

Piotr Penkała<sup>1</sup>

## MODELOWANIE ZŁOŻENIA SILNIKA W PROGRAMIE SOLID EDGE

**Streszczenie.** W artykule zaprezentowano możliwości budowania wirtualnych złożeń na przykładzie silnika Wankla. Jest to zespół, który konstrukcyjnie i technologicznie stawia przed projektantami i wykonawcami znaczne trudności. Dlatego utworzenie modelu wirtualnego wraz z symulacją ruchu jest narzędziem, które może wyeliminować błędy na etapie eksploatacji. Program Solid Edge ST2 daje bardzo duże możliwości projektowania dużych złożeń oraz przeprowadzania symulacji ruchu.

**Słowa kluczowe:** modelowanie złożeń, symulacja ruchu, programy CAD.

### WSTĘP

Główne zasady modelowania złożeń, które wpływają na uzyskanie efektywnego i elastycznego modelu wirtualnego to:

- celowy podział urządzenia na strukturę z wieloma poziomami podzłożeń, wynikającą przeważnie z funkcjonalności poszczególnych zespołów;
- odpowiedni wybór pierwszego komponentu w przestrzeni predefiniowanych w środowisku złozenia tj. korpus, podstawa, obudowa;
- wykorzystanie normaliów dostępnych z bibliotek;
- wynikające z charakteru ruchliwości nadawanie wiązań (odbieranie stopni swobody);
- niedefiniowanie zbędnych wiązań np. w elementach złącznych;
- wykorzystanie konfiguracji złożeń;
- właściwe stosowanie ruchliwości podzłożeń w złozeniu głównym w trybie elastyczny lub sztywny;
- umiejętna praca z „dużymi złozeniami” (stan pamięci komponentów w złozeniu: w pełnej pamięci, odciążony, wygaszony).

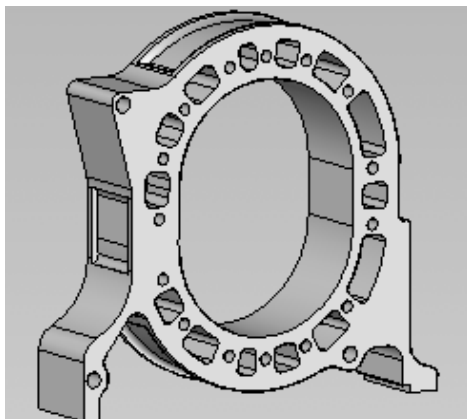
---

<sup>1</sup> Instytut Technologicznych Systemów Informatycznych, Wydział Mechaniczny, Politechnika Lubelska.

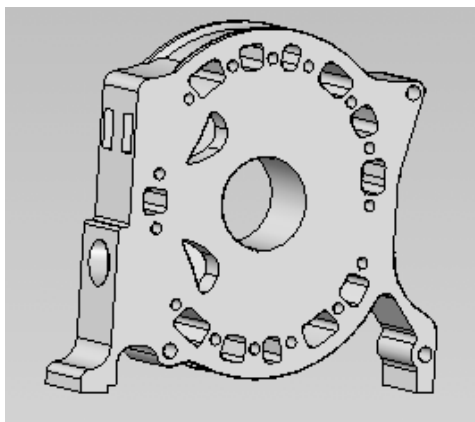
## MODELOWANIE ZŁOŻENIA SILNIKA WANKLA

W Solid Edge istnieje możliwość tworzenia części w kontekście zespołu lub składania złożeń z części utworzonych uprzednio. W przypadku silnika opisanego w opracowaniu jego poszczególne elementy zamodelowane zostały oddzielnie, dlatego skorzystano z drugiej metody tworzenia zespołu.

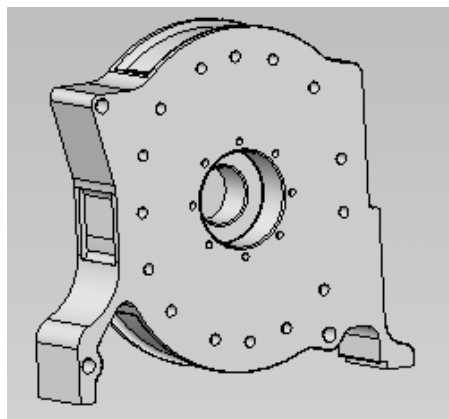
W skład złożeń wchodzi: tłok, wał, cylinder, pokrywy, układ wydechowy, tuleje, śruby i uszczelnienia. Części zespołu przedstawiono na rysunkach 1, 2 i 3.



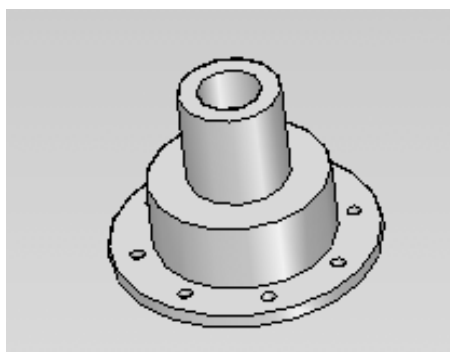
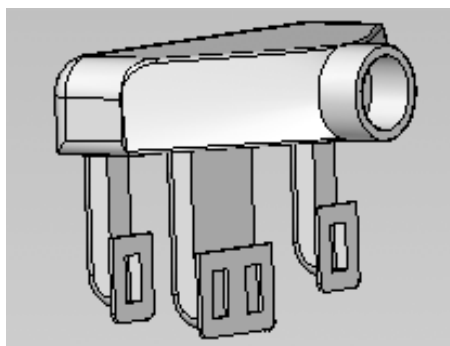
**Rys. 1.** Cylinder



**Rys. 2a.** Pokrywa – część środkowa



**Rys. 2b.** Pokrywa – część przednia




**Rys. 3.** Układ dolotowy i tuleja

Następny krok po utworzeniu nowego dokumentu zespołu to wybranie



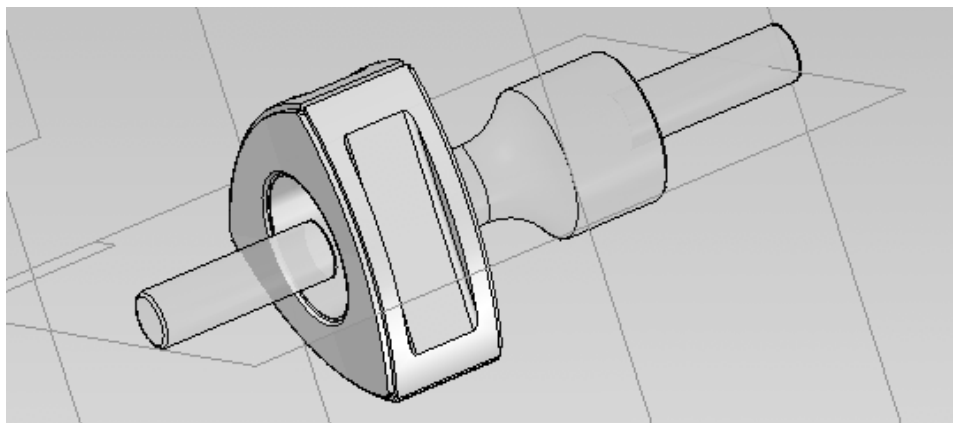
w narzędziu „EdgeBar” karty „Biblioteka części”

i utworzenie folderu, w którym zapisane zostały części silnika. Do zespołu elementy dodawane są poprzez zaznaczenie na liście pliku z otwartego w „Bibliotece części” katalogu, przeciągnięcie i upuszczenie w oknie programu. Pierwsza umieszczona część staje się podstawowym składnikiem zespołu. Solid

Edge ustala jej położenie stosując relację utwierdzenia . Żadne inne relacje nie są potrzebne, aby w pełni zdefiniować jej położenie w zespole. Pierwsza wstawiana część zostaje usytuowana tak, aby jej układ współrzędnych pokrył się z układem współrzędnych zespołu. Wybór tej części jest istotny, gdyż stanowi ona bazę, w stosunku, do której definiowane jest określenie pozostałych elementów w złozeniu.

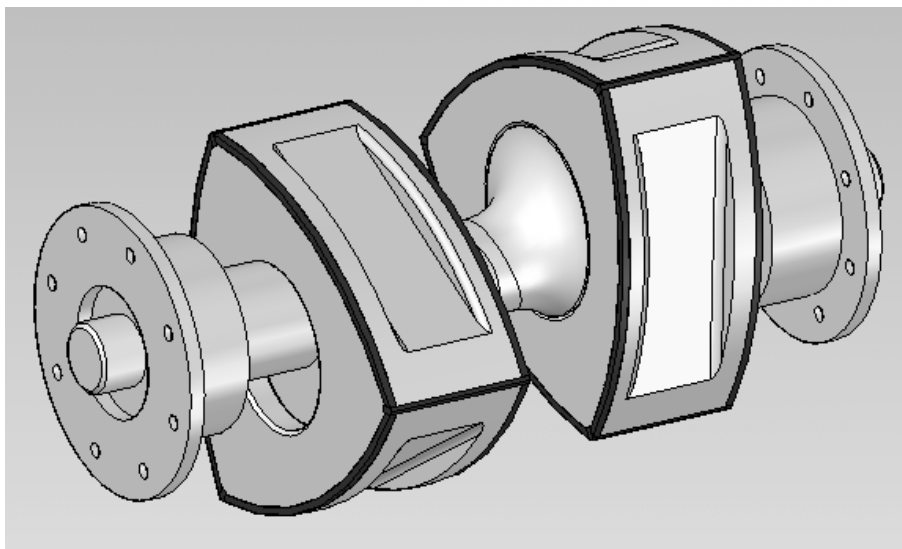
Umieszczając w zespole kolejne części określa się ich położenie poprzez określenie relacji między częścią wstawianą a istniejącymi już w zespole. Relacje te mogą być później edytowane, blokowane i usuwane.

Składając tłok i wał wykorzystano narzędzie „FlashFit”. Ten sam efekt dałoby wykorzystanie polecenia „Współosiowość” i „Przyleganie”.



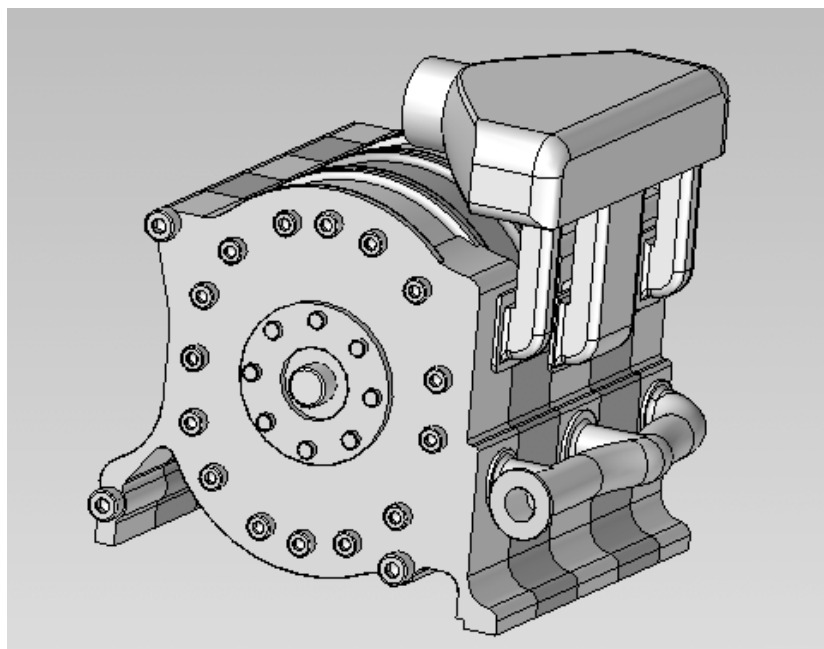
**Rys. 4.** Złożenie tłok - wał

Do złożenia wstawiane były i pozycjonowane kolejne części silnika.



**Rys. 5.** Etapy tworzenia silnika – złożenie wału, tłoki, uszczelnienia i tuleje


Końcowe złożenie przedstawia się jak na rysunku 6.



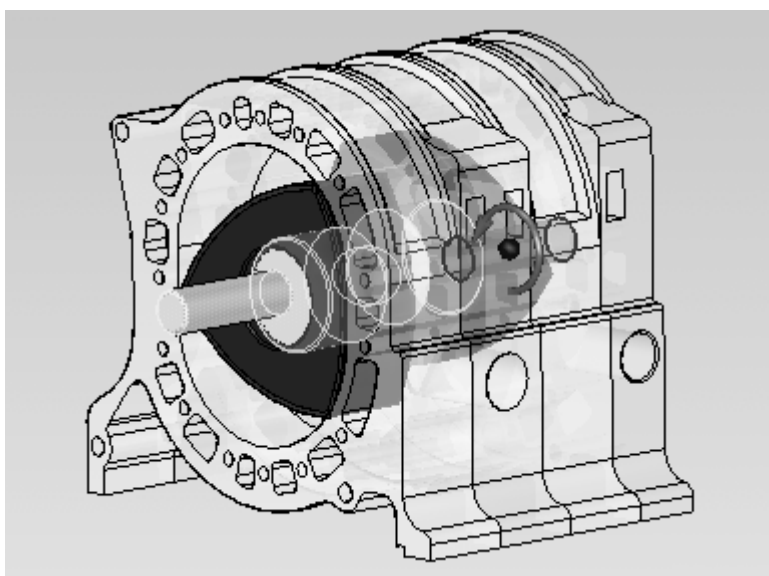
**Rys. 6.** Zespół silnika

## SYMULACJA RUCHU

W module „Assembly” istnieje możliwość zrealizowania symulacji ruchu obrotowego lub liniowego elementów.

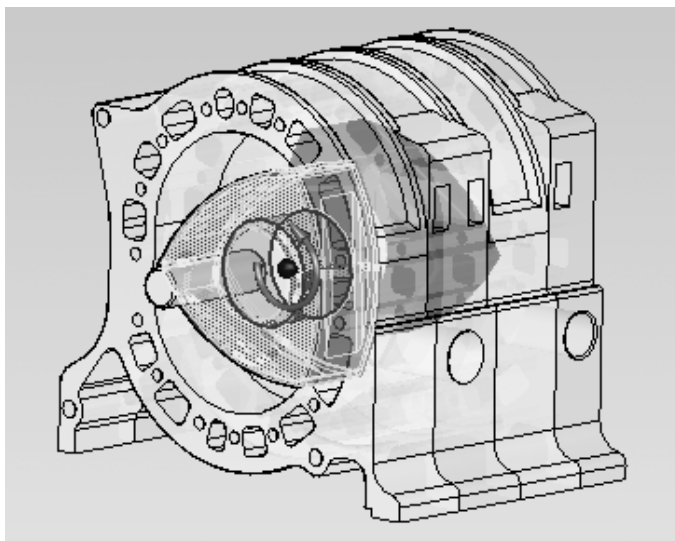
Tworzenie symulacji pracy silnika Wankla rozpoczęto od wybrania polecenia „Silnik” . Na pasku wstęgowym dokonuje się wyboru typu silnika – wybrano silnik obrotowy - oraz określa się szybkość ruchu i limit stopni.

Jako pierwszą część, która ma być napędzana przez silnik wybrano wał. Szybkość ruchu wału silnika założono na 120 rad/sekundę. Następnie wybrano oś, względem której część ma się obracać. Program wyświetla możliwe kierunki ruchu, żądany kierunek akceptuje się kliknięciem lewym przyciskiem myszy.



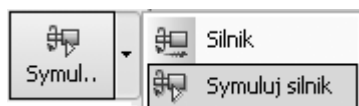
Rys. 7. Określenie osi i kierunku ruchu wału

Ponieważ w silniku ruch obrotowy wykonuje zarówno wał, jak i dwa tłoki należy nadać ruch również tłokom. W silniku Wankla prędkość obrotowa tłoka jest trzykrotnie mniejsza niż prędkość wału, dlatego w pasku „SmartStep” dla tłoka zadano trzykrotnie mniejszą prędkość 40 rad/sekundę. Osią obrotu w tym przypadku będzie oś mimośrodowa. Każdej części wykonującej ruch nadajemy taki sam kierunek obrotu.

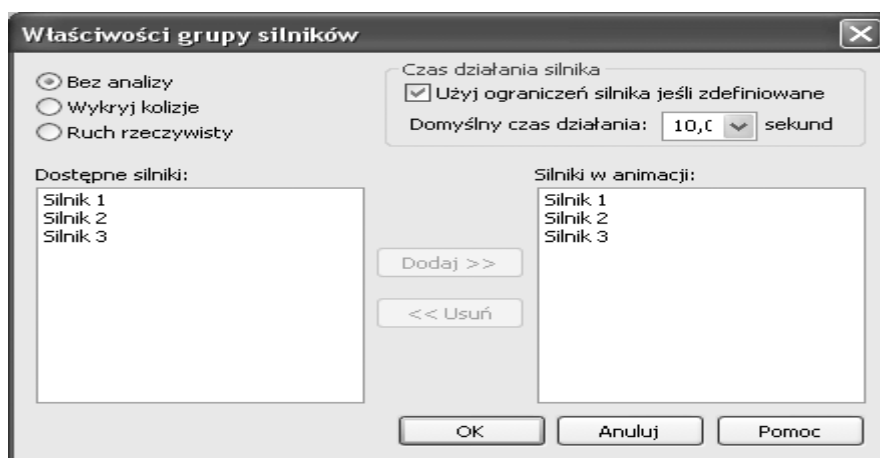


Rys. 8. Oś i kierunek ruchu tłoka

Aby obejrzeć symulację należy wybrać





Pojawia się wtedy okno: „Właściwości grupy silników”, w którym wybieramy silniki do animacji. W oknie definiuje się też wykrywanie kolizji przez program oraz czas trwania symulacji.

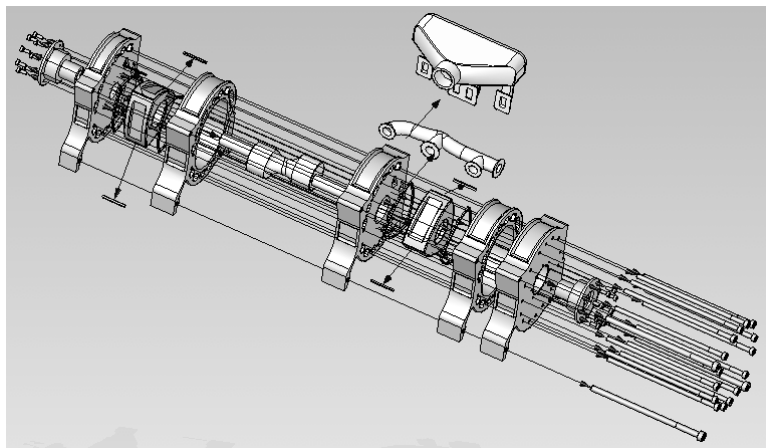


Rys. 9. Okno „Właściwości grupy silników”

Aby lepiej przedstawić konstrukcję zespołu wykonuje się widoki rozstrzelone. Celem uzyskania rozstrzelenia zespołu skorzystać należy z opcji „Rozstrzelenie – Rendering – Animacja”.

W Solid Edge dostępna jest opcja rozstrzelenia automatycznego . Wykonany w opracowaniu silnik składa się z dużej liczby elementów i zastosowanie tego polecenia nie przyniosło oczekiwanych efektów. Dlatego w tym przypadku użyto polecenia „Rozstrzel”  i w środowisku widoków rozstrzelonych odsuwano kolejno poszczególne grupy części (np. jednakowe śruby) lub części pojedyncze.

Efekty wykonania rozstrzelenia przedstawione zostały na rys. 10.



Rys. 10. Rozstrzelenie z widocznymi liniami ruchu

## PODSUMOWANIE

Wzrost wymagań stawianych współczesnym konstruktorom spowodował konieczność rozbudowy zaplecza informatycznego firm przemysłowych. Nowoczesne metody projektowania CAD/CAM/CAE są powszechnie stosowane w przedsiębiorstwach zajmujących się projektowaniem i wytwarzaniem. Podstawowe narzędzia wykorzystywane przez współczesnego inżyniera to projektowanie 3D, wykonywanie złożeń i przeprowadzanie analiz MES. Wykorzystując modele 3D generuje się dokumentację techniczną i projektuje procesy wytwarzania. Jednym z istotnych elementów komputerowego wspomaganie projektowania jest wykorzystanie systemów komputerowych w zakresie wirtualnego montażu maszyn. Program Solid Edge jest wygodnym narzędziem w tego typu zastosowaniach. Umożliwia zbudowanie modelu w postaci złożeń, sprawdzenie na etapie projektowania symulacji ruchu poszczególnych części a także utworzenie rysunku katalogowego.



## LITERATURA

1. Chlebus E.: Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000.
2. Kazimierczak G., Pacula B., Budzyński A.: Solid Edge. Komputerowe wspomaganie projektowania. Wydawnictwo Helion, Gliwice 2004.

## MODELING OF ASSEMBLY ENGINE IN THE SOLID EDGE SYSTEM

### Summary

The paper presents opportunities to build on the example of virtual assembly Wankel engine. This is a team that structural and technological demands placed on designers and contractors considerable difficulties. Therefore the establishment of a virtual model with traffic simulation is a tool that can eliminate errors during its operation. The Solid Edge ST2 program gives very powerful large assembly design and simulation of traffic.

**Keywords:** assembly modeling, motion simulation, CAD.