

# Projektowanie i drukowanie elementów zastępczych do maszyny typu flowpack

Opiekun: mgr Piotr Kaźmierczak

Wykonujący: Maciej Giza, Michał Karny,  
Arkadiusz Lewandowski, Adam Pilinda, Jędrzej Wardyn

11 Marca 2019

# 1 Cel projektu

Celem projektu było dokładne zwymiarowanie istniejącego elementu maszyny typu flow-pack, a następnie zaprojektowanie go do wydruku na drukarce 3D. Projekt był realizowany we współpracy z zewnętrzną firmą komercyjną, która użyczyła pierwowzorów z własnej fabryki. Zaprojektowanie tej części do wydruku pozwala na znaczne obniżenie kosztów jej produkcji, co jest istotne przy przemysłowych ilościach w których jest ona wykorzystywana. W trakcie projektu złożono wizytę w fabryce, w celu zobaczenia środowiska pracy danego elementu. Projekt zrealizowano w przestrzeni Makerspace@UW.

# 2 Przebieg projektu

Zanim przystąpiono do projektu, każdy uczestnik projektu przystąpił do następujących szkoleń: Praktyczny druk 3D, Zaawansowany druk 3D oraz Projektowanie funkcjonalnych modeli 3D - Autodesk Inventor. Powyższe szkolenia miały nauczyć wykonujących: podstaw drukowania na drukarkach firmy Prusa, różnicach między właściwościami materiałów z których można drukować i obsługa drukarek Flashforge, modelowanie druku w programie Autodesk Inventor; wszystko dostępne w ramach Makerspace@UW.

Następnie został wybrany lider grupy (Jędrzej Wardyn), którego zadaniem było usprawnienie komunikacji oraz organizacja zadań. Pozwoliło to na równomierny podział prac, efektywne porozumienie z firmą komercyjną za pośrednictwem opiekuna, jak i szybką i produktywną konsultację wewnątrz grupy, w przypadku problemów z drukiem lub drukarkami, zbierając wszystkich. Szybka wymiana informacji w grupie pozwalała rozwiązać zaistniały problem.

Na początek przeprowadzono analizę wymiarową elementu otrzymanego z fabryki. Używając linijek i suwmiarek odwzorowano szerokości, długości, wielkości i pozycje otworów, jak i zewnętrzne wymiary części. Następnie, z użyciem programu do projektów 3D Autodesk Inventor Professional 2019 lub ogólnie dostępnego narzędzia Blender, każdy uczestnik projektu wykonał własną wersję modelu. Wszyscy wydrukowali przykładowy element na podstawie swojego projektu, używając do tego drukarek 3D firmy Flashforge oraz materiału ABS.

Niestety nie wszystkie elementy miały wystarczająco duże otwory, a te które udało się przetestować uległy rozpadowi po kilku godzinach, ze względu na słabą odporność prototypów na siły wywierane z zewnątrz przez maszynę pakującą. Aby zapobiec temu zjawisku, zwiększono wypełnienie drukowanych elementów z 70% do 100 %, pozbywając się tym samym powietrza wewnątrz modelu, które osłabiało strukturę. Dodatkowo zmieniono materiał na filament ColorFabb HT który, oprócz wyższej temperatury topnienia, posiadał lepsze właściwości do pracy z żywnością.

Przy pracy z filamentem ColorFabb HT uczestnicy projektu nauczyli się w sposób praktyczny zasad obchodzenia się z filamentem o wysokiej temperaturze topnienia (250 °C). Każdy poznał tajniki programu Slic3r, który jest wykorzystywany, aby przetłumaczyć model na instrukcje, które drukarka może odczytać i wykonać. Program pozwala ustawić warunki i właściwości druku, takie jak temperatura ekstrudera i stołu, grubości warstw oraz rodzaj i rozmieszczenie podpór.

Na tym etapie, wybrano dwa najlepsze projekty z poprzedniej serii (Arkadiusza Lewandowskiego i Michała Karnego), które następnie zostały poprawione wraz z komentarzami od współpracującej firmy. Wymagane to było, gdyż drukarki 3D nie drukują elementów z perfekcyjną dokładnością. Materiał zastygając poszerzał się, co miało wpływ na zaniżenie średnic

otworów. Objawiało się to np. w niemożności dopasowania niektórych śrub mocujących.

Materiał ColorFabb HT na początku pracy sprawiał duże problemy. Nie chciał się kleić do stolika drukarki, przez co po kilkunastu minutach druku odklejał się, zaburzając pracę drukarki. Rozwiązaniem tego problemu było zastosowanie kleju w sztyfcie, który pozwalał na rozprowadzenie kilkumilimetrowej warstwy kleju na powierzchni nagrzanego stolika, tworząc warstwę izolującą rozprowadzany przez ekstruder filament od stolika. Dzięki tej małej zmianie, jakość wydruku uległa znaczącemu polepszeniu.

Ostatni problemem, z którym miała do czynienia grupa pracująca nad opisywanym projektem, była jakość wystających fragmentów elementu. W związku z metodą zastosowania elementu w maszynie, nie mógł być on drukowany tak, aby całkowicie znajdował się nad powierzchnią stykającą do stolika. Wymagało to dodania podpór do wydruku, jednakowoż podpory generowane przez program PrusaControl nie dawały zadowalającego wydruku. Mimo iż element miał odpowiednie kształty, na jego powierzchni widoczne były wybrzuszenia (które w środowisku druku 3D znane są jako „nawis”) które nie tylko psuły estetyczny obraz obiektu, ale również były miejscem, gdzie zgromadzić się mogłoby przemieszczane jedzenie, co z czasem mogłoby popsuć element. Problem został rozwiązany poprzez zmiany ustawień podpór w Slic3r, pozwalając na poprawny wydruk elementów.

### 3 Podsumowanie

Po wyżej opisanych trudnościach, udało się uzyskać dokładność wydruku elementu pozwalającą na jego prawidłowe funkcjonowanie przez kilka dni. Pozwała to na stwierdzenie, że udało się uzyskać wytrzymałość porównywalną z wytrzymałością oryginalnej części, a tym samym spełnić wymagania Zespołowego Projektu Studenckiego.