



Mariusz Milka
nurkuje nieopodal
wyspy Šćedro
w Chorwacji

Modele 3D z głębin

Fot. Ewelina Heil

Rozmawiamy z MARIUSZEM MILKĄ – instruktorem nurkowania i specjalistą z zakresu fotogrametrii podwodnej wykonującym trójwymiarowe modele zatopionych obiektów

DAMIAN CZEKAJ: Pandemia COVID-19 pozbawiła pana chwilowo pracy?

MARIUSZ MILKA: Koronawirus rzeczywiście pokrzyżował część planów. Wolny czas wykorzystałem jednak na opracowanie zdalnej wersji autorskiego kursu fotogrametrii lądowej i podwodnej. Prowadzę go już od paru tygodni przez internet dla osób z całego świata. Jak tylko zostanie otwarta baza nurkowa Nautica (<https://nautica.pl>) na chorwackiej wyspie Vis, to będę tam uczył osobiście. Dodam, że z wykształcenia jestem m.in. specjalistą z zakresu edukacji dorosłych.

Wcześniej ukończył pan podobne kursy fotogrametryczne?

Jestem samoukiem. Gdy kilka lat temu zaczynałem przygodę z fotogrametrią, kursów było niewiele, okazywały się drogie, stacjonarne i najczęściej gdzieś w USA. Uczyłem się więc, głównie eksperymentując. Dodatkowo czytałem fora i artykuły w sieci. Przy czym nie do końca wierzyłem tym autorom, którzy pisali, że czegoś nie da się zrobić. Podchodziłem do tego tak: to oni nie dali rady, a ja muszę przekonać się sam. No i dobrze na tym wyszedłem, bo w tej chwili nie ma wielu ludzi na świecie, którzy osiągają podobnie dobre rezultaty w fotogrametrii podwodnej, a jeśli już, to zwykle większym kosz-

tem niż ja. Angażują do tego liczne zespoły, roboty i inne drogie zabawki, podczas gdy ten sam efekt może uzyskać dwóch nurków z amatorskimi kamerkami sportowymi GoPro.

Jak długo pan nurkuje?

Od wielu lat. Na początku było to jedynie hobby, forma rekreacji. W ten sposób realizowałem też potrzebę odkrywania świata. Potem zawodowo zająłem się uczeniem nurkowania innych. Fotogrametria pojawiła się przy okazji. Zawsze pasjonowałem się fotografią, komputerami i nowymi technologiami. Kiedy dowiedziałem się, czym jest fotogrametria, zacząłem z nią eksperymentować najpierw na lądzie, a niedługo później pod wodą, gdzie odwzorowywanie dużych obiektów jest większym wyzwaniem, ale i przynoszącym większą satysfakcję.

Jaki był pierwszy obiekt podwodny, który pan zamodelował?

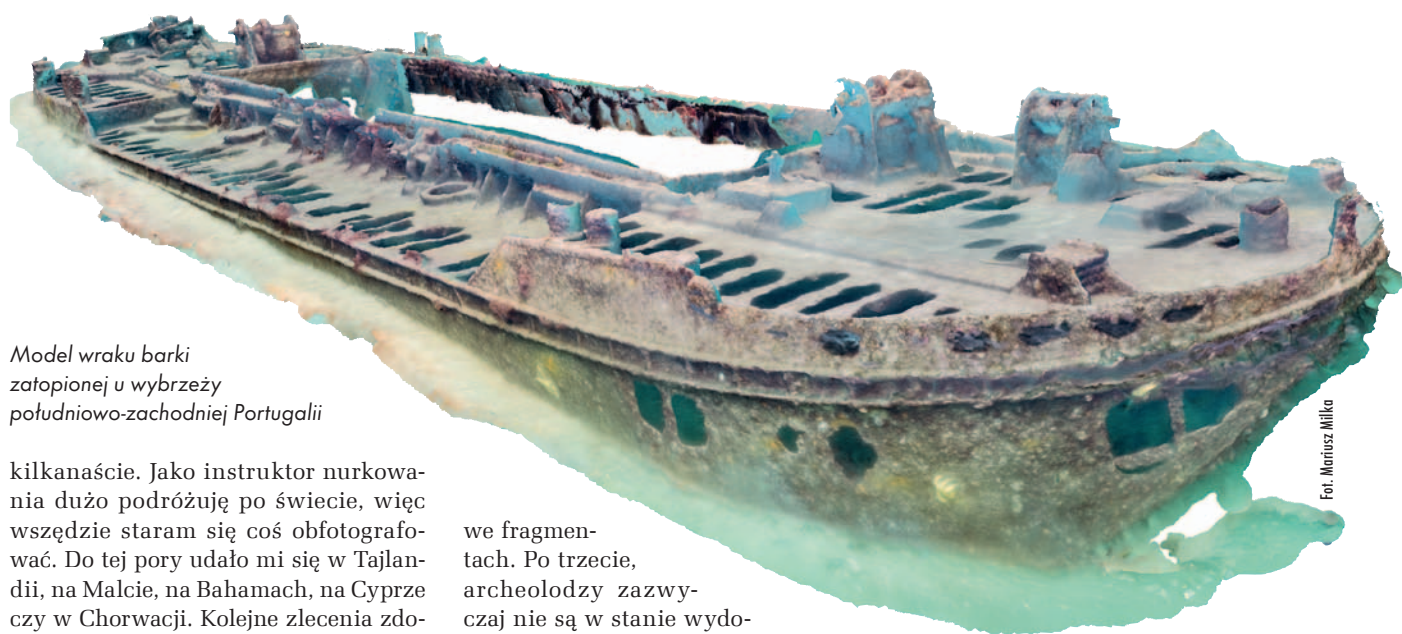
Był to wrak barki nieopodal małej miejscowości Burgau w południowo-zachodniej Portugalii. Tamten projekt był jednym wielkim eksperymentem. Nic nie wiedziałem o tej barce. Zabrała mnie tam koleżanka – przewodniczka nurkowa. Miałem ze sobą tylko kamerkę GoPro i dwie latarki. Nie dysponowaliśmy łódką. Najpierw trzeba było iść 100 metrów

po piasku w pełnym ekwipunku, a potem płynąć „z płetwy” do oddalonego o jakieś 300 m wraku. Był lekki prąd i bardzo słaba widoczność. W dodatku mniej więcej w połowie akcji koleżanka miała problem z wyrównaniem ciśnienia w uchu i musieliśmy się wynurzać, przez co nie wykonałem wszystkich fotografii. Za to wiele się nauczyłem. Od tego czasu przetwarzałem pozyskane wówczas zdjęcia już kilkakrotnie, wykorzystując coraz nowsze aplikacje i stosując nowe „sztuczki”, których się w międzyczasie nauczyłem.

Ostateczny model (<https://skfb.ly/THxY>) dobrze odwzorowuje kształt i kolory całego obiektu, a nawet średniej wielkości elementy, jak zębatki czy przyczępione do wraku rozgwiazdy. Niestety, nie widać tych najdrobniejszych szczegółów. Biorąc jednak pod uwagę bardzo ograniczoną widoczność, to i tak sukces. W końcu gołym okiem czy za pomocą kamery nie dało się zobaczyć wraku w całości. Jego model, nawet jeśli niekompletny, zawiera więc informacje niedostępne w inny sposób. Jest ich też wystarczająco dużo, aby w razie konieczności dorysować brakujące elementy.

Ile ma pan takich realizacji na koncie?

Małych obiektów nie liczę. Dużych, jak na przykład wraki, było co najmniej



Model wraku barki zatopionej u wybrzeży południowo-zachodniej Portugalii

Fot. Mariusz Milka

kilkanaście. Jako instruktor nurkowania dużo podróżuję po świecie, więc wszędzie staram się coś obfotografować. Do tej pory udało mi się w Tajlandii, na Malcie, na Bahamach, na Cyprze czy w Chorwacji. Kolejne zlecenia zdobywam przez kontakty osobiste, dzielenie się rezultatami prac w sieci oraz obecność w prasie. Mam też stronę na Facebooku, przez którą można się ze mną skontaktować.

Kim są zazwyczaj klienci zainteresowani modelami 3D?

Zlecenia otrzymuję głównie od centrów nurkowych potrzebujących dokładniejszych map wraków, na które zabierają nurków rekreacyjnych. Chodzi z jednej strony o lepszą promocję nurkowska, a z drugiej o zwiększenie bezpieczeństwa nurkowania poprzez wykorzystanie bardziej szczegółowych informacji wizualnych.

Nawiązałem też współpracę z chorwackimi archeologami, a inni archeolodzy oraz oceanografowie już się mną interesują. Muzea na całym świecie powoli wchodzi w wirtualną i rozszerzoną rzeczywistość. Skanują swoje najcenniejsze eksponaty i udostępniają je w sieci, często zupełnie za darmo, bo to nasze wspólne światowe dziedzictwo. Archeolodzy podwodni potrzebują modeli obiektów z kilku powodów. Po pierwsze, chcą udokumentować, co odkryli i w jakim to się znajduje stanie. Po drugie, mała przejrzystość wody nie pozwala czasem na podziwianie odkrycia w całej okazałości. Model fotogrametryczny odwzorowuje kompletny obiekt, który na własne oczy w głębinach widziało się tylko

we fragmentach. Po trzecie, archeolodzy zazwyczaj nie są w stanie wydobyc dużych obiektów podwodnych, a wielokrotne nurkowania sporo kosztują. Decydują się więc na prowadzenie dalszych badań na podstawie bardzo szczegółowego modelu 3D.

Pod wodą fotografuje pan sam?

Większość projektów jestem w stanie zrealizować samodzielnie. Jednak dla zwiększenia bezpieczeństwa zawsze nurkuję z kimś. Jeśli ta osoba potrafi robić zdjęcia podwodne, może mi pomóc. Jeśli nie, trzyma się blisko i mnie asekuje. Więcej osób to więcej zdjęć, więc skraca się czas fotografowania. Oczywiście pod warunkiem, że sobie wzajemnie nie przeszkadzają.

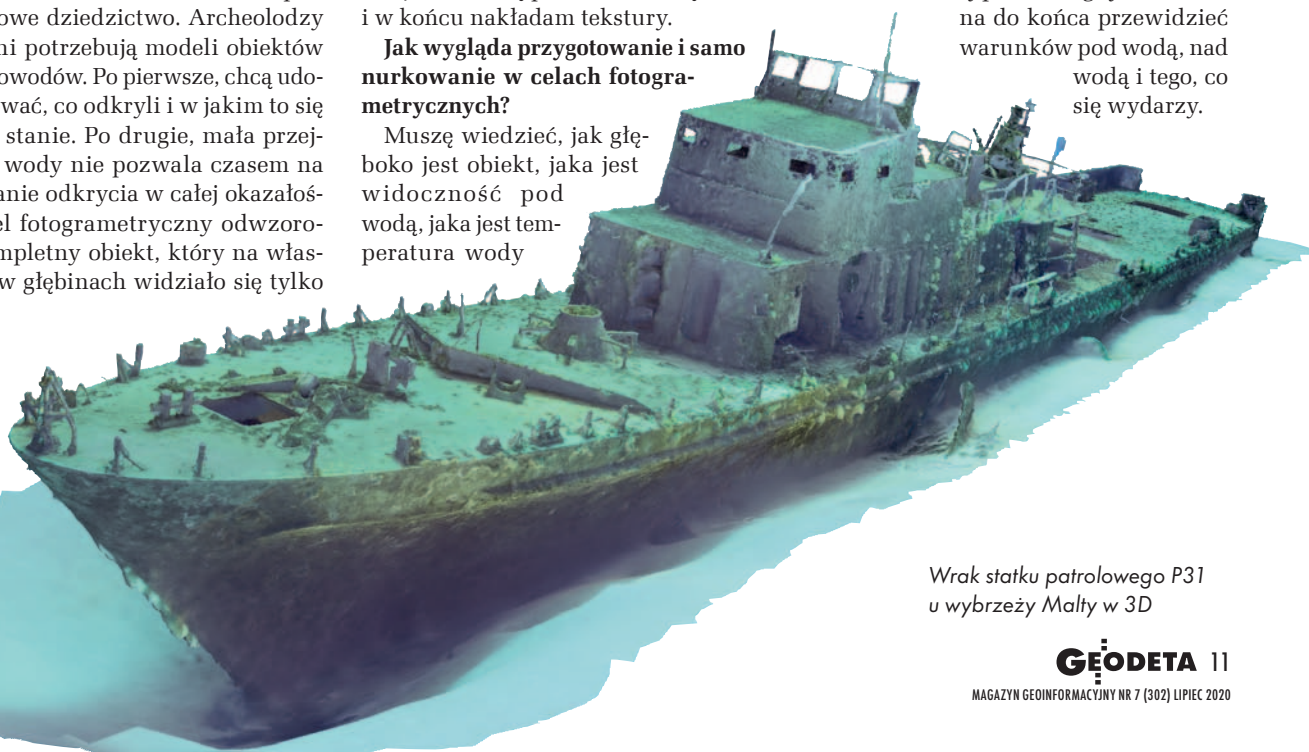
A co z przetwarzaniem zdjęć?

Za każdy projekt odpowiadam od początku do końca. Zajmuję się więc planowaniem, wykonaniem zdjęć i stworzeniem modelu. Do opracowania fotografii wykorzystuję oprogramowanie Agisoft Metashape Standard. Generuję w nim kolejno chmurę punktów, siatkę, model i w końcu nakładam tekstury.

Jak wygląda przygotowanie i samo nurkowanie w celach fotogrametrycznych?

Muszę wiedzieć, jak głęboko jest obiekt, jaka jest widoczność pod wodą, jaka jest temperatura wody

i czy występują prądy. Na tej podstawie planuję nurkowanie. Decyduję, czy nurkuję na zwykłym powietrzu, czy też potrzebuję innych mieszanek. Wyliczam czas nurkowania i ewentualny czas dekompresji. Dzięki temu wiem, ile muszę mieć butli i co powinny zawierać. A potem kompletuję cały inny sprzęt nurkowy, który będzie potrzebny. Część jest moja, część może być dostarczona przez zlecającego. Fotogrametria podwodna to tak naprawdę nurkowanie z fotografowaniem. Trzeba umieć opłynąć obiekt dokładnie według planu, zatrzymując się tam, gdzie się chce, a także kontrolować swoją pływalność oraz pozycję pod wodą. Jako instruktor nurkowania każdego roku nurkuję 300-500 razy. Jest to więc moja druga natura i dzięki temu pod wodą mogę zająć się również czymś innym – na przykład fotografowaniem. W fotogrametrii podwodnej wszystko jest nietypowe. Nigdy nie można do końca przewidzieć warunków pod wodą, nad wodą i tego, co się wydarzy.



Fot. Mariusz Milka

Wrak statku patrolowego P31 u wybrzeży Malty w 3D

Jakie zasady pan stosuje, wykonując zdjęcia podwodne?

Dla mnie to jest bardziej sztuka niż nauka. O parametrach technicznych zdjęć napisano już niejeden artykuł, można też o tym poczytać w instrukcjach programów fotogrametrycznych. Jednak mimo powszechności tej wiedzy tylko garstka nurków potrafi z powodzeniem realizować projekty fotogrametryczne pod wodą. To jak z fotografią – przeczytanie instrukcji obsługi aparatu i kilku książek z nikogo nie zrobi dobrego fotografa. Trzeba próbować, eksperymentować i kwestionować to, co inni uznali za pewnik.

Ile zdjęć potrzeba, aby opracować model?

Na lądzie, w zależności od skomplikowania obiektu, wystarcza zazwyczaj 100-200 zdjęć. Pod wodą teoretycznie też, ale przez mniejszą widoczność, przepływające ryby, gorsze oświetlenie i wiele innych czynników nie zawsze da się wykorzystać wszystkie fotografie. Dlatego często robię znacznie więcej zdjęć, niż potrzebuję, zwłaszcza gdy wiem, że nie będę mógł prędko w dane miejsce wrócić i wykonać kolejnych. Ostatnio realizuję projekty, które mają po 20 tys. fotografii, z których wystarczyłyby może 4 tys., gdyby warunki były idealne, no ale nie są.

Wspomniał pan o oświetleniu. To chyba jedna z kluczowych kwestii.

Fotografia – jak sama nazwa wskazuje – to rysowanie światłem. Czyli odpowiednie światło jest najważniejsze. Im głębiej schodzimy pod wodę, tym jest go mniej, bo woda ma określoną przejrzystość. Trzeba ustawiać wyższą czu-

łość w aparacie kosztem jakości lub doświetlać fotografowany fragment obiektu lampami. Do tego dochodzą wszystkie drobinki pyłu i żyjątka, które ograniczają widoczność, a więc spada kontrast zdjęcia. No i pozostaje jeszcze ważna kwestia zanikania barw. Poniżej 10 m praktycznie nie widać już koloru czerwonego, następnie wraz ze wzrostem głębokości coraz bardziej zanika zielony, aż w końcu wszystko jest tylko niebieskie, a potem czarne, gdy już w ogóle nie dociera światło. Jednak na głębokościach, na których ja nurkuję, największym problemem jest zanikanie właśnie czerwieni. Muszę doświetlać obiekty, aby z powrotem nadać im prawdziwe kolory. Inaczej rdza nie wydzie rdzawa.

Zwykle zleceniodawcom zależy jedynie na dokładnym pokazaniu obiektu z zewnątrz, ale zdarzyło mi się fotografować fragmenty wnętrza. Taka praca zajmuje dużo więcej czasu, bo są to dodatkowe tysiące zdjęć do wykonania i przetworzenia. Wpływanie do pomieszczeń statku wiąże się z potrzebą użycia dodatkowego oświetlenia, bo wewnątrz wraku jest zwykle zupełnie ciemno. Do tego zawsze jest tam nagromadzony jakiś pył, więc trzeba umiejętnie i powoli płynąć, aby go nie podnieść, bo to oznaczałoby całkowitą utratę widoczności na kilkanaście do kilkudziesięciu minut. Należy przy tym stosować się do wszystkich zasad bezpiecznego nurkowania wrakowego.

Zdarzały się sytuacje, kiedy nie wszystko szło zgodnie z planem?

Na Malcie, gdzie fotografowałem wrak statku patrolowego P31, musiałem nurkować aż 3 razy, aby pozyskać wystarczającą liczbę zdjęć do zakończenia projektu. Centrum nurkowe, z którym współpracowałem, wysyłało nurków rekreacyjnych do wraku tylko raz w tygodniu na jedno 40-minu-

towe nurkowanie. Teoretycznie zdążyłbym wykonać zdjęcia w tym czasie, ale był to akurat miesiąc, w którym przyjechało wielu turystów i przy wraku był tłum. Jak to często bywa, część nurków nie posiadała odpowiednich umiejętności w zakresie pływania pod wodą. Byli nieprzewidywalni i potrafili nagle znaleźć się w kadrze zdjęcia. Tak też było przez kolejne dwa tygodnie. Ale dałem radę. Efekty mojej pracy można zobaczyć na <https://skfb.ly/6w7p7>.

Problem z turystami miałem też w zeszłym

Jeden z wraków zamodelowanych na Cyprze



Fot. Uniwersytet w Splicie

Fot. Mariusz Milka



Model pozostałości antycznego rzymskiego statku w okolicy wyspy Śćedro w Chorwacji. Widoczne głównie liczne amfory

roku na Cyprze. Byłem już mniej więcej w połowie roboty przy jednym z mniejszych wraków, a tu zniemacka pojawiła się grupa nurków pod przewodnictwem mojego kolegi. Swoim nieumiejętnym pływaniem „zaorali” cały wrak – podnieśli pył i wszystkie śmieci na kilka metrów w górę, powodując takie podwodne tornado, przez które trudno było cokolwiek zobaczyć. Musiałem przerwać fotografowanie na około 20 minut, żeby część tego pyłu opadła, a i tak utrzymywała się mgiełka. Przez to nie byłem już w stanie obfotografować wielu szczegółów, a kilka niewielkich miejsc pozostało niepokrytych zdjęciami. Mimo to finalny produkt (<https://skfb.ly/6SSRY>) był w pełni wystarczający na potrzeby centrum nurkowego do stworzenia szczegółowej mapy.

A który z dotychczasowych projektów podwodnych był najciekawszy?

Zdecydowanie były to badania wraku antycznego rzymskiego statku, które realizowałem z archeologami z Uniwersytetu w Splicie. Statek zatonął jakieś 2 tys. lat temu nieopodal małej wyspy Śćedro w Chorwacji i do dziś spoczy-

wa na głębokości około 45 m. Był to też najbardziej wymagający projekt, w którym uczestniczyłem. Wyspa Śćedro jest prawdziwym odludziem. Kiedy byłem tam po raz pierwszy, musieliśmy płynąć z naszej bazy nurkowej na wyspie Vis ponad 20 km po otwartym morzu z całym sprzętem i butlami. Poza tym pogoda pokrzyżowała nam szyki, pozwalając na zaledwie jedno nurkowanie. Na dodatek przez głębokość oraz ograniczoną dostępność odpowiednich mieszanek oddechowych mogliśmy spędzić przy dnie tylko 25 minut. Tak więc zdecydowałem, że zabierzemy ze sobą jedynie kamerki GoPro, które choć nie dają rewelacyjnej jakości zdjęć, to jednak umożliwią szybkie wykonanie ponad 2 tys. fotografii w ciągu tylko jednego krótkiego nurkowania. No i udało się. Rezultat tej „szybkiej akcji” po wielu tygodniach przetwarzania można oglądać w serwisie Sketchfab: <https://skfb.ly/6QVw8>. Spotkał się on z dość dużym zainteresowaniem użytkowników portalu i znalazł się wśród 10 najlepszych modeli opublikowanych w ciągu tygodnia w kategorii „dziedzictwo kulturowe”. Dodam, że ta-

kich modeli w serwisie Sketchfab w tygodniu pojawia się kilkaset.

Po 2 miesiącach od pierwszego nurkowania wróciłem na Śćedro wraz z zespołem archeologów i innych specjalistów badających zalane starożytne rzymskie ruiny w dwóch małych zatokach. Na co dzień pomagałem w pracach odkrywczych i fotografowaniu ruin, ale za każdym razem, kiedy mieliśmy dostęp do łodzi i pogoda pozwalała na nurkowanie, wracaliśmy do starożytnego wraku zrobić więcej zdjęć. Tym razem wykonaliśmy kilkanaście nurkowań i mieliśmy już aparaty fotograficzne oraz lepsze oświetlenie, aby poprawić jakość modelu i odwzorować jeszcze więcej szczegółów. Znowu się udało, ale na razie nie mogę pochwalić się dokładniejszym modelem wraku, bo Uniwersytet w Splicie jeszcze go nie opublikował. Na pewno będzie prezentowany na przyszłorocznej wystawie archeologicznej w Zagrzebiu. Na to wydarzenie planujemy też wykonać wydruk 3D modelu oraz przygotować aplikację wykorzystującą rzeczywistość rozszerzoną.

Rozmawiał Damian Czekaj