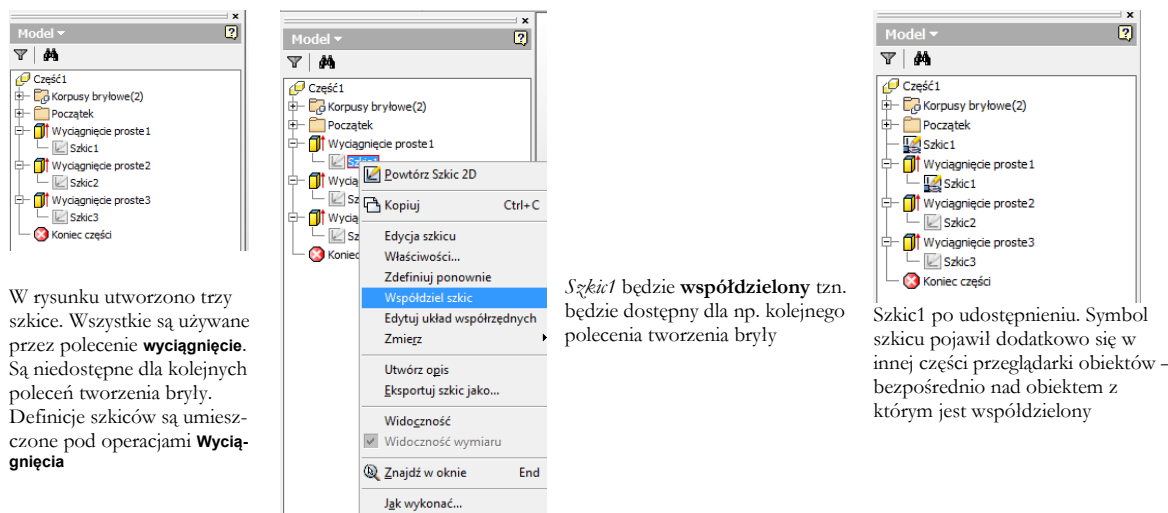


Ćwiczenie nr 2 – Tworzenie brył z wykorzystaniem wyciągnięcia i obrotu

Wprowadzenie

Bryła jest podstawowym obiektem wykorzystywanym w czasie projektowania 3D. Etap tworzenia bryły (jednej lub kilku) jest pierwszym etapem tworzenia nowej części. Konstruowanie bryły może się odbywać na kilka sposobów jednak najczęściej wspólnym etapem dla wszystkich metod jest tworzenie szkicu. Program oferuje dodatkowo możliwość wykonywania prostych brył bez szkicu: kostki, walca, kuli i torusa. Korzystamy wówczas z jednej z istniejących płaszczyzn konstrukcyjnych i umieszczamy na niej chwilowy szkic konstruowanej bryły. Szkic ten (prostokąt ze środka lub okrąg) jest zarysem bryły i w kolejnym kroku przekształcany jest na bryłę.

W większości wypadków korzystniej jest tworzyć bryły, stosując jako pierwszy etap szkic. Jeżeli w danej części nie ma szkicu, który nie został już wykorzystany to należy stworzyć nowy szkic lub przekształcić istniejący (użyty) szkic w szkic współdzielony (rys. 1.). Nowy szkic lub szkic odznaczony jako współdzielony może zostać użyty do definicji nowej bryły.



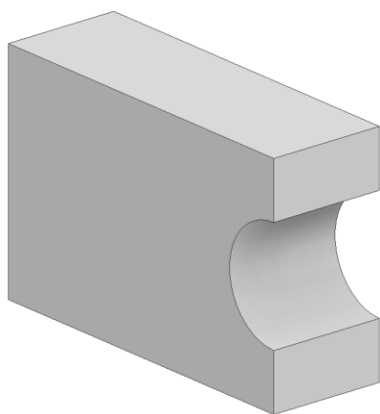
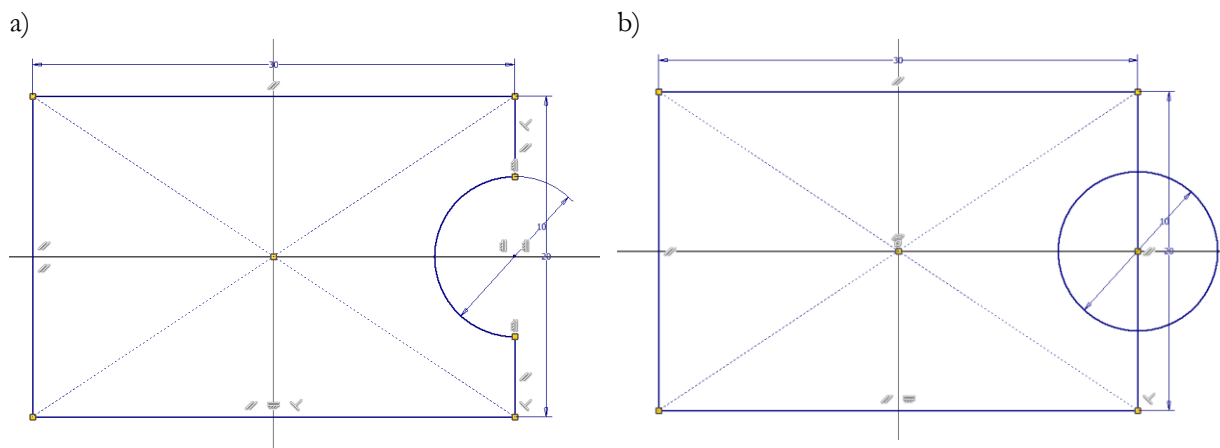
Rys. 1. Przekształcenie szkicu *Szkic1* ze szkicu samodzielnego (użytego w jednej operacji *Wyciągnięcie proste1*) w szkic współdzielony.

Szkice zaleca się tworzyć w miarę potrzeb (na bieżąco) i wykorzystywać w kolejnych poleceniach. Obecność tylko jednego szkicu, który nie jest wykorzystany powoduje domyślne jego dopisanie do wyboru w realizowanym poleceniu tworzenia brył czy innych elementów co przyspiesza proces wykonywania elementów.

Należy unikać tworzenia pustych szkiców powstających np. w wyniku przerwania procesu szkicowania i usuwać zbędne (puste) szkice.


W szkicowaniu można pozostawić elementy/fragmenty, które nie wchodzą w skład zarysu bryły. Nie ma potrzeby „czyszczenia” tj. ucinania i wymazywania fragmentów, które służyły za elementy pomocnicze czy konstrukcyjne. W pokazanym przykładzie (rys. 2.) nie ma potrzeby wycinania fragmentu okręgu i prostokąta aby uzyskać poprawny obiekt bryłowy. Zastosowanie wycinania powoduje pojawienie się dodatkowych stopni swobody szkicu – tu przez wycięcie tracimy informację o położeniu środka okręgu i dodatkowo należy (np. relacjami pionowości) pokazać, że jest to półokrąg. W pokazanym przykładzie dodano

dwie relacje pionowości – środka okręgu z górnym i dolnym końcem łuku oraz relację równości dwóch krótkich fragmentów pozostałości prawego boku prostokąta



Rys. 2. Tworzenie bryły ze szkicu przez wyciągnięcie

- a) z wycięciem fragmentu okręgu i prostokąta i dodatkowymi wiązaniami
- b) z pozostawionymi całymi elementami szkicu

Warto też całe obiekty pomocnicze zamienić na konstrukcję (w szkicowniku *panel Format* – polecenie **konstrukcja** ). Nie będą one brane pod uwagę przy wskazywaniu zarysów do operacji wyciągnięcia czy obrotu

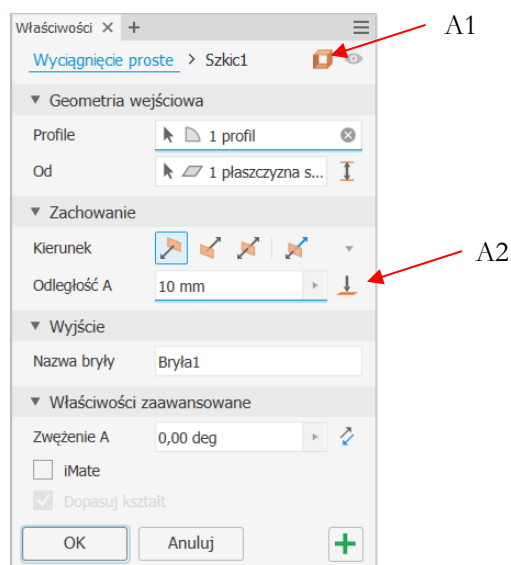
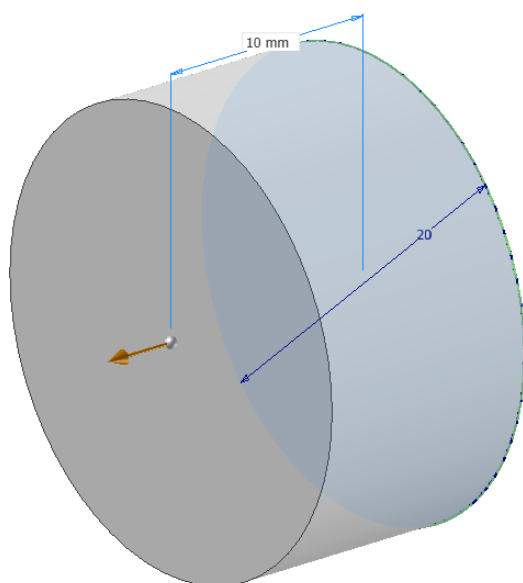
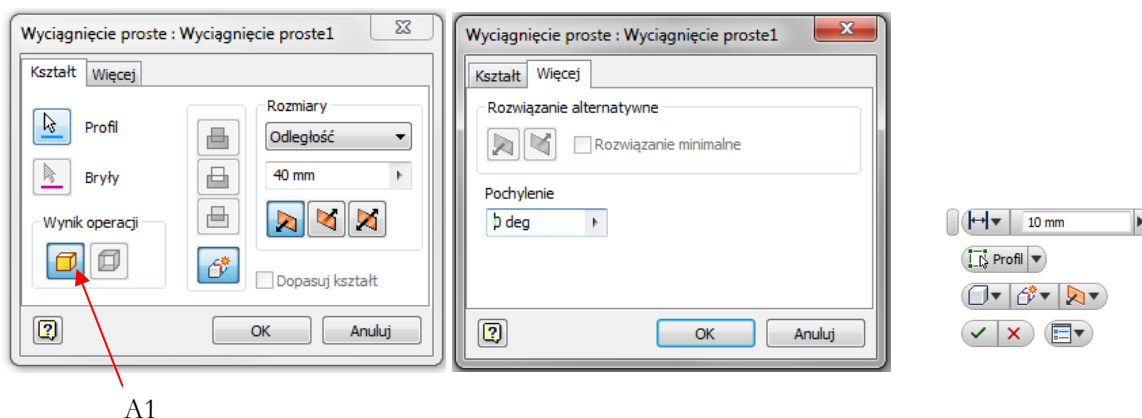
Płaszczyzna szkicu

W celu utworzenia szkicu do tworzenia obiektu bryłowego konieczne jest wskazanie płaszczyzny szkicu. Płaszczyzna ta może być jedną z głównych płaszczyzn konstrukcyjnych istniejącego układu współrzędnych, może się pokrywać z istniejącą powierzchnią elementu bryłowego, lub z utworzoną wcześniej płaszczyzną konstrukcyjną. Więcej informacji na temat tworzenia płaszczyzn konstrukcyjnych i własnych układów współrzędnych zostanie przedstawiona w kolejnym ćwiczeniu.

Wyciągnięcie proste

Do głównych metod tworzenia brył należy **wyciągnięcie proste**. Polecenie to (rys. 3.) tworzy nową bryłę lub dodatkowe elementy istniejącej bryły w oparciu o istniejący, dostępny szkic zawierający profil (zamknięty lub pod pewnymi warunkami otwarty). Polecenie służy zarówno do tworzenia nowych fragmentów części lub do usuwania wybranych fragmentów z istniejącego obiektu. Polecenie otwiera okno dialogowe, gdzie ustawia się opcje polecenia. Okno to w wersjach do 2018 jest w formie pływającej bez komentarzy ale o tej samej funkcjonalności, główne okno jest zwinięte do belki (standardowo).

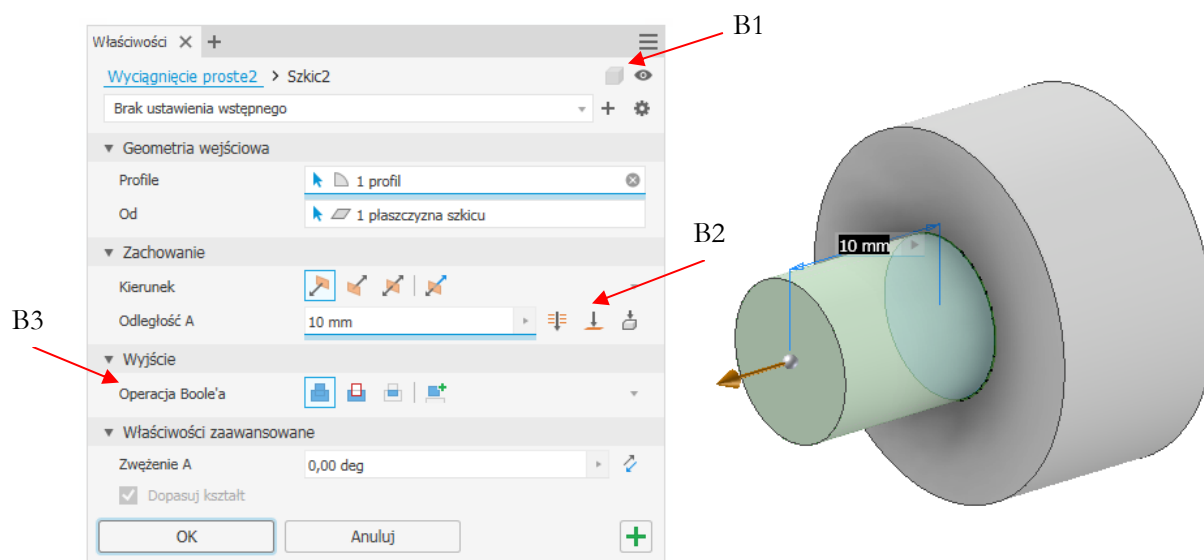
Od wersji 2020 wprowadzono nowy wygląd okien łączący obie formy dostępne dotychczas (brak okna pływającego). Polecenie umożliwia tworzenie brył lub powierzchni w zależności od wyboru wyniku operacji (ikona oznaczona A1)



Rys. 3. Polecenie **Wyciągnięcie proste**

okna dialogowe i wersja pływająca (wersja 2018 i wcześniejsze) - wyżej
okno wersji 2024 - poniżej

Okno polecenia od wersji 2020 przy tworzeniu pierwszego elementu nie zawiera opcji związanych z operacjami logicznymi na kolejnych powstających elementach ((rys. 4.)) –patrz element B3




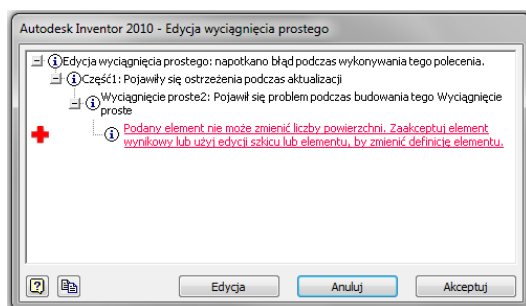
Rys. 4. Widok okna w wersji 2020 w czasie wykonywania kolejnych kroków tworzenia bryły złożonej – efekt końcowy sumowanie brył (ikona w sekcji B3)

Polecenie wymaga ustalenia kilku parametrów sterujących końcowym wyglądem powstającego obiektu:

- *Wynik operacji / Ikona A1/B1* po tworzeniu: bryła lub powierzchnia, Przy edycji elementu ta ikona jest nieaktywna (patrz B1 rys. 4.)
- *Wybór obiektu/ Profil*, który będzie tworzył nowy element - poza obiektami wielobryłowymi element będzie tworzony w oparciu o profil lub kilka profili. Profil powinien być zamknięty (może ich być wtedy kilka) lub profil od otwartej strony musi być ograniczony przez istniejące inne fragmenty projektowanej części. Profil otwarty ma głównie zastosowanie dla powierzchni
- *Rozmiar/Zachowanie* – określany jest sposób podania rozmiaru w kierunku wyciągnięcia, jego wymiar oraz kierunek. Możliwe sposoby podania rozmiaru:





Odległość	Opcja domyślna, podaje się wartość rozciągnięcia „wysokość” tworzonego elementu
Do następnego	Wybierana jest następna powierzchnia do której może być wyciągnięty element
Do	Wskazywana jest powierzchnia, punkt lub krawędź, które określają rozmiar tworzonego elementu. Dla obiektów nie będących płaszczyzną koniec tworzonego elementu jest fragmentem płaszczyzny równoległej do szkicu
Od do	Wskazywane są dwie płaszczyzny ograniczające powstający element
Wszystko/ na wylot	Element jest tworzony przez wszystkie elementy i szkice w danym kierunku

Kierunek wskazywania elementu  określa stronę, w którą zostanie element utworzony. W przypadku wybrania opcji uniemożliwiającej utworzenie prawidłowego obiektu, system ostrzeże o błędach (rys. 5.) odmówi wykonania polecenia i podpowie sposób rozwiązania problemu



Rys. 5. Komunikat o błędzie podczas wyciągnięcia prostego

- o *Operacja/Wyjście* - wybór jednej z możliwych operacji wykonywanych poleceniem:

	Połącz	sumowanie bryły istniejącej i tworzonej – wypełnienie przestrzeni materiałem
	Utnij	operacja odejmowania (różnica) od bryły istniejącej bryły tworzonej – usuwanie materiału wnętrzem profilu
	Przecięcie	wynikiem operacji jest część wspólna (iloczyn) bryły istniejącej i bryły tworzonej – usuwanie materiału spoza profilu
	Tworzenie nowego obiektu	operacja tworzenia nowej bryły

Uwaga: dostęp do ustawień Połącz, Utnij, Przecięcie jest możliwy tylko wówczas, gdy w modelu już istnieje obiekt bryłowy/powierzchnia.

- o *Pochylenie/Zwężenie* – Określa kąt pochylenia
 - Kąt dodatni, element się rozszerza w kierunku wyciągnięcia
 - Kąt ujemny, element się zwęża w kierunku wyciągnięcia
 Dla pętli zagnieżdżonych wewnętrzna pętla jest pochylana w kierunku przeciwnym niż pętla zewnętrzna
- o *Dopasuj kształt* – opcja dostępna po wyborze profilu otwartego i określa sposób zamykania krawędzi otwartych

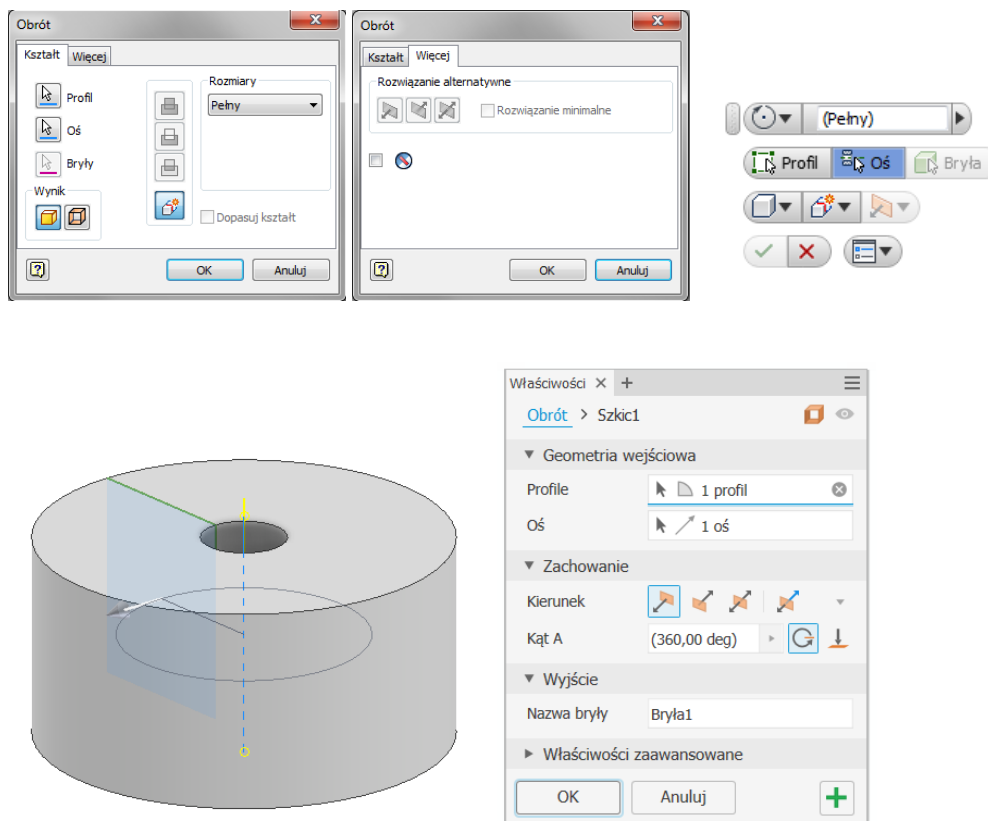
Wyciągnięcie przez obrót

Polecenie **obróć** (**przekręć** w starszych wersjach) (rys. 6.) jest również powszechnie stosowane do tworzenia brył i wykorzystywane głównie do tworzenia elementów obrotowych takich jak np. koła pasowe. Zgłoszenie polecenia analogiczne do wyciągnięcia.

Do wykonania tego wyciągnięcia konieczne jest wcześniejsze wykonanie profilu zamkniętego (szkicu) oraz wskazanie osi wokół której będzie wykonywane wyciągnięcie. Uwaga oś obrotu nie może przecinać profilu oraz nie może mieć z nim jeden punkt wspólny (np. styczna do okręgu). Oś może być zawarta w jednej z krawędzi profilu np. bok prostokąta.

Jako oś można wskazać wybraną oś układu współrzędnych. Można więc albo włączyć widoczność wybranej osi lub wskazać w przeglądarce modelu. Jak wspomniano jako oś można wskazać oś układu współrzędnych albo przez włączenie jej widoczności i pokazanie na ekranie albo bezpośrednio w przeglądarce obiektów (rozwinąć pozycję *Początek*)

Oś może być również fragment profilu lub dodatkowy inny obiekt typu linia w bieżącym szkicu (z profilem) lub oś układu współrzędnych. Może być to zwykła linia albo lepiej przekształcona w linię konstrukcyjną lub linię środkową (oś symetrii).



Rys. 6. Polecenie **obrót** z wykorzystaniem profilu w kształcie prostokąta i osi obrotu będącą osią układu współrzędnych (Oś Y)

Jeżeli oś obrotu ma być linią to musi się znajdować w tym samym szkicu co profil. Jeżeli chcemy wykorzystać linię z innego szkicu to należy utworzyć na jej podstawie oś poleceniem **Oś konstrukcyjna**.

Polecenie **obrót** ma podobne opcje jak polecenie **wyciągnij**. Różnice występują w sekcji Kształt/Geometria w części dotyczącej wyboru obiektu oraz w części dotyczącej wymiarów. Nie występuje możliwość pochylecia.

Wybór obiektów odbywa się w dwóch krokach: należy wskazać profil zamknięty (jeżeli w modelu jest tylko jeden dostępny szkic to zostanie on wybrany automatycznie) oraz następnie oś – kolejność wskazania można zmienić.

Wymiar przekręcenia może być podany w czterech wariantach:

Pelny	Wykonany zostanie obrót o pełny kąt (360°)
Kąt	Określa się kąt o jaki będzie obracany element oraz kierunek (jeden lub oba)
Do	Wskazywana jest powierzchnia lub płaszczyzna do której będzie obracany obiekt
Od do	Wskazywane są dwie płaszczyzny ograniczające powstający element

Tworzenie brył złożonych

Tak jak wspomniano wcześniej bryły są tworzone na podstawie sekwencji poleceń dodających lub odejmujących fragmenty do/od elementu utworzonego na początku. W niektórych przypadkach stosuje się część wspólną brył. Każda ściana/powierzchnia tworzonej bryły może być wykorzystana w kolejnym kroku do narysowania szkicu jako płaszczyzna konstrukcyjna. W czasie wykonywania elementów składających się z wielu detali należy starannie wybrać pierwszy element i dodatkowo tak go umieścić w przestrzeni rysunkowej aby móc skorzystać z już istniejących płaszczyzn konstrukcyjnych. Należy też zadbać o symetryczne umieszczenie szkiców względem układu współrzędnych.

Przy złożonych elementach istnieje wiele dróg do uzyskania tego samego efektu końcowego.

Np. element pokazany na (rys. 7.) może być utworzony:

- z jednego szkicu zawierającego 8 linii w kształcie litery U (wersja a);
- przez odjęcie od prostopadłościanu uzyskanego przez wyciągnięcie proste z prostokąta (o wymiarach całej bryły) drugiej bryły (prostopadłościanu) utworzonej z prostokąta (o wymiarach wycięcia) (wersja b)
- przez dodanie do podstawy (prostopadłościan) dwóch elementów (prostopadłościany) (wersja c).
- przez wykorzystanie szkicu zawierającego kilka pętli i złożony wybór – dwa prostokąty i wyciągnięcie elementu wynikowego (wersja d)

W pokazanym przypadku trudno wskazać najlepszą metodę postępowania.

Wersja (a) jest najbardziej elastyczna gdyż mamy wpływ na każdy fragment szkicu. Szkic ten wymaga znacznej uwagi i zdecydowanie najwięcej czasu na poprawne narysowanie (z założeniem wszystkich więzów) jak i późniejszą edycję.

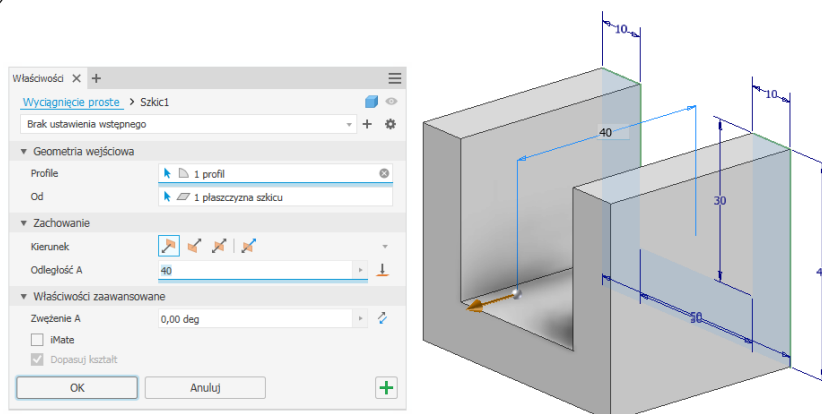
Szybkie rysowanie szkicu i edycja (ale trochę ograniczona) jest w wersji (b). Do narysowania elementu wystarczają dwa kroki (dwa polecenia wyciągnij) o prostych szkicach (dwa prostokąty). Utrudnione jest np. wykonanie ramion o różnej wysokości.

Wersja (c) daje możliwość łatwiejszej edycji elementu szczególnie po podziale na 2 lub 3 kroki (dwa ramiona na raz lub każde osobno) ale lista czynności się wydłuża i co utrudnia tworzenie złożonych modeli.

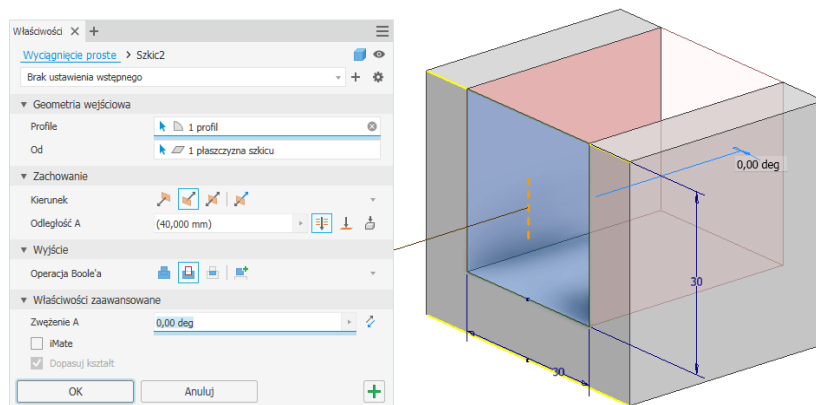
Wersja (d) jest podobna do wersji (b) ale operację odejmowania wykonujemy na etapie wyboru zarysu do wyciągnięcia.

Dlatego przy tworzeniu brył należy zaplanować metodę rysowania całego elementu uwzględniając możliwości jego dalszego edytowania. Należy unikać złożonych szkiców gdyż ich tworzenie i pełne wiązanie wymaga stosowania wielu wiązań. Nie usuwamy elementów konstrukcyjnych i nie obcinamy elementów pomocniczych

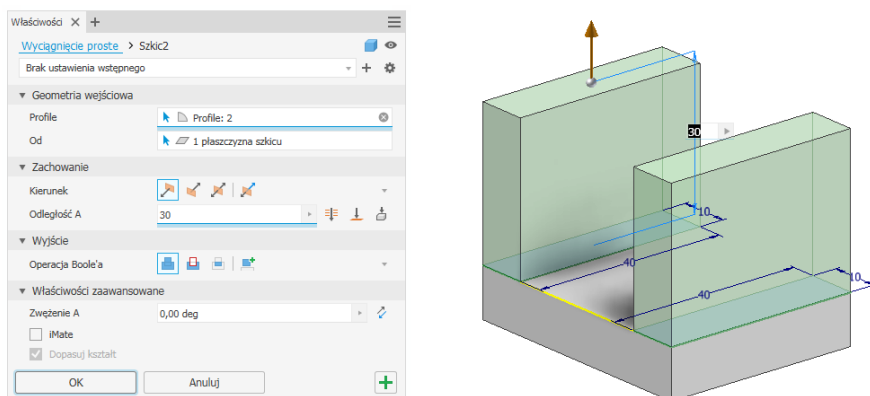
a)



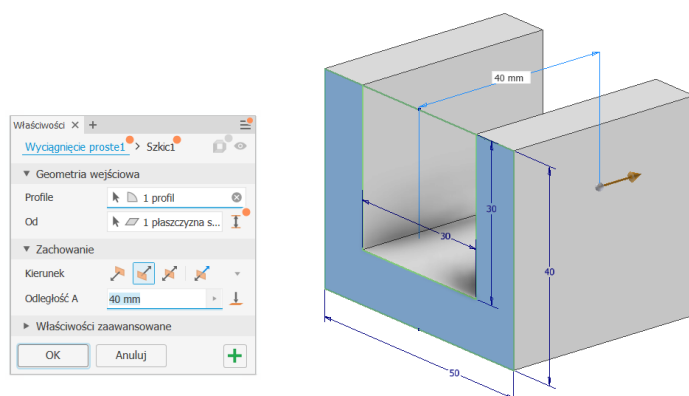
b)



c)



d)



Rys. 7. Tworzenie elementu przy pomocy różnych metod:

- a) z jednego szkicu złożonego
- b) z bryły przez odjęcie drugiej bryły
- c) przez dodanie dwóch brył do jednej
- d) przez użycie szkicu z wieloma pętlami (tu dwa prostokąty)

Ćwiczenie 2 – zadania do wykonania

Zadanie 1

Wykonać prostopadłościan o wymiarach 40x20 i wysokości 15 poleceniem **kostka** (panel Prymitywy- może być wyłączony, włączanie przez przełącznik z prawej strony wstążki - Pokaż panele). Jako główną płaszczyznę szkicu wybrać płaszczyznę XY0, środek szkicu powinien pokrywać się z początkiem układu współrzędnych.

W drugim kroku zmodyfikować wymiary prostopadłościanu na 40x30x25 (przez wybór jednej z opcji modyfikacji wyciągnięcia dostępnej z menu kontekstowego urządzenia wskazującego)

Na górnej powierzchni kostki wykonać walec o wysokości 10 i średnicy 10 umieszczony symetrycznie względem boków tej powierzchni.

Zadanie 2

Utworzyć element jak na rysunku.

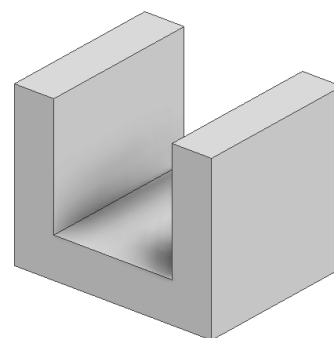
Wymiary elementu - podstawa 50x40 wysokość 40.

Grubość poszczególnych segmentów 10.

Element jest symetryczny.

Element wykonać:

- z jednego szkicu (kształt litery U lub dwa prostokąty)
- przez odjęcie od kostki 50x40x40 kostki 30x40x30
- przez dobudowanie do podstawy 50x40x10 dwóch ramion 10x40 na wysokość 30.



Zadanie 3

Utworzyć element w kilku krokach wykorzystując polecenie metodą **wyciągnięcia prostego** ze szkicu 2D

Kolejne etapy tworzenia elementu:

- Utworzyć prostopadłościan o wymiarach 40x60x40 ze szkicu 40x60 umieszczonego symetrycznie i wyciągnąć go symetrycznie na 40
- Na ścianie 40x40 utworzyć walec o wysokości 30 i promieniu 10 umieszczony na środku ścianki. (1 krok - szkic, 2 krok – wyciągnięcie w jedną stronę)
- Na przeciwległej ścianie wykonać otwór o przekroju okręgu o średnicy 15 i głębokości 20, który znajduje się w odległości 15 mm od wybranych ścianek prostopadłościanu (wyciągnięcie z opcją **wycięcie**).
- Na ścianie 60x40 wykonać element prostokątny o wymiarach 30x25 umieszczony centralnie. Element jest wyciągnięty na wysokość 20 z kątem zwężenia 10°.

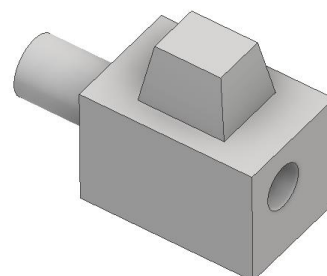
Zmodyfikować wymiary:

zmienić średnicę walca na 20,

zmienić głębokość otworu na 10,

przesunąć otwór tak aby był symetryczny względem bocznych ścianek,

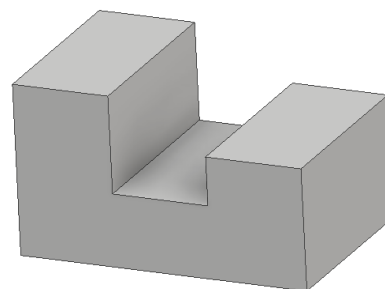
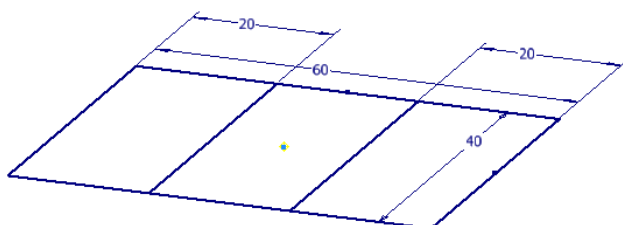
zmienić kąt pochylenia ze zwężenia na rozszerzenie



Zadanie 4

Wykonać model elementu stosując współdzielenie szkicu

Zacząć od narysowania szkicu zgodnie z wymiarami



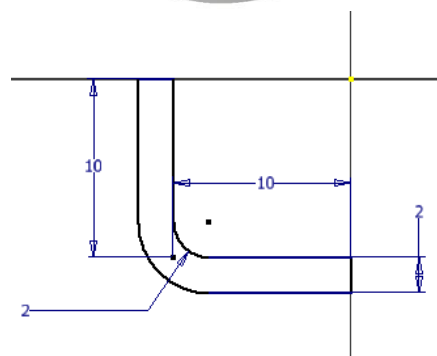
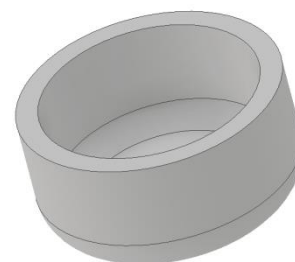
Pierwsze wyciągnięcie wykonuje się z prostokąta 60x40 na wysokość 15 w kierunku ku dołowi. Po wykonaniu wyciągnięcia rozwijamy pozycję **Wyciągnięcie proste1** i wskazując na szkic z opcji menu kontekstowego myszy polecenia wybieramy *współdzielenie szkicu*. Kolejne dwa wyciągnięcia wykonujemy na bazie tego samego szkicu na wysokość 20 i 10 odpowiednio. Na końcu wyłączyć widoczność szkicu.

Zadanie 5

Wykonać element zgodnie z rysunkiem. Zastosować polecenie **Obrót** z wykorzystaniem szkicu.

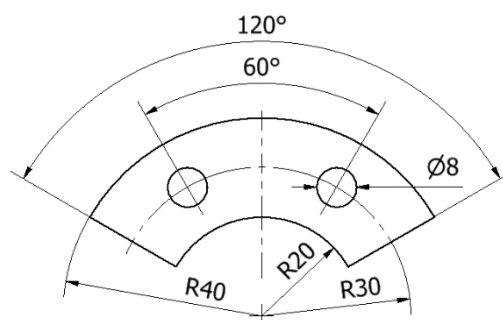
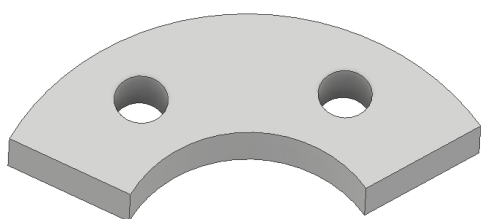
Szkic narysować zgodnie z rysunkiem. Zacząć od narysowania wewnętrznego zarysu elementu (2 linie o długości 10 połączone zaokrągleniem o promieniu 2)

Grubość ścianki 2mm w całym elemencie uzyskać przez skopiowanie wewnętrznej ścianki poleceniem **Odsunięcie**. Jako oś obrotu wskazać krawędź pokrywającą się z fragmentem osi Y



Zadanie 6

Wykonać element zgodnie z rysunkiem. Grubość elementu 8mm.

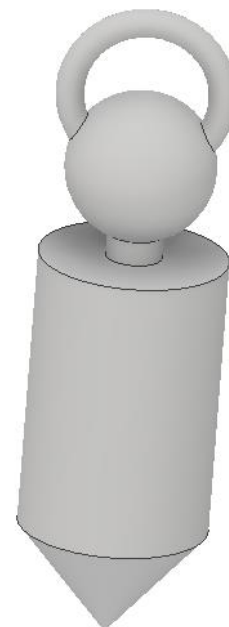


Zadanie 7

Wykonać element pokazany na rysunku

Wymiary

- Część walcowa o średnicy 20mm i wysokości 30mm.
- Stożek o wysokości 12 mm.
- Kula o średnicy 16mm, środek kuli znajduje się 40mm od dolnej podstawy walca.
- Mniejszy walec o średnicy 6mm, wysokość wynikowa .
- Torus o przekroju kołowym (średnica 3mm), promień torusa 8mm, Oś styczna do kuli (w odległości 48mm od podstawy większego walca).



Wskazówka

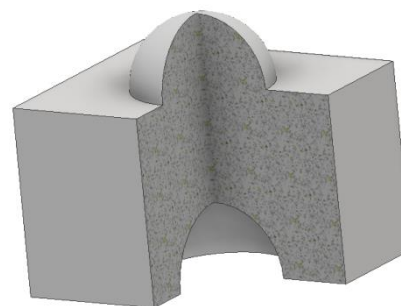
Rozpocząć od narysowania dużego walca umieszczonego podstawą centralnie w płaszczyźnie XY. Kulę z małym walcem oraz stożek wykonać poleceniem obrót z wykorzystaniem osi Z jako oś obrotu. Profile użyte do obrotu nie mogą przecinać osi obrotu! (stosuje się połowę profilu – np. połowę koła).

Można również wykonać jeden szkic zawierający zarys połowy walców (dużego i małego), stożka i kuli.

Zadanie 8

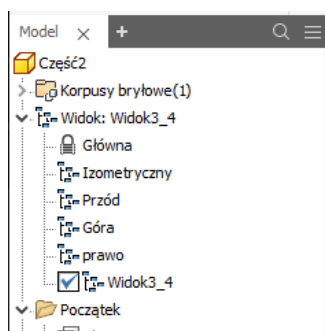
Wykonać element jak na rysunku

Wykonać prostopadłościan o wymiarach 60x50x40. Prostopadłościan ma być umieszczony symetrycznie względem początku układu współrzędnych. Na jednej ze ścianek wykonać półkolisty występ o średnicy 30 (opcja rysowanie kuli – panel Prymitywy, lub szkic i polecenie obrót). Na przeciwległej ściance wykonać półkoliste wcięcie o tej samej średnicy.



Na rysunku widok końcowy po zastosowaniu **widoku przekroju w trzech czwartych** (karta *Widok*).

Aby uzyskać taki widok należy



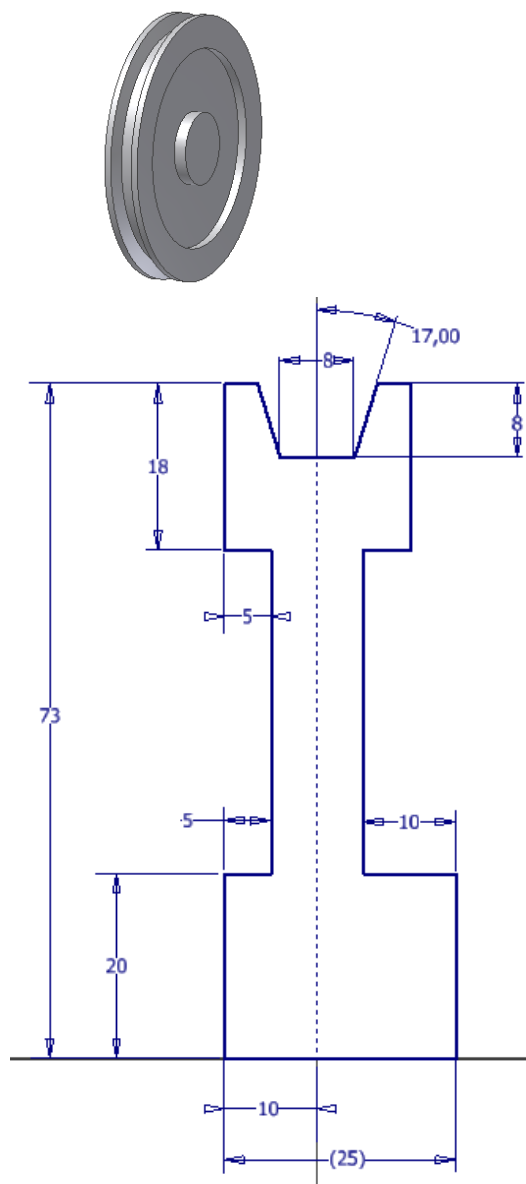
- Rozwinąć w przeglądarce Modelu opcję Widok
- Utworzyć kopię Widok Główny -tworząc Widok 1 (zmienić nazwę na Widok3_4)
- Ustawić Widok 3_4 jako aktualny
- Z karty widok wybrać polecenie Widok w przekroju w trzech czwartych – wykorzystać płaszczyzny konstrukcyjne jako płaszczyzny cięcia.
- dostęp do widoku bez przekroju przez wybór widoku głównego

Przed zapisaniem rysunku przełączyć się do widoku głównego

Zadanie 9

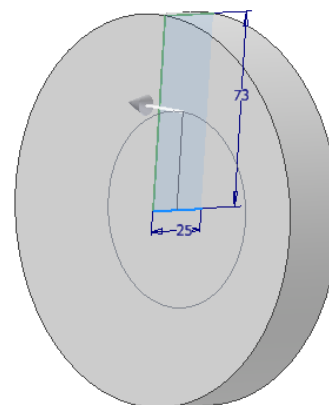
Wykonać model koła pasowego wg wymiarów

- Szkic musi być w pełni związany. Zamiast więzów wymiarowych można użyć wiązania równe długości. Pokazany sposób wymiarowania jest przykładowy, można zwymiarować wykorzystując inny zestaw wymiarów.
- Polecenie **obrót** wymaga wskazania osi obrotu. Na pokazanym szkicu oś obrotu pokrywa się z osią X płaszczyzny konstrukcyjnej) Należy więc albo włączyć widoczność osi X lub wskazać w przeglądarce modelu lub narysować dodatkową linię pokrywającą z fragmentem osi X i przekształcić w oś symetrii poleceniem **linia środkowa** (panel Format)
- W czasie szkicowania można zastosować polecenie **lustro** do wykonania zarysu koła bez piasty (potrzebna będzie oś pionowa – tu pokazana jako linia kropkowana/konstrukcja).
- Lewa strona wieńca jest w jednej płaszczyźnie z lewą stroną piasty
- Prawa strona wieńca nie pokrywa się z płaszczyzną piasty

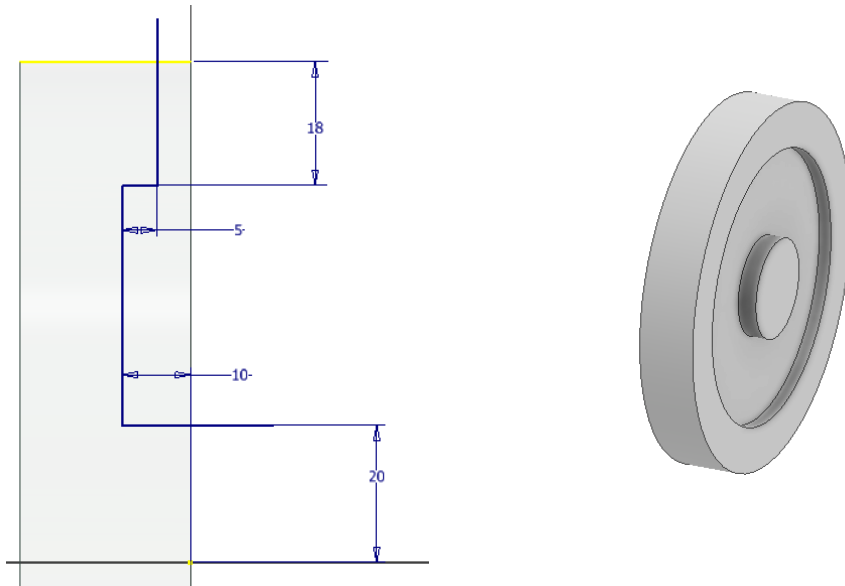


Wykonać ponownie element metodą wycinania:

- W pierwszym kroku wykonać zarys elementu tj. tarczę o promieniu 73 i grubości 25 (szkic w płaszczyźnie XY). Dolna krawędź prostokąta powinna się pokrywać z osią X. Oś obrotu oś X lub dola krawędź prostokąta



- Kolejno wykonać trzy podcięcia (obrót z opcją wycięcie)
- Na rysunku przykład szkicu dla obcięcia profilu z prawej strony (pokazane z zastosowaniem **Grafiki Płata** – klawisz F7)



- Linie szkicu powinny przecinać krawędź bryły, lub należy zastosować profil zamknięty wychodzący poza obrys bryły
- Aby złapać nieistniejącą krawędź górną zarysu koła należy zastosować polecenie **Rzutuj geometrię** – program doda dodatkową krawędź z płaszczyźnie szkicu
- Oś obrotu – wykorzystać oś X

Zadanie 10

Wykonać model pierścienia z podtoczeniem wewnątrz. Podtoczenie wykonać przez wycięcie obrotowe profilu względem osi poziomej. Do narysowania szkicu wykorzystać grafikę płata.

