

**MONITOROWANIE ZAGROŻEŃ GEODYNAMICZNYCH
I HYDROGEOLOGICZNYCH NA TERENACH GÓRNICZYCH I POGÓRNICZYCH
W GÓRNOŚLĄSKIM ZAGŁĘBIU WĘGLOWYM ORAZ ZAGROŻEŃ RADIACYJNYCH**

Zadanie 3. Monitorowanie deformacji terenu w obszarach górniczych
i pogórnich Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.

RAPORT KWARTALNY 3.1

za okres 01.01.2026 – 31.03.2026

Podstawą sporządzenia Raportu jest rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24 lipca 2023 r. w sprawie nadania Głównemu Instytutowi Górnictwa statusu państwowego instytutu badawczego (Dz. U. z 2023 r. poz. 1579) oraz umowa nr 5/D/10095/2830/DGH/ME/2026 zawarta 10.02.2026 r. pomiędzy Ministrem Energii, a Głównym Instytutem Górnictwa - Państwowym Instytutem Badawczym.

Jarosław Zagórowski
Dyrektor GIG-PIB

dr inż. Zbigniew Lubosik
Z-ca Dyrektora
ds. Geoinżynierii i Bezpieczeństwa
Przemysłowego

dr hab. inż. Adam Lurka prof. GIG-PIB
Kierownik Zakładu Geologii, Geofizyki
i Ochrony Powierzchni

dr inż. Bartosz Apanowicz
Kierownik Zadania

Zespół autorski:

Bartosz Apanowicz

Małgorzata Bodziony

Jarosław Chećko

Piotr Gruchlik

Andrzej Kowalski

Grzegorz Mutke

Piotr Nicer

Tomasz Urych

GIG-PIB

Zawartość raportu:

1. Wprowadzenie
2. Charakterystyka monitorowanego obszaru
3. Narzędzia i metody wykorzystywane w monitoringu deformacji terenu na obszarze GZW
 - 3.1. Radarowa interferometria satelitarna (InSAR)
 - 3.2. Sieć monitoringowa GZW - Globalny Nawigacyjny System Satelitarny (GNSS)
 - 3.3. Ocena niepewności pomiarowych
4. Interpretacja wyników monitoringu
 - 4.1. Pionowe przemieszczenia powierzchni
 - 4.1.1. Przemieszczenia powierzchni na punktach sieci GNSS GIG-PIB
 - 4.1.2. Wielkoobszarowe przemieszczenia powierzchni wyznaczone metodami szeregów czasowych InSAR
 - 4.2. Poziome przemieszczenia powierzchni
 - 4.2.1. Przemieszczenia powierzchni na punktach sieci GNSS GIG-PIB
5. Podsumowanie
6. Literatura

Załączniki:

1. Mapa powierzchni wraz z pionowymi przemieszczeniami powierzchni terenu wyznaczonymi metodą InSAR-SBAS+LD, na obszarach górniczych GZW – I kwartał 2026 r.,
skala 1 : 100 000
2. Mapa powierzchni wraz z przemieszczeniami powierzchni terenu w kierunku LOS wyznaczonymi metodą PSI, na terenach pogórnich GZW – I kwartał 2026 r.,
skala 1 : 100 000

1. Wprowadzenie

Każda podziemna ingerencja górnicza, mająca na celu wydobywanie surowców naturalnych, ma wpływ na środowisko naturalne. Powoduje powstawanie pustek w górotworze, do których, pod wpływem grawitacji, następuje przemieszczanie się mas skalnych. Efektem tego zjawiska są zniekształcenia powierzchni terenu, zwane deformacjami górniczym, określane przemieszczeniami pionowymi i poziomymi oraz ich pochodnymi (nachylenia, odkształcenia, krzywizny). Mogą one występować w formie deformacji ciągłych, to jest niecek obniżeniowych lub liniowych i powierzchniowych deformacji nieciągłych to jest szczelin, stopni i zapadlisk, a także struktur z nich złożonych. Mają one destrukcyjny wpływ na powierzchnię terenu, w tym również, na infrastrukturę budowlaną (rys. 1).



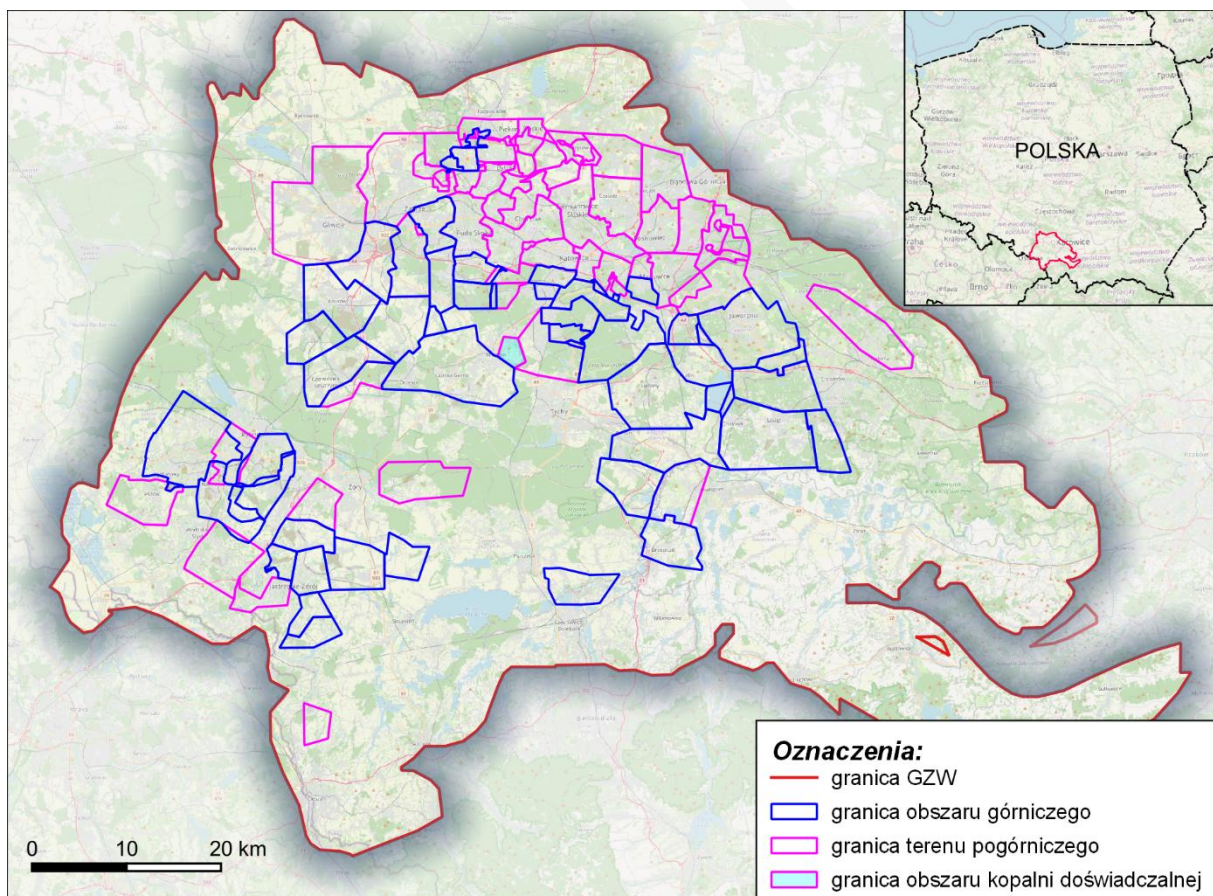
Rys. 1. Przykład deformacji powierzchni oraz zniszczeń w budynku wywołanych podziemną eksploatacją górniczą (Apanowicz 2022).

Działalność górnicza w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (GZW) prowadzona jest nieprzerwanie od średniowiecza. Początkowo eksploatowano rudy cynku i ołowiu, a od XVIII w., złożę węgla kamiennego, którego wydobycie w kulminacyjnym momencie, w 1979 r., wyniosło ok. 200 mln Mg. Szacuje się, że na skutek eksploatacji we wszystkich obszarach górniczych GZW, w górotworze powstała pustka o średniej wysokości równej 5,5 m. Dokonana eksploatacja górnicza spowodowała liczne przekształcenia powierzchni terenu, które w niektórych rejonach GZW przekraczają 25 m w ciągu ostatnich 50 lat. Prędkość obniżeń powierzchni dochodziła nawet do 4 cm/dobę, a obecną normą są obniżenia wynoszące 1,0-1,5 m w skali roku. Problem deformacji górniczych cały czas narasta ponieważ eksploatacja

pokładów węgla kamiennego odbywa się w coraz trudniejszych warunkach geologiczno-górnicznych i w górotworze naruszonym poprzednią działalnością. Następuje sumowanie się wpływów górniczych oraz reaktywacja starych zrobów (Kowalski 2015). Problem występowania ruchów powierzchni nie kończy się wraz z zaprzestaniem wydobywania oraz likwidacją zakładu górniczego. Badania dynamiki zmian ukształtowania powierzchni dowiodły, że około 80 % deformacji ujawnia się w trakcie eksploatacji, a pozostałe 20 % po jej zakończeniu (tzw. deformacje bezpośrednie zanikające). Proces ten szacuje się na okres około 2 – 5 lat. Później następuje wieloletni proces występowania deformacji rezydualnych (Kowalski i in. 2000) lub wypiętrzeń powierzchni powstałych na skutek zatapiania zlikwidowanych wyrobisk górniczych (Milczarek 2011).

2. Charakterystyka monitorowanego obszaru

Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW) zlokalizowane jest w południowej części Polski, w granicach administracyjnych województwa Śląskiego i Małopolskiego, oraz w północno-wschodniej części Republiki Czeskiej. Po Polskiej stronie zajmuje powierzchnię około 4250 km² (rys. 2). W granicach GZW znajduje się Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia (GZM), składająca się z 41, sąsiadujących ze sobą, miast i gmin i licząca około 2,3 mln mieszkańców.



Rys. 2. Lokalizacja monitorowanego obszaru - granice obszarów górniczych i terenów pogórnicznych kopalń GZW (stan na 2026 r.).

Serię warstw geologicznych do głębokości około 3000 m tworzą utwory karbońskie, podzielone na 3 główne grupy: warstwy łęgowe (pokłady nr 100-499), warstwy siodłowe (pokłady nr 501-510) oraz warstwy brzeżne (pokłady nr 600-900). Nad karbonem zalegają warstwy nadkładu. W północnej i wschodniej części GZW nadkład tworzą warstwy triasu, jury oraz kredy, a ich miąższość dochodzi do około 200 m. W południowej i zachodniej części GZW nadkład stanowią głównie warstwy czwartorzędu i trzeciorzędu, których miąższość dochodzi do około 800 m. Górotwór zbudowany jest głównie z iłowców, mułowców oraz piaskowców. Utwory karbońskie zalegają nieregularnie w kształcie sioł i niecek geologicznych, a górotwór poprzecinany jest dużą liczbą uskoku o wysokości zrzutu od nieprzekraczającej 2 m do kilkuset metrów. Nachylenie warstw skalnych jest zmienne i może wynosić od kilku do kilkudziesięciu stopni. Warunki hydrogeologiczne GZW są zróżnicowane i mają związek z rodzajami warstw, z których zbudowany jest nadkład. W północnej części GZW, w rejonach występowania warstw triasu, dopływy wód do wyrobisk górniczych wynoszą 10-25 m³/min. W południowej części GZW, występujące warstwy trzeciorzędu składają się z iłów i iłowców, które stanowią naturalną izolację i powodują dopływy wód w granicach 5 m³/min. Obszary te są predysponowane do powstawania zalewisk na powierzchni (Kowalski 2015).

Obecnie eksploatację w GZW prowadzi się przede wszystkim systemem ścianowym z zawalem skał stropowych. Wyjątkiem jest eksploatacja prowadzona według specjalnych uwarunkowań z uwagi na ochronę powierzchni. Średnia głębokość działalności górniczej wynosi około 800 m, a wysokość eksploatowanego pokładu nie przekracza z reguły 4 m. Grube pokłady wydobywane są z podziałem na warstwy o wysokości około 2,0 – 3,5 m.

3. Narzędzia i metody wykorzystywane w monitoringu deformacji terenu na obszarze GZW

Monitoring deformacji terenu w obszarach górniczych i terenach pogórnich GZW prowadzony jest z wykorzystaniem dwóch komplementarnych metod pomiarowych: radarowej interferometrii satelitarnej (InSAR) oraz geodezyjnych pomiarów z zastosowaniem Globalnego Nawigacyjnego Systemu Satelitarnego (GNSS). Metoda InSAR umożliwia wielkoobszarową identyfikację zmian ukształtowania powierzchni terenu, natomiast pomiary GNSS służą do precyzyjnej, punktowej, identyfikacji i weryfikacji przemieszczeń powierzchni.

3.1. Radarowa interferometria satelitarna (InSAR)

Metoda InSAR stanowi podstawowe narzędzie wielkoobszarowego monitoringu deformacji terenu na obszarze GZW. W analizach wykorzystywane są zobrażenia satelitarne Sentinel-1 typu SLC, udostępniane w ramach programu Copernicus przez Europejską Agencję Kosmiczną. Dane te przetwarzane są metodami zaawansowanych metodami szeregów czasowych krótkich linii bazowych (ang. Small BASeline, SBAS) (Berardino i in. 2002) oraz permanentnych rozpraszaczy (ang. Permanent/Persistent Scatterers InSAR, PSI) (Ferretti i in. 2000, 2001), z zastosowaniem korekcji topograficznych (Farr i in. 2007) i atmosferycznych (Yu i in. 2020) oraz filtracji czasowo-przestrzennej.

Na czynnych obszarach górniczych, do identyfikacji deformacji powierzchni terenu bezpośrednio związanych z bieżącą eksploatacją górniczą, charakteryzujących się wysoką dynamiką, wykorzystywana jest metoda SBAS. Analizy prowadzone są z zastosowaniem zobrażeń z dwóch orbit przelotu satelity: wschodzącej i opadającej. Wynikiem przetwarzania są przemieszczenia powierzchni terenu w kierunku wzroku satelity (ang. Line of Sight, LOS), które następnie podlegają dekompozycji 2D, umożliwiającej wyznaczenie pionowych przemieszczeń powierzchni terenu. Otrzymane rezultaty końcowe, w obszarach aktywnych niecek obniżeniowych, są walidowane i korygowane w oparciu o pomiary GNSS autorską metodą zależności liniowych (LD) opracowaną w Głównym Instytucie Górnictwa – Państwowym Instytucie Badawczym (Apanowicz 2023).

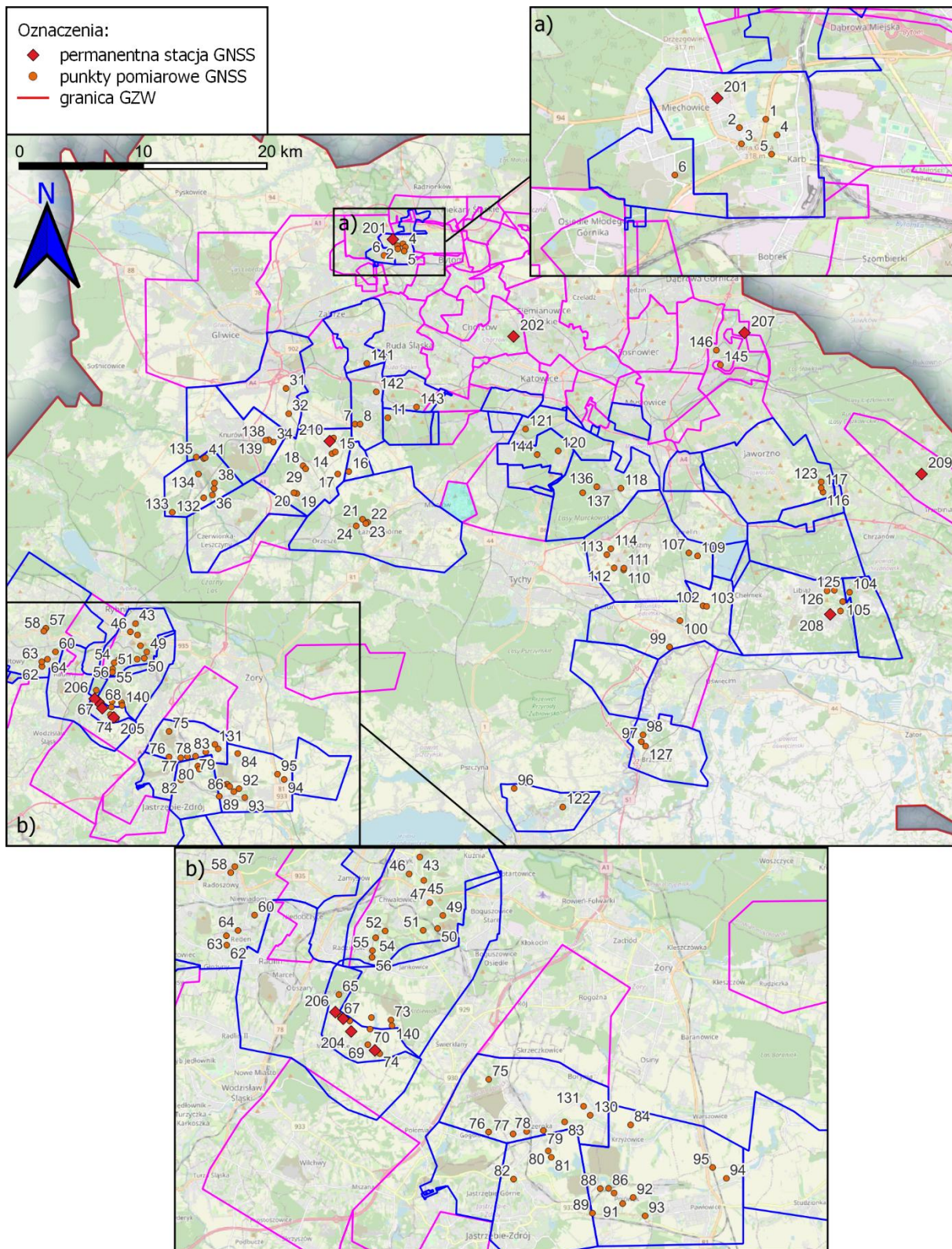
Na terenach pogórnicznych, do identyfikacji deformacji o niewielkiej dynamice, w tym deformacji zanikających, rezydualnych i wtórnych, pochodzenia górniczego, stosowana jest metoda PSI. Podejście umożliwia analizę stabilnych punktów PS zlokalizowanych na obiektach powierzchniowych oraz identyfikację długookresowych, wolnozmiennych przemieszczeń powierzchni terenu. Rezultatem analizy są przemieszczenia powierzchni terenu w kierunku LOS dla pojedynczej geometrii zobrażeń satelitarnych.

3.2. Sieć monitoringowa GZW – Globalny Nawigacyjny System Satelitarny (GNSS)

Pomiary GNSS służą do precyzyjnej, punktowej oceny zmian ukształtowania powierzchni terenu oraz do niezależnej weryfikacji wyników uzyskiwanych metodami satelitarnymi InSAR. W GZW zlokalizowana jest sieć punktów GNSS GIG-PIB, składająca się z 10 permanentnych stacji GNSS o numerach 201-210 oraz z ponad 100 punktów pomiarowych.

Permanentne stacje GNSS rozmieszczone są na obiektach infrastruktury budowlanej. Wykonują pomiary ciągłe, metodą statyczną, umożliwiające bieżącą obserwację zmian ukształtowania powierzchni terenu w czasie. Surowe dane pomiarowe przesyłane są automatycznie do GIG-PIB z wykorzystaniem łączności sieci telefonii komórkowej GSM. Postprocessing danych jest prowadzony w nawiązaniu do sieci stacji referencyjnych SmartNet Leica Geosystems. Dane przetwarzane są w 12-godzinnym interwale czasowym (Czarnecki 2014).

Na punktach pomiarowych wykonywane są pomiary GNSS metodą RTN (ang. Real Time Network). Lokalizacja punktów pomiarowych została zaprojektowana na podstawie przemieszczeń powierzchni wyznaczonych dla I kwartału 2024 r., w miejscach potencjalnego występowania największych przemieszczeń powierzchni spowodowanych podziemną eksploatacją górniczą (niecki obniżeniowe). Liczba i lokalizacja punktów pomiarowych jest zmienna w czasie i aktualizowana kwartalnie w zależności od obecnie prowadzonej eksploatacji. Lokalizację punktów sieci GNSS GIG-PIB pokazano na rysunku 3.



Rys. 3. Lokalizacja punktów pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB na obszarach górniczych i terenach pogórniczych GZW.

3.3. Ocena niepewności pomiarowych

Niepewność przemieszczeń powierzchni terenu wyznaczonych algorytmami SBAS i PSI szacowana jest niezależnie dla każdego analizowanego okresu, na podstawie analizy statystycznej wartości przemieszczeń w obszarach referencyjnych o wysokiej koherencji, zlokalizowanych poza obszarami górniczymi i terenami pogórnymi. Dla obszarów referencyjnych obliczane jest odchylenie standardowe wartości przemieszczeń powierzchni, które w założeniu powinny wynosić 0 mm. Odchylenie to przyjmowane jest jako niepewność przemieszczeń powierzchni wyznaczonych algorytmami SBAS i PSI dla analizowanego okresu. Ponadto, dla przemieszczeń powierzchni terenu, wyznaczonych algorytmem SBAS, a następnie skorygowanych metodą LD, niepewność szacowana jest niezależnie, w oparciu o pomiary GNSS niewykorzystane w procesie korekcji. Dla każdego punktu pomiarowego sieci GNSS GIG-PIB obliczane są różnice między przemieszczeniami wyznaczonymi metodą SBAS+LD, a zmierzonymi metodą RTN. Na tej podstawie określany jest średni błąd kwadratowy (RMSE) przemieszczeń powierzchni wyznaczonych metodą SBAS+LD. Dodatkowo, w przypadku niecek obniżeniowych wyznaczonych metodą SBAS i metodą SBAS+LD określana jest również niepewność ich zasięgu. Obliczana jest według zależności przedstawionej w (Apanowicz i in. 2025) jako 0,22 głębokości eksploatowanego pokładu. Przy czym, na potrzeby monitoringu, przyjmowana jest pojedyncza wartość głębokości eksploatacji, średnia dla całego GZW, to jest 800 m (Kowalski 2015). Na koniec błąd zasięgu zaokrąglany jest do pełnych dziesiątek.

W ocenie błędów pomiarowych przemieszczeń powierzchni terenu, zmierzonych z zastosowaniem technologii GNSS (zarówno z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS jak również w przypadku pomiarów RTN wykonywanych na punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB), wykorzystywana jest analiza statystyczna stabilności pomiarów względem trendu czasowego. W przypadku permanentnych stacji GNSS, stosowana jest metoda analizy reszt regresji liniowej względem czasu. Wartość reszt średniokwadratowych (RMS) przyjmowana jest jako estymator błędu pojedynczego pomiaru dla każdej permanentnej stacji GNSS. Dla pomiarów wykonywanych metodą RTN na punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB, w pierwszej kolejności obliczane są odchylenia standardowe współrzędnych X, Y oraz Z, na podstawie trzykrotnych pomiarów każdej sesji pomiarowej (z początku i z końca analizowanego kwartału). Następnie, wykorzystując różnicę średnich współrzędnych z obu sesji oraz propagację niepewności, szacowany jest błąd przemieszczeń poziomych i pionowych dla poszczególnych punktów sieci. Średni błąd pomiarowy dla wszystkich punktów w sieci obliczany jest jako średnia arytmetyczna wartości błędów wszystkich punktów. Końcowy globalny średni błąd pomiarów wykonywanych metodami GNSS, reprezentujący łączny błąd pochodzący z obu źródeł (permanentne stacje GNSS i pomiary na punktach sieci GNSS GIG-PIB), wyznaczany jest statystycznie, z uwzględnieniem niezależności źródeł błędów. Rezultatem są dwie globalne wartości błędów pomiarowych danych GNSS reprezentujące, osobno, składową poziomą i pionową. W końcowej interpretacji wyników przyjmuje się podejście dwustopniowe:

- stopień I – ogólna ocena istotności przemieszczeń powierzchni w skali całej sieci na podstawie wartości globalnych,
- stopień II – ocena szczegółowa prowadzona dodatkowo na podstawie niepewności wyznaczonej indywidualnie dla każdego punktu pomiarowego w sieci.

Wyniki są syntetycznymi wskaźnikami wiarygodności przemieszczeń powierzchni terenu uzyskanych za pomocą zastosowanych technologii pomiarowych.

Niepewności pomiarowe w I kwartale 2026 r.:

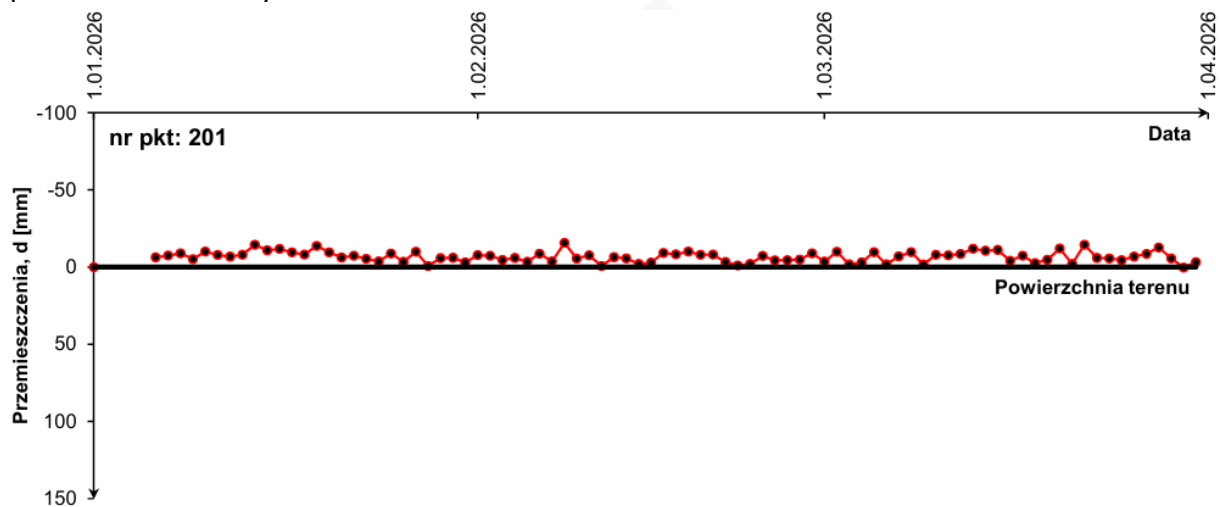
- metoda PSI: $\pm 0,001$ m;
- metoda SBAS – $\pm 0,007$ m; metoda SBAS+LD – $\pm 0,069$ m;
- pomiary GNSS – pionowo: $\pm 0,011$ m, poziomo: $\pm 0,009$ m;
- zasięg niecek obniżeniowych – ± 180 m.

4. Interpretacja wyników monitoringu

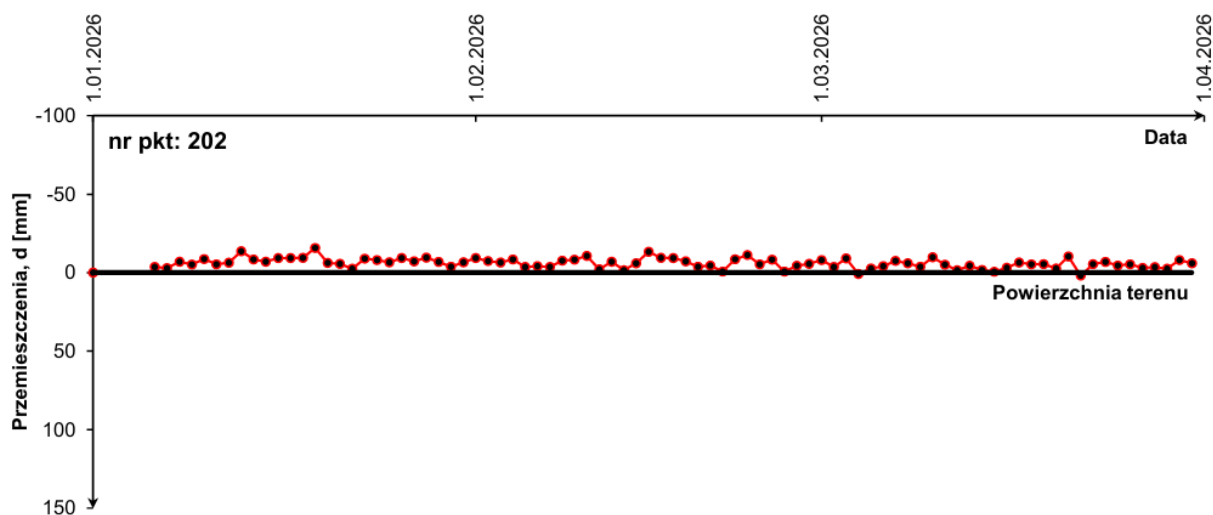
4.1. Pionowe przemieszczenia powierzchni

4.1.1. Przemieszczenia powierzchni na punktach sieci GNSS GIG-PIB

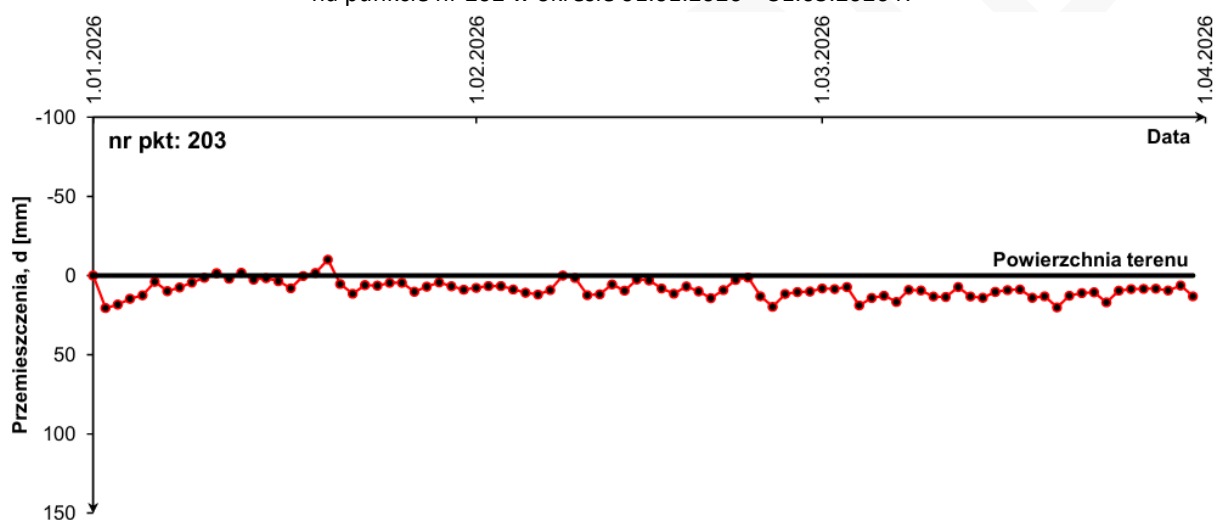
Przemieszczenia powierzchni zmierzone na punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB w okresie od 01.01.2026 do 31.03.2026 r. z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS przedstawiono na rysunkach 4 - 13.



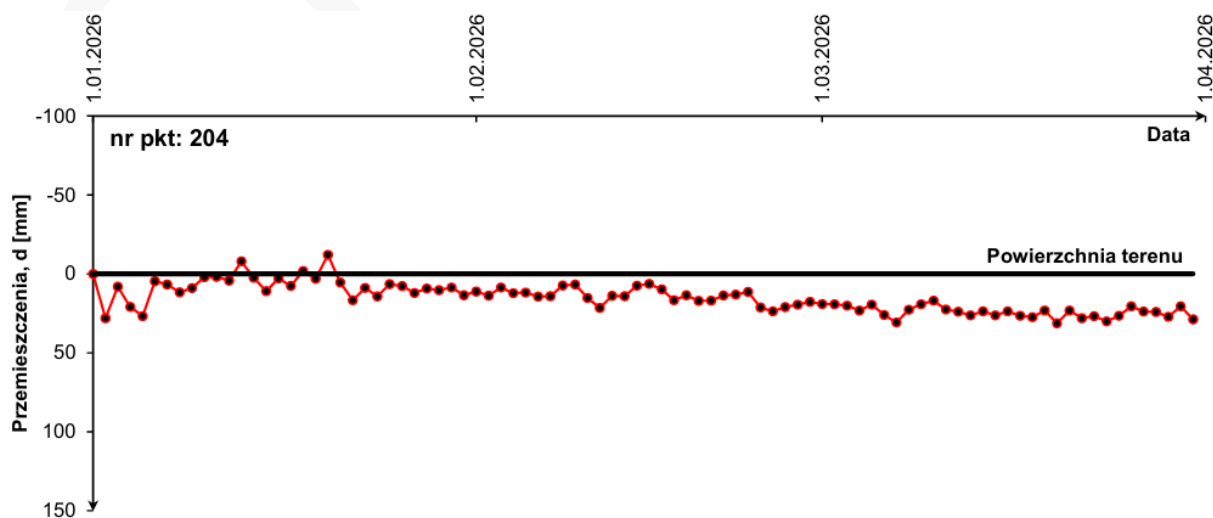
Rys. 4. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 201 w okresie 01.01.2026 – 31.03.2026 r.



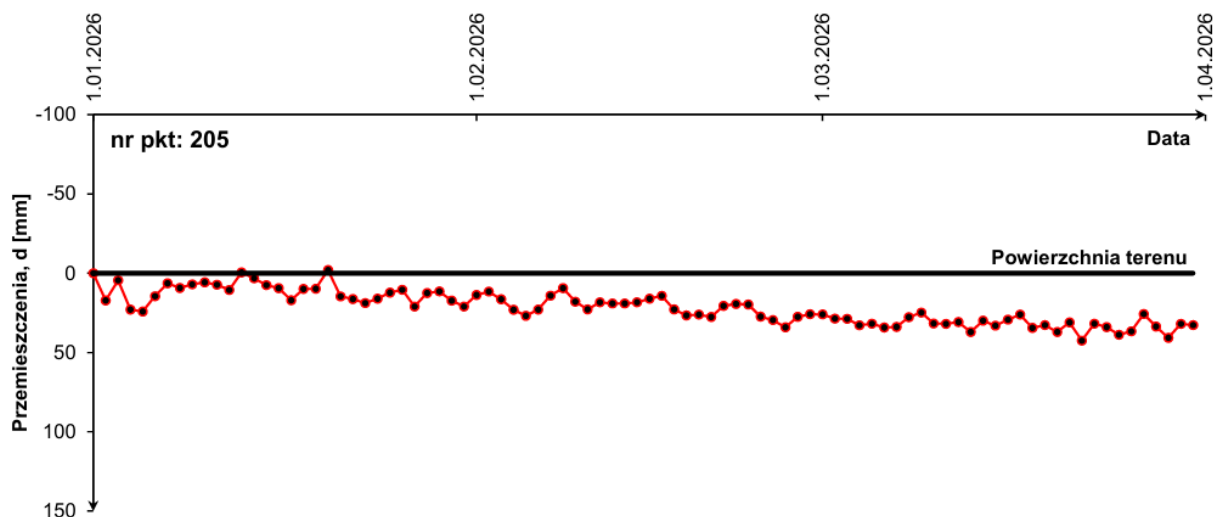
Rys. 5. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 202 w okresie 01.01.2026 – 31.03.2026 r.



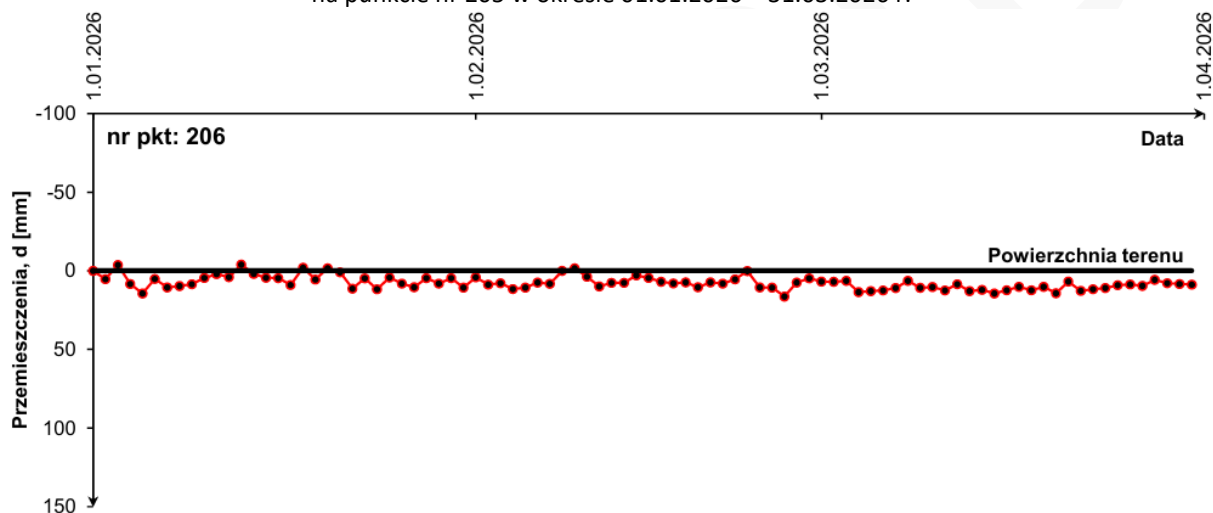
Rys. 6. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 203 w okresie 01.01.2026 – 31.03.2026 r.



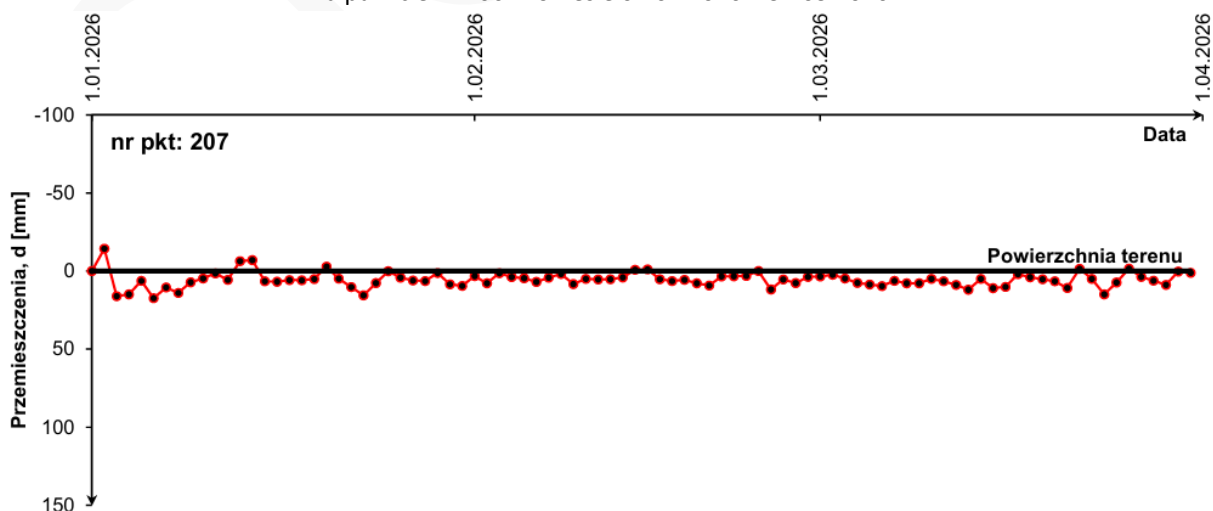
Rys. 7. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 204 w okresie 01.01.2026 – 31.03.2026 r.



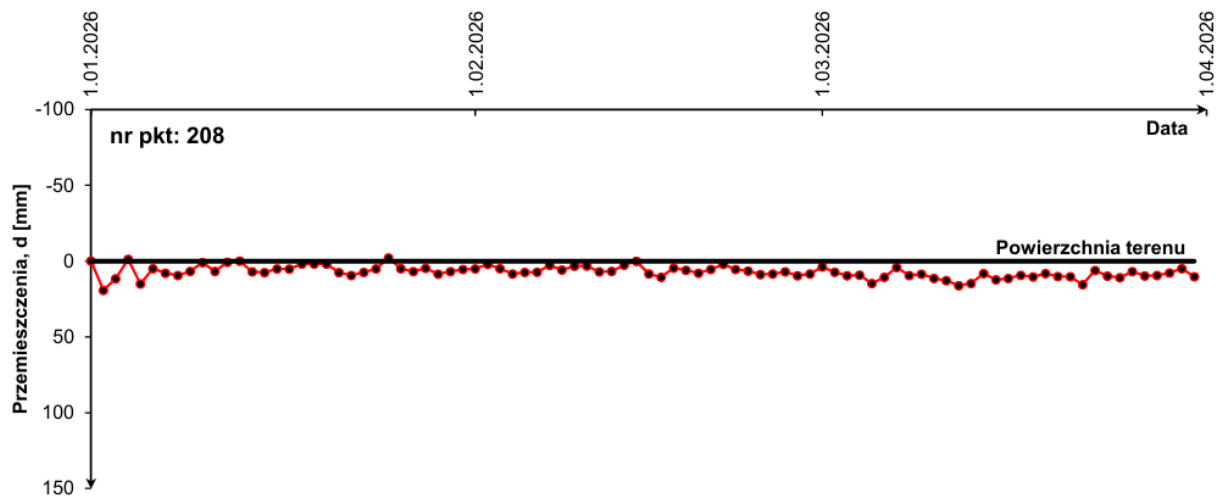
Rys. 8. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 205 w okresie 01.01.2026 – 31.03.2026 r.



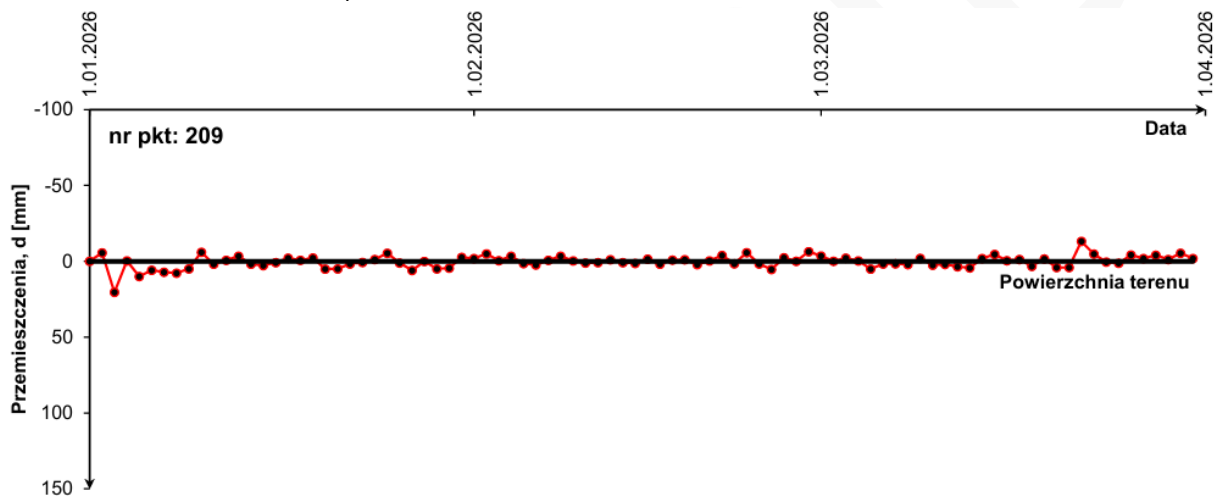
Rys. 9. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 206 w okresie 01.01.2026 – 31.03.2026 r.



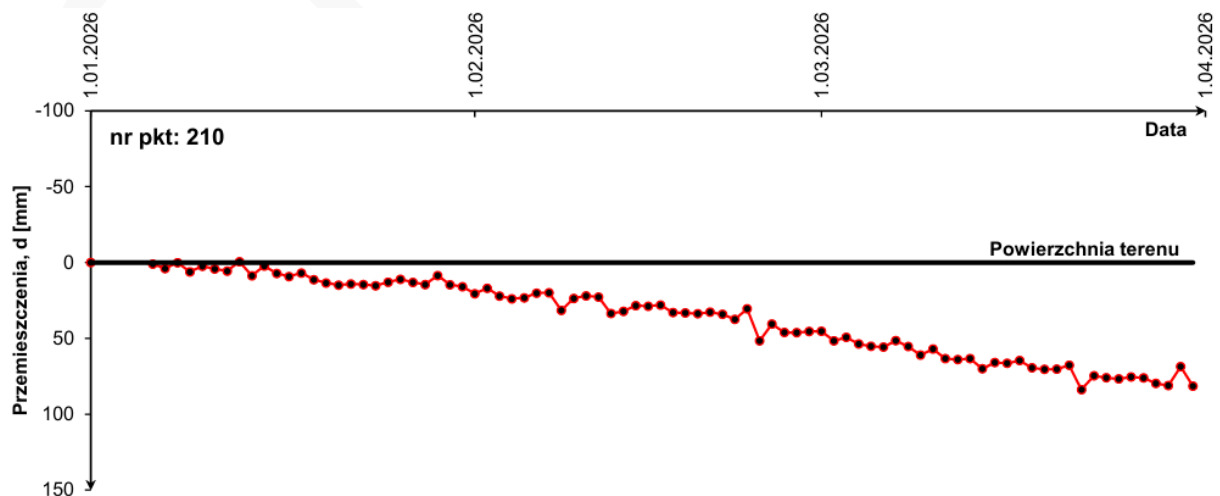
Rys. 10. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 207 w okresie 01.01.2026 – 31.03.2026 r.



Rys. 11. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 208 w okresie 01.01.2026 – 31.03.2026 r.



Rys. 12. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 209 w okresie 01.01.2026 – 31.03.2026 r.



Rys. 13. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 210 w okresie 01.01.2026 – 31.03.2026 r.

W I kwartale 2026 r. największe przemieszczenia powierzchni zarejestrowano na punkcie nr 210 (rys. 13), zlokalizowanym w obszarze górniczym KWK Budryk przy ul. Na Osiedlu w Chudowie (gmina Gierałtówice). Zmierzone przemieszczenia wykazały obniżenie powierzchni terenu w około 80 mm. Jest to równoznaczne z tempem obniżania się powierzchni równym około 27 mm/miesiąc. Obniżanie powierzchni rozpoczęło się od drugiej połowy stycznia i trwało, aż do zakończenia kwartału. Przemieszczenia pionowe, przekraczające oszacowane niepewności pomiarowe w skali kwartału (przemieszczenia skumulowane) zarejestrowano również na punktach nr 204 i 205 (rys. 7 i 8). Miały one charakter obniżeń i wyniosły, około 30 mm dla obu punktów co jest równoznaczne z tempem obniżania się powierzchni równym około 10 mm/miesiąc. Oba punkty zlokalizowane są w obszarze górniczym KWK ROW Ruch Marcel, w gminie Markłowice, odpowiednio przy ul. Ogrodowej oraz na skrzyżowaniu ulicy Wyzwolenia z Jankowicką. Na pozostałych punktach sieci GNSS GIG-PIB stacje nie zarejestrowały zwiększonej aktywności powierzchni terenu w zakresie ruchów pionowych. Zmierzone skumulowane przemieszczenia powierzchni mieszczą się w granicach oszacowanych niepewności (z pojedynczymi wyjątkami przekraczającymi tą wartość), a przemieszczenia w poszczególnych interwałach dziennych wyniosły kilka milimetrów. Z przedstawionych wykresów wynika, że zarejestrowane przemieszczenia, na przestrzeni całego kwartału, oscylowały koło 0 mm. Można zatem stwierdzić, że ww. wahania są pochodną ograniczeń dokładnościowych zastosowanej technologii pomiarowej.

Na pozostałych punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB, o numerach 0 - 146, wykonano dwie kampanie pomiarowe w dniach 29-31.12.2025 r. oraz 30-31.03.2026 r. Zakres zmierzonych przemieszczeń mieścił się w przedziale od +55 mm (wypiętrzenie) do -430 mm (obniżenie). Największe obniżenie powierzchni, wynoszące 430 mm, miało miejsce, na punkcie nr 105 zlokalizowanym w obszarze górniczym ZG Janina, w gminie Libiąż przy ul. Astronautów. Znaczące obniżenia powierzchni, przekraczające 200 mm i odpowiadające co najmniej I kategorii terenu górniczego (według zależności pomiędzy maksymalnymi wskaźnikami deformacji teorii wpływów eksploatacji górniczej Knothego), wystąpiły również na punktach nr 12, 34, 55, 70, 79, 109 i 136. Punkty te są zlokalizowane w:

- OG KWK Budryk, w gminie Gierałtówice, przy ul. Zaburskiej (pkt nr 12),
- OG KWK Knurów-Szczygłowie Ruch Knurów, w gminie Gierałtówice, na przedłużeniu ul. Prusa (pkt n 34),
- OG KWK ROW Ruch Chwałowice, w gminie Świerklany, przy ul. Dygasińskiego (pkt nr 55),
- OG KWK ROW Ruch Marcel i Ruch Jankowice, w gminie Markłowice, przy ul. Długiej (pkt nr 70),
- OG KWK Borynia-Zofiówka, Ruch Borynia, w Jastrzębiu-Zdroju, przy ul. Gagarina (pkt nr 79),
- OG KWK Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit, w gminie Chełm Śląski, przy ul. Wiosennej (pkt nr 109),

- OG KWK Mysłowice-Wesoła, w Katowicach, przy ul. Beskidzkiej (pkt nr 136).

Na pozostałych punktach pomiarowych zidentyfikowano obniżenia powierzchni nie przekraczające 200 mm lub mieszczące się w oszacowanych granicach niepewności.

Wyjątkiem jest 13 punktów pomiarowych o nr: 1, 5, 7, 46, 62, 63, 65, 68, 100, 114, 121, 122 i 134 na których zmierzono wypiętrzenia powierzchni przekraczające oszacowane niepewności pomiarowe. Największe wypiętrzenia, wynoszące 55 mm, miały miejsce na punkcie nr 62, zlokalizowanym w obszarze górniczym KWK ROW Ruch Rydułtowy, w Radlinie, przy ul. Rydułtowskiej. Ponadto, wypiętrzenia wynoszące 54 mm zmierzono także na punkcie nr 65, zlokalizowanym w obszarze górniczym KWK ROW Ruch Jankowice, w gminie Marklowice, przy ul. Jarzębinowej. Wypiętrzenia powierzchni zmierzone na punktach nr 63, 100, 122 i 134 przekroczyły wartość indywidualnej niepewności pomiarowej danego punktu, jednak nie przekroczyły jej dwukrotności. W związku z tym, wyniki te należy traktować jako graniczne

i niewystarczające do jednoznacznego potwierdzenia występowania wypiętrzeń powierzchni w tych rejonach.

Pionowych przemieszczeń powierzchni nie wyznaczono dla 2 punktów pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB (tab. 1) z powodu braku dostępu do punktów, a w konsekwencji nie wykonania dwóch cykli pomiarowych lub obniżonej dokładności pomiarowej składowej pionowej, spowodowanej czynnikami zewnętrznymi. Punkt nr 74 został zniszczony. Podczas kwartalnego cyklu pomiarowego punkt ten wznowiono.

Szczegółowe przemieszczenia zmierzone na każdym punkcie pomiarowym zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Pionowe przemieszczenia powierzchni zmierzone na punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB metodą RTN, w okresie 29-31.12.2025 – 30-31.03.2026 r.

Data pomiaru	29-31.12.2025	30-31.03.2026	Przemieszczenia, d [mm]	Niepewność przemieszczeń, od [mm]
Nr	H [m]	H [m]		
1	274,251	274,274	24	2
2	275,380	275,344	-36	10
3	277,838	277,799	-39	3
4	269,772	269,764	-9	3
5	278,965	278,982	18	4
6	280,649	280,623	-26	3
7	234,177	234,199	22	8
8	238,186	238,170	-16	4
11	245,694	245,679	-15	3
12	235,673	235,371	-303	4
14	252,167	252,105	-62	1
15	246,880	246,824	-56	1
17	286,455	286,430	-24	12
18	247,298	247,278	-20	13
19	273,114	273,109	-5	10
21	308,336	308,318	-18	5
22	315,293	315,289	-4	7
23	320,576	320,564	-12	11
24	337,041	337,056	15	19
29	252,566	252,541	-25	4
31	212,842	212,813	-29	8
32	232,468	232,453	-15	17

Data pomiaru	29-31.12.2025	30-31.03.2026	Przemieszczenia, d [mm]	Niepewność przemieszczeń, od [mm]
Nr	H [m]	H [m]		
34	230,611	230,276	-334	4
36	234,521	234,478	-44	16
37	231,450	231,410	-39	3
38	226,546	226,545	0	16
40	233,646	233,633	-13	9
41	232,798	232,748	-50	3
43	243,029	243,023	-5	14
45	250,328	250,312	-16	13
46	268,009	268,032	22	6
47	271,760	271,761	0	12
50	282,880	282,884	4	9
51	248,754	248,698	-56	6
52	237,781	237,765	-15	4
54	244,922	244,927	5	21
55	245,301	245,053	-248	2
56	244,805	244,658	-147	8
57	267,288	267,298	10	15
58	271,000	270,975	-24	12
60	288,131	288,136	5	13
62	279,320	279,375	55	11
63	295,511	295,564	53	34
64	292,658	292,653	-6	7
65	275,884	275,938	54	15
67	272,335	272,336	0	13
68	264,542	264,568	26	9
70	250,492	250,292	-200	53
71	250,793	bd*	-	-
74	258,358	258,965n***	-	-
75	255,968	255,926	-42	5
76	251,760	251,750	-11	10
77	264,865	264,803	-62	8
78	265,870	265,777	-93	12
79	265,755	265,463	-292	6
80	271,864	271,830	-34	10
81	267,895	267,861	-34	9
82	278,783	278,787	4	1
83	262,879	262,856	-23	9
84	254,495	254,404	-91	9
87	270,654	270,649	-5	3
88	268,995	268,940	-55	6
89	255,751	255,713	-38	7
91	271,012	271,011	-1	5
92	273,738	273,717	-22	10
93	252,726	252,583	-143	9
94	256,159	256,115	-43	26
95	268,494	268,435	-59	6
96	251,798	251,765	-33	14
97	237,609	237,492	-117	10
98	234,077	234,021	-55	17
99	231,264	231,247	-17	15
100	240,126	240,150	24	12
102	240,977	240,931	-46	7
103	239,408	239,390	-18	5
104	243,177	243,135	-42	18
105	245,647	245,217	-430	4
106	259,470	259,415	-55	6
107	246,029	245,999	-30	12

Data pomiaru	29-31.12.2025	30-31.03.2026	Przemieszczenia, d [mm]	Niepewność przemieszczeń, od [mm]
Nr	H [m]	H [m]		
109	244,712	244,397	-315	4
110	266,945	266,906	-39	11
111	269,070	269,075	5	12
112	297,581	297,579	-2	6
113	249,835	249,679	-156	7
114	251,388	251,409	22	5
116	307,827	307,746	-81	7
117	299,576	299,527	-49	19
118	254,293	254,212	-81	5
120	323,284	323,286	2	7
121	291,456	291,470	14	3
122	236,493	236,508	16	10
123	295,286	295,266	-19	8
125	273,762	273,691	-71	12
126	292,331	292,270	-61	6
127	240,575	240,557	-18	5
130	262,113	262,098	-15	11
131	270,955	270,961	6	6
132	240,078	240,058	-20	10
133	260,027	260,038	12	18
134	229,794	229,838	44	40
135	227,513	227,510	-3	8
136	264,822	264,514	-309	7
137	262,090	262,114	23	52
138	236,423	236,380	-43	6
139	239,043	239,014	-29	3
140	279,280	279,162	-118	4
141	bd*	241,345n***	-	-
142	bd*	247,055n***	-	-
143	bd*	249,346n***	-	-
144	bd*	307,881n***	-	-
145	bd*	257,475n***	-	-
146	bd*	259,596n***	-	-

* – brak danych – punkt niedostępny do pomiaru/obniżona dokładność podczas pomiaru

*** – punkt zniszczony – wznowiono i zmierzono nowy punkt

4.1.2. Wielkoobszarowe przemieszczenia powierzchni wyznaczone metodami szeregów czasowych InSAR

Obszary górnicze

W I kwartale 2026 r. zidentyfikowano 21 niecek obniżeniowych, w których obniżenia powierzchni terenu przekroczyły 100 mm. Wymiary niecek kształtowały się w zakresie od 100 do 2700 m w kierunku północ-południe (N-S) i od 200 do 2800 m w kierunku wschód-zachód (E-W), gdzie jako granice niecki przyjęto zidentyfikowane obniżenia wynoszące 100 mm. Powierzchniowo największa niecka powstała w obszarze górniczym ZG Janina. Jej wymiary wyniosły 2700 m w kierunku północ-południe i wschód-zachód. Również w tej niecce obniżeniowej miało miejsce największe zidentyfikowane obniżenie powierzchni terenu, które wyniosło 0,47 m. Zidentyfikowane, wieloobszarowe pionowe przemieszczenia powierzchni przekraczające 100 mm, występujące w obszarach górniczych, wyznaczone z przetwarzania zobrażeń satelitarnych metodą SBAS+LD, przedstawiono na załączniku mapowym nr 1 do

niniejszego raportu. Szczegółowe informacje o zidentyfikowanych nieckach zestawiono w tabeli 2. Ze względu na brak pomiarów referencyjnych oraz lokalnie występujących wysokich stopni zaszumienia rezultatów uzyskanych z przetwarzania zobrażeń satelitarnych metodą SBAS, nie było możliwe określenie wielkości przemieszczeń powierzchni w miejscu występowania 10 niecek obniżeniowych.

Tabela 2. Informacje dotyczące zidentyfikowanych niecek obniżeniowych w I kwartale 2026 r., w których obniżenie przekroczyło 100 mm.

L.p.	Lokalizacja	Kopalnia	Wymiary w kierunku N-S / E-W [m*]	Obniżenie maksymalne, w_{max} [m]	Metoda identyfikacji
1	Zabrze, rejon ul. Rogoźnickiej i Ruda Śląska rejon ul. Łużyckiej i ul. Na Piastki	Ruda Ruch Bielszowice	1200 / 1400**	bd***	InSAR-SBAS
2	Ruda Śląska, rejon ul. Halemskiej	Ruda Ruch Bielszowice	1100 / 1600	bd	InSAR-SBAS
3	Ruda Śląska, rejon ul. Kochłowskiej	Ruda Ruch Halemba	900 / 1300	bd	InSAR-SBAS
4	Gierałtowiec, rejon ul. Gliwickiej (DK44)	Sośnica	1600 / 1900	bd	InSAR-SBAS
5	Gierałtowiec, rejon ul. Zabrskiej i Darwina	Budryk	1500 / 1600	0,37	InSAR-SBAS+LD
6	Gierałtowiec, na południe od ul. Roboty	Knurów-Szczygłowiec Ruch Knurów	1400 / 1600	bd	InSAR-SBAS
7	Czerwionka-Leszczyny, na wschód od ul. Pojdy	Knurów-Szczygłowiec Ruch Szczygłowiec	1700 / 2000	bd	InSAR-SBAS
8	Rybnik, na południe od ul. Koźdoniów	ROW Ruch Chwałowice	100 / 200	0,11	InSAR-SBAS+LD
9	Rybnik, rejon ul. Trzech Krzyży i Świerklany rejon ul. Wowry	ROW Ruch Chwałowice	1100 / 1200	0,30	InSAR-SBAS+LD
10	Markłowice, na północ od ul. Wyzwolenia, rejon ul. Długiej i Rzemieślniczej	ROW Ruch Jankowice i Ruch Marcel	1600 / 2300	0,23	InSAR-SBAS+LD
11	Jastrzębie Zdrój, rejon ul. Powstańców Śląskich i Gagarina i Mszana, rejon ul. Jastrzębskiej i Wiejskiej	Borynia-Zofiówka Ruch Borynia i Ruch Zofiówka	1900 / 2800	bd	InSAR-SBAS
12	Jastrzębie-Zdrój, rejon ul. Nowej	Borynia-Zofiówka Ruch Borynia i Ruch Zofiówka oraz Pniówek	2300 / 1500	bd	InSAR-SBAS

L.p.	Lokalizacja	Kopalnia	Wymiary w kierunku N-S / E-W [m*]	Obniżenie maksymalne, w_{max} [m]	Metoda identyfikacji
13	Pawłowice, rejon ul. Zwycięstwa i Ligonja	Pniówek	1200 / 1300	0,20	InSAR-SBAS+LD
14	Jastrzębie Zdrój, rejon ul. Pszczyńskiej i Pawłowice, rejon ul. Orlej	Pniówek	1200 / 1500	0,18	InSAR-SBAS+LD
15	Brzeszcze na zachód od ul. Olszynki	Brzeszcze	900 / 700	0,23	InSAR-SBAS+LD
16	Brzeszcze na wschód od ul. Olszynki	Brzeszcze	900 / 500	0,21	InSAR-SBAS+LD
17	Libiąż, rejon ul. Jaworowej i Astronautów	ZG Janina	2700 / 2700	0,47	InSAR-SBAS+LD
18	Imielin, rejon ul. Grzybowej i Chełm Śląski, rejon ul. Chełmskiej	Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit	1600 / 2000	bd	InSAR-SBAS
19	Lędziny, rejon ul. Wygody i Zamkowej	Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit	800 / 1100	0,23	InSAR-SBAS+LD
20	Mysłowice, rejon ul. Piastów Śląskich i Plebiscytowej	Mysłowice-Wesoła	900 / 1100	0,15	InSAR-SBAS+LD
21	Katowice, na północny-wschód od ul. Cegielnia Murcki	Murcki-Staszic	2400 / 1800	bd	InSAR-SBAS

* - wymiary zaokrąglone do pełnych setek

** - wymiary niecek dla których nie było możliwe wyznaczenie amplitudy przemieszczeń (bd) mają charakter orientacyjny

*** - brak danych

Ponadto zidentyfikowano również 6 rejonów pionowych obniżeń powierzchni, nie przekraczających 100 mm. Rejony te zlokalizowane są w:

- OG ZG EKO-PLUS, w Bytomiu, rejon ul. Celnej – $W_{max} = 0,03$ m (metoda identyfikacji: InSAR-SBAS),
- OG KWK Bobrek, w Bytomiu, rejon ul. Miechowickiej, Frenza i Alei Jana Nowaka Jeziorańskiego (DK88) – $W_{max} = 0,02$ m (metoda identyfikacji: InSAR-SBAS),
- OG KWK Knurów-Szczygłowice Ruch Knurów i Ruch Szczygłowice, w Knurowie, rejon ul. Michalskiego – $W_{max} = 0,08$ m (metoda identyfikacji: InSAR-SBAS+LD),
- OG KWK Pniówek i KWK Borynia-Zofiówka Ruch Zofiówka, w Jastrzębiu-Zdrój i Pawłowicach, rejon ul. Pszczyńskiej (DW933) – $W_{max} = 0,04$ (metoda identyfikacji: InSAR-SBAS),
- OG KWK Pniówek, w Pawłowicach, rejon ul. Zjednoczenia (DK81), Wyzwolenia i Szybowej – $W_{max} = 0,04$ m (metoda identyfikacji: InSAR-SBAS),

- OG KWK Piast-Ziemowit Ruch Piast, w gminie Chełm Śląski, rejon ul. Osada i Spacerowej – $W_{\max} = 0,09$ m (metoda identyfikacji: InSAR-SBAS+LD).

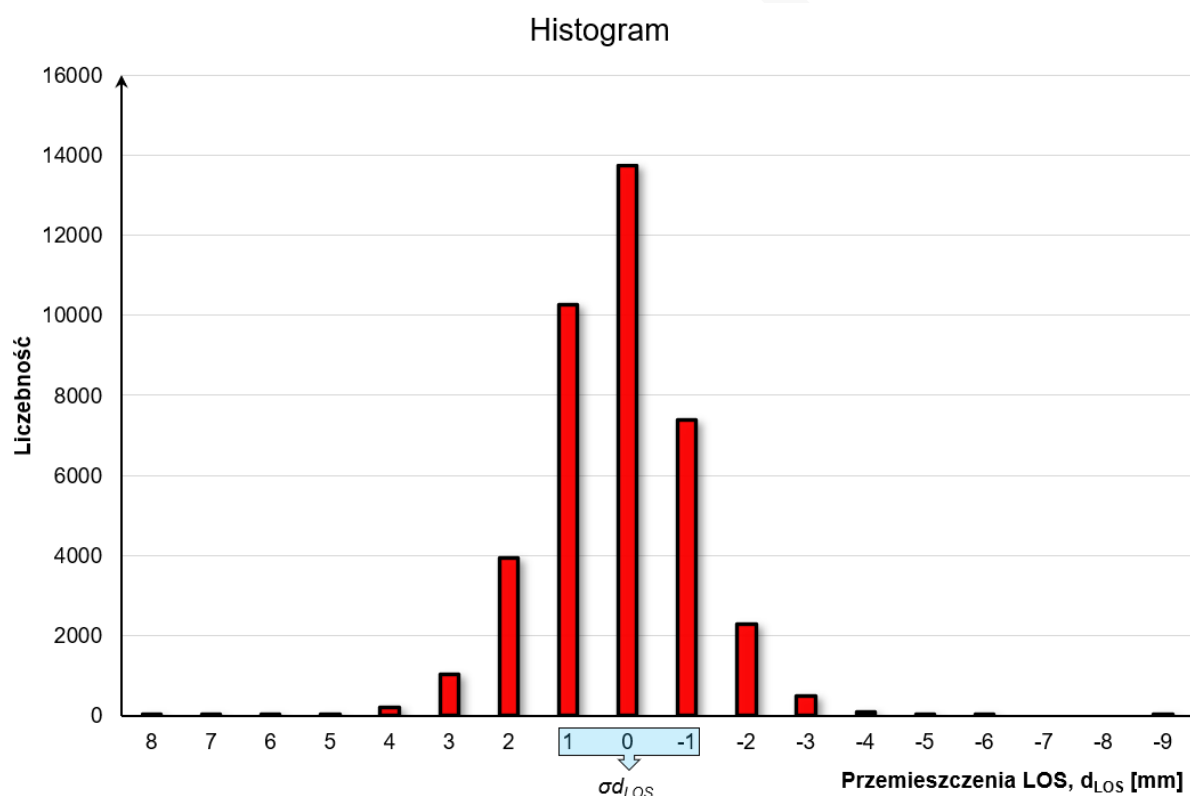
Z uwagi na podwyższoną dekorelację sygnału niemożliwe było wyznaczenie wiarygodnych wielkopowierzchniowych obniżen powierzchni terenu w lokalizacji:

- OG KWK Mysłowice Wesola, w Katowicach przy ul. Beskidzkiej (nr pkr GNSS: 136).

Jednak pomiary GNSS wykonywane metodą RTN (tab. 1) wykazały występowanie obniżen powierzchni terenu na wymienionym punkcie sieci GNSS GIG-PIB. Obniżenia te wyniosły 0,31 m, co jednoznacznie wskazuje na występowanie w tych rejonach znaczących deformacji górniczych.

Tereny pogórnice

Wielkoobszarowe przemieszczenia powierzchni, występujące na terenach pogórnich GZW, wyznaczone z przetwarzania zobrazen satelitarnych metodą PSI, przedstawiono na załączniku mapowym nr 2 do niniejszego raportu. Zakres zidentyfikowanych przemieszczen powierzchni, w skali kwartału, wyniósł od -9 mm (obniżenia) do +8 mm (wypiętrzenia). Większość zidentyfikowanych przemieszczen powierzchni terenu mieściła się w zakresie oszacowanej niepewności pomiarowej co oznacza brak ruchów i stabilność powierzchni (rys. 14).



Rys. 14. Histogram przemieszczen powierzchni terenu zidentyfikowanych na terenach pogórnich GZW w I kwartale 2026 r.

Istotne przemieszczenia powierzchni terenu zidentyfikowano w 3 rejonach:

- TP KWK Centrum, Bytom;
- TP KWK Bobrek-Miechowice, Bytom;

- TP KWK Kazimierz-Juliusz, Sosnowiec.

W terenie pogórnym KWK Centrum, w rejonie ul. Leśnej oraz autostrady A1 zlokalizowane są 2 punkty PS, na których zidentyfikowano obniżenie powierzchni dochodzące do 6 mm w skali kwartału. Około 500 m na zachód od tego miejsca znajduje się obszar górniczy Bytom VII, w którym eksploatację prowadzi ZG EKO-PLUS. Ruchy te mogą zatem być wpływami dalekimi pochodzącymi od eksploatacji prowadzonej przez ZG EKO-PLUS. Podobno sytuacja ma miejsce w terenie pogórnym KWK Bobrek-Miechowice. W okolicach CH Plejada w Bytomiu, zlokalizowane jest 7 punktów PS, na których zidentyfikowane obniżenie również dochodzi do 6 mm. Około 100 m na północ znajdują się obszary górnicze Bobrek-Miechowice 1 oraz Bytom III - ZG, w których do końca 2025 r. eksploatację prowadziła KWK Bobrek. W związku z tym również te ruchy mogą stanowić pozostałość po prowadzonej eksploatacji w sąsiednim obszarze górniczym. W tym miejscu należy zaznaczyć, że teren górniczy aktywnej kopalni, obejmujący zasięg wpływów górniczych jest z reguły większy od jej obszaru górniczego i często pokrywa się z sąsiadującym terenem pogórnym. Jest to zatem naturalna sytuacja występująca w wielu miejscach GZW.

W terenie pogórnym KWK Kazimierz-Juliusz, w okolicach osiedla Kowalczyka w Sosnowcu, zlokalizowane jest kilkanaście punktów PS, na których zidentyfikowano wypiętrzenia powierzchni dochodzące do 7 mm w skali kwartału. Kopalnia Kazimierz-Juliusz zakończyła swoją działalność w 2015 roku, a krótko później rozpoczęto zatapianie starych wyrobisk kopalni. Zidentyfikowane wypiętrzenia są z dużym prawdopodobieństwem rezultatem tego zatapiania. Rejon ten ulega wypiętrzeniu od dłuższego czasu, jednak po raz pierwszy możliwe jest zaobserwowanie tego zjawiska w krótkim okresie wynoszącym zaledwie 3 miesiące (z uwagi na zastosowanie metody PSI). Rejon ten będzie w dalszym ciągu szczegółowo monitorowany z uwagi na fakt, że wpływ wypiętrzeń powierzchni terenu na infrastrukturę budowlaną nie jest obecnie dobrze rozpoznany.

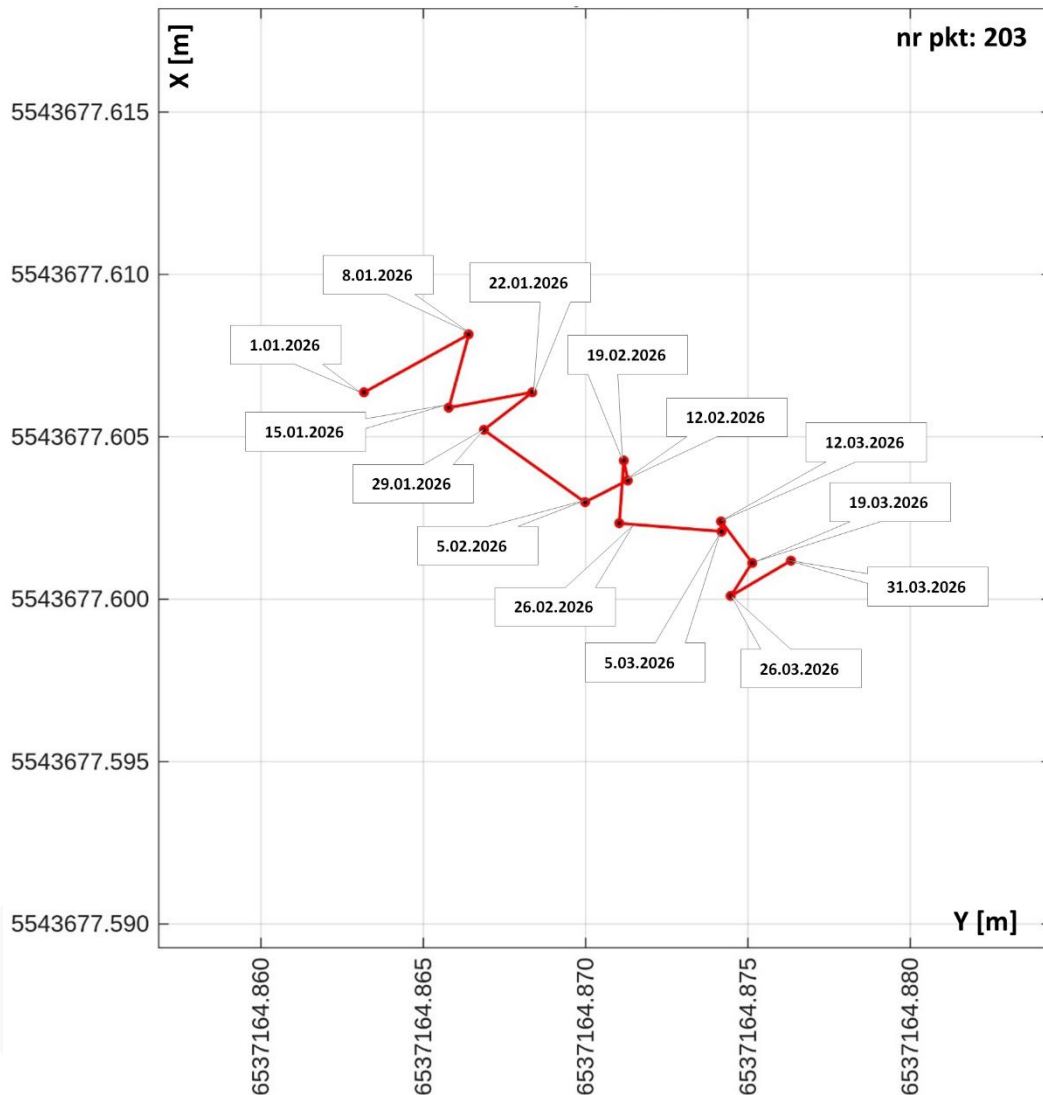
Ponadto, na całym obszarze GZW w granicach obszarów górniczych i pogórnym można zaobserwować pojedyncze punkty PS, na których zidentyfikowano ruchy wahają się ± 6 mm. Równocześnie te same punkty mają obniżone wartości koherencji w stosunku do pozostałych. Wskazuje to na podwyższoną dekorelację sygnału, a w rezultacie na obniżenie dokładności pomiarowej na tych punktach, a nie na rzeczywiste ruchy powierzchni terenu będące pochodzenia górniczego.

4.2. Poziome przemieszczenia powierzchni

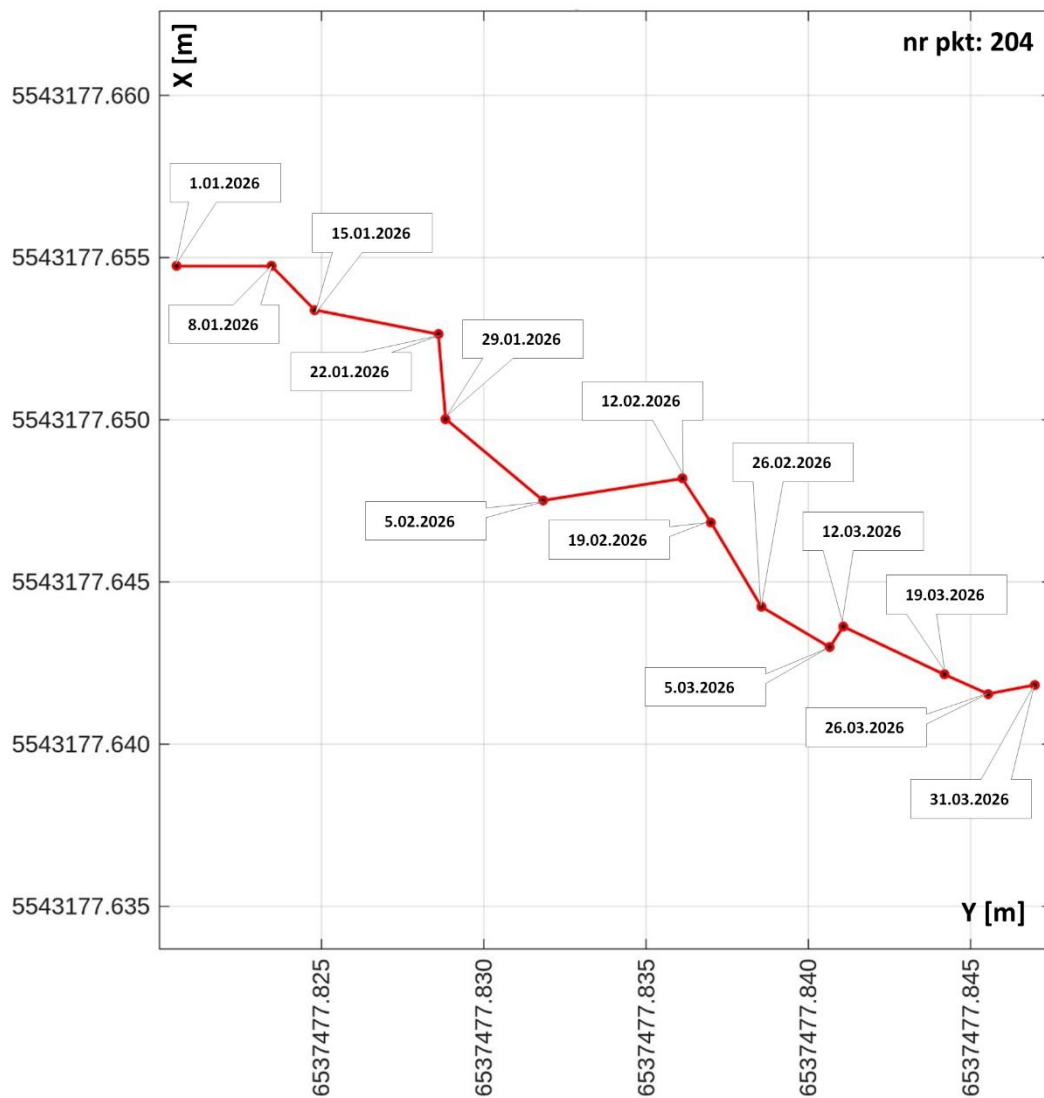
4.2.1. Przemieszczenia powierzchni na punktach sieci GNSS GIG-PIB

Największe przemieszczenie poziome, wypadkowe w skali kwartału, wyniosło 78 mm w kierunku azymutu równego 31° i zostało zarejestrowane na punkcie nr 210. Powierzchnia w tym miejscu ulegała systematycznemu przemieszczeniu na północny wschód w częstotliwością dochodzącą do 10 mm na tydzień. Znaczące przemieszczenia, wynoszące 65 mm w kierunku azymutu równego 341° , zarejestrowano także, na punkcie nr 205. Przemieszczenia w interwale tygodniowym dochodziły do 7 mm. Ponadto, poziome

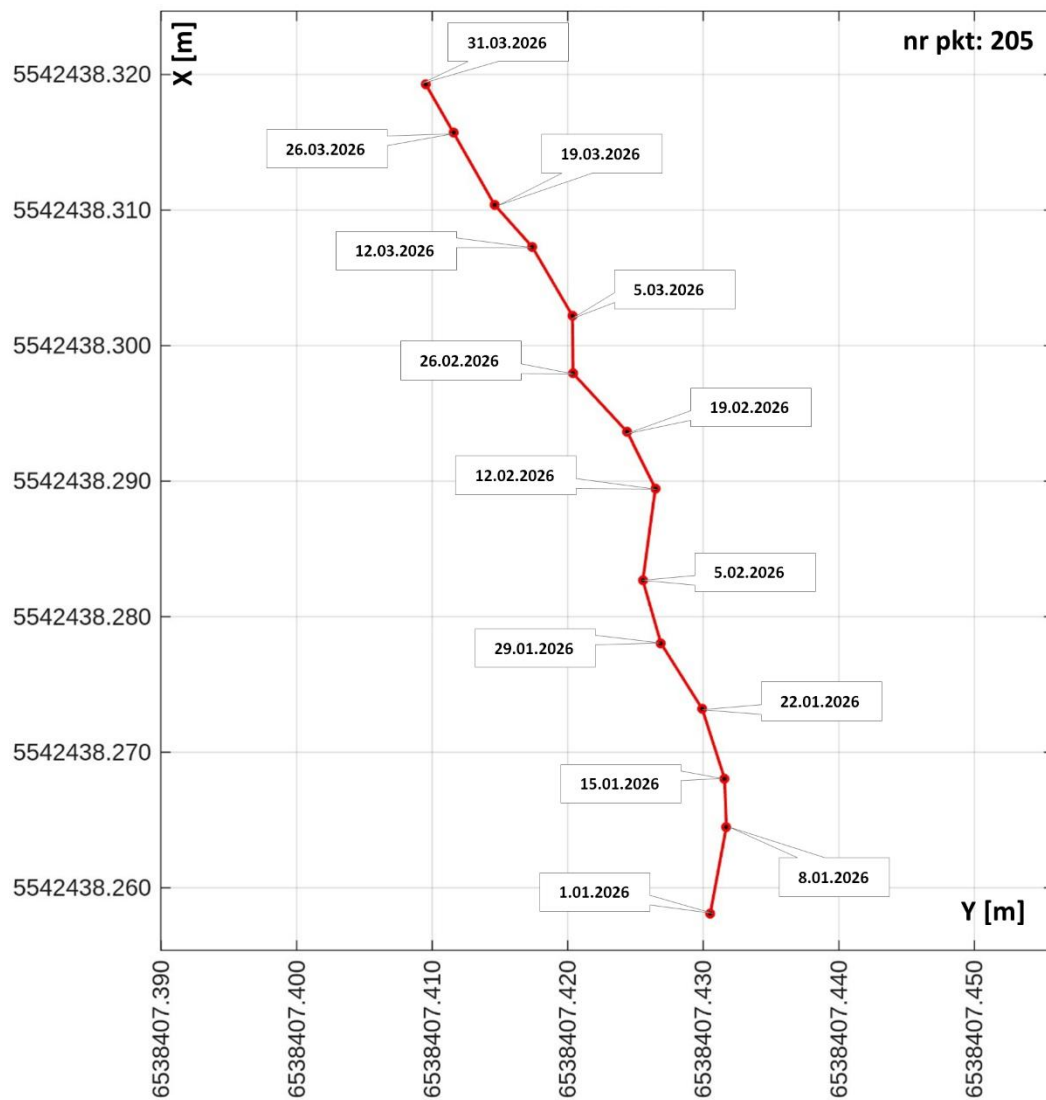
przemieszczenia powierzchni zarejestrowano również na punktach nr 203, 204 i 208, które w skali kwartału (przemieszczenie wypadkowe) wyniosły, odpowiednio, 14, 29 i 14 mm, w kierunku azymutu równego, odpowiednio, 112°, 116° i 57°. Przemieszczenia obserwowane w krótkich interwałach czasowych (tygodniowych) mieściły się w granicach oszacowanych niepewności. Zarejestrowane poziome przemieszczenia powierzchni terenu w okresie od 01.01.2026 do 31.03.2026 r., z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS przedstawiono na rysunkach 15 – 19.



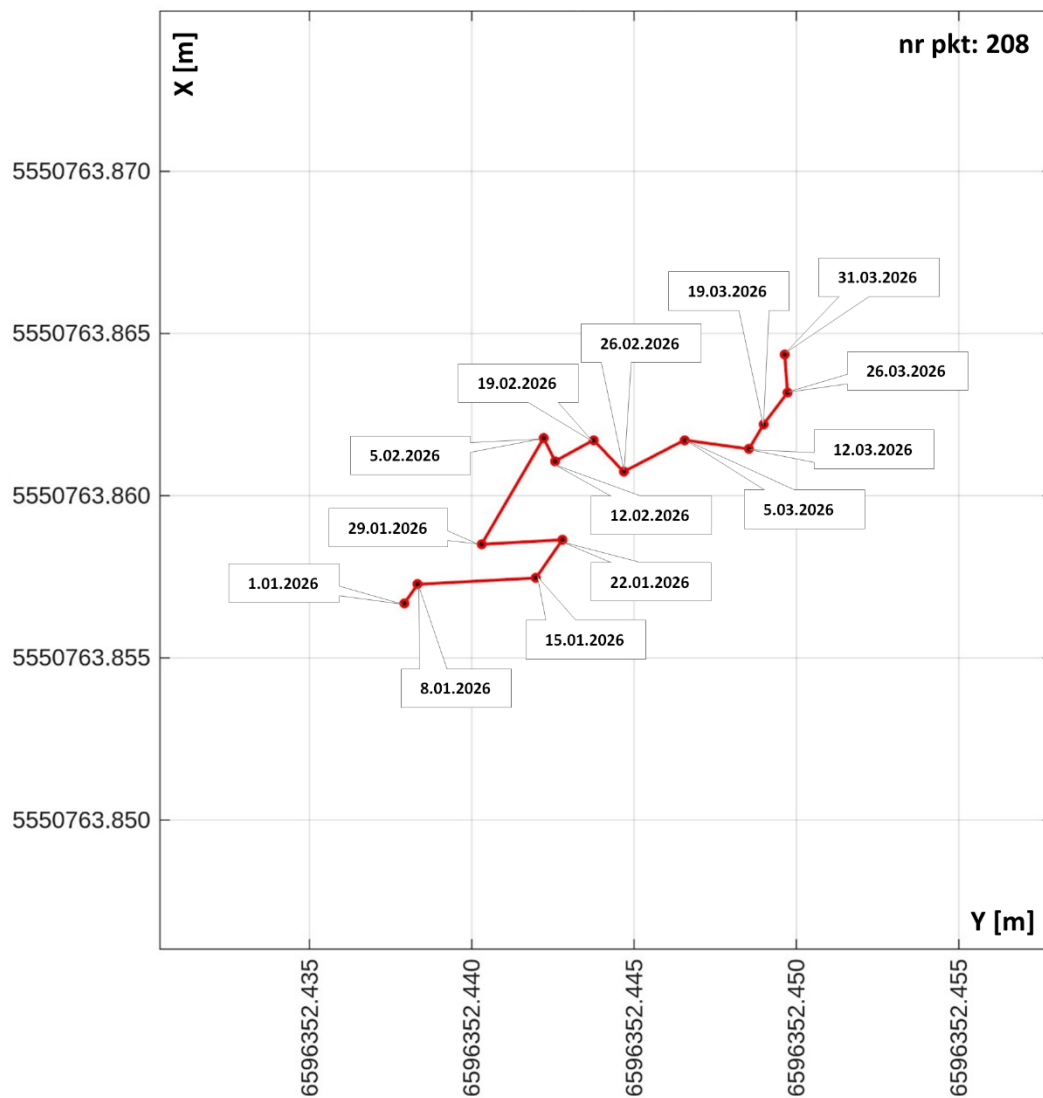
Rys. 15. Skumulowane poziome przemieszczenia powierzchni w 7-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS, na punkcie nr 203, w okresie 01.01.2026 – 31.03.2026 r.



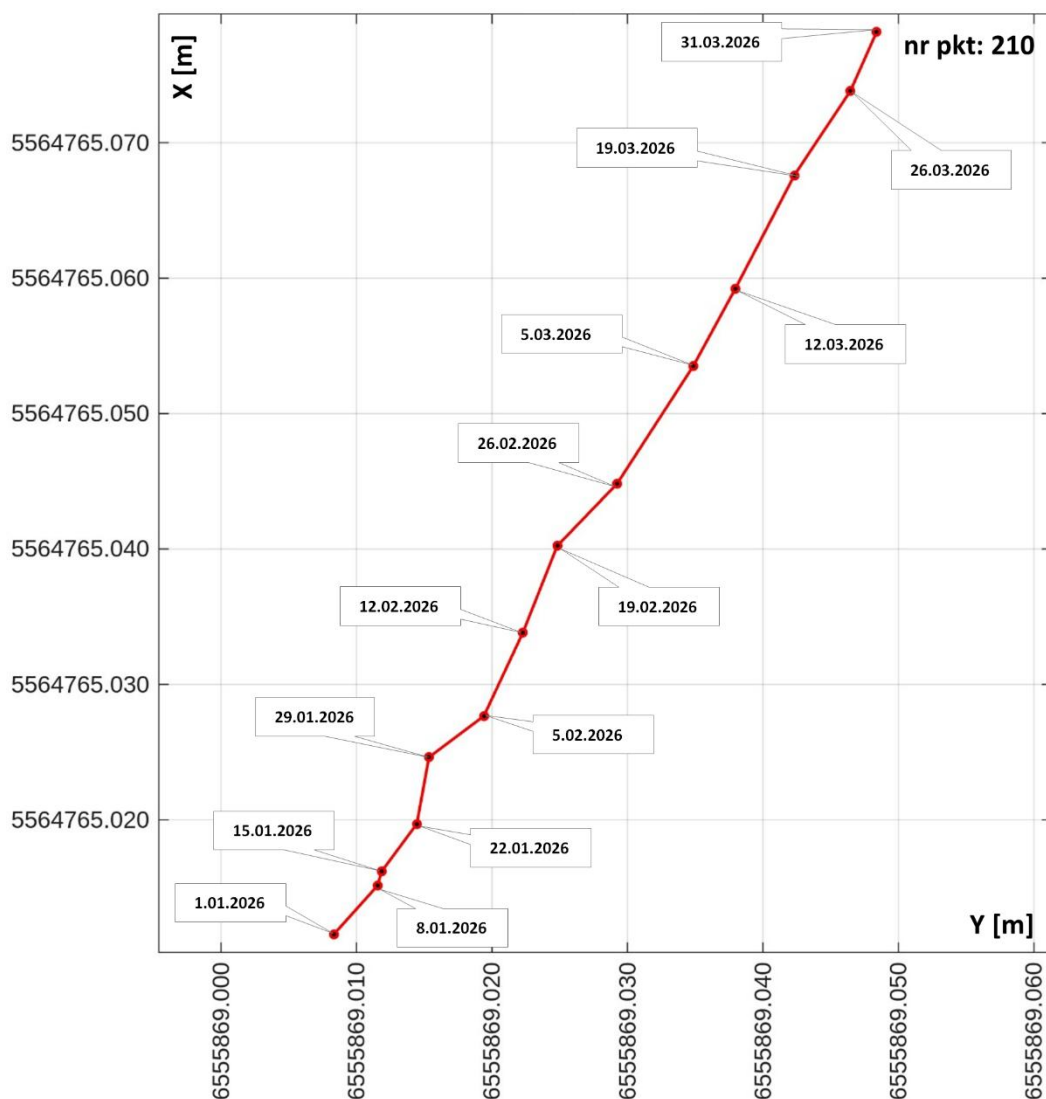
Rys. 16. Skumulowane poziome przemieszczenia powierzchni w 7-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS, na punkcie nr 204, w okresie 01.01.2026 – 31.03.2026 r.



Rys. 17. Skumulowane poziome przemieszczenia powierzchni w 7-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS, na punkcie nr 205, w okresie 01.01.2026 – 31.03.2026 r.



Rys. 18. Skumulowane poziome przemieszczenia powierzchni w 7-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS, na punkcie nr 208, w okresie 01.01.2026 – 31.03.2026 r.



Rys. 19. Skumulowane poziome przemieszczenia powierzchni w 7-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS, na punkcie nr 210, w okresie 01.01.2026 – 31.03.2026 r.

Na pozostałych punktach pomiarowych nr 201, 202, 206, 207 i 209, również zarejestrowano przemieszczenia poziome, jednak wypadkowe nie przekroczyły 9 mm w skali kwartału co mieści się w granicach oszacowanej niepewności globalnej poziomego pomiaru GNSS. Można zatem uznać, że w rejonach lokalizacji tych punktów pomiarowych nie wystąpiły przemieszczenia poziome w I kwartale 2026 r.

Poziome przemieszczenia powierzchni wraz z ich azymutem, zarejestrowane na poszczególnych punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB, zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Poziome przemieszczenia powierzchni, wypadkowe w skali kwartału oraz ich azymut, zarejestrowane na poszczególnych punktach sieci GNSS GIG-PIB, z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS, w I kwartale 2026 r.

Nr pkt	Przemieszczenie poziome, u [mm]	Niepewność przemieszczeń, ou [mm]	Azymut przemieszczenia [°]
201	4	1	133
202	3	1	22
203	14	6	112
204	29	5	116
205	65	3	341
206	9	4	122
207	2	5	100
208	14	3	57
209	2	6	161
210	78	4	31

Na pozostałych punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB, o numerach 0 - 146, wykonano dwie kampanie pomiarowe w dniach 29-31.12.2025 r. oraz 30-31.03.2026 r. Zakres zmierzonych przemieszczeń mieścił się w przedziale od 4 mm do 232 mm. Największe przemieszczenie poziome, wynoszące 232 mm, miało miejsce na punktach nr 12 (azymut przemieszczenia równy 17°) i 109 (azymut przemieszczenia równy 266°) zlokalizowanych, odpowiednio, w obszarze górniczym KWK Budryk, w gminie Gierałtowice, przy ul. Zaburskiej oraz w obszarze górniczym KWK Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit, w gminie Chełm Śląski, przy ul. Wiosennej. Znaczące przemieszczenia poziome, przekraczające 80 mm i odpowiadające co najmniej I kategorii terenu górniczego (według zależności pomiędzy maksymalnymi wskaźnikami deformacji teorii wpływów eksploatacji górniczej Knothego), wystąpiły również na punktach nr: 55, 56, 70, 79, 84, 93, 105 i 136. Punkty te są zlokalizowane w:

- OG KWK ROW Ruch Chwałowice, w gminie Świerklany, przy ul. Dygasińskiego (pkt nr 55) i przy ul. Pawła Wowry (pkt nr 56),
- OG KWK ROW Ruch Marcel i Ruch Jankowice, w gminie Markłowice, przy ul. Długiej (pkt nr 70),
- OG KWK Borynia-Zofiówka Ruch Borynia, w Jastrzębiu-Zdroju, przy ul. Gagarina (pkt nr 79),
- OG KWK Pniówek, w gminie Pawłowice, przy ul. Śląskiej (pkt nr 84) i przy ul. Wodzisławskiej (pkt nr 93),
- OG ZG Janina, w gminie Libiąż, przy ul. Astronautów (pkt nr 105),
- OG KWK Mysłowice-Wesoła, w Katowicach, przy ul. Beskidzkiej (pkt nr 136).

Na pozostałych punktach pomiarowych zidentyfikowano poziome przemieszczenia powierzchni nie przekraczające 80 mm lub mieszczące się w granicach oszacowanych niepewności.

Poziomych przemieszczeń powierzchni nie wyznaczono dla 5 punktów pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB (tab. 4) z powodu braku dostępu do punktów, a w konsekwencji nie

wykonania dwóch cykli pomiarowych lub obniżonej dokładności pomiarowej składowej poziomej, spowodowanej czynnikami zewnętrznymi. Punkt nr 74 został zniszczony. Podczas kwartalnego cyklu pomiarowego punkt ten wznowiono.

Szczegółowe przemieszczenia zmierzone na każdym punkcie pomiarowym zamieszczono w tabeli 4.

Tabela 4. Poziome przemieszczenia powierzchni, wraz z azymutem, zmierzone na punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB metodą RTN, w okresie 29-31.12.2025 – 30-31.03.2026 r.

Data pom.	29-31.12.2025		30-31.03.2026		Przemieszczenia poziome, u [mm]	Niepewność przemieszczenia, ou [mm]	Azymut przemieszczenia [°]
	Nr	X [m]	Y [m]	X [m]			
1	5580721,642	6561797,371	5580721,678	6561797,386	39	5	23
2	5580578,891	6561353,297	5580578,864	6561353,264	43	5	231
3	5580308,352	6561386,298	5580308,370	6561386,302	18	7	13
4	5580456,538	6561985,940	5580456,548	6561985,933	12	6	325
5	5580132,752	6561893,607	5580132,777	6561893,593	29	6	330
6	5579781,153	6560264,177	5579781,165	6560264,173	12	6	341
7	5566144,762	6557922,758	5566144,748	6557922,778	25	8	126
8	5566135,979	6558330,634	5566135,986	6558330,640	9	10	40
11	5566651,375	6560572,415	5566651,372	6560572,410	5	6	243
12	5565022,367	6556179,083	5565022,589	6556179,151	232	3	17
14	5563759,069	6556062,077	5563759,076	6556062,087	12	5	55
15	5563892,991	6556325,511	5563892,994	6556325,506	6	4	299
17	5562110,216	6556526,169	5562110,213	6556526,169	4	8	180
18	5562776,010	6553718,028	5562776,049	6553718,024	39	22	353
19	5560533,063	6553205,652	5560533,068	6553205,629	24	8	282
21	5558454,551	6558530,189	5558454,574	6558530,180	25	13	338
22	5558199,283	6558936,757	5558199,292	6558936,761	9	4	24
23	5558103,767	6558793,655	5558103,768	6558793,628	27	9	271
24	5557911,594	6558019,972	5557911,628	6558020,007	49	15	46
29	5562531,001	6553930,734	5562530,993	6553930,736	8	8	168
31	5569031,104	6552335,606	5569031,111	6552335,644	38	9	78
32	5566983,438	6552557,737	5566983,466	6552557,747	30	9	20
34	5564697,410	6551307,289	5564697,390	6551307,231	61	6	251
36	5560414,331	6546381,189	5560414,322	6546381,202	16	10	124
37	5560924,967	6546510,506	5560924,935	6546510,504	31	6	183
38	5561387,142	6546556,738	5561387,141	6546556,729	9	11	262
40	5563367,151	6545681,628	5563367,163	6545681,634	14	7	25
41	5563421,276	6545809,144	5563421,309	6545809,158	36	4	22

Data pom.	29-31.12.2025		30-31.03.2026		Przemieszczenia poziome, u [mm]	Niepewność przemieszczenia, ou [mm]	Azymut przemieszczenia [°]
Nr	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]			
43	5550014,468	6540167,553	5550014,478	6540167,561	12	15	36
45	5549096,622	6540327,164	5549096,609	6540327,167	14	8	170
46	5549352,183	6539750,586	5549352,166	6539750,595	20	9	153
47	5548229,907	6540562,797	5548229,903	6540562,801	6	10	137
50	5547219,230	6540865,744	5547219,221	6540865,735	12	7	224
51	5547140,851	6540298,323	5547140,796	6540298,363	68	8	144
52	5547117,985	6538809,475	5547117,984	6538809,480	5	8	105
54	5546852,692	6538437,411	5546852,692	6538437,397	14	11	270
55	5546345,590	6538309,954	5546345,598	6538310,139	185	10	88
56	5546084,911	6538297,347	5546085,002	6538297,450	138	6	49
57	5549642,101	6532913,824	5549642,062	6532913,828	39	10	174
58	5549403,903	6532753,959	5549403,901	6532753,953	6	10	254
60	5547737,955	6533690,913	5547737,961	6533690,919	8	6	48
62	bd*	bd*	5546562,280	6532596,853	-	-	-
63	5546931,614	6532585,192	5546931,603	6532585,179	17	7	229
64	5547137,183	6533040,249	5547137,180	6533040,243	7	12	237
65	5544630,830	6537010,538	5544630,878	6537010,590	71	8	47
67	5543753,046	6537059,289	5543753,057	6537059,337	49	16	77
68	5543593,351	6537421,601	5543593,371	6537421,635	39	5	60
70	5543271,167	6538218,452	5543271,092	6538218,541	117	29	130
71	5543726,957	6538271,919	bd*	bd*	-	-	-
74	5542309,183	6538595,560	5542313,818n***	6538585,695n***	-	-	-
75	5541301,314	6542872,404	5541301,326	6542872,421	21	8	52
76	5539240,167	6542869,605	5539240,153	6542869,630	29	8	119
77	5539162,506	6543826,496	5539162,518	6543826,541	47	5	75
78	5539259,118	6544367,961	5539259,067	6544367,982	55	10	158
79	5539297,797	6545013,168	5539297,804	6545013,249	81	14	85
80	5538496,946	6545204,096	5538496,961	6545204,100	16	9	12
81	5538248,279	6545322,413	5538248,279	6545322,433	20	5	90
82	5537390,699	6543845,369	5537390,721	6543845,379	24	5	24

Data pom.	29-31.12.2025		30-31.03.2026		Przemieszczenia poziome, u [mm]	Niepewność przemieszczenia, ou [mm]	Azymut przemieszczenia [°]
	Nr	X [m]	Y [m]	X [m]			
83	5539634,557	6545846,546	5539634,529	6545846,557	30	8	160
84	5539518,715	6548433,695	5539518,678	6548433,778	91	6	114
87	5536847,569	6547786,520	5536847,600	6547786,528	32	6	14
88	5537020,172	6547242,666	5537020,229	6547242,689	62	7	22
89	5536058,034	6546939,134	5536058,009	6546939,166	40	5	128
91	5536432,150	6548122,169	bd*	bd*	-	-	-
92	5536671,752	6548533,973	5536671,771	6548534,001	33	7	55
93	5535953,015	6549004,942	5535953,117	6549004,902	110	7	338
94	5537419,594	6552182,715	5537419,615	6552182,670	50	23	294
95	5537847,062	6551653,619	5537847,093	6551653,659	51	5	52
96	5536695,887	6570789,499	5536695,893	6570789,505	9	8	42
97	5540476,883	6581072,980	5540476,856	6581072,906	78	7	250
98	5541024,963	6581213,975	5541024,918	6581213,972	45	11	184
99	5548123,691	6583357,856	5548123,704	6583357,878	25	15	58
100	5550258,361	6584200,307	5550258,367	6584200,312	8	9	41
102	5551458,146	6586068,589	5551458,088	6586068,538	77	6	221
103	5551409,887	6586361,186	5551409,851	6586361,133	64	5	236
104	5552549,559	6597916,413	5552549,556	6597916,408	6	5	242
105	5551798,945	6597364,702	5551798,837	6597364,616	139	7	219
106	5551035,395	6597183,405	5551035,406	6597183,419	19	6	52
107	5555738,897	6584920,518	5555738,877	6584920,555	43	13	118
109	5555487,129	6585623,260	5555487,115	6585623,028	232	4	266
110	5554362,042	6579646,585	5554362,044	6579646,602	17	6	81
111	5554503,010	6579667,860	5554502,981	6579667,855	30	7	190
112	5554519,260	6578878,965	5554519,278	6578878,998	37	8	61
113	5555589,413	6578287,285	5555589,419	6578287,289	7	11	33
114	5556068,021	6578610,890	5556067,986	6578610,890	34	5	180
116	5560651,368	6595763,703	5560651,378	6595763,720	19	5	61
117	5560993,441	6595620,751	5560993,422	6595620,780	34	7	123
118	5560960,952	6579423,161	5560960,991	6579423,173	41	6	16

Data pom.	29-31.12.2025		30-31.03.2026		Przemieszczenia poziome, u [mm]	Niepewność przemieszczenia, ou [mm]	Azymut przemieszczenia [°]
Nr	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]			
120	5563979,397	6574355,698	5563979,373	6574355,686	27	4	206
121	5565739,770	6571714,116	5565739,762	6571714,124	11	6	133
122	5535186,895	6574715,911	5535186,911	6574715,906	17	17	344
123	5561474,792	6595624,933	5561474,742	6595624,931	51	7	182
125	5552709,328	6596685,754	5552709,306	6596685,725	37	3	232
126	5552651,192	6596101,713	5552651,205	6596101,720	15	5	27
127	5540113,188	6581420,052	5540113,204	6581420,026	30	9	302
130	5539894,506	6546849,771	5539894,492	6546849,793	26	9	122
131	5540247,911	6546589,362	5540247,896	6546589,399	40	7	113
132	5560184,593	6545683,494	5560184,588	6545683,492	5	4	210
133	5559013,943	6543137,691	5559013,966	6543137,679	25	17	333
134	5562106,597	6545253,763	5562106,648	6545253,735	58	17	332
135	5563466,398	6545073,863	5563466,385	6545073,866	14	6	167
136	5561078,918	6577471,292	5561078,742	6577471,256	180	6	192
137	5560601,043	6576335,727	5560601,011	6576335,717	34	17	197
138	5564869,522	6550931,983	bd*	bd*	-	-	-
139	5564831,682	6550693,357	5564831,686	6550693,362	6	8	45
140	5543406,472	6539080,644	5543406,455	6539080,687	46	8	112
141	bd*	bd*	5571050,469n***	6558874,522n***	-	-	-
142	bd*	bd*	5568749,258n***	6559636,568n***	-	-	-
143	bd*	bd*	5567523,177n***	6562892,432n***	-	-	-
144	bd*	bd*	5563682,531n***	6572654,422n***	-	-	-
145	bd*	bd*	5570930,253n***	6587471,935n***	-	-	-
146	bd*	bd*	5572112,340n***	6587150,796n***	-	-	-

* – brak danych – punkt niedostępny do pomiaru/obniżona dokładność podczas pomiaru

*** – punkt zniszczony – wznowiono i zmierzono nowy punkt

5. Podsumowanie

Na podstawie przedstawionych w raporcie wyników oraz ich interpretacji można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Na obszarach górniczych GZW, w I kwartale 2026 r., zidentyfikowano 27 obszarów, w których wystąpiły pionowe wielkoobszarowe obniżenia powierzchni. W tym 21 obszarów zidentyfikowano jako niecki obniżeniowe, w których obniżenia przekroczyły 100 mm. Ich rozmiar mieścił się w zakresie od 100 m do 2700 m w kierunku północ-południe oraz od 200 m do 2800 m w kierunku wschód-zachód, gdzie jako granice niecki przyjęto zidentyfikowane obniżenia wynoszące 100 mm. Największe zidentyfikowane obniżenie powierzchni, w nieckach obniżeniowych, wyniosło 0,47 m i miało miejsce w Libiążu, w rejonie ul. Jaworowej i Astronautów. Największe zidentyfikowane obniżenie punktowe wyniosło 0,43 m i miało miejsce na punkcie nr 105 zlokalizowanym w Libiążu, przy ul. Astronautów.
2. Na obszarach górniczych GZW, w I kwartale 2026 r., zidentyfikowano 9 punktowych wypiętrzeń powierzchni terenu. Największe wypiętrzenie, wynoszące 0,06 mm, miało miejsce na punkcie nr 62, zlokalizowanym w Radlinie przy ul. Rydułtowskiej.
3. Na obszarach górniczych GZW, w I kwartale 2026 r., zidentyfikowano punktowe przemieszczenia poziome powierzchni terenu, mieszczące się w zakresie od 0,004 do 0,23 m. Największe przemieszczenie poziome, wynoszące 0,23 m miało miejsce na punktach nr 12 (azymut przemieszczenia równy 17°) i 109 (azymut przemieszczenia równy 266°) zlokalizowanych, w Gierałtowicach, przy ul. Zabrskiej oraz w Chełmie Śląskim, przy ul. Wiosennej.
4. Na terenach pogórniczych GZW, w I kwartale 2026 r., zidentyfikowano przemieszczenia powierzchni terenu w kierunku LOS, mieszczące się w zakresie od -0,006 m (obniżenia) do +0,007 m (wypiętrzenia). Obniżenia wystąpiły w rejonie ul. Leśnej i autostrady A1 oraz w okolicach CH Plejada w Bytomiu. Wypiętrzenia wystąpiły w okolicach osiedla Kowalczyka w Sosnowcu.

Zasady korzystania z Raportów GIG-PIB

Zawartość Raportu, jego forma, treści, sposób wyrażenia, stanowi utwór w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz.U.2025.24 t.j.) i podlega ochronie przewidzianej w tej ustawie.

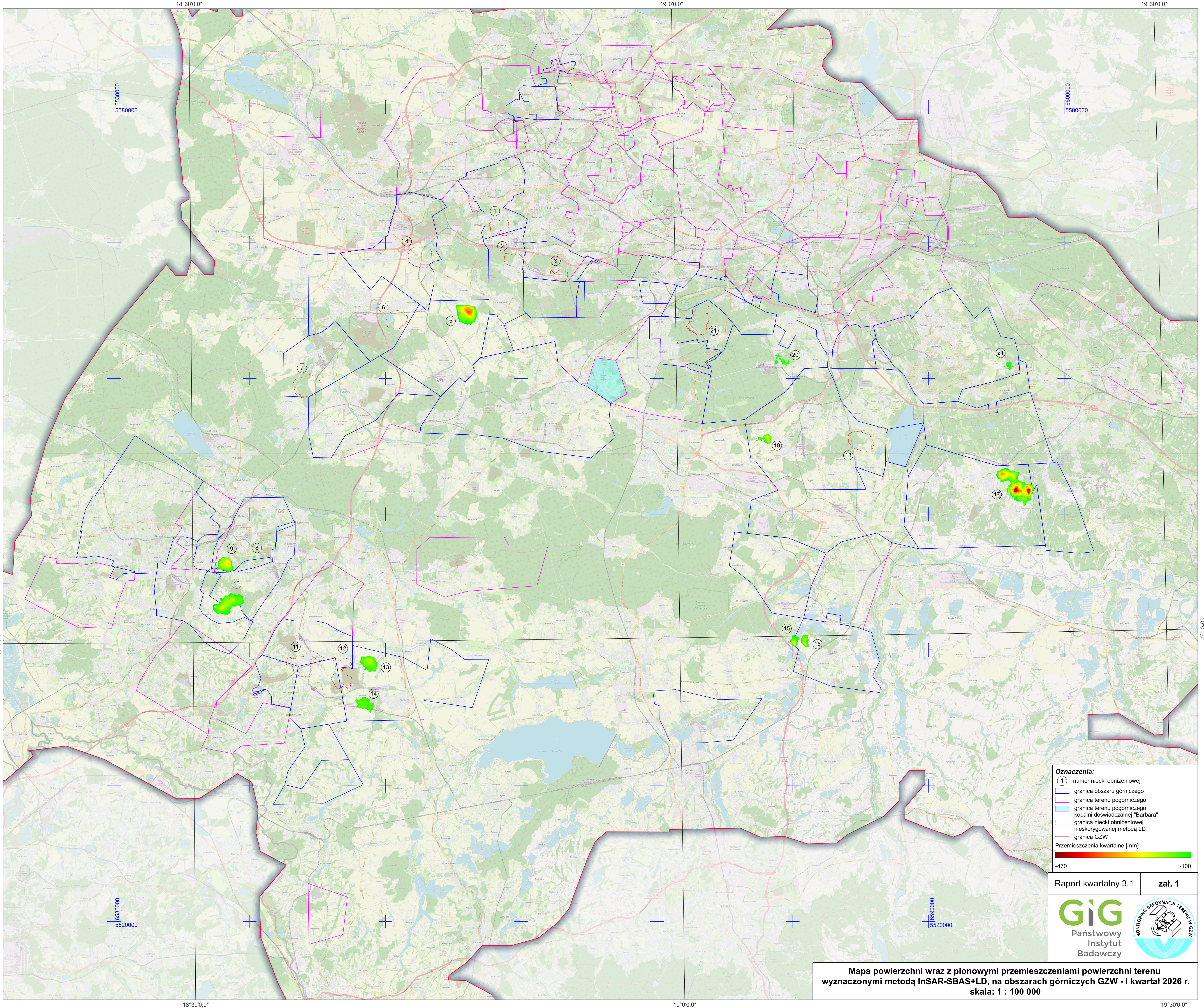
Wykorzystanie danych zawartych w Raporcie w zakresie innym niż realizacja zadań publicznych oraz ich ewentualne dalsze przetwarzanie wymaga uzyskania zgody/odrębnej licencji Ministra Energii/uprawnionego podmiotu.

Główny Instytut Górnictwa – Państwowy Instytut Badawczy nie ponosi odpowiedzialności za:

- błędną interpretację i/lub przetwarzanie bazy danych,
- wykorzystanie danych niezgodne z ich przeznaczeniem,
- wykorzystanie danych niezgodne z ich standardem i szczegółowością,
- dokonywanie modyfikacji danych, ich opracowanie czy łączenie z innymi utworami.

6. Literatura

1. Apanowicz B. 2022. *Use of InSAR in Linear Discontinuous Ground Deformation Generation Analysis: Case Study of a Mine in Poland*. Journal of Sustainable Mining, 21(1), 4.
2. Apanowicz B. 2023. *Analiza obniżenia powierzchni na terenach górniczych i pogórnicznych w aspekcie zasięgu i czasu z wykorzystaniem interferometrii satelitarnej*. Rozprawa doktorska, GIG – PIB, Katowice.
3. Apanowicz B., Milczarek W., Kowalski A. 2025. *Advanced InSAR-SBAS method for determining the extent of mining-induced deformations*. Geocarto International, 40(1), 2523428.
4. Berardino P., Fornaro G., Lanari R., Sansosti E. 2002. *A new algorithm for surface deformation monitoring based on small baseline differential SAR interferograms*. IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 40, 2375–2383.
5. Czarnecki K. 2014. *Geodezja współczesna*. Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa.
6. Farr T., Rosen P., Caro E., Crippen R., Duren R., Hensley S., Kobrick M., Paller M., Rodriguez E., Roth L., Seal D., Shaffer S., Shimada J., Umland J., Werner M., Oskin M., Burbank D., Alsdorf D. 2007. *The shuttle radar topography mission*. Reviews of Geophysics 45, 1-33.
7. Ferretti A., Prati C., Rocca F. 2000. *Nonlinear subsidence rate estimation using permanent scatterers in differential SAR interferometry*. IEEE Transaction on Geoscience & Remote Sensing, 38(5), 2202-2212.
8. Ferretti A., Prati C., Rocca F. 2001. *Permanent scatterers in SAR interferometry*. IEEE Transaction on Geoscience & Remote Sensing, 39(1), 8-20.
9. Kowalski A. (red). 2000. *Eksploatacja górnicza a ochrona powierzchni. Doświadczenia z wałbrzyskich kopalń*. Wydawnictwo GIG-PIB, Katowice.
10. Kowalski A. 2015. *Deformacje powierzchni w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym*. Wydawnictwo GIG-PIB, Katowice.
11. Massonnet D., Feigl K. L. 1998. *Radar interferometry and its application to changes in the earth's surface*. Reviews of Geophysics, 36, 441-500.
12. Milczarek W. 2011. *Analiza zmian powierzchni górotworu po zakończeniu eksploatacji górniczej w wybranym rejonie dawnego Wałbrzyskiego Zagłębia*. Rozprawa doktorska, Politechnika Wrocławska, Wrocław.
13. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24 lipca 2023 r. w sprawie nadania Głównemu Instytutowi Górnictwa statusu państwowego instytutu badawczego (Dz. U. 2023 poz. 1579).
14. Yu C., Li Z., Penna N.T. 2020. *Triggered afterslip on the southern Hikurangi subduction interface following the 2016 Kaikoura earthquake from InSAR time series with atmospheric corrections*. Remote Sensing of Environment, 251, 112097.



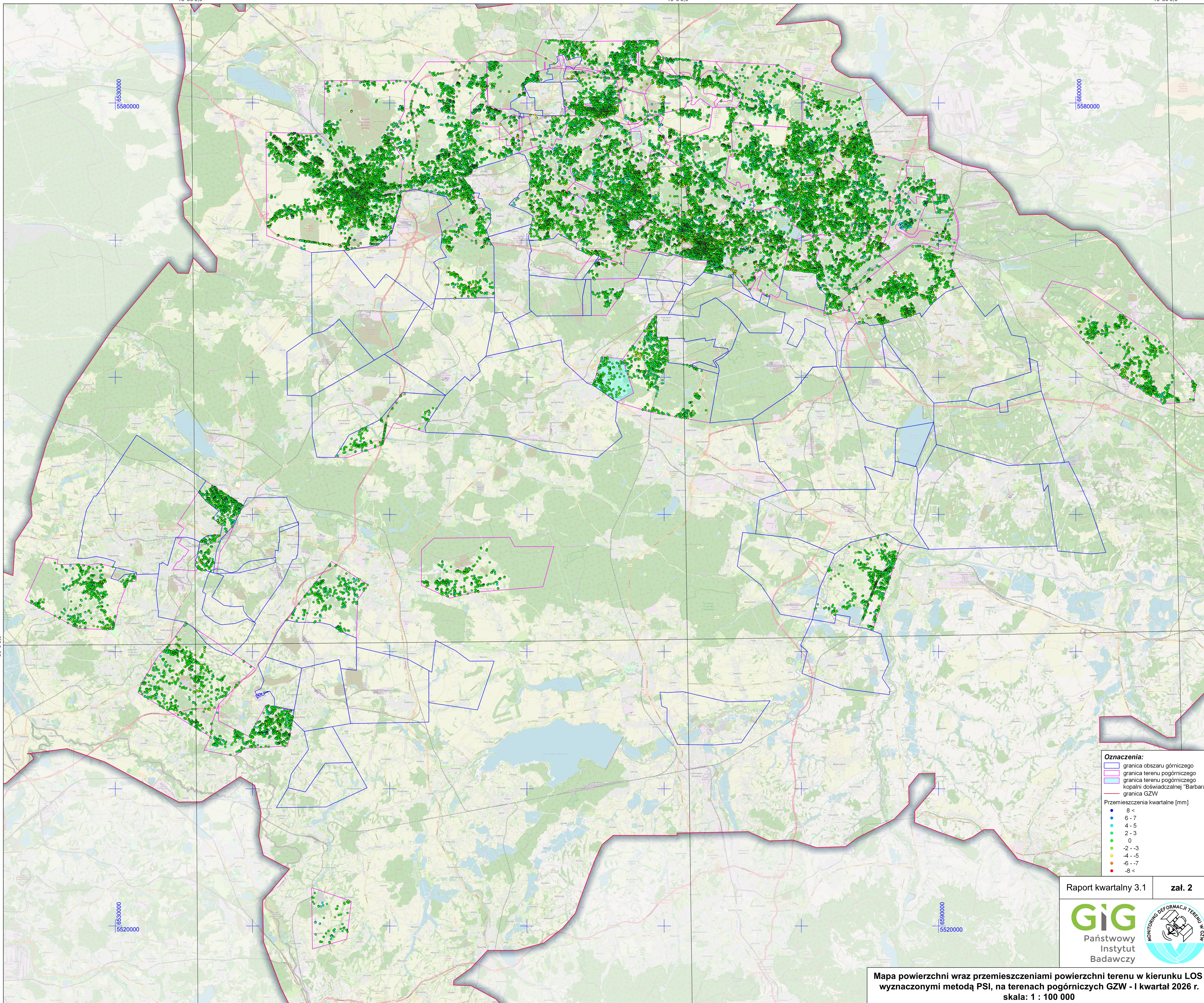
Oznaczenia:

- ① numer niecki obniżeniowej
- ▭ granica obszaru górniczego
- ▭ granica terenu pogórniczego
- ▭ granica terenu pogórniczego kopalni doświadczalnej "Barbara"
- ▭ granica niecki obniżeniowej nieskorygowanej metodą LD
- ▭ granica GZW

Przemieszczenia kwartalne [mm]

Raport kwartalny 3.1 zał. 1

Mapa powierzchni wraz z pionowymi przemieszczeniami powierzchni terenu wyznaczonymi metodą InSAR-SBAS+LD, na obszarach górniczych GZW - I kwartał 2026 r. skala: 1 : 100 000



Oznaczenia:

- granica obszaru górniczego
- granica terenu pogórniczego
- granica terenu pogórniczego kopalni doświadczałnej "Barbara"
- granica GZW

Przesieszczenia kwartalne [mm]

- 8 <
- 6 - 7
- 4 - 5
- 2 - 3
- 0
- -2 - -3
- -4 - -5
- -6 - -7
- -8 <

Raport kwartalny 3.1 zał. 2



Mapa powierzchni wraz przesieszczeniami powierzchni terenu w kierunku LOS wyznaczonymi metodą PSI, na terenach pogórnicznych GZW - I kwartał 2026 r. skala: 1 : 100 000