

# Materiały wprowadzające do pracy w programie SolidWorks

## Część 2

Autor materiałów  
dr inż. Jerzy Domański  
*jdom@uwm.edu.pl*

Materiały wykonane na zajęcia  
z uczniami II LO w Olsztynie

---

### SPIS TREŚCI

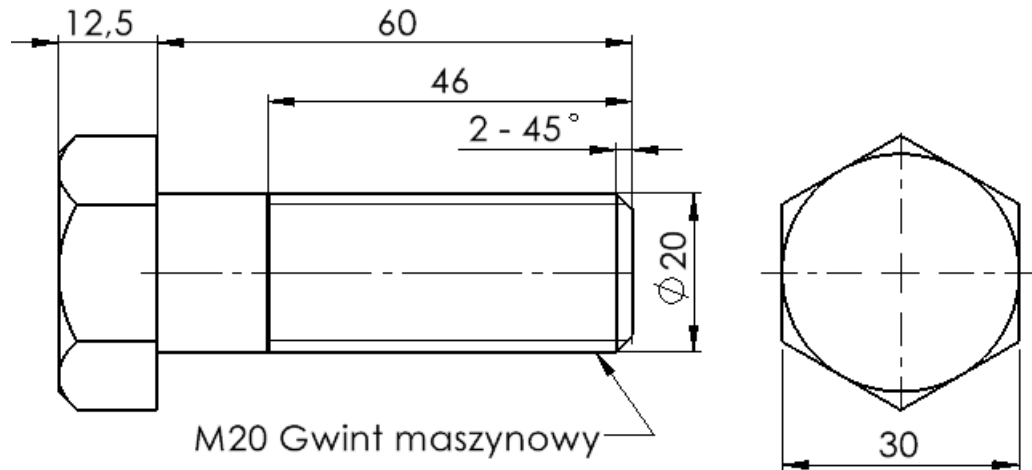
1.	Wybrane zagadnienia modelowania .....	2
1.1	Oznaczenia gwintów.....	2
1.2	Część w dwóch konfiguracjach.....	3
1.3	Właściwości plików.....	5
1.4	Podstawy konstrukcji spawanej .....	7
1.5	Podstawy arkusza blachy.....	8
2.	Wybrane przykłady symulacji ruchu.....	9
2.1	Przeguby Cardana.....	9
2.2	Zastosowanie grawitacji .....	10
3.	SolidWorks Simulation – podstawy obliczeń wytrzymałościowych .....	12

## 1. Wybrane zagadnienia modelowania

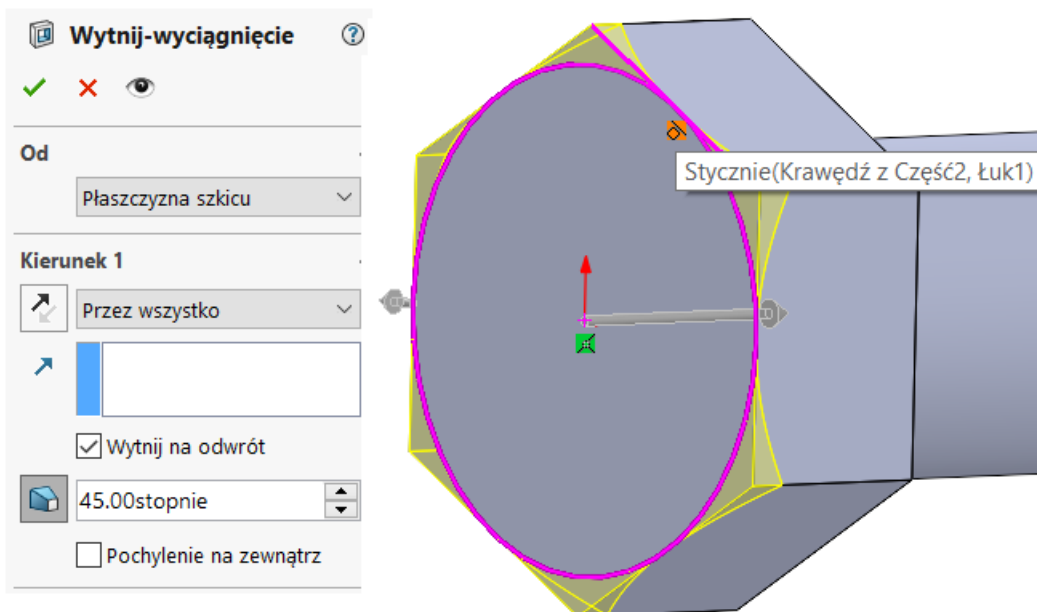
### 1.1 Oznaczenia gwintów

Oznaczenie gwintu dodawane jest z menu **Wstaw > Adnotacje > Oznaczenie gwintu**.

Śruba:



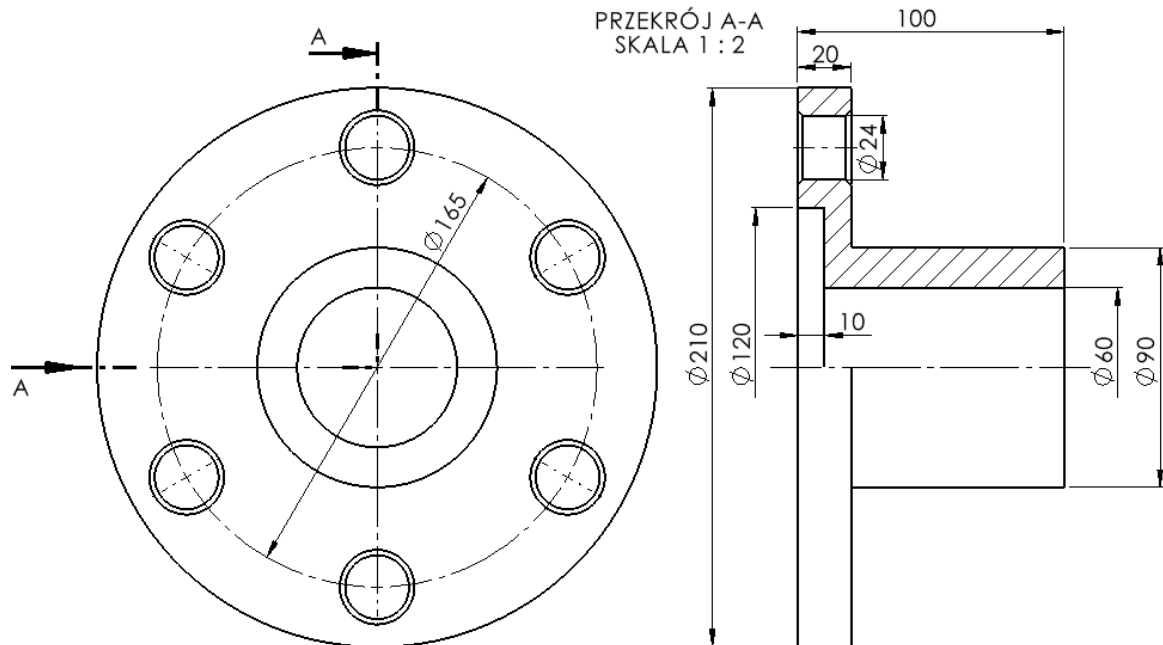
Poniżej przykład wykonania wytoczenia krawędzi (to nie jest sfazowanie):



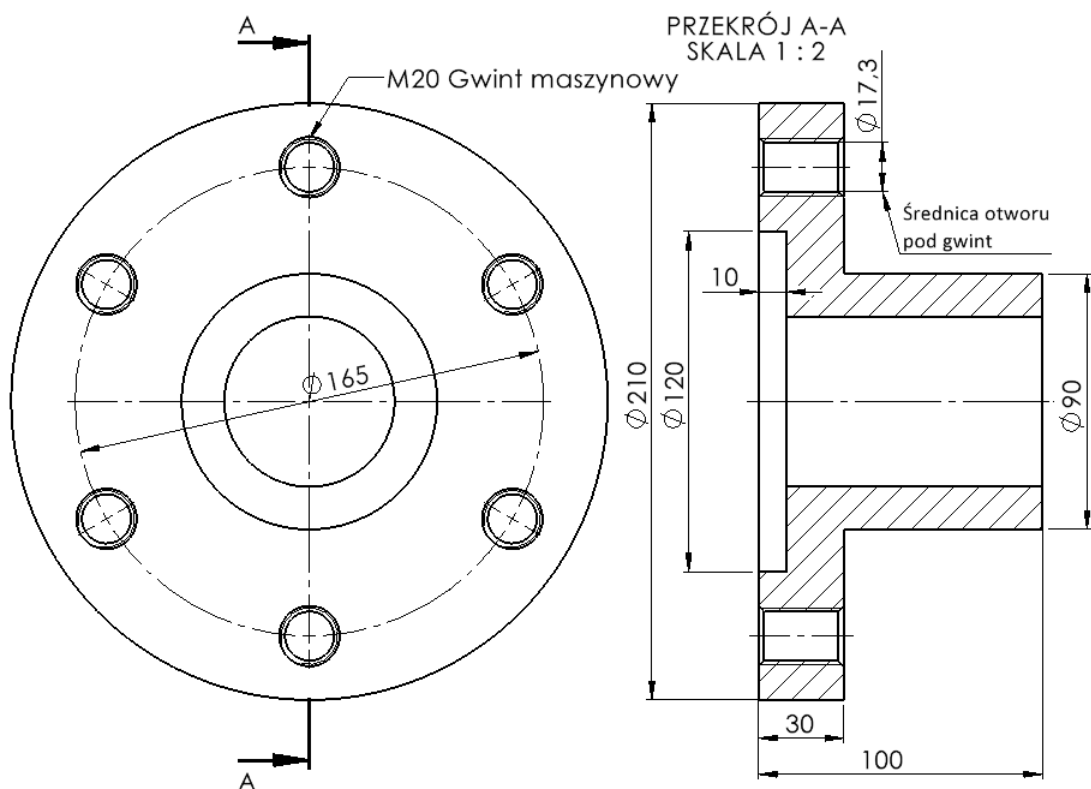
## 1.2 Część w dwóch konfiguracjach

**DWIE WERSJE TARCZY MOGĄ ZOSTAĆ WYKONANE W JEDNEJ CZĘŚCI ALE W DWÓCH KONFIGURACJACH.**

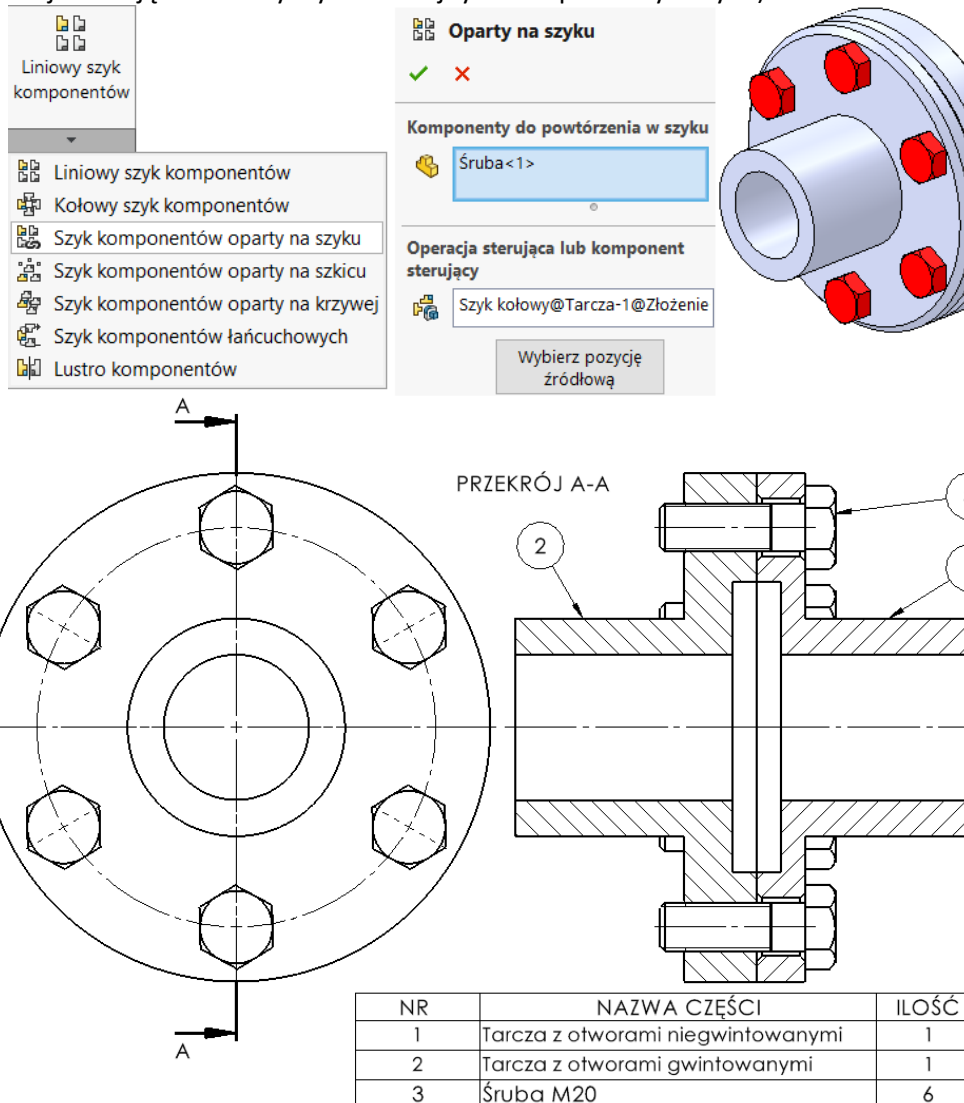
**Tarcza z otworami niegwintowanymi (sfazowanie 1,5 mm; 45 stopni):**



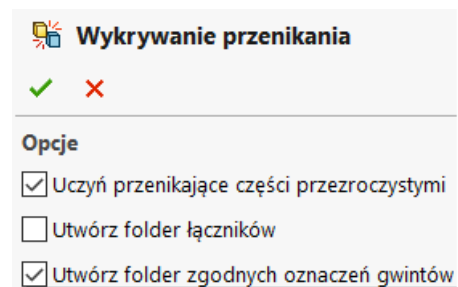
**Tarcza z otworami gwintowanymi (poprzednią część można zapisać pod inną nazwą i wprowadzić zmiany):**



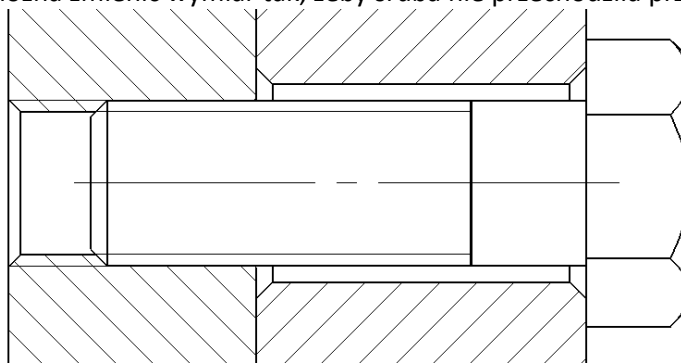
**Złożenie** (operacja sterująca – należy wybrać kolejny otwór powstały z szyku):



Sprawdzanie przenikania z opcją *Utwórz folder zgodnych oznaczeń gwintów*:

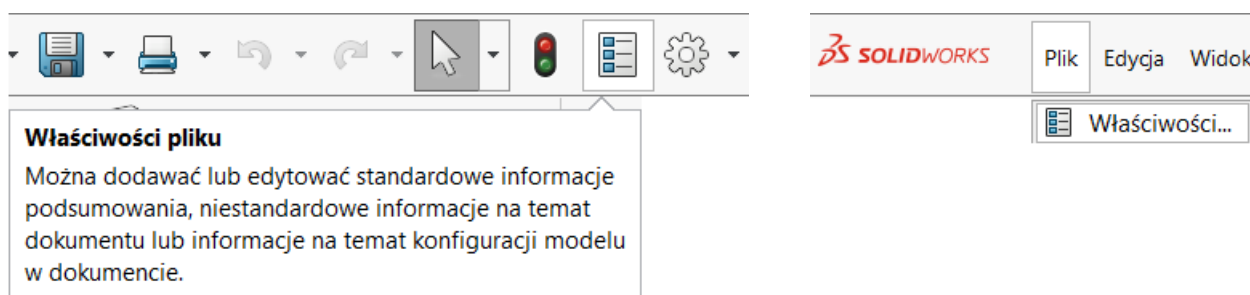


Po wykonaniu rysunku można zmienić wymiar tak, żeby śruba nie przechodziła przez otwór:



### 1.3 Właściwości plików

Właściwości pliku (np. części) mogą zostać zastosowane w rysunkach.  
Poniżej dwa przykłady dostępu do Właściwości pliku.

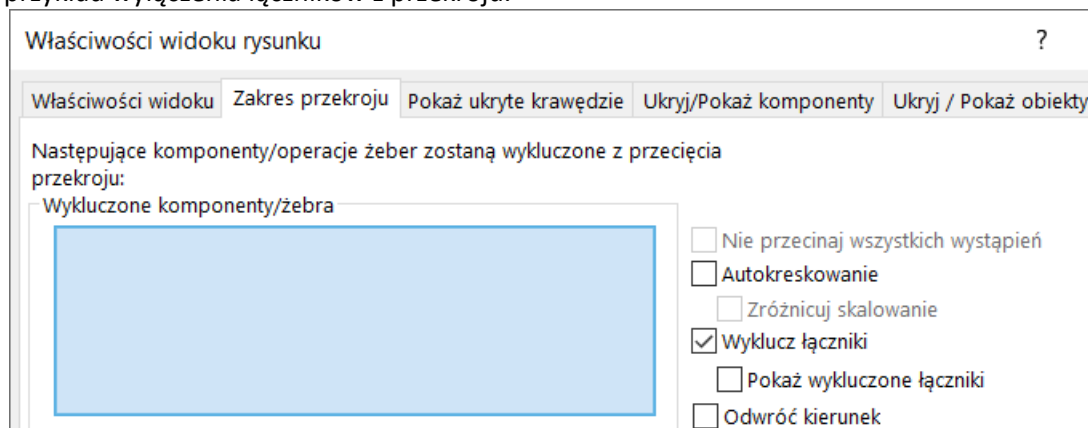


Poniżej przykład właściwości pliku *Śruba M20*:

Podsumowanie				
Podsumowanie Dostosowany Specyficzne dla konfiguracji				
	Nazwa właściwości	Typ	Wartość / Wyrażenie tekstowe	Oszacowana wartość
1	Materiał	Tekst	"SW-Materiał@Śruba M20.SLDPRT"	1.7033 (34Cr4)
2	Masa	Tekst	"SW-Masa@Śruba M20.SLDPRT"	0.22
3	Norma	Tekst	PN-85/M-82101	PN-85/M-82101
4	IsFastener	Liczba	1	1

Właściwość **IsFastener** (Typ: Liczba, Wartość 1) definiuje część jako łącznik.  
Taka definicja umożliwia łatwe wykluczenie z przekroju wszystkich części oznaczonych jako łączniki.

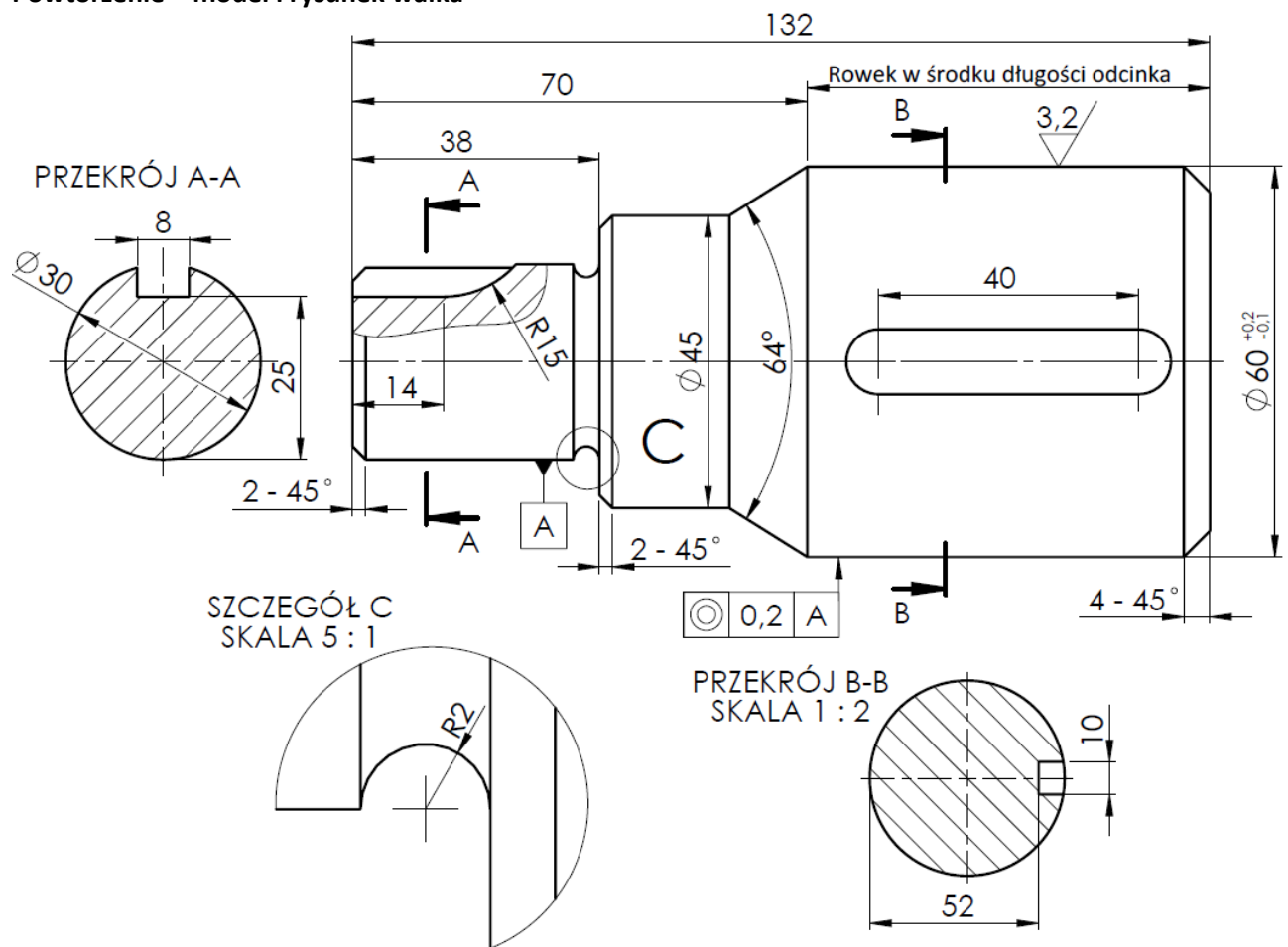
Poniżej przykład wyłączenia łączników z przekroju:



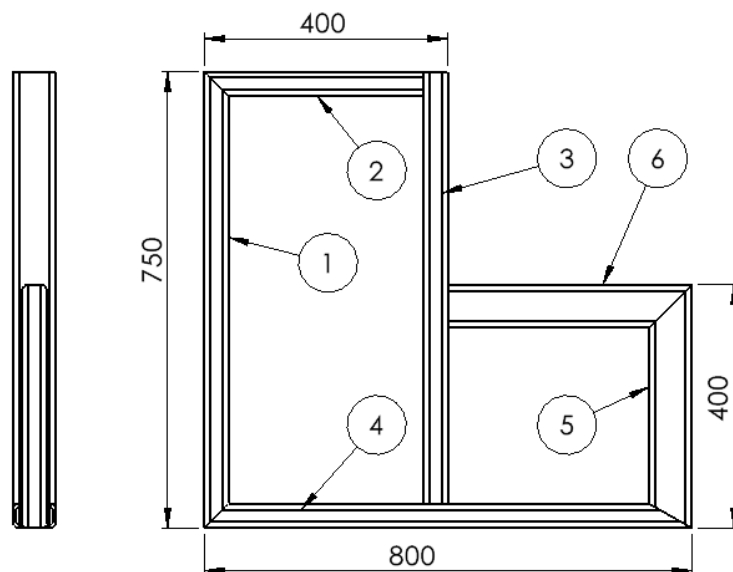
Właściwości plików ułatwiają wprowadzanie w tabelach dokumentacji złożenia dodatkowych danych.  
W przypadku masy należy zwrócić uwagę na jednostki.

NR	NAZWA CZĘŚCI	ILOŚĆ	Materiał	Masa	Norma
1	Tarcza z otworami niegwintowanymi	1	1.0037 (S235JR)	6.07	
2	Tarcza z otworami gwintowanymi	1	Mosiądz	9.12	
3	Śruba M20	6	1.7033 (34Cr4)	0.22	PN-85/M-82101

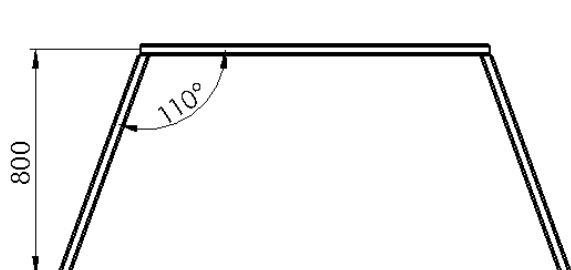
**Powtórzenie – model i rysunek wałka**



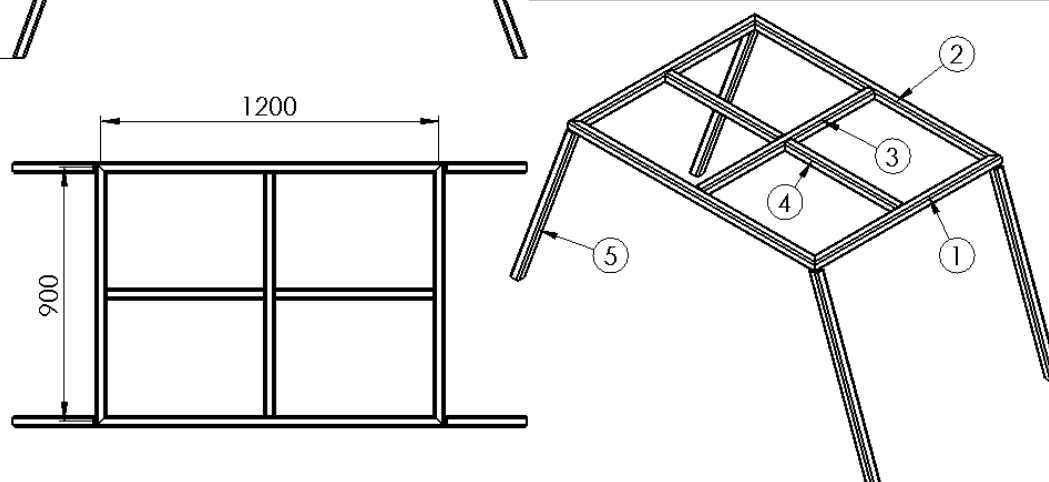
## 1.4 Podstawy konstrukcji spawanej



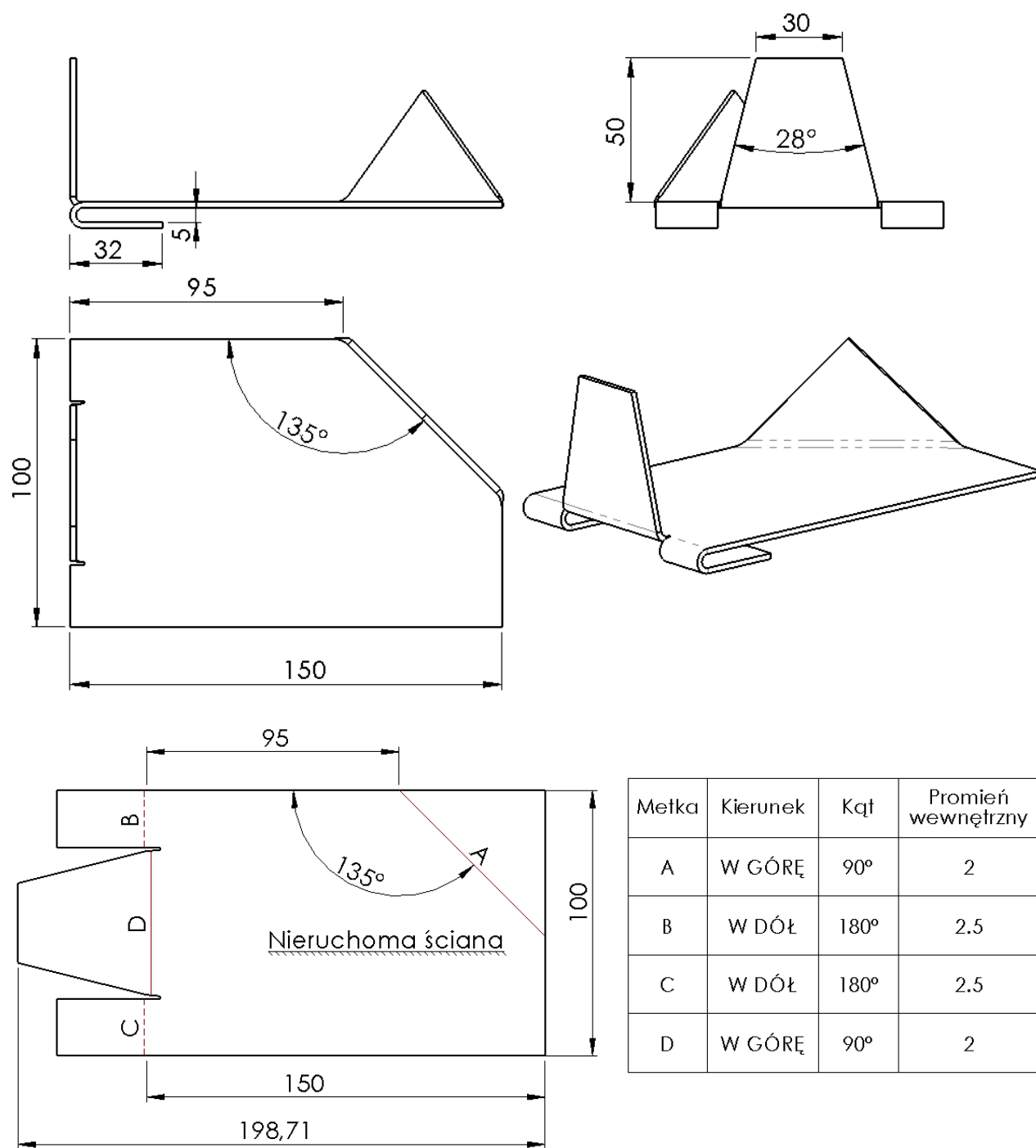
NR ELEMENTU	ILOŚĆ	OPIS	DŁUGOŚĆ
1	1	TUBE, RECTANGULAR 70,00 X 40,00 X 5,00	750
2	1	TUBE, RECTANGULAR 70,00 X 40,00 X 5,00	360
3	1	TUBE, RECTANGULAR 70,00 X 40,00 X 5,00	710
4	1	TUBE, RECTANGULAR 70,00 X 40,00 X 5,00	800
5	1	TUBE, RECTANGULAR 70,00 X 40,00 X 5,00	400
6	1	TUBE, RECTANGULAR 70,00 X 40,00 X 5,00	400



NR	ILOŚĆ	PROFIL	DŁUGOŚĆ
1	2	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	940
2	2	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1240
3	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	860
4	2	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	560
5	4	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	844.62



## 1.5 Podstawy arkusza blachy



NR ELEMENTU	ILOŚĆ	Długość ramki granicznej	Szerokość ramki granicznej
1	1	198.71	100



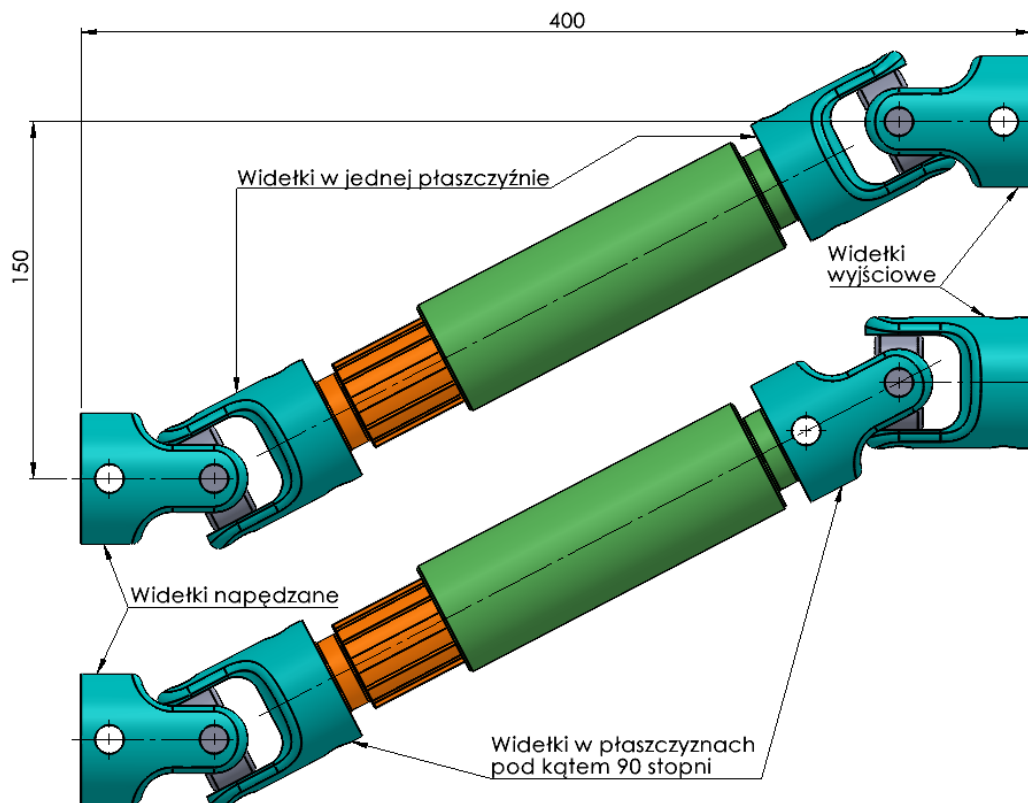
## 2. Wybrane przykłady symulacji ruchu

### 2.1 Przeguby Cardana

Obliczenia zostaną wykonane na przykładzie kątowych połączeń wałów. Model pomimo uproszczeń (np. nie zawiera sworzni, modele wału wielowypustowego oraz tulei są wykonane w uproszczeniu), pozwala na prześledzenie zmian prędkości obrotowej poszczególnych elementów złożenia w trakcie pracy.

Zadanie:

- Wykonać złożenie przedstawione poniżej w dwóch wersjach (można wykonać pierwszą wersję i zapisać a następnie zapisać pod inną nazwą i zmienić wzajemne ustawienie wałów wielowypustowych):
  - Widelki na końcach wałów w jednej płaszczyźnie.
  - Widelki na końcach wałów w płaszczyznach pod kątem  $90^\circ$ .
- Sprawdzić zmianę w czasie wartości prędkości kątowej widetek wyjściowych oraz wału wielowypustowego. Parametry ruchu:
  - prędkość obrotowa widetek napędzanych  $n=150$  rpm,
  - liczba klatek na sekundę 100,
  - czas ruchu 1 sekunda.



## 2.2 Zastosowanie grawitacji

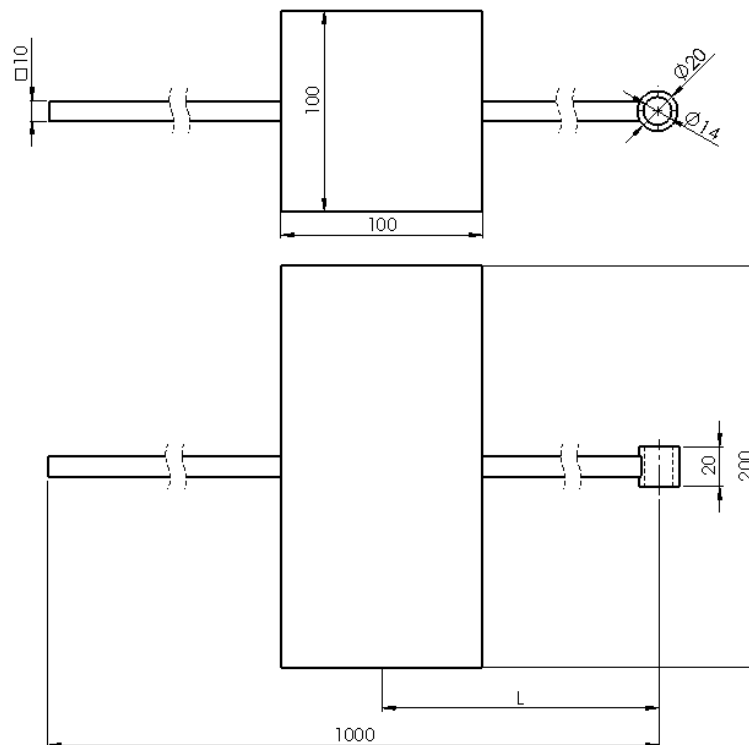
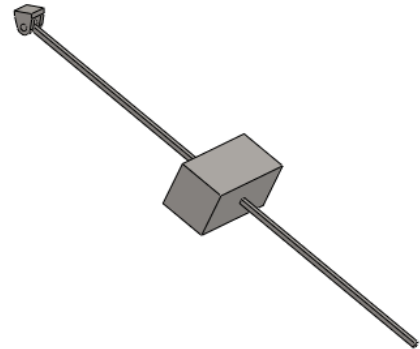
W zadaniu zostanie wykonana symulacja ruchu wahadła dla różnych położeń ciężarka zamocowanego na pręcie.

Celem analizy będzie obliczenie prędkości kątowej wahadła oraz wartości siły reakcji pręta na sworzeń.

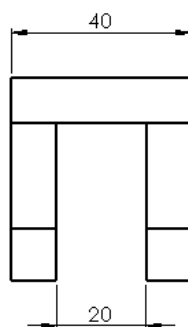
Wahadło (pręt i ciężarek) zostanie wykonane jako **jedna część wieloobiektowa** – w celu prezentacji dostępnych opcji programu.

Wszystkie elementy złożenia mają materiał **Stal węglowa**.

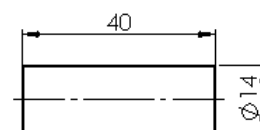
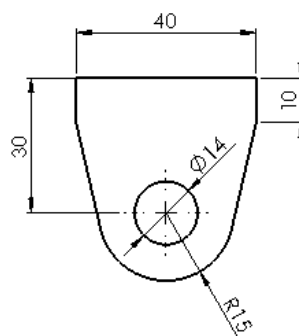
Analiza zostanie wykonana dla dwóch odległości  $L=500$  i  $L=1000$  (rys. poniżej) – **zwrócić uwagę, czy po przesunięciu ciężarka masa wahadła pozostaje niezmienniona.**



Wymiary wahadła

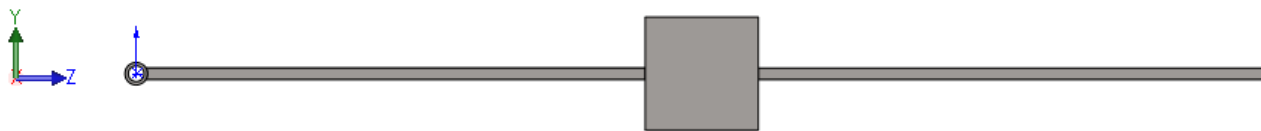


Wymiary uchwytu



Wymiary sworznia

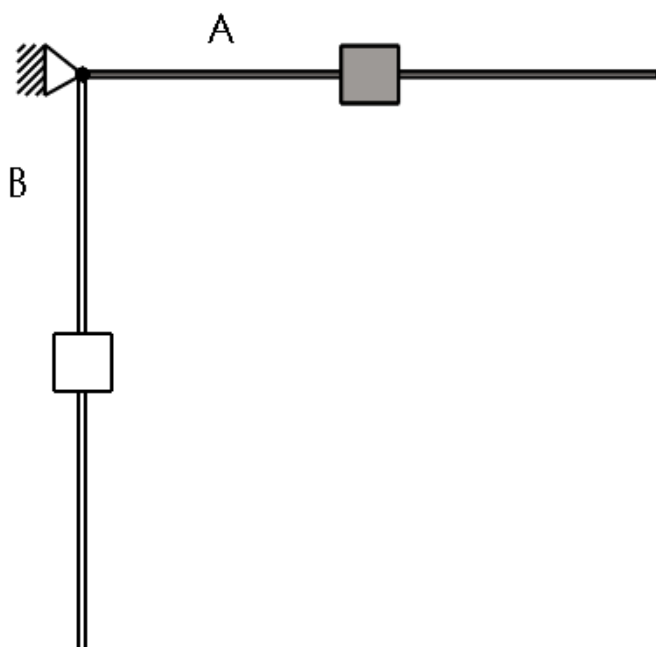
Poniżej przedstawiono parametry dynamiczne wahadła dla ciężarka ustawionego w środku długości:



Wartości poniżej uzyskano klikając *Narzędzia -> Właściwości masy*

Lp.	Wielkość	Jednostka	Wartość
1.	Masa	kg	16,3195
2.	Środek masy	m	0,4995
3.	Masowy moment bezwładności względem osi obrotu	kg m <sup>2</sup>	4,1664
4.	Momenty dewiacji	kg m <sup>2</sup>	0

Poniżej obliczona została prędkość kątowna w położeniu pionowym po ruchu wywołanym grawitacją (metoda znana z przedmiotu Mechanika techniczna)



$$E_{kA} = 0$$

$$E_{pA} = 0$$

$$E_{kB} = \frac{J_o \cdot \omega^2}{2}$$

$$E_{pB} = -mgh$$


$$\omega = \sqrt{\frac{2mgh}{J_o}}$$

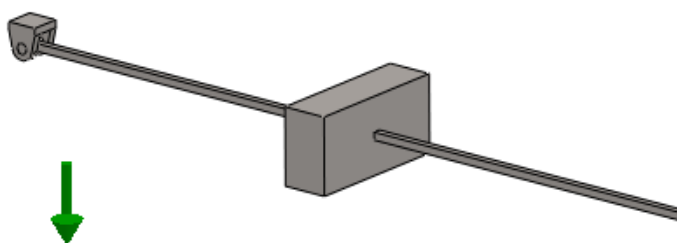
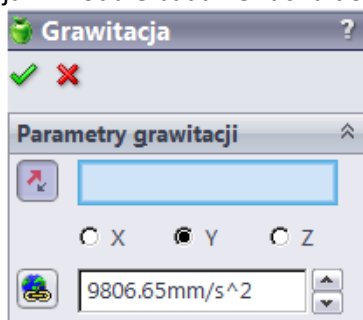
$$J_o = 4,1664 \text{ [kg m}^2\text{]}$$

$$m = 16,3195 \text{ [kg]}$$

$$h = 0,4995 \text{ [m]}$$

$$\omega = 6,19 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Grawitacja w module badanie ruchu dodawana jest poleceniem *Grawitacja* .

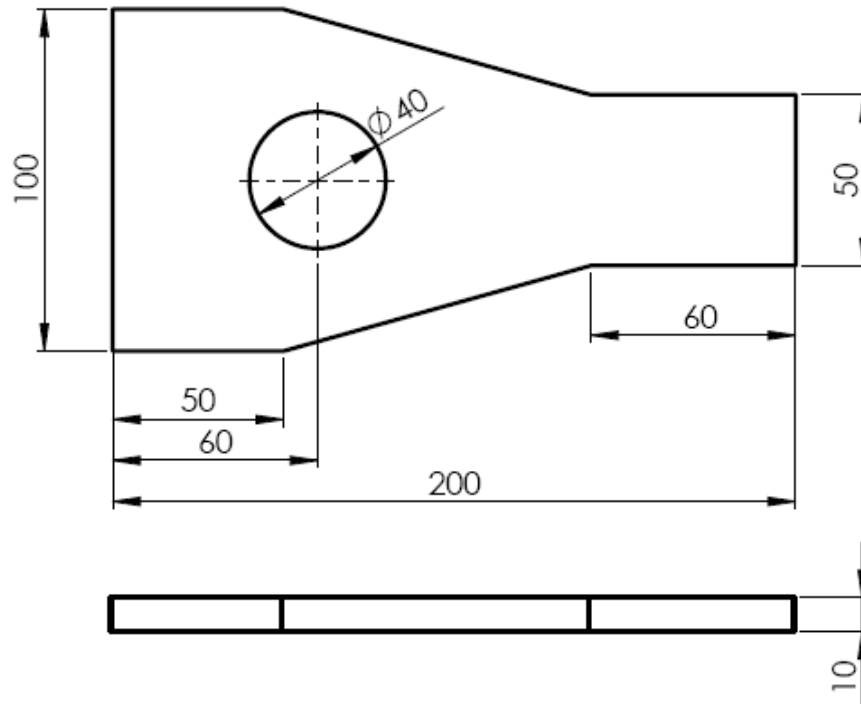


Przy dodawaniu grawitacji należy zwrócić uwagę na kierunek grawitacji.

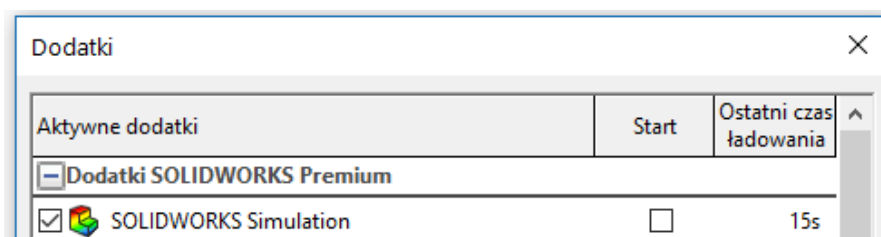
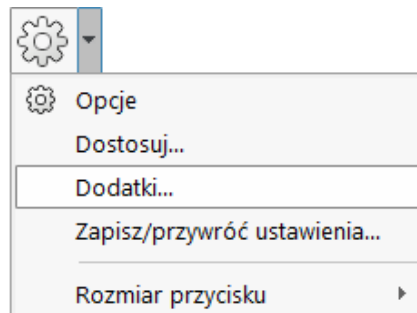
### 3. SolidWorks Simulation – podstawy obliczeń wytrzymałościowych

Obliczenia zostaną przeprowadzone na przykładzie modelu przedstawionego poniżej.

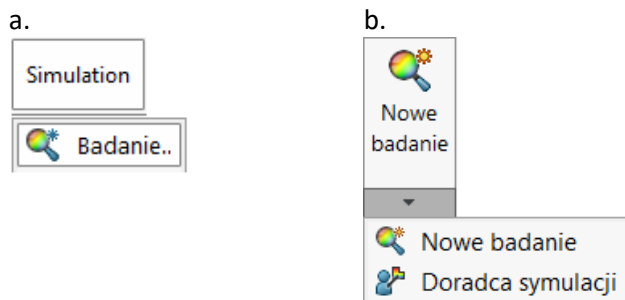
Wykonane zostaną obliczenia statyczne oraz przedstawiony zostanie przykład nakładania siatki.  
Materiał – stal węglowa (z biblioteki SolidWorks).



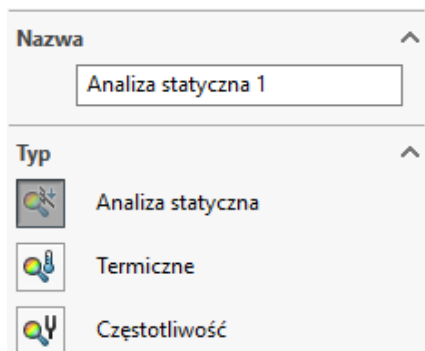
#### Uruchamianie dodatku SolidWorks Simulation



Po uruchomieniu dodatku pojawia się menu Simulation oraz odpowiedni pasek narzędzi w Menedżerze poleceń.

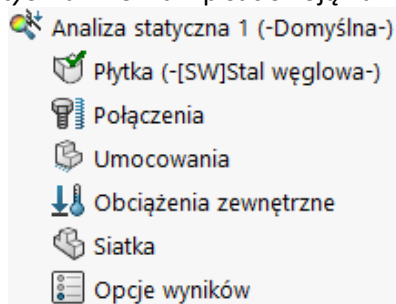


Tworzenie nowego badania



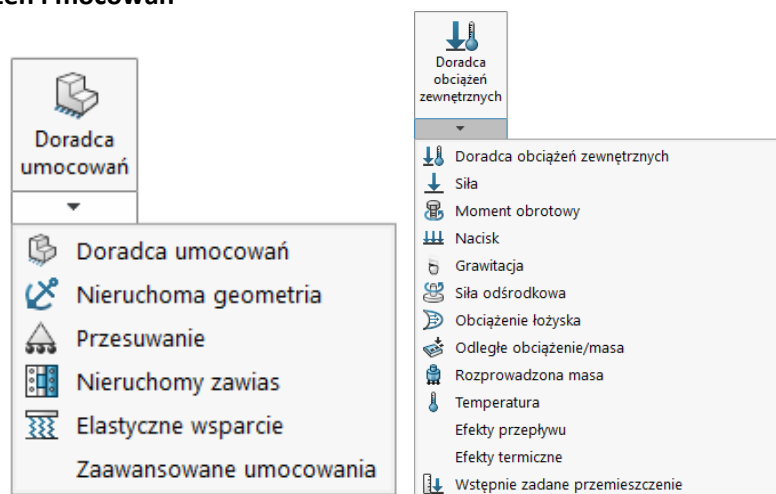
Wybór typu analizy (możliwości zależą od wersji oprogramowania)

W przykładzie wybrać typ *Analiza statyczna*. Można wpisać swoją nazwę badania.

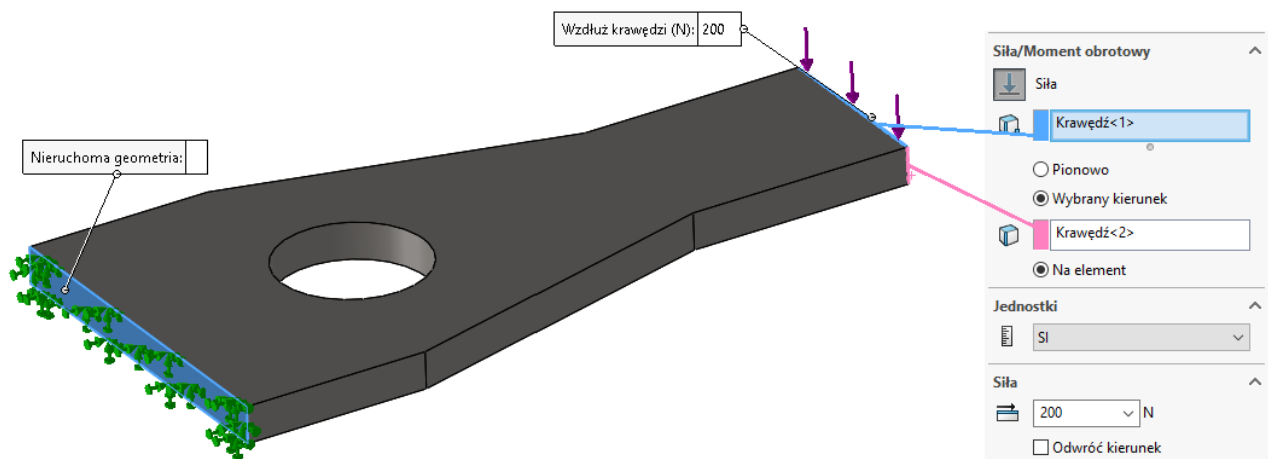


Okno przeglądarki SolidWorks Simulation

## Definiowanie obciążeń i mocowań

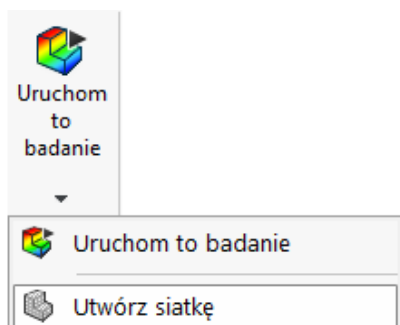


Definiowanie mocowania i obciążenia

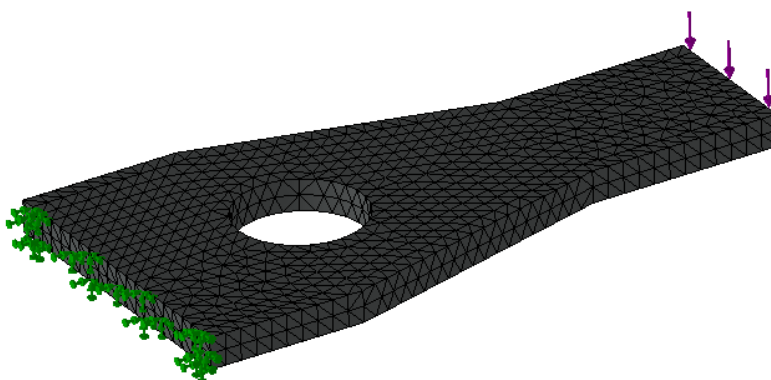
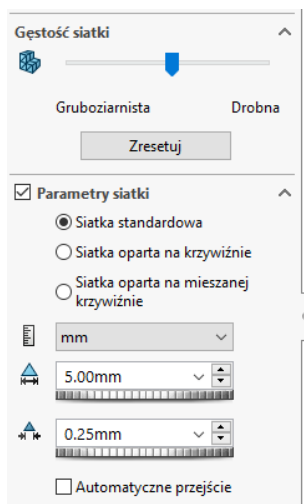


Przykład nałożenia umocowania i obciążenia

## Nakładanie siatki

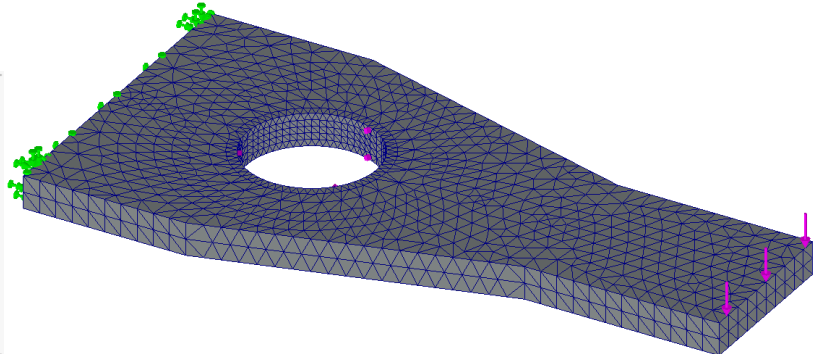
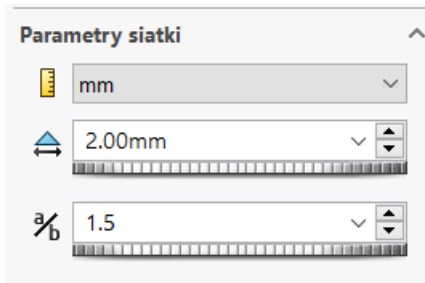
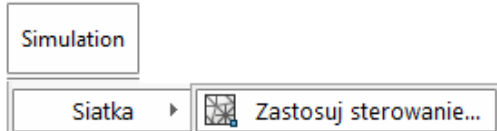


## Tworzenie siatki

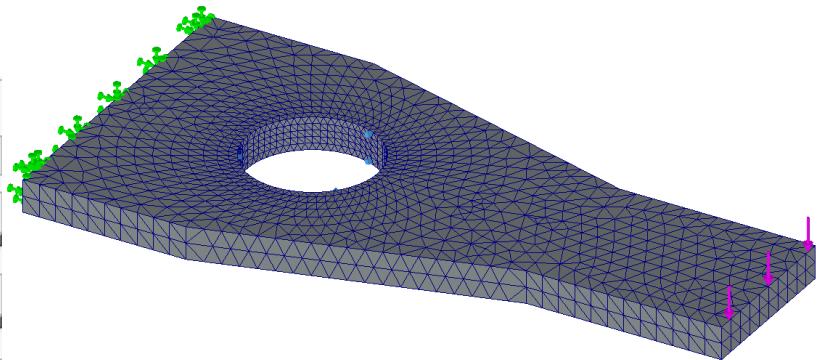
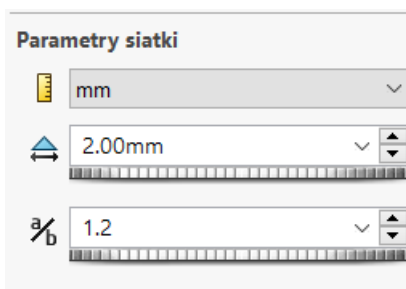


Przykład siatki z podanymi parametrami

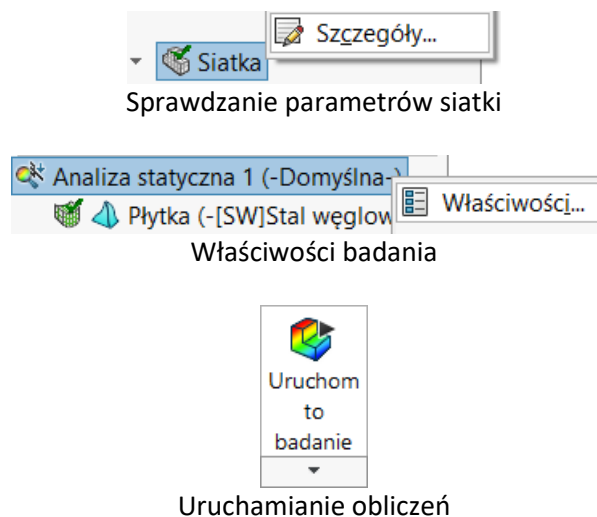
## Sterowanie siatką (nakładanie siatki o innych wymiarach na wybrane elementy konstrukcji)



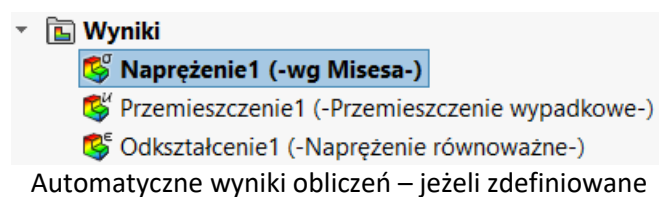
Przykład 1. zastosowania sterowania siatki (parametry ogólne siatki bez zmian)

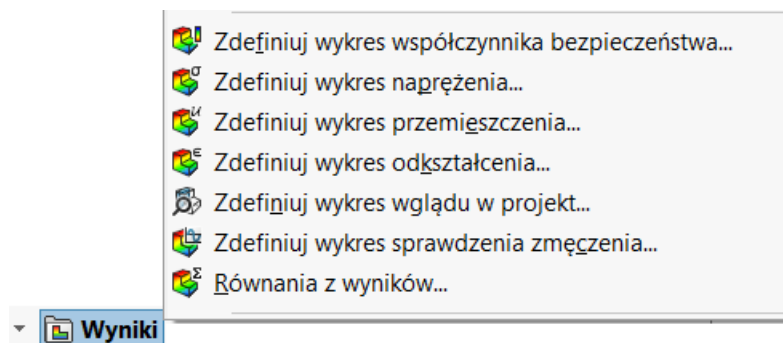


Przykład 2. zastosowania sterowania siatki (parametry ogólne siatki bez zmian)

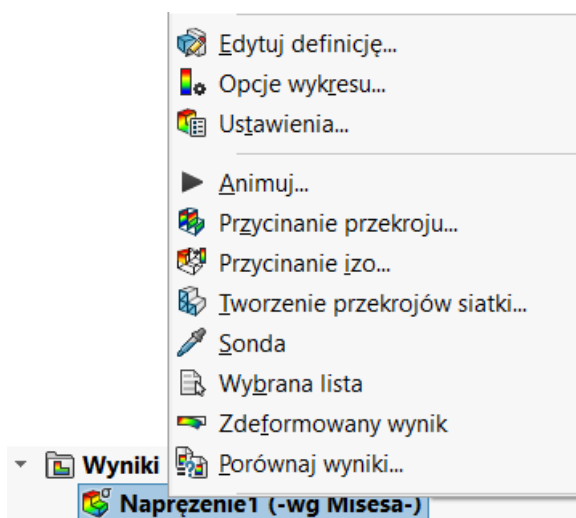


## Analiza wyników obliczeń



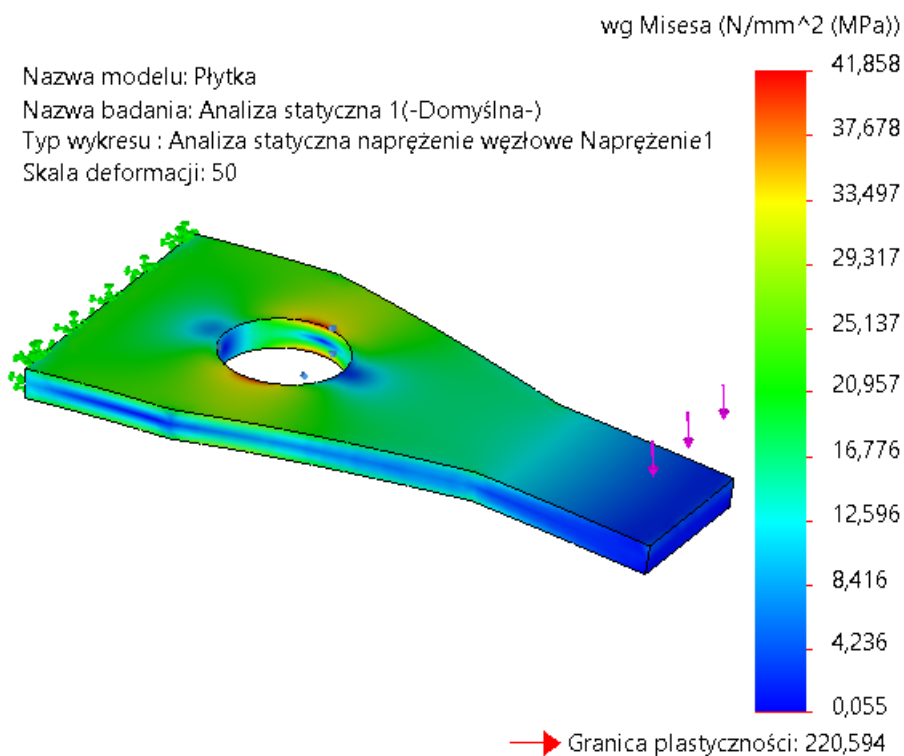


Definiowanie własnych wykresów



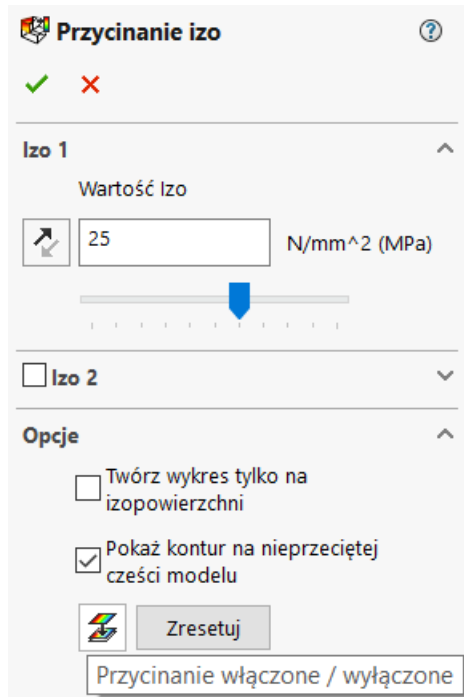
Polecenia analizy wykresu

(Edytuj definicję – zmiana sposobu wyświetlania wykresu, zmiana jednostek, skala deformacji itd.)

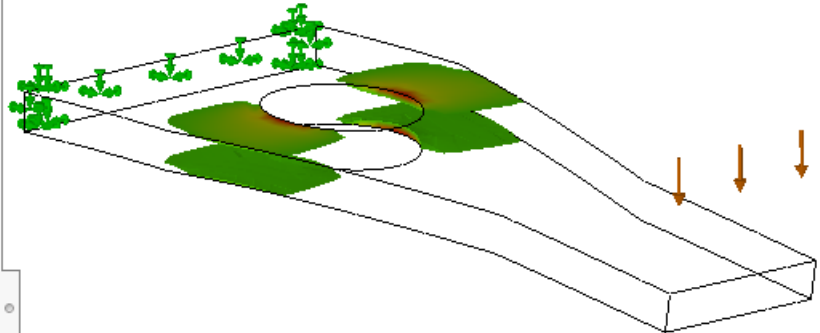


Przykład wykresu naprężeń po zmianie skali, jednostek i formatu liczby

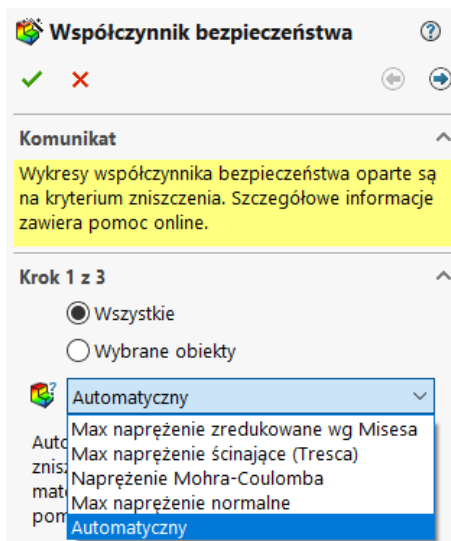




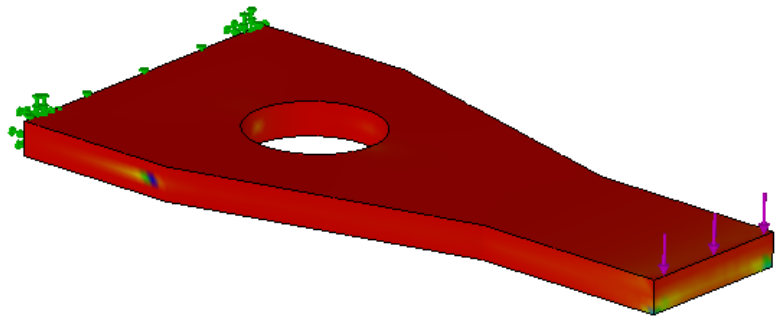
Nazwa modelu: Płytką  
Nazwa badania: Analiza statyczna 1(-Domyślna-)  
Typ wykresu : Analiza statyczna naprężenie węzłowe Naprężenie1  
Skala deformacji: 50  
Objętość (Elementu/Geometryczna) = 15,29 %/ 17,01 %



Przycinanie izo – prezentacja wyników powyżej lub poniżej określonej granicy



Nazwa modelu: Płytką  
Nazwa badania: Analiza statyczna 1(-Domyślna-)  
Typ wykresu : Współczynnik bezpieczeństwa Współczynnik bezpieczeństwa1  
Kryterium : Automatyczne  
Rozkład współczynnika bezpieczeństwa (FOS): Min FOS = 5,4



Przykład oceny modelu poprzez współczynnik bezpieczeństwa