

**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 3.2

za okres 01.04.2026 – 30.06.2026

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

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 – II kwartał 2026 r., skala 1 : 100 000
2. Mapa powierzchni wraz z przemieszczeniami powierzchni terenu w kierunku LOS wyznaczonymi metodą PSI, na terenach pogórniczych GZW – II 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 górniczymi, 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).



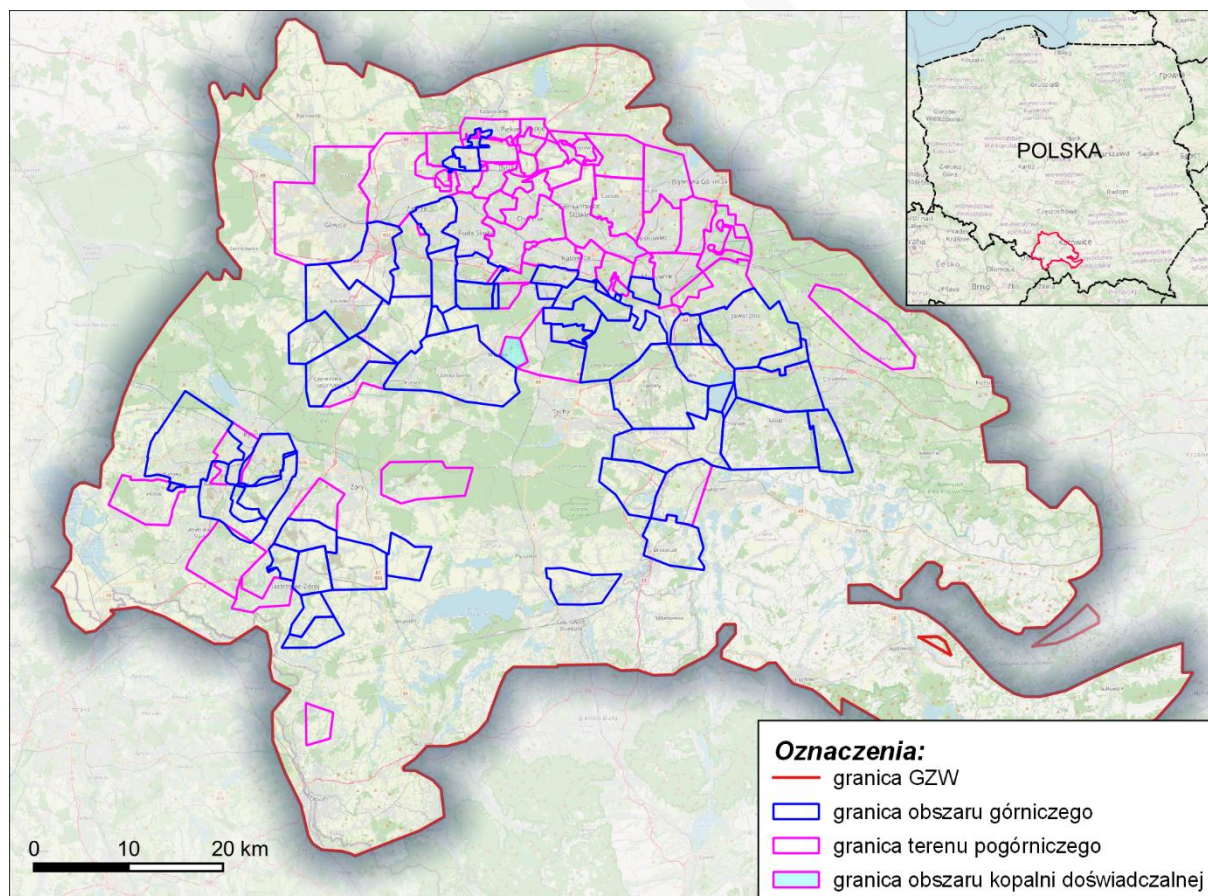
Rys. 1. Przykład deformacji powierzchni oraz zniszczeń w budynku wywołanych podziemną eksploatacją górniczą (Apanowicz 2022).

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 wydobywanie 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 obniżenia 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-górnictwowych 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 wydobycia 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 przecinany 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 przeletu 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).

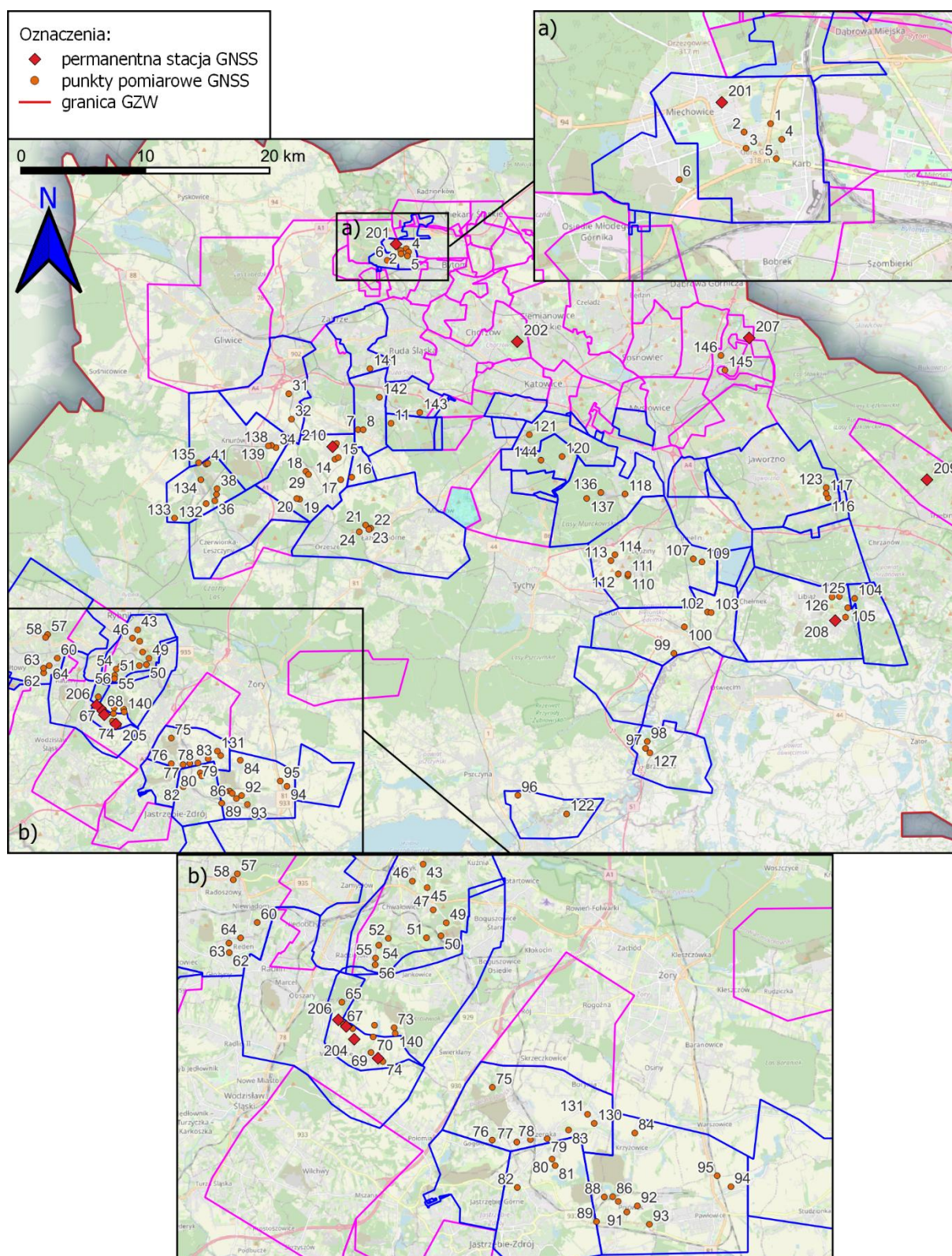
Na terenach pogórniczych, do identyfikacji deformacji o niewielkiej dynamice, w tym deformacji zanikających, rezydualnych i wtórnych, pochodzenia górniczego, stosowana jest metoda PSI. Podejście umożliwia analizę stabilnych punktów PS zlokalizowanych na obiektach powierzchniowych oraz identyfikację długookresowych, 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-godzinnych interwałach czasowych (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 pogórnictwa. 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 II kwartale 2026 r.:

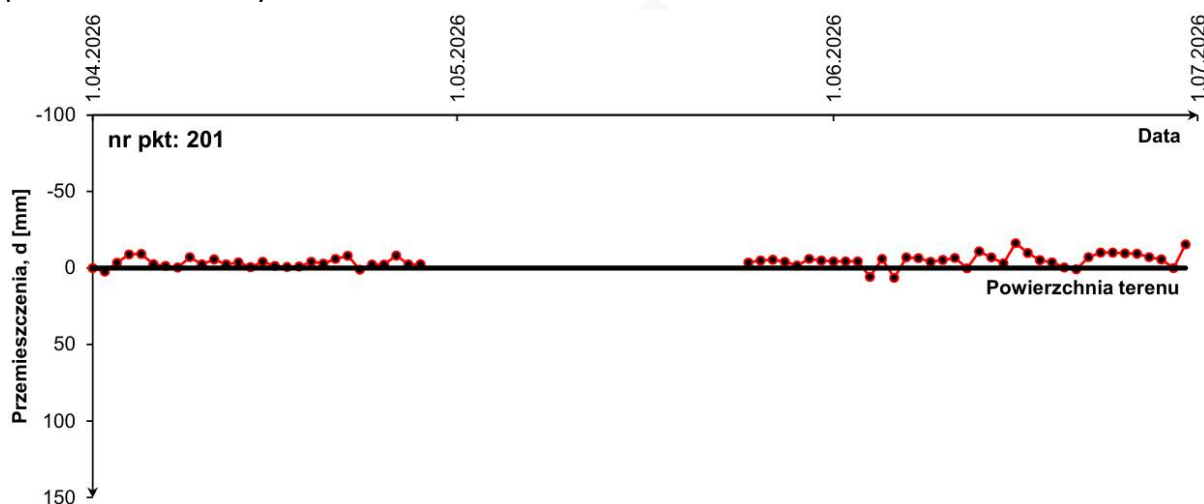
- metoda PSI: $\pm 0,003$ m;
- metoda SBAS – $\pm 0,005$ m; metoda SBAS+LD – $\pm 0,089$ m;
- pomiary GNSS – pionowo: $\pm 0,011$ m, poziomo: $\pm 0,009$ m;
- zasięg niecek obniżeniowych – ± 180 m.

4. Interpretacja wyników monitoringu

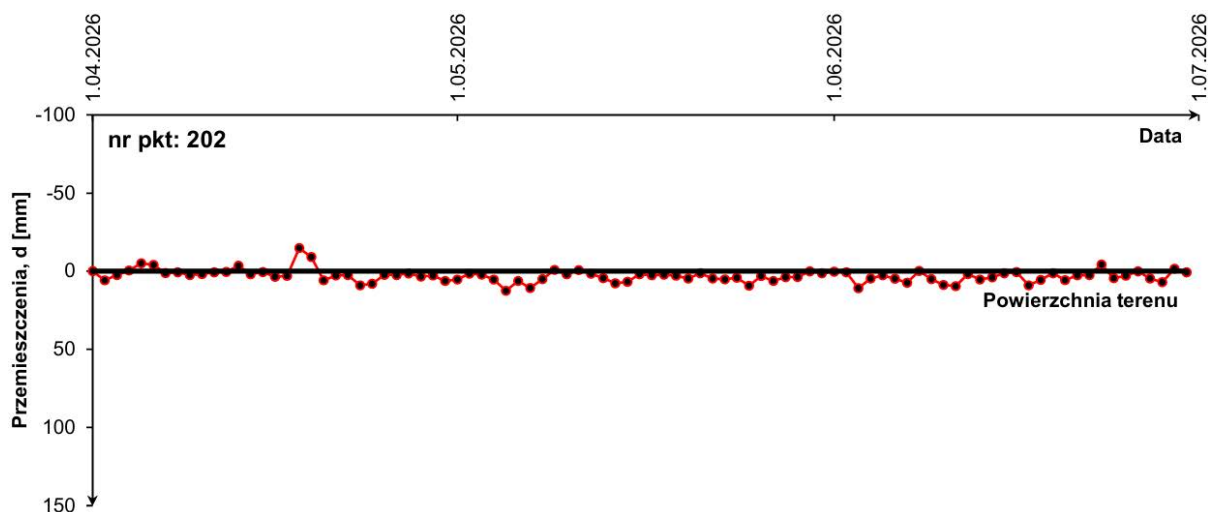
4.1. Pionowe przemieszczenia powierzchni

4.1.1. Przemieszczenia powierzchni na punktach sieci GNSS GIG-PIB

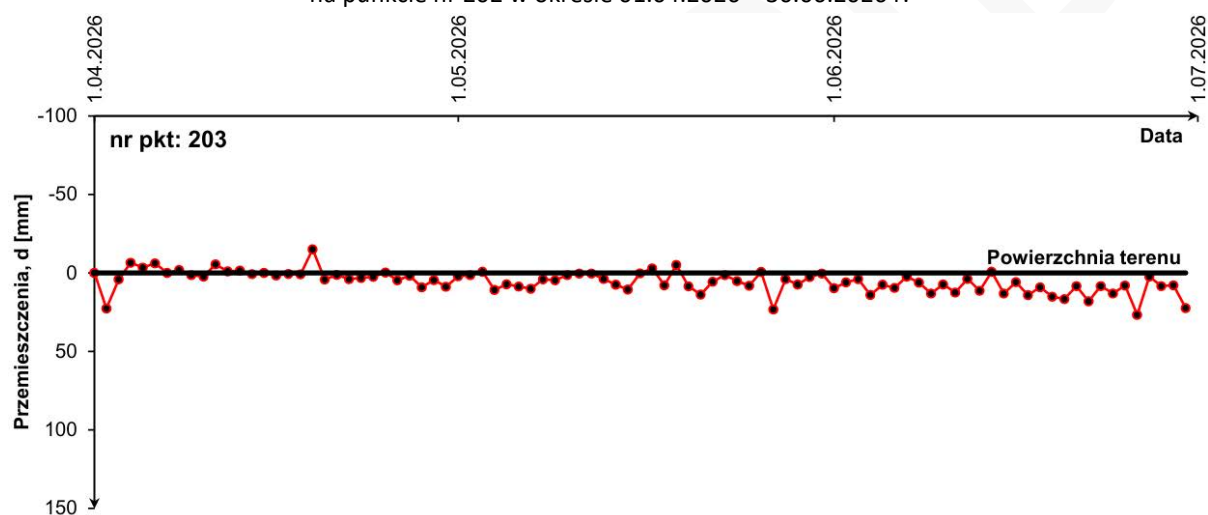
Przemieszczenia powierzchni zmierzone na punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB w okresie od 01.04.2026 do 30.06.2026 r. z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS przedstawiono na rysunkach 4 - 13.



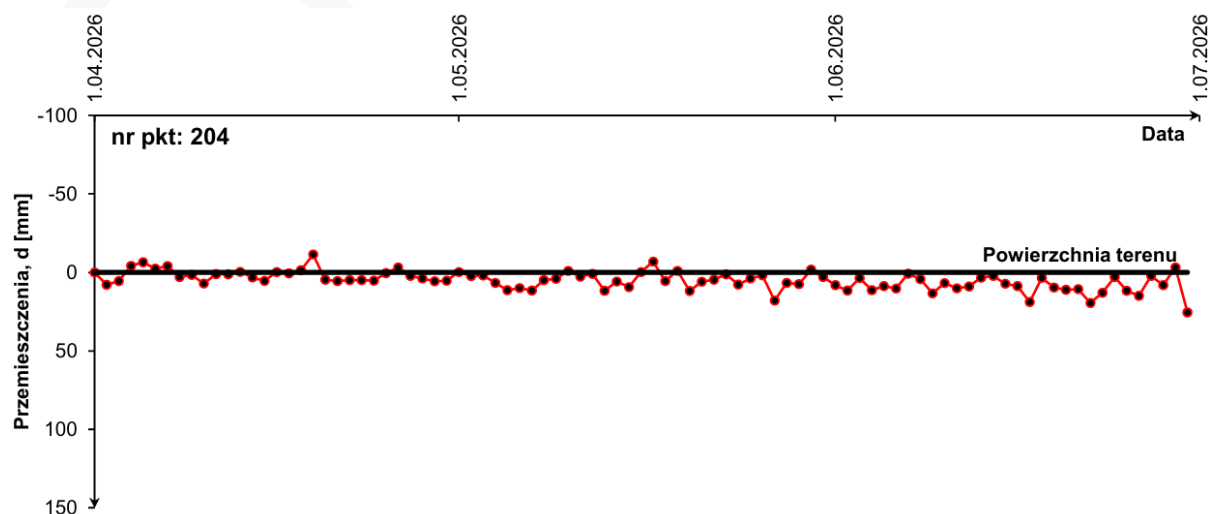
Rys. 4. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 201 w okresie 01.04.2026 – 30.06.2026 r.



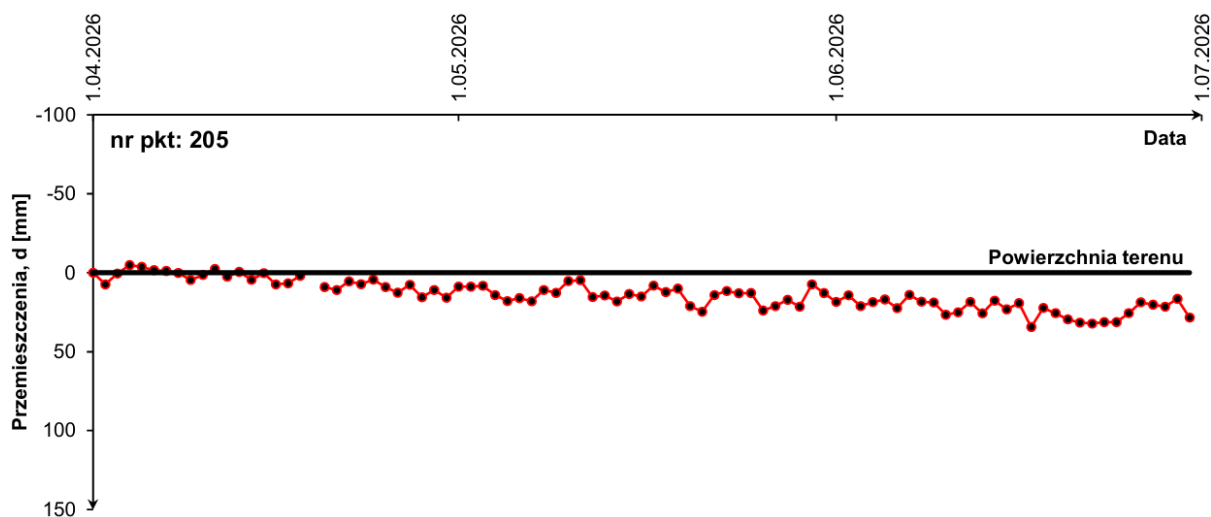
Rys. 5. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 202 w okresie 01.04.2026 – 30.06.2026 r.



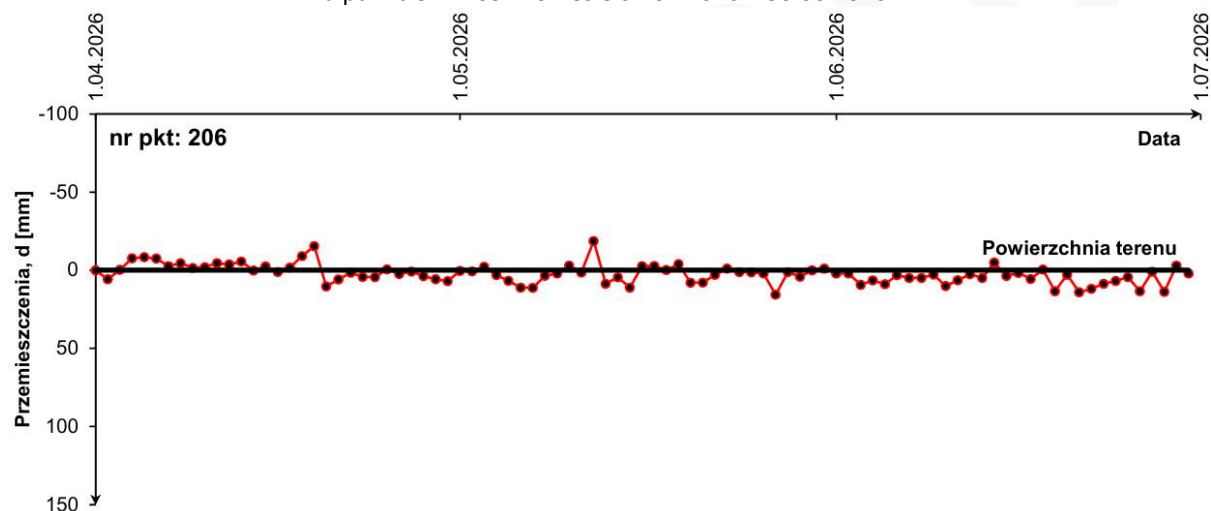
Rys. 6. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 203 w okresie 01.04.2026 – 30.06.2026 r.



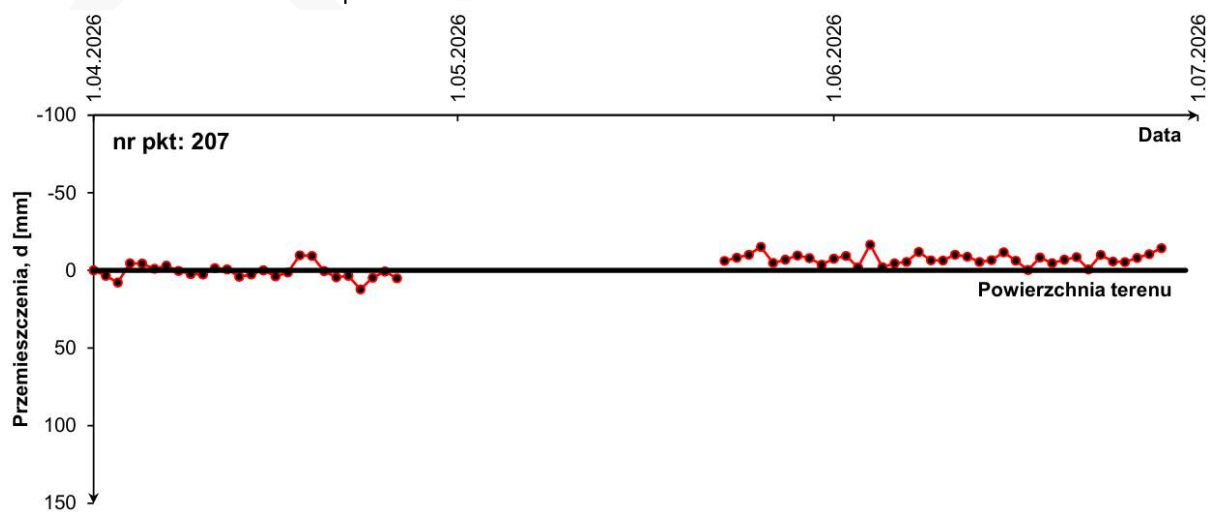
Rys. 7. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 204 w okresie 01.04.2026 – 30.06.2026 r.



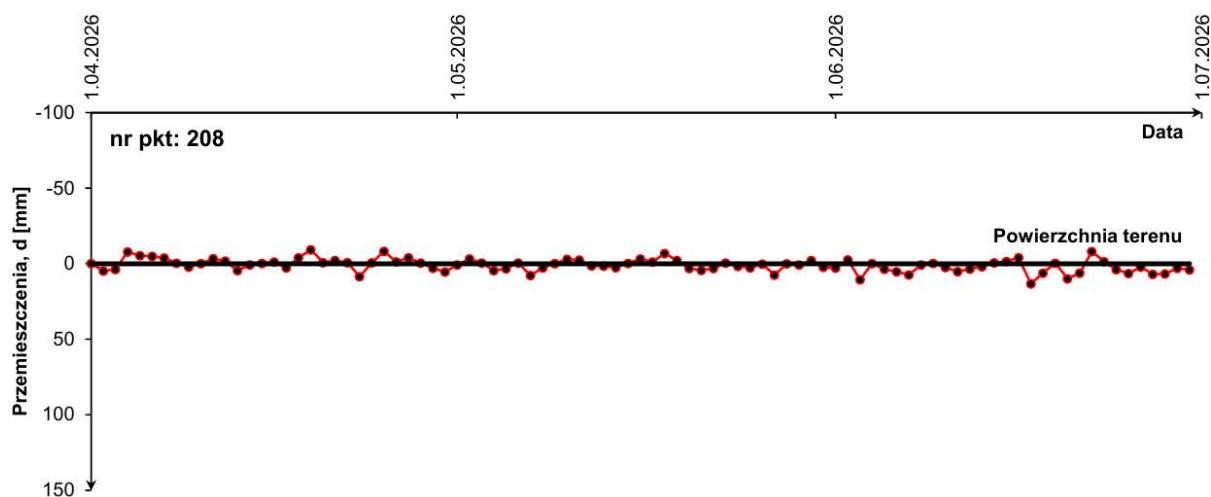
Rys. 8. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 205 w okresie 01.04.2026 – 30.06.2026 r.



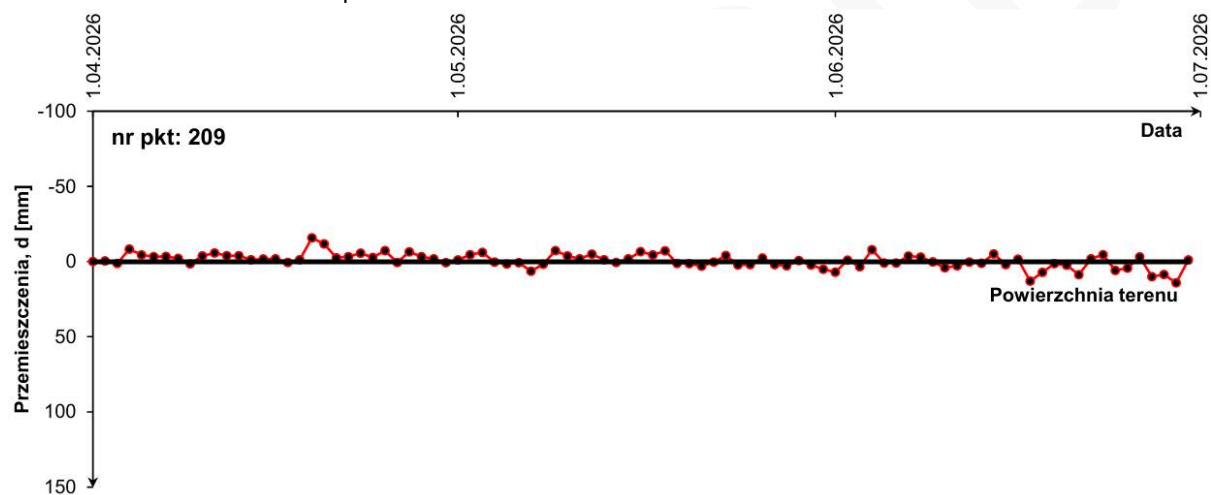
Rys. 9. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 206 w okresie 01.04.2026 – 30.06.2026 r.



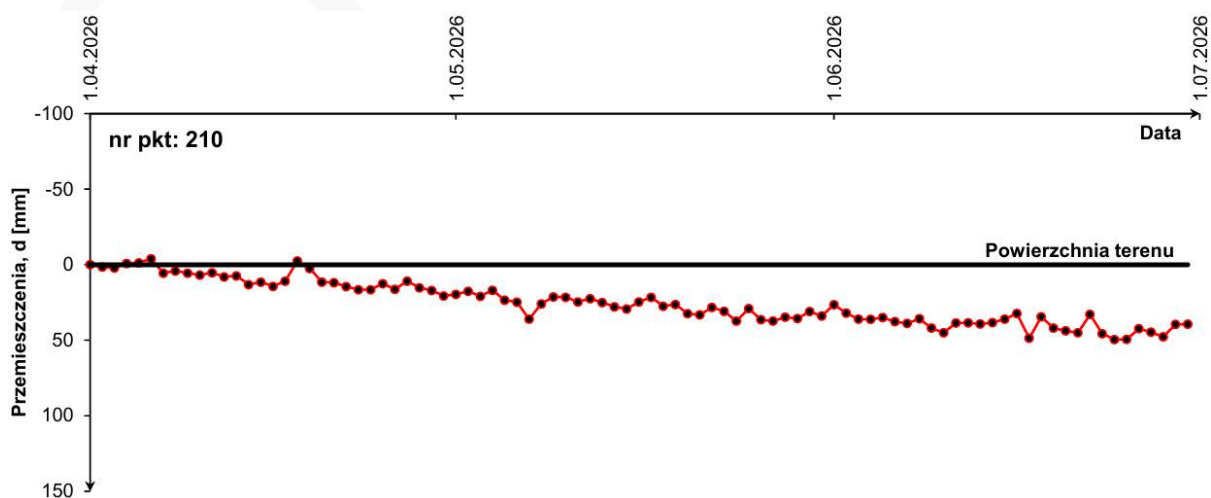
Rys. 10. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 207 w okresie 01.04.2026 – 30.06.2026 r.



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 01.04.2026 – 30.06.2026 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 01.04.2026 – 30.06.2026 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 01.04.2026 – 30.06.2026 r.

W II 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 Gierałtowiec). Zmierzone przemieszczenia wykazały obniżenie powierzchni terenu w około 40 mm. Jest to równoznaczne z tempem obniżania się powierzchni równym około 13 mm/miesiąc. Powierzchnia obniżała się systematycznie przez cały II kwartał br. Przemieszczenia pionowe, przekraczające oszacowane niepewności pomiarowe w skali kwartału (przemieszczenia skumulowane) zarejestrowano również na punkcie nr 205 (rys. 8). Miały one charakter obniżeń i wyniosły, co jest równoznaczne z tempem obniżania się powierzchni równym około 10 mm/miesiąc. Punkty ten zlokalizowany jest w obszarze górniczym KWK ROW Ruch Marcel, w gminie Markłowice, na skrzyżowaniu ulicy Wyzwolenia z Jankowicką. Na punktach nr 201, 203, 204 i 207 (rys. 1, 6, 7 i 10) zarejestrowane przemieszczenia powierzchni w skali kwartału również przekroczyły oszacowane niepewności pomiarowe. Niemniej jednak, ich rozkład w czasie oraz fakt, że przez cały okres pomiarowy dzienne przemieszczenia oscylowały koło 0 mm, wskazują, że jest to rezultat obniżonej dokładności pomiarowej, a nie faktycznych ruchów powierzchni terenu spowodowanych działalnością górniczą. 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, a przemieszczenia w poszczególnych interwałach dziennych wyniosły kilka milimetrów. Z przedstawionych wykresów wynika, że zarejestrowane przemieszczenia, na przestrzeni całego kwartału, oscylowały koło 0 mm.

Na pozostałych punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB, o numerach 0 - 146, wykonano dwie kampanie pomiarowe w dniach 30-31.03.2026 r. oraz 29-30.06.2026 r. Zakres zmierzonych przemieszczeń mieścił się w przedziale od +62 mm (wypiętrzenie) do -484 mm (obniżenie). Największe obniżenie powierzchni, wynoszące 484 mm, miało miejsce, na punkcie nr 107 zlokalizowanym w obszarze górniczym KWK Piast-Ziemowit, w Imielinie, przy ul. Grzybowej. 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 34, 77, 97 i 136. Punkty te są zlokalizowane w:

- OG KWK Knurów-Szczygłowiec Ruch Knurów, w gminie Gierałtowiec, na przedłużeniu ul. Prusa (pkt nr 34),
- OG KWK Borynia-Zofiówka Ruch Borynia, w Jastrzębiu-Zdroju, przy ul. Powstańców Śląskich (pkt nr 77),
- OG KWK Brzeszcze, w gminie Brzeszcze, przy ul. Olszynki (pkt nr 97),
- 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 18 punktów pomiarowych o nr: 1, 4, 11, 18, 22, 23, 31, 32, 41, 96, 104, 106, 121, 126, 133, 134, 137 i 144 na których zmierzono wypiętrzenia powierzchni przekraczające oszacowane niepewności pomiarowe. Największe wypiętrzenia, wynoszące

64 mm, miały miejsce na punkcie nr 144, zlokalizowanym w obszarze górniczym KWK Murcki-Staszic, w Katowicach, przy ul. Cegielnia Murcki. Wypiętrzenia powierzchni zmierzone na punktach nr 4, 22, 126, 133, 134 i 137 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 4 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. Z uwagi na wykonywane prace budowlane w miejscu jego lokalizacji punktu nie 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 30-31.03.2026 – 29-30.06.2026 r.

Data pomiaru	30-31.03.2026	29-30.06.2026	Przemieszczenia, d [mm]	Niepewność przemieszczeń, od [mm]
Nr	H [m]	H [m]		
1	274,274	274,294	20	3
2	275,344	275,319	-25	10
3	277,799	277,784	-15	3
4	269,764	269,770	6	6
5	278,982	bd*	-	-
6	280,623	bd*	-	-
7	234,199	234,167	-32	2
8	238,170	238,171	1	4
11	245,679	245,689	10	1
12	235,371	235,220	-151	3
14	252,105	252,085	-20	1
15	246,824	246,787	-36	2
17	286,430	286,396	-35	3
18	247,278	247,313	35	11
19	273,109	273,054	-54	8
21	308,318	308,308	-10	5
22	315,289	315,297	8	7
23	320,564	320,601	37	7
24	337,056	337,033	-23	14
29	252,541	252,502	-39	11
31	212,813	212,824	10	4
32	232,453	232,515	62	14
34	230,276	229,892	-384	5
36	234,478	234,450	-28	23
37	231,410	231,403	-8	9
38	226,545	226,547	1	6
40	233,633	233,622	-12	10
41	232,748	232,759	11	3
43	243,023	242,960	-64	12
45	250,312	250,275	-37	8
46	268,032	267,996	-36	14
47	271,761	271,719	-41	13
50	282,884	282,832	-52	11
51	248,698	248,587	-110	8
52	237,765	237,751	-14	5

Data pomiaru	30-31.03.2026	29-30.06.2026	Przemieszczenia, d [mm]	Niepewność przemieszczeń, od [mm]
Nr	H [m]	H [m]		
54	244,927	244,869	-58	21
55	245,053	245,001	-52	27
56	244,658	244,617	-41	8
57	267,298	267,281	-17	14
58	270,975	270,974	-1	11
60	288,136	288,123	-13	10
62	279,375	279,273	-102	11
63	295,564	295,489	-75	34
64	292,653	292,605	-48	8
65	275,938	275,883	-55	8
67	272,336	272,321	-14	2
68	264,568	264,535	-33	2
70	250,292	250,111	-181	3
71	bd*	250,517	-	-
74	258,965	bd*	-	-
75	255,926	255,920	-6	3
76	251,750	251,676	-73	7
77	264,803	264,454	-349	3
78	265,777	265,708	-69	6
79	265,463	265,435	-28	8
80	271,830	271,780	-50	8
81	267,861	267,801	-60	5
82	278,787	278,769	-18	4
83	262,856	262,794	-62	4
84	254,404	254,210	-194	12
87	270,649	270,618	-31	5
88	268,940	268,858	-82	4
89	255,713	255,541	-172	14
91	271,011	271,006	-5	3
92	273,717	273,656	-61	8
93	252,583	252,440	-143	6
94	256,115	256,044	-71	43
95	268,435	268,338	-97	7
96	251,765	251,814	49	13
97	237,492	237,210	-282	12
98	234,021	233,993	-28	20
99	231,247	231,245	-2	13
100	240,150	240,123	-27	6
102	240,931	240,875	-56	10
103	239,390	239,322	-69	21
104	243,135	243,159	25	11
105	245,217	245,096	-121	8
106	259,415	259,425	10	4
107	245,999	245,515	-484	12
109	244,397	244,312	-85	13
110	266,906	266,893	-13	13
111	269,075	268,997	-78	9
112	297,579	297,458	-121	16
113	249,679	249,552	-127	9
114	251,409	251,378	-32	10
116	307,746	307,728	-19	6
117	299,527	299,522	-5	8
118	254,212	254,199	-12	6
120	323,286	323,265	-21	10
121	291,470	291,486	17	8
122	236,508	236,500	-8	14
123	295,266	295,257	-9	21

Data pomiaru	30-31.03.2026	29-30.06.2026	Przemieszczenia, d [mm]	Niepewność przemieszczeń, od [mm]
Nr	H [m]	H [m]		
125	273,691	273,698	7	10
126	292,270	292,277	7	6
127	240,557	240,553	-4	4
130	262,098	262,059	-39	4
131	270,961	270,913	-48	1
132	240,058	240,057	-1	7
133	260,038	260,046	8	6
134	229,838	229,875	37	25
135	227,510	227,485	-25	3
136	264,514	264,080	-434	11
137	262,114	262,144	30	26
138	236,380	236,193	-187	3
139	239,014	238,985	-28	10
140	279,162	279,021	-141	3
141	241,345	241,319	-26	7
142	247,055	247,014	-40	11
143	249,346	249,318	-28	13
144	307,881	307,945	64	9
145	257,475	257,471	-4	33
146	259,596	259,588	-8	22

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

4.1.2. Wielkoobszarowe przemieszczenia powierzchni wyznaczone metodami szeregów czasowych InSAR

Obszary górnicze

W II kwartale 2026 r. zidentyfikowano 16 niecek obniżeniowych, w których obniżenia powierzchni terenu przekroczyły 100 mm. Wymiary niecek kształtowały się w zakresie od 200 do 4500 m w kierunku północ-południe (N-S) i od 100 do 2700 m w kierunku wschód-zachód (E-W), gdzie jako granice niecki przyjęto zidentyfikowane obniżenia wynoszące 100 mm. Powierzchniowo największa niecka powstała w obszarach górniczych KWK Borynia-Zofiówka Ruch Borynia i Zofiówka. Jej wymiary wyniosły 4500 m w kierunku północ-południe i 2700 m w kierunku wschód-zachód. Największe zidentyfikowane obniżenie powierzchni, wynoszące 0,65 m, miało miejsce w niecce zlokalizowanej w obszarze górniczym KWK Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit. 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 5 niecek obniżeniowych.

Tabela 2. Informacje dotyczące zidentyfikowanych niecek obniżeniowych w II 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	Ruda Śląska, rejon ul. Kochłowskiej i Panewnickiej	Ruda Ruch Halemba	200 / 100	0,11	InSAR-SBAS+LD
2	Gierałtów, rejon ul. Gliwickiej (DK44)	Sośnica	1500 / 1700**	bd***	InSAR-SBAS
3	Gierałtów, rejon ul. Zabarskiej i Darwina	Budryk	1000 / 800	0,16	InSAR-SBAS+LD
4	Gierałtów, na południe od ul. Roboty i na wschód od autostrady A1	Knurów-Szczygłowie Ruch Knurów	1700/1700	0,40	InSAR-SBAS+LD
5	Czerwionka-Leszczyny, na wschód od ul. Pojdy	Knurów-Szczygłowie Ruch Szczygłowie	2000 / 2100	bd	InSAR-SBAS
6	Radlin, rejon ul. Rydułtowskiej	ROW Ruch Rydułtowy	1000/1400	0,15	InSAR-SBAS+LD
7	Rybnik, rejon ul. Koźdoniów	ROW Ruch Chwałowice	1100 / 1100	0,20	InSAR-SBAS+LD
8	Marklowice, na północ od ul. Wyzwolenia, rejon ul. Długiej i Rzemieśniczej	ROW Ruch Jankowice i Ruch Marcel	2500 / 2500	0,21	InSAR-SBAS+LD
9	Świerklany i Jastrzębie-Zdrój, rejon Hałdy Borynia	Borynia-Zofiówka Ruch Borynia	600/1400	bd	InSAR-SBAS
10	Jastrzębie Zdrój, rejon ul. Powstańców Śląskich i Węglowej oraz Mszana, rejon ul. Jastrzębskiej i Wiejskiej	Borynia-Zofiówka Ruch Borynia i Ruch Zofiówka	1800/2500	bd	InSAR-SBAS
11	Jastrzębie-Zdrój, rejon ul. Nowej oraz Pawłowice, rejon ul. Pszczyńskiej (DW933) i Kruczej	Borynia-Zofiówka Ruch Borynia i Ruch Zofiówka oraz Pniówek	4500/2700	0,32	InSAR-SBAS+LD
12	Pawłowice, rejon ul. Pszczyńskiej (DW933)	Pniówek	200/100	0,11	InSAR-SBAS+LD
13	Brzeszcze rejon ul. Olszynki	Brzeszcze	1400/1700	bd	InSAR-SBAS
14	Libiąż, rejon ul. Kaliskiej i Astronautów	ZG Janina	900/1700	0,26	InSAR-SBAS+LD

L.p.	Lokalizacja	Kopalnia	Wymiary w kierunku N-S / E-W [m*]	Obniżenie maksymalne, $w_{\max}$ [m]	Metoda identyfikacji
15	Imielin, rejon ul. Grzybowej i Chełm Śląski, rejon ul. Wiosenne	Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit	1700/2000	0,65	InSAR-SBAS+LD
16	Lędziny, rejon ul. Wygody i Zamkowej	Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit	1100/1300	0,18	InSAR-SBAS+LD

* - wymiary zaokrąglone do pełnych setek

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

*** - brak danych

Ponadto zidentyfikowano również 2 rejony pionowych obniżów powierzchni, nie przekraczających 100 mm. Rejony te zlokalizowane są w:

- OG ZG EKO-PLUS, w Bytomiu, rejon ul. Celnej – $W_{\max} = 0,02$ m (metoda identyfikacji: InSAR-SBAS),
- OG KWK Ruda Ruch Bielszowice, w Rudzie śląskiej, rejon ul. Na Piaski i Kokota – $W_{\max} = 0,01$ m (metoda identyfikacji: InSAR-SBAS).

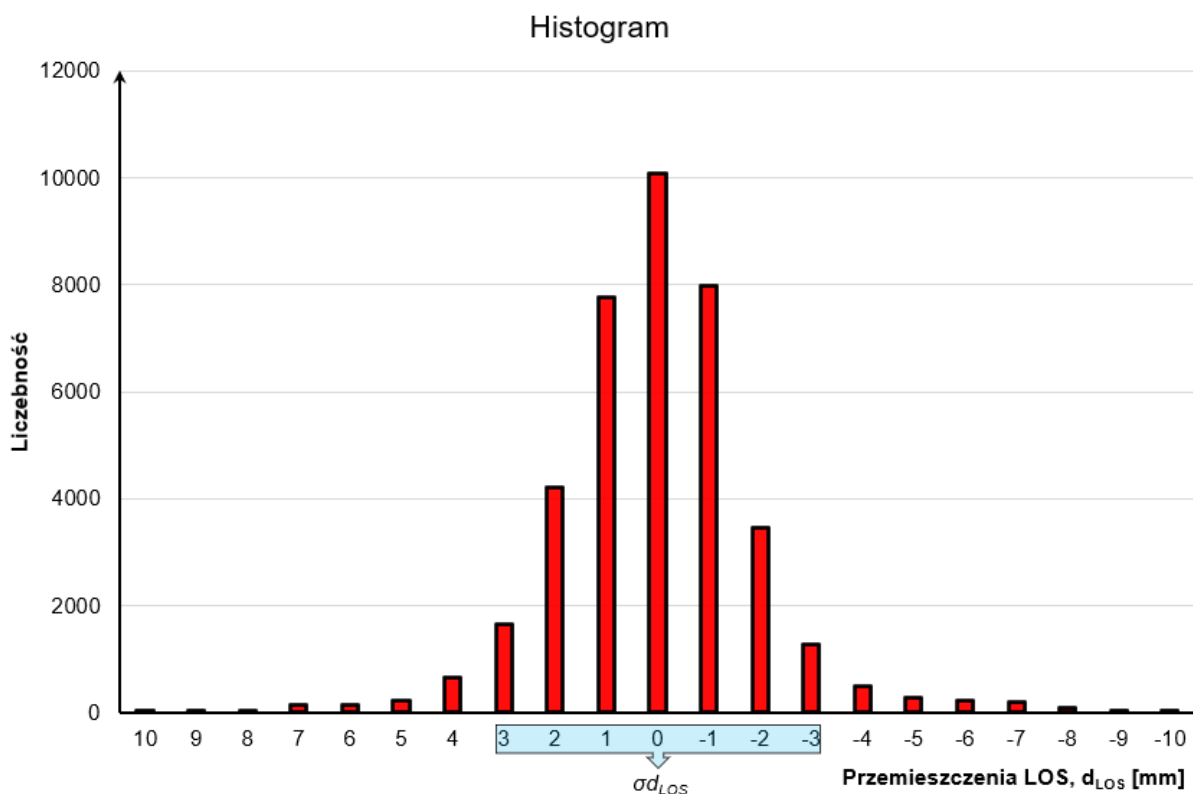
Z uwagi na podwyższoną dekorrelację sygnału niemożliwe było wyznaczenie wiarygodnych wielkopowierzchniowych obniżów powierzchni terenu w lokalizacji:

- OG KWK Pniówek, w Pawłowicach, przy ul. Śląskiej (nr pkt GNSS: 84),
- OG KWK Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit, w Lędzinach, przy ul. Zabytkowej (nr pkt GNSS: 112),
- OG KWK Mysłowice Wesoła, w Katowicach przy ul. Beskidzkiej (nr pkt GNSS: 136).

Jednak pomiary GNSS wykonywane metodą RTN (tab. 1) wykazały występowanie obniżów powierzchni terenu na wymienionych punktach sieci GNSS GIG-PIB. Obniżenia te wyniosły 0,43 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 obrazów satelitarnych metodą PSI, przedstawiono na załączniku mapowym nr 2 do niniejszego raportu. Zakres zidentyfikowanych przemieszczeń powierzchni, w skali kwartału, wyniósł od -10 mm (obniżenia) do +10 mm (wypiętrzenia). Większość zidentyfikowanych przemieszczeń powierzchni terenu mieściła się w zakresie oszacowanej niepewności pomiarowej co oznacza brak ruchów i stabilność powierzchni (rys. 14).



Rys. 14. Histogram przemieszczeń powierzchni terenu zidentyfikowanych na terenach pogórnich GZW w II kwartale 2026 r.

Istotne przemieszczenia powierzchni terenu zidentyfikowano w 3 rejonach:

- TP KWK Paryż i KWK Grodziec, Będzin;
- TP KWK Siersza, Trzebinia;
- TP KWK Cieczott, Oświęcim.

W północnej części terenu pogórnego KWK Paryż oraz Grodziec, w rejonie DK86 zlokalizowana jest grupa kilkudziesięciu punktów PS, na których zidentyfikowano przemieszczenia powierzchni w zakresie od -8 mm (obniżenia) do +9 mm (wypiętrzenia). W głównej mierze jest to rejon lokalizacji Elektrowni Łagisza w Będzinie. Obserwowane przemieszczenia powierzchni terenu mogą być związane z lokalnymi procesami i przekształceniami terenu towarzyszącymi funkcjonowaniu elektrowni lub jej infrastruktury, a nie z oddziaływaniem dawnej eksploatacji górniczej. Potwierdzenie tej interpretacji wymaga jednak dalszych obserwacji w kolejnych okresach pomiarowych.

W terenie pogórnym KWK Siersza w Trzebini zlokalizowane jest ponad 800 punktów PS, na których zidentyfikowano przemieszczenia powierzchni terenu mieszące się w zakresie od -10 mm (obniżenia) do +9 mm (wypiętrzenia). Przemieszczenia występują w kilku skupiskach i charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem przestrzennym. Wypiętrzenia powierzchni miały miejsce głównie w północno-centralnej części terenu w rejonie osiedli Duża Skotnica, Wygnanka, Młyny, Siersza oraz Kolonia. Pojedyncze punkty PS z wypiętrzeniami powierzchni obserwowane są także w południowej części terenu. Obniżenia powierzchni zidentyfikowano natomiast głównie w południowo-wschodniej części obszaru w rejonie osiedli Krze, Górka, Myślachowice i Centrum. Wszystkie wskazane wartości przemieszczeń

przekraczają oszacowany poziom niepewności pomiarowej (z pojedynczymi wyjątkami). Duża liczba punktów PS oraz ich występowanie w wyraźnych skupiskach przestrzennych wskazują, że obserwowane zmiany należy uznać za istotne i nie można ich interpretować wyłącznie jako pojedynczych anomalii pomiarowych.

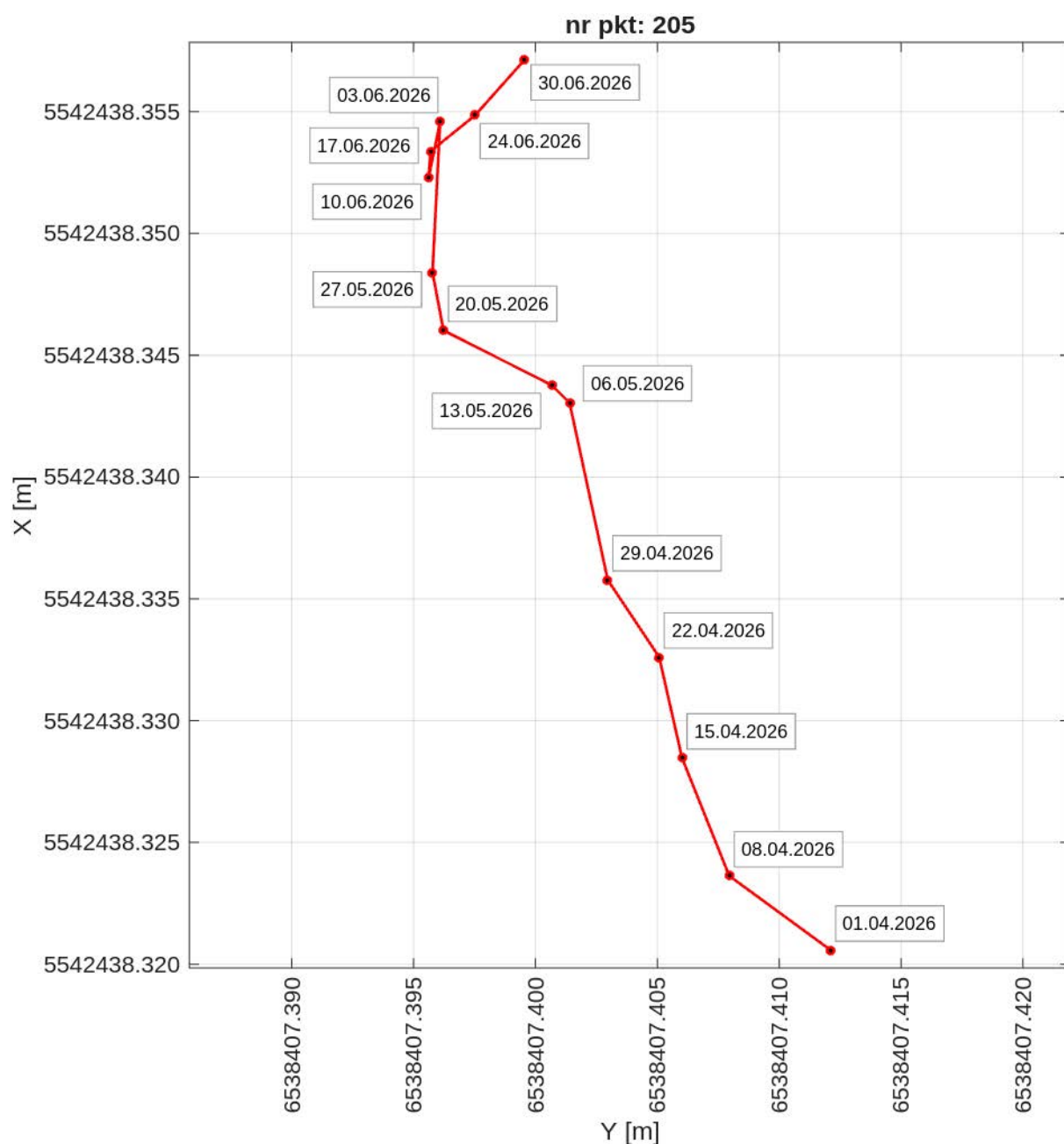
W terenie pogórnym KWK Czeczott w Oświęcimiu zlokalizowano ponad 400 punktów PS, na których zidentyfikowano obniżenia powierzchni terenu dochodzące do 8 mm w skali kwartału. Punkty te występują na znacznym obszarze, a największa ich koncentracja ma miejsce we wschodniej i południowo-wschodniej części terenu. Obszary o mniejszej koncentracji punktów PS występują w centralnej i południowo-zachodniej części terenu. Zidentyfikowane wartości przekraczają oszacowany poziom niepewności pomiarowej.

Ponadto, na całym obszarze GZW w granicach obszarów górniczych i pogórnym można zaobserwować pojedyncze punkty PS, na których zidentyfikowano ruchy wahające się ± 10 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.

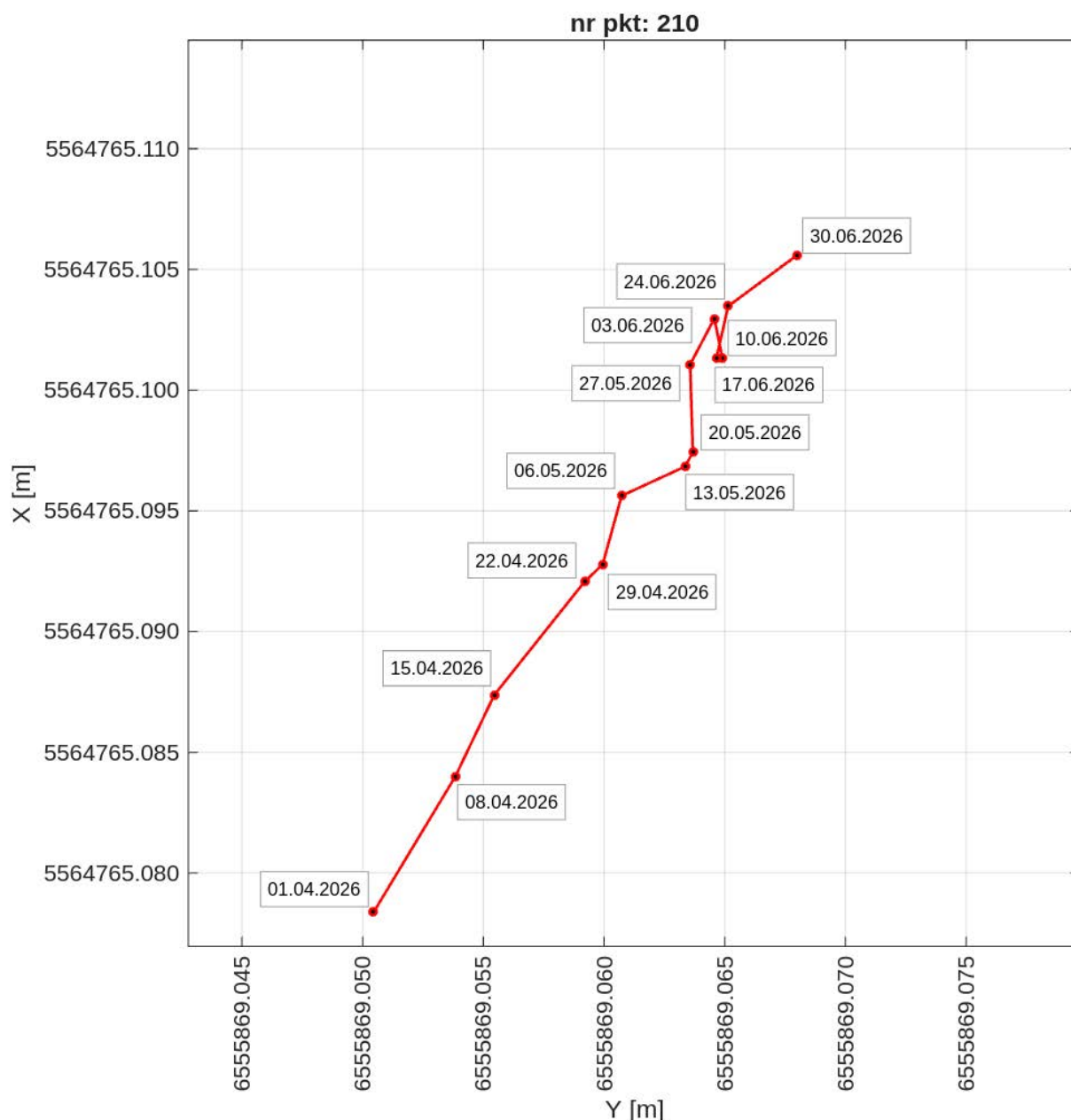
4.2. Poziome przemieszczenia powierzchni

4.2.1. Przemieszczenia powierzchni na punktach sieci GNSS GIG-PIB

Największe przemieszczenie poziome, wypadkowe w skali kwartału, wyniosło 39 mm w kierunku azymutu równego 341° i zostało zarejestrowane na punkcie nr 205. Powierzchnia w tym miejscu ulegała systematycznemu przemieszczeniu na północny zachód do początku czerwca br., a następnie, do końca II kwartału, na północny wschód, z częstotliwością dochodzącą do 7 mm na tydzień. Znaczące przemieszczenia, wynoszące 32 mm w kierunku azymutu równego 33° , zarejestrowano także, na punkcie nr 210. Przemieszczenia w interwale tygodniowym dochodziły do 7 mm w kierunku północno-wschodnim. Przemieszczenia obserwowane w krótkich interwałach czasowych (tygodniowych) mieściły się w granicach oszacowanych niepewności. Zarejestrowane poziome przemieszczenia powierzchni terenu w okresie od 01.04.2026 do 30.06.2026 r., z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS przedstawiono na rysunkach 15 i 16.



Rys. 15. Skumulowane poziome przemieszczenia powierzchni w 7-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS, na punkcie nr 205, w okresie 01.04.2026 – 30.06.2026 r.



Rys. 16. Skumulowane poziome przemieszczenia powierzchni w 7-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS, na punkcie nr 210, w okresie 01.04.2026 – 30.06.2026 r.

Na pozostałych punktach pomiarowych nr: 201, 202, 203, 204, 206, 207, 208 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 II 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 II kwartale 2026 r.

Nr pkt	Przemieszczenie poziome, u [mm]	Niepewność przemieszczeń, ou [mm]	Azymut przemieszczenia [°]
201	1	2	170
202	3	1	102
203	4	2	144
204	4	1	158
205	39	3	341
206	8	1	158
207	3	1	127
208	8	1	94
209	4	1	155
210	32	2	33

Na pozostałych punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB, o numerach 0 - 146, wykonano dwie kampanie pomiarowe w dniach 30-31.03.2026 r. oraz 29-30.06.2026 r. Zakres zmierzonych przemieszczeń mieścił się w przedziale od 3 mm do 173 mm. Największe przemieszczenie poziome, wynoszące 173 mm, miało miejsce na punkcie nr 34 (azymut przemieszczenia równy 248°) zlokalizowanym w obszarze górniczym KWK Knurów-Szczygłowice Ruch Knurów, w gminie Gierałtowice, przy Potoku Gierałtowski (na południe od ul. Prusa). 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 o nr: 51, 55, 70, 77, 78, 84, 93, 97, 107, 113 i 136. Punkty te są zlokalizowane w:

- OG KWK ROW Ruch Chwałowice, w Rybniku, przy ul. Koźdoniów (pkt nr 51),
- OG KWK ROW Ruch Chwałowice, w gminie Świerklany, przy ul. Dygasińskiego (pkt nr 55),
- OG KWK ROW Ruch Marcel i Ruch Jankowice, w gminie Marklowice, przy ul. Długiej (pkt nr 70),
- OG KWK Borynia-Zofiówka Ruch Borynia, w Jastrzębiu-Zdroju, przy ul. Powstańców Śląskich (pkt nr 77 i 78),
- OG KWK Pniówek, w gminie Pawłowice, przy ul. Śląskiej (pkt nr 84) i przy ul. Wodzisławskiej (pkt nr 93),
- OG KWK Brzeszcze, w gminie Brzeszcze, przy ul. Olszynki (pkt nr 97),
- OG KWK Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit, w Imielinie, przy ul. Grzybowej (pkt nr 107),
- OG KWK Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit, w Łędzinach, przy ul. Zamkowej (pkt nr 113),
- 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 6 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. Z uwagi na wykonywane prace budowlane w miejscu jego lokalizacji punktu nie 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 30-31.03.2026 – 29-30.06.2026 r.

Data pom.	30-31.03.2026		29-30.06.2026		Przemieszczenia poziome, u [mm]	Niepewność przemieszczenia, ou [mm]	Azymut przemieszczenia [°]
Nr	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]			
1	5580721,678	6561797,386	5580721,645	6561797,410	41	5	143
2	5580578,864	6561353,264	5580578,846	6561353,278	23	6	142
3	5580308,370	6561386,302	5580308,356	6561386,307	15	6	159
4	5580456,548	6561985,933	5580456,505	6561985,950	46	5	158
5	5580132,777	6561893,593	-	-	-	-	-
6	5579781,165	6560264,173	-	-	-	-	-
7	5566144,748	6557922,778	5566144,762	6557922,787	17	7	34
8	5566135,986	6558330,640	5566135,972	6558330,655	21	5	132
11	5566651,372	6560572,410	5566651,351	6560572,412	22	6	174
12	5565022,589	6556179,151	5565022,651	6556179,139	63	4	349
14	5563759,076	6556062,087	5563759,110	6556062,091	34	3	7
15	5563892,994	6556325,506	5563893,024	6556325,501	30	5	351
17	5562110,213	6556526,169	5562110,224	6556526,176	13	7	31
18	5562776,049	6553718,024	5562776,078	6553718,037	32	9	25
19	5560533,068	6553205,629	5560533,035	6553205,635	33	5	170
21	5558454,574	6558530,180	5558454,595	6558530,171	22	13	337
22	5558199,292	6558936,761	5558199,280	6558936,768	14	9	149
23	5558103,768	6558793,628	5558103,762	6558793,643	17	11	112
24	5557911,628	6558020,007	5557911,646	6558019,959	52	20	290
29	5562530,993	6553930,736	5562530,991	6553930,727	9	28	255
31	5569031,111	6552335,644	5569031,096	6552335,683	43	10	111
32	5566983,466	6552557,747	5566983,470	6552557,759	12	6	74
34	5564697,390	6551307,231	5564697,326	6551307,071	173	6	248
36	5560414,322	6546381,202	5560414,350	6546381,202	28	19	360
37	5560924,935	6546510,504	5560924,933	6546510,499	6	3	242
38	5561387,141	6546556,729	5561387,120	6546556,730	21	6	176
40	5563367,163	6545681,634	5563367,150	6545681,647	19	10	134
41	5563421,309	6545809,158	5563421,317	6545809,165	11	5	41

Data pom.	30-31.03.2026		29-30.06.2026		Przemieszczenia poziome, u [mm]	Niepewność przemieszczenia, σ_u [mm]	Azymut przemieszczenia [°]
Nr	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]			
43	5550014,478	6540167,561	5550014,439	6540167,579	43	14	155
45	5549096,609	6540327,167	5549096,591	6540327,163	18	6	191
46	5549352,166	6539750,595	5549352,161	6539750,601	8	12	126
47	5548229,903	6540562,801	5548229,875	6540562,817	32	3	149
50	5547219,221	6540865,735	5547219,171	6540865,700	61	6	215
51	5547140,796	6540298,363	5547140,717	6540298,431	104	7	139
52	5547117,984	6538809,480	5547117,989	6538809,487	8	10	53
54	5546852,692	6538437,397	5546852,674	6538437,429	36	9	119
55	5546345,598	6538310,139	5546345,613	6538310,230	92	12	80
56	5546085,002	6538297,450	5546085,045	6538297,466	45	6	20
57	5549642,062	6532913,828	5549642,090	6532913,814	31	7	333
58	5549403,901	6532753,953	5549403,935	6532753,961	35	11	14
60	5547737,961	6533690,919	5547737,960	6533690,926	7	8	98
62	5546562,280	6532596,853	5546562,266	6532596,862	16	12	148
63	5546931,603	6532585,179	5546931,596	6532585,206	28	7	106
64	5547137,180	6533040,243	5547137,163	6533040,240	17	10	191
65	5544630,878	6537010,590	5544630,855	6537010,557	41	14	234
67	5543753,057	6537059,337	5543753,059	6537059,321	16	5	276
68	5543593,371	6537421,635	5543593,376	6537421,629	7	4	309
70	5543271,092	6538218,541	5543271,035	6538218,421	132	5	245
71	bd*	bd*	5543726,957	6538272,100	-	-	-
74	5542313,818	6538585,695	bd*	bd*	-	-	-
75	5541301,326	6542872,421	5541301,316	6542872,411	14	6	222
76	5539240,153	6542869,630	5539240,104	6542869,586	65	7	222
77	5539162,518	6543826,541	5539162,500	6543826,385	157	5	263
78	5539259,067	6544367,982	5539259,045	6544367,885	100	4	258
79	5539297,804	6545013,249	5539297,780	6545013,228	31	9	221
80	5538496,961	6545204,100	5538496,951	6545204,093	12	6	214
81	5538248,279	6545322,433	5538248,261	6545322,440	20	7	158
82	5537390,721	6543845,379	5537390,714	6543845,380	7	5	175

Data pom.	30-31.03.2026		29-30.06.2026		Przemieszczenia poziome, u [mm]	Niepewność przemieszczenia, σ_u [mm]	Azymut przemieszczenia [°]
Nr	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]			
83	5539634,529	6545846,557	5539634,525	6545846,549	9	5	242
84	5539518,678	6548433,778	5539518,570	6548433,766	109	11	186
87	5536847,600	6547786,528	5536847,584	6547786,523	16	6	197
88	5537020,229	6547242,689	5537020,286	6547242,675	59	4	346
89	5536058,009	6546939,166	5536057,937	6546939,152	74	5	191
91	bd*	bd*	5536432,268	6548122,206	-	-	-
92	5536671,771	6548534,001	5536671,755	6548533,996	17	3	195
93	5535953,117	6549004,902	5535953,224	6549004,788	156	8	313
94	5537419,615	6552182,670	5537419,655	6552182,658	42	21	344
95	5537847,093	6551653,659	5537847,082	6551653,678	22	7	120
96	5536695,893	6570789,505	5536695,892	6570789,502	4	14	246
97	5540476,856	6581072,906	5540476,729	6581072,858	136	9	201
98	5541024,918	6581213,972	5541024,884	6581213,965	35	14	191
99	5548123,704	6583357,878	5548123,702	6583357,861	17	12	262
100	5550258,367	6584200,312	5550258,370	6584200,314	3	7	37
102	5551458,088	6586068,538	5551458,075	6586068,511	29	13	245
103	5551409,851	6586361,133	5551409,841	6586361,123	14	9	224
104	5552549,556	6597916,408	5552549,540	6597916,413	17	6	163
105	5551798,837	6597364,616	5551798,763	6597364,553	97	6	220
106	5551035,406	6597183,419	5551035,407	6597183,428	9	7	88
107	5555738,877	6584920,555	5555738,775	6584920,687	166	12	128
109	5555487,115	6585623,028	5555487,135	6585623,001	34	12	307
110	5554362,044	6579646,602	5554362,066	6579646,588	26	6	327
111	5554502,981	6579667,855	5554502,986	6579667,878	24	9	78
112	5554519,278	6578878,998	5554519,282	6578878,978	20	15	281
113	5555589,419	6578287,289	5555589,486	6578287,335	81	5	34
114	5556067,986	6578610,890	5556067,944	6578610,867	48	11	209
116	5560651,378	6595763,720	5560651,393	6595763,740	25	6	53
117	5560993,422	6595620,780	5560993,432	6595620,784	10	5	27
118	5560960,991	6579423,173	5560961,007	6579423,193	26	6	52

Data pom.	30-31.03.2026		29-30.06.2026		Przemieszczenia poziome, u [mm]	Niepewność przemieszczenia, σ_u [mm]	Azymut przemieszczenia [°]
Nr	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]			
120	5563979,373	6574355,686	5563979,361	6574355,684	12	11	190
121	5565739,762	6571714,124	5565739,768	6571714,144	21	8	73
122	5535186,911	6574715,906	5535186,918	6574715,907	7	9	8
123	5561474,742	6595624,931	5561474,774	6595624,934	32	5	5
125	5552709,306	6596685,725	5552709,330	6596685,716	26	6	340
126	5552651,205	6596101,720	5552651,192	6596101,707	18	9	225
127	5540113,204	6581420,026	5540113,211	6581420,004	24	8	286
130	5539894,492	6546849,793	5539894,481	6546849,793	11	6	182
131	5540247,896	6546589,399	5540247,878	6546589,409	20	5	153
132	5560184,588	6545683,492	5560184,560	6545683,474	33	5	212
133	5559013,966	6543137,679	5559013,968	6543137,705	25	10	84
134	5562106,648	6545253,735	5562106,625	6545253,737	23	34	175
135	5563466,385	6545073,866	5563466,402	6545073,858	19	9	335
136	5561078,742	6577471,256	5561078,646	6577471,266	96	22	174
137	5560601,011	6576335,717	5560601,079	6576335,742	72	45	20
138	bd*	bd*	5564869,502	6550932,132	-	-	-
139	5564831,686	6550693,362	5564831,682	6550693,412	51	7	95
140	5543406,455	6539080,687	5543406,511	6539080,713	62	5	25
141	5571050,469	6558874,522	5571050,462	6558874,516	10	5	220
142	5568749,258	6559636,568	5568749,247	6559636,594	28	13	114
143	5567523,177	6562892,432	5567523,190	6562892,457	28	12	62
144	5563682,531	6572654,422	5563682,535	6572654,428	7	6	57
145	5570930,253	6587471,935	5570930,280	6587471,915	33	12	323
146	5572112,340	6587150,796	5572112,338	6587150,807	11	9	101

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

5. Podsumowanie

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

1. Na obszarach górniczych GZW, w II kwartale 2026 r., zidentyfikowano 18 obszarów, w których wystąpiły pionowe wielkoobszarowe obniżenia powierzchni. W tym 16 obszarów zidentyfikowano jako niecki obniżeniowe, w których obniżenia przekroczyły 100 mm. Ich rozmiar mieścił się w zakresie od 200 m do 4500 m w kierunku północ-południe oraz od 100 m do 2700 m w kierunku wschód-zachód, gdzie jako granice niecki przyjęto zidentyfikowane obniżenia wynoszące 100 mm. Największe zidentyfikowane obniżenie powierzchni, w nieckach obniżeniowych, wyniosło 0,65 m i miało miejsce w Imielinie, w rejonie ul. Grzybowej oraz w Chełmie Śląskim, w rejonie ul. Wiosennej. Największe zidentyfikowane obniżenie punktowe wyniosło 0,48 m i miało miejsce na punkcie nr 107 zlokalizowanym w Imielinie, przy ul. Grzybowej.
2. Na obszarach górniczych GZW, w II kwartale 2026 r., zidentyfikowano 12 punktowych wypiętrzeń powierzchni terenu. Największe wypiętrzenie, wynoszące 0,06 mm, miało miejsce na punkcie nr 144, zlokalizowanym w Katowicach, przy ul. Cegielnia Murcki.
3. Na obszarach górniczych GZW, w II kwartale 2026 r., zidentyfikowano punktowe przemieszczenia poziome powierzchni terenu, mieszczące się w zakresie od 0,003 do 0,17 m. Największe przemieszczenie poziome, wynoszące 0,17 m miało miejsce na punkcie nr 34 (azymut przemieszczenia równy 248°) zlokalizowanym, w Gierałtowicach, przy Potoku Gierałtowskim (na południe od ul. Prusa).
4. Na terenach pogórniczych GZW, w II kwartale 2026 r., zidentyfikowano przemieszczenia powierzchni terenu w kierunku LOS, mieszczące się w zakresie od -0,01 m (obniżenia) do +0,01 m (wypiętrzenia). Przemieszczenia te wystąpiły w miastach: Będzin, Trzebinia oraz Oświęcim.

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.

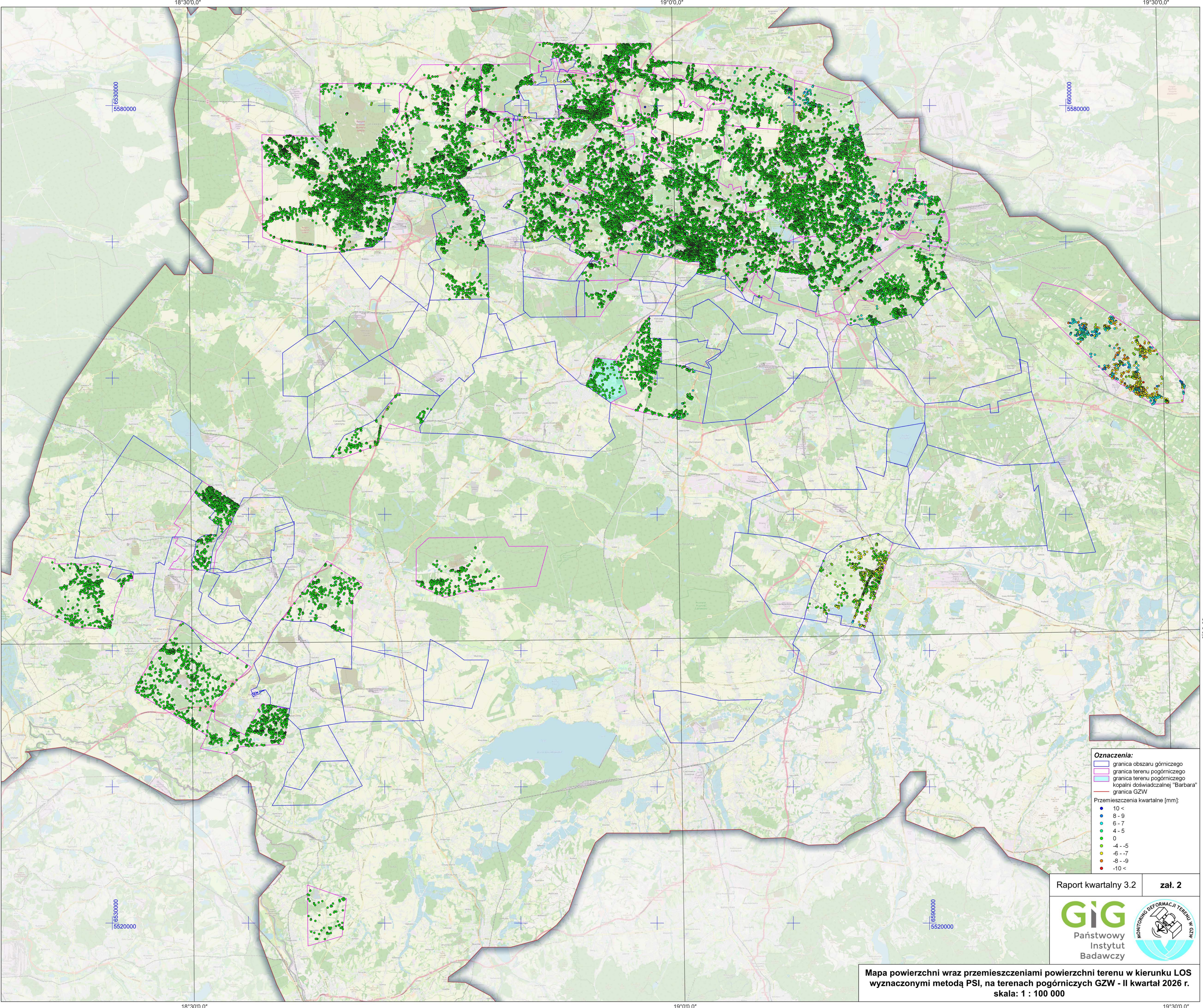
Wykorzystanie danych zawartych w Raporcie w zakresie innym niż realizacja zadań publicznych oraz ich ewentualne dalsze przetwarzanie wymaga uzyskania zgody/odrębnej licencji Ministra Energii/uprawnionego podmiotu.

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 obniżień powierzchni na terenach górniczych i pogórnich 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. *Eksploracja 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:**
- granica obszaru górniczego
 - granica terenu pogórniczego
 - granica terenu pogórniczego kopalni doświadczalnej "Barbara"
 - granica GZW
- Przemieszczenia kwartalne [mm]:
- 10 <
 - 8 - 9
 - 6 - 7
 - 4 - 5
 - 0
 - 4 - -5
 - 6 - -7
 - 8 - -9
 - 10 <

Raport kwartalny 3.2

zał. 2



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