
WYBRANE PROBLEMY INŻYNIERSKIE

NUMER 2

INSTYTUT AUTOMATYZACJI PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH
I ZINTEGROWANYCH SYSTEMÓW WYTWARZANIA

Rafał BOGUCKI, Aleksander GWIAZDA*

Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów
Wytwarzania, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska, Gliwice

* aleksander.gwiazda@polsl.pl

MODELOWANIE SKRZYNI BIEGÓW W ZAAWANSOWANYM ŚRODOWISKU GRAFICZNYM

Streszczenie: Modelowanie złożonych obiektów technicznych w zaawansowanych środowiskach graficznych jest zadaniem wymagającym wykorzystania wielu specyficznych narzędzi projektowych. W przypadku tworzonego modelu skrzyni biegów wykorzystano zwłaszcza moduły służące modelowaniu kół zębatach, nakładaniu więzów oraz symulacji ruchu. Pozwoliło to na przeprowadzenie badań zamodelowanej skrzyni biegów.

1. Wstęp

Modelowanie złożonych obiektów technicznych, wymaga od projektanta nie tylko poznania jego struktury, ale też i zasady działania [1, 2, 3]. Obecnie można tworzyć modele złożonych obiektów technicznych w wielu programach CAD-owskich takich jak: Solid Edge, Unigraphics NX, Catia czy też Solid Works. Wybór odpowiedniego programu uzależniony jest między innymi od możliwości programu, czyli jego specjalizacji w danym zakresie konstrukcji. Do realizacji modelu przekładni zębataj wykorzystany został program Solid Edge. Program ten posiada kilka pomocnych funkcji, które wspomagają prace projektanta w zakresie modelowania tego typu konstrukcji. Podczas modelowania skrzyni biegów szczególnie pomocne okazały się następujące aplikacje: *Standard Parts* oraz *Engineering Reference*. Ich wykorzystanie pozwoliło zdecydowanie skrócić czas modelowania. Dzięki wspomnianym aplikacjom nie ma potrzeby modelowania wszystkich elementów tworzących dany model.

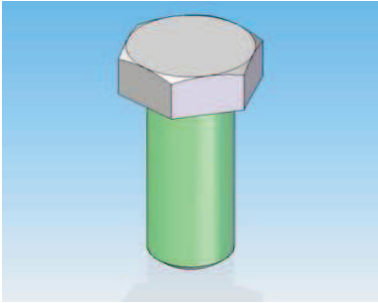
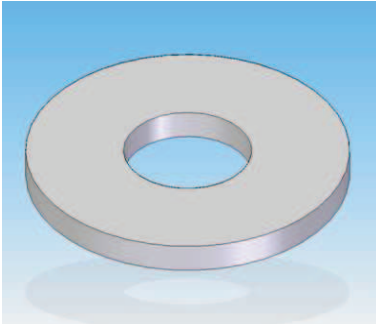
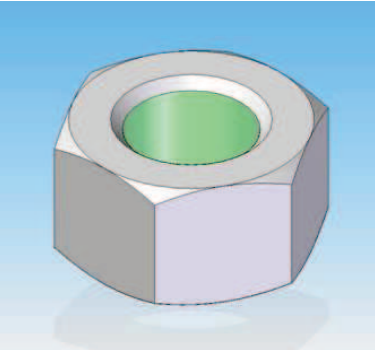
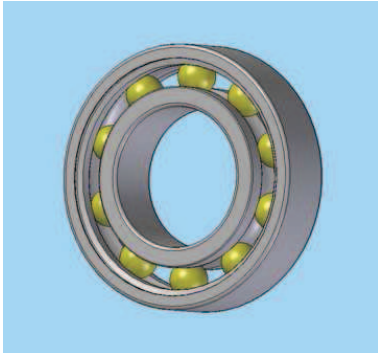
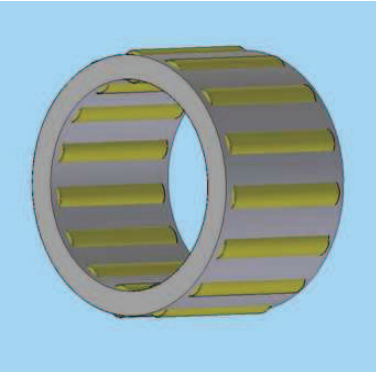
2. Modelowanie elementów standardowych

W celu zamodelowania elementów standardowych można skorzystać z przygotowanej bazy części znormalizowanych, czyli aplikacji *Standard Parts*. Ideą stworzenia takich baz danych było skrócenie czasu pracy konstruktora oraz zmniejszenie ewentualnych błędów wynikających z modelowania skomplikowanych, ale powtarzalnych elementów technicznych. Dzięki temu konstruktorzy mogą skoncentrować się na głównych zadaniach projektowych, a nie na czynnościach powtarzalnych. Bazy te zawierają elementy znormalizowane oraz zespoły i złożenia wcześniej zamodelowane przez projektanta. Zanim zatem przystąpi się do

modelowania, należy sprawdzić bazę elementów znormalizowanych, czy nie zawiera elementów, które można wykorzystać w danym projekcie. W tabeli 1 zestawiono elementy znormalizowane, które zostały wykorzystane z bazy *Standard Parts* do zamodelowania prezentowanej skrzyni biegów.

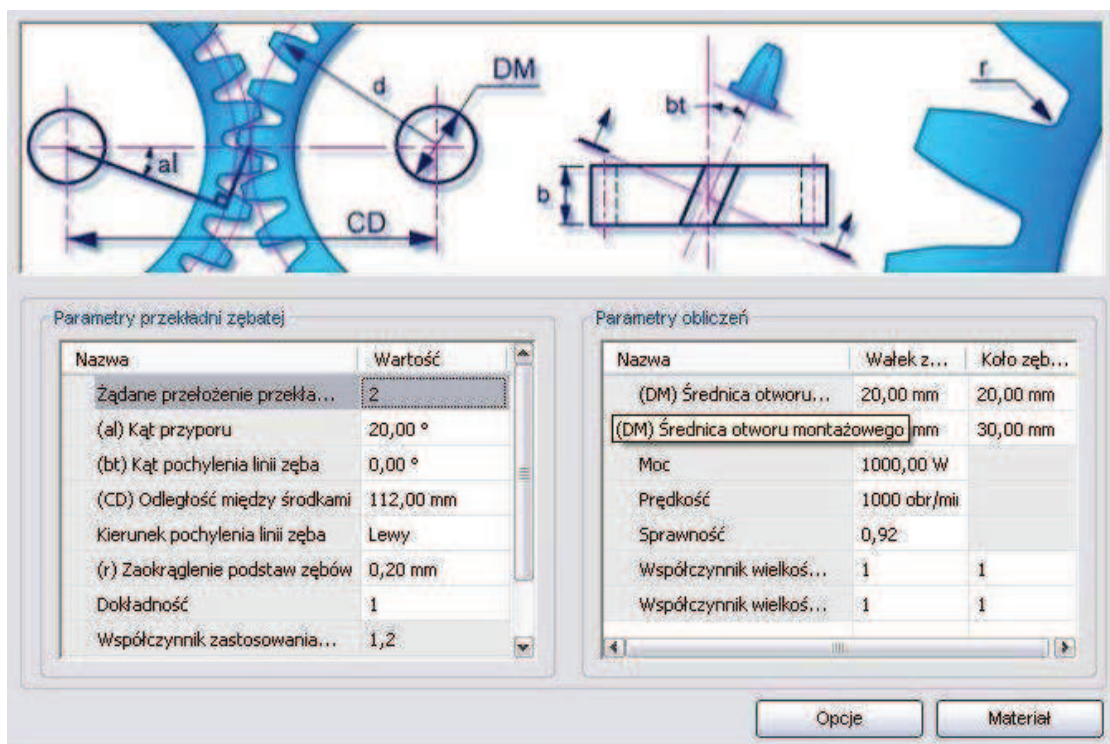
Tab. 1. Przykładowe elementy znormalizowane

Tab. 1. Exemplar normalized elements

| | | |
|--|---|---|
| <p>Śruba M12 x 35</p>  | <p>Podkładka dla śruby M12</p>  | <p>Nakrętka M12</p>  |
| <p>Łożysko kulkowe 30x47x9</p>  | <p>Łożysko igiełkowe 33x25x24</p>  | |

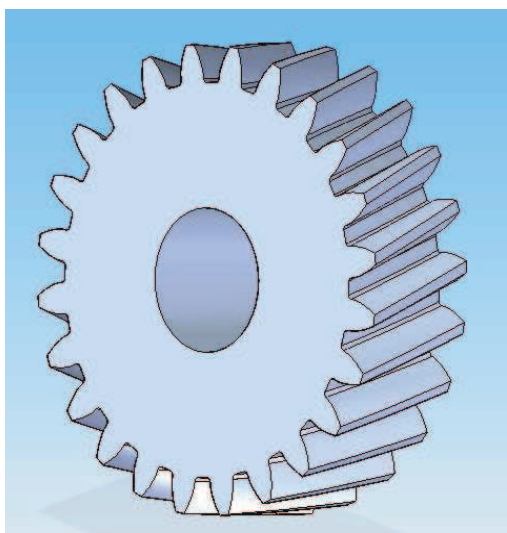
3. Modelowanie kół zębatach

W celu modelowania kół zębatach wykorzystano aplikację *Engineering Reference*. Była ona najbardziej przydatna podczas omawianego modelowania skrzyni biegów. Poprawne zamodelowanie pary kół zębatach jest bardzo trudne i pracochłonne, jeżeli nie korzysta się ze specjalizowanych narzędzi programistycznych. Podstawowym problemem jest takie zamodelowanie pary kół zębatach, aby prawidłowo współpracowały one ze sobą. Ten problem rozwiązuje właśnie ta aplikacja. Znając podstawowe parametry, takie jak żądane przełożenie przekładni, kąt przyporu, kąt pochylenia linii zęba, odległość międzyosiową czy też moc przekładni (rys. 1), można te informacje wykorzystać do zamodelowania pary kół zębatach. Aplikacja sama wykona obliczenia wytrzymałościowe, zestawia wyniki w końcowych tabelach i jeżeli będą poprawne, wygeneruje parę kół zębatach walcowych.

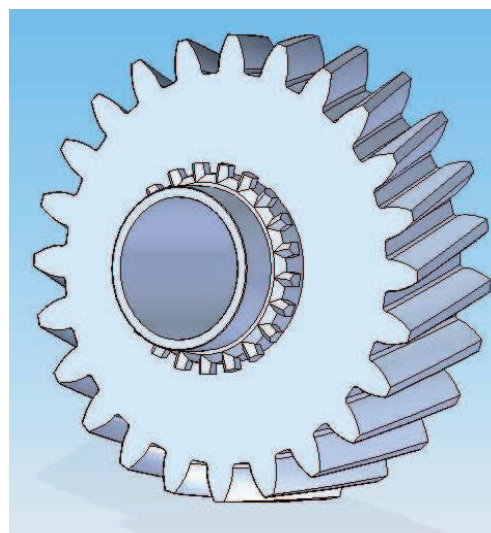


Rys.1. Okno aplikacji Engineering Reference
 Fig.1. The window of Engineering Reference application

Z uwagi na to, że *Engineering Reference* generuje od razu parę kół zębatach walcowych w najprostszej postaci, należy zamodelować na tych kołach jeszcze elementy prowadzące i synchronizator. Poniżej przedstawiono modele: koła zębatego wygenerowanego w aplikacji (rys. 2) oraz koła gotowego do wykorzystania w modelu skrzyni biegów (rys. 3).



Rys.2. Wygenerowane koło zębate
 Fig.2. Generated gear wheel



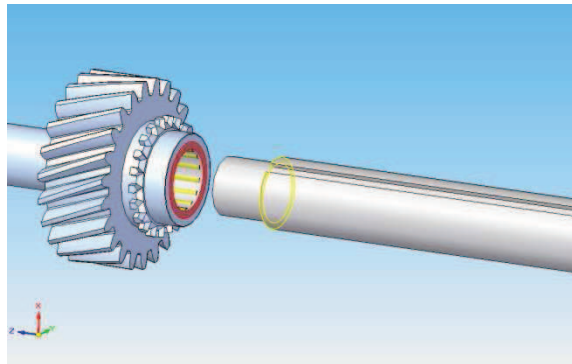
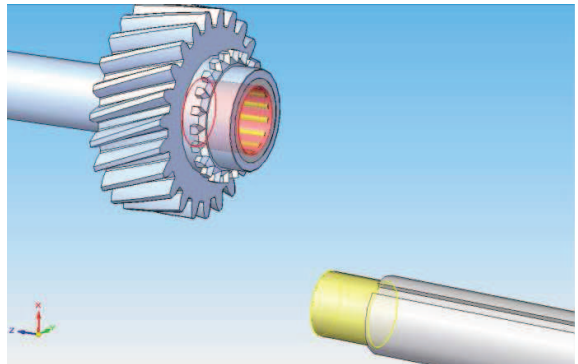
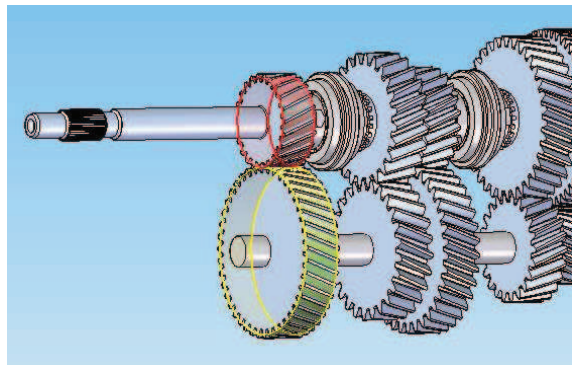
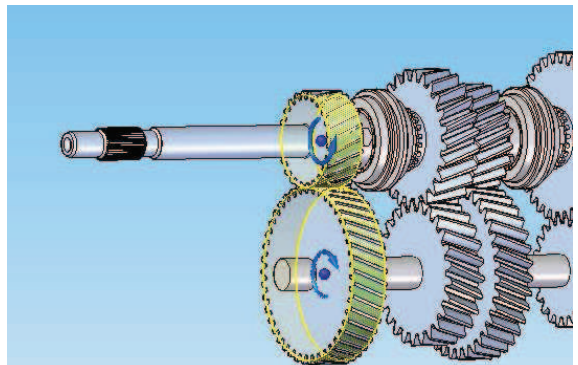
Rys.3. Koło zębate z synchronizatorem
 Fig.3. Gear wheel with a synchro-mesh gear

4. Nadawanie relacji elementom skrzyni biegów

Jednym z ważnych etapów procesu modelowania skrzyni biegów jest ustalenie relacji pomiędzy elementami ją tworzącymi. Pozwalają one na właściwe powiązanie ze sobą współpracujących elementów, co pozwala następnie wykonywać symulacje badanych środków technicznych.

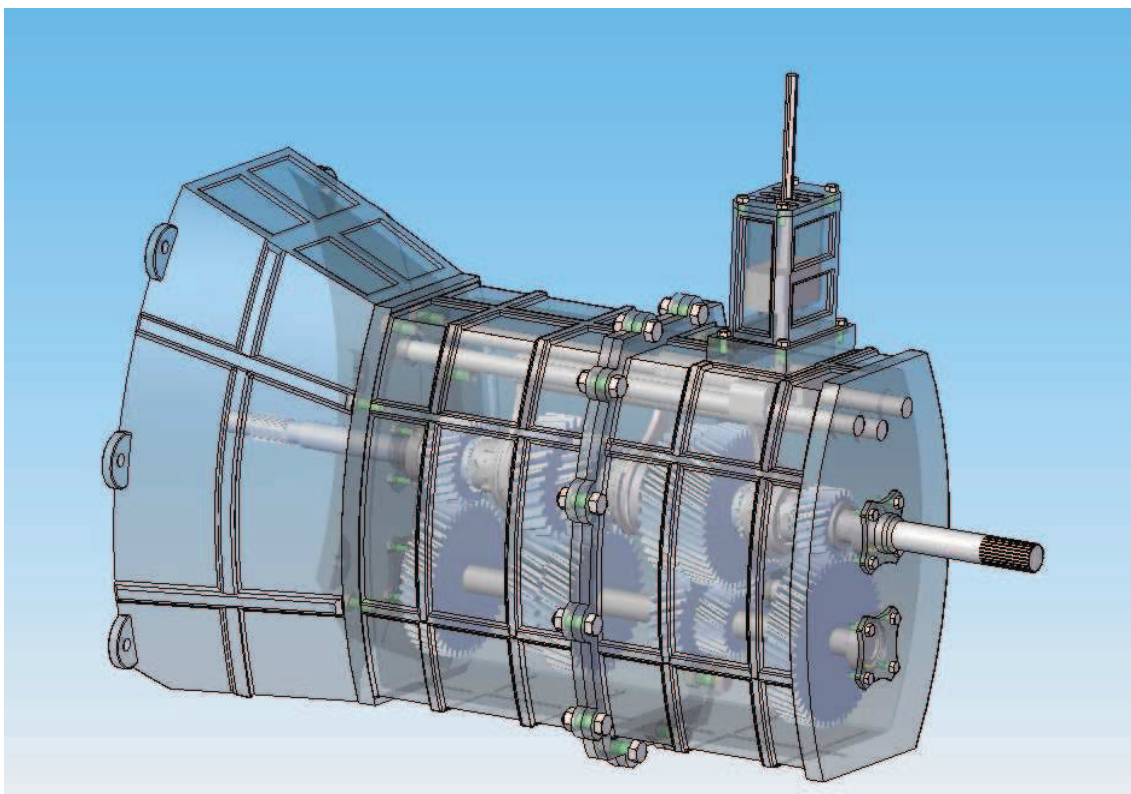
Podczas nadawania relacji dużą uwagę trzeba zwrócić na kolejne nadawane relacje tak, aby nie wykluczały się one wzajemnie. Jest to niezmiernie istotne podczas wykonywania symulacji ruchu, ponieważ złe nadanie relacji lub też nadmierna ich liczba uniemożliwi wprowadzenie całego zespołu w ruch (przeprowadzenie symulacji). Poniżej (tab. 2) przedstawiono przykładowe relacje uwzględnione w modelu skrzyni biegów.

Tab. 2. Przykładowe relacje elementów w modelu skrzyni biegów
Tab.2. Exemplar relations in the model of a gearbox

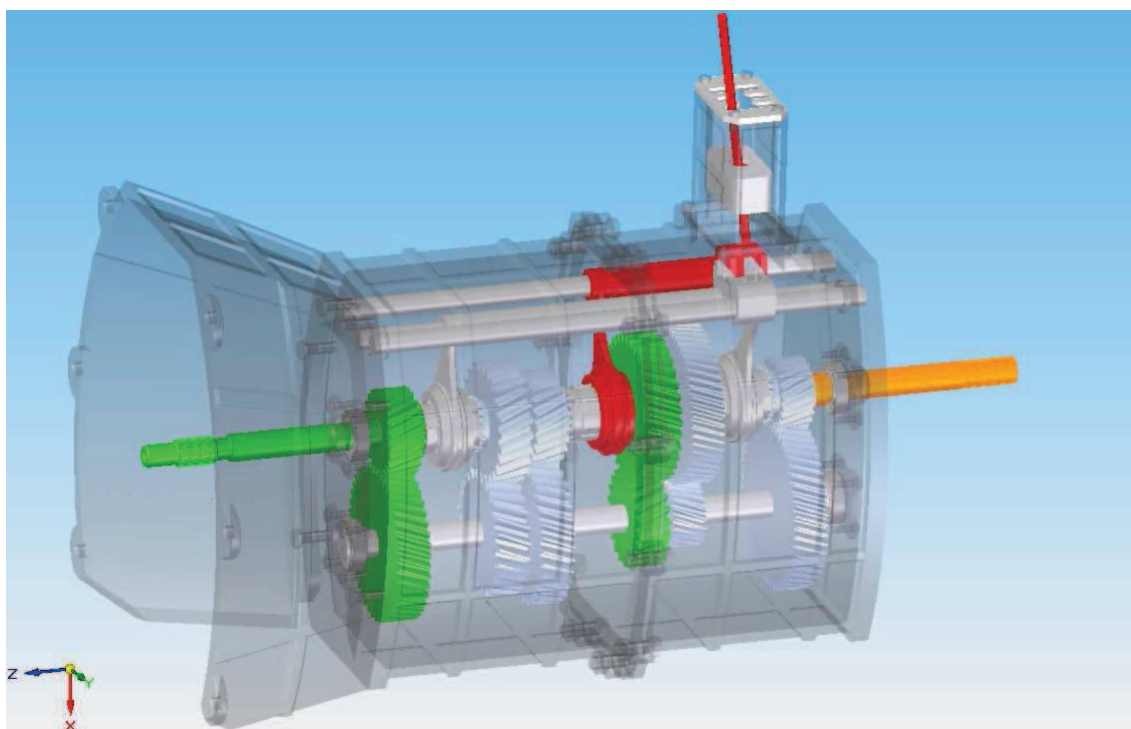
| | |
|---|--|
| <p>Relacja: <i>Przyleganie</i></p>  | <p>Relacja: <i>Współosiowość</i></p>  |
| <p>Relacja: <i>Styczność</i></p>  | <p>Relacja: <i>Przekładnia</i></p>  |

5. Badanie skrzyni biegów

Korzystając z przedstawionych narzędzi, opracowano model pięciobiegowej, współosiowej skrzyni biegów (rys. 4). Aby sprawdzić jej funkcjonowanie, przeprowadzono analizę pracy tej skrzyni biegów podczas realizacji każdego z pięciu biegów oraz biegu wstecznego. Na rys. 5 przedstawiono badania pracy skrzyni biegów w trakcie realizacji biegu pierwszego.



Rys.4. Gotowy model skrzyni biegów
Fig.4. Prepared model of a gearbox



Rys.5. Analiza pracy skrzyni biegów podczas realizacji biegu pierwszego
Fig.5. Analysis of work of the gearbox during realization of the first gear

6. Podsumowanie

Podsumowując analizę procesu modelowania skrzyni biegów, należy zwrócić uwagę, iż najbardziej złożonym zadaniem było określenie relacji pomiędzy elementami ją tworzącymi. Etap ten był decydujący, jeżeli brać pod uwagę możliwość prowadzenia badań symulacyjnych opracowanego modelu skrzyni biegów. Po drugie, istotna była kolejność nadawania relacji i ich wzajemne powiązanie, gdyż nieuwzględnienie tego zagadnienia powodowało błąd symulacji.

Istotne także jest, by w procesie modelowania dążyć do parametryzacji budowanego modelu. Pozwoli to na łatwe jego modyfikacje, które wynikać będą z konieczności uwzględnienia w nim wyników prowadzonych analiz [3].

Biorąc pod uwagę opracowany model skrzyni biegów, należy zaznaczyć, iż przykład ten potwierdza, że wykorzystanie zaawansowanego środowiska graficznego zdecydowanie ułatwia pracę i pomaga uniknąć niektórych błędów związanych z rutynowym działaniem projektanta.

Literatura

1. Brown D. A. G.: CAD for Model Engineers, Philadelphia: Trans-Atlantic Publications, Inc., 1999.
2. Lisowski E.: Automatyzacja i integracja zadań projektowania. Modelowanie geometrii maszyn i urządzeń w systemach CAD 3D, Kraków: Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2007.
3. Shah J. J., Mäntylä M.: Parametric and Feature-Based CAD/CAM: Concepts, Techniques, and Applications, New York: Wiley-Interscience, 1995.
4. Wawer M.: Modelowanie 2Di 3D w praktycznych zastosowaniach, Warszawa: Wydawnictwo SGGW, 2005.

MODELLING OF A GEARBOX IN AN ADVANCED GRAPHICAL ENVIRONMENT

Summary: Modeling of complex technical objects in the advanced graphical environments is a task requiring the use of many specific design tools. In a case of the created gearbox model it have been especially applied modules for modeling gear wheels, imposing constraints and motion simulation. This allowed for a simulation study of the modeled gearbox.