

# Opracowanie prototypu ergonomicznej dźwigni zmiany biegów z wykorzystaniem techniki inżynierii odwrotnej

Marta Kordowska, Wojciech Musiał

## Streszczenie

*W artykule przedstawiono sposób zastosowania nowoczesnych technik inżynierii odwrotnej w celu wykonania prototypu ergonomicznej gałki dźwigni zmiany biegów. W tym celu wykorzystano system CAD, jak również jedną z najczęściej stosowanych technik inżynierii odwrotnej jaką jest skanowanie 3D. Artykuł prezentuje kilka początkowych etapów inżynierii odwrotnej które stanowią podstawę do wykonania użytecznego prototypu jednego z elementów wyposażenia każdego pojazdu.*

**Słowa kluczowe:** przemysł samochodowy, ergonomiczność, dźwignia zmiany biegów, skanowanie 3D.

## Wstęp

W dzisiejszych czasach, w dobie olbrzymiego postępu informacyjnego i elektronicznego, twórcy oprogramowania komputerowego, jak również wszelkiego sprzętu, poczynając od komputerów, poprzez obrabiarki CNC i centra obróbkowe, a kończąc na odbiorcach tych produktów, czyli szeroko rozumianego grona inżynierskiego, wszystkim użytkownikom w XXI wieku zależy na elastyczności produkcji, jak największej produktywności oraz na minimalizacji kosztów. Wszystko to zmierza do poszukiwania zintegrowanych systemów komputerowych CAD/CAM/CAE, jak również obrabiarek które będą w stanie w sposób efektywny wykonywać obróbkę wielozadaniową. Przez termin wielozadaniowość maszyn i urządzeń należy rozumieć, przemyślane i kompatybilne połączenie różnych rodzajów procesów technologicznych. Możliwa staje się całkowita obróbka przedmiotu na jednym stanowisku roboczym w niezmiennym zamocowaniu. Sterowanie obrabiarkami CNC i centrami obróbkowymi odbywa się za pośrednictwem komputera. Dlatego tak ważnym jest, aby wybrana firma produkcyjna z rozmysłem wybrała narzędzie jakim jest zintegrowany system komputerowy CAD/CAM, a także obrabiarki CNC dopasowane do profilu przedsiębiorstwa. Wszystko to wpłynie na efektywność pracy zakładu, a co za tym idzie zmniejszenie kosztów procesów produkcyjnych. Kolejnym ważnym aspektem każdej firmy o profilu mechanicznym, jest zaplecze kontroli jakości, w tym kierunku również nastąpił ogromny rozwój między innymi współrzędnościowych maszyn pomiarowych. Powszechnie wiadomą kwestią jest, że im seryjność produkcji jest większa, tym staje się bardziej opłacalna, ponieważ wszelkie koszty poniesione na jej przygotowanie rozkładają się na większą ilość sztuk wyprodukowanych a później sprzedanych, produktu [1,2].

Ale w dobie łatwego dostępu do wszelkich dóbr, konsument staje się bardziej wymagający. Coraz częściej dzieje się tak, że kupując gotowy produkt, który jest złożeniem wielu zespołów, podzespołów i szeregu elementów, może zażyczyć sobie aby pewne elementy widocznego wyposażenia były dopasowane do jego potrzeb nie tylko pod względem ergonomicznym, ale również stanowiły element wyróżniający do spośród seryjnej produkcji i wyrażały jego nietuzinkową osobowość. W takich właśnie przypadkach przychodzi na pomoc inżyniera wzornictwa przemysłowego, inżynieria odwrotna. Ponieważ indywidualne oczekiwania klienta nie zawsze są możliwe do sparametryzowania.

## 1. Przedmiot poddany analizie

Dźwignia zmiany biegów jest stałym elementem wyposażenia każdego pojazdu. Pełni funkcję włączania oraz wyłączania określonych przełożeń skrzyni biegów samochodu, najczęściej umieszczana jest w podłodze między siedzeniem kierującego, a pasażera. Każda dźwignia zmiany biegów zakończona jest gałką. Każdy kierowca poruszając się samochodem, korzysta z dźwigni zmiany biegów, łapiąc za gałkę niezliczoną ilość razy. Dotyczy to zarówno zwykłych użytkowników drogi, jak i zawodowych kierowców. Gałki dźwigni zmiany biegów posiadają oczywiście ergonomiczny kształt, ale jest on wypadkową badań przeprowadzonych na dużej liczbie ludzi. Przy zastosowaniu najnowszych technik wspomagających projektowanie, a dokładnie systemów CAD oraz inżynierii odwrotnej, inżynierowie są w stanie wykonać projekt dostosowany do najbardziej złożonych wymagań indywidualnego klienta [3].

## 2. Projekt gałki zmiany biegów

Wykonano dwa przykładowe modele fizyczne gałki dźwigni zmiany biegów (rys.1,2,3,4). Założeniem projektowym było wykonanie ergonomicznego projektu gałki dostosowanego do indywidualnej wielkości dłoni użytkownika, jak również dostosowanej do charakterystyki chwytania gałki dźwigni podczas zmiany biegów. Biorąc pod uwagę założenia koncepcyjne uformowano przy użyciu plasteliny dwa modele fizyczne.



Rys. 1. Model fizyczny gałki zmiany biegów nr 1 (widok z boku)



Rys. 2. Model fizyczny gałki zmiany biegów nr 1 (widok z góry)



Rys. 3. Model fizyczny gałki zmiany biegów nr 2 (widok z boku)



Rys. 4. Model fizyczny gałki zmiany biegów nr 2 (widok z góry)

## 2. Charakterystyka inżynierii odwrotnej

Inżynieria odwrotna (ang. Reverse Engineering) jest to dziedzina nauki która zajmuje się sposobami oraz metodami które umożliwiają implementowanie realnego obiektu do środowiska komputerowego. Sama nazwa pochodzi od kolejności działań, czyli wychodzimy od materialnego obiektu którego zamodelowanie w środowisku systemów CAD następcza określone trudności lub jest wręcz niemożliwe. Wówczas przy użyciu rozwiązań konstrukcyjnych inżynierii odwrotnej np. skanerów optycznych, czy innych metod umożliwiających wprowadzenie modelu fizycznego do środowiska określonych programów komputerowych. Jest to możliwe poprzez [4]:

- zebranie danych geometrycznych badanego obiektu,
- odtworzeniem analizowanej geometrii,
- przetwarzaniem danych do określonej postaci, która jest możliwa do odczytania przez systemy CAD.

Obecnie technika inżynierii odwrotnej zna wiele metod umożliwiających odwzorowanie geometrii określonego obiektu fizycznego. Do najważniejszych należą [4]:

- metody stykowe,
- metody optyczne.

Podstawowa różnica polega zarówno na jakości otrzymywanych wyników, jak również na kosztowności przedsięwzięcia [4].

## 3. Proces skanowania modeli fizycznych dźwigni zmiany biegów

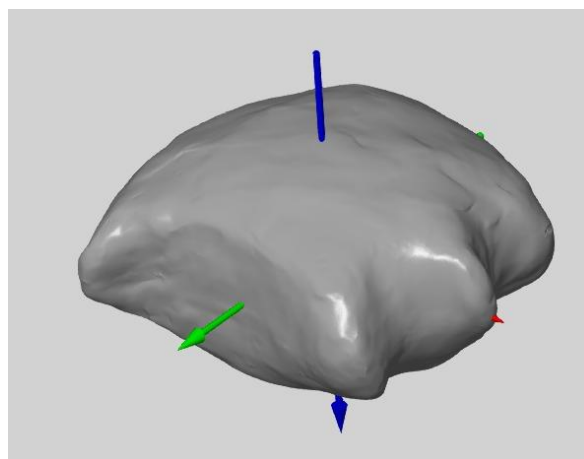
W celu wprowadzenia modeli fizycznych dźwigni zmiany biegów wykorzystano jedną z możliwości jaką daje technika inżynierii odwrotnej, a mianowicie skanowanie przy użyciu skanera optycznego. W celu prawidłowego przeprowadzenia tej operacji wykorzystano:

- modele fizyczne wykonane z plasteliny,
- ręczny skaner optyczny 3D,
- naniesione na modele fizyczne znaczniki (rys. 5,6,7),
- komputer z profesjonalnym oprogramowaniem.

Oba modele fizyczne gałki dźwigni zmiany biegów zostały zeskanowane, po czym przeniesione do odpowiedniego oprogramowania (rys.8,9,10,11,12,13).



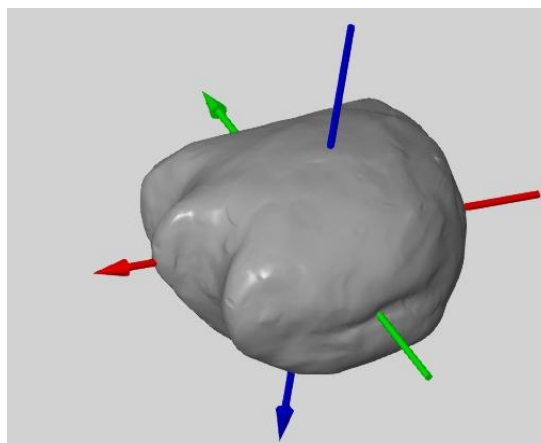
**Rys. 5.** Model fizyczny gałki zmiany biegów nr 1, z naniesionym znacznikiem umożliwiającym skanowanie



**Rys. 8.** Model wirtualny gałki zmiany biegów nr 1, efekt skanowanie 3D (widok 1)



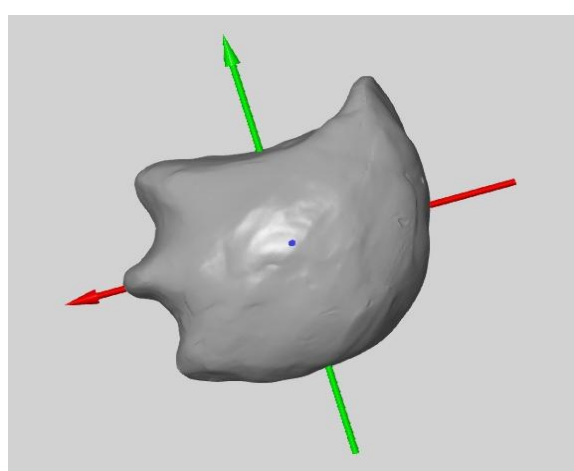
**Rys. 6.** Model fizyczny gałki zmiany biegów nr 1, z naniesionym znacznikiem umożliwiającym skanowanie



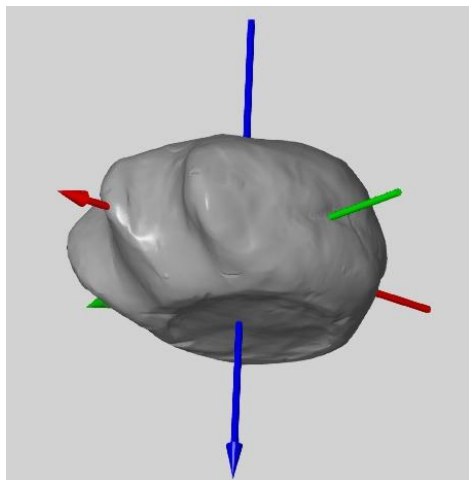
**Rys. 9.** Model wirtualny gałki zmiany biegów nr 1, efekt skanowanie 3D (widok 2)



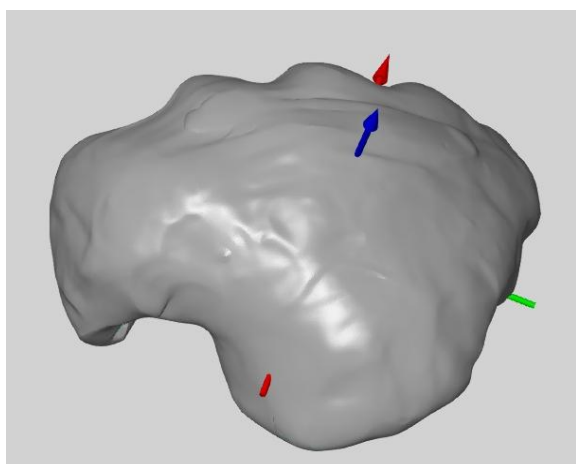
**Rys. 7.** Model fizyczny gałki zmiany biegów nr 2, z naniesionym znacznikiem umożliwiającym skanowanie



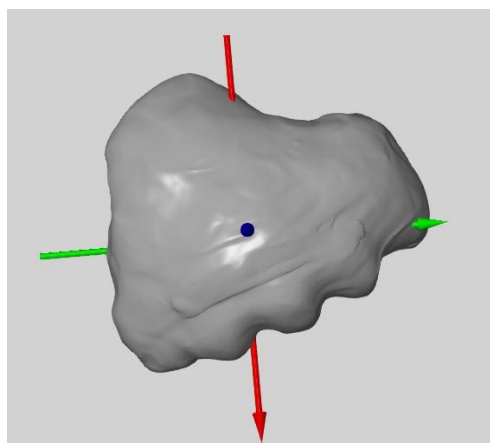
**Rys. 10.** Model wirtualny gałki zmiany biegów nr 1, efekt skanowanie 3D (widok 3)



**Rys. 11.** Model wirtualny gałki zmiany biegów nr 1, efekt skanowanie 3D (widok 4)



**Rys. 12.** Model wirtualny gałki zmiany biegów nr 2, efekt skanowanie 3D (widok 1)



**Rys. 13.** Model wirtualny gałki zmiany biegów nr 2, efekt skanowanie 3D (widok 2)

## Podsumowanie

Współczesne komputerowo zintegrowane systemy są powszechnie stosowane w przemyśle motoryzacyjnym. Doskonale sprawdzają się systemy CAD które na dobre przegoniły deski kreślarskie, umożliwiając nie tylko tworzenie dokumentacji płaskiej 2D, ale również wprowadziły możliwości modelowania obiektów trójwymiarowych. Na podstawie trójwymiarowej dokumentacji konstrukcyjnej jest możliwe implementowanie brył do środowiska systemów CAM, które mają na celu generowanie kodów CNC. Umożliwia to wykonanie określonego elementu na obrabiarce CNC. Taka ścieżka postępowania sprawdza się, gdy modelowany obiekt w środowisku CAD charakteryzuje się konstrukcją mogącą być w pełni sparametryzowaną. Dla kształtów nie posiadających tej cechy ta droga wytwarzania jest bezzasadna, problem ten dotyczy przeważnie części, elementów wyposażenia samochodowego które są projektowane na specjalne zamówienie, dostosowane do indywidualnych wymagań użytkownika (odlewy, odciski). Aby umożliwić wykonanie takich elementów na pomoc przychodzi inżynieria odwrotna oferująca różnego rodzaju skanery oraz odpowiednie oprogramowanie komputerowe. Co umożliwia przeniesienie rzeczywistego obiektu przez zeskanowanie do środowiska komputera. W artykule przedstawiono kilka etapów tego procesu, wykonano modele fizyczne będący odciskiem z plasteliny dwóch rodzajów gałek dźwigni zmiany biegów. Drugim etapem było naniesienie znaczników na modele fizyczne oraz użycie skanera optycznego. Po wykonaniu skanowania, kolejnym krokiem było wprowadzenie zeskanowanych obiektów do profesjonalnego systemu komputerowego. W kolejnym etapie planowane jest przeniesienie zeskanowanych obiektów do środowiska CAD-owskiego, dokonanie optymalizacji konstrukcji, wykonanie wizualizacji. Ostatnim etapem będzie wykonanie prototypów w formie wydruków przy zastosowaniu metody bezużytkowej (drukowanie 3D).

## Bibliografia

1. Plichta J., Plichta S.: *Komputerowo zintegrowane wytwarzanie*. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin, 1999. (str. 45 - 67)
2. Zalewski A.: Problemy integracji programów CAM i obrabiarek sterowanych numerycznie. *Mechanik*, 11/2010, 868-871
3. [http://pl.wikipedia.org/wiki/D%C5%BAwignia\\_zmiany\\_bieg%C3%B3w](http://pl.wikipedia.org/wiki/D%C5%BAwignia_zmiany_bieg%C3%B3w)
4. [http://ilot.edu.pl/prace\\_ilot/public/PDF/spis\\_zeszytow/213\\_2011/7.pdf](http://ilot.edu.pl/prace_ilot/public/PDF/spis_zeszytow/213_2011/7.pdf)

## Development of the prototype ergonomic gear lever using reverse engineering technology

### **Abstract**

*In this paper presents how to use modern techniques of reverse engineering in order to implement the prototype ergonomic gearshift knob. For this purpose a CAD system, as well as one of the most commonly used techniques that reverse engineering is 3D scanning. The article presents some initial steps of reverse engineering which form the basis for the implementation of a useful prototype of one of the pieces of equipment each vehicle.*

**Key words:** car industry ergonomics, gearshift, 3D scanning

### **Autorzy:**

Mgr inż. **Marta Kordowska** – Politechnika Koszalińska, Wydział Mechaniczny

Dr inż. **Wojciech Musiał** – Politechnika Koszalińska, Wydział Mechaniczny