

Dynamika zapadlisk w rejonie Trzebini – stan na koniec 2025 r.

Sylwester Kamieniarz¹, Marcin Wódka¹



S. Kamieniarz



M. Wódka

Dynamics of sinkholes in the Trzebinia area – status as of the end of 2025. *Prz. Geol.*, 74: 233–240; doi: 10.7306/2026.18

Redaktor prowadząca: Maria Przyłucka

A b s t r a c t. The article presents an assessment of the dynamics of sinkholes that formed or were reactivated in the area affected by the former Siersza Hard Coal Mine after 14 July 2023. Differential analyses were carried out based on airborne laser scanning data acquired on behalf of the Polish Geological Institute – National Research Institute (PGI-NRI; years 2024–2025), supplemented with data available in the national geodetic and cartographic resource (years 2022–2024). Reports submitted by external entities were also taken into account. As a result of the research, the formation or reactivation of a total of 12 sinkholes was documented. The research indicates a decrease in the dynamics of the phenomenon compared with previous years.

Keywords: sinkholes, geohazards, Siersza Coal Mine, Trzebinia, Upper Silesian Coal Basin

Problem zapadlisk w rejonie osiedla Siersza w Trzebini, choć nie jest nowy, to został mocno nagłośniony we wrześniu 2022 r., kiedy to w wyniku powstania leja zapadliskowego na terenie cmentarza parafialnego doszło do pochłonięcia kilkudziesięciu grobów. W mediach pojawiały się wówczas informacje, że w rejonie Trzebini mamy do czynienia już z kilkunastoma zapadliskami. W 2023 r. na całym obszarze oddziaływania dawnej Kopalni Węgla Kamiennego (KWK) Siersza Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB) wykonał kompleksową inwentaryzację deformacji górniczych, co pozwoliło na pełną ocenę zagrożeń i rozpoznanie przyczyn powstawania zapadlisk w tym rejonie (Wojciechowski i in., 2023a, b, c; Wódka i in., 2024).

Wyniki prac wykazały, że problem zapadliskowy w Trzebini jest znacznie większy niż przekazywały media, a do 14 lipca 2023 r. zinwentaryzowano 527 zapadlisk (Wojciechowski i in., 2023c). W ramach badań przeprowadzono wówczas szczegółową analizę danych archiwalnych (m.in. map górniczych, map geologicznych, profili otworów wiertniczych, zdjęć lotniczych, wcześniejszych inwentaryzacji zapadlisk), satelitarnej interferometrii radarowej i lotniczego skaningu laserowego (*Airborne Laser Scanning*, ALS) z lat 2011–2022. W 2023 r. wykonano również skanowanie laserowe z pułapu bezzałogowego statku powietrznego oraz prace kartograficzne. Stwierdzono, że duża część zapadlisk powstałych po 2019 r. (również zapadlisko na cmentarzu) jest tak naprawdę uaktywnieniem starych zasypanych w przeszłości lejów. Udokumentowano, że w latach 2011–2019 doszło do powstania lub reaktywacji łącznie 20 zapadlisk, a w latach 2019–2022 łącznie 55 zapadlisk. Z kolei w okresie od 2022 r. do czasu opracowania raportu podsumowującego (14.07.2023 r.) były to 23 zapadliska. Dynamika rozwoju zapadlisk po 2019 r. była zatem kilkukrotnie większa niż w latach poprzednich.

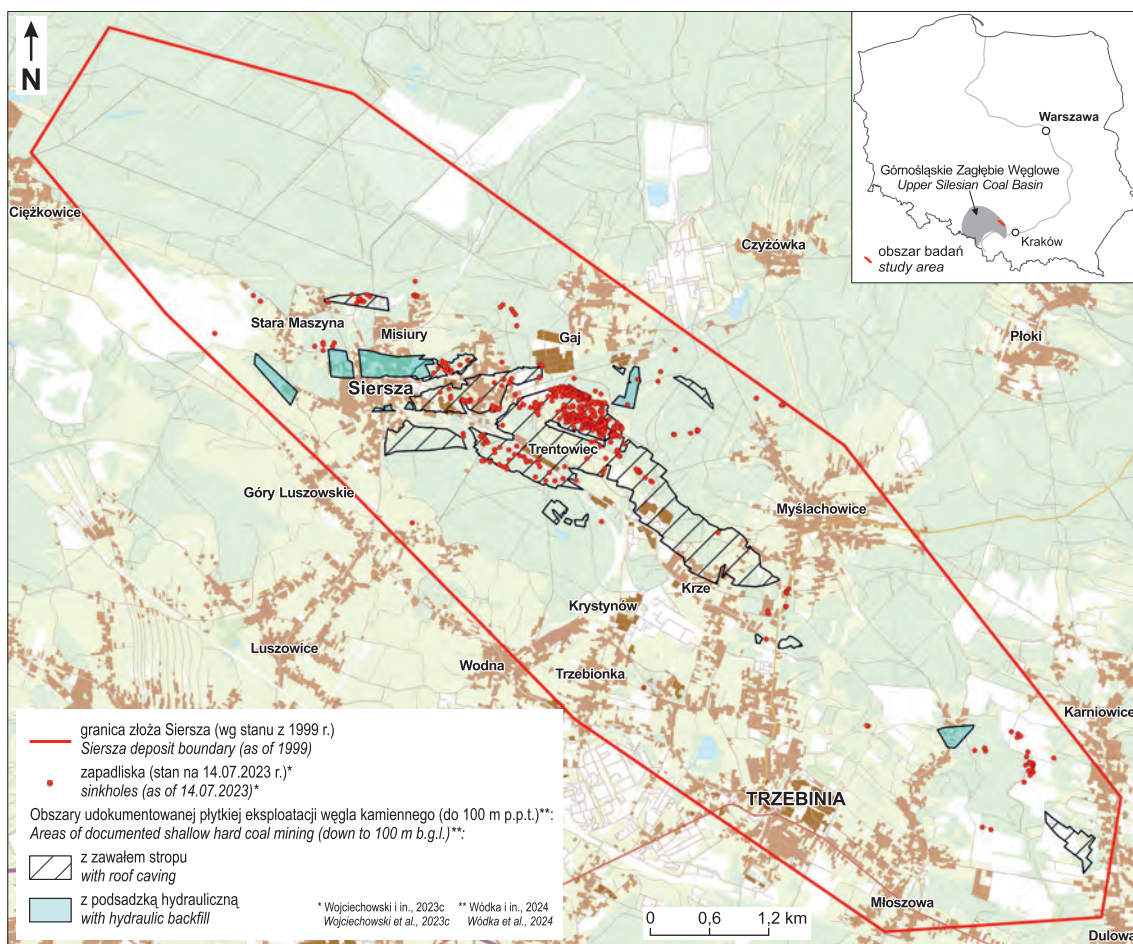
W ostatnim roku nie pojawiły się doniesienia medialne dotyczące nowych zapadlisk w rejonie Trzebini. Jaka

jest dynamika ich rozwoju obecnie? Czy zagrożenie nadal jest wysokie? W celu odpowiedzi na powyższe pytania PIG-PIB w ramach zadań państwowej służby geologicznej (PSG) zlecił wykonanie trzech nalołów ALS dla obszaru oddziaływania dawnej KWK Siersza. Niniejszy artykuł ma na celu przedstawienie wyników analizy tych danych oraz ocenę dynamiki zapadlisk po 14 lipca 2023 r.

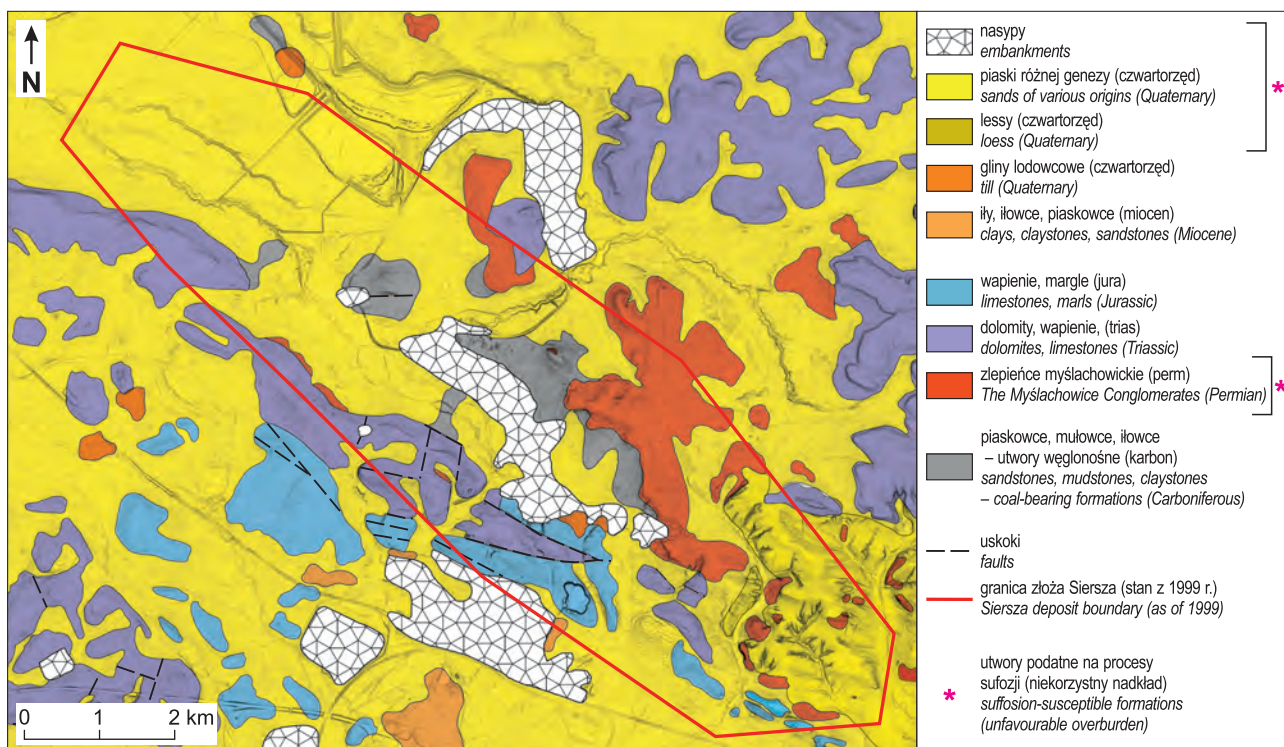
OBSZAR BADAŃ

Badaniami objęto cały obszar złoża węgla kamiennego Siersza w granicy z 1999 r. (ryc. 1), jako maksymalną strefę oddziaływania dawnej KWK Siersza na powierzchnię terenu. Znajduje się on w północno-wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW), na terenie gminy Trzebinia i Jaworzno. Rozwój kopalnictwa w rejonie Sierszy był związany z płytkim zaleganiem pokładów węgla. Węglonośne utwory karbonu zalegają tu zwykle bezpośrednio pod czwartorzędowymi utworami piaszczystymi lub permskimi zlepieńcami myślachowickimi, które zajmują znaczną część obszaru badań (ryc. 2). Eksploatacja węgla była możliwa dzięki stałemu odwadnianiu wyrobisk. Podobnie jak na Górnym Śląsku, historia górnictwa węgla w rejonie Sierszy sięgała ponad 200 lat. Rys historyczny dawnej KWK Siersza został przedstawiony m.in. w pracy Pietraszka (1961). Przedmiotem eksploatacji były pokłady warstw łaziskich (206, 207/1, 208, 209, 210, 210/2, 209-210 i 214) oraz stropowej części warstw orzeskich (301 i 303; Miśkiewicz, 1999; Wojciechowski i in., 2023c). Płytką eksploatacją (do głębokości ok. 80–100 m) była prowadzona na obszarze 2,92 km², w pokładach 206, 207/1, 208, 209–210, 214 i 301, głównie na zawał stropu. Miejsca taka eksploatacja nałożyła się w dwóch, a nawet trzech pokładach. Eksploatacja węgla w ostatnich dekadach działalności KWK Siersza była prowadzona na znacznie większych głębokościach, dochodzących do 440 m.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Centrum Geozagrożeń, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków; skam@pgi.gov.pl; mwod@pgi.gov.pl; ORCID ID: S. Kamieniarz – 0000-0002-8662-0491, M. Wódka – 0000-0003-1591-3980



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań (mapa podkładowa: BDOT10k, źródło: PZGiK)
 Fig. 1. Location of the study area (base map: BDOT10k, source: PZGiK)



Ryc. 2. Uproszczona mapa geologiczna obszaru badań (na podstawie: Kurek i in., 1991; Kurek, Preidl, 1992; Płonczyński, Łopusiński, 1992; Płonczyński i in., 2016; zmienione; źródło NMT: PZGiK)
 Fig. 2. Simplified geological map of the study area (based on Kurek et al., 1991; Kurek, Preidl, 1992; Płonczyński, Łopusiński, 1992; Płonczyński et al., 2016; modified; DTM source: PZGiK)

Wydobycie w KWK *Siersza* prowadzono do końca października 1999 r. Z początkiem kolejnego miesiąca rozpoczęto jej likwidację, która trwała do końca 2002 r. Założono likwidację poprzez całkowite zatopienie wyrobisk kopalni. Oszacowano, że pełne zatopienie kopalni potrwa do 2011 r. Zagrożenia związane z likwidacją kopalni poprzez jej zatopienie były przewidywane (Kleta, Plewa, 2001; Frolik, 2006), niemniej rzeczywiste skutki tych działań ujawniły się dopiero niedawno (Wojciechowski i in., 2023a, b, c; Wódka i in., 2024).

Główne uwarunkowania występowania zapadlisk

W przeszłości na obszarze *Sierszy* węgiel był eksploatowany już na głębokościach kilkudziesięciu metrów. Pierwsze kopalnie udostępniały pokłady węgla od wschodni po upadzie oraz poprzez płytkie szybiki. Tak płytka eksploatacja sprzyjała powstawaniu deformacji nieciągłych. Dodatkowym niekorzystnym czynnikiem jest budowa geologiczna nadkładu utworów węglonośnych. W dużej mierze są to utwory łatwo ulegające sufozji czyli piaski oraz zlepieńce myślachowickie o łatwo rozsypalnym spoiwie (ryc. 2). Na podstawie pełnej inwentaryzacji zapadlisk na obszarze oddziaływania dawnej KWK *Siersza* oraz obserwacji dynamiki ich rozwoju stwierdzono, że najbardziej zagrożone są rejony, w których prowadzono płytką eksploatację do głębokości 100 m p.p.t. metodą na zawal stropu (ryc. 1). Szczególnie zagrożone są obszary nakładania się płytkiej eksploatacji w kilku pokładach, o głębokości wydobycia do 50 m p.p.t., gdzie miąższość utworów nadkładu karbonu nie przekracza 20–40 m, oraz w pobliżu starych, zaspanych zapadlisk (Wojciechowski i in., 2023c; Wódka i in., 2024). Czynnikiem sprzyjającym tworzeniu się tych form jest gwałtownie podnoszące się zwierciadło wód podziemnych związane z likwidacją leja depresji oraz wzmoczona infiltracja wód w wyniku intensywnych lub długotrwałych opadów deszczu. Spośród udokumentowanych zapadlisk 10% może mieć związek z eksploatacją na większych głębokościach (>100 m p.p.t.), a 4% z procesami naturalnej sufozji, krasu, działalnością człowieka lub nieudokumentowaną płytką eksploatacją węgla kamiennego oraz płytkim kopalnictwem rud cynku i ołowiu (Wojciechowski i in., 2023c; Wódka i in., 2024).

MATERIAŁY I METODY BADAŃ

Do badań wykorzystano zbiory danych ALS pozyskane przez firmę *SmallGIS* oraz dane ALS dostępne w Państwowym Zasobie Geodezyjnym i Kartograficznym (PZGiK; tab. 1). W pierwszym przypadku skanowanie przeprowadzono w listopadzie 2024 r. oraz w marcu i listopadzie

2025 r. Zasięg każdego z nalotów obejmował obszar złoża wraz z ok. 500-metrowym buforem. Z kolei dane PZGiK pokrywające obszar złoża pochodzą z różnych lat (ryc. 3).

Ze zbiorów danych ALS wygenerowano numeryczne modele terenu (NMT) o rozdzielczości 0,5 m, stosując interpolację TIN (*Triangulated Irregular Network*). Następnie przygotowano z nich wysokościowe modele różnicowe (RNMT), które poddano szczegółowej analizie pod kątem występowania nowych zapadlisk lub uaktywnienia starych form. Na obszarach odsłoniętych korzystano dodatkowo z ortofotomap pozyskanych w tym samym czasie co dane ALS. Obróbkę danych oraz analizy prowadzono w oprogramowaniu *Global Mapper*. Wszystkie zidentyfikowane zapadliska lub formy podejrzane zweryfikowano w terenie. Prace te wykonano w dniu 12.12.2025 r. Oprócz wyników analiz danych ALS, wykorzystano również zapadliska zinwentaryzowane przez PIG-PIB po 14 lipca 2023 r. na podstawie zgłoszeń otrzymanych od Spółki Restrukturyzacji Kopalń S.A. (SRK S.A.) i Państwowej Straży Pożarnej w Chrzanowie.

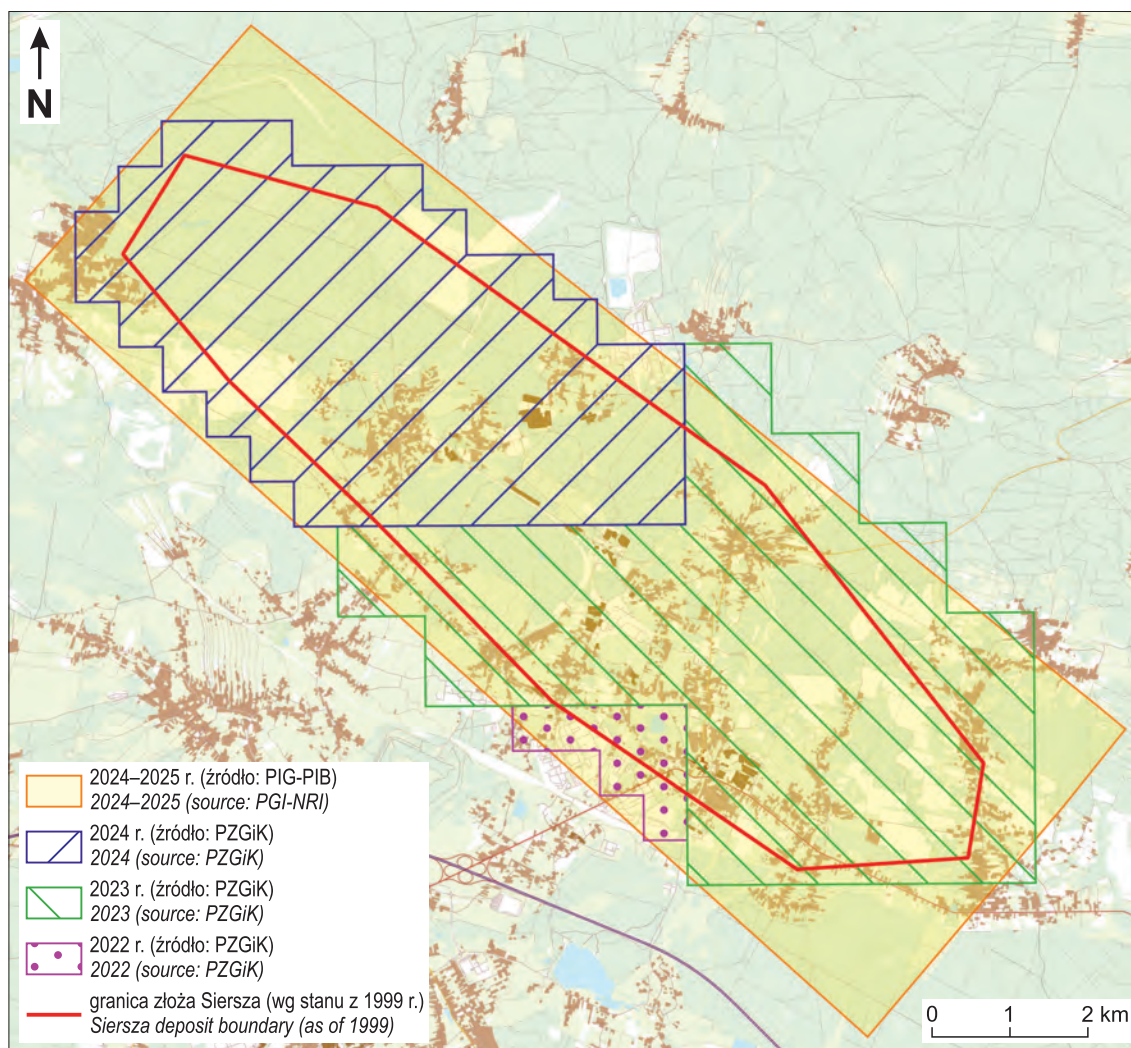
WYNIKI I DISKUSJA

W okresie od 14 lipca 2023 r. do końca 2025 r. na obszarze oddziaływania dawnej KWK *Siersza* udokumentowano powstanie 11 nowych zapadlisk i reaktywację w obrębie 2 starych zapadlisk. Są to miejsca we wschodniej i południowo-wschodniej części osiedla *Siersza* (rejony nasypu linii kolejowej P205 Trzebinia *Siersza*–Elektrownia *Siersza* i *Trentowca*), osiedla *Krze* (przy ul. *Grunwaldzkiej*) oraz przy drodze powiatowej nr 791 na granicy *Trzebini* i *Myślachowic* (ryc. 4). Najwięcej zdarzeń (8) odnotowano do kwietnia 2024 r. (zapadliska nr 1, 3, 5, 6, 8, 11, 12 i 13). W okresie kwiecień–listopad 2024 r. było to jedno zdarzenie (nr 2, zgłoszone w dniu 7.01.2025 r.). Podobnie w okresie listopad 2024 r. – marzec 2025 r. (nr 7). Z kolei w okresie marzec–listopad 2025 r. odnotowano 3 zdarzenia (nr 4, 9 i 10). Zapadliska nr 1, 2, 3, 5, 6, 11, 12 i 13 zarejestrowano na podstawie zgłoszeń otrzymanych od podmiotów zewnętrznych. Z uwagi na ich szybkie zasypianie nie zostały one utrwalone w wykorzystanych danych ALS. Wyjątek stanowi zapadlisko nr 2 widoczne na NMT z listopada 2024 r., które zgłoszono w dniu 7.01.2025 r. Pozostałe zdarzenia (nr 4, 7, 8, 9 i 10) zostały zidentyfikowane na podstawie analiz modeli różnicowych.

Nowe zapadliska to w większości formy, których średnica leja nie przekracza 5 m, a głębokość – 3 m (tab. 2). Największe zapadliska (nr 5 i 6) utworzyły się na obszarze leśnym na południe od nasypu linii kolejowej P205 (ryc. 4, 5). Ślady reaktywacji udokumentowano w północno-zachodniej części zapadliska nr 4 zlokalizowanego na północ od

Tab. 1. Podstawowe informacje o wykorzystanych danych ALS
Table 1. Basic information about ALS data used in the research

Aktualność danych <i>Data valid as of</i>	Średnia gęstość chmury punktów [pkt/m ²] <i>Average point cloud density [pt/m²]</i>	Średnia dokładność wysokościowa [cm] <i>Average height accuracy [cm]</i>	Źródło danych <i>Data source</i>
6.11.2025 r.	>8	3,6	PIG-PIB
5.03.2025 r.		2,9	
3.11.2024 r.		2,8	
28–30.04.2024 r.	12	4,0	PZGiK
19–19.03.2023 r.	4	15,0	
27.03.2022 r.	12	10,0	

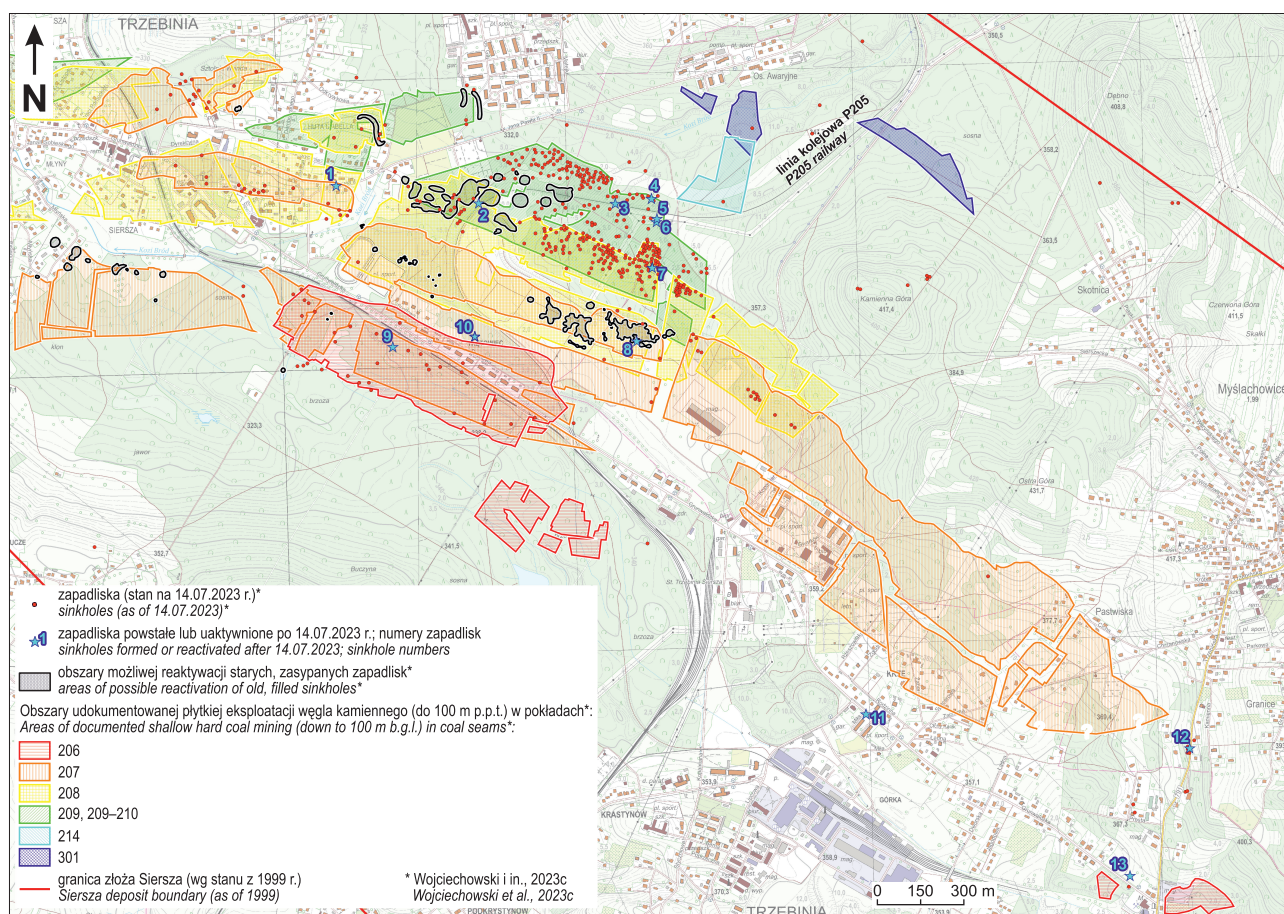


Ryc. 3. Skorowidz wykorzystanych danych ALS (mapa podkładowa: źródło PZGiK)
 Fig. 3. Index of ALS data used in the research (base map source: PZGiK)

linii kolejowej oraz zachodniej części zapadliska nr 9 związanego ze starym szybem lub szybikiem w rejonie Trentowca (ryc. 4). W obu przypadkach uaktywnieniu uległy tylko niewielkie fragmenty przy krawędziach lejów (tab. 2; ryc. 6). Niewykluczone, że w zapadlisku nr 9 najpierw doszło do pogłębienia centralnej części leja, a następnie osunięcia krawędzi leja. Zapadliska nr 2 i 8 utworzyły się w pobliżu wyznaczonych w 2023 r. obszarów możliwej reaktywacji starych zasypanych zapadlisk (Wojciechowski i in., 2023c; Wódka i in., 2024; ryc. 4). Obszary te, to miejsca występowania zapadlisk widocznych na archiwalnych zdjęciach lotniczych z 1957 r., które w późniejszych latach zostały zasypane. Do obszarów tego typu zaliczono też miejsca, w których na podstawie materiałów archiwalnych stwierdzono przesłanki o wystąpieniu zapadlisk w przeszłości, ale ze względu na brak dokładnych danych i późniejsze zasypanie zapadlisk nie można było wskazać ich dokładnej lokalizacji.

Większość zapadlisk powstałych i reaktywowanych w analizowanym okresie jest związana z dawną eksploatacją złóż węgla kamiennego. Wyjątek stanowi zapadlisko nr 1 przy ul. Jana Pawła II z dnia 28.10.2023 r., którego przyczyną mogło być rozszczelnienie się kolektora sieci wodociągowej, oraz zapadlisko nr 11 przy ul. Grunwaldzkiej, prawdopodobnie związane z nieodpowiednim zagęszczeniem podłoża nad sieciami technicznymi (ryc. 4,

tab. 2). Zapadliska nr 2–10 występują na obszarach udokumentowanej płytkiej eksploatacji złóż węgla kamiennego do głębokości 50–80 m p.p.t., systemem z zawałem stropu, w pokładach 206, 207, 208 i 209–210, których eksploatacja była prowadzona od połowy XIX w. (rejon Trentowca, pokład 206) do końca lat 20. XX w. (rejon linii kolejowej P205 w strefie wychodni pokładu 209–210; ryc. 4). Z kolei zapadliska nr 12 i 13 (ryc. 7) są związane z eksploatacją na zawał w pokładzie 207, która była prowadzona w latach 1903–1922, prawdopodobnie na większych głębokościach. Z uwagi na braki w pokryciu dostępnych map wyrobisk w skali 1 : 1000 i ograniczony zakres informacji na mapach 1 : 5000 trudno jednoznacznie określić głębokość wydobywania w pokładzie 207 na tym obszarze (ryc. 4). Niewykluczone, że płytka eksploatacja sięgała drogi powiatowej nr 791, o czym mogą świadczyć zapadliska, szczególnie te z lat 1988, 1990 i 1997 wykazane w dokumentach archiwalnych (Protokół, 1997). Głębokość eksploatacji do 80–100 m p.p.t., którą przyjmuje się jako sprzyjającą tworzeniu się zapadlisk (Chudek i in., 1988; Strzałkowski i in., 2021), w przypadku skomplikowanego systemu wyrobisk byłej KWK *Siersza* oraz rodzaju i miąższości skał nadkładu, może być niedoszacowana (Wojciechowski i in., 2023c; Wódka i in., 2024) i wyrobiska zlokalizowane poniżej 100 m p.p.t. są przyczyną powstania zapadlisk w rejonie drogi 791.



Ryc. 4. Lokalizacja zapadlisk powstałych lub uaktywnionych po 14.07.2023 r. (źródło mapy topograficznej – PZGiK)

Fig. 4. Location of sinkholes formed or activated after 14.07.2023 (source of topographic map – PZGiK)

Tab. 2. Parametry zapadlisk powstałych lub reaktywowanych na obszarze oddziaływania dawnej KWK Siersza w okresie od 14 lipca 2023 r. do końca 2025 r.

Table 2. Parameters of sinkholes formed or reactivated in the area affected by the former Siersza Coal Mine in the period from 14 July 2023 to the end of 2025

Numer na ryc. 4 No. in Fig. 4	Średnica Diameter [m]	Głębokość Depth [m]	Status Status
1	1	0,2	nowe new
2	3	1,8	
3	5	0,8	
4	6*	1,7*	reaktywowane reactivated
5	9	7,0	nowe new
6	9	5,0	
7	5	1,9	
8	4	2,0	reaktywowane reactivated
9	3*	~0,4*	
10	4	1,2	
11	1	0,3	nowe new
12	2	3,0	
13	1	1,0	

* wartości odnoszą się do stref uaktywnionych.

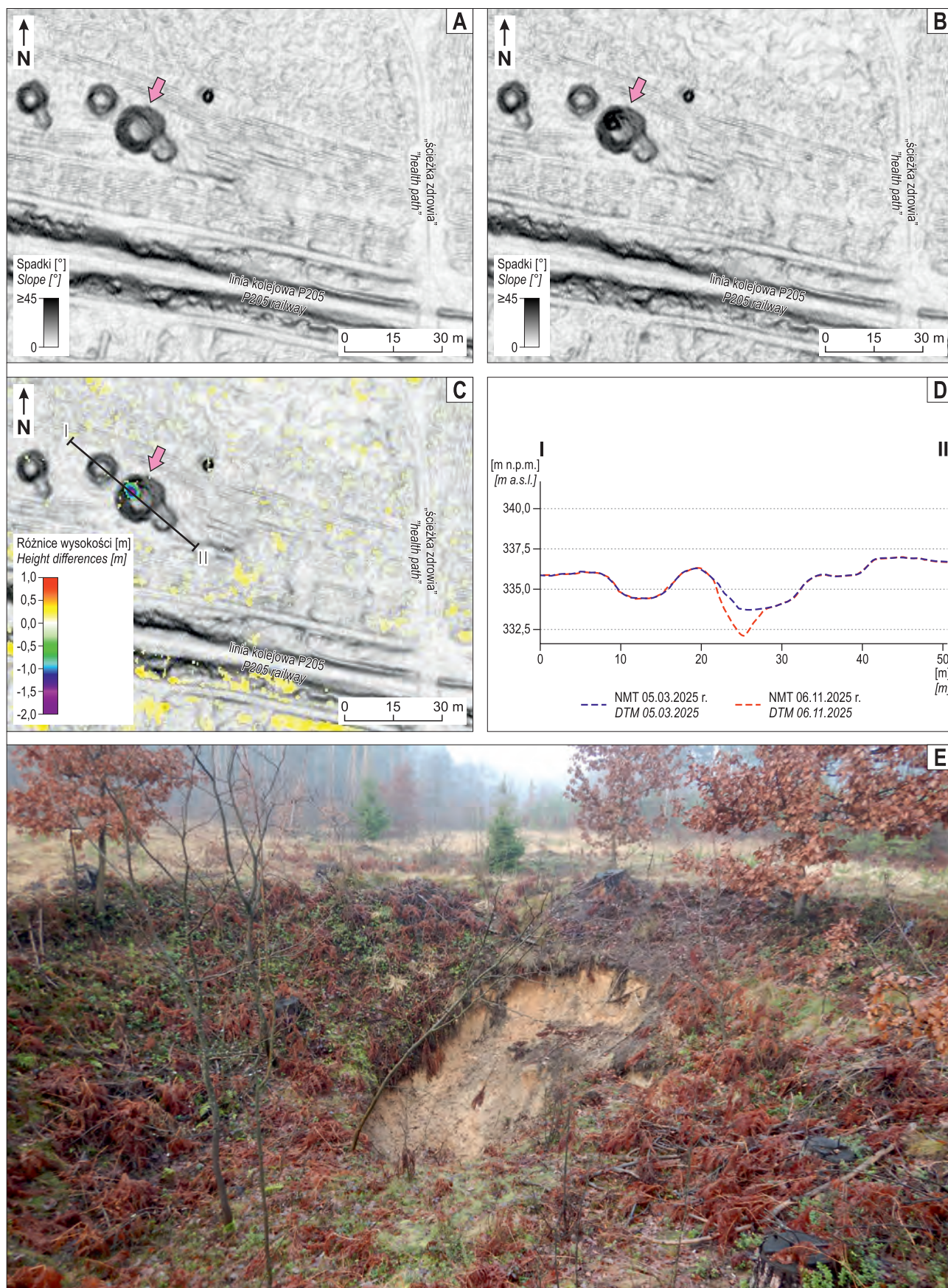
* values refer to activated zones.



Ryc. 5. Zapadlisko z dnia 7.03.2024 r. (nr 5) w pobliżu nasypu linii kolejowej P205. Fot. S. Kamieniarz, 12.03.2024 r.

Fig. 5. A sinkhole formed on 7.03.2024 (No. 5) near the P205 railway embankment. Photo by S. Kamieniarz, 12.03.2024

Wyniki analiz porównano z mapą zagrożenia zapadliskowego wykonaną dla centralnego obszaru oddziaływania dawnej KWK Siersza (Wódka i in., 2024). Przy jej opracowywaniu uwzględniono czynniki takie jak: obszary udokumentowanej płytkiej eksploatacji węgla kamiennego do głębokości 100 m p.p.t., obszary płytkiej eksploatacji do głębokości 50 m p.p.t., bufor od granic płytkiej eksploatacji obejmujący obszary eksploatacji do głębokości ok. 130 m p.p.t., obszary zapadlisk występujące poza granicami udokumentowanej płytkiej eksploatacji z buforem 20 m,



Ryc. 6. Reaktywowane, stare zapadlisko zlokalizowane na północ od linii kolejowej P205 (nr 4 – różowa strzałka): **A** – NMT z 5.03.2025 r.; **B** – NMT z 6.11.2025 r.; **C** – RNMNT; **D** – porównanie profili terenu; **E** – zdjęcie uaktywnionej części (fot. S. Kamieniarz, 12.12.2025 r.)
Fig. 6. Reactivated old sinkhole located north of the P205 railway (No. 4 – pink arrow): **A** – DTM from 5.03.2025; **B** – DTM from 6.11.2025; **C** – DDTM; **D** – terrain profiles comparison; **E** – photo of the activated part (photo by S. Kamieniarz, 12.12.2025)

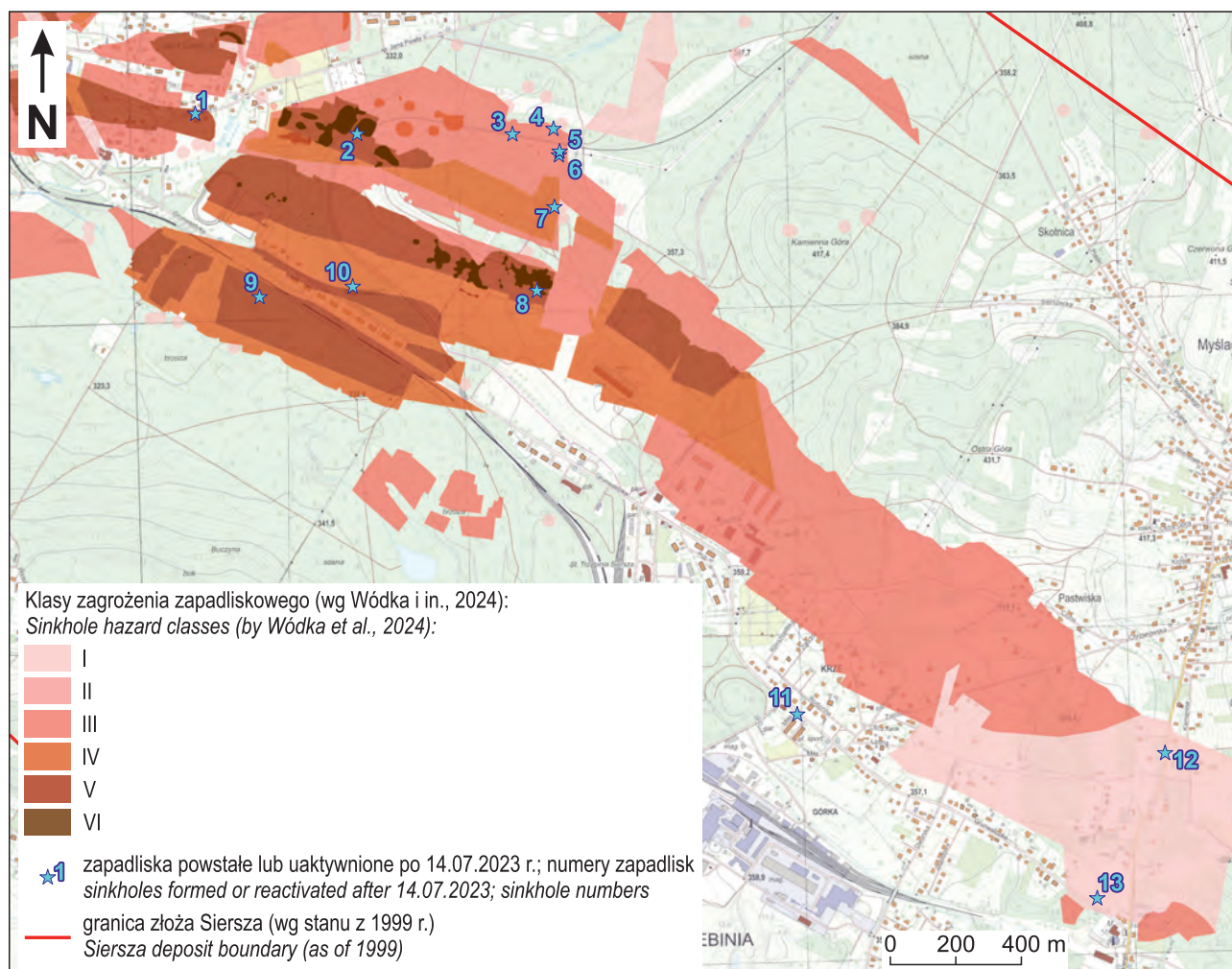
obszary starych zasypanych zapadlisk, obszary płytkiej eksploatacji z zawałem stropu, obszary nakładania się co najmniej dwóch eksploatowanych pokładów. Przyjęto 6 klas zagrożenia (I–VI), im wyższa klasa, tym jest ono większe. Jest to mapa przygotowana metodami heurystycznymi



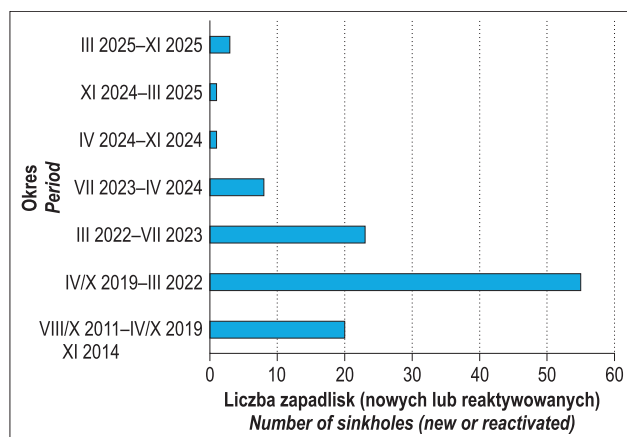
Ryc. 7. Zapadlisko z dnia 29.01.2024 r. (nr 13) przy ul. Grunwaldzkiej. Fot. S. Kamieniarz, 30.01.2024 r.

Fig. 7. A sinkhole formed on 29.01.2024 (No. 13) at Grunwaldzka St. Photo by S. Kamieniarz, 30.01.2024

i ma charakter wyłącznie pogładowy (Wódka i in., 2024). Większość z zapadlisk utworzonych lub reaktywowanych po 14 lipca 2023 r. i bezpośrednio związanych z eksploatacją złóż węgla kamiennego lokuje się w klasach zagrożenia III–V, a w przypadku zapadlisk nr 2 i 8 blisko VI klasy (ryc. 8). Potwierdza to dotychczas przyjęte założenie, że na obszarze oddziaływania dawnej KWK *Siersza* najbardziej zagrożone zapadliskami są obszary płytkiej eksploatacji złóż węgla kamiennego metodą na zawał stropu, szczególnie w miejscach nakładania się jej w kilku pokładach i w rejonach, gdzie zjawiska te zachodziły w przeszłości (Wojciechowski i in., 2023a, b, c; Wódka i in., 2024). Uzyskane wyniki pokazują, że w porównaniu do wcześniejszych badań (Wojciechowski i in., 2023c) liczba nowo powstałych lub reaktywowanych zapadlisk po 14 lipca 2023 r. wyraźnie się zmniejszyła, szczególnie po pierwszym kwartale 2024 r. (ryc. 9). Biorąc pod uwagę korelację czasu powstania wybranych zapadlisk w latach 2021–2023 z zatapianiem zrobów w kolejnych pokładach węgla przez stale podnoszące się zwierciadło wód (Macuda, 2024), można uznać, że główną przyczyną wyhamowania dynamiki rozwoju zapadlisk w rejonie Trzebini jest wykonanie i uruchomienie przez SRK S.A. w maju 2023 r. pompowni wód podziemnych na terenach leśnych w pobliżu ul. Grunwaldzkiej. Pompownia ma za zadanie maksymalne spo-



Ryc. 8. Fragment mapy zagrożenia zapadliskowego rejonu Trzebini
Fig. 8. Part of the sinkhole hazard map of Trzebinia



Ryc. 9. Dynamika zapadlisk w obszarze oddziaływania dawnej KWK *Siersza* w latach 2011–2025. Zróżnicowanie miesięcy w poszczególnych latach wynika z różnoczasowych danych ALS dla poszczególnych części obszaru badań

Fig. 9. Sinkholes dynamics in the area affected by the former *Siersza* Coal Mine in years 2011–2025. The variation in months in individual years results from different time periods of ALS data acquisition for particular parts of the study area

wolnienie podnoszenia się wód w górotworze i utrzymywanie ich na bezpiecznym poziomie. Po niespełna roku czasu od uruchomienia pomp dynamika rozwoju zapadlisk zmniejszyła się do 2–4 zdarzeń/rok (ryc. 9). Warto również zaznaczyć, że żadne z tych zdarzeń nie wystąpiło bezpośrednio na obszarach, na których SRK S.A. zleciło wykonanie prac uzdatniających.

WNIOSKI

W ciągu ostatnich dwóch lat na obszarze oddziaływania dawnej KWK *Siersza* obserwuje się wyraźny spadek liczby zdarzeń zapadliskowych, co koreluje się z rozpoczęciem odpompowywania i spowolnieniem podnoszenia się zwierciadła wód podziemnych. Warto zaznaczyć, że w miejscach o największym ryzyku zapadliskowym przeprowadzono również prace uzdatniające. Trend wskazujący na zmniejszenie dynamiki zapadlisk w rejonie Trzebini nie oznacza jednak, że zagrożenie całkowicie minęło. Należy wziąć pod uwagę, że okres przeprowadzonych obserwacji jest zbyt krótki. W dłuższej perspektywie czasu, po wystąpieniu intensywnych lub długotrwałych opadów deszczu oraz po wiosennych roztopach powodujących wzmogłą infiltrację wód w górotwór, dynamika zapadlisk może ulec zmianie. Na potrzeby dalszego monitorowania obszaru PIG-PIB zlecił wykonanie kolejnych nalotów ALS.

Przeprowadzone badania pokazały wzajemne uzupełnianie się dwóch różnych metod pozyskiwania informacji o deformacjach nieciągłych. Zapadliska zgłaszane przez mieszkańców i inne podmioty dotyczą zwykle obszarów w pobliżu zabudowy i infrastruktury. Ze względów bezpieczeństwa są one z reguły szybko zasypywane, przez co mogą być niewidoczne na NMT. Z kolei na obszarach niezagospodarowanych i mniej uczęszczanych przez ludzi techniki ALS z powodzeniem mogą być wykorzystywane do identyfikacji zapadlisk. Na takich obszarach leje zapadliskowe na ogół nie są zasypywane, przez co mogą zachować się w rzeźbie terenu przez dłuższy czas. Pozyskiwanie

informacji o zdarzeniach zapadliskowych z różnych źródeł pozwala na uzyskanie kompleksowej wiedzy, która jest niezbędna do prawidłowej oceny dynamiki zjawiska.

Autorzy pragną złożyć serdeczne podziękowania Recenzentom, dr. Januszowi Jureczce oraz dr. hab. inż. Andrzejowi Kowalskiemu, za cenne uwagi merytoryczne oraz edycyjne.

LITERATURA

- CHUDEK M., JANUSZ W., ZYCH J. 1988 – Studium dotyczące stanu rozpoznania tworzenia się i prognozowania deformacji nieciągłych pod wpływem podziemnej eksploatacji złóż. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo, 141: 1–161.
- FROLIK A. 2006 – Aktualizacja prognozy zatapiania kopalni „Siersza”. Wiadomości Górnicze, 57 (11): 616–624.
- KLETA H., PLEWA F. 2001 – Zagrożenie powierzchni terenu po zakończeniu wieloletniej eksploatacji górniczej na przykładzie kopalni „Siersza”. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo, 250: 141–151.
- KUREK S., PASZKOWSKI M., PREIDL M. 1991 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1 : 50 000, ark. Jaworzno (944). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- KUREK S., PREIDL M. 1992 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1 : 50 000, ark. Olkusz (945). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- MACUDA J., WAŹTOR L. 2024 – Występowanie zapadlisk na obszarze zatapianej KWK *Siersza* w Trzebini i podejmowane przeciwdziałania w celu ich ograniczenia. [W:] Bukowski P., Krogulec E., Szczepański J. (red.), Hydrogeologia w praktyce – praktyka w hydrogeologii: hydrogeologia dla bezpieczeństwa, gospodarki, energetyki i środowiska. Główny Instytut Górnictwa: 221–235.
- MISKOWICZ J. 1999 – Dodatek nr 2 (rozliczeniowy) do dokumentacji geologicznej w kat. A+B+C1+C2 złoża węgla kamiennego kopalni „Siersza”. Zakład Pomiarów i Dokumentacji Mierniczo-Geologicznej „GEO”, Sosnowiec. Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa, nr inw. 697/2000.
- PIETRASZEK E. 1961 – Ośrodek górniczy *Siersza*: 1804–1861–1961. Wydawnictwo Artystyczno-Graficzne, Kraków.
- PŁONCZYŃSKI J., ŁOPUSIŃSKI L. 1992 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1 : 50 000, ark. Krzeszowice (972). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- PŁONCZYŃSKI J., PREIDL M., KUREK S. 2016 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1 : 50 000, ark. Chrzanów (971). Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Warszawa.
- PROTOKÓŁ Nr 86/DM/G/97 z inspekcji zakładu górniczego NSW S.A. – KWK „Siersza” w Trzebini z dnia 10.10.1997 r. Okręgowy Urząd Górniczy w Tychach. Archiwum Dokumentacji Mierniczo-Geologicznej, WUG w Katowicach.
- STRZAŁKOWSKI P., ŚCIGAŁA R., SZAFULERA K., KOŁODZIEJ K. 2021 – Surface deformations resulting from abandoned mining excavations. *Energies*, 14: 1–14; <https://doi.org/10.3390/en14092495>
- WOJCIECHOWSKI T., JURECZKA J., PRZYLUCKA M., PERSKI Z., WÓDKA M., KAMIENIARZ S., SIKORA R., ZAJĄC M., KARWACKI K., NESCIERUK P., KOS J., KRIEGER W., NADŁONEK W., ROLKA M., MAŚLANKA R. 2023a – Raport drugi z prac analitycznych o deformacjach terenu w Trzebini. Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa, nr inw. 592/2024.
- WOJCIECHOWSKI T., JURECZKA J., WÓDKA M., KAMIENIARZ S., PRZYLUCKA M., PERSKI Z., SIKORA R., NESCIERUK P., KOS J., KRIEGER W., NADŁONEK W., ROLKA M. 2023b – Raport wstępny z prac analitycznych o deformacjach terenu w Trzebini (obszar cmentarza komunalnego przy ulicy Jana Pawła II w Trzebini i tereny przyległe). Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa, nr inw. 591/2024.
- WOJCIECHOWSKI T., JURECZKA J., WÓDKA M., KAMIENIARZ S., PRZYLUCKA M., PERSKI Z., SIKORA R., NESCIERUK P., KOS J., KRIEGER W., NADŁONEK W., ROLKA M. 2023c – Raport trzeci z prac analitycznych o deformacjach terenu w Trzebini. Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa, nr inw. 593/2024.
- WÓDKA M., KAMIENIARZ S., WOJCIECHOWSKI T., PRZYLUCKA M., PERSKI Z., SIKORA R., KARWACKI K., JURECZKA J., NADŁONEK W., KRIEGER W., ZAJĄC M. 2024 – Post-mining deformations in the area affected by the former “Siersza” Hard Coal Mine in Trzebinia (southern Poland). *Geological Quarterly*, 68 (1), 3; <http://dx.doi.org/10.7306/gq.1726>

Praca wpłynęła do redakcji 19.01.2026 r.
Akceptowano do druku 4.02.2026 r.