



**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 ROCZNY

za okres 01.01.2025 – 31.12.2025

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 7/D/10095/2830/DGH/MP/2025 z dnia 05.03.2025 r. zawarta pomiędzy Ministerstwem Przemysłu oraz 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 błędów 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 metodą SBAS/SBAS+LD
 - 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 wyznaczonymi metodą InSAR-SBAS i InSAR-SBAS+LD, na obszarach górniczych GZW – 2025 r., skala 1 : 100 000
2. Mapa powierzchni wraz z pionowymi przemieszczeniami powierzchni wyznaczonymi metodą InSAR-SBAS, na terenach pogórnicych GZW – 2025 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).



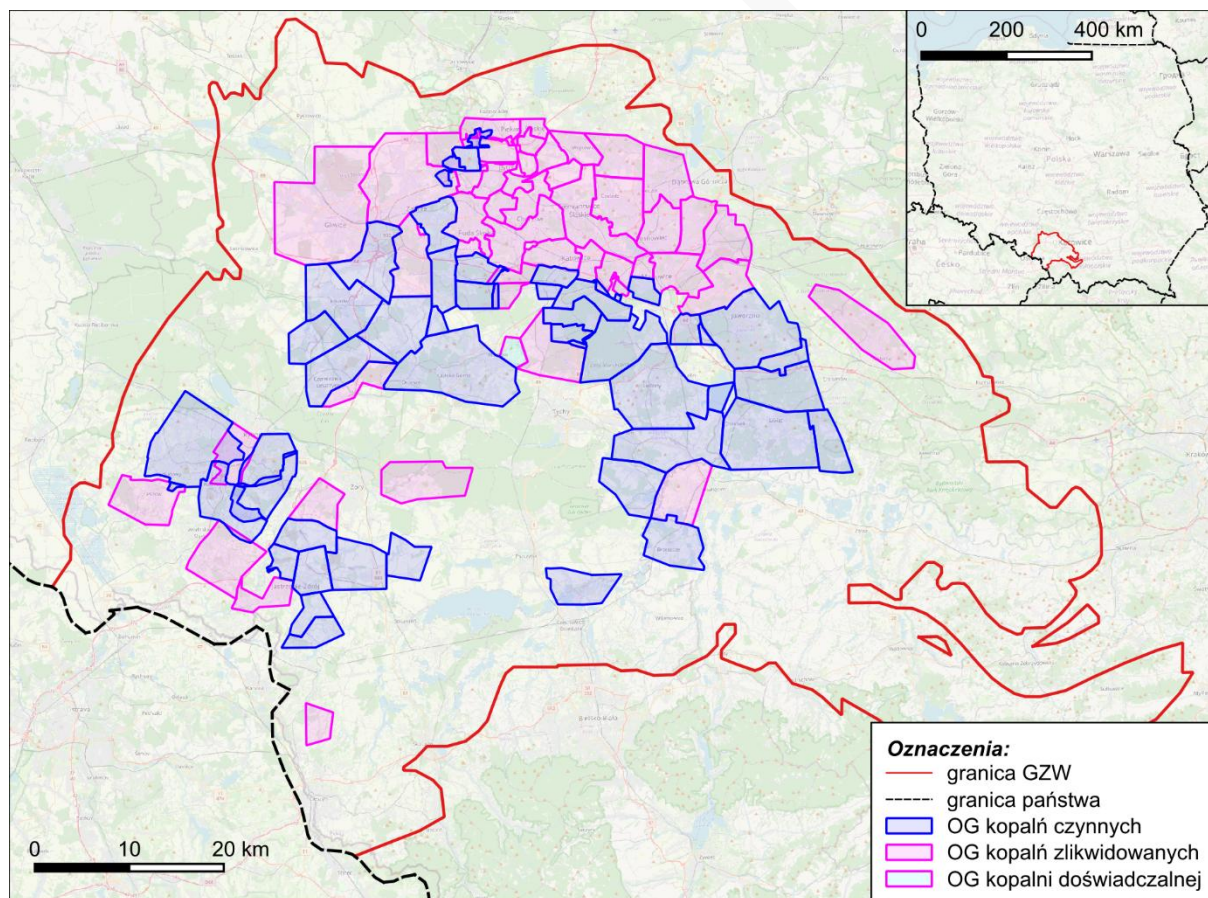
Rys. 1. Przykład deformacji powierzchni oraz zniszczeń w budynku wywołanych podziemną eksploatacją górniczą (Apanowicz 2022).

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 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-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 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. 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 pogórnictwowych kopalń GZW (stan na 2025 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 siopeł 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 (stan na 2025 r.) w granicach GZW znajduje się 20 obszarów czynnych kopalń (30 ruchów) oraz 46 zlikwidowanych. Eksploatację prowadzi się przede wszystkim systemem ścianowym z zawałem 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

3.1. Radarowa interferometria satelitarna (InSAR)

Metody InSAR są głównym narzędziem wykorzystywanym w zadaniu do monitorowania przemieszczeń powierzchni powstałych na skutek eksploatacji górniczej. Wykorzystywane są zobrazenia satelitarne typu SLC pochodzące z satelity Sentinel 1 i udostępniane przez Europejską Agencję Kosmiczną w ramach programu Copernicus. Aktualnie, od 2022 r., satelita wykonuje zobrazenia w 12-dniowym interwale czasowym. Zobrazenia przetwarzane są jako szereg czasowy, algorytmem krótkich linii bazowych SBAS (Berardino i in. 2002), z dwóch orbit przejścia satelity (wschodzącej nr 175 i opadającej nr 51) (tab. 1). Rezultatem są 2 szeregi czasowe zawierające informacje o przemieszczeniach powierzchni w kierunku wzroku satelity LOS (line of sight). Następnie, w celu wyznaczenia pionowych przemieszczeń powierzchni, dokonywana jest dekompozycja 2D dwóch wektorów LOS w kierunku pionowymi i poziomym wschód-zachód (E-W) (Hanssen 2001). Obliczenia interferogramów oparte są na przetwarzaniu dwuprzbiegowym z wykorzystaniem oprogramowania GMTSAR (Sandwell i in. 2011), a rozwinięcie fazy wykonywane jest 2-kierunkową metodą rozwijania faz zaimplementowaną do aplikacji SNAPHU (Chen i Zebker

2002). Do korekcji fazy w odniesieniu do powierzchni terenu stosowane są dane z SRTM-1 (Farr i in. 2007). W celu usunięcia niedoskonałości w postaci szumów, rozwinięta faza poddawana jest filtracji poprzez dopasowanie otrzymanych wyników do wielomianowego trendu niskiego rzędu metodą najmniejszych kwadratów i usunięcie niepasujących niedoskonałości. W tym celu wykorzystywany jest algorytm zaimplementowany do oprogramowania GMT (Wessel i in. 2019). W obliczeniach dokonywana jest również korekcja opóźnień atmosferycznych poprzez zastosowanie poprawek GACOS (Yu i in. 2020). Otrzymany końcowy szereg czasowy, zawierający informacje o przemieszczeniach powierzchni, poddawany jest dodatkowej filtracji z wykorzystaniem filtru Gaussa, w kierunku czasowym i przestrzennym. Celem tego działania jest usunięcie lokalnych zakłóceń o charakterze systematycznym i losowym, które mimo filtracji fazy i korekcji opóźnień atmosferycznych nie zostały usunięte na etapie przetwarzania zobrażeń satelitarnych oraz wygładzenie danych w celu poprawy spójności przestrzenno-czasowej sygnału. Działania filtrujące oraz korekcja opóźnień atmosferycznych pozwalają na redukcję błędu systematycznego, według literatury, o około 50 %, z 8 mm/rok do 4 mm/rok, co znacząco poprawia jakość i wiarygodność wyników (Berardino i in. 2020; Yu i in. 2018).

Otrzymane rezultaty końcowe są walidowane i korygowane w oparciu o pomiary GNSS autorską metodą zależności liniowych (LD) opracowaną w Głównym Instytucie Górnictwa – Państwowym Instytucie Badawczym (Apanowicz 2023).

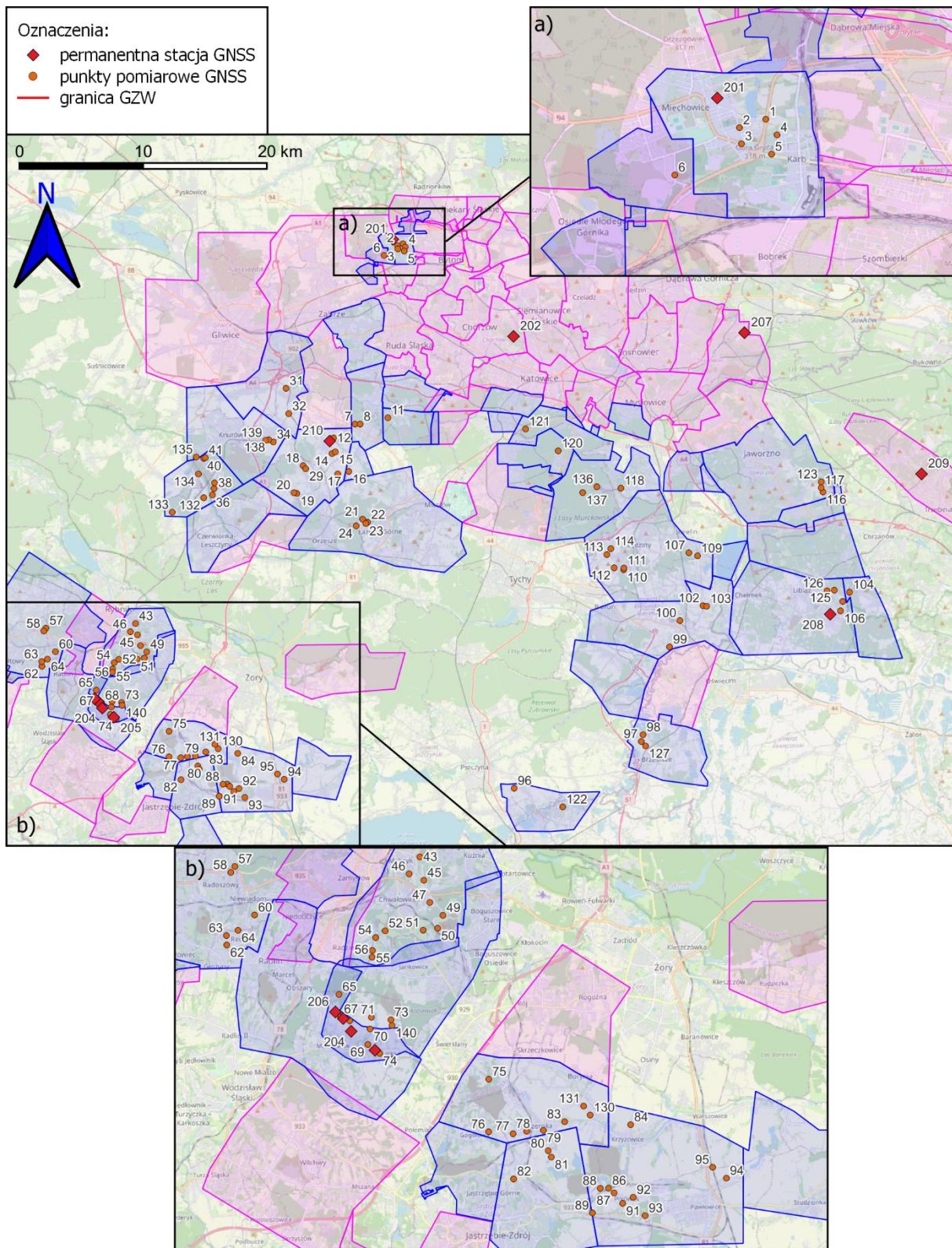
3.2. Sieć monitoringowa GZW - Globalny Nawigacyjny System Satelitarny (GNSS)

W GZW zlokalizowana jest sieć punktów GNSS GIG-PIB składająca się z 7 permanentnych stacji GNSS Leica GR50 o numerach 201 - 207 oraz ze 107 punktów pomiarowych. Stacje GNSS umieszczone są na obiektach infrastruktury budowlanej. Wykonują pomiary ciągłe, w czasie rzeczywistym w 1-sekundowym interwale czasowym, metodą statyczną. 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 za pomocą oprogramowania Leica Infinity. Dane przetwarzane są w 12-godzinnych interwałach czasowych (Czarnecki 2014).

Na punktach pomiarowych wykonywane są pomiary GNSS metodą RTN, z wykorzystaniem odbiornika GNSS Leica GS18T. Na każdym punkcie pomiar wykonywany jest 3-krotnie na minimum 5 epok. Następnie obliczane są średnie współrzędne dla każdego z nich. 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 górnictwem. 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.

Po koniec 2025 roku sieć została rozszerzona o kolejne 3 permanentne stacje GNSS, którym nadano numery 208 – 210. Stacje zlokalizowane są na obszarach górniczych KWK

Budryk w miejscowości Chudów w gminie Gierałtówce i ZG Janina w miejscowości Żarki w gminie Libiąż oraz na terenie pogórnym kopalni Siersza w Trzebini. Dane ze stacji będą dostępne od początku 2026 roku.



Rys. 3. Lokalizacja punktów sieci GNSS GIG-PIB w granicach GZW.

3.3. Ocena błędów pomiarowych

Niepewność przemieszczeń powierzchni terenu, wyznaczonych algorytmem SBAS, szacowana jest na podstawie analizy reszt regresji liniowej względem czasu. Dla każdego piksela szeregu czasowego dopasowywany jest model liniowy do wartości skumulowanych przemieszczeń, traktując tempo deformacji jako składową systematyczną, a odchylenia od modelu jako losowy składnik błędu. Następnie, dla każdego piksela obliczone są reszty regresji, czyli różnice między zidentyfikowanymi przemieszczeniami powierzchni, a wartościami przewidywanymi przez model. Na tej podstawie szacowany jest średni przestrzenny błąd pojedynczego pomiaru, który interpretowany jest jako niepewność pojedynczej obserwacji satelitarnej. Następnie wykonywana jest analiza całkowitej niepewności przemieszczeń terenu wyznaczonych algorytmem SBAS, uwzględniające zarówno średni przestrzenny błąd pojedynczego pomiaru oraz błąd systematyczny, który szacowany jest empirycznie na podstawie pięciu rejonów referencyjnych o wysokiej koherencji, zlokalizowanych poza terenami górniczymi i pogórnymi. Dla każdego z wyznaczonych rejonów o wymiarach 1×1 km obliczane jest średnie przemieszczenie powierzchni, które w założeniu powinno wynosić 0 mm. Jako ostateczna wartość błędu systematycznego przyjmowana jest wartość bezwzględna średniej arytmetycznej wyników uzyskanych dla wszystkich rejonów (Apanowicz i in. 2025). W przypadku średniego przestrzennego błędu pojedynczego pomiaru uwzględniana jest liczba obrazowań satelitarnych w analizowanym okresie. Natomiast błąd systematyczny traktowany jest jako składnik stały. Działania te pozwalają na wyznaczenie końcowej, skumulowanej niepewności przemieszczeń powierzchni terenu, wyznaczonych algorytmem SBAS.

Niepewność przemieszczeń powierzchni terenu, wyznaczonych algorytmem SBAS, a następnie skorygowanych metodą LD, 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 (1):

$$m_0 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i)^2} \quad (1)$$

gdzie:

m_0 – średni błąd kwadratowy (RMSE),

n – liczba punktów porównania,

d_i – różnica między przemieszczeniami SBAS+LD i GNSS RTN w punkcie i .

Dodatkowo w przypadku błędów pomiarowych odnoszących się do metody SBAS i metody SBAS+LD określany jest również błąd zasięgu wyznaczonych niecek obniżeniowych. Obliczany jest on 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 (podobnie jak dla danych uzyskanych algorytmem SBAS). 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.

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

Błędy pomiarowe:

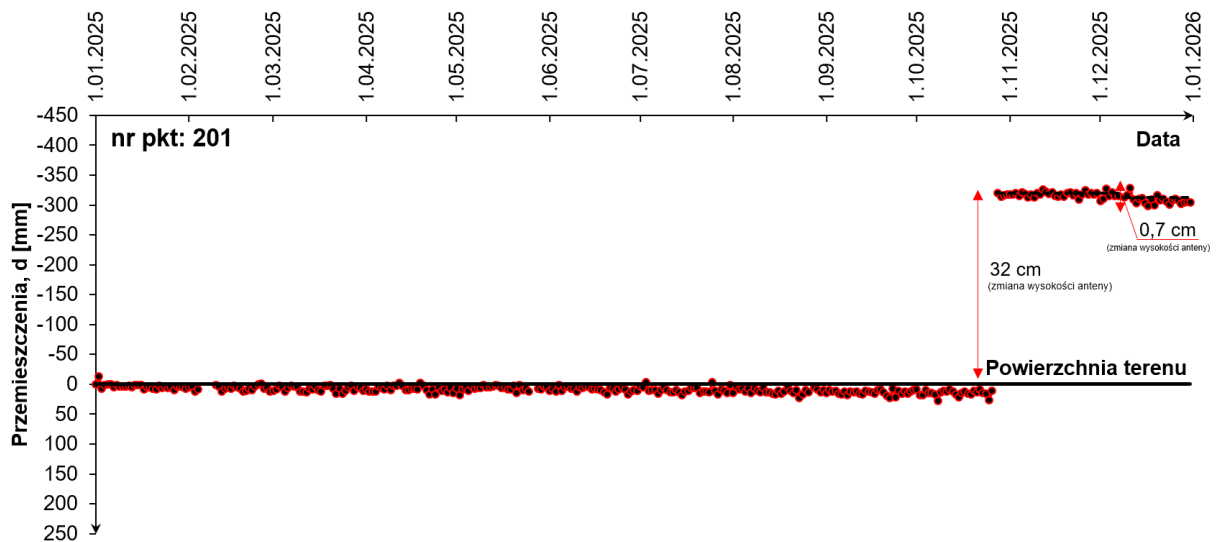
- metoda SBAS – $\pm 0,004$ m; metoda SBAS+LD – $\pm 0,140$ m;
- pomiary GNSS – pionowo: $\pm 0,012$ m, poziomo: $\pm 0,013$ m;
- zasięg niecek obniżeniowych – ± 180 m.

4. Interpretacja wyników monitoringu

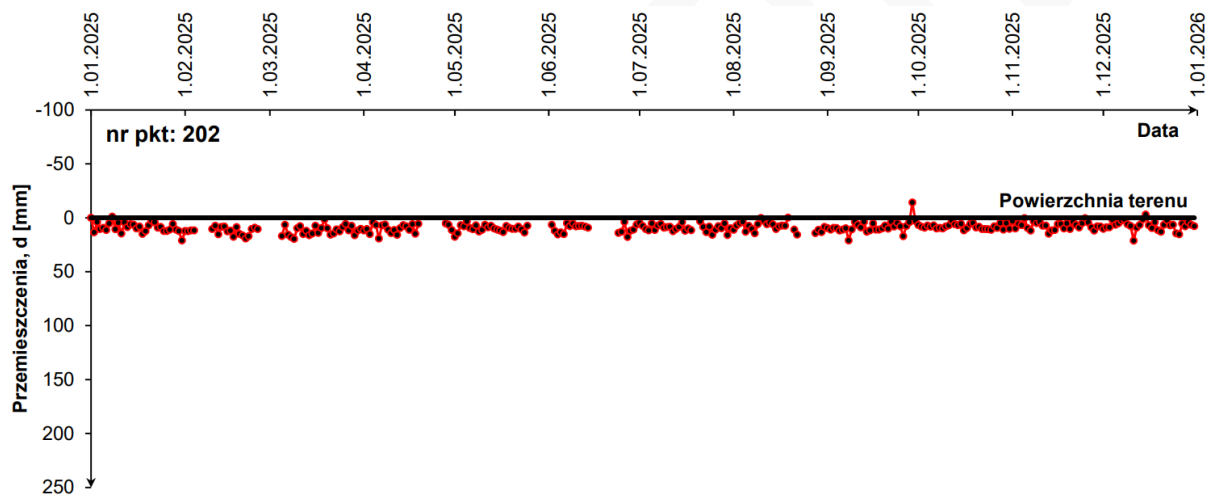
4.1. Pionowe przemieszczenia powierzchni

4.1.1. Przemieszczenia powierzchni na punktach sieci GNSS GIG-PIB

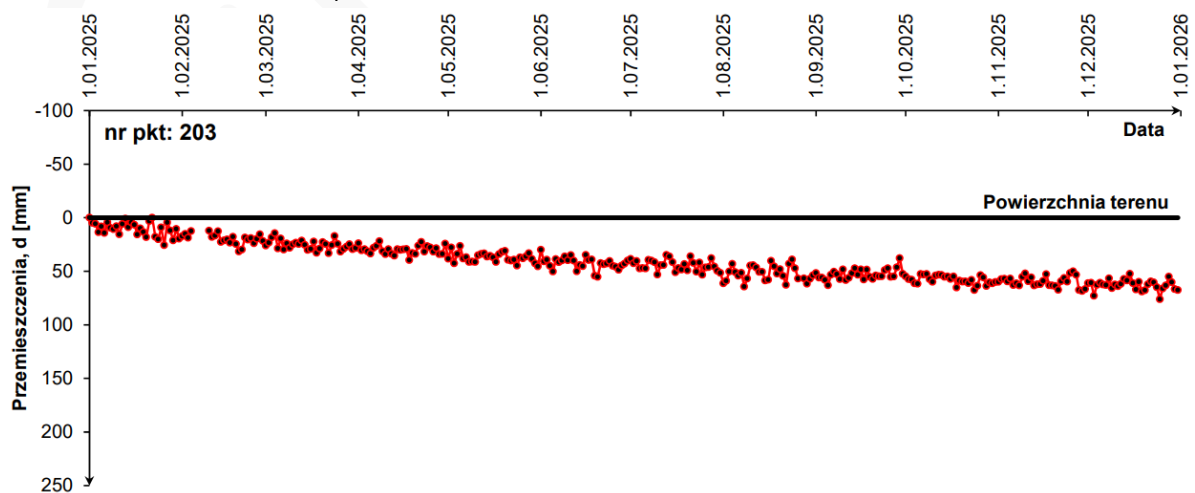
Przemieszczenia powierzchni zmierzone na punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB w okresie od 01.01.2025 do 31.12.2025 r. z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS przedstawiono na rysunkach 4 - 10.



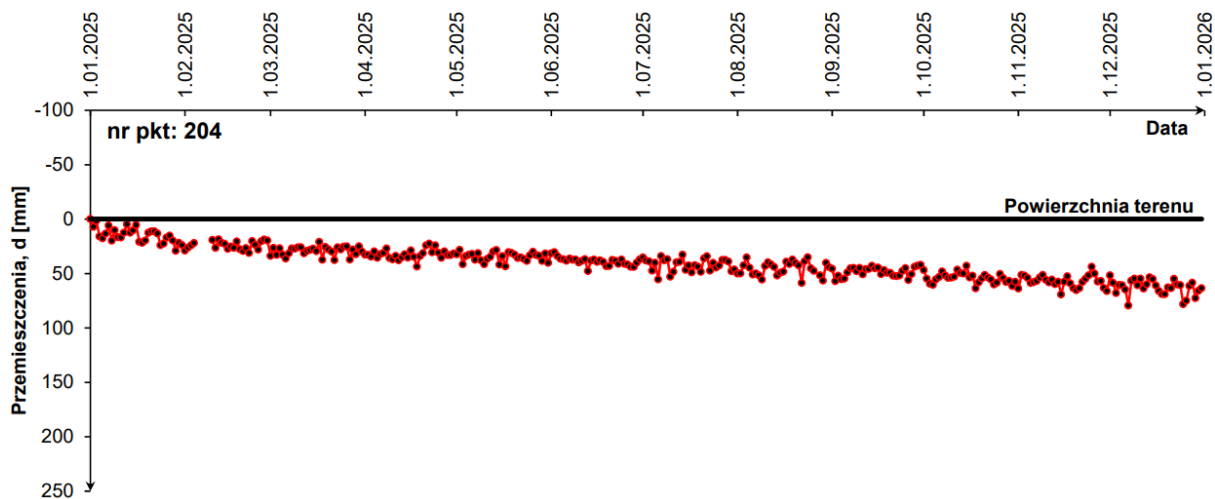
Rys. 4. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 201 w okresie 01.01.2025 – 31.12.2025 r.



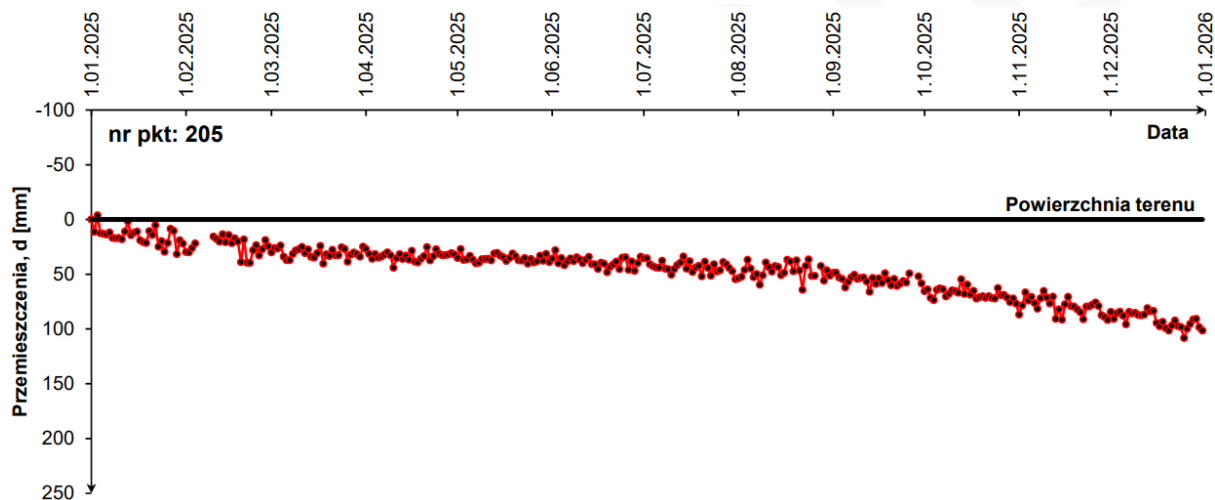
Rys. 5. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 202 w okresie 01.01.2025 – 31.12.2025 r.



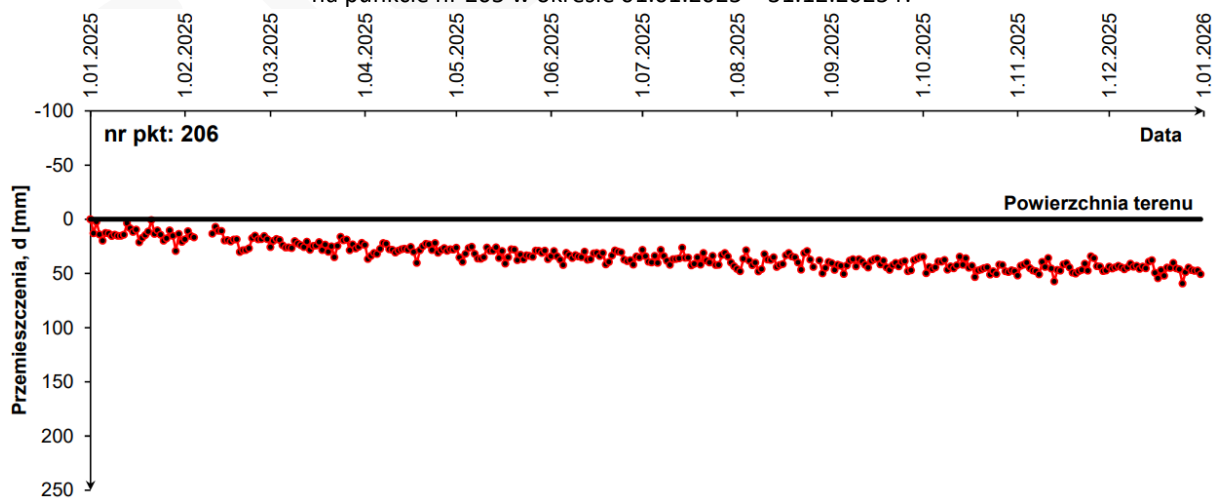
Rys. 6. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 203 w okresie 01.01.2025 – 31.12.2025 r.



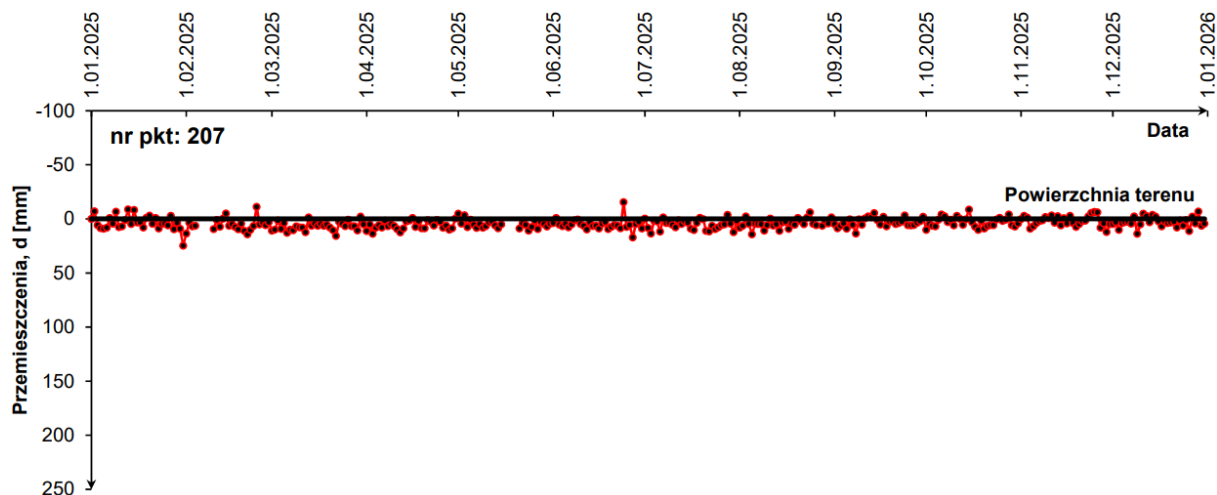
Rys. 7. Skumulowane pionowe przemieszczenia powierzchni w 1-dniowym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnej stacji GNSS, na punkcie nr 204 w okresie 01.01.2025 – 31.12.2025 r.



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 01.01.2025 – 31.12.2025 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 01.01.2025 – 31.12.2025 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 01.01.2025 – 31.12.2025 r.

Na punktach nr 201 – 207, w 2025 roku, zarejestrowano następujące przemieszczenia pionowe:

- punkt nr 201

Na wykresie (rys. na 4) obserwowane są skokowe zmiany wysokości anteny permanentnej stacji GNSS. Pierwsza zmiana, wynosząca 32,0 cm (względem 01.01.2025 r.) miała miejsce w 27.10.2025 roku i była związana z rektyfikacją obiektu budowlanego, na którym zlokalizowana jest permanentna stacja GNSS. Prace miały na celu niwelację wychylenia obiektu powstałego na skutek eksploatacji górniczej, a tym samym ruchów powierzchni terenu. Druga zmiana wysokości anteny, wynosząca 0,7 m (względem 28.10.2025 r.) miała miejsce 08.12.2025 roku i była wynikiem planowanych prac serwisowych wykonywanych na stacji. Opisane skokowe zmiany wysokości anteny mają charakter techniczny i nie są związane z procesami deformacyjnymi powierzchni terenu zachodzącymi na skutek podziemnej eksploatacji górniczej. Prace te nie miały wpływu na poprawności działania stacji, jakość wykonywanych pomiarów wysokościowych ani możliwości interpretacyjne uzyskanych wyników. Z punktu widzenia monitoringu deformacji górniczych, na punkcie nr 201, można zaobserwować nieduże obniżenia powierzchni terenu w okresie od stycznia do października. Zmierzone skumulowane obniżenie wyniosło w tym około 20 mm. W okresie od października do grudnia powierzchnia terenu obniżyła się o kolejne około 15 mm. Finalnie skumulowane obniżenie powierzchni terenu w punkcie nr 201 w 2025 roku wyniosło około 35 mm. Są to prawdopodobnie deformacje bezpośrednio zanikające, które są bezpośrednio związane z podziemną eksploatacją górniczą i ujawniające się na powierzchni terenu do około 5 lat po zakończeniu eksploatacji (Kowalski i in. 2000).

- Punkt nr 202

Zmierzone przemieszczenia powierzchni wykazały brak zwiększonej aktywności powierzchni terenu w zakresie ruchów pionowych. Zmierzone skumulowane przemieszczenia dochodziły do ± 12 mm (z pojedynczymi wyjątkami przekraczającymi

tą wartość) i w całym analizowanym okresie oscylowały wokół 0 mm. Można zatem stwierdzić, że wymienione wahania są pochodną ograniczeń dokładnościowych zastosowanej technologii pomiarowej, a nie fizycznym procesem deformacyjnym powierzchni terenu.

- punkt nr 203

Zmierzone przemieszczenia powierzchni wykazały skumulowane obniżenie powierzchni terenu wynoszące 67 mm. Powierzchnia obniżała się systematycznie w całym analizowanym okresie z prędkością około 6 mm/miesiąc.

- punkt nr 204

Zmierzone przemieszczenia powierzchni wykazały skumulowane obniżenie powierzchni terenu wynoszące 63 mm. Powierzchnia obniżała się systematycznie w całym analizowanym okresie z prędkością około 5 mm/miesiąc.

- punkt nr 205

Zmierzone przemieszczenia powierzchni wykazały skumulowane obniżenie powierzchni terenu wynoszące 102 mm. Na wykresie (rys. 8) można zaobserwować dwie fazy obniżeń. Pierwsza, miała miejsce od początku stycznia do około połowy sierpnia. W tym okresie, powierzchnia obniżała się ze średnią prędkością wynoszącą około 6 mm/miesiąc. Skumulowane obniżenie wyniosło 51 mm. W okresie od połowy sierpnia do końca grudnia nastąpiło przyspieszenie do około 11 mm/miesiąc i powierzchnia terenu obniżyła się o kolejne 51 mm.

- punkt nr 206

Zmierzone przemieszczenia powierzchni wykazały skumulowane obniżenie powierzchni terenu wynoszące 51 mm. Powierzchnia obniżała się systematycznie od początku stycznia do około połowy października, z prędkością wynoszącą około 5 mm/miesiąc. Później do końca grudnia nastąpiła stabilizacja powierzchni terenu, a zmierzone skumulowane przemieszczenia dochodziły do ± 12 mm (z pojedynczymi wyjątkami przekraczającymi tę wartość) i oscylowały wokół 0 mm. Można zatem stwierdzić, że w tym okresie wymienione wahania są pochodną ograniczeń dokładnościowych zastosowanej technologii pomiarowej, a nie fizycznym procesem deformacyjnym powierzchni terenu.

- punkt nr 207

Zmierzone przemieszczenia powierzchni wykazały brak zwiększonej aktywności powierzchni terenu w zakresie ruchów pionowych. Zmierzone skumulowane przemieszczenia dochodziły do ± 12 mm (z pojedynczymi wyjątkami przekraczającymi tę wartość) i w całym analizowanym okresie oscylowały wokół 0 mm. Można zatem stwierdzić, że wymienione wahania są pochodną ograniczeń dokładnościowych zastosowanej technologii pomiarowej, a nie fizycznym procesem deformacyjnym powierzchni terenu.

Na pozostałych punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB, o numerach 0 - 140, wykonano pięć kampanii pomiarowych w dniach 27-31.12.2024 roku, 26-28.03.2025 roku, 26-30.06.2025 roku, 25-30.09.2025 roku i 29-31.12.2025 roku. Zakres zmierzonych przemieszczeń mieścił się w przedziale od +43 mm (wypiętrzenie) do -1515 mm (obniżenie). 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 27-31.12.2024 – 29-31.12.2025 r.

Data pomiaru	27-31.12.2024	26-28.03.2025	26-30.06.2025	25-30.09.2025	29-31.12.2025	Przemieszczenia roczne, d [mm]
Nr	H [m]	H [m]	H [m]	H [m]	H [m]	
0	272,298	zniszczony**	-	-	-	-
1	274,714	274,611	274,474	274,361	274,251	-463
2	275,501	275,475	275,378	275,406	275,380	-121
3	277,988	277,967	277,907	277,891	277,838	-150
4	270,531	270,435	270,248	270,038	269,772	-758
5	279,228	279,198	279,150	279,085	278,965	-263
6	280,720	280,695	280,665	280,659	280,649	-71
7	234,230	234,222	234,212	234,204	234,177	-54
8	238,209	238,219	238,184	238,226	238,186	-22
11	245,744	245,733	245,712	245,706	245,694	-50
12	236,002	236,019	235,981	235,901	235,673	-328
14	252,396	252,246	252,203	252,171	252,167	-230
15	247,286	246,994	246,919	246,919	246,880	-406
16	278,236	278,196	zniszczony**	-	-	-
17	286,597	286,498	286,443	286,455	286,455	-142
18	247,297	247,313	247,319	247,283	247,298	1
19	273,159	273,147	273,115	273,094	273,114	-45
20	272,301	272,285	272,267	272,270	zniszczony**	-
21	309,146	309,125	308,774	308,359	308,336	-811
22	315,319	315,305	315,313	315,299	315,293	-26
23	320,601	320,576	320,610	320,591	320,576	-25
24	337,296	337,214	337,183	337,150	337,041	-255
29	252,557	bd*	252,566	252,561	252,566	8
31	213,113	212,988	212,947	212,925	212,842	-271
32	232,581	232,504	232,491	232,484	232,468	-114
34	230,825	230,758	230,713	230,721	230,611	-214
36	234,614	234,627	234,625	234,603	234,521	-93
37	231,790	231,797	231,737	231,586	231,450	-341
38	226,661	226,641	226,616	226,596	226,546	-115
40	233,961	233,925	233,800	233,750	233,646	-315
41	233,096	233,047	232,959	232,891	232,798	-298
43	243,190	243,107	243,061	243,033	243,029	-162
45	251,057	250,960	250,925	250,755	250,328	-729

Data pomiaru	27-31.12.2024	26-28.03.2025	26-30.06.2025	25-30.09.2025	29-31.12.2025	Przemieszczenia roczne, d [mm]
Nr	H [m]	H [m]	H [m]	H [m]	H [m]	
46	268,075	268,079	268,097	268,059	268,009	-66
47	271,766	271,715	271,748	271,746	271,760	-6
49	272,514	272,470	272,496	zniszczony**	-	-
50	282,913	282,885	282,904	282,899	282,880	-33
51	248,752	248,755	248,767	248,758	248,754	1
52	238,053	237,841	237,813	237,830	237,781	-272
54	244,973	244,962	244,983	244,940	244,922	-52
55	245,816	245,490	245,450	245,463	245,301	-515
56	245,480	245,360	245,351	245,349	244,805n***	-
57	267,367	267,293	267,297	267,322	267,288	-79
58	271,078	271,036	271,015	270,999	271,000	-79
60	288,155	288,176	288,154	288,145	288,131	-24
61	248,747	zniszczony**	-	-	-	-
62	279,339	279,320	279,284	279,339	279,320	-19
63	295,563	295,528n***	295,515	295,531	295,511	-
64	292,648	292,669	292,635	292,642	292,658	11
65	277,004	275,985n***	275,938	275,915	275,884	-
67	272,381	272,372	272,375	272,335	272,335	-46
68	bd*	264,624	264,620	264,564	264,542	-
69	271,135	271,079	zniszczony**	-	-	-
70	250,746	250,731	250,681	250,626	250,492	-254
71	251,870	251,842n***	251,681	251,348	250,793n***	-
73	266,789	266,779	zniszczony**	-	-	-
74	258,382	258,384	258,336	258,364	258,358	-24
75	256,038	255,984	255,952	255,960	255,968	-70
76	251,859	251,856	251,811	251,789	251,760n***	-
77	264,994	264,996	264,965	264,974	264,865	-129
78	265,826	265,861	265,845	265,807	265,870n***	-
79	266,017	266,038	266,016	265,976	265,755	-262
80	271,871	271,829	271,846	271,855	271,864	-7
81	267,851	267,853	267,866	267,869	267,895	43
82	279,035	278,879	278,831	278,806	278,783	-252
83	262,934	262,883	262,865	262,892	262,879	-55
84	256,011	255,651	255,571	255,086	254,495	-1515
85	263,859	zniszczony**	-	-	-	-
86	266,964	266,974	bd*	zniszczony**	-	-
87	270,663	270,689	270,675	270,671	270,654	-9
88	269,058	269,064	269,028	269,022	268,995	-63
89	256,825	256,803	256,649	256,214	255,751	-1074
90	275,403	zniszczony**	-	-	-	-
91	271,086	271,050	271,050	271,027	271,012	-75
92	273,716	273,760	273,763	273,745	273,738	22

Data pomiaru	27-31.12.2024	26-28.03.2025	26-30.06.2025	25-30.09.2025	29-31.12.2025	Przemieszczenia roczne, d [mm]
Nr	H [m]	H [m]	H [m]	H [m]	H [m]	
93	253,678	253,169	253,073	252,970	252,726	-952
94	256,868	256,711	256,331n***	256,277	256,159	-
95	268,646	268,635	268,612	268,620	268,494	-152
96	251,821	251,809	251,791	251,798	251,798	-23
97	237,696	237,700	237,660	237,649	237,609	-87
98	234,547	234,442	234,261	234,139	234,077	-471
99	231,337	231,272	231,292	231,254	231,264	-73
100	240,315	240,299	240,263	240,132	240,126	-189
102	241,430	241,149n***	241,056	241,030	240,977	-
103	240,396	239,736	239,480	239,429	239,408	-988
104	243,358	243,227	243,199	243,150	243,177	-182
105	246,631	246,554	246,435	246,123	245,647	-984
106	259,516	259,470	259,465	259,470	259,470	-46
107	246,039	246,049	246,034	246,034n***	246,029	-
109	245,298	245,306	245,337	245,303	244,712	-586
110	267,359	267,325	267,248	266,964	266,945	-414
111	269,426	269,371	269,327	269,120	269,070	-356
112	297,697	297,618	297,573	297,598	297,581	-116
113	249,894	249,899	249,866	249,886	249,835	-59
114	251,420	251,424	251,412	251,408	251,388	-32
115	bd*	zniszczony**	-	-	-	-
116	308,214	308,181	308,193	308,077	307,827	-387
117	299,776	299,718	299,712	299,662	299,576	-200
118	254,941	254,922	254,887	254,566	254,293	-649
119	254,063	zniszczony**	-	-	-	-
120	323,263	323,278	323,284	323,301n***	323,284	-
121	291,513	291,490	291,528	291,507	291,456	-58
122	236,532	236,512	236,506	236,489	236,493	-39
123	295,383	295,351	295,344	295,324	295,286	-97
125	273,963	273,886	273,875	273,808	273,762	-201
126	bd*	291,617	291,584	291,546n***	292,331n***	-
127	240,664	240,633	240,601	240,582	240,575	-89
130	262,116n***	262,112	262,087	262,117	262,113	-4
131	271,061n***	270,944	270,943	270,947	270,955	-106
132	240,103n***	240,104	240,083	240,098	240,078	-26
133	260,138n***	260,131	260,091	260,069	260,027	-112
134	229,879n***	229,862	229,869	229,848	229,794	-85
135	228,146n***	228,133	227,552n***	227,542	227,513	-
136	265,056n***	264,988	264,951	264,888	264,822	-234
137	262,066n***	262,093	262,096	262,135	262,090n***	-
138	236,652n***	236,643	236,616	236,615	236,423n***	-
139	239,098n***	239,103	239,071	239,103	239,043	-55

Data pomiaru	27-31.12.2024	26-28.03.2025	26-30.06.2025	25-30.09.2025	29-31.12.2025	Przemieszczenia roczne, d [mm]
Nr	H [m]	H [m]	H [m]	H [m]	H [m]	
140	-	279,517n***	279,477	279,405	279,280	-

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

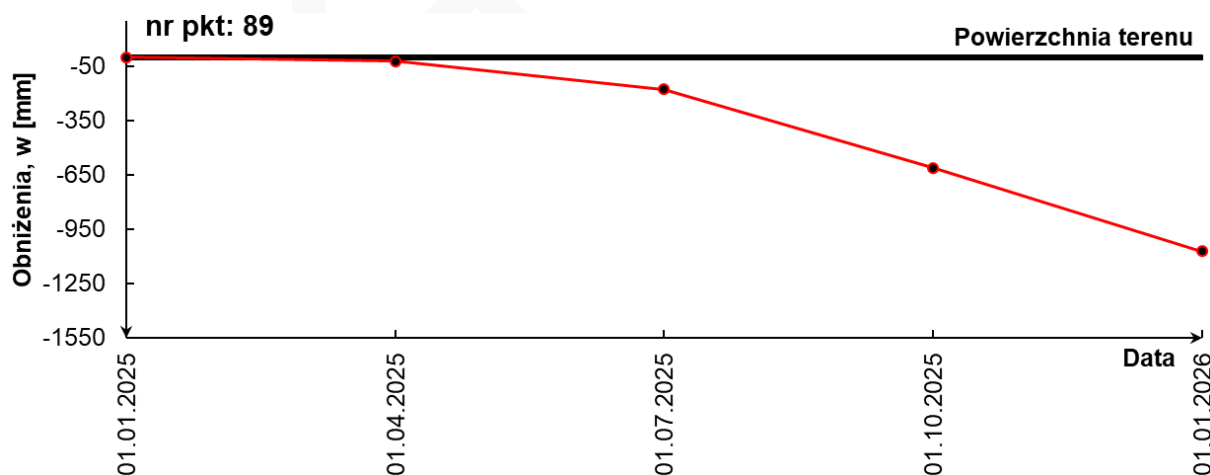
** – punkt zniszczony – niewznowiony

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

Największe obniżenia powierzchni, przekraczające 1000 mm, miały miejsce na punktach nr 84 i 89 zlokalizowanych, odpowiednio, w obszarze górniczym KWK Pniówek, odpowiednio, w gminie Pawłowice, przy ul. Śląskiej (rys. 11) oraz w gminie Pawłowice, przy ul. Dąbkowej (rys. 12).



Rys. 11. Pionowe obniżenia powierzchni terenu w funkcji czasu, zmierzone metodą RTN z wykorzystaniem ruchomego odbiornika GNSS, na punkcie nr 84 w okresie od 27-31.12.2024 do 29-31.12.2025 r.

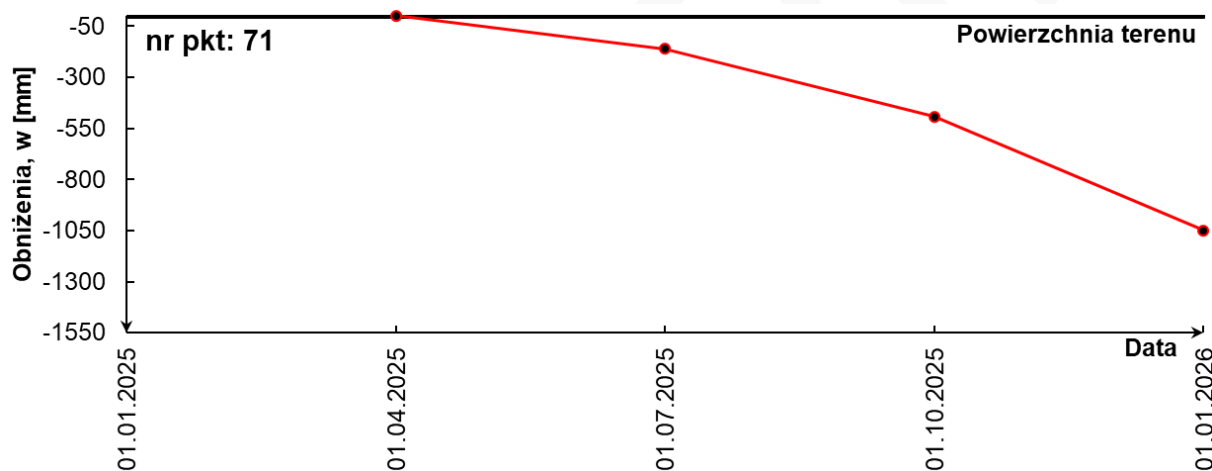


Rys. 12. Pionowe obniżenia powierzchni terenu w funkcji czasu, zmierzone metodą RTN z wykorzystaniem ruchomego odbiornika GNSS, na punkcie nr 89 w okresie od 27-31.12.2024 do 29-31.12.2025 r.

Jak wynika z przedstawionego wykresu (rys. 11), w miejscu lokalizacji punkt nr 84, w 2025 roku obserwowano wyraźnie zróżnicowany w czasie przebieg obniżeń powierzchni terenu.

W pierwszym kwartale 2025 roku odnotowano proces obniżeniowy, ze średnią prędkością wynoszącą około 120 mm/miesiąc, co doprowadziło do skumulowanego obniżenia na

poziomie około 360 mm. W okresie od kwietnia do lipca 2025 roku tempo obniżeń uległo spowolnieniu, wskazując na względną stabilizację powierzchni terenu. W drugiej połowie 2025 roku proces obniżeniowy ponownie uległ intensyfikacji, a tempo obniżeń ponownie wzrosło do około 80 mm/miesiąc. W efekcie, do końca 2025 roku skumulowana wartość obniżeń w punkcie nr 84 osiągnęła 1515 mm. Z kolei w miejscu lokalizacji punktu nr 89 powierzchnia skumulowana wartość obniżeń wyniosła 1074 mm. W początkowej fazie nie stwierdzono istotnych zmian ukształtowania powierzchni terenu. Do kwietnia 2025 roku obniżenia wynosiły 22 mm. W kolejnych miesiącach obserwowany jest stopniowy przyrost obniżeń, a od połowy 2025 roku nastąpił wyraźny wzrost prędkości obniżeń do około 150 mm/miesiąc (rys. 12). Istotne obniżenia powierzchni przekraczające 1000 mm zmierzono również na punkcie nr 71 zlokalizowanym w obszarze górniczym kopalni ROW Ruch Jankowice, w gminie Marklowice, przy ul. Długiej (rys. 13). Skumulowane obniżenie powierzchni w okresie od kwietnia 2025 roku do grudnia 2025 roku wyniosło 1049 mm. Powierzchnia obniżała się systematycznie, a tempo tego procesu wzrastało w kolejnych kwartałach (II kwartał – 54 mm/miesiąc; III kwartał – 111 mm/miesiąc; IV kwartał – 185 mm/kwartał).



Rys. 13. Pionowe obniżenia powierzchni terenu w funkcji czasu, zmierzone metodą RTN z wykorzystaniem ruchomego odbiornika GNSS, na punkcie nr 71 w okresie od 26-28.03.2025 do 29-31.12.2025 r.

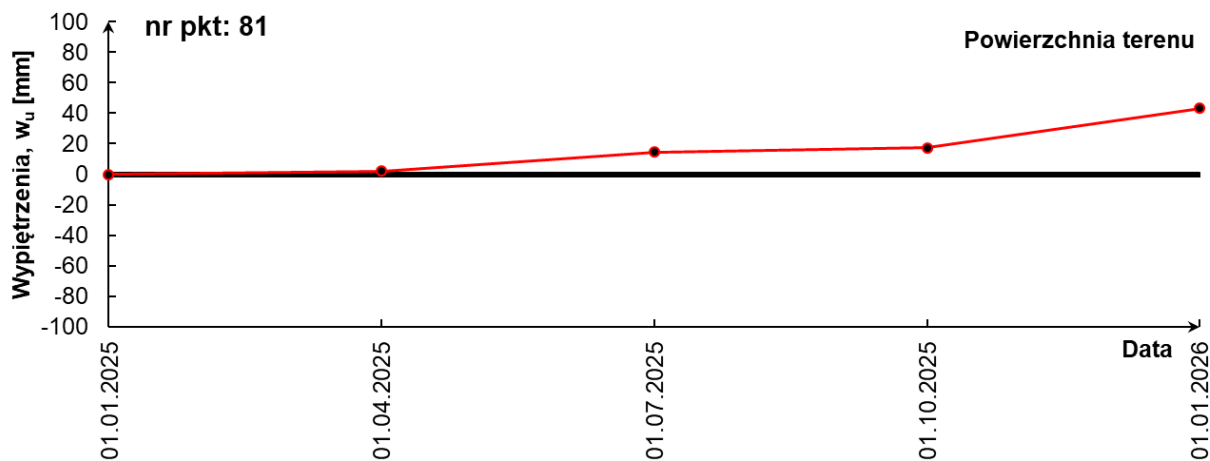
Znaczące obniżenia powierzchni, przekraczające 100 mm w ujęciu rocznym, wystąpiły również na punktach nr: 1, 2, 3, 4, 5, 12, 14, 15, 17, 21, 24, 31, 32, 34, 37, 38, 40, 41, 43, 45, 52, 55, 70, 77, 79, 82, 93, 95, 98, 100, 103, 104, 105, 109, 110, 111, 112, 116, 117, 118, 125, 131, 133 i 136. Punkty te są zlokalizowane w:

- OG KWK Bobrek-Piekary Ruch Bobrek, w Bytomiu, przy Alei Jana Nowaka Jeziorańskiego – DK88 (pkt nr 1), ul. Warszawskiej (pkt nr 2), ul. Frenzla (pkt nr 3), ul. Kołłątaja (pkt nr 4) i ul. Miechowickiej (pkt nr 5),
- OG KWK Budryk, w gminie Gierałtowiec, przy ul. Zabrskiej (pkt nr 12), ul. Nowej (pkt nr 14) i ul. Jesionowej (pkt nr 15) oraz w Mikołowie, przy ul. Chudowskiej (pkt nr 17),
- OG KWK Bolesław-Śmiały, w Łaziskach Górnych, przy ul. Torowej (pkt nr 21) oraz w Orzeszu, przy ul. Św. Wawrzyńca (pkt nr 24),
- OG KWK Sośnica, w gminie Gierałtowiec, przy ul. Gliwickiej (DK44) (pkt nr 31) i ul. Gierałtowskiej (pkt nr 32),

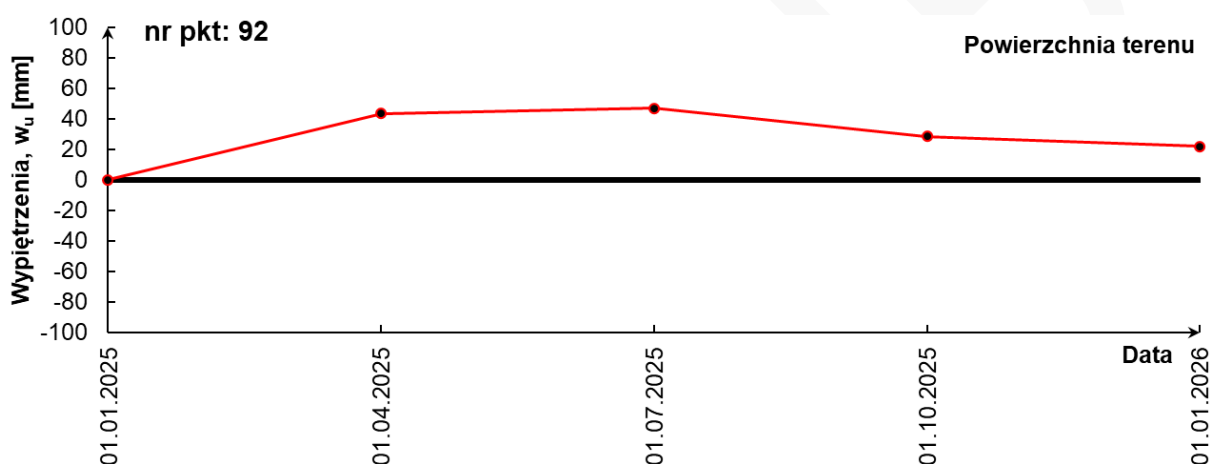
- OG KWK Knurów-Szczygłowice Ruch Knurów, w gminie Gierałtowie, na przedłużeniu ul. Prusa (pkt n 34),
- OG KWK Kurów-Szczygłowice Ruch Szczygłowice, w gminie Czerwionka-Leszczyny, przy ul. Granicznej (pkt nr 37) i ul. Nad Potokiem (pkt nr 133) oraz w Knurowie, przy ul. Starowiejskiej (pkt nr 38), ul. Kościelnej (pkt nr 40) i ul. Zwycięstwa (pkt nr 41),
- OG KWK ROW Ruch Chwałowice, w Rybniku, przy ul. Makuszyńskiego (pkt nr 43), ul. Świerklańskiej (pkt nr 45) i ul. Radziejowskiej (pkt nr 52) oraz w gminie Świerklany, przy ul. Dygasińskiego (pkt nr 55),
- OG KWK ROW Ruch Marce 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), ul. Gagarina (pkt nr 79) i ul. 3-Maja (pkt nr 131),
- OG KWK Borynia-Zofiówka, Ruch Zofiówka w Jastrzębiu-Zdroju, przy Drodze Głównej Południowej (DW933) (pkt nr 82),
- OG KWK Pniówek, w gminie Pawłowice, przy ul. Wodzisławskiej (pkt nr 93) i przy ul. Szybowej (pkt nr 95),
- OG KWK Brzeszcze, w gminie Brzeszcze, przy ul. Młyńskiej (pkt nr 98),
- OG KWK Piast-Ziemowit Ruch Piast, w Bieruniu, przy ul. Soleckiej (pkt nr 100) oraz w gminie Chełm Śląski, przy ul. Karłowicza (pkt nr 103),
- OG ZG Janina, w gminie Babice przy ul. Żurawiec (pkt nr 104) oraz w gminie Libiąż, przy ul. Astronautów (pkt nr 105) i ul. Żeromskiego (pkt nr 125),
- OG KWK Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit, w gminie Chełm Śląski, przy ul. Wiosennej (pkt nr 109) oraz w Łędzinach przy ul. Pokoju (pkt nr 110), ul. Miłosza (pkt nr 111) i ul. Zabytkowej (pkt nr 112),
- OG ZG Sobieski, w Jaworznie, przy ul. Cezarówka Górna (pkt nr 116) i przy ul. Herbowej (pkt nr 117),
- OG KWK KWK Mysłowice-Wesoła Ruch Wesoła, w Mysłowicach, przy ul. Plebiscytowej (pkt nr 118) oraz w Katowicach przy ul. Beskidzkiej (pkt nr 136).

Na pozostałych punktach pomiarowych zidentyfikowano obniżenia powierzchni nie przekraczające 100 mm lub mieszczące się w granicach niepewności pionowego pomiaru GNSS (patrz rozdział 3.3).

Wyjątkiem są 2 punkty pomiarowe nr 81 i 92, na których w ujęciu rocznymi, zmierzono wypiętrzenia powierzchni wynoszące, odpowiednio, 43 i 22 mm (rys. 14 i 15). Punkty te zlokalizowane są w obszarze górniczym KWK Borynia-Zofiówka Ruch Zofiówka, w Jastrzębiu-Zdroju, przy ul. Norwida (pkt nr 81) oraz w obszarze górniczym KWK Pniówek, w gminie Pawłowice, przy ul. Kruczej.



Rys. 14. Pionowe wypiętrzenia powierzchni terenu w funkcji czasu, zmierzone metodą RTN z wykorzystaniem ruchomego odbiornika GNSS, na punkcie nr 81 w okresie od 26-28.03.2025 do 29-31.12.2025 r.



Rys. 15. Pionowe wypiętrzenia powierzchni terenu w funkcji czasu, zmierzone metodą RTN z wykorzystaniem ruchomego odbiornika GNSS, na punkcie nr 92 w okresie od 26-28.03.2025 do 29-31.12.2025 r.

Jak wynika z przedstawionych wykresów (rys. 14 i 15) wyraźny trend wypiętrzeń obserwowany jest w miejscu lokalizacji punktu nr 81. W krótkich interwałach czasowych (kwartalnych) ruchy powierzchni terenu w pierwszych trzech kwartałach 2025 roku nie przekraczały oszacowanego poziomu niepewności pionowego pomiaru GNSS (patrz rozdział 3.3). Mimo to na koniec trzeciego kwartału skumulowane wypiętrzenie wyniosło 17 mm. Wyraźne przepięszczenie obserwowane jest w ostatnim kwartale roku. Pomiary wskazują, że powierzchnia w tym okresie wypiętrzyła się o 26 mm, dochodząc do 43 mm. W przypadku miejsca lokalizacji punktu nr 92 największe wypiętrzenie miało miejsce w I kwartale 2025 roku i wyniosło 43 mm. Następnie, w II kwartale, można zaobserwować stabilizację powierzchni oraz powolny powrót do stanu pierwotnego (III i IV kwartał). Taki rozkład procesu deformacyjnego w czasie może sugerować występowanie pewnych fluktuacji powierzchni terenu w dłuższym okresie lub ograniczeń dokładnościowych zastosowanej technologii pomiarowej. Ustalenie odpowiedniego wniosku wymaga kolejnych obserwacji.

4.1.2. Wielkoobszarowe przemieszczenia powierzchni wyznaczone metodą SBAS/SBAS+LD

Obszary górnicze

W 2025 roku zidentyfikowano 29 niecek obniżeniowych, w których obniżenia powierzchni terenu przekroczyły 100 mm. Wymiary niecek kształtowały się w zakresie od 600 do 3600 m w kierunku północ-południe (N-S) i od 1100 do 3800 m w kierunku wschód-zachód (E-W), gdzie jako granice niecki przyjęto zidentyfikowane obniżenia wynoszące 100 mm. Powierzchniowo największa niecka powstała w obszarach górniczym KWK Borynia-Zofiówka Ruch Borynia i Ruch Zofiówka oraz KWK Pniówek. Jej wymiary wyniosły 3300 m (N-S) i 3800 m (E-W). Największe zidentyfikowane obniżenie wyniosło 1,06 m i miało miejsce w obszarze górniczym KWK Piast-Ziemowit Ruch Piast, w rejonie gminie Chełm Śląski, w rejonie ul. Górnośląskiej i Chełmskiej. Zidentyfikowane, wieloobszarowe pionowe przemieszczenia powierzchni przekraczające 100 mm, występujące w obszarach górniczych, wyznaczone z przetwarzania obrazów 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 obrazów satelitarnych metodą SBAS, nie było możliwe określenie wielkości przemieszczeń powierzchni w miejscu występowania 10 niecek obniżeniowych.

Tabela 2. Informacje dotyczące zidentyfikowanych niecek obniżeniowych w 2025 roku, 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	Bytom, rejon autostrady A1, na północ od Alei Jana Nowaka-Jeziorańskiego	EKO-PLUS	700/1200	0,15	InSAR-SBAS
2	Bytom, rejon Alei Jana Nowaka-Jeziorańskiego, ul. Frenzla i ul. Miechowickiej	Bobrek-Piekary Ruch Bobrek	1400 / 1800	bd**	InSAR-SBAS
3	Gierałtowiec, rejon ul. Gliwickiej (DK44)	Sośnica	1500 / 1700	0,32	InSAR-SBAS+LD
4	Gierałtowiec, rejon ul. Gierałtowieckiej (DW921)	Sośnica	1300/1400	0,17	InSAR-SBAS
5	Ruda Śląska, na południe od autostrady A4 i na północ od ul. Podlaskiej	Ruda Ruch Bielszowice	900/1200	bd	InSAR-SBAS
6	Ruda Śląska, na północ od ul. Kaczmarka, rejon ul. Ligockiej i Pułaskiego	Ruda Ruch Halemba	1100/1300	bd	InSAR-SBAS

7	Gierałtowiec, rejon ul. Zaburskiej, Darwina, Szkolnej i Mikołowa rejon ul. Chudowskiej	Budryk	3600/2300	0,51	InSAR-SBAS+LD
8	Gierałtowiec, na wschód od autostrady A1, rejon ul. Ks. Roboty (DW921)	Knurów-Szczygłowiec Ruch Knurów	1600/1800	bd	InSAR-SBAS
9	Knurów, na zachód od autostrady A1	Knurów-Szczygłowiec Ruch Knurów i Ruch Szczygłowiec	2400 / 2100	bd	InSAR-SBAS
10	Knurów, rejon ul. Zwycięstwa, Michalskiego, Stawowej i Pilchowice na południe od ul. Knurowskiej (DW921)	Knurów-Szczygłowiec Ruch Knurów i Ruch Szczygłowiec	1700 / 2000	0,44	InSAR-SBAS+LD
11	Knurów, rejon ul. Zwycięstwa i Czerwionka-Leszczyny rejon ul. Gliwickiej i Granicznej	Knurów-Szczygłowiec Ruch Szczygłowiec	1400 / 1900	0,36	InSAR-SBAS+LD
12	Czerwionka-Leszczyny, w rejonie oraz na wschód od ul. Ks. Pojdy	Knurów-Szczygłowiec Ruch Szczygłowiec	1500 / 2200	0,33	InSAR-SBAS+LD
13	Rybnik, rejon ul. Świerklańskiej i Kowalczyka	ROW Ruch Chwałowice	1700 / 1800	bd	InSAR-SBAS
14	Rybnik, rejon ul. Trzech Krzyży, Popielowskiej, Składowej i Świerklany rejon ul. Wowry i Rybnickiej	ROW Ruch Chwałowice	2000 / 1700	0,59	InSAR-SBAS+LD
15	Markłowice, na północ od ul. Wyzwolenia, rejon ul. Długiej, Rzemieśniczej, Jankowskiej i Świerklany rejon ul. Ks. Walentego	ROW Ruch Jankowice i Ruch Marcel	3500 / 2600	0,30	InSAR-SBAS+LD
16	Świerklany, na wschód od ul. Gogołowskiej, na południe od ul. Powstańców i Jastrzębie Zdrój na zachód od ul. Węglowej	Borynia-Zofiówka Ruch Borynia	900/1300	0,17	InSAR-SBAS+LD
17	Jastrzębie Zdrój, rejon ul. Powstańców Śląskich, Gagarina i Mszana rejon ul. Jastrzębskiej i Wiejskiej	Borynia-Zofiówka Ruch Borynia i Ruch Zofiówka	2600 / 3800	0,72	InSAR-SBAS+LD
18	Jastrzębie Zdrój, rejon ul. 3 Maja i Bema	Borynia-Zofiówka Ruch Borynia	600/1100	0,14	InSAR-SBAS

19	Jastrzębie Zdrój, rejon ul. Nowej, na północny-wschód od Drogi Głównej Południowej (DW933) i Pawłowice rejon ul. Zwycięstwa, Ligonja, Orlej i Śląskiej	Borynia-Zofiówka Ruch Borynia, Ruch Zofiówka i Pniówek	3300/3800	bd	InSAR-SBAS
20	Jastrzębie Zdrój i Pawłowice, rejon ul. Pszczyńskiej (DW933)	Borynia-Zofiówka Ruch Zofiówka i Pniówek	2000 / 1500	bd	InSAR-SBAS
21	Jastrzębie Zdrój, rejon ul. Pszczyńskiej (DW933) i Pawłowice, rejon ul. Kruczej i Orlej	Pniówek	1000 / 1400	bd	InSAR-SBAS
22	Pawłowice, rejon ul. Wyzwolenia i Zjednoczenia (DK81)	Pniówek	1800 / 2300	0,33	InSAR-SBAS+LD
23	Brzeszcze, rejon ul. Młyńskiej i Nazieleńce	Brzeszcze	1500/2000	0,52	InSAR-SBAS+LD
24	Bieruń, rejon ul. Soleckiej	Piast-Ziemowit Ruch Piast	1200/1300	0,25	InSAR-SBAS+LD
25	Chełm Śląski, rejon ul. Chełmskiej (DW934) i Górośląskiej (DW780)	Piast-Ziemowit Ruch Piast	2500/2000	1,06	InSAR-SBAS+LD
26	Libiąż, rejon ul. Jaworowej	ZG Janina	2100 / 2800	bd	InSAR-SBAS
27	Jaworzno i Chrzanów, rejon ul. Kasztanowej, Jesiennej, Herbowej i Cezarówka Górna	ZG Sobieski	1500 / 1700	0,25	InSAR-SBAS+LD
28	Lędziny, rejon ul. Lędzińskiej, Jagiellońskiej i Pokoju	Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit	1500/2100	0,52	InSAR-SBAS+LD
29	Mysłowice, rejon ul. Piastów Śląskich i Plebiscytowej oraz Katowice, rejon ul. Beskidzkiej	Mysłowice-Wesoła Ruch Wesoła	2200 / 1800	0,79	InSAR-SBAS+LD

* - wymiary zaokrąglone do pełnych setek

** - brak danych

Ponadto zidentyfikowano również 3 rejony pionowych obniżek powierzchni, nie przekraczających 100 mm. Rejony te zlokalizowane są w:

- OG KWK Bobrek-Piekary Ruch Bobrek w Bytomiu, rejon ul. Elektrownia – $W_{\max} = 0,08$ m (metoda identyfikacji: InSAR-SBAS),
- OG ZG SILTECH, w Zabrze, rejon ul. Ziemskiej – $W_{\max} = 0,04$ m (metoda identyfikacji: InSAR-SBAS),

- OG KWK ROW Ruch Rydułtowy, w Rybnik, w rejonie ul. Staromiejskiej, Frontowej i Niewiadomskiej oraz w Rydułtowach, w rejonie ul. Raciborskiej (DW935) – $W_{\max} = 0,06$ m (metoda identyfikacji: InSAR-SBAS).

Z uwagi na podwyższoną dekorelację sygnału niemożliwe było wyznaczenie wiarygodnych wielkopowierzchniowych obniżień powierzchni terenu w następujących lokalizacjach:

- OG KWK Bolesław-Śmiały, w gminie Łaziska Górne, w okolicach ul. Torowej (nr pkt GNSS: 21) oraz w Orzeszu, w okolicach ul. Św. Wawrzyńca (nr pkt GNSS: 24),
- OG KWK Piast Ziemowit Ruch Piast, w gminie Chełm Śląski, w okolicach ul. Wiosennej (nr pkt GNSS: 109),
- OG KWK Mysłowice-Wesoła Ruch Wesoła, w Katowicach, w okolicach ul. Beskidzkiej (nr pkt GNSS: 136).

Jednak pomiary GNSS wykonywane metodą RTN (tab. 1) wykazały występowanie obniżień powierzchni terenu na wymienionych punktach sieci GNSS GIG-PIB. Obniżenia te mieściły się w zakresie od 0,23 do 0,81 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 SBAS, przedstawiono na załączniku mapowym nr 2 do niniejszego raportu. Zakres zidentyfikowanych przemieszczeń powierzchni, w ujęciu rocznym, wyniósł od -130 mm (obniżenia) do +54 mm (wypiętrzenia).

Istotne obniżenia powierzchni zidentyfikowano w 3 rejonach:

- TP KWK Centrum oraz TP KWK Powstańców Śląskich, w Bytomiu, na zachód od ul. Celnej i na południe od autostrady A1 – $W_{\max} = 0,13$ m,
- TP KWK Pstrowski, w Zabrze, na zachód od ul. Drzymały i na północ od Alei Jana Nowaka Jeziorańskiego (DK88) – $W_{\max} = 0,06$ m,
- TP KWK Makoszowy, w Gierałtowicach, rejon ul. Gliwickiej (DK44), ul. Polnej i ul. Brzeg – $W_{\max} = 0,10$ m.

Wymienione obniżenia mają charakter obrzeży niecek obniżeniowych i zlokalizowane są przy samych granicach terenów pogórnich z sąsiednimi obszarami górniczymi aktywnych kopalń. Wskazuje to na fakt, że źródłem ich pochodzenia jest podziemna eksploatacja górnica prowadzona przez sąsiadujące zakłady, odpowiednio ZG EKO-PLUS, ZG SILTECH oraz KWK Sośnica. 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.

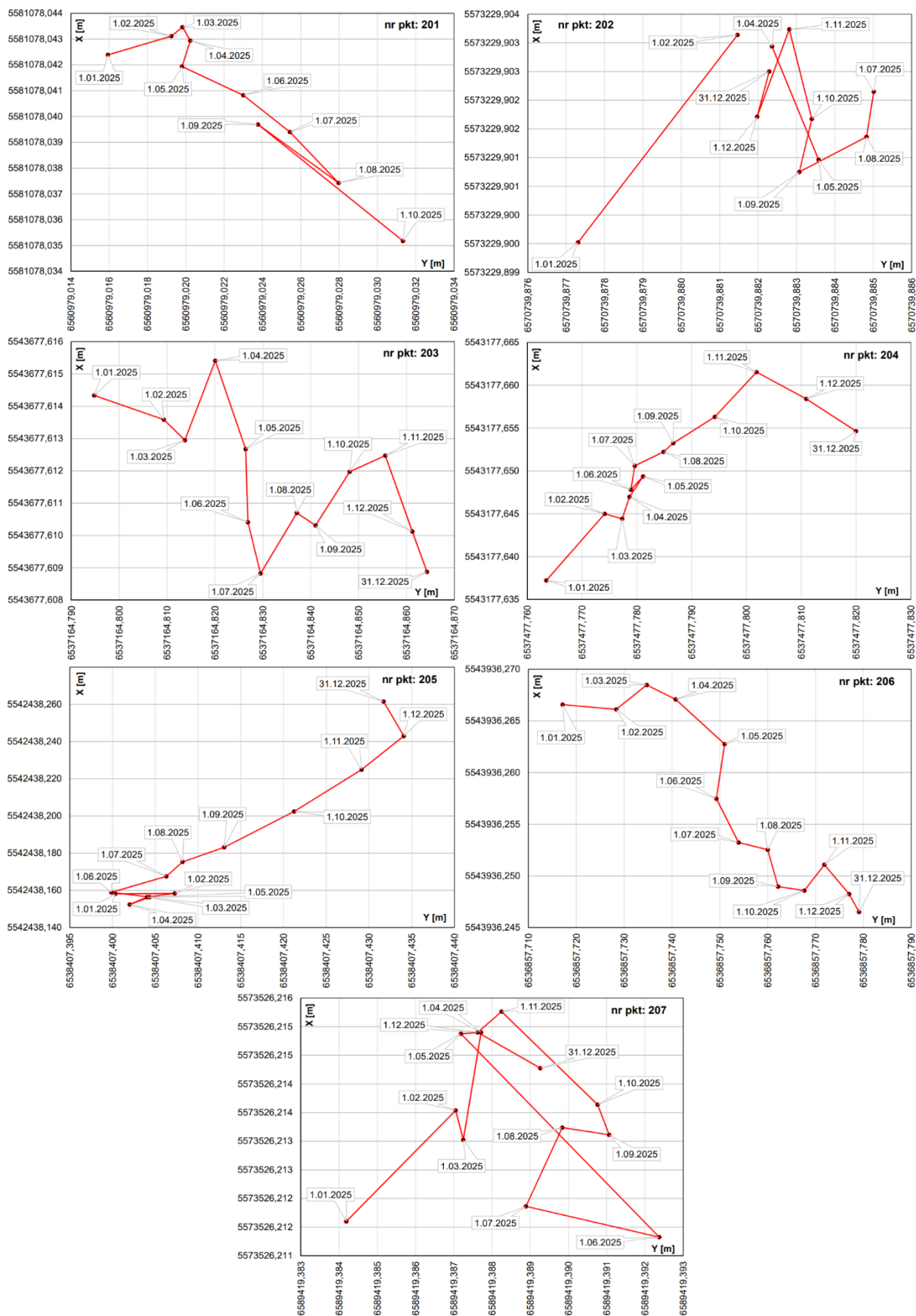
W pozostałych rejonach terenów pogórnich GZW również zidentyfikowano przemieszczenia powierzchni (zarówno wypiętrzenia, jak i obniżenia) przekraczające oszacowaną niepewność pomiarową (patrz rozdział 3.3). Ich charakterystyka, rozkład powierzchniowy oraz miejsce występowania (głównie obszary zalesione lub pola uprawne),

wskazują jednak na podwyższoną dekorelację sygnału, a w rezultacie, na obniżenie dokładności pomiarowej w tych miejscach, a nie rzeczywiste ruchy powierzchni terenu będące pochodzenia górniczego.

4.2. Poziome przemieszczenia powierzchni

4.2.1. Przemieszczenia powierzchni na punktach sieci GNSS GIG-PIB

Przemieszczenia powierzchni zmierzone na punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB w okresie od 01.01.2025 do 31.12.2025 r. z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS, na punktach nr 201 – 207, przedstawiono na rysunku 16.



Rys. 16. Skumulowane poziome przemieszczenia powierzchni w miesięcznym interwale czasowym, zmierzone metodą statyczną z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS, na punktach 201-207, w okresie 01.01.2025 – 31.12.2025 r.

Na punktach nr 201 – 207, w 2025 roku, zarejestrowano następujące przemieszczenia poziome:

- punkt nr 201

W dniach 27.10.2025 roku oraz 08.12.2025 roku miała miejsce zmiana położenia poziomego anteny permanentnej stacji GNSS zlokalizowanej na punkcie nr 201. Pierwsza zmiana położenia wyniosła 41,6 cm (względem 01.01.2025 roku). Związana była z rektyfikacją obiektu budowlanego, na którym zlokalizowana jest permanentna stacja GNSS. Prace miało na celu niwelację wychylenia obiektu powstałego na skutek eksploatacji górniczej, a tym samym ruchów powierzchni terenu. Druga zmiana położenia poziomego wyniosła 5,6 cm (względem 28.10.2025 roku to jest pierwszego dnia po rektyfikacji obiektu). Opisane poziome zmiany położenia anteny mają charakter techniczny i nie są związane z procesami deformacyjnymi powierzchni terenu zachodzącymi na skutek podziemnej eksploatacji górniczej. Prace te nie miały wpływu na poprawności działania stacji, jakość wykonywanych pomiarów sytuacyjnych ani możliwości interpretacyjne uzyskanych wyników.

Przemieszczenie poziome powierzchni terenu, wypadkowe w okresie od stycznia do października wyniosło 17 mm w kierunku azymutu równego 115° , to jest z północnego zachodu na południowy wschód. Przemieszczenia obserwowane, w krótkich interwałach czasowych (miesięcznych) nie przekraczały poziomu niepewności poziomego pomiaru GNSS (patrz rozdział 3.3) i mają charakter losowy.

- punkt 202

Zmierzone poziome przemieszczenia powierzchni wykazały brak zwiększonej aktywności powierzchni terenu w zakresie ruchów poziomych. Zmierzone skumulowane przemieszczenia wyniosły 6 mm i nie przekroczyły oszacowanego poziomu niepewności poziomego pomiaru GNSS (patrz rozdział 3.3). Można zatem uznać, że w rejonie lokalizacji punktu pomiarowego nr 202 nie wystąpiły przemieszczenia poziome w 2025 roku.

- punkt 203

Zmierzone poziome przemieszczenia powierzchni wykazały ruch terenu w kierunku południowo-wschodnim. W ujęciu rocznym wypadkowa wartość przemieszczeń wyniosła 70 mm w kierunku azymutu równego 94° . Analiza miesięcznych interwałów czasowych wykazała wystąpienie istotnego przemieszczenia o wartości 15 mm w okresie od stycznia do lutego. W pozostałych miesiącach obserwowane przemieszczenia nie przekraczały poziomu niepewności poziomego pomiaru GNSS (rozdział 3.3) i należy je uznać za losowe.

- punkt 204

Zmierzone poziome przemieszczenia powierzchni wykazały ruch terenu w kierunku północno-wschodnim. W ujęciu rocznym wypadkowa wartość przemieszczeń wyniosła 59 mm w kierunku azymutu równego 73° . Przemieszczenia obserwowane, w krótkich

interwałach czasowych (miesięcznych) nie przekraczały poziomu niepewności poziomego pomiaru GNSS (patrz rozdział 3.3) i mają charakter losowy.

- punkt 205

Zmierzone poziome przemieszczenia powierzchni wykazały ruch terenu w kierunku północno-wschodnim. W ujęciu rocznym wypadkowa wartość przemieszczeń wyniosła 108 mm w kierunku azymutu równego 17°. Analiza miesięcznych interwałów czasowych wykazała wystąpienie istotnych przemieszczeń, mieszczących się w zakresie 19 – 24 mm, w okresie od października do grudnia. W pozostałych miesiącach obserwowane przemieszczenia nie przekraczały poziomu niepewności poziomego pomiaru GNSS (rozdział 3.3) i należy je uznać za losowe.

- punkt 206

Zmierzone poziome przemieszczenia powierzchni wykazały ruch terenu w kierunku południowo-wschodnim. W ujęciu rocznym wypadkowa wartość przemieszczeń wyniosła 65 mm w kierunku azymutu równego 108°. Przemieszczenia obserwowane, w krótkich interwałach czasowych (miesięcznych) nie przekraczały poziomu niepewności poziomego pomiaru GNSS (patrz rozdział 3.3) i mają charakter losowy.

- punkt nr 207

Zmierzone poziome przemieszczenia powierzchni wykazały brak zwiększonej aktywności powierzchni terenu w zakresie ruchów poziomych. Zmierzone skumulowane przemieszczenia wyniosły 6 mm i nie przekroczyły oszacowanego poziomu niepewności poziomego pomiaru GNSS (patrz rozdział 3.3). Można zatem uznać, że w rejonie lokalizacji punktu pomiarowego nr 207 nie wystąpiły przemieszczenia poziome w 2025 roku.

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 ujęciu rocznym oraz ich azymut, zarejestrowane na poszczególnych punktach sieci GNSS GIG-PIB, z wykorzystaniem permanentnych stacji GNSS, w 2025 roku.

Nr pkt	Przemieszczenie poziome, u [mm]	Azymut przemieszczenia [°]
201	17	115
202	6	59
203	70	94
204	59	73
205	108	17
206	65	108
207	6	62

Na pozostałych punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB, o numerach 0 - 140, wykonano pięć kampanii pomiarowych w dniach 27-31.12.2024 roku, 26-28.03.2025 roku, 26-30.06.2025 roku, 25-30.09.2025 roku i 29-31.12.2025 roku. Zakres zmierzonych

przemieszczeń mieścił się w przedziale od 4 do 355. Szczegółowe przemieszczenia zmierzone na każdym punkcie pomiarowym zamieszczono w tabeli 4.

GIG-PIB

Tabela 4. Poziome przemieszczenia powierzchni, wraz z azymutem, zmierzone na punktach pomiarowych sieci GNSS GIG-PIB metodą RTN, w okresie 27-31.12.2024 – 29-31.12.2025 r.

Data pomiaru	27-31.12.2024		26-28.03.2025		26-30.06.2025		25-30.09.2025		29-31.12.2025		Przemieszczenia poziome roczne, u [mm]	Azymut przemieszczenia [°]
	Nr	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]		
0	5580839,378	6561331,781	zniszczony**		zniszczony**		zniszczony**		zniszczony**		-	-
1	5580721,823	6561797,256	5580721,828	6561797,314	5580721,749	6561797,346	5580721,699	6561797,353	5580721,642	6561797,371	214	148
2	5580578,883	6561353,203	5580578,843	6561353,211	5580578,847	6561353,240	5580578,855	6561353,249	5580578,891	6561353,297	95	85
3	5580308,322	6561386,213	5580308,350	6561386,236	5580308,361	6561386,257	5580308,359	6561386,264	5580308,352	6561386,298	90	71
4	5580456,368	6561985,911	5580456,439	6561985,910	5580456,514	6561985,926	5580456,543	6561985,936	5580456,538	6561985,94	172	9
5	5580132,649	6561893,562	5580132,693	6561893,575	5580132,728	6561893,574	5580132,750	6561893,579	5580132,752	6561893,607	112	24
6	5579781,106	6560264,204	5579781,139	6560264,198	5579781,139	6560264,211	5579781,147	6560264,200	5579781,153	6560264,177	54	330
7	5566144,720	6557922,757	5566144,741	6557922,761	5566144,740	6557922,772	5566144,735	6557922,774	5566144,762	6557922,758	42	2
8	5566135,961	6558330,631	5566135,969	6558330,636	5566135,979	6558330,650	5566135,972	6558330,653	5566135,979	6558330,634	19	10
11	5566651,385	6560572,392	5566651,385	6560572,385	5566651,387	6560572,397	5566651,382	6560572,406	5566651,375	6560572,415	25	114
12	5565022,274	6556178,932	5565022,288	6556178,940	5565022,282	6556178,957	5565022,305	6556179,002	5565022,367	6556179,083	177	59
14	5563759,001	6556061,981	5563759,029	6556062,054	5563759,022	6556062,084	5563759,048	6556062,080	5563759,069	6556062,077	118	55
15	5563892,921	6556325,523	5563892,904	6556325,525	5563892,924	6556325,526	5563892,943	6556325,522	5563892,991	6556325,511	71	350
16	5562310,243	6557416,899	5562310,255	6557416,909	zniszczony**		zniszczony**		zniszczony**		-	-
17	5562110,204	6556526,214	5562110,200	6556526,187	5562110,217	6556526,186	5562110,231	6556526,187	5562110,216	6556526,169	47	285
18	5562776,028	6553718,022	5562776,015	6553718,014	5562776,017	6553718,009	5562776,021	6553718,008	5562776,01	6553718,028	18	160
19	5560533,059	6553205,659	5560533,031	6553205,681	5560533,041	6553205,680	5560533,059	6553205,640	5560533,063	6553205,652	8	297
20	5560599,663	6552982,023	5560599,642	6552982,040	5560599,640	6552982,038	5560599,627	6552982,060	zniszczony**		-	-
21	5558454,349	6558530,482	5558454,372	6558530,469	5558454,389	6558530,412	5558454,517	6558530,229	5558454,551	6558530,189	355	305
22	5558199,274	6558936,771	5558199,262	6558936,807	5558199,259	6558936,792	5558199,277	6558936,770	5558199,283	6558936,757	16	304
23	5558103,745	6558793,670	5558103,736	6558793,667	5558103,744	6558793,643	5558103,758	6558793,644	5558103,767	6558793,655	26	326
24	5557911,491	6558020,063	5557911,535	6558020,025	5557911,609	6558019,978	5557911,641	6558019,965	5557911,594	6558019,972	138	319
29	5562530,962	6553930,721	bd*	bd*	bd*	bd*	5562530,972	6553930,734	5562531,001	6553930,734	41	18
31	5569031,175	6552335,579	5569031,139	6552335,572	5569031,117	6552335,574	5569031,106	6552335,580	5569031,104	6552335,606	77	159
32	5566983,422	6552557,636	5566983,409	6552557,701	5566983,433	6552557,711	5566983,434	6552557,731	5566983,438	6552557,737	102	81
34	5564697,520	6551307,333	5564697,469	6551307,314	5564697,422	6551307,303	5564697,401	6551307,283	5564697,41	6551307,289	119	202
36	5560414,278	6546381,159	5560414,292	6546381,160	5560414,290	6546381,165	5560414,322	6546381,188	5560414,331	6546381,189	60	29
37	5560924,959	6546510,427	5560924,973	6546510,427	5560925,000	6546510,445	5560925,022	6546510,475	5560924,967	6546510,506	79	85
38	5561387,217	6546556,714	5561387,238	6546556,713	5561387,201	6546556,718	5561387,172	6546556,738	5561387,142	6546556,738	78	162
40	5563367,135	6545681,623	5563367,130	6545681,594	5563367,127	6545681,585	5563367,131	6545681,609	5563367,151	6545681,628	16	15
41	5563421,278	6545809,179	5563421,225	6545809,176	5563421,232	6545809,126	5563421,241	6545809,129	5563421,276	6545809,144	35	267
43	5550014,659	6540167,429	5550014,597	6540167,445	5550014,536	6540167,493	5550014,480	6540167,535	5550014,468	6540167,553	228	147
45	5549096,767	6540327,366	5549096,804	6540327,330	5549096,843	6540327,302	5549096,818	6540327,181	5549096,622	6540327,164	248	234
46	5549352,284	6539750,495	5549352,273	6539750,486	5549352,292	6539750,490	5549352,226	6539750,541	5549352,183	6539750,586	136	138
47	5548229,902	6540562,793	5548229,896	6540562,794	5548229,911	6540562,801	5548229,910	6540562,801	5548229,907	6540562,797	6	36
49	5547724,443	6541073,329	5547724,464	6541073,382	5547724,462	6541073,379	zniszczony**		zniszczony**		-	-
50	5547219,230	6540865,759	5547219,226	6540865,760	5547219,231	6540865,745	5547219,228	6540865,741	5547219,23	6540865,744	15	268
51	5547140,848	6540298,315	5547140,850	6540298,320	5547140,842	6540298,319	5547140,843	6540298,320	5547140,851	6540298,323	8	71
52	5547117,928	6538809,473	5547117,971	6538809,485	5547117,995	6538809,494	5547118,003	6538809,473	5547117,985	6538809,475	57	2
54	5546852,626	6538437,338	5546852,691	6538437,384	5546852,694	6538437,387	5546852,701	6538437,409	5546852,692	6538437,411	98	48
55	5546345,606	6538309,714	5546345,682	6538309,867	5546345,706	6538309,907	5546345,691	6538309,904	5546345,59	6538309,954	241	94

Data pomiaru	27-31.12.2024		26-28.03.2025		26-30.06.2025		25-30.09.2025		29-31.12.2025		Przemieszczenia poziome roczne, u [mm]	Azymut przemieszczenia [°]
	Nr	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]		
56	5546084,246	6538295,406	5546084,326	6538295,435	5546084,349	6538295,438	5546084,340	6538295,432	5546084,911n***	6538297,347n***	-	-
57	5549642,094	6532913,870	5549642,088	6532913,843	5549642,087	6532913,833	5549642,059	6532913,842	5549642,101	6532913,824	47	279
58	5549403,920	6532753,989	5549403,919	6532753,964	5549403,900	6532753,951	5549403,920	6532753,967	5549403,903	6532753,959	35	241
60	5547737,958	6533690,914	5547737,970	6533690,919	5547737,952	6533690,911	5547737,952	6533690,923	5547737,955	6533690,913	4	202
61	5548180,821	6533950,528	zniszczony**		zniszczony**		zniszczony**		zniszczony**		-	-
62	5546562,289	6532596,830	5546562,277	6532596,842	5546562,265	6532596,834	5546562,265	6532596,838	bd*	bd*	-	-
63	5546931,453	6532585,255	5546931,605n***	6532585,184n***	5546931,615	6532585,190	5546931,602	6532585,182	5546931,614	6532585,192	-	-
64	5547137,186	6533040,256	5547137,185	6533040,246	5547137,181	6533040,239	5547137,177	6533040,236	5547137,183	6533040,249	8	248
65	5544624,476	6536995,191	5544630,860n***	6537010,507n***	5544630,858	6537010,528	5544630,826	6537010,559	5544630,83	6537010,538	-	-
67	5543753,119	6537059,306	5543753,044	6537059,276	5543753,043	6537059,291	5543753,033	6537059,304	5543753,046	6537059,289	75	193
68	bd*	bd*	5543593,343	6537421,547	5543593,356	6537421,557	5543593,360	6537421,582	5543593,351	6537421,601	-	-
69	5542660,246	6538132,621	5542660,290	6538132,599	zniszczony**		zniszczony**		zniszczony**		-	-
70	5543271,041	6538218,368	5543271,110	6538218,394	5543271,132	6538218,370	5543271,176	6538218,382	5543271,167	6538218,452	152	34
71	5543726,856	6538271,922	5543726,962n***	6538271,425n***	5543727,012	6538271,368	5543727,097	6538271,286	5543726,957n***	6538271,919n***	-	-
73	5543627,211	6539036,584	bd*	bd*	zniszczony**		zniszczony**		zniszczony**		-	-
74	5542309,108	6538595,566	5542309,076	6538595,570	5542309,082	6538595,555	5542309,109	6538595,562	5542309,183	6538595,56	75	355
75	bd*	bd*	5541301,339	6542872,402	5541301,317	6542872,381	5541301,306	6542872,374	5541301,314	6542872,404	-	-
76	5539239,943	6542867,751	5539239,930	6542867,740	5539239,896	6542867,753	5539239,873	6542867,736	5539240,167n***	6542869,605n***	-	-
77	5539162,585	6543826,387	5539162,588	6543826,409	5539162,575	6543826,419	5539162,548	6543826,421	5539162,506	6543826,496	135	126
78	5539258,389	6544359,025	5539258,377	6544359,023	5539258,404	6544359,034	5539258,344	6544359,031	5539259,118n***	6544367,961n***	-	-
79	5539297,932	6545013,112	5539297,925	6545013,097	5539297,928	6545013,096	5539297,885	6545013,097	5539297,797	6545013,168	146	157
80	5538497,018	6545204,161	bd*	bd*	5538496,911	6545204,078	5538496,935	6545204,071	5538496,946	6545204,096	97	222
81	bd*	bd*	5538248,242	6545322,406	5538248,248	6545322,399	5538248,255	6545322,395	5538248,279	6545322,413	-	-
82	5537390,645	6543845,272	5537390,673	6543845,327	5537390,684	6543845,333	5537390,708	6543845,348	5537390,699	6543845,369	111	61
83	5539634,575	6545846,573	5539634,585	6545846,564	5539634,555	6545846,548	5539634,545	6545846,548	5539634,557	6545846,546	32	236
84	5539518,674	6548433,599	5539518,798	6548433,649	5539518,813	6548433,679	5539518,784	6548433,515	5539518,715	6548433,695	105	67
85	5537632,149	6548554,121	zniszczony**		zniszczony**		zniszczony**		zniszczony**		-	-
86	5537029,676	6547572,655	5537029,647	6547572,678	bd*	bd*	zniszczony**		zniszczony**		-	-
87	5536847,472	6547786,465	bd*	bd*	5536847,543	6547786,479	5536847,548	6547786,488	5536847,569	6547786,52	111	30
88	5537020,038	6547242,650	5537020,045	6547242,657	5537020,084	6547242,640	5537020,122	6547242,646	5537020,172	6547242,666	135	7
89	5536058,027	6546939,134	bd*	bd*	5536057,859	6546939,165	5536057,772	6546939,162	5536058,034	6546939,134	6	0
90	5535213,803	6546679,322	zniszczony**		zniszczony**		zniszczony**		zniszczony**		-	-
91	5536432,211	6548122,161	5536432,190	6548122,162	5536432,216	6548122,157	5536432,210	6548122,178	5536432,15	6548122,169	62	173
92	5536671,797	6548533,923	5536671,744	6548533,937	5536671,735	6548533,948	5536671,720	6548533,958	5536671,752	6548533,973	67	132
93	5535952,854	6549004,870	5535952,756	6549004,864	5535952,758	6549004,864	5535952,822	6549004,924	5535953,015	6549004,942	177	24
94	5537421,324	6552189,352	5537421,402	6552189,404	5537419,525n***	6552182,677n***	5537419,532	6552182,691	5537419,594	6552182,715	-	-
95	5537846,891	6551653,369	bd*	bd*	5537846,977	6551653,500	5537846,973	6551653,506	5537847,062	6551653,619	303	56
96	5536695,900	6570789,516	5536695,901	6570789,514	5536695,897	6570789,512	5536695,877	6570789,505	5536695,887	6570789,499	21	232
97	5540476,864	6581073,005	5540476,889	6581073,006	5540476,873	6581073,009	5540476,882	6581073,002	5540476,883	6581072,98	32	306
98	5541024,968	6581213,851	5541025,042	6581213,849	5541025,039	6581213,871	5541024,981	6581213,936	5541024,963	6581213,975	124	92
99	5548123,706	6583357,879	5548123,719	6583357,947	5548123,756	6583357,924	5548123,682	6583357,878	5548123,691	6583357,856	27	237
100	5550258,241	6584200,288	5550258,289	6584200,302	5550258,310	6584200,325	5550258,345	6584200,310	5550258,361	6584200,307	122	9

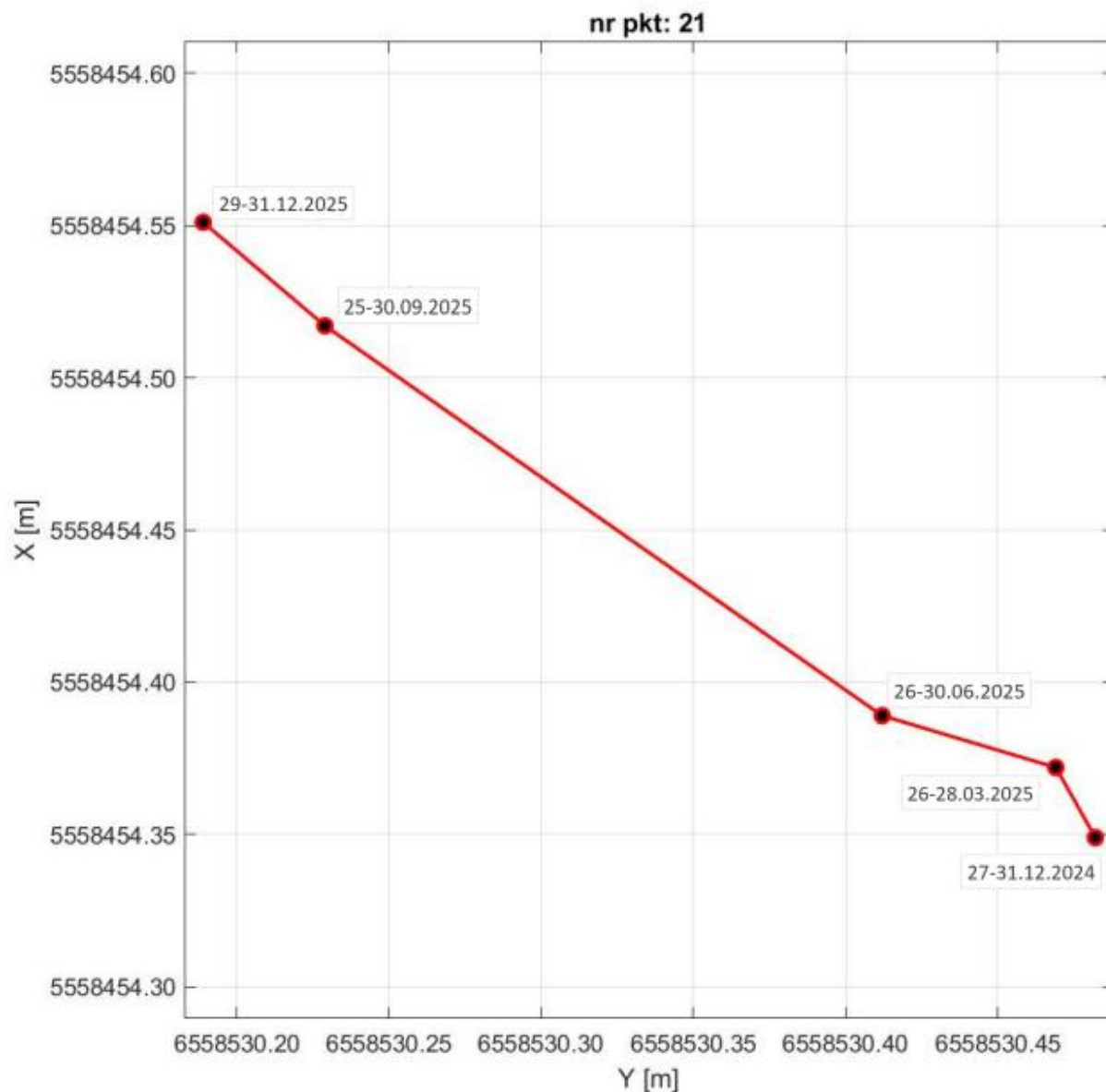
Data pomiaru	27-31.12.2024		26-28.03.2025		26-30.06.2025		25-30.09.2025		29-31.12.2025		Przemieszczenia poziome roczne, u [mm]	Azymut przemieszczenia [°]
	Nr	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]		
102	5551458,326	6586068,254	5551458,247n***	6586068,514n***	5551458,162	6586068,603	5551458,153	6586068,615	5551458,146	6586068,589	-	-
103	5551409,936	6586361,091	5551409,956	6586361,162	5551409,887	6586361,173	5551409,896	6586361,194	5551409,887	6586361,186	106	117
104	5552549,755	6597916,491	5552549,664	6597916,463	5552549,581	6597916,420	5552549,570	6597916,419	5552549,559	6597916,413	211	202
105	5551798,918	6597364,670	5551798,944	6597364,679	5551798,953	6597364,724	5551799,009	6597364,746	5551798,945	6597364,702	42	49
106	5551035,360	6597183,420	5551035,367	6597183,428	5551035,374	6597183,418	5551035,381	6597183,405	5551035,395	6597183,405	39	336
107	5555739,075	6584920,753	bd*	bd*	5555738,909	6584920,504	5555738,901n***	6584920,511n***	5555738,897	6584920,518	-	-
109	5555487,334	6585623,321	5555487,323	6585623,335	5555487,339	6585623,348	5555487,335	6585623,331	5555487,129	6585623,26	214	197
110	5554361,956	6579646,631	bd*	bd*	5554362,045	6579646,559	5554362,068	6579646,582	5554362,042	6579646,585	97	332
111	5554503,052	6579667,895	5554503,042	6579667,856	5554503,025	6579667,855	5554503,002	6579667,858	5554503,01	6579667,86	55	220
112	5554519,288	6578878,907	5554519,269	6578878,957	5554519,284	6578878,966	5554519,269	6578878,995	5554519,26	6578878,965	64	116
113	5555589,467	6578287,324	5555589,448	6578287,308	5555589,434	6578287,313	5555589,442	6578287,296	5555589,413	6578287,285	66	216
114	5556068,006	6578610,864	5556068,034	6578610,887	5556068,023	6578610,879	5556068,016	6578610,899	5556068,021	6578610,89	31	61
115	bd*	bd*	zniszczony**		zniszczony**		zniszczony**		zniszczony**		-	-
116	5560651,342	6595763,658	5560651,339	6595763,648	5560651,333	6595763,655	5560651,343	6595763,652	5560651,368	6595763,703	53	60
117	5560993,446	6595620,711	5560993,459	6595620,711	5560993,454	6595620,716	5560993,438	6595620,728	5560993,441	6595620,751	41	98
118	5560960,954	6579423,194	bd*	bd*	5560960,888	6579423,176	5560960,980	6579423,197	5560960,952	6579423,161	33	266
119	5561719,322	6584463,049	zniszczony**		zniszczony**		zniszczony**		zniszczony**		-	-
120	5563977,269	6574352,115	5563977,262	6574352,106	5563977,233	6574352,096	5563979,375n***	6574355,693n***	5563979,397	6574355,698	-	-
121	5565739,806	6571714,058	5565739,776	6571714,097	5565739,794	6571714,073	5565739,790	6571714,102	5565739,77	6571714,116	68	122
122	5535186,916	6574715,934	5535186,919	6574715,926	5535186,904	6574715,930	5535186,901	6574715,918	5535186,895	6574715,911	31	228
123	5561474,819	6595624,897	5561474,809	6595624,887	5561474,807	6595624,899	5561474,805	6595624,895	5561474,792	6595624,933	45	126
125	5552709,347	6596685,828	5552709,312	6596685,803	5552709,298	6596685,785	5552709,322	6596685,784	5552709,328	6596685,754	76	256
126	bd*	bd*	5552663,663	6596099,254	5552663,653	6596099,270	5552663,701n***	6596099,161n***	5552651,192n***	6596101,713n***	-	-
127	5540113,179	6581420,049	5540113,184	6581420,062	5540113,178	6581420,064	5540113,182	6581420,042	5540113,188	6581420,052	10	14
130	5539894,447n***	6546849,762n***	5539894,452	6546849,752	5539894,474	6546849,752	5539894,483	6546849,757	5539894,506	6546849,771	60	9
131	5540247,953n***	6546589,413n***	5540247,886	6546589,377	5540247,888	6546589,363	5540247,895	6546589,372	5540247,911	6546589,362	65	230
132	5560184,604n***	6545683,511n***	5560184,587	6545683,503	5560184,579	6545683,499	5560184,581	6545683,500	5560184,593	6545683,494	20	238
133	5559013,993n***	6543137,559n***	5559014,004	6543137,591	5559014,004	6543137,631	5559014,016	6543137,677	5559013,943	6543137,691	141	111
134	5562106,572n***	6545253,762n***	5562106,600	6545253,747	5562106,594	6545253,742	5562106,646	6545253,754	5562106,597	6545253,763	24	2
135	5563476,811n***	6545082,796n***	5563476,793	6545082,819	5563466,386n***	6545073,833n***	5563466,385	6545073,841	5563466,398	6545073,863	-	-
136	5561078,957n***	6577471,210n***	5561078,958	6577471,280	5561078,938	6577471,299	5561078,950	6577471,309	5561078,918	6577471,292	90	116
137	5560601,037n***	6576335,698n***	5560601,059	6576335,726	5560601,038	6576335,712	5560601,030	6576335,706	5560601,043n***	6576335,727n***	-	-
138	5564874,024n***	6550939,955n***	5564873,994	6550939,956	5564873,952	6550939,959	5564873,918	6550939,959	5564869,522n***	6550931,983n***	-	-
139	5564831,768n***	6550693,313n***	5564831,745	6550693,321	5564831,717	6550693,331	5564831,682	6550693,349	5564831,682	6550693,357	97	153
140	-	-	5543406,498n***	6539080,705n***	5543406,489	6539080,684	5543406,439	6539080,651	5543406,472	6539080,644	-	-

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

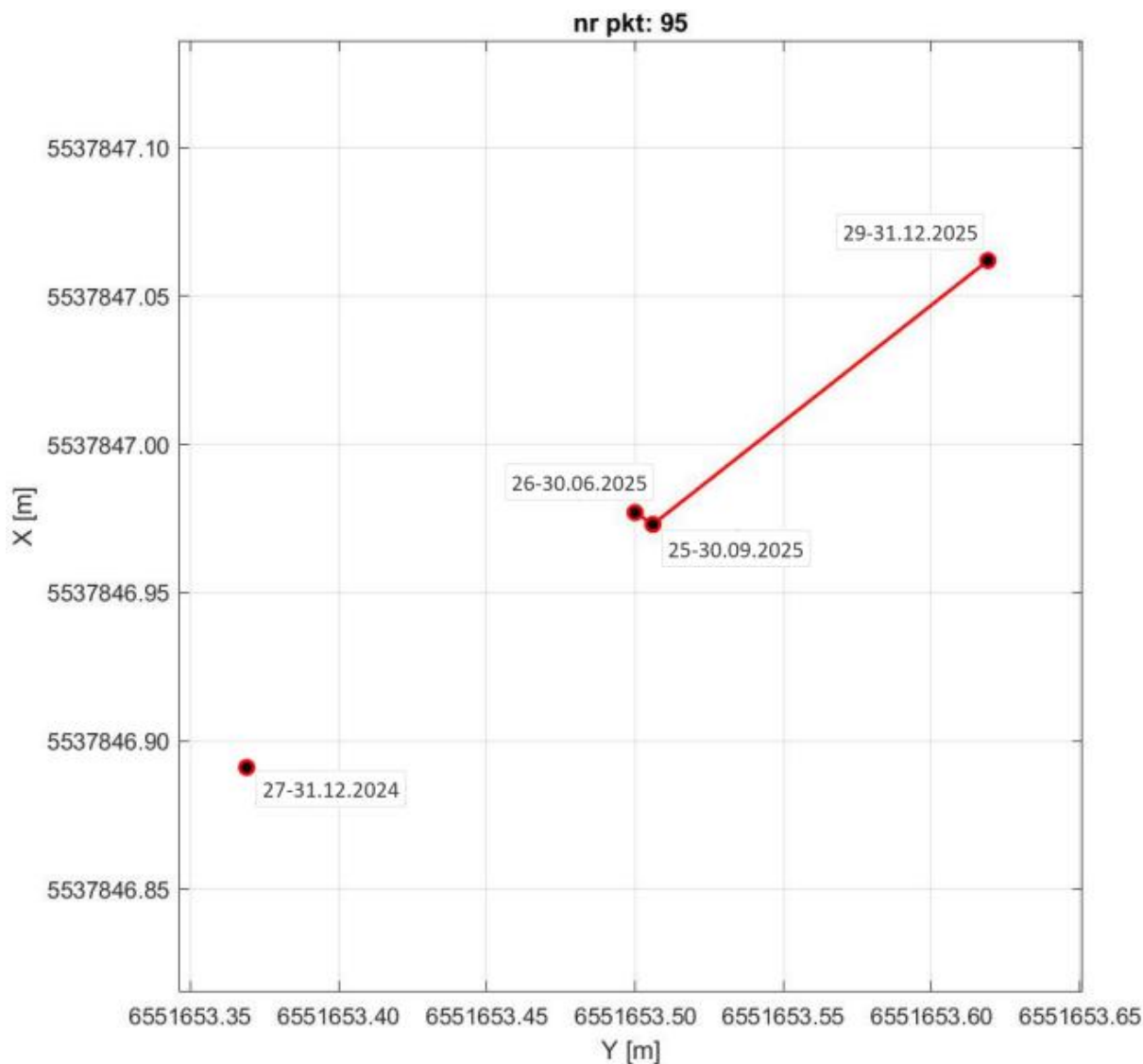
** – punkt zniszczony – niewznowiony

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

Największe poziome przemieszczenia powierzchni, przekraczające 300 mm, miały miejsce na punktach nr 21 i 95, zlokalizowanych, odpowiednio, w obszarze górniczym KWK Bolesław-Śmiały, w Łaziskach Górnych, przy ul. Torowej (rys. 17) oraz w obszarze górniczym KWK Pniówek, w gminie Pawłowice, przy ul. Szybowej (rys. 18).



Rys. 17. Poziome przemieszczenia powierzchni terenu w funkcji czasu, zmierzone metodą RTN z wykorzystaniem ruchomego odbiornika GNSS, na punkcie nr 21 w okresie od 27-31.12.2024 do 29-31.12.2025 r.



Rys. 18. Poziome przemieszczenia powierzchni terenu w funkcji czasu, zmierzone metodą RTN z wykorzystaniem ruchomego odbiornika GNSS, na punkcie nr 95 w okresie od 27-31.12.2024 do 29-31.12.2025 r.

Jak wynika z przedstawionych wykresów (rys. 17 i 18), w miejscu lokalizacji punktu nr 21, powierzchnia terenu przemieszczała się w kierunku północno-zachodnim. W pierwszych dwóch kwartałach 2025 roku tempo przemieszczeń wynosiło średnio około 9 mm/miesiąc (I kwartał) i około 20 mm/miesiąc (II kwartał). Skumulowane poziome przemieszczenia powierzchni w tym okresie wyniosły, odpowiednio, 26 i 59 mm. W III kwartale 2025 roku obserwowane jest wyraźne przyspieszenie do około 75 mm/miesiąc, co jest równoznaczne z przemieszczeniem równym 224 mm w skali kwartału. W efekcie, w ujęciu rocznym, skumulowana wartość przemieszczeń poziomych wyniosła 355 mm, w kierunku azymutu równego 305°. W przypadku punktu nr 95, powierzchnia terenu przemieszczała się w kierunku północno-wschodnim. Tempo przemieszczeń w I i II połowie 2025 roku było zbliżone i wynosiło średnio, odpowiednio, około 26 mm/miesiąc i 24 mm/miesiąc, co jest równoznaczne ze skumulowanym przemieszczeniem wynoszącym 157 mm (I połowa 2025 roku) i 146 mm (II połowa 2025 roku). Największe kwartalne skumulowane przemieszczenie poziome na

punkcie nr 95 zmierzono w IV kwartale 2025 roku – 143 mm. W efekcie, w ujęciu rocznym, skumulowana wartość przemieszczeń poziomych wyniosła 303 mm, w kierunku azymutu równego 56°.

Znaczące przemieszczenia poziome, przekraczające 100 mm w ujęciu rocznym, wystąpiły również na punktach nr: 1, 4, 5, 12, 14, 24, 32, 34, 43, 45, 46, 55, 70, 77, 79, 82, 84, 87, 88, 93, 98, 100, 103, 104, 109 i 133. Punkty te zlokalizowane są w:

- OG KWK Bobrek-Piekary Ruch Bobrek, w Bytomiu, przy Alei Jana Nowaka Jeziorańskiego – DK88 (pkt nr 1), ul. Kołłątaja (pkt nr 4) i ul. Miechowickiej (pkt nr 5),
- OG KWK Budryk, w gminie Gierałtowie, przy ul. Zabrskiej (pkt nr 12) i ul. Nowej (pkt nr 14),
- OG KWK Bolesław-Śmiały, w Orzeszu, przy ul. Św. Wawrzyńca (pkt nr 24),
- OG KWK Sośnica, w gminie Gierałtowie, przy ul. Gierałtowickiej (pkt nr 32),
- OG KWK Knurów-Szczygłowie Ruch Knurów, w gminie Gierałtowie, na przedłużeniu ul. Prusa (pkt nr 34),
- OG KWK ROW Ruch Chwałowice, w Rybniku, przy ul. Makuszyńskiego (pkt nr 43), ul. Świerklańskiej (pkt nr 45) i ul. Kowalczyka (pkt nr 46) oraz w gminie Świerklany, przy ul. Dygasińskiego (pkt nr 55),
- OG KWK ROW Ruch Marce 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 ul. Gagarina (pkt nr 79),
- OG KWK Borynia-Zofiówka, Ruch Zofiówka w Jastrzębiu-Zdroju, przy Drodze Głównej Południowej (DW933) (pkt nr 82),
- OG KWK Pniówek, w gminie Pawłowice, przy ul. Śląskiej (pkt nr 84), ul. Kruczej (pkt nr 87), ul. Kanarkowej (pkt nr 88) i ul. Wodzisławskiej (pkt nr 93),
- OG KWK Brzeszcze, w gminie Brzeszcze, przy ul. Młyńskiej (pkt nr 98),
- OG KWK Piast-Ziemowit Ruch Piast, w Bieruniu, przy ul. Soleckiej (pkt nr 100) oraz w gminie Chełm Śląski, przy ul. Karłowicza (pkt nr 103),
- OG ZG Janina, w gminie Babice przy ul. Żurawiec (pkt nr 104),
- OG KWK Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit, w gminie Chełm Śląski, przy ul. Wiosennej (pkt nr 109),
- OG KWK Kurów-Szczygłowie Ruch Szczygłowie, w gminie Czerwionka-Leszczyny, przy ul. Nad Potokiem (pkt nr 133).

Na pozostałych punktach pomiarowych zidentyfikowano przemieszczenia poziome powierzchni terenu nie przekraczające 100 mm lub mieszczące się w granicach niepewności poziomego pomiaru GNSS (patrz rozdział 3.3).

5. Podsumowanie

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

1. Na obszarach górniczych GZW, w 2025 roku, zidentyfikowano 32 obszary, w których wystąpiły pionowe wielkoobszarowe obniżenia powierzchni. W tym 29 obszarów zidentyfikowano jako niecki obniżeniowe, w których obniżenia przekroczyły 100 mm. Ich rozmiar mieścił się w zakresie od 600 m do 3600 m w kierunku północ-południe oraz od 1100 m do 3800 m w kierunku wschód-zachód, gdzie jako granice niecki przyjęto zidentyfikowane obniżenia wynoszące 100 mm. Największe zidentyfikowane obniżenie powierzchni, w nieckach obniżeniowych, wyniosło 1,06 m i miało miejsce w gminie Chełm Śląski, w rejonie ul. Górnośląskiej i Chełmskiej. Największe zidentyfikowane obniżenie punktowe wyniosło 1,52 m i miało miejsce na punkcie nr 84 zlokalizowanym w gminie Pawłowice przy ul. Śląskiej.
2. Na obszarach górniczych GZW, w 2025 roku, nie zidentyfikowano wielkoobszarowych wypiętrzeń powierzchni spowodowanych działalnością górniczą. Zidentyfikowano punktowe wypiętrzenie powierzchni, wynoszące 0,04 m, na punkcie nr 81 zlokalizowanym w Jastrzębiu-Zdroju, przy ul. Norwida.
3. Na obszarach górniczych GZW, w 2025 roku, zidentyfikowano punktowe przemieszczenia poziome powierzchni terenu, dochodzące do 0,36 m. Największe przemieszczenie poziome, wynoszące 0,36 m w kierunku azymutu 305°, zidentyfikowano na punkcie nr 21, zlokalizowanym w Łaziskach Górnych, przy ul. Torowej.
4. Na terenach pogórniczych GZW, w 2025 roku, zidentyfikowano przemieszczenia powierzchni terenu w postaci obniżeń. Największe obniżenia, wynoszące 0,13 m, zidentyfikowano w Bytomiu, na zachód od ul. Celnej i na południe od autostrady A1.

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.

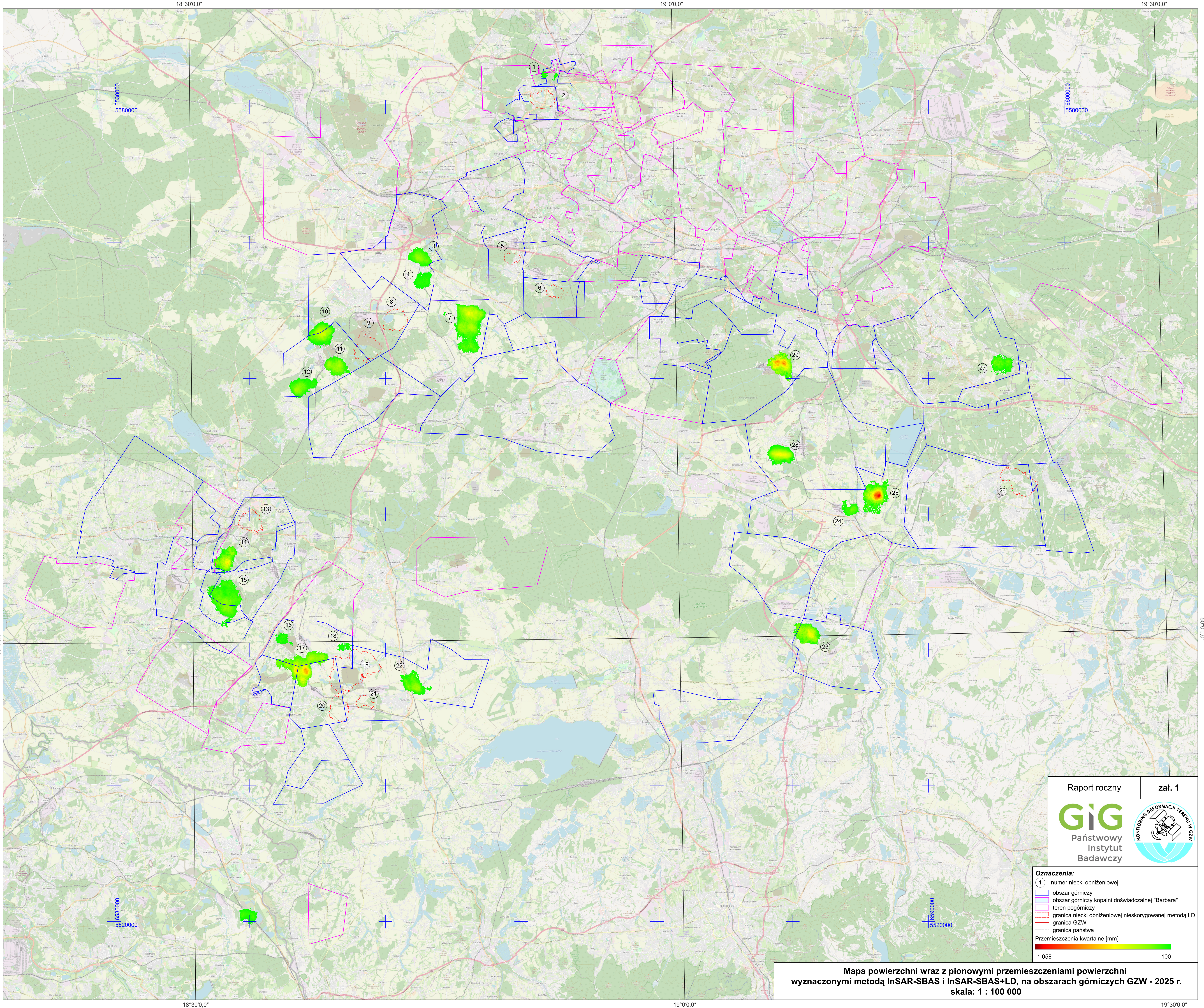
Wykorzystanie danych zawartych w Raporcie w zakresie innym niż realizacja zadań publicznych oraz ich ewentualne dalsze przetwarzanie wymaga uzyskania zgody/odrębnej licencji Ministra Energii/uprawnionego podmiotu.

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 pogórnicych 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. Chen C., Zebker H. 2002. *Phase unwrapping for large SAR interferograms: Statistical segmentation and generalized network models*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 40(8), 1709-1719.
7. 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.
8. Hanssen R. 2001. *Satellite Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis*. Rozprawa doktorska, Remote Sensing and Digital Image Processing, Springer, Holandia.
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 Górnicztwa statusu państwowego instytutu badawczego (Dz. U. 2023 poz. 1579).
14. Sandwell D., Mellors R., Tong X., Wei M., Wessel P. 2011. *Open radar interferometry software for mapping surface deformation*. EOS, Transactions American Geophysical Union, 92(28), 233-240.
15. Wessel P., Luis J., Uieda L., Scharroo R., Wobbe F., Smith W., Tian D. 2019. *The Generic Mapping Tools version 6*. Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 20, 5556-5564.
16. Yu, C., Wang, L., Zhu, J. 2018. *Improving InSAR time series analysis by spatial-temporal filtering and atmospheric corrections*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 56(9), 5339-5352.
17. 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.



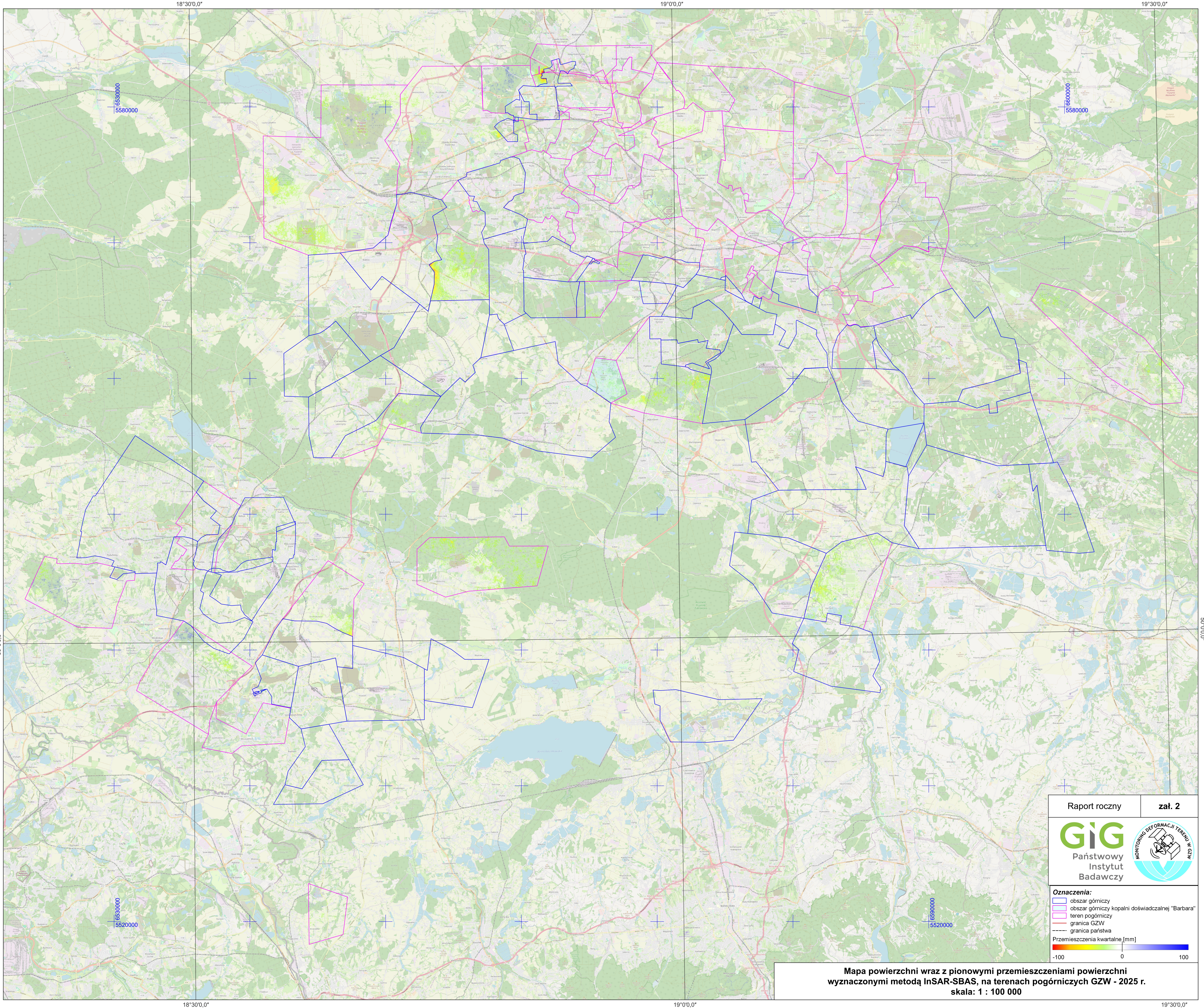
Raport roczny

zał. 1



- Oznaczenia:**
- ① numer niecki obniżeniowej
 - obszar górniczy
 - obszar górniczy kopalni doświadczalnej "Barbara"
 - teren pogórnicy
 - granica niecki obniżeniowej nieskorygowanej metodą LD
 - granica GZW
 - granica państwa
- Przeszyczenia kwartalne [mm]
- 1 058 -100

**Mapa powierzchni wraz z pionowymi przeszczeniami powierzchni
wyznaczonymi metodą InSAR-SBAS i InSAR-SBAS+LD, na obszarach górniczych GZW - 2025 r.
skala: 1 : 100 000**



Report roczny **zał. 2**



- Oznaczenia:**
- obszar górniczy
 - obszar górniczy kopalni doświadczalnej "Barbara"
 - teren pogórczy
 - granica GZW
 - granica państwa
- Przemieszczenia kwartalne [mm]
-

Mapa powierzchni wraz z pionowymi przemieszczeniami powierzchni
wyznaczonymi metodą InSAR-SBAS, na terenach pogórczych GZW - 2025 r.
skala: 1 : 100 000