mgr Karolina GAJOS
kgajos@us.edu.pl
Uniwersytet Śląski

dr Joanna MASZYBROCKA
joanna.maszybrocka@us.edu.pl
Uniwersytet Śląski

dr hab. prof. UŚ Marian KUPKA
marian.kupka@us.edu.pl
Uniwersytet Śląski

TWORZENIE PROTOTYPU OBUDOWY ERGONOMICZNEJ MYSZY KOMPUTEROWEJ PRZY ZASTOSOWANIU TECHNIKI INŻYNIERII ODWROTNEJ

Streszczenie: W artykule przedstawiono proces projektowania obudowy myszy komputerowej o kształcie dopasowanym do dłoni indywidualnego użytkownika. Kształt obudowy odwzorowano w procesie skanowania 3D uproszczonego modelu fizycznego myszy komputerowej. Uzyskaną chmurę punktów przekształcono do postaci modelu krawędziowego, na podstawie którego wyodrębniono krawędzie oraz charakterystyczne powierzchnie. Finalną wersję produktu oraz jego komputerową wizualizację przygotowano w programie Autodesk Inventor 2013.

Słowa kluczowe: inżynieria odwrotna, ergonomia, prototyp.

CREATING PROTOTYPE OF A ERGONOMIC COMPUTER MOUSE HOUSING USING REVERSE ENGINEERING TECHNIQUES

Summary: The article presents the process of designing a computer mouse housing shaped to fit the hand of the individual user. The shape of the housing was mapped in 3D scanning process of simplified physical model of a computer mouse. The resulting point cloud was converted to the wireframe model on the basis of which edges and specific surface area were extracted. The final version of the product and the computer visualization was prepared in the program Autodesk Inventor 2013.

Keywords: reverse engineering, ergonomics, prototype.

1.WPROWADZENIE

Opracowanie nowego produktu w oparciu o indywidualne wymagania konsumenta powoduje, że przedmioty codziennego użytku przyjmują nieraz artystyczną, niespotykaną dotąd formę. Wymogi oryginalnego wyglądu, przy dodatkowych założeniach ergonomicznego kształtu sprawiają, że dany przedmiot przyjmuje skomplikowaną, trudną do opracowania postać. Wykonanie komputerowego odpowiednika produktu według złożonej koncepcji, zwłaszcza w przypadku, w którym dany przedmiot nie posiada żadnych charakterystycznych do zamodelowania cech oraz wymiarów jest praktycznie niemożliwe [3, 5].

Najlepszym rozwiązaniem jest sięgnięcie po nowoczesne rozwiązania jakimi są techniki komputerowego wspomagania. Przygotowanie wirtualnych modeli 3D wymaga opracowania ich cyfrowej reprezentacji. Wykorzystując inżynierię odwrotną można szybko uzyskać komputerową rekonstrukcję dowolnego produktu, na podstawie uproszczonego modelu fizycznego, a zastosowanie oprogramowania z grupy CAD pozwala uzyskać funkcjonalne, wirtualne modele 3D [3, 5].

2.ZAŁOŻENIA

Mysz komputerowa stanowi nieodzowne wyposażenie prawie każdego stanowiska komputerowego. Jest powszechnie wykorzystywanym urządzeniem zarówno przez użytkowników domowych jak i profesjonalistów z różnych branż (urzędników, projektantów, grafików zawodowych, graczy komputerowych) [6]. Od 1964 roku podlega nieustannym modyfikacjom konstrukcyjnym [7]. W większości przypadków nadal jednak kładziemy na niej dłoń, a układ odwzorowujący ruch ręki użytkownika pozwala sterować ekranowym kursorem. Na komfort użytkowania myszy komputerowej wpływa wiele czynników, ale jednym z najważniejszych jest odpowiedni kształt obudowy zapewniający ergonomiczną pozycję dla naszej ręki.

Jeszcze przed fazą projektowania całkowicie nowego konceptu myszy komputerowej należało postawić kilka założeń, które przyszłe urządzenie miałoby spełniać. Po pierwsze – opracowanie odpowiedniego wyglądu. Pod względem wizualnym założono, że mysz komputerowa ma odbiegać stylistyką od dostępnych na rynku rozwiązań, przy czym charakteryzować powinna się bardziej nowoczesnym kształtem. Kolejnym założeniem jest możliwość dostosowania urządzenia pod indywidualne wymagania użytkownika, głównie w oparciu o zastosowanie odpowiednich materiałów oraz montaż możliwych dodatków.

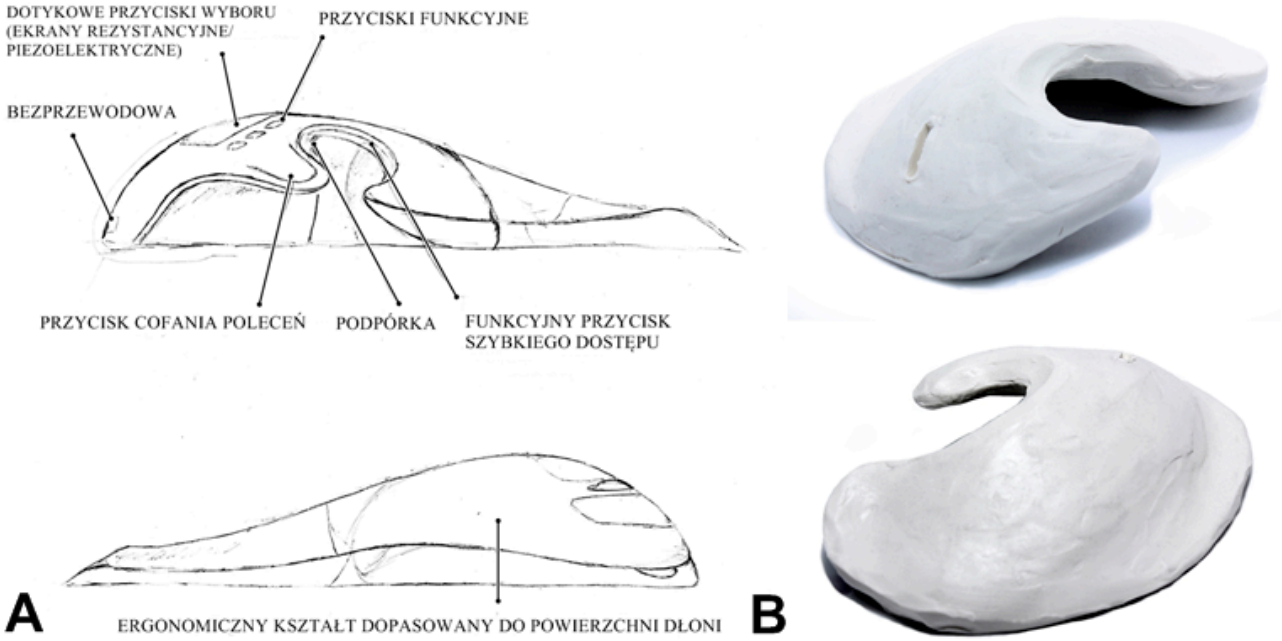
Bardzo ważnym czynnikiem istotnym podczas planowania geometrii myszy komputerowej są założenia ergonomiczne. Prawidłowe dostosowanie do użytkownika kształtu urządzenia zmniejsza możliwość wystąpienia różnego typu dolegliwości zdrowotnych. Praca przy komputerze przeważnie wiąże się z utrzymaniem pozycji ciała w jednakowej, długotrwałej pozycji. Sztywna postawa ciała jest często przyczyną nadmiernie obciążonych mięśni stabilizujących oraz m.in. występowania bólów w obrębie kręgosłupa czy zwyrodnienia stawów. Dolegliwości wynikające z wymuszonego ułożenia dotyczą praktycznie każdej partii ciała od odcinków szyjnych i lędźwiowych poprzez mięśnie grzbietu, na schorzeniach kolan i stóp kończąc. Jednymi z głównych czynników sprawczych zaburzeń zdrowotnych dotyczących nadgarstków są niezgodne z naturalną postawą chwyty dłoni związane z manipulowaniem przyrządem pracy [4]. Używanie zarówno myszy, jak i klawiatury komputerowej wiąże się w dalszym ciągu z nienaturalnym ułożeniem nadgarstków, głównie wynikającym z nieergonomicznych kształtów urządzeń. Ponadto duże znaczenie ma umiejscowienie myszy komputerowej na stanowisku pracy oraz siła używana podczas naciskania przycisków. Przeciętny użytkownik używa zbyt dużej siły do nacisku na klawisze czy przyciski myszy, skutkuje to m.in. negatywnym wzrostem ciśnienia w kanale nadgarstka [2].

3.KONCEPCJA

Proces projektowania myszy komputerowej składał się z kilku etapów. Pierwszym było wykonanie szkicu koncepcyjnego z uwzględnieniem położenia elementów funkcjonalnych (rys. 3.1. A). Założono, że kształt obudowy ma być dostosowany do indywidualnych potrzeb użytkownika i powinien wymuszać naturalną pozycję dłoni oraz przedramienia. Położenie poszczególnych przycisków ma zredukować drogę jaką muszą przebywać palce, co w konsekwencji powinno skutkować wydajniejszą pracą oraz mniejszym zaangażowaniem mięśni dłoni. Naturalne położenie kciuka zapewnia

podpórka. Kciuk ułożony w tej pozycji umożliwia szybki dostęp do przycisku funkcyjnego oraz przycisku cofania. Zapobiega ponadto przypadkowemu naciśnięciu któregokolwiek z nich. W miejscu dwóch głównych przycisków oraz przycisku cofania poleceń zaplanowano wykorzystanie ekranów piezoelektrycznych/rezystancyjnych, co ma na celu zredukowanie siły używanej przez użytkownika do ich naciśnięcia. W projekcie zrezygnowano z tradycyjnego, przewodowego zasilania myszy i zaplanowano rozwiązanie bezprzewodowe umożliwiające dowolne przemieszczanie urządzenia na stanowisku roboczym.

Na podstawie szkicu koncepcyjnego przygotowano model fizyczny myszy komputerowej z masy plastycznej w kolorze białym (rys. 3.1. B). W modelu pominięte zostały szczegóły, uwzględniono ogólny kształt obudowy oraz w celu orientacyjnym zaznaczono położenie rolki.

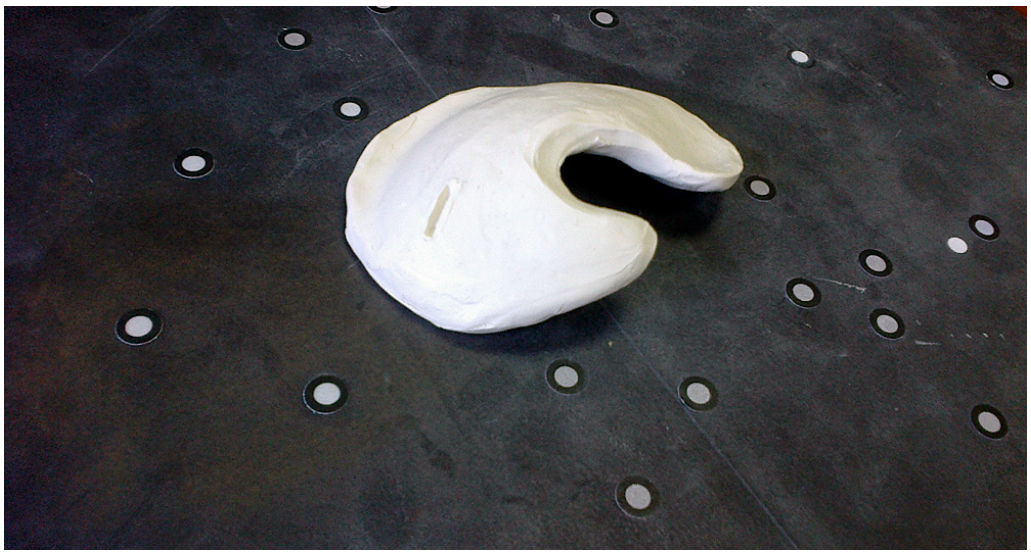


Rys. 3.1. A - Szkic koncepcyjny, B - model fizyczny

4.SKANOWANIE

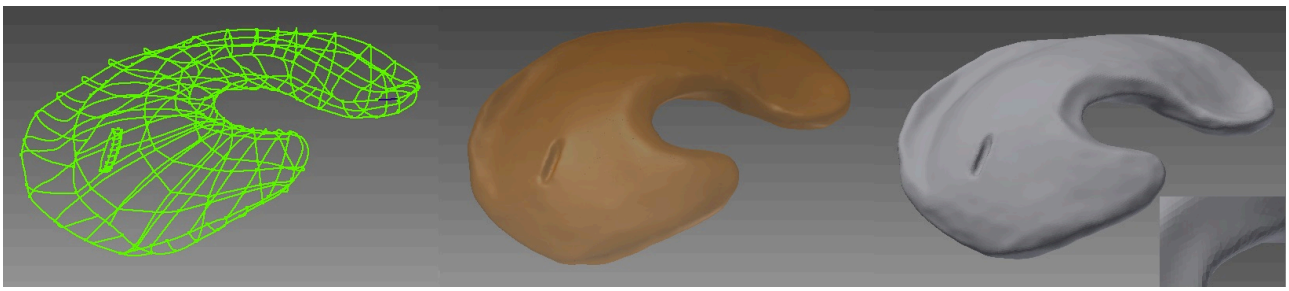
Odwzorowanie geometrii obiektu fizycznego do postaci komputerowego modelu trójwymiarowego możliwe jest dzięki zastosowaniu technik inżynierii odwrotnej [1]. Spośród dostępnych metod pozwalających na uzyskanie reprezentacji cyfrowej obiektu rzeczywistego, dla potrzeb niniejszego projektu wybrano metodę skanowania optycznego.

Pomiarów dokonano dzięki uprzejmości firmy Casp Systems z Jaworzna [8]. Stanowisko pomiarowe, na którym przeprowadzono proces skanowania, składało się z trzech elementów: ręcznego skanera optycznego, maty z naniesionymi znacznikami (rys. 4.1.) oraz laptopa ze specjalistycznym oprogramowaniem.



Rys. 4.1. Model fizyczny na macie z naniesionymi znacznikami

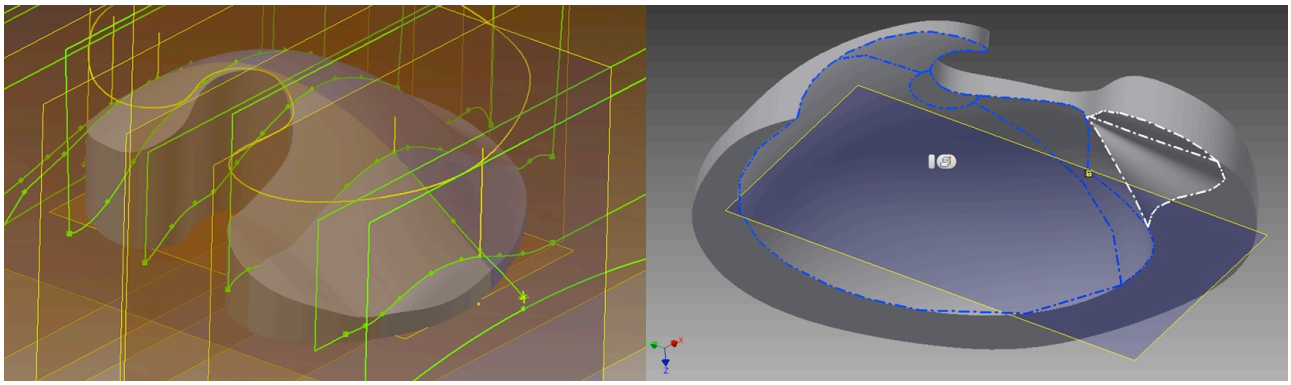
Pomiarów dokonano za pomocą ręcznego skanera REVscan wchodzącego w skład portfolio firmy Creaform. Skaner należy do grupy skanerów samopozycjonujących z linii Handyscan 3D. Markery pozycjonujące pozwalają operatorowi na dowolne przesuwanie urządzenia i maty z obiektem w czasie skanowania. Skaner oferuje dokładność pomiaru do 50µm oraz rozdzielczość w osi Z 0,1mm, co pozwala na szczegółowe, cyfrowe odwzorowanie istniejącego obiektu [9]. Akwizycję danych pochodzących z procesu skanowania oraz ich późniejszą obróbkę przeprowadzono w oprogramowaniu VXelements [10]. Ostatecznie, projekt został zapisany do formatów iges, step oraz stl. Na rysunku 4.2. przedstawiono wyniki skanowania po konwersji do postaci krawędziowej (szkic 3D), powierzchniowej oraz bryłowej.



Rys. 4.2. Wyniki skanowania w postaci krawędziowej, powierzchniowej i bryłowej

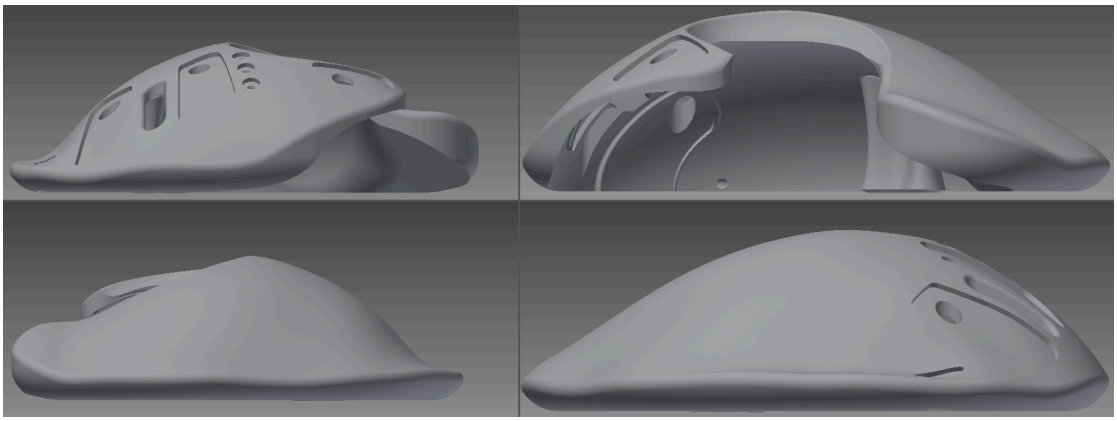
5.MODELOWANIE

Do opracowania finalnego projektu CAD myszy komputerowej wykorzystano program Autodesk Inventor Professional 2013. Bazę odniesienia stanowił model krawędziowy obiektu uzyskany po obróbce chmury punktów z procesu skanowania. Na jego podstawie najłatwiej można było pozyskać niezbędne ścieżki i charakterystyczne punkty potrzebne podczas nadawania ostatecznego kształtu obudowy. W oparciu o wykonane szkice wygenerowano powierzchnie tworzące zamknięty zarys kształtu obudowy. W dalszym etapie za pomocą modelowania hybrydowego utworzono model bryłowy urządzenia. Za pomocą wyciągnięć złożonych oraz narzędzi do rzeźbienia odwzorowano gładkie i dokładne kształty górnej oraz dolnej powierzchni myszy (rys. 5.1.).



Rys. 5.1. Modelowanie powierzchni obudowy myszy komputerowej

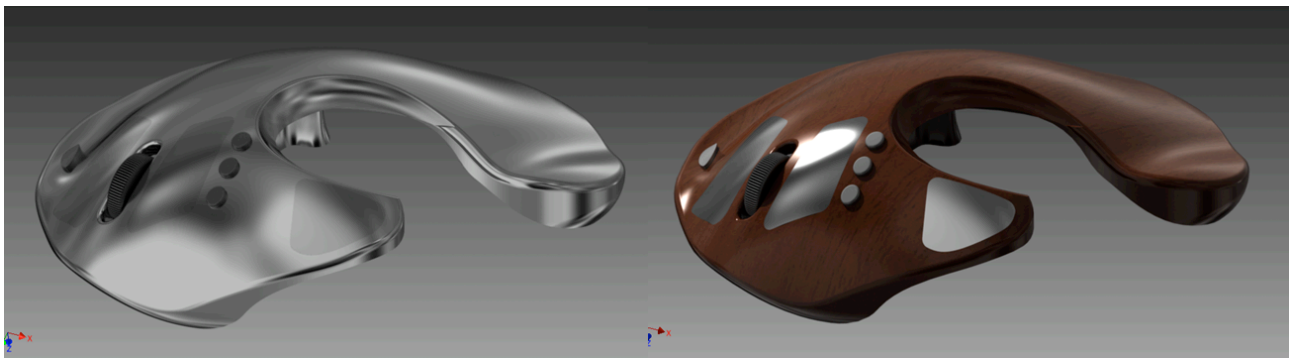
Po osiągnięciu głównego celu, czyli ergonomicznego kształtu obudowy, projekt należało dostosować pod montaż przycisków wraz z układami elektronicznymi. Znając położenia otworu, w którym umiejscowiona zostanie rolka myszy komputerowej, dużo łatwiejsze stało się dobranie miejsc przeznaczonych na przyciski główne oraz funkcyjne. Do dokładnego odwzorowania, względem powierzchni urządzenia, wyżłobień pod przyciski i kształtu płytek piezoelektrycznych/rezystancyjnych zastosowano modelowanie wykorzystujące operacje boolowskie. W każdym wyżłobieniu na przyciski wykonano otwory przeznaczone na montaż oprzyrządowania sterującego oraz ewentualnych wiązek elektrycznych. Ostateczny model obudowy myszy komputerowej zaprezentowano na rysunku 5.2.



Rys. 5.2. Końcowy model obudowy myszy komputerowej

6. WIZUALIZACJA

Narzędzia do wizualizacji programu Autodesk Inventor Professional umożliwiły zaprezentowanie projektu w postaci fotorealistycznych renderingów. Przedstawienie projektu w kilku rożnych wariantach materiałowych pozwoliło na zweryfikowanie koncepcji produktu pod względem estetyki i dostosowania wyglądu pod najwyższe wymagania. Na rysunku 6.1. zaprezentowano przykładowe wizualizacje modelu 3D myszy wykonanej z aluminium pokrytego srebrem oraz model wykonany z drewna.



Rys. 6.1. Finalny model 3D ergonomicznej myszy komputerowej z nałożonymi przykładowymi teksturami

Ponadto zastosowane oprogramowanie umożliwiło wygenerowanie animacji dokładnie prezentujących wygląd przedmiotu. Utworzone symulacje pozwoliły na przedstawienie wirtualnego montażu wszystkich podzespołów, co ułatwi zrozumienie budowy urządzenia. Na podstawie przeprowadzonych symulacji zweryfikowano również poprawność wykonania poszczególnych podzespołów oraz ich wzajemne dopasowanie.

7.PODUMOWANIE

Zastosowanie inżynierii odwrotnej podczas projektowania produktów o skomplikowanych kształtach niezwykle przyspiesza cały proces. Projekt myszy komputerowej jest jednym z wielu możliwych produktów, które przy założeniach ergonomicznej geometrii kształtu często nie posiadają możliwych do zdefiniowania wymiarów. Dane uzyskane za pomocą skanowania trójwymiarowego modelu fizycznego okazały się niezbędne do dokładnego odzwierciedlenia kształtu urządzenia, który jest dostosowywany do indywidualnych potrzeb użytkownika. Możliwość fotorealistycznej wizualizacji i animacji cyfrowego modelu idealnie nadaje się nie tylko do weryfikacji koncepcji produktu pod względem estetyki, ale także do dalszych działań marketingowych.

Dalsze prace związane z projektem będą koncentrowały się na modyfikacji produktu w zależności od potrzeb użytkownika lub producenta np. poprzez wymianę sterowania bezprzewodowego na tradycyjny przewód ze złączem USB, zastąpienie przycisków rezystancyjnych/piezoelektrycznych konwencjonalnymi przyciskami spotykanymi w dostępnych na rynku rozwiązaniach. Opracowany model poddany zostanie także analizie wytrzymałościowej w celu przetestowania odporności urządzenia na możliwe obciążenia (np. ciężar położonej dłoni , siły stosowane podczas naciskania przycisków).

Autorzy pragną serdecznie podziękować firmie Casp System Sp. z o.o., (43-603 Jaworzno, ul. Puszkina 2), za zeskanowanie modelu myszy komputerowej.

LITERATURA

[1] Budzik G., Pająk D.: *Metody inżynierii odwrotnej.* Stal, Metale & Nowe technologie, 11/12 2010, str. 66-67

[2] Makowiec-Dąbrowska T., Sińczuk-Walczak H., Jóźwiak Z. W., Krawczyk-Adamus P.: *Sposób wykonywania pracy jako czynnik ryzyka zespołu cieśni nadgarstka*. Medycyna Pracy 2007; 58(4), str. 361-372

[3] Olszewski H.: *Laboratorium szybkiego prototypowania. Inżynieria odwrotna*. Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Elblągu, Elbląg 2012

[4] Wolańska I., Wolański W.: *Ergonomia pracy przy komputerze w aspekcie obciążeń kręgosłupa*. Zeszyty Naukowe Katedry Mechaniki Stosowanej nr 27/2005, str. 160-165

[5] Wyleżoł M.: *Metodyka modelowania na potrzeby inżynierii rekonstrukcyjnej*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013
[6] http://lab.kuzniewski.pl/index.php/
[7] http://www.pcworld.com/article/
[8] http://www.casp.pl/
[9] http://www.pomiar3d.pl/
[10] http://www.nosco.com.sg/vxelements