Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Państwowa służba geologiczna
Państwowa służba hydrogeologiczna

RAPORT WSTĘPNY
Z PRAC ANALITYCZNYCH
O DEFORMACJACH TERENU W TRZEBINI
(obszar cmentarza komunalnego przy ulicy Jana Pawła II w Trzebini i tereny przyległe)

Miejscowość:	Trzebinia
Gmina:	Trzebinia
Powiat:	chrzanowski
Województwo:	małopolskie

Ministerstwo Klimatu i Środowiska

Warszawa, 27 luty 2023 r.

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000, fax (+48) 22 45 92 00, biuro@pgi.gov.pl
Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie,
XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099; **NIP** 525-000-80-40

Centrum Geozagrożeń
ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków,
tel. (+48) 12 290 13 99, fax (+48) 12 290 13 88

www.pgi.gov.pl

Raport wstępny opracowali:

dr Tomasz Wojciechowski
dr Janusz Jureczka
dr Marcin Wódka
dr Sylwester Kamieniarz
dr Maria Przyłucka
dr Zbigniew Perski
dr Rafał Sikora
dr Piotr Nescieruk
dr Jarosław Kos
mgr Włodzimierz Krieger
dr Weronika Nadłonek
mg inż. Michał Rolka

1. WSTĘP

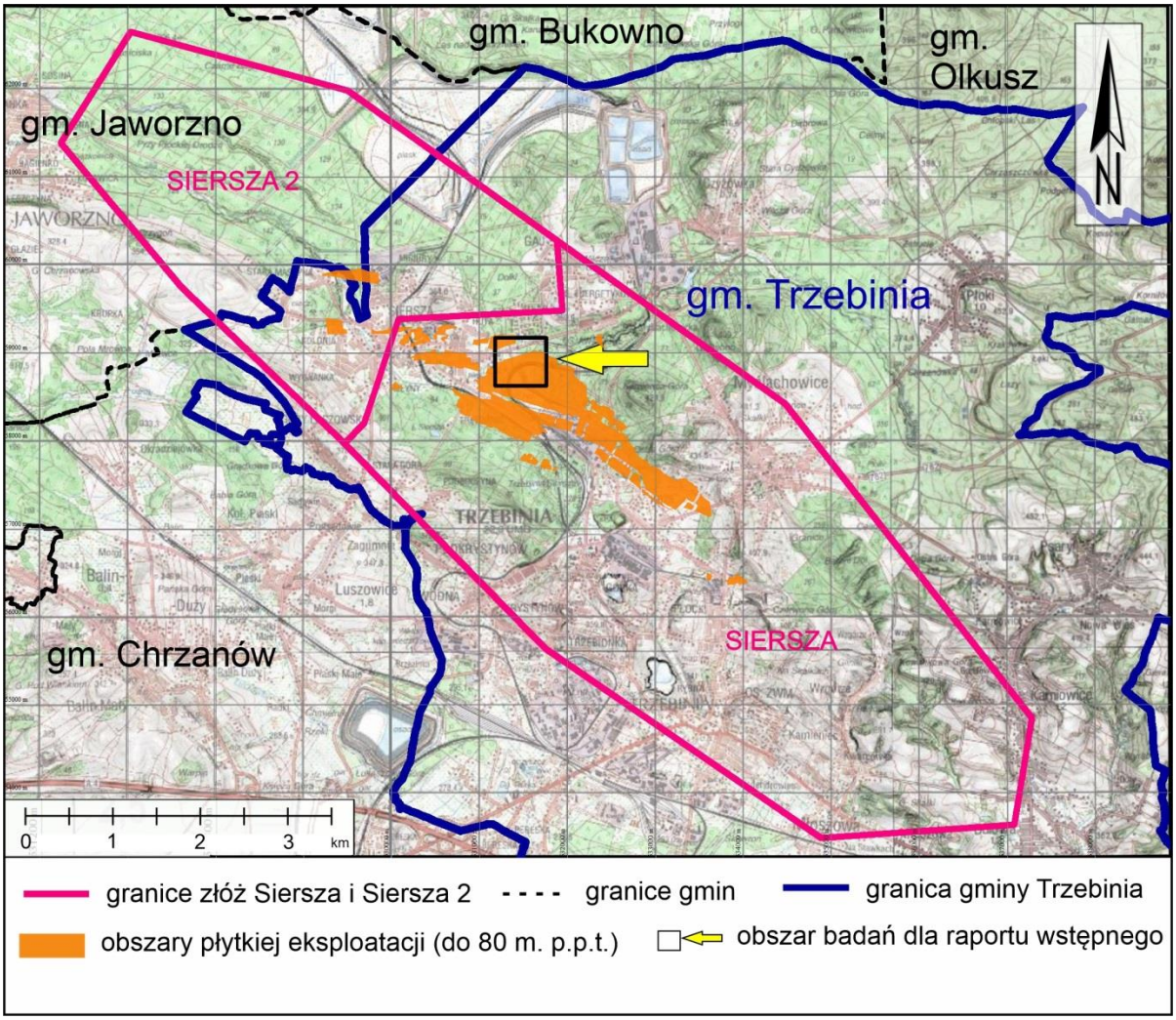
Na prośbę Pana Piotra Dziadzio, Podsekretarza Stanu w Ministerstwie Klimatu i Środowiska, Głównego Geologa Kraju z dnia 16.02.2023 r. (znak pisma DNGS-WPN.70.2.2023.MLD), Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB) podjął się wykonania prac mających na celu rozpoznanie problemu pojawiających się zapadlisk w Trzebini. Prace te realizowane są w ramach zadań państwowej służby geologicznej (psg) pn. „Interferometryczny Monitoring Powierzchni Polski (InMoTeP) – etap II" oraz „Wsparcie działań Ministra właściwego ds. środowiska oraz innych organów administracji państwowej w postaci: ekspertyz, opinii, analiz, raportów, recenzji, prezentacji i innych w zakresie geologii (kontynuacja zadania)", które finansowane są przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW). W ramach podjętych działań przewidziano:

1. przeprowadzenie analizy przedmiotowego obszaru z wykorzystaniem satelitarnej interferometrii radarowej, która dostarczy danych o ewentualnych deformacjach ciągłych (osiadaniach), które często towarzyszą deformacjom nieciągłym (zapadliska);
2. wykorzystanie archiwalnych danych radarowych z lat 1992-2010 oraz 2013-2022. Przeprowadzenie analizy dla obszarów niezalesionych i zurbanizowanych;
3. wykonanie raportu dotyczącego ewentualnych deformacji terenu obszaru Trzebini obejmujący stosowną mapę deformacji wraz z objaśnieniami.
4. przeprowadzenie analizy numerycznych modeli terenu (NMT) wygenerowanych na podstawie danych lotniczego skaningu laserowego (ALS), które pozyskano w latach 2011, 2014, 2019, 2022 (interpretacja form zapadliskowych, obliczenie tzw. modeli różnicowych przedstawiających zmiany wysokościowe powierzchni terenu, jakie zaszły w ostatniej dekadzie, interpretacja powierzchniowych uskoków pogórniczych, rozwój niecek osiadań) oraz analiz zdjęć lotniczych;
5. wykonanie bazy danych wektorowych (format shp.) oraz zobrazowań różnicowych na bazie danych ALS;
6. przeprowadzenie terenowych prac kartograficznych i inwentaryzacyjnych polegających na kompleksowej identyfikacji zapadlisk i innych deformacji terenu dla całego obszaru oddziaływania byłej kopalni „Siersza", ze szczególnym uwzględnieniem obszarów płytkiej eksploatacji węgla do 80 m.;
7. wykonanie mapy deformacji nieciągłych w skali 1:10 000 wraz z objaśnieniami uwzględniającymi analizy jakościowe i ilościowe;
8. zinwentaryzowanie każdego niezlikwidowanego zapadliska za pomocą naziemnego skaningu laserowego oraz pomiarów fotogrametrycznych z niskiego pułapu (dron);
9. przeprowadzenie analizy geologicznej obszaru złoża węgla kamiennego Siersza, w zasięgu eksploatacji zlikwidowanej kopalni „Siersza", ze szczególnym uwzględnieniem płytkiej eksploatacji do głębokości ok. 80 - 100 m., w oparciu o profile wierceń w zakresie budowy geologicznej nadkładu serii złożowej i stropowego 100-metrowego profilu karbonu (ok. 430 otworów) oraz planach/mapach eksploatowanych planów pokładów węgla, w szczególności do głębokości płytkiej eksploatacji – pokłady węgla 206, 207/1, 208, 209-210 i 214, z uwzględnieniem systemu i czasu ich eksploatacji;
10. wykonanie mapy hipsometrycznej powierzchni stropu karbonu, z uwzględnieniem utworów zalegających na stropie karbonu i wychodni karbonu na powierzchnię

terenu oraz mapa geologiczna odkrytej po karbon, z uwzględnieniem wychodni pokładów węgla na powierzchnię stropu karbonu. Wykonanie cyfrowania map pokładów węgla oraz mapy stropu karbonu oraz mapy geologicznej odkrytej po karbon;

11. raport uwzględniający wyniki oraz historię eksploatacji i rozpoznania złoża i charakterystyki likwidacji kopalni, budowę geologiczną, w szczególności nadkładu serii złożowej i stropowego 100-metrowego profilu karbonu, opis warunków hydrogeologicznych oraz charakterystykę udokumentowanych obszarów płytkiej eksploatacji wraz z określeniem potencjalnych obszarów eksploatacji niedokumentowanej (tzw. „biedaszybów”);

Zaplanowane prace będą obejmować prace kameralne oraz terenowe kartowanie geologiczne. Uzyskane wyniki zostaną przeanalizowane wraz z dokumentacją dotyczącą deformacji nieciągłych w Trzebini wykonaną na zlecenie Spółki Restrukturyzacji Kopalń S.A. Niniejszy raport wstępny prezentuje wyniki kameralnych prac przygotowawczych pod właściwe badania terenu obszaru oddziaływania KWK Siersza i dotyczą one tylko rejonu cmentarza komunalnego przy ulicy Jana Pawła II w Trzebini (ryc. 1). Dane dotyczące ilości zapadlisk odnoszą się do stanu na dzień 24.02.2023 r.



Ryc. 1. Mapa lokalizacyjna obszaru objętego raportem wstępnym na podkładzie mapy topograficznej w skali 1: 50 000 nałożonym na numeryczny model terenu (źródło: GUGiK).

Wyniki badań nie odnoszą się bezpośrednio do opracowania wykonanego na zlecenie Spółki Restrukturyzacji Kopalń S.A., ale mogą stanowić jego istotne uzupełnienie. Wykorzystane metody oceny zagrożenia bazują na danych satelitarnych oraz danych z Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii. Podejście metodyczne pozwala szerzej spojrzeć na problem zapadlisk w Trzebini, nie ograniczając się tylko do punktowych zdarzeń.

Podane dane geologiczno-górnicze, dotyczące złoża węgla kamiennego Siersza", odnoszą się do stanu z zakończenia eksploatacji w 1999 r., podanego w „Dodatku nr 2 (rozliczeniowym) do dokumentacji geologicznej w kategorii A+B, C_1, C_2 złoża węgla kamiennego kopalni „Siersza" wg stanu na 31.10.1999 r. (Miśkowicz, 1999). Dane te obejmują obszar złoża w jego ówczesnych granicach, wraz z wydzielonym później w 2014 r. złożem Siersza 2 w północno-wschodniej części złoża Siesza (ryc. 1).

2. DEFORMACJE POWIERZCHNI TERENU OBSZARU TRZEBINI NA PODSTAWIE DANYCH Z SATELITARNEJ INTERFEROMETRII RADAROWEJ

Niniejszy raport w zakresie metod satelitarnych oparty został na Europejskim systemie o ruchach powierzchni terenu - European Ground Motion Service (EGMS), który należy do grupy produktów programu Copernicus służącego do monitorowania powierzchni lądów, a jego wdrożenie powierzono Europejskiej Agencji Środowiska (EEA). EGMS dostarcza spójnych, regularnych, znormalizowanych, zharmonizowanych informacji dotyczących naturalnych i antropogenicznych ruchów powierzchni terenu w Europie, niezależnie od granic administracyjnych państw, z milimetrową dokładnością. Przemieszczenia są wyznaczane na podstawie analiz szeregów czasowych satelitarnych danych radarowych Sentinel-1 z wykorzystaniem metod interferometrii radarowej https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/european-ground-motion-service

Jednym z najistotniejszych ograniczeń tej metody pomiarowej jest brak możliwości zaplanowania rozmieszczenia punktów pomiarowych nazywanych stabilnymi rozpraszaczami. Lokalizacja ich zależy od właściwości obiektów znajdujących się na terenie. Wyniki przetwarzania ściśle zależą od koherencji, czyli spójności obrazów. W konsekwencji wszelkie gwałtowne zmiany w charakterystyce odbicia sygnału w obrębie analizowanej serii czasowej powodują utratę koherencji a tym samym informacji o ewentualnych przemieszczeniach. Zmiany charakterystyki odbicia mogą być powodowane przez szereg czynników takich jak: wzrost roślinności, zmiany ulistnienia, zmiany wilgotności, pojawianie się i zanikanie pokrywy śnieżnej. Do zmian środowiskowych wywołujących utratę koherencji zaliczyć można również roboty ziemne, prace budowlane i rozbiórkowe a także pojawianie się zapadlisk. Najlepszą koherencją, a tym samym największą gęstością punktów charakteryzują się obszary pozbawione roślinności – wychodnie skalne, odkrywki a warunkach Polski przede wszystkim tereny zurbanizowane, przemysłowe oraz szlaki komunikacyjne.

Z tych względów wyniki przetwarzania radarowych zdjęć satelitarnych w technice szeregów czasowych, również te prezentowane w serwisie EGMS, najlepiej sprawdzają się do monitorowania powolnych zmian ciągłych, których linia trenu przyrostu przemieszczenia będzie zbliżona do liniowego.

Serwis udostępnia dane trzech poziomów przetworzenia:

Podstawowy: Mapy prędkości w kierunku obrazowania satelity (line-of-sight) z orbit wstępujących i zstępujacych oddzielnie dla każdego punktu pomiarowego. Produkty podstawowe dowiązane są do lokalnego punktu referencyjnego;

Skalibrowany: Mapy prędkości w kierunku obrazowania satelity (line-of-sight) z orbit wstępujących i zstępujących oddzielnie w odniesieniu do modelu referencyjnego pochodzącego z danych szeregów czasowych globalnych systemów nawigacji satelitarnej. Skalibrowane produkty są bezwzględne, nie odnoszą się już do lokalnego punktu odniesienia;

Orto: Składowe ruchu (poziome i pionowe) dowiązane do referencyjnego modelu geodezyjnego. Produkty Orto są generowane dla siatki o boku 100 m.

Obecnie dane EGMS są dostępne dla okresu zawartego pomiędzy 2015 a 2020 rokiem. Dla obszaru Trzebini zostały pobrane dane poziomu ”Orto” ilustrujące deformacje w kierunku poziomym oraz pionowym w siatce 100 m. Każdy z tych pikseli (punktów stabilnych rozpraszaczy) ma przypisaną wartość średniej prędkości ruchu w podanym kierunku w jednostce mm/rok oraz wartości szeregów czasowych przemieszczeń w milimetrach pomiędzy każdym pozyskanym obrazem.

Dodatkowo pobrano dane poziomu „Skalibrowany” orbity wstępującej i zstępującej. Prezentują one deformacje w kierunku obrazowania satelity, a więc nie przeliczone na łatwe w interpretacji wektory deformacji pionowe i poziome, ale nachylone do kierunku pionowego o 29,1° - 46,0°. Jednakże pomimo trudności w interpretacji wartości tych punktów, charakteryzują się one większą gęstością w pewnych rejonach obszaru badawczego.

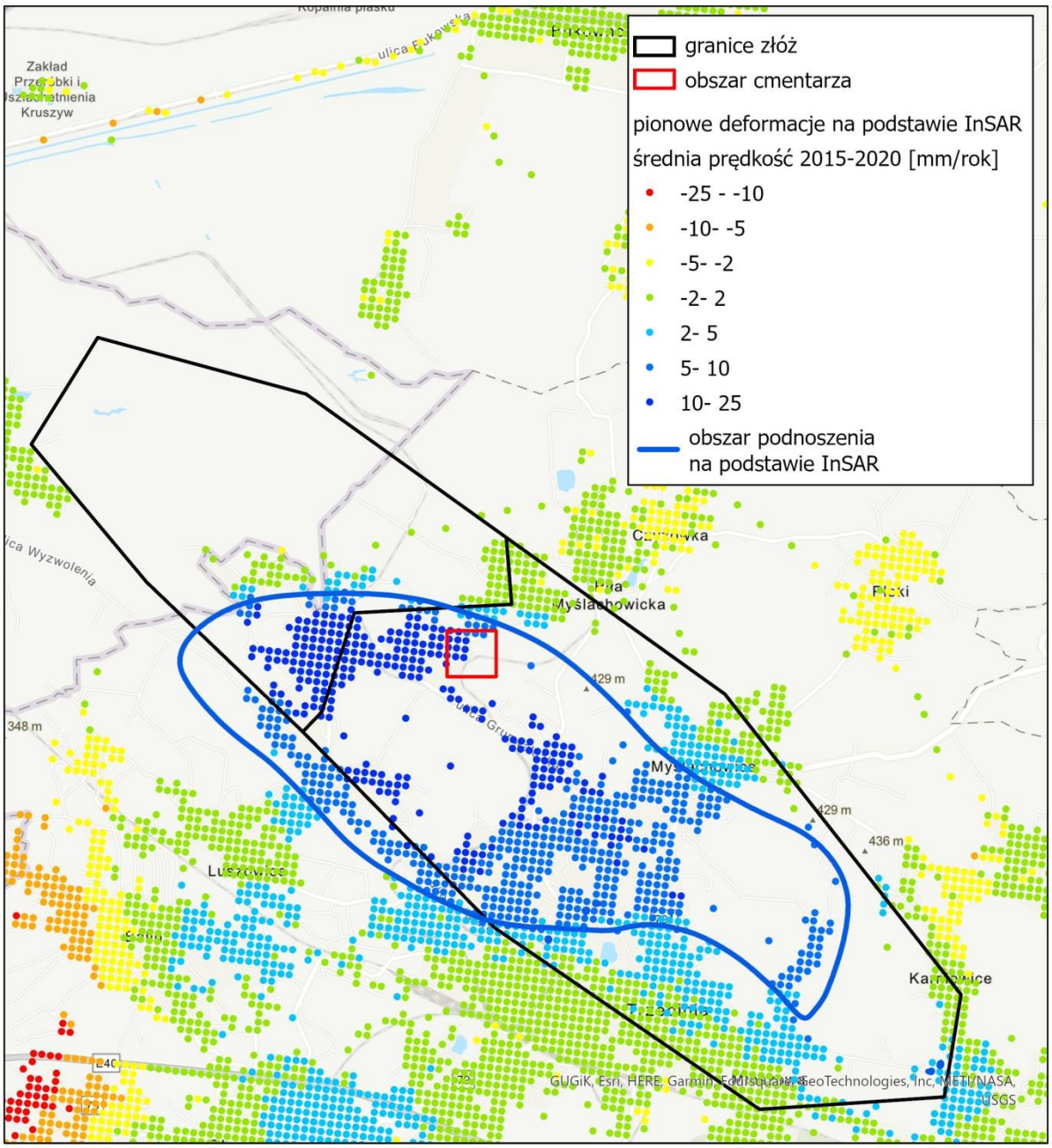
Szczegółowa analiza tych danych (skalibrowanych) wykazała, że wartości przemieszczeń nie charakteryzują się anomaliami mogącymi stanowić przedmiot interpretacji i dlatego nie brano ich pod uwagę w dalszych opracowaniach.

Deformacje w kierunku pionowym dla okresu 2015-2020 zostały przedstawione na rycinie 2. Średnia prędkość (mm/rok) zaobserwowana na punktach PS została przedstawiona w skali barwnej. Kolor zielony ilustruje punkty stabilne, kolor niebieski podnoszenie, kolory żółte-czerwone osiadanie. Obszar badawczy obejmuje złoże „Siersza” przedstawione kolorem czarnym, obszar w okolicy cmentarza jest zaznaczony czerwoną ramką.

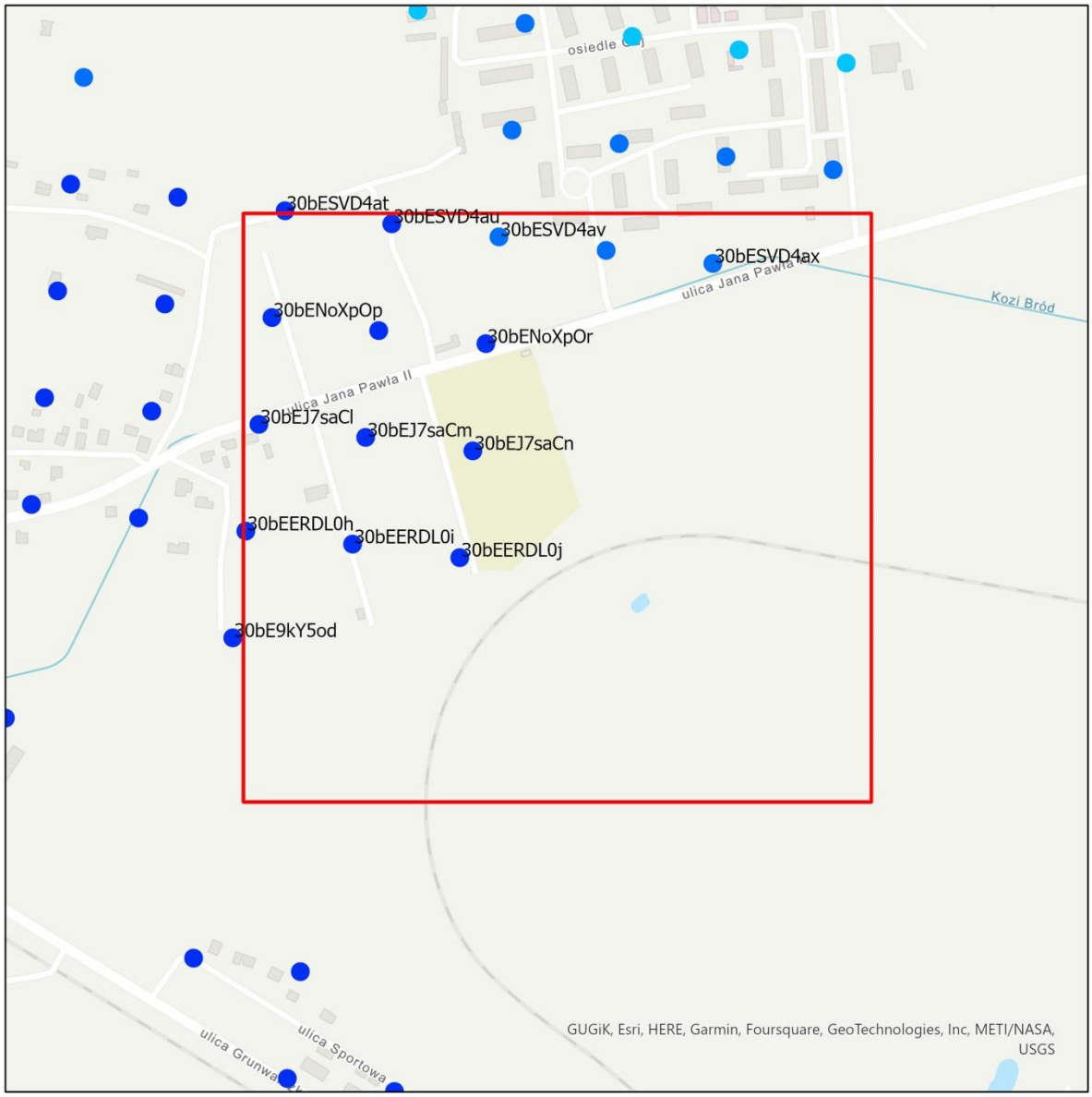
W środkowej części widoczny jest obszar wykazujący charakterystyczne podnoszenie terenu z prędkością 5 - 25 mm/rok. Cmentarz znajduje się w granicy tego obszaru. Powiększenie tego rejonu przedstawiono na rycinie 3.

W szczegółowo badanym obszarze zilustrowanym czerwona ramką znajduje się 16 punktów odpowiadających pikselom stabilnych rozpraszaczy zidentyfikowanych w serwisie EGMS. Ich prędkość podnoszenia waha się od 8,5 do 15,5 mm/rok (wartość średnia 11,7 mm/rok). Wykresy czasowe dla tych punktów zostały przedstawione na rycinie 4. Wszystkie punkty wykazują stabilny, liniowy trend wznoszący. Zasięg obszaru objętego podnoszeniem (ryc. 2) koreluje się z zasięgiem dawnego obszaru górniczego KWK Siersza. Ruchy te związane są najprawdopodobniej z podnoszeniem zwierciadła wód gruntowych. Zjawiska tego typu są charakterystyczne dla terenów pogórniczych.

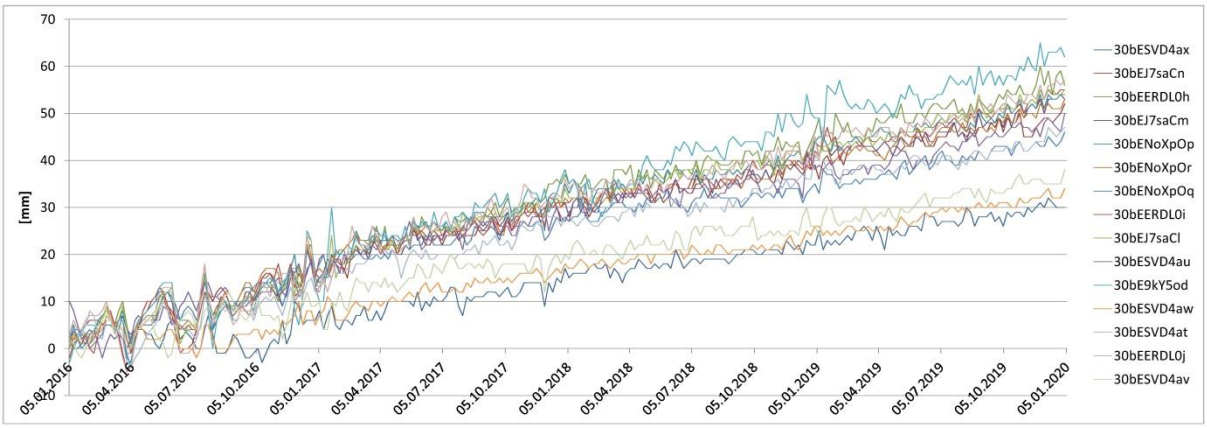
Deformacje w kierunku poziomym dla okresu 2015-2020 zostały przedstawione na rycinie 5. Średnia prędkość zaobserwowana na punktach PS została przedstawiona w skali barwnej. Kolor zielony ilustruje punkty stabilne, kolor niebieski przemieszczenia w kierunku wschodnim, kolory żółte-czerwone przemieszczenia w kierunku zachodnim.



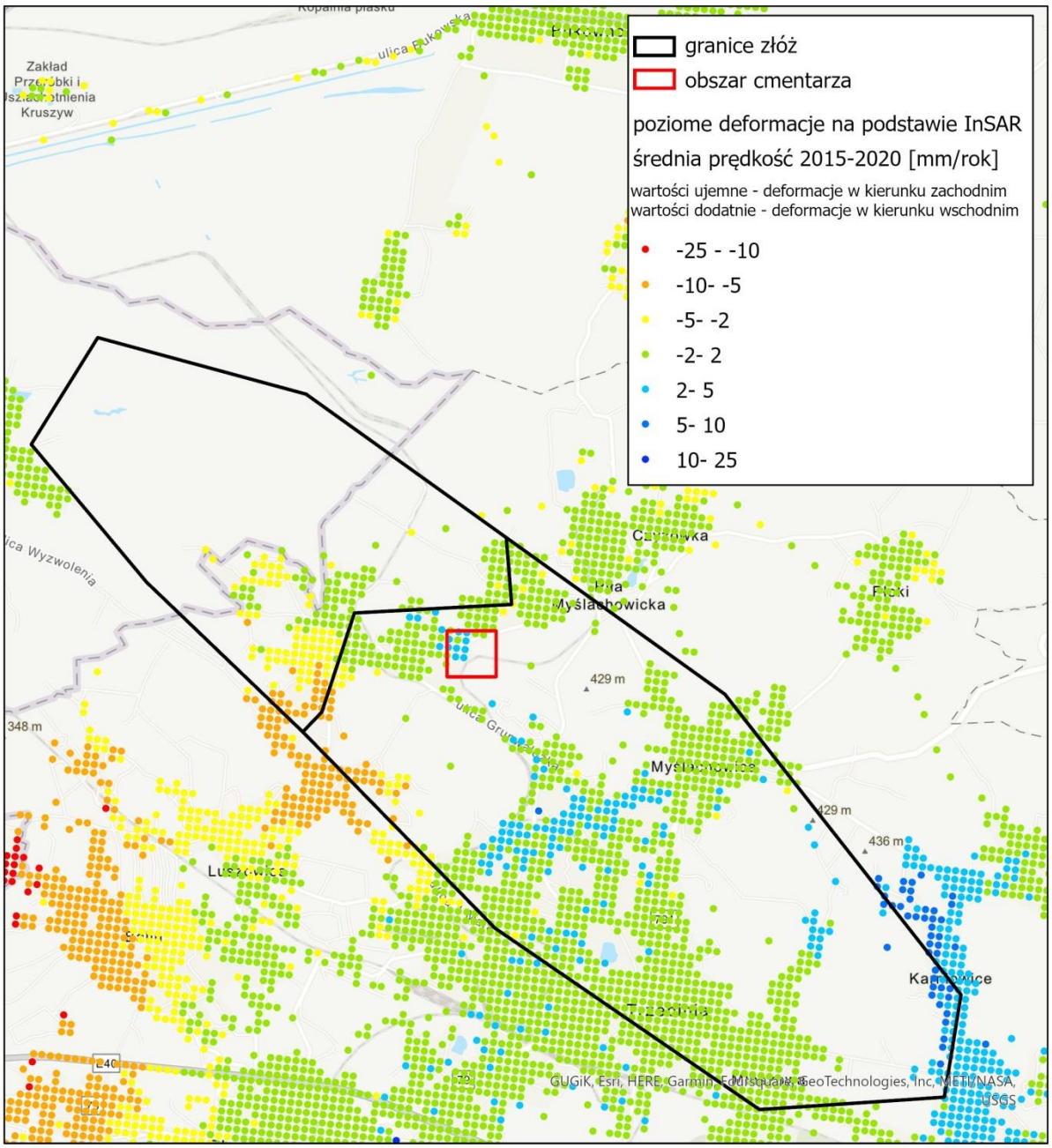
Ryc. 2. Średnia prędkość punktów stabilnych rozpraszaczy w kierunku pionowym na obszarze badawczym „Trzebinia” obejmująca złoże „Siersza”.



Ryc. 3. Obszar cmentarza. Średnia prędkość punktów stabilnych rozpraszaczy w kierunku pionowym (legenda na ryc. 2).

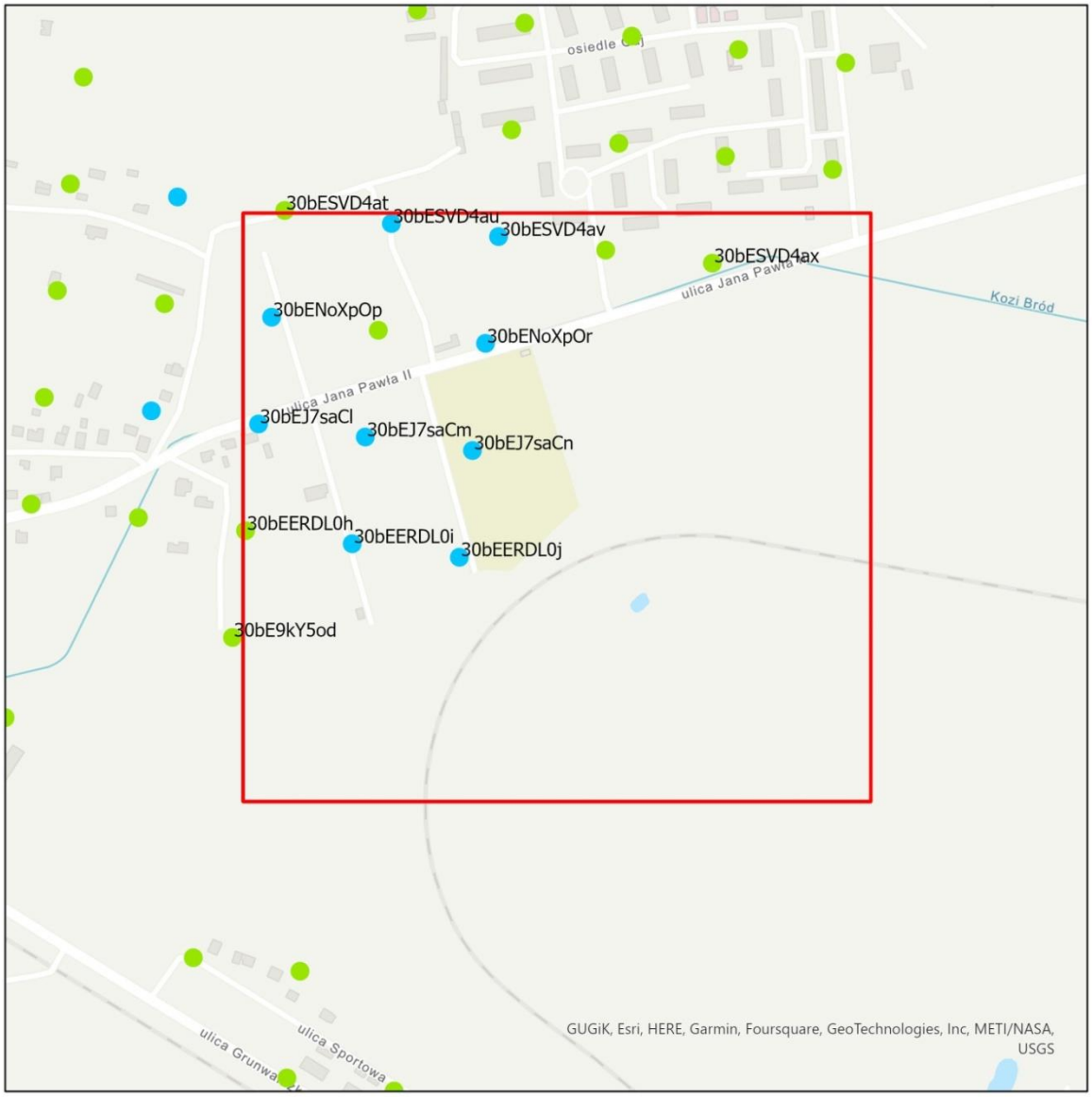


Ryc. 4. Wykresy czasowe przemieszczeń dla punktów w okolicy cmentarza (ryc. 3).



Ryc. 5. Średnia prędkość punktów stabilnych rozpraszaczy w kierunku poziomym na obszarze badawczym „Trzebinia" obejmująca złoże „Siersza".

Na obszarze badawczym zaobserwowano bardzo niewielkie przemieszczenia w kierunku poziomym dla wyznaczonego obszaru podnoszenia (ryc. 2). Przemieszczenia w kierunku zachodnim mieszczą się w granicach 10 mm/rok, w kierunku wschodnim do 5 mm/rok. Dla obszaru cmentarza zaobserwowano przemieszczenia w kierunku wschodnim od 0,8 do 4,1 mm na rok (ryc. 6). Obserwowane przemieszczenia poziome stanowią składową wektora przemieszczeń pionowych spowodowaną zmianami nachylenia powierzchni terenu na granicy obszaru objętego podnoszeniem opisanym powyżej.



Ryc. 6. Obszar cmentarza. Średnia prędkość punktów stabilnych rozpraszaczy w kierunku poziomym (legenda na ryc. 5).

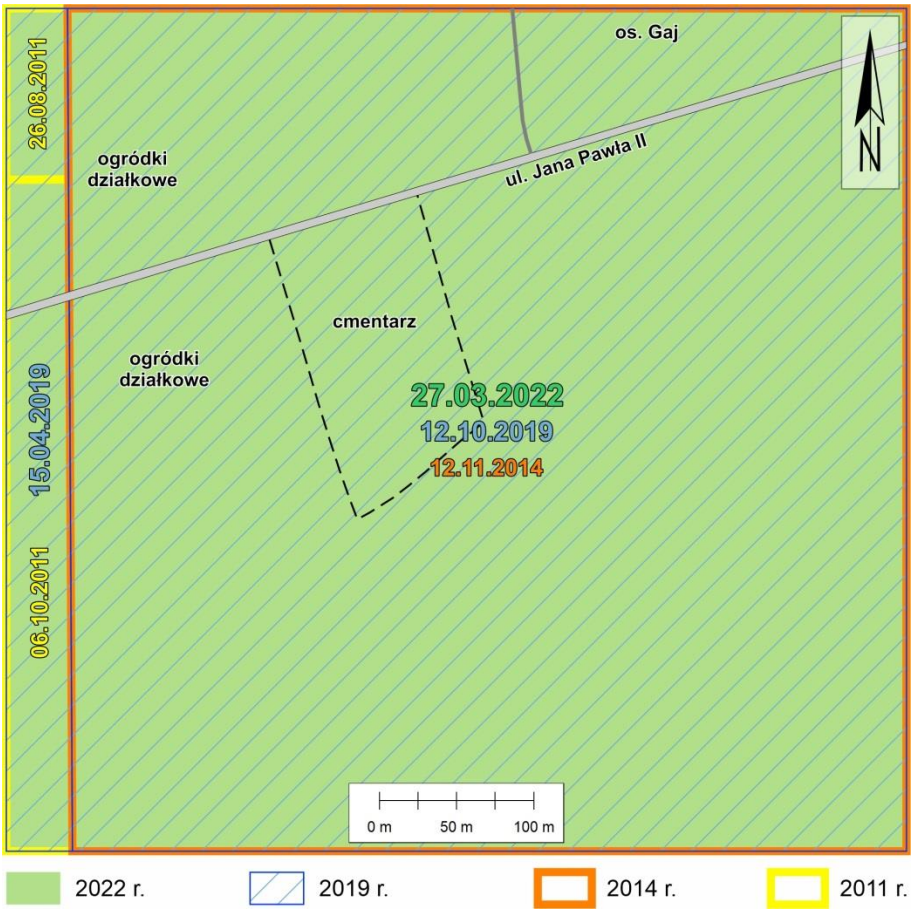
Opisane w niniejszym raporcie deformacje ciągłe (przemieszczenia pionowe i poziome) na terenie cmentarza stanowią część występującego regionalnie zjawiska podnoszenia terenu związanego z likwidacją leja depresji zwierciadła wód podziemnych po zakończeniu odwadniania wyrobisk podziemnych KWK Siersza. Podnoszenie terenu jest efektem podnoszenia się zwierciadła wód podziemnych na tym obszarze. Rejon cmentarza znajduje się blisko krawędzi obszaru podnoszenia i jest w związku z tym poddawany zmianom nachylenia powierzchni terenu. Zmianom nachylenia towarzyszą przemieszczenia w kierunku pionowym jak i poziomym.

3. WSTĘPNA INWENTARYZACJA ZAPADLISK NA PODSTAWIE RÓŻNOCZASOWYCH NUMERYCZNYCH MODELI TERENU

Wyniki analiz numerycznych modeli terenu na potrzeby niniejszego raportu oparte są na danych z lotniczego skaningu laserowego (ALS) oraz analizach zdjęć lotniczych. Wyniki zawarto w roboczej wersji bazy danych wektorowych zapadlisk w formacie shp.

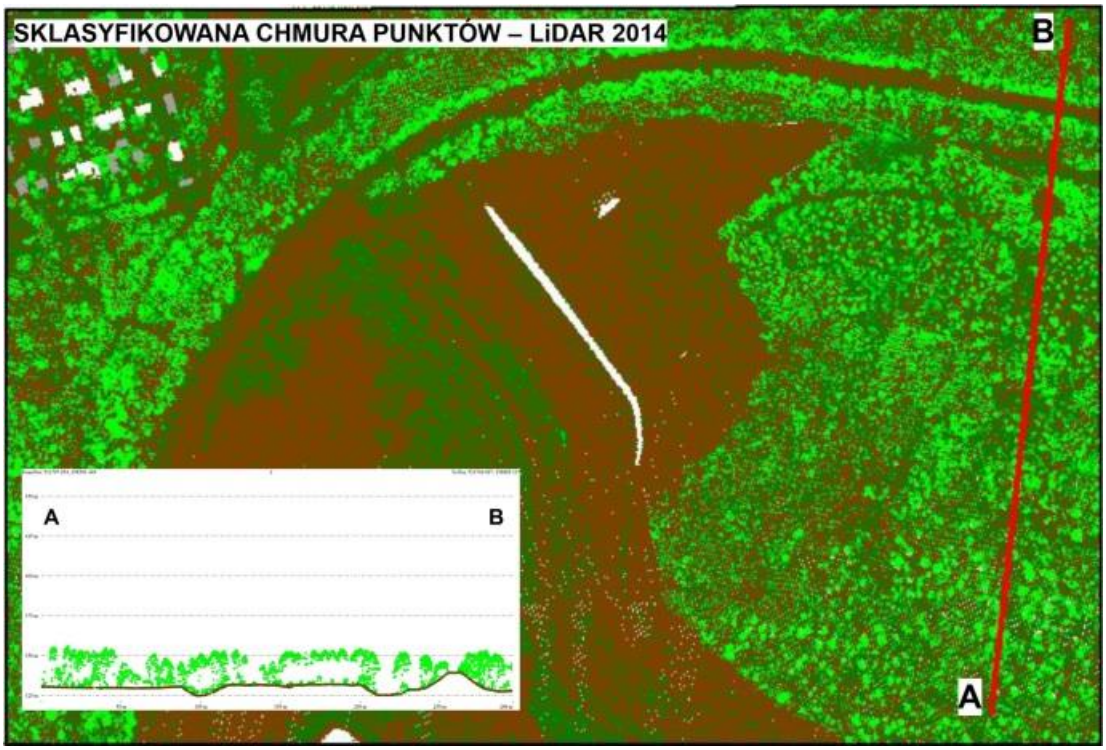
Analizy rozpoczęto od okolic cmentarza i nie były one jeszcze zweryfikowane terenowo, co jest zaplanowane w następnych etapach prac. Kompletność dostępnych danych umożliwia prześledzenie rozwoju zjawiska w danym czasie, określenie podobieństw czynników, które mogły wpłynąć na rozwój zapadlisk i korelację wyników z innymi dostępnymi danymi lub wynikami innych badań. Z reguły przyczyny powstawania zapadlisk w danym rejonie są podobne, niezależnie czy występują one w rejonach zabudowanych czy leśnych. Dlatego istotne jest kompleksowe zinwentaryzowanie wszystkich zapadlisk w rejonie oddziaływania KWK Siersza.

Analizowane dane ALS pozyskano z Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (GUGiK). Dla badanego obszaru wykorzystano dane LiDAR pozyskane z pułapu lotniczego w sierpniu i październiku 2011 r., grudniu 2014 r., kwietniu i październiku 2019 r. oraz marcu 2022 r. Ich zasięgi przestrzenne w obrębie analizowanego obszaru przedstawiono na rycinie 7. Pozyskane w procesie lotniczego skanowania laserowego dane występują w postaci tzw. „chmur punktów", w których każdy punkt ma określoną współrzędne poziome oraz współrzędną pionową.. W analizach wykorzystano tylko punkty sklasyfikowane jako „grunt", reprezentujące powierzchnię terenu (ryc. 8). Na ich podstawie wygenerowano numeryczne modele terenu (NMT) w rozdzielczości 0,5 m stosując interpolację TIN (ryc. 9).

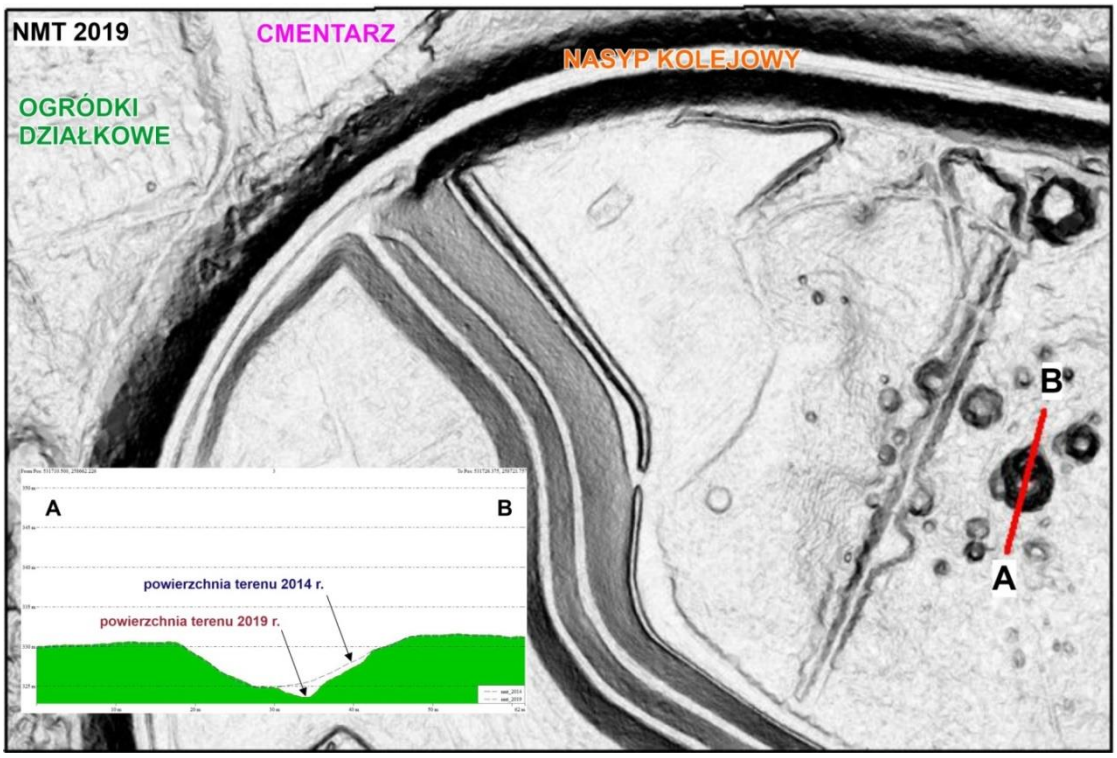


Ryc. 7. Zasięgi danych ALS w obrębie analizowanego obszaru.

Dokładność NMT jest zależna od gęstości punktów, sposobu interpolacji oraz od stopnia pokrycia terenu roślinnością i zabudową. Z reguły dokładność wysokościowa NMT dla terenów utwardzonych jest obarczona niewielkim błędem i nie przekracza 3 cm, ale w przypadku obszarów pokrytych gęstą roślinnością błąd ten czasami może przekraczać 20 cm.



Ryc. 8. Sklasyfikowana chmura punktów.

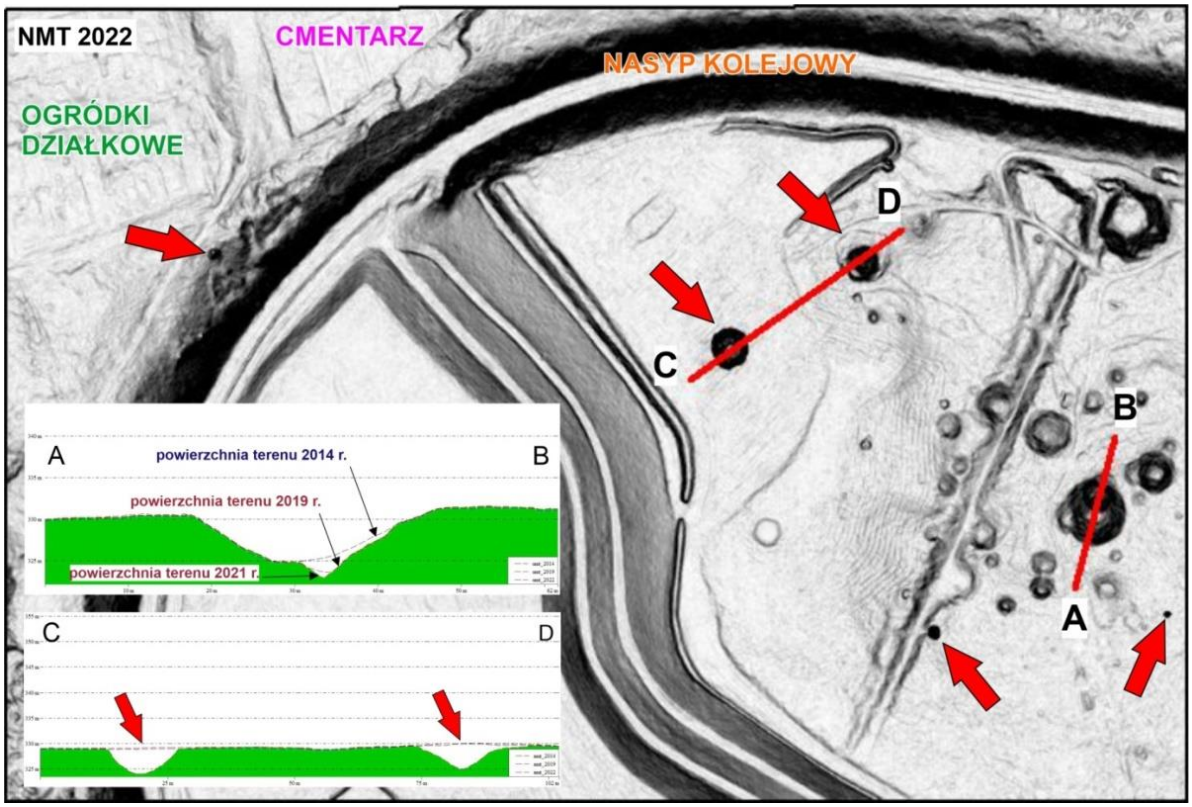


Ryc. 9. Numeryczny model terenu – obszar na SE od cmentarza. W prawej części obrazu widoczny jest szereg zapadlisk.

Analiza NMT pod kątem występowania zapadlisk polegała na wizualnej ocenie obszaru badań. Biorąc po uwagę dokładność wysokościową modeli oraz fakt, że w rejonie tym mogą być widoczne ślady lokalnego, powierzchniowego wydobycia, przyjęto że zapadliskiem może być zagłębienie:

- o owalnym lub lekko wydłużonym kształcie w planie;
- o głębokości co najmniej 0,5 m;
- nieposiadające żadnej „obwódki" (nasypu związanego z wydobyciem lub wykopem);
- występujące na co najmniej na dwóch różnoczasowych NMT, lub na NMT i ortofotomapie (aby mieć pewność, że „dziura" nie jest wynikiem błędu NMT);
- występujące tylko na jednym NMT, ale mające bardzo wyraźne kształty.

Dzięki różnoczasowym modelom możliwe było prześledzenie historii rozwoju zapadlisk (ryc. 10).



Ryc. 10. Nowe zapadliska (czerwone strzałki) powstałe w okresie pomiędzy 2019 r., a 2022 r. (porównaj z ryc. 9).

Zapadliska zaznaczano punktowo. Każdemu z punktów przypisano następujące atrybuty: maksymalna szerokość, maksymalna głębokość, czas powstania i źródło informacji o powstaniu zapadliska oraz informacja o tym czy dane zapadlisko zostało zlikwidowane. W przypadku braku dokładnych danych o dacie powstania, wpisywano informację o roku pozyskania danych ALS.

Badania NMT uzupełniono o: analizy archiwalnych ortofotomap pozyskanych z GUGiK (dane z lat: 1996, 2003, 2009, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2021, 2022), dane o lokalizacji zapadlisk prezentowane na stronie internetowej Głównego Instytutu Górniczego (dostęp 10.02.2023), dane udostępnione w prezentacji z wyników badań wykonanych na zlecenie

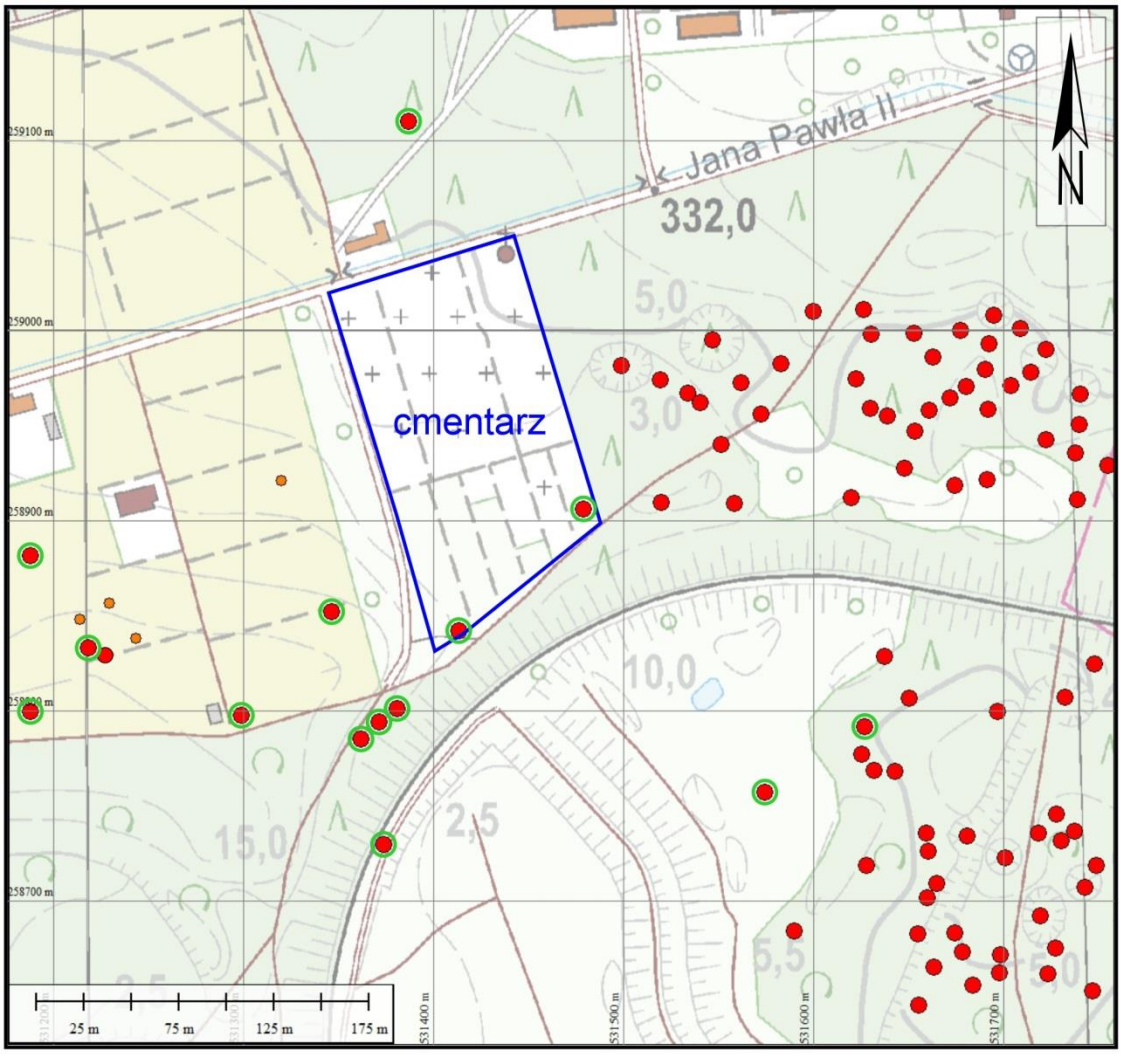
Spółki Restrukturyzacji Kopalń S.A., informacje medialne oraz stare zdjęcia lotnicze Trzebini publikowane w internecie.

Dalsze analizy polegały na wykonaniu różnicowych modeli terenu (RMT). Model różnicowy uzyskuje się porównując dane z co najmniej dwóch nalotów ALS wykonanych na tym samym terenie, w różnym czasie. Przedstawia on różnice wysokościowe między NMT uzyskanym w wyniku nalotu młodszego, a NMT wygenerowanym na podstawie danych z nalotu starszego. Dokładność takich modeli jest zwykle obarczona błędem rzędu decymetrów, jest ona jednak wystarczająca do zarejestrowania nowopowstałych zapadlisk i innych ewentualnych deformacji. Utworzono RMT dla okresów 2011, 2014 – 2019 oraz 2019 – 2022. Dla miejsc, w których na podstawie analizy RMT stwierdzono uaktywnienie się istniejących zapadlisk lub powstanie nowych obliczono objętość zapadniętego gruntu.

Z uwagi na zastosowanie na obecnym etapie badań wyłącznie metod zdalnych, wyznaczone zapadliska podzielono na dwie klasy: zapadliska pewne oraz zapadliska przypuszczalne. Wszystkie formy zostaną zweryfikowane w wyniku prac terenowych w następnym etapie badań.

W celu określenia ewentualnych deformacji zachodzących w przeszłości dodatkowo wykonano RMT porównujący dane ALS z 2011/2014 oraz model DTED 2 opracowany przez Służbę Topograficzną Wojska Polskiego w latach 90-tych przez wektoryzację diapozytywów wojskowych map topograficznych. Dokładność pionowa tych map (skala 1:25 000 lub 1:50 000) wynosiła 1-3 m, aktualność topografii terenu można przyjąć jako przełom lat 80-tych i 90-tych. Ze względu na różnice dokładności dwóch porównywanych modeli dla RMT wyświetlono tylko te różnice wysokości, które przekraczały przedział od -1,1 m do +1,1 m.

W badaniach objętych niniejszym raportem, czyli rejonu cmentarza i okolic, **wyznaczono 91 zapadlisk, które przy pomocy metod zdalnych uznano za „pewne" oraz 4 zapadliska określone jako „niepewne"** (ryc. 11). Wszystkie dotychczas wyznaczone zapadliska występują w obrębie obszaru płytkiej eksploatacji lub na jego granicy. Duża część zapadlisk koncentruje się w obszarze leśnym na wschód i południowy wschód od cmentarza. Zapadliska poza obszarem leśnym występują również w południowej części cmentarza oraz południowej części ogródków działkowych (ROD). Kształt zapadlisk w planie jest zwykle zbliżony do okręgu. Średni wymiar otworu to ok. 10 m (tab. 1). Średnia głębokość zapadlisk to ok. 2 m, przy czym najgłębsze zarejestrowane na NMT ma ponad 8 m. Zinwentaryzowanie powyższych zapadlisk pozwala przypuszczać, że ich całkowita liczba w obszarze złóż Siersza i Siersza 2 może być nawet kilkukrotnie wyższa niż dotychczas wykazano.

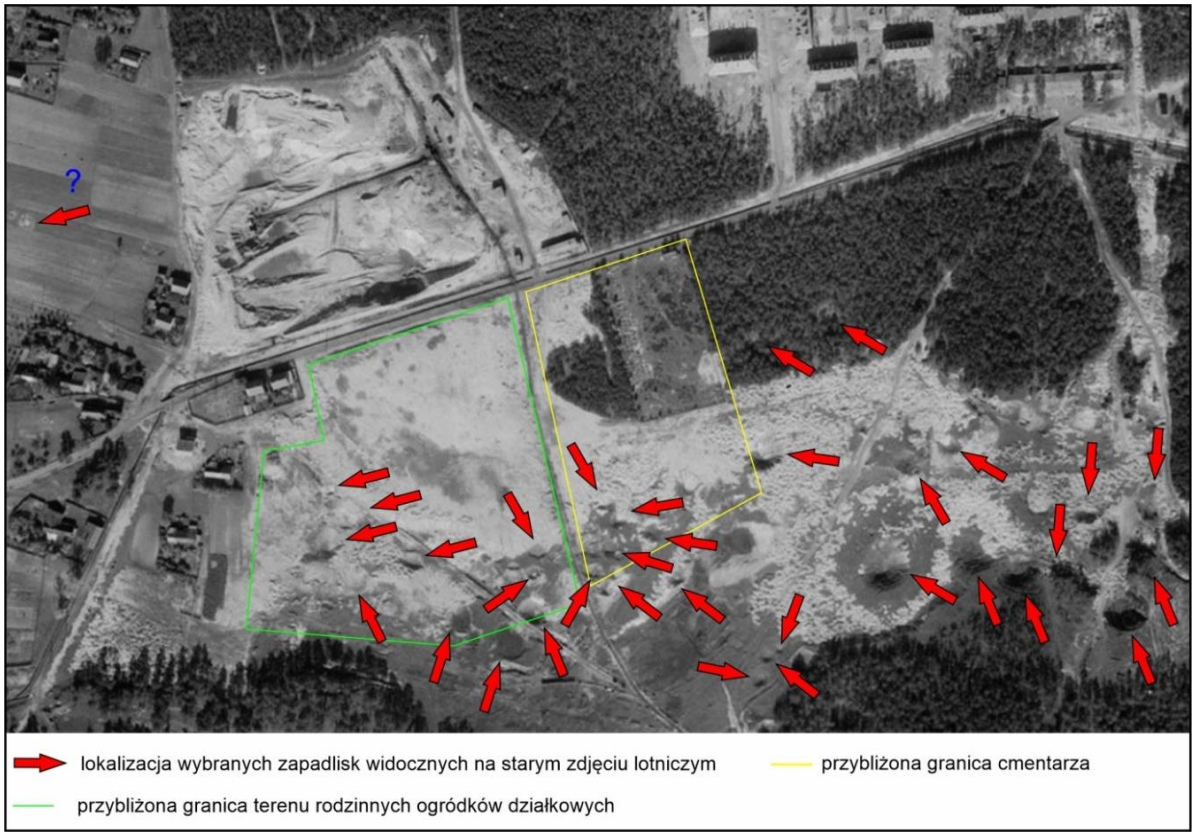


Lokalizacje zapadlisk wyznaczonych przez PIG – PIB:

- zapadliska stwierdzone na podstawie różnoczasowych NMT i danych archiwalnych
- zapadliska przypuszczalne wytypowane na podstawie różnoczasowych NMT
- lokalizacje zapadlisk z raportu wykonannego na zlecenie SRK S.A.

Ryc. 11. Lokalizacja zapadlisk w okolicy cmentarza w Trzebini – Sierszy na podkładzie topograficznym w skali 1:10 000 (źródło: GUGiK).

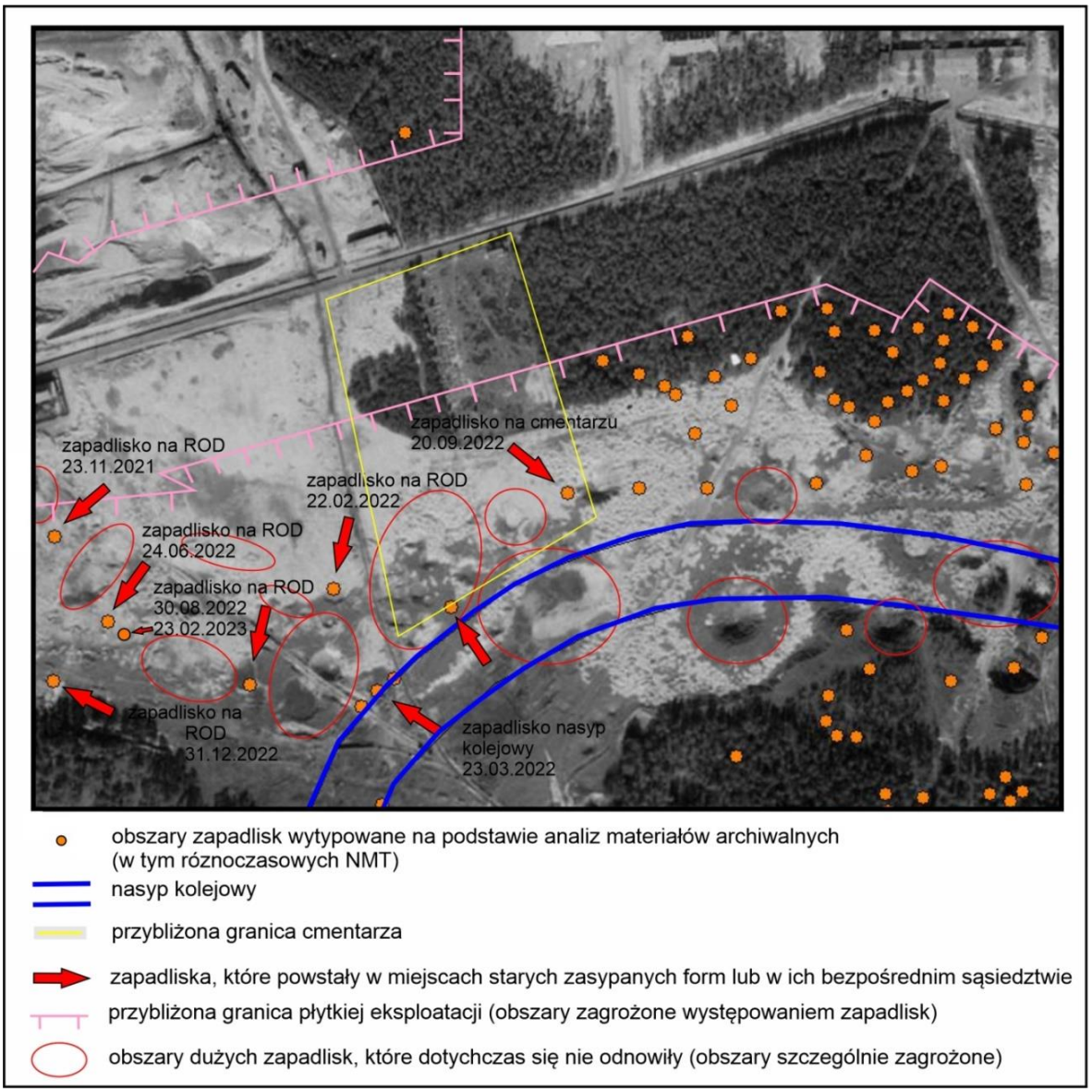
Analizy zdjęcia lotniczego z 1957 r. z rejonu cmentarza wskazują, że problem zapadlisk w analizowanym obszarze dotyczy południowej części cmentarza i ogródków działkowych oraz nasypu kolejowego. Na podstawie zdjęcia można stwierdzić, że cmentarz i ogródki działkowe zostały zlokalizowane na obszarze objętym szeregiem zasypanych zapadlisk (ryc. 12). Co istotne, powstające w obecnych czasach zapadliska, to w większości reaktywacja starych (w przeszłości zasypanych) form zapadliskowych. Większość zapadlisk zarejestrowanych w ostatnich latach na obszarze ogródków działkowych powstało w miejscach, które już wcześniej podlegały deformacjom nieciągłym, co jest widoczne na zdjęciu lotniczym z 1957 r. (ryc. 13).



Ryc. 12. Zapadliska widoczne na zdjęciu lotniczym z 1957 r. (źródło zdjęcia: www.rmf.fm24.pl).

Analizując zdjęcie można też stwierdzić, że zapadlisko na cmentarzu z dnia 20.09.2022 r., które pochłonęło 40 grobów, to przedłużenie wyraźnej i zasypanej w przeszłości formy zlokalizowanej tuż za ogrodzeniem dzisiejszego cmentarza. Bazując na tych faktach można stwierdzić, że zagrożony wystąpieniem zapadlisk w przyszłości jest nasyp kolejowy oraz miejsca wskazane na rycinie 13 znajdujące się obecnie na terenach ogródków działkowych oraz cmentarza (czyli miejsca, w których widoczne są stare wyraźne zapadliska, a do dziś się nie reaktywowały).

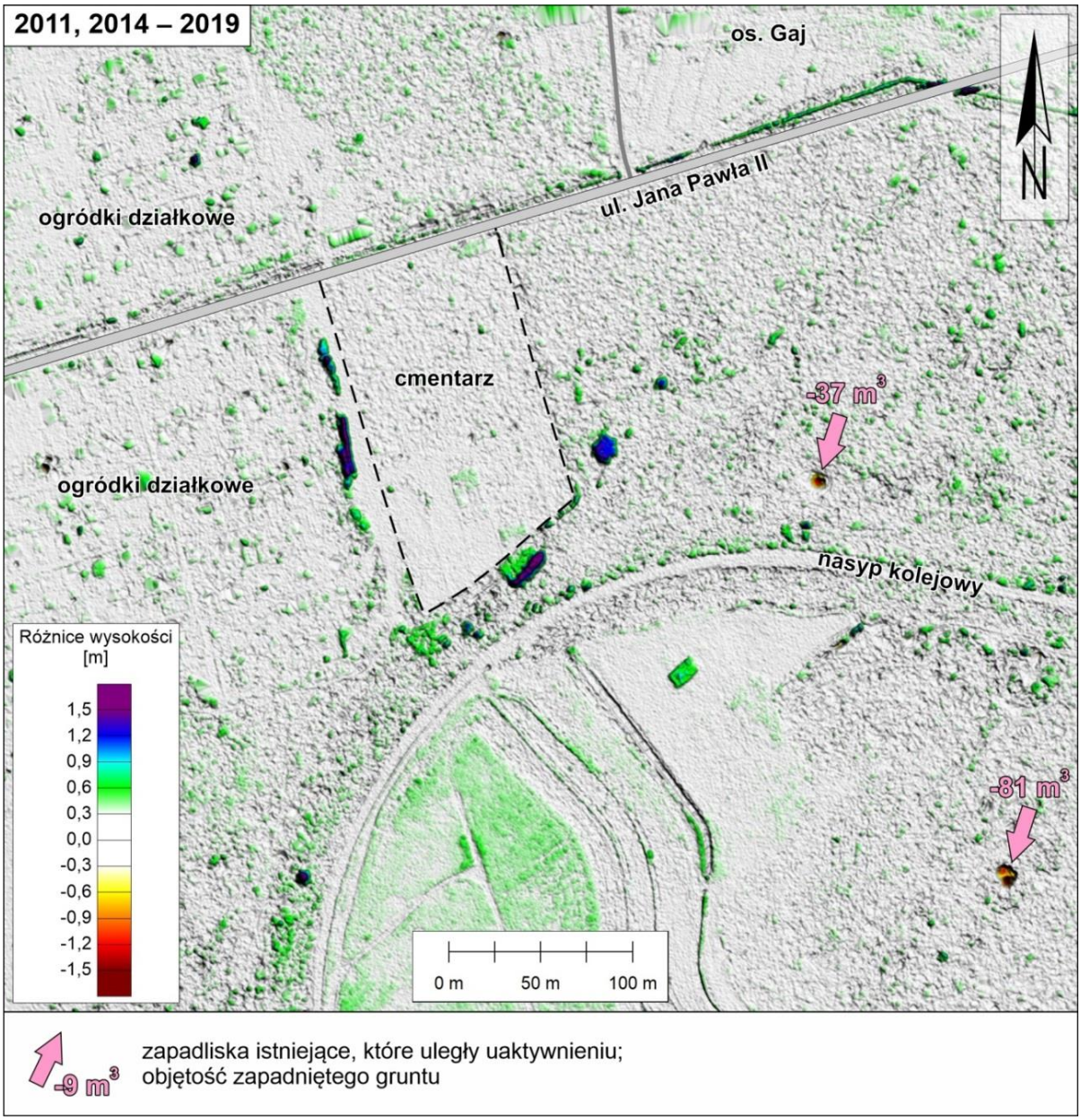
Biorąc pod uwagę widoczne na zdjęciu nasypy, trudno stwierdzić jak daleko na północ od obecnego wału kolejowego wysunięty był obszar występowania zapadlisk. Uwzględniając lokalizację wszystkich zapadlisk w tym rejonie zasadne jest uznanie całego obszaru mieszczącego się w granicach płytkiej eksploatacji oraz w jego najbliższym sąsiedztwie za tereny zagrożone występowaniem zapadlisk. Jednocześnie można stwierdzić, że liczba zinwentaryzowanych dziś zapadlisk nie jest kompletna, ponieważ szereg z nich znajduje się pod nasypem w rejonie cmentarza, ogródków działkowych oraz torów kolejowych.



Ryc. 13. Lokalizacja zapadlisk współcześnie reaktywowanych, które pokrywają się z miejscami starych form widocznych na zdjęciu lotniczym z 1957 r. (źródło zdjęcia: www.rmf.fm24.pl).

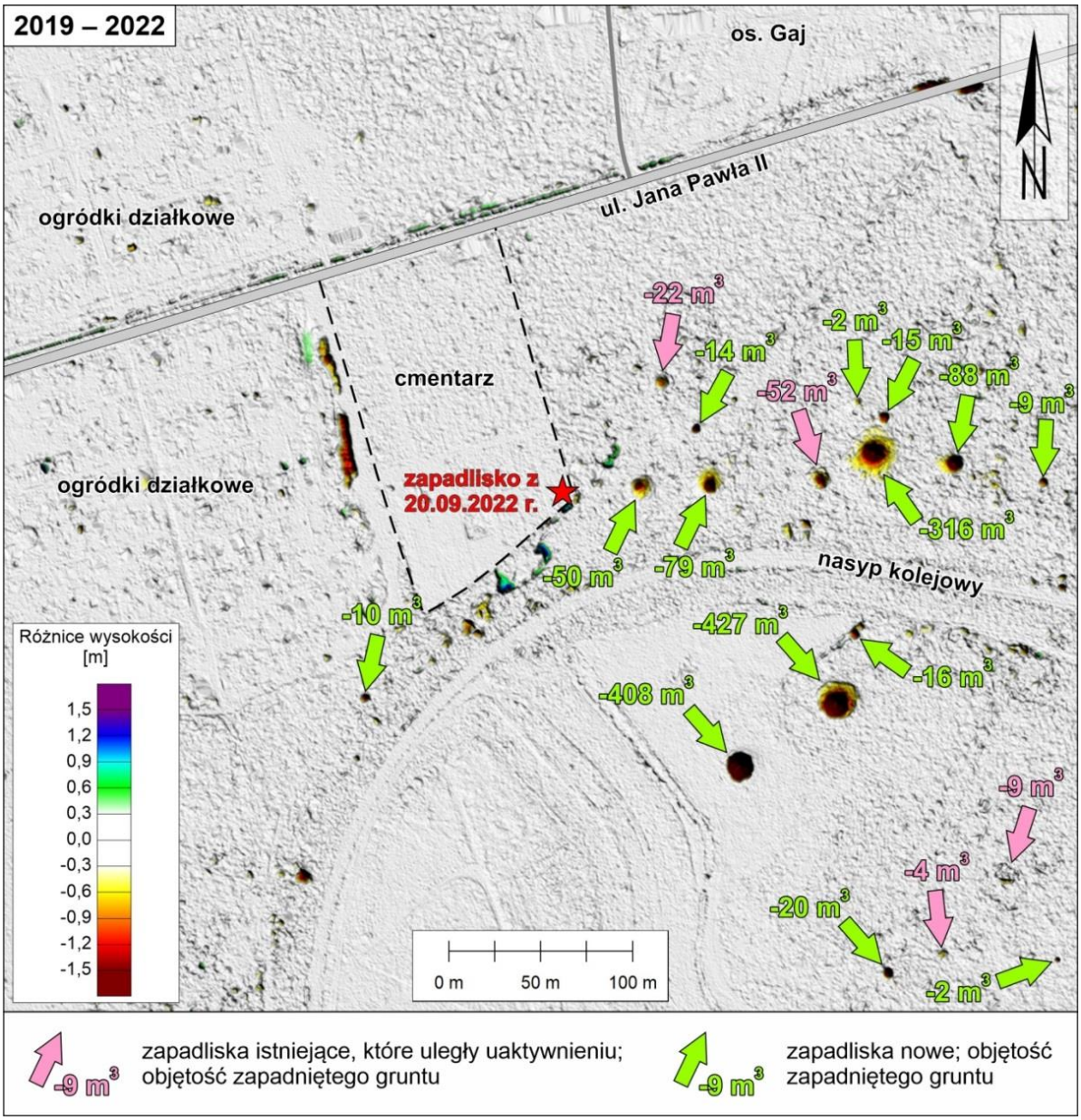
Należy zaznaczyć, że analiza zdjęcia lotniczego z 1957 r. jest obecnie analizą poglądową. W celu wyznaczenia dokładnej lokalizacji i zasięgu zapadlisk widocznych na lotniczych zdjęciach archiwalnych konieczne będzie zrobienie całego cyklu fotogrametrycznej obróbki surowych zdjęć i wyprostowaniu ich w ortorektyfikacji. Prace te zostaną wykonane w kolejnym etapie badań. Obecnie zgłoszono prośbę do GUGiK o udostępnienie zdjęć lotniczych.

Na podstawie analiz RMT stwierdzono, że w okresie 12.11.2014 – 12.10.2019 doszło do uaktywnienia się (poszerzenia i pogłębienia) dwóch istniejących zapadlisk zlokalizowanych w lesie, na wschód i południowy wschód od cmentarza (ryc. 14). W pierwszym przypadku zapadnięciu uległ grunt o objętości 37 m^3, a w drugim 81 m^3.



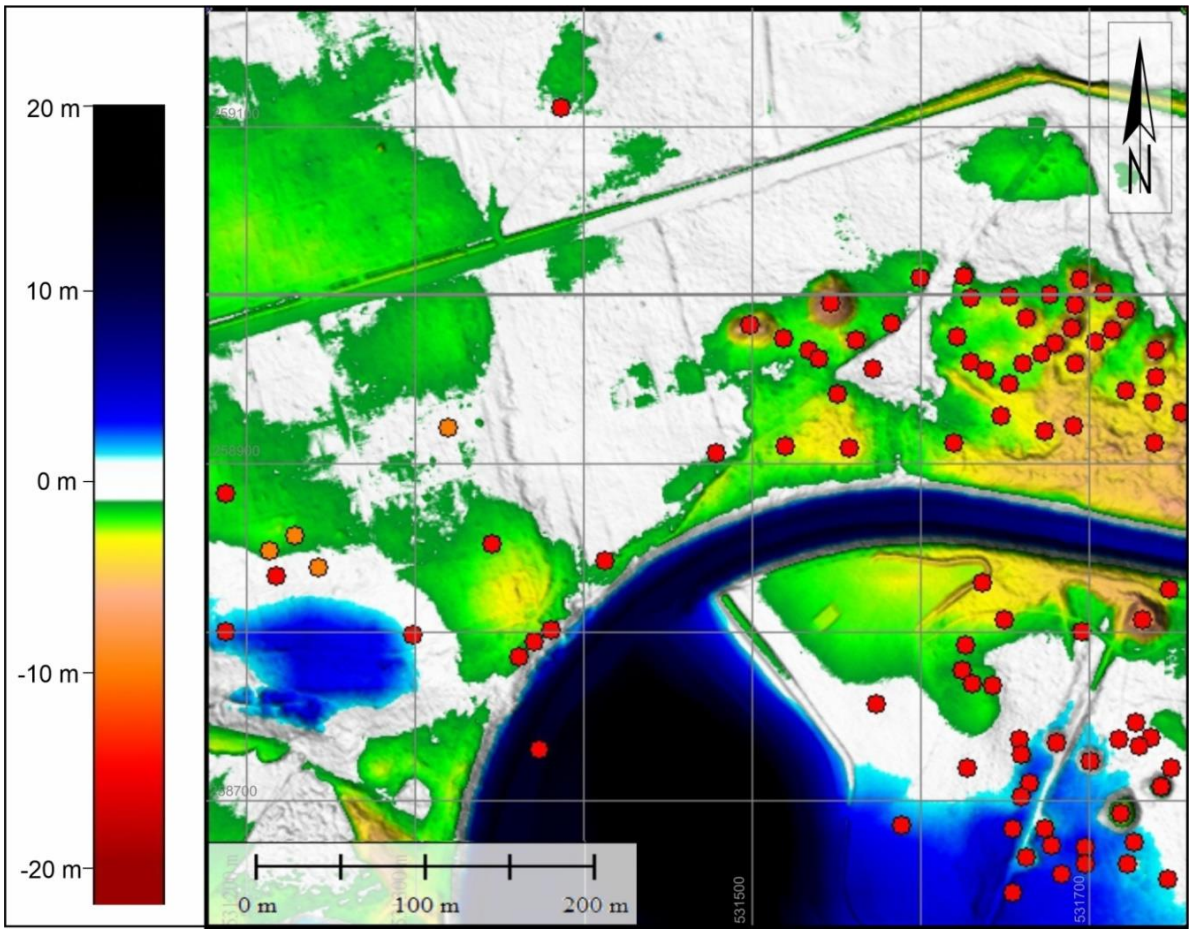
Ryc. 14. Różnicowy numeryczny model terenu dla okresu 2011, 2014 – 2019.

W okresie 12.10.2019 – 27.03.2022 obserwuje się znaczący wzrost dynamiki ruchów zapadliskowych na badanym obszarze. W ciągu niecałych trzech lat doszło do uaktywnienia się (powiększenia i pogłębienia) czterech istniejących zapadlisk zlokalizowanych w lesie, na wschód i południowy wschód od cmentarza (ryc. 15). Dwa z nich to zapadliska, które wykazywały aktywność w latach 2014 – 2019 (ryc. 14, 15). W analizowanym okresie powstało również 14 nowych zapadlisk. Objętości zapadniętego gruntu największych zapadlisk przekraczają 300 m^3 (ryc. 15). Całkowita kubatura gruntu, który uległ zapadnięciu dla wszystkich zapadlisk uaktywnionych w tym okresie wynosi 1543 m^3. Warto zwrócić uwagę na fakt, iż zapadlisko na cmentarzu z dnia 20.09.2022 r. powstało na przedłużeniu zapadlisk zlokalizowanych na wschód od nekropolii, które uaktywniły się w okresie 12.10.2019 – 27.03.2022.



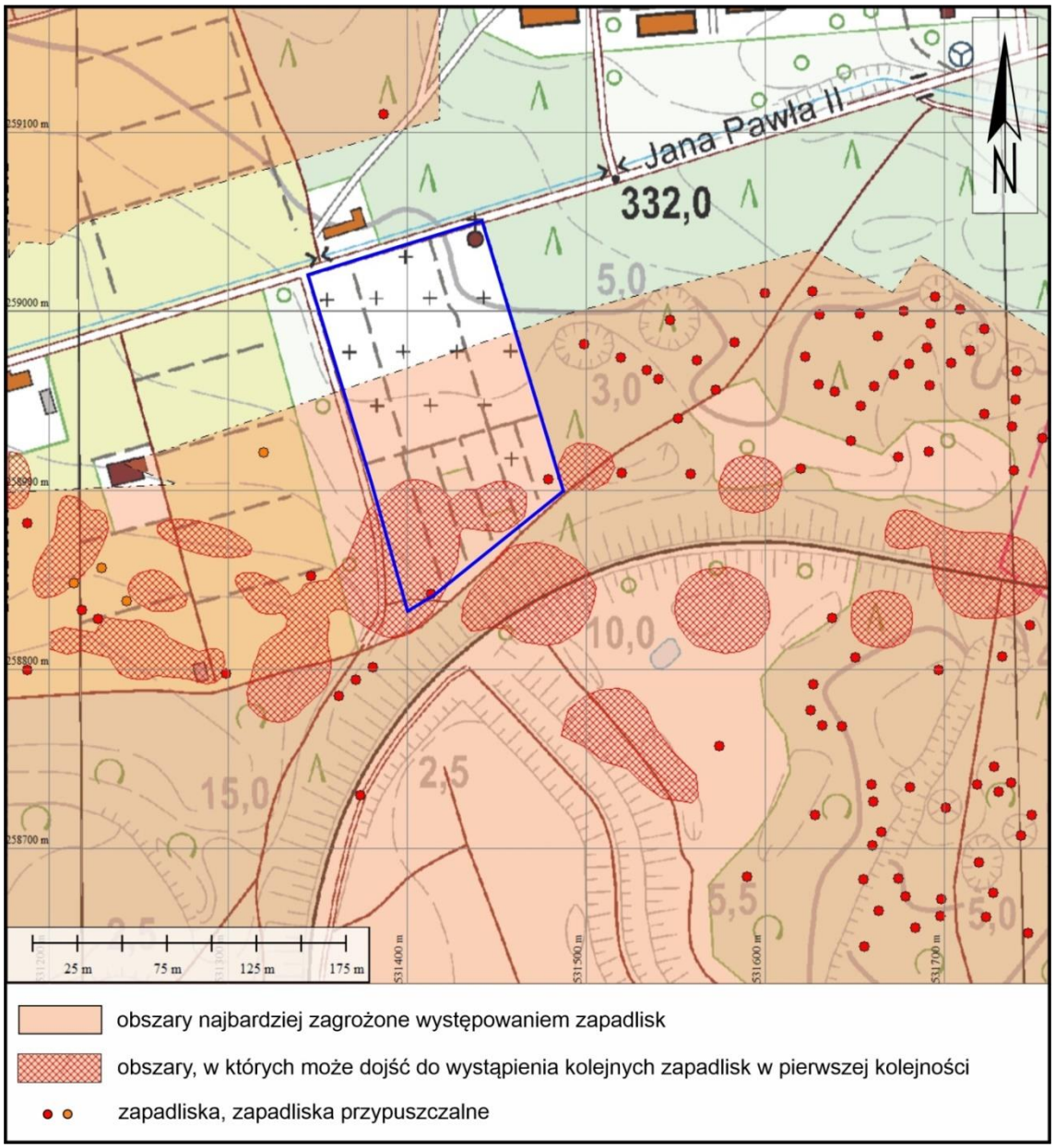
Ryc. 15. Różnicowy numeryczny model terenu dla okresu 2019 – 2022.

Porównanie NMT utworzonego z danych z 2011 i 2014 roku z modelem DTED-2 pozwoliło zaobserwować deformacje terenu, które w ciągu ponad 20 lat w wielu miejscach przekroczyły 3 m (ryc. 16). W odróżnieniu od ostatnich lat, w przeszłości teren ten ulegał obniżeniom. Wypiętrzenia widoczne na RMT są związane głównie z nasypem kolejowym oraz nasypami związanymi z rekultywowaną hałdą pogórniczą. Wyniki RMT pozwalają wstępnie stwierdzić, że w czasach działalności kopalni Siersza w terenie powszechnie pojawiały się niecki osiadań, a po zaprzestaniu odpompowywania wód dochodzi do nieznacznego podnoszenia terenu. Należy jednak zaznaczyć, że ze względu na dokładność RMT, którego błąd może przekraczać 1 m w celu wyznaczenia ewentualnych niecek osiadań należy zinterpretować większy obszar terenu, co zostanie wykonane w następnych etapach badań.



Ryc. 16. RMT wykonany na podstawie NMT z 2011/2014 r. i modelu DTED 2 z przełomu lat 80/90-tych.

Reasumując na obecnym etapie badań, wstępnie można stwierdzić, że skala zapadlisk w Trzebini jest dużo większa niż wynika to z dotychczasowych opracowań i doniesień medialnych (prezentacja raportu SRK S. A., poglądowe lokalizacje zapadlisk udostępniane na stronie GIG, dane ze oficjalnej strony internetowej UM Trzebinia oraz informacje z portali społecznościowych osiedla Siersza). Na obszarze zaledwie 0,32 km^2 obejmującym cmentarz i jego najbliższe otoczenie rozpoznano ich ponad 90. Dynamika rozwoju zapadlisk w latach 2019 – 2022 jest znacznie większa niż dotychczas przypuszczano. W badanym rejonie w tym czasie powstało co najmniej 12 nowych zapadlisk, które nie były wcześniej rejestrowane. Oznacza to, że tylko w tym okresie na tym niewielkim obszarze doszło do powstania 26 zapadlisk. Południowa część cmentarza i ogródków działkowych została zlokalizowana na obszarach, w których w przeszłości deponowano nasypy. Znaczna część zapadlisk w rejonie cmentarza to reaktywacja starych, zasypanych w przeszłości zapadlisk. Próba inwentaryzacji starych zapadlisk może zatem pomóc w prognozowaniu i lokalizacji tego typu zagrożeń w przyszłości. Za najbardziej zagrożone wystąpieniem kolejnych zapadlisk w analizowanym obszarze należy uznać południową część cmentarza i ogródków działkowych oraz nasyp kolejowy prowadzący do elektrowni Siersza. Miejsca szczególnie narażone na wystąpienie zapadlisk zaznaczono na rycinie 17. Obszar badań podlega również deformacjom ciągłym. W przeszłości były to postępujące niecki osiadania, obecnie rejestruje się niewielkie wypiętrzanie niektórych obszarów związane prawdopodobnie z podnoszeniem się zwierciadła wód gruntowych.



Ryc. 17. Obszary zagrożone występowaniem zapadlisk na podkładzie topograficznym w skali 1:10 000 (źródło: GUGiK). Mapa nie uwzględnia ewentualnych obszarów zabezpieczonych, o których nie posiadano informacji w trakcie opracowywania raportu; ostateczna ocena zagrożeń będzie możliwa dopiero po opracowaniu całości raportu.

Tabela 1. Tabela atrybutów poszczególnych zapadlisk (lokalizację zapadlisk wraz z atrybutami przekazano w formacie shp. Tabela będzie modyfikowana i uzupełniana w trakcie dalszych prac).

NUMER	MAX_SR	MAX_GL	DATA_POW	DATA_ZRODL	LIKWID	UWAGI
	11	*bd*	23_11_2021	internet	TAK	
	3	3	25_06_2022	internet	TAK	
	2	1,5	31_12_2022	internet	*bd*	
	1	1,5	22_02_2022	internet	TAK	
	20	10	20_09_2022	internet	TAK	
	3	2	19_01_2023	internet	*bd*	
	5	1	przed_2022	nmt	*bd*	
	5	3	22_11_2022	internet	*bd*	
	16	5,5	23_03_2022	nmt	TAK	
	15	5,5	04_2022	nmt	NIE	
	28	5	przed_2014	nmt	NIE	
	9	0,6	przed_2014	nmt	NIE	
	5	4	20_01_2023	internet	*bd*	

	6	1	przed_2019	nmt	NIE	
	4	0,7	przed_2014	nmt	NIE	
	6	0,9	przed_2014	nmt	NIE	
	8	0,5	przed_2014	nmt	NIE	
	6	1	przed_2014	nmt	NIE	
	11	1,3	przed_2014	nmt	NIE	
	11	1,2	przed_2014	nmt	NIE	powiększenie i pogłębienie w 2022 r
	32	6	przed_2014	nmt	NIE	
	3	0,6	przed_2014	nmt	NIE	
	18	2,2	przed_2014	nmt	NIE	
	9	2	przed_2014	nmt	NIE	
	21	3	przed_2014	nmt	NIE	powiększenie i pogłębienie w 2019 i 2022
	15	1	przed_2014	nmt	NIE	
	11	1,5	przed_2014	nmt	NIE	
	12	1,4	przed_2014	nmt	NIE	
	5	0,6	przed_2014	nmt	NIE	
	5	0,6	przed_2014	nmt	NIE	
	7	0,8	przed_2014	nmt	NIE	
	5	2,3	przed_2014	nmt	NIE	powiększenie i pogłębienie w 2022
	12	2,3	przed_2014	nmt	NIE	pogłębienie w 2022
	13	3,2	przed_2014	nmt	NIE	
	11	1,6	przed_2014	nmt	NIE	
	16	3	przed_2014	nmt	NIE	
	16	3,4	przed_2014	nmt	NIE	
	16	3,4	przed_2014	nmt	NIE	
	22	3,6	przed_2014	nmt	NIE	
	15	2,6	przed_2014	nmt	NIE	
	18	2,8	przed_2014	nmt	NIE	
	15	2,7	przed_2014	nmt	NIE	
	18	2,9	przed_2014	nmt	NIE	
	9	1,4	przed_2014	nmt	NIE	
	8	1,6	przed_2014	nmt	NIE	pogłębienie w 2022
	25	3,5	przed_2014	nmt	NIE	
	10	1,8	przed_2014	nmt	NIE	
	8	1,6	przed_2014	nmt	NIE	
	5	1	przed_2014	nmt	NIE	
	11	2	przed_2014	nmt	NIE	
	3	0,6	przed_2014	nmt	NIE	
	7	1,2	przed_2022	nmt	NIE	
	6	2	przed_2022	nmt	NIE	
	3	0,5	przed_2022	nmt	NIE	
	12	3,8	przed_2022	nmt	NIE	
	6	1,7	przed_2022	nmt	NIE	
	9	2,8	przed_2022	nmt	NIE	
	3	0,5	przed_2022	nmt	NIE	
	5	0,7	przed_2022	nmt	NIE	
	39	6,5	przed_2014	nmt	NIE	
	9	1	przed_2014	nmt	NIE	
	7	1,2	przed_2014	nmt	NIE	
	6	0,6	przed_2019	nmt	NIE	
	4	0,6	przed_2014	nmt	NIE	
	10	1,3	przed_2014	nmt	NIE	
	17	3,7	przed_2014	nmt	NIE	

	19	3,1	przed_2014	nmt	NIE	
	7	0,8	przed_2014	nmt	NIE	
	9	0,8	przed_2014	nmt	NIE	
	12	1,5	przed_2014	nmt	NIE	
	6	0,8	przed_2014	nmt	NIE	
	8	1,6	przed_2014	nmt	NIE	
	7	0,9	przed_2014	nmt	NIE	
	bd	*bd*	przed_2014	nmt	NIE	
	10	1,3	przed_2014	nmt	NIE	
	9	2	przed_2014	nmt	NIE	
	26	8,3	przed_2014	nmt	NIE	powiększenie i pogłębienie w 2019 i 2022
	12	1,2	przed_2014	nmt	NIE	
	17	4,3	przed_2014	nmt	NIE	
	6	1,2	przed_2014	nmt	NIE	
	6	1,3	przed_2014	nmt	NIE	
	6	0,7	przed_2014	nmt	NIE	
	9	1,2	przed_2014	nmt	NIE	
	6	0,7	przed_2014	nmt	NIE	
	6	2,5	przed_2022	nmt	NIE	
	3	1	przed_2022	nmt	NIE	
	8	1,5	przed_2022	nmt	NIE	
	bd	*bd*	*bd*	*bd*	*bd*	GIG
	bd	*bd*	*bd*	*bd*	*bd*	SRK
	bd	*bd*	*bd*	*bd*	*bd*	SRK
	11	*bd*	23_11_2021	internet	TAK	
	3	3	25_06_2022	internet	TAK	
	3	3,5	23_02_2023	internet	bd	

NUMER – numer zapadliska; numeracja wszystkich zapadlisk zostanie nadana po zakończeniu prac terenowych dla całości obszaru
MAX_SR – maksymalna średnica zapadliska, określona z dokładnością do 1 m
MAX_GL – maksymalna głębokość zapadliska, określona z dokładnością do 0,1 m
DATA_POW – data lub okres utworzenia się zapadliska
DATA_ZRODL – źródło informacji o dacie lub okresie utworzenia się zapadliska
LIKWID – informacja czy dane zapadlisko zostało zlikwidowane
UWAGI – dodatkowe informacje i uwagi dotyczące zapadliska
bd – brak danych

4. PODSTAWOWE INFORMACJE O ZŁOŻU I KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO „SIERSZA" W TRZEBINI

Rys historyczny

Dokładna data odkrycia i rozpoczęcia eksploatacji pokładów węgla w rejonie miejscowości Siersza (obecnie dzielnica Trzebini) nie jest znana. Ślady wyrobisk górniczych świadczą o tym, że już w połowie XVIII wieku miejscowa ludność wydobywała węgiel w niewielkich ilościach na wychodniach pokładów. Pierwszą kopalnią węgla była kopalnia „Albrecht", założona w roku 1804, w której eksploatowano pokład 208. W roku 1808 powstała kopalnia „Izabella", a w 1822 r. kopalnia „Zofia" w Krzu. Eksploatacja w obydwu kopalniach („Izabella" i „Zofia") trwała z przerwami do roku 1840, w którym eksploatację przeniesiono z terenu Krza w kierunku Sierszy. W roku 1840 została założona nowa kopalnia „Trentowiec", a w roku 1843, na południe od kopalni „Izabella", założono kopalnię „Elżbieta". W roku 1852 zamknięto ostatecznie kopalnię „Zofia". Duże dopływy wody do kopalń sierszańskich utrudniały eksploatację. Po roku 1848, przez krótki okres czasu, była czynna kopalnia „Czarne Bagno". Celem osuszenia kopalń sierszańskich podjęto w 1836 r. na wielką skalę drążenie sztolni w miejscowości Wodna. Prace te ciągnęły się do roku 1860.

Eksploatację węgla wznowiono w 1861 r. w kopalni „Nowa Izabela", która dała początek późniejszej kopalni „Siersza". Od 1884 r. jako kopalnia „Artur", w której prowadzono eksploatację przez okres międzywojenny aż do czasów współczesnych. Po II wojnie światowej w 1947 r. po włączeniu kopalni „Zbyszek" powstało jedno przedsiębiorstwo pod nazwą kopalnia „Siersza". W 1951 r. przyłączono do niej kopalnię „Krystyna" w Tenczynku, którą w 1955 r. zlikwidowano. Do rozbudowy kopalni „Siersza" przystąpiono w roku 1949, a w następnych latach zwiększono obszar złoża w kierunku wschodnim i zachodnim.

Podstawowe dane KWK „Siersza"

Obszar górniczy kopalni obejmował złoże Siersza (w granicach z 1999 r.) i wynosił 40,3 km^2. Kopalnia miała 4 szyby główne o głębokości 76,0–338,0 m oraz 3 poziomy eksploatacyjne na głębokościach: 190, 260 i 350 m; maksymalna głębokość eksploatacji – 350 m. Złoże węgla kamiennego i obszar górniczy kopalni „Siersza", położone w północno-wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, nie graniczyły z innymi kopalniami i złożami.

Kopalnia zakończyła eksploatację w dniu 31.10.1999 r. Data rozpoczęcia likwidacji to 01.11.1999 r., a data zakończenia likwidacji to 31.12.2002 r. Wszystkie szyby kopalni zostały zlikwidowane, a jej wyrobiska stały się niedostępne. Po zakończeniu eksploatacji kopalnia „Siersza" nie była odwadniana, założono całkowite zatopienie wyrobisk kopalni. Orientacyjnie przyjmowano czas pełnego zatopienia dla kopalni „Siersza" na około 2007 r. Modelowe badania były prowadzone przez Główny Instytut Górnictwa. Faktyczny czas oraz rzeczywiste skutki wynikające z całkowitego zatopienia kopalni są znane dokładniej dopiero teraz.

W czasie dokonanej eksploatacji (w okresie znacznie przekraczającym 100 lat) w wielu miejscach osiadania powierzchni terenu przekroczyły wartość 10 m, głównie na terenach objętych eksploatacją systemem ścianowym z zawałem stropu.

Podstawowe dane geologiczne złoża węgla kamiennego Siersza

Utwory węglonośne karbonu

Karbon do głębokości dokumentowania złoża (1000 m) budują głównie utwory krakowskiej serii piaskowcowej – warstw łaziskich (udokumentowane pokłady węgla: 206, 207/1, 207/2, 208 ł.g. i ł.d., 209, 210, 209-210, 210/2, 212, 214 ł.g. i ł.d.) oraz serii mułowcowej – warstw orzeskich s.s. i załęskich (udokumentowane pokłady węgla: 301, 302, 303, 304, 306, 308, 324 i 354). W młodszych warstwach libiąskich (występują na ograniczonym obszarze) nie rozpoznano pokładów węgla, natomiast w głębiej zalegających warstwach rudzkich górnośląskiej serii piaskowcowej występuje tylko kilka pokładów pozabilansowych. W złożu kopalni „Siersza" znane są również utwory serii paralicznej (warstwy porębskie, jaklowieckie? i gruszowskie lub wg tzw. wschodniego podziału karbonu GZW – grodzieckie i florowskie), w których pokłady węgla na ogół nie osiągają miąższości bilansowych; udokumentowano jeden pokład oznaczony jako 816, od dokumentowania dwóch innych spełniających kryteria bilansowości odstąpiono ze względu na ich bardzo słabe rozpoznanie (pokłady 705? i 829?).

W litologii krakowskiej serii piaskowcowej zdecydowaną przewagę mają utwory gruboklastyczne: piaskowce, piaskowce zlepieńcowate oraz zlepieńce, których łączny udział nierzadko przekracza 80% miąższości serii. Z kolei seria mułowcowa jest wykształcona monotonnie z charakterystyczną cyklicznością osadów. Przeważają osady drobnoklastyczne – mułowce i iłowce.

Przedmiotem eksploatacji były pokłady warstw łaziskich: 206, 207/1, 208 łd. i łg, 209, 210, 210/2, 209-210 i 214 łd, eksploatowano także dwa pokłady stropowej części warstw orzeskich: 301 i 303.

Do głębokości 80 m od powierzchni terenu (płytkie kopalnictwo) eksploatowane były głównie pokłady 206, 207/1 i 208 łd, a w niewielkich fragmentach pokłady 209-210 i 214 łd. Eksploatacja pozostałych pokładów miała miejsce na nieco większych głębokościach.

Udokumentowane w złożu kopalni „Siersza" pokłady węgla warstw łaziskich w większości charakteryzują się stosunkowo dużą grubością, często przekraczającą 2–3 m, a maksymalnie sięgającą 7–9 m. Pokłady te – w stosunku do niżej ległych pokładów warstw orzeskich – cechują się też większą stałością grubości i rozprzestrzenienia. W warstwach orzeskich grubości pokładów są znacznie mniejsze, z wyjątkiem stropowych pokładów 301, 302 i 303. W złożu występuje węgiel energetyczny; we wszystkich pokładach – typ 31.1 i 31.2, z wyjątkiem pokładu 816, gdzie występuje tylko typ 31.2.

Tektonicznie złoże Siersza położone jest we wschodniej części niecki wilkoszyńskiej, której synklinalny układ warstw w południowej części obszaru złoża jest zaburzony elewacją o charakterze siodła. Budowę geologiczną komplikują dość liczne uskoki o kierunku zgodnym z przebiegiem osi niecki lub prostopadłym do niej. Zrzuty uskoków w większości przypadków nie przekraczają 50 m, aczkolwiek w kilku przypadkach sięgają nawet 100 m i więcej, w tym uskoku południowego o zrzucie 150–160 m. Kąty upadu warstw na ogół nie przekraczają 15°, tylko w rejonie wspomnianego siodła są lokalnie podwyższone do ponad 20°. Pomimo niewielkich kątów upadu, nachylenie warstw oraz zrzuty uskoków powodują dużą zmienność głębokości zalegania pokładów węgla, np. pokład 301 w części północnej złoża zalega na głębokości +310 m n.p.m., w kierunku południowym w osi niecki na -80 m n.p.m., w skrzydle zrzuconym uskoku południowego na -160 m n.p.m., a dalej na

południe w kopule siodła na +170 m n.p.m. Oprócz zmiennej głębokości zalegania pokładów węgla występują liczne niewielkie uskoki o zrzutach kilku- kilkunastu metrów.

Nadkład złoża Siersza

Na obszarze złoża zalegają utwory czwartorzędu, neogenu, triasu, jury i permu. Rozmieszczenie utworów nadkładu jest zmienne i częściowo uwarunkowane tektonicznie. Na południu zalegają utwory triasu, pod miastem Trzebinia – jury, a neogenu przy południowej granicy złoża. Na północnym wschodzie, w rejonie Myślachowic i Karniowic zalegają utwory permu. Na północnym zachodzie zalegają piaski czwartorzędowe o miąższości do 45 m. Pole centralne i częściowo wschodnie jest prawie bez nadkładu i karbon zalega blisko powierzchni terenu lub tworzy wychodnie.

Czwartorzęd występuje na znacznej powierzchni złoża, z wyjątkiem części środkowej, południowej i wschodniej, gdzie pod cienką warstwą gleby odsłaniają się utwory karbońskie, jurajskie, triasowe lub permskie. Grubość czwartorzędu kształtuje się od 0,2 do 49,0 m. Wyróżniono następujące typy osadów:

- zwietrzeliny skał wapiennych i dolomitowych oraz skał karbońskich, składające się z rumoszu skalnego o różnej wielkości okruchów;
- piaski kwarcowe drobnoziarniste i średnioziarniste, żółte lub jasnoszare, niekiedy żelaziste;
- gliny żółto-brunatne, nieco piaszczyste, zawierające drobne fragmenty skał triasowych, jurajskich lub permskich;
- gliny lessowe, pojawiające się lokalnie w części południowo-wschodniej obszaru złoża.

Neogen (miocen) zalega w południowej części miasta Trzebina i przy południowej granicy obszaru złoża. Są to iły szaro-zielone, margliste i pylaste należące do utworów morskich tortonu dolnego, w którym wydzielono opol dolny i górny. Grubość neogenu osiąga 51 m, jego osady wypełniają dno rowu Krzeszowickiego. Opol górny osiąga grubość około 15 m, są to iły szaro-zielone i jasnoszare, nieco margliste. Opol dolny osiąga grubość około 35 m, są to iły i margle, w części środkowej pojawiają się fragmenty i otoczaki wapieni jurajskich.

Jura na obszarze złoża Siersza reprezentowana jest utwory jury górnej i środkowej, ich grubość dochodzi do 130,0 m. Litologicznie jurę górną budują wapienie skaliste, detrytyczne i margliste o miąższości do 55–80 m, a w dolnej części margle. Jura środkowa jest reprezentowana przez cienką warstwę wapieni piaszczystych i piaskowców wapnistych o miąższości 1–15 m.

Trias występuje w południowej i zachodniej części złoża. Są to utwory kajpru, wapienia muszlowego i pstrego piaskowca. Miąższość triasu sięga 158 m Kajper to głównie iły i łowce z przewarstwieniami wapieni dolomitycznych, dolomitów i piaskowców. W wapieniu muszlowym występują głównie dolomity i wapienie, podrzędnie iły i zlepieńce. Pstry piaskowiec reprezentowany jest przez dolomity i iły oraz piaski.

Perm występuje głównie we wschodniej części złoża. Są to utwory czerwonego spągowca. Reprezentowane są przez tufy filipowickie i zlepieńce myślachowickie. Miąższość

utworów permu wynosi zwykle kilkadziesiąt metrów, lokalnie sięga 154 m.

Warunki hydrogeologiczne

Na obszarze złoża Siersza występuje pięć kompleksów hydrogeologicznych obejmujących warstwy przepuszczalne:

- I kompleks w utworach czwartorzędowych
- II kompleks w utworach jurajskich
- III kompleks w utworach triasowych
- IV kompleks w utworach permu
- V kompleks w utworach karbonu

Utwory neogenu ze względu na wykształcenie litologiczne i niewielkie rozprzestrzenienie tworzą warstwę nieprzepuszczalną, lokalnie ograniczającą infiltrację wód opadowych.

Warunki hydrogeologiczne w złożu są dość trudne ze względu na dużą ilość wód. Niewielka miąższość i brak izolacji w nadkładzie (głównie utwory czwartorzędowe i triasowe, w ograniczonym zasięgu także jurajskie i permskie oraz trzeciorzędowe) oraz przepuszczalne warstwy w stropowej części karbonu powodują infiltrację wód opadowych w ilości 12,5 m^3/min. W utworach karbońskich występuje szereg poziomów wodonośnych, najbardziej zawodnione są piaskowce warstw libiąskich i łaziskich. Ogólnie kopalnia „Siersza" należała do kopalń silnie zawodnionych o dopływie ok. 28 m^3/min. (pomiar z 1999 r.), w tym 25 m^3/min. z piaskowców warstw łaziskich i częściowo z libiąskich. Mineralizacja wód jest niewielka, dochodzi do 1,9 g/dm^3, ale w 77 % wód nie przekracza 1 g/dm^3; 28 % wód odpowiada normom dla wód pitnych. Całość wód zrzutowych spełniała parametry wód klasy I B (wody pitnej zanieczyszczonej). Duża ilość wód złożowych niewątpliwie była uciążliwa dla eksploatacji, a jej pompowanie powodowało dodatkowe koszty, nie stwarzała jednak specjalnych zagrożeń dla eksploatacji, podobnie jak wody powierzchniowe. Dodatkowe koszty powodowało również zabezpieczenie niektórych zbiorników wód powierzchniowych (zmniejszenie infiltracji) oraz podziemnych zbiorników wodnych.

W partii przystropowej utwory karbońskie, zwłaszcza pod cienkim nadkładem czwartorzędowym lub występujące bezpośrednio na powierzchni, są w znacznym stopniu zwietrzałe i spękane, co powoduje, że bez względu na wykształcenie litologiczne prowadzą wodę. W głębszych partiach utworów karbońskich występowanie poziomów wodonośnych związane jest z piaskowcami zalegającymi w formie ławic o miąższości od kilku do kilkudziesięciu metrów.

Poziomy wodonośne w karbonie mają charakter głównie swobodny lub słabo napięty. Najbardziej wodonośne są piaskowce libiąskie i łaziskie, których zawodnienie wzrasta wraz z głębokością. Wodonośność piaskowców związana jest głównie z ich porowatością, jak również z filtracją wzdłuż płaszczyzn uławicenia i spękań. Zasoby statyczne były głównym źródłem zawodnienia pokładów na niższych poziomach kopalni oraz w partiach wyższych, nieeksploatowanych. W rejonach gdzie była prowadzona eksploatacja, mamy do czynienia z całkowitym sczerpaniem zasobów statycznych wód, lub nieznacznym zawodnieniem.

Dzięki nieckowatej budowie złoża istnieją dogodne warunki zasilania na wychodniach – dotyczy to głównie pakietów piaskowcowych w warstwach od łaziskich do orzeskich. Obszary zasilania piaskowców tych warstw znajdują się na omawianym obszarze lub za jego granicami. Pakiety piaskowcowe poprzecinane są licznymi uskokami i poprzesuwane względem siebie. Utrudnia to, a niekiedy uniemożliwia przepływ wody

w ich obrębie. Kontakt hydrauliczny pomiędzy poszczególnymi pakietami piaskowcowymi może następować przez szczeliny uskokowe oraz spękania górotworu zarówno naturalne, jak i powstałe w wyniku eksploatacji.

W przypadku byłej kopalni „Siersza", która nie jest izolowana od powierzchni nieprzepuszczalnym nadkładem mioceńskim, istniało od początku uzasadnione przewidywanie wystąpienia niekorzystnych zjawisk na powierzchni terenu po całkowitym zalaniu wodą wyrobisk kopalnianych.

Siersza – rejon cmentarza (patrz ryc. 1)

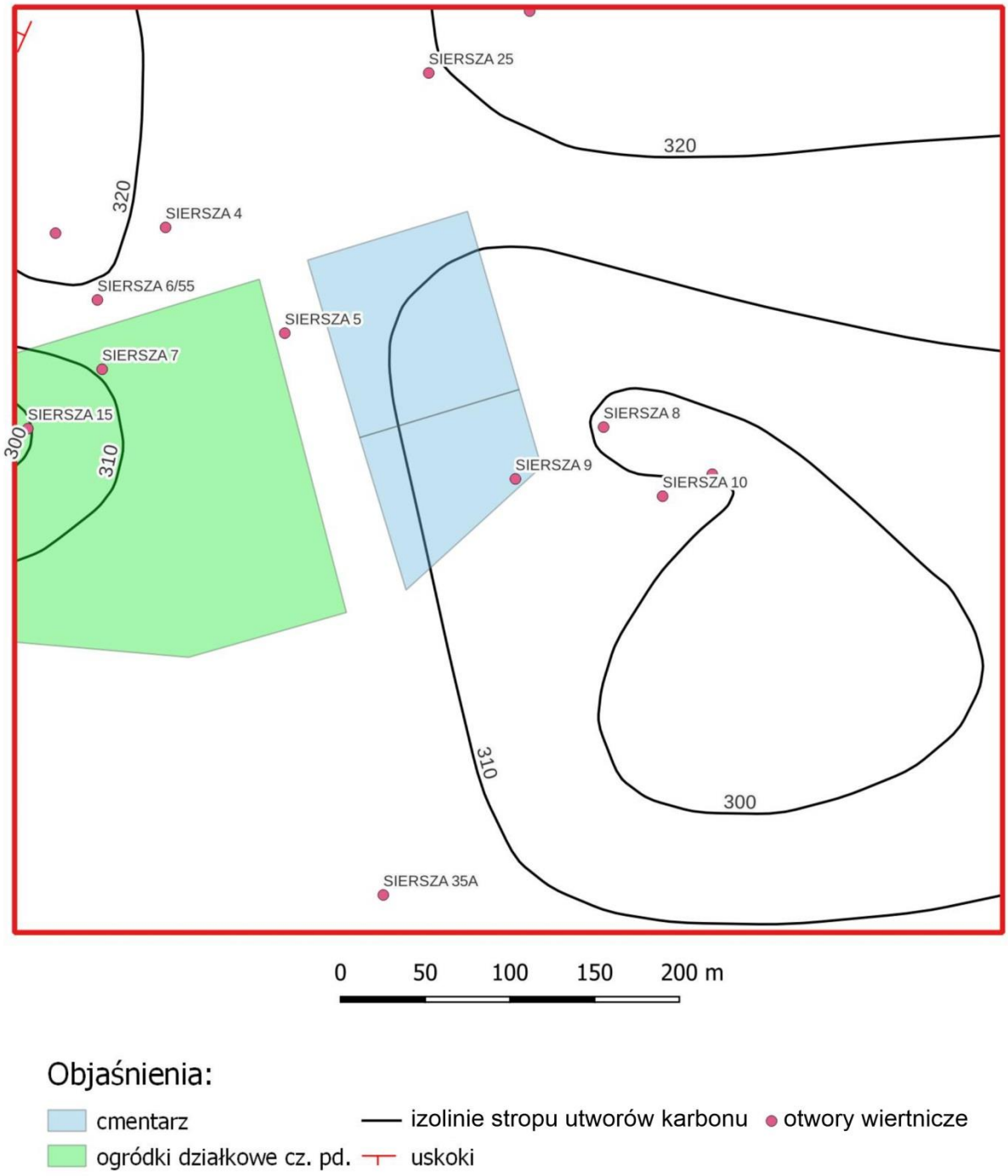
W rejonie cmentarza strop karbonu (wg danych z otworów wiertniczych) występuje na rzędnych +299,55 – +329,3 m n.p.m., przy czym ściśle na obszarze cmentarza strop karbonu zlokalizowany jest na rzędnych +307 – +316 m n.p.m. (ryc. 18). W nadkładzie karbonu występują wyłącznie utwory czwartorzędowe, w rejonie cmentarza o miąższości od 6,7 m do ponad 60,0 m w północno-wschodniej części, przy czym ściśle na obszarze cmentarza miąższość ta wynosi od 14 m do 25 m (ryc. 19). Są to pod cienką warstwą gleby (do 30 cm) piaski średnioziarniste z nielicznymi drobnymi otoczakami kwarcu, piaski gruboziarniste, gliny morenowe z licznymi eratykami, żwiry oraz iły i iły piaszczyste.

W rejonie cmentarza i jego najbliższej okolicy znajdują się wychodnie i zroby eksploatacyjne pokładów 207, 208 i 209-210 (ryc. 20). Pokłady eksploatowane były najprawdopodobniej na zawał, a wysokość ich eksploatacji wynosiła:

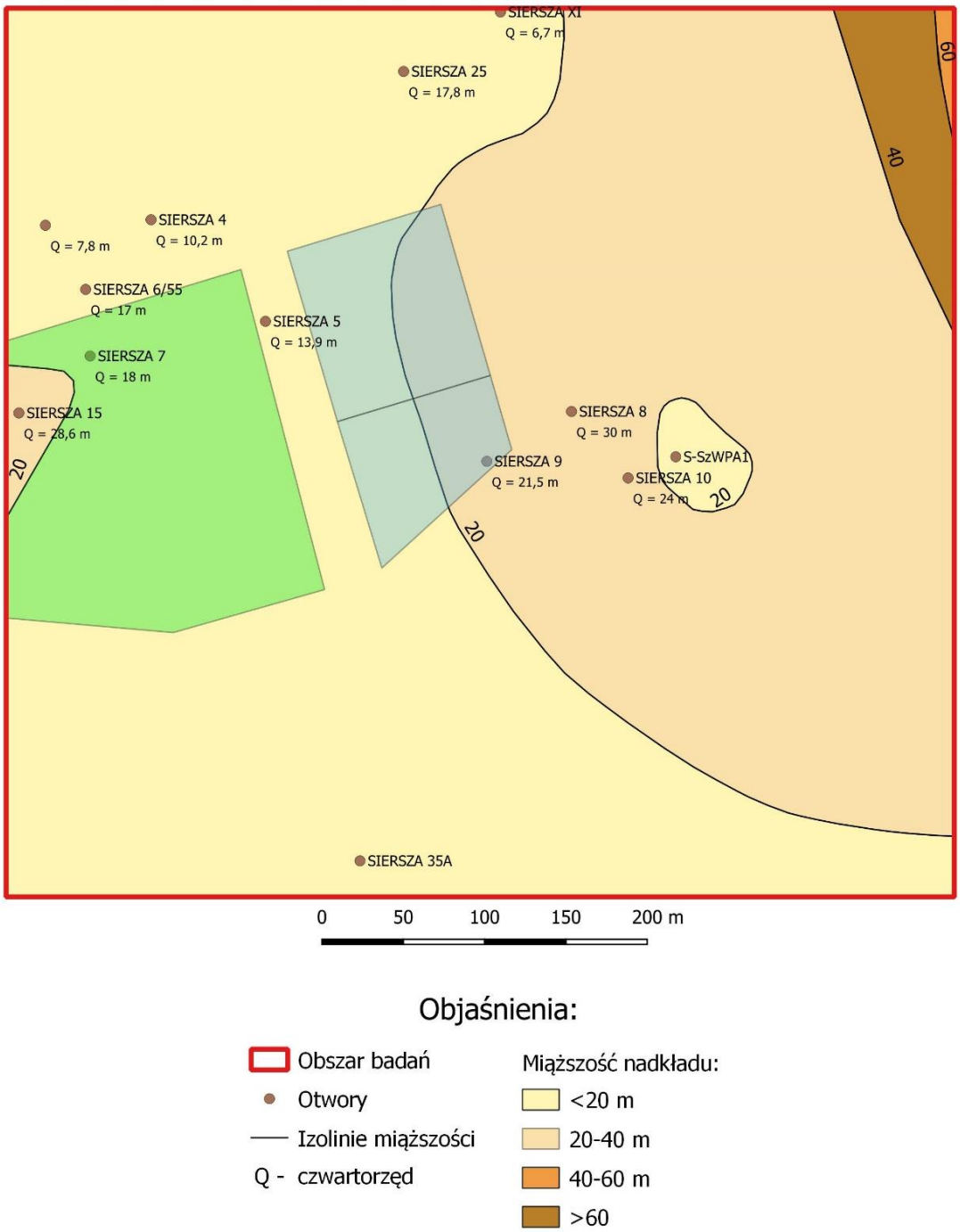
- pokład 207 – około 5,4 m
- pokład 208 – 3,0–6,5 m
- pokład 209-210 – 3,3–7,1 m.

Bezpośrednio pod obszarem cmentarza znajdują się zroby pokładów 209-210 i 208. Zroby pokładów 209-210 zlokalizowane są w południowej części i zajmują mniej więcej połowę powierzchni cmentarza (ryc. 20). Miąższość pokładu w tym rejonie wynosiła od 5,0 m do 7,1 m. Zroby pokładu 208 obejmują tylko południowo-zachodnią część cmentarza (ryc. 20). Miąższość pokładu w tym rejonie wynosiła około 4,90 m. Precyzyjne określenie miąższości wyeksploatowanych pokładów jest trudne ze względu na bardzo małą ilość danych. Pokłady w tym rejonie były eksploatowane w końcu XIX wieku i w początkach XX wieku.

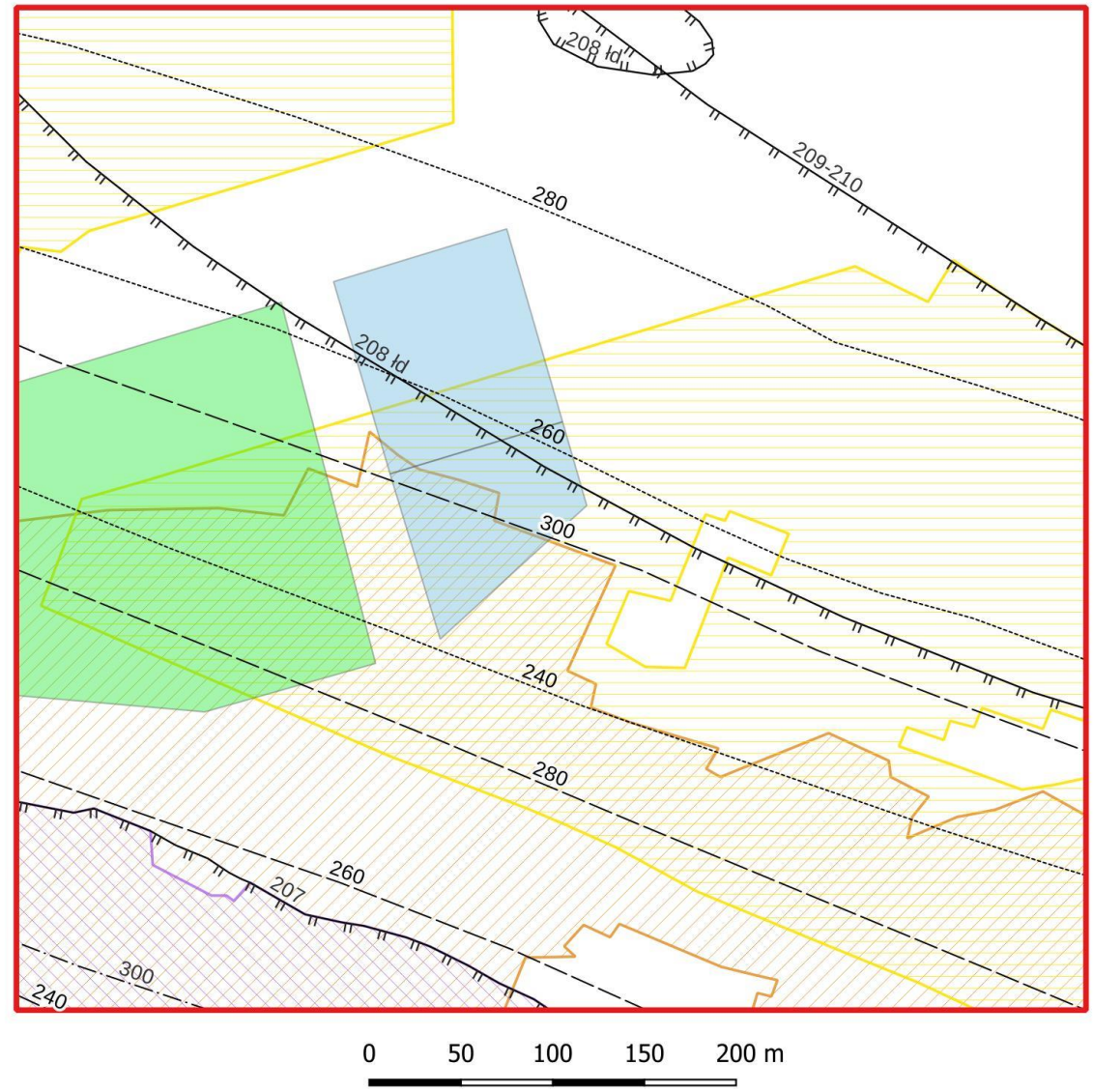
W rejonie wychodni pokładów 208 i 209-210 w obszarze cmentarza niewykluczone jest występowanie obszarów eksploatacji nieudokumentowanej (tzw. „biedaszybów").



Ryc. 18. Mapa stropu karbonu na analizowanym obszarze złoża Siersza.



Ryc. 19. Mapa miąższości nadkładu na analizowanym obszarze w złożu Siersza.



Objaśnienia:

- cmentarz
- ogródki działkowe cz. pd.
- wychodnie pokładów
- izolinie spągu pokładu 207 [m n.p.m.]
- izolinie spągu pokładu 208 ł.d. [m n.p.m.]
- izolinie spągu pokładu 209-210 [m n.p.m.]

obszar płytkiej eksploatacji do 100 m:

- w pokładzie 207
- w pokładzie 208 ł.d.
- w pokładzie 209-210

Ryc. 20. Mapa eksploatowanych pokładów na analizowanym obszarze w złożu Siersza.

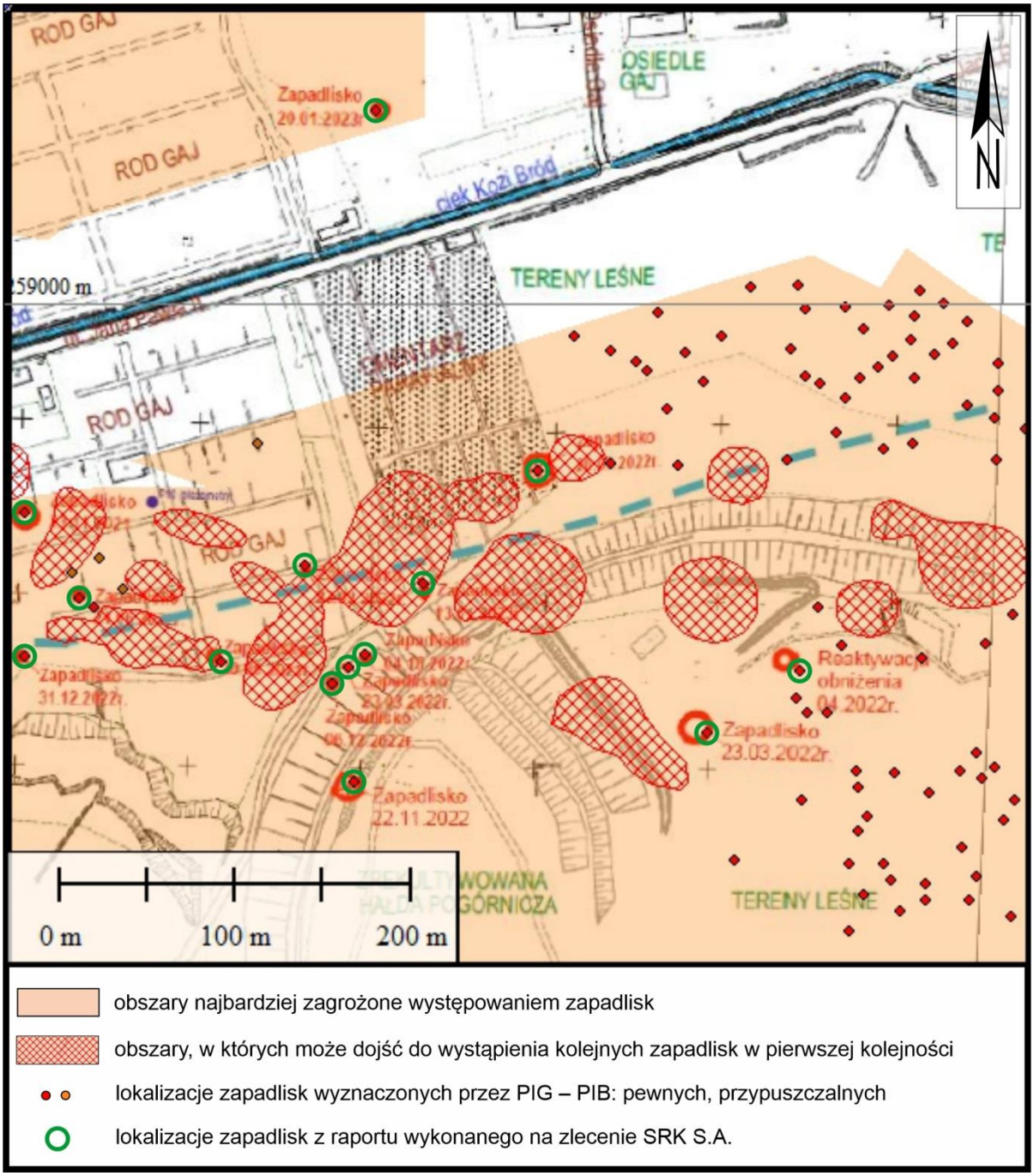
Materiały źródłowe do rozdziału 4.

MIŚKOWICZ J., 1999 – Dodatek nr 2 (rozliczeniowy) do dokumentacji geologicznej w kategorii A+B, C_1, C_2 złoża węgla kamiennego kopalni „Siersza” wg stanu na 31.10.1999 r. Zakład Pomiarów i Dokumentacji Mierniczo-Geologicznej „GEO”, Sosnowiec.

POLAK P., 1992 – Dodatek do dokumentacji geologicznej złoża węgla kamiennego Kopalni "Siersza", kat. rozpoznania A, B, C_1, C_2. Przedsiębiorstwo Handlowo-Usługowe Progeo, Katowice.

5. WSTĘPNE WNIOSKI

1. Wszystkie zapadliska przedstawione w raporcie wykonanym na zlecenie SRK S.A. zostały potwierdzone w niniejszym opracowaniu (ryc. 21).
2. Wyniki wstępnych badań PIG-PIB potwierdzają również stwierdzone przez SRK S.A. wysokie zagrożenie dla południowej części cmentarza i ogródków działkowych (ryc. 21).
3. Skala zapadlisk w Trzebini jest jednak dużo większa niż dotychczas szacowano. Na obszarze zaledwie 0,32 km^2 obejmującym cmentarz i jego najbliższe otoczenie zinwentaryzowano ich ponad 90 (dotychczas liczba ta wynosiła 15).
4. Dynamika rozwoju zapadlisk w latach 2019 – 2022 jest znacznie większa niż dotychczas przypuszczano. W badanym rejonie w tym czasie powstało co najmniej 12 nowych zapadlisk, które nie były wcześniej rejestrowane. Oznacza to, że tylko w tym okresie na tym niewielkim obszarze doszło do powstania 26 zapadlisk.
5. Południowa część cmentarza i ogródków działkowych została zlokalizowana na obszarach, w których w przeszłości deponowano nasypy.
6. Znaczna część zapadlisk w rejonie cmentarza to reaktywacja starych, zasypanych w przeszłości zapadlisk. Próba inwentaryzacji starych zapadlisk może zatem pomóc w prognozowaniu i lokalizacji tego typu zagrożeń w przyszłości.
7. Za najbardziej zagrożone wystąpieniem kolejnych zapadlisk w analizowanym obszarze należy uznać południową część cmentarza i ogródków działkowych oraz nasyp kolejowy linii P205 Trzebinia Siersza - Elektrownia Siersza. Miejsca szczególnie narażone na wystąpienie zapadlisk zaznaczono na ryc. 17 oraz ryc. 21.
8. Obszar badań podlega również deformacjom ciągłym. W przeszłości było to obniżanie terenu. Obecnie rejestruje się niewielkie wypiętrzanie niektórych obszarów związane prawdopodobnie z podnoszeniem się zwierciadła wód gruntowych.
9. Nadkład karbonu w rejonie cmentarza jest niewielki i wynosi od 14 m do 25 m.
10. Ostateczna ocena zagrożeń będzie możliwa dopiero po opracowaniu całości raportu.



Ryc. 21. Obszary zagrożone występowaniem zapadlisk nałożone na mapę sytuacyjną prezentowaną przez SRK S.A. na spotkaniu z mieszkańcami Trzebini (rycina nie uwzględnia ewentualnych obszarów zabezpieczonych).