

## IDŹ DO

PRZYKŁADOWY ROZDZIAŁ



SPIS TREŚCI

## KATALOG KSIĄŻEK

KATALOG ONLINE

ZAMÓW DRUKOWANY KATALOG

## TWÓJ KOSZYK

DODAJ DO KOSZYKA

## CENNIK I INFORMACJE

ZAMÓW INFORMACJE  
O NOWOŚCIACH

ZAMÓW CENNIK

## CZYTELNIA

FRAGMENTY KSIĄŻEK ONLINE

# Solid Edge. Komputerowe wspomaganie projektowania



Autorzy: Grzegorz Kazimierczak,  
Bernard Pacula, Adam Budzyński  
ISBN: 83-7361-174-6  
Format: B5, stron: 696

SolidEdge to program należący do grupy aplikacji MCAD – wspomagających projektowanie konstrukcji mechanicznych. Za jego pomocą można wykonać przestrzenne modele części, podzespołów i zespołów, a następnie przygotować dokumentację techniczną projektowanej konstrukcji. SolidEdge może również współpracować z innymi aplikacjami inżynierskimi – obliczeniowymi, symulacyjnymi i wspomagającymi wytwarzanie.

Książka „Solid Edge. Komputerowe wspomaganie projektowania” to poradnik dla użytkowników najnowszej wersji tej aplikacji. Interesujące wiadomości znajdują w nim zarówno początkujący, jak i zaawansowani użytkownicy. Książka opisuje proces tworzenia modeli części i generowania dokumentacji. Zawarte w niej zagadnienia są podzielone na dwie części – pierwsza przeznaczona jest dla osób dopiero rozpoczynających pracę z SolidEdge, a druga – dla użytkowników mających już jakieś doświadczenie w korzystaniu z tej aplikacji.

- Praca na płaszczyźnie, moduł Draft
- Modelowanie bryłowe
- Modelowanie powierzchni
- Tworzenie zespołów
- Tworzenie raportów
- Wykonanie projektu formy wtryskowej
- Tworzenie dokumentacji
- Dostosowanie programu do własnych potrzeb



# Spis treści

Wstęp .....	11
<b>Część I Solid Edge dla początkujących .....</b>	<b>17</b>
<b>Rozdział 1. Wiadomości ogólne .....</b>	<b>19</b>
Struktura programu .....	19
Pierwsze kroki .....	20
Wymagania sprzętowe .....	20
Instalacja programu .....	21
Zabezpieczenia i kreator licencji .....	23
Odinstalowanie programu .....	24
Uruchomienie i interfejs .....	25
Tworzenie dokumentów, zapis, zakończenie pracy .....	26
Praca w sieci .....	28
Zgodność z Windows .....	28
<b>Rozdział 2. Rysowanie — moduł Draft .....</b>	<b>31</b>
Zarządzanie ekranem .....	31
Polecenia rysunkowe .....	32
Rysowanie linii .....	33
Rysowanie linii i łuków .....	36
Rysowanie okręgów stycznych .....	38
Rysowanie prostokątów .....	39
Rysowanie krzywych .....	40
Narzędzie zaznaczania .....	41
Relacje .....	44
Pomocnicze polecenia rysunkowe .....	51
Przycinanie i rozciąganie elementów .....	51
Zaokrąglanie i fazowanie naroży .....	53
Odsunięcie i odsunięcie symetryczne .....	54
Automatyczne tworzenie osi .....	57
Wypełnienie (kreskowanie) .....	58
Operowanie elementami na rysunku .....	59
Wzór prostokątny i kołowy .....	59
Przesuwanie i kopiowanie, obrót, odbicie lustrzane .....	61
Skalowanie i rozciąganie .....	64
Zmiana właściwości elementów .....	64
Wymiarowanie i opisywanie rysunku .....	67
Wymiarowanie .....	68
Opisywanie rysunku .....	83
Inne polecenia pomocnicze .....	90
EdgeBar .....	91
SketchPoint .....	94

Asystent relacji — automatyczne wymiarowanie .....	96
Zmienne .....	97
Pomiar odległości i powierzchni .....	98
IntelliSketch i wskaźnik wyrównania .....	99
Widok szkicowy .....	102
Ustalanie formatu i wydruk dokumentacji .....	102
Arkusze rysunkowe.....	103
Ustalanie formatu.....	103
Wydruk dokumentacji.....	104
Zapis i odczyt innych formatów rysunków .....	105
<b>Rozdział 3. Modelowanie pojedynczych części — moduł Part .....</b>	<b>109</b>
Pierwsze kroki w środowisku modelowania .....	110
Modelowanie kubka — część 1 .....	110
Wyświetlanie i zarządzanie ekranem .....	113
Modelowanie kubka — część 2 .....	116
Modelowanie kubka — dokończenie. Narzędzie QuickPick .....	122
Wprowadzanie zmian w modelu — PathFinder i edycja operacji.....	125
Modelowanie kubka — analiza i uwagi praktyczne.....	130
Polecenia modelowania.....	133
Trochę teorii.....	133
Podstawowe polecenia modelowania.....	135
Powielanie elementów .....	175
Polecenia pomocnicze.....	190
EdgeBar .....	191
Narzędzia pomocnicze środowiska profilu .....	201
Pomiar właściwości fizycznych .....	202
Właściwości dokumentu .....	204
Inne polecenia pomocnicze.....	205
Wymiana danych i Feature Recognizer .....	209
Modelowanie części — ćwiczenia .....	211
Pokrywa przekładni pasowej .....	211
Elementy silnika modelarskiego, części uproszczone.....	215
<b>Rozdział 4. Tworzenie zespołów — moduł Assembly .....</b>	<b>239</b>
Pierwsze kroki w module Assembly .....	239
Pojemnik z pokrywą — część 1 .....	240
Relacje .....	242
Pojemnik z pokrywą — część 2 .....	247
Polecenia tworzenia zespołów .....	253
Umieszczanie istniejących części .....	253
Modelowanie w kontekście zespołu.....	266
Podzespoły.....	277
Polecenia pomocnicze.....	287
EdgeBar .....	287
Praca z dużymi zespołami.....	293
Symulacja ruchu i analiza kolizji .....	297
Widoki rozstrzelone i przekroje częściowe.....	299
Pomiar właściwości fizycznych .....	305
Właściwości dokumentu, tworzenie raportów .....	306
Inne polecenia pomocnicze.....	308
Wymiana danych .....	313

<b>Rozdział 5. Tworzenie rysunków z modeli 3D — moduł Draft .....</b>	<b>315</b>
Tworzenie rzutów części.....	315
Widoki części.....	315
Przekroje, kłady i wyrwania.....	322
Widoki szczegółowe .....	327
Tworzenie rzutów zespołów.....	328
Widoki i przekroje .....	328
Widoki rozstrzelone, wykorzystanie konfiguracji.....	329
Widoki uproszczone i widoki z przekrojami częściowymi .....	330
Rzuty zespołów — podsumowanie.....	331
Automatyczne tworzenie widoków, szablony arkusza .....	332
Modyfikacja rzutów części i zespołów.....	335
Zmiana właściwości rzutu — okno właściwości.....	335
Modyfikacja płaszczyzny przekroju .....	342
Modyfikacja obwiedni szczegółów i profili wyrwań .....	344
Menu podręczne rzutu .....	345
Polecenia i narzędzia pomocnicze.....	350
Modyfikacja krawędzi .....	350
Lista części i numerowanie elementów .....	351
Tworzenie odwołań do właściwości plików .....	355
Inne polecenia pomocnicze .....	360
Zmiany wymiarów modeli .....	366
<b>Część II Solid Edge dla zaawansowanych .....</b>	<b>371</b>
<b>Rozdział 6. Zaawansowane i specjalizowane funkcje Solid Edge .....</b>	<b>373</b>
Konstrukcje spawane — Weldment .....	374
Strony WWW — Web Publisher .....	375
Projektowanie form — Mold Tooling.....	375
Zarządzanie dokumentacją — Insight Connect.....	376
Obliczenia — Engineering Handbook.....	378
<b>Rozdział 7. Podstawy modelowania powierzchniowego .....</b>	<b>379</b>
Wprowadzenie .....	379
Typowa procedura modelowania powierzchni.....	380
Polecenia modelowania powierzchni .....	381
Polecenia pomocnicze.....	381
Modelowanie powierzchni.....	385
Analiza i korekta modeli.....	391
<b>Rozdział 8. Projektowanie części blaszanych.....</b>	<b>405</b>
Wstęp .....	405
Ustawienia parametrów.....	405
Dwie drogi do celu.....	408
Zaginanie arkusza .....	408
Tworzenie zagięć .....	411
Rozwijanie elementów .....	427
Rozginanie pojedynczego zagięcia .....	427
Rozwijanie modelu .....	429
Rozwijanie elementów importowanych z innych systemów.....	431
Domykanie naroży .....	431
Zamknięcie naroża 2Z.....	433
Zamknięcie naroża 3Z.....	435

Wycięcia i wzory .....	436
Wycięcie zwykłe a wycięcie normalne do powierzchni.....	436
Otwór.....	438
Wzór kołowy, prostokątny i po krzywej .....	439
Operacje tłoczenia.....	440
Wgłębienie.....	441
Żaluzja .....	441
Wycięcie z zagięciem .....	443
Wgłębienie liniowe.....	443
Polecenia pomocnicze.....	445
Dokumentacja rysunkowa i praca w zespołach .....	446
<b>Rozdział 9. Zaawansowane funkcje pracy w zespołach .....</b>	<b>449</b>
Dzielenie złożonej części na części pochodne .....	449
Utworzenie części pochodnych.....	449
Powiązanie części pochodnych z częścią nadrzędną.....	456
Szybkie wstawianie części pochodnych do zespołów.....	461
Płaszczyzny tnące w zespole.....	463
Parametryczność części w zespole.....	464
Parametryzacja części .....	465
Geometryczna asocjatywność części w zespole.....	478
Inne narzędzia pracy w zespołach.....	498
Sposoby przyspieszenia pracy w zespole.....	498
Biblioteki systemów.....	501
Tworzenie i stosowanie części niekonstrukcyjnych.....	515
Zespoły alternatywne.....	520
Modyfikacja struktury zespołu.....	532
Polecenia analizowania zespołów .....	540
Sensory .....	540
Dynamiczne wykrywanie kolizji.....	546
Ruch rzeczywisty.....	551
Zespoły nastawne.....	554
Studio wirtualne.....	559
Symulacja ruchu — środowisko Simply Motion .....	562
Rurociągi i przewody — środowisko XpresRoute .....	565
<b>Rozdział 10. Projektowanie form wtryskowych .....</b>	<b>579</b>
Wstęp .....	579
Przygotowanie modelu.....	581
Import modeli .....	581
Analiza modelu .....	586
Wykorzystanie Rodziny części do stworzenia wariantów.....	590
Polecenia pomocnicze.....	594
Linia i powierzchnia podziału.....	594
Układ współrzędnych i kopia części.....	596
Operacje Boole'a .....	602
Stworzenie modelu formy .....	603
Elementy formujące .....	604
Korpus formy — wykorzystanie normalii.....	612
Dokumentacja rysunkowa.....	619
Przykłady form wtryskowych wykonanych w Solid Edge.....	621
Forma do kostki łączącej.....	621
Forma do pokrywy.....	623
Forma z cylindrami hydraulicznymi .....	625

---

<b>Część III Inne polecenia i funkcje.....</b>	<b>627</b>
<b>Rozdział 11. Narzędzia pomocnicze.....</b>	<b>629</b>
Wybrane funkcje Insight Connect.....	629
Widok i uwagi.....	629
Menedżer zmian.....	631
Wyszukiwanie dokumentów.....	642
Przeglądarka Solid Edge.....	643
<b>Rozdział 12. Dostosowanie do własnych potrzeb.....</b>	<b>647</b>
Zasady ogólne i tworzenie szablonów.....	647
Środowisko rysunków — moduł Draft.....	649
Kolory.....	650
Formaty arkuszy i arkusze tła.....	651
Standardy tworzenia rzutów.....	652
Style linii i kreskowania.....	655
Style tekstu i wymiarowania.....	656
Symbole.....	657
Listy części i tabele otworów.....	657
Inne ustawienia.....	659
Środowiska modelowania w przestrzeni.....	660
Definiowanie skrótów klawiaturowych.....	664
Podstawy tworzenia własnych aplikacji.....	665
Rysowanie wykresu funkcji.....	665
Odczyt współrzędnych punktów z pliku.....	668
<b>Dodatki.....</b>	<b>671</b>
<b>    Skorowidz.....</b>	<b>673</b>

## Rozdział 2.

# Rysowanie — moduł Draft

Solid Edge umożliwia rysowanie podstawowych figur geometrycznych (linie, łuki, okręgi, krzywe, elipsy) i operowanie nimi (przesuwanie i kopiowanie, skalowanie, konwersja prostej na krzywą). Dostępne są też takie polecenia jak zaokrąglanie i ścinanie (fazowanie) naroży. Ważnym zagadnieniem jest możliwość nadawania **relacji** — zależności pomiędzy elementami na rysunku (np. prostokątność, styczność, równość, połączenie). Rysowanie ułatwia szereg narzędzi pomocniczych (lokalizacja punktów charakterystycznych, definiowanie układu współrzędnych, filtry, warstwy). Polecenia wymiarowania i opisowania rysunku umożliwiają stworzenie dokumentacji zgodnej z dowolną normą. Istnieje również możliwość zapisu i odczytu rysunku w innych, powszechnie stosowanych formatach (np. DWG i DXF). Zagadnienia te opisane są w niniejszym rozdziale. Tworzenie rzutów na podstawie modeli 3D stanowi natomiast treść rozdziału 5.

## Zarządzanie ekranem

Przed przystąpieniem do rysowania zapoznamy się z poleceniami służącymi do zarządzania ekranem — powiększania, przesuwania itp. (rysunek 2.1). Przyciski tej grupy poleceń znajdują się po prawej stronie głównego paska narzędzi.

### Rysunek 2.1.

*Polecenia zarządzania ekranem*



Widoczne na rysunku przyciski służą kolejno do wywoływania następujących poleceń:

1. *Powiększ obszar (Zoom Area)* — powiększanie obszaru określonego za pomocą okna. Okno definiuje się przez wskazanie (klikając lewym przyciskiem myszy) jego przeciwległych naroży.
2. *Zmniejsz (Zoom)* — nazwa tego polecenia może być nieco myląca. Służy ono do dynamicznego powiększania i pomniejszania obszaru obejmowanego przez ekran. Odbywa się to przez poruszanie w górę i w dół myszą przy wciśniętym lewym przycisku.

3. *Dopasuj (Fit)* — maksymalne powiększanie narysowanych elementów, z uwzględnieniem obramowania rysunku. Gdy klikniesz przycisk trzymając wciśnięty klawisz *Shift*, maksymalnie powiększone zostaną tylko narysowane elementy (obramowanie zostanie zignorowane).
4. *Przesuń (Pan)* — przesuwanie obszaru widocznego na ekranie. Można przesuwać dynamicznie (trzymając wciśnięty lewy przycisk myszy) lub o wektor zdefiniowany przez wskazanie dwóch punktów.
5. *Narzędzie powiększania (Zoom Tool)* — kilka poleceń zarządzania ekranem dostępnych pod jednym przyciskiem. Naciskając lewy lub prawy przycisk myszy i ewentualnie przeciągając wywołuje się różne polecenia zarządzania ekranem. Domyślne ustawienia są następujące<sup>1</sup>:
  - ♦ przyciśnięcie lewego przycisku myszy: dwukrotne powiększenie obszaru
  - ♦ przyciśnięcie prawego przycisku myszy: dwukrotne pomniejszenie obszaru
  - ♦ przeciąganie przy wciśniętym lewym przycisku myszy: dynamiczne powiększanie obszaru (zoom)
  - ♦ przeciąganie przy wciśniętym prawym przycisku myszy: dynamiczne przesuwanie
6. *Odśwież (Refresh Window)* — odświeżanie obszaru ekranu. Przycisk ten nie znajduje się domyślnie na pasku. Można go tam wstawić (patrz punkt „Uruchomienie i interfejs” w rozdziale 1.) lub wywoływać polecenie za pomocą klawisza *F5*. Należy z niego skorzystać zawsze, gdy na ekranie dzieją się niezrozumiałe rzeczy — np. pojawiają się linie, usuwane elementy nie znikają itp.
7. *Poprzedni widok (Previous View)* — przywracanie ostatnio wyświetlanego obszaru. Podobnie jak poprzedni, przycisk ten nie jest domyślnie dostępny na pasku. Polecenie *Poprzedni widok* można też wywołać za pomocą kombinacji klawiszy *Alt+F5*. Ponieważ jest ono często stosowane, warto wprowadzić sobie jego przycisk do głównego paska.

## Polecenia rysunkowe

Przyciski poleceń rysunkowych (rysunek 2.2) znajdują się na pasku *Rysunek (Draw)*, który nie jest domyślnie włączony po instalacji Solid Edge. Po włączeniu (sposób włączania pasków — patrz punkt „Uruchomienie i interfejs” w rozdziale 1.) pojawi się on z lewej strony ekranu.



Poniżej opisane zostały tylko niektóre polecenia rysowania w Solid Edge. Pominięto np. *rysowanie elips* i *przekształcanie prostych w krzywe*. Zgodnie z założeniami niniejszej książki, opis poleceń nie ma być kompletnym wykazem wszystkich funkcji; jego celem jest zapoznanie Czytelnika z filozofią pracy w programie, tak aby mógł kontynuować naukę we własnym zakresie.

<sup>1</sup> Ustawienia te mogą być zmieniane przez użytkownika — więcej informacji na ten temat znajduje się w rozdziale 12. — „Dostosowanie do własnych potrzeb”.



**Rysunek 2.2.**

Polecenia rysunkowe  
Solid Edge



Widoczne na rysunku przyciski służą kolejno do wywoływania następujących poleceń:

- ♦ *Linia (Line)* — rysowanie linii i łuków stycznych lub prostopadłych. Za pomocą tego polecenia można rysować figury składające się z odcinków prostych i łuków.
- ♦ *Punkt (Point)* — tworzenie pomocniczych obiektów, które są następnie używane przy definiowaniu innych elementów. Przykład zastosowania: utworzenie na różnych szkicach szeregu punktów, przez które następnie prowadzona jest krzywa przestrzenna.<sup>2</sup>
- ♦ *Łuk styczny (Tangent Arc)* — rysowanie łuków stycznych lub prostopadłych do danej linii lub łuku.
- ♦ *Łuk przez trzy punkty (Arc by 3 Points)* i *Łuk ze środka (Arc by Center Point)* — rysowanie łuków przez wskazanie odpowiednio: trzech punktów, przez które przechodzi łuk lub środka łuku i dwóch punktów.
- ♦ *Okrąg styczny (Tangent Circle)* — rysowanie okręgów stycznych do wskazanych elementów.
- ♦ *Okrąg przez trzy punkty (Circle by 3 Points)* i *Okrąg ze środka (Circle by Center Point)* — rysowanie okręgów definiowanych przez wskazanie trzech punktów leżących na okręgu lub środka i promienia (średnicy).
- ♦ *Prostokąt (Rectangle)* — rysowanie prostokątów poprzez zdefiniowanie trzech punktów (długości boków) lub przeciągnięcie przekątnej.
- ♦ *Krzywa (Curve)* — rysowanie otwartej lub zamkniętej krzywej (*B-spline*) definiowanej poprzez wskazanie punktów lub przeciąganie myszą.

Praktyczne zastosowanie ważniejszych z wymienionych poleceń prześledzimy na przykładach. Jeżeli przed przystąpieniem do nich chciałbyś zmienić format arkusza (domyślnie po instalacji jest to A2), możesz to zrobić za pomocą polecenia menu *Plik/Ustawienia arkusza (File/Sheet Setup)*. W oknie dialogowym, które ukaże się po wywołaniu polecenia, kliknij kartę *Tło (Background)*, a następnie z listy rozwijanej *Arkusz tła (Background Sheet)* wybierz żądany format — domyślnie dostępne są od A4 do A1. Więcej na temat definiowania formatów i arkuszy tła (czyli ramek, tabliczek rysunkowych itp.) dowiesz się z rozdziału 12. — „Dostosowanie do własnych potrzeb”.

## Rysowanie linii

- ♦ uruchom środowisko rysunków, czyli moduł *Draft* (sposób uruchamiania programu i wyboru modułu — patrz punkt „Uruchomienie i interfejs” w rozdziale 1.).

<sup>2</sup> Przytoczony przykład dotyczy oczywiście pracy w przestrzeni — ze stosowanymi tu pojęciami zapoznasz się w rozdziale 3.

- ◆ przejdź do punktu „IntelliSketch i wskaźnik wyrównania” w podrozdziale „Inne polecenia pomocnicze” (znajdziesz go pod koniec rozdziału 2.) i sprawdź, czy ustawienia są zgodne z zalecanymi.
- ◆ powiększ maksymalnie rysunek (polecenie *Dopasuj*).
- ◆ kliknij przycisk *Linia (Line)*. Na pasku stanu (nazw poszczególnych elementów okna — patrz punkt „Uruchomienie i interfejs” w rozdziale 1.) pojawia się komunikat Kliknij, aby zdefiniować pierwszy punkt linii (Click for the first point of the line). Jednocześnie pasek wstęgowy przybiera postać przedstawioną na rysunku 2.3. Znajdują się na nim listy, przyciski i pola edycji charakterystyczne dla danej operacji czy czynności. **Jest to cecha wspólna dla wszystkich poleceń w module Draft, a w pewnym sensie również dla wszystkich modułów Solid Edge.** Oznacza to, że wszystkie parametry danej operacji można wprowadzić za pomocą elementów paska wstęgowego (rysunek 2.3). W przypadku polecenia *Linia* będą to kolejno: lista wyboru stylu linii, przyciski wyboru koloru, typu i grubości linii, przyciski przełączania pomiędzy trybem rysowania linii i łuków oraz pola edycji długości i kąta.

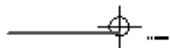


**Rysunek 2.3.** Za pośrednictwem paska wstęgowego można definiować własności tworzonego elementu

- ◆ kliknij pierwszy punkt linii (lewym przyciskiem myszy) — niech będzie to dowolny punkt w okolicy lewego dolnego rogu rysunku. Po kliknięciu pierwszego punktu i poruszeniu myszą pojawi się linia zmieniająca dynamicznie długość i kąt w zależności od położenia kursora. Kiedy kierunek linii jest zbliżony do poziomego lub pionowego, obok kursora pojawia się symbol w kształcie grubej, czarnej kreski (patrz rysunek 2.4.) Oznacza to, iż system „domyśla się”, że chcesz narysować linię poziomą lub pionową. Jeżeli wskażesz drugi punkt linii w momencie wyświetlania wskaźnika poziomości (pionowości), narysowana zostanie linia dokładnie pozioma lub pionowa. Pojawienie się wskaźnika — a także sama „gumowa” linia — to przykłady zadziałania narzędzia o nazwie *IntelliSketch*, ułatwiającego precyzyjne rysowanie. Więcej informacji o tym narzędziu znajdziesz w podrozdziale „Inne polecenia pomocnicze”.

#### **Rysunek 2.4.**

*IntelliSketch* ułatwia narysowanie np. linii poziomej

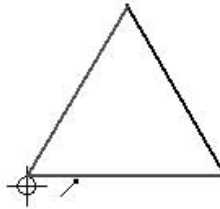


- ◆ zwróć uwagę na pasek wstęgowy: w polach edycji długości linii i kąta jej nachylenia cały czas wyświetlane są aktualne wartości tych parametrów, zmieniające się podczas poruszania myszą. Wpisz w polu długości wartość 100 i wciśnij klawisz *Enter*. Zauważ, że długość linii została zablokowana — teraz poruszając myszą możesz zmieniać tylko jej kąt (w podobny sposób można zablokować kąt, wpisując jego wartość). Kliknij drugi punkt linii tak, aby była ona pozioma.

- ♦ po kliknięciu drugiego punktu narysowana zostaje linia o zadanych parametrach. Polecenie jest kontynuowane — drugi punkt pierwszej linii jest traktowany jako pierwszy punkt następnej. Wpisz w polu długości na pasku wstęgowym wartość 100 mm, a w polu edycji kąta wartość  $120^\circ$  (kąty w Solid Edge mierzone są od osi OX przeciwnie do kierunku ruchu wskazówek zegara). Nie zapomnij o naciśnięciu *Enter* po wpisaniu każdej wartości.
- ♦ po narysowaniu drugiej linii przesunij kursor w pobliżu pierwszego punktu pierwszej linii, tak aby otrzymać kształt trójkąta (patrz rysunek 2.5). Gdy zbliżysz kursor do końca odcinka pojawi się obok niego symbol przypominający zapalkę — odcinek z pogrubionym „łebkiem”. To znowu *IntelliSketch* — tym razem pomaga zlokalizować precyzyjnie punkt. Kliknij wtedy, gdy obok kursora wyświetlony będzie ten symbol. Wtedy końcowy punkt trzeciej linii będzie pokrywał się z początkowym punktem linii pierwszej.

**Rysunek 2.5.**

Lokalizowanie punktów charakterystycznych (np. końca odcinka) za pomocą *IntelliSketch*



Narysowałeś swoją pierwszą figurę w Solid Edge — trójkąt równoboczny. Na jego przykładzie pokazane zostały możliwości wprowadzania danych przy rysowaniu: poprzez kliknięcie dowolnego punktu, poprzez wpisanie wartości w polach edycji paska wstęgowego lub poprzez precyzyjną lokalizację punktów za pomocą narzędzia *IntelliSketch*. W praktyce — podobnie jak w naszym przykładzie — najczęściej używa się kombinacji tych sposobów.



Punkty wskazujemy zawsze lewym przyciskiem myszy. Naciśnięcie prawego przycisku przerywa wykonywane polecenie.

Przy wprowadzaniu wartości za pomocą pól edycji na pasku wstęgowym można skorzystać z dwóch użytecznych narzędzi. Pierwszym z nich jest kalkulator — zamiast wpisywać wartość, możesz podać wzór prowadzący do jej obliczenia. Przykładowo, gdy chcesz narysować odcinek, którego długość jest średnią arytmetyczną dwóch zadanych liczb, w polu edycji wpisujesz np.  $(47 + 85)/2$ .

Z prawej strony każdego pola edycji znajduje się przycisk z trójkątnym symbolem, umożliwiający rozwinięcie listy. Do listy tej dopisywane są automatycznie ostatnio wprowadzane liczby. Dzięki temu, gdy często używasz jakichś wartości nie musisz ich za każdym razem wpisywać — wystarczy wybrać z listy.



Oba opisane narzędzia (kalkulator i automatycznie tworzona lista) są dostępne na paskach wstęgowych wszystkich poleceń, nie tylko rysowania linii.

## Rysowanie linii i łuków

- ♦ przed rozpoczęciem tego ćwiczenia sprawdź, czy w głównym pasku narzędziowym wciśnięty jest przycisk *Wskaźnika wyrównania* (*Alignment Indicator*) — rysunek 2.6. Jeżeli nie, kliknij go.

### Rysunek 2.6.

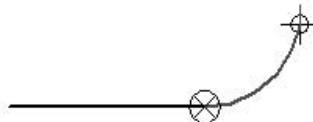
Przycisk *Wskaźnika wyrównania*



- ♦ w okolicach środka arkusza rysunkowego narysuj linię poziomą o długości ok. 100 mm (dokładna wartość nie jest istotna).
- ♦ po wskazaniu drugiego punktu, gdy pojawi się „gumowa” linia zaczepiona w końcu narysowanej przed chwilą, naciśnij na klawiaturze klawisz *A*. Przejdziesz w ten sposób do trybu rysowania łuków (ang. *Arc* — łuk). Dynamicznie kształtowana linia zmieni się w łuk, zaś na pasku wstęgowym pola edycji długości i kąta nachylenia zostaną zastąpione polami edycji promienia i kąta środkowego. W miejscu przejścia prostej w łuk pojawia się podzielony na ćwiartki okrąg (patrz rysunek 2.7). Jest to tzw. **strefa zamierzeń**. Spróbuj wprowadzić kursor do środka tego okręgu i ponownie wyprowadzić, przecinając okrąg w różnych ćwiartkach jego obwodu. Zauważysz, że w zależności od tego, w której ćwiartce przetniesz okrąg, tworzony łuk będzie prostopadły lub styczny do odcinka. Postaraj się uzyskać taki kształt łuku, jak na rysunku i naciśnij lewy przycisk myszy.

### Rysunek 2.7.

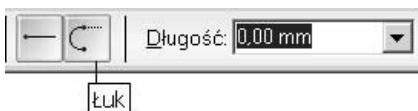
Polecenie *Linia umożliwia również rysowanie łuków*



- ♦ po narysowaniu łuku program automatycznie powraca do trybu rysowania linii. Wskaż kolejny punkt tak, aby powstała linia pionowa o długości ok. 100 mm.
- ♦ kliknij na pasku wstęgowym (**nie na pasku poleceń!**) przycisk trybu rysowania łuków (rysunek 2.8). Jest to równoznaczne z naciśnięciem klawisza *A* — znów pojawi się strefa zamierzeń i dynamicznie zmieniający się łuk. Gdybyś kliknął przycisk na pasku poleceń, wykonywanie bieżącego polecenia zostałoby przerwane — program zapytałby się o początkowy punkt nowego łuku.

### Rysunek 2.8.

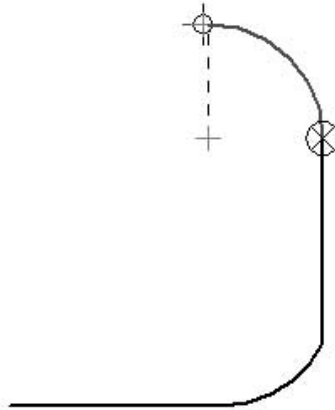
Kliknięcie przycisku *Łuk* na pasku wstęgowym powoduje włączenie trybu rysowania łuków



- ♦ pozostając w trybie rysowania łuku, postaraj się znaleźć taki punkt, aby wyświetlone zostały symbole pokazane na rysunku 2.9. Krzyżyk to znak środka łuku, zaś przerywana linia pomiędzy nim a kursorem oznacza zablokowanie kąta środkowego. Naciśnij przycisk myszy — zostanie narysowany łuk o kącie środkowym 90°.

**Rysunek 2.9.**

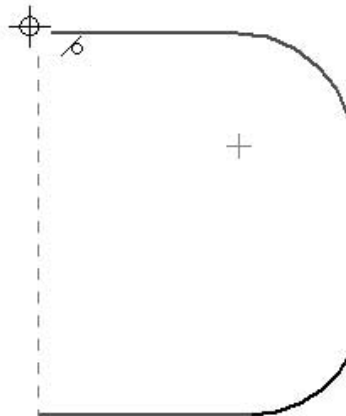
*Pomocnicze symbole ułatwiają zlokalizowanie środka łuku i zablokowanie kąta środkowego na wartości 90°*



- ♦ przed wskazaniem kolejnego punktu przesunij kursor nad poziomą linią tak, aby na chwilę zmieniła kolor. Nie naciskaj przycisku myszy. Nie chcesz jeszcze wskazywać punktu — przez przesunięcie kursora nad linią poinformowałeś program, że przy wskazywaniu kolejnego punktu będziesz chciał odnieść się do tej linii lub jakiegoś jej punktu charakterystycznego.<sup>3</sup> Przesunij teraz kursor w miejsce pokazane na rysunku 2.10. Pojawi się obok niego wskaźnik oznaczający styczność z łukiem i ewentualnie wskaźnik poziomości. Ponadto pomiędzy punktem wskazywanym przez kursor a końcem linii poziomej pojawi się cienka przerywana linia. To tzw. **wskaźnik wyrównania** — narzędzie ułatwiające precyzyjną lokalizację punktów w stosunku do innych, należących do wcześniej narysowanych obiektów. W tym przypadku informuje on, że jeżeli zaakceptujesz wskazywany w danej chwili punkt, będzie on położony dokładnie nad początkowym punktem pierwszej linii poziomej.

**Rysunek 2.10.**

*Wskaźnik wyrównania ułatwia odnoszenie się do punktów charakterystycznych innych elementów na rysunku*



<sup>3</sup> Przesunięcie kursora nad elementem tak, aby został on na chwilę wyróżniony (podświetlony) to tzw. **zlokalizowanie elementu**. Zaznaczenie natomiast polega na kliknięciu myszą — element zaznaczony zostaje trwale wyróżniony.

- ♦ dorysuj brakujący odcinek tak, aby otrzymać zamkniętą figurę. Dzięki precyzyjnej lokalizacji końcowego punktu górnego odcinka linia, którą narysowałeś jest dokładnie pionowa i łączy się z punktem początkowym odcinka dolnego. Nie ma konieczności przycinania czy dociągania końców odcinków.

W drugim przykładzie poznałeś dwa przydatne narzędzia — przełączanie pomiędzy trybem rysowania linii i łuków oraz wskaźnik wyrównania. Więcej informacji na temat drugiego z tych narzędzi znajdziesz w punkcie „IntelliSketch i wskaźnik wyrównania” w podrozdziale „Inne polecenia pomocnicze”.

## Rysowanie okręgów stycznych

- ♦ powiększ narysowany w pierwszym przykładzie trójkąt równoboczny. Narysujesz teraz okrąg wpisany w ten trójkąt.
- ♦ kliknij przycisk polecenia *Okrąg styczny*. Prawdopodobnie nie jest on widoczny na pasku. Przycisk ten jest zgrupowany wraz z kilkoma innymi, służącymi do rysowania okręgów i elips (grupowanie przycisków — patrz punkt „Uruchomienie i interfejs” w rozdziale 1.). Domyślnie pierwszym wyświetlanym przyciskiem z tej grupy jest przycisk polecenia *Okrąg ze środka*. Rozwiń pasek (patrz rysunek 2.11) i kliknij potrzebny przycisk.

### Rysunek 2.11.

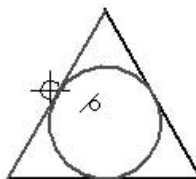
*Aby uzyskać dostęp do wszystkich przycisków z grupy, należy rozwinąć pasek przez kliknięcie i przytrzymanie klawisza myszy*



- ♦ kliknij środek poziomego boku trójkąta (pomoże Ci w tym *IntelliSketch*, który wyświetli obok kursora symbol środka odcinka).
- ♦ skieruj kursor w okolice środka jednego z pozostałych boków. Bok ten zostanie wyróżniony innym kolorem, a obok kursora pojawi się symbol relacji styczności ze wskazywanym bokiem (rysunek 2.12).

### Rysunek 2.12.

*Rysowanie okręgu wpisanego w trójkąt za pomocą polecenia *Okrąg styczny**

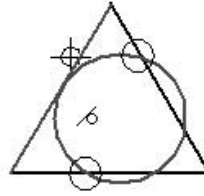


- ♦ naciśnij lewy przycisk myszy. Okrąg zostanie narysowany.

Za pomocą polecenia rysowania okręgów stycznych tworzy się okręgi styczne do wskazanych obiektów **we wskazanych punktach**. Oznacza to, że nie można na przykład wpisać okręgu w trójkąt wskazując dowolne punkty na jego bokach. Widać to wyraźnie na rysunku 2.13: po wskazaniu dowolnych punktów na wszystkich trzech bokach narysowany zostanie nie okrąg wpisany, ale styczny do jednego z boków i przecinający dwa pozostałe.

**Rysunek 2.13.**

Aby wpisać okrąg w trójkąt, nie można wskazywać dowolnych punktów boków, lecz ich środki



Dla przećwiczenia poleceń rysowania okręgów narysuj okrąg opisany na trójkącie. Możesz to zrobić na dwa sposoby:

- ♦ za pomocą polecenia *Okrąg ze środka*. Środek okręgu opisanego pokrywa się ze środkiem okręgu wpisanego (pomoże Ci tu *IntelliSketch*), zaś promień zdefiniujesz klikając dowolny wierzchołek.
- ♦ za pomocą polecenia *Okrąg przez trzy punkty*. Po wywołaniu polecenia wskaż po prostu trzy wierzchołki trójkąta, w dowolnej kolejności.

## Rysowanie prostokątów

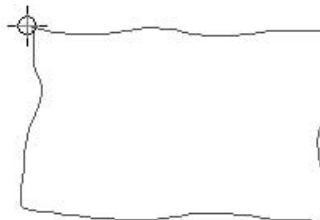
- ♦ kliknij przycisk polecenia *Prostokąt*.
- ♦ kliknij pierwszy punkt prostokąta.
- ♦ porusz myszą. Przerwana linia, która pojawi się pomiędzy kursorem a wskazanym punktem to podgląd pierwszego boku prostokąta. Zwróć uwagę na pasek wstęgowy — możesz w nim od razu podać zarówno długości boków, jak i kąt nachylenia prostokąta. Kliknij dowolny punkt.
- ♦ porusz myszą. Pojawia się dynamiczny podgląd tworzonego prostokąta. Kliknij dowolny punkt, aby zakończyć definiowanie figury.

Narysowany prostokąt nie jest jednym obiektem, wielobokiem czy czymś podobnym. Są to po prostu cztery odcinki. Z punktu widzenia zapisu przez Solid Edge nie ma znaczenia, czy skorzystasz z polecenia *Prostokąt*, czy narysujesz cztery odcinki korzystając z polecenia *Linia*. Z punktu widzenia efektywności pracy zdecydowanie lepiej jest jednak użyć polecenia *Prostokąt* — jest to znacznie szybsze.

Można narysować prostokąt jeszcze szybciej. Po wywołaniu polecenia skieruj kursor myszy w miejsce, gdzie chcesz umieścić prostokąt, naciśnij lewy przycisk myszy i **nie puszczając go**, naszkicuj zarys prostokąta (patrz rysunek 2.14). Po puszczeniu przycisku prostokąt zostanie narysowany. W podobny sposób możesz rysować łuki i okręgi (spróbuj).

**Rysunek 2.14.**

Przybliżone rysowanie prostokąta przez naszkicowanie jego zarysu



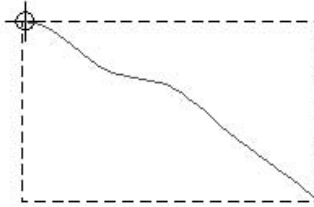
Modyfikacją opisanej metody przeciągania jest naszkicowanie (przy wciśniętym lewym przycisku myszy) nie zarysu prostokąta, lecz krzywej o przebiegu zbliżonym do nachylnego odcinka. Jej końce zostaną przez program zinterpretowane jako końce przekątnej prostokąta. Boki narysowanego tą metodą prostokąta będą zawsze pionowe lub poziome.



Widoczne na rysunku 2.15 linie przerywane w rzeczywistości nie pojawiają się w czasie szkicowania linii.

### Rysunek 2.15.

Przybliżone rysowanie prostokąta przez przeciągnięcie przekątnej



## Rysowanie krzywych

- ♦ kliknij przycisk polecenia *Krzywa*. Prawdopodobnie będziesz musiał w tym celu rozwinąć grupę, w której domyślnie jako pierwszy widoczny jest przycisk *Linia*.
- ♦ kliknij kilka dowolnych punktów na ekranie i zaobserwuj, jaki kształt przybiera krzywa.
- ♦ aby zakończyć rysowanie krzywej, naciśnij **prawy** przycisk myszy.

Krzywe, podobnie jak łuki, okręgi i prostokąty można również rysować przeciągając myszą przy wciśniętym lewym przycisku. W Solid Edge nie ma bezpośredniej możliwości rysowania krzywych określonych równaniem (parabola, ewolwenta). Można w tym celu napisać makro<sup>4</sup> lub skorzystać z pomocniczego narzędzia o nazwie *SketchPoint*. Jest ono dokładniej opisane w podrozdziale „Inne polecenia pomocnicze”. Ponadto podczas pracy w przestrzeni (moduł *Part*) istnieje możliwość tworzenia krzywych na podstawie danych z arkusza programu MS Excel.

Ważną zaletą Solid Edge, wprowadzoną w 14. wersji programu, jest możliwość narzucania relacji i wymiarów<sup>5</sup> pomiędzy punktami kontrolnymi krzywych. Przykład przedstawiony jest na rysunku 2.16.

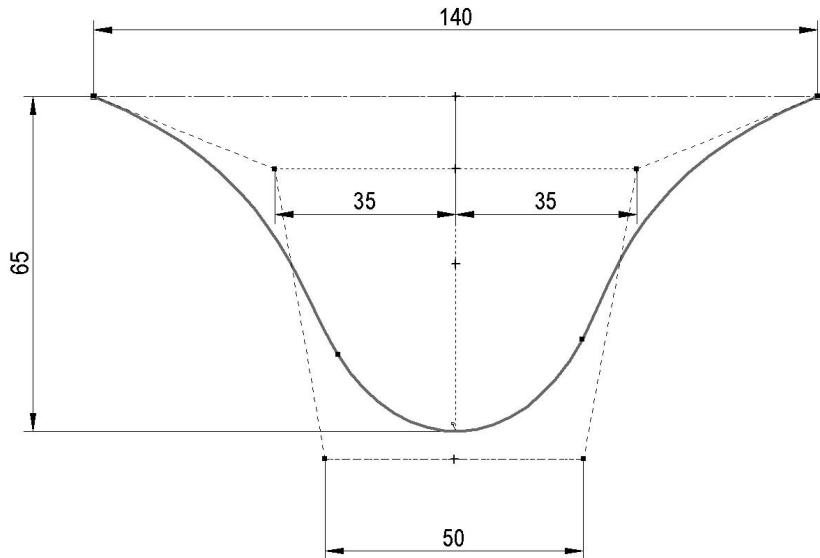
W podrozdziale „Polecenia rysunkowe” przedstawione zostały najważniejsze polecenia służące do tworzenia rysunku na płaszczyźnie. Pominięte zostały: rysowanie elips oraz szkicowanie swobodne i tworzenie dowolnych kształtów. Są to polecenia używane stosunkowo rzadko, zaś ich samodzielne opanowanie nie powinno nastęczyć większych trudności.

<sup>4</sup> Makro to napisany w dowolnym narzędziu do programowania pod Windows (najczęściej jest nim Visual Basic) program uzupełniający możliwości Solid Edge lub automatyzujący często powtarzane czynności. Ogólne zasady tworzenia makr opisane są w rozdziale 12 — „Dostosowanie do własnych potrzeb”.

<sup>5</sup> Pojęcie relacji wyjaśnione jest w dalszej części rozdziału.



**Rysunek 2.16.**  
Wymiarowanie krzywej  
i narzucanie relacji  
pomiędzy punktami  
kontrolnymi



Podczas rysowania w Solid Edge możemy od razu narzucać dokładne wartości wymiarów tworzonych elementów lub też rysować w przybliżeniu, zostawiając dokładne wymiarowanie na później. W praktyce na ogół wygodniejsza jest druga metoda. Zwymiarowanie rysowanych szkiców i profili jest i tak konieczne (m.in. z uwagi na fakt, że bardzo ułatwia to późniejsze ewentualne zmiany), zaś rysowanie w przybliżeniu jest znacznie szybsze.

Przed przystąpieniem do omawiania dalszych poleceń służących do tworzenia rysunków musisz usunąć zawartość ekranu. Polega to na zaznaczeniu elementów przeznaczonych do usunięcia i naciśnięciu klawisza *Delete*. Aby to zrobić, musisz opanować polecenia służące do zaznaczania elementów na rysunku.

## Narzędzie zaznaczania

Na rysunku 2.17 przedstawione zostały przyciski narzędzi i opcji stosowanych do zaznaczania elementów.

**Rysunek 2.17.**  
Zaznaczanie elementów  
na rysunku



Widoczne na rysunku przyciski służą kolejno do wywoływania następujących poleceń i opcji:

1. *Narzędzie zaznaczania (Select Tool)* — służy do zaznaczania pojedynczych elementów lub ich grup. Aby zaznaczyć element, należy kliknąć przycisk, a następnie element.



Bardzo częstym błędem popełnianym przez początkujących użytkowników jest zapominanie o naciśnięciu przycisku.

Solid Edge zapamiętuje ostatnio wykonywane polecenie i po jego zakończeniu **nie przechodzi automatycznie do polecenia zaznaczania**. Jeżeli np. narysujemy kilka linii, a następnie będziemy chcieli zaznaczyć jedną z nich w celu usunięcia, to zapomnienie o kliknięciu przycisku narzędzia spowoduje, że zamiast zaznaczyć linię zaczniemy rysować następną. Kliknięcie zostanie potraktowane przez program nie jako zaznaczenie istniejącej linii, lecz początkowy punkt następnej.

Gdy klikniemy przycisk narzędzia zaznaczania i przesuwamy kursor nad poszczególnymi elementami na rysunku zostają one wyróżnione. Ułatwia to lokalizację — po kliknięciu zostaje zaznaczony aktualnie wyróżniany element. Zaznaczony element zostaje oznaczony innym kolorem. Aby zaznaczyć kilka elementów, należy klikać je trzymając wciśnięty klawisz *Ctrl*. Aby usunąć element za zbioru wskazań (usunąć zaznaczenie), należy kliknąć go przy wciśniętym klawiszu *Shift*.

2. *Opcje zaznaczania (Select Options)* — kliknięcie tego przycisku powoduje wyświetlenie okna opcji przedstawionego na rysunku 2.18.

**Rysunek 2.18.**

*Opcje zaznaczania*

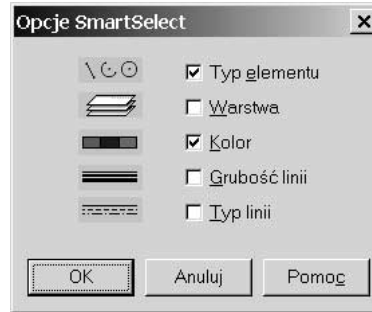


W oknie wyboru opcji poprzez zaznaczenie odpowiedniego pola wyboru określa się, jakiego typu obiekty mają być lokalizowane (czyli tymczasowo wyróżniane w chwili, gdy znajduje się nad nimi kursor) i zaznaczane. Występujące w oknie pojęcia (relacje, warstwy i widok rysunkowy) zostaną wyjaśnione w dalszej części tego rozdziału. Na rysunku przedstawiono domyślne ustawienia opcji. Początkującym użytkownikom można zalecić zachowanie tych ustawień.

3. *SmartSelect* to narzędzie ułatwiające zaznaczanie całych grup elementów. Po kliknięciu przycisku program prosi o wybranie elementu wzorcowego, a następnie wyświetla okno — patrz rysunek 2.19.

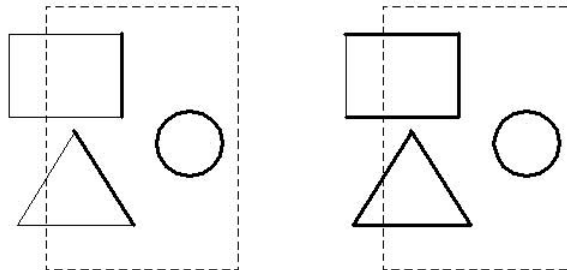
W oknie opcji *SmartSelect* należy zaznaczyć pola wyboru przy tych właściwościach, które w zaznaczanych obiektach mają odpowiadać właściwościom obiektu wzorcowego. Przykładowo: jeżeli jako obiekt wzorcowy wskażemy linię ciągłą, o grubości 0,5 mm w kolorze niebieskim, to przy ustawieniach *SmartSelect* takich, jak na rysunku 2.19 zostaną zaznaczone wszystkie linie w kolorze niebieskim, bez względu na ich grubość czy typ (przerywana, ciągła).

**Rysunek 2.19.**  
*Opcje SmartSelect*



4. Opcje *Obejmujące/Przecinające (Inside/Overlapping)* — jeżeli po kliknięciu przycisku narzędzia zaznaczania nie zostanie zaznaczony element, tylko wskazany dowolny punkt, program traktuje go jako narożny punkt okna. Po kliknięciu drugiego punktu zostaną zaznaczone wszystkie elementy całkowicie zawarte w zdefiniowanym oknie lub takie, które są w nim zawarte co najmniej częściowo. Zależy to od ustawienia opcji *Obejmujące/Przecinające*. Przykład: na rysunku 2.20 widzimy dwa jednakowe zbiory obiektów i dwa okna zaznaczone linią przerywaną (w rzeczywistości jest to linia ciągła). Zaznaczone elementy są wyróżnione grubszą linią. Lewe okno to okno obejmujące, prawe — przecinające. Widać, że zawsze zostają zaznaczone: prawy pionowy bok prostokąta, okrąg i jeden z boków trójkąta, nigdy zaś — lewy pionowy bok prostokąta. Zaznaczenie pozostałych elementów zależy od ustawień opisywanej opcji.

**Rysunek 2.20.**  
*Okno obejmujące i przecinające*



5. Opcje *Grupa/Pojedyncze (Top Down/Bottom Up)* — stosunkowo rzadko używana opcja; od jej ustawień zależy, czy w przypadku wskazywania elementów zgrupowanych (pojęcie to wyjaśnione zostanie w dalszej części rozdziału) lokalizowane są one jako grupa, czy pojedynczo.

Ze wskazywaniem i zaznaczaniem elementów będziesz miał do czynienia przez cały czas pracy w Solid Edge. Wynika to z zasady, że **aby cokolwiek zmienić w danym obiekcie** (dotyczy to zarówno rysunków, jak i operacji w bryłach) **należy go najpierw zaznaczyć, a następnie dokonać modyfikacji**. Za modyfikację uważać można zarówno zmianę parametrów (grubość czy kolor linii, wysokość bryły) jak i przesunięcie, obrót czy skasowanie elementu.

Czasem zachodzi potrzeba usunięcia wszystkich elementów na rysunku. Można je zaznaczyć jednym poleceniem z menu głównego: *Edycja — Zaznacz wszystko (Edit — Select all)* lub za pomocą skrótu *Ctrl+A*.

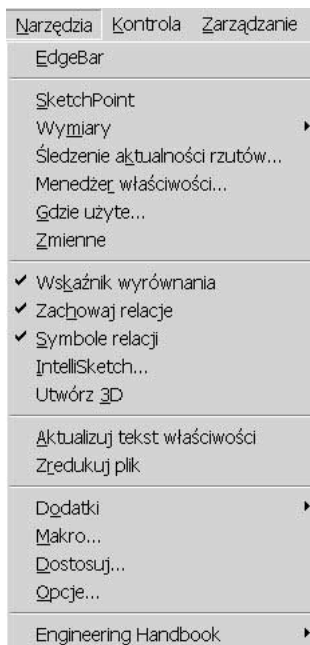
## Relacje

Relacje to jedno z ważniejszych pojęć w Solid Edge. Nazywamy tak powiązania pomiędzy elementami na rysunku lub w zespole 3D. Relacją jest np. równoległość linii lub styczność okręgu, czy też — w przestrzeni — przyleganie płaszczyzn. Od dobrego zrozumienia pojęcia relacji i prawidłowego ich zastosowania zależy efektywność pracy w Solid Edge. Odpowiednio zastosowane relacje ułatwiają rysowanie i modyfikację rysunku, użyte nieodpowiednio — niepotrzebnie obciążają program i mogą spowodować niepożądane zmiany w rysunku po modyfikacji któregoś z elementów.

W czasie pracy w środowisku rysunków (module *Draft*) program może automatycznie stosować i zapamiętywać relacje. Aby tak było, należy w głównym menu zaznaczyć odpowiednią opcję: *Narzędzia* — *Zachowaj relacje* (*Tools* — *Maintain Relationships*). Zachowywanie relacji jest włączone, jeżeli po lewej stronie nazwy polecenia widoczny jest znacznik — patrz rysunek 2.21. Po kliknięciu polecenia znacznik znika bądź pojawia się — jest to więc nie tyle polecenie, co przełącznik typu włącz / wyłącz. W taki sam sposób można włączać *Wskaźnik wyrównania* (*Alignment Indicator* — była o nim już mowa powyżej) oraz opcję *Symbole relacji* (*Relationship Handles*). Wszystkie trzy wymienione opcje można włączać również za pomocą przycisków, przy czym przycisk wskaźnika wyrównania znajduje się domyślnie na głównym pasku narzędzi, zaś przycisk wyświetlania symboli relacji — na pasku *Relacje* (*Relationships*). Przed przystąpieniem do pracy z przykładami dotyczącymi relacji wszystkie trzy opcje powinny być włączone, tzn. przy wszystkich — po rozwinięciu menu *Narzędzia* — powinny być wyświetlone znaczniki, jak na rysunku 2.21.

### Rysunek 2.21.

*Włączanie wskaźnika wyrównania, zachowywania relacji oraz symboli relacji*

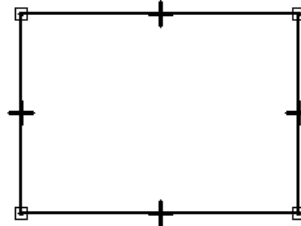


Aby zrozumieć pojęcie relacji, wykonaj następujące ćwiczenie:

- ♦ sprawdź, czy ustawienia *IntelliSketcha* są zgodne z zalecanymi.
- ♦ narysuj prostokąt o dowolnych wymiarach, mający boki pionowe i poziome. Na rysunku pojawią się, oprócz prostokąta, symbole relacji (rysunek 2.22). Pogrubione znaki + na środkach boków oznaczają, że są one pionowe lub poziome. Kwadraty na końcach boków oznaczają, że boki te są ze sobą połączone. Relacje zostały zastosowane dlatego, że włączona była opcja *Zachowaj relacje*, zaś ich symbole widoczne są dzięki włączeniu opcji *Symbole relacji*.

### Rysunek 2.22.

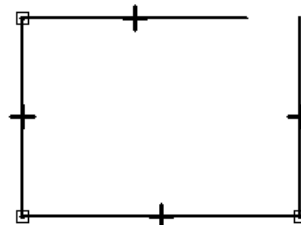
*Symbole relacji pionowości /  
poziomości boków prostokąta  
oraz połączeń między bokami*



- ♦ zaznacz któryś z pionowych boków (nie zapomnij o uprzednim kliknięciu przycisku *Narzędzie zaznaczania*), kliknij dowolny punkt na nim i **trzymając wciśnięty lewy przycisk myszy** spróbuj przeciągając w prawo i w lewo zmienić położenie wskazanego boku. Zauważysz, że boki poziome wydłużają się lub skracają tak, aby zachować połączenie z bokiem pionowym. To wynik zastosowania relacji połączenia.
- ♦ usuń jedną z relacji połączenia, np. w prawym górnym narożu. Usuwanie relacji odbywa się dokładnie tak samo jak usuwanie innych obiektów na rysunku — należy zaznaczyć symbol relacji (zwykle najłatwiej jest to zrobić wskazując oknem) i nacisnąć klawisz *Delete*.
- ♦ spróbuj zmienić położenie prawego pionowego boku. Zauważysz, że jeden z boków poziomych nie zmienia już swojej długości. To wynik usunięcia relacji połączenia (rysunek 2.23).

### Rysunek 2.23.

*Po usunięciu relacji  
połączenia przesunięcie  
prawego boku nie powoduje  
wydłużenia się boku górnego*

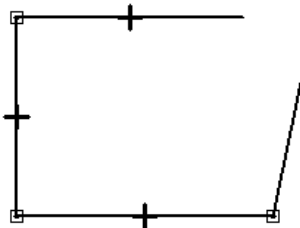


- ♦ zaznacz prawy pionowy bok i spróbuj go obrócić, przeciągając górny uchwyt (uchwyty to zaciemnione kwadraty na końcach odcinka. Przeciągać je możesz, gdy po skierowaniu na uchwyt kursor zmieni postać na dwie skrzyżowane linie). Zauważysz, że nie można obrócić odcinka, a jedynie zmienić jego długość (czy wiesz, dlaczego?).

- ♦ usunąć relację pionowości prawego pionowego boku (znak + w środku boku). Spróbuj ponownie obrócić odcinek. Teraz będzie to możliwe — relacja pionowości została usunięta, nie ma już więc więzów blokujących możliwość obrotu (rysunek 2.24).

### Rysunek 2.24.

Po usunięciu relacji pionowości prawego boku możliwy jest jego obrót



Jak widać na powyższym przykładzie, relacje mogą być narzucane przez program w momencie rysowania, a także definiowane lub usuwane przez użytkownika. Przed kolejnym przykładem, dotyczącym tego zagadnienia, zapoznamy się z innymi relacjami dostępnymi w Solid Edge. Na rysunku 2.25 przedstawiono wszystkie przyciski relacji. Są one zgrupowane, stąd też na pasku jednocześnie widoczne są tylko cztery.

### Rysunek 2.25.

Przyciski relacji



Znaczenie przycisków jest następujące (w kolejności):

1. *Połącz (Connect)* — służy do łączenia elementów. Tą relacją były połączone boki prostokąta w opisanym wyżej przykładzie.
2. *Współśrodkowość (Concentric)* — narzuca współśrodkowość łuków i / lub okręgów.
3. *Poziomość/Pionowość (Horizontal/Vertical)* — działa na dwa sposoby. Po wskazaniu odcinka powoduje, że staje się on pionowy lub poziomy, w zależności od tego, pod jakim kątem jest nachylony (jeżeli kąt nachylenia jest mniejszy od 45°, odcinek staje się poziomy, w przeciwnym wypadku — pionowy). Po wskazaniu punktu charakterystycznego na danym elemencie program czeka na wskazanie następnego punktu charakterystycznego na innym elemencie, a następnie modyfikuje te elementy tak, aby wskazane punkty znalazły się na jednej linii pionowej lub poziomej.
4. *Współliniowość (Colinear)* — narzuca współliniowość wskazanych odcinków.
5. *Równoległość (Parallel)* — narzuca równoległość wskazanych odcinków.
6. *Prostopadłość (Perpendicular)* — narzuca prostopadłość wskazanych odcinków lub odcinków i łuków.
7. *Blokuj (Lock)* — zablokowany element nie może być modyfikowany<sup>6</sup>. W przypadku np. okręgu oznacza to, że nie można zmienić jego położenia ani średnicy za pomocą modyfikacji uchwytów lub wymiarów. Można natomiast wprowadzać zmiany za pomocą paska wstęgowego. Gdy zablokujemy punkt charakterystyczny (np. koniec odcinka, środek okręgu), nie będzie można zmienić lokalizacji tego

<sup>6</sup> Zagadnienie modyfikacji elementów zostanie omówione w dalszej części rozdziału.

punktu. Blokowanie elementów lub punktów przydatne jest wtedy, gdy z jakichś względów zależy nam, aby w czasie modyfikacji rysunku pewne jego elementy zachowywały się w określony, zaplanowany przez nas sposób. Ilustrujący to zagadnienie przykład znajdziesz w dalszej części tego podrozdziału.

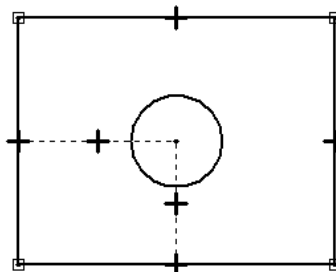
8. *Styczność (Tangent)* — narzuca styczność wskazanych odcinków, łuków, okręgów i elips.
9. *Równość (Equal)* — narzuca równość wskazanych elementów. Równe mogą być odcinki, łuki, okręgi i elipsy.
10. *Symetria (Symmetric)* — narzuca symetrię. Polega to na wskazaniu osi symetrii, a następnie elementów, które mają być symetryczne.
11. *Oś symetrii (Symmetry axis)* — po zastosowaniu relacji symetrii program zapamiętuje wskazaną oś i traktuje ją jako domyślną przy wszystkich późniejszych próbach zastosowania tej relacji. Jeżeli chcemy zdefiniować inną oś symetrii, musimy skorzystać z tego przycisku.
12. *Symbole relacji (Relationship Handles)* — służy do włączania i wyłączania symboli relacji. Wyłączenie symboli nie oznacza, że relacje przestają działać — symbole to tylko graficzna reprezentacja pewnych zależności, mająca pomóc użytkownikowi w ich stosowaniu.

Definiowanie relacji przez użytkownika przećwiczymy na przykładzie. Wykorzystamy w nim figurę stworzoną w poprzednim ćwiczeniu. Jeżeli już ją usunąłś, narysuj ponownie figurę jak na rysunku 2.24, a następnie:

- ♦ kliknij przycisk relacji *Poziomość/Pionowość*, po czym wskaż prawy, ukośny odcinek. Ważne jest, abyś wskazał **dowolny punkt, a nie koniec lub środek**. Odcinek stanie się pionowy.
- ♦ kliknij przycisk relacji *Połącz*, a następnie wskaż górny koniec prawego (pionowego) boku i prawy koniec górnego (poziomego). Prawy bok zostanie zmodyfikowany tak, aby jego koniec połączył się z końcem boku poziomego — powstanie prostokąt. Gdybyś wskazał punkty w odwrotnej kolejności, zmodyfikowany zostałby bok poziomy.
- ♦ kliknij przycisk *Okrąg ze środka*. Przesuń kursorem nad środkiem dolnego boku prostokąta, tak aby obok kursora pojawił się symbol środka odcinka. **Nie naciskaj przycisku myszy!** Przesuń kursor nieco wyżej, w okolice 2/3 wysokości prostokąta nad środkiem boku. Gdy pojawi się symbol wskaźnika wyrównania (przerwana linia łącząca środek boku z punktem wskazywanym przez kursor) naciśnij lewy przycisk myszy. W ten sposób zdefiniujesz środek okręgu — będzie on leżał na symetralnej poziomego boku prostokąta. Klikając drugi punkt dokończ rysowanie okręgu. Zauważ, że program automatycznie narzucił relację *Poziomość/Pionowość* pomiędzy środkiem okręgu a środkiem poziomego boku.
- ♦ relację *Poziomość/Pionowość* pomiędzy środkiem okręgu a środkiem boku pionowego narzucisz samodzielnie. Kliknij przycisk relacji, a następnie wskaż środek okręgu i środek dowolnego z pionowych boków. Okrąg zostanie przemieszczony tak, aby znaleźć się na symetralnej boku pionowego. Będzie więc teraz znajdował się dokładnie w środku prostokąta (patrz rysunek 2.26).

**Rysunek 2.26.**

Okrąg umieszczony w środku prostokąta (na przecięciu symetrycznych boków) dzięki zastosowaniu relacji *Poziomość*/*Pionowość*



Gdybyś najpierw wskazał środek boku, a później okręgu, okrąg nie zostałby przesunięty, zmodyfikowany zostałby natomiast bok. Podobnie jak w przypadku relacji połączenia, od kolejności wskazań zależy to, który element zostanie zmieniony.

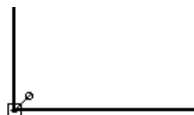


Jest to ogólna cecha, obowiązująca przy narzucaniu wszystkich relacji — modyfikowany jest ten element, który został wskazany jako pierwszy, chyba, że nie pozwalają na to narzucone wcześniej inne relacje, wprowadzone wymiary itp.

- ♦ przeciągając myszą spróbuj zmienić lokalizację prawego pionowego boku prostokąta. Zauważysz, że przemieszcza się również bok lewy. Dzieje się tak dlatego, że istnieje relacja utrzymująca okrąg na symetrycznej boku. Relacja musi zostać zachowana po modyfikacji rysunku. Dlatego też zmiana położenia jednego z boków wymusza zmianę położenia drugiego (lub okręgu). Załóżmy jednak, że z jakichś względów zależy Ci, aby lewy dolny róg prostokąta nie zmieniał swego położenia. Należy go więc zablokować.
- ♦ kliknij przycisk polecenia *Blokuj*, a następnie wskaż róg prostokąta. Pojawi się przy nim symbol przypominający szpilkę (rysunek 2.27). Tą szpilką „przypiąłeś” róg do arkusza — teraz nie będzie on mógł zmienić swego położenia.

**Rysunek 2.27.**

Zastosowanie polecenia *Blokuj* — róg prostokąta „przypięty” do arkusza

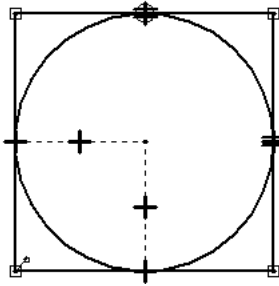


- ♦ spróbuj przemieścić (przez przeciąganie) dowolny bok prostokąta. Zablokowany róg pozostanie teraz na tym samym miejscu, przemieszczony będzie natomiast okrąg.
- ♦ kliknij przycisk relacji równości, a następnie wskaż (w dowolnej kolejności) jeden bok pionowy i jeden poziomy. Narzucisz w ten sposób relację równości boków — prostokąt zamieni się w kwadrat.
- ♦ kliknij przycisk relacji styczności, wskaż okrąg, a następnie dowolny bok kwadratu. Otrzymasz okrąg wpisany w kwadrat (rysunek 2.28). Zwróć uwagę na pojawiające się symbole relacji równości i styczności.
- ♦ przeciągając myszą spróbuj zmienić położenie prawego lub górnego boku. Zauważysz, że jednocześnie z przemieszczaniem się boku zmieniają się długości boków oraz średnica okręgu. To wynik działania relacji równości i styczności.



**Rysunek 2.28.**

Dzięki zastosowaniu odpowiednich relacji prostokąt został przekształcony w kwadrat, a okrąg o dowolnej średnicy — w okrąg wpisany



Jak widzisz, narzucając relacje można wprowadzać znaczne zmiany na rysunku. Ponadto relacje w dużym stopniu określają, jak może zachowywać się rysunek po zmianie któregoś z elementów. Zanim przejdziesz do dalszej części podręcznika, przećwicz we własnym zakresie stosowanie pozostałych relacji. Pamiętaj, że od ich zrozumienia i prawidłowego stosowania zależy w znacznym stopniu efektywna praca w Solid Edge — zarówno na płaszczyźnie, jak i w przestrzeni.

Czasem przy próbie narzucenia relacji pojawia się komunikat: Wymagana zmiana jest niezgodna z istniejącymi relacjami (The requested change conflicts with existing relationships). Dzieje się tak wtedy, gdy próbujesz narzucić relację sprzeczną z istniejącymi, ale także wtedy, gdy chcesz powtórzyć relację (np. nadać pionowość odcinkowi, który już jest pionowy).

Relacje są stosowane i zapamiętywane przez program tylko wtedy, gdy włączona jest opcja *Zachowaj relacje*. Domyślnie — po instalacji programu — jest ona wyłączona. Z uwagi jednak na ułatwienia, jakie wynikają z zastosowania relacji przy tworzeniu rysunku i jego późniejszej, ewentualnej modyfikacji, można zalecić, aby podczas pracy opcja ta była włączona. Uwaga ta dotyczy pracy na płaszczyźnie — podczas rysowania profili w modułach przestrzennych zachowywanie relacji jest zawsze włączone i użytkownik nie ma możliwości jego wyłączenia.

Omawiając zagadnienie relacji warto wspomnieć o jeszcze jednym poleceniu. Jest nim *Asystent relacji* (*Relationship Assistant*). Służy ono do automatycznego nadawania relacji pomiędzy elementami na rysunkach, na których relacji nie zastosowano lub są one niekompletne. Najczęściej stosuje się je podczas pracy z plikami importowanymi z innych programów, zapisanymi w formatach, które nie zachowują informacji o relacjach. Formatami takimi są m.in. DWG i DXF<sup>7</sup>. Działanie asystenta relacji prześledzimy na poniższym przykładzie:

- ♦ wyłącz zachowywanie relacji (polecenie menu: *Narzędzia — Zachowaj relacje*) i sprawdź, czy włączone są *Symbole relacji*.
- ♦ narysuj prostokąt o bokach pionowych i poziomych. Nie pojawią się żadne symbole, ponieważ żadne relacje nie zostały zastosowane.
- ♦ wywołaj polecenie *Narzędzia — Wymiary — Asystent relacji* (*Tools — Dimensions — Relationship Assistant*), a następnie zaznacz — najlepiej za pomocą okna — narysowany prostokąt i kliknij przycisk *Opcje* (pierwszy od lewej na pasku wstęgowym — patrz rysunek 2.29). Pojawi się okno przedstawione na rysunku 2.30.

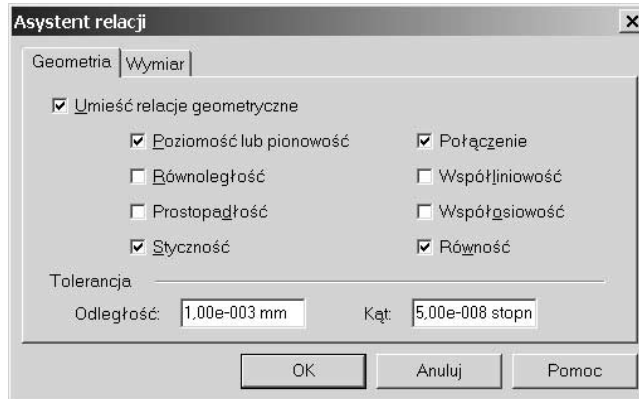
<sup>7</sup> Zagadnienie odczytu i zapisu rysunków w innych formatach zostanie omówione w końcowej części rozdziału.

**Rysunek 2.29.**

Przycisk włączania  
opcji asystenta  
relacji

**Rysunek 2.30.**

Okno opcji asystenta  
relacji



- ♦ w oknie możesz przez zaznaczenie lub wyczyszczenie pól wyboru określić, jakiego rodzaju relacje mają być automatycznie narzucone. Sprawdź, czy zaznaczone są pola wyboru przy relacjach *Poziomość lub pionowość* oraz *Połączenie*. Pozostałe pola nie mają dla nas w tej chwili znaczenia. Wartości tolerancji możesz pozostawić domyślne.
- ♦ kliknij kartę *Wymiar* (*Dimension*) i wyczyść pole wyboru *Umieść wymiary* (*Place dimensions*). Asystent relacji umożliwia również automatyczne wymiarowanie<sup>8</sup>, jednak w tej chwili nie będziemy zajmować się tym zagadnieniem.
- ♦ kliknij przycisk *OK*, a następnie — po zamknięciu okna — zielony przycisk ze znakiem akceptacji na pasku wstęgowym.<sup>9</sup> Na rysunku powinny pojawić się symbole automatycznie narzuconych relacji.
- ♦ włącz ponownie opcję *Zachowaj relacje*.

Asystent relacji jest bardzo przydatny w sytuacji, gdy otrzymujemy dokumentację od kontrahenta używającego np. AutoCAD-a i chcemy na jej podstawie stworzyć w Solid Edge modele przestrzenne. Nie można zbudować bryły korzystając z profili, w których nie zastosowano relacji. Ponieważ format DWG nie umożliwia przekazywania tego typu danych, jedynym wyjściem jest narzucenie relacji już po wczytaniu rysunku do Solid Edge. W takiej sytuacji zastosowanie *Asystenta relacji* znacznie przyspiesza pracę.

Pola w dolnej części *Asystenta relacji* umożliwiają określenie tolerancji odległości lub kąta, przy jakiej relacja ma zostać narzucona. Możliwość określania tolerancji okazuje się przydatna zwłaszcza w przypadku rysunków importowanych z innych programów, które nie są wyposażone w narzędzia do precyzyjnego rysowania.

<sup>8</sup> Do zagadnienia wymiarowania automatycznego powrócimy w dalszej części bieżącego rozdziału, a także w rozdziale 5.

<sup>9</sup> Począwszy od wersji 15. zamiast klikania przycisku ze znakiem akceptacji można nacisnąć klawisz *Enter* lub prawy przycisk myszy.

# Pomocnicze polecenia rysunkowe

W dotychczasowych ćwiczeniach ograniczaliśmy się do rysowania, zaś jedyne modyfikacje przeprowadzaliśmy przez narzucanie relacji. Solid Edge posiada jednak szereg poleceń pomocniczych, służących do modyfikacji bądź powielania elementów. Można je podzielić na kilka grup.

## Przycinanie i rozciąganie elementów

Przyciski tej grupy poleceń przedstawione są na rysunku 2.31.

### Rysunek 2.31.

Przyciski poleceń przycinania i rozciągania



Przyciski te służą kolejno do wywoływania następujących poleceń:

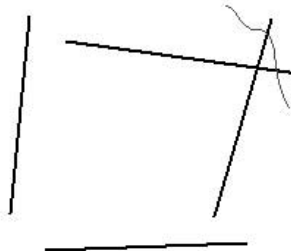
1. *Przytnij (Trim)* — usuwanie zbędnych elementów. Nie jest konieczne wskazywanie granic przycinania — należy tylko wskazać element do usunięcia.
2. *Przytnij naroże (Trim Corner)* — działa podobnie jak poprzednie polecenie z tą różnicą, że wskazuje się nie elementy do usunięcia, lecz te, które mają pozostać.
3. *Rozciągnij do następnego (Extend to Next)* — powoduje wydłużenie wskazanego elementu, bez modyfikowania tego, do którego jest on rozciągany.

Działanie wymienionych poleceń prześledzimy na przykładzie:

- ♦ narysuj cztery linie, jak na rysunku 2.32. Zwróć uwagę na dokładne odwzorowanie naroży.

### Rysunek 2.32.

Polecenie *Przytnij* — trzymając wciśnięty lewy przycisk myszy „przekreśla” się elementy, które mają zostać usunięte

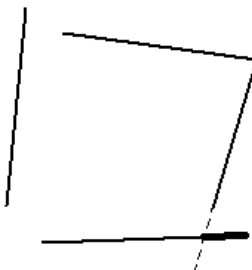


- ♦ kliknij przycisk polecenia *Przytnij*, a następnie skieruj kursor nad jeden z wystających końców w prawym górnym narożu narysowanej figury. Koniec ten zostanie wyróżniony. Jeżeli naciśniesz teraz lewy klawisz myszy, wyróżniony fragment odcinka zostanie usunięty.
- ♦ usuń w opisany sposób oba wystające końce w prawym górnym narożu.
- ♦ spróbuj teraz zrobić to samo, ale nieco inną metodą. W tym celu cofnij dwie ostatnie czynności. Cofanie i przywracanie czynności odbywa się w Solid Edge dokładnie tak samo jak np. w programach pakietu MS Office — za pomocą przycisku lub kombinacji klawiszy *Ctrl+Z* (cofanie) lub *Ctrl+Y* (ponawianie). Można cofać i ponawiać czynności pojedynczo lub jednocześnie po kilka.

- ♦ kliknij przycisk polecenia *Przytnij*, a następnie **trzymając wciśnięty lewy przycisk myszy** przesunij kursor nad wystającymi końcami odcinków w prawym górnym narożu. Na ekranie pojawi się ślad kursora (patrz rysunek 2.32). Po zwolnieniu przycisku myszy wystające końce zostaną usunięte. Jak widzisz, przycinanie można wykonać dwiema metodami: pierwsza jest nieco wolniejsza (wymaga kliknięcia każdego obiektu, który chcemy usunąć), ale za to umożliwi podgląd. Druga — szybsza, ale bez podglądu — jest przydatna wtedy, gdy z góry jesteś w stanie przewidzieć, jak będzie wyglądał rysunek po modyfikacji.
- ♦ cofnij raz jeszcze dwie ostatnie czynności, tak aby otrzymać znów wyjściową figurę. Kliknij przycisk polecenia *Przytnij naroże*. Wskaż dowolny punkt na prawym i górnym boku figury, w tych częściach, które mają pozostać. Wystające odcinki w prawym górnym narożu zostaną przycięte. Jak widzisz, w tym przypadku polecenie *Przytnij naroże* działa tak samo, jak polecenie *Przytnij*. Różnica — jak już wspomniano — polega na tym, że w pierwszym z tych poleceń należy wskazać elementy, które mają pozostać, w drugim zaś — elementy do usunięcia.
- ♦ korzystając z tego samego polecenia zmodyfikuj prawy dolny róg. Zwróć uwagę, aby na dolnym boku wskazać punkt po lewej stronie od punktu jego przecięcia z przedłużeniem boku prawego (linia przerywana na rysunku 2.33). Jeżeli wskażesz punkt po prawej stronie (czyli na pogrubionej części dolnego boku) usunięta zostanie część odcinka na lewo od punktu przecięcia.

### Rysunek 2.33.

*Aby usunąć pogrubiony fragment dolnego odcinka poleceniem *Przytnij naroże*, należy wskazać na odcinku punkt leżący na lewo od przecięcia się z przedłużeniem prawego skośnego boku*



- ♦ korzystając z polecenia *Przytnij naroże* zmodyfikuj lewy dolny narożnik. Podobnie jak w przypadku polecenia *Przytnij*, możesz wskazywać elementy klikając je lub przeciągając myszą (z wciśniętym lewym przyciskiem).
- ♦ kliknij przycisk polecenia *Rozciągnij do następnego*, a następnie wskaż górny bok. Zostanie on przedłużony do boku lewego.
- ♦ korzystając z polecenia *Przytnij* lub *Przytnij naroże* zmodyfikuj lewe górne naroże tak, aby otrzymać czworokąt.
- ♦ za pomocą odpowiednich relacji zamień czworobok na prostokąt o bokach pionowych i poziomych. Wykorzystasz go w następnych ćwiczeniach, dotyczących kolejnych poleceń.

Na zakończenie warto wspomnieć o jeszcze jednej opcji poleceń *Rozciągnij do następnego* oraz *Przytnij*. W pierwszych wersjach Solid Edge wskazany element był rozciągany zawsze do najbliższego innego elementu, z którym mógł się przeciąć. Począwszy od wersji 9. użytkownik może decydować o wyborze granicy rozciągania. Po wywołaniu polecenia

należy zaznaczyć obiekt (odcinek, łuk). Jeżeli zostanie on wskazany przy wciśniętym klawiszu *Ctrl*, program zinterpretuje go jako granicę rozciągania, w przeciwnym wypadku — jako element do rozciągnięcia. Po wskazaniu granicy rozciągania należy oczywiście wskazać następnie obiekt, który ma zostać rozciągnięty. W podobny sposób (wykorzystując klawisz *Ctrl*) można definiować granice przycinania za pomocą polecenia *Przytnij*.

## Zaokrąglanie i fazowanie naroży

Przyciski poleceń zaokrąglania i fazowania (ścinania) przedstawione są na rysunku 2.34.

### Rysunek 2.34.

Przyciski poleceń  
zaokrąglania i fazowania

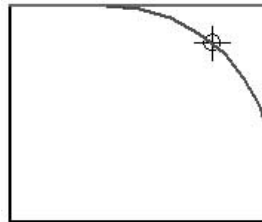


Ich działanie poznamy na przykładzie:

- ♦ kliknij przycisk *Zaokrąglenie (Fillet)*, a następnie skieruj kursor na prawy górny róg prostokąta tak, aby wyróżnione zostały dwa boki: górny i prawy. Naciśnij lewy przycisk myszy i skieruj kursor w stronę środka prostokąta. Zobaczysz zmieniający się dynamicznie podgląd zaokrąglenia (rysunek 2.35). Zwróć uwagę na pasek wstęgowy (rysunek 2.36): podobnie jak w innych poleceniach rysunkowych, jest w nim aktywne pole edycji parametru wykonywanej operacji — promienia zaokrąglenia. Jego wartość zmienia się w dynamicznie. Na lewo od pola edycji promienia znajduje się przycisk włączania opcji *Bez przycinania (No Trim)*. Domyślnie opcja ta jest wyłączona. Jeżeli ją włączysz, po dodaniu łuku nie zostaną usunięte wystające poza zaokrąglenie końce boków. Ustaw kursor tak, aby zaokrąglić róg na ok.  $\frac{1}{4}$  długości i naciśnij (przy wyłączonej opcji *Bez przycinania*) lewy przycisk myszy.

### Rysunek 2.35.

Dynamiczny podgląd  
zaokrąglenia umożliwia  
wstępne dobranie  
wartości promienia



### Rysunek 2.36.

Pasek wstęgowy  
polecenia *Zaokrąglenie*



- ♦ po zaokrągleniu pierwszego naroża polecenie jest nadal aktywne — możesz od razu przystąpić do zaokrąglania kolejnego. Tym razem zrób to nieco inaczej: wpisz od razu w polu edycji promienia dokładną wartość (nie zapomnij nacisnąć po tym klawisza *Enter*), a następnie kliknij prawy dolny róg prostokąta (przed naciśnięciem przycisku myszy muszą być wyróżnione oba boki). Zamiast naroża możesz kliknąć kolejno boki. Z punktu widzenia programu nie ma tu różnicy. Natomiast z punktu widzenia efektywności pracy lepiej jest — o ile nie przeszkadza w tym np. duże

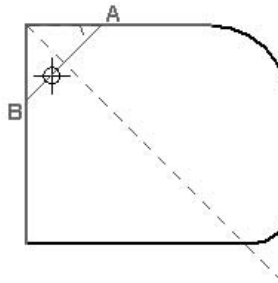
nagromadzenie szczegółów na rysunku — wskazać naroże. Oszczędzasz w ten sposób jedno kliknięcie myszą. To oczywiście krótka chwila, ale tego typu drobne oszczędności pomnożone przez kilka godzin dziennie potrafią dać naprawdę znaczne skrócenie czasu pracy nad rysunkiem czy modelem.

Jak widzisz, są dwie metody zaokrąglania: jedna umożliwi dynamiczny podgląd, druga wymaga wprowadzenia od razu dokładnej wartości. Podobnie jest w przypadku fazowania.

- ♦ kliknij przycisk polecenia *Faza (Chamfer)*. Wskaż lewy górny róg prostokąta — pojawi się dynamiczny podgląd, podobnie jak w przypadku zaokrąglania (rysunek 2.37). Zwróć uwagę na pasek wstęgowy — zawiera pola edycji wartości kąta i cofnięcia na obu bokach. Wartości te są ze sobą powiązane: zdefiniowanie dwóch z nich jednoznacznie określa trzecią. Domyślną wartością kąta fazowania jest  $45^\circ$ , wartości cofnięć są więc równe i zmieniają się dynamicznie w miarę przesuwania kursora. Kliknij dowolny punkt — naroże zostanie ścięte.

### Rysunek 2.37.

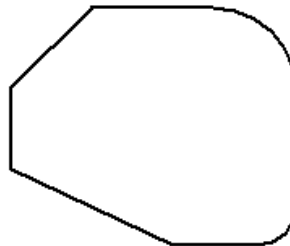
*Polecenie Faza*  
— dynamiczny podgląd  
ścięcia naroża



- ♦ kliknij ostatni nie zmodyfikowany róg — lewy dolny. Poeksperymentuj trochę z różnymi wartościami kątów i cofnięć. Zauważ, że przy kącie różnym od  $45^\circ$  wartości cofnięć na poszczególnych bokach zależą od tego, z której strony pomocniczej linii przerywanej znajduje się kursor. Postaraj się uzyskać figurę podobną do przedstawionej na rysunku 2.38. Nie usuwaj jej — przyda się w następnym ćwiczeniu, dotyczącym poleceń do tworzenia obiektów równoodległych (*Offset*).

### Rysunek 2.38.

*Prostokąt po zaokrągleniu  
i ścięciu naroży*



## Odsunięcie i odsunięcie symetryczne

Przyciski poleceń *Odsunięcie (Offset)* i *Odsunięcie symetryczne (Symmetric Offset)* przedstawione są na rysunku 2.39.

**Rysunek 2.39.**

Przyciski odsunięcia  
i odsunięcia symetrycznego



Ich działanie ilustruje poniższy przykład:

- ♦ kliknij przycisk polecenia *Odsunięcie*, a następnie wskaż figurę, którą stworzyłeś w poprzednim ćwiczeniu. Możesz wskazać całą figurę jednym kliknięciem, ponieważ na pasku wstęgowym (rysunek 2.40), w liście rozwijanej domyślnie wybrana jest opcja *Łańcuch* (*Chain*). Gdybyś chciał wskazywać pojedyncze segmenty figury, powinieneś wybrać opcję *Pojedynczy* (*Single*). Zwróć uwagę na dwa przyciski z lewej strony paska wstęgowego. Reprezentują one kolejne kroki wykonywanego polecenia. W naszym przypadku będą to: wybór obiektów (linii, łuków) wzorcowych oraz wybór strony odsunięcia.

**Rysunek 2.40.**

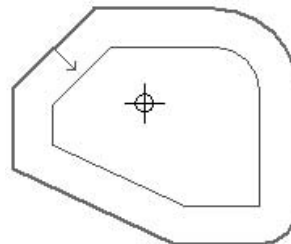
Pasek wstęgowy  
polecenia *Odsunięcie*



- ♦ w polu edycji odległości możesz wprowadzić swoją wartość lub pozostawić domyślną, a następnie kliknąć zielony przycisk ze znakiem akceptacji na pasku wstęgowym. Zauważ, że program przeszedł do następnego kroku polecenia — na pasku wstęgowym pierwszy przycisk z lewej (reprezentujący pierwszy krok) został wyłączony, włączony natomiast jest przycisk drugi. Przyciski reprezentujące poszczególne kroki poleceń czy operacji to **bardzo ważne i często spotykane** — **zwłaszcza w modułach do pracy w przestrzeni** — **narzędzie Solid Edge**. Umożliwiają powrót do dowolnego kroku polecenia i wprowadzanie w nim zmian. Szczegółowo omówimy to zagadnienie w następnym rozdziale.
- ♦ przemieszczając kursor do wewnątrz i na zewnątrz figury wybierz stronę, z której ma powstać nowa figura, równoodległa od wzorcowej (rysunek 2.41). Zaakceptuj stronę przyciśnięciem lewego przycisku myszy. Polecenie jest w dalszym ciągu aktywne — możesz teraz tworzyć kolejne odsunięte figury, przy czym dla kolejnych odsunięć mogą być wprowadzane różne odległości. Aby przerwać polecenie, kliknij przycisk dowolnego innego polecenia lub naciśnij prawy przycisk myszy.

**Rysunek 2.41.**

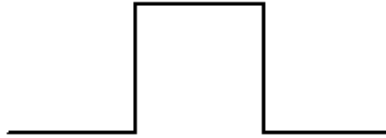
Przemieszczając kursor  
do wewnątrz i na zewnątrz  
figury dokonuje się wyboru  
strony, z której ma powstać  
nowa figura



- ♦ aby przećwiczyć kolejne polecenie — *Odsunięcie symetryczne* — narysuj figurę przedstawioną na rysunku 2.42. Długości poszczególnych odcinków wynoszą ok. 60 mm. Dokładne wartości nie są istotne.

**Rysunek 2.42.**

Figura do ćwiczenia polecenia *Odsunięcie symetryczne*



- ♦ kliknij przycisk polecenia *Odsunięcie symetryczne*. Na ekranie powinno pojawić się okno *Opcje odsunięcia symetrycznego*, przedstawione na rysunku 2.43. Jeżeli nie pojawi się, kliknij pierwszy przycisk z lewej na pasku wstęgowym. Służy on do wywoływania okna opcji, jeżeli nie pojawia się ono domyślnie.

**Rysunek 2.43.**

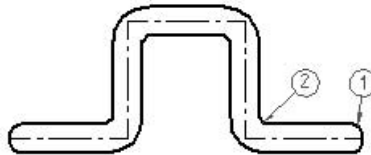
Okno opcji odsunięcia symetrycznego



- ♦ ustaw przyciski opcji, pola wyboru i wartości parametrów w oknie dialogowym tak, jak na rysunku 2.43. Następnie wskaż narysowaną przed chwilą łamaną (zauważ, że dzięki wybraniu opcji *Łańcuch* na pasku wstęgowym możesz to zrobić jednym kliknięciem) i naciśnij klawisz *Enter* lub kliknij zielony przycisk ze znakiem akceptacji na pasku wstęgowym. Powstanie figura przedstawiona na rysunku 2.44. Dla ułatwienia łamaną, na podstawie której figura powstała, zaznaczono linią osiową — w rzeczywistości linia ta nie zmienia się po zakończeniu polecenia.

**Rysunek 2.44.**

Przykład zastosowania polecenia *Odsunięcie symetryczne*



Szerokość odsunięcia symetrycznego (czyli dwukrotność odległości od osi) zdefiniowałeś w oknie opcji w polu *Szerokość* (*Width*). Promień oznaczony numerem 1 (o wartości 5 mm) pojawił się, ponieważ wprowadziłeś różną od zera wartość w polu *Promień zaokrąglenia* (*Cap fillet radius*), poniżej przycisku opcji *Linia* (*Line*). Promień oznaczony numerem 2 (3 mm) powstał, gdyż zaznaczyłeś pole wyboru *Zastosuj promienie, jeśli promień zaokrąglenia = 0* (*Apply radii if fillet radius = 0*).

Spróbuj powtórzyć ćwiczenie kilka razy przy różnych ustawieniach i wartościach parametrów.



## Automatyczne tworzenie osi

Solid Edge posiada polecenia automatycznego rysowania osi symetrii po wskazaniu okręgu, dwóch punktów lub dwóch linii, a także okręgu, na którym rozmieszczone są otwory. Służą do tego przyciski przedstawione na rysunku 2.45.

**Rysunek 2.45.**

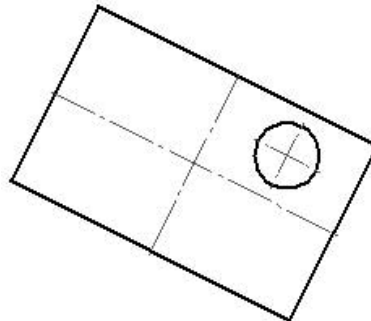
*Automatyczne tworzenie osi*



Aby przećwiczyć tworzenie osi symetrii, narysuj pochyłony prostokąt, a wewnątrz niego okrąg (patrz rysunek 2.46), a następnie:

**Rysunek 2.46.**

*Automatyczne tworzenie osi symetrii*



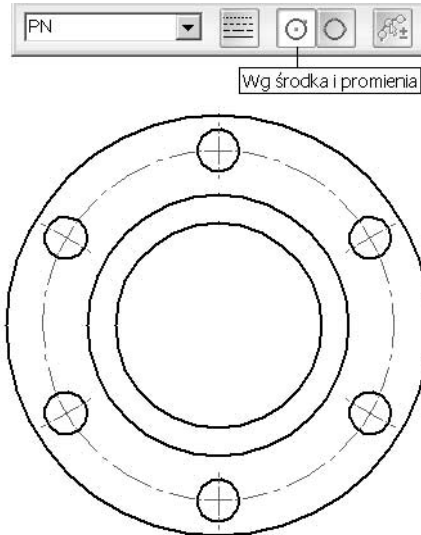
- ♦ kliknij przycisk *Oś symetrii (Center Line)* i z listy na pasku wstęgowym wybierz opcję *Przez 2 punkty (By 2 points)*. Wskaż środki dwóch dowolnych przeciwległych boków prostokąta. Pomiędzy wskazanymi punktami narysowana zostanie oś symetrii.
- ♦ na pasku wstęgowym wybierz teraz opcję *Według 2 linii (By 2 lines)* i wskaż dwa boki prostokąta, te same, na których poprzednio wskazałeś środki. Powstanie druga oś symetrii.
- ♦ kliknij przycisk polecenia *Oznaczenie środka (Center Mark)*. Sprawdź, czy na pasku wstęgowym wciśnięty jest przycisk *Linie pomocnicze (Projection Lines)*<sup>10</sup> i czy wybrana jest opcja *Poziomo/Pionowo (Horizontal/Vertical)*. Kliknij okrąg.
- ♦ cofnij ostatnie polecenie, kliknij ponownie przycisk *Oznaczenie środka* i zmień opcję na pasku wstęgowym na *Użyj osi wymiaru (Use Dimension Axis)*. Kliknij przycisk *Oś wymiaru (Dimension Axis)*, pomiędzy listami rozwijanymi na pasku wstęgowym, a następnie wskaż dowolny bok prostokąta i kliknij okrąg. Twój szkic powinien wyglądać jak na rysunku 2.46. Usuń osie symetrii, nie usuwaj zaś prostokąta i okręgu — będą przydatne przy omawianiu kolejnego polecenia.

Jak widzisz, osie symetrii mogą być tworzone na kilka sposobów, pod dowolnymi kątami. Zauważ, że w przypadku osi okręgu są one traktowane przez program jako jeden obiekt — kliknięcie dowolnej z nich powoduje zaznaczenie obu.

<sup>10</sup> Gdy przycisk *Linie pomocnicze* jest włączony, tworzone są osie symetrii, w przeciwnym przypadku — oznaczenie środka (mały krzyżyk).

Trzeci przycisk z omawianej grupy — *Okrąg otworów pod śruby (Bolt Hole Circle)* — służy do automatycznego tworzenia osi określających rozmieszczenie otworów. Przykład zastosowania tego polecenia przedstawiony jest na rysunku 2.47. W zależności od wybranej na pasku wstęgowym opcji oznaczenie definiuje się przez wskazanie środka okręgu i jednego punktu lub przez wskazanie trzech punktów — na rysunku 2.47 wybrana jest pierwsza opcja.

**Rysunek 2.47.**  
Przykład zastosowania  
polecenia *Okrąg*  
otworów pod śruby



## Wypełnienie (kreskowanie)

W Solid Edge w zasadzie nie istnieje polecenie kreskowania obszaru. Obszar można wypełnić, a na wypełnienie składają się: tło i wzór, czyli kreskowanie. Oczywiście, na rysunku technicznym w większości przypadków tło będzie miało kolor biały, zaś wypełnienie będzie składać się z samego wzoru (kreskowania). Aby zapoznać się z tym poleceniem, wykonaj następujące ćwiczenie:

- ♦ kliknij przycisk polecenia *Wypełnienie (Fill)* i wskaż dowolny punkt wewnątrz prostokąta, ale na zewnątrz okręgu. Zwróć uwagę na pasek wstęgowy — możesz wybrać na nim kolor kreskowania, tła oraz nachylenie linii i odstęp między nimi.
- ♦ usuń okrąg. Zauważysz, że kreskowanie wypełniło teraz cały prostokąt.
- ♦ narysuj ponownie okrąg (nie cofaj polecenia usuwania, ale narysuj nowy okrąg). Teraz kreskowanie nie dopasuje się już automatycznie do zmienionego obszaru. Nie oznacza to jednak, że musisz je usuwać i wykonywać od nowa.
- ♦ wskaż kreskowanie, a następnie kliknij na pasku wstęgowym przycisk *Ponów wypełnienie (Redo Fill)* — patrz rysunek 2.48). Kreskowanie zostanie przeliczone ponownie i dopasowane do nowego obszaru (rysunek 2.49).

Kreskowanie w Solid Edge jest uaktualniane automatycznie również po zmianie wymiarów kreskowanego obszaru. Przykładowo, gdybyś zmienił długość któregoś z boków prostokąta lub średnicę okręgu pociągnie to za sobą automatyczną zmianę kreskowania.



**Rysunek 2.48.** Przycisk i pasek wstępowy polecenia Wypełnienie

**Rysunek 2.49.**

*Solid Edge automatycznie znajduje obszar do kreskowania i uaktualnia kreskowanie po zmianie obszaru*

