

UNIwersytet
TECHNOLOGICZNO - PRZYRODNICZY
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich

WYDZIAŁ INŻYNIERII MECHANICZNEJ



INSTYTUT MECHANIKI I KONSTRUKCJI MASZYN

Podstawy Konstrukcji Maszyn
Projekt przekładni

Zajęcia 6

***Temat: Projektowanie wałów w kreatorze programu
Inventor Professional 2016***

Opracował:

mgr inż. Paweł MAĆKOWIAK

aktualizacja 06.04.2020

Projekt z Podstaw Konstrukcji Maszyn

Przekładania

Zajęcia 6

Projektowanie wałów w kreatorze programu

Inventor Professional 2016

mgr inż. Paweł Maćkowiak

www.zpkm.prv.pl

Spis treści

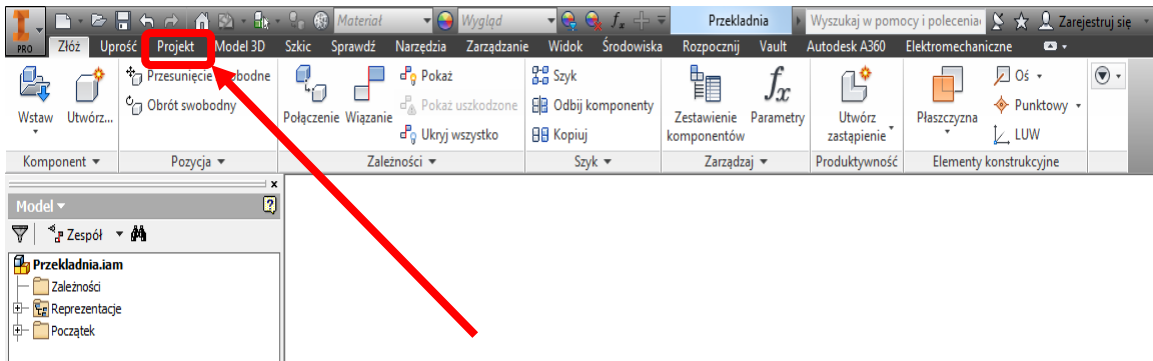
| | |
|---|--------|
| 1. Na kolejne spotkanie należy:..... | - 1 - |
| 2. Metoda generowania przekładni walcowej: | - 2 - |
| 3. Przykładowe sprawozdanie z obliczeń z programu | - 14 - |
| I. PrintSc z obliczeń..... | - 14 - |
| II. Raport z kreator komponentów przekładni walcowych | - 17 - |

1. Na kolejne spotkanie należy:

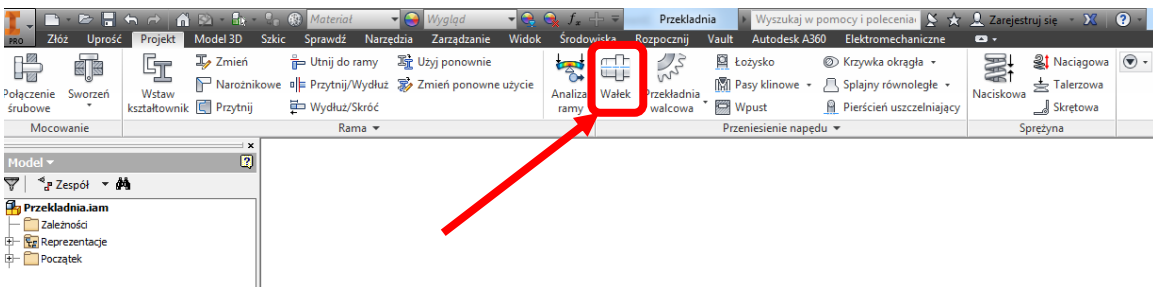
- wygenerować wszystkie wały w programie Inventor
- do każdego wału należy wydrukować (przykład na ostatnich stronach):
 - zakładkę projektu,
 - zakładkę obliczeń,
 - zakładkę wykresów,
 - wału obliczonego ręcznie, należy ponadto wykazać zaistniałe różnice w obliczeniach i w wynikach,
 - wygenerowane raporty kreatora.

2. Metoda generowania wałów:

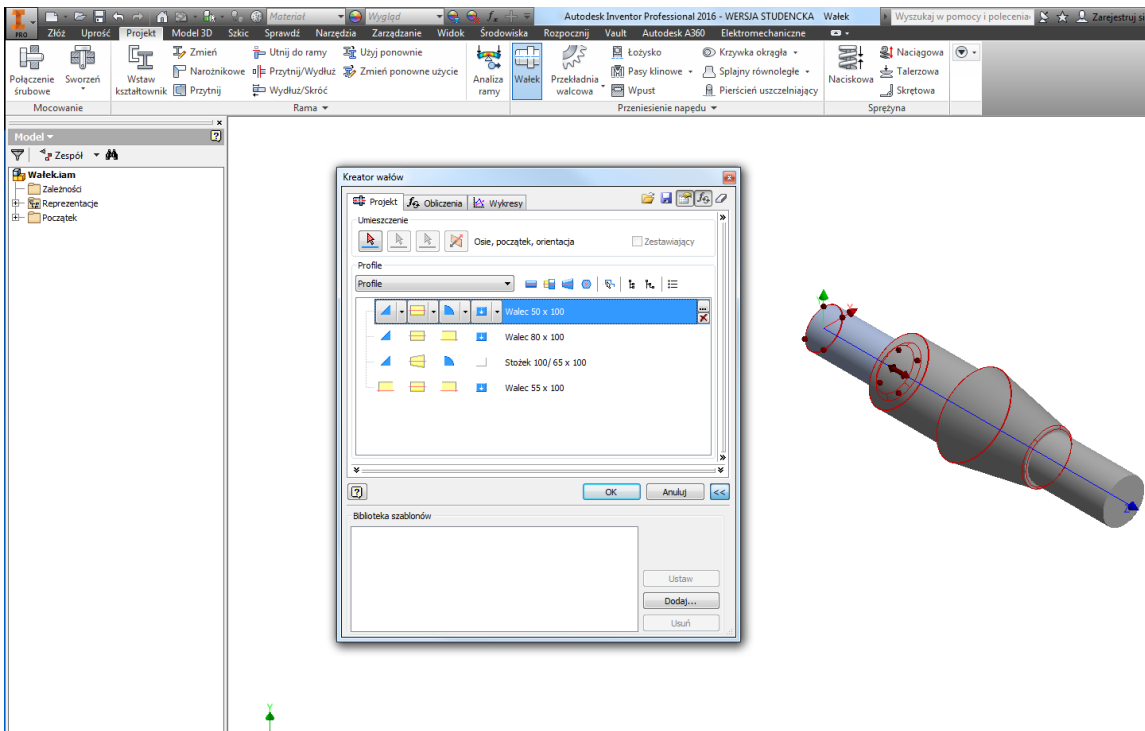
1. Tworzymy nowy zespół.
2. W zespole włączamy kartę **Projekt**.



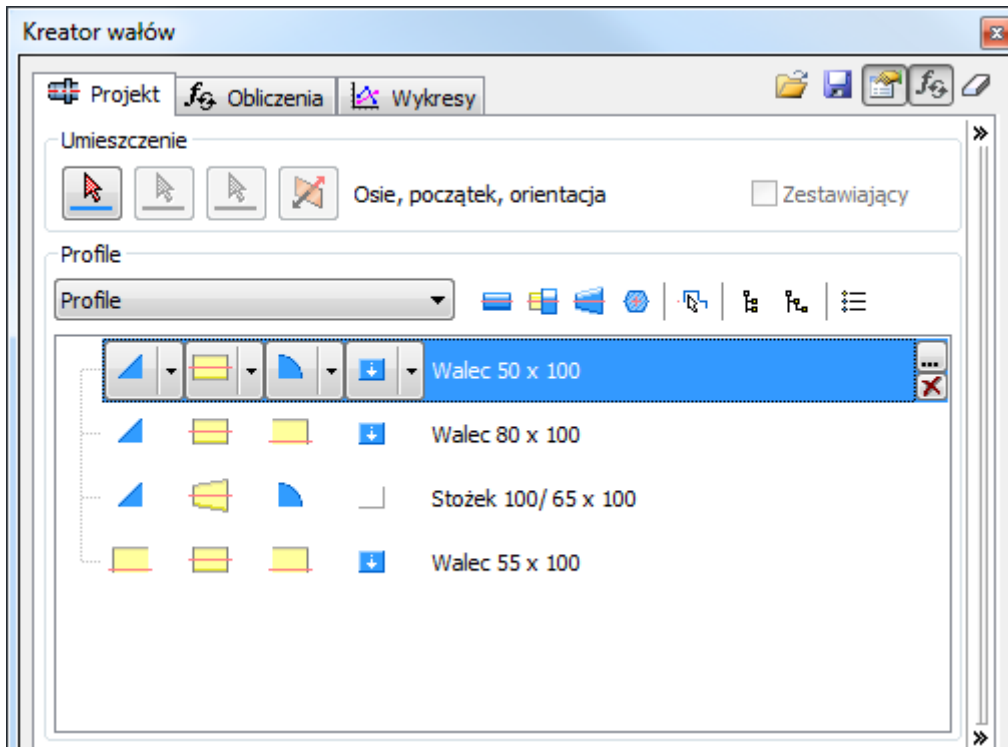
3. Wybieramy panel „Wałek”.



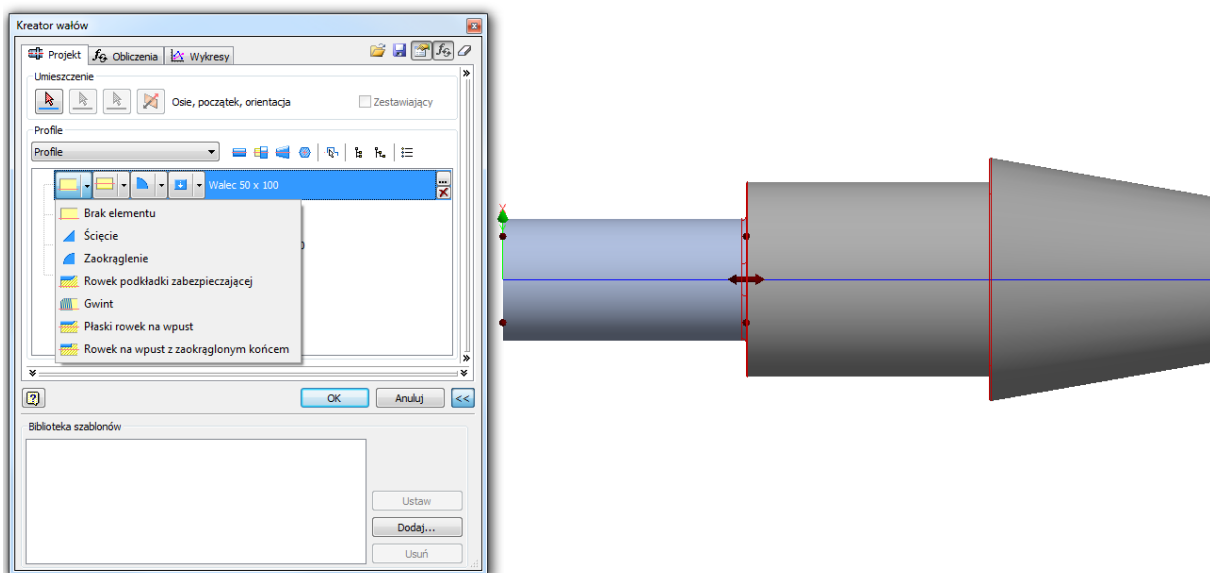
4. Otwiera się okno „Kreatora wałów”.



5. Za pomocą ikonek w zakładce projekt tworzymy rządany zarys wału:

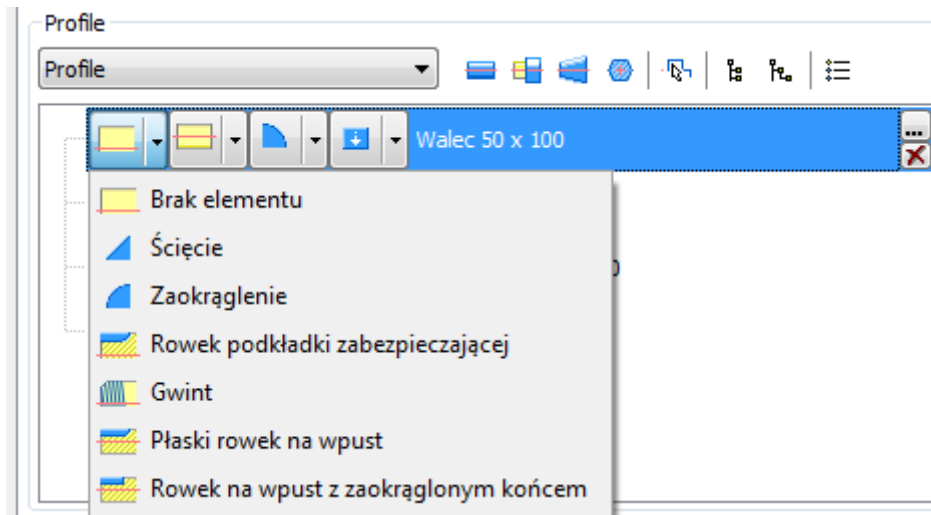


6. Pierwszy wiersz dotyczy pierwszego stopnia wałka patrząc od strony lewej. Zaznaczony edytowany fragment wału podświetli się na inny kolor niż reszta wału. Jeśli średnica wału po stronie lewej jest mniejsza od średnicy rozpatrywanego stopnia, to w pierwszej kolumnie pojawi się możliwość wyboru sposobu obróbki krawędzi. Możliwości wyboru pokazano na rysunku.

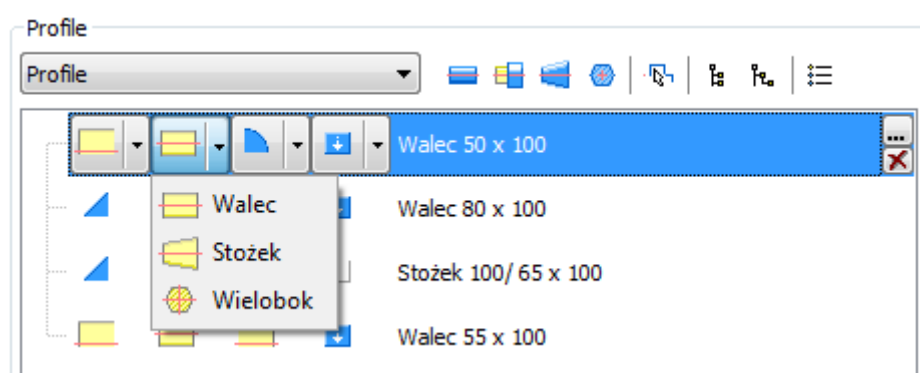


Żaden fragment powyższej instrukcji nie może być kopiowany, powielany lub rozpowszechniany w żadnej formie bez uprzedniej zgody autora. Opracowanie jest chronione prawem autorskim.

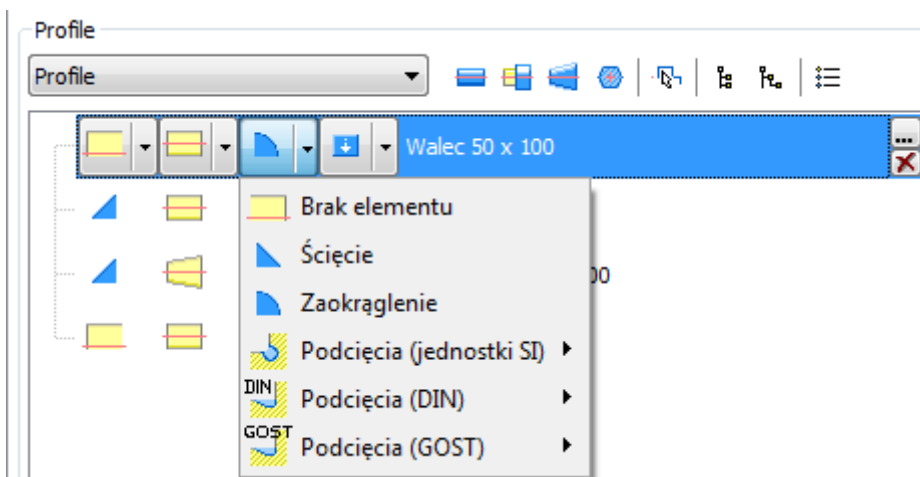
/Ustawa o prawie autorskim i prawach pokrewnych



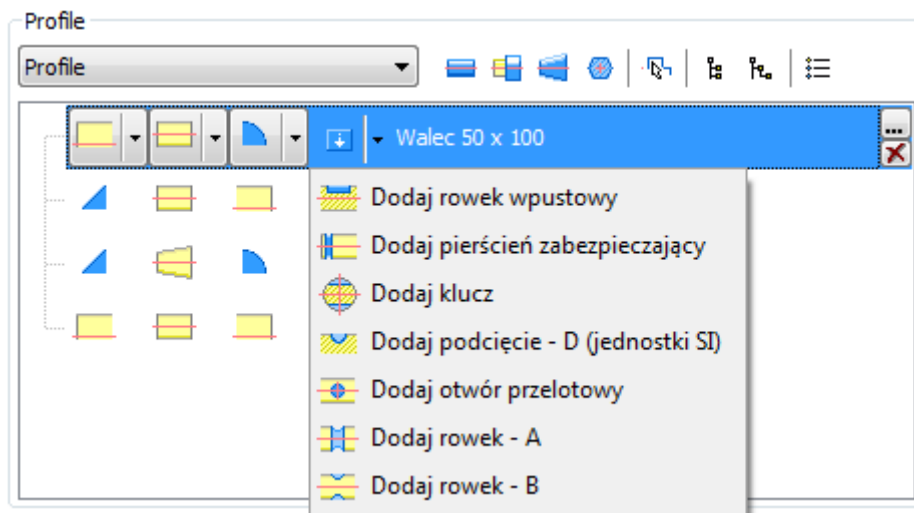
7. W kolejnej kolumnie wybieramy geometrię stopnia, czy ma być to walec, stożek czy wielokąt.



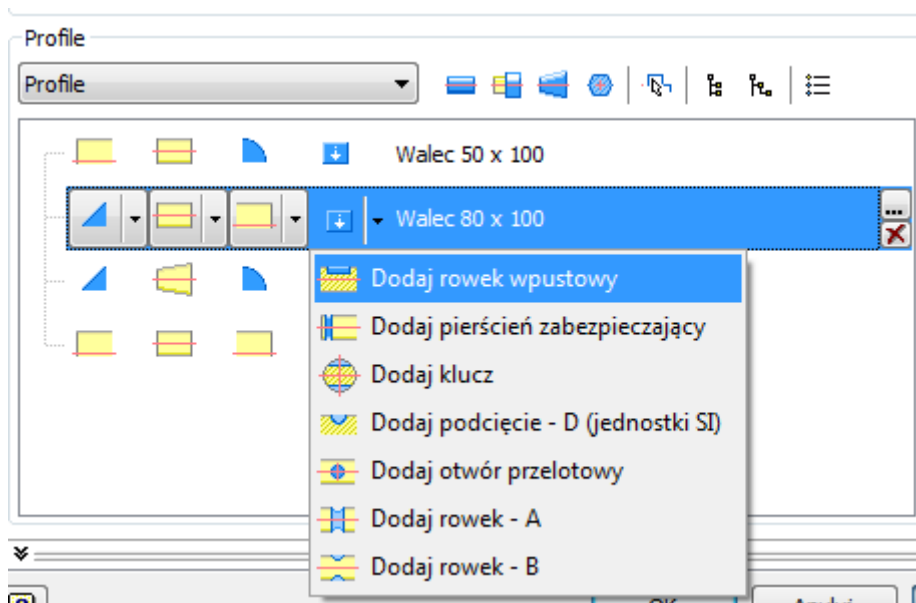
8. W kolejnej kolumnie jeśli stopień po prawej stronie ma większą średnicę niż rozpatrywany stopień pojawi się możliwość wyboru rodzaju przejścia pomiędzy nimi w postaci przedstawionej na rysunku:



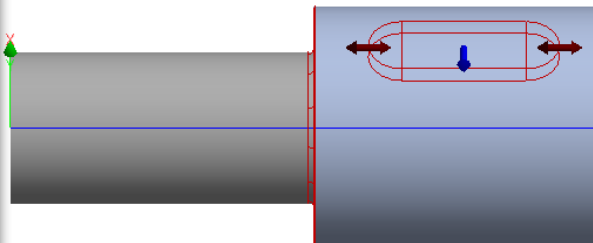
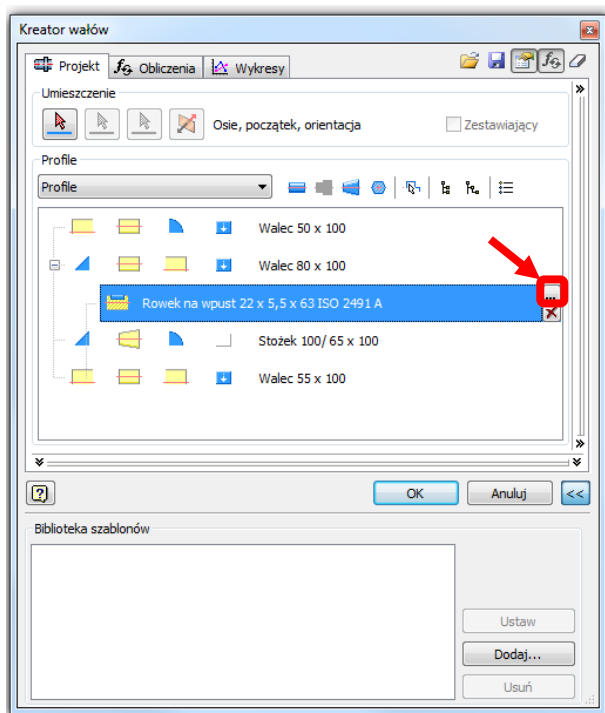
9. W kolejnej kolumnie można wybrać dodatkowe elementy znajdujące się na rozpatrywanym stopniu wału.



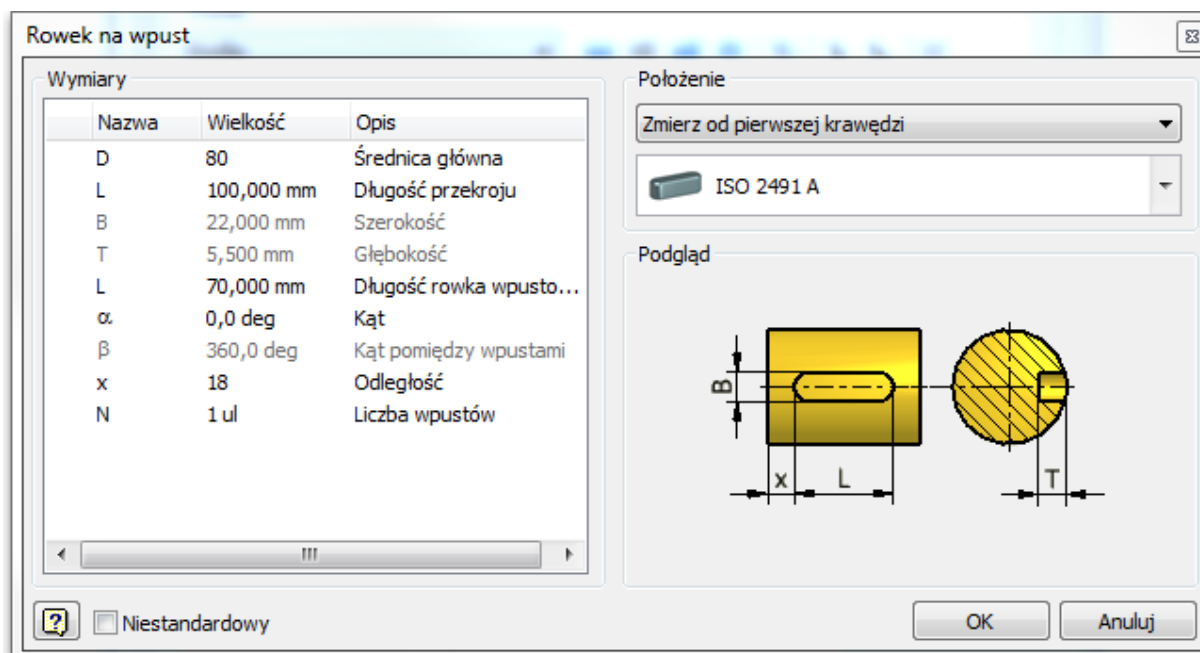
10. Dla przykładu wykonano rowek wpustowy na drugim stopniu wału.



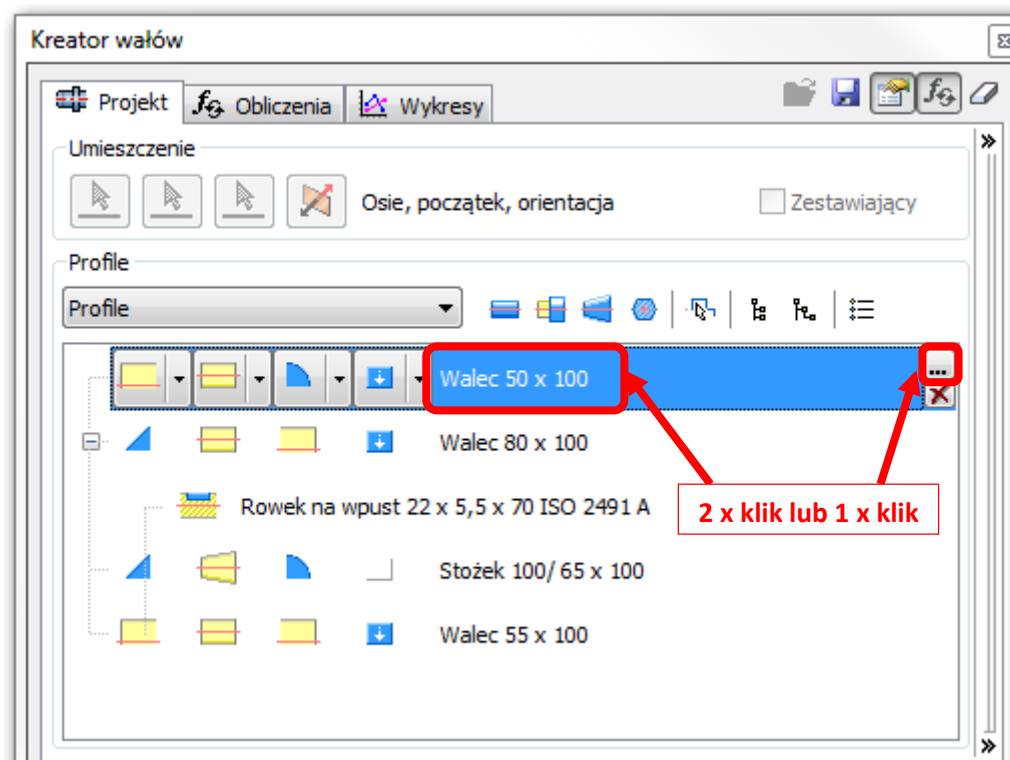
11. W kreatorze pojawił się nowy element w postaci rowka wpustowego. Edycja wymiarów rowka jest możliwa po kliknięciu przycisku zaznaczonego na poniższym rysunku.



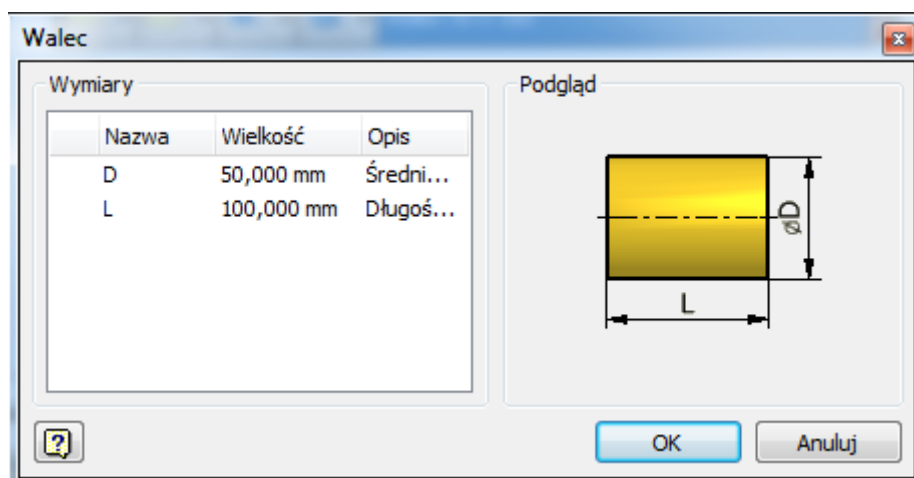
12. W wyświetlonym oknie można zmienić parametry rowka. Rowki są znormalizowane względem średnicy wału D nazywaną tu „średnicą główną”. Znormalizowana jest szerokość rowka B , głębokość rowka T . Wartość średnicy głównej jest pobierana z wcześniej wprowadzonych danych, można jednakże ją zmienić w tym miejscu. Wówczas, zostanie zmieniona automatycznie średnica tego stopnia wału we wcześniejszym oknie. Długość rowka jest ograniczona długością stopnia wału L nazywaną „długością przekroju”. Możliwa jest zmiana długości rowka wpustowego L , oraz odległość rowka od lewej krawędzi x . Można także wykonać większą ilość rowków wpustowych na stopniu wpisując inną wartość niż 1 w polu N .



13. Zmianę wymiarów stopnia można dokonać, po dwukrotnym kliknięciu zaznaczonego pola na poniższym rysunku.



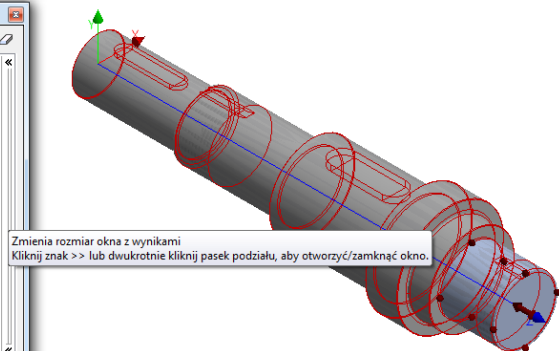
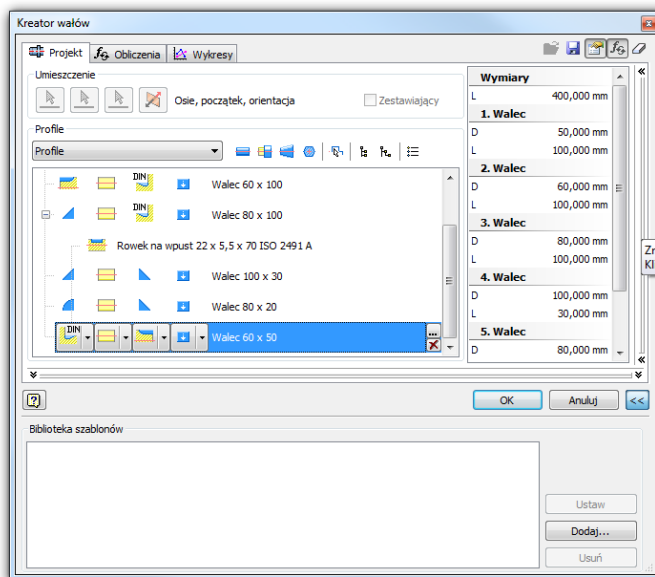
14. W otwartym oknie możemy zmienić wymiar średnicy D oraz długości L stopnia.



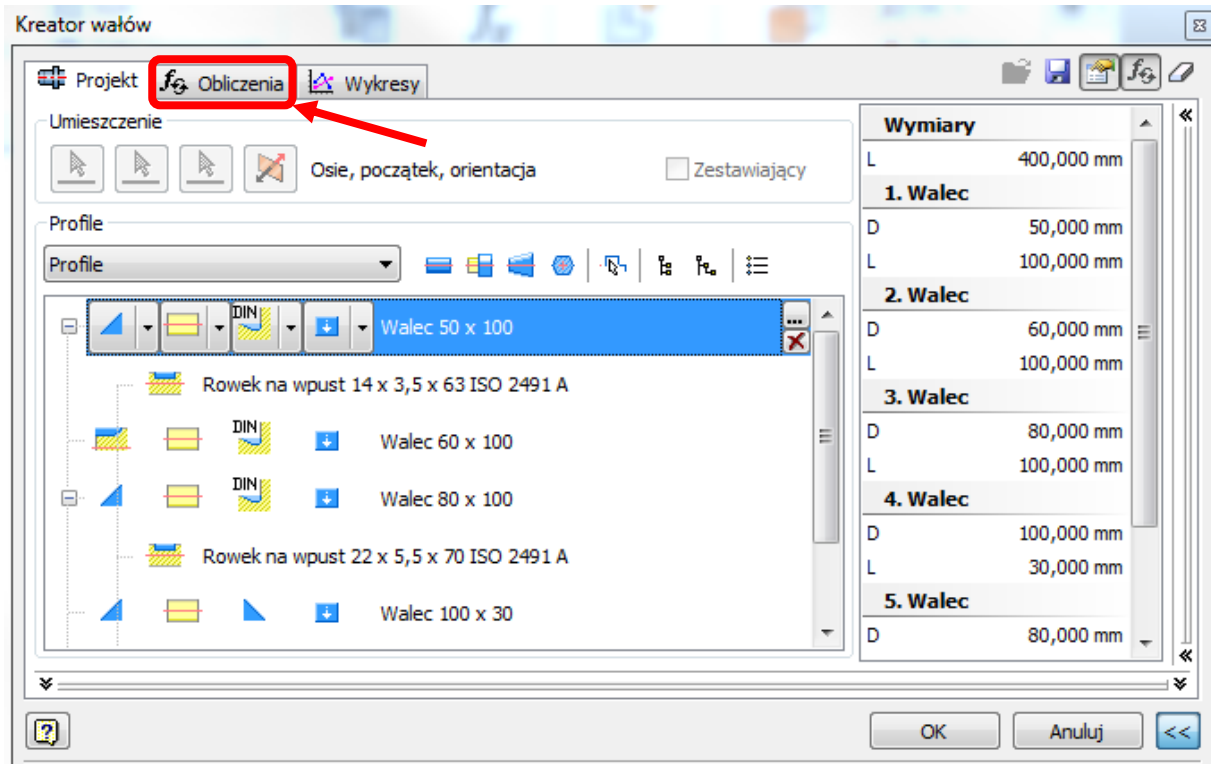
15. W pasku profile możemy dodatkowo wstawić kolejny stopień w postaci walca 1, stożka 2 lub wielokąta 3. Stopnie zostaną wprowadzone po prawej stronie aktualnie zaznaczonego na liście poniżej stopnia. Można również podzielić istniejący stopień na dwa o różnych średnicach wybierając przycisk 4. Należy upewnić się, że na liście jest zaznaczony stopień którego podziału chcemy dokonać. Przycisk 5 służy do pobierania geometrii wcześniej stworzonego wału.



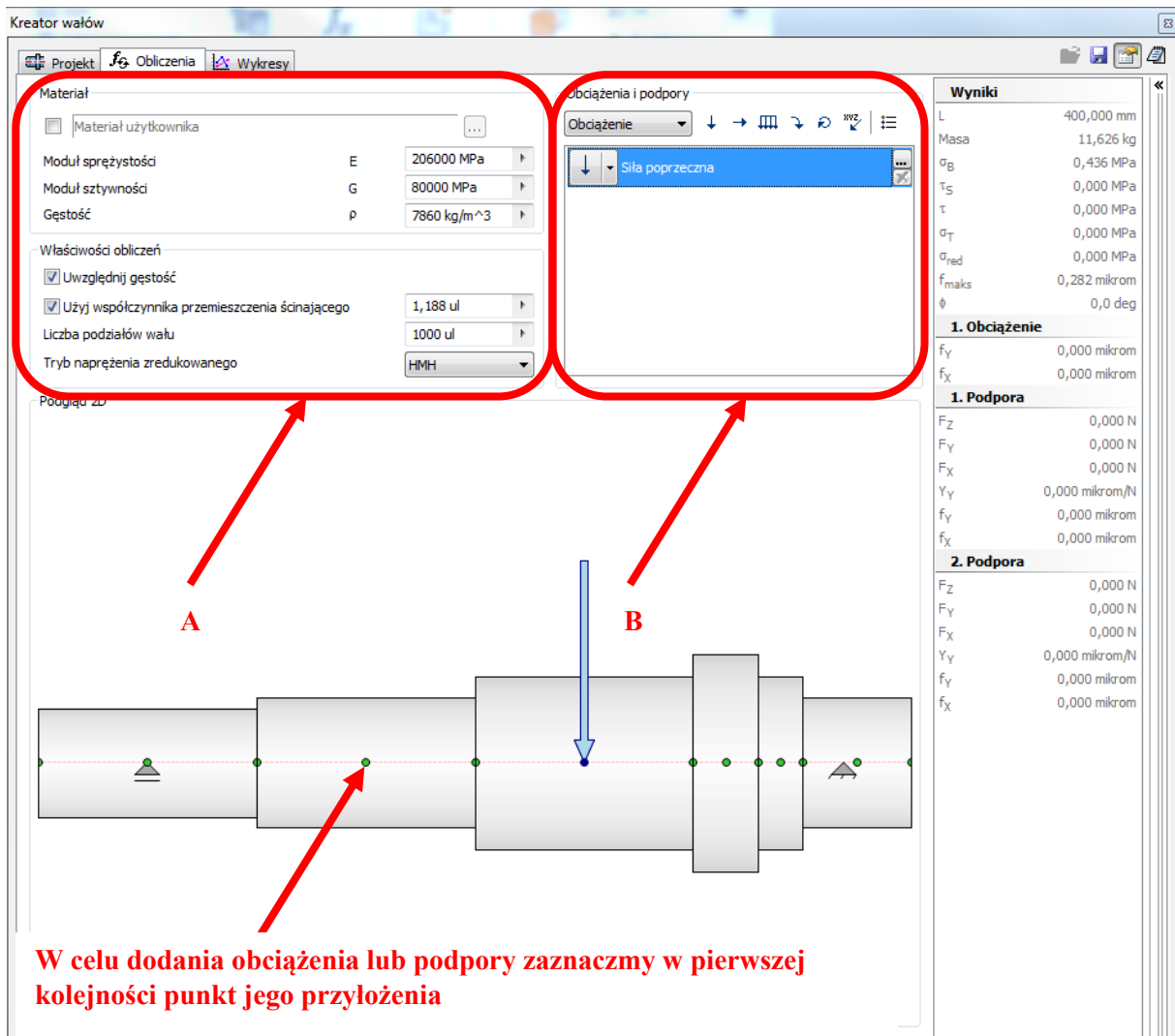
16. Po dodaniu i edycji wszystkich stopni otrzymujemy wygenerowany wał.



17. W kolejnym kroku przystępujemy do obliczeń sprawdzających wytrzymałość i odkształcenie wału. W tym celu w oknie kreatora wybieramy zakładkę obliczenia.



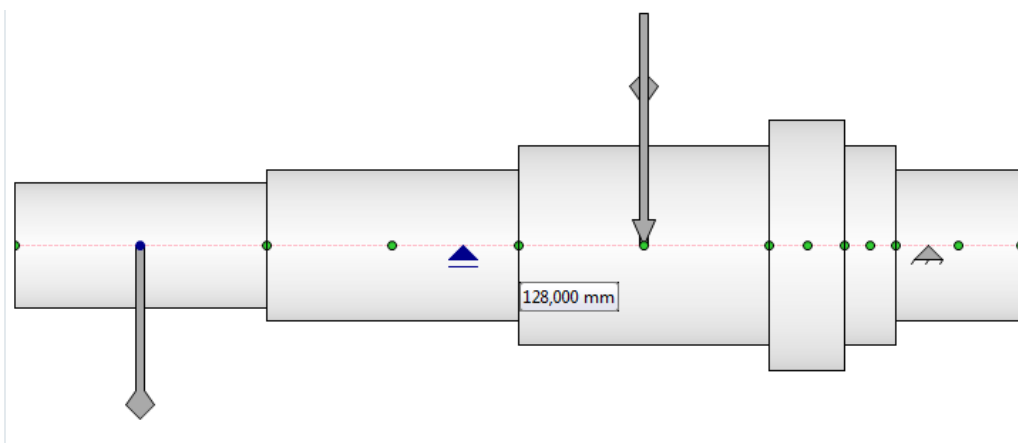
18. W otwartym oknie w pierwszej kolejności (A) wprowadzamy dane dotyczące materiału wykonania wału, tj.: moduł sprężystości, moduł Kirchoffa (moduł sztywności), oraz gęstość. W polu właściwości obliczeń zaznaczamy jeśli chcemy aby obliczenia uwzględniały masę wału – „uwzględnij gęstość”. Wpisujemy wartość współczynnika przemieszczenia ścinającego, liczbę podziałów wału (im większa tym bardziej dokładne wyniki ale tym dłuższy czas obliczeń) oraz hipotezę sumowania naprężeń. Do wyboru mamy HMH – hipoteza Hubera-Misesa oraz hipotezę Tresca.
19. Następnie definiujemy obciążenie wału i podpory (B). W celu dodania obciążenia należy wybrać punkt jego przyłożenia na podglądzie 2D i wybrać odpowiedni typ obciążenia z listy. Podobnie dokonuje się wyboru podpór, przy czym tylko jedna podpora może być podporą stałą.



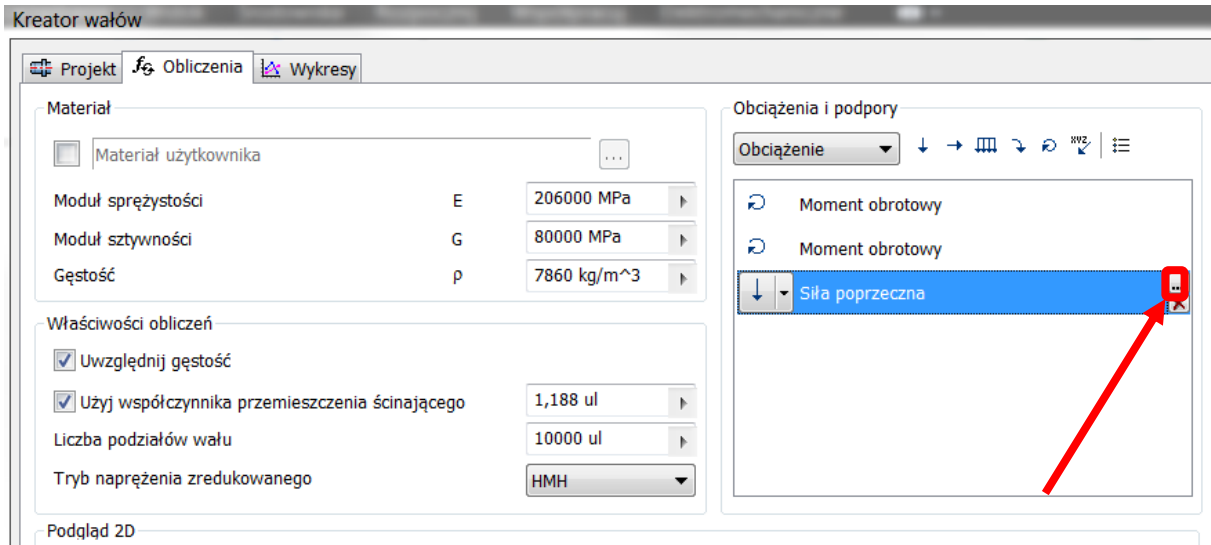
A następnie wybieramy jego typ z listy.



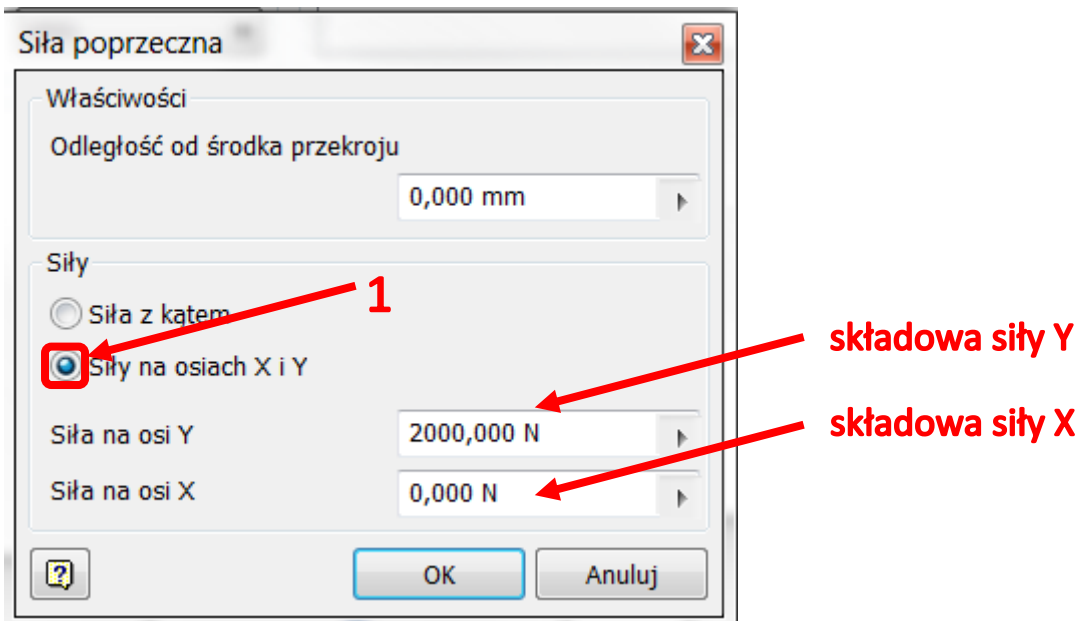
20. Klikając na podporę lub siłę i przytrzymując klawisz myszki na podglądzie 2D można zmieniać dowolnie jej położenie.



21. Siły w wałach leżą bardzo często w różnych płaszczyznach, należy je podzielić na składowe w kierunku X oraz w kierunku Y. Składowe wprowadzamy klikając:



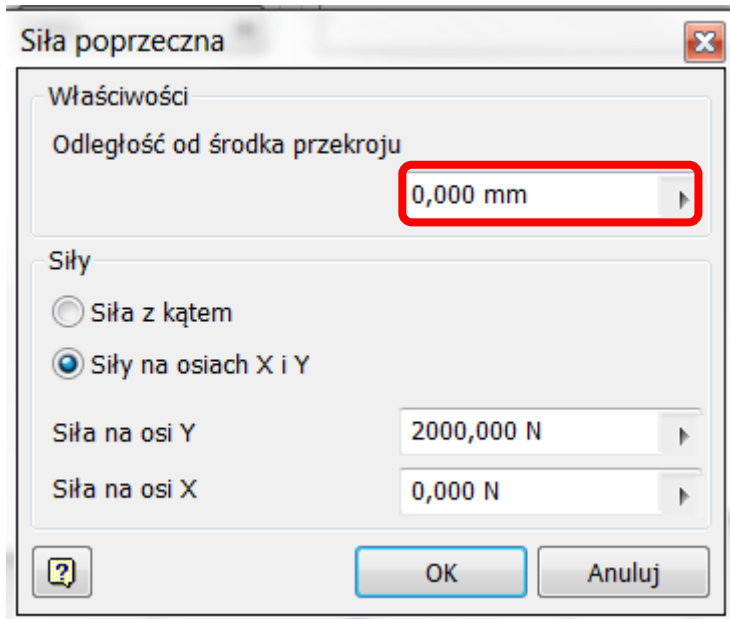
22. Pojawi się poniższe okienko. Zaznaczamy opcję „Siły na osiach X i Y” a następnie wprowadzamy wartości tych sił:



24. W niektórych przekładniach pojawia się siła wzdłużna i moment gnący. Można je zadać przy użyciu:



23. Zalecam aby zawsze sprowadzać działające siły i momenty do odległości od środka przekroju 0 mm.

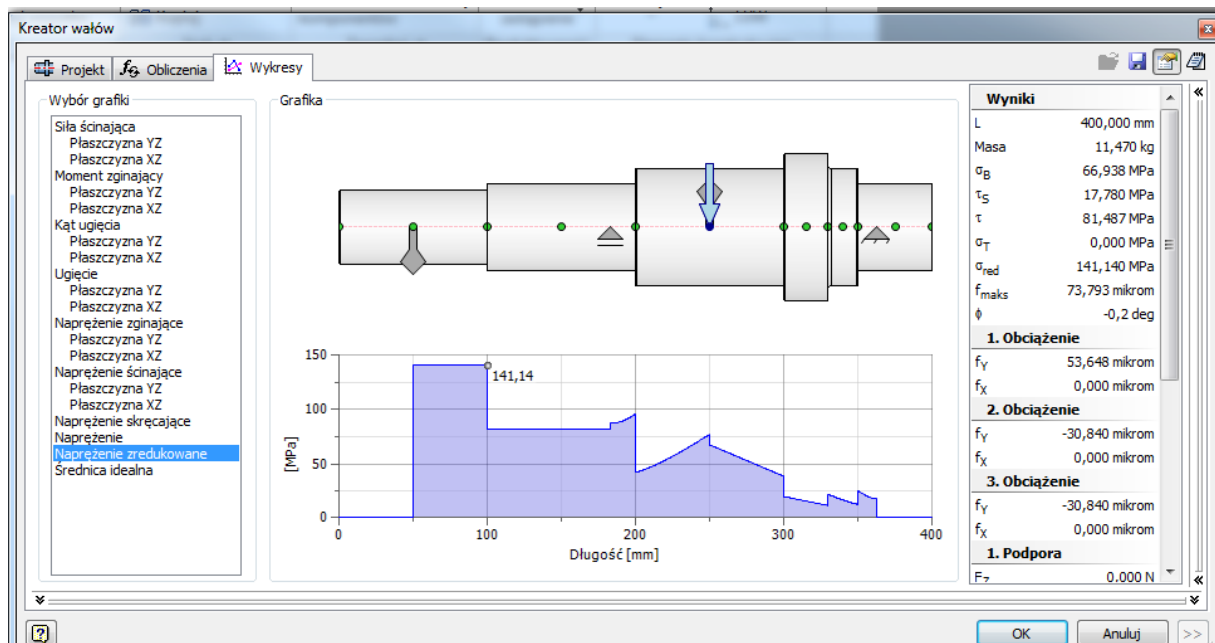


24. Po wstawieniu i umiejscowieniu wszystkich sił, momentów i podpór, klikamy oblicz.

25. W polu wyniku sprawdzamy obliczone wartości, czy nie przekroczone są wartości naprężeń dopuszczalnych i odkształceń dopuszczalnych. W celu sprawdzenia poprawności wprowadzonych danych można porównać wyniki reakcji podpór z wyznaczonymi analitycznie wartościami.

| Wyniki | |
|----------------------|----------------|
| L | 400,000 mm |
| Masa | 11,470 kg |
| σ_B | 1,669 MPa |
| τ_S | 0,461 MPa |
| τ | 81,487 MPa |
| σ_T | 0,000 MPa |
| σ_{red} | 141,140 MPa |
| f_{maks} | 1,573 mikrom |
| ϕ | -0,2 deg |
| 1. Obciążenie | |
| f_Y | 1,161 mikrom |
| f_X | 0,000 mikrom |
| 2. Obciążenie | |
| f_Y | -0,774 mikrom |
| f_X | 0,000 mikrom |
| 3. Obciążenie | |
| f_Y | -0,774 mikrom |
| f_X | 0,000 mikrom |
| 1. Podpora | |
| F_Z | 0,000 N |
| F_Y | 1337,092 N |
| F_X | 0,000 N |
| Y_Y | 0,000 mikrom/N |
| f_Y | -0,000 mikrom |
| f_X | 0,000 mikrom |
| 2. Podpora | |
| F_Z | 0,000 N |
| F_Y | 775,388 N |
| F_X | 0,000 N |
| Y_Y | 0,000 mikrom/N |
| f_Y | -0,000 mikrom |
| f_X | 0,000 mikrom |

26. Jeśli wartości naprężeń zredukowanych i odkształceń są mniejsze od naprężeń dopuszczalnych można z pewnością dokonać zmniejszenia masy wału. Można również sprawdzić czy dokonano prawidłowego stopniowania wału. W tym celu, najlepiej skorzystać z trzeciej zakładki kreatora „wykresy”. I dokonać analizy wykresu naprężeń zredukowanych. Aby określić optymalne wymiary wału należy określić naprężenia dopuszczalne dla materiału, z którego zostanie wytworzony. Następnie dokonuje się analizy wykresu. Jeśli przyjmijemy wartość naprężeń dopuszczalnych na poziomie 150 MPa to widać że prawa strona wału jest przewymiarowana. Należałoby się zastanowić czy stopień oporowy nie powinien być wykonany od lewej strony koła zębatego. Można również zmniejszyć większość średnic stopni na wale, ponieważ tylko jeden stopień będzie przenosił naprężenia oscylujące w granicach naprężeń dopuszczalnych.

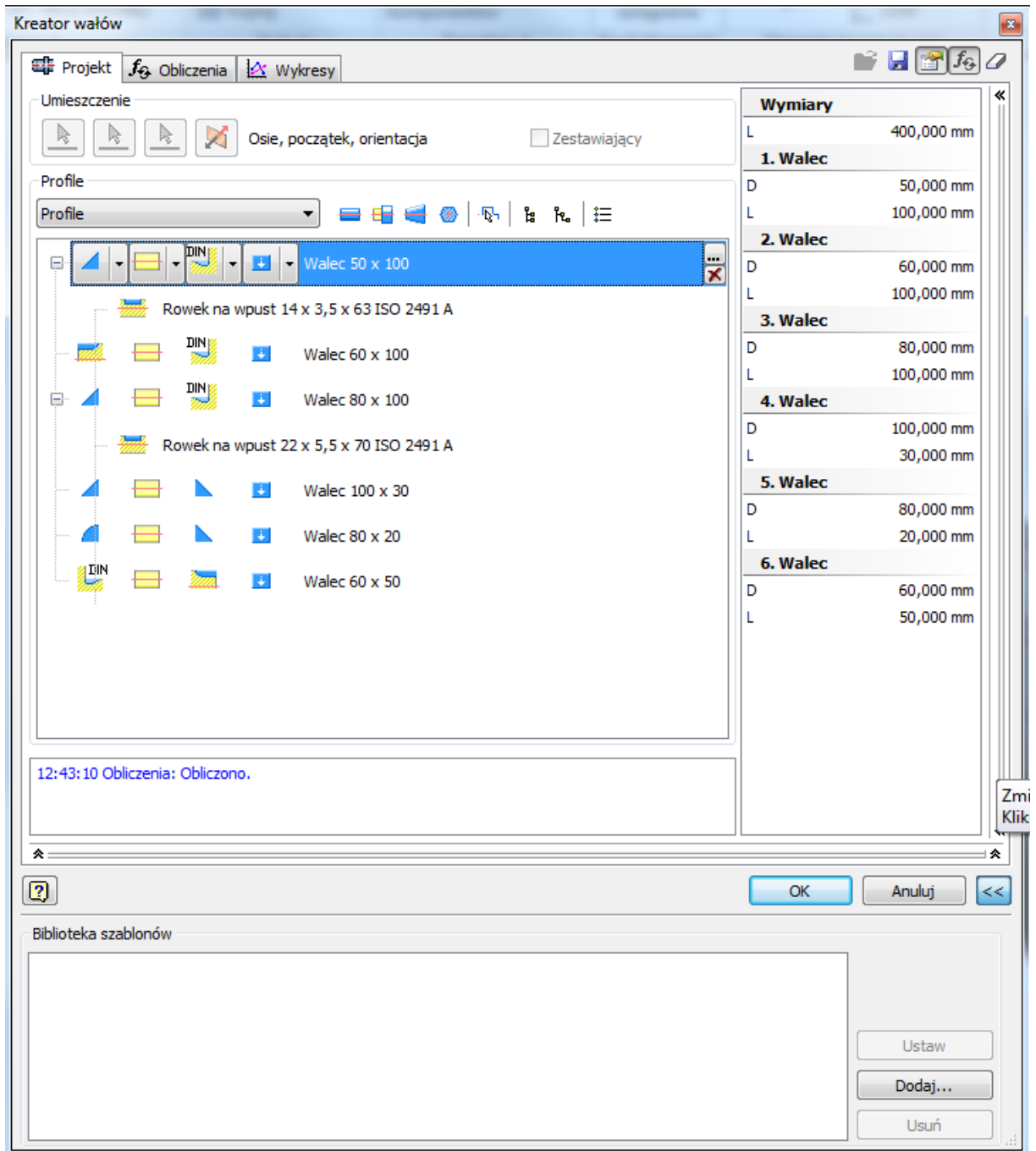


27. Po zmianach dokonujemy ponownych obliczeń i sprawdzamy czy spełnione są warunki dotyczące maksymalnych naprężeń i odkształceń. Procedurę powtarzamy do uzyskania optymalnych wymiarów.

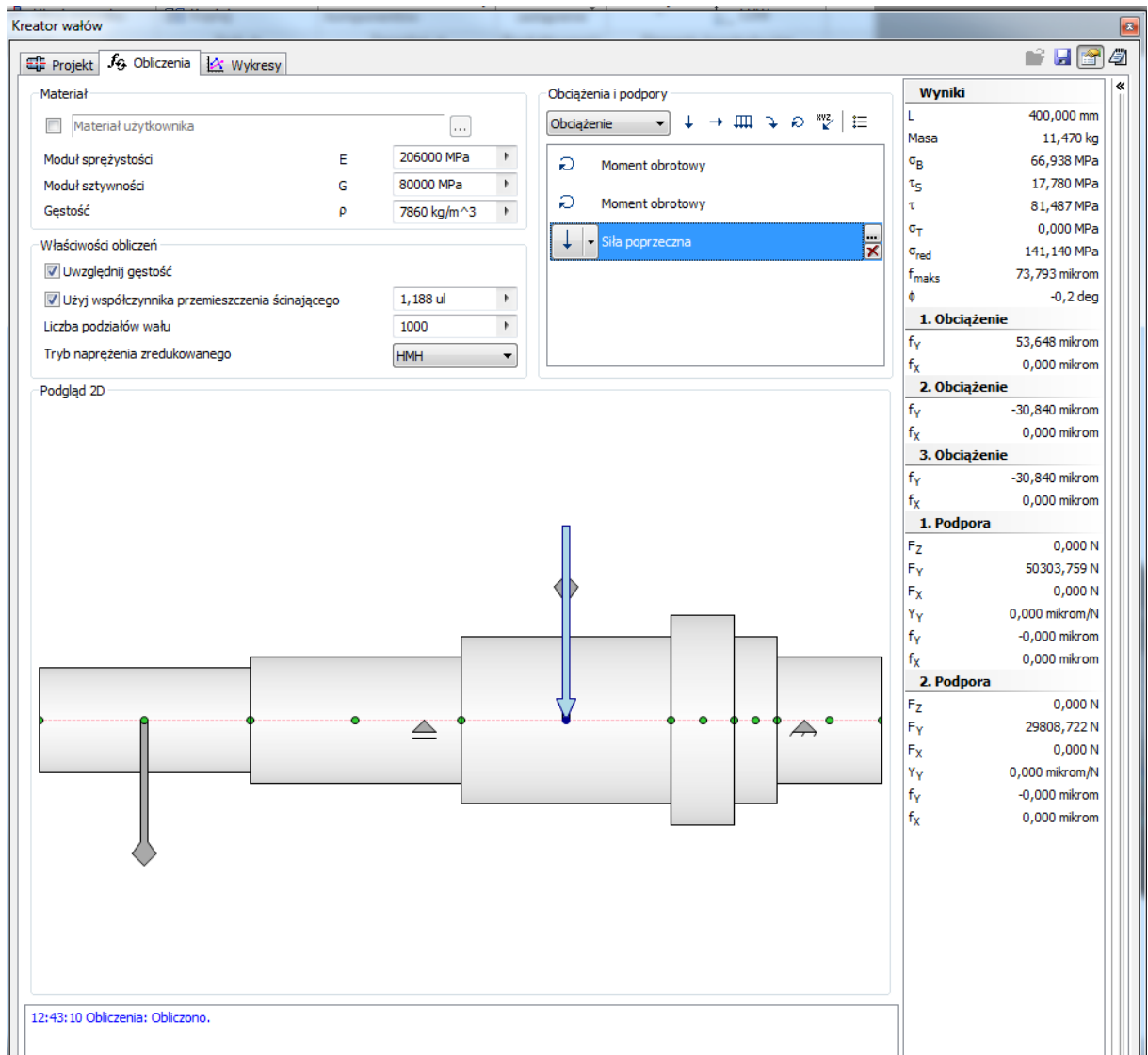
Uwaga: jest możliwość sugerowania się wykresem „średnica idealna”, obrazuje on średnicę policzoną dla naprężeń zredukowanych 50 MPa, niezależnie od zastosowanego materiału. Sugeruje więc on bardziej jak kształtować wał niż dokładnie jaką średnicę wału przyjąć na danym stopniu.

3. Przykładowe sprawozdanie z obliczeń z programu

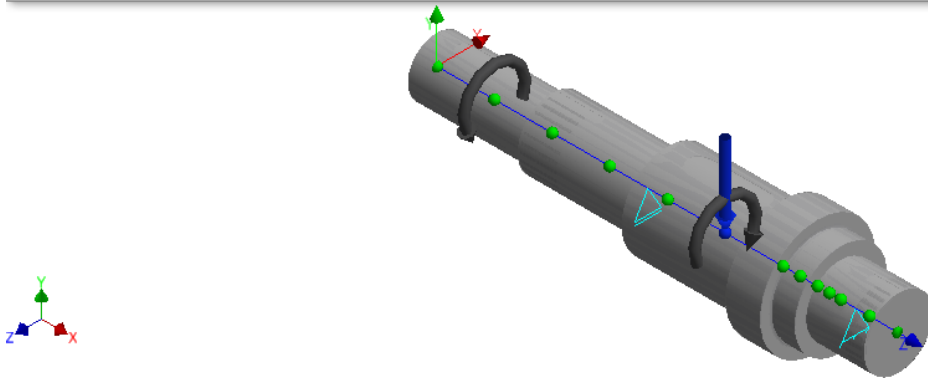
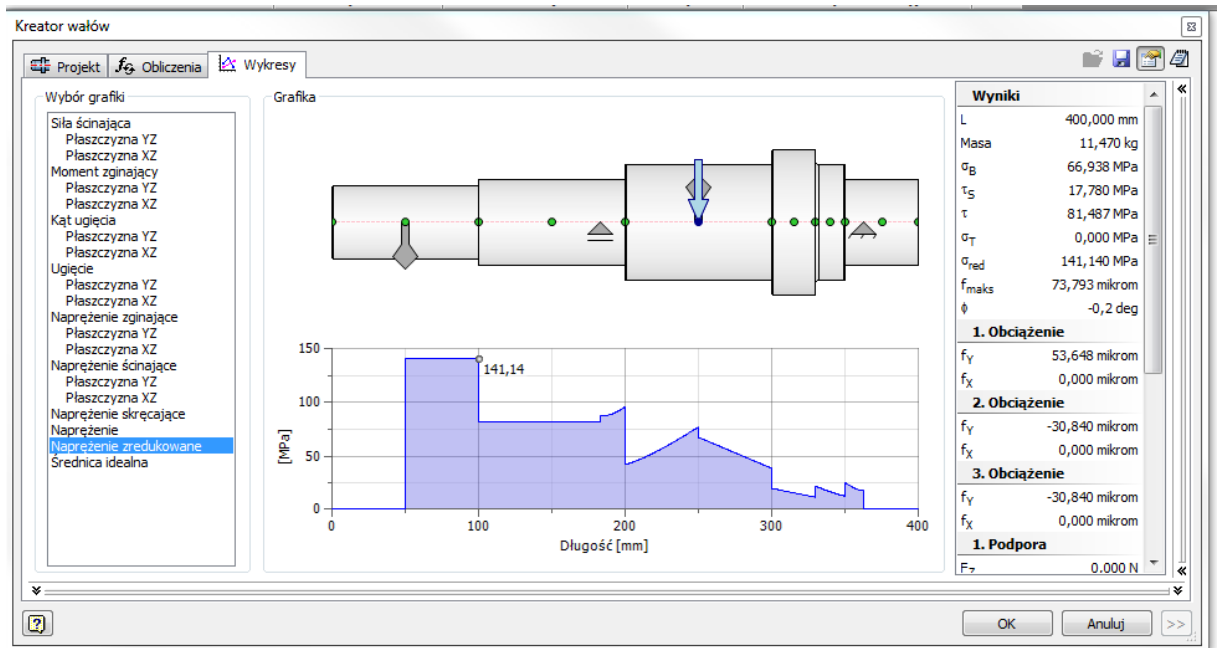
I. PrintSc z obliczeń



Rys 1. PrintSc z kreatora wałów – projekt



Rys 2. PrintSc z kreatora wałów - zakładka obliczenia



Rys 3. PrintSc z kreatora wałów – zakładka wykresy – napężenia zredukowane

II. Raport z kreator wałów

2017-03-12

☒ Informacje o projekcie

☒ Obliczenia

☒ Materiał

| | | |
|----------------------|----------------------|------------------------|
| Materiał | Materiał użytkownika | |
| Moduł sprężystości E | | 206000 MPa |
| Mod. napręż. ścin. G | | 80000 MPa |
| Gęstość | ρ | 7860 kg/m ³ |

☒ Właściwości obliczeń

| | | | |
|------------|--|---|------------------------|
| Uwzględnij | | | |
| Tak | Gęstość | ρ | 7860 kg/m ³ |
| Tak | Współczynnik przemieszczenia ścinającego | β | 1,188 ul |
| | Liczba podziałów | | 1000 ul |
| | Tryb naprężenia zredukowanego | | HMH |

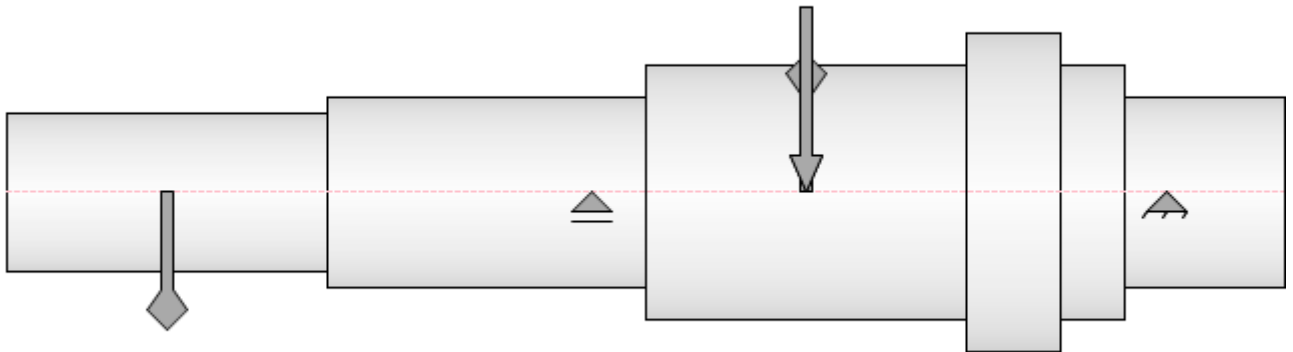
☒ Obciążenia

| Indeks | Położenie | Siła poprzeczna | | | | Moment zginający | | | Obciążenie ciągłe | | | | Siła wzdłużna | Moment obrotowy | Ugięcie | | | | Kąt ugięcia |
|--------|-----------|-----------------|---|----------|----------|------------------|---|----------|-------------------|---|---|----------|---------------|-----------------|---------------|-----------|---|----------|-------------|
| | | Y | X | Wielkość | Kierunek | Y | X | Wielkość | Kierunek | Y | X | Wielkość | | | Kierunek | Y | X | Wielkość | |
| 1 | 50 mm | | | | | | | | | | | | -2000,000 N m | 53,648 mikrom | 53,648 mikrom | | | 0,0 deg | |
| 2 | 250 mm | | | | | | | | | | | | 2000,000 N m | -30,840 mikrom | 30,840 mikrom | 180,0 deg | | 0,0 deg | |

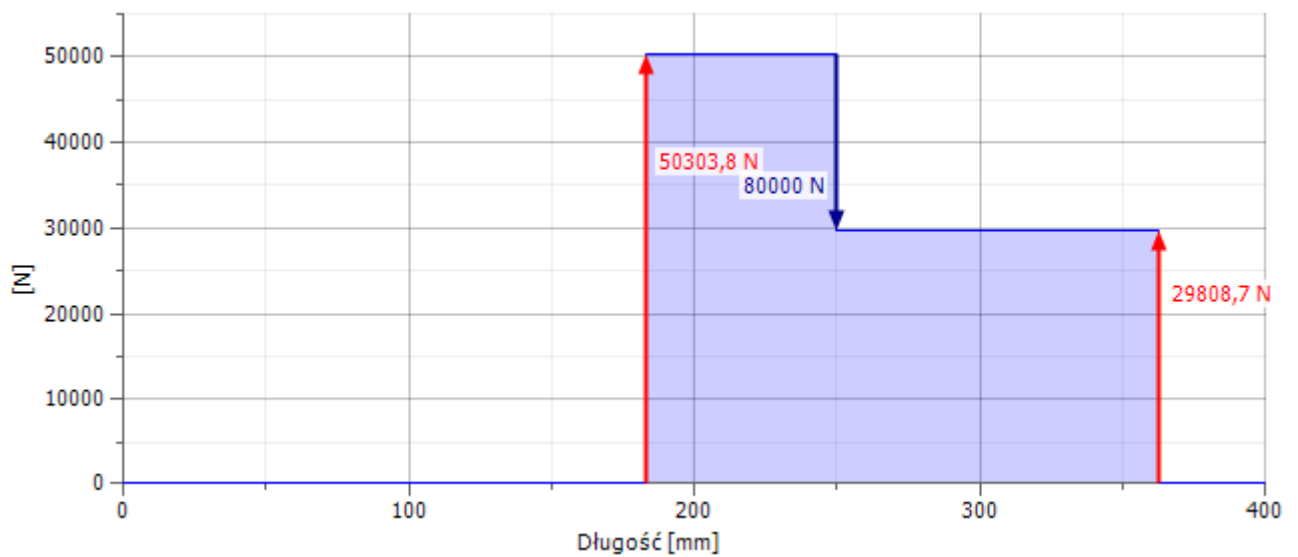
Żaden fragment powyższej instrukcji nie może być kopiowany, powielany lub rozpowszechniany w żadnej formie bez uprzedniej zgody autora. Opracowanie jest chronione prawem autorskim.

/Ustawa o prawie autorskim i prawach pokrewnych

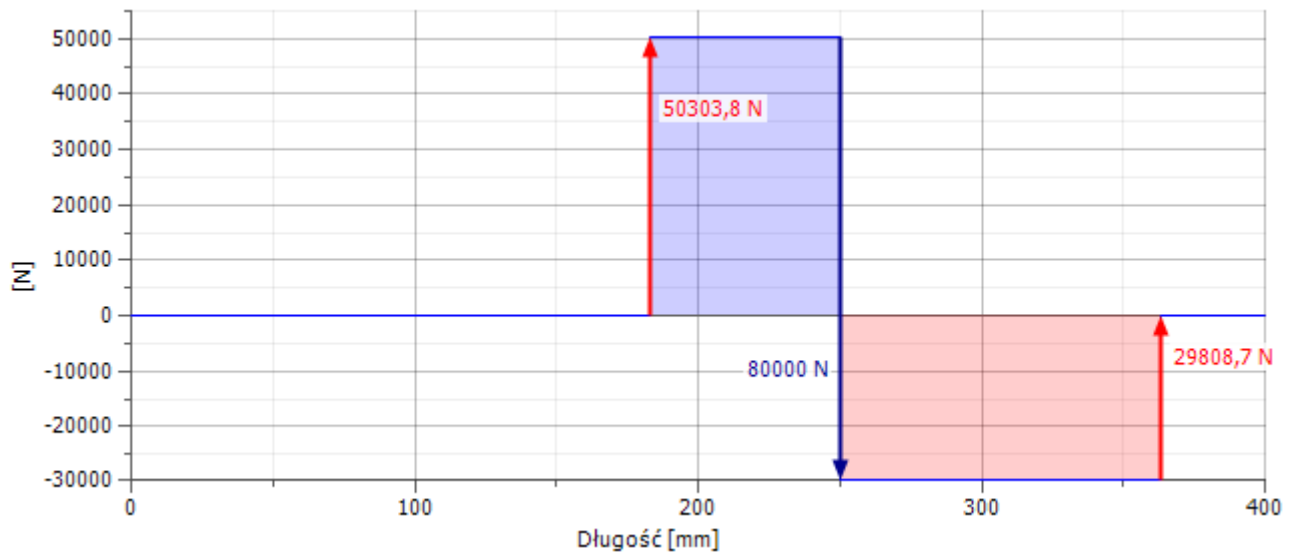
☐ Podgląd



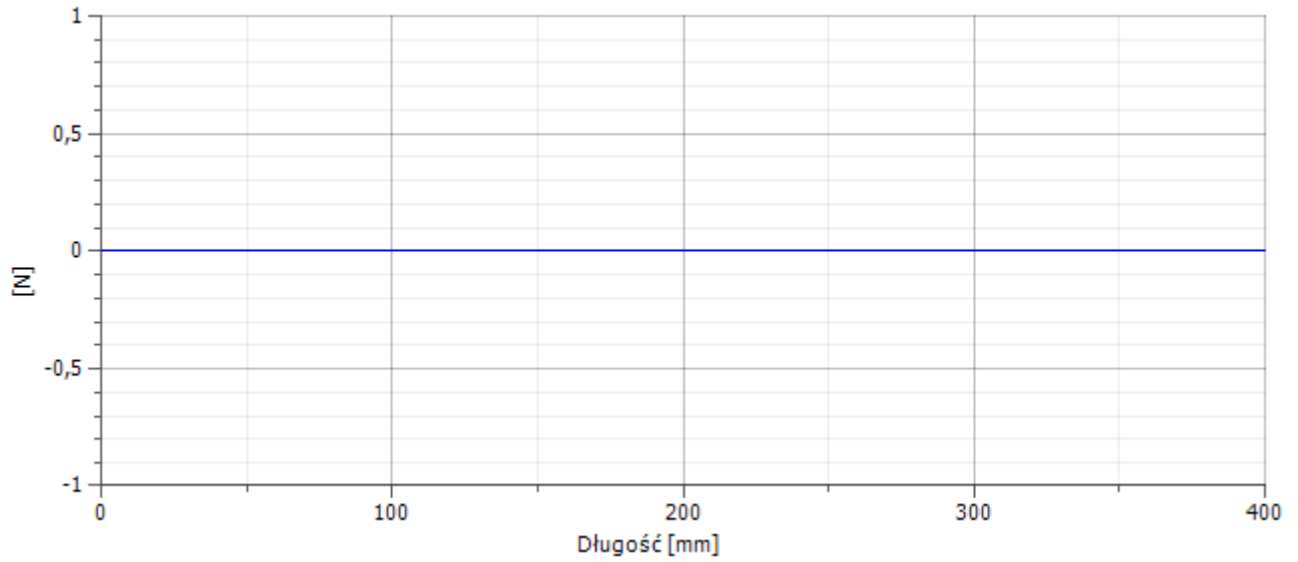
☐ Siła ścinająca



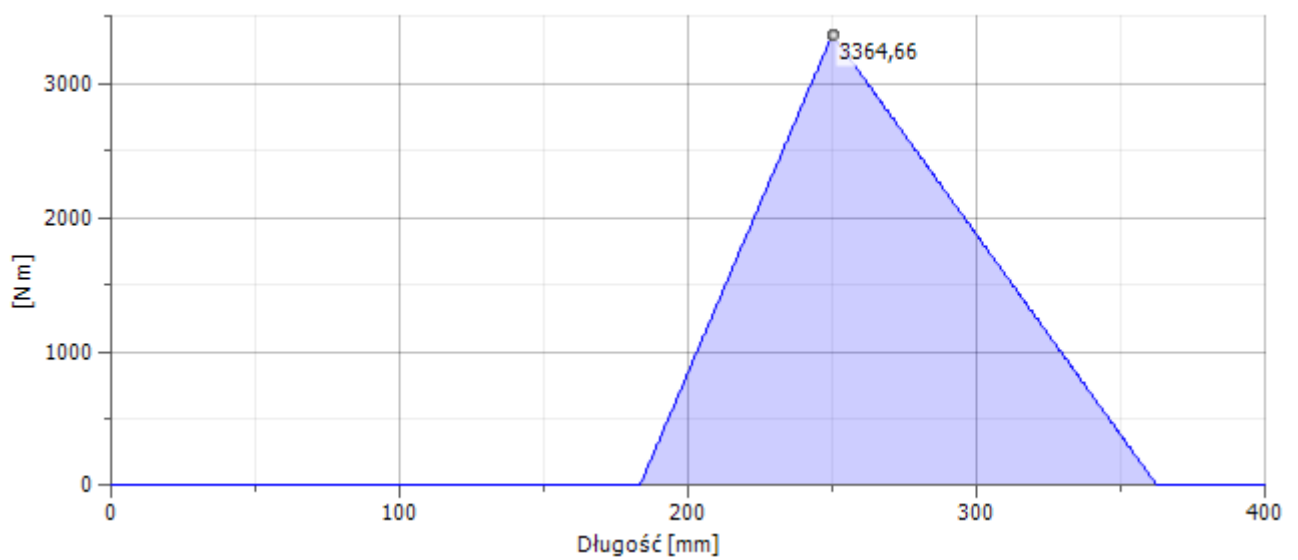
☐ Siła ścinająca, Płaszczyzna YZ



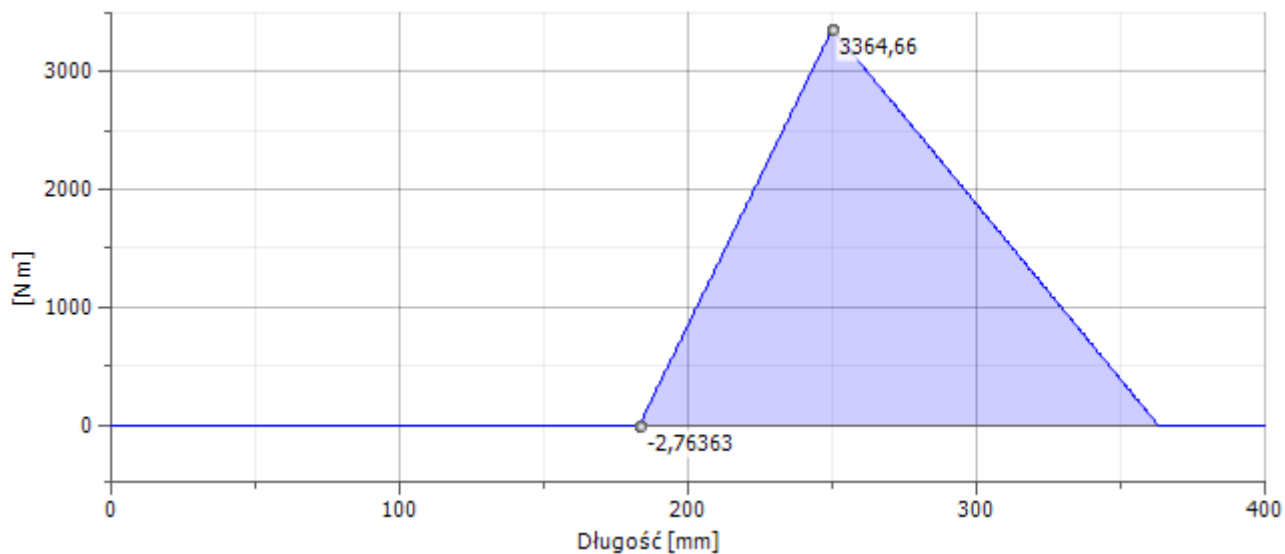
☐ Siła ścinająca, Płaszczyzna XZ



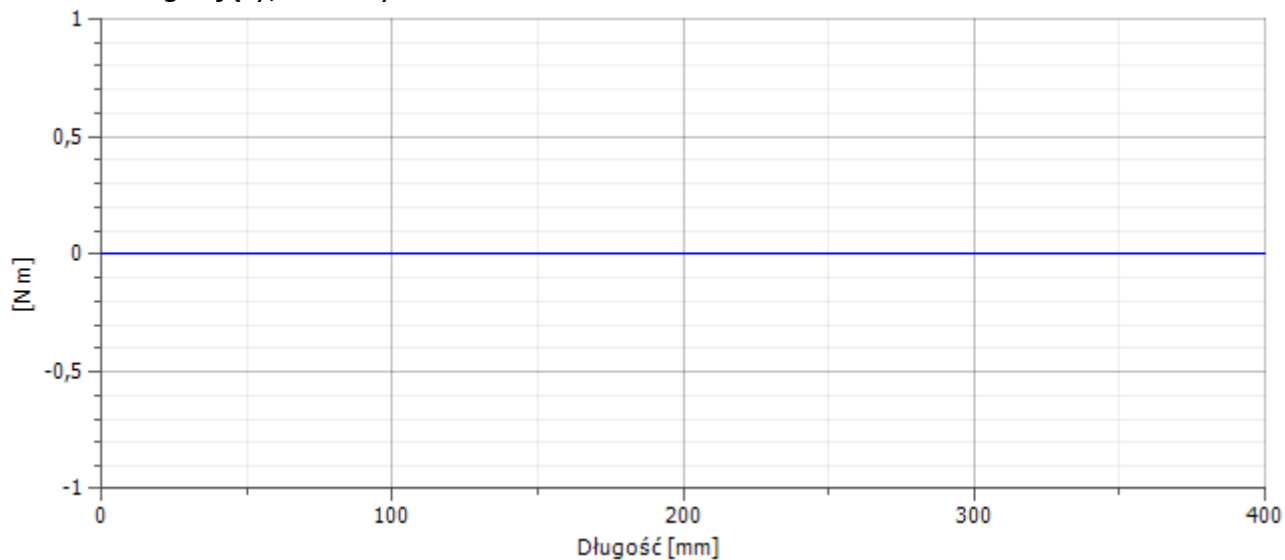
☐ Moment zginający



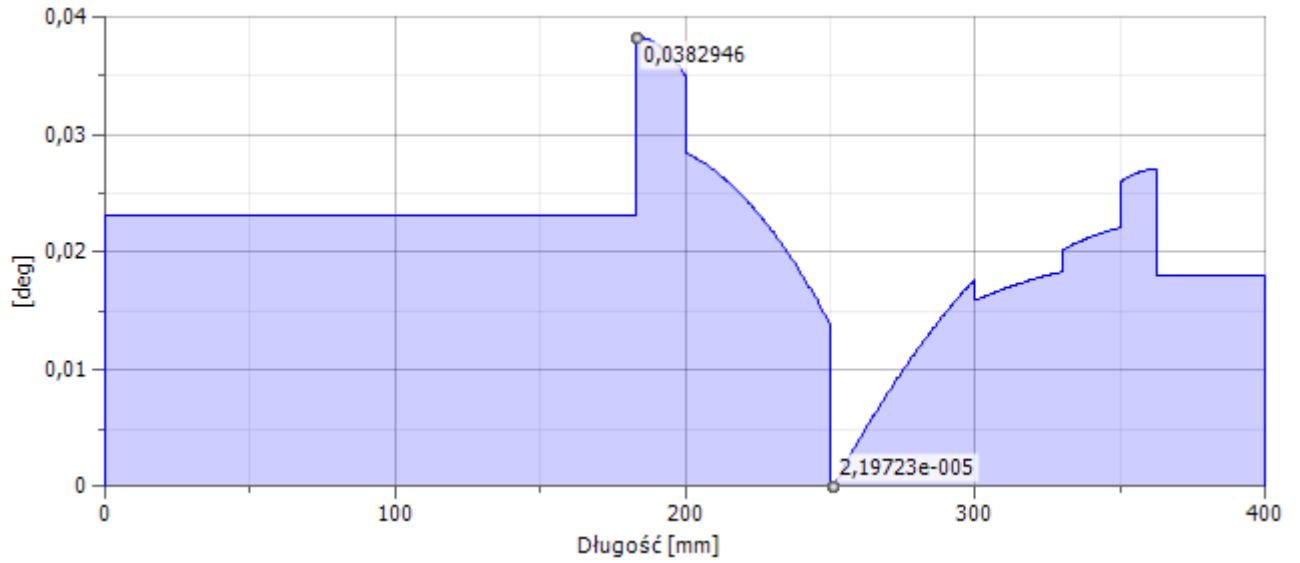
☐ Moment zginający, Płaszczyzna YZ



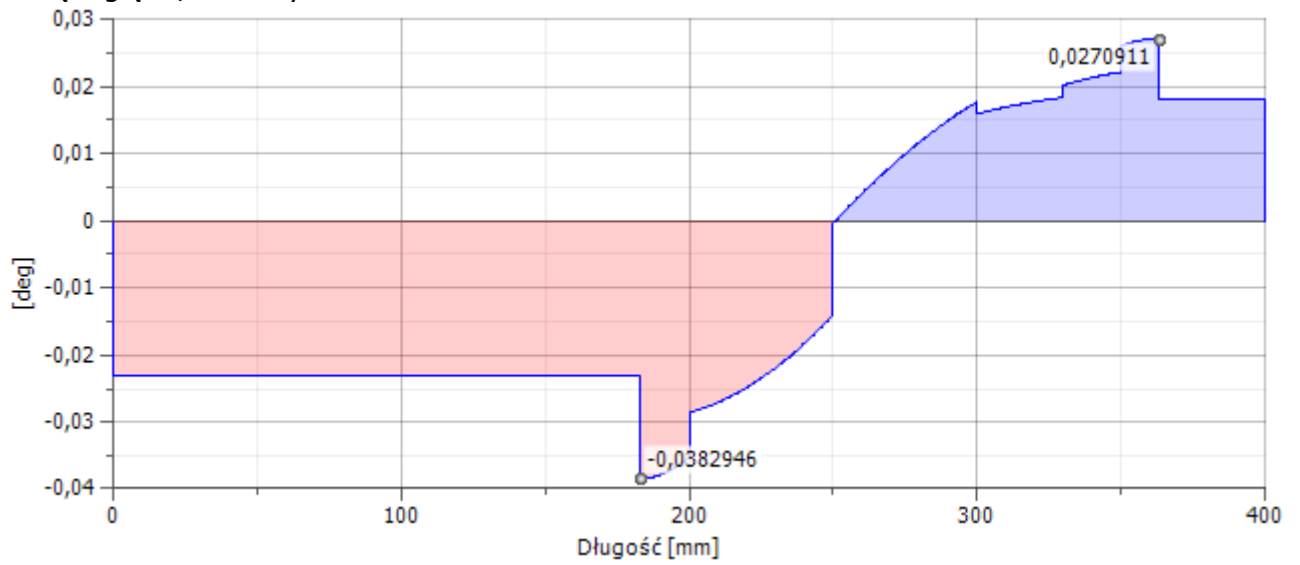
☐ Moment zginający, Płaszczyzna XZ



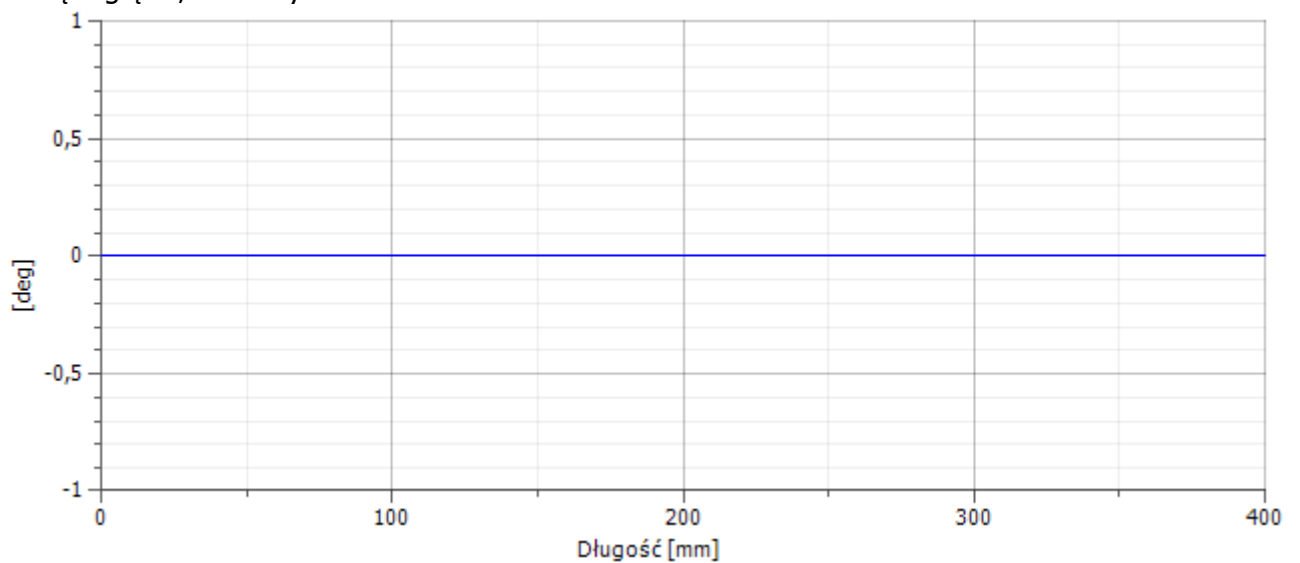
☐ Kąt ugięcia



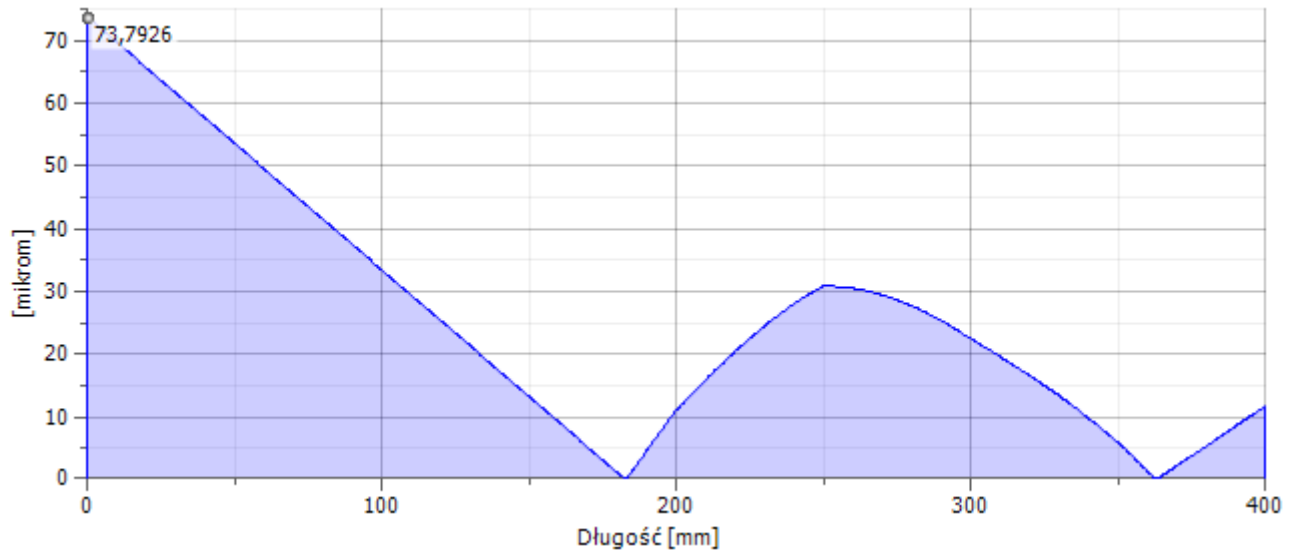
☐ Kąt ugięcia, Płaszczyzna YZ



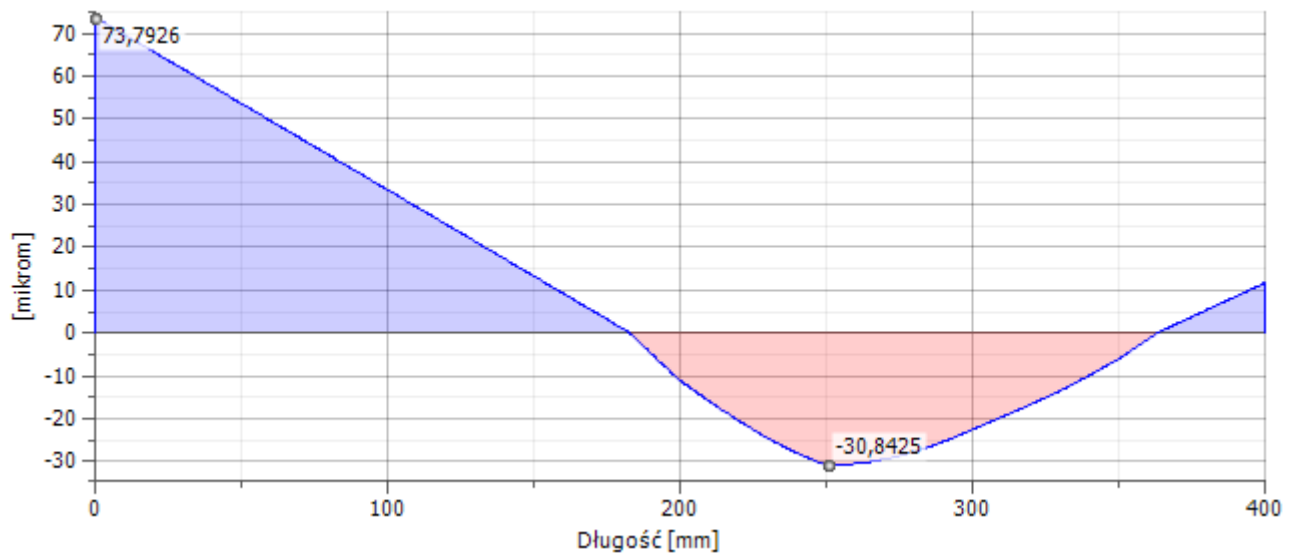
☐ Kąt ugięcia, Płaszczyzna XZ



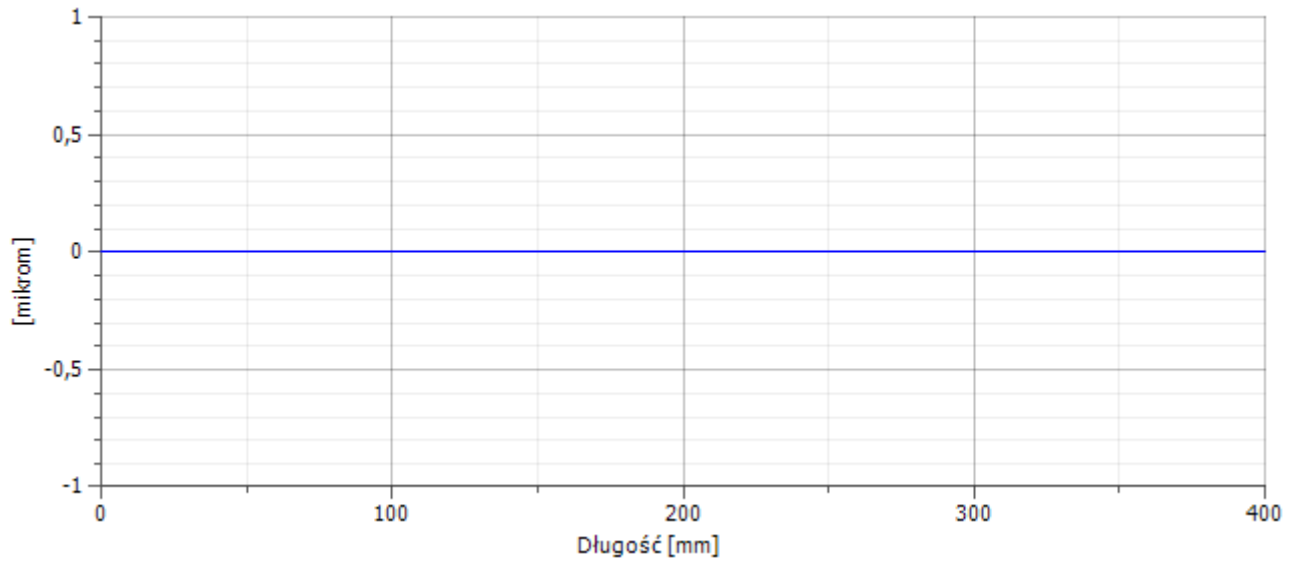
☐ Ugięcie



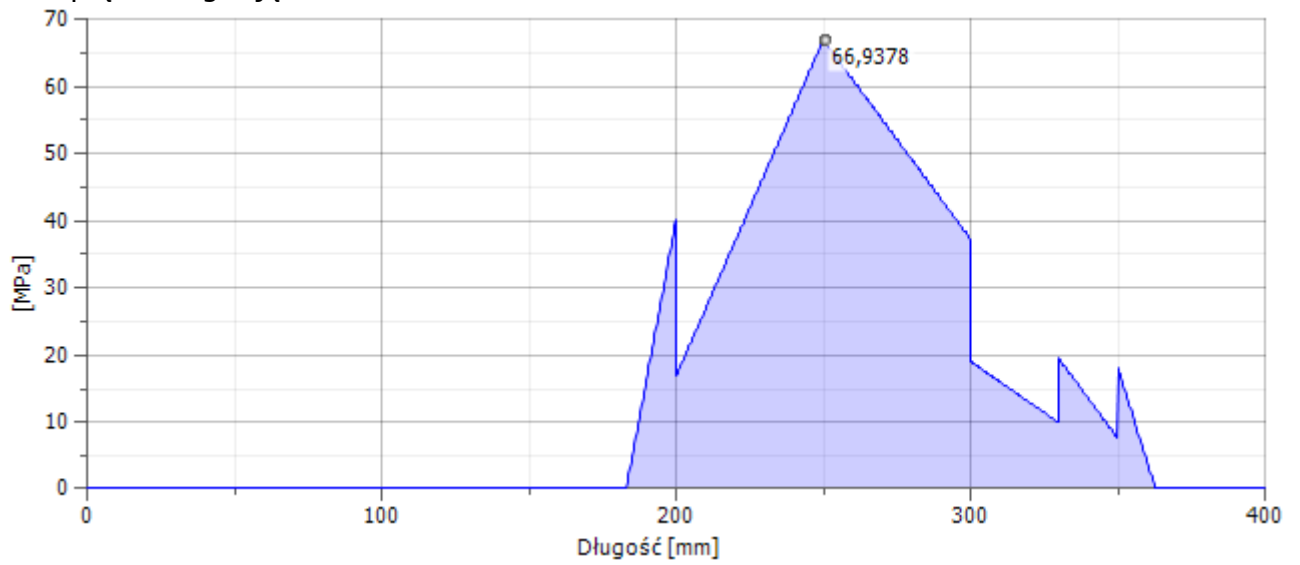
☐ Ugięcie, Płaszczyzna YZ



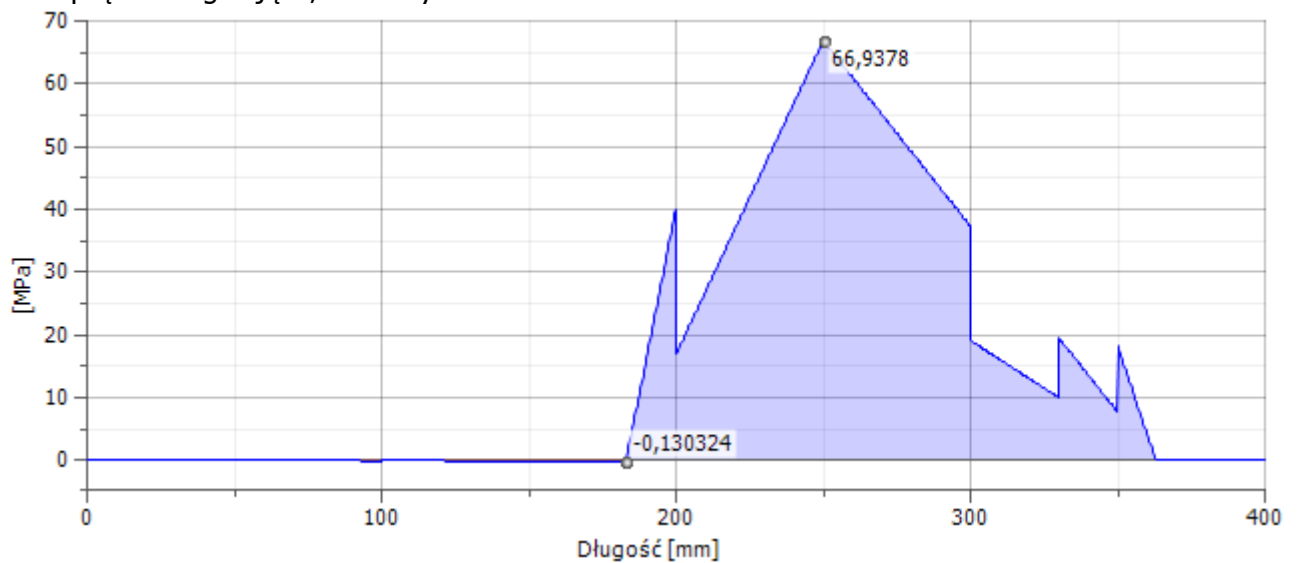
☐ Ugięcie, Płaszczyzna XZ



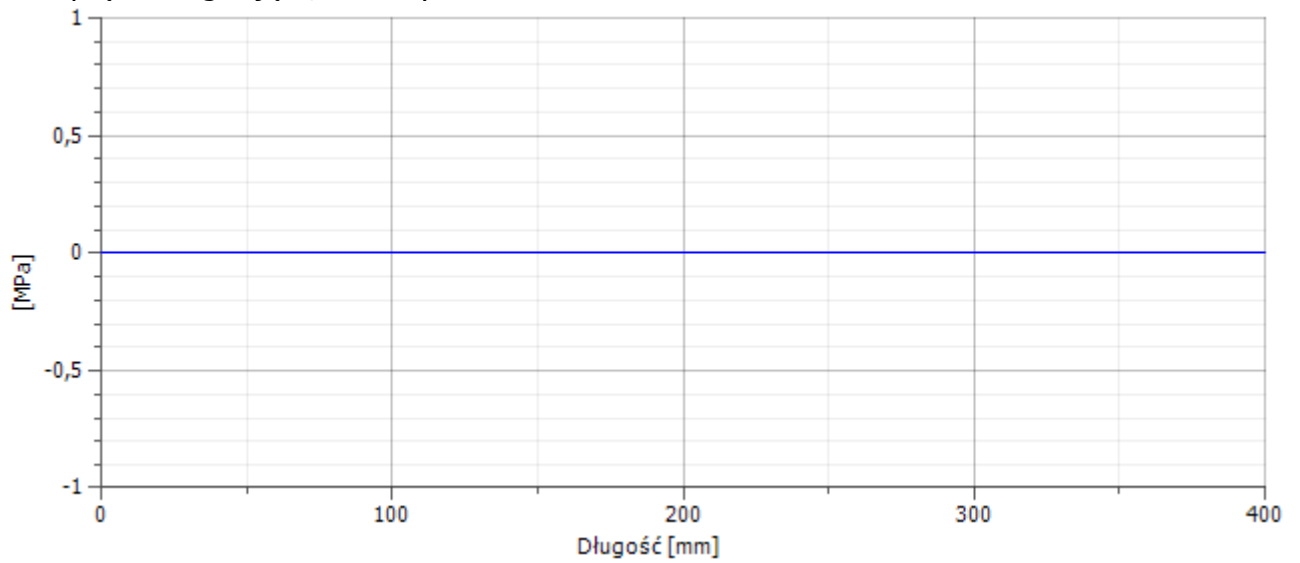
☐ Napężenie zginające



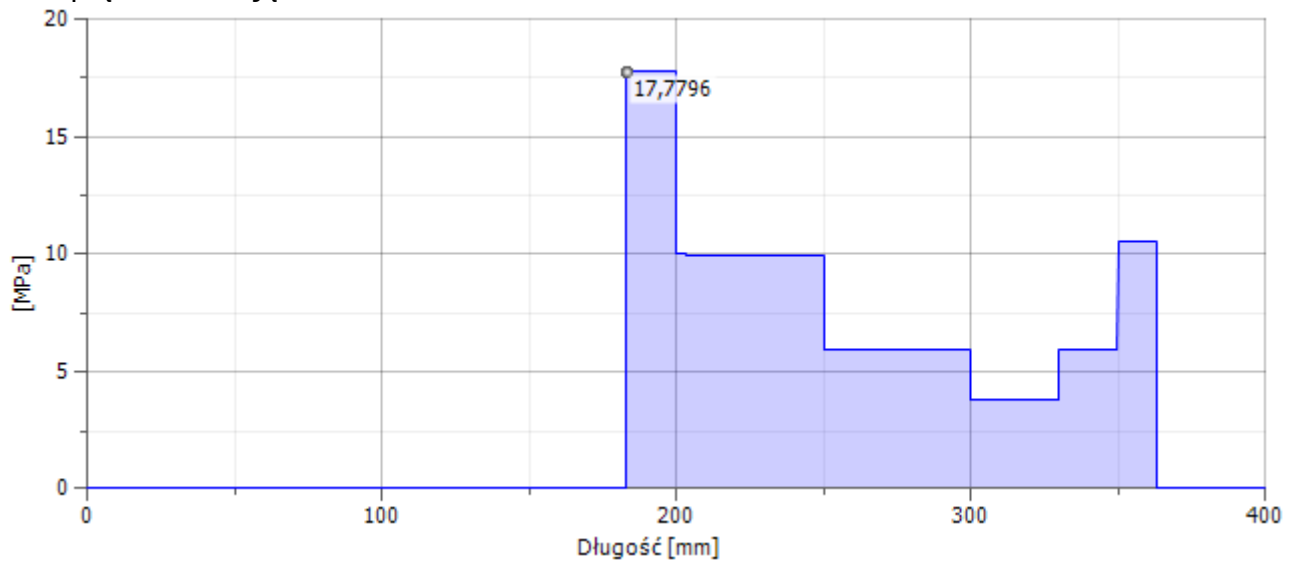
☐ Napężenie zginające, Płaszczyzna YZ



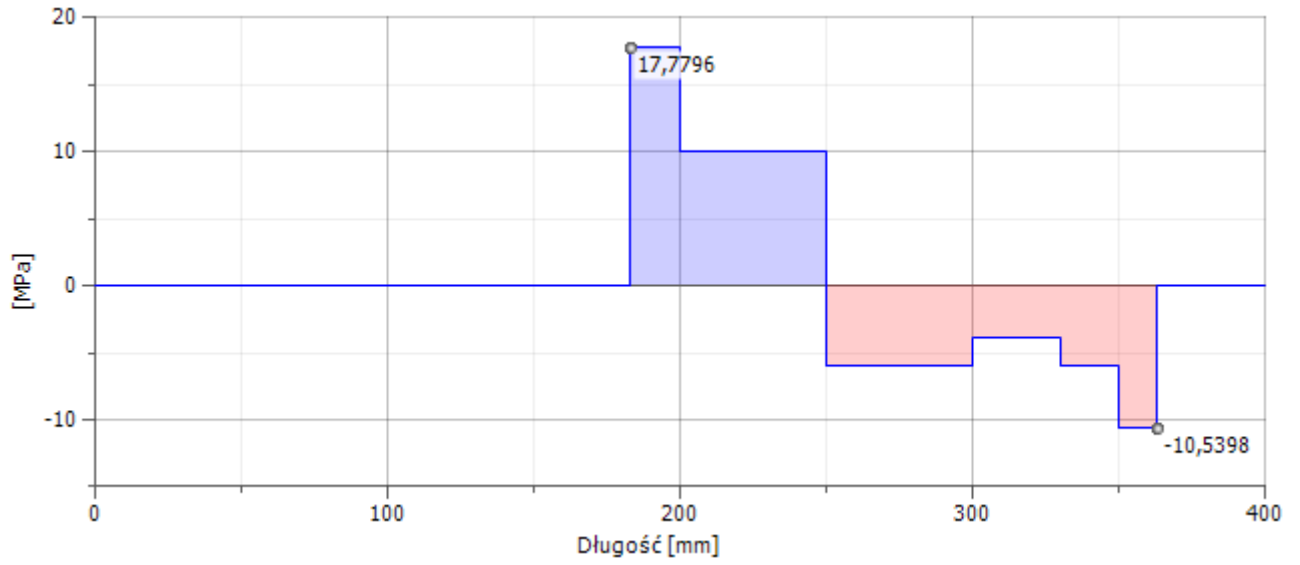
☐ Naprężenie zginające, Płaszczyzna XZ



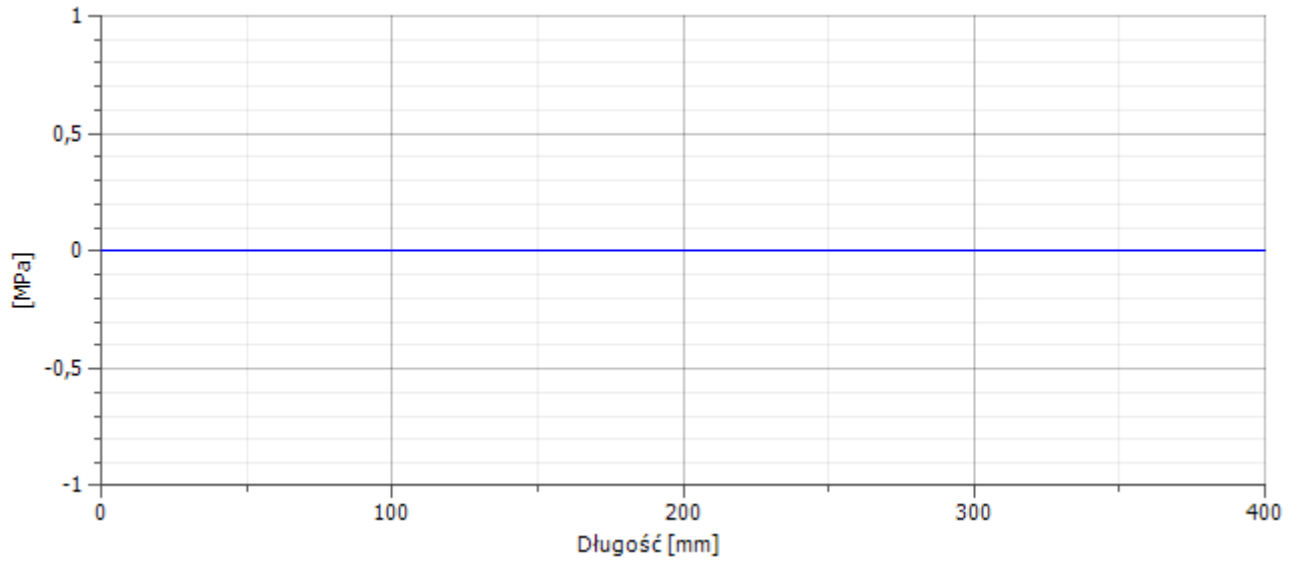
☐ Naprężenie ścinające



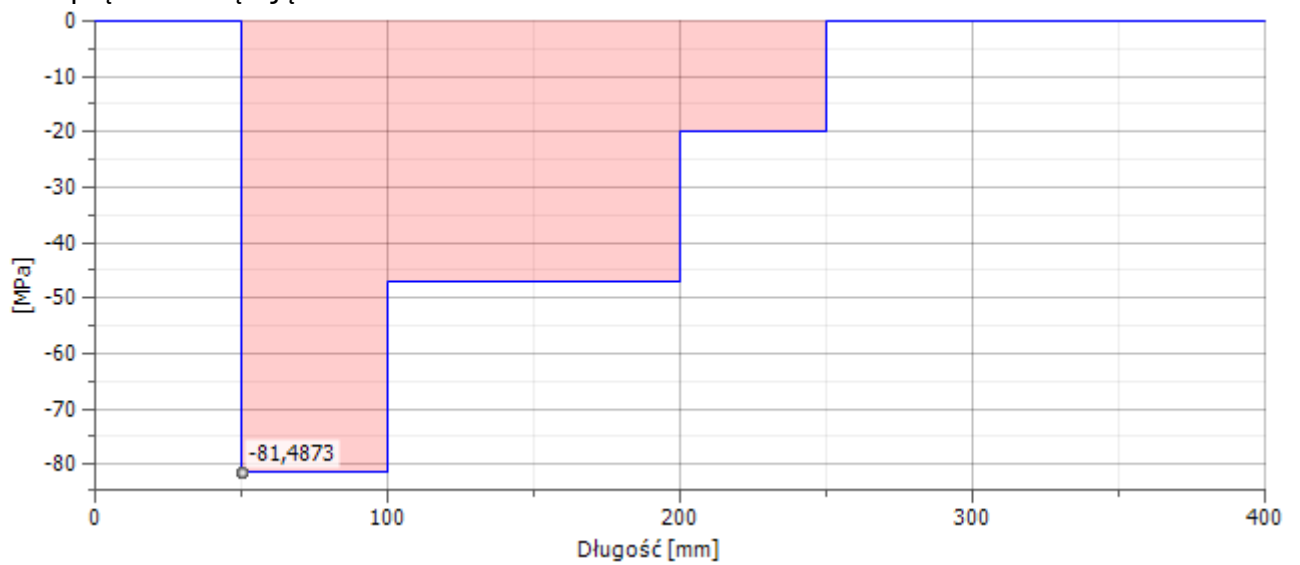
☐ Naprężenie ścinające, Płaszczyzna YZ



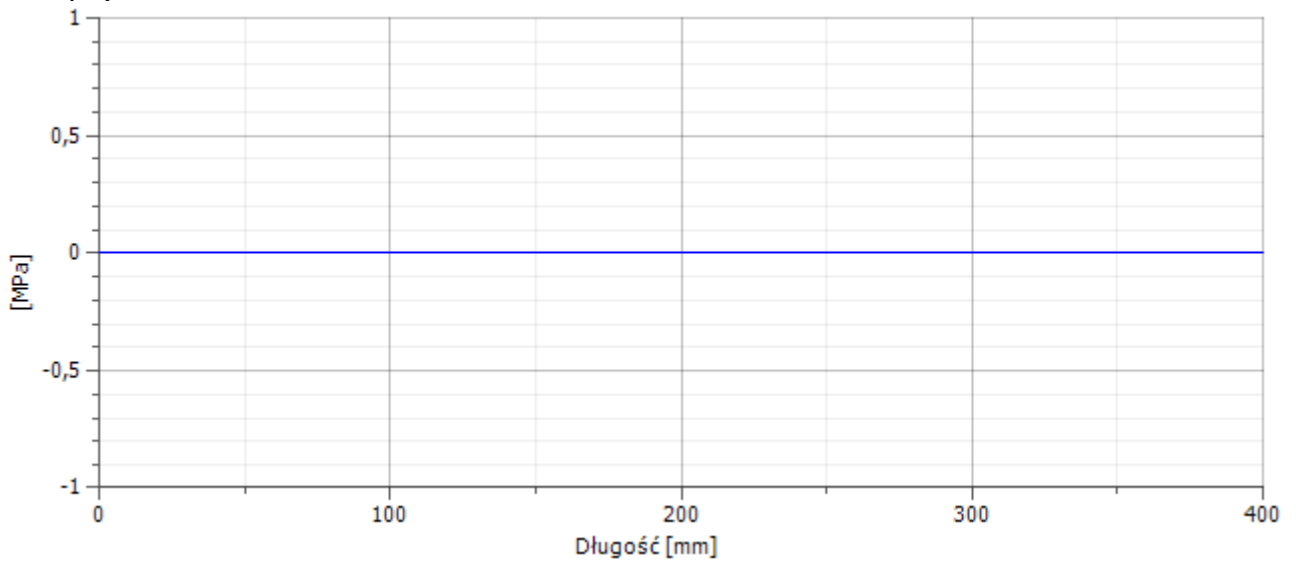
☐ Naprężenie ścinające, Płaszczyzna XZ



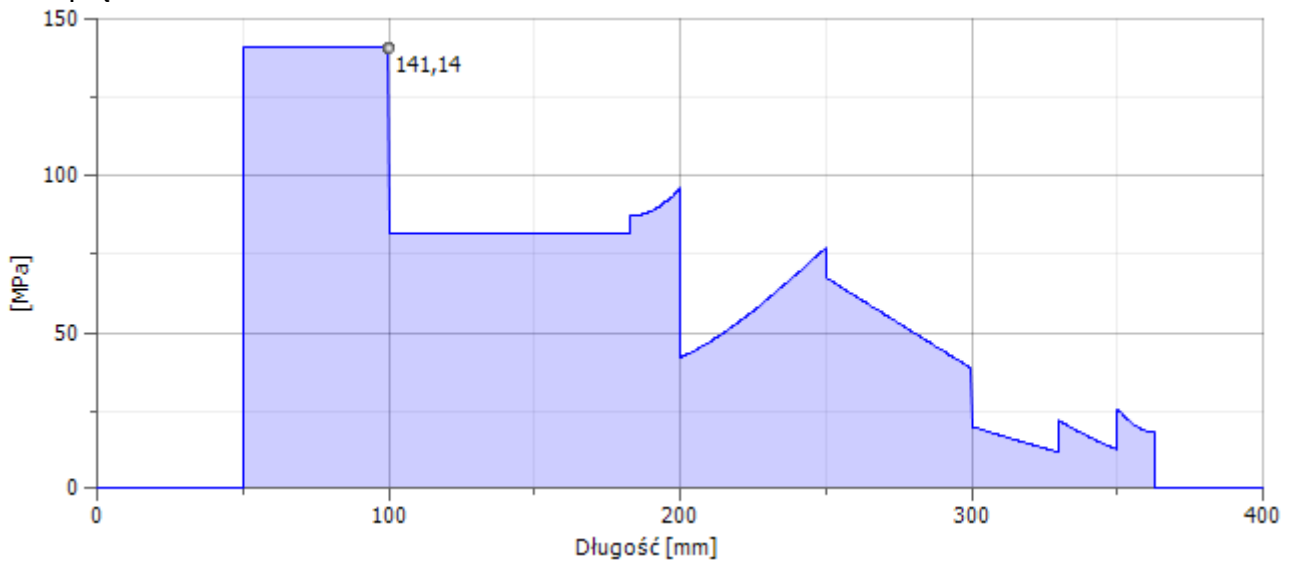
☐ Naprężenie skręcające



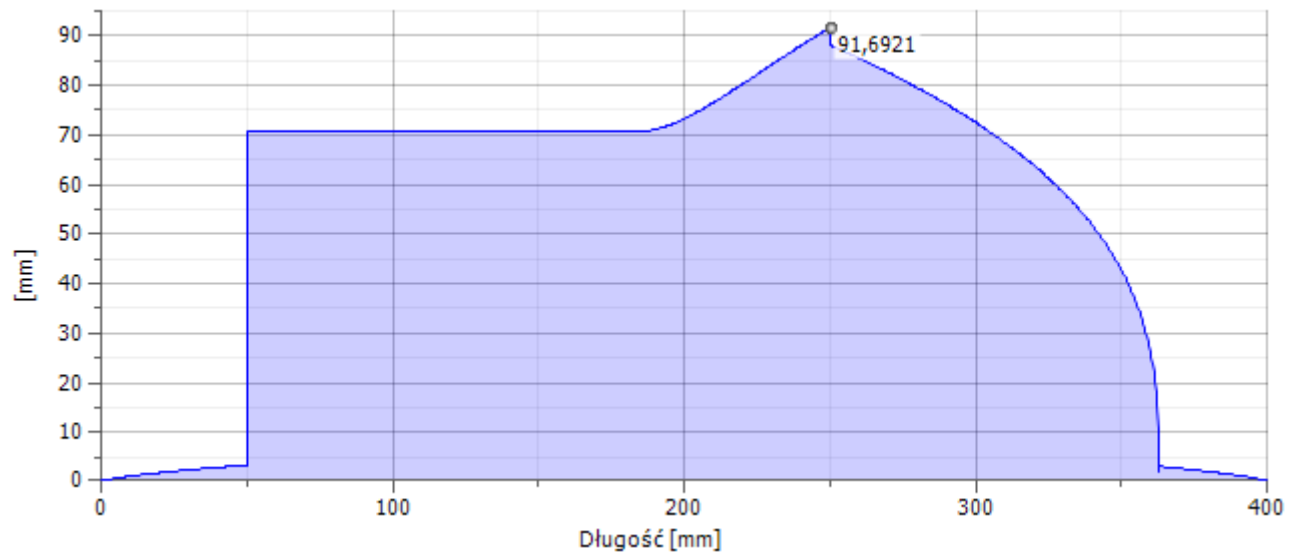
☐ Naprężenie



☐ Naprężenie zredukowane



☐ Średnica idealna



☐ Zestawienie komunikatów

12:43:10 Obliczenia: Obliczono.