



UNIVERSITY OF WARMIA AND MAZURY IN OLSZTYN
The Faculty of Technical Sciences
POLAND, 10-957 Olsztyn, M. Oczapowskiego 11
tel.: (48)(89) 5-23-32-40, fax: (48)(89) 5-23-32-55
URL: <http://www.uwm.edu.pl/edu/sobieski/> (in Polish)



Obliczeniowa Dynamika Płynów

Computational Fluid Dynamics – CFD

Modelowanie geometrii
(wersja skrócona)

wersja: 5 lutego 2026

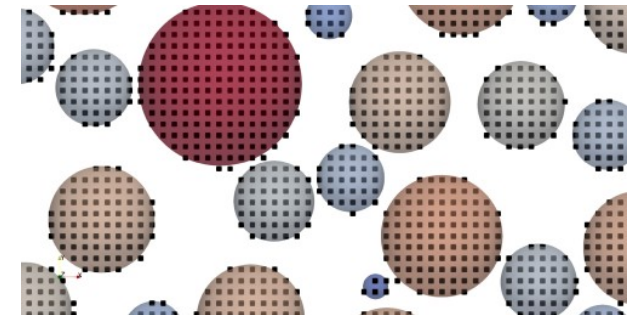
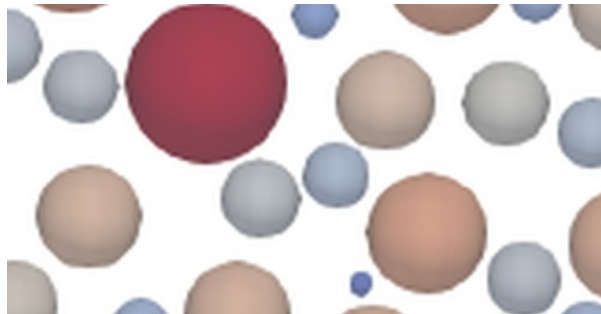
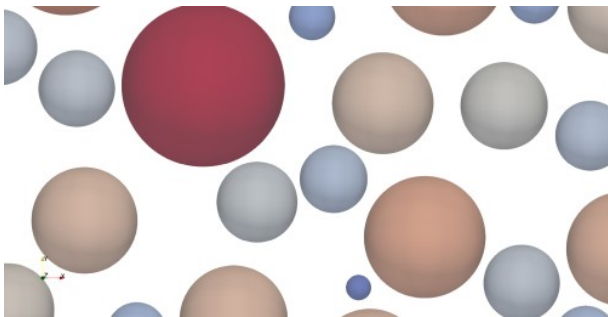
Wojciech Sobieski

Olsztyn, 2003-2026

Rodzaje geometrii/grafiki

Rodzaje geometrii/grafiki:

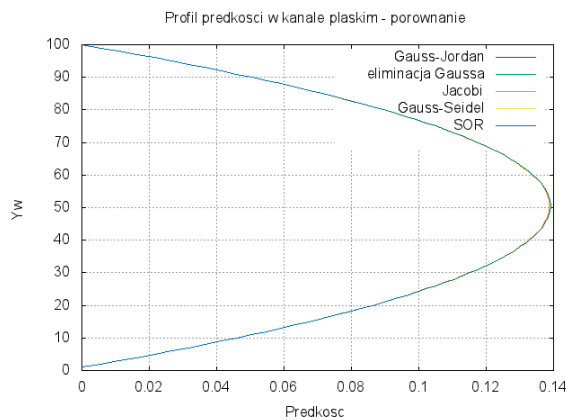
- geometria/grafika wektorowa (bezstratna)
 - programy rysunkowe, algorytmy ... ,
- geometria/grafika rastrowa (kompresja bezstratna lub stratna)
 - aparaty cyfrowe, programy graficzne, konwersja, ...,
- geometria/grafika binarna (bezstratna lub stratna)
 - programy graficzne, algorytmy,



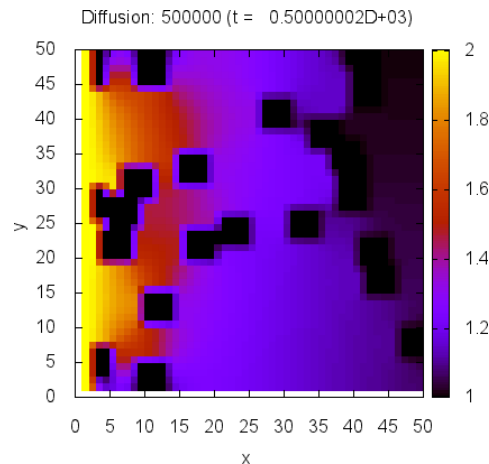
Liczba wymiarów geometrii

Podział rodzajów geometrii względem liczby wymiarów:

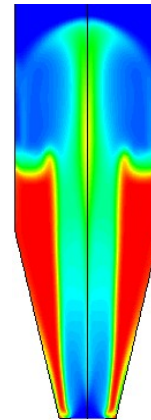
- jednowymiarowa (np. profil prędkości w kanale płaskim),
- dwuwymiarowa (np. rozwiązanie równania dyfuzji),
- dwuwymiarowa osiowo-symetryczna (np. złoże fontannowe),
- trójwymiarowa (np. przepływ przez ośrodek porowaty).



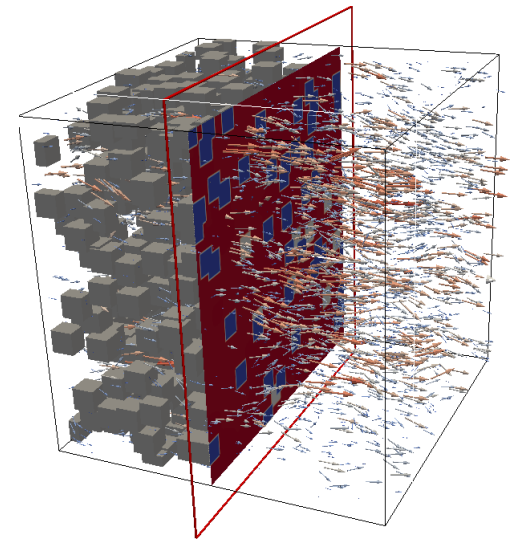
MRS, kod własny.



MRS, kod własny.

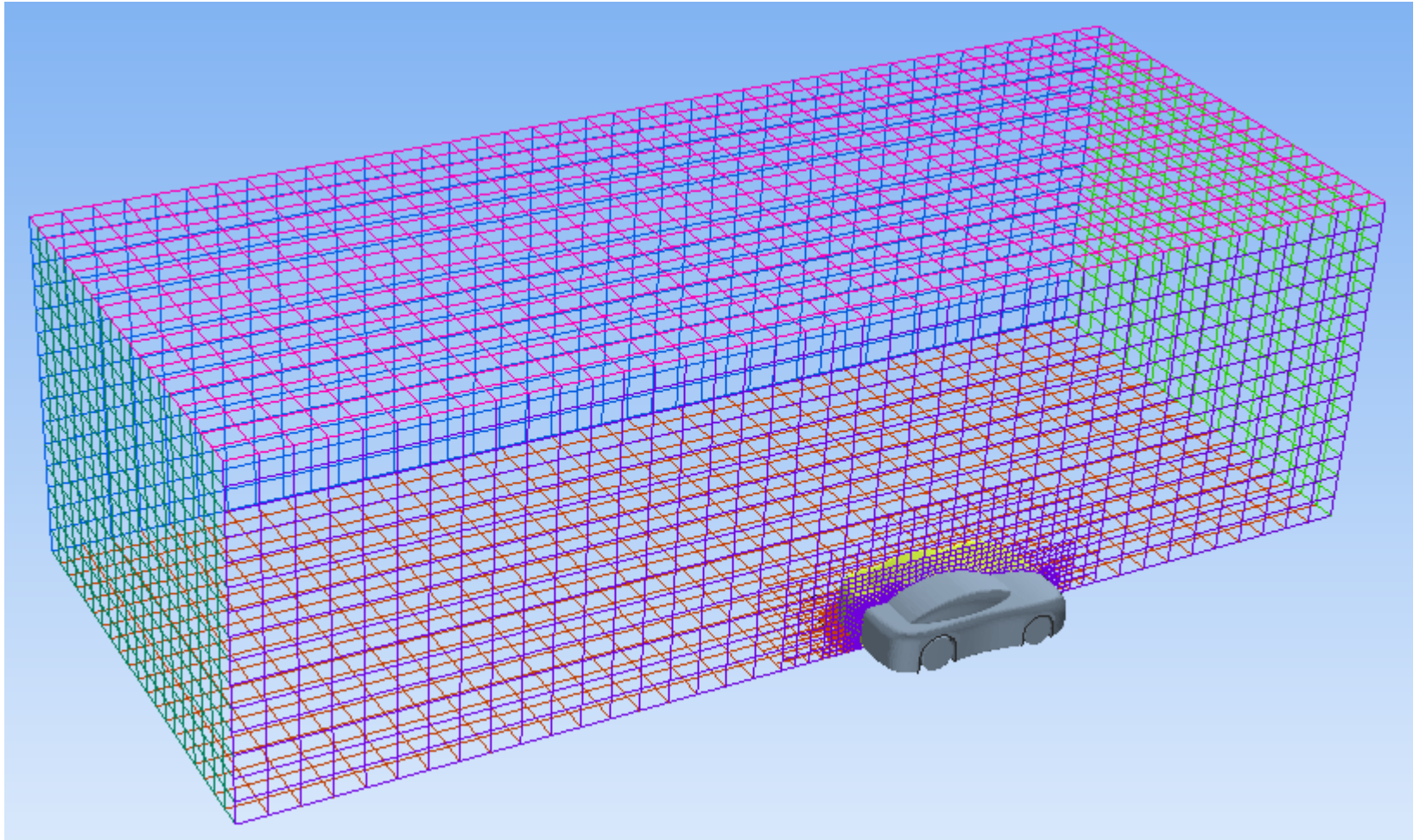


MOS, Fluent.



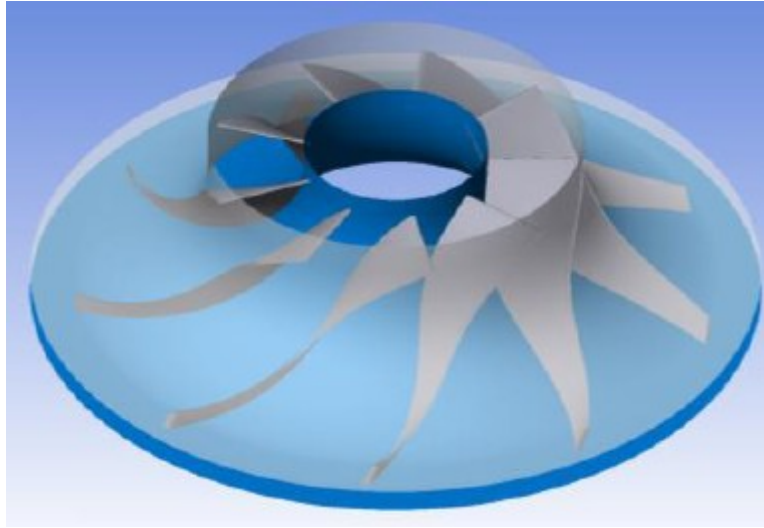
MGSB, Palabos.

Domeny symetryczne



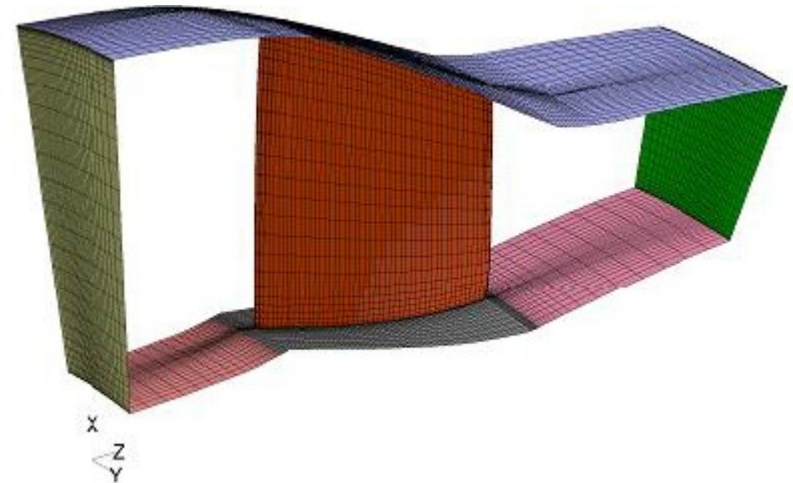
Przykład zastosowania symetrii lustrzanej [Wojciech Sobieski, wg samouczka SimFlow].

Domeny periodyczne



Zamiast przeprowadzać symulacji dla całej geometrii, jako domenę obliczeniową przyjmuje się jeden charakterystyczny obszar (tu: zawierający w środku łopatkę wirnika), zadając na odpowiednich brzegach warunki periodyczne.

Przykład zastosowania warunków okresowych w modelowaniu maszyn wirnikowych (materiały szkoleniowe firmy SymKom).



2D vs. 3D

```
! Przypisanie pamięci:
allocate (geo (0:nx+1,0:ny+1,0:nz+1))

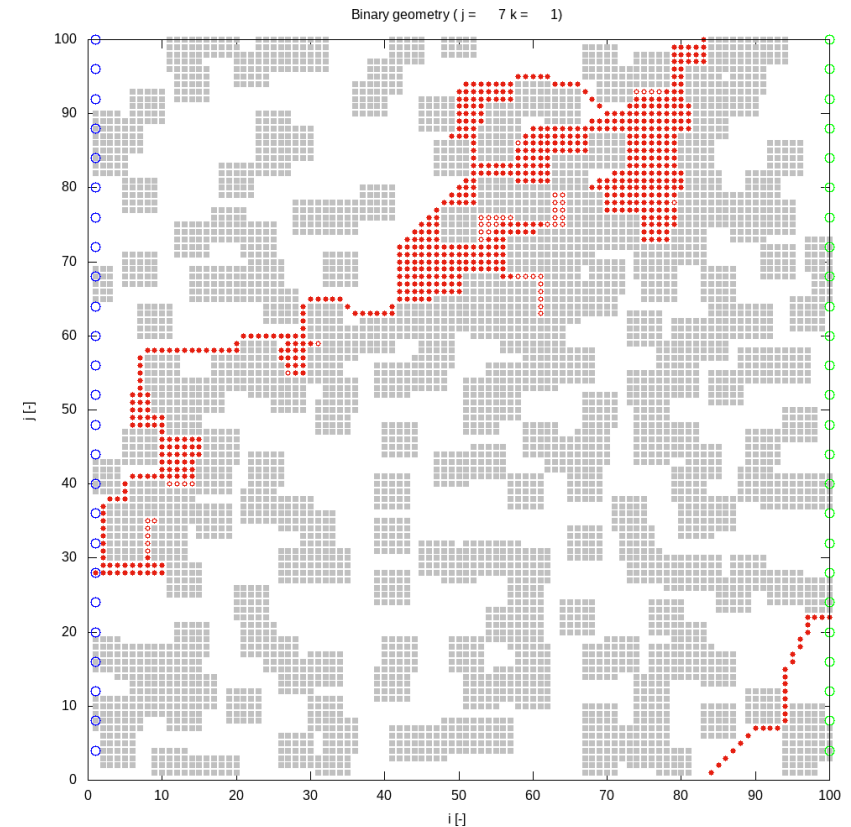
...

! Odczyt pliku z geometria:
geo = 0
open (1,file='geo.lbm',err=1000)
do i = 1, nx
  do j = 1, ny
    do k = 1, nz
      read (1,'(I2$)') geo (i,j,k)
    end do
  end do
end do
close (1)
```

...

Fragment kodu autorskiego programu astar

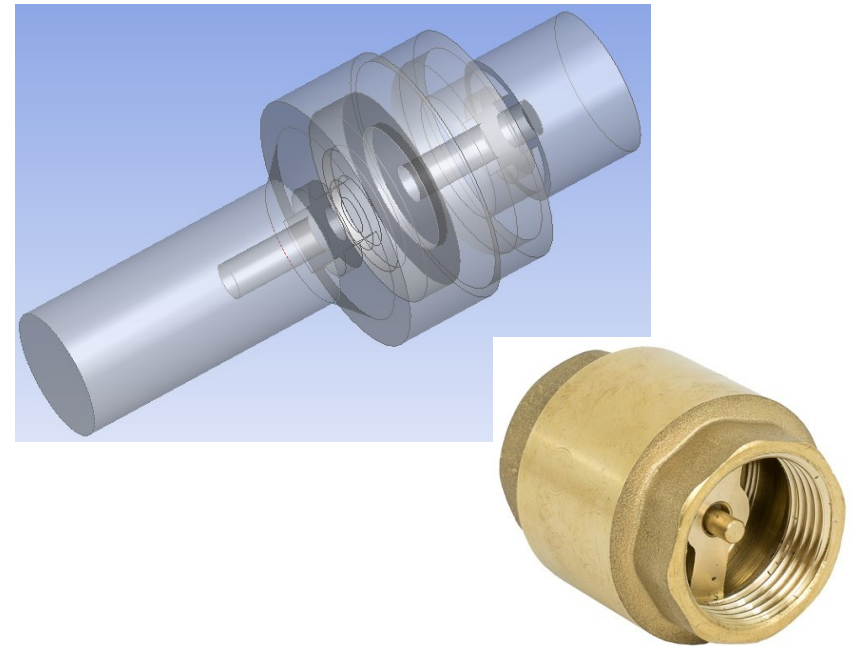
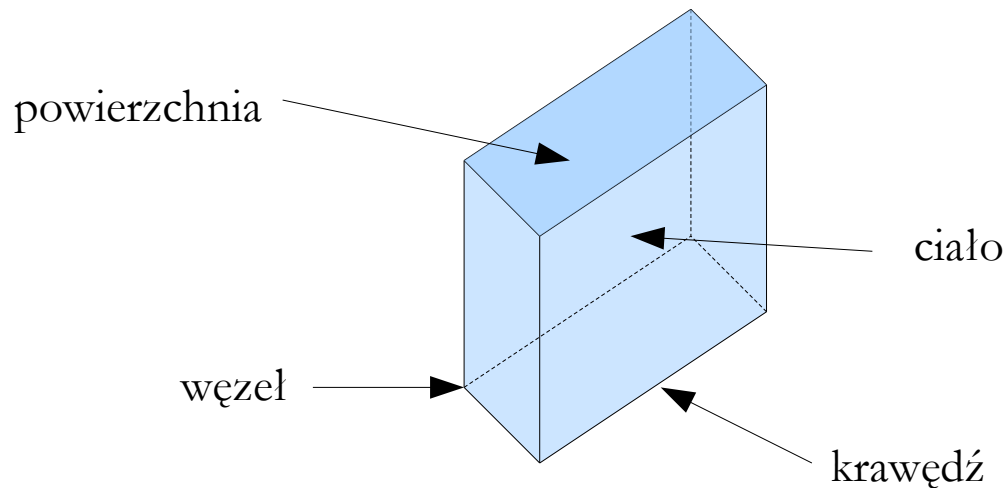
– dla działania programu nie ma znaczenia czy $n_z > 1$ czy też $n_z = 1$.



Podstawowe elementy geometrii

Podstawowe elementy geometrii:

- punkty (nodes),
- krawędzie (edges),
- powierzchnie (faces),
- ciała lub bryły (bodies, solids).



Elementy te mogą służyć do tworzenia zarówno geometrii bryłowej, jak i powierzchniowej.

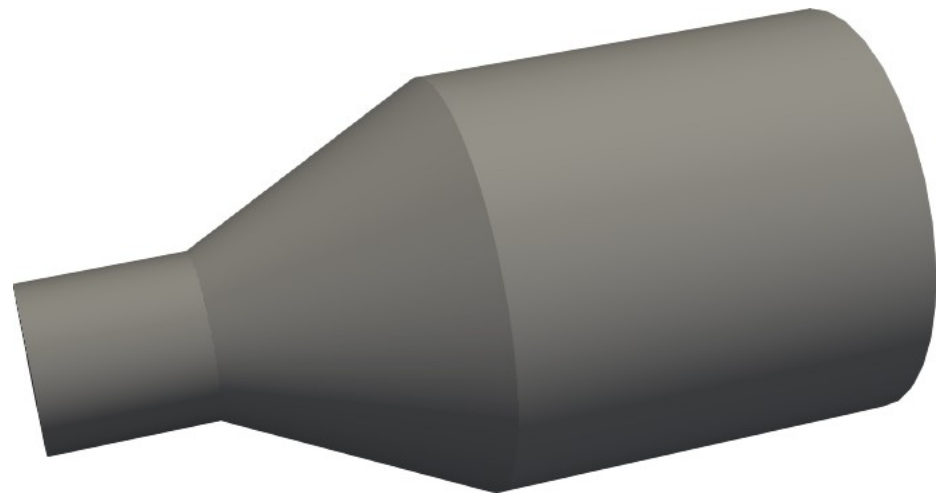


Geometria bryłowa i powierzchniowa

Modelowanie bryłowe – tworzenie geometrii poprzez stosowanie brył o zadanych cechach i relacjach. Istnieją 2 opcje modelowania:

1. Bezpośrednie tworzenie brył z kształtów prostych (prostopadłościanów, walców, stożków, sfer, itp.).

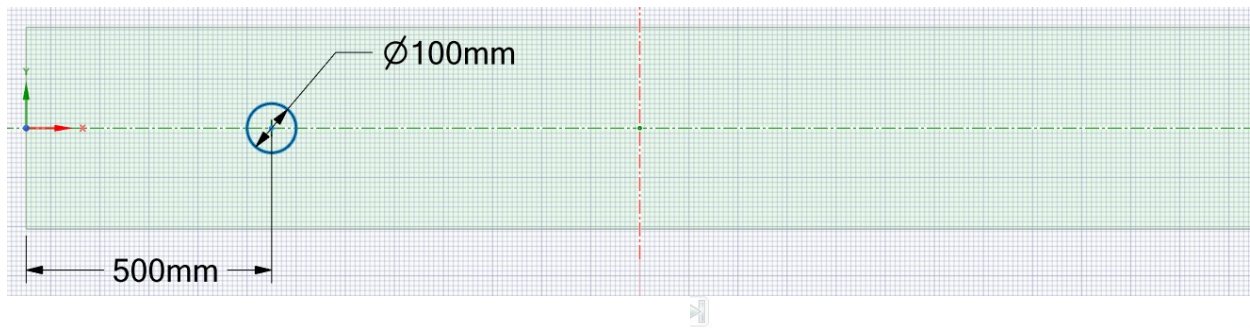
Przykład geometrii utworzonej z 3 kształtów podstawowych (ParaView).



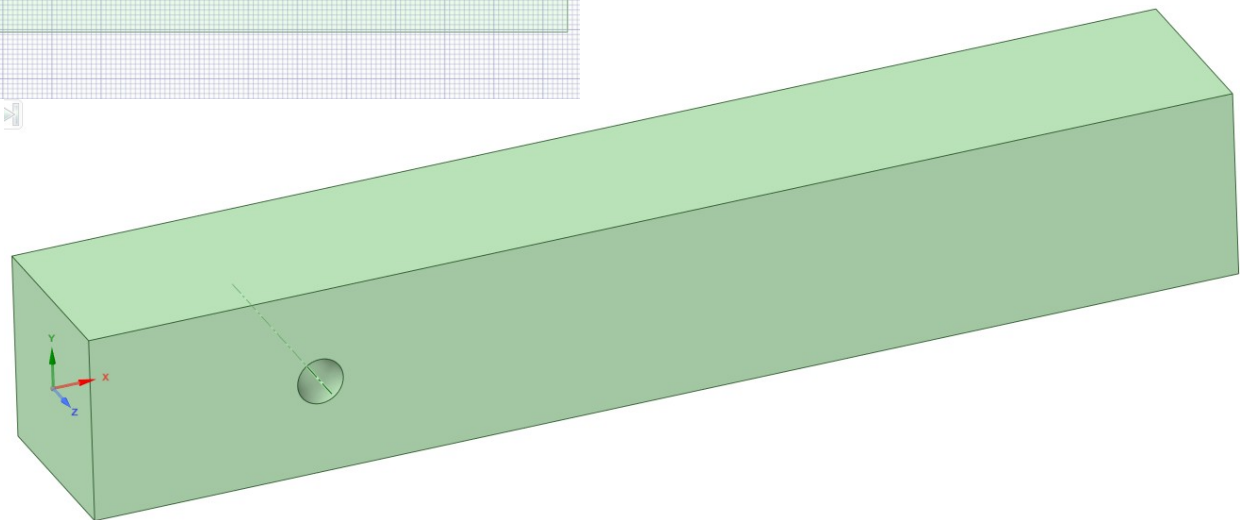
Geometria bryłowa i powierzchniowa

Modelowanie bryłowe – tworzenie geometrii poprzez stosowanie brył o zadanych cechach i relacjach. Istnieją 2 opcje modelowania:

2. Pośrednie tworzenie brył na podstawie szkiców 2D i dalszej ich obróbki (wyciągnięcia prostego, wyciągnięcia po ścieżce, obrotu, itp.).

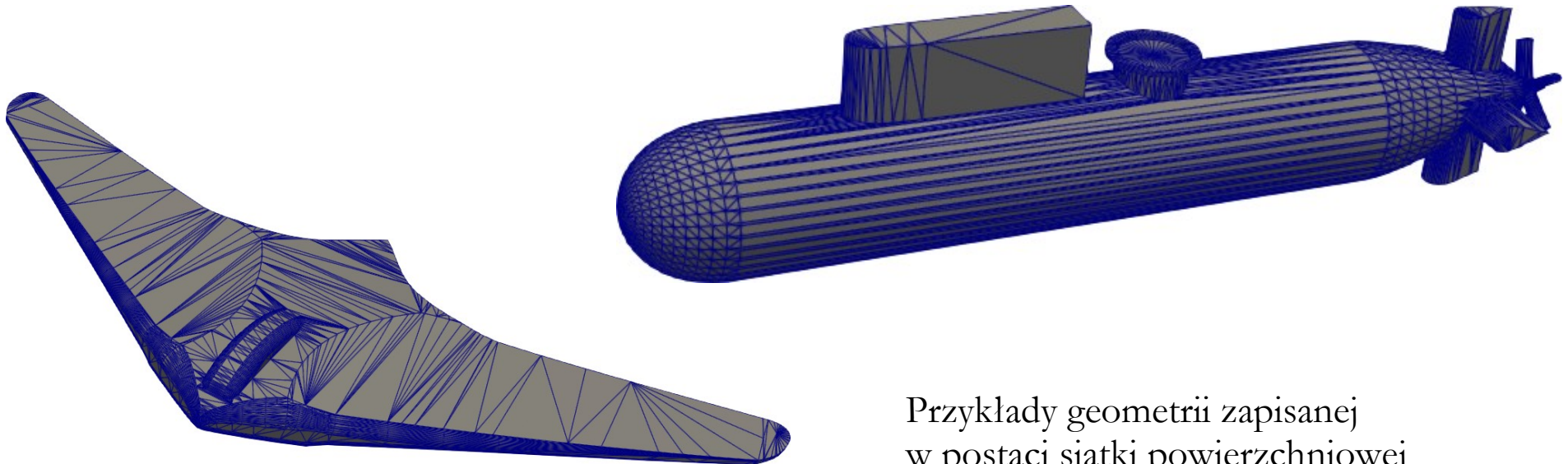


Przykład geometrii utworzonej z wyciągnięcia szkicu 2D (SpaceClaim).



Geometria bryłowa i powierzchniowa

Modelowanie powierzchniowe – tworzenie geometrii poprzez definiowanie linii lub powierzchni ją ograniczających.



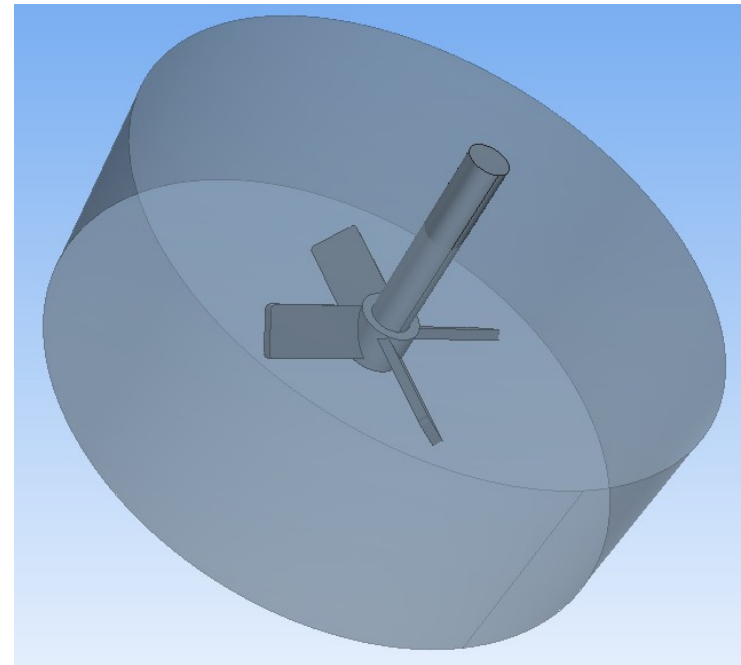
Przykłady geometrii zapisanej
w postaci siatki powierzchniowej
(wizualizacja w ParaView).

Transformacja geometrii

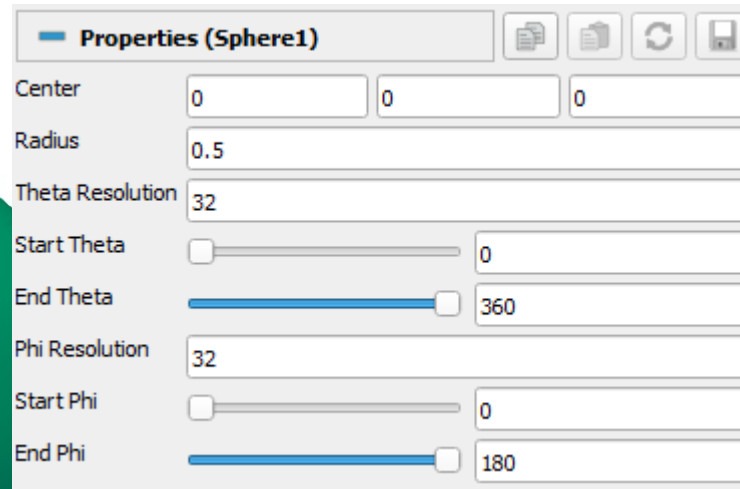
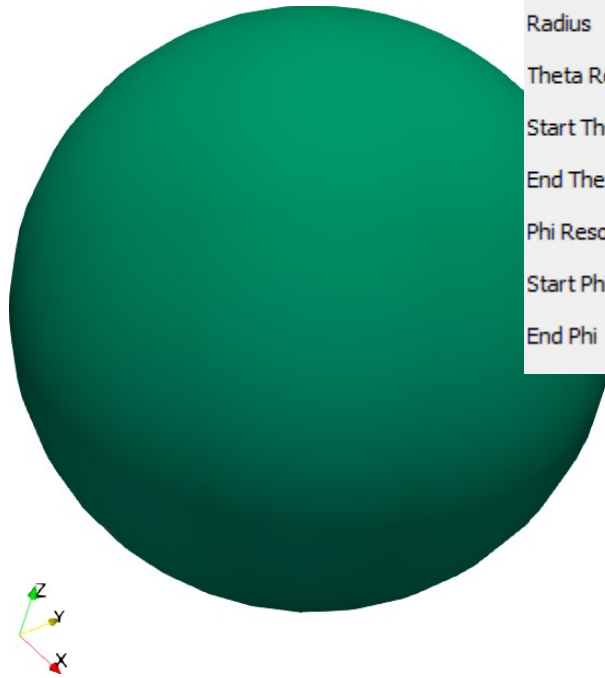
Podstawowe formy transformacji:

- przesunięcie,
- obrót,
- skalowanie.

Celem transformacji jest dopasowanie do siebie rozmiarów i położenia poszczególnych elementów tworzących daną geometrię.

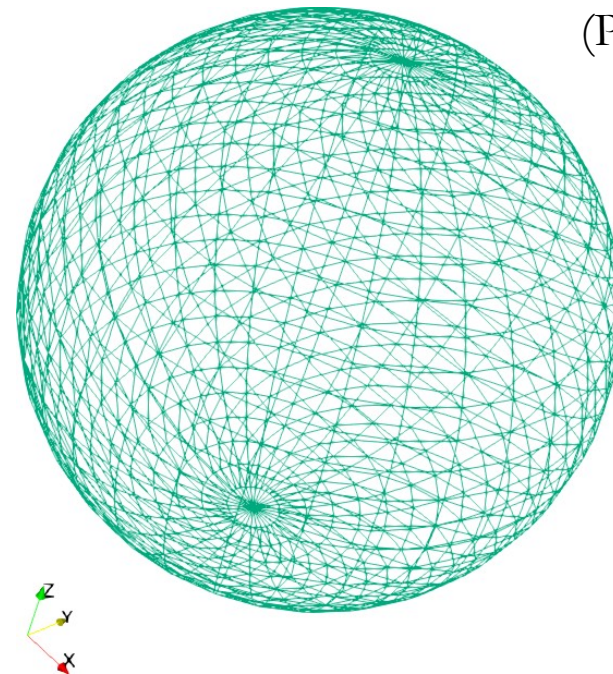


Przykłady konwersji formatów danych



Sfera utworzona poprzez podanie współrzędnych środka oraz promienia (ParaView).

Sfera zapisana w formacie STL (ParaView).



Przykład konwersji geometrii pojedynczej sfery (geometria wektorowa) na sieć trójkątów (geometria wektorowa).

Formaty plików

Standardy zapisu geometrii bryłowej:

- **STEP/STP** (Standard for the Exchange of Product Data) – format, w którym zapisywane są wszystkie informacje o obiektach, ich cechach i relacjach. Jest to format uniwersalny, umożliwiający wymianę danych między różnymi programami.
- **IGES** (Initial Graphics Exchange Specification) – poprzednik standardu STEP, przechowujący nieco mniej informacji.

Format STEP jest zalecany podczas pracy w pakiecie **ANSYS**.

Formaty plików

Standardy zapisu geometrii powierzchniowej:

- **STL** (Standard Tessellation Language) – format, w którym obiekty zapisywane są jako powierzchnie składające się ze zbioru trójkątów.

solid *name*

facet normal n_i, n_j, n_k

outer loop

vertex $v1_x, v1_y, v1_z$

vertex $v2_x, v2_y, v2_z$

vertex $v3_x, v3_y, v3_z$

endloop

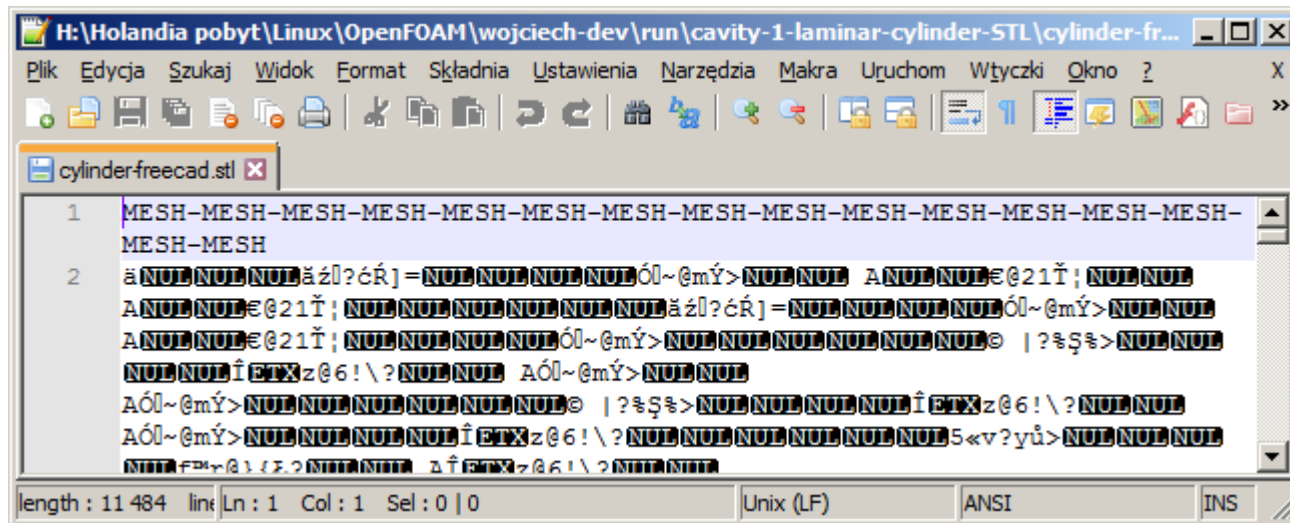
endsolid *name*

Struktura formatu STL ASCII

Istnieje jeszcze format binarny, w którym pliki mają mniejszą objętość.

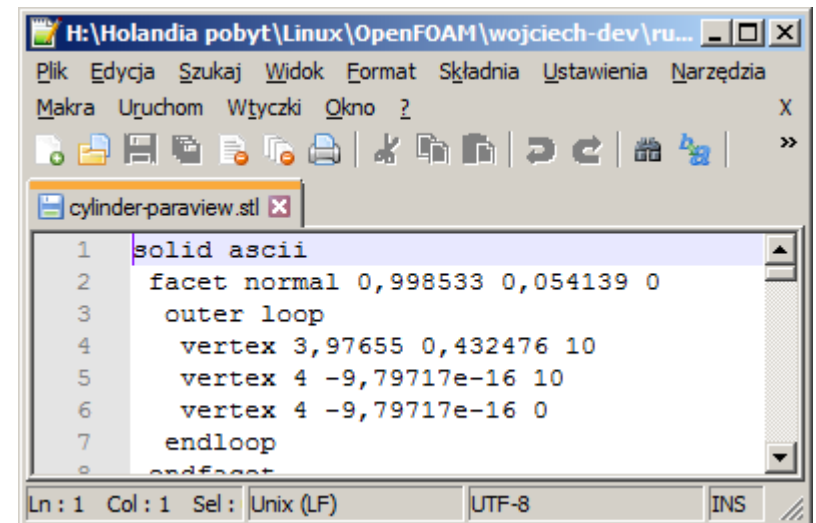
Format STL jest zalecany podczas pracy w pakiecie **OpenFOAM**.

Formaty plików



A screenshot of a text editor window titled 'cylinder-freecad.stl'. The editor displays a binary STL file, where the content consists of a series of 'NUL' (null) characters. The status bar at the bottom indicates 'length : 11 484', 'Ln : 1', 'Col : 1', 'Sel : 0 | 0', and the encoding is 'Unix (LF)'.

Plik *.STL binarny.



A screenshot of a text editor window titled 'cylinder-paraview.stl'. The editor displays an ASCII STL file with the following content:

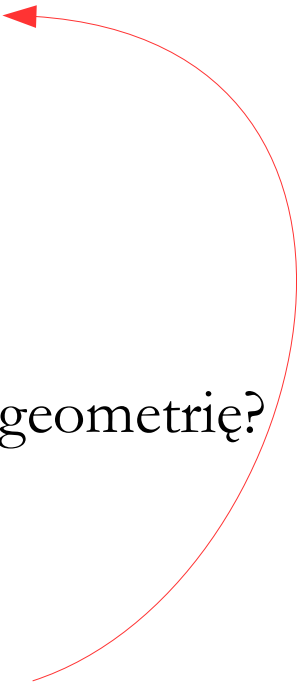
```
1 solid ascii
2 facet normal 0,998533 0,054139 0
3 outer loop
4 vertex 3,97655 0,432476 10
5 vertex 4 -9,79717e-16 10
6 vertex 4 -9,79717e-16 0
7 endloop
8 endfacet
```

The status bar at the bottom indicates 'Ln : 1', 'Col : 1', 'Sel :', 'Unix (LF)', 'UTF-8', and 'INS'.

Plik *.STL ASCII.

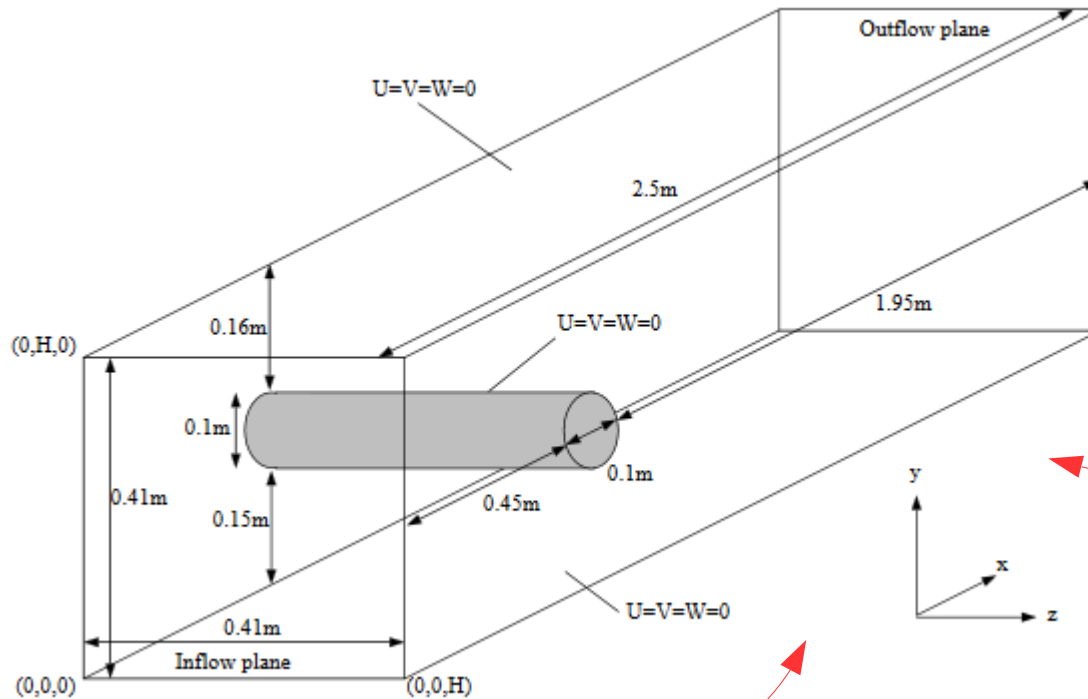
Strategie modelowania geometrii

Podstawowe założenia dotyczące tworzenia domen obliczeniowych:

1. Ile przyjąć wymiarów przestrzeni?
 2. Czy zastosować warunki symetrii lub okresowości?
 3. Czy będą stosowane specjalne warunki graniczne, np. strefy obrotowe, strefy porowate, ...?
 4. Jak ustawić granice domeny w stosunku do geometrii?
 5. Gdzie będą wloty i wyloty?
 6. Które szczegóły geometrii można pominąć?
 7. Czy korzystać z narzędzi dedykowanych czy importować geometrię?
 8. W jakim formacie przygotować i zapisać geometrię?
 9. Jaka siatka numeryczna ma być później wygenerowana?
 10. Czy model posiada jakieś nietypowe cechy?
- 

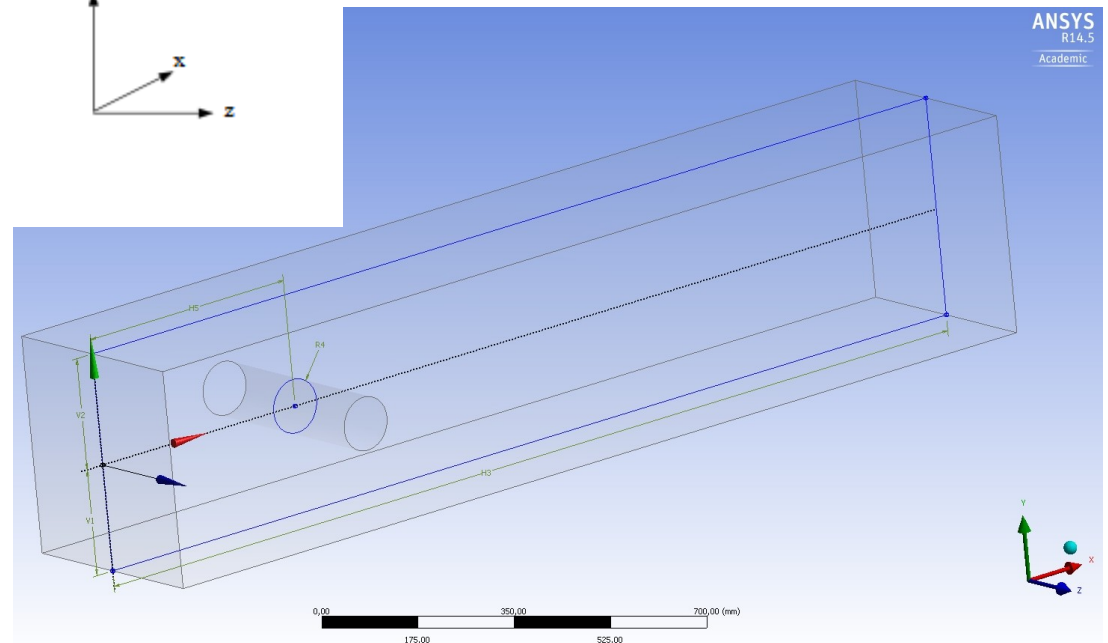
Należy to wszystko przemyśleć,
PRZED rozpoczęciem modelowania!

Strategie modelowania geometrii

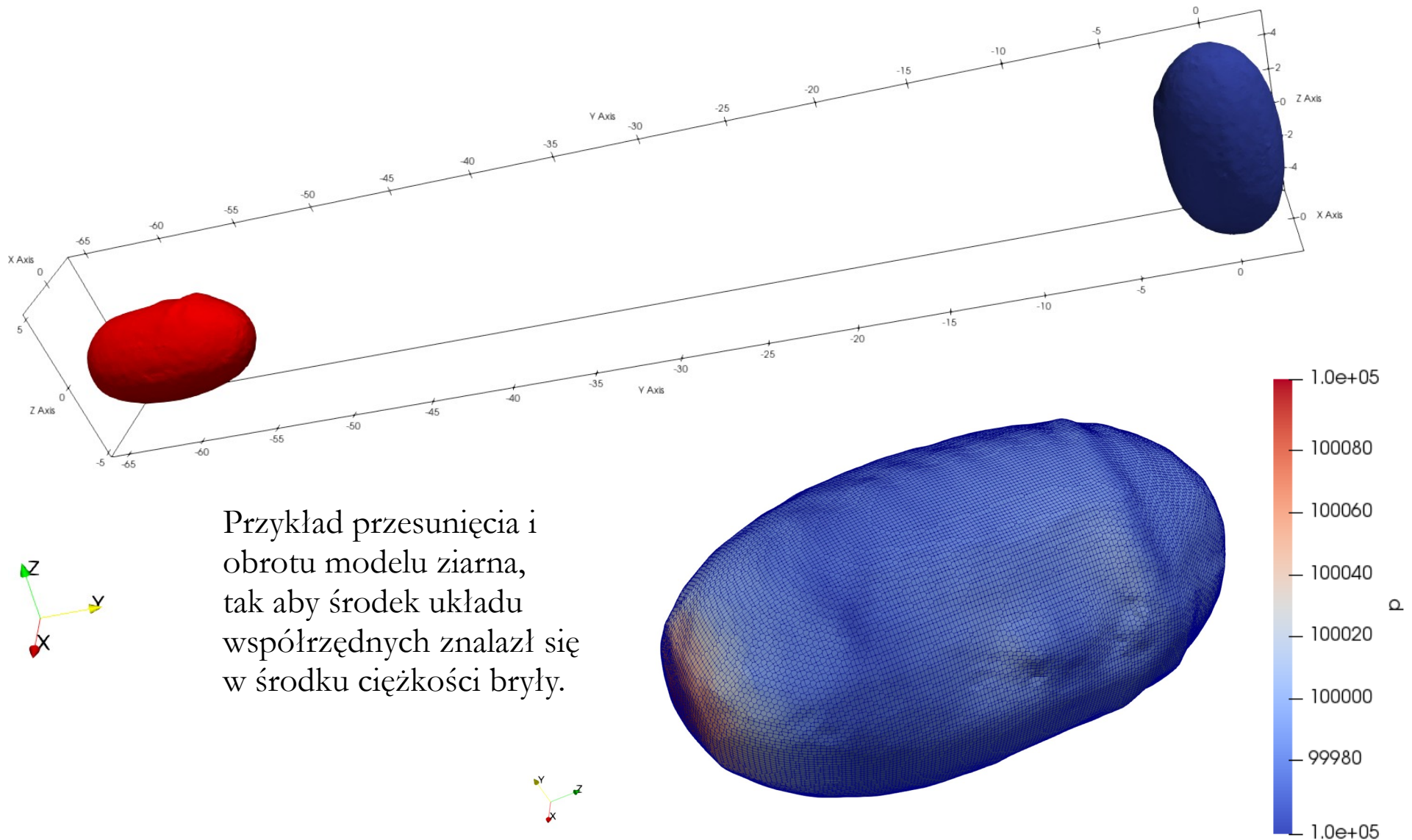


Dobłą praktyką jest wcześniejsze przygotowanie rysunku lub szkicu.

Znajomość orientacji układu współrzędnych, położenia jego środka oraz rozpiętość wymiarów domeny jest bardzo przydatna w późniejszych etapach pracy (np. podczas postprocesingu).



Strategie modelowania geometrii

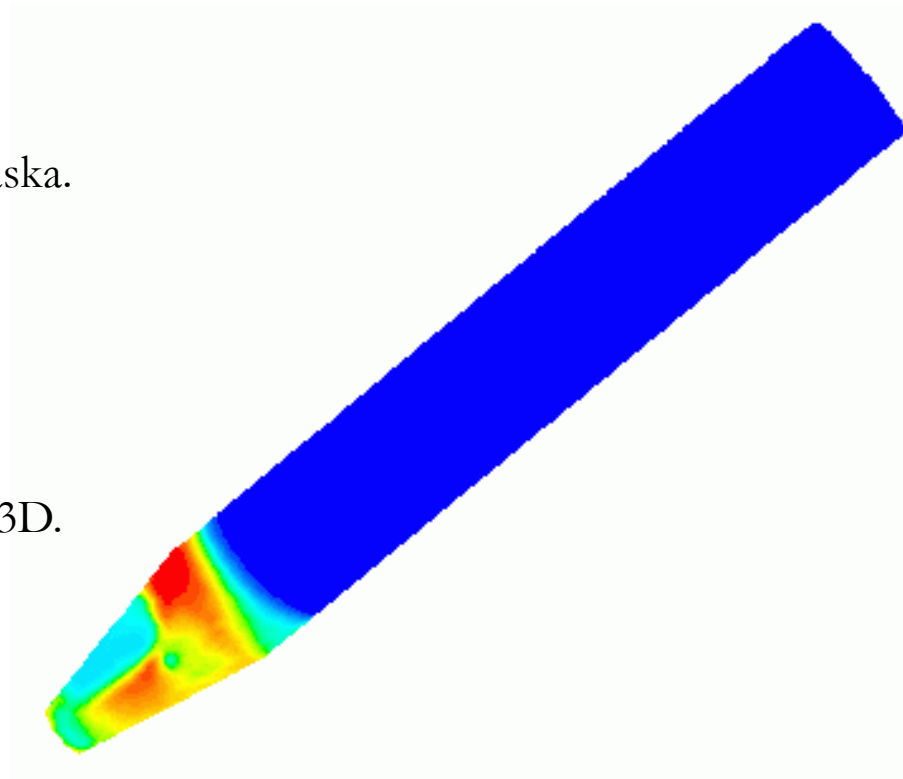


Przykład przesunięcia i obrotu modelu ziarna, tak aby środek układu współrzędnych znalazł się w środku ciężkości bryły.

Strategie modelowania geometrii

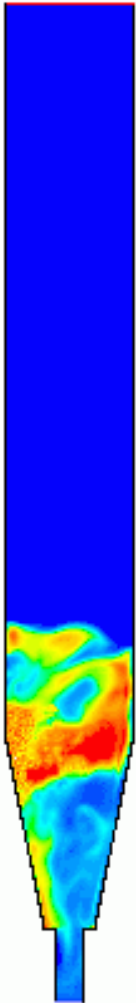
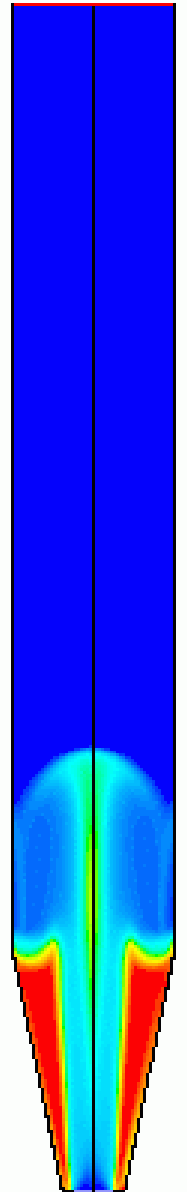
Przykład poszukiwania liczby wymiarów
oraz lokalizacji granic domeny.

Przestrzeń 2D – płaska.

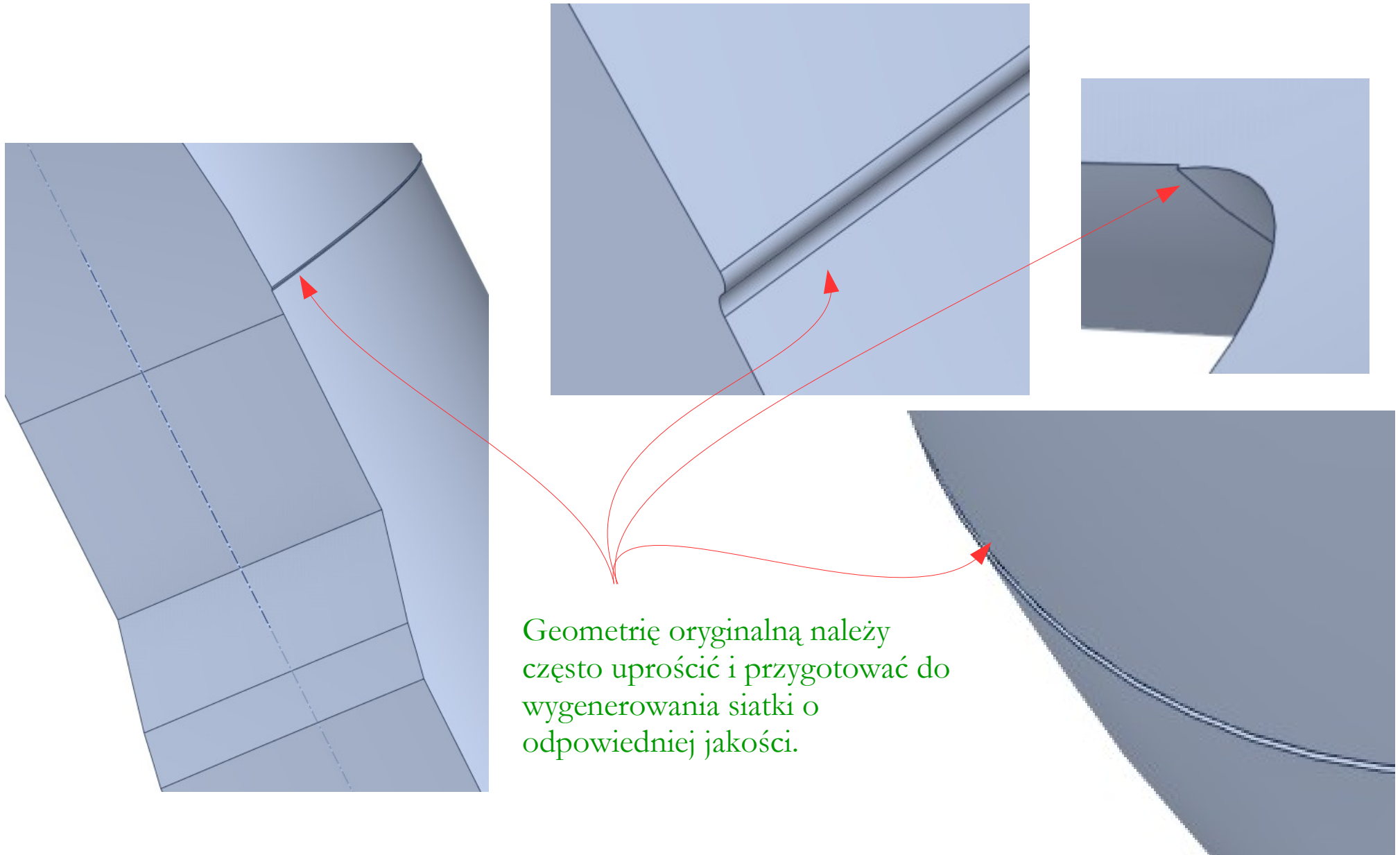


Przestrzeń 3D.

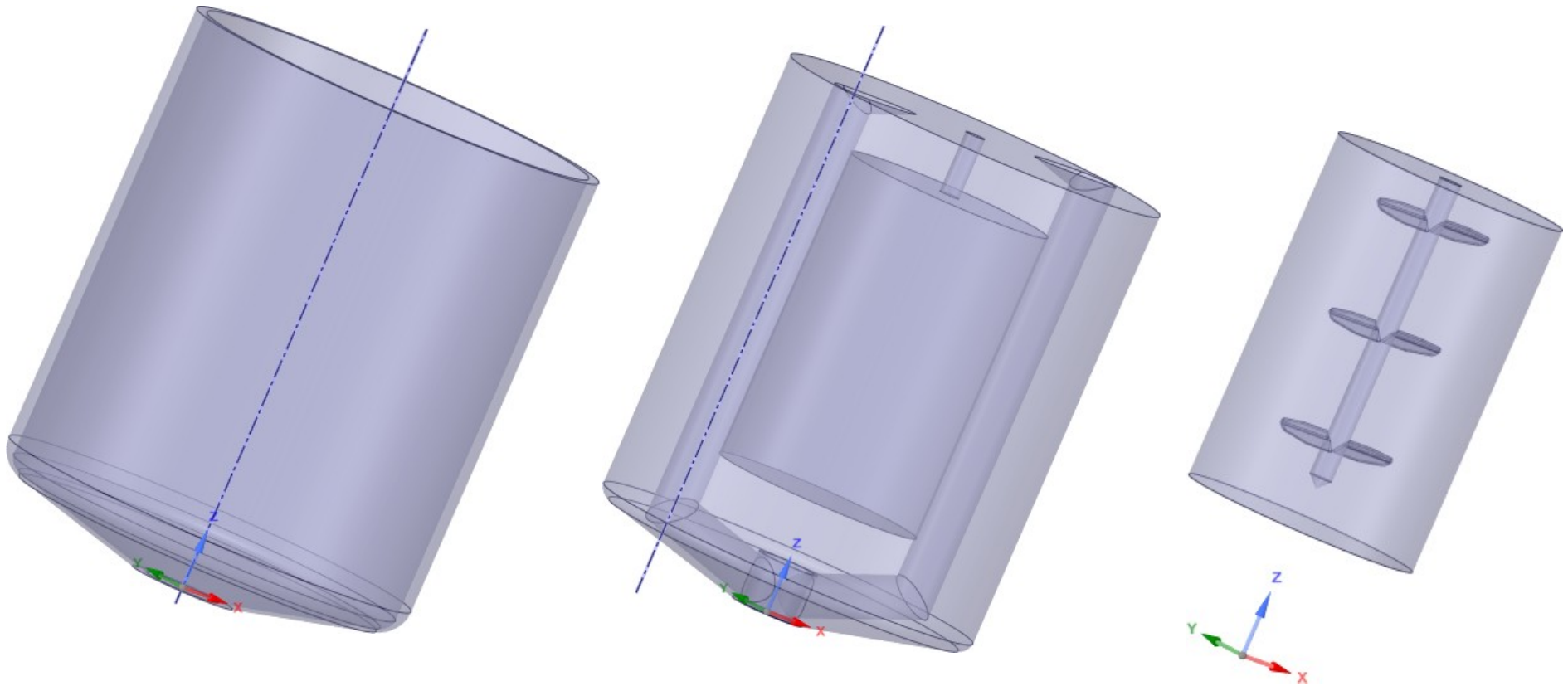
Przestrzeń 2D – osiowo-symetryczna.



Strategie modelowania geometrii



Strategie modelowania geometrii



Przykład strategii mieszanej [Wojciech Sobieski, ANSYS SpaceClaim]:

- geometria mieszadeł zaimportowana z zewnętrznego pliku w formacie *.STP,
- geometria zbiornika utworzona bezpośrednio w programie SpaceClaim,
- podział na strefy (tu stosowana jest technika Multiple Reference Frame) w programie SpaceClaim.

Praca w pakiecie ANSYS

Strategia modelowania geometrii w pakiecie ANSYS:



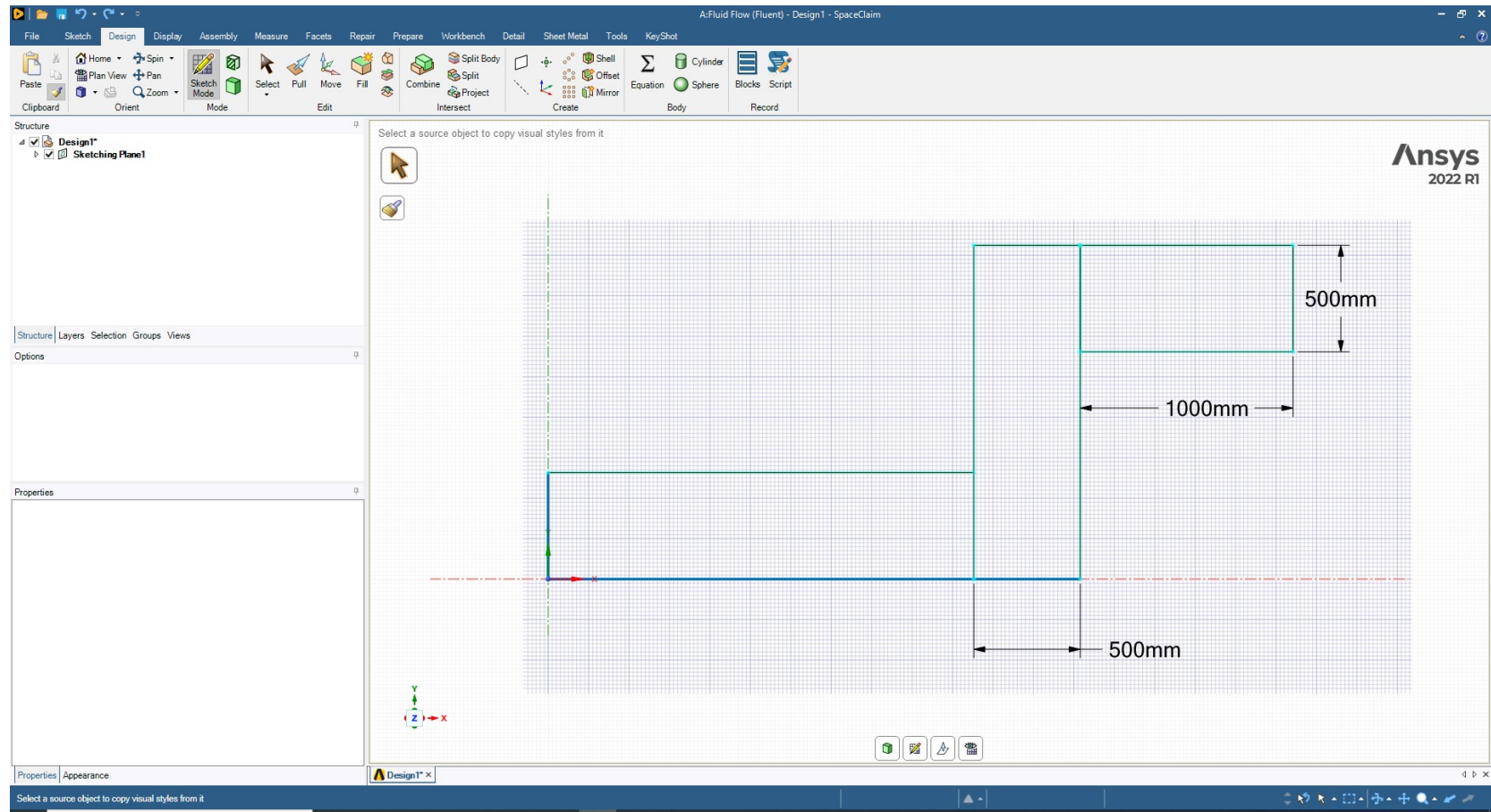
Bezpośrednie użycie modułów pakietu ANSYS
i tworzenie geometrii za ich pomocą.

3D



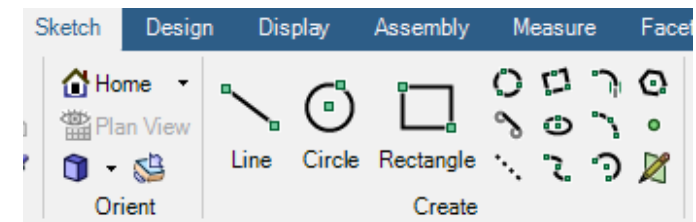
Pośrednie użycie modułów pakietu
ANSYS poprzez import i dalszą
modyfikację geometrii utworzonej
w dowolnym innym programie.

Praca w pakiecie ANSYS

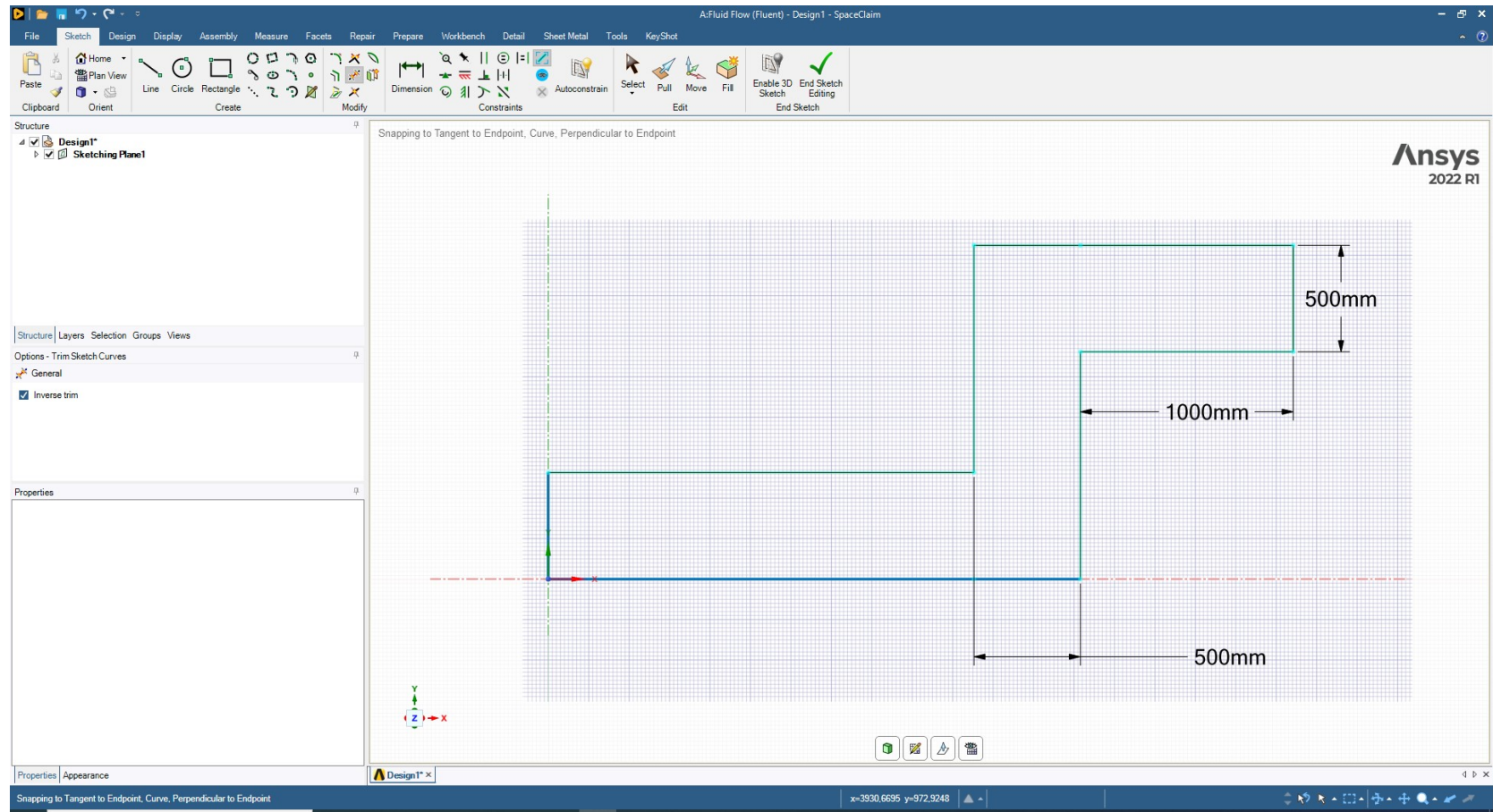


Przykład tworzenia szkicu (SpaceClaim):

- narysowanie trzech prostokątów o zadanych rozmiarach, lokalizacji i orientacji.

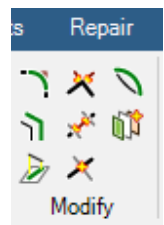


Praca w pakiecie ANSYS

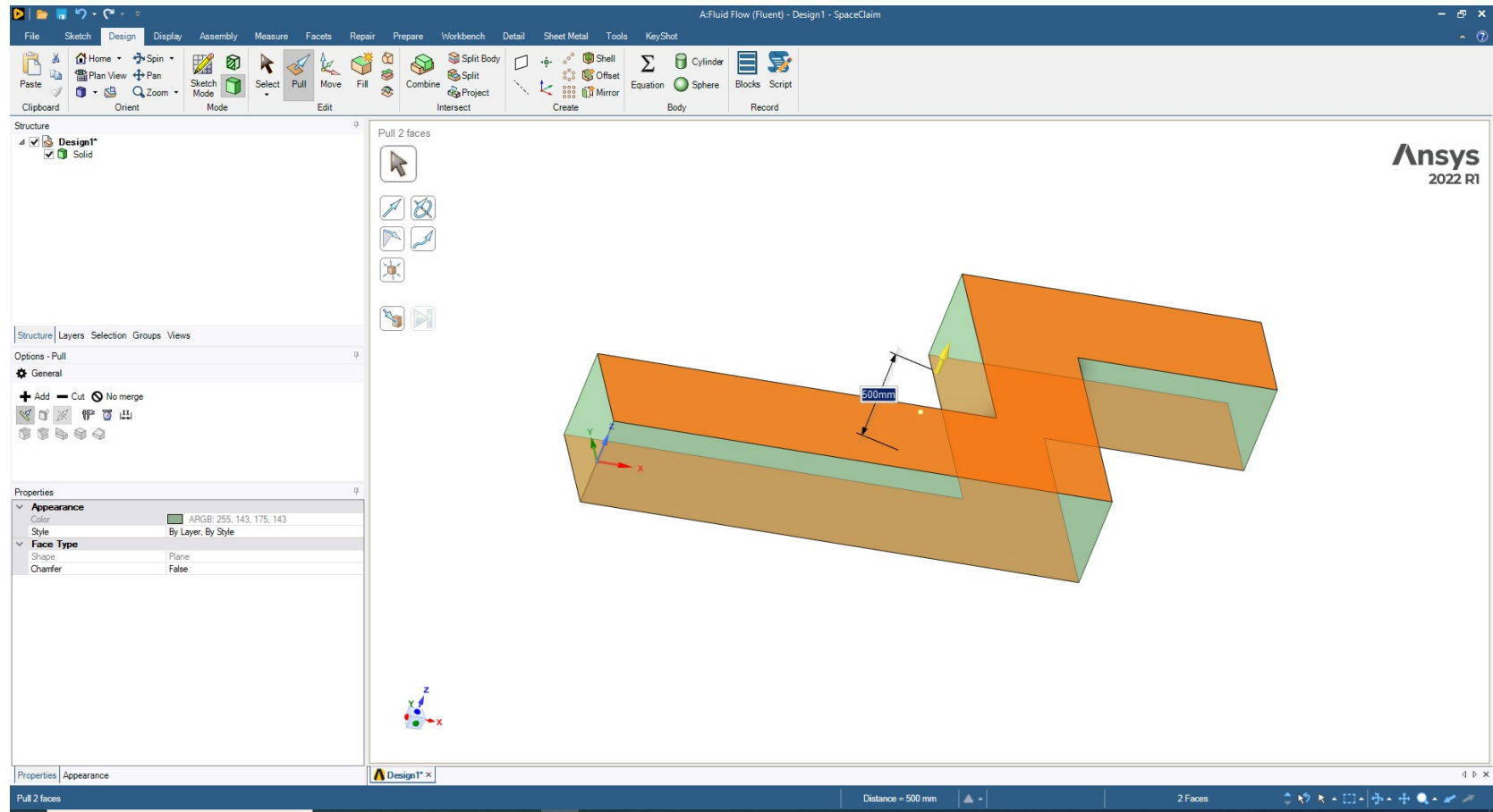


Przykład modyfikacji szkicu (SpaceClaim):

- usunięcie linii wewnątrz zarysu kanału narzędziem „Trim”.

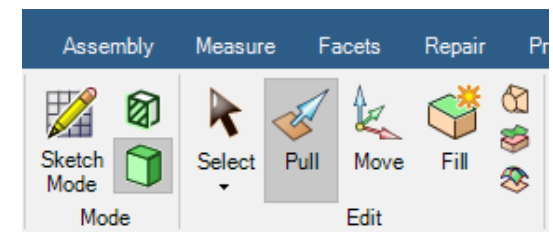


Praca w pakiecie ANSYS

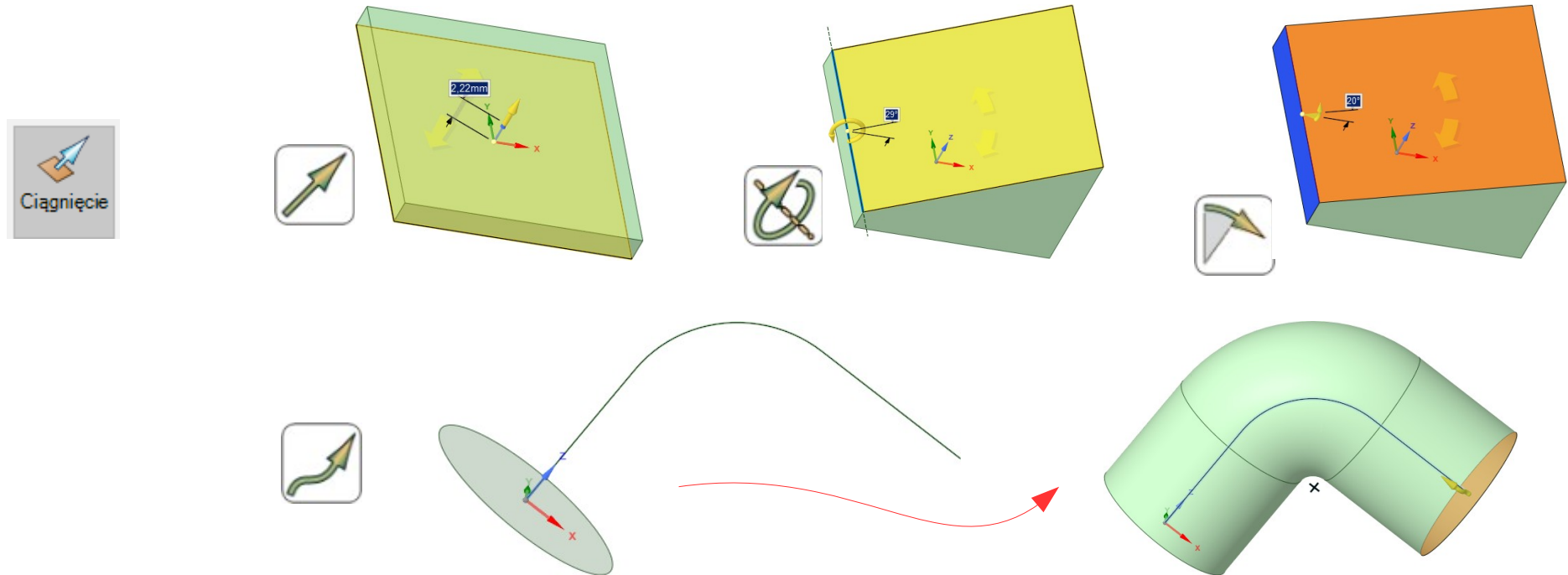


Przykład przekształcenia szkicu na bryłę (SpaceClaim):

- wyciągnięcie szkicu za pomocą narzędzia „Pull”.

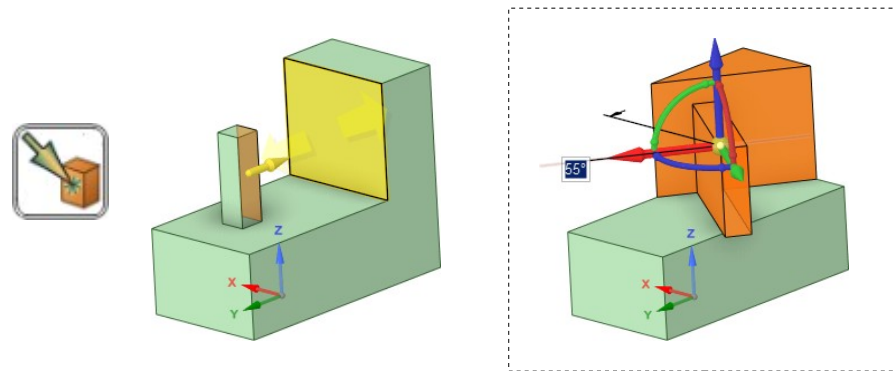


Praca w pakiecie ANSYS

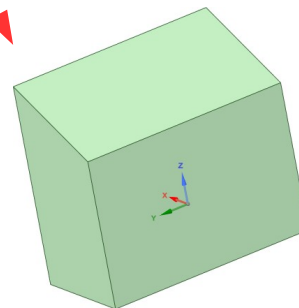
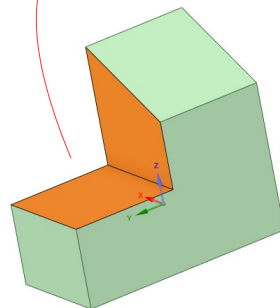
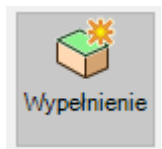
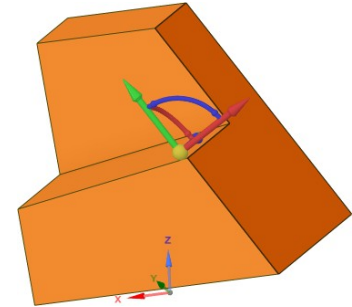
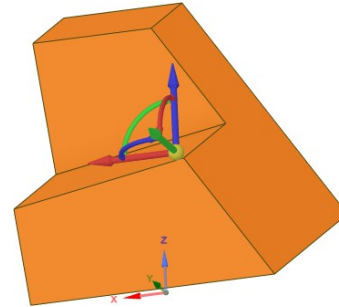
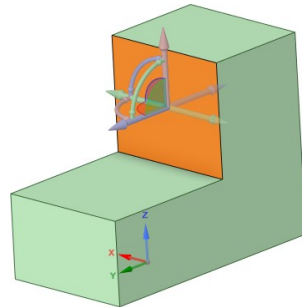
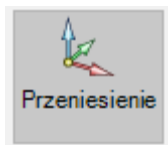


W SpaceClaim nie ma
ścisłego podziału na
szkicowanie i tworzenie brył.

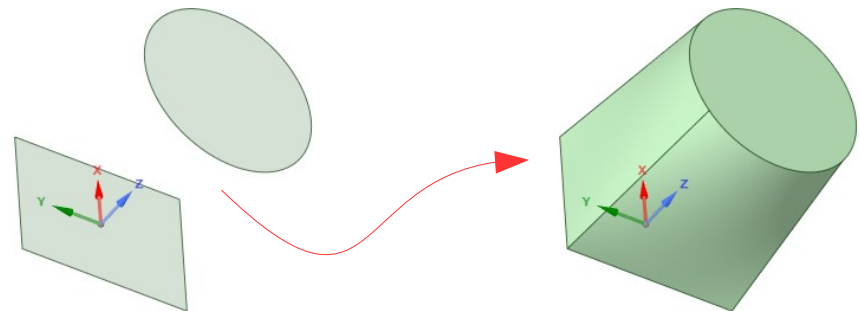
Przykłady narzędzi dostępnych
w programie SpaceClaim (2022 R1).



Praca w pakiecie ANSYS



W programie SpaceClaim nie ma ścisłego podziału na szkicowanie i tworzenie brył.



Przykłady narzędzi dostępnych w programie SpaceClaim (2022 R1).



UNIVERSITY OF WARMIA AND MAZURY IN OLSZTYN
The Faculty of Technical Sciences
POLAND, 10-957 Olsztyn, M. Oczapowskiego 11
tel.: (48)(89) 5-23-32-40, fax: (48)(89) 5-23-32-55
URL: <http://www.uwm.edu.pl/edu/sobieski/> (in Polish)



Dziękuję za uwagę

Wojciech Sobieski

Olsztyn, 2003-2026