. Operacje złożenia 11.3. Komponent inteligentny zawierający operacje Rozdział 12. Właściwości plików 	
 11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia 11.2. Operacje złożenia 11.3. Komponent inteligentny zawierający operacje Rozdział 12. Właściwości plików 12.1. Właściwości pliku wstawiane bezpośrednio w modelu 	201 261 272 277 277 283 283
 11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia 11.2. Operacje złożenia 11.3. Komponent inteligentny zawierający operacje Rozdział 12. Właściwości plików 12.1. Właściwości pliku wstawiane bezpośrednio w modelu 12.2. Generator kart właściwości 	261
 11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia	201
 11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia	201
 11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia	201 261 272 277 283 283 283 287 291 297
 11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia	201
 11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia	201 261 272 277 283 283 283 283 283 287 291 297 297 298 304
 11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia	201
 11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia	201
 11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia	201 201 201 272 277 283 283 283 287 291 297 297 298 304 307 312 316
 11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia	201
 11.1. Podstawy projektowania części w kontekście złożenia	201 201 201 201 272 277 283 283 283 287 291 297 297 297 298 304 307 312 316 318 332

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

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

Przykład 2. Projekt klatki z profili hutniczych	577
P2.1. Projekt klatki wykonany w dokumencie Część	
P2.2. Projekt klatki wykonany w dokumencie Złożenie	
Przykład 3. Projekt klatki samochodu rajdowego	593
P3.1. Definicja przekroju rurowego	
P3.2. Model klatki	
Przykład 4. Projekt więźby dachowej	603
P4.1. Przygotowanie profili konstrukcji	
P4.2. Realizacja projektu więźby dachowej – wersja podstawowa	
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	
Przykład 8. Uproszczony projekt koła zębatego	663
P8.1. Koło zębate o zębach prostych	
P8.2. Konfiguracje	
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	
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 rozwiązania 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.



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

Przy modelowaniu przyjęto założenia:

- 1. Model jest symetryczny.
- Zostaną zachowane wszystkie wymiary jak na rysunku powyżej, w szczególności R14, a nie \u00e928, 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);





Jeżeli klikniemy punkty 2. i 3. w odwrotnej kolejności, rysowanie łuku może rozpocząć się w odwrotnym kierunku — wtedy należy przemieścić 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.



 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*).



RYSUNEK 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).



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.



Rysunek 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	 Dodanie-wyciągnięcie × × • 	140
dodania/bazy	Od Płaszczyzna szkicu	5 R40 2
	Kierunek 1	R
	Symetrycznie od płaszczyzny 🗸 🗸	8
	KDi 30.00mm	16
	Wybrane kontury	Per
	Szkic1-Obszar<1>	Ø

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.



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).



Rysunek 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).



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



RYSUNEK 5.13. Zmiana wymiaru średnicy na wymiar promienia

- 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*.



RYSUNEK 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).



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



RYSUNEK 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.

RYSUNEK **5.17**.

Drzewo operacji

Dodanie-wyciągnięcie1
 Szkic1
 Dodanie-wyciągnięcie2
 Szkic1
 Wytnij-wyciągnięcie1
 Szkic2
 Wytnij-wyciągnięcie2
 Szkic2

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).

Rysunek 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*.

Ш



RYSUNEK 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.



RYSUNEK 5.20. Z lewej — relacja Wspólne między linią 1. a środkiem układu współrzędnych, z prawej — zwymiarowany 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.

117







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 scalanie wyników.

Rysunek 5.23. Drugie wyciągnięcie	Od	Płaszczyzna szkicu	^	
	Kieru	unek 1 Symetrycznie od płaszczyzny	^	HR33
	КDI	50.00mm 🗸 Scalaj wyniki	•	

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).



- 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);
 - przemieść wskaźnik myszy na stronę przeciwną względem okręgu (tu: w prawo);
 - kliknij położenie wymiaru, wpisz wartość 120, zatwierdź;



Wyciągniecie wyciecia:

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.



RYSUNEK 5.27. Ściana szkicu

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



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

RYSUNEK 5.29.

RYSUNEK 5.28.

Okrąg o promieniu R14



■ Zwymiaruj okrąg na R14 (zwymiaruj średnicę ¢28 i następnie zmień wyświetlanie wymiaru średnicy na promień R14) (rysunek 5.29).

Wyciągniecie wyciecia:

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



RYSUNEK 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 płaszczyznę (tu: *Płaszczyzna prawa*).
 - Na pasku *Operacje* kliknij *Lustro*. Wszystkie elementy okna zostaną wypełnione. Kliknij *OK*.



RYSUNEK 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*.



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

Drzewo operacji wygląda jak na rysunku 5.33.





Podsumowanie dwóch przedstawionych metod:

- 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).
- 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. Korbowód

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

Rysunek 5.34. Uproszczony rysunek

modelu korbowodu



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.





■ Zwymiaruj szkic jak na rysunku 5.37.



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.



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).



Otwory ¢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).



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).

RYSUNEK 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).



RYSUNEK 5.45. Z lewej – dodatkowy okrąg, z prawej – przycięty i zwymiarowany łuk

- Wyciągnij symetrycznie na 40 mm.
- Zapisz plik pod nazwą Korbowód.

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.



RYSUNEK 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 "bałwanka", 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

Szkic pomocniczy

/ -	<u></u> <u>+</u> <u>−</u>
🖌 Linia	
gee [,] Linia środkowa	175
🥆 Linia punktu środkowego	- 1/5

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.

•	Płaszczyzna	Płoszczyzna
Geometria odniesienia	✓ × +	prawa
	Wiadomość ^	
▼ Płaszczyzna	Całkowicie zdefiniowany	
	Pierwsze odniesienie	
	Płaszczyzna prawa	
	Równoległe	••••
	Drugie odniesienie	
	Punkt2@Szkic1	
	Wspólne	

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).

RYSUNEK 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.



RYSUNEK 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 Zaokrąglanie 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).





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.



RYSUNEK 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.



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

Materiał
✓ 📳 DIN Stal (konstrukcyjna)
§≡ 1.0035 (S185)
§
§≡ 1.0037 (S235JR)
§ = 1.0038 (S235JRG2)
§≡ 1.0044 (S275JR)

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



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

🖏 Materiał 💡	Edvtui materiał
🗇 Płaszczyz 🖁	• Konfigurui matarial
🗇 Płaszczyz 🖌	Koniiguruj materiar
Płaszczyz	Zarządzaj ulubionymi
L. Poczatek	1.0044 (S275JR)
Szkic1-de	Mosiądz
Płaszczyz	Miedź

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.
- Położenie środka ciężkości jeżeli środek ciężkości leży poza zaplanowaną osią obrotu, wał będzie niewyważony statycznie, np. Y=20,93 mm.
- 3. Masowe momenty bezwładności (Ixx, Iyy, Izz).
- Masowe momenty dewiacji (Ixy, Ixz, Iyz); jeżeli niezerowe wał niewyważony dynamicznie (w przykładzie zerowe — model symetryczny).

Rysunek 5.60. Fragment okna Właściwości masy	Właściwości masy Wał korbowy Konfiguracja: Domyślna System współrzędnych: domyślny
	Gęstość = 0.01 gramy na milimetr sześcienny Masa = 8888.66 gramy Objętość = 1139571.59 milimetry sześcienne
	Obszar powierzchni = 103303.25 milimetry kwadratowe Środek masy: (milimetry) X = 0.00
	Y = 20.93 Z = 0.00

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.



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 pierścienie 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.





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



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

RYSUNEK 5.66.

Z lewej — zaznaczanie 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.

RYSUNEK 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).



Dodanie materiału:

RYSUNEK 5.69.

oraz sposób zmiany stylu wyświetlania

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

Rysunek 5.70. Właściwości operacji Wyciągnięcie	 Dodanie-wyciągnięcie1 × × ● 	0	
dodania/bazy	Od Płaszczyzna szkicu	~	
	Kierunek 1	\sim	
	Scalaj wyniki Kierunek 2 Do następnej	~	A Contraction of the second se

Otwór przelotowy:

■ Zaznacz Szkic2 w drzewie operacji (rysunek 5.71).

RYSUNEK 5.71.

Zaznaczenie szkicu

Początek układu współrzędnych
 Obrót1
 Dodanie-wyciągnięcie1
 Szkic2

 Kliknij Wyciągnięcie wycięcia, wybierz okrąg "wewnętrzny" i wypełnij okno jak na rysunku 5.72.

RYSUNEK 5.72.

Właściwości operacji Wyciągnięcie wycięcia

Wytnij-wyciągnięcie ⑦ ✓ × ●	
Od Płaszczyzna szkicu 🗸 ^	
Kierunek 1 ^	$ / O \longrightarrow$
Przez wszystko – obydwa 🗸	
🗹 Kierunek 2 🔨	
Przez wszystko 🗸 🗸	
Wybrane kontury ^	
Szkic2	
Szkic2-Kontur<1>	

Wycięcie przestrzeni na korbowód:

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

Rysunek 5.73. Właściwości operacji Wyciągnięcie wycięcia	 iiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiii	
	Od Płaszczyzna szkicu 🗸 ^	$\parallel 0$
	Kierunek 1	
	Symetrycznie od płaszczyzny $\ ee$	
	Koi 20.00mm	
	Wybrane kontury ^	
	Szkic2 Szkic2-Kontur<1>	

■ 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	C Odsuń elementy ✓ × →	0	4
	Parametry ≮ 8.00mm ✓ Dodaj wymiary ✓ Odwróć	^	

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	Wytnij-wyciągnięcie1 ⑦ ✓ × ●	2
pierwszego rowka	Od ^ (\mathcal{D}
	Odsunięcie V	
	15.00mm	
	Kierunek 1	
	Na odległość	
	₹bi 10.00mm 🖨 •	
	☑ Wytnij na odwrót	

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.

■ ひ ひひ Szyk	₿₿ Szyk liniowy ✓ ×		
liniowy •	Kierunek 1	20 100	i
Operacje	Oś<1>		
	Odstępy i wystąpienia		
	K₀i 10+15		
	□ [#] # 2	į,	
	✓ Operacje i ściany ^	Kierunek 1	
	Wytnij-wyciągnięcie1	Odstępy: 25mm 🐳	
	· · · · · ·	Wystąpienia: 2 🔶	

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

	cn
Edytuj operację	
路 Szyk liniowy1	

P C D D	Szyk liniowy1
~	×
€ù	25. Liczba wystąpień
₽#	3

5.5. Stopa korbowodu. Polecenie Zapisz jako. Edycja modelu

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



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 przepadku nie znajdziemy pliku części (rysunek 5.82).

Rysunek 5.82. Przykład	Stwórz	Pliki SOLIDWORKS (* sldprt: * sldprv)
typów plików wyświetlanych	Nazwa pliku: *.SLDDRW;*SLDPRT;*SLDAS	M ~ Pliki SOLIDWORKS (*.slprt; *.sl+ ~
w oknie Otwórz		Otwórz 🔻 Anuluj

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.

141



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

- 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

- Dodanie-wyciągnięcie1
- M Dodanie-wyciągnięcie2
- Wytnij-wyciągnięcie1
- Wytnij-wyciągnięcie2
- zaznacz *Usuń wchłonięte operacje* (rysunek 5.86) (zostanie usunięty *Szkic2*). Kliknij *Tak na wszystkie*.

RYSUNEK **5.86**.

Kasowanie wchłoniętych operacji

Potwierdzanie usunięcia	×
Usunąć następujący element?	Tak
Wytnij-wyciągnięcie2 (Operacja)	Tak <u>n</u> a wszystkie
Usuń wchłonięte operacje	<u>Z</u> aawansowane
🗹 Usuń operacje potomków	
Nie pokazuj ponownie	

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 ¢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.
- 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).

RYSUNEK 5.88.

Płaszczyzna szkicu



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



 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.





Dwa wyciągnięcia:

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



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

Rysunek 5.93. Wyciągnięcie drugie



Drzewo operacji wygląda jak na rysunku 5.94.





■ 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.

ş

ø

_

X



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



- 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 5.96.

Relacje szkicu

147

=5

Punkt środkowy(Punkt17, Łuk2)

Punkt środkowy(Punkt18, Linia7)

= A2

76

-

T





Wyciągnięcie:

RYSUNEK 5.98.

Zaznaczony szkic

 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.



RYSUNEK 5.100. Właściwości drugiego wyciągnięcia

Drzewo operacji ma teraz postać taką jak na rysunku 5.101.

Rysunek 5.101. Drzewo operacji	 Dodanie-wyciągnięcie1 Szkic1
	 Dodanie-wyciągnięcie2 Szkic1
	 Wytnij-wyciągnięcie1 Szkic2
	 Wytnij-wyciągnięcie2 Szkic2
	 Dodanie-wyciągnięcie3 Szkic1
	 M Dodanie-wyciągnięcie4 Szkic1
- 7	

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.









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).

RYSUNEK **5.104**.

Nieaktywne polecenia w trakcie edycji szkicu



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



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

 Dodanie-wyciągnięcie1 Szkic1 	🕅 Informacje o błędach					-	×
 Dodanie-wyciągnięcie2 I SWytnij-wyciągnięcie1 I SWytnij-wyciągnięcie2 	Typ ① Ostrzeżenie ③ Błąd	Funkcja 🔯 Szkic2 📵 Wytnij-wyciągnięcie 1	Podgląd	Pomoc	Opis Nie odnaleziono ściany ani płaszczyzny. Zamierzone wycięcie nie przecina mode	Iu. Proszę sprawdzić szki	^^
	🛞 Błąd) Błąd 🔞 Wytnij-wyciągnięcie2			Zamierzone wycięcie nie przecina modelu. Proszę sprawdzić szkic i kierunek.		:i 🗸
	Pokaż błędy	⊇ ^{Pokaż} ⊠ ^{Wyświe} ostrzeżenia ⊠podcza	tlaj Informa s przebudo	;je o błęd wy	lach	Zamknij Por	noc

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 profili, 412 profili 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 konfiguracje, 229 konstrukcji, 396

techniczna, 100, 297 złożenia, 178, 686 złożenia zawierającego konfiguracje, 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 odciażone, 172

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

706

F

filty, 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

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 korbowód, 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 przerwania 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

М

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 murłata, 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

Kup ksi k

narzędzie SolidWorks Treehouse, 194 nazwy operacji, 237 wymiarów, 237 notatka, 303, 308

0

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 odtwarzanie 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 Wyciągniecie wycięcia, 76 Zaokraglenie, 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 płatew, 606 pobieranie wymiarów modelu, 104, 325 pochylenie, 660 podglad operacji wyciagniecia, 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

polecenie Narzedzia/Narzedzia szkicu/Przenieś, 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 Oprzyrządowanie 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

708

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 spawana, 404 Utwórz rysunek z części/złożenia, 179, 236, 424 Utwórz rysunek..., 324 Utwórz złożenie, 184 Użyj ustawień domyślnych dokumentu, 328 Wiazanie, 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 Wyciągniecie 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 murłaty, 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 Równe, 38 relacje między liniami, 135 okregów, 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 Archimedesa, 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 splain, 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 profili, 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 tabelka 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 wałek, 449 warstwa, 298 wartości dopuszczalne nacisków powierzchniowych, 556 wiązania wielokrotne, 202 Wiazanie, 155, 157 Kat, 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 wiazar, 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 Przenieś komponent, 169 polecenia Szyk kołowy, 70 profili spawanych, 694 profilu, 411 przycisku, 517 widoków, 103 wyciągniecia, 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 Pierścień, 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 profili, 588, 589 przejściówek, 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 korbowód, 137 po ścieżce, 371 wycinanie, 276 powierzchnią, 79 wygaszenie otworu środkowego, 227 wykonanie otworu, 95 wymiar kata, 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 wyświetlanie, 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 zaokrąglanie 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 płaszczyzn, 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	nazwy operacji, 131	wyglądu komponentów, 187
kolorów interfejsu, 26	płaszczyzny szkicu, 35	wyświetlania wymiarów, 106
kreskowania przekroju, 181	położenia przewodu, 687	zaokrąglenia narożnika, 82
kroju linii, 298	procedury, 521	zmienne globalne, 639
kształtu przewodu, 687	rozmiaru arkusza, 341	znacznik środka, 328
liczby otworów, 228	wartości wymiarów, 228	zwymiarowany
materiału, 131	właściwości konfiguracji, 227	okrąg, 43
modelu, 144, 146	właściwości profili, 694	szkic, 54

PROGRAM PARTNERSKI

1. ZAREJESTRUJ SIĘ 2. prezentuj książki 3. zbieraj prowizję

Zmień swoją stronę WWW w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj! http://program-partnerski.helion.pl



SolidWorks to jeden z najpopularniejszych programów do trójwymiarowego, parametrycznego projektowania wspomaganego komputerowo. Niewygórowana cena, wygodny interfejs, duże możliwości i szereg dodatkowych narzędzi wspierających prace inżynierskie sprawiły, że środowisko to szybko zyskało uznanie rzesz 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 pomocą 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!



sięgnij po WIĘCEJ