

Politechnika Poznańska  
Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania  
Inżynieria Biomedyczna



# Modelowanie i symulacja zagadnień biomedycznych

*Projekt szpitalnego krzesła przyłóżkowego*

**Studenci:**

Niebudek Maria  
Szewczyczak Michał  
Wierszyło Alicja

Semestr VI

Rok akademicki 2016/2017

**Prowadzący:** prof. dr hab. inż. Tomasz Stręk

# Spis treści

Spis treści.....	1
1. Wstęp.....	2
2. Program Fusion 360® .....	4
3. Etapy przygotowania modelu do analizy .....	5
4. Symulacje.....	7
5. Podsumowanie i wnioski.....	17
Źródła .....	18

# 1. Wstęp

Polietylen nazywany inaczej polimerem etenu lub polietenem oznacza się symbolem PE. Jest to materiał giętki, woskowaty, przezroczysty, termoplastyczny, który traci elastyczność pod wpływem światła słonecznego. Doskonałe właściwości ślizgowe, niska ścieralność, niewielka gęstość, znakomite właściwości elektroizolacyjne, duża stabilność wymiarowa, bardzo dobra odporność chemiczna, niewielka wodochłonność, wysoka udarność to tylko niektóre z jego cech charakterystycznych. Jego wadą jest nieodporność na promieniowanie UV. Podstawowy podział to polietylen małej i dużej gęstości. W innym podziale wyróżniamy 6 rodzajów PE. Znajduje zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu: budowie maszyn (ślimaki, listwy i prowadnice ślizgowe łańcuchów), przemyśle chemicznym (zbiorniki, pompy, dysze), górnictwie, technice galwanizacyjnej (gniazda łożysk, koła zębate), akustyce (kształtki do izolacji akustycznej). Polietylen jest materiałem tanim i wytrzymałym, dlatego wybrano go przy projektowaniu krzesła szpitalnego. Biorąc pod uwagę obecność wielu takich krzeseł w szpitalach ich liczbę możemy liczyć w dziesiątkach tysięcy, dlatego tak ważną rolę odgrywa tu kwestia ekonomiczna, ergonomiczna oraz odpornościowa.

tab. 1. Dane techniczne PE. [1]

Własności	Jednostka	Metoda	Polietylen
			biały, zielony
Gęstość	g/cm <sup>3</sup>	DIN 53479	0,94
Ciężar cząsteczkowy	miliony	rozproszenie światła	ca. 4,5
Własności mechaniczne			
Wytrzymałość na rozciąganie (naprężenia rozrywające)	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53455	22
Wytrzymałość na rozrywanie +23 st. C	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53455	44
Wydłużenie po rozrywaniu +23 st. C	%	DIN 53455	450
Sztywność skręcania +23 st. C	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53477	250
Sztywność skręcania -40 st. C	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53477	370
Twardość próbnikiem kulkowym 30 sekund	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53456	38
Twardość Shore'a D	–	–	66
Udarność z karbem	m/mm <sup>2</sup>	DIN 53453	150
Ścieralność wg metody wodno-piaskowej	–	test wodno-piaskowy	100
Własności termiczne			
Zakres krystalizacji	st. C	mikroskop polaryzacyjny	137
Współczynnik rozszerzalności liniowej pomiędzy 20-100 st. C	st. C	DIN 52328	2·10 <sup>-4</sup>
Przewodność cieplna w 20 st. C	W/° C x m	DIN 52612	0,42
Max. temp. ciągłej pracy	st. C	–	76
Własności elektryczne			
Rezystywność właściwa	? x cm	DIN 53482	>1015
Rezystywność powierzchniowa	?	DIN 53482	>1013
Wytrzymałość dielektryczna	KV/cm	DIN 53481	900
Własności ślizgowe i cierne			
Dynamiczny współczynnik tarcia	stosunek siły do obciążenia	tworzywo na stali (wys. nierówności 2-2,5%≤)	0,1-0,12

## 2. Program Fusion 360®

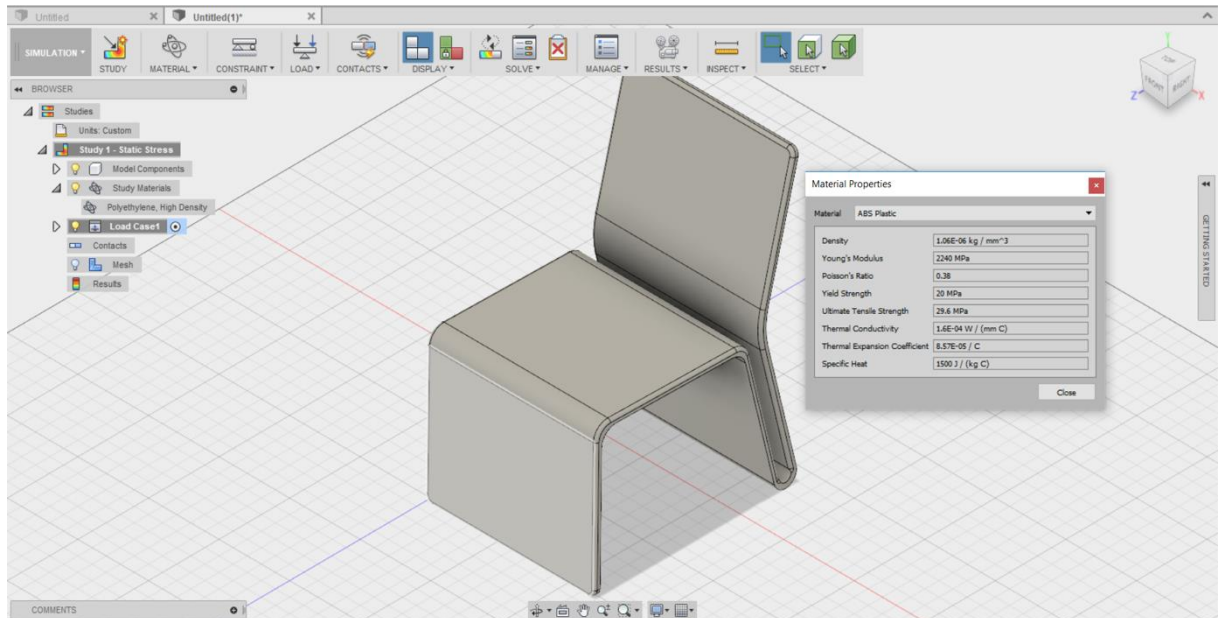
Podczas pracy nad niniejszym projektem wykorzystano oprogramowanie AutoDesk Fusion 360®. Jest to pierwsze chmurowe rozwiązanie CAD/CAE/CAM. Możliwości jakie oferuje:

- jedno połączone narzędzie do modelowania i produkcji;
- modelowanie, testy funkcjonalne, produkcja i zarządzanie;
- ograniczenie błędów konstrukcyjnych – symulacje;
- tworzenie listy części (BOM).
- modelowanie bryłowe, powierzchniowe i swobodne – brył, komponentów i zespołów
- tworzenie dokumentacji płaskiej części i zespołów
- wykorzystanie mocy obliczeniowej chmury do renderingów i symulacji
- obliczanie częstotliwości drgań własnych, wyboczeń, symulacje termiczne i naprężeń termicznych, optymalizacja kształtu, analiza naprężeń dla liniowych i nieliniowych materiałów
- tworzenie fotorealistycznych renderingów oraz animacji zespołów
- moduł CAM – przygotowanie ścieżek narzędzi i eksport G-CODE
- współdzielenie plików w grupie projektowej i automatyczne wersjonowanie
- import wielu formatów plików, m.in. CATIA, SolidWorks, Creo, SketchUp, NX, STEP, STL i inne
- dostęp do plików projektu i przeglądanie modeli 3D, zarządzanie wersjami z poziomu przeglądarki internetowej

Program Autodesk Fusion 360®, przez ostatnie kilka lat, przeszedł dużo zmian, które nie będą tutaj szerzej omawiane.

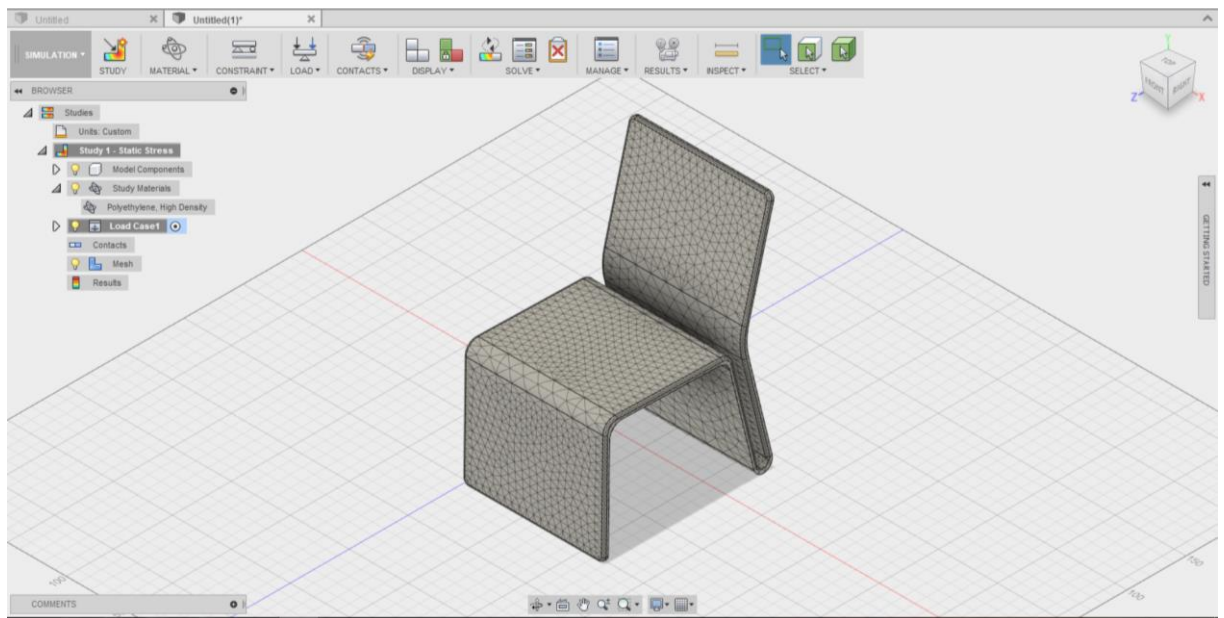
### 3. Etapy przygotowania modelu do analizy

- Utworzenie modelu 3D w programie Fusion 360<sup>®</sup> oraz określenie rodzaju materiału w panelu- w naszym przypadku był to ABS Plastik.



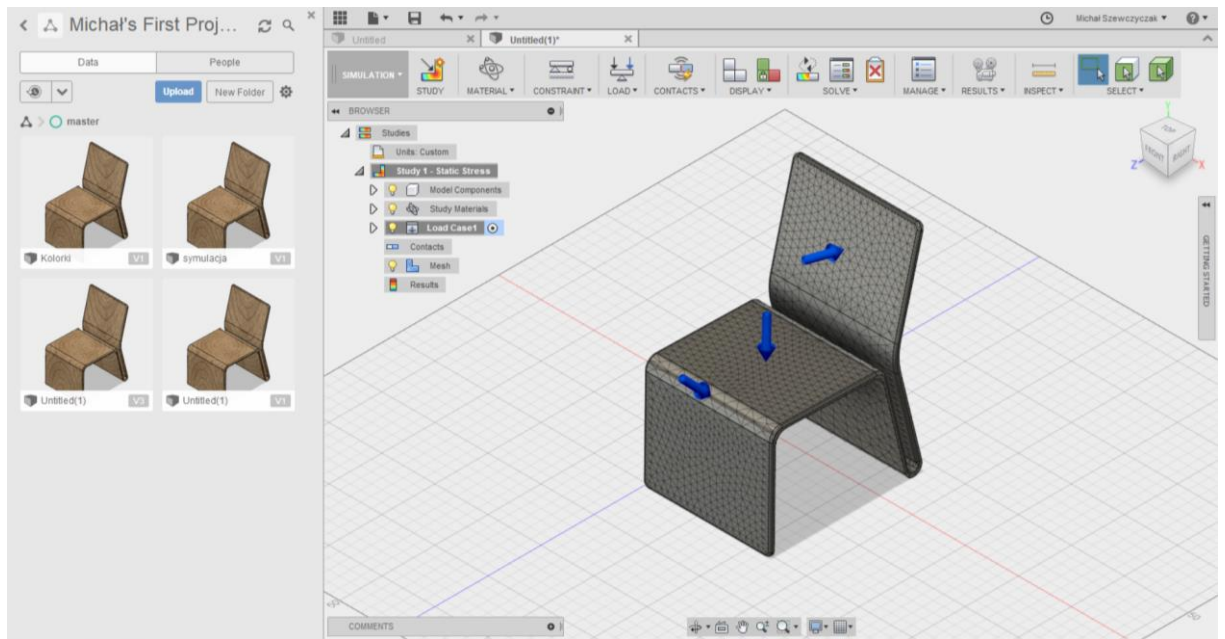
Rysunek 1 Model krzesła szpitalnego wraz z doбором materiału.

- Wygenerowanie siatki modelu



Rysunek 2 Siatka modelu krzesła szpitalnego.

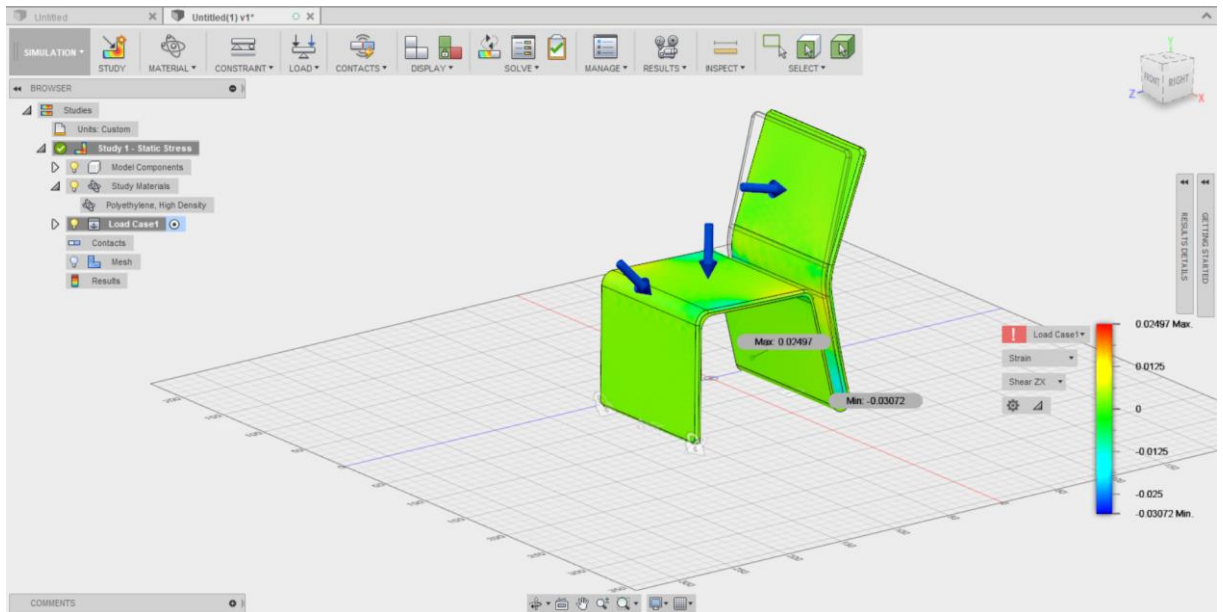
- Ustawienie podpór modelu i obciążenie go siłami. Przyjęto obciążenie odpowiadające osobie o masie 130 kilogramów.



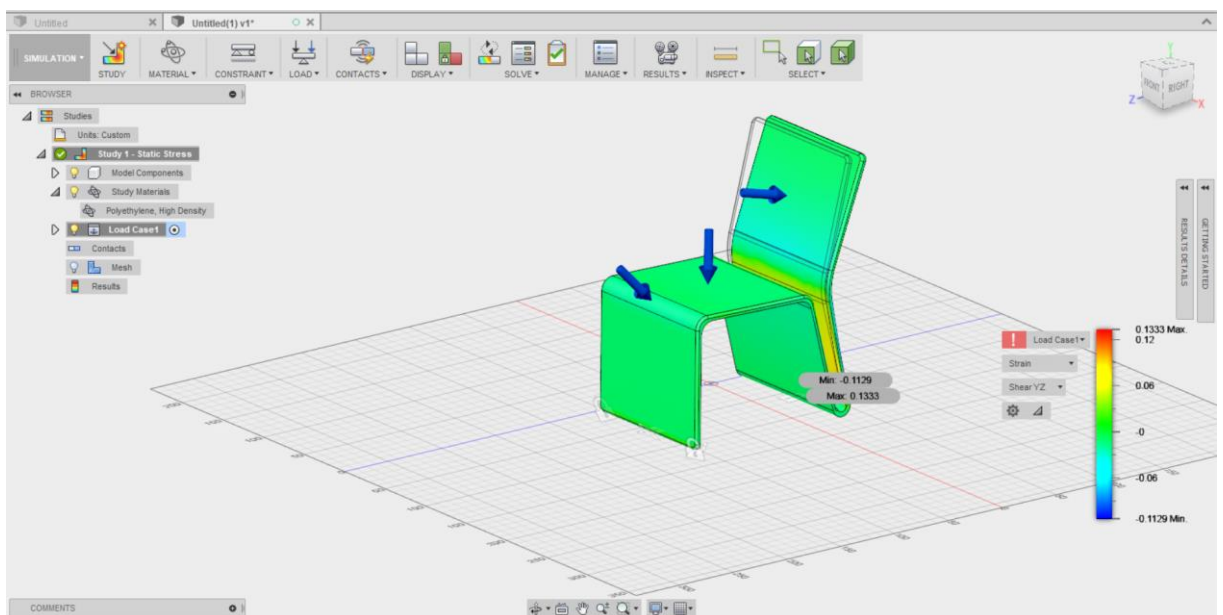
Rysunek 3 Obciążenie krzesła trzema siłami.

## 4. Symulacje

-Wykonano symulację odkształceń.

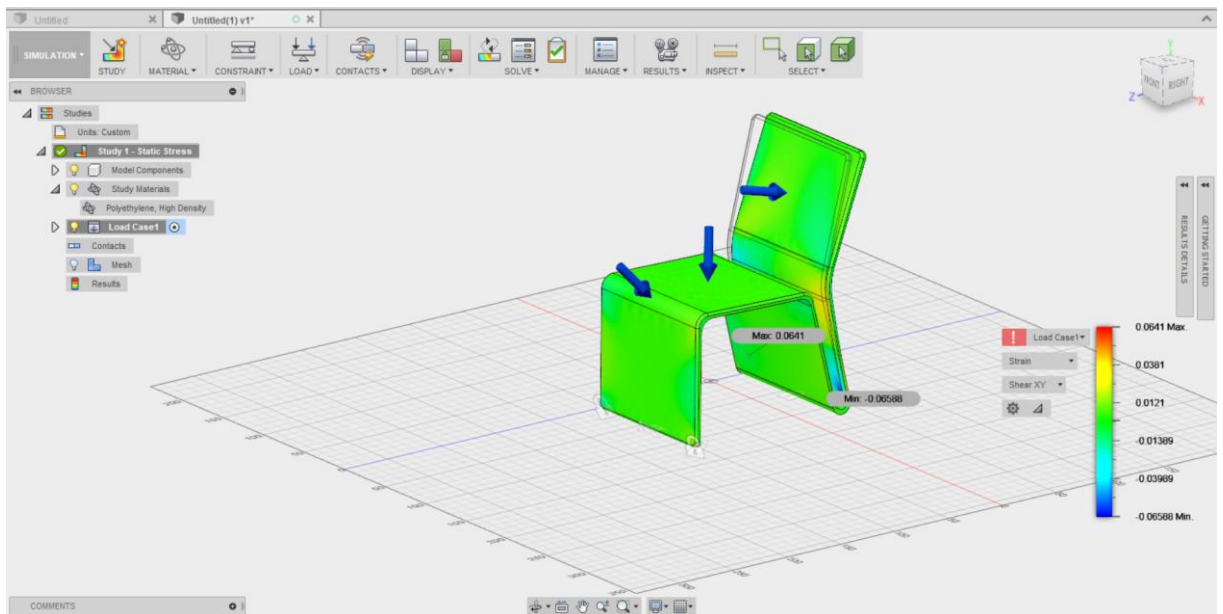


Rysunek 4 Odkształcenia w płaszczyźnie ZX.

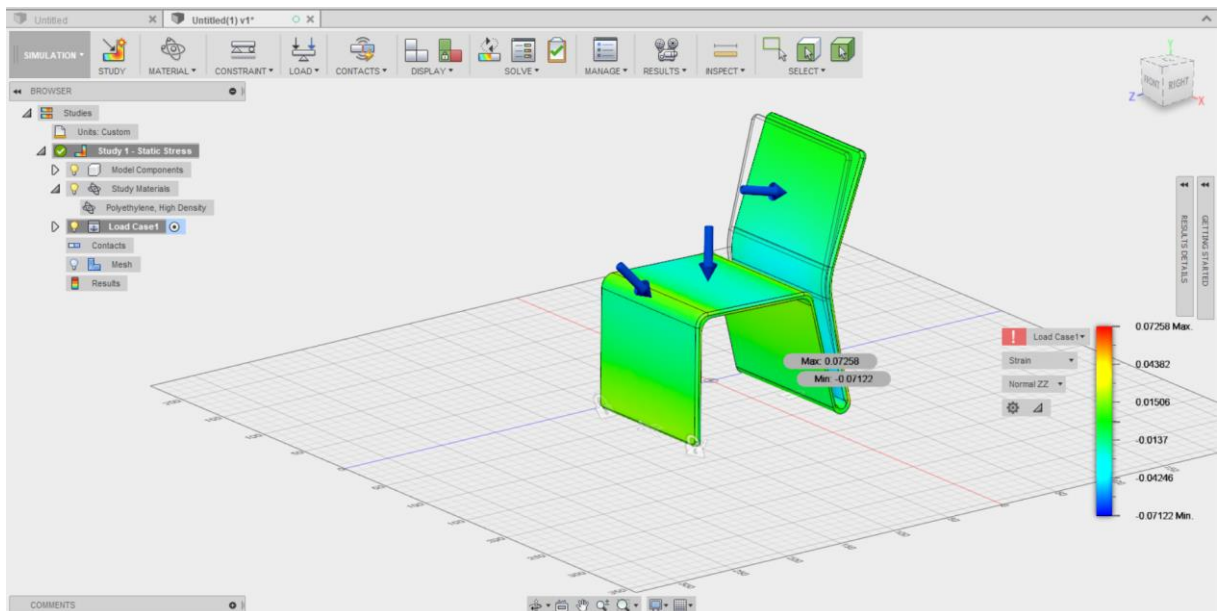


Rysunek 5 Odkształcenia w płaszczyźnie YZ.

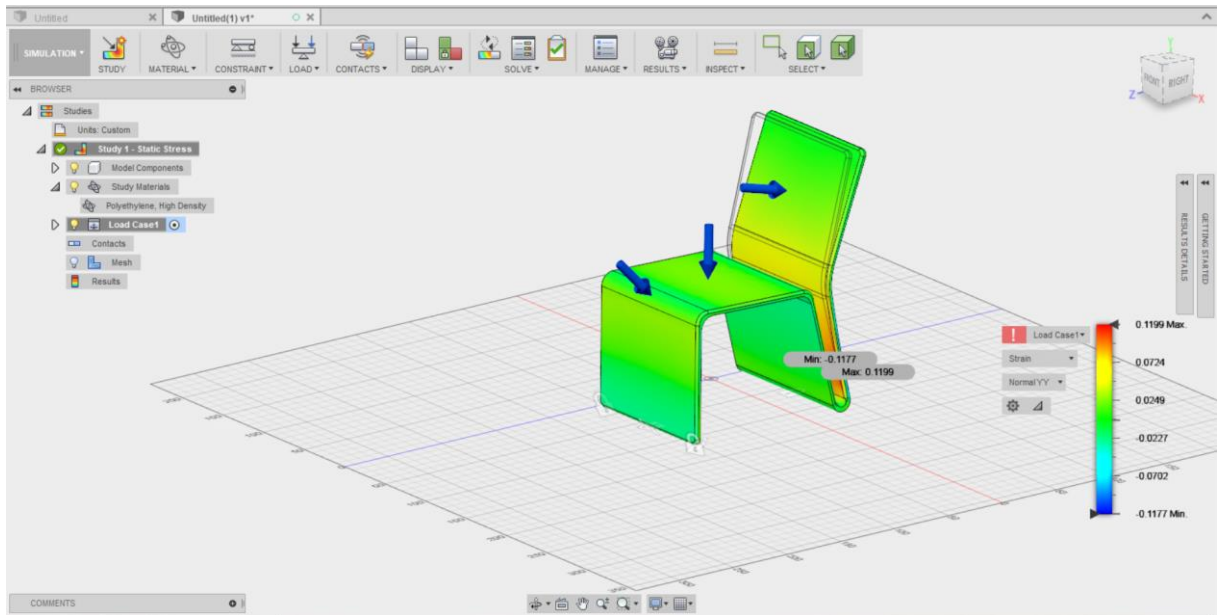




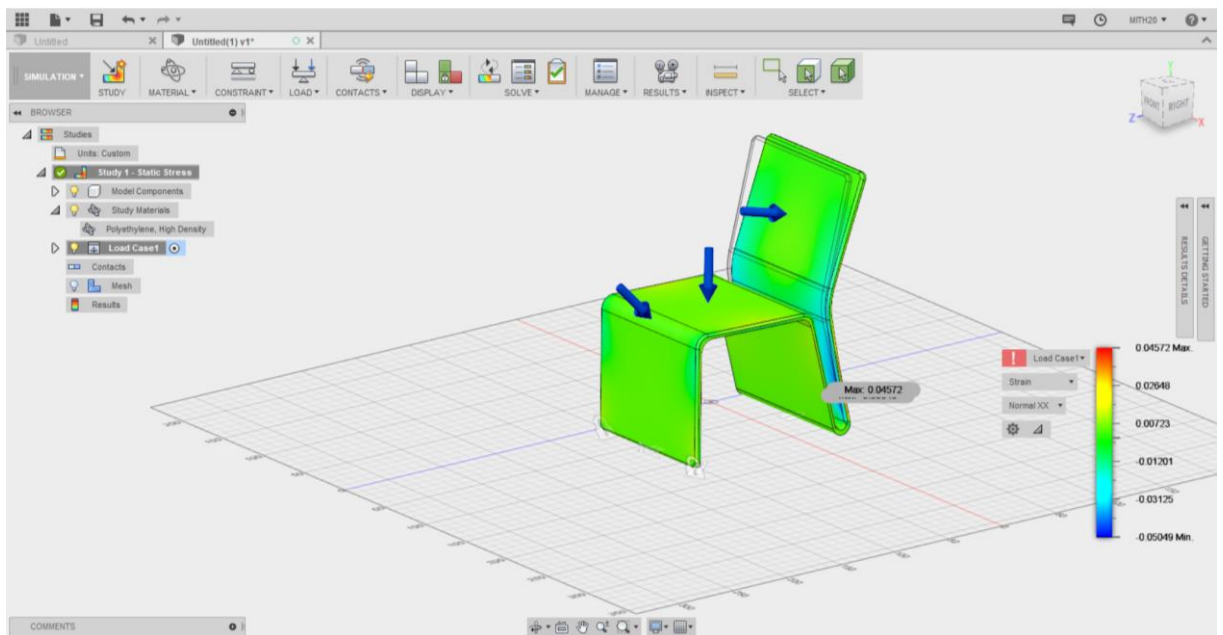
Rysunek 6 Odształcenia w płaszczyźnie XY.



Rysunek 7 Odształcenia normalne w płaszczyźnie ZZ.

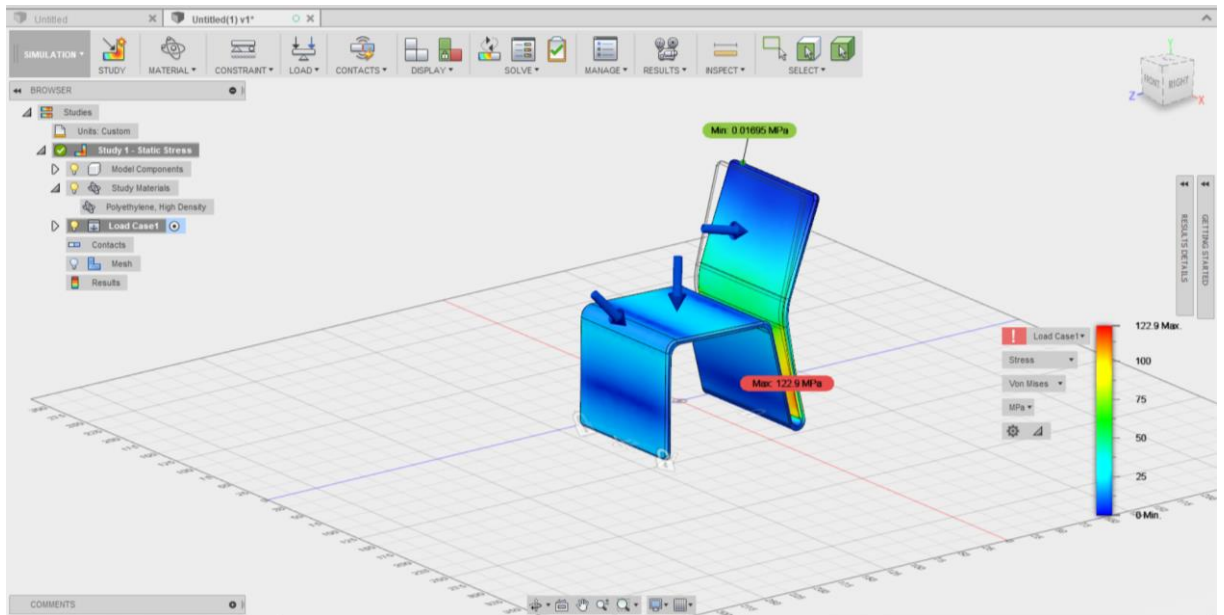


Rysunek 8 Odształcenia normalne w płaszczyźnie YY.

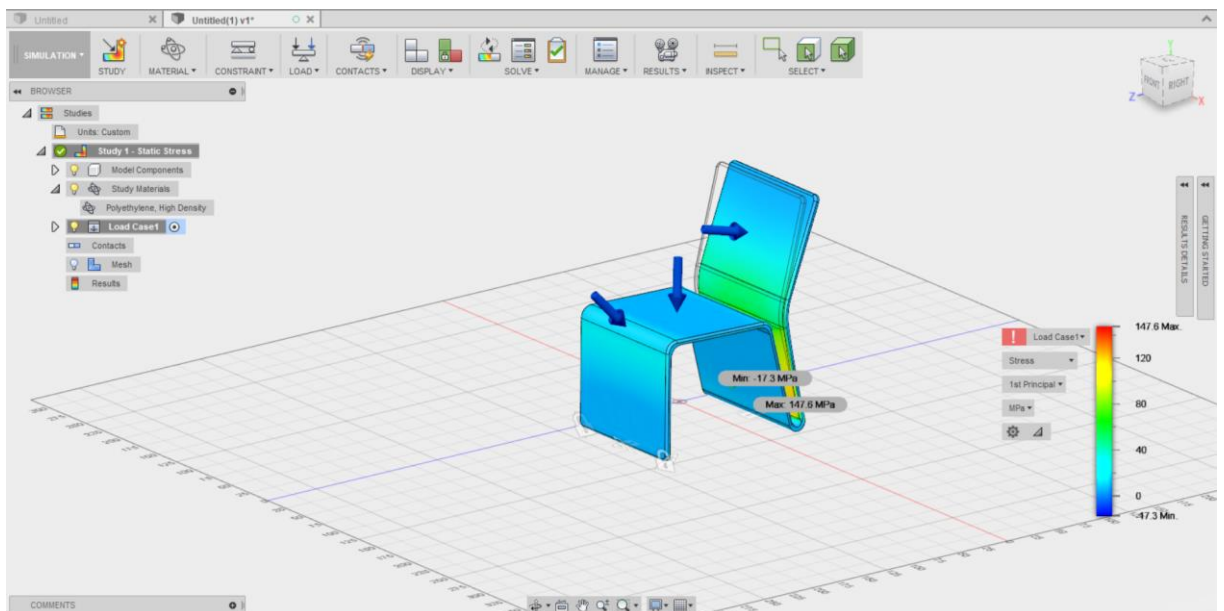


Rysunek 9 Odształcenia normalne w płaszczyźnie XX.

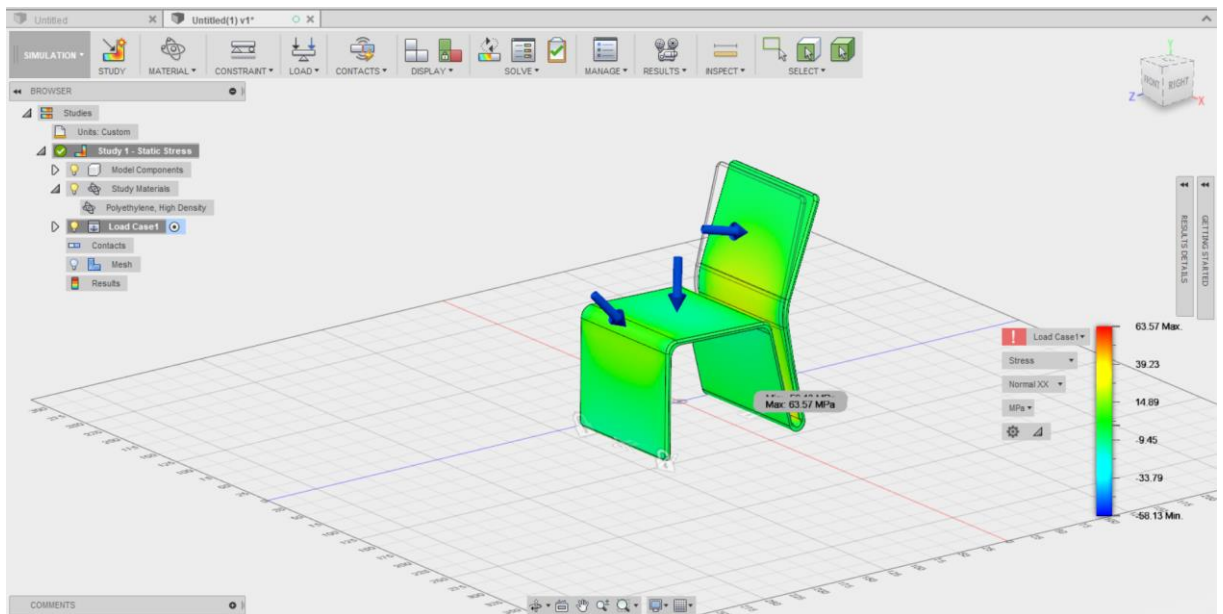
-Wykonano symulację naprężeń działających na poszczególne elementy modelu.



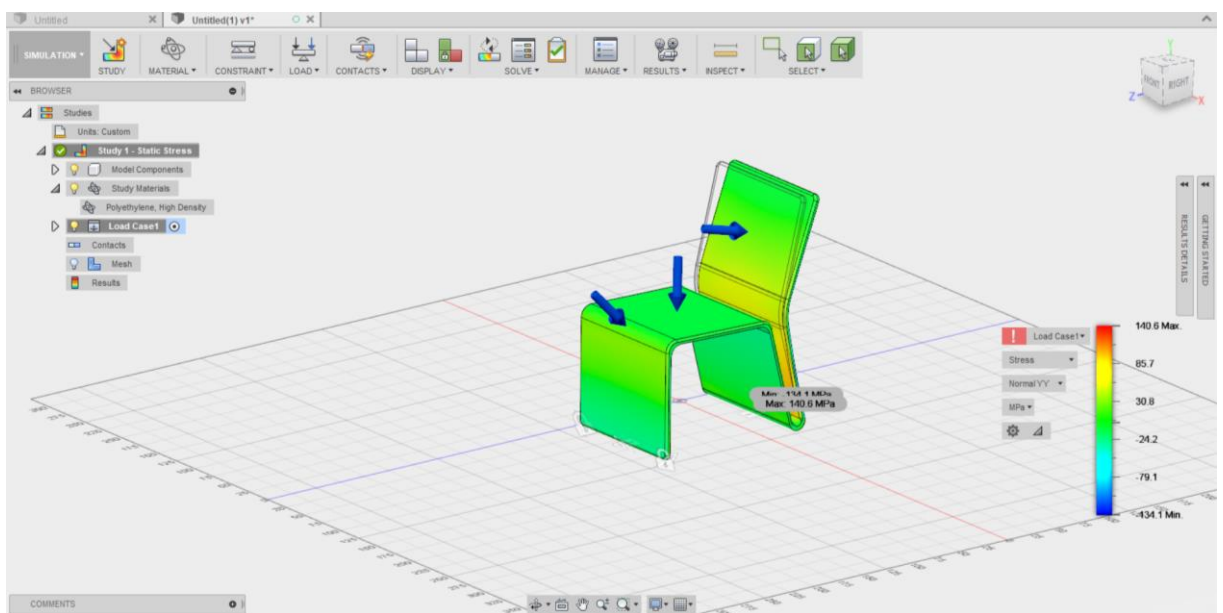
Rysunek 10 Naprężenia Von Mises.



Rysunek 11 Naprężenia główne.

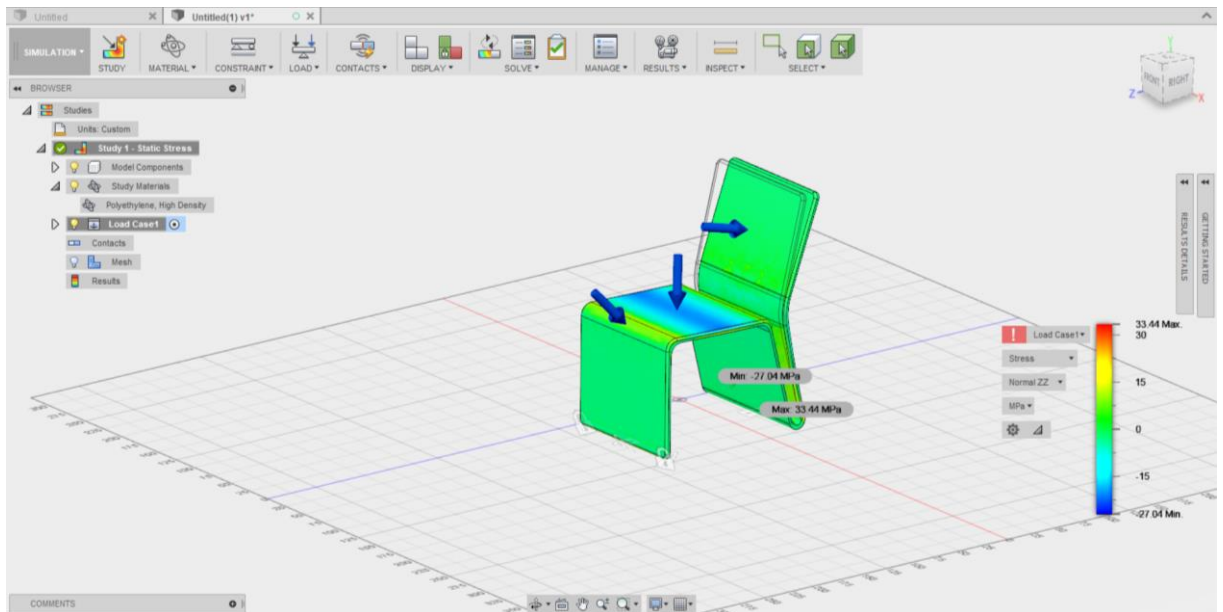


Rysunek 12 Naprężenia normalne w płaszczyźnie XX.

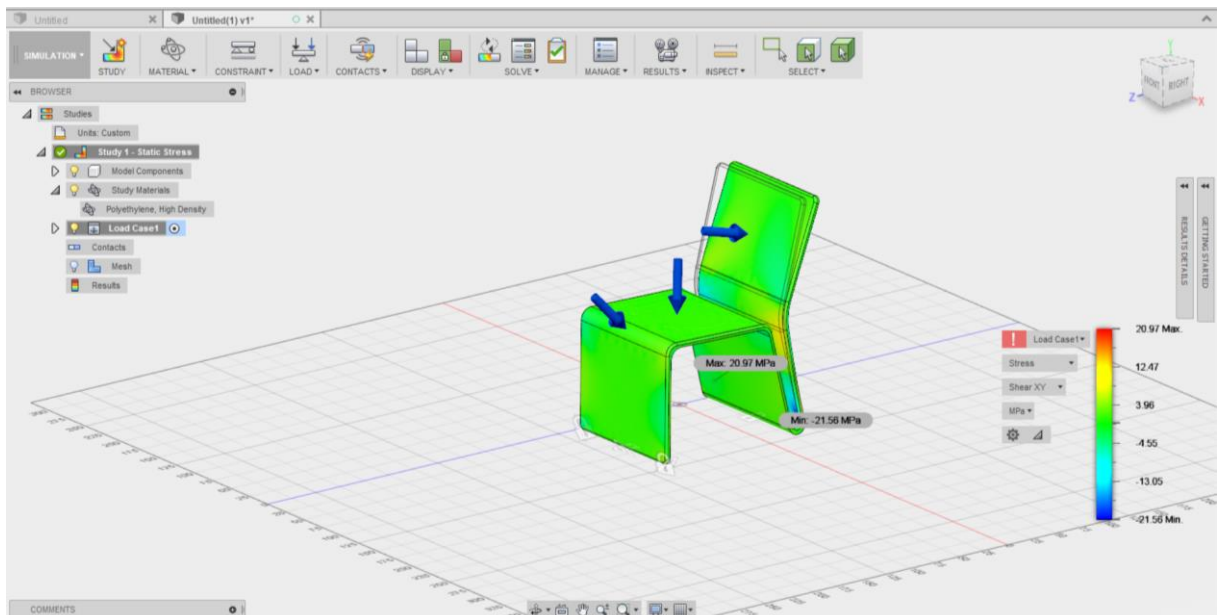


Rysunek 13 Naprężenia normalne w płaszczyźnie YY.

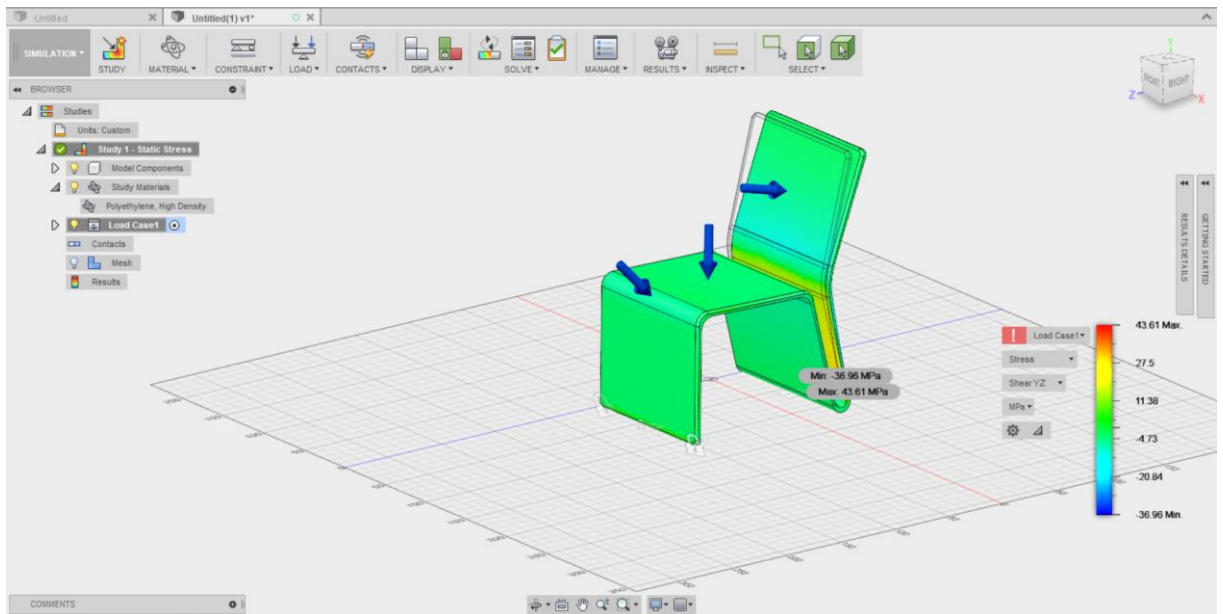




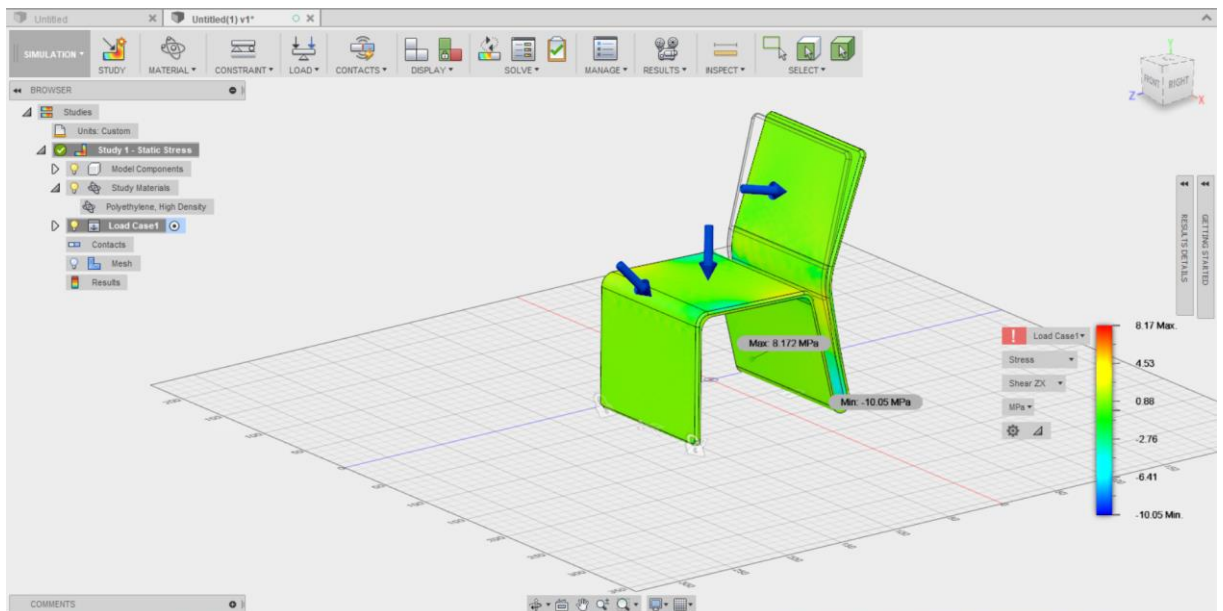
Rysunek 12 Naprężenia normalne w płaszczyźnie ZZ.



Rysunek 13 Naprężenia tnące w płaszczyźnie XY.

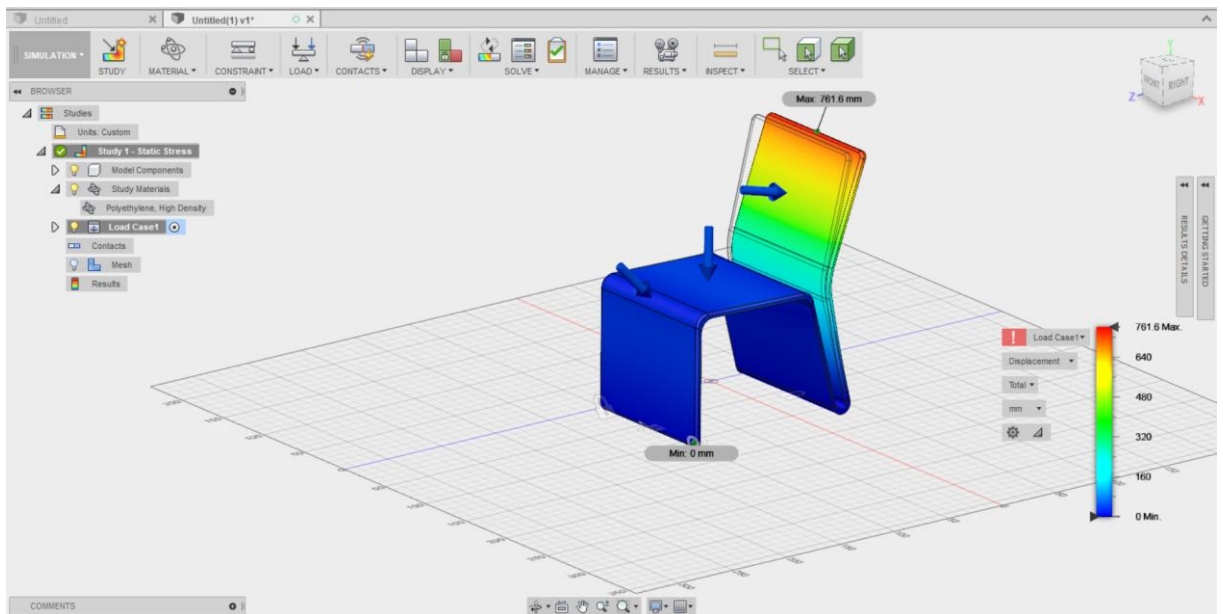


Rysunek 16 Naprężenia tnące w płaszczyźnie YZ.

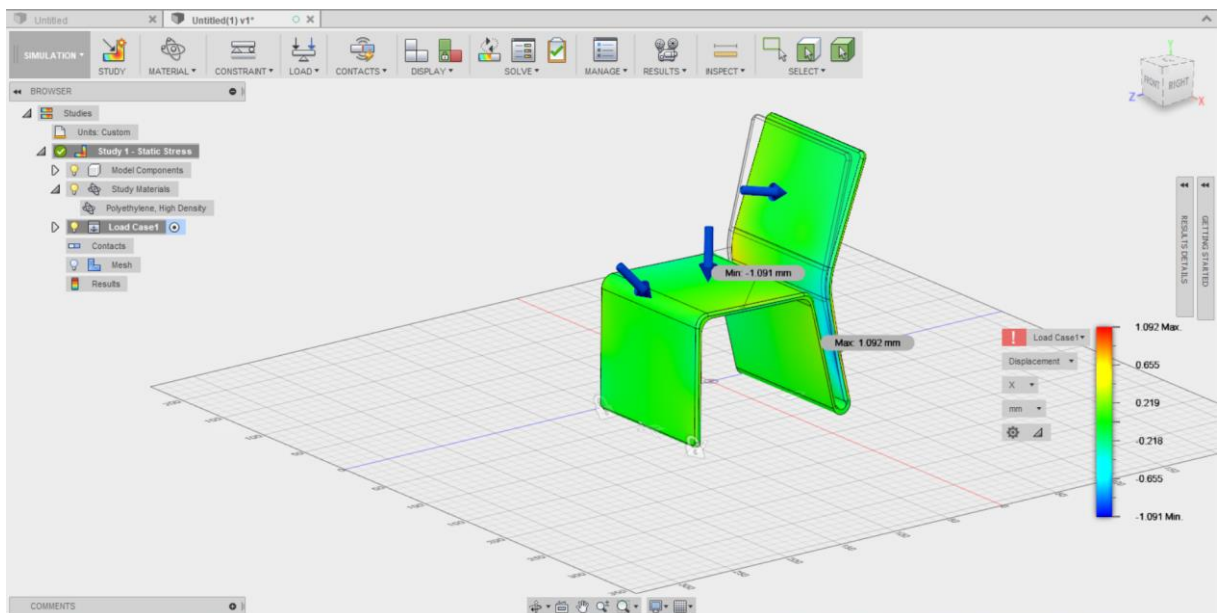


Rysunek 17 Naprężenia tnące w płaszczyźnie ZX.

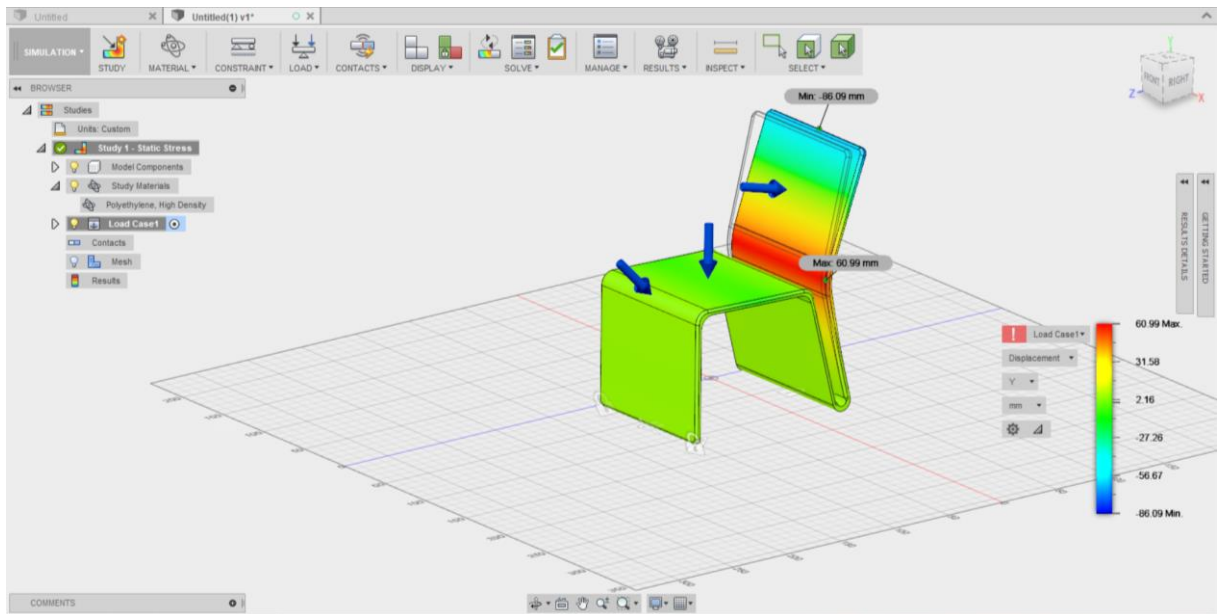
-Wykonano symulację przemieszczeń poszczególnych części modelu względem osi pod wpływem przyłożonej do nich sił.



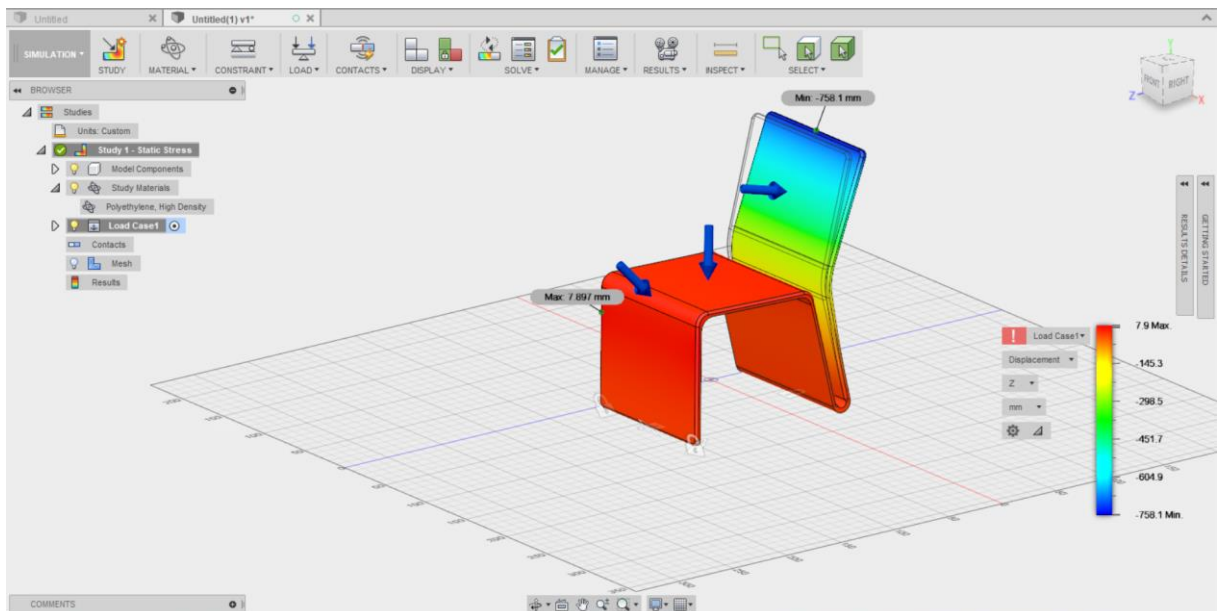
Rysunek 18 Przemieszczenie ogólne pod wpływem przyłożonych sił w milimetrach.



Rysunek 19 Przemieszczenie pod wpływem przyłożonych sił względem osi x.



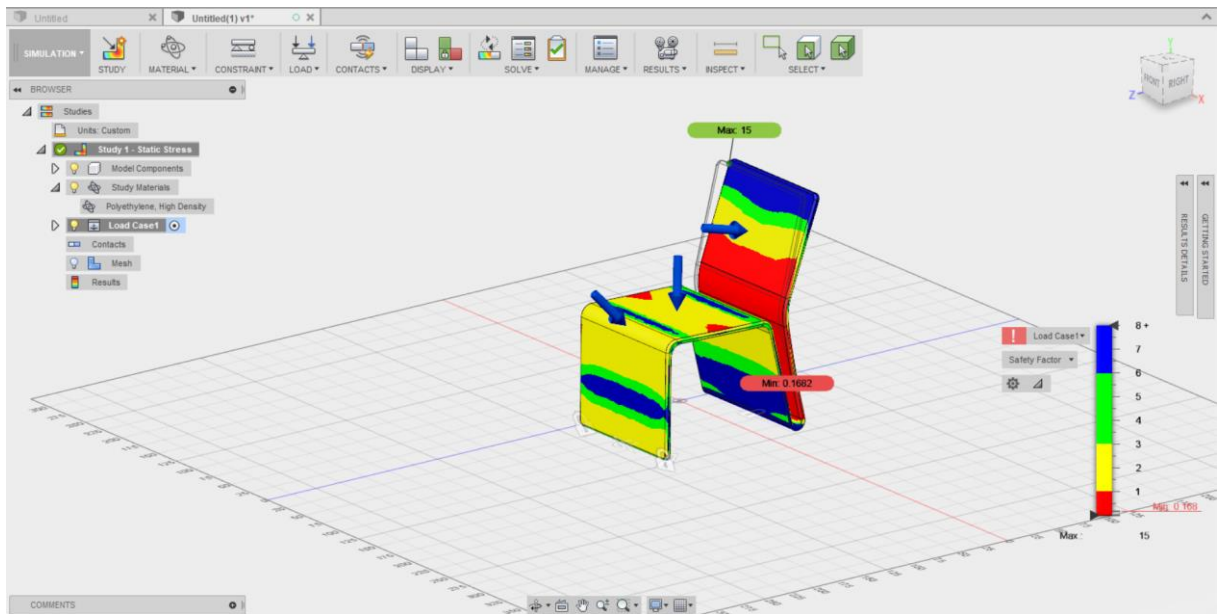
Rysunek 14 Przemieszczenie pod wpływem przyłożonych sił względem osi y.



Rysunek 15 Przemieszczenie pod wpływem przyłożonych sił względem osi z.

-Wykonano symulację z wykorzystaniem wskaźnika bezpieczeństwa.





Rysunek 16 Wskaźnik bezpieczeństwa.

## 5. Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzono symulację obciążenia polietylenowego szpitalnego krzesła przyłóżkowego w sytuacji, w której siedzi na nim osoba o masie 130 kg. Wartość taką dobrano zgodnie z zasadami ergonomicznego projektowania, według których projektowany obiekt powinien być zdatny do użytkowania (co najmniej) dla populacji, której dolną i górną granicę wyznacza 5 oraz 95 centyl. Powołując się na zgromadzone dane [2] wartość masy ciała dla 95 centyla w Polsce wynosi 98 kg. W projekcie celowo przyjęto zawyżoną wartość, aby mieć pewność, że siedzisko będzie mogło być bezpiecznie użytkowane nawet w przypadku większych obciążeń. Poszczególne elementy szpitalnego krzesła przyłóżkowego utwierdzono i poddano działaniu odpowiednich sił skupionych, co umożliwiło analizę zachowania zaprojektowanego obiektu pod wpływem tych czynników. Wynika z niej fakt, że krzesło wytrzyma działanie zadanych sił i nie zostanie uszkodzone, odkształcając się przy tym w niewielkim stopniu. Najbardziej zagrożonym elementem jest jego oparcie, i to właśnie tutaj odkształcenie jest największe. W pozostałych miejscach odkształcenia są nieznaczne. Można zatem stwierdzić, że wybrano odpowiedni materiał, a model 3D krzesła zaprojektowano w sposób prawidłowy. Powyższy tok rozumowania prowadzi do wniosku zaprojektowany przedmiot nadaje się do codziennego użytku i eksploatacji w polskich szpitalach, a koszty produkcji takiego krzesła z uwagi na zaproponowany materiał nie byłyby wygórowane.

## **Źródła**

[1]<http://www.plastem.pl/oferta/tworzywa-sztuczne/polietylen/>

[2][http://www.zsz.com.pl/Wiedza/analizy\\_eksperci/Documents/6\\_Dane\\_Antropometryczne.pdf](http://www.zsz.com.pl/Wiedza/analizy_eksperci/Documents/6_Dane_Antropometryczne.pdf)