

Wyptłyn na głębie

Naukowcy twierdzą, że dna mórz i oceanów znamy gorzej niż powierzchnię Marsa. Zapewne podobnie można by powiedzieć o polskich rzekach i jeziorach. Czy oznacza to szansę na wiele ciekawych zleceń dla firm geodezyjnych?



1. Autonomiczna łódź użytkowana przez firmę 3G z Turka

Jerzy Królikowski

Wyniki wyszukiwania haseł „geodezja, batymetria” w Google zdają się świadczyć, że na razie niewiele rodzimych przedsiębiorstw z naszej branży oferuje usługi pomiarów batymetrycznych. Bezsprzecznie ich liczba jednak rośnie, podobnie jak zainteresowanie tym rynkiem. Trudno się dziwić, skoro politycy coraz głośniejszą mową o ambitnych projektach wodnych, takich jak budowa nowych zapór, przekopów czy dróg żeglugi śródlądowej. Tylko czy bez specjalistycznej wiedzy hydrograficznej geodeci są w stanie realizować takie usługi? Czy potrzebują dodatkowych uprawnień? Jaki sprzęt powinni kupić i na jakie zlecenia mogą w pierwszej kolejności liczyć?

• Prawne meandry

„Hydrobałagan” – taki był tytuł artykułu opublikowanego w 2012 roku w GEO-DECIE, w którym prezentowaliśmy skomplikowane i jednocześnie mętne reguły rządzące krajowymi pomiarami hydrograficznymi. Mimo upływu czasu i publikacja, i sam tytuł niewiele straciły na aktualności. Przede wszystkim w artykule zwraca się uwagę na zupełnie odmienne zasady rządzące pomiarami na

morzu i wodach śródlądowych. Te pierwsze są ściśle regulowane, a ich wykonywanie wymaga uprawnień hydrograficznych. Niestety, bardzo trudno je uzyskać, głównie ze względu na konieczność zdobycia sporej praktyki. W zasadzie jest to więc rynek niedostępny dla firm geodezyjnych, choć to na nim pojawiają się dziś najbardziej intratne zlecenia.

Co ciekawe, z dostępem do większych kontraktów mają tu problem nawet krajowe przedsiębiorstwa zajmujące się ściśle hydrografią. Jednym z większych jest działająca od ponad 11 lat firma Hydrograf ze Straszyna. Jak mówi jej prezes Marek Szatan (hydrograf z ponad 20-letnim doświadczeniem), obecnie największe zlecenia na pomiary batymetryczne są związane z budową przekopu przez Mierzeję Wiślaną oraz modernizacją toru wodnego Szczecin – Świnoujście (tzw. Projekt „12.5”). Niestety, żadna krajowa firma hydrotechniczna lub pogłębiarska nie ma potencjału, by prowadzić te inwestycje samodzielnie, a w praktyce są już one realizowane przez spółki zagraniczne (projekt „12.5”), które sprowadzają swoje jednostki pomiarowe i hydrografów z zagranicy.

Geodetom pozostają zatem pomiary na rzekach, jeziorach czy sztucznych zbiornikach, ale to i tak sporo, biorąc pod uwagę dużą liczbę tych obiektów oraz względ-

nie słabe rozpoznanie. Tu wciąż panuje wolna amerykanka. Do wykonywania tych prac nie trzeba żadnych uprawnień. Brak jest także jakichkolwiek standardów czy przepisów regulujących te pomiary. – W praktyce dostęp do tego rynku zależy więc od wymagań klienta – zauważa Marek Szatan. Jedni stawiają poprzeczkę wysoko, wymagając dużego doświadczenia i wysokiej klasy sprzętu, inni zadowolą się osobą bez kwalifikacji dysponującą jedynie amatorską sondą typu „fish finder” (jak wskazuje nazwa, przeznaczoną raczej do poszukiwania ryb niż pomiarów dna i cechującą się zgrubną dokładnością).

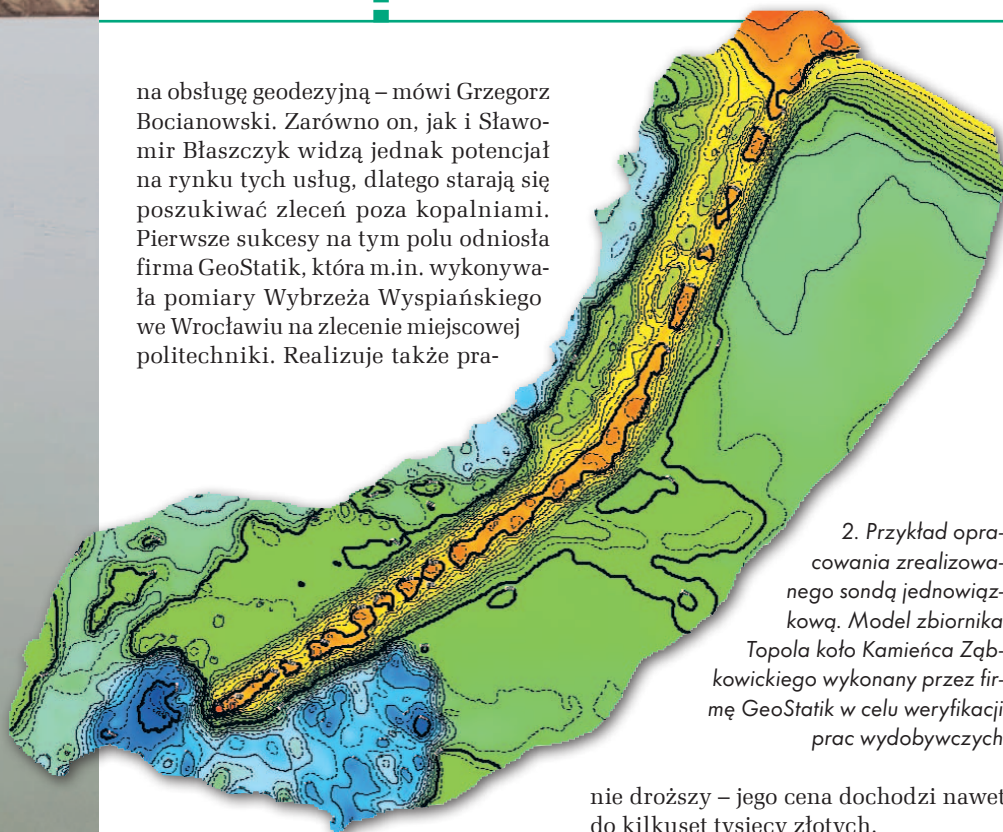
Ten brak reguł, niestety, doprowadza do znacznego spadku cen usług. – Wystartowaliśmy ostatnio w przetargu na śródlądowe pomiary batymetryczne, w którym rozrzut cen wyniósł od 2,4 tys. do 24 tys. zł! Moim zdaniem realnie skalkulowana była oferta najdroższa. W przypadku tej najtańszej nie ma szans nawet na zwrot wszystkich kosztów, w tym mobilizacji oraz amortyzacji drogiego sprzętu – mówi Marek Szatan z firmy Hydrograf. Jednocześnie zaskakuje go, jak często ceny zaniżane są właśnie przez firmy geodezyjne.

• Geodeta wypływa na szerokie wody

Z analizy ofert firm geodezyjnych w zakresie pomiarów batymetrycznych



na obsługę geodezyjną – mówi Grzegorz Bocianowski. Zarówno on, jak i Sławomir Błaszczyk widzą jednak potencjał na rynku tych usług, dlatego starają się poszukiwać zleceń poza kopalniami. Pierwsze sukcesy na tym polu odniosła firma GeoStatik, która m.in. wykonywała pomiary Wybrzeża Wyspiańskiego we Wrocławiu na zlecenie miejscowej politechniki. Realizuje także pra-



2. Przykład opracowania zrealizowanego sondą jednowiązkową. Model zbiornika Topola koło Kamieńca Żąbkowickiego wykonany przez firmę GeoStatik w celu weryfikacji prac wydobywczych

Fot. 3G

wynika, że specjalizujemy się przede wszystkim w pomiarach zawodnionych wyrobisk, gdzie wydobywane są różnego rodzaju kruszywa. Zajmuje się w tym m.in. firma 3G z Turka. Spółka została założona przez dwóch geodetów specjalizujących się w pomiarach górniczych. Jak mówi jeden z nich – Sławomir Błaszczyk, rozszerzenie oferty o pomiary batymetryczne było koniecznością, by móc prowadzić obsługę kopalni posiadających zawodnione wyrobiska. W tym celu spółka kupiła echosondę Satlab SLD-100 oraz zintegrowała ją z pływającym dronem własnego pomysłu (rys. 1).

Podobnie zaczynała firma GeoStatik z Kamieńca Żąbkowickiego, która także obsługiwała kopalnie odkrywkowe i doszła do wniosku, że zakup echosondy to konieczność, gdy chce się mierzyć zawodnione wyrobiska. Również posiada ona echosondę Satlab SLD-100, ale zintegrowała ją z łodzią załogową. – W bystym nurcie rzeki bałbym się puścić drona – tłumaczy właściciel GeoStatik Grzegorz Bocianowski.

Przedstawiciele obu firm są zgodni, że popyt na pomiary batymetryczne jest obecnie za niski, by stanowiły one główne źródło zleceń. – To raczej dodatek, choć istotny, bo bez echosondy w wielu kopalniach nie zdobylibyśmy zlecenia

ce dla jednej z większych firm projektowych, dla której sondowała m.in. Odrę i Kanał Ulgi w Opolu oraz basen eksploatacyjny w Katowicach. – W pierwszym przypadku dane były potrzebne do projektu przebudowy mostu kolejowego, w tym wykonania analiz powodziowych. W drugim zaś chodziło również o modernizację linii kolejowej. Pomiar basenu był niezbędny, gdyż tory znajdowały się blisko jego stromego brzegu i należało przeanalizować, czy skarpa zbiornika nie wymaga zabezpieczenia – mówi Grzegorz Bocianowski.

• Płyniemy na zakupy

Zdecydowana większość firm geodezyjnych oferujących pomiary batymetryczne inwestuje w echosondę. Choć zasada jej działania jest prosta (głębokość wyliczana jest na podstawie czasu powrotu sygnału dźwiękowego do sensora), w praktyce różnorodność tego sprzętu może przytłaczać. Jednym z najbardziej podstawowych podziałów jest ten na modele jednowiązkowe i wielowiązkowe. Mówiąc obrazowo, różnica między nimi jest taka jak między tachimetrem a skanerem laserowym. Echosonda jednowiązkowa mierzy wyłącznie punkty wzdłuż trasy łodzi, a wielowiązkowa gromadzi ogromne ilości danych w pasie o szerokości do kilkudziesięciu metrów. Jako że szerokość ta jest zależna od głębokości, w praktyce ta druga kategoria sprzętu wykorzystywana jest głównie na głębszych akwenach. Oczywiście sprzęt wielowiązkowy jest znacz-

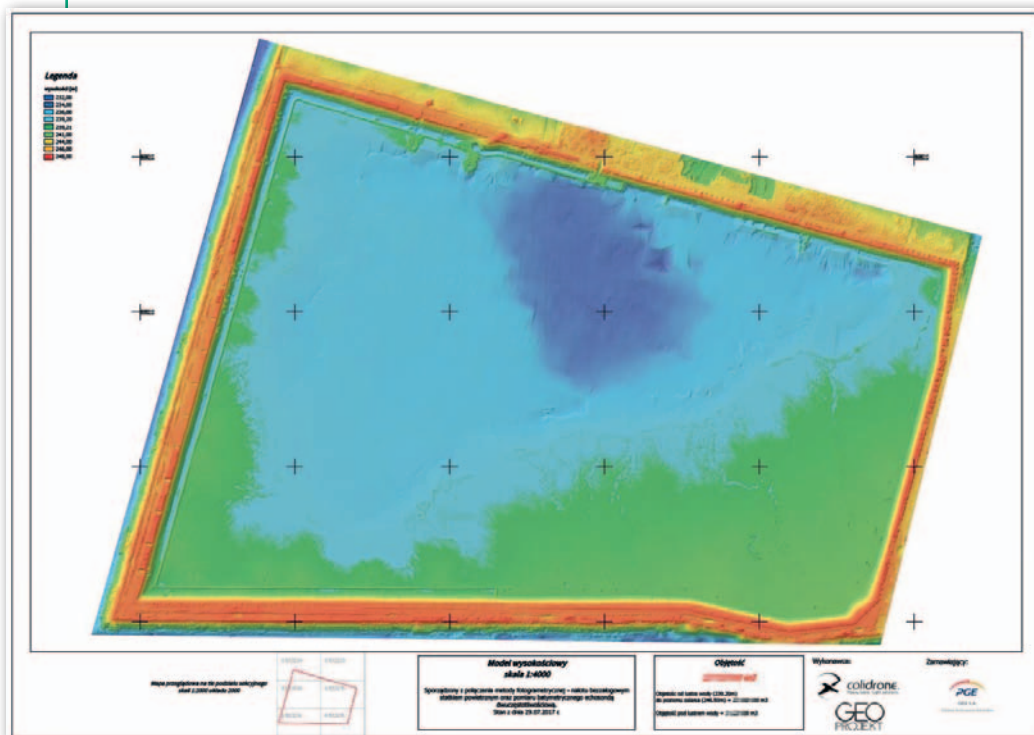
nie droższy – jego cena dochodzi nawet do kilkuset tysięcy złotych.

Takie instrumenty (firm Teledyne Reson oraz Norbit) posiada m.in. firma Hydrograf. Jak mówi Marek Szatan, znacznie przyspieszają one pomiary dna oraz zabezpieczają 100% pokrycia badanego akwenu. – Na przykład port w Gdańsku mierzyliśmy 10 godzin, a gazoport w Świnoujściu – 3-4 godziny. Przy tego typu sprzęcie znacznie więcej czasu zajmuje sama mobilizacja i kalibracja. Nawet 1-2 dni – wyjaśnia. Jako ciekawy przykład wykorzystania echosondy wielowiązkowej Marek Szatan podaje pomiar portu w Policach, gdzie udało się uchwycić strukturę dna, w tym betonowe płyty oraz miejsca ich podmycia.

Inna ważna cecha echosondy to liczba obsługiwanych częstotliwości. Jednoczęstotliwościowe pomierzą jedynie dno, a bardziej zaawansowane – np. głębokość mułu czy wysokość podwodnej roślinności. W sprzęcie tym warto również zwracać uwagę na częstotliwość wysyłania sygnału. W najprostszych to 1 Hz, a w bardziej zaawansowanych – nawet kilkadziesiąt Hz.

Z punktu widzenia geodezji istotna będzie możliwość podłączenia do echosondy odbiornika GNSS-RTK czy współpraca z aplikacjami pomiarowymi. Niektóre są kompatybilne tylko z jedną marką, a inne – z praktycznie wszystkimi rozwiązaniami obsługującymi protokół NMEA. Geodeci z pewnością nie zignorują też tak istotnych parametrów, jak dokładność i zasięg pomiaru.

Ważną kwestią do rozważenia jest to, czy chcemy platformę załogową czy bezzałogową. – Omijam małe systemy bezza-



3. Przykład połączenia danych z bezałogowych maszyn: latającej i pływającej – model zbiornika wykonany firmy Colidrone z Częstochowy i Geprojekt z Lubina

łogowe szerokim łukiem. W ich przypadku istnieje bowiem spore ryzyko utraty kosztownego sprzętu. Poza tym drony kłopsko radzą sobie przy silnym nurcie. Problemem jest też relatywnie krótka autonomia tych pojazdów, szczególnie w zimie. Oddzielny temat to brak jakichkolwiek przepisów dla operatorów dronów pływających, przez co nie można nimi pływać po torach wodnych i portach. Drony mogą być natomiast przydatne przy kartowaniu małych i trudno dostępnych zbiorników – mówi Marek Szatan.

Z reguły echosondy przeznaczone dla geodezji są jednowiązkowe, jednocześnie i wykonują od 1 do kilku pomiarów na sekundę z dokładnością centymetrową lub decymetrową. Na razie ich oferta jest bardzo skromna, choć – obserwując targi Intergeo – zauważamy, że systematycznie rośnie. Z punktu widzenia Marka Szatana echosondy geodezyjne, zwłaszcza te zintegrowane z kontrolerami geodezyjnymi, to sprzęt na granicy profesjonalnego, o czym może świadczyć rodzaj zastosowanego przetwornika, a także zbyt mała częstotliwość próbkowania głębokości (zazwyczaj 1 Hz). – Często brakuje im m.in. możliwości zobrazowania słupa wody. Ponadto oprogramowanie stosowane przez geodetów nie współpracuje

z czujnikami kompensującymi przechyły i przegłębienia platformy pomiarowej. Niejednokrotnie brakuje też możliwości wprowadzenia pionowego profilu dźwięku w wodzie. Ponadto systemy GNSS stosowane w hydrografii to całkiem inna grupa urządzeń. Zła metodyka pomiarów oraz nieodpowiedni sprzęt pomiarowy w znacznym stopniu wpływają na dokładność i jakość danych batymetrycznych – komentuje.

Z jakim wydatkiem trzeba się liczyć? Przykładowo, wspomniana już sonda Satlab SLD-100 w wersji o centymetrowej dokładności kosztuje około 18 tys. zł, a model decymetrowy – jakieś 5 tys. zł mniej.

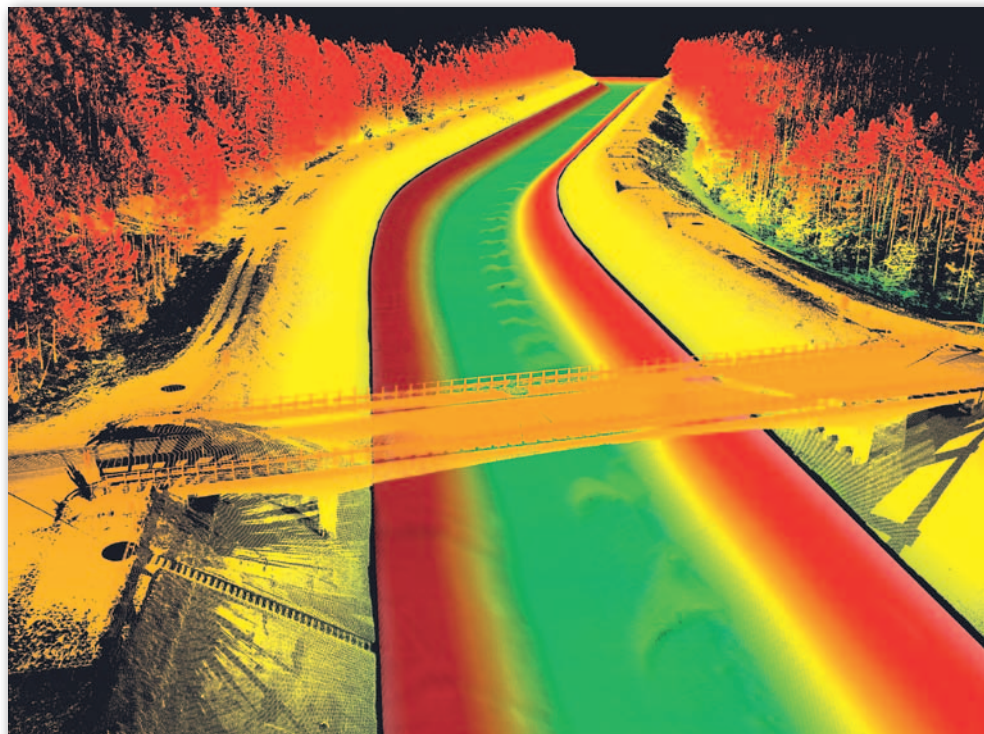
Do tego trzeba doliczyć koszt łodzi, ewentualnie również oprogramowania i odbiornika GNSS. Oczywiście te dwie ostatnie pozycje odpadną, gdy firma posiada już kompatybilny sprzęt i software. Jeśli chodzi o oprogramowanie, dane z echosond obsługiwane są przez takie produkty, jak SurvCE czy FieldGenius. Ponadto od niedawna obróbkę danych batymetrycznych umożliwia aplikacja C-Geo (moduł „Objętości i warstwie”).

• Skok na głęboką wodę?

Czy wejście w pomiary batymetryczne to dla firmy geodezyjnej wielkie wyzwanie? Przedstawiciele GeoStatik i 3G zgodnie twierdzą, że nie. – To po prostu tachimetria pod wodą – wyjaśnia Sławomir Błaszczuk. Zastrzega jednak, że przy tego typu pracach należy zwrócić szczególną uwagę na kwestie BHP.

– Jeśli ktoś ma spore doświadczenie w pomiarach sytuacyjno-wysokościowych, nie powinien mieć problemu z batymetrią – dodaje Grzegorz Bocianowski. Radzi jednak, by uważnie kontrolować zebrane pikiety. – Mierzyłem niedawno zbiornik porośnięty bujną roślinnością. Pomiar kontrolny łata wykazał, że generalnie echosonda poradziła sobie bardzo dobrze, ale na 800 pikiet musiałem odrzucić 60. Dla porównania przy pomiarze niezarośniętego zbiornika spośród 3300 pikiet odrzuciłem tylko dwie – mówi.

Przed traktowaniem batymetrii jako zwykłego pomiaru geodezyjnego przestrzega jednak Marek Szatan. – To, że geodeci mierzą na łodzi z milimetrową do-

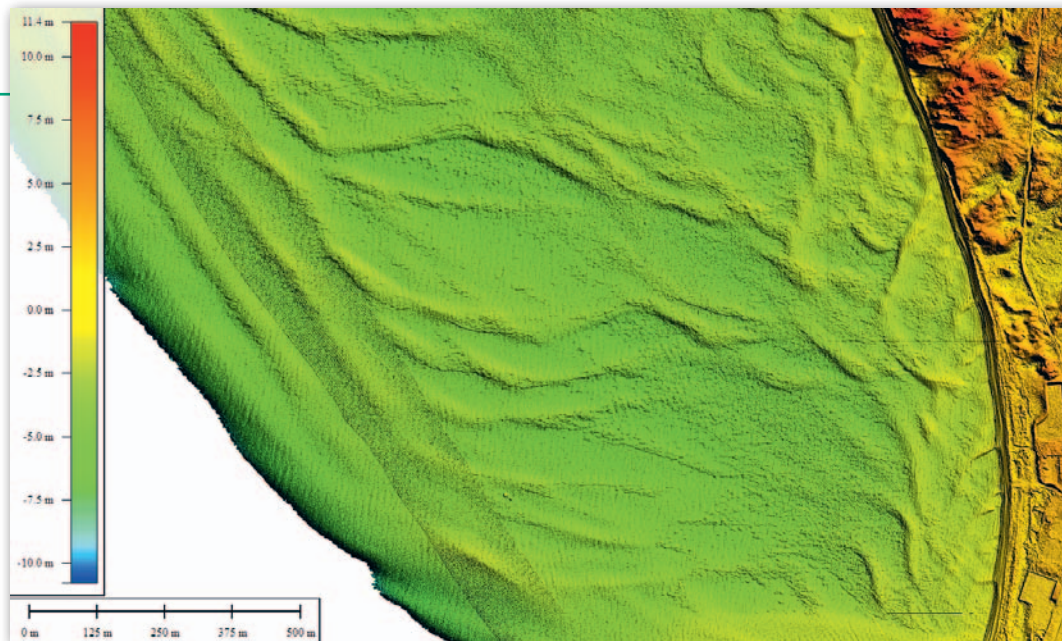


4. Połączenie danych z naziemnego skanowania i echosondy wielowiązkowej dla elektrowni w Żydowie (woj. zachodniopomorskie) opracowany przez firmę Hydrograf

kładnością, nie znaczy, iż to samo osiągną pod wodą. Obserwuję, że często nie mają oni pojęcia o podstawowych elementach wpływających na dokładność pomiaru echosondą oraz że niekiedy wykorzystują zwykle fish findery – mówi. W jego ocenie wiedzą o hydrografii nie grzeszy też kadra naukowa. – W moje ręce trafił kiedyś artykuł jednego z profesorów geodetów na temat dokładności wykonanych pomiarów batymetrycznych na jednym z polskich jezior. Powiem tyle: w hydrografii jego poziom byłby za niski nawet na pracę magisterską. W żadnym wypadku nie próbuję podważać profesjonalizmu geodetów, ale uważam, że hydrografia i geodezja to są dwa „różne światy” – wyjaśnia.

• Łączenie żywołów

Kilka lat temu Bryn Fosburgh z firmy Trimble opublikował w miesięczniku „Point of Beginning” wizjonerski artykuł, w którym przekonywał, że geodeta przyszłości będzie menedżerem danych przestrzennych – nie powinien jednak zajmować się samym mierzeniem, ale raczej łączeniem danych z różnych źródeł. Słuchając Marka Szatana i śledząc dokonania polskich firm geodezyjnych, wydaje się, że to najlepsze podejście do angażowania się naszej branży w pomiary batymetryczne. Te zawsze lepiej zrobią od nas hydrografowie, ale geodeta też ma przecież swoje unikatowe kompetencje, szczególnie w zakresie łączenia różnych technologii pomiarowych. Pierwszym z brzegu przykładem jest kartowanie zawodnionych wyrobisk, gdzie przecież dla



5. Wizualizacja NMT oraz dna Zatoki Puckiej opracowana na podstawie danych LiDAR

brzegu zbiornika trzeba wykonać tachimetrię.

Jeszcze ciekawiej prezentują się pomiary wykonane przez firmy Colidrone z Częstochowy i Geoprojekt z Lubina (fot. 3). Ich przedmiotem był zbiornik o powierzchni 3,5 km na terenie jednej z kopalni odkrywkowych. Zalaną część pomierzono przy użyciu bezzałogowej łodzi wyposażonej w echosondę. Terenami suchymi oraz bardzo płytkimi, na które nie mogła wpłynąć łódź, zajął się zaś bezzałogowy pławowiec. Efektem pracy były dwie chmury punktów, które połączono w jedną o średnim błędzie 6 cm (XY: 3,5 cm, Z: 5 cm).

Doświadczenie z łączeniem sensorów ma również firma Hydrograf. Mierząc kanał w elektrowni szczytowo-pompowej w Żydowie za pomocą echosondy wielowiązkowej, należało także zinventaryzować okoliczną infrastrukturę (fot. 4.). Prace te zlecono firmie Geoprofil ze Straszyna, która wykorzystwała skaner Faro Focus 70. Co ciekawe, w planach firmy Hydrograf jest zakup pływającego systemu kartowania wyposażonego m.in. w dynamiczny LiDAR. W ocenie Marka Szatana sprawdzi się on chociażby w pomiarach skarp i infrastruktury brzegowej zbiorników wodnych oraz rzek, na których występują łachy.

Spore pole do popisu ma także firma OPEGIEKA z Elbląga, która w 2017 r. kupiła lotniczy skaner VQ-1560i DW. Jak przekonują jej eksperci, lotniczy skaning batymetryczny (BLS) stanowi doskonałe uzupełnienie tradycyjnej metody pomiarowej bazującej na echosondach, szczególnie na obszarach najpłytszych (do 2-3 metrów), gdzie operowanie łodzią pomiarową bywa trudne i niebezpieczne. Skuteczność BLS została potwierdzona w pilotażowych projektach realizowanych przez Centrum Badawczo-Rozwojowe OPEGIEKA. Uzyskano bowiem bardzo obiecujące rezultaty zastosowa-

nia tego skanera w pomiarach różnych typów obiektów wodnych, tj. Bałtyku (fot. 5.), jeziora Jasne i rzeki Liwiec.

Skaner składa się z dwóch sprzężonych laserów: topograficznego – działającego w paśmie podczerwieni, i batymetrycznego – emitującego światło zielone. W ramach jednoczesnego pomiaru wiązka podczerwona tradycyjnie pozyskuje dane na lądzie, a zielona przenika do wody i obrazuje dno zbiornika wodnego lub cieku. Informacje zbierane metodą BLS mają postać ciągłej chmury punktów dla obszaru lądu i wody, co umożliwia wykonywanie dalszych analiz kameralnych bez konieczności dokonywania dodatkowych pomiarów. Podczas jednej misji platforma lotnicza OPEGIEKA jest w stanie zarejestrować dane dla ponad 100 km linii brzegowej.

Technologia ta jest już komercyjnie oferowana przez tę elbląską firmę. Na zlecenie Urzędu Morskiego w Gdyni spółka pozyskała i przeanalizowała dane dla 250 km linii brzegowej Bałtyku. Na całym obszarze opracowania laser skutecznie penetrował wodę na głębokości od 0 do 3 metrów, a więc w obszarze kluczowym dla zastosowanej metody. Ale w niektórych miejscach zaobserwowano penetrację wody sięgającą nawet 7 metrów!

Poza pasem przybrzeżnym pozyskano też dane dla Zatoki Puckiej – obszaru trudno dostępnego dla jednostek pływających ze względu na występujące tam płyliny. Dane te zestawiono z wynikami uzyskanymi echosondą wielowiązkową. Po uwzględnieniu refrakcji w pasie wzajemnego pokrycia uzyskano decymetrową zgodność rezultatów.

Jak widać z powyższych przykładów, geodeci może i nie są wilkami morskimi, ale z pewnością mogą stanowić dla hydrografów nieocenione wsparcie, i w tym nasza branża powinna upatrywać swojej kluczowej przewagi.

Jerzy Królikowski