

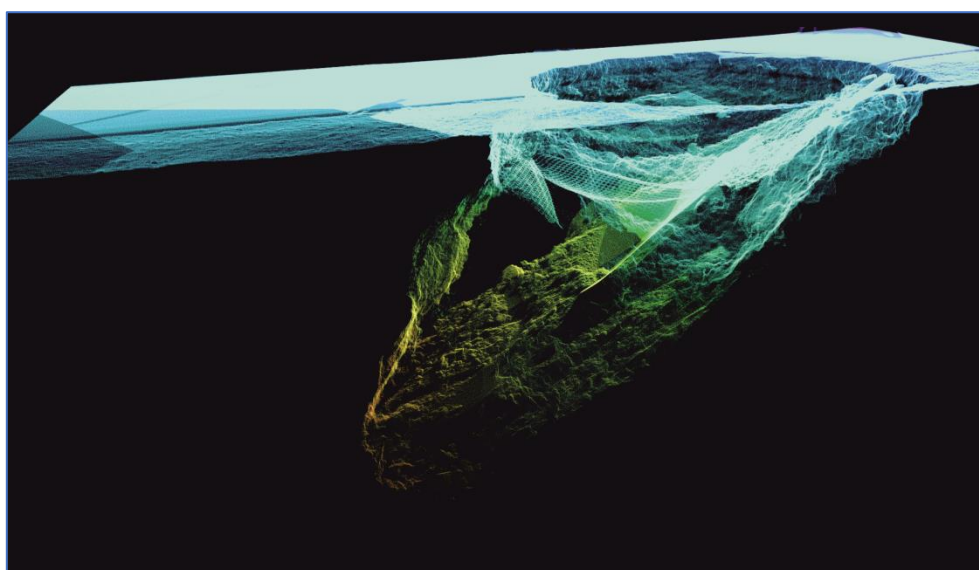


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna
państwowa służba hydrogeologiczna

GCG.070.89.2023

RAPORT

**z przeprowadzonych prac interwencyjnych w związku z powstaniem
nowego zapadliska w korpusie drogowym wybudowanej obwodnicy Bolesława**



Autorzy opracowania:

dr inż. Jarosław Kos
(upr. VI-0402, V-1614)

dr Zbigniew Perski

dr Krzysztof Karwacki
(upr. VIII-0169)

Kierownik Centrum Geozagrożeń:

z up. Dyrektora PIG-PIG
dr Tomasz Wojciechowski
Kierownik Centrum Geozagrożeń
/podpisany cyfrowo/

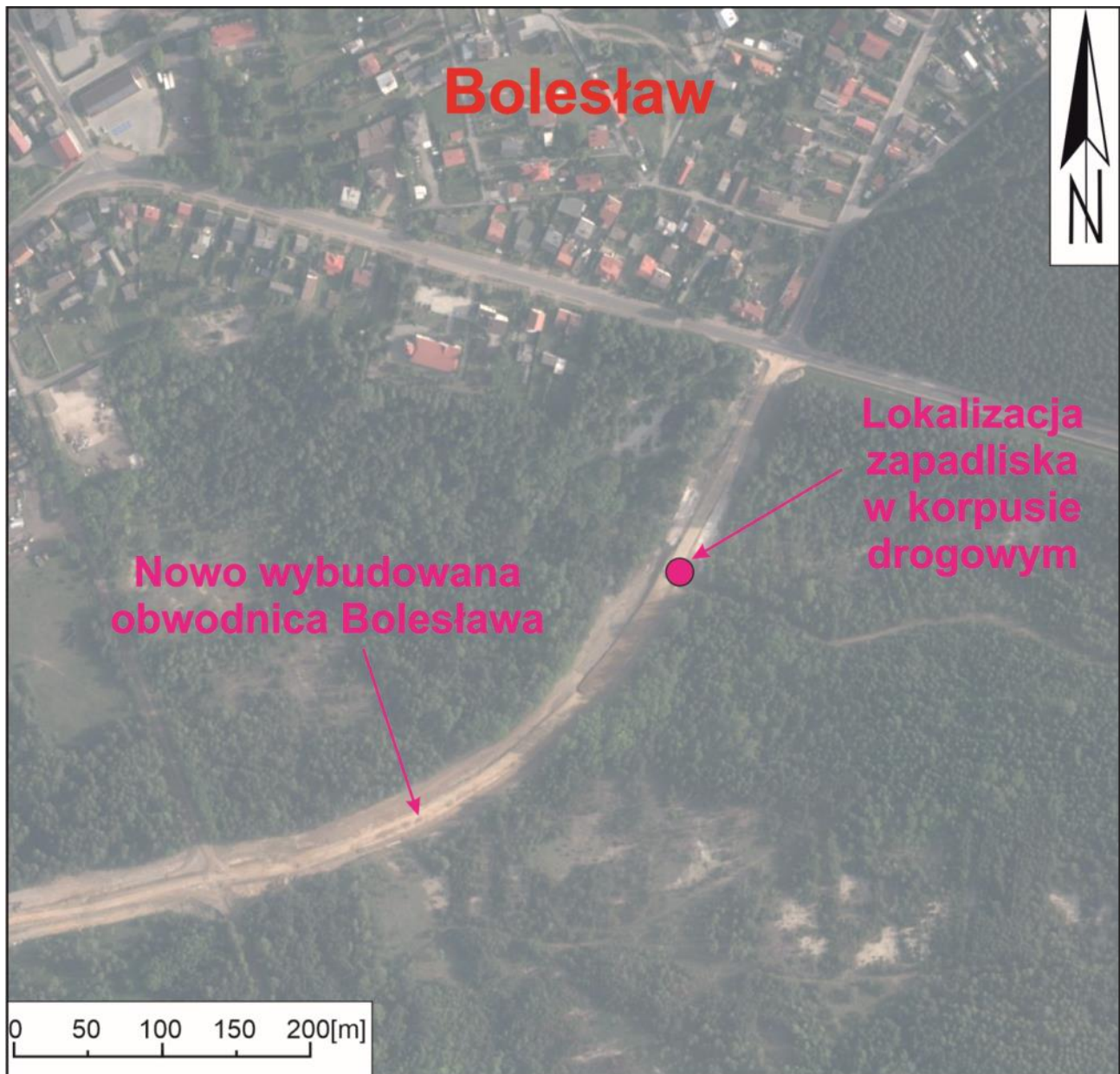
Kraków, czerwiec 2023 r.

pgi.gov.pl

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000, biuro@pgi.gov.pl

Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie
XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099
NIP 525-000-80-40

Niniejszy raport sporządzono w związku z powstaniem nowego zapadliska w korpusie drogowym wybudowanej obwodnicy Boleśława. Celem identyfikacji powstałego zapadliska w dniu 31.05.2023 roku została przeprowadzona wizja terenowa. Zapadlisko powstało w miejscowości Boleśław i obejmuje swym zasięgiem korpus drogowy nowo wybudowanej obwodnicy (Rys. 1).



Rys. 1. Lokalizacja zapadliska na podkładzie ortofotomapy

Droga jest dwujezdniowa i prowadzona na nasypie o zmiennej wysokości (Rys. 2). Zapadnięciu uległy warstwy konstrukcyjne drogi, wzmocnienie podbudo-

wy oraz nawierzchnia asfaltowa (Rys. 3). Powstałe zapadlisko znajduje się nad i w sąsiedztwie przepustu drogowego, który nie okazuje oznak uszkodzeń poza lokalnymi deformacjami (Rys.4). Zapadlisko na powierzchni znajduje się w osi przepustu, ale lej zapadliska skierowany jest na południe – poza strefę przepustu. Wg informacji Dyrektora ZDP w Olkuszu nad przepustem zostało wykonane żelbetowe wzmocnienie, które jest trwałe i nie uległo przemieszczeniom. Korpus drogowy zbudowany jest z kruszywa, które było sypane cienkimi warstwami z jednoczesnym ich zagęszczaniem. Podczas prowadzonej wizji terenowej obwodnicy Bolesława podobnie jak w raporcie z lutego 2023 roku nie stwierdzono oznak spękań nawierzchni asfaltowej, czy też poboczy drogi. Korpus drogowy poza lokalnymi strefami osunięć typowymi w gruntach sypkich nie wykazuje śladów przemieszczeń czy też deformacji.



Rys. 2. Lokalizacja zapadliska w korpusie drogi



Rys. 3. Zapadnięte warstwy konstrukcyjne drogi



Rys. 4. Przepust drogowy poniżej powstałego zapadliska

pgi.gov.pl

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000, biuro@pgi.gov.pl

Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie
XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099
NIP 525-000-80-40

Podczas przeprowadzonej wizji terenowej została sporządzona dokumentacja fotograficzna jak również pozyskano dane za pomocą impulsowego skanera laserowego Riegl VZ-2000i (Rys. 5). Skaner wyposażony był w dwuczęstotliwościowy odbiornik GNSS RTK. Poprawki RTK udostępniane były przez stację referencyjną Reach RS2 korygowaną przez sieć ASG EUPOS ustawioną na obszarze korpusu drogowego. Dokładność wyznaczenia pozycji wynosiła do 2 cm. Rozdzielczość skanowania wynosiła 70 mm/100m. Miało ono na celu szczegółowe określenie wielkości zapadliska, a także jego głębokości.



Rys. 5. Pomiary skanerem laserowym

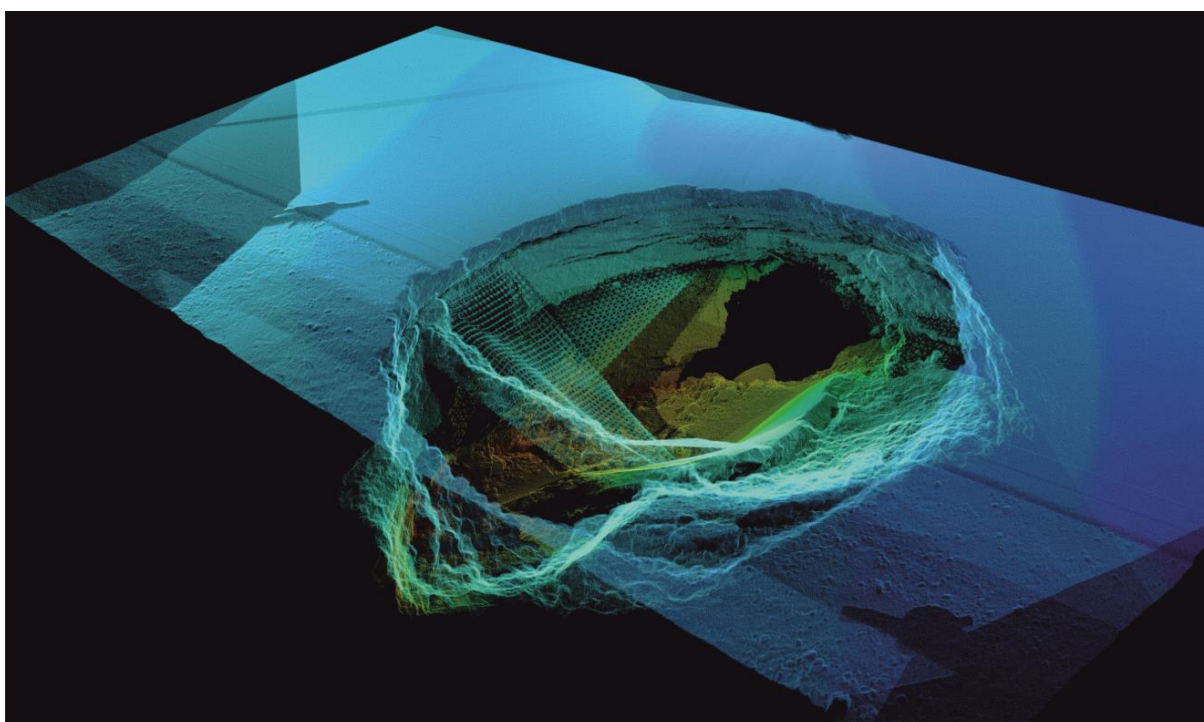
Dla odcinka obwodnicy o długości ok 500 m przeprowadzono także skanowanie laserowe powierzchni terenu z wykorzystaniem bezzałogowego statku powietrznego-BSP (Rys. 6). Wynikiem pomiaru jest szczegółowy numeryczny model terenu (NMT), na podstawie którego zinventaryzowano zapadliska zlokalizowane w pasie drogowym i terenie przyległym o łącznej powierzchni 14,5 ha. Wykonano

także pomiar kamerą optyczną DJI P1, którego efektem jest ortofotomozaika o rozdzielczości terenowej 1,5 cm.

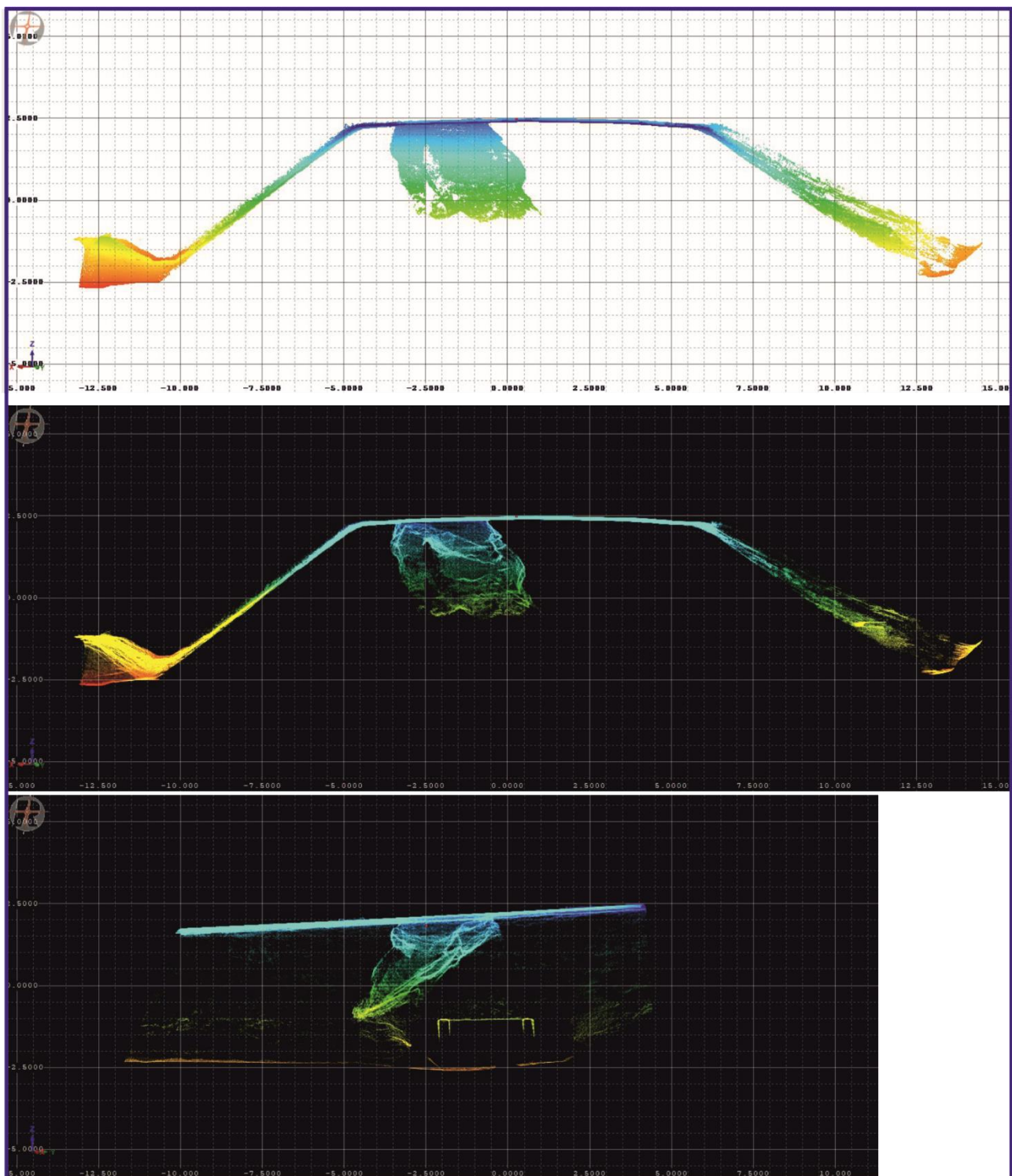


Rys. 6. BSP z zamontowanym skanerem laserowym DJI L1

Przeprowadzone pomiary terenowe pozwoliły na oszacowanie szerokości zapadliska od 3,0 do 3,5 m oraz głębokości w przedziale 2,0 - 3,5 m. Szczegółowe dane dotyczące kształtu i rozmiaru zapadliska zobrazowano na rysunkach 7 i 8.



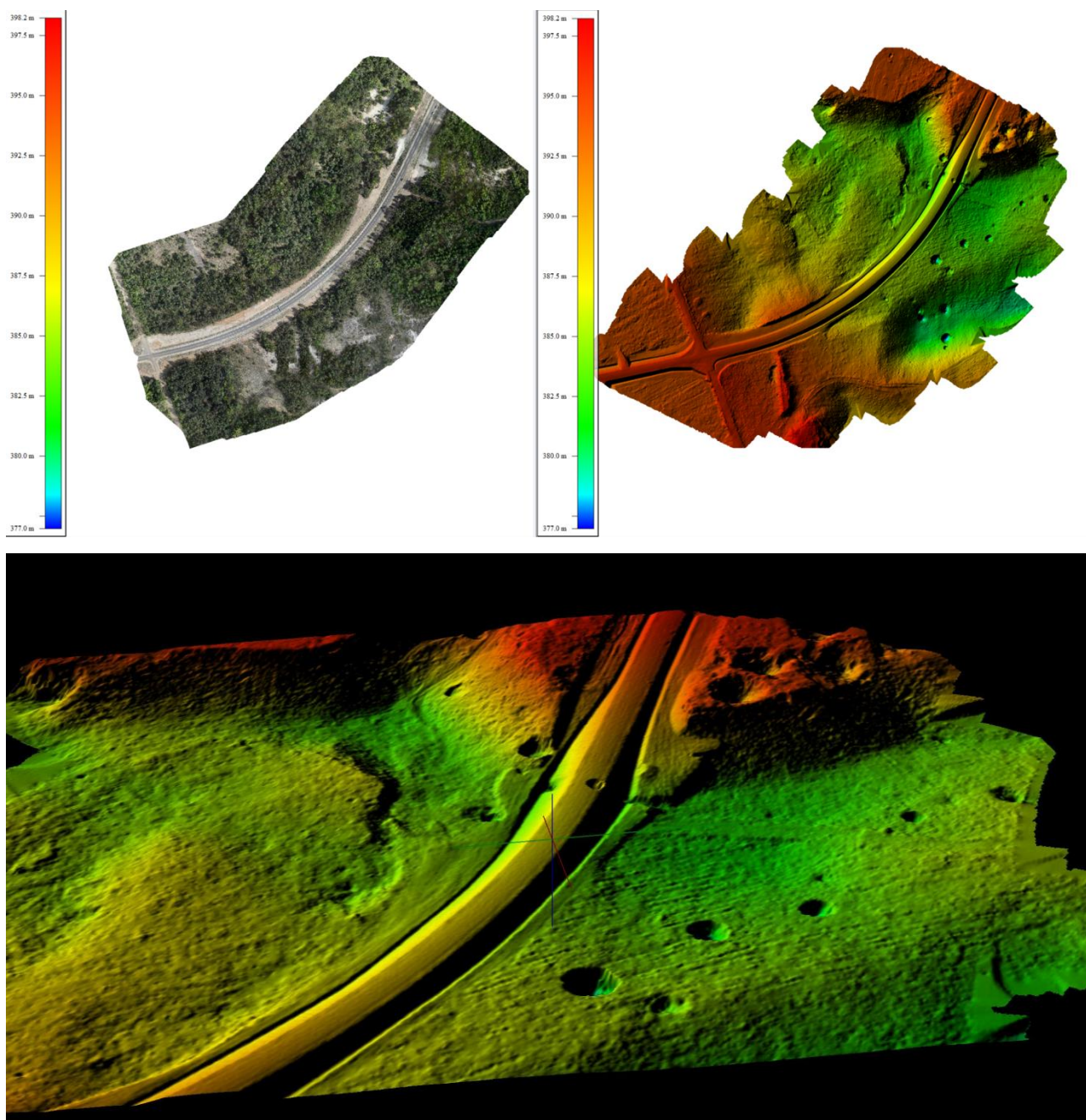
Rys. 7. Widok zapadliska z poziomu korpusu drogowego (wizualizacja danych z naziemnego skaningu laserowego)



Rys. 8. Parametry morfologiczne zapadliska w obrębie korpusu drogowego (wizualizacja danych z naziemnego skaningu laserowego)

Pomiar fotogrametryczny i skaniny laserowe z użyciem BSP wykazały obecność zapadlisk w początkowym odcinku obwodnicy Bolesława. Są to zarówno sta-

re formy porośnięte drzewami, jak również nowo powstałe zapadliska, z których część została zlikwidowana. Zasypane piaskiem zapadlisko powstałe w lutym 2023 roku w bezpośrednim sąsiedztwie korpusu drogowego charakteryzuje się cylindrycznymi spękaniem, które świadczą o dalszym zapadaniu się gruntu i możliwości jego kolejnego uaktywnienia (Rys. 10).



Rys. 9. Obraz zapadlisk w wyniku pomiarów BSP ze skanerem laserowym i kamerą optyczną

pgi.gov.pl

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000, biuro@pgi.gov.pl

Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie
XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099
NIP 525-000-80-40



Rys. 10. Cylindryczne spękania w obrębie zasypanego zapadliska powstałego w lutym 2023 roku

Podczas prowadzenia prac terenowych Dyrektor Zarządu Dróg Powiatowych w Olkuszu przekazał badania geotechniczne i geofizyczne jakie były wykonywane w roku 2020 do projektu budowlanego drogi. Zostały nam także udostępnione badania geofizyczne wykonane w 2023 roku po powstaniu licznych zapadlisk w sąsiedztwie wybudowanej drogi. Na etapie opracowania projektu budowlanego wykonano:

1. Łukasiński J., Dereń Sz., 2020 – Dokumentacja badań podłoża wraz z opinią geotechniczną i projektem geotechnicznym z rozpoznania warunków gruntowo-wodnych dla potrzeb projektu budowy nowej drogi (od DP 1068K w rejonie ul. Kluczewskiej do DP 1069K w rejonie SAG w Bukownie) na terenie gminy Bolesław. BIO-GEO Wioleta Małecka, Rybnik.
2. Sowiński D., Gwóźdź K., 2020 – Dokumentacja geofizyczna dla zadania: Budowa nowej drogi (od DP 1068K w rejonie ul. Kluczewskiej do DP 1069K w re-

jonie SAG w Bukownie) na terenie gminy Bolesław. Geosolum s.c., Sosnowiec.

Zapoznano się także z badaniami geofizycznymi wykonanymi w 2023 roku georadarem spektralnym przez firmę WIDMO Spectral Technologies Sp. z o.o., ul. Czarnowiejska 36, 30-054 Kraków.

Analiza badań geotechnicznych (Łukasiński i Dereń, 2020) wskazuje, że dla projektowanej inwestycji zostało wykonane zgodnie z wytycznymi projektanta 12 otworów badawczych do głębokości 2,5 m. Pozwoliło to na ocenę podłoża i określenie warunków geotechnicznych dla projektowanej inwestycji. Szkoda, że wiercenia były w większości tak płytkie. Jednocześnie projektant inwestycji uzyskał informację geologiczno-górnictwiczną o terenie na którym znajdowała się projektowana trasa w której Zakład Górniczo Hutniczy „Bolesław” S.A w Bukownie wskazuje na występowanie na trasie drogi trzech kategorii przydatności terenu do zabudowy. W początkowym odcinku drogi, gdzie obecnie powstają zapadliska w przesłanej informacji do projektanta wyznaczono kategorię C. Tereny zaliczone do kategorii C to takie, *na których wznoszenie budowli nie jest dozwolone ze względu na możliwość występowania dużych deformacji nieciągłych. Są to tereny zlokalizowane nad historycznymi i współczesnymi wyrobiskami eksploatacyjnymi w których zastosowano zawal stropu* (zał. 1). W piśmie ZGH „Bolesław” zwrócono uwagę na zagrożenia związane z prowadzeniem inwestycji na terenach zagrożonych powstaniem zapadlisk i wskazano jako optymalny obecnie wykonany wariant trasy z przesłanych propozycji projektowych. Zwrócono uwagę, aby zgodnie ze stosownymi aktami prawnymi wykonać szczegółowe badania podłoża w celu określenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych jak również stwierdzono, że po 2020 roku będzie następować podnoszenie zwierciadła wód podziemnych i ten fakt powinien zostać uwzględniony w projekcie budowlanym (zał. 1).

W ramach badań geotechnicznych (Łukasiński i Dereń, 2020; zał. 2) rozważane były rodzaje warunków w podłożu jako skomplikowane lub jako proste,

w przypadku gdyby badania geofizyczne wykluczyły występowanie w podłożu procesów geodynamicznych. Nie podano kategorii geotechnicznej inwestycji wskazując, że ostateczna kwalifikacja projektowanej inwestycji należy do projektanta obiektu.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. (Dz. U. 2012 poz. 463) w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych na obszarach szkód górniczych, przy możliwych nieciągłych deformacjach górotworu warunki w podłożu należy jednoznacznie określać jako skomplikowane. Skutkuje to obowiązkiem wykonania dla inwestycji dokumentacji geologiczno-inżynierskiej w której dokumentowane są szczegółowo zagrożenia związane z prowadzeniem inwestycji liniowej zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016, poz. 2033).

Wraz z badaniami geotechnicznymi w roku 2020 przeprowadzono badania geofizyczne, które wskazały na występowanie na terenie badań starych zapadlisk (Sowiński i Gwóźdź, 2020; zał. 3). Na większości projektowanej trasy nie stwierdzono anomalii geofizycznych, przy czym wskazano, że w początkowym jej odcinku w km 0+000-0+400 prowadzono eksploatację na zawal, a także w podłożu występuje kompleks utworów sypkich, które mogą ulegać zapadaniu. Zalecono odpowiednie wzmocnienie korpusu drogowego poprzez materace celem uniknięcia procesu tworzenia się nowych zapadlisk.

Po powstaniu zapadliska w sąsiedztwie korpusu drogowego w lutym 2023 roku przeprowadzono badania georadarem, które również wskazał strefę anomalii amplitudowych w początkowym odcinku drogi. Stwierdzono niewielkie niejednorodności bezpośrednio pod nawierzchnią asfaltową.

Analiza materiałów archiwalnych i obecnie przeprowadzonych badań wskazuje, że rejon drogi w początkowym kilometrażu narażony jest na powstawanie kolejnych zapadlisk. W sąsiedztwie korpusu drogowego występują licznie stare

oraz nowe zapadliska (Rys. 9). Zasypane zapadlisko w sąsiedztwie drogi charakteryzuje się cylindrycznymi spękaniem, które świadczą o możliwym jego uaktywnieniu (Rys. 10).

Wg badań geofizycznych (Sowiński i Gwóźdź, 2020) w km około 0+000-0+200 w podłożu występuje ponad 10 m warstwa utworów piaszczystych, które ulegają rozluźnieniu i zapadają się w głębiej zalegające dolomity diploporowe zaliczane do triasu, w obrębie których prowadzona była podziemna eksploatacja. Możliwe jest także występowanie zjawisk krasowych w obrębie utworów skalnych. Celem rozpoznania podłoża w rejonie korpusu drogowego należałoby wykonać wiercenia do podłoża skalnego, które pozwolą na określenie miąższości poszczególnych warstw, a także stopień spękania/zwietrzenia skał. Na tej podstawie będzie można opracować projekt wzmocnienia korpusu drogowego.

Ze względu na tak liczne zapadliska stwierdzone w sąsiedztwie drogi ryzyko powstania kolejnych zapadlisk w początkowym odcinku obwodnicy określa się jako duże. Należy prowadzić monitoring obserwacyjny w sąsiedztwie wykonanej inwestycji.

Załącznik 1. Pismo ZGH „Bolesław” do projektanta obwodnicy Bolesława

Załącznik 2. Badania geotechniczne dla obwodnicy Bolesława z 2020 roku

Załącznik 3. Badania geofizyczne dla obwodnicy Bolesława z 2020 roku

pgi.gov.pl

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000, biuro@pgi.gov.pl

Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie
XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099
NIP 525-000-80-40