

CATIA V5. Modelowanie - kurs podstawowy

Lekcja 1 – Wstęp

Przygotowaliśmy cykl lekcji dotyczących oprogramowania CATIA v5r21. Poniżej opisane zostaną narzędzia oraz techniki modelowania. Lekcje dotyczyć będą tworzenia modeli powierzchniowych oraz bryłowych, a także metod łączenia modelowania bryłowego i powierzchniowego.

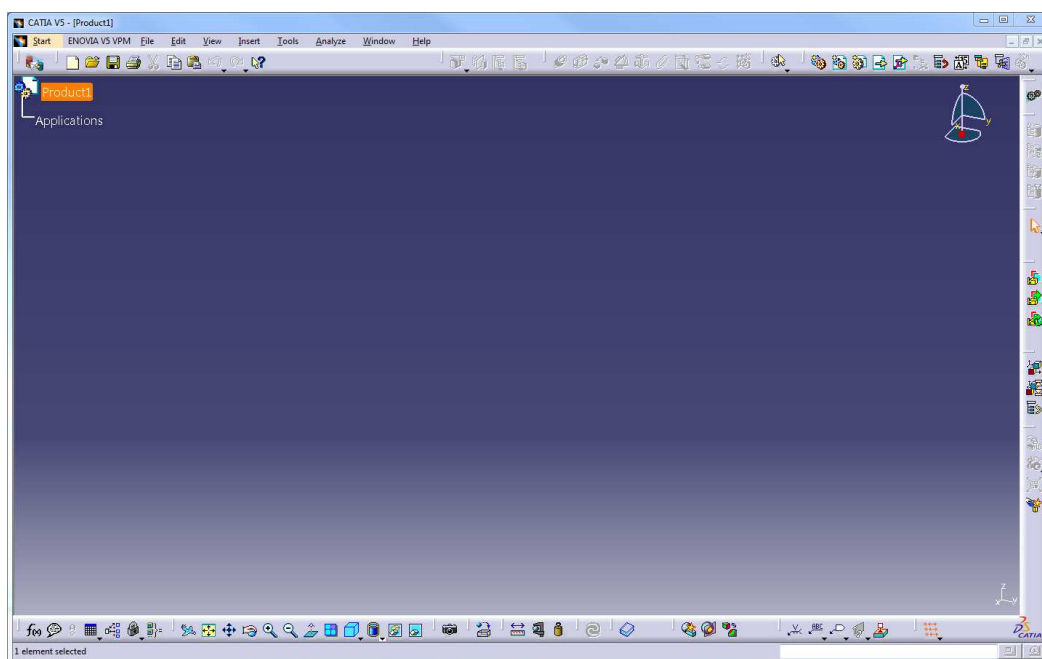
Na początek przedstawmy program CATIA V5 . Jest on zintegrowanym systemem CAD/CAM/CAE, który wspomaga proces tworzenia wyrobu niemal na każdym jego etapie. Posiada szeroki wachlarz nowoczesnych rozwiązań synchronicznego projektowania, dotyczących wytwarzania, optymalizacji, symulacji, optymalizacji. Umożliwia to podniesienie jakości usług oraz walorów użytkowych tworzonych produktów.

Dwukrotne kliknięcie poniższej ikony uruchamia program.



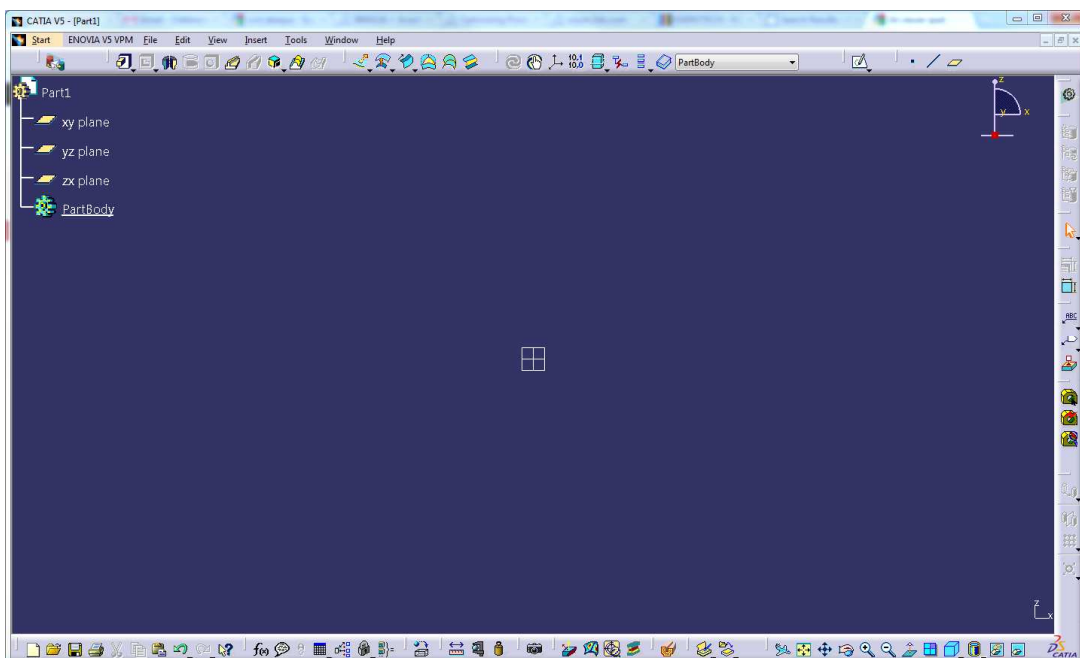
Rys. 1

Przed wyświetleniem okna startowego zobaczyć można krótkie okno zawierające logo producenta, po którym zobaczyć można widok umieszczony na poniższym zdjęciu:



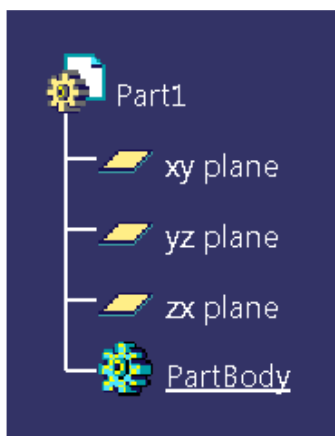
Rys. 2

Pierwszym omówionym modulem będzie ten służący do modelowania bryłowego. Można projektować bezpośrednio w oknie startowym, Product, jednak dla początkujących użytkowników lepiej będzie rozpocząć od poznania pojedynczych elementów bryłowych. Aby rozpocząć klikamy *Start* w górnym menu i wybieramy *Mechanical Design*, a następnie *Part Design*, wyświetlone zostanie okno podobne do tego z rysunku nr 3.



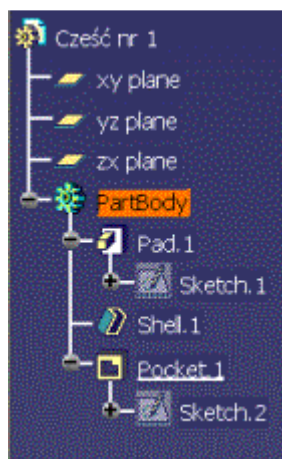
Rys. 3

W lewym górnym rogu okna widać teraz drzewo zadań.



Rys. 4

Początkiem drzewa jest górna część nazwana *Part1*. Tę nazwę możemy dowolnie modyfikować. Gałęzie drzewa zawierają kolejne główne płaszczyzny robocze oparte na kartezjańskim układzie współrzędnych. Na końcu w drzewie widoczny jest element o nazwie *PartBody*. Można w skrócie powiedzieć, że jest to modelowana przez nas część. Operacje, które będą przeprowadzane na modelu będą znajdowały się w folderze *PartBody*.



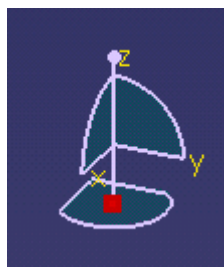
Rys. 5

Na środku ekranu, w obszarze roboczym widać teraz tzw. różę płaszczyzn.



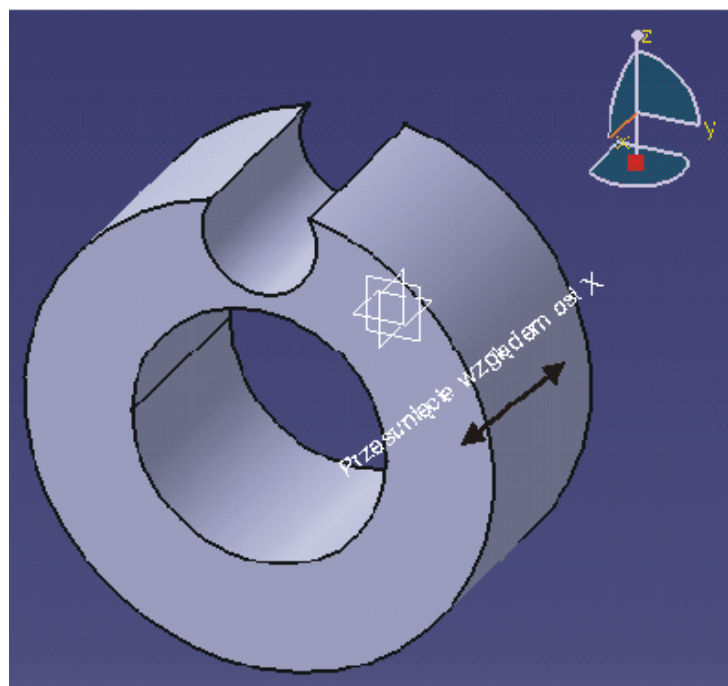
Rys. 6

Reprezentuje ona płaszczyzny i umożliwia ich wybieranie oraz modyfikowanie w bardzo prosty sposób. Można na przykład przesunąć płaszczyznę równoległe do danej. W prawym górnym rogu obszaru roboczego znajduje się kompas.



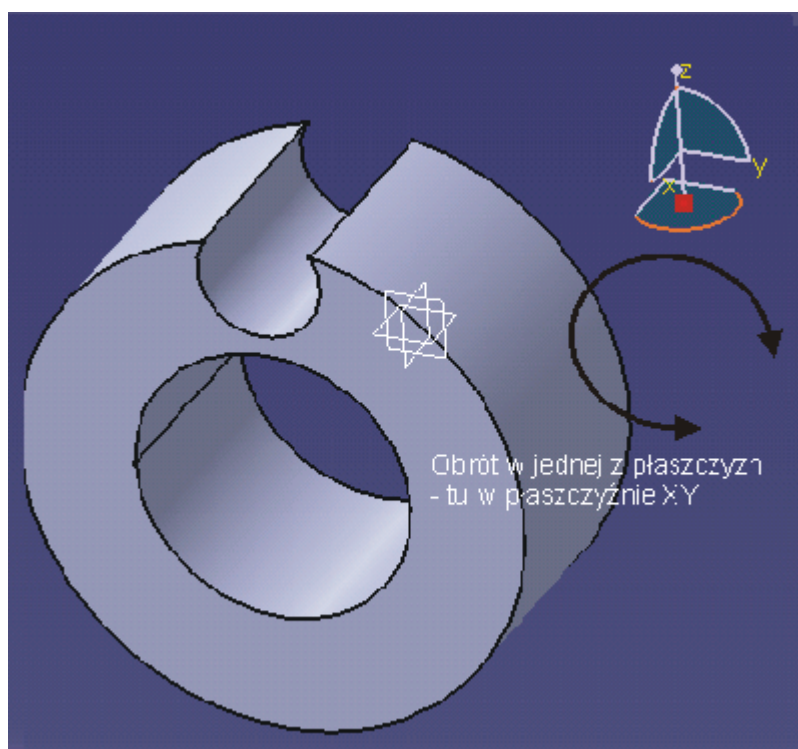
Rys. 7

Za pomocą kompasu można dowolnie obracać i przesunąć elementy względem którejś z wybranych osi. np. przytrzymanie lewego przycisku myszy oraz wskazanie na kompasie osi X daje możliwość przesuwania elementu względem wskazanej osi.



Rys. 8

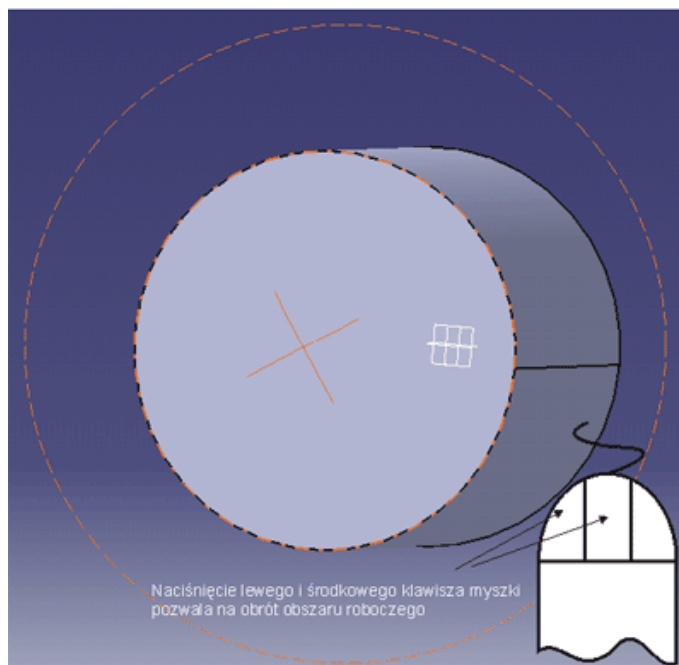
Wskazanie na kompasie łuku, np. pomiędzy osiami XY, umożliwia wykonanie obrotu elementu względem osi Z.



Rys. 9

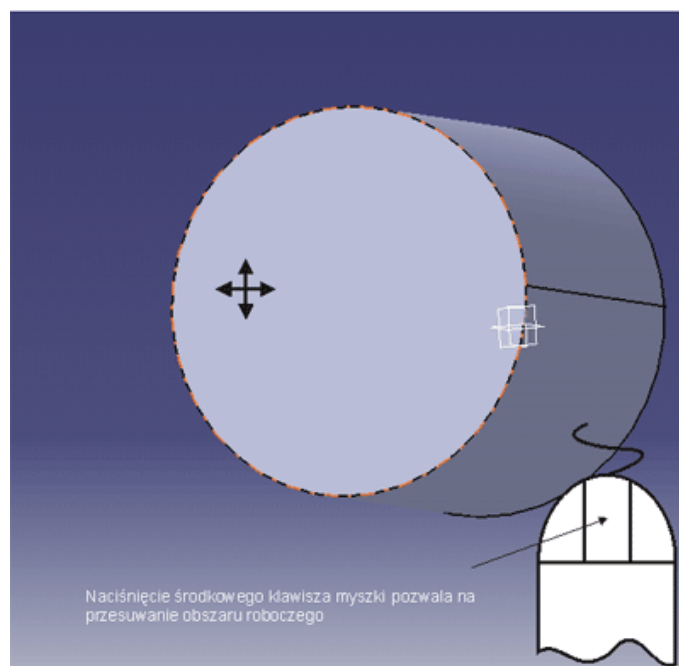
Każdy moduł posiada osobny zestaw ikon, które omawiane będą na bieżąco.

W pracy z programem CATIA niezwykle istotne jest poznanie zasad posługiwania się myszą. Jeśli korzystamy z myszy trójprzyciskowej, możemy w pełni wykorzystać wszelkie ułatwienia programu CATIA. Poniżej postaram się przedstawić zasady posługiwania się myszą w programie CATIA. Zaczniemy od jednoczesnego naciśnięcia środkowego i lewego klawisza myszki - kombinacja ta umożliwia wykonanie obrotu modelu w obszarze roboczym.



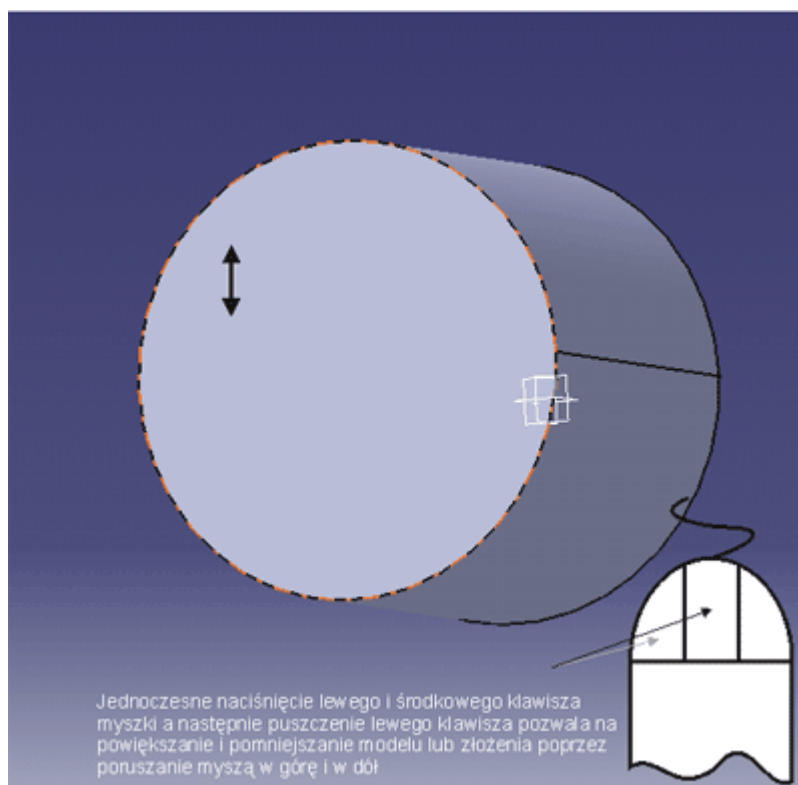
Rys. 10

Naciśnięcie środkowego klawisza myszki umożliwia przesuwanie modelu w obszarze roboczym.



Rys. 11

Wciskając jednocześnie lewy i środkowy klawisz myszy, a potem zwalnianie lewego klawisza umożliwi dynamiczne powiększanie i pomniejszanie modelu w obszarze roboczym przez przesuwanie myszy w górę i w dół.



Rys. 12

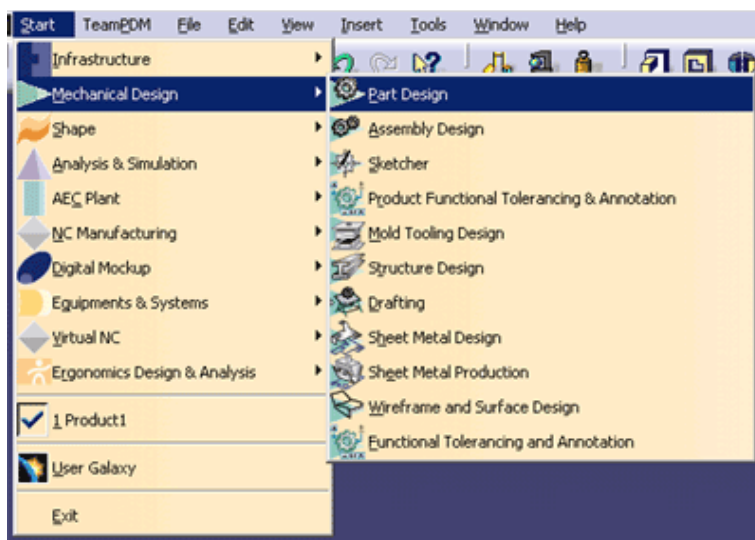
Opisane powyżej operacje (oprócz obrotu) odnoszą się również do drzewa - wystarczy kliknąć je dwukrotnie lewym klawiszem myszy, a następnie przesunąć w dowolne miejsce na ekranie lub odpowiednio je powiększyć czy pomniejszyć. Aby przejść z powrotem do trybu edycji modelu, również dwukrotnie klikamy drzewo lub jego gałąź.

Proponuję, aby teraz poćwiczyć zastosowanie poszczególnych klawiszy i opanować poruszanie się po przestrzeni roboczej CATIA V5. Będzie to pomocne podczas następnej lekcji poświęconej w całości wykonywaniu szkiców.

Lekcja 2 - Sposób uruchamiania szkicownika, zasady zarządzania szkicami

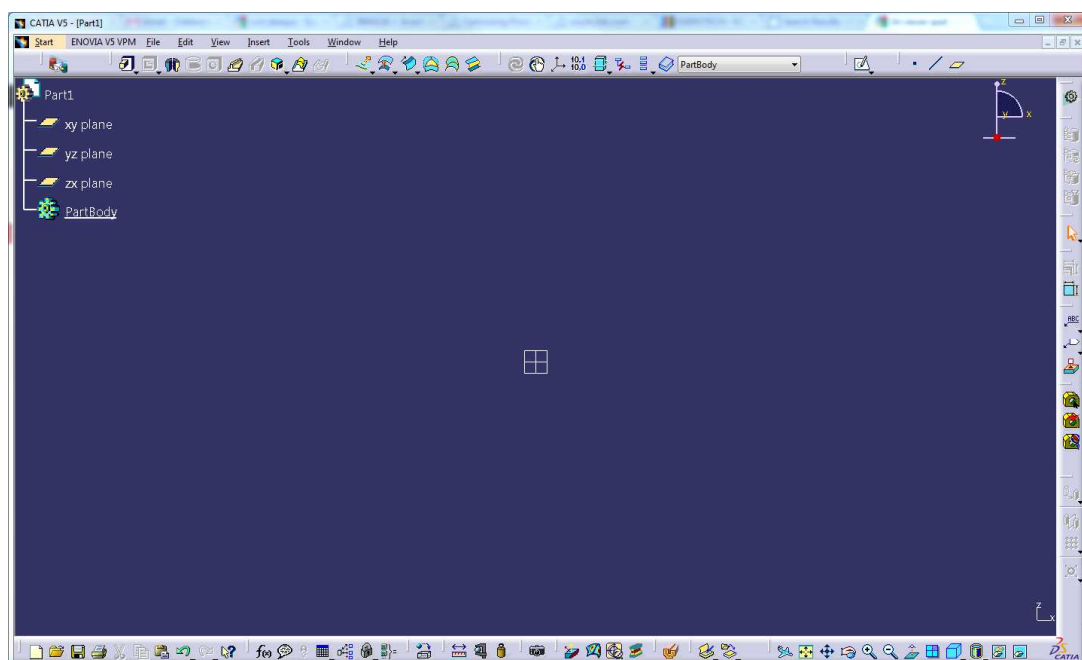
W tym rozdziale omówione zostaną zasady pracy ze szkicem. Będą one najłatwiejsze do zrozumienia dla osób, które miały już do czynienia z jakimkolwiek innym programem CAD, gdyż zasady są analogiczne w każdym z nich. Na początku należy odrębnie zarysować powierzchnię lub bryłę oraz dodać trzeci wymiar. Lekcja poświęcona będzie etapom pośrednim, które występują w procesie pomiędzy szkicem i modelem

Aby uaktywnić moduł modelowania pojedynczych części należy wybrać kolejno *Start/Mechanical Design/Part Design*.



Rys. 1

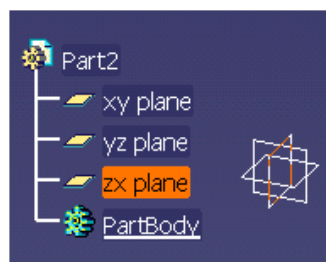
Zostanie wyświetlony ekran opisany w poprzedniej lekcji.



Rys. 2

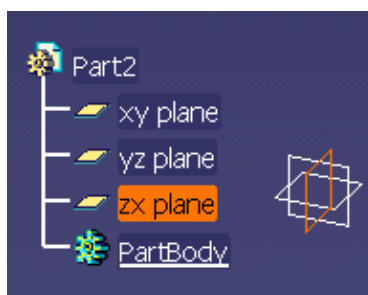
Rozpoczynamy tworzenie pierwszego szkicu. Najpierw wybieramy płaszczyznę, w której będzie leżał tworzony szkic. Można to zrobić w dwojaki sposób:

- Najeżdżając kursorem (nie klikając na którąkolwiek) na wybraną płaszczyznę na drzewie, wybrana płaszczyzna wyświetlana jest w postaci linii przerywanej na różny płaszczyzn.
- Wskazując odpowiednią płaszczyznę w drzewie - podczas przesuwania wskaźnika myszy po płaszczyznach znajdujących się w drzewie (bez klikania jakiegokolwiek z nich) na "różny płaszczyzn" odpowiednia płaszczyzna jest wyświetlana w postaci linii przerywanej...



Rys. 3

Po kliknięciu dowolnej z płaszczyzn zostaje ona zaznaczona w drzewie, a przerywana linia zmienia się w ciągłą.



Rys. 4

Można również wskazać dowolną płaszczyznę bezpośrednio na róży płaszczyzn, najeżdżając kursorem na wybraną oraz kliknąć w nią.

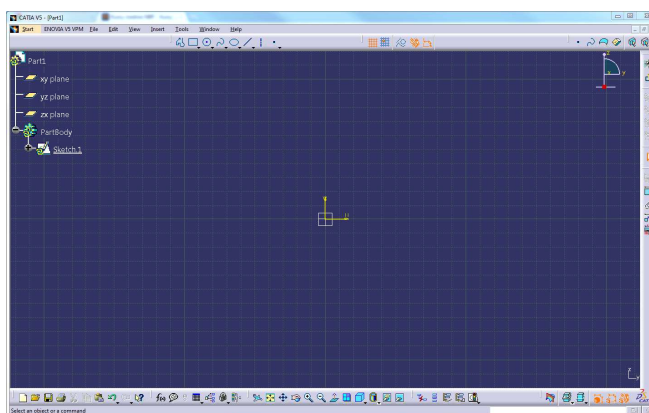
Każdy wybór można cofnąć klikając w dowolnym miejscu na płaszczyźnie roboczej przed zatwierdzeniem wyboru.

Aby narysować pierwszy szkic wybieramy płaszczyznę, a następnie przechodzimy w tryb szkicowania. Aby to zrobić wybieramy poniższą ikonę.



Rys. 5

Do stworzenia szkicu służy moduł *Sketcher*. Po kliknięciu powyższej ikony wygląd ekranu zmieni się i program przejdzie w tryb modelowania elementów płaskich.



Rys. 6

Poza zmienionym ekranem pracy dostępne będą również paski narzędzi. W naszym przypadku istotne są cztery z nich, a każdy podzielony jest na odpowiednie podgrupy. Poniżej znajduje się pasek narzędzi *Profile*, który udostępnia narzędzia, które służyć będą do rysowania zarysu szkicu.



Rys. 7

Pasek narzędziowy, *Constraint*, służy do wprowadzania do szkicu odpowiednich więzów wymiarowych oraz geometrycznych.



Rys. 8

Powyższe narzędzia są potrzebne do wykonania pierwszego szkicu. Aby modyfikować utworzony szkic należy użyć narzędzi z paska *Operation*.



Rys. 9

Jest jeszcze jeden pasek narzędzi *Tools*, umożliwiający proste uruchamianie różnych udogodnień, takich jak przyciąganie do siatki czy zamianę elementów geometrii na pomocnicze.



Rys. 10

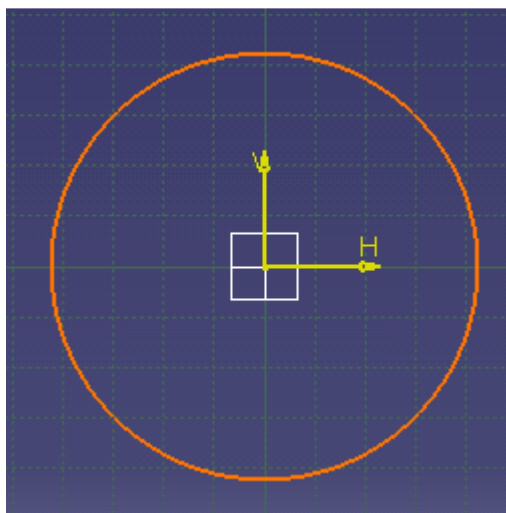
Twórcy CATIA wprowadzili do programu jeszcze jedno udogodnienie - przy ikonach wielu narzędzi widnieje mały trójkącik:



Rys. 11

Przytrzymanie na nim kursora myszy powoduje wyświetlenie kolejnych ikon narzędzi z grupy reprezentowanej przez daną ikonę. To rozwiązanie zaoszczędza wiele miejsca na ekranie oraz pozwala utrzymać porządek w obszarze roboczym.

Aby przećwiczyć użycie narzędzi modułu *Sketcher*, narysujmy zwykły okrąg. Na razie bez dodawania szkicowi innych cech. Na poniższym rysunku widzimy jak powinien wyglądać nasz szkic.



Rys. 12

Aby narysować okrąg, klikamy w poniższą ikonę.



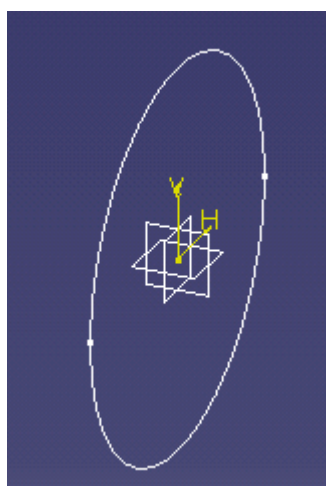
Rys. 13

Klikamy w miejscu, gdzie chcemy umieścić środek okręgu, po czym przeciągamy kursor tak, aby wskazać pożądaną przez nas długość promienia. Po narysowaniu wyłączamy moduł szkicownika, klikając poniżej przedstawioną ikonę *Exit workbench*.



Rys. 14

Program wyświetla teraz nasz szkic w przestrzeni trójwymiarowej w module modelowania części.



Rys. 15

Szkic jest umiejscowiony na wybranej wcześniej płaszczyźnie.

Lekcja 3 - Używanie narzędzi szkicownika cz. 1

Ta lekcja dotyczyć będzie metod posługiwania się narzędziami z grupy *Predefined Profile*.

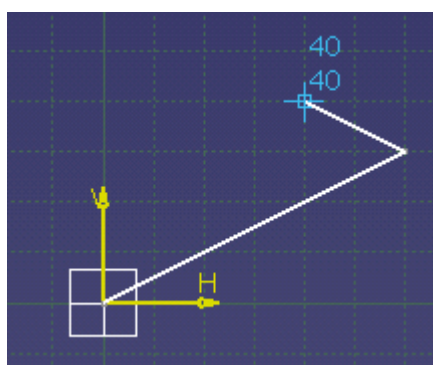
Jednym z najważniejszych narzędzi jest *Profile*. Ułatwia ono rysowanie linii i łuków, ponieważ można to zrobić właściwie bez odrywania kursora.

Aby rozpocząć należy przejść do modułu szkicownika i kliknąć poniższą ikonę.



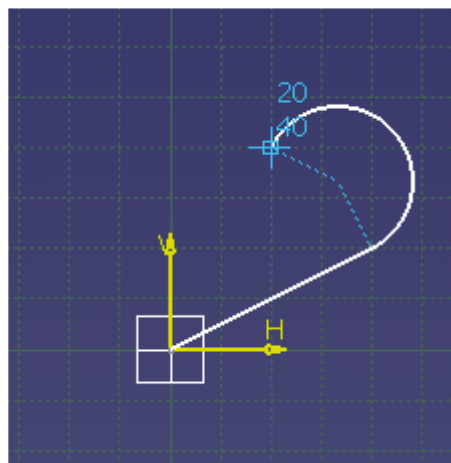
Rys. 1

Aby narysować linię należy raz kliknąć narzędzie Profile.



Rys. 2

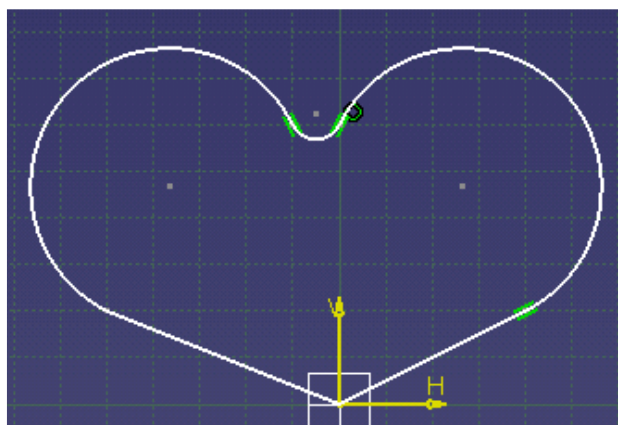
Aby zacząć rysować łuk należy zamiast kliknięcia lewym przyciskiem myszy, wcisnąć go i przesunąć kursor w jakimś kierunku.



Rys. 3

Narzędzie to jest przydatne w tworzeniu nawet bardzo skomplikowanych szkiców. Mimo, że może wydawać się, że początkowo trudno nad nim panować pod kątem wymiarowym, to na tym etapie nie jest to tak ważne. Ostateczne i właściwe wymiary i więzy projekt otrzyma dopiero na końcu procesu szkicowania.

Kolejnym ćwiczeniem będzie stworzenie kształtu podobnego do znajdującego się poniżej.



Rys. 4

Następne przydatne narzędzia znajdują się w grupie *Predefined Profile*. Wyświetlają się po kliknięciu trójkąta pod ikoną służącą rysowaniu prostokąta.



Rys. 5

Wszystkie narzędzia pokazane na pasku widać na rys. nr 6.



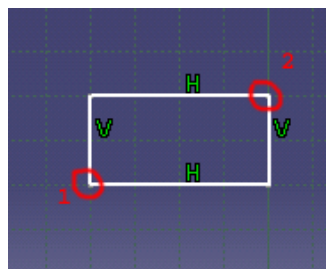
Rys. 6

Aby użyć poszczególnego narzędzia należy kliknąć na symbolizującą je ikonę. Prostokąt widoczny jest od razu na pasku narzędzi, gdyż jest głównym reprezentantem grupy. Jest on pierwszą ikoną na pokazanym wyżej pasku grupy.



Rys. 7

Rysowanie prostokąta nie jest skomplikowane. Po kliknięciu oznaczamy przeciwległe kąty oznaczone na czerwono na rys. nr 8.



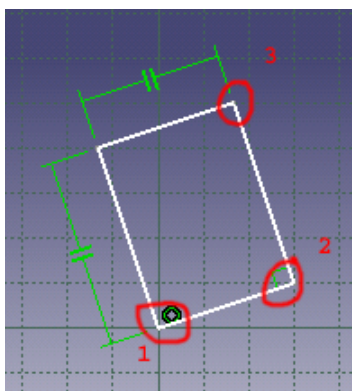
Rys. 8

Aby narysować prostokąt pod innym kątem należy użyć narzędzia *Oriented Rectangle*. Na rysunku nr 9 można zobaczyć symbolizującą je ikonę.



Rys. 9

Tak jak poprzednio najpierw zaznaczamy długości boków, potem przechodzimy do ustalenia orientacji prostokąta klikając w miejscu, w którym chcemy umieścić pierwszy wierzchołek następnie wyznaczamy drugi wierzchołek tego samego boku. Na końcu wyznaczamy punkt określający wysokość prostokąta.



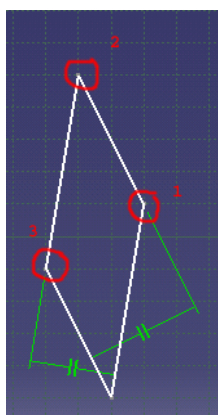
Rys. 10

Następne omawiane narzędzie, służące do tworzenia zarysów równoległoboków, *Parallelogram*, pokazane jest na poniższej ikonie.



Rys. 11

Aby rozpocząć rysowanie równoległoboku trzeba podać długość jednego z boków, aby następnie podać położenie punktu trzeciego. Określa ono wielkość kątów w figurze oraz długość równoległych boków.



Rys. 12

Aby narysować otwór do np. celów montażowych należy użyć narzędzi z poniższych rysunków (13 i 15). Pierwsze z nich to *Elongated Hole*, które symbolizuje poniższa ikona.



Rys. 13

Następnie wyznaczamy dwa punkty tak, aby wyznaczały odległość środków okręgów. Potem pozostaje tylko wyznaczyć długość promienia okręgu.



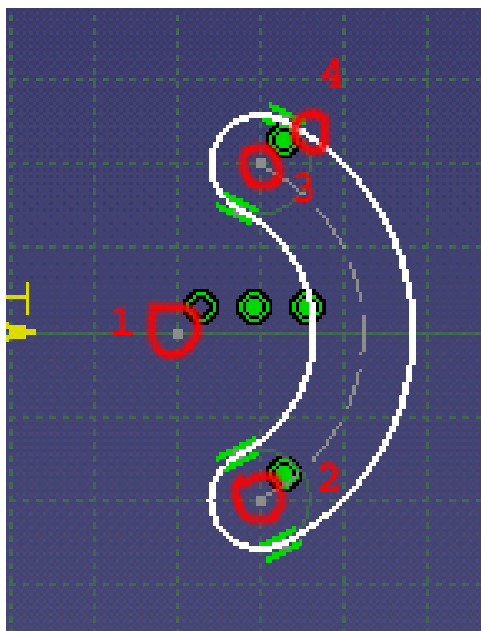
Rys. 14

Do rysowania otworów o osiach na bazie łuku służy *Cylindrical Elongated Hole*. Funkcja działa podobnie jak ta opisana powyżej.



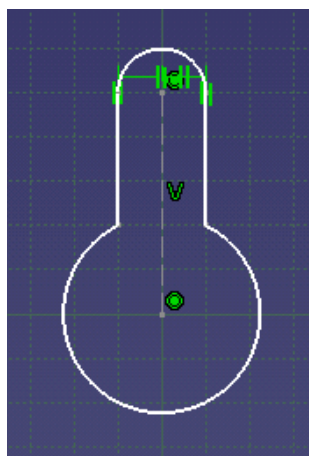
Rys. 15

Należy wskazać środek okręgu na którym figura będzie rozpięta. Potem należy podać długość łuku, który odpowiada odległości pomiędzy środkami okręgów, które tworzą figurę. Ostatnim ruchem jest wyznaczenie długości promienia okręgów.



Rys. 16

Jednym z ciekawych narzędzi jest to, dzięki któremu możliwe jest narysowanie kształtu dziurki od klucza. Nazywa się *Keyhole Profile* (rys. 18).

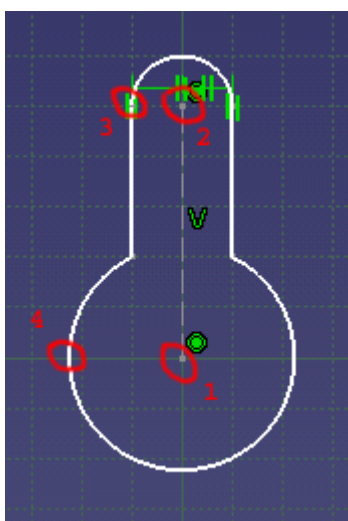


Rys. 17



Rys. 18

Po kliknięciu powyższej ikony wskazujemy 2 punkty, które mają tworzyć oś figury oraz wyznaczamy promień górnej części otworu. Potem wyznaczamy promień dolnego otworu.



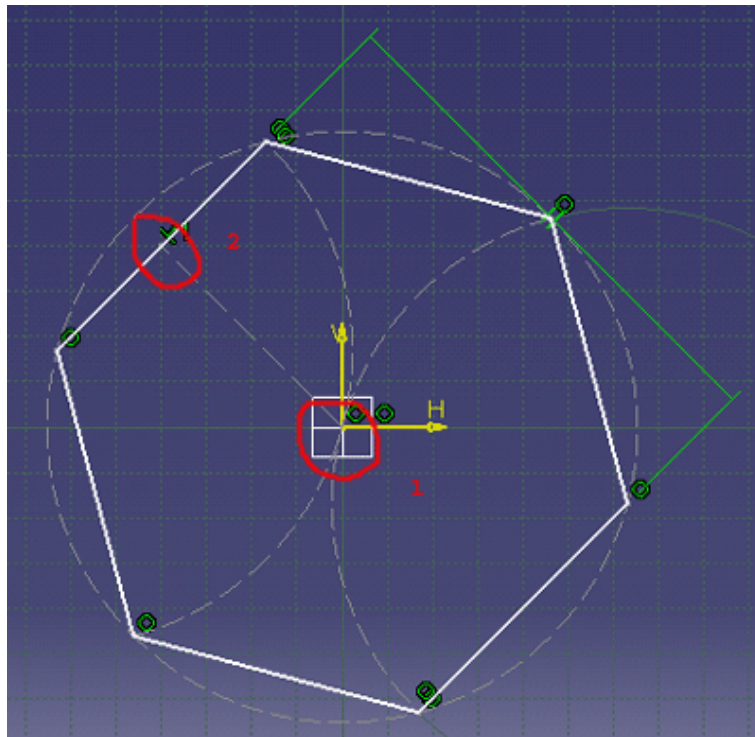
Rys. 19

Kolejnym narzędziem w grupie jest *Hexagon*, dzięki któremu możemy narysować sześciokąt.



Rys. 20

Po kliknięciu ikony z rys. 20 należy wskazać środek okręgu, który jest wpisany w sześciokąt, następnie wyznaczamy odległość między przeciwległymi, równoległymi ścianami figury.



Rys. 21

Lekcja 4 - Używanie narzędzi szkicownika cz. 2

Przedstawione zostaną narzędzia zawarte w dwóch grupach *Circle* i *Spline*. Wszystkie narzędzia grupy *Circle* pokazane są na rys. 1. Służą one do rysowania okręgów i łuków.



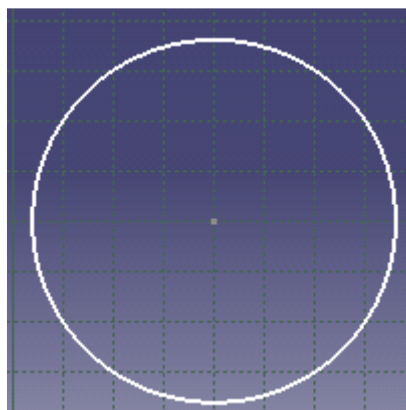
Rys. 1

Podstawowym narzędziem reprezentującym grupę jest *Circle*. Aby użyć tego narzędzia, klikamy ikonę z rysunku 2.



Rys. 2

Wyznaczamy środek okręgu kliknięciem, po czym określamy długość promienia. Okrąg wygląda mniej więcej jak ten z poniższego obrazka.



Rys. 3

Kolejnym narzędziem jest *Three Point Circle*, dzięki któremu, zgodnie z nazwą narysować można okrąg, którego zarys opiera się na trzech punktach. Aby zobaczyć jak to działa narysuj teraz trzy linie, podobnie do tych, które znajdują się na rys. 4.

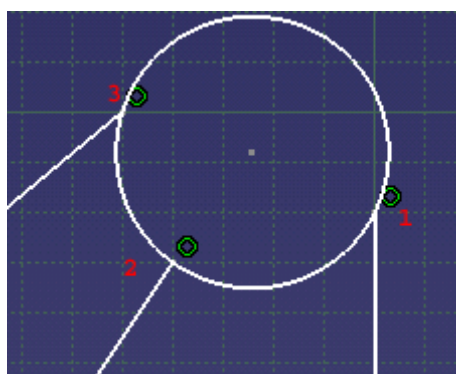


Rys. 4



Rys. 5

Po kliknięciu na narzędzie (rys. 5) klikamy na końce narysowanych wcześniej linii, rozpoczynając od prawej strony.



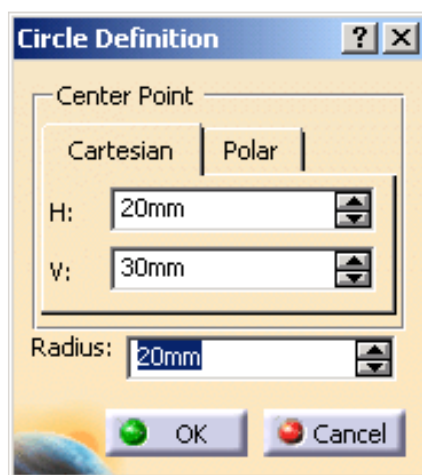
Rys. 6

Narzędzie *Circle Using Coordinates*, pozwala na narysowanie okręgu o wybranej długości promienia w konkretnym miejscu w przestrzeni. Do wyboru są dwa układy współrzędnych: kartezjański i biegunowy. Najprościej przedstawić sposób użycia narzędzia, rysując okrąg o promieniu 20 mm w odległości 30 mm w pionie i 20 mm poziomie od początku układu współrzędnych szkicownika. Klikamy więc ikonę z rys. 7.



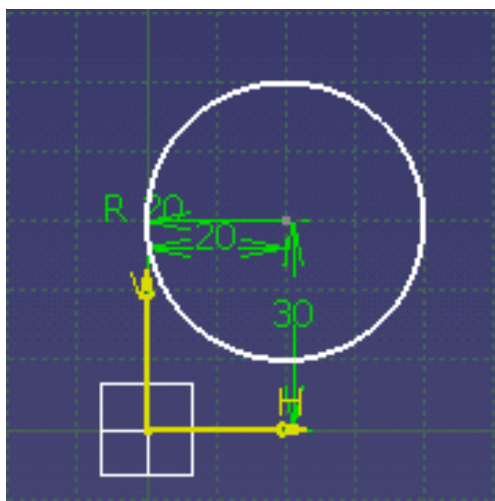
Rys. 7

Widzimy teraz okno, w które wpisujemy dane:



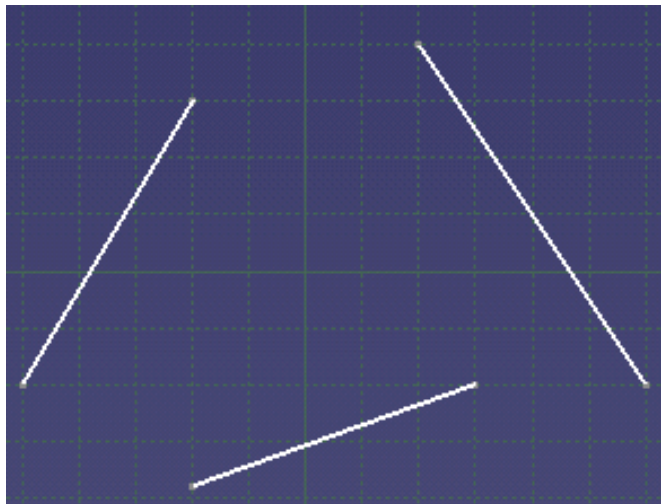
Rys. 8

Po zaakceptowaniu automatycznie program wygeneruje okrąg o podanych przez nas parametrach.



Rys. 9

Następnym narzędziem w grupie jest *Tri-Tangent Circle*. Jest ono bardziej zaawansowaną wersją narzędzia opisanego powyżej. Dzięki niemu możemy wpisać okrąg pomiędzy trzy proste lub krzywe. Żeby sprawdzić jak działa *Tri-Tangent Circle* narysujmy trzy linie, tak jak na rysunku nr 10.



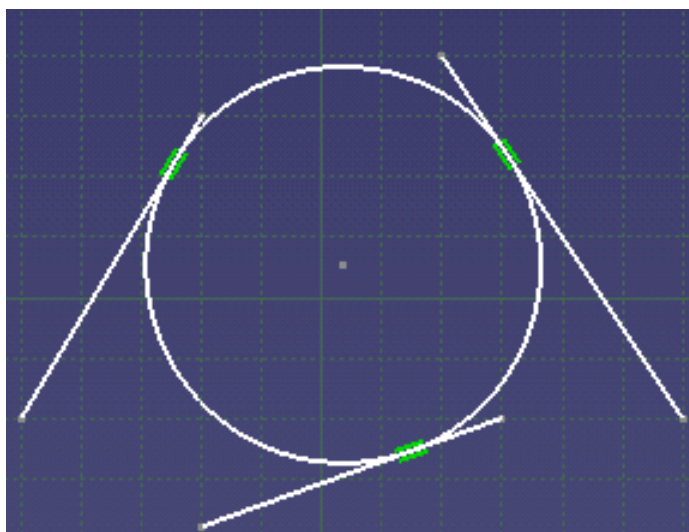
Rys. 10

Następnie wybieramy:



Rys. 11

Program automatycznie wygeneruje okrąg, po wskazaniu kliknięciem prostych, do których ma pozostać styczny.



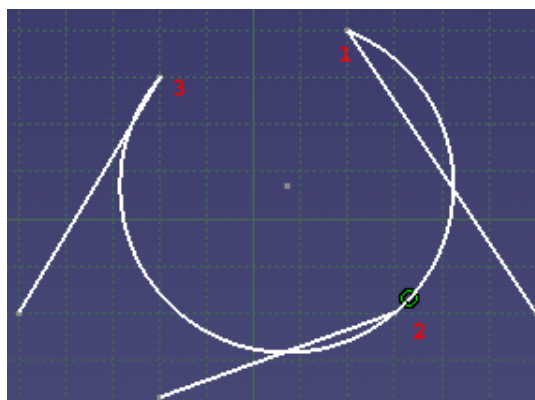
Rys. 12

Three Point Arc, narzędzie którego ikona widoczna jest na rys. 13 umożliwia narysowanie łuku opierającego się na trzech niezależnych punktach. Aby zobaczyć jak działa znów potrzebujemy trzech linii, oraz klikamy ikonkę:



Rys. 13

Następnie wskazujemy kolejno punkty, na których program rozepnie łuk.



Rys. 14

Kolejne narzędzie grupy, *Three Point Arc Starting With Limits*, umożliwia rozpięcie łuku na trzech punktach, lecz zastosowany jest inny sposób działania. Najpierw musimy wskazać punkt początkowy i końcowy, a potem określamy promień łuku. Aby wybrać narzędzie, klikamy poniższą ikonkę:



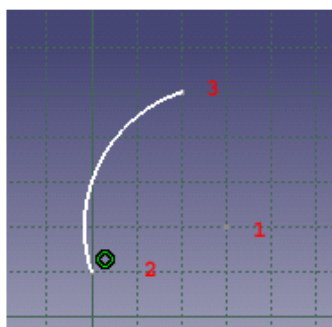
Rys. 15

Rys. 16 przedstawia ostatnie narzędzie z omawianej grupy.



Rys. 16

Dzięki niemu możemy narysować łuk wskazując najpierw jego środek, a następnie określając promień oraz długość łuku.



Rys. 17

Rysunek 18 przedstawia grupę narzędzi *Spline*.



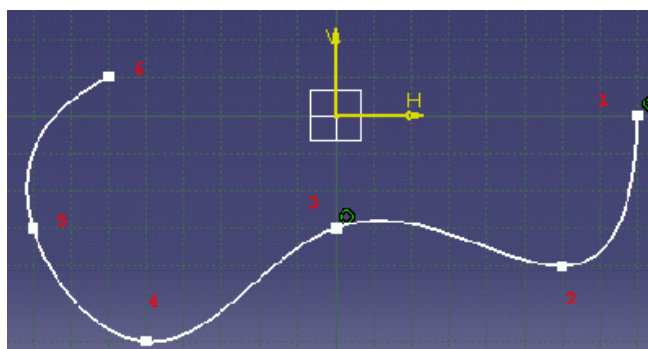
Rys. 18

Grupa składa się z dwóch narzędzi, z których pierwsze nosi nazwę taką samą jak cała grupa - *Spline*. Dzięki niemu możemy narysować łamaną, którą rozpiąć możemy dynamicznie pomiędzy wybranymi przez nas punktami, promień złań zmienia się w zależności od liczby wstawianych punktów. Ikona narzędzie przedstawiona jest na rys. 19.



Rys. 19

Poniżej przykładowa krzywa, składająca się z 6 punktów.



Rys. 20

Ikona przedstawiona na rys. 21 – *Connect Curve* rysuje łuki, które łączą krzywe. Należy jedynie wskazać te krzywe, które chcemy połączyć.



Rys. 21

Lekcja 5 - Używanie narzędzi szkicownika cz. 3

Kolejną omawianą grupą będzie *Conic*. Zawiera ona narzędzia, dzięki którym możemy narysować krzywe zbieżne do punktu takie jak parabola czy hiperbola. Grupa ta zawiera również narzędzie służące do rysowania elipsy.



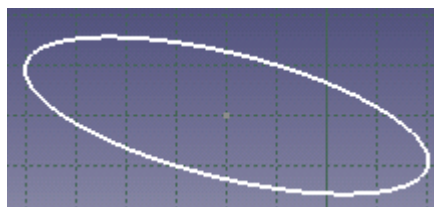
Rys. 1

Najprostszym narzędziem w grupie *Ellipse*.



Rys. 2

Aby narysować elipsę, klikamy ikonę narzędzia i wyznaczamy po kolei długość obu promieni. Kiedy wyznaczamy pierwszy promień mamy możliwość ustawienia elipsy pod dowolnym kątem.



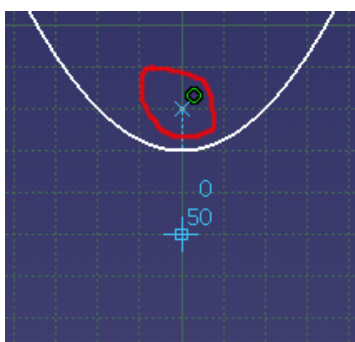
Rys. 3

Drugim narzędziem grupy jest *Parabole By Focus*, umożliwia narysowanie krzywej opartej na paraboli, używa się go często aby wyznaczyć na przykład powierzchni cięcia bryły. Aby rozpocząć klikamy ikonę:



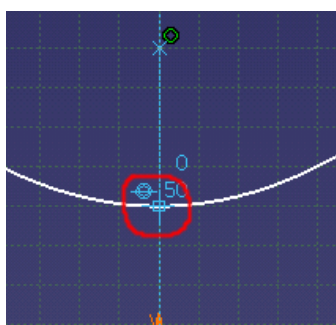
Rys. 4

Pierwszym krokiem jest wskazanie punktu na osi, która przechodzi przez wierzchołek paraboli.



Rys. 5

Wskazujemy miejsce, w którym chcemy umieścić wierzchołek.



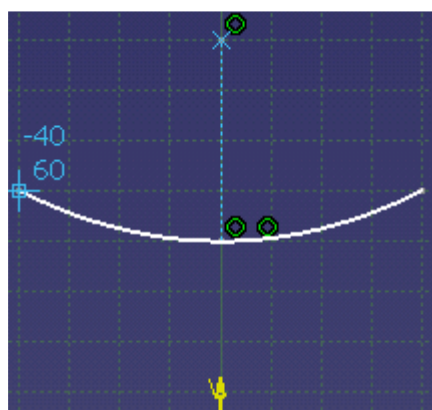
Rys. 6

Określamy długość łuku paraboli w kierunku osi dodatniej



Rys. 7

a następnie w kierunku osi ujemnej.

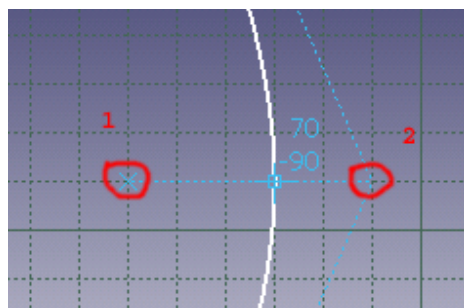


Rys. 8

Następnym narzędziem z grupy jest *Hiperbola By Focus*. Schemat działania wygląda podobnie do opisanego powyżej. Najpierw klikamy ikonę (rys. 9), a następnie wyznaczamy dwa punkty, między którymi chcemy rozpiąć hiperbolę (rys. 10):

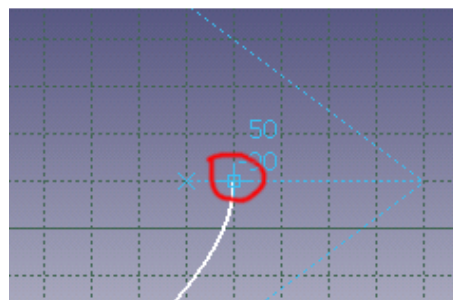


Rys. 9



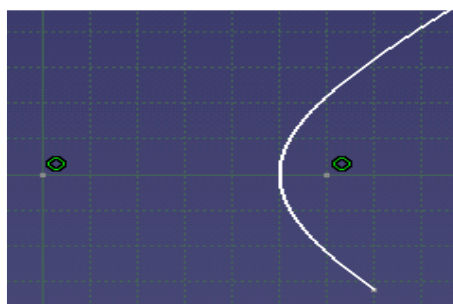
Rys. 10

Wskazujemy punkt określający promień zaokrąglenia hiperboli.



Rys. 11

Następnie zgodnie z poprzednim schematem działania, wyznaczamy długości ramion krzywej.



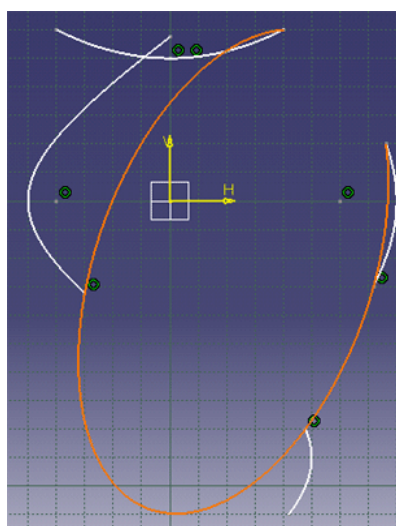
Rys. 12

Ostatnim narzędziem grupy jest *Creates a Conic*, dzięki któremu możemy utworzyć krzywą rozpiętą pomiędzy kolejnymi punktami na rysunku



Rys. 13

Następnie wskazujemy kolejno punkty charakterystyczne na rysunku w celu zbudowania krzywej konicznej.



Rys. 14

Kolejną grupą narzędzi jest *Line*.



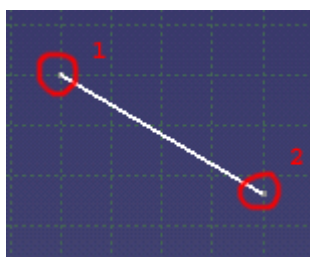
Rys. 15

Dzięki narzędziom z powyższego paska możemy narysować linie. Pierwsze z nich, reprezentujące grupę, nosi taką samą nazwę. Dzięki *Line* możemy narysować odcinki linii prostej przechodzącej przez wskazane kolejno punkty. Ikonę narzędzia widać na rys. 16.



Rys. 16

Wskazujemy dwa punkty, przez które będzie przechodziła linia.



Rys. 17

Narzędzie z rysunku nr 18, *Infinity Line*, pozwala nam narysować prostą, która ma nieograniczoną długość i przechodzi przez jeden, zadany punkt. Aby go użyć najpierw klikamy poniższą ikonę oraz wskazujemy punkt, przez który chcemy poprowadzić linię.



Rys. 18

Bitangent Line (rys. 19) umożliwia narysowanie prostej, która bezpośrednio łączy dwie dowolne krzywe lub proste łączące punkty na przedłużeniu krzywych w punktach styczności z krzywymi. Działa podobnie jak przedstawione wcześniej narzędzie *Connect*.



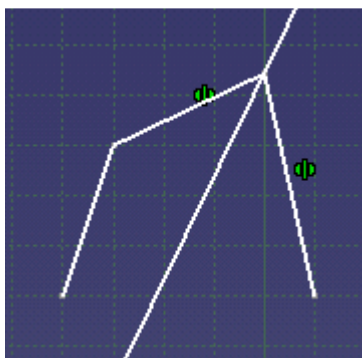
Rys. 19

Ostatnim narzędziem grupy jest *Bi-secting Line* (rys. 20). Dzięki niemu możemy narysować prostą będącą dwusieczną dowolnego kąta, który wyznaczany jest przez dwie linie.



Rys. 20

Użycie narzędzia jest proste, po wybraniu ikony musimy wskazać dwie przecinające się linie, a program automatycznie wyznaczy dwusieczną.



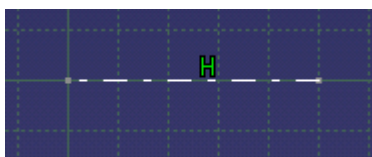
Rys. 21

Na rysunku 22 przedstawione jest narzędzie *Axis*, które umożliwia narysowanie linii osiowej w szkicu.



Rys. 22

Aby go użyć należy wybrać ikonę, a następnie wskazujemy dwa punkty, przez które będzie przechodziła linia osiowa.



Rys. 23

Grupa narzędzi przedstawiona na rys. 24 to *Point*. Zawiera ona zestaw narzędzi do tworzenia punktów w przestrzeni szkicu.

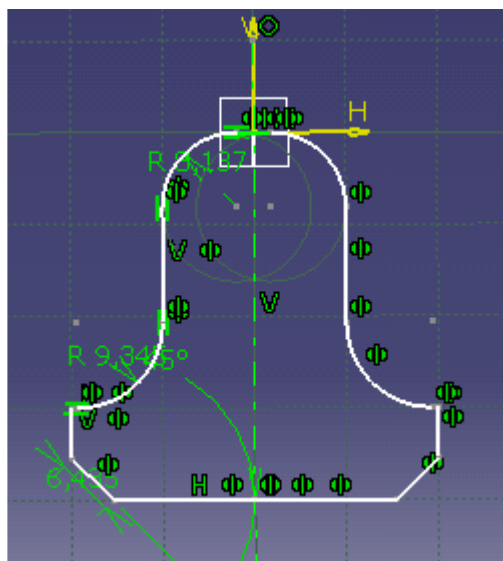


Rys. 24

Narzędzia te działają bardzo podobnie do tych, które używane są do edycji linii lub okręgów.

Lekcja 6 - Operacje podczas szkicowania

Ćwiczenie w bieżącej lekcji będzie miało na celu narysowanie poniższego szkicu.



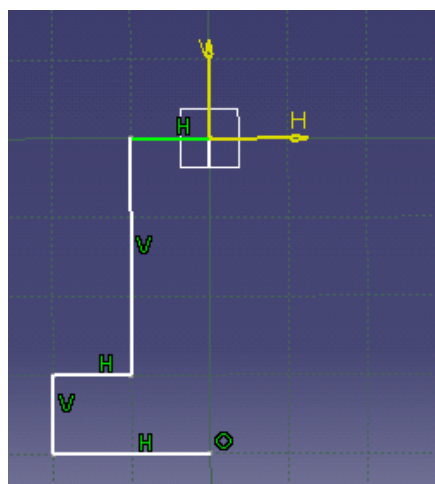
Rys. 1

Najpierw narysujemy jedną część szkicu. Następnie będziemy je modyfikować, tworzyć zaokrąglenia i fazy. Wybieramy więc pasek narzędzi Profile.



Rys. 2

Najpierw zajmiemy się zarysem połowy szkicu z rys. 1. Wymiary nie są istotne, można je w dowolnym czasie przypisać do elementów szkicu.



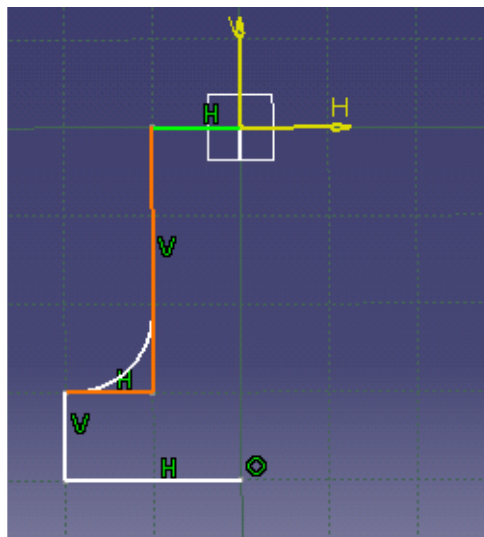
Rys. 3

Aby wykonać zaokrąglenia na powyższym szkicu użyjemy narzędzia *Corner*. Aby to zrobić należy kliknąć poniższą ikonę oraz wskazać dwie krawędzie, między którymi program ma stworzyć zaokrąglenie. Program pokaże nam zarys zaokrąglenia oraz umożliwi wybranie odpowiadającego

nam promienia.

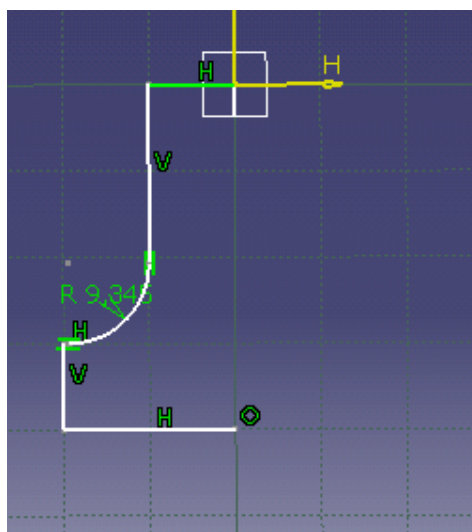


Rys. 4



Rys. 5

Zaokrąglenie zostanie wstawione po zatwierdzeniu. W ten sam sposób wykonujemy pozostałe zaokrąglenia w szkicu.

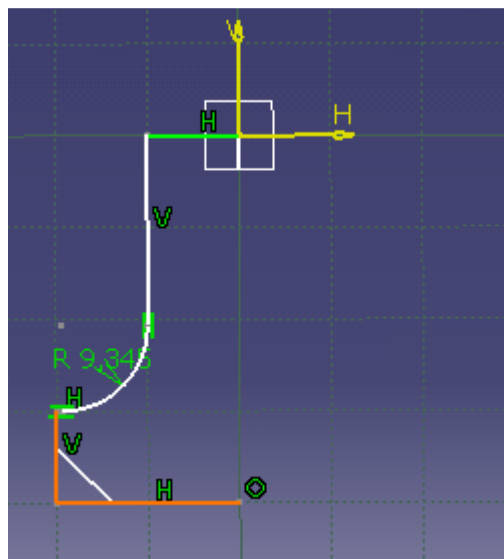


Rys.6

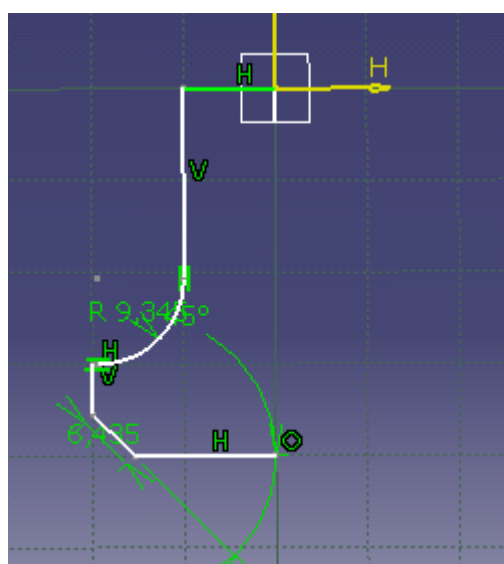
Teraz utworzymy fazę na dolnej krawędzi. W tym momencie potrzebne nam będzie narzędzie *Chamfer* (rys. 7). Po kliknięciu ikony wskazujemy dwie krawędzie, między którymi chcemy wygenerować fazę. Program umożliwi nam wybór wielkości fazy (rys. 8). Aby wybrać którąś z faz klikamy, a program wstawi ją automatycznie (rys. 9)



Rys.7



Rys.8



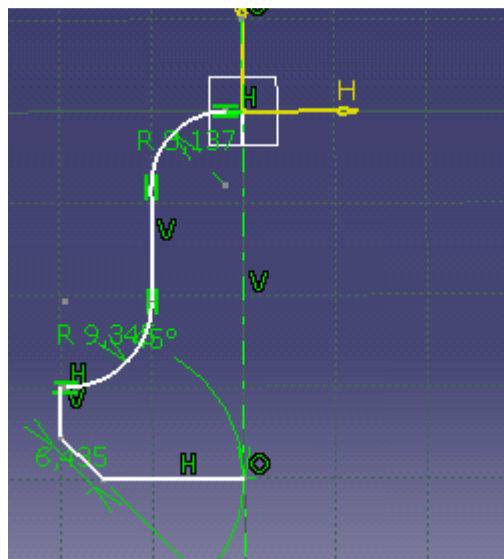
Rys.9

Żeby stworzyć drugą połowę szkicu musimy odbić element symetrycznie. Najpierw używamy narzędzia *Axis*. Aby go użyć klikamy ikonę oraz wyznaczamy oś symetrii.



Rys.10

Po wykonaniu tego działania rysunek powinien przypominać ten, na poniższym obrazku.



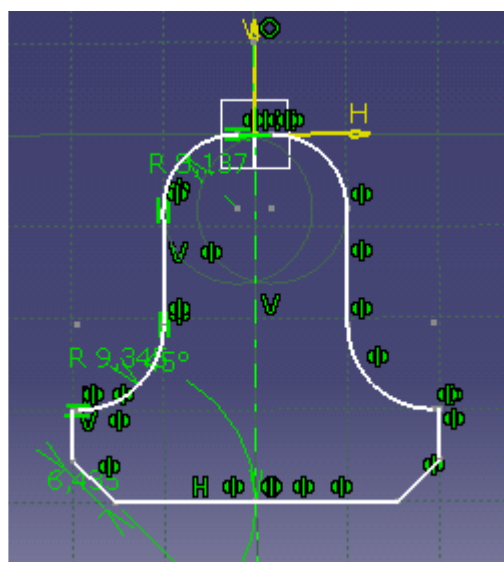
Rys.11

Teraz czas na narzędzie *Symmetry*, umieszczone w grupie *Transformation*. Dzięki niemu możemy wykonać symetrycznego odbicia wybranych elementów względem linii stworzonej dzięki narzędziu *Axis* lub zwykłej linii.



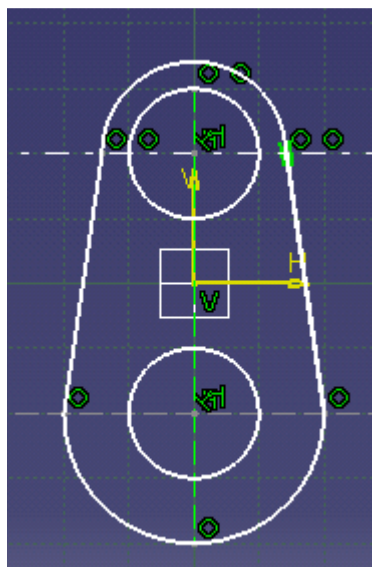
Rys.12

Na początku klikamy ikonę narzędzia i zaznaczamy wszystkie elementy mające wchodzić w skład odbitej części szkicu (w naszym przypadku wszystkie) i wskazujemy linię środkową wykonaną przy pomocy narzędzia *Axis* jako linię, względem której na zostać wykonane odbicie.



Rys.13

Aby poznać inne narzędzia grup: *Relimitations* i *Transformation* wykonamy poniższy rysunek.



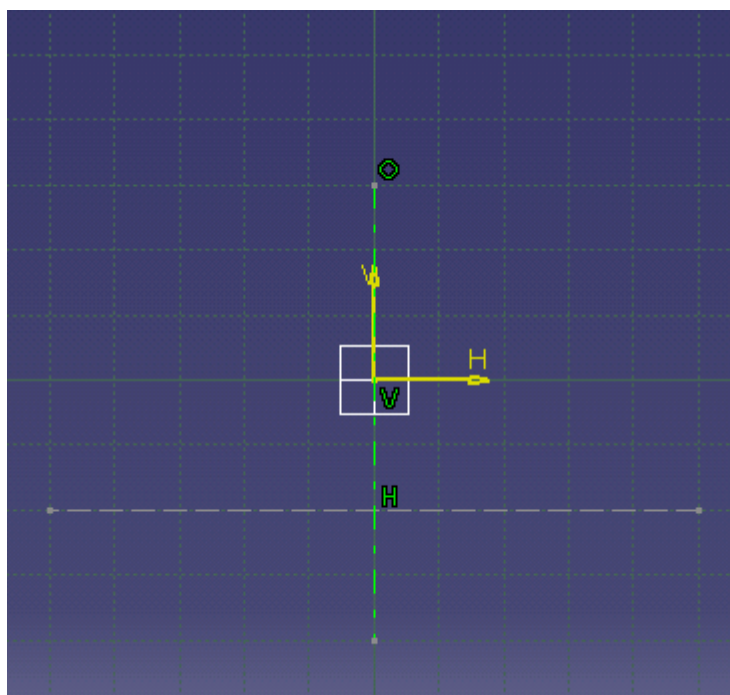
Rys.14

Pierwszym poznany narzędzie będzie *Quick Trim*



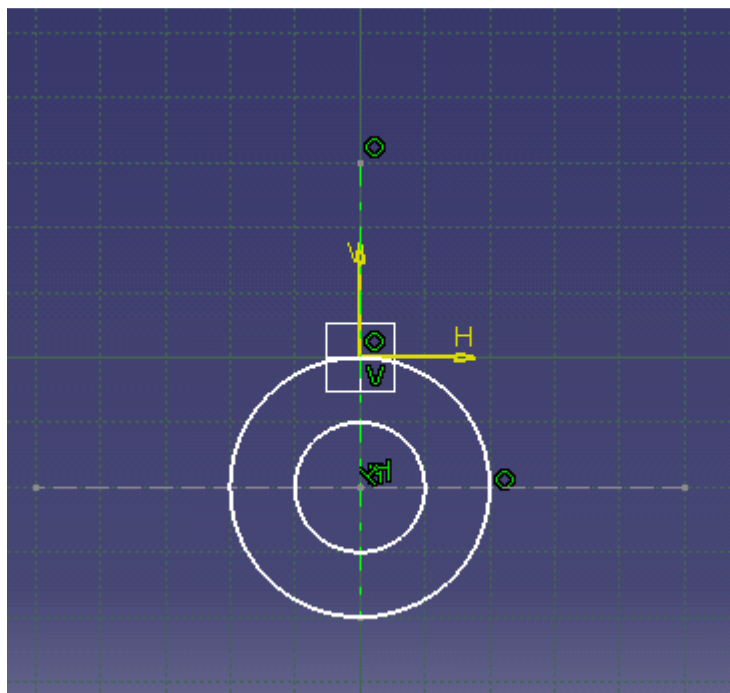
Rys.15

Na początku jednak narysujemy dwie przecinające się linie osiowe. Użyjemy do tego znanego już narzędzia *Axis*.



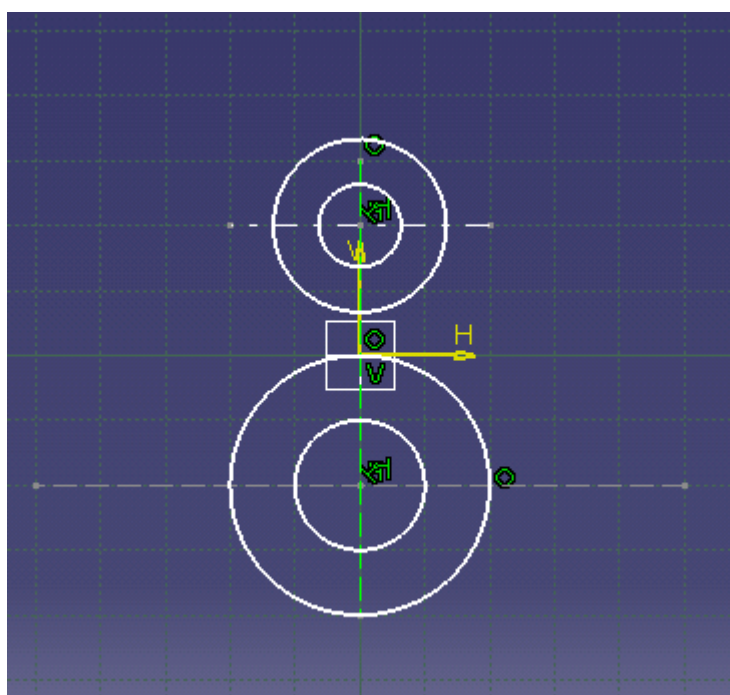
Rys.16

Następnie rysujemy dwa okręgi o środku w punkcie przecięcia osi.



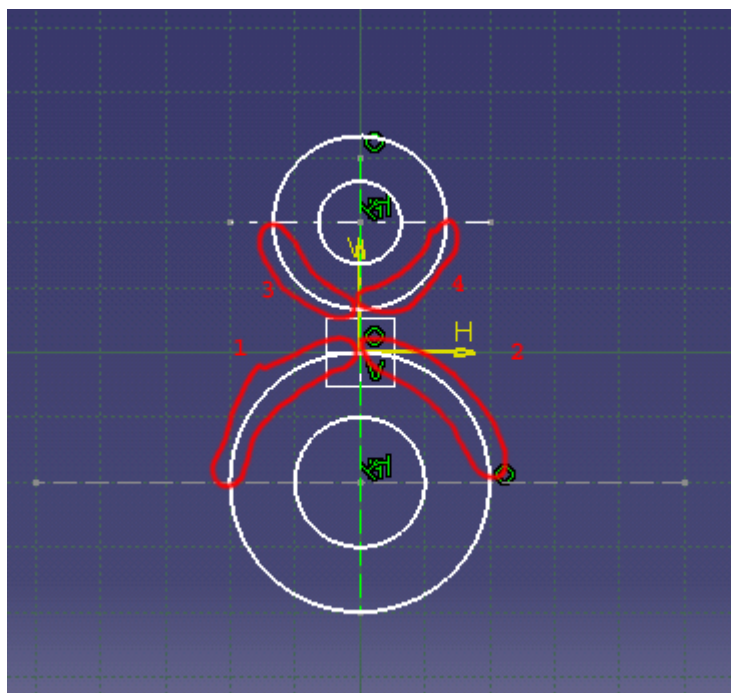
Rys.17

Następnie rysujemy jeszcze jedną linię osiową i w punkcie jej przecięcia dodajemy kolejne dwa okręgi koncentryczne.



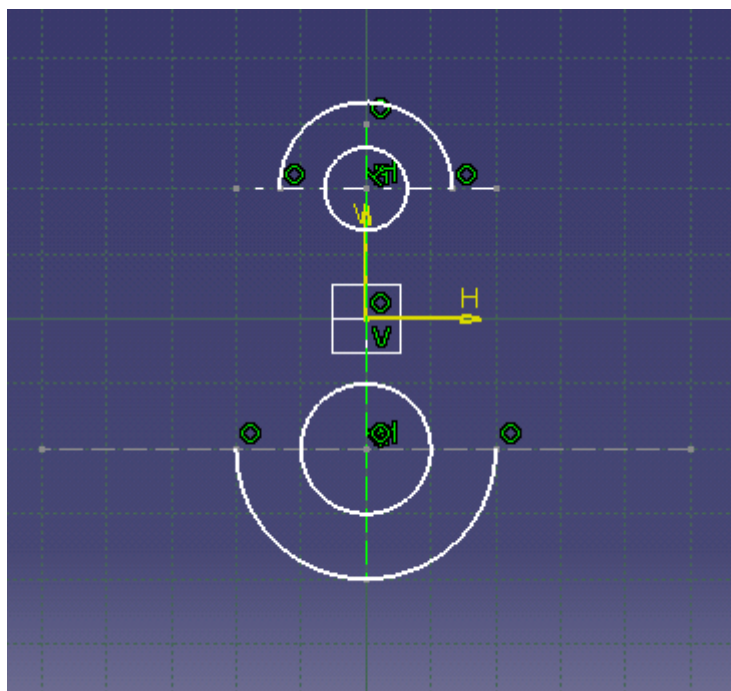
Rys.18

Następnie będzie nam potrzebne narzędzie *Quick Trim*. Aktywuje się je na stałe dwukrotnym kliknięciem. Potem wskazujemy kolejno elementy szkicu – tak jak na poniższym obrazku.



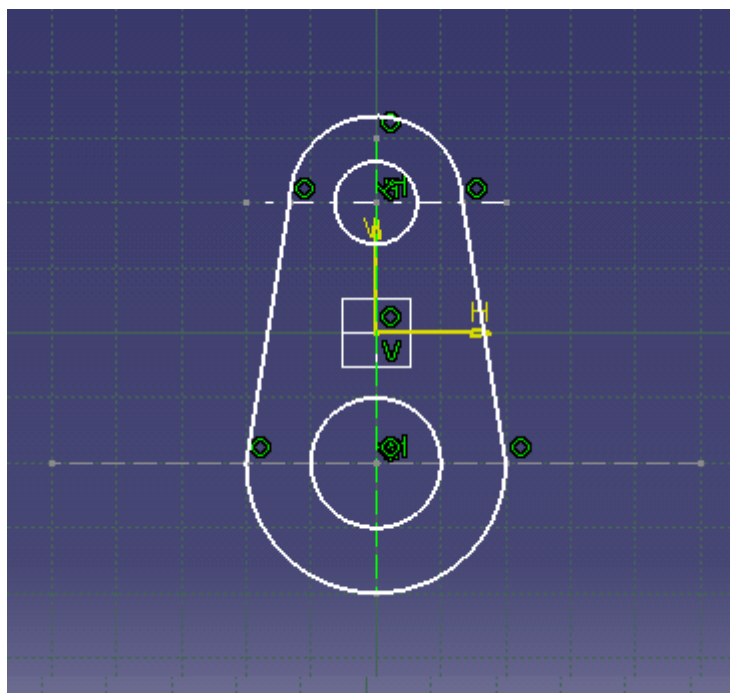
Rys.19

Szkic teraz wygląda tak:



Rys.20

Żeby połączyć wolne końce okręgów, musimy użyć narzędzia *Line*.



Rys.21

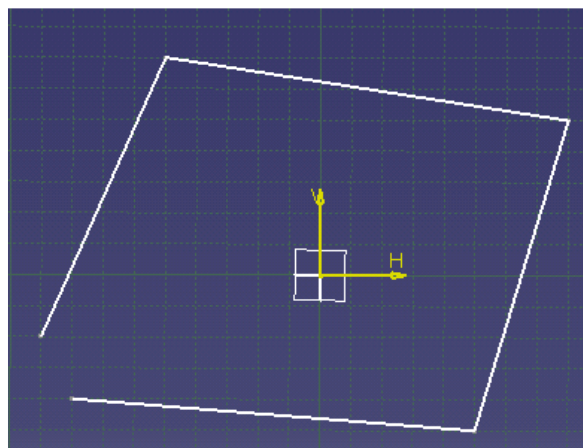
Lekcja 7 - Więzy

Tematami dzisiejszej lekcji będą kolejne narzędzia szkicownika, dzięki którym będziemy mogli nadać kształtom odpowiednie parametry wymiarowe oraz właściwości geometryczne (np. równoległość kilku prostych).

We wszystkich programach CAD więzy dzieli się dość podobnie na dwie grupy. Są to *więzy wymiarowe* oraz *geometryczne*. Więzy wymiarowe ograniczają rysowany szkic pod względem wielkości tworzonego elementu. Więzy geometryczne umożliwiają "wyprostowanie" tworzonego elementu. Określamy układ prostokątnych i równoległych linii lub to, które punkty miałyby być połączone.

Aby zastosować wyżej wymienione grupy narzędzi posłużymy się ćwiczeniem.

Na początek tworzymy szkic podobny do poniższego. Powinien być dość prosty.



Rys. 1

Pierwszym zadaniem będzie przekształcenie tego szkicu w regularny prostokąt. Aby połączyć dwie linie zaznaczamy punkty na końcach z wciśniętym klawiszem Ctrl.



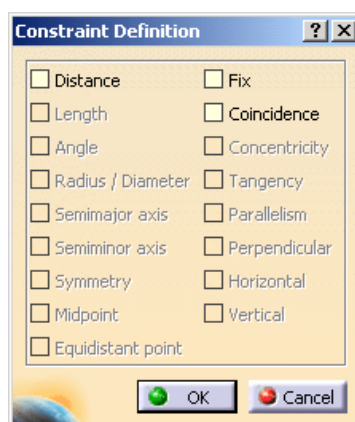
Rys. 2

Następnie wybieramy ikonę *Constraints Defined in Dialog Box*:



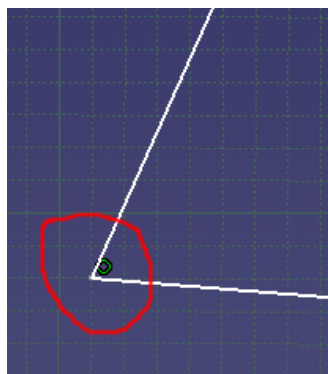
Rys. 3

w wyniku czego otwiera się poniższe okno dialogowe.



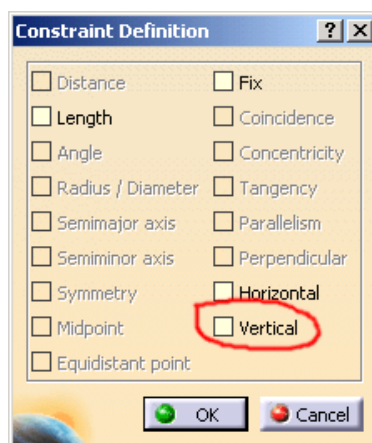
Rys. 4

Widzimy teraz, że wskazanym punktem możemy nadać więzy geometryczne. Wybieramy więc pozycję *Coincidence*. Program łączy linie i oznacza je symbolem zielonego kółeczka.



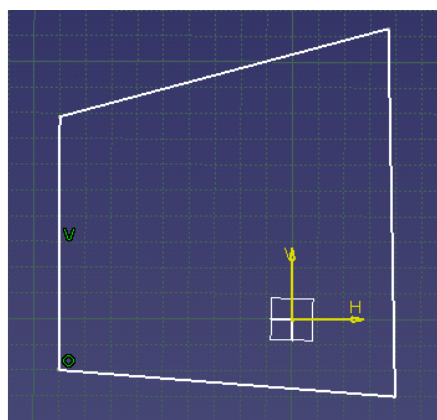
Rys. 5

Kolejnym ruchem będzie wyprostowanie lewej krawędzi. Zaznaczamy ją i ponownie klikamy ikonę narzędzia *Constraints Defined in Dialog Box*. Następnie zaznaczamy pole *Vertical*.



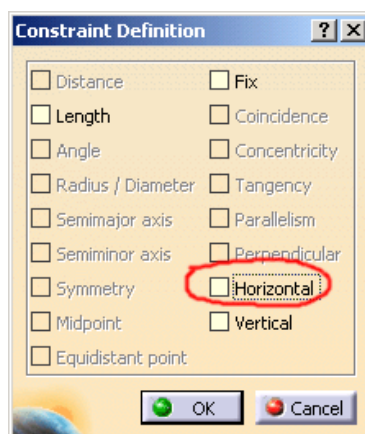
Rys. 6

Po zaznaczeniu opcji *Vertical* szkic zmieni kształt, a przy zmienionym boku pojawi się symbol V oznaczający węzeł wertykalny.



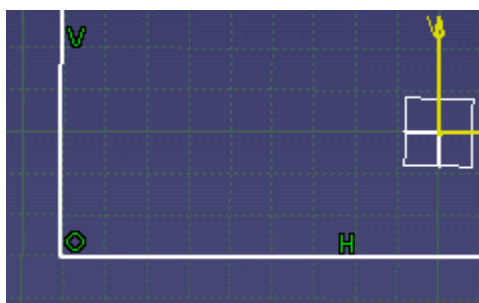
Rys. 7

Nadajmy teraz jednej z krawędzi więzy horyzontalne.



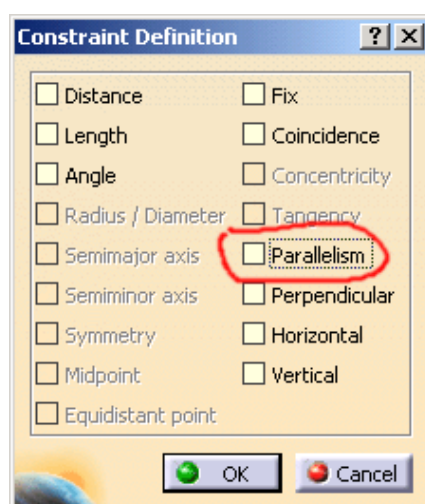
Rys. 8

Więzy horyzontalne są oznaczone na rysunku literą H. Poniżej znajduje się obrazek na którym widać wypoziomowaną krawędź dolną.



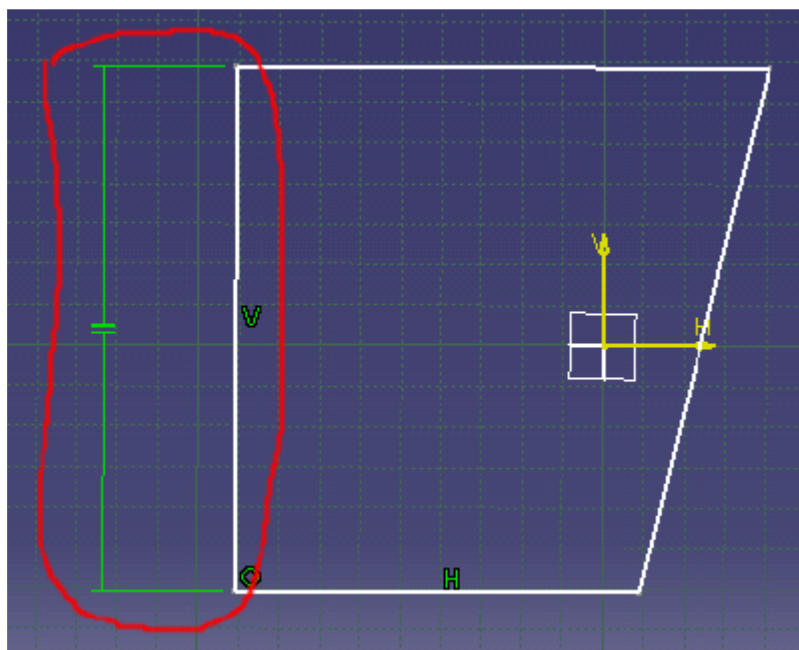
Rys. 9

Aby wyprostować resztę krawędzi możemy skorzystać z tego samego narzędzia *Constraints Defined in Dialog Box*. Można też zrobić to inaczej, wykorzystując inne rodzaje więzów. Aby wykorzystać drugą metodę musimy zaznaczyć dwie podstawy prostokąta – górną i dolną i klikamy *Constraints Defined in Dialog Box*. W poniższym oknie włączamy opcję *Parallelism* - równoległość.



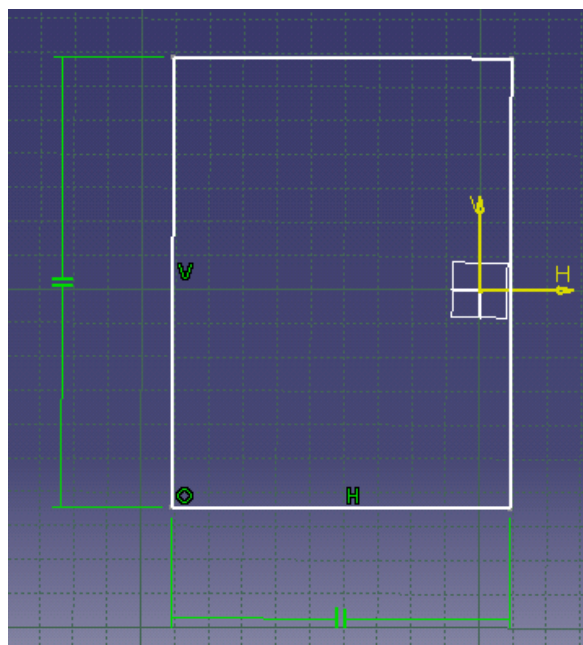
Rys. 10

Przy każdej zmianie na szkicu pojawiają się odpowiednie oznaczenia.



Rys. 11

Po wykonaniu tych samych czynności względem pionowych boków powinniśmy otrzymać następujący szkic, na którym widoczne są wszystkie więzy geometryczne.



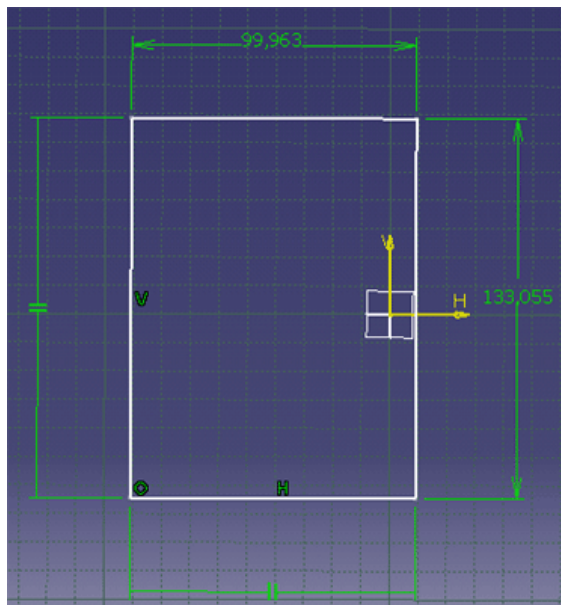
Rys. 12

Pozostaje nam dodać więzy wymiarowe w celu nadania mu ostatecznego wyglądu. Do tego potrzebne nam będzie narzędzie *Constraint* widoczne na poniższej ikonie.



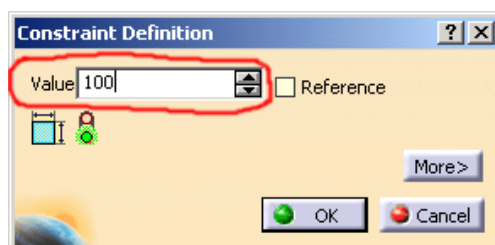
Rys. 13

Najpierw wybieramy te boki szkicu, które chcemy poddać wymiarowaniu, na razie na szkicu widać nieprawidłowe wartości.



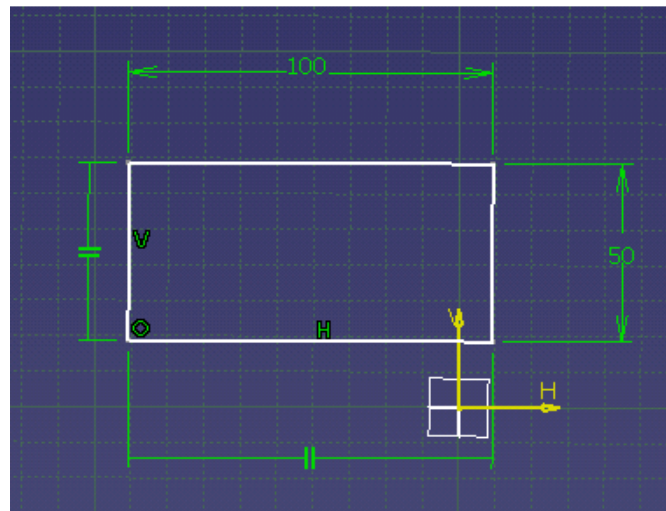
Rys. 14

Żeby je zmienić należy kliknąć dwukrotnie wybrany wymiar. Po ukazaniu się okienka wpisujemy prawidłową wartość.



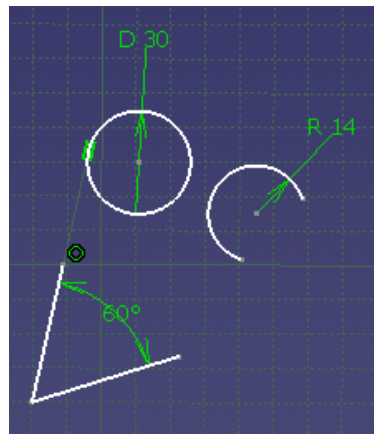
Rys. 15

Poza podaniem konkretnego wymiaru w polu *value* możemy umieścić całe działania matematyczne. Zostanie to omówione później. Na rys. nr 16 widać już zwymiarowany prostokąt.



Rys. 16

W ten sam sposób - za pomocą narzędzia *Constraint* – można wymiarować okręgi, łuki czy kąty.



Rys. 17

Lekcja 8 - Płaszczyzny

Do tej pory rysowaliśmy szkice, które umieszczone były na płaszczyznach, które udostępnia CATIA. Teraz spróbujemy stworzyć własną. Najpierw będziemy pracować nad odsuwaniem płaszczyzn na wybraną odległość od domyślnego, globalnego układu płaszczyzn. nauczymy się odsuwać płaszczyznę o zadaną odległość od standardowego układu płaszczyzn. Uaktywniamy moduł modelowania części. W centralnym punkcie ekranu widzimy różę płaszczyzn domyślnych.



Rys. 1

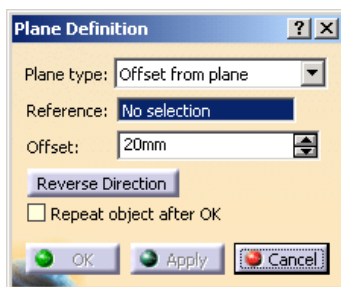
Pierwszym zadaniem będzie odsunięcie jednej z płaszczyzn o 50mm, tak aby była nadal

równoległa do płaszczyzny podstawowej. Kierunek pozostaje normalny do wybranej płaszczyzny. Będzie nam do tego potrzebne narzędzie *Plane* widoczne na poniższym rysunku.



Rys. 2

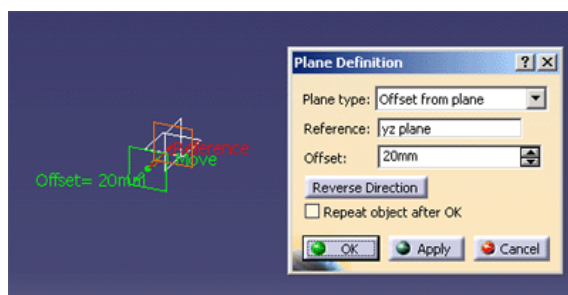
Po kliknięciu ikony widzimy otwarte okno dialogowe *Plane Definition*.



Rys. 3

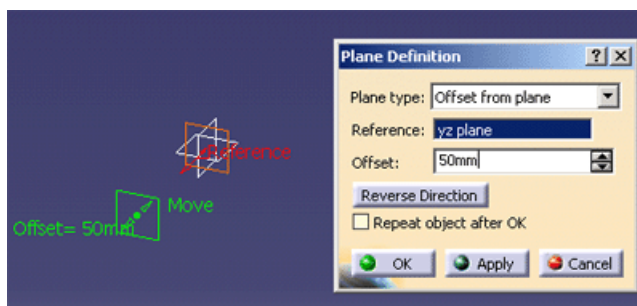
W tym oknie dialogowym możemy tworzyć odpowiednie płaszczyzny poprzez manipulowanie jej właściwościami.

Narzędzie *Plane* jest domyślnie ustawione na opcję: *Offset from plane*. Dzięki temu wariantowi mamy możliwość stworzenia płaszczyzn równoległych do danej. Opcja niżej informuje nas, że żadna płaszczyzna nie została wskazana do usunięcia. Wybieramy więc jedną z głównych płaszczyzn, poprzez kliknięcie. Program automatycznie wykonuje polecenie.



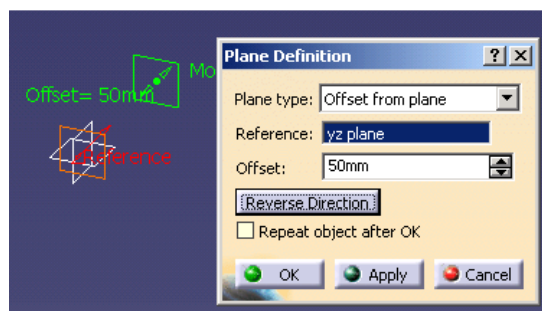
Rys. 4

Dalej w polu *Offset* wprowadzamy wybraną przez nas odległość – 50 mm.



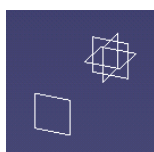
Rys. 5

Możemy również odbić płaszczyznę w przeciwną stronę – *Reverse Direction*.



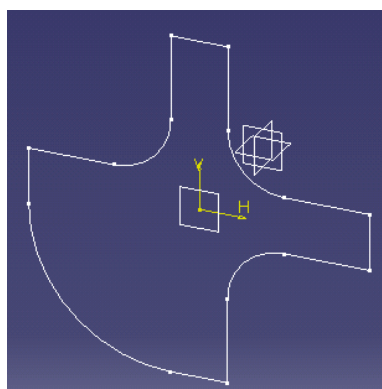
Rys. 6

Po zaakceptowaniu kliknięciem ok *OK* program automatycznie utworzy nową płaszczyznę konstrukcyjną.



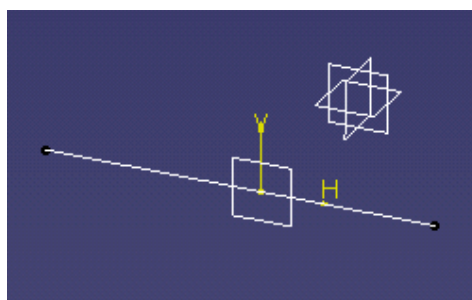
Rys. 7

Można na niej tworzyć dowolne szkice. Odsuwamy płaszczyzny od siebie w ten sam sposób, który pokazany jest wyżej.



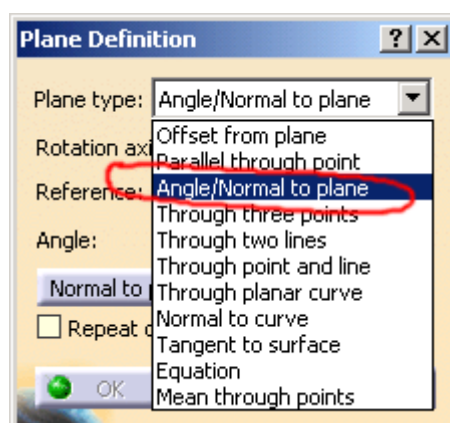
Rys. 8

Teraz spróbujemy odwrócić płaszczyznę o zadany kąt względem osi obrotu, którą może być dowolna linia. Musimy więc narysować prostą względem której obrócimy płaszczyznę.



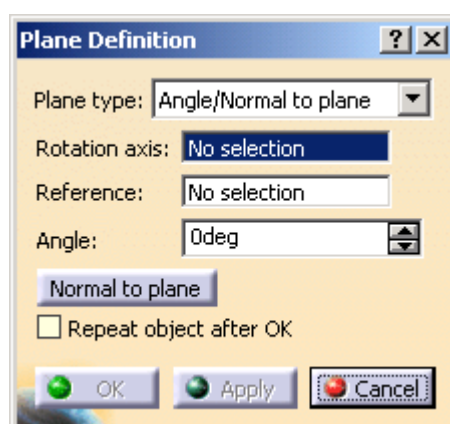
Rys. 9

Potem wybieramy narzędzie *Plane* i w *Plane Definition* wybieramy opcję *Angle/Normal to plane*.



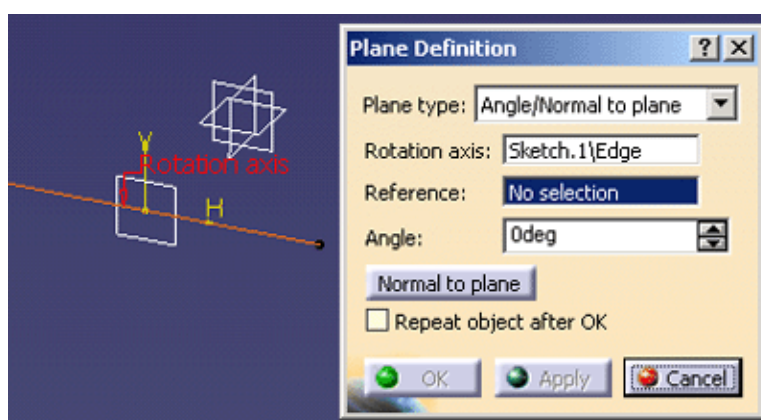
Rys. 10

Po wybraniu opcji pojawia się okna w które należy wpisać parametry narzędzia.



Rys. 11

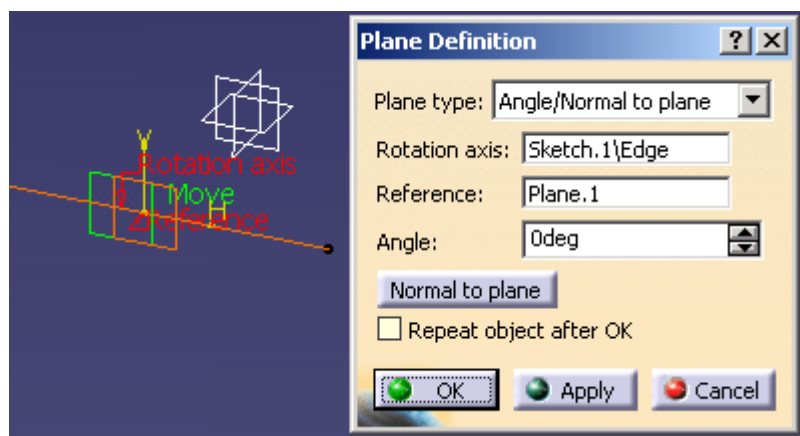
Pierwszym jest oś obrotu płaszczyzny (*Rotation axis*). Wskazujemy na szkicu narysowaną wcześniej linię..



Rys. 12

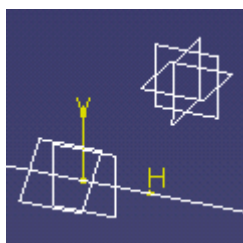
Na końcu wskazujemy płaszczyznę, której kopia ma zostać. W naszym ćwiczeniu wybierzemy

płaszczyznę, którą wskazywaliśmy wcześniej.



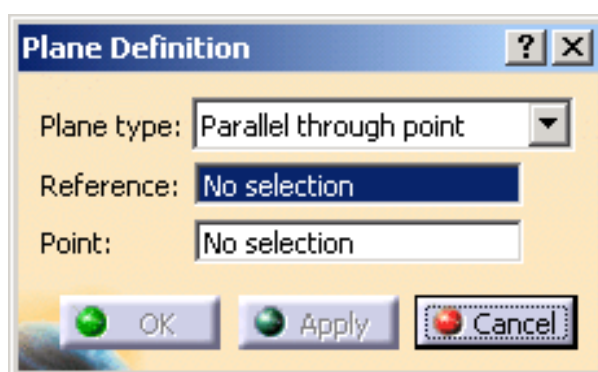
Rys. 13

Na koniec podajemy kąt obrotu. Płaszczyzna została zdefiniowana.



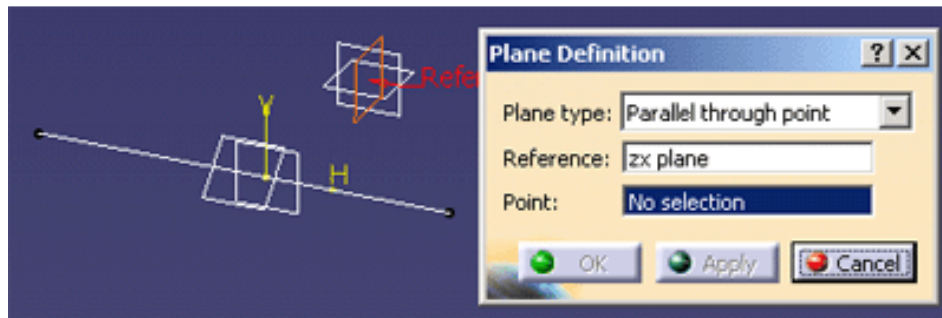
Rys. 14

Ostatnim ćwiczeniem będzie wskazanie płaszczyzny prostopadłej do danego punktu, a równoległej do płaszczyzny referencyjnej - *Parallel through point*. Po wybraniu opcji znów zmienia się okna, w których musimy uzupełnić dane.



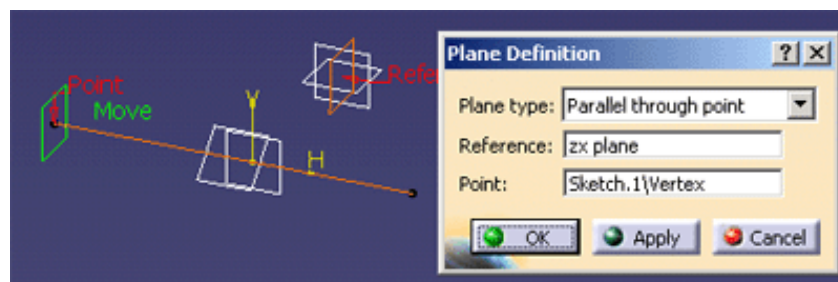
Rys. 15

Najpierw wskazujemy płaszczyznę do przemieszczenia.



Rys. 16

Pozostaje więc wskazać punkt, w którym płaszczyna ma być prostopadła.

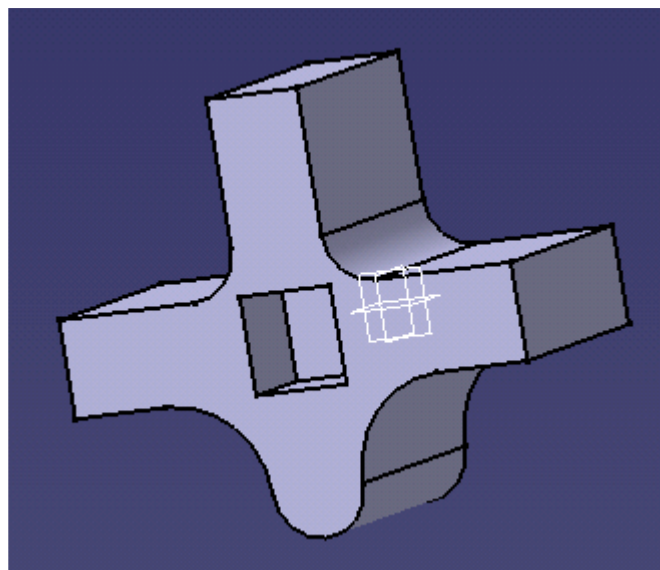


Rys. 17

Zatwierdzamy klikając OK Płaszczyzna automatycznie zostanie zaczepiona we wskazanym punkcie.

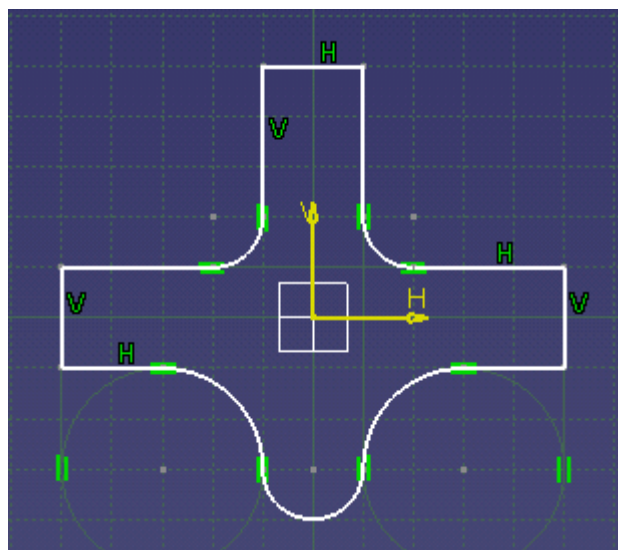
Lekcja 9 - Używanie narzędzi z grupy Sktech-Based Features cz. 1

Dzięki możliwości modelowania bryłowego przejdziemy kilka etapów tworzenia bryły na podstawie szkicu, oraz wykonamy w niej zagłębienie. Wynikiem ćwiczenia będzie bryła z poniższego rysunku.



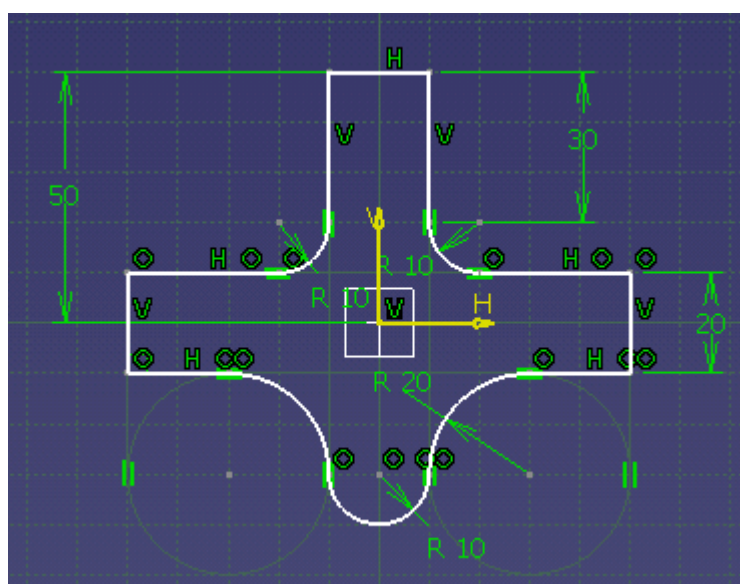
Rys. 1

Najpierw uaktywniamy szkicownik. Do narysowania szkicu bryły posłuży nam narzędzie *Profile*.



Rys. 2

Na szkicu pojawiać się będą więzy, które można jednak w każdym momencie zmienić. Potem zabieramy się za wymiarowanie szkicu. Po czym wychodzimy z przestrzeni szkicownika klikając ikonę *Exit workbench* (rys. 4).

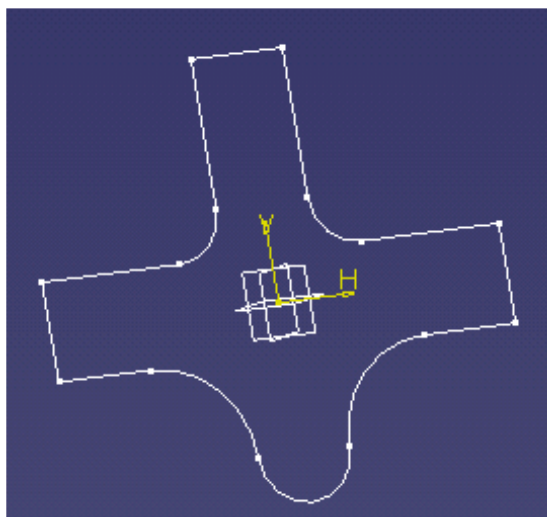


Rys. 3



Rys. 4

Teraz szkic powinien przypominać ten na rys. 5.



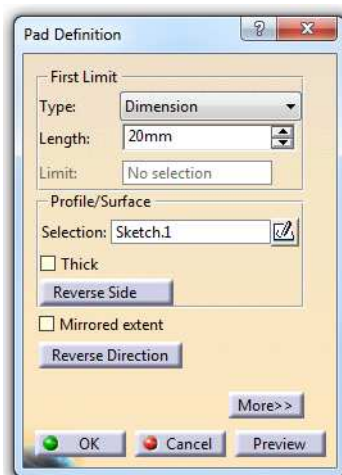
Rys. 5

Chcąc utworzyć model 3D, używamy narzędzia *Pad* (grupa *Sketch-Based Features*), dzięki któremu wyciągniemy szkic wykonany przed chwilą. Klikamy ikonę.



Rys. 6

W wyświetlonym oknie możemy dowolnie dobrać parametry, które widać teraz w oknie dialogowym *Pad Definition*.



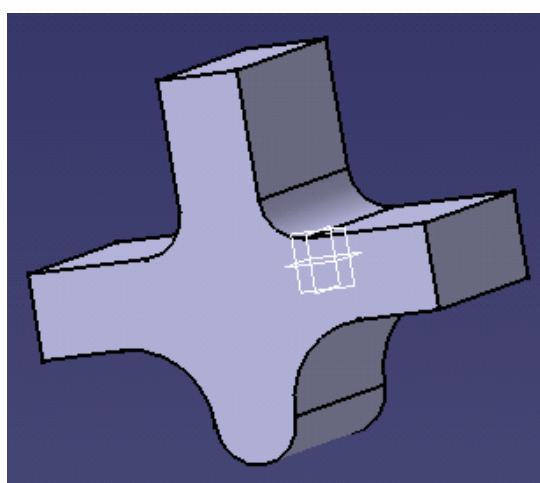
Rys. 7

Możemy teraz ustalić grubość bryły oraz stronę jej tworzenia - *Reverse Direction*. Możemy też uaktywnić opcję *Mirrored extent*, dzięki której bryła wyciągnie się w obie strony, a szkic będzie stanowił środek podziału obiektu.



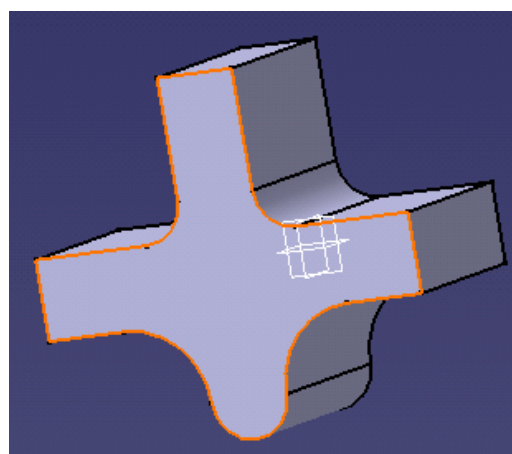
Rys. 8

W tym ćwiczeniu lepiej będzie zostawić ustawienia standardowe, aby stworzyć bryłę podobną do tej z rys. 9.



Rys. 9

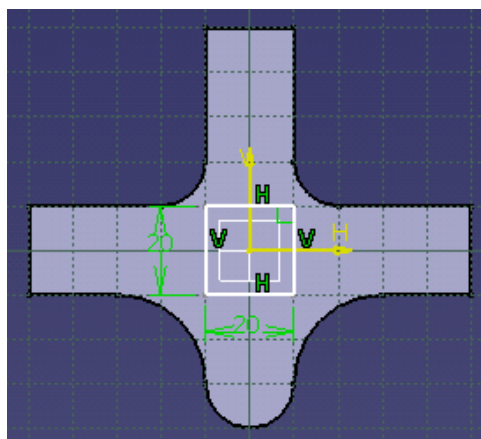
Aby w stworzonej przez nas bryle wykonać wycięcie w jej górnej podstawie należy wybrać ścianę, na której chcemy wycięcie umieścić. W tym celu klikamy górną ściankę, która jest na rysunku podświetlona na pomarańczowo.



Rys. 10

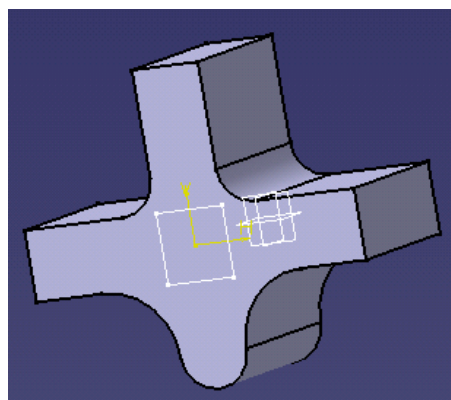
Teraz uaktywniamy tryb szkicownika i zaczynamy zarysowywać szkic otworu, który chcemy

wyciąć.



Rys. 11

Teraz możemy już wyjść ze szkicownika.



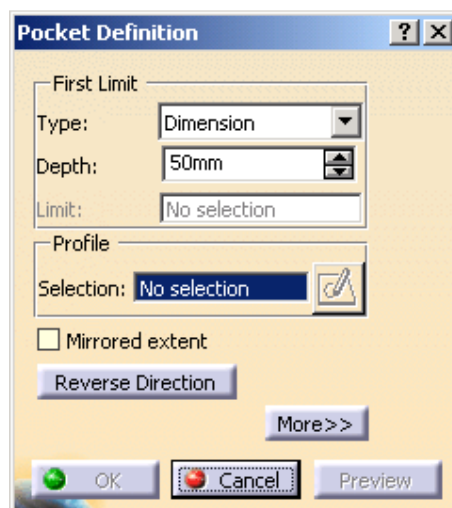
Rys. 12

Teraz możemy już użyć narzędzia *Pocket* z grupy *Sketch-Based Features*, dzięki któremu wytniemy w bryle otwór na bazie naniesionego szkicu.



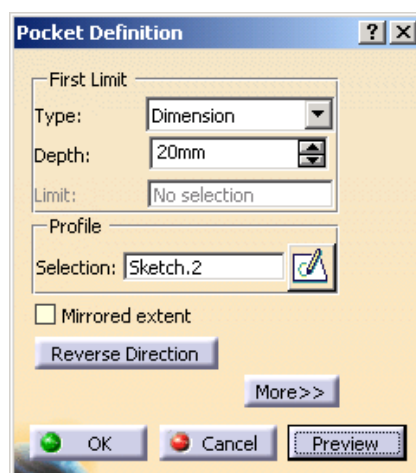
Rys. 13

Program wyświetli teraz okno *Pocket Definition*.



Rys. 14

Wskazujemy więc nasz szkic i podajemy wartość *Depth*, np. równą 20 mm.



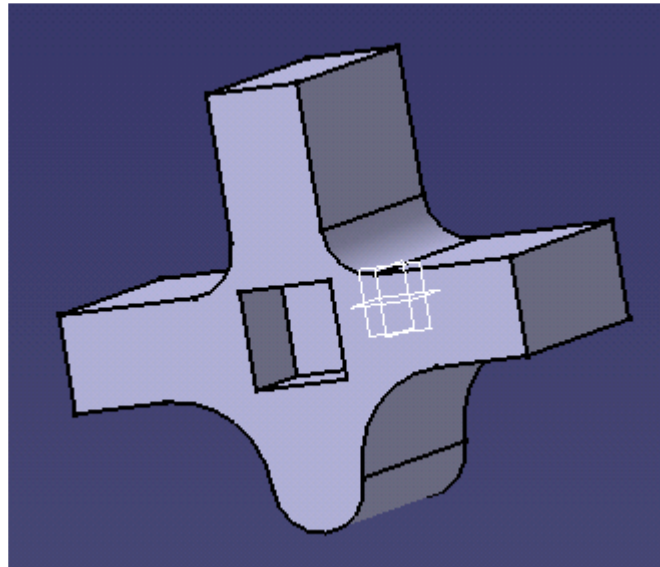
Rys. 15

W każdej chwili ,kiedy uzupełniamy pola w oknie możemy podejrzeć zmiany klikając *Preview*. Jeśli chcemy anulować zmiany, klikamy *Undo* (rys. 16) i wprowadzamy ustawienia ponownie zgodnie z tym, jaki efekt chcemy uzyskać.



Rys. 16

Jeśli wszystko jest już uzupełnione, klikamy *Ok*. Powinniśmy teraz widzieć poniższą bryłę:

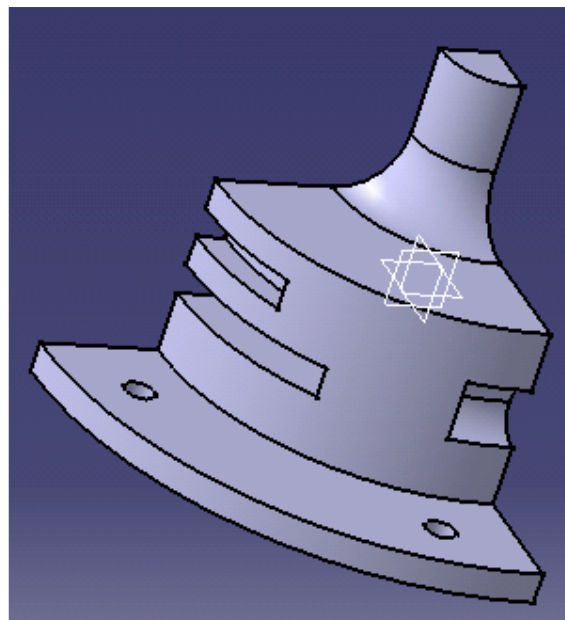


Rys. 17

Lekcja 10 - Używanie narzędzi z grupy Sktech-Based Features cz. 2

Bryły 3D możemy stworzyć przy zastosowaniu wyciągnięcia. Służy do tego narzędzie *Pad*. Teraz dowiemy się jak stworzyć bryłę poprzez obrót szkicu względem dowolnej osi.

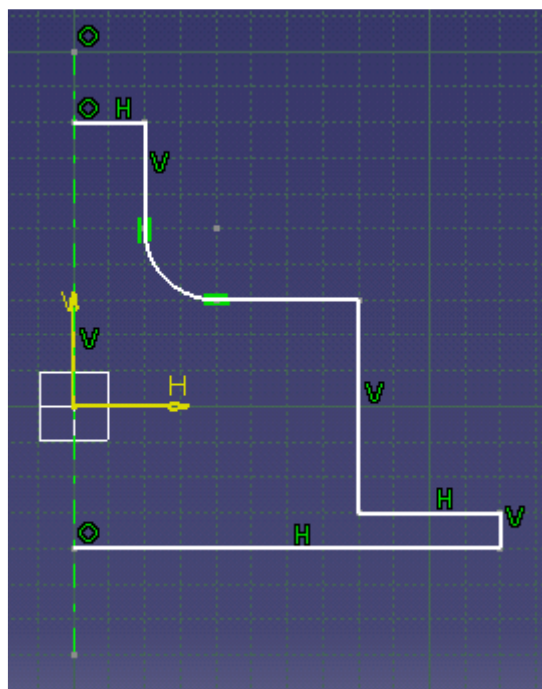
Naszym zadaniem będzie wykonanie modelu przedstawionego na poniższym rysunku.



Rys. 1

Najpierw musimy wykonać początkowy szkic modelu. Widać, że model można stworzyć przez obrót szkicu względem osi, jednak część elementów będziemy musieli naszkicować w inny sposób.

Przy pomocy poznanych wcześniej narzędzi rysujemy szkic.



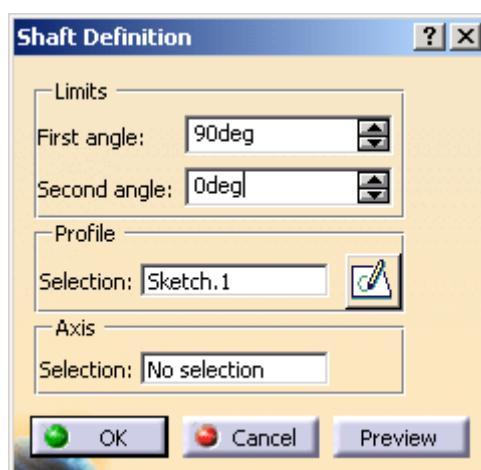
Rys. 2

Teraz przy pomocy narzędzia *Shaft* obrócimy szkic względem wybranej przez nas osi.



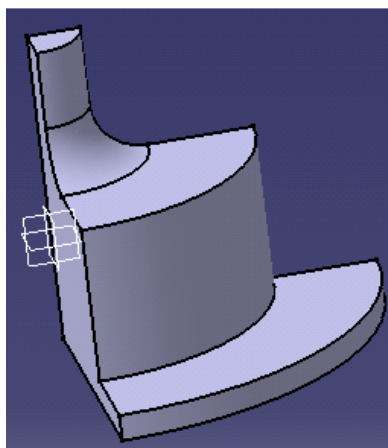
Rys. 3

Po kliknięciu ikony wpisujemy dane w oknie dialogowym *Shaft Definition*.



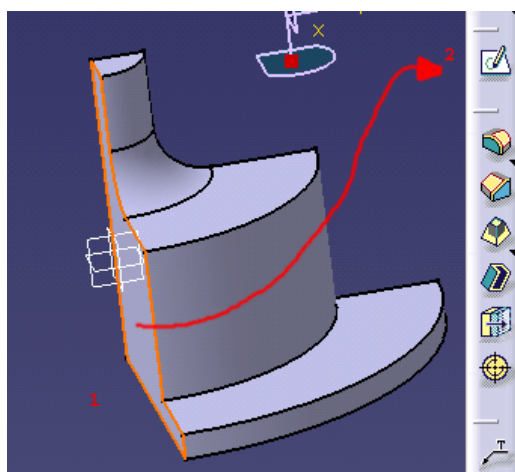
Rys. 4

W oknie tym należy wybrać szkic, oś obrotu, a także określić wartości kątów, o jakie szkic zostanie obrócony. Ty razem wybieramy 90° i 0° i klikamy OK.



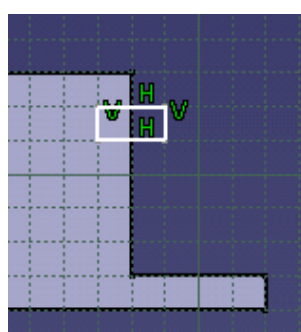
Rys. 5

Teraz, po otrzymaniu bryły obrotowej wykonamy wycięcie.



Rys. 6

zaczynamy szkicowanie profilu, którym wykonamy wycięcia w modelu.



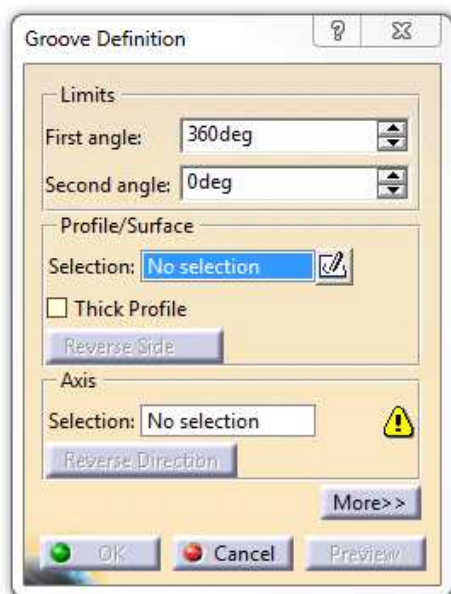
Rys. 7

Do wycinania rowków w bryłach obrotowych służy narzędzie *Groove*.



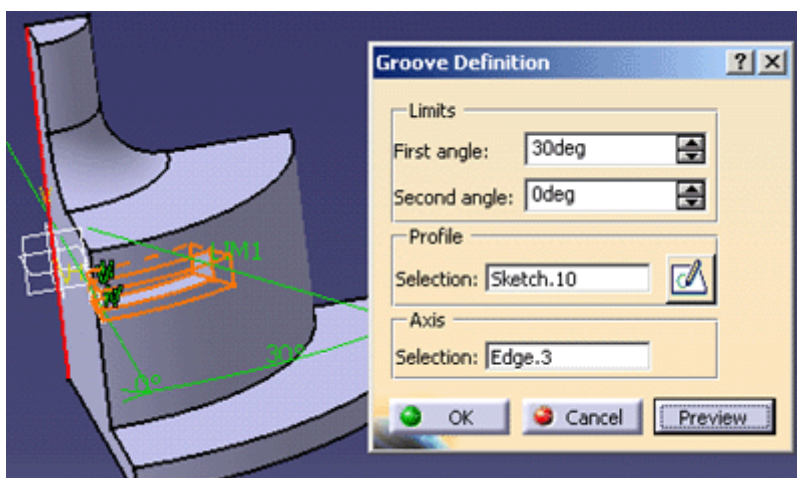
Rys. 8

Teraz pozostaje nam wpisać odpowiednie parametry w oknie dialogowym *Groove Definition*.



Rys. 9

W tym ćwiczeniu ustawimy parametry dokładnie tak jak na rysunku. Środkiem obrotu rowka będzie ostra krawędź modelu (zaznaczona na czerwono).

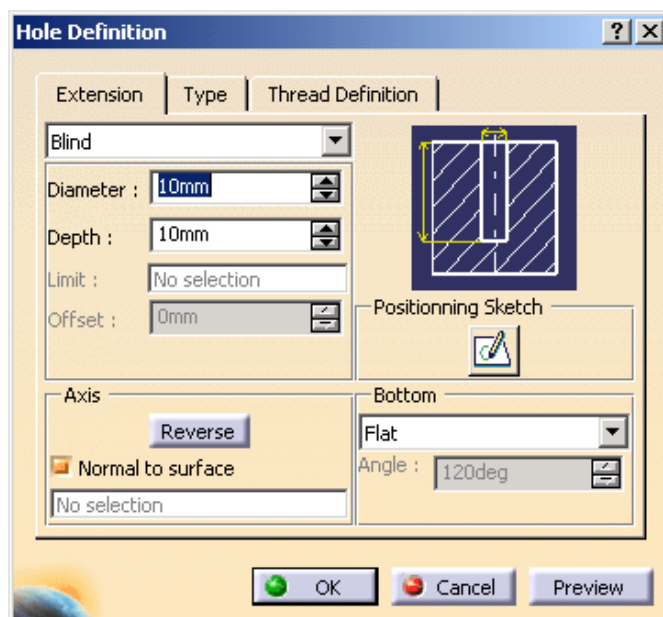


Rys. 10

Pozostałe rowki, które widoczne były na pokazowej bryle wykonujemy w ten sam sposób. Następnie, dzięki narzędziu *Hole* wstawimy otwory. Postępujemy analogicznie do poprzednich działań, wypełniając pola w oknie *Hole Definition*.

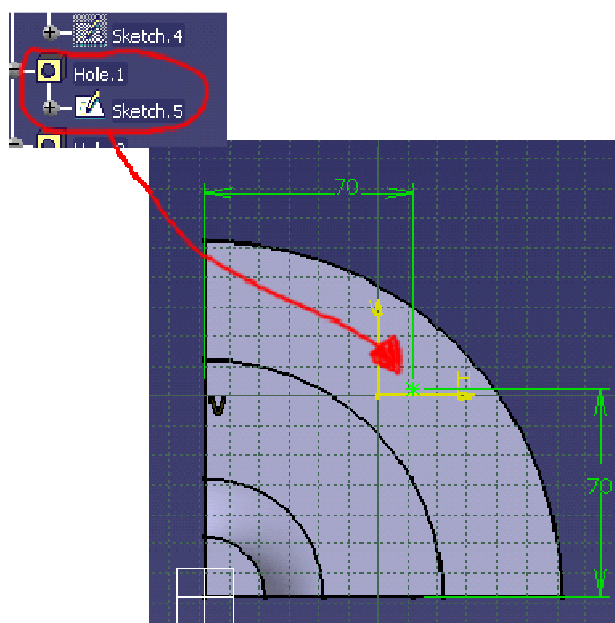


Rys. 11



Rys. 12

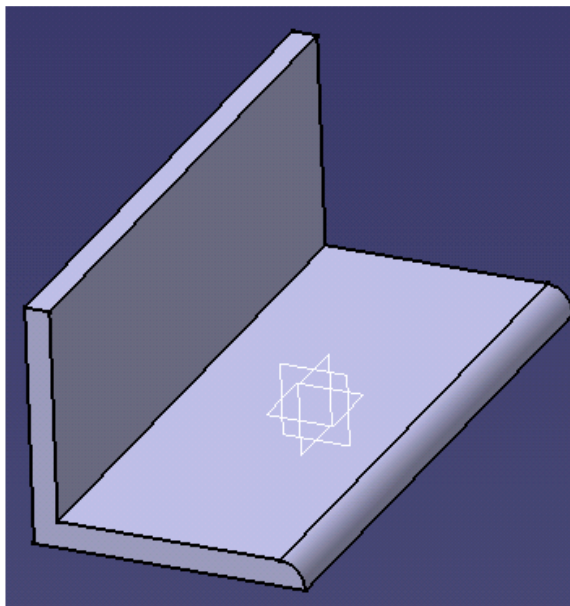
Żeby wybrać miejsce na otwór należy nadać więzy wymiarowe i/lub geometryczne punktowi, który odpowiada za położenie środka tworzonego otworu. Środek otworu może leżeć na dowolnej powierzchni lub płaszczyźnie istniejącej bryły



Rys. 13

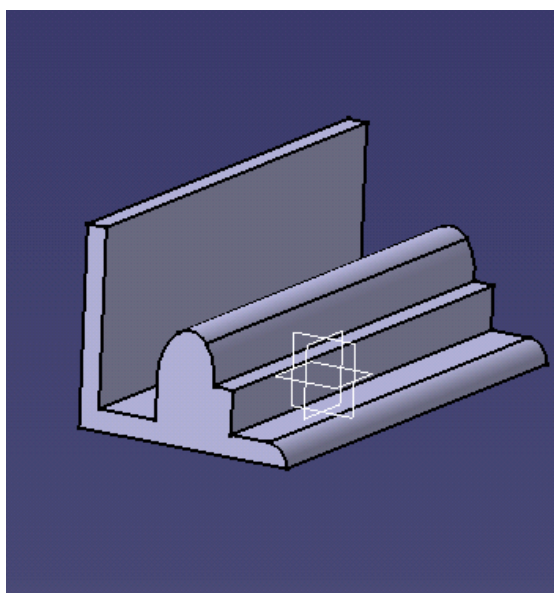
Lekcja 11 - Używanie narzędzi z grupy Sktech-Based Features cz. 3

Kolejnym ćwiczeniem będzie narysowanie poniższego elementu. Dzięki temu nauczymy się tworzyć na modelu zmiany powierzchni bazowej bryły.



Rys. 1

Na tym modelu możemy pracować z narzędziem *Rib* (rys.3). Efekt użycia narzędzia widać poniżej.



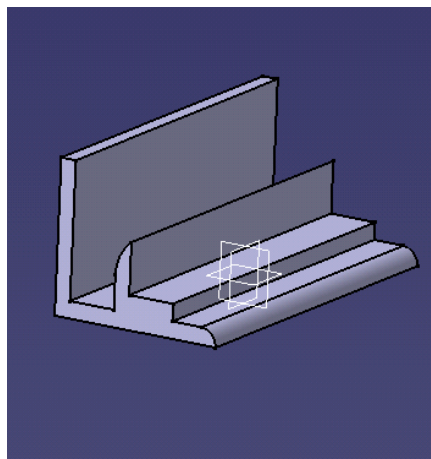
Rys. 2



Rys. 3

Przy tworzeniu takiego kształtu musimy najpierw narysować szkic na wybranej powierzchni bryły. Potem dzięki narzędziu *Rib* wskazujemy ten szkic i krawędź względem której chcemy umieścić wybrzuszenie.

Narzędziem, które działa przeciwnie do *Rib*, jest *Slot*. Sposób działania jest identyczny, jednak efektem są wybrania w projektowanych detalach.



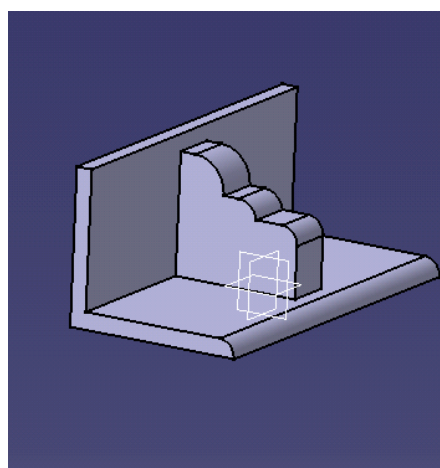
Rys. 4

Żeby przeciwżyć działaniu *Rib* potrzebujemy szkicu, za pomocą którego wykonamy rowek. Szkic możemy przesuwając wzdłuż wybranej krawędzi.



Rys. 5

Jeśli chcemy modelować żebra, które wzmocnią konstrukcję możemy użyć narzędzia *Stiffener*. Schemat działania jest identyczny jak wcześniej



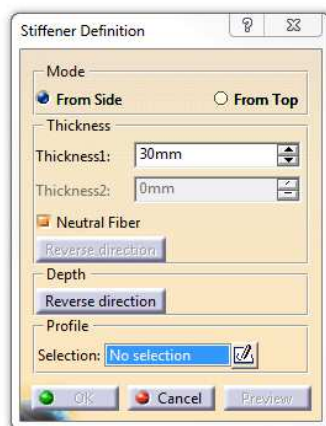
Rys. 6

Po narysowaniu szkicu klikamy w ikonę narzędzia:



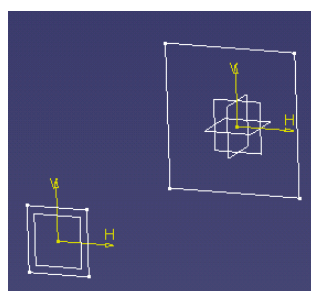
Rys. 7

Potem wpisujemy wybrane parametry zgodnie z opisem w oknie dialogowym.



Rys. 8

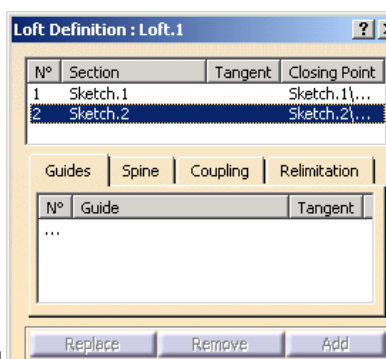
Następne omówione narzędzia będą przydatne podczas tworzenia elementów, które łączą dwa niezależne profile w bryłę. Są to już dość skomplikowane operacje, gdyż czasami dostosowanie parametrów umożliwiających połączenie szkiców bywa wręcz niemożliwe. Wykonajmy jednak ćwiczenie, które pokaże sposób działania. Rysujemy dwa kwadraty różniące się wielkością, na dwóch oddalonych od siebie płaszczyznach. Do łączenia szkiców służy narzędzie *Loft* (rys. 10).



Rys. 9



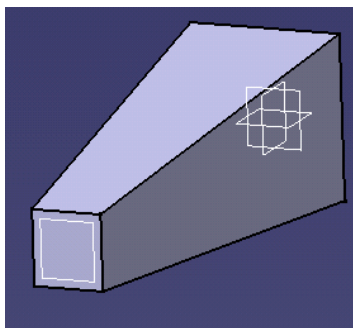
Rys. 10



Rys. 11

Pojawia się okno dialogowe umożliwiające wybór obu elementów geometrii utworzonych w szkicowniku.

Po zaakceptowaniu, program automatycznie tworzy bryłę.



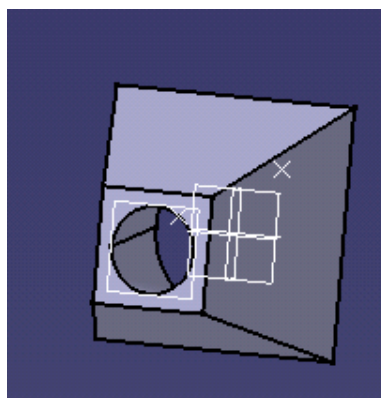
Rys. 12

Na końcu w grupie *Sketch-Based Features* znajduje się narzędzie *Removed Loft* (Rys.13). Możemy dzięki nim wykonać zadania podobne do powyższych, jednak dodatkowo narzędzie pozwala na wycinanie i usuwanie materiału z modelu.



Rys. 13

Efekt działania narzędzia widać na poniższym rysunku.



Rys. 14

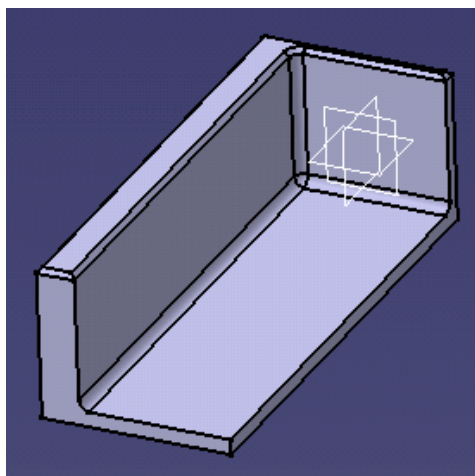
Lekcja 12 - Używanie narzędzi z grupy Dress Up Features cz.1

Kolejną grupą narzędzi jest *Dress Up Features*.



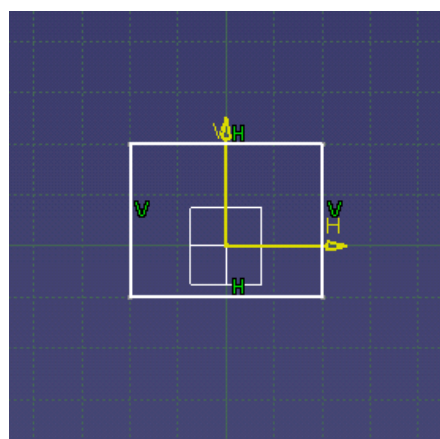
Rys. 1

Aby zobaczyć działanie poszczególnych narzędzi w praktyce, potrzebny będzie nam model podobny do tego na rys. 2.



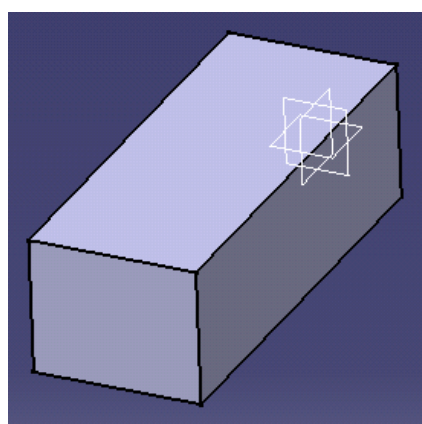
Rys. 2

Pierwszym krokiem jest narysowanie szkicu, zaczniemy więc rysować prostokąt.



Rys. 3

Aby powstał z niego prostopadłościan użyjemy narzędzia *Pad*. Otrzymujemy poniższy model.

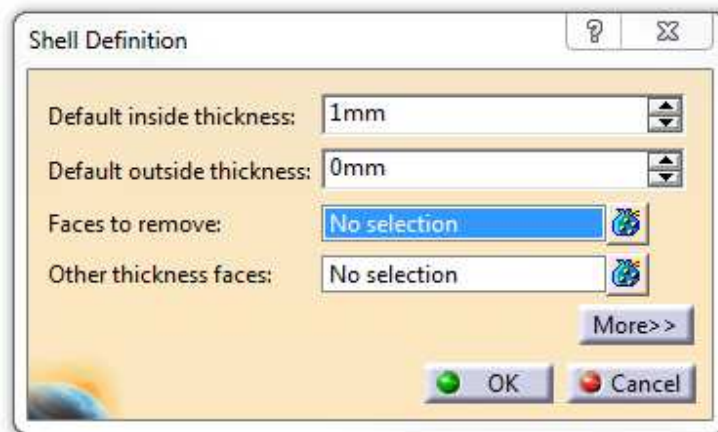


Rys. 4

Teraz, aby przygotować podstawę modelu użyjemy pierwszego narzędzia z grupy – *Shell*. Dzięki niemu, w oknie dialogowym (rys.6) usuniemy wybrane ścianki oraz nadamy im odpowiednią grubość.

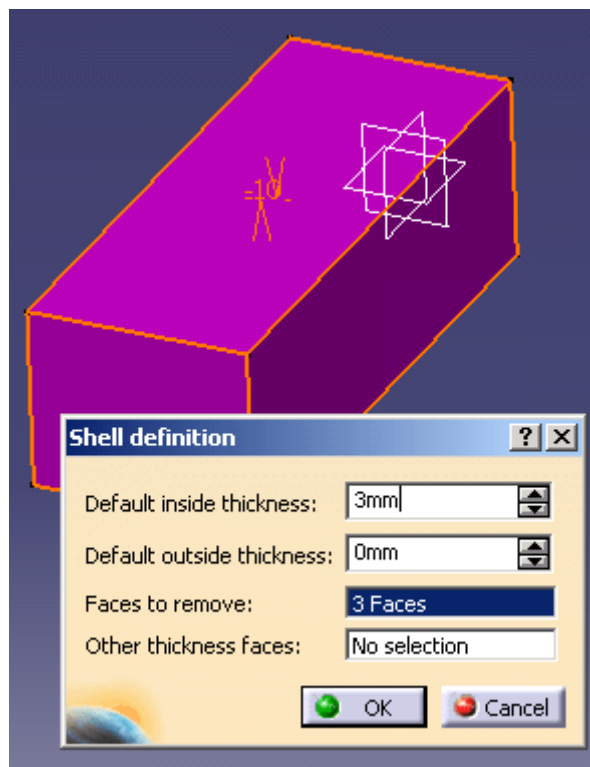


Rys. 5



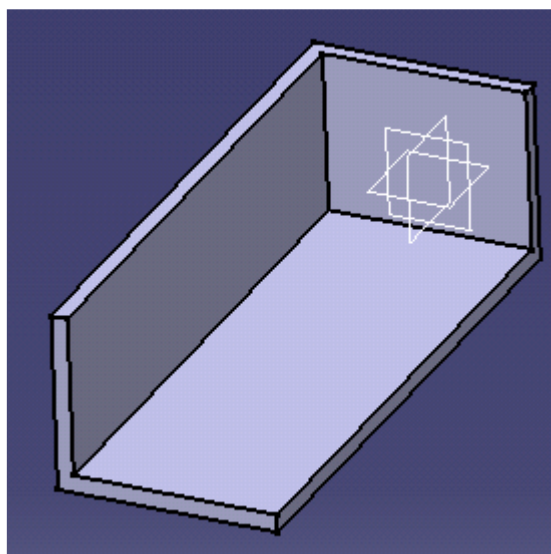
Rys. 6

W naszym ćwiczeniu ustawmy grubość na 3mm. Potem wybieramy ścianki.



Rys. 7

Teraz model wygląda następująco:



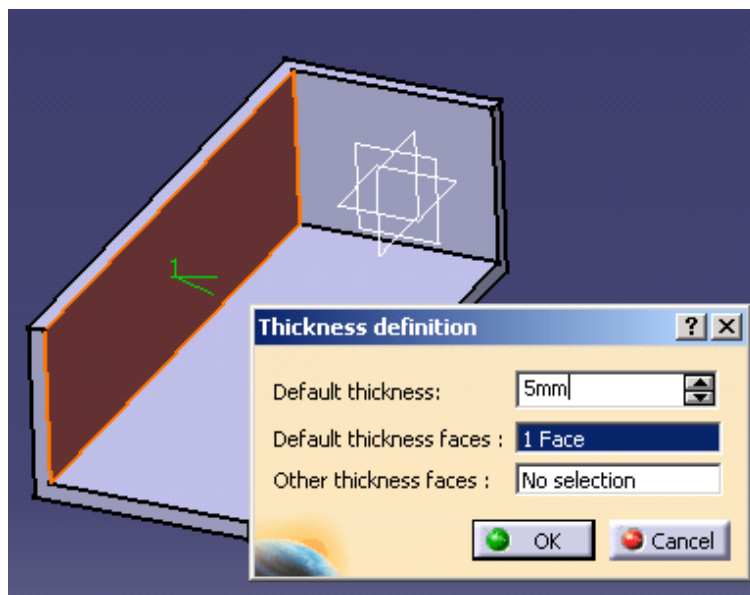
Rys. 8

Aby pogrubić wybraną przez nas ściankę musimy użyć narzędzia – *Thickness*.



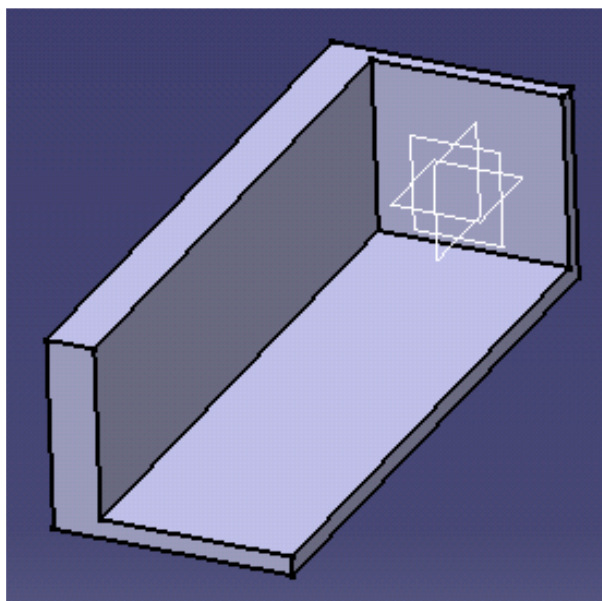
Rys. 9

W oknie dialogowym podajemy wartość pogrubienia oraz wybrać ściankę, której pogrubienie ma dotyczyć.



Rys. 10

Po zaakceptowaniu zmian widok przedstawia się tak:



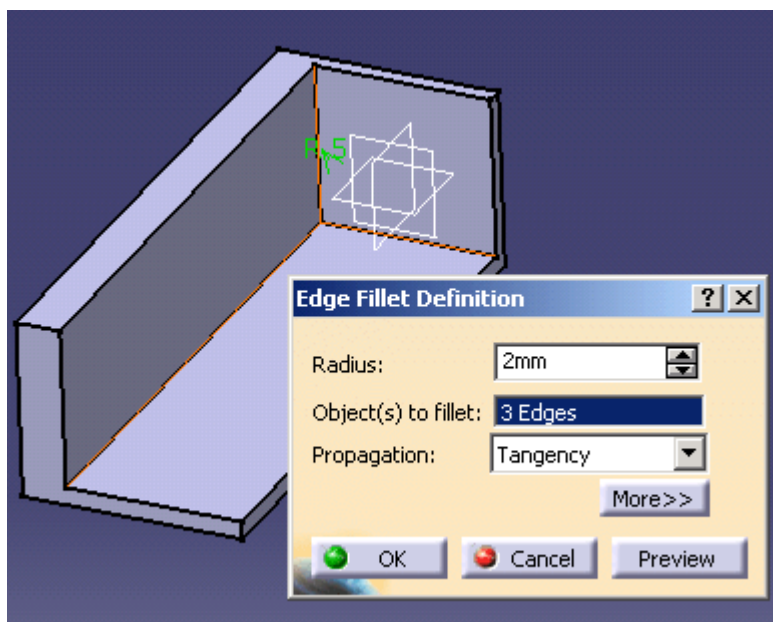
Rys. 11

Na koniec dodajemy zaokrąglenia i fazy - klikamy ikonę *Edge fillet*.



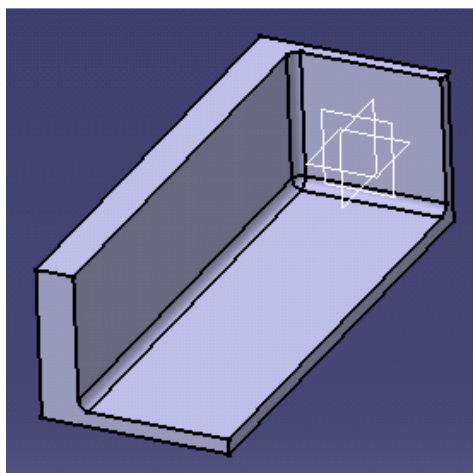
Rys. 12

Znów pojawi się okno dialogowe, w którym wpisujemy wybrane przez nas dane dotyczące promienia zaokrąglenia. Potem wskazujemy krawędzie, na których ma być ono wykonane.



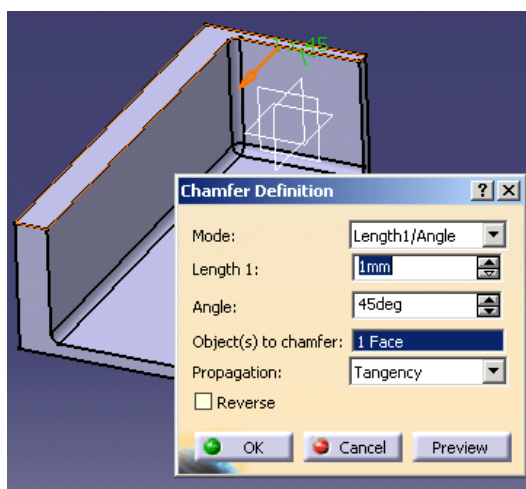
Rys. 13

Teraz model wygląda tak:



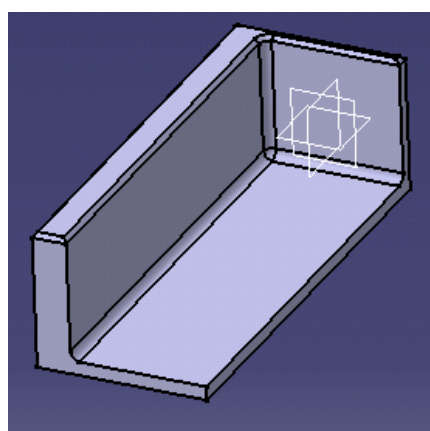
Rys. 14

Aby wstawić do rysunku fazę należy postępować analogicznie. Klikamy ikonę *Chamfer* wskazujemy odpowiednie krawędzie lub płaszczyzny oraz określamy szczegółowe parametry kąta pochylenia fazy oraz jej wielkości.



Rys. 15

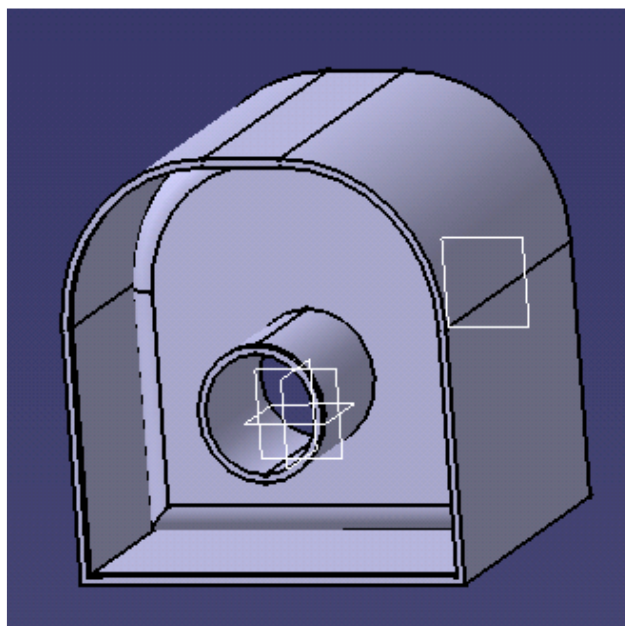
Gotowy model wygląda następująco:



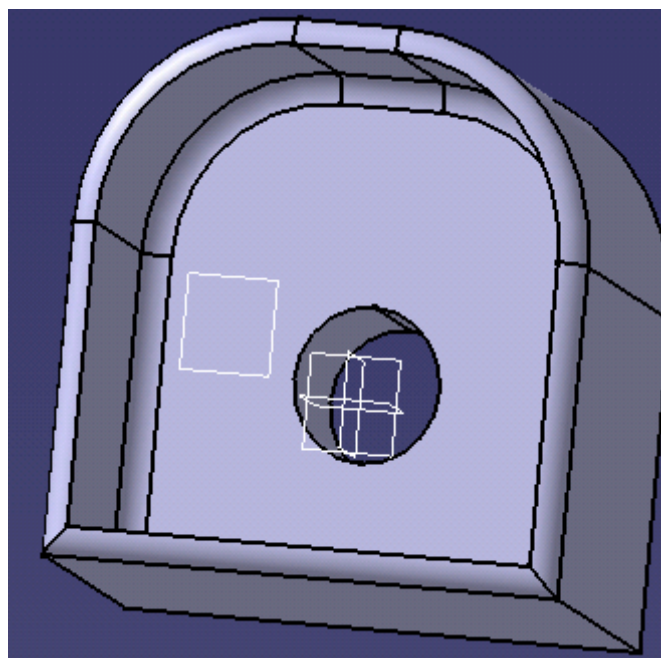
Rys. 16

Lekcja 13 - Zaawansowane funkcje szkicowania

Kolejnym ćwiczeniem będzie wykonanie modelu, w tworzeniu którego potrzebne będą nam zaawansowane funkcje szkicownika. Poniżej gotowy model, który będziemy szkicować.



Rys. 1



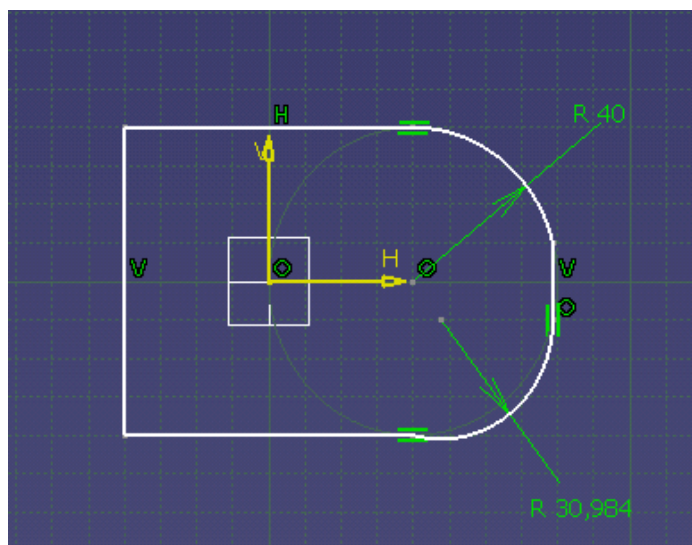
Rys. 2

Na początku stworzymy szkic elementu bazowego. Użyjemy do tego narzędzia *Formuła*:



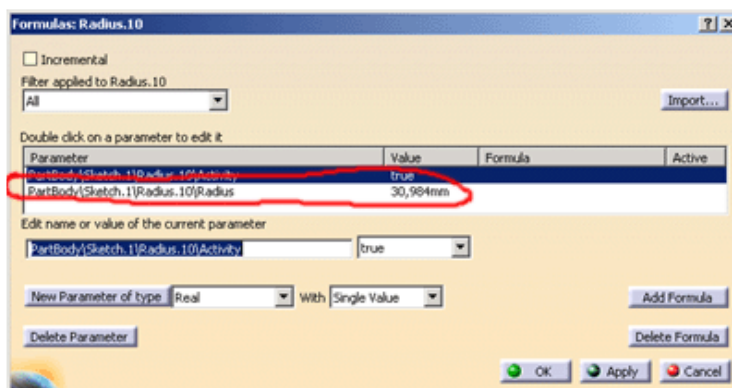
Rys. 3

Pozwala ono wstawiać do tworzonych więzów różnego rodzaju równania matematyczne oraz stworzone na potrzeby danego projektu własne formuły. Skorzystamy z tego narzędzia podczas wiązania szkicu więzami wymiarowymi. W tym celu narysujmy niedbale nasz szkic, aby można było wykorzystać narzędzie *Formuła*. Na poniższym rysunku widać szkic z więzami wymiarowymi nadanymi na zaokrąglone krawędzie szkicu.



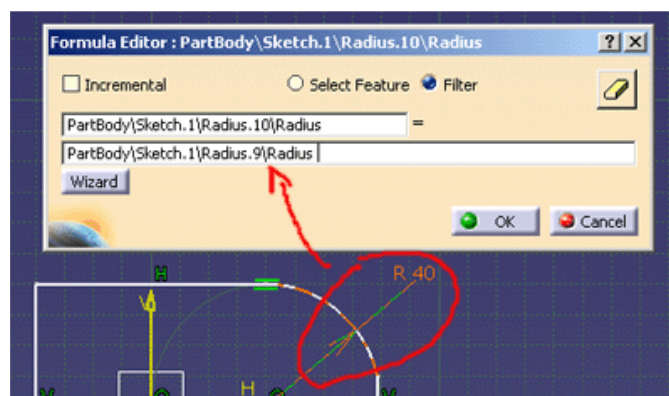
Rys. 4

Na rysunku widać, że promienie zaokrągleń różnią się od siebie. Aby je wyrównać klikamy w wartość dolnego zaokrąglenia i w oknie *Constraint definition* wpisujemy na klawiaturze wartość równą 40 (aby była taka sama jak powyższego promienia zaokrąglenia). Możemy też użyć narzędzia *Formuła*. Ta druga możliwość jest lepszym rozwiązaniem, ponieważ przy każdorazowej zmianie wartości promienia górnego zaokrąglenia dolne zaokrąglenie zostanie automatycznie przemodelowane. A zatem klikamy ikonę narzędzia *Formuła* i w wyświetlonym oknie dialogowym zaznaczamy interesującą nas wartość.



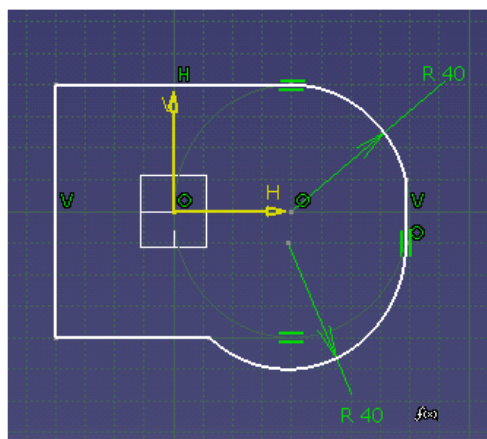
Rys. 5

Potem klikamy *Add Formula* i wskazujemy promień górnego zaokrąglenia.



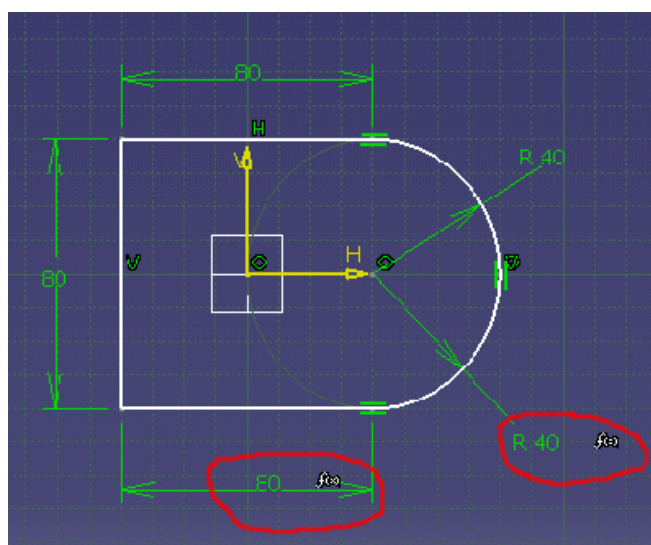
Rys. 6

Teraz nasz szkic wygląda mniej więcej tak:



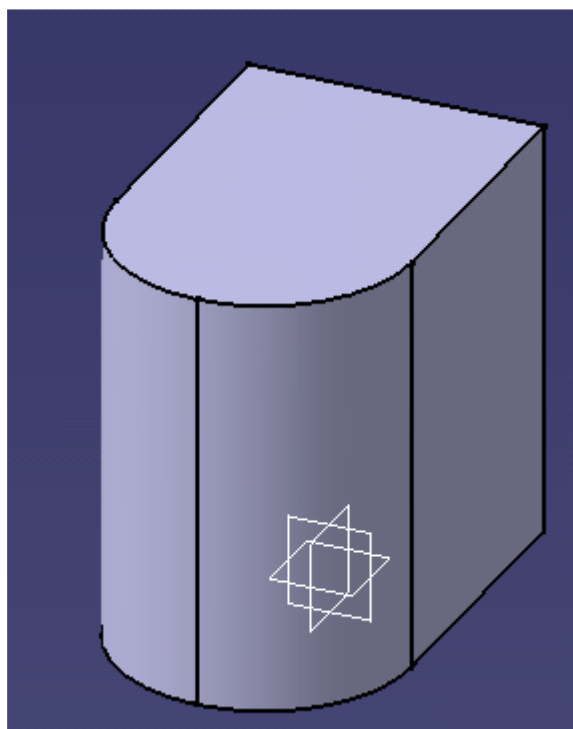
Rys. 7

Tę samą czynność proponuję powtórzyć dla górnej i dolnej krawędzi.



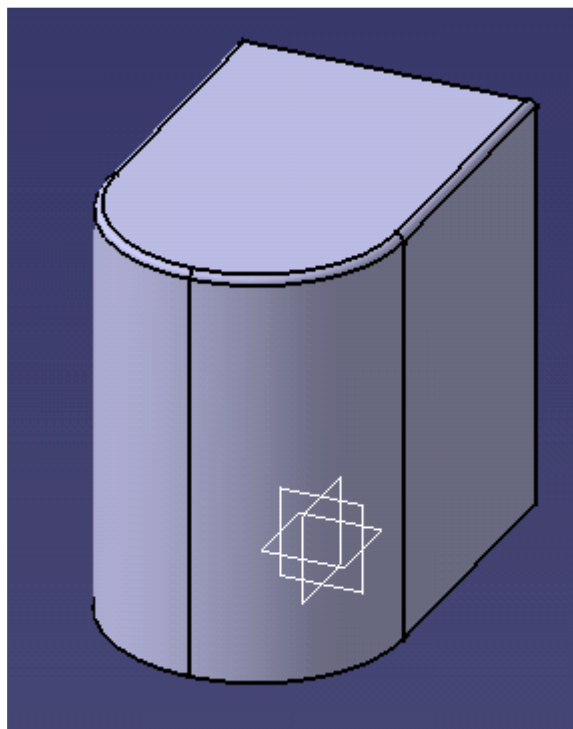
Rys. 8

Teraz nadamy szkicowi trzeci wymiar. Potrzebne nam będzie narzędzie *Pad*, po jego zastosowaniu mamy taką bryłę:



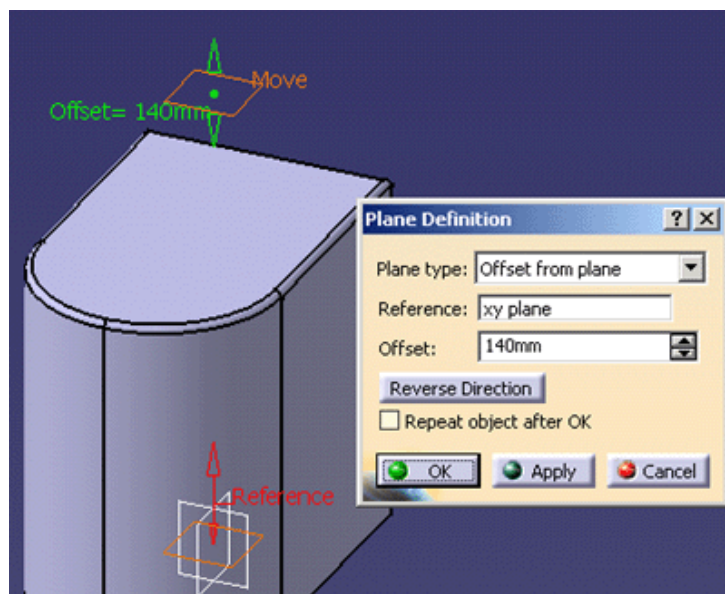
Rys. 9

Możemy ją teraz dowolnie modyfikować. Na początku dodamy zaokrąglenia na górnej ścianie.



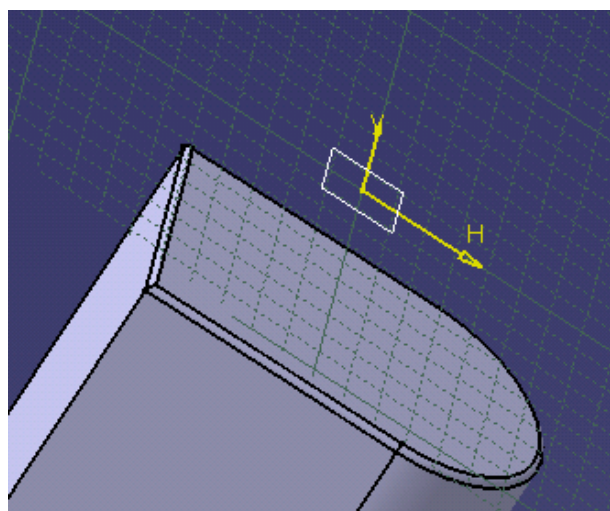
Rys. 10

Teraz utworzymy nową płaszczyznę i dokonamy na nią projekcji powstałej po zaokrągleniu górnej płaszczyzny modelu. Zaczynamy od nowej płaszczyzny nad górną podstawą modelu. Użyjemy więc narzędzia *Plane*.



Rys. 11

Musimy obrócić obszar szkicowania, tak aby oglądać model w trzech wymiarach.

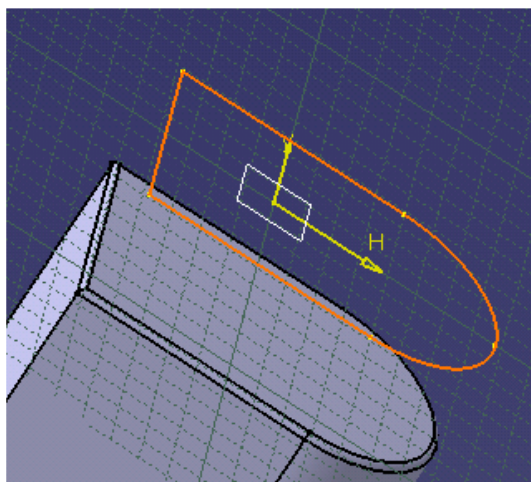


Rys. 12

Teraz można już wykonać projekcję górnej podstawy modelu na nową płaszczyznę szkicu. Użyjemy więc narzędzia *Project 3d Elements*. Klikamy ikonkę z rys. 13 i wskazujemy wybraną powierzchnię. Model wygląda teraz tak jak na rys. 14.

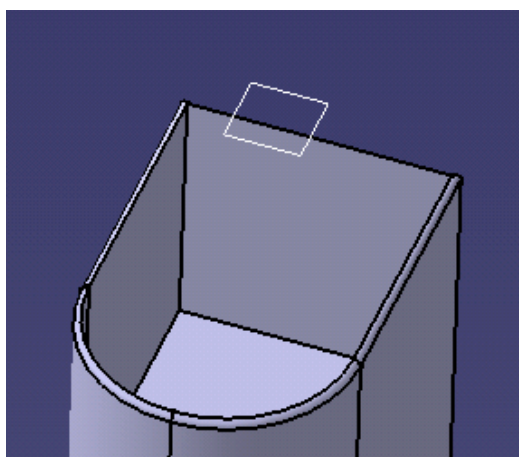


Rys. 13



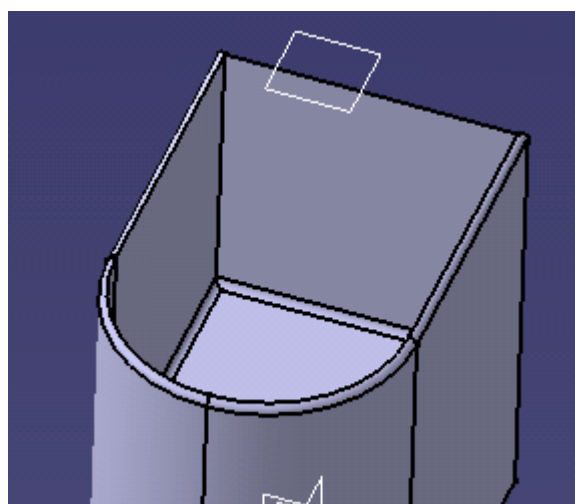
Rys. 14

Teraz wycinamy otwór (narzędzie *Pocket*).



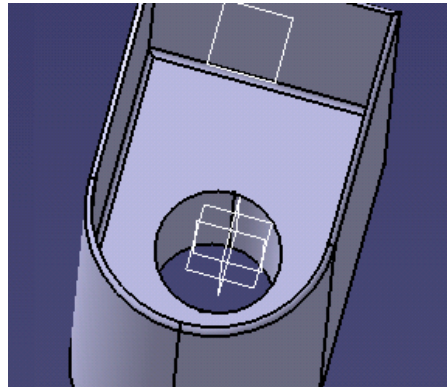
Rys. 15

Dodajemy zaokrąglenie wewnętrznej krawędzi wycięcia narzędziem *Edge Fillet*.



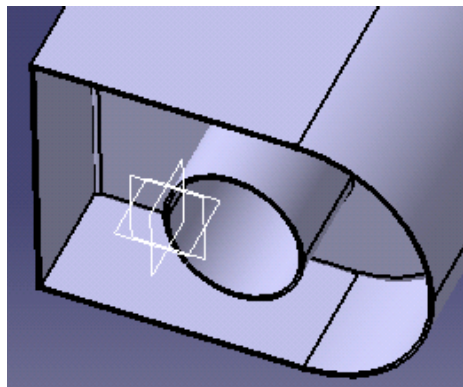
Rys. 16

Teraz wytniemy otwór w podstawie nowo powstałego wycięcia. Jak zwykle najpierw musimy narysować stosowny szkic, aby potem móc go wyciąć za pomocą narzędzia *Pocket*.



Rys. 17

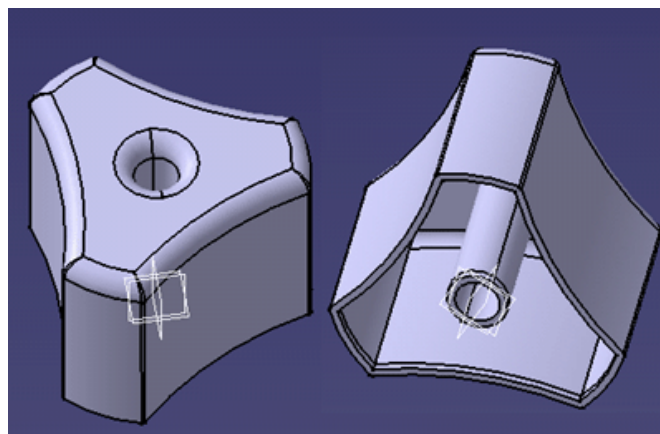
Aby usunąć dolną podstawę projektowanego modelu potrzebne nam będzie narzędzie *Shell*.



Rys. 18

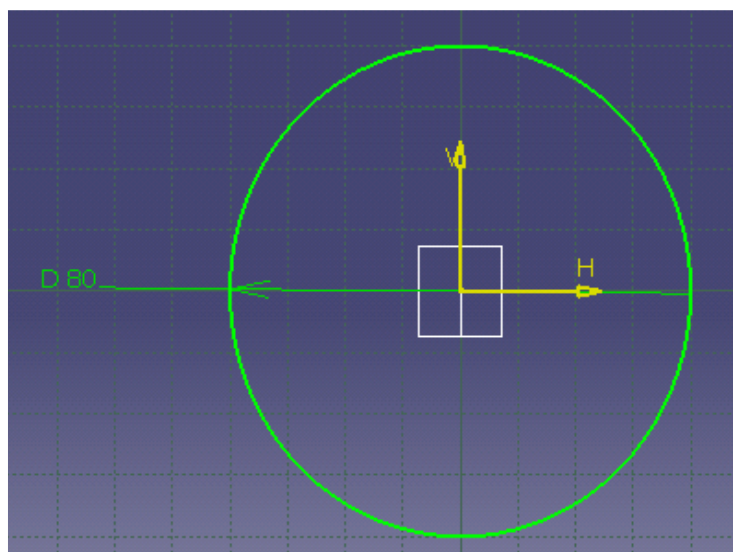
Lekcja 14 - Przykłady praktyczne - modelowanie kurka

Zadaniem tej lekcji będzie wykonanie kranowego kurka z poniższego rysunku.



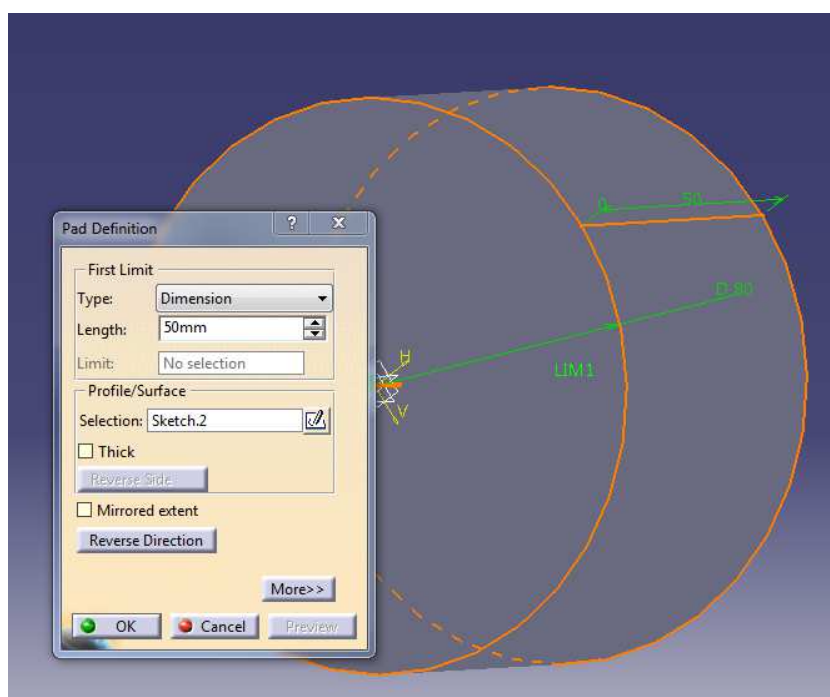
Rys. 1

Na początku wykonamy prosty szkic i odpowiednio go zwymiarujemy.



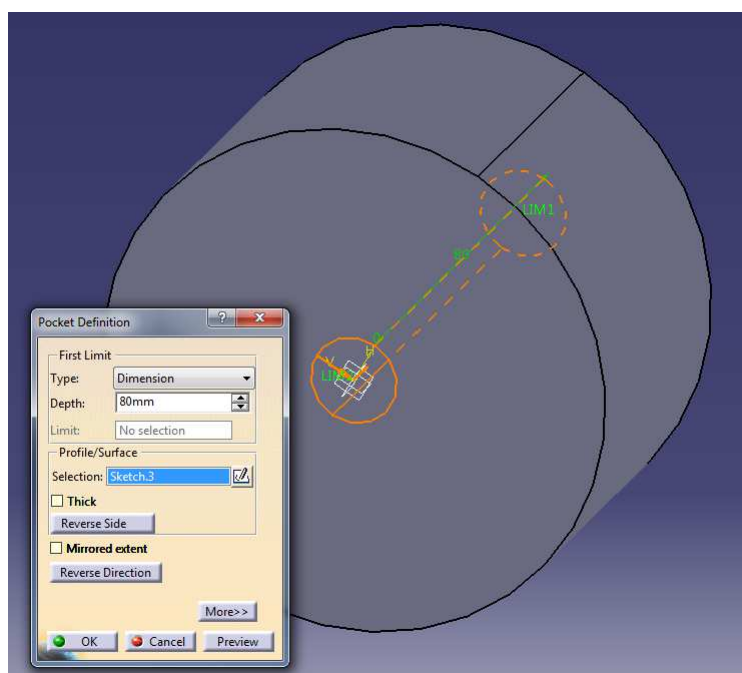
Rys. 2

Następnie użyjemy narzędzia *Pad* w celu nadania szkicowi trzeciego wymiaru.



Rys. 3

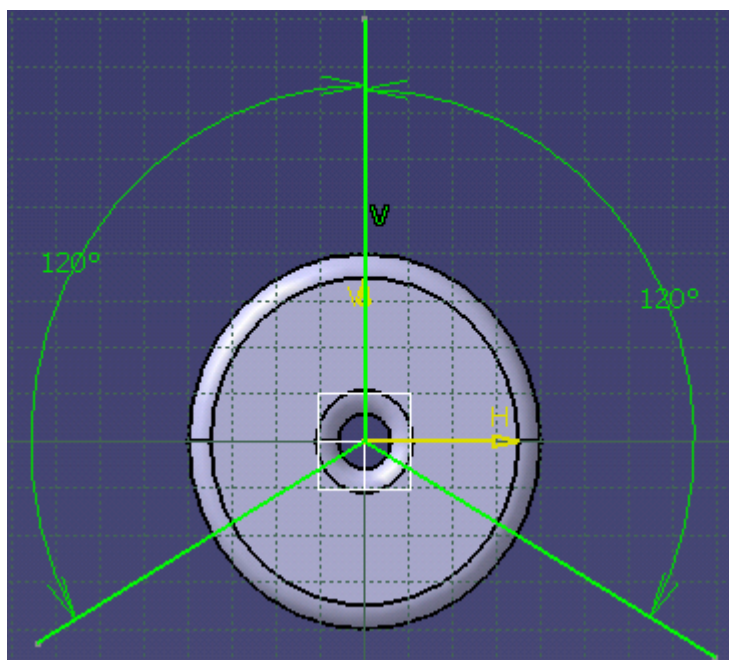
Aby wyciąć otwór przechodzący przez długość walca potrzebne nam będzie narzędzie *Pocket*.



Rys. 4

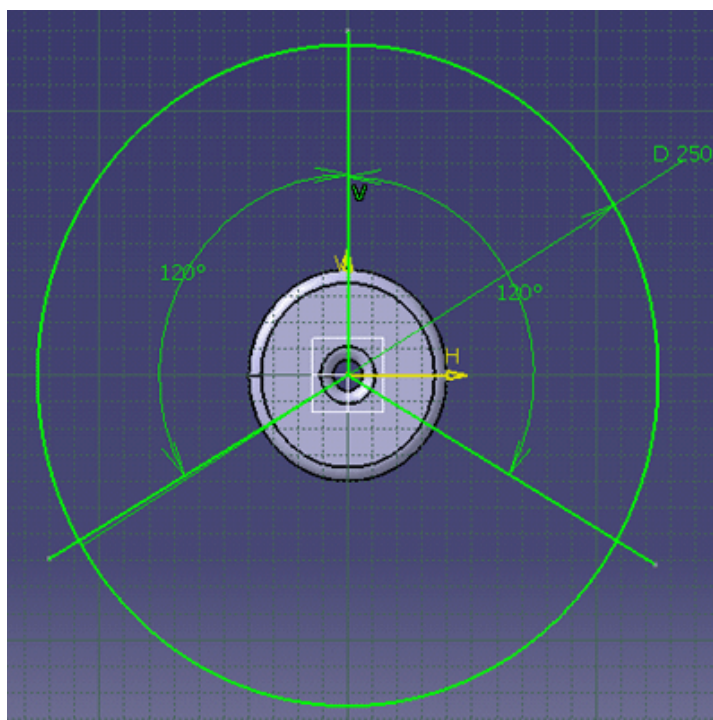
Teraz musimy wykonać cięcia, które pozwolą na ergonomiczne używanie kurka. Aby to zrobić musimy po kolei wykonać czynności:

- Rysujemy trzy linie i wymiarujemy je w taki sposób, aby kąty pomiędzy nimi wynosiły 120 stopni.



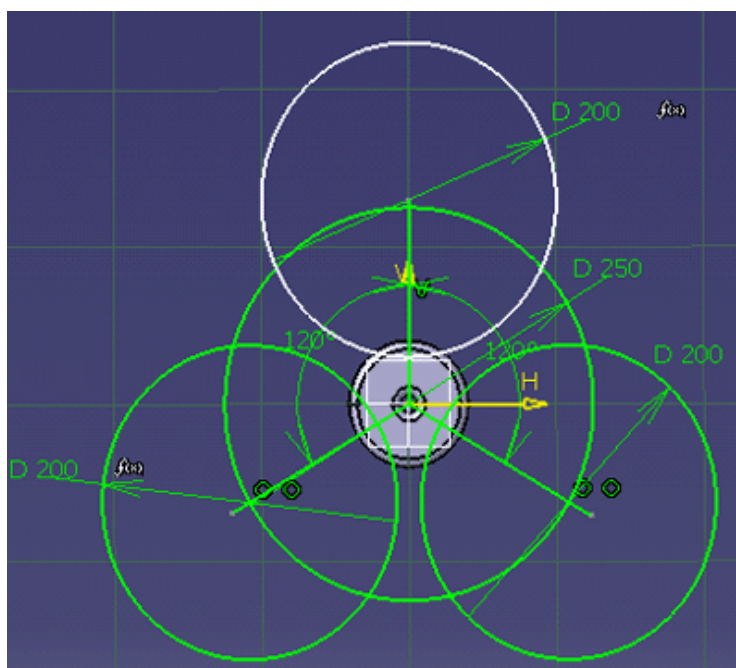
Rys. 5

- Rysujemy okrąg o środku położonym koncentrycznie ze środkiem walca i odpowiednio go wymiarujemy.



Rys. 6

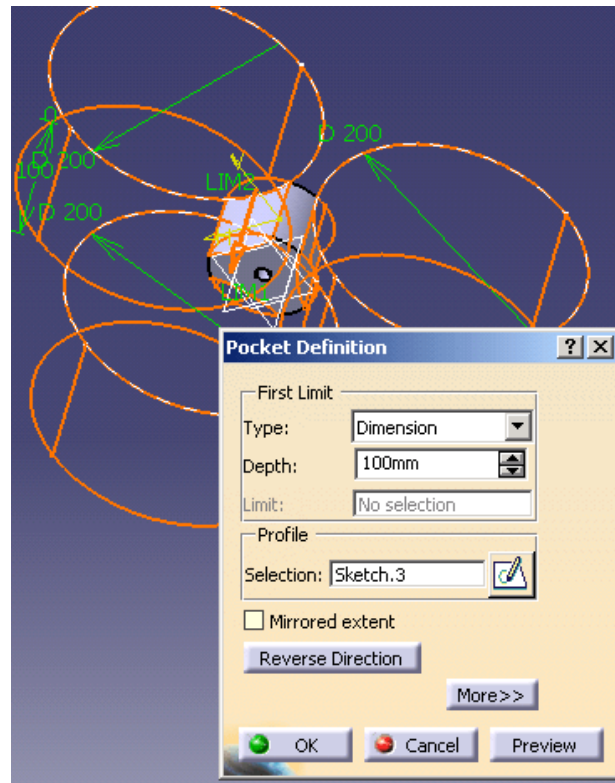
- W miejscach przecięć linii z narysowanym okręgiem kreślimy jednakowe okręgi i odpowiednio je wymiarujemy - możemy tu skorzystać z narzędzia *Formula*.



Rys. 7

- Tworzymy teraz obiekty pomocnicze - linie oraz duży okrąg, za pomocą zmiany typu linii w pasku „Sketch Tools” - i wychodzimy z modułu szkicowania.

Aby wykonać wycięcia potrzebujemy teraz narzędzia *Pocket*.

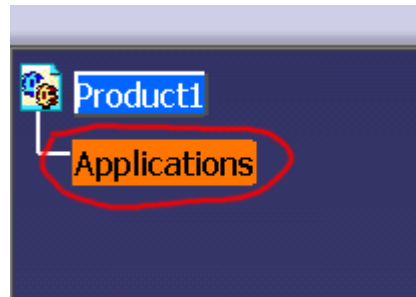


Rys. 8

Ostatnią czynnością jest dodanie zaokrąglenia i usunięcie dolnej ścianki kurka, do czego potrzebne jest *Shell*.

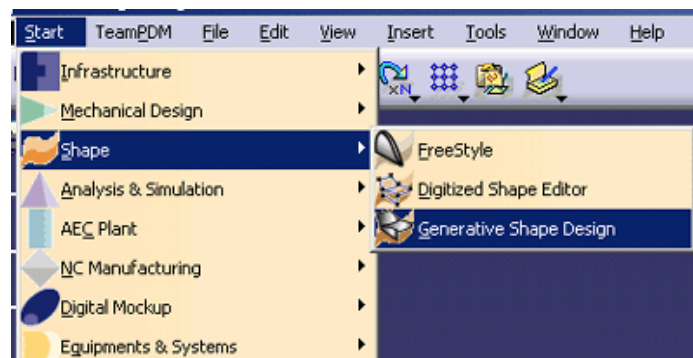
Lekcja 15 - Używanie narzędzi z grupy Surfaces cz. 1

Aby rozpocząć modelowanie powierzchniowe musimy uruchomić odpowiedni moduł. Klikamy zakładkę *Applications*.



Rys. 1

Następnie z górnego menu wybieramy *Shape* i *Generative Shape Design*.



Rys. 2

Interfejsy modułów są bardzo podobne, różnią je jedynie narzędziami.

Jednym z najpopularniejszych narzędzi w modelowaniu powierzchniowym jest *Extrude* – nadaje ono szkicowi cechy powierzchni i należy do grupy *Surfaces* (rys.4).

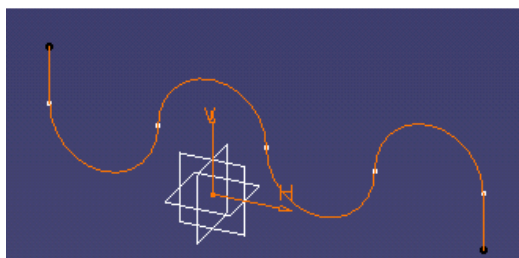


Rys. 3



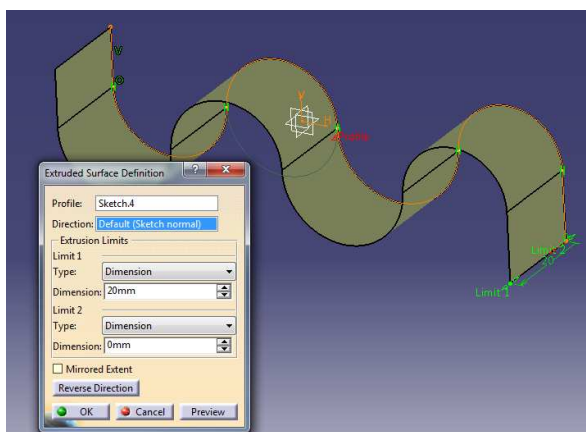
Rys. 4

Aby zobaczyć jak używa się tego narzędzia, wykonamy szkic:



Rys. 5

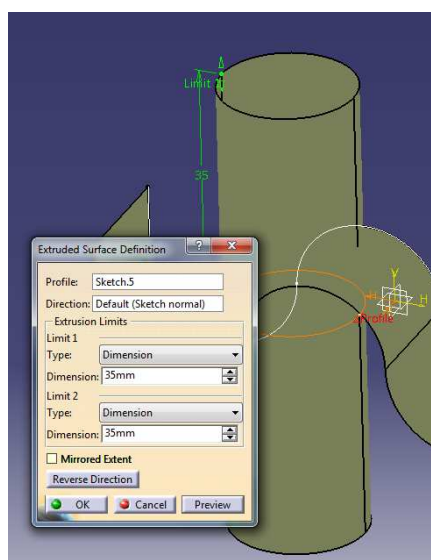
Używając narzędzia *Extrude*, nadajmy szkicowi cechy powierzchni, co wygląda następująco:



Rys. 6

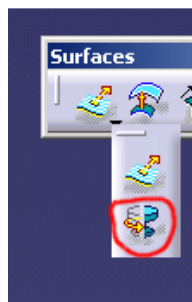
Okno dialogowe przypomina te omawiane wcześniej. Aby utworzyć powierzchnię musimy wprowadzić dane do *Extrusion Limits*.

Możemy też wykonać powierzchnie powstające ze szkiców zamkniętych. Poniższy rysunek przedstawia element powierzchniowy wykonany za pomocą *Extrude* z okręgu.



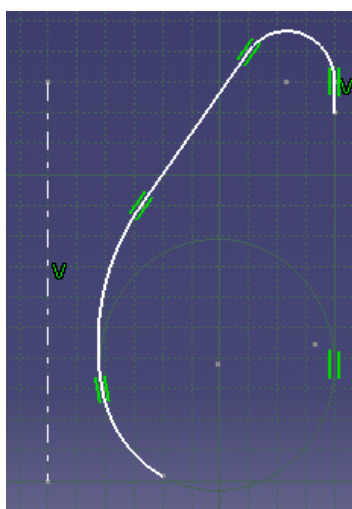
Rys. 7

W tej samej grupie znajdziemy narzędzie *Revolve*.



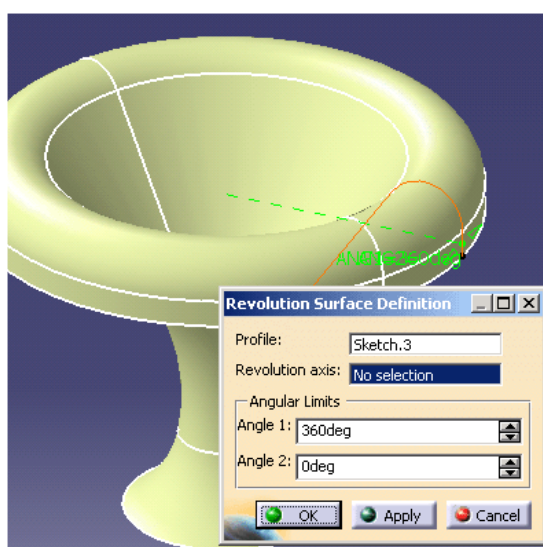
Rys. 8

Można dzięki niemu z przygotowanych szkiców utworzyć powierzchnię obrotową. Aby zobaczyć działanie narzędzia narysujmy taki szkic:



Rys. 9

Klikamy ikonę *Revolve* i po wprowadzeniu danych otrzymujemy następujący efekt:



Rys. 10

W polu *Revolution axis* widnieje napis *No selection*. Jest tak ponieważ szkic zawiera własną oś obrotu.

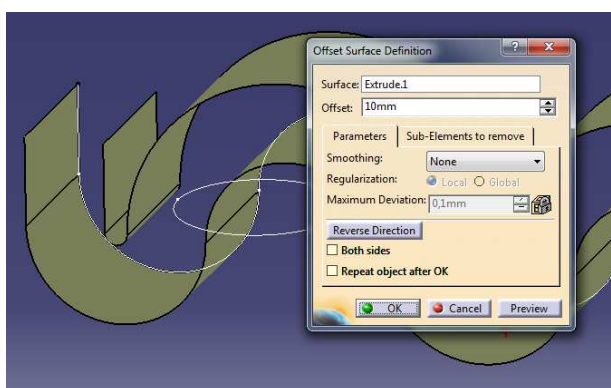
Następne narzędzie to *Offset*.



Rys. 11

Można dzięki niemu odsunąć daną powierzchnię na zadaną odległość w konkretnym kierunku. Powstała powierzchnia jest równoległa do odsuwanej. Aby to wykonać, użyjmy powierzchni z poprzedniego przykładu.

Klikamy ikonę narzędzia *Offset*, zaznaczamy powierzchnię i zwiększamy parametr *offset* o żadaną wartość.



Rys. 12

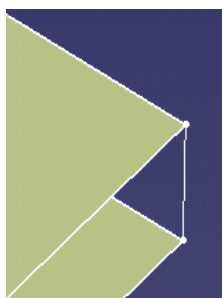
Jeśli wartość odsunięcia będzie za duża i np. promienie krzywizn przybiorą nieprawdopodobne wielkości, program zacznie monitować o zmianę wartości przesunięcia.

Teraz kolej na narzędzie *Sweep*.



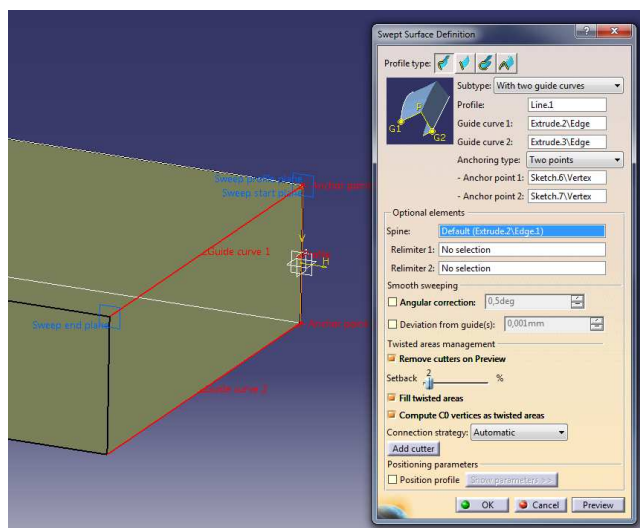
Rys. 13

Sweep posiada opcje pozwalające na używanie go w wielu sytuacjach. Np. można dzięki niemu utworzyć powierzchnię pomiędzy punktami charakterystycznymi istniejących powierzchni. Narysujemy teraz dwie niezależne równoległe powierzchnie za pomocą narzędzia *Extrude*. Potem używając linii połączymy wierzchołki płaszczyzn.



Rys. 14

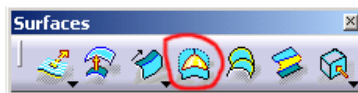
Następnie przy użyciu narzędzia *Sweep* utworzymy powierzchnię, która łączy obie płaszczyzny. W tym celu klikamy ikonę narzędzia, po czym wskazujemy narysowaną linię, następnie krawędź prowadzącą oraz jedną z powierzchni.



Rys. 15

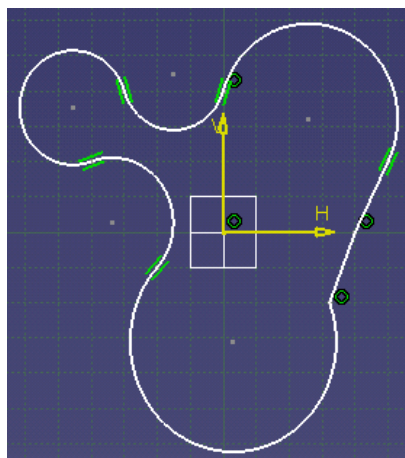
Lekcja 16 - Używanie narzędzi z grupy Surfaces cz. 2

Pierwszym omówionym narzędziem tej lekcji będzie *Fill* z grupy *Surfaces*.



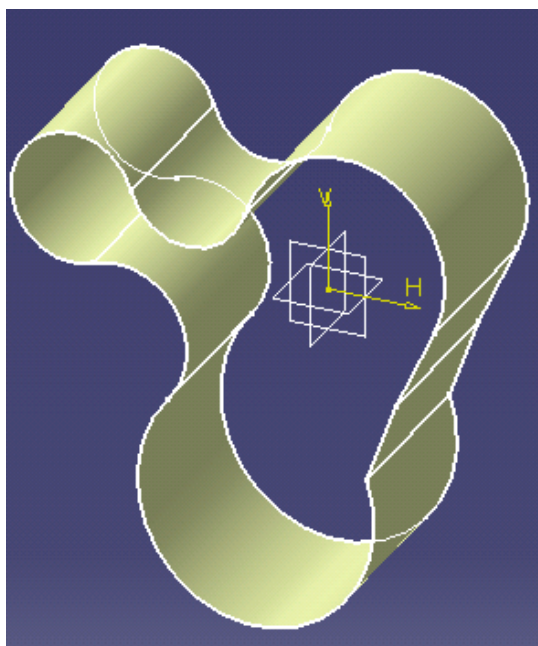
Rys. 1

Narzędzie to pozwala na rozciągnięcie powierzchni pomiędzy krawędziami dowolnie wykonanego szkicu lub krawędziami powstałymi w wyniku modyfikacji powierzchni. Teraz narysujemy szkic przypominający ten na poniższym rysunku.



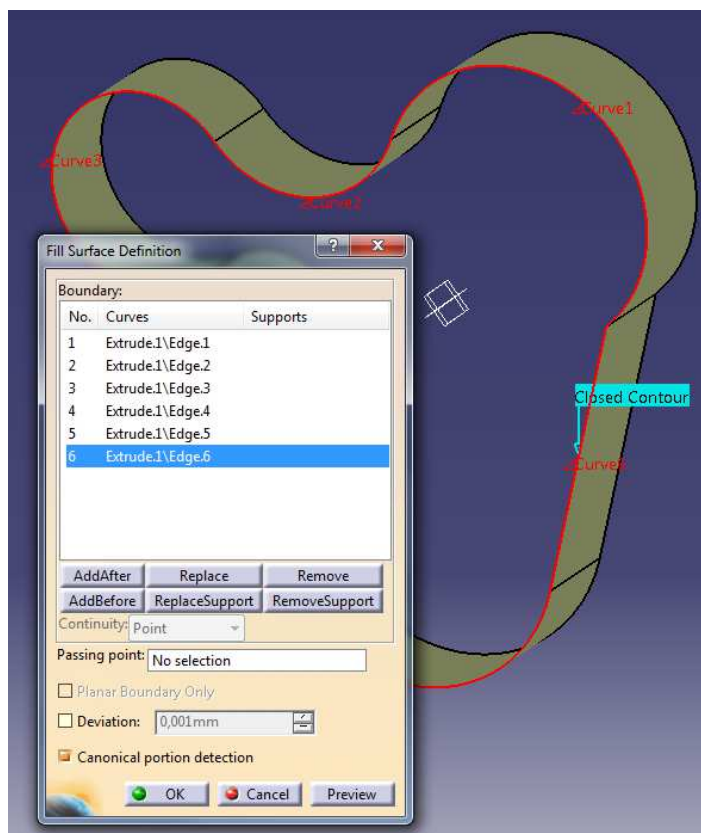
Rys. 2

Aby nadać trzeci wymiar potrzebne nam będzie narzędzie *Extrude* – rysunek wygląda teraz tak:



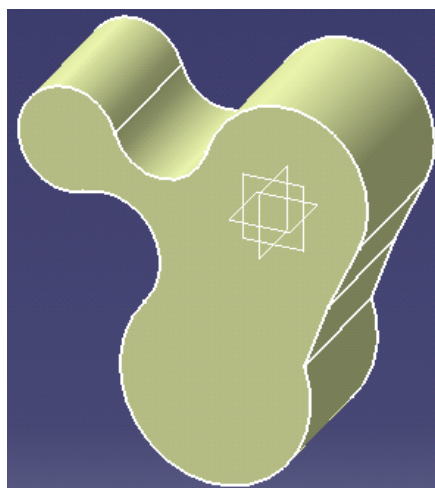
Rys. 3

Żeby wykonać powierzchnię będącą podstawą modelu potrzebne nam będzie narzędzie *Fill* . Po kliknięciu ikony musimy wskazać krawędzie, na których utworzymy powierzchnię.



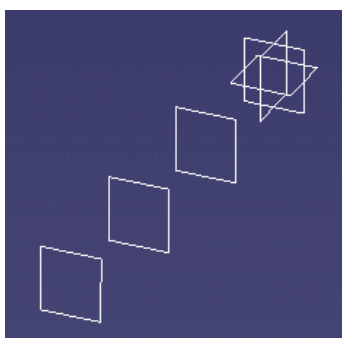
Rys. 4

Mamy teraz taki model:



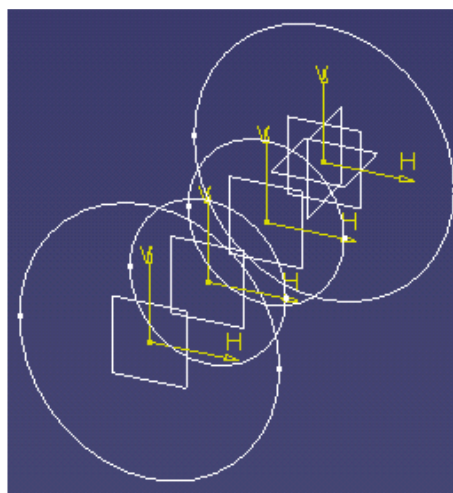
Rys. 5

Narzędzie *Loft* pozwala na rozpięcie powierzchni pomiędzy szkicami wykonanymi na różnych płaszczyznach. Aby zobaczyć jak działa wykonajmy szkic podobny do tego:



Rys. 6

Kolejnym krokiem jest narysowanie okręgów zgodnie z poniższym przykładem. Okręgi powinny być koncentryczne.



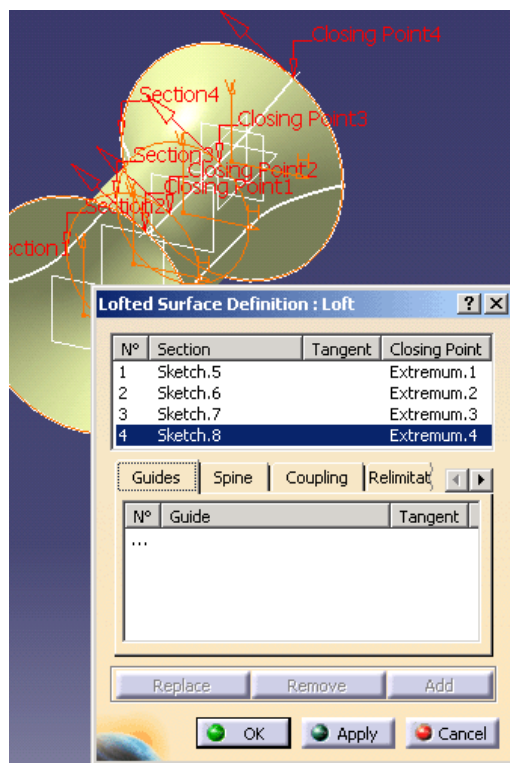
Rys. 7

Klikamy ikonę *Loft*



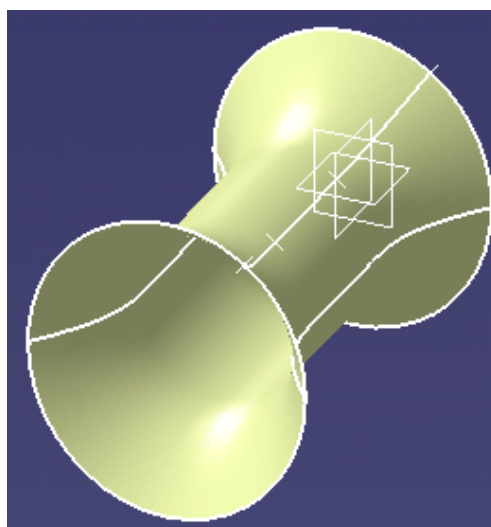
Rys. 8

Teraz musimy kolejno wybierać przygotowane szkice.



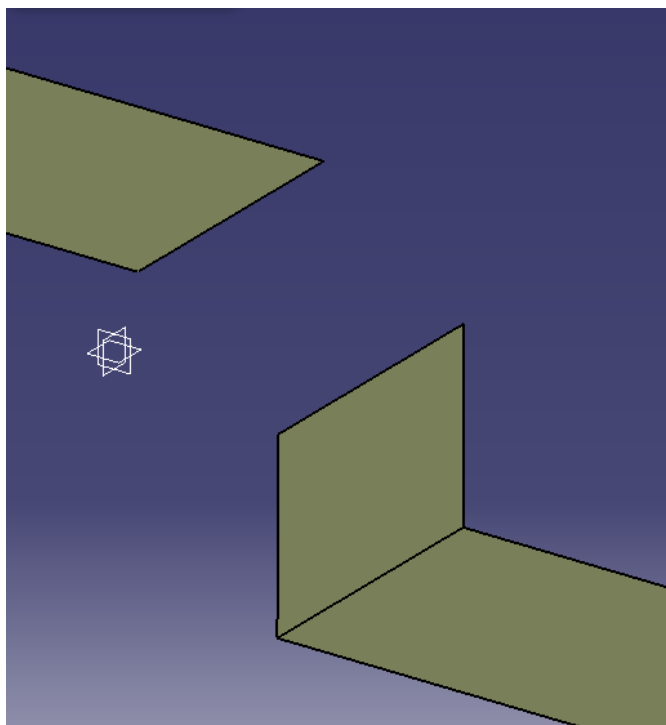
Rys. 9

Ostatecznie powinniśmy otrzymać taki model:



Rys. 10

Teraz kolej na *Blend*. Możemy dzięki niemu wykonać połączenia pomiędzy dwoma elementami powierzchniowymi. Żeby sprawdzić jak działa potrzebujemy takiego szkicu:



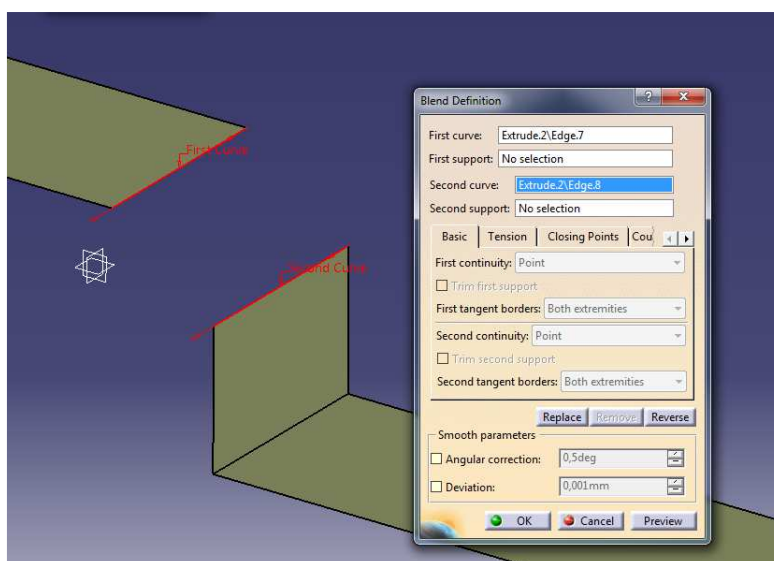
Rys. 11

Wybieramy *Blend*.



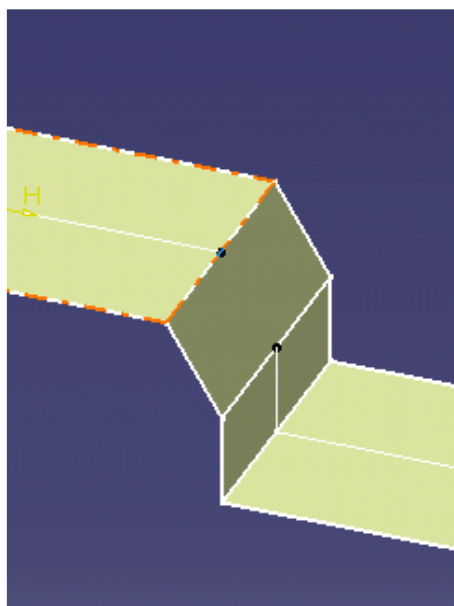
Rys. 12

Zaznaczymy krawędzie, które chcemy połączyć.



Rys. 13

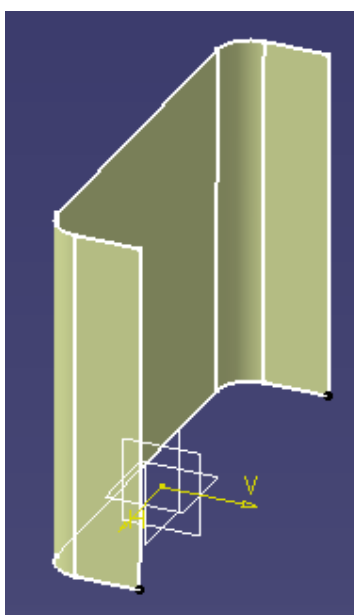
Po zaakceptowaniu szkic wygląda tak:



Rys. 14

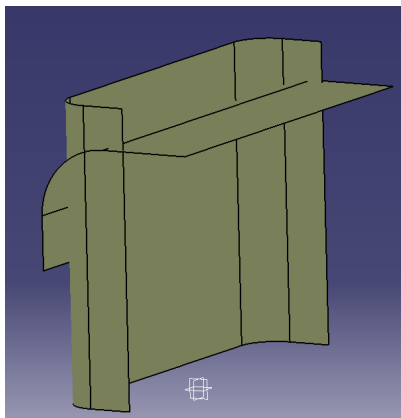
Lekcja 17 - Używanie narzędzi z grupy Operations cz. 1

Pierwszą omówioną grupą narzędzi będzie: *Trim*, *Split*. Można dzięki nim przycinać jedną powierzchnię przy użyciu drugiej. Żeby ukazać czym różni się *Trim* od *Split* wykonajmy model z poniższego rysunku.



Rys. 1

Teraz należy przygotować model, który będzie służył do wycinania, niech będzie podobny do tego:



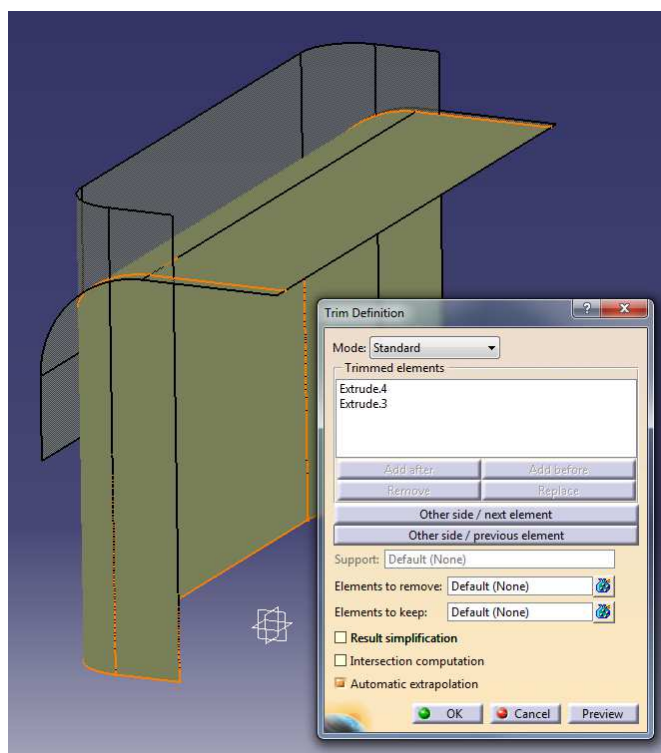
Rys. 2

Teraz kolej na narzędzie *Trim*. Dzięki niemu obetniemy jedną powierzchnię przy użyciu drugiej.



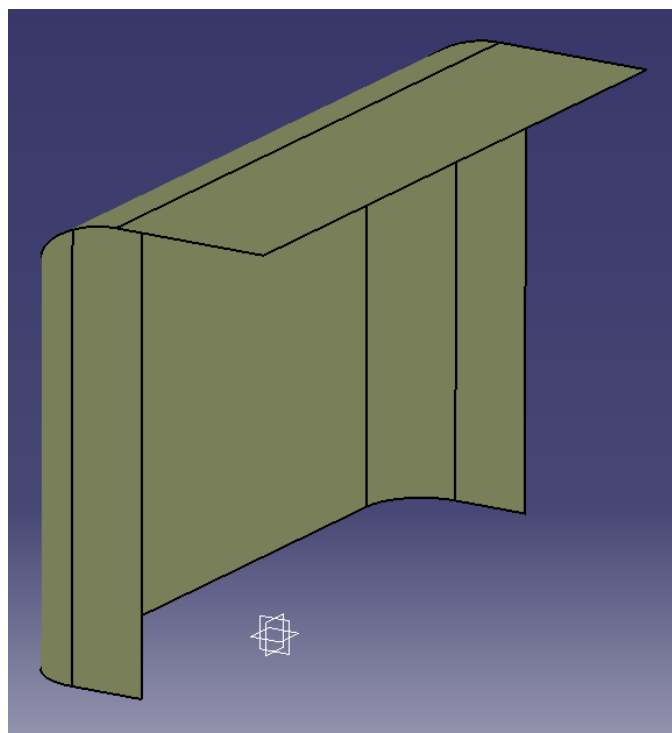
Rys. 3

Wskazujemy więc kolejno powierzchnie. Sposób przycięcia możemy dopasować przez użycie przycisków *Other side of element* w oknie dialogowym *Trim Definition*.



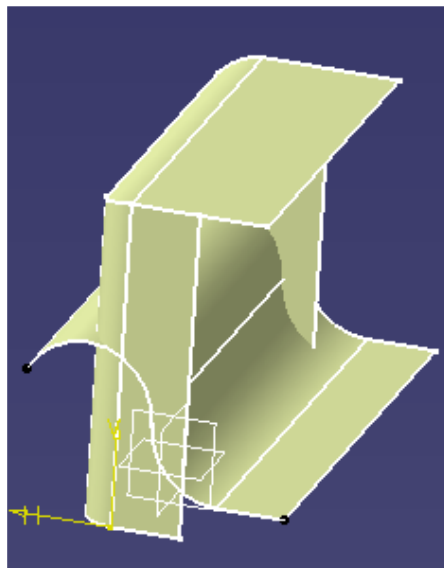
Rys. 4

Po wybraniu części do usunięcia klikamy przycisk *OK*. I otrzymujemy taki rysunek:



Rys. 5

Żeby sprawdzić jak działa *Split* do modelu dodamy powierzchnię, którą będziemy ciąć.



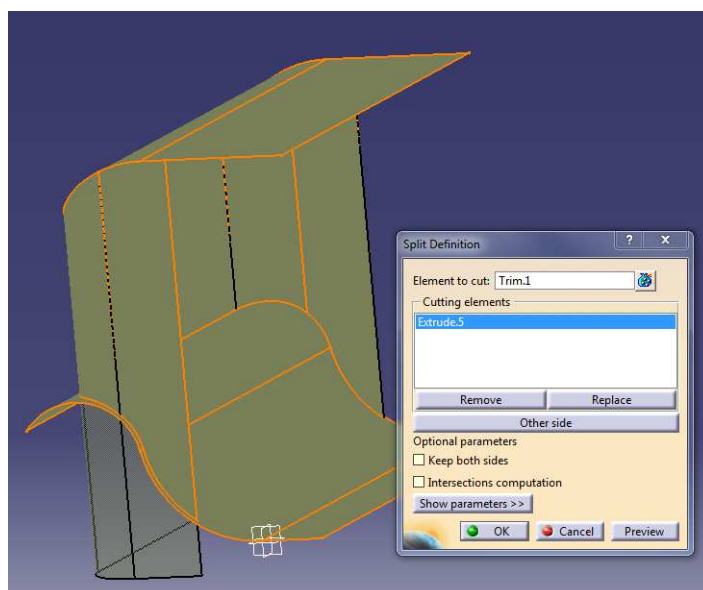
Rys. 6

Wybieramy *Split...*



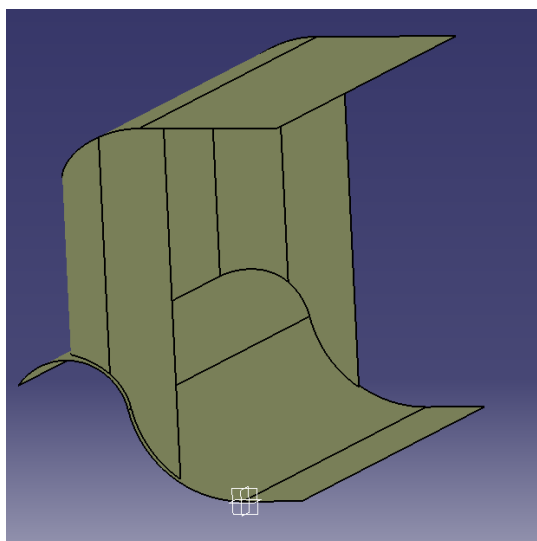
Rys. 7

Teraz wystarczy wskazać elementy do cięcia.



Rys. 8

Po zatwierdzeniu model wygląda tak:



Rys. 9

Teraz widać na czym polega różnica między narzędziami. *Trim* obcina obie powierzchnie w zadany sposób i z pozostałych elementów tworzy jedną powierzchnię wypadkową, natomiast *Split* obcina jedną powierzchnię za pomocą drugiej, przy czym obie powierzchnie nadal istnieją niezależnie.

Żeby uzyskać powyższy efekt, lecz model ma być jedną powierzchnią, należy z narzędzia *Join*, które łączy płaszczyzny oddalone od siebie na maksymalną odległość 0,1 mm.



Rys. 10

Działanie wygląda standardowo, po wybraniu narzędzia wskazujemy powierzchnie do połączenia i potwierdzamy. Na drzewku pojawia się teraz ikona połączenia powierzchni.

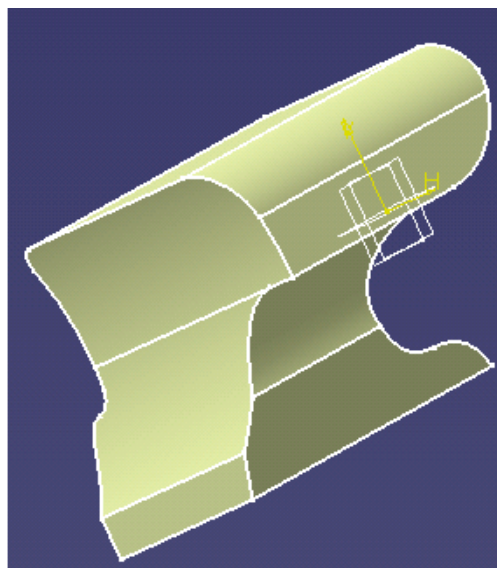


Rys. 11

Lekcja 18 - Używanie narzędzi z grupy Operations cz. 2

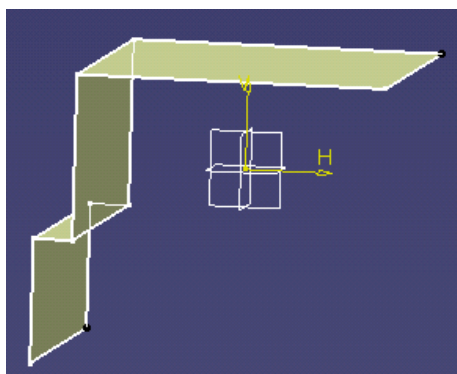
Teraz zapoznamy się z narzędziami *Fillets* i *Transformations*. Za pomocą narzędzi z grupy *Fillets* możemy wykonać w edytowanych powierzchniach różne zaokrąglenia.

Będziemy teraz próbowali stworzyć taki rysunek:



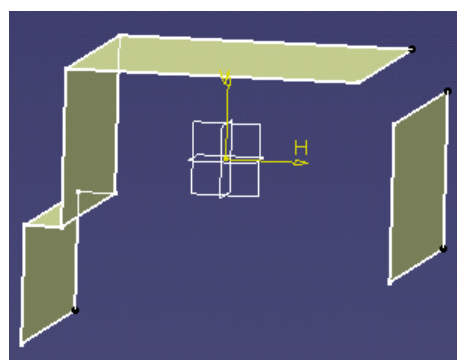
Rys. 1

Zaczynamy od szkicu i nadania trzeciego wymiaru za pomocą narzędzia *Extrude*.



Rys. 2

Powtarzamy czynności na drugim szkicu.

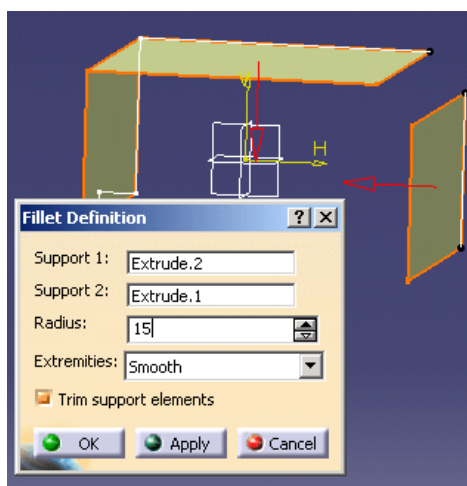


Rys. 3

Aby połączyć elementy zaokrągleniem o zadanym promieniu klikamy ikonę *Shape Fillet* i wskazujemy powierzchnie, które chcemy złączyć. W oknie wpisujemy też wartość zaokrąglenia.

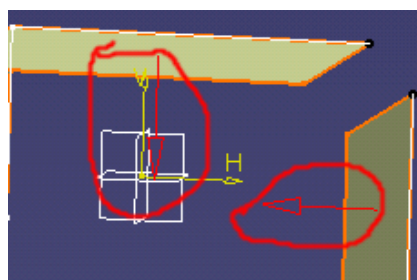


Rys. 4



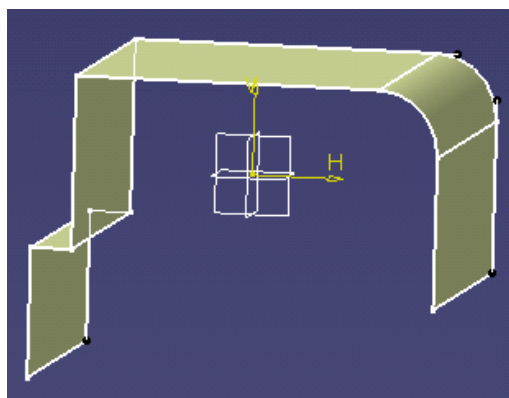
Rys. 5

W razie kłopotów z zaokrągleniem, klikamy na wektory na szkicu zmieniając tym samym kierunek propagacji zaokrąglenia.



Rys. 6

Model wygląda teraz tak:

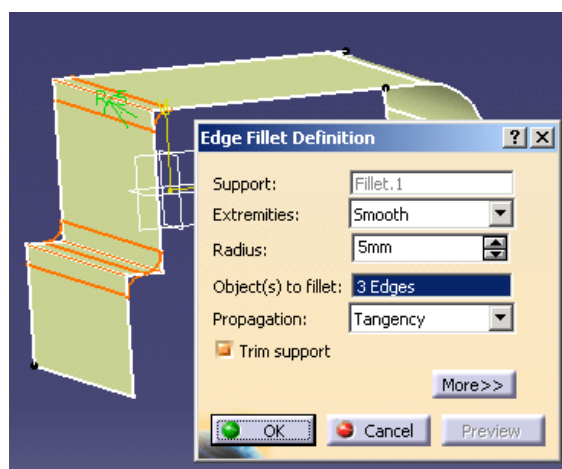


Rys. 7

Żeby zaokrąglić krawędzie musimy sięgnąć po *Edge Fillet* i wskazać te proste krawędzie, które chcemy zmienić. Podobnie jak przy poprzednich takich operacjach w oknie wpisujemy promień zaokrąglenia.

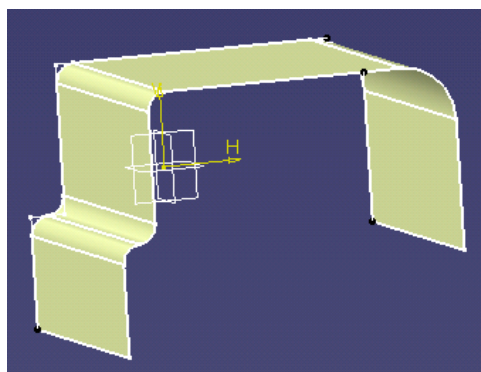


Rys. 8



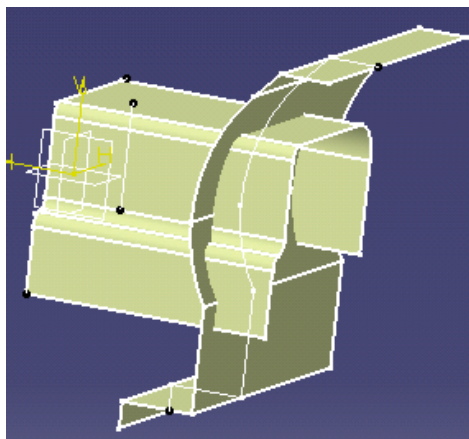
Rys. 9

Osiągamy teraz taki wygląd:



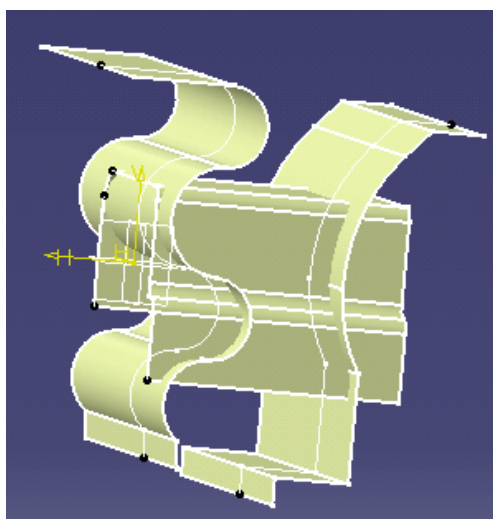
Rys. 10

Teraz tworzymy płaszczyznę do której będziemy kształtować nasz model. Użyjemy też narzędzi z grupy *Transformations*.



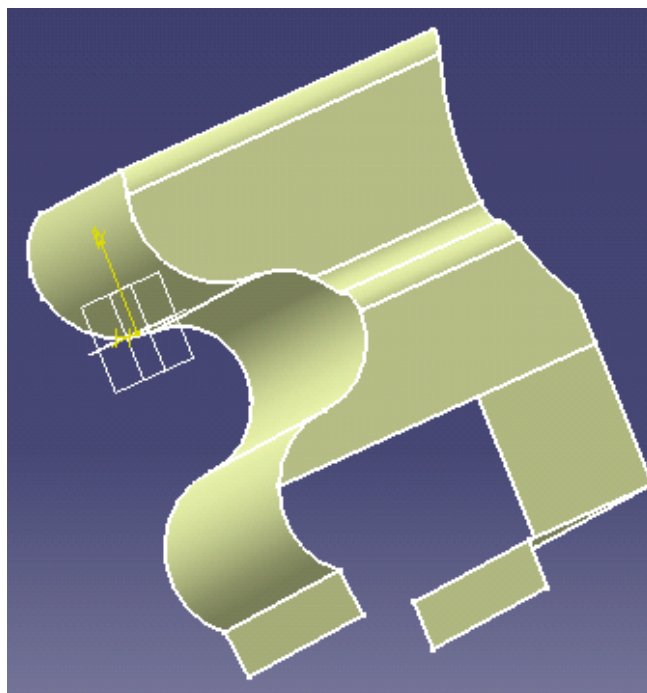
Rys. 11

Utwórzmy więc powierzchnię obcinającą model bazowy z drugiej strony i nadajmy jej trzeci wymiar przy użyciu narzędzia *Extrude*.



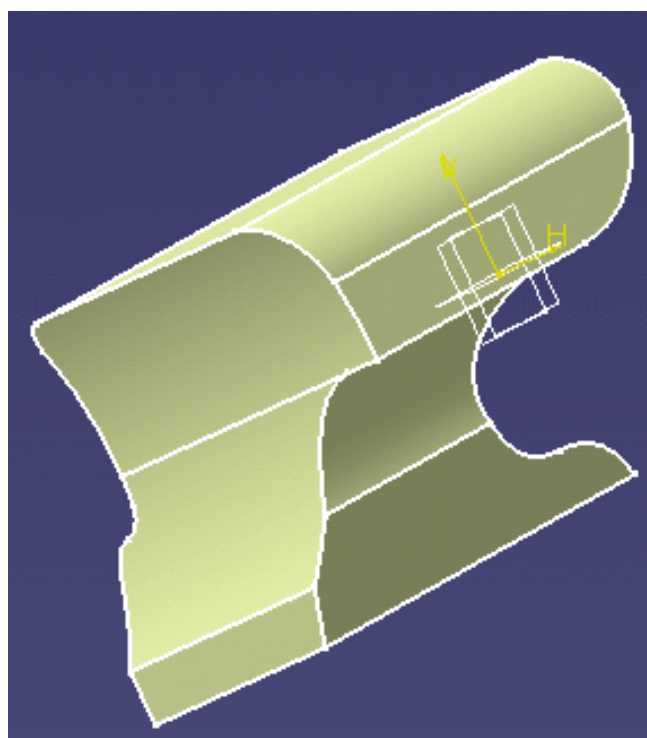
Rys. 12

Teraz za pomocą narzędzia *Trim* możemy obciąć wyjściowy model wzdłuż przygotowanych płaszczyzn cięcia:



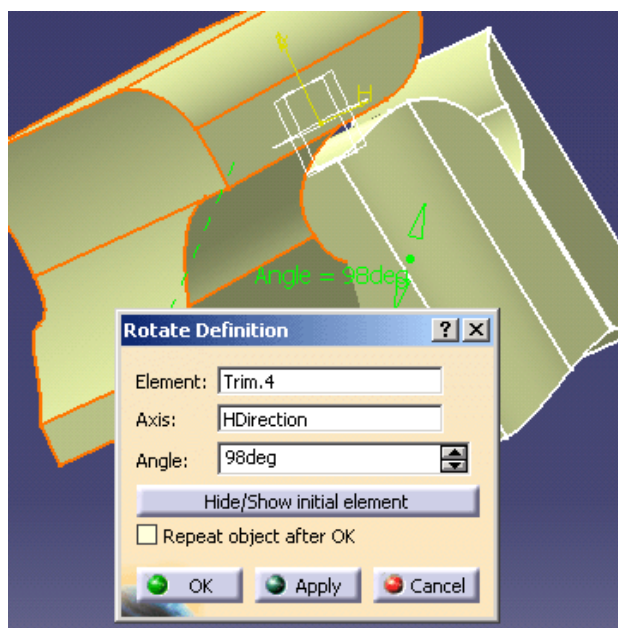
Rys. 13

Na zakończenie modelowania wykończmy dolną podstawę używając już znanych narzędzi.



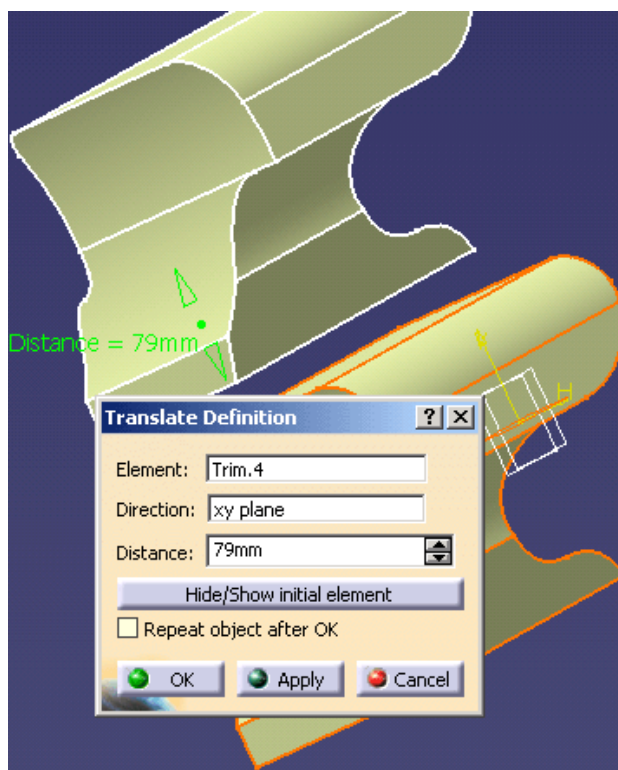
Rys. 14

Teraz przy użyciu narzędzia z grupy *Transformations* obróćmy model. Potrzebnym nam teraz narzędziem jest *Rotate*.



Rys. 15

Możemy też przesunąć jakiś element wybierając *Translate*.



Rys. 16

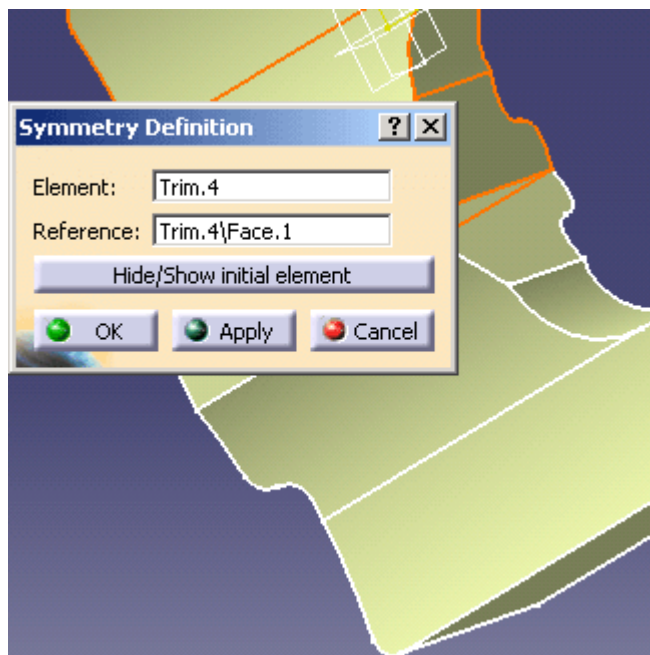
Możemy też stworzyć szyk elementów zaznaczając opcję *Repeat object after OK*.

Poniżej widzimy ikonę narzędzia *Symmetry*, które potrzebne jest aby powielić model względem elementu symetrii.



Rys. 17

Najpierw wskazujemy obiekt, który chcemy kopiować symetrycznie, następnie płaszczyznę lub oś odbicia.

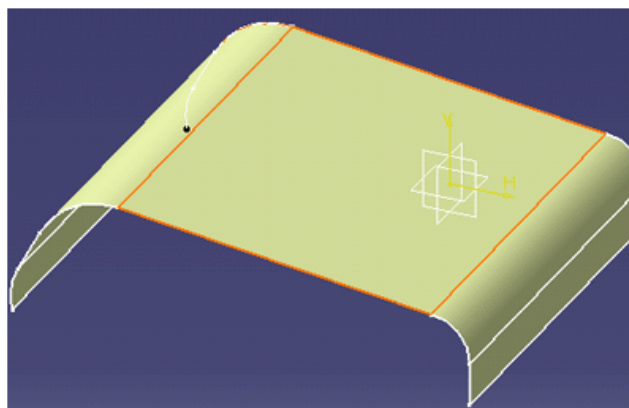


Rys. 18

Lekcja 19 - Tworzenie brył z elementów powierzchniowych

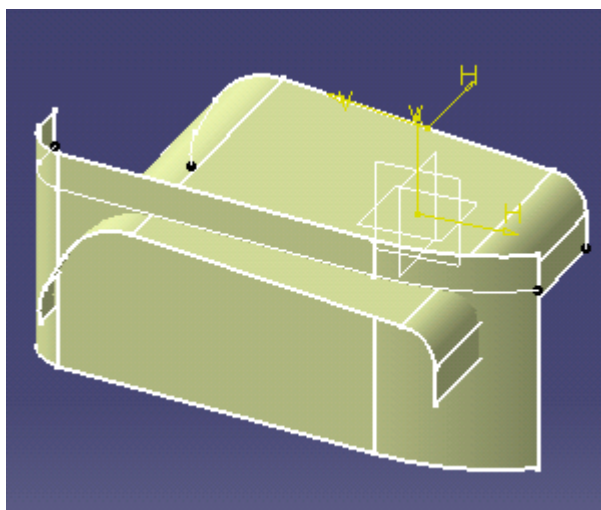
Naszym celem będzie teraz zamiana modelu powierzchniowego na element bryłowy oraz wprowadzanie pewnych modyfikacji. Podczas z pracy z bryłą można w niej umieszczać otwory i rowki. W poniższej lekcji pokazane zostanie, w jaki sposób można zamienić model powierzchniowy na element bryłowy i następnie wykonywać w nim różnego rodzaju modyfikacje. Pracując z bryłą, można wywiercić w niej otwór lub wyfrezować rowek. Modele powierzchniowe nie posiadają wymiaru grubości i aby możliwa była opisana operacja należy dokonać zmiany na element bryłowy.

Musimy więc utworzyć model powierzchniowy, zaczynając od stworzenia części myszki. Najpierw wykonajmy element górnej obudowy. Potrzebne nam będzie więc narzędzie *Extrude*, dzięki któremu wyciągniemy szkic.

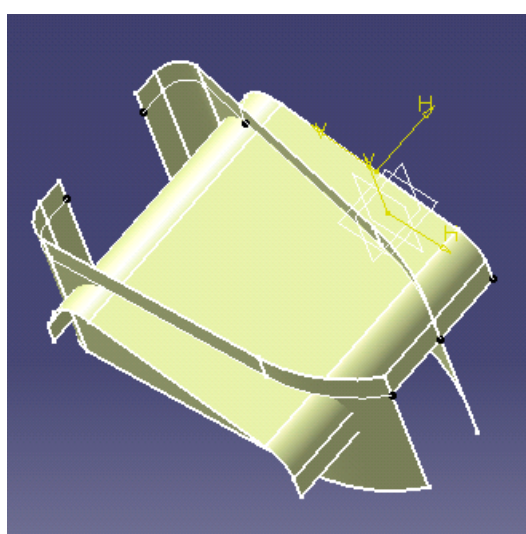


Rys. 1

Następnie przygotowujemy płaszczyzny kształtujące boki modelu i analogicznie wyciągamy je przy użyciu narzędzia *Extrude*. Zaczynamy od lewej powierzchni, potem wykonujemy powierzchnię prawą (rys.3).

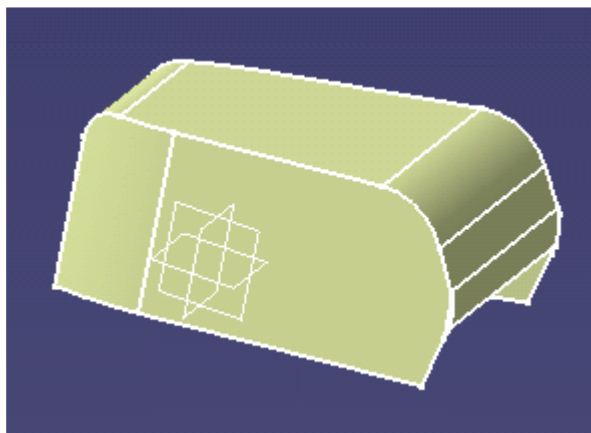


Rys. 2



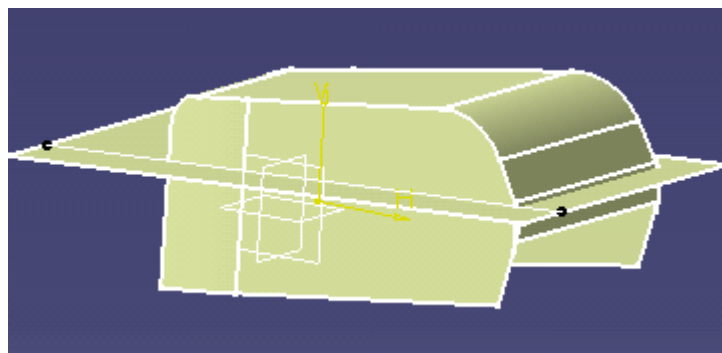
Rys. 3

Kiedy powierzchnie modelujące element są już gotowe, możemy użyć narzędzia *Trim* do wstępnego wymodelowania elementu, który w rezultacie powinien wyglądać tak:



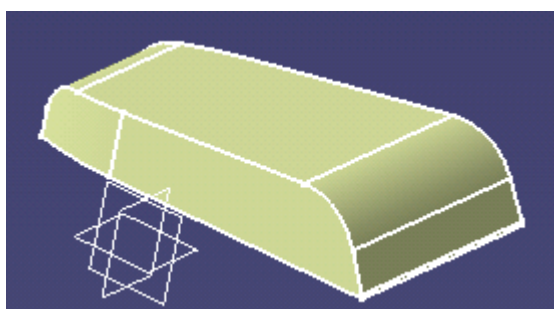
Rys. 4

Teraz za pomocą dodatkowej powierzchni i narzędzia *Trim* obetniemy niepotrzebne fragmenty modelu.



Rys. 5

Mamy teraz taki model:



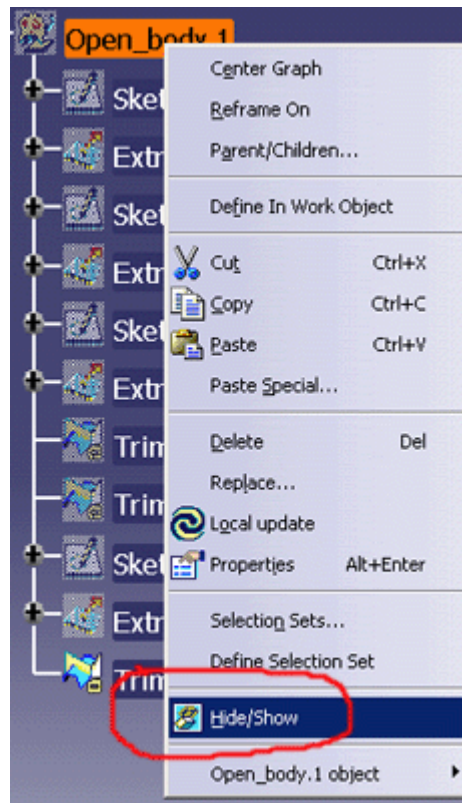
Rys. 6

Teraz kolej na moduł do modelowania części *Start->Mechanical Design->Part Design*. Wybieramy *Close Surface*.



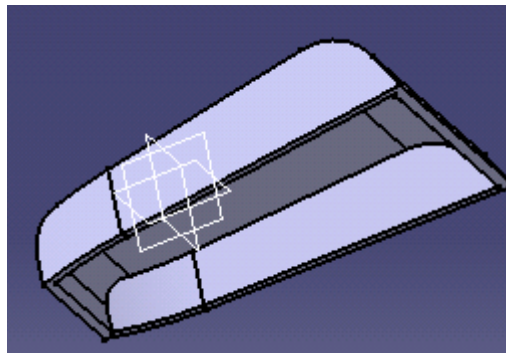
Rys. 7

Wskazujemy teraz element powierzchniowy, który zostaje automatycznie zamieniony na element bryłowy. Aby móc zacząć dowolnie edytować nowo powstały element przy użyciu narzędzi modelowania bryłowego, klikamy lewym klawiszem myszki obiekt *OpenBody* w drzewku modyfikacji i ukrywamy element powierzchniowy - *Hide/Show*.



Rys. 8

Teraz usuwamy dolną powierzchnię i za pomocą narzędzia *Shell* nadajemy modelowi grubość np. 3 mm.



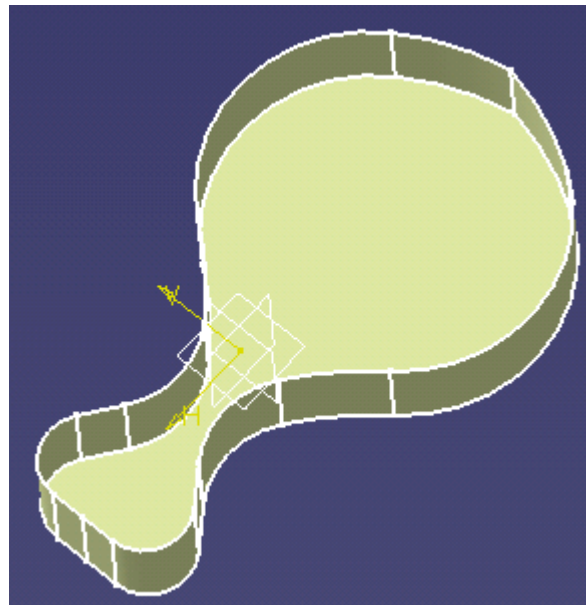
Rys. 9

Innym przydatnym narzędziem umożliwiającym zmianę modelu powierzchniowego na bryłowy jest narzędzie *Thick Surface*.



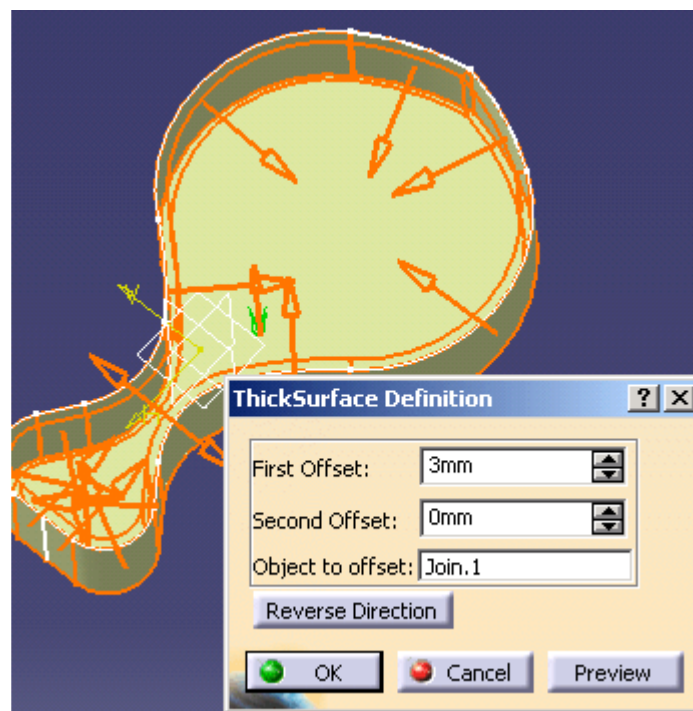
Rys. 10

Thick Surface umożliwia nadanie grubości ściankom modelu. Wykonując model podobny do poniższego, łączymy go w jeden element przy pomocy narzędzia *Join*.



Rys. 11

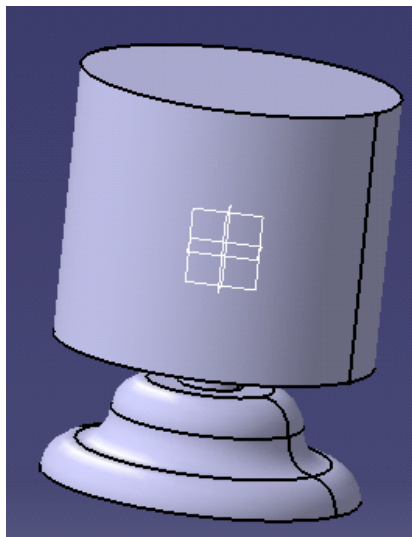
Kiedy uruchomimy narzędzie Thick Surface w module modelowania bryłowego, możemy teraz w oknie dialogowym sterujemy kierunkiem propagacji grubości elementu oraz jej wartością.



Rys. 12

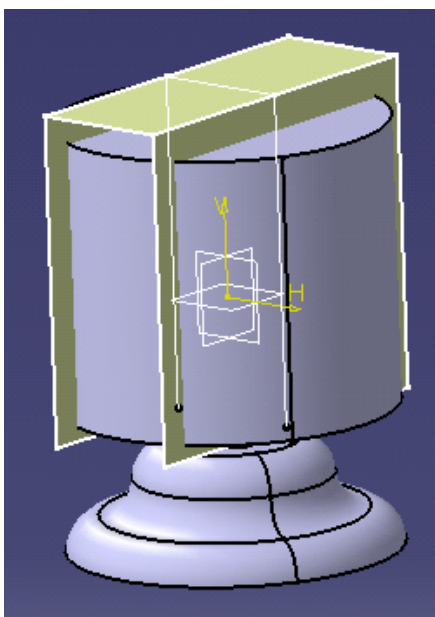
Lekcja 20 - Łączenie modelowania bryłowego i powierzchniowego

Żeby zobaczyć jak połączyć modelowanie bryłowe i powierzchniowe, spróbujemy zaprojektować figurę szachową. Najpierw wykonajmy taki model bryłowy:



Rys. 1

Najpierw obracamy szkic względem osi używając *Shaft*, potem przycinamy walec, tak aby uzyskać płaskie boczne powierzchnie. Wykonamy to przy użyciu powierzchni dodatkowych. A więc uruchamiamy moduł modelowania powierzchniowego *Start->Shape->Generative Shape Design*, tworzymy płaszczyznę, która przytnie naszą bryłę w pożądany sposób.



Rys. 2

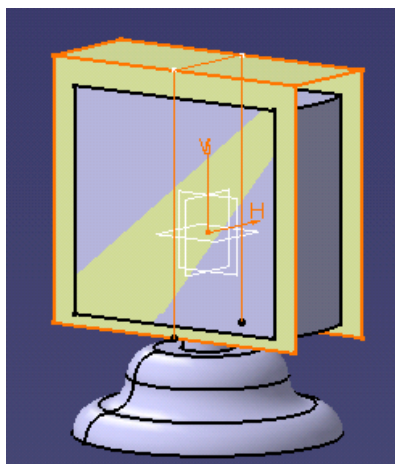
Teraz wracamy do modułu modelowania bryłowego *Start->Mechanical Design->Part Design* i przy użyciu

narzędzia Split usuwamy nadmiar materiału.



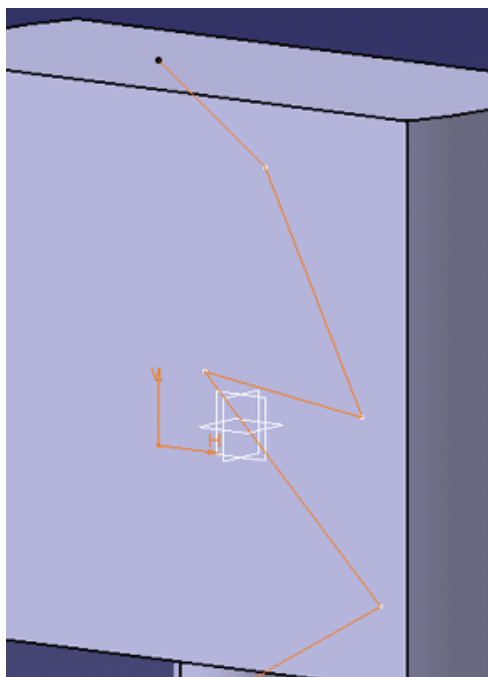
Rys. 3

Po wybraniu narzędzia wskazujemy przygotowaną powierzchnię, którą przytniemy naszą bryłą. Widzimy teraz taką bryłę.



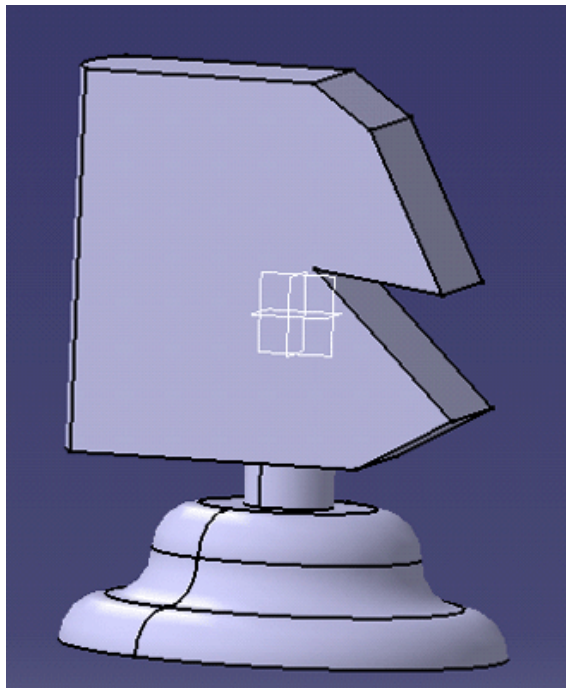
Rys. 4

Możemy już ukryć *Geometrical Set* zawierające historię powstania powierzchni. Aby wykonać kolejną powierzchnię uruchamiamy moduł modelowania powierzchniowego i tworzymy nowe *Geometrical Set* (*Insert -> Geometrical Set* Następnie wykonujemy szkic głowy konia.



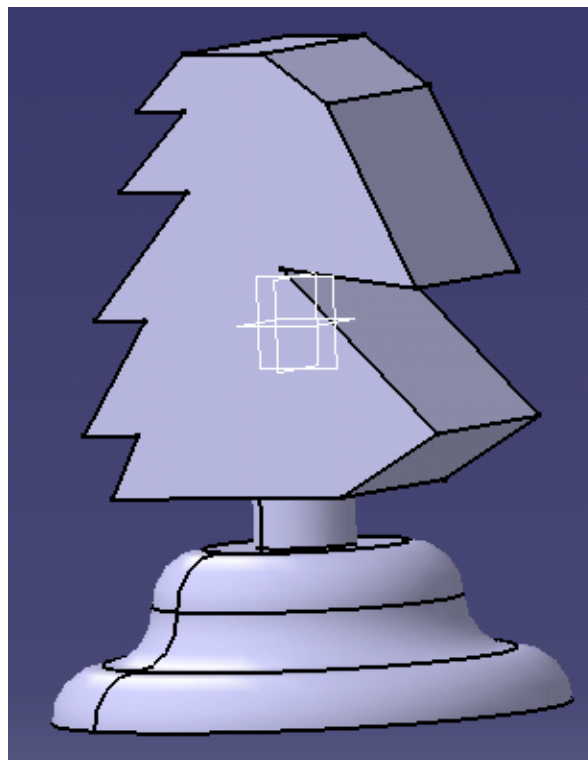
Rys. 5

Teraz potrzebne będzie narzędzie *Extrude*, aby wprowadzić cechy powierzchni. Kolejno przechodzimy do modułu modelowania bryłowego i wycinamy go za pomocą narzędzia *Split*. Osiągamy taki efekt:



Rys. 6

Analogicznie wycinamy teraz grzywę skoczka tak, aby bryła wyglądała mniej więcej tak:



Rys. 7

Teraz przy użyciu znanych już narzędzi np. *Fillet* czy *Pocket*, wprowadzamy modyfikacje, aby uzyskać

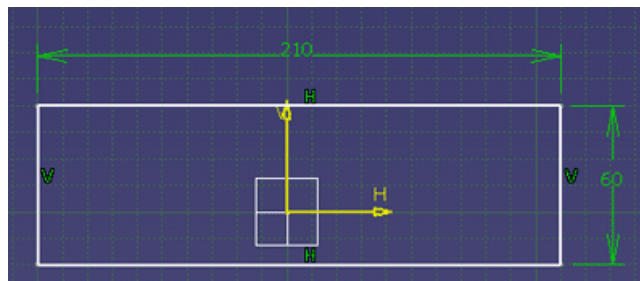
kształt konia szachowego. Nie będziemy teraz dokańczać figury, ostateczny efekt powinien być mniej więcej taki:



Rys. 8

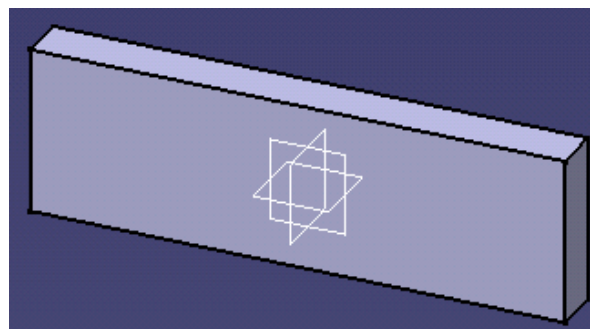
Lekcja 21 - Przykłady praktyczne - Modelowanie obudowy radia

Na zakończenie wykonamy niewielki projekt podsumowujący to, czego się zdążyliśmy nauczyć. Będzie to panel radia.



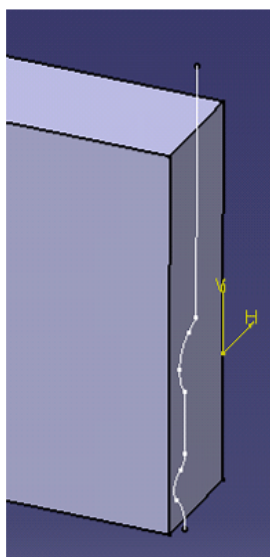
Rys. 1

Następnie nadajmy szkicowi trzeci wymiar narzędziem *Pad*.



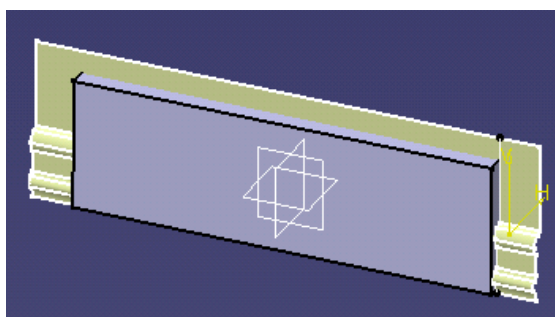
Rys. 2

Teraz wprowadzimy zmiany przy użyciu modelowania powierzchniowego. Najpierw szkicujemy element kształtujący wygląd.



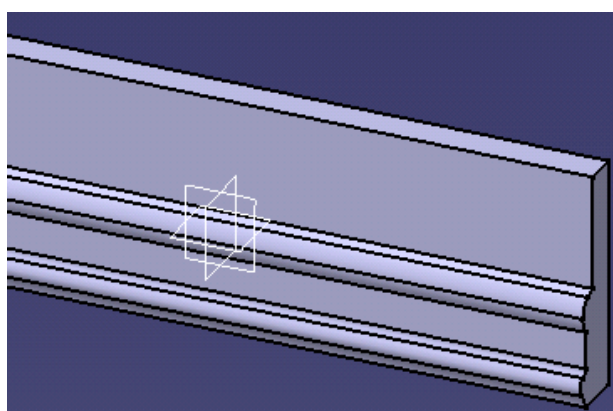
Rys. 3

Szkic wymiarujemy i nadajemy mu odpowiednie więzy oraz "wyciągamy" za pomocą narzędzia *Extrude*.



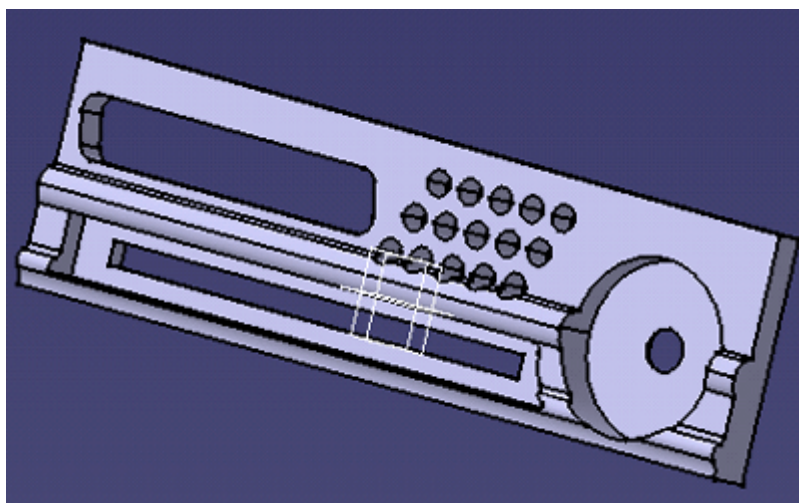
Rys. 4

Następnie możemy przejść do modułu modelowania części, nazywanego również modułem modelowania bryłowego, i przyciąć naszą bryłę za pomocą przygotowanej powierzchni.



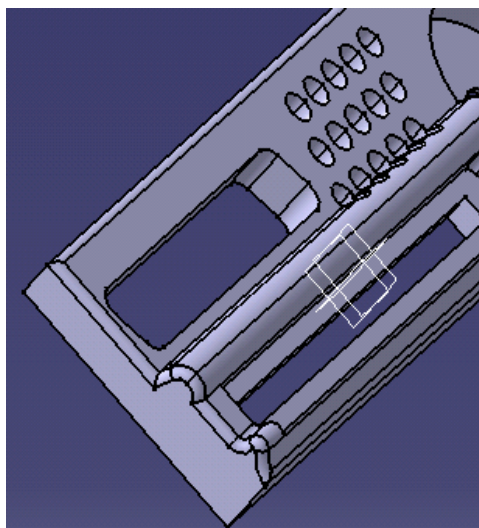
Rys. 5

Teraz wytniemy otwory na przyciski, kasetę itd. Posłuży nam do tego narzędzie *Pocket*.



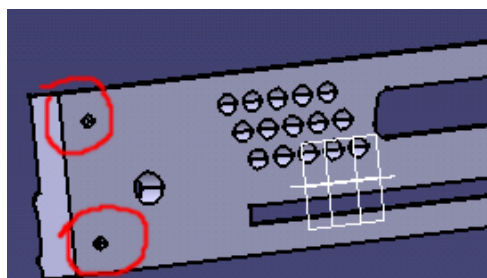
Rys. 6

Teraz pozostaje dodać zaokrąglenia.



Rys. 7

Na koniec dodajmy tylko miejsce połączenia panelu z płytą elektroniczną.



Rys. 8

KONIEC ©