

Piotr Duda, email: piotr.duda@us.edu.pl
Uniwersytet Śląski, Wydział Informatyki i Nauki o Materiałach

Grzegorz Służalek, email: grzegorz.sluzalek@us.edu.pl
Uniwersytet Śląski, Wydział Informatyki i Nauki o Materiałach

Marek Kubica, email: mkubica@us.edu.pl, strona: www.mkubica.us.edu.pl
Uniwersytet Śląski, Wydział Informatyki i Nauki o Materiałach

WYKORZYSTANIE RP DO PERSONALIZACJI URZĄDZEŃ PERYFERYJNYCH DLA OSÓB DYSFUNKCYJNYCH

Streszczenie: Aktywizacja osób niepełnosprawnych często wymaga dedykowanego dla nich sprzętu. Przykładem możliwej personalizacji jest zaprojektowanie urządzenia peryferyjnego oznakowanego alfabetem Braille'a w oparciu o standardowe podzespoły elektroniczne. W pracy przedstawiono możliwości szybkiego prototypowania z wykorzystaniem wydruku trójwymiarowego metodą FDM. Zaprezentowano proces modelowania w programie CAD myszki komputerowej dedykowanej dla osób z dysfunkcją wzroku. Modyfikacje zostały wykonane na podstawie dostępnego w sprzedaży modelu myszki komputerowej.

DEVICES PERSONALIZATION BY USE OF RP TECHNIQUES FOR DYSFUNCTIONAL PEOPLE

Abstract: Elicitation of people with disabilities often require dedicated hardware for them. An example of personalization is design of a peripheral device with Braille code by using standard electronic components. This paper presents the possibility of rapid prototyping three-dimensional printing by using FDM method. Presented modelling of a dedicated computer mouse for people with visual dysfunction. Modifications were made on the basic computer mouse model.

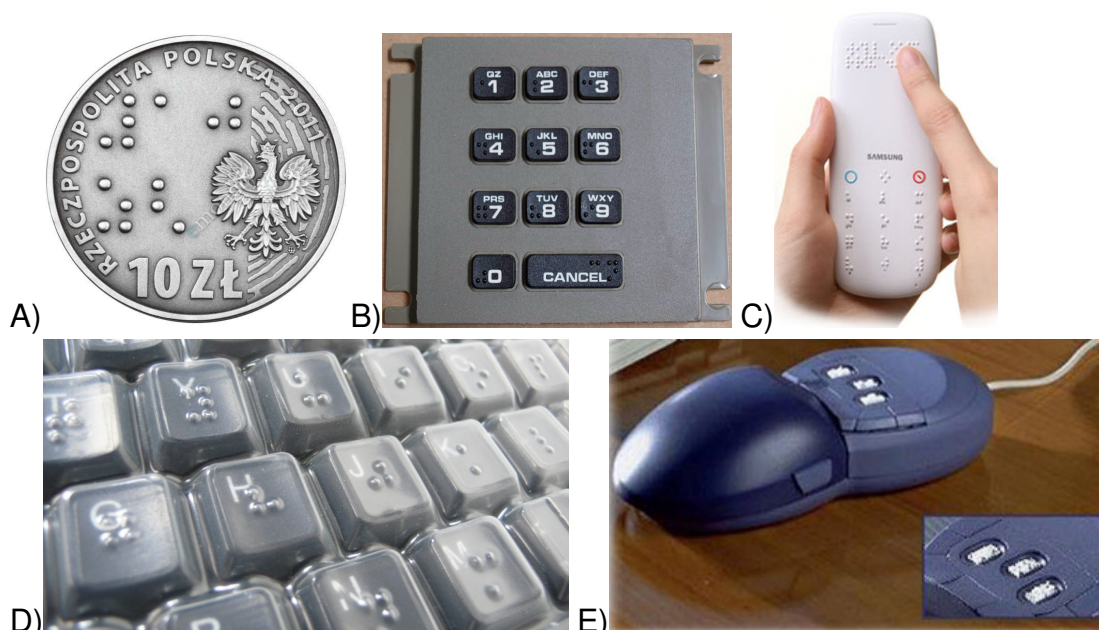
1. WSTĘP

Niepełnosprawność to długotrwały stan, w którym występuje obniżenie sprawności funkcji fizycznych, psychicznych, intelektualnych lub sensorycznych, które na skutek barier istniejących w środowisku życia osoby z niepełnosprawnością uniemożliwiają branie pełnego udziału w życiu społecznym na równi z osobami sprawnymi. Jednym z rodzajów niepełnosprawności może być dysfunkcja wzroku. Dążąc do przystosowania obiektów i ułatwienia życia osobom z tym rodzajem niepełnosprawności wykorzystuje się różnego rodzaju udogodnienia i techniki:

- Naniesienie oznaczeń brajlowskich;
- Wprowadzenie symboli i oznaczeń wypukłych;
- Elektryczne lub elektroniczne udźwiękowanie;
- Powiększanie oznaczeń tekstowych lub powiększanie obiektów;

- Likwidacja barier urbanistycznych i architektonicznych;
- Dopasowanie do uwarunkowań anatomicznych.

Przykładowe, przystosowane obiekty dla osób z dysfunkcją wzroku zaprezentowano na rysunkach 1A-1E.

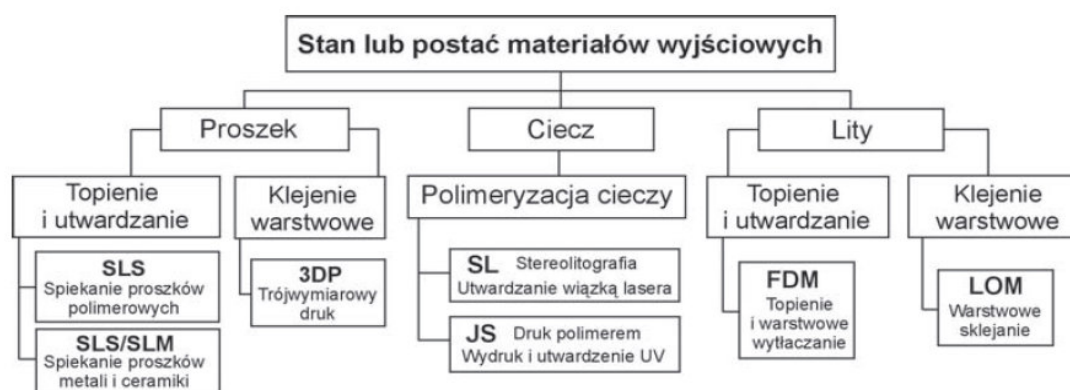


Rys. 1. Przedmioty z naniesionym kodem Braille'a: A) Moneta NBP "100-lecie Towarzystwa Opieki nad Ociemniałymi" - zdobyła drugie miejsce w konkursie Coin Constellation 2012 w kategorii „unikalny pomysł” [1], B) klawiatura numeryczna [2], C) telefon komórkowy dla niewidomych tzw. Braille Phone [3], D) nakładka na klawiaturę [4], E) koncepcja myszy brajlowskiej [5]

Aktywizacja osób niepełnosprawnych często wymaga dedykowanego dla nich sprzętu, którego ceny bywają kilkunastokrotnie wyższe od cen urządzeń podstawowych. Przykładem możliwej personalizacji jest zaprojektowanie modyfikacji urządzenia peryferyjnego oznakowanego alfabetem Braille'a w oparciu o standardowe podzespoły elektroniczne. Wykorzystanie technologii druku trójwymiarowych rzeczywistych elementów pozwala na ekonomiczną i ergonomiczną personalizację urządzenia dostępnego na rynku, poprzez jego odpowiednią modyfikację. Wydruk 3D wchodzi w skład technik szybkiego prototypowania (RP - ang. rapid prototyping) stosowanych do wykonania modeli fizycznych na bazie trójwymiarowej dokumentacji sporządzonej w dowolnym systemie CAD bez użycia narzędzi czy też form odlewniczych. RP to wytwarzanie prototypów, za pomocą komputerowego wspomaganie projektowego, które pozwala ocenić produkty pod względem jakości i przydatności do użytkowania przed wprowadzeniem ich do masowej produkcji. Możliwość szybkiego wytwarzania prototypów w dzisiejszym świecie jest bardzo korzystnym rozwiązaniem, umożliwiającym minimalizację kosztów produkcji i wdrożenia nowego produktu, a także pozwalającym personalizować wyrób do indywidualnych potrzeb użytkownika, również dla osób dysfunkcyjnych. Przystosowanie może polegać na dostosowaniu kształtów do

budowy anatomicznej użytkownika, jak również umieszczeniu odpowiednich oznaczeń w alfabecie Braille'a.

Wydruk trójwymiarowych rzeczywistych brył modeli zaprojektowanych w systemach CAD odbywa się poprzez nakładanie warstw materiału w jednej z kilku technologii, które opierają się na tych samych podstawach, różnią się jednak w sposobie powstawania warstw [6,7,8]. Podział metod przyrostowych RP ze względu na stan lub postać wykorzystanych materiałów zaprezentowano na rysunku 2. W tabeli 1 zaprezentowano udział procentowy najczęściej stosowanych i dostępnych obecnie metod szybkiego prototypowania.



Rys. 2. Podział metod szybkiego prototypowania [9]

Tabela 1. Metody RP na rynku szybkiego prototypowania [10]

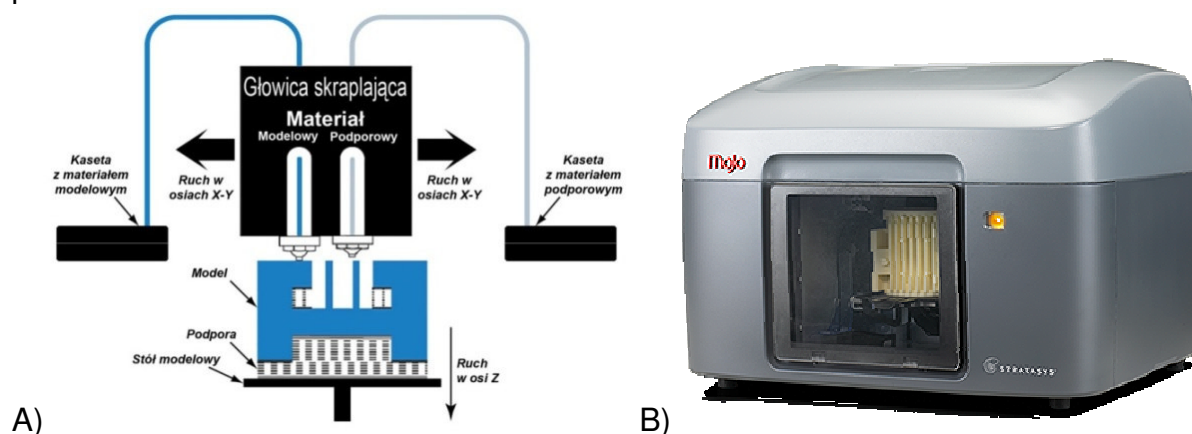
Metoda szybkiego prototypowania			Udział w rynku, %
Oznaczenie	Nazwa angielska	Nazwa polska	
JS	Jetting System	Drukowanie 3D polimerem	27,8%
SLS	Selective Laser Sintering	Selektywne spiekanie laserowe	24,1%
SLA	Stereolithography	Stereolitografia	9,3%
FDM	Fused Deposition Modeling	Modelowanie ciekłym tworzywem	7,4%
3DP	Three Dimensional Printing	Drukowanie 3D na proszku	6,4%

Na potrzeby niniejszej pracy zastosowano drukowanie w technologii FDM, która:

- wykorzystuje różne tworzywa sztuczne, charakteryzujące się wysoką wytrzymałością mechaniczną oraz termiczną,
- pozwala uzyskać dokładnie odwzorowany model, który staje się funkcjonalną częścią w momencie zakończenia pracy urządzenia (szybki czas wytwarzania),

- daje możliwość korzystania z urządzeń w otoczeniu biurowym ze względu na brak szkodliwych dla zdrowia czynników.

Metoda FDM polega na warstwowym nakładaniu przez dwu dyszową głowicę, rozpuszczonego materiału modelowego i podporowego nanoszonego na przemian, według przekrojów utworzonych na podstawie modelu (Rys. 3A.). Powstały wydruk wiernie odwzorowuje wirtualny projekt. Drukarki 3D modelujące techniką FDM mogą budować elementy o ściankach mających grubość 0,6 mm, a minimalna średnica walca jaki można wydrukować to 0,75 mm. Prototypy FDM łatwo można poddać obróbce, np. szlifowaniu, wierceniu, malowaniu, chromowaniu, można również łączyć elementy w większe modele poprzez klejenie. Co ważne wytrzymałość takiej spoiny jest większa niż wytrzymałość przedmiotu wydrukowanego [11]. Wydruk myszki przeprowadzono na drukarce 3D Mojo Stratasys (Rys. 3B.), której parametry przedstawiono w tabeli 2.



Rys. 3. Rysunki: A) schemat pracy maszyny modelującej w technologii FDM [12], B) drukarka 3D Mojo Stratasys [13]

Tabela 2. Parametry drukarki Mojo Stratasys [14]

Komora robocza	127 x 127 x 127 (mm)
Materiały modelowe	Tworzywo ABSplus™(kolor kremowy)
Rodzaj materiału podporowego	WaterWorks™
Warstwy modelowe	0,178 (mm)

Stosowany w drukarce Mojo materiał ABSplus używany w wydruku 3D jest o 40 procent bardziej wytrzymały niż standardowe tworzywo ABS. Idealnie nadaje się do modelowania koncepcyjnego, budowania funkcjonalnych prototypów oraz narzędzi produkcyjnych i użytecznych części. Połączenie materiału ABSplus z systemami produkcyjnymi Fortus daje możliwości tworzenia prawdziwych części.

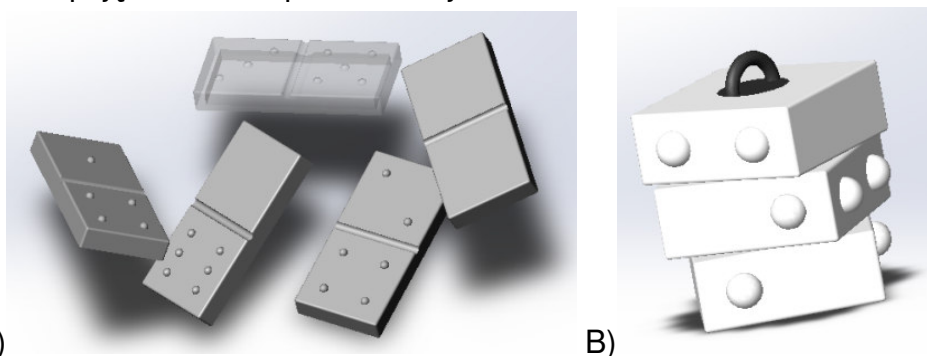
W wydruku 3D dla pozostałych technik wydruku i różnych typów drukarek stosuje się różnorodne materiały eksploatacyjne, które zaprezentowano w tabeli 3 celem porównania ich parametrów wytrzymałościowych.

Tabela 3. Parametry wytrzymałościowe materiałów eksploatacyjnych [10]

Metoda	Materiał	Wytrzymałość na rozciąganie, [MPa]	Twardość Shore'a	Gęstość w stanie stałym, [g/cm ³]
Drukowanie 3D polimerem	Żywica Vero	49,8	83,0	1,174
Selektywne spiekanie laserowe	PA 2200	45	77,6	0,95
Stereolitografia	Żywica epoksydowo – akrylowa SL 5170	31	85	1,22
Stereolitografia	Żywica epoksydowo – akrylowa Accura 25	38	80	1,19
Modelowanie ciekłym tworzywem	ABSplus	36	76	1,04
Modelowanie ciekłym tworzywem	Poliwęglan	55	87	1,06

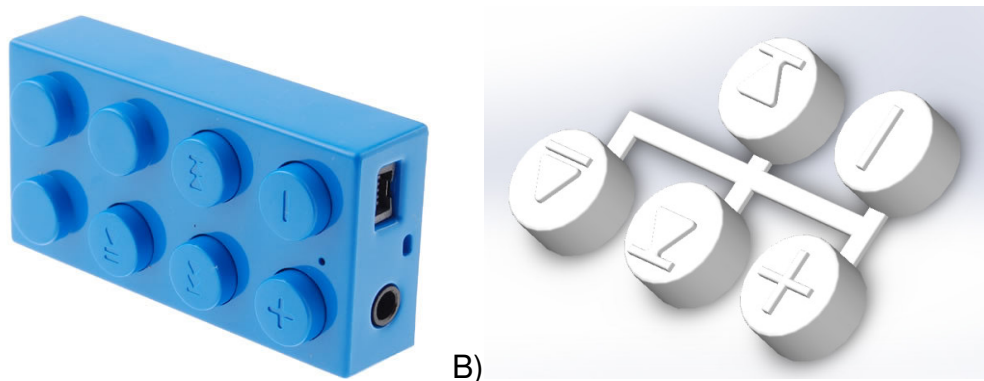
2. CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

W początkowym etapie pracy zamodelowane zostały ubrajlowione zabawki i pomoce dydaktyczne dla osób z dysfunkcją wzroku. Na rysunkach 4A. i 4B. przedstawiono autorską koncepcję domina i uproszczonej kostki Rubika.



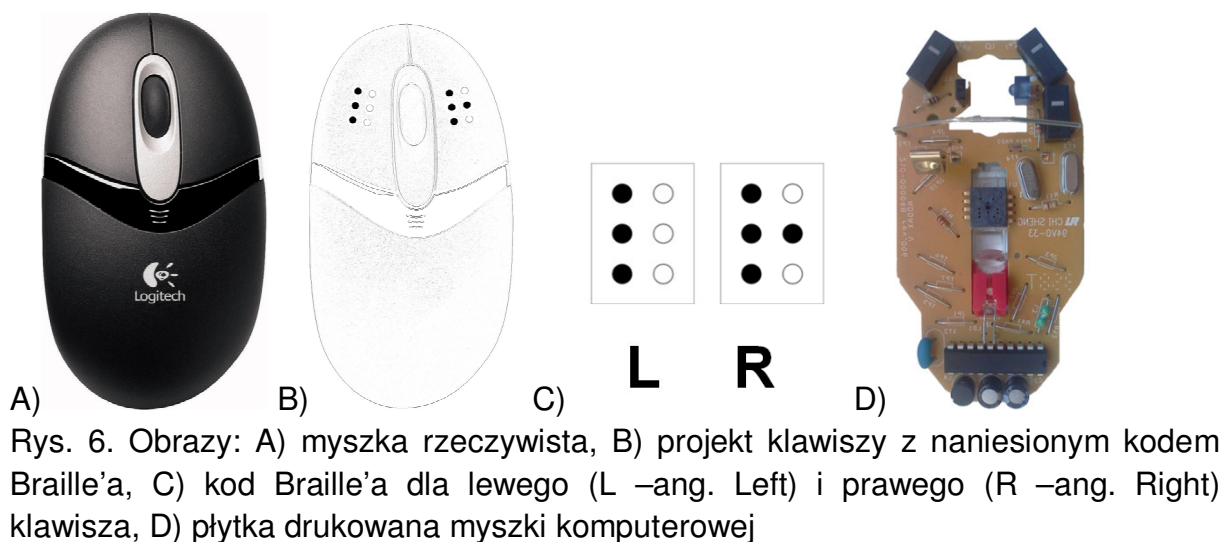
Rys. 4. Autorskie ubrajlowione zabawki: A) domina, B) uproszczona kostka Rubika

Zaproponowano również modyfikację klawiszy urządzenia Lego MP3 (Rys. 5A i 5B) służącego jako odtwarzacz muzycznych plików dźwiękowych i odtwarzacz książek audio.

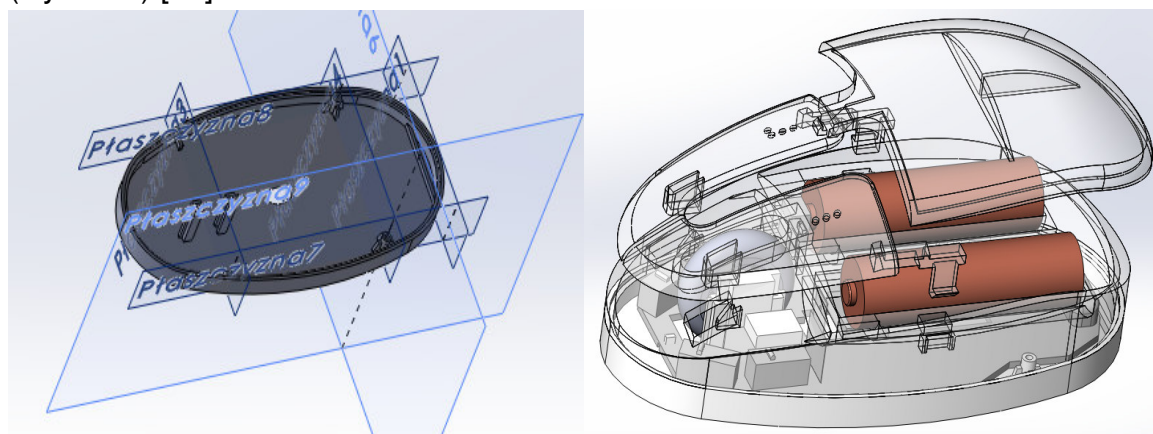


Rys. 5. Rysunek: A) urządzenie Lego MP3 [15], B) autorska propozycja modyfikacji klawiatury przystosowana dla osób z dysfunkcją wzroku

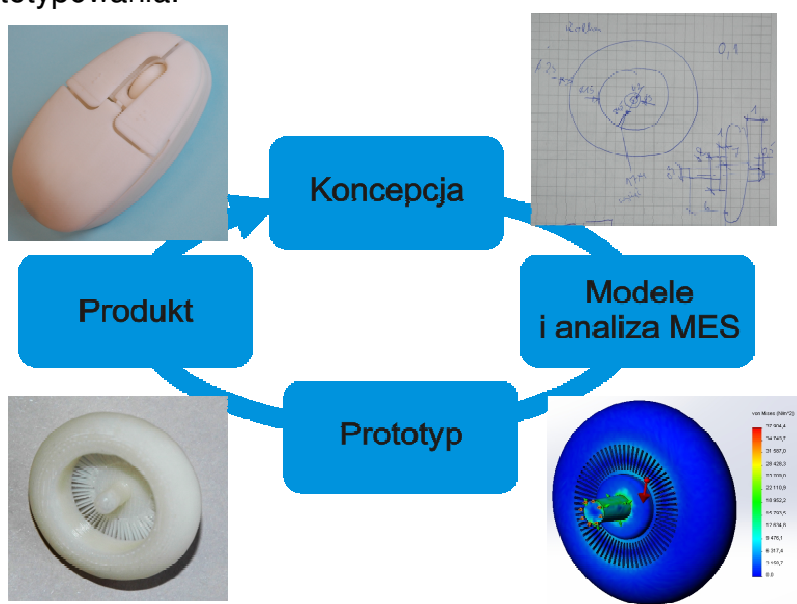
Komercyjne myszki komputerowe dla osób dysfunkcyjnych są często urządzeniami drogimi i nie ergonomicznymi, dlatego powstała koncepcja taniej i łatwej w produkcji modyfikacji myszki z naniesionym kodem Braille'a na klawiszach funkcyjnych. Pracę nad projektem prototypu myszki komputerowej dla osób dysfunkcyjnych rozpoczęto od ustalenia koncepcji i realizacji projektu wstępnego. Podstawowym modelem (Rys. 6A.) była bezprzewodowa mysz Logitech X110. Urządzenie na którym się wzorowano poddano modyfikacjom (Rys. 6B.) poprzez naniesienie odpowiedniego kodu Braille'a (Rys. 6C). W wydrukowanym modelu wykorzystano płytę laminatową (Rys. 6D.) wyciągniętą z modelu bazowego.



W aplikacji typu CAD wykonane zostały trójwymiarowe modele myszki, a także analizy metodą elementów skończonych (MES), celem utworzenia jak najbardziej optymalnego, trójwymiarowego prototypu myszki. Wykorzystanym oprogramowaniem była aplikacja SolidWorks. Poszczególne elementy modelu, które poddane zostały analizie numerycznej MES wykazały miejsca występowania największych naprężeń, w których model narażony jest na uszkodzenie. Wszystkie zamodelowane i przeanalizowane elementy urządzenia (Rys. 7A.) zostały złożone w jedną całość (Rys. 7B.) [16].

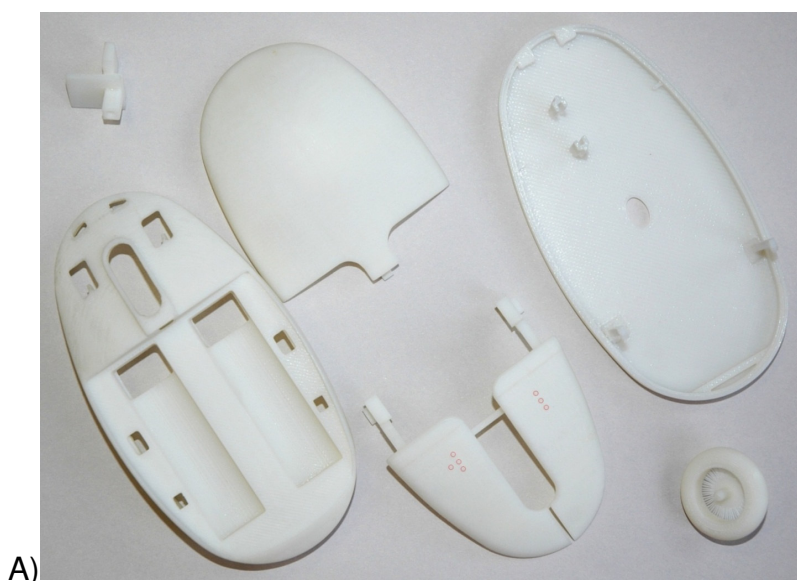


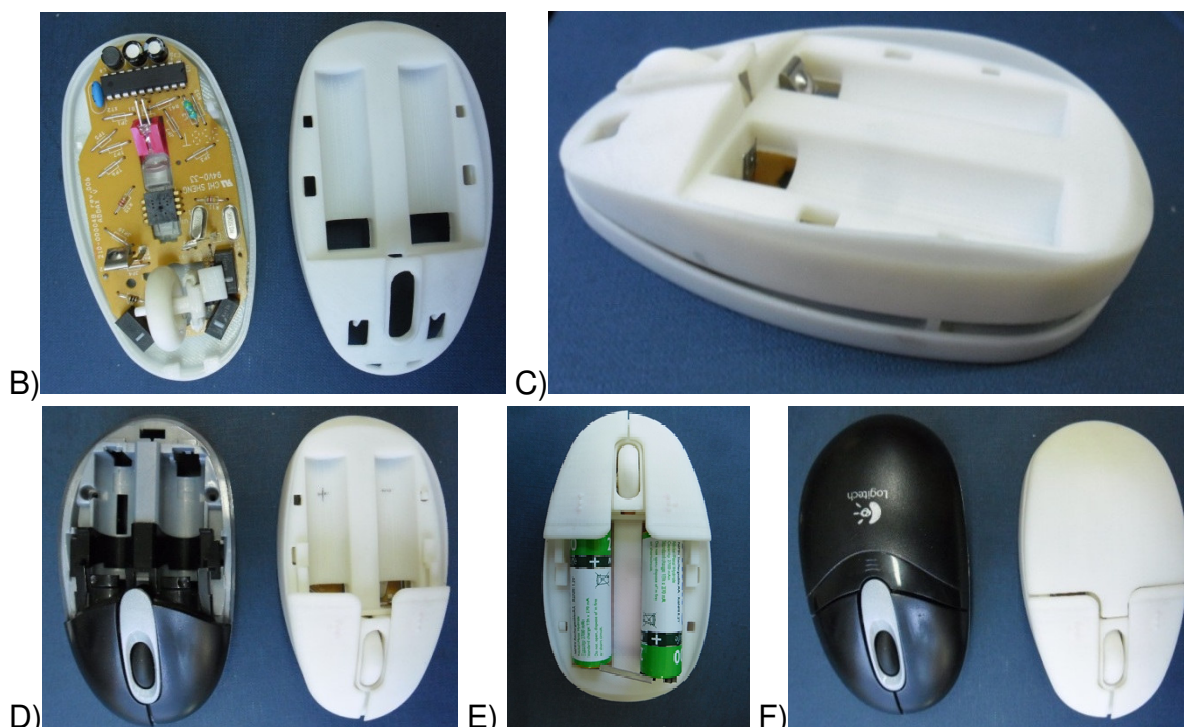
Praca została wykonana zgodnie z przedstawionym na rysunku 8. schematem szybkiego prototypowania.



Rys. 8. Schematem szybkiego prototypowania

Wydruk zrealizowano za pomocą drukarki 3D Mojo firmy Stratasys, która umożliwia budowanie modeli 3D z wykorzystaniem tworzywa sztucznego ABSplus w kolorze kremowym w technologii FDM. Zastosowanie warstwy przyrostowej 0,178 mm pozwala drukować modele z najwyższą precyzją przy zachowaniu wytrzymałości i trwałości wydrukowanych elementów. Dzięki temu wydruki stają się nie tylko doskonałym narzędziem umożliwiającymi testowanie produktów przez osoby dysfunkcyjne, ale mogą mieć zastosowanie w wielu dziedzinach życia. Gotowe elementy myszy komputerowej, a także jej złożenie zaprezentowano na rysunkach 9A-9F.





Rys. 9. Zdjęcia poszczególnych etapów składania myszki: A) wydrukowane elementy spersonalizowanego urządzenia, B) montaż płytki drukowanej, C) składanie elementów myszki, D) porównanie modelu drukowanego z oryginalnym, E) umieszczenie zasilania, F) gotowe urządzenie

WNIOSKI

Działając przeciw społecznemu wykluczeniu osób niepełnosprawnych aktywizujemy je dostosowując obiekty i urządzenia dla ich potrzeb i możliwości wykorzystania. Adaptacja może polegać na zmianie kształtu, rozmiaru oraz ubrajlowieniu przedmiotów używanych na co dzień. Powyższy postulat można zrealizować za pomocą wykorzystania nowoczesnych technik projektowania CAx i szybkiego prototypowania (RP). Autorzy udokumentowali powyższą tezę personalizując peryferia komputerowe na przykładzie myszki oraz koncepcyjnych modeli zabawek i urządzeń. Analizując kwestię ekonomiczną należy zwrócić uwagę na fakt, iż koszt dostępnych na rynku spersonalizowanych urządzeń dla osób z dysfunkcją wzroku jest bardzo wysoki (np. mysz komputerowa Handshoe Mouse to wydatek rzędu 850zł), natomiast wydruk 3D i zastąpienie samych klawiszy to koszt kilkudziesięciu złotych. Użyty w projekcie materiał z którego wydrukowana została myszka z naniesionym kodem brajlowskim spełnia odpowiednie warunki wytrzymałościowe potrzebne do prawidłowego funkcjonowania urządzenia z tego powodu w artykule pominięto obliczenia wytrzymałościowe.

Podziękowania.

Za nieodpłatny wydruk elementów składowych urządzenia. Autorzy składają serdeczne podziękowanie Firmie ProSolutions Majewscy Sp. j. 08-450 Łaskarzew, ul. Dąbrowska 33.

LITERATURA

1. <http://www.skarbiecmennicy.pl/polecane/10-zl-100-lecie-tow-opieki-nadociemn.html>
2. <http://www.ebay.com/itm/DIEBOLD-ATM-KEYBOARD-w-BRAILLE-PN-19019062000R-/260610824394?autorefresh=true>
3. <http://www.mobile-internet.pl/Tagi,1,10634,Komorka-dla-niewidomych>
4. <http://www.a2i.co.uk/products-page/computer-access/braille-keyboard-cover/>
5. <http://anton.gdnm.org/files/2011/11/Braille-mouse-concept.jpg>
6. Chlebus E.: Innowacyjne technologie Rapid Prototyping/Rapid Tooling w rozwoju produktu, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2003.
7. Bubicz M.: Raport: szybkie prototypowanie cz. I, Projektowanie Konstrukcje Inżynierskie, nr 4/2008.
8. Ashley S.: Rapid prototyping systems. Systemy szybkiego wykonywania prototypów. Mechan.Eng., 1991, t. 113, nr 4.
9. <http://grzegorzbudzik.sd.prz.edu.pl/pl/67/art4140.html>
10. Budzik G., Pająk D., Magniszewski M., Budzik W.: Metody szybkiego prototypowania, Stal-Me-tale & Nowe Technologie 1-2/2011, s 78-79.
11. http://www.drukowanie3d.com.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=41&Itemid=30
12. http://www.prosolutions.com.pl/dokument/83/technologie_fdm.html
13. <http://www.mojo3d.pl/drukarka-3d-mojo>
14. <http://www.mojo3d.pl/specyfikacja-systemu>
15. http://www.newlaunches.com/archives/lego_mp3_player.php
16. Babiuch M.: SolidWorks 2006 w praktyce, Helion, 2007.