

# Koncepcja metody konstruowania obiektów o dualnej ergonomii użytkownika

A concept of design method to produce dual ergonomics utensils

MAREK WYLEŻOŁ  
MICHAŁ SZMAJDUCH\*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.3.33

Artykuł z XIII Forum Inżynierskiego ProCAx 2015

Opisano metodę konstruowania obiektów codziennego i zawodowego użytku. Pozwala ona uwzględnić wymagania ergonomii z myślą o osobach zdrowych oraz przewidzieć różne warianty produktu dostosowane do potrzeb osób niepełnosprawnych ruchowo w zakresie kończyn górnych.

**SŁOWA KLUCZOWE:** ergonomia, modelowanie wirtualne, niepełnosprawność, systemy CAx

*The article explains the requirements to be met in design work on the household/professional utensils. The concept consists in adaptation of the ergonomic rules as applicable to the tools or utensils designed for normal use for easy transformation into respective rules for design of similar tools or utensils that could be ergonomically acceptable by the handicapped persons having disabled upper limbs.*

**KEYWORDS:** ergonomics, virtual modeling, disability, CAx systems

Decyzja o opracowaniu nowej metody modelowania obiektów o dualnej ergonomii jest uzasadniona tym, że współcześnie obserwuje się w ramach rozwiązań ergonomicznych pewne skrajności.

Jedną z nich to projektowanie doskonale zoptymalizowanych ergonomicznie obiektów użytku codziennego oraz zawodowego przeznaczonych wyłącznie dla osób sprawnych ruchowo (głównie w zakresie rąk – co znajduje się w kręgu zainteresowań autorów) [3, 5].

Natomiast druga skrajność polega na konstruowaniu coraz doskonalszych bionicznych protez ludzkich kończyn górnych, wysoko zaawansowanych technicznie, ale jednocześnie drogich i trudno dostępnych. Owszem, wprowadza się jeszcze rozwiązania pośrednie, mają one jednak raczej charakter doraźny (np. adaptuje się wybrane obiekty, aby umożliwić korzystanie z nich przez konkretną grupę osób niepełnosprawnych) [6, 7].

Autorzy zaproponowali metodykę procesu projektowo-konstrukcyjnego, która pozwala na uzyskiwanie (już na tym etapie) obiektów o dualnie zoptymalizowanej ergonomii – w wariantach dla osób zdrowych oraz osób z urazami rąk. Zastosowanie proponowanej metodyki niesie duże techniczne prawdopodobieństwo poprawnego opracowywania obiektów oraz tego, że ich dostępność – dla osób niepełnosprawnych ruchowo – będzie powszechna i stosunkowo tania.

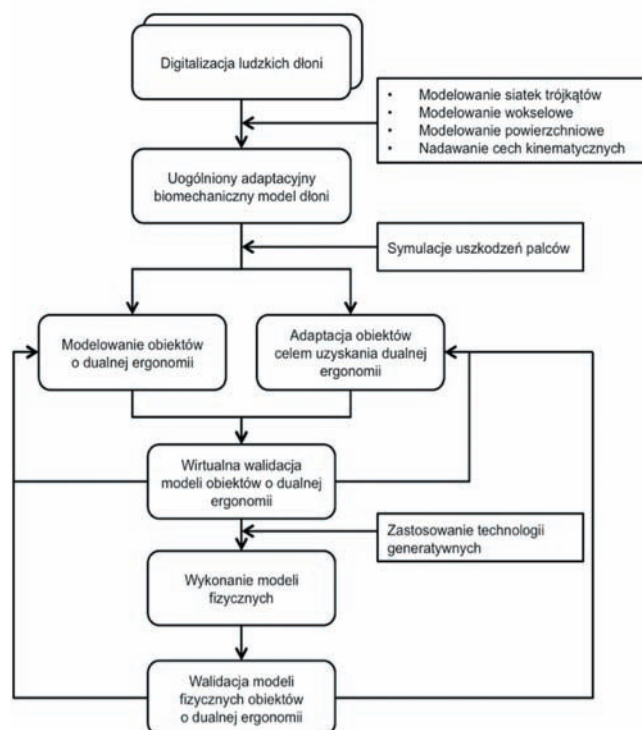
Opisano zaawansowaną koncepcję modelowania obiektów o dualnej ergonomii użytkownika, czyli konstruowanych wariantowo – w wersji dla osób zdrowych i – osobno – dla osób niepełnosprawnych ruchowo w zakresie palców rąk.

## Cele opracowania nowej metody modelowania

Opracowanie metody konstruowania obiektów o dualnej ergonomii wiąże się z realizacją szeregu działań cząstkowych,

wykonywanych chronologicznie, ale mających również sprzężenie zwrotne:

1. Pozyskanie grupy osób niepełnosprawnych ruchowo do współpracy (wybranie osób z częściowym brakiem palców rąk, utraconych w wyniku urazu lub amputacji).
2. Opracowanie katalogu modeli wirtualnych niepełnosprawnych dłoni. Będą one stanowiły odniesienie do projektowania obiektów o dualnej ergonomii.
3. Opracowanie uogólnionego, biomechanicznego, adaptacyjnego wirtualnego modelu dłoni umożliwiającego symulację urazów (lub amputacji) w zakresie pełnej lub częściowej utraty palców.
4. Wykonanie przykładowych wirtualnych modeli obiektów o dualnej ergonomii (osobno w wersji dla osób zdrowych oraz dla osób z daną niepełnosprawnością) lub modeli obiektów istniejących w celu ich adaptacji.
5. Wstępna weryfikacja uzyskanych modeli wirtualnych z użyciem biomechanicznego wirtualnego modelu ręki.
6. Wykonanie modeli fizycznych obiektów na podstawie modeli wirtualnych. W tym celu należy zastosować technologie wytwarzania generatywnego. Zostaną wykonane pojedyncze egzemplarze tych modeli, a ich replikacja (aby uzyskać większą liczbę danych weryfikacyjnych od osób niepełnosprawnych) nastąpi z użyciem technologii szybkiego wytwarzania narzędzi (form silikonowych).



Rys. 1. Schemat procedury konstruowania obiektów o dualnej ergonomii użytkownika

\* Dr hab. inż. Marek Wyleżoł (marek.wylezol@polsl.pl), mgr inż. Michał Szmajduch (michal.szmajduch@polsl.pl) – Instytut Podstaw Konstrukcji Maszyn Politechniki Śląskiej

7. Weryfikacja i ocena cech konstrukcyjnych wirtualnych modeli obiektów o specjalizowanej ergonomii przez osoby niepełnosprawne.
8. Weryfikacja i ocena wyników badań nad opracowaniem metody konstruowania obiektów o dualnej ergonomii.  
Proponowany zestaw działań cząstkowych można zobrazować za pomocą schematu graficznego (rys. 1).

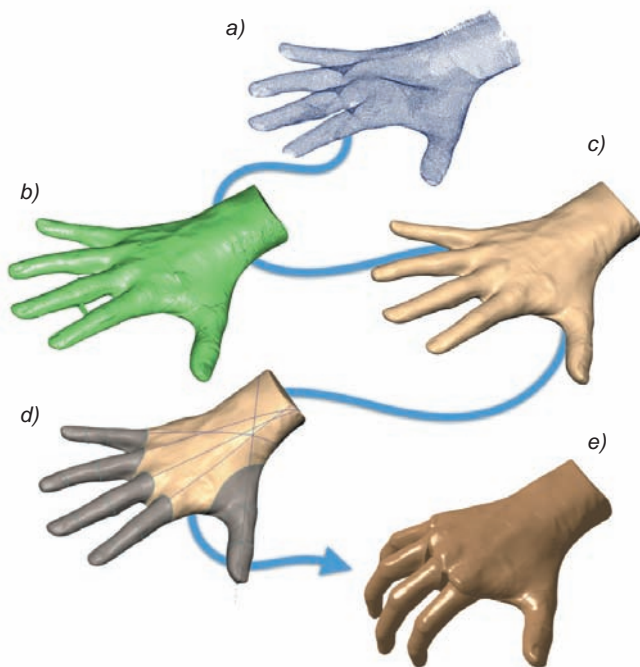
### Stan zaawansowania badań

Jednym z założeń proponowanej metody jest zastosowanie narzędzia weryfikacyjnego w postaci wirtualnego modelu ręki o typowych cechach biomechanicznych [4], (zbliżonego do przeciętnej ręki ludzkiej z zachowaniem naturalnej ruchomości stawowej [2]).

Model ten nie zastąpi w pełni udziału osób niepełnosprawnych w weryfikacji ergonomii opracowanych obiektów, ale w znacznym stopniu go ograniczy oraz pozwoli na działania



Rys. 2. Proces digitalizacji ręki z użyciem skanera laserowego i specjalnie wykonanej podstawki



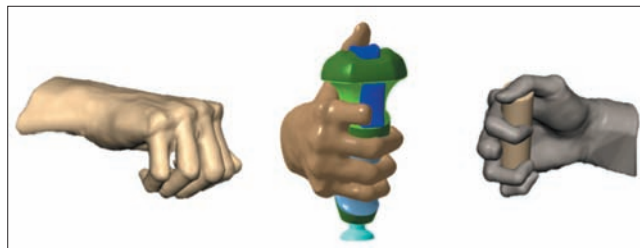
Rys. 3. Proces transformacji strukturalno-postaciowej modelu ręki: a) chmura punktów, b) siatka trójkątów, c) model wkselowy całościowy, d) model wkselowy podzielony na poszczególne części ręki, e) model powierzchniowy złożeniowy

wyprzedzające w zakresie obmyślenia możliwych postaci urazów palców rąk i dostosowania do nich postaci konstrukcyjnych obiektów użytku codziennego oraz zawodowego. Kolejną zaletą wykorzystania modelu będzie więc znaczne zwiększenie prawdopodobieństwa uzyskania pożądanych cech obiektu w kontekście jego ergonomii – w wersji dla osób zdrowych oraz w wersji dla osób niepełnosprawnych ruchowo (możliwa jest symulacja różnych uszkodzeń palców ręki).

Proces powstawania modelu ręki przebiegał zgodnie z zasadami inżynierii odwrotnej (rys. 2–3) [8]. Główne działania wykonano jednak z użyciem modelowania wkselowego realizowanego haptycznie [1,8]. Postać modelu została uszczegółowiona, przeprowadzono również podział na poszczególne elementy – zgodnie z budową anatomiczną.

Działania te miały na celu uzyskanie złożonego modelu, umożliwiającego nie tylko symulację uszkodzenia czy obciążenia danego palca (lub jego części), ale również symulację ruchu paliczków. Końcowe działania nad modelem wykonano w środowisku systemu CATIA v5.

Biomechaniczny model ręki wstępnie zweryfikowano przez zadawanie różnych kątów zgięcia palców ręki oraz przez jego dopasowanie do modeli obiektów przedstawiających przedmioty wymagające pochwylenia (rys. 4). Zostanie on jednak właściwie wykorzystany dopiero podczas konstrukcji obiektów o dualnej ergonomii użytkowania.



Rys. 4. Przykłady zastosowania biomechanicznego wirtualnego modelu ręki

### Podsumowanie

Współcześnie wiele problemów ludzi niepełnosprawnych rozwiązuje się dopiero po wystąpieniu danej dysfunkcji zdrowotnej. Proponowana metoda postępowania pozwoli na podejmowanie działań wyprzedzających.

Wykorzystanie narzędzia weryfikacyjnego w postaci biomechanicznego modelu ręki umożliwi sprawdzenie dostosowania geometrycznych cech ergonomicznych danego obiektu do określonego przypadku niepełnosprawności.

W wykonanym biomechanicznym modelu dokładnie odwzorowano ruchliwość ręki ludzkiej. Jest on jednak nadal modelem sztywnym (jego poszczególne elementy zachowują swą postać i wymiary), a więc nie pozwala na symulację ugięcia powierzchni dłoni podczas pochwylenia.

### LITERATURA

1. ClayTools, <http://www.geomagic.com/es/products/claytools/overview>.
2. Gilroy A.M., MacPherson B.R., Ross L.M. „Atlas anatomii człowieka”. Medpharm, 2010.
3. Jabłoński J. (red.) „Ergonomia produktu. Ergonomiczne zasady projektowania produktów”. Poznań: Wyd. Politechniki Poznańskiej, 2006.
4. Nowak E. „Właściwości funkcjonalne ręki jako podstawa projektowania przedmiotów codziennego użytku”. *Materiały Konferencyjne Instytutu Wzornictwa Przemysłowego*, 2005.
5. Tytyk E. „Projektowanie ergonomiczne”. Warszawa: PWN, 2001.
6. Wyleżoł M. „Ergonomiczny uchwyt kuli łokciowej jako przykład synergii różnych metod modelowania”. *Mechanik*. Nr 1 (2011): s. 70.
7. Wyleżoł M., Tosta S. „Wirtualne modele sztućców stołowych dla osób z pourazowym brakiem palców dłoni”. *Mechanik*. Nr 2 (2013): s. 1÷7 (CD-ROM).
8. Wyleżoł M. „Metodyka modelowania na potrzeby inżynierii odwrotnej”. *Monografia*. Nr 428. Gliwice: Wyd. Politechniki Śląskiej, 2013. ■