

Fotogrametryczne opracowanie modelu wyrzutni rakiet Rheintochter

# Cyfrowa „Córka Renu”



Ubiegłoroczny 26. obóz naukowy w Łebie studentów Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH obfitował w liczne atrakcje i stanowił nie lada gratkę dla miłośników militariów.

## Wojciech Dziok

Członkowie Koła Naukowego Geodetów „Dahlta” wraz z opiekunami – dr inż. Agnieszką Pęską-Siwik oraz dr inż. Elżbietą Pastuchą – mieli do wykonania w trakcie obozu (19-25 sierpnia) dwa zadania. Tradycyjnie już, bo każdego roku, realizowany jest przez studentów pomiar ruchomej Wydmy Łąckiej na terenie Słowińskiego Parku Narodowego. Celem prac jest określenie zmian kształtu tego cudu przyrody nieożywionej oraz wyznaczenie jego rocznych przemieszczeń. Wydma Łącka jest obiektem unikatowym na skalę europejską i stanowi dogodny punkt obserwacyjny nadmorskiego krajobrazu. Z wieloletnich badań wynika, że przemieszcza się w kierunku wschodnim z prędkością od kilku do kilkunastu metrów na rok.

Natomiast nowym i nietypowym zadaniem, przed którym stanęli studenci, było fotogrametryczne opracowanie modelu wyrzutni rakiet Rheintochter (z niem. „Córka Renu”) znajdującej się w Muzeum Wyrzutni Rakiet w Rąbce, dzielnicy Łeby. Muzeum położone jest na terenie dawnego niemieckiego poligonu rakietowego powstałego w 1940 r. Rakieta Rheintochter to kierowany po-

*Rozklejanie fotopunktów na rakiemie*



Uczestnicy obozu Łeba 2018

cisk ziemia-powietrze opracowywany od 1941 r. do początków 1945 r. Program ten ostatecznie anulowano z powodu braku perspektyw rozwoju i pocisk nigdy nie został wykorzystany bojowo przez III Rzeszę. Muzeum szczytu się również wieloma innymi eksponatami, m.in. zabudowaniami z czasów II wojny światowej oraz całą gamą rakiet z różnych okresów. Uwagę przykuwa ponadto bogata kolekcja militariów.

### • Rakieta w obiektywie

Pomiary na terenie muzeum – po ustaleniu z dyrekcją placówki – zaplanowano na 5. dzień obozu. Pogoda, niestety, nie sprzyjała, ale dobre samopoczucie nie opuszczało przyszłych geodetów. „Córka Renu” umieszczona jest w niecce o średnicy około 10 metrów i głębokości 3 metrów. Bazując na wcześniejszym wywiadzie terenowym, postanowiono, że prace polowe zostaną podzielone na dwie części. Pierwsza obejmowała założenie i pomiar 3-punktowej osnowy pomiarowej w układzie lokalnym. W tym celu wykorzystano tachimetr Leica TCR407 oraz minilustrę tego samego producenta. Następnie na dostępnej powierzchni rakiety równomiernie rozklejono 20 fotopunktów, których współrzędne wyznaczono tachimetrycznie (pomiar bezlustrowy).

Część druga prac terenowych, fotograficzna, polegała na wykonaniu zdjęć obiektu umieszczonej na statywie lu-

strzanką cyfrową Nikon D5200 z obiektywem o ogniskowej 20 mm. Wyrzutnię rakiety sfotografowano z 37 stanowisk rozlokowanych co około 1 m wzdłuż krawędzi niecki. Na każdym stanowisku wykonano przynajmniej 3 zdjęcia, które swoim zasięgiem obejmowały górę, środek i dół wyrzutni. W związku ze zmienną aurą (mocne słońce na przemian z przelotnymi opadami) prace wydłużyły się o czas oczekiwania na odpowiednie oświetlenie obiektu. Łącznie wykonano około 150 fotografii.

Po zakończeniu kilkugodzinnych pomiarów zainteresowani studenci udali się z przewodnikiem na zwiedzanie Muzeum Wyrzutni Rakiet.

### • Modelowanie to wyzwanie

Po powrocie z Łeby nadszedł czas na opracowanie modelu wyrzutni, co wymagało dużego zaangażowania uczestników projektu. Zaczęto od wyrównania osnowy w programie C-Geo, a następnie obliczono współrzędne pomierzonych fotopunktów. Najsłabiej wyznaczony fotopunkt miał błąd współrzędnych na poziomie 5 mm. Kolejnym etapem było wyselekcjonowanie najlepszych zdjęć i zaimportowanie ich wraz z fotopunktami do oprogramowania Agisoft PhotoScan. Wtedy to rozpoczęła się najbardziej żmudna i czasochłonna część pracy, czyli ręczne wskazanie widocznych fotopunktów na każdym ze 111 wybranych zdjęć. Niestety, 20 fotopunktów

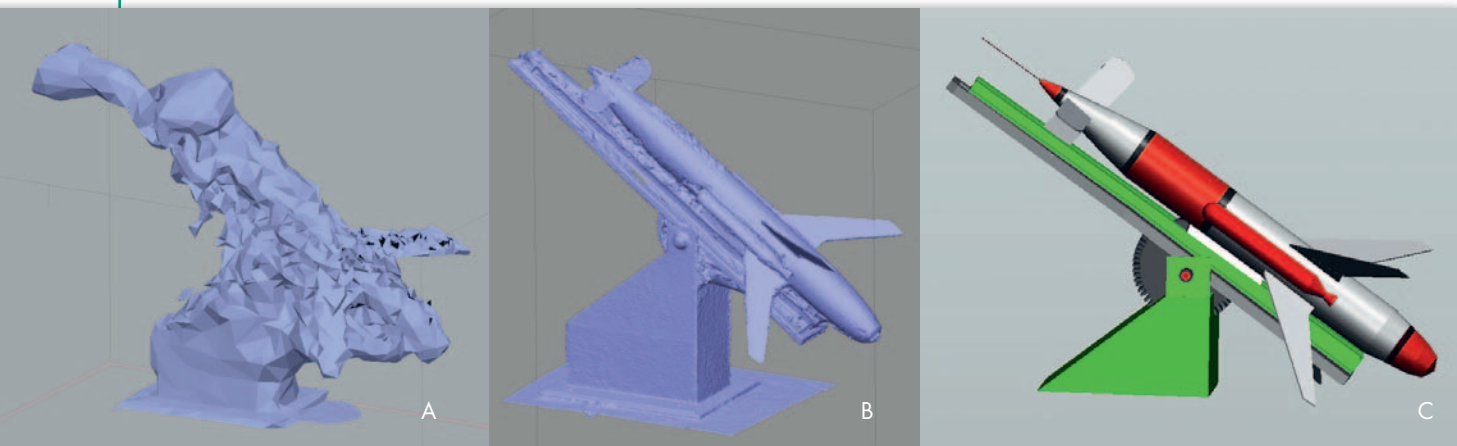
nie wystarczyło do tego, aby program mógł wygenerować prawidłową chmurę punktów. Zaistniała potrzeba wskazania dodatkowych 11 punktów wiążących (szczegóły wyrzutni).

Drugie podejście okazało się bardziej udane i program wygenerował gęstą chmurę (*dense cloud*). W kolejnym kroku na jej podstawie powstał składający się z trójkątów siatkowy model *mesh*. Efekt automatycznego przetwarzania zaskoczył chyba wszystkich... Obiekt na monitorze komputera był nieforemny, zupełnie do wyrzutni rakiet niepodobny, bardziej przypominał pomnik nadwiślańskiego Smoka Wawelskiego (rys. 1 A). Na szczęście zmiana parametrów przetwarzania, usunięcie błędnych punktów wiążących, ponowne wyrównanie zdjęć dla bardziej restrykcyjnych ustawień oraz powtórne wygenerowanie gęstej chmury i siatki *mesh* przyniosło zadowalające efekty. Cyfrowy model zaczął przypominać badany obiekt (rys. 1 B).

Wyrównanie zdjęć trwało 9 godzin (w tym czasie program znalazł automatycznie 440 tys. punktów wiążących), a wygenerowanie gęstej chmury (17 mln punktów) i modelu *mesh* (122 tys. trójkątów) – 8 godzin.

### • Zmiana koncepcji

Po krótkiej analizie postanowiono poprawić niedoskonały model w programie Meshmixer. Za jego pomocą m.in. załatanio dziury, wygładzono niektóre ele-



Rys. 1. A – wynik pierwszej nieudanej próby automatycznego wygenerowania modelu. B – model wygenerowany automatycznie po zmianach parametrów. C – model stworzony „ręcznie” w programie MicroStation

menty i usunięto te najbardziej zdeformowane z zamiarem zamodelowania ich w programie MicroStation na podstawie gęstej chmury punktów. Po zestawieniu przygotowywanego modelu z gęstą chmurą nastąpiła jednak nieoczekiwana zmiana planów. Porzucono pomysł uzupełnienia brakujących elementów i zdecydowano się na „ręczne” stworzenie modelu wyrzutni rakiet „od zera” tylko na bazie chmury punktów. Początkowe trudności związane z brakiem doświadczenia studentów w modelowaniu szybko przewyciężono. Obróbka każdego kolejnego elementu zajmowała coraz mniej czasu. Po kilkunastogodzinnych zmaganiach

ukończono prace w MicroStation, otrzymując jako produkt końcowy kolorowy model 3D wyrzutni (rys. 1 C).

W tym miejscu praca mogłaby się zakończyć, jednak postanowiono wyeksportować go z powrotem do programu AgiSoft i nałożyć teksturę ze zdjęć. Nadało to modelowi rzeczywisty, zgodny ze stanem faktycznym wygląd (rys. 2). Po dokładnym przyjrzeniu się można dostrzec błędy w teksturuwaniu, na powstanie których wpływ miały takie czynniki, jak dynamicznie zmieniająca się pogoda w czasie wykonywania zdjęć czy obiektów o zbyt krótkiej ogniskowej. Problemy napotkane w trakcie opracowa-

wania wyników pomiaru sprawiły, że studenci zyskali możliwość poznania większej liczby narzędzi do tworzenia i edycji modeli, a ta wiedza z całą pewnością zaowocuje w przyszłości.

## ● Projekt z potencjałem

Uczestnicy obozu zastanawiali się także nad pozanaukowym zastosowaniem efektu swoich prac. Rzeczywiste modele tego typu obiektów mogłyby zostać wykorzystywane przez twórców gier komputerowych o tematyce militarnej w celu jak najwierniejszego oddania historycznej scenarii gry. Inne zastosowanie to promocja muzeum. A w sklepie z pamiątkami ciekawym fantem byłaby... szklana kula z wyrzutnią rakiet w środku.

Zadowolającym efektem finalnym należało się pochwalić. Autor tego artykułu jako uczestnik projektu dotyczącego wyrzutni miał przyjemność przedstawić go na dwóch konferencjach naukowych: 59. Konferencji Studenckich Kół Naukowych Pionu Górniczego (Kraków, 6 grudnia 2018 r.), gdzie prezentacja ta zdobyła II miejsce, oraz IV Forum Uni-Biznes (Kraków, 7 grudnia 2018 r.). To jednak nie koniec – projekt zostanie zaprezentowany także na Międzynarodowym Seminarium Kół Naukowych w Olsztynie, które odbędzie się w dniach 11-12 kwietnia. Celem tych konferencyjnych wystąpień jest propagowanie wśród studentów zainteresowania fotogrametrią jako szeroką, pożyteczną i przyszłościową dziedziną geodezji.

Wojciech Dziuk  
KNG Dahlta



Rys. 2. Finalny model rakiety z nałożonymi teksturami