

Sylwia ŁAGAN, Małgorzata MARCINKOWSKA, Zakład Mechaniki Doświadczalnej i Biomechaniki, Politechnika Krakowska, Kraków

PROJEKTOWANIE WKŁADEK ORTOPEDYCZNYCH Z WYKORZYSTANIEM SYSTEMÓW INŻYNIERSKICH

Streszczenie: Komputerowe wspomaganie projektowania oraz komputerowe wspomaganie wytwarzania stają się systemami inżynierskimi aplikowanymi na potrzeby ortopedii. W pracy przedstawiono metodę pomiaru wysokości łuku stopy w celu przygotowania wkładek ortopedycznych. Uzyskane wyniki pomiarowe wykorzystano do wygenerowania trójwymiarowego komputerowego modelu wkładki ortopedycznej.

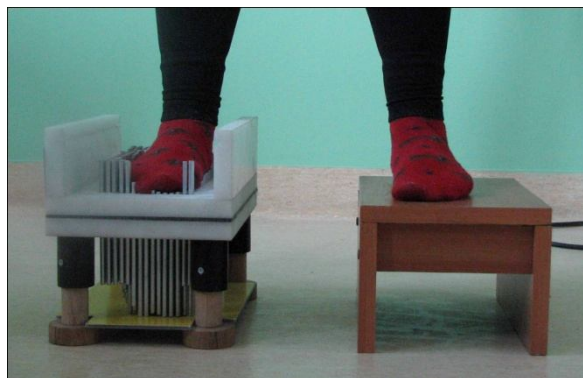
1. WSTĘP

Współczesne społeczeństwo zмага się z licznymi dolegliwościami natury ortopedycznej, mogącymi znacznie obniżyć komfort życia. Noszenie wkładek ortopedycznych jest dobrym uzupełnieniem terapii i pozwala na zredukowanie dolegliwości bólowych. Najlepszym rozwiązaniem jest wykonanie wkładki dopasowanej indywidualnie do pacjenta, gdyż patologie stóp mogą się znacznie od siebie różnić. Dzięki zaawansowanym systemom inżynierskim istnieje możliwość zaprojektowania pomocy medycznych indywidualnie [1,3].

W poniższej pracy przedstawiono poszczególne etapy projektowania wkładek przy pomocy systemów inżynierskich. Omówiono także wady i zalety podanej metody oraz ewentualne możliwości jej ulepszenia.

2. METODYKA PRACY

Pierwszym etapem pracy było wyselekcjonowanie osób z płaskostopiem podłużnym na podstawie badań podoskopowych i plantokonturograficznych, które następnie zostały poddane badaniu wysokości sklepienia stopy na przyrządzie kołeczkowym Matthiasa. Badanie dostarcza nam informacji na temat płaskostopia podłużnego, natomiast na jego podstawie nie możemy ocenić płaskostopia poprzecznego lub innych wad. W oparciu o wyniki pomiarów został wykonany trójwymiarowy model wkładki w programie Catia V5R19.

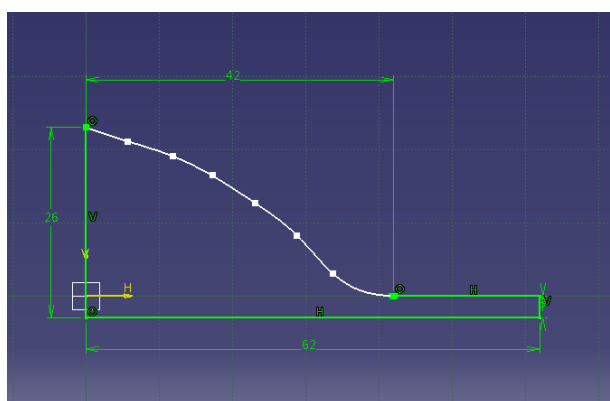


Rys.1. Badanie na przyrządzie Matthiasa

3. WYKONANIE PROJEKTU

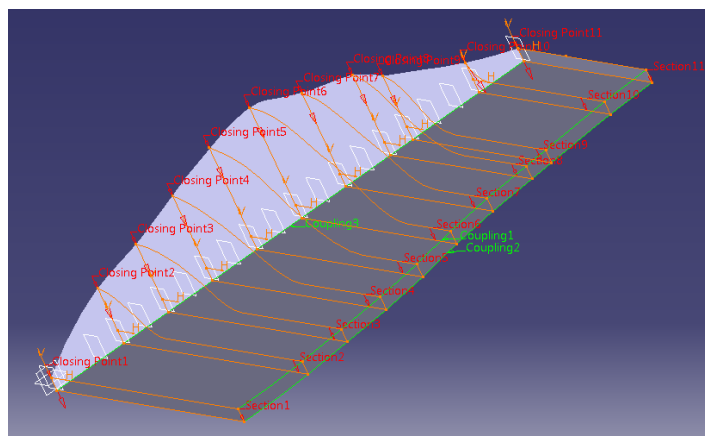
Pierwszym krokiem w wykonaniu projektów poszczególnych wkładek dopasowanych indywidualnie było utworzenie kilkunastu równoległych płaszczyzn w sekcji Plane Definition za pomocą funkcji Offset from Plane, w której definiuje się również odległości między kolejnymi płaszczyznami. Na każdej z płaszczyzn został wykonany przekrój, rozmiarami odpowiadający części stopy, w której docelowo się znajdował. Rysunki przekrojów wykonano w module Sketcher za pomocą opcji Spline oraz Line. Funkcja Spline umożliwia wykonanie krzywej za pomocą kilku punktów. Aby wkładka pełniła funkcję nie tylko podpierającą, ale też korygującą konieczne było uniesienie sklepienia. Pożądaną wysokością sklepienia jest 25 [mm], jednak nie można unieść wysklepienia o więcej niż 10 [mm]. Nadmierne uniesienie podbicia stopy prawdopodobnie by skutkowało dolegliwościami bólowymi a w konsekwencji zaniechaniem terapii przez pacjenta.

W celu zlikwidowania ostrych krawędzi (karów) pomiędzy wypukłą częścią wkładki a częścią płaską zastosowana została opcja Tangency z sekcji Constraint Definition. Przed wybraniem tej opcji konieczne jest narzucenie więzów wymiarowych, aby przy tworzeniu stycznych, program automatycznie nie przesunął niektórych charakterystycznych elementów geometrycznych względem układu współrzędnych.



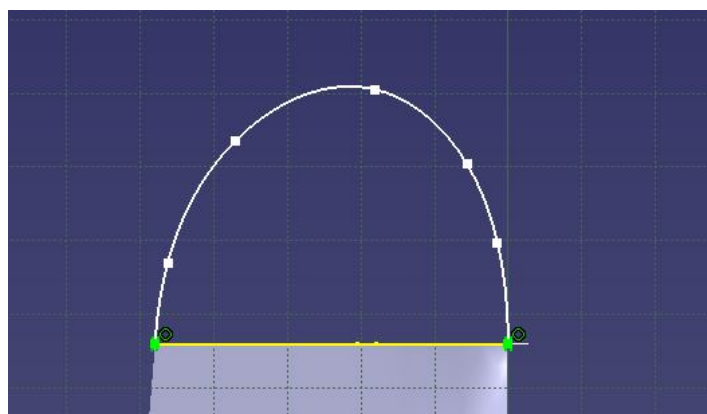
Rys. 2. Przekrój po zastosowaniu funkcji Tangency

Na każdej płaszczyźnie utworzono przekrój o odpowiednich wymiarach. Końcowy przekrój po obu stronach jest prostokątem o grubości równej grubości płaskiej części wkładki (przyjęto grubość równą 3 [mm]). Dzięki funkcji Multi-section Solid z przekroi można utworzyć bryłę.



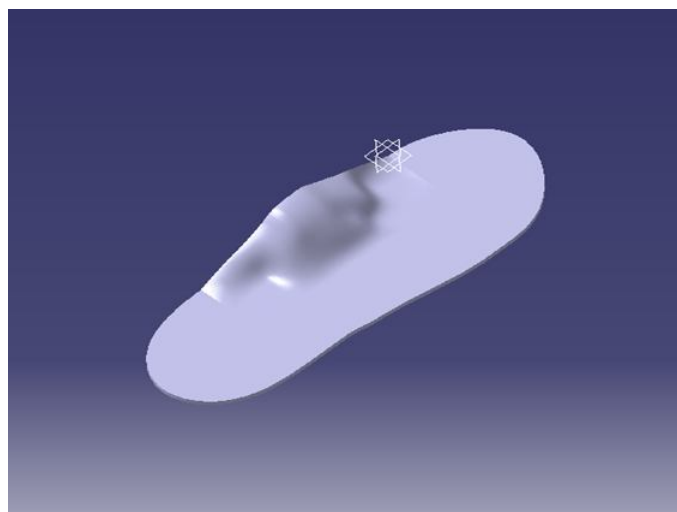
Rys. 3. Bryła odpowiadająca środkowej części wkładki

Po wykonaniu części korygującej śródstopie należy wykonać części pod piętę i palce. Te części nie korygują stopy, mają za zadanie jedynie jej podpieranie.



Rys. 4. Kontur części piętowej

Następnym krokiem jest uformowanie odpowiedniego kształtu całej wkładki. Istnieje możliwość narzucenia więzów wymiarowych, aby całkowita długość wkładki zgadzała się z faktycznym rozmiarem stopy osoby, dla której jest projektowana. Na koniec nadajemy szkicowi stopy trzeci wymiar, definiując grubość wkładki [2,4].



Rys. 5. Gotowy projekt wkładki

4. WNIOSKI

Z pewnością podstawową zaletą projektowania wkładek w systemie CAD jest duża dokładność powstałego projektu, a także możliwość zmodyfikowania go w przypadku gdyby wykonana wkładka nie była wystarczająco komfortowa dla pacjenta (np. zbyt wysokie wysklepienie). Ponadto można wykonać niektóre modyfikacje bez konieczności wykonywania kilku prototypów. Można np. wykonać kilka wariantów i wykonać wkładkę według projektu najlepiej zaopiniowanego np. przez lekarza. Główną wadą wykonywania wkładki w programie CATIA (czy innym tego typu) jest duża czasochłonność wykonania projektu, a co za tym idzie wysoka cena, zwłaszcza że projekt może wykonać jedynie osoba wystarczająca zaznajomiona z projektowaniem wspomaganym komputerowo. Ponadto licencja na tego typu programy jest bardzo droga.

Niewątpliwie dużą zaletą projektowania wspomaganego komputerowo jest możliwość wykonania różnych wariantów tej samej wkładki: pełna, wkładka $\frac{3}{4}$, wkładka podpierająca łuk poprzeczny.

W przyszłości należy opracować metodę automatycznego zbierania i konwertowania wyników pomiaru na przyrządzie Matthiasa i przesyłanie ich bezpośrednio do programu. Warto spróbować skrócić proces projektowania poprzez, np. stworzenie bibliotek elementów wkładek, które nie ulegają zmianie (palcowa i piętowa) zgodnie z rozmiarami stóp.

5. LITERATURA

- [1] Będziński R., Biomechanika inżynierska. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997,
- [2] Duda J., Wspomagane komputerowo generowanie procesu obróbki w technologii mechanicznej,; Monografia 286; Wydawnictwo PK, Kraków 2003,
- [3] Kromka-Szydek M., Łagan S., Podstawy rehabilitacji i zaopatrzenia ortotycznego, Dział Poligrafii Politechniki Krakowskiej, Kraków 2011,
- [4] Mrzygłód M., Kuczek T., Projektowanie konstrukcji 3D w programie CATIA V5, Dział Poligrafii Politechniki Krakowskiej, Kraków 2010.

COMPUTER AIDED DESIGN OF INNER SOLES