

Inwestor:	 <p>Gmina Piekary Śląskie ul. Bytomska 84, 41-940 Piekary Śląskie</p>			
Zleceniodawca:	<p>jsk architektki pszczulny & rutz</p> <p>JSK ARCHITEKCI Sp. z o.o. ul. Żwirki i Wigury 18, 02-092 Warszawa</p>			
Wykonawca:	 <p>Przedsiębiorstwo Geologiczno-Geodezyjne Geoprojekt Śląsk Sp. z o.o. ul. Sokolska 46, 40-124 Katowice</p>			
Nazwa projektu:	<p>Kompleks sportowy w Piekarach Śląskich, budowa basenu ze spa i strefą fitness, hali sportowej ze strzelnicą sportową i garażem podziemnym, wraz z zagospodarowaniem terenu oraz niezbędną infrastrukturą techniczną podziemną i naziemną</p>			
Nazwa opracowania:	<p>Raport z badań geofizycznych</p>			
Autorzy opracowania:				
Stanowisko:	Imię i nazwisko:	Specjalność:	Nr uprawnień:	Podpis:
Opracował:	dr hab. inż. Sławomir Porzucek	geofizyka		
Opracowała:	dr inż. Monika Łój	geofizyka		
Data:	Nr egzemplarza:			Nr archiwalny:
29.06.2023	1			16157/23

CEL BADAŃ

Górotwór ponad eksploatacją górniczą ulega zmianom, wskutek których mogą pojawiać się blisko powierzchni pustki i rozluźnienia. W wielu przypadkach głębsza eksploatacja powoduje reaktywację płytko zalegających zrobów, czy to porudnych czy po eksploatacji węgla kamiennego. W konsekwencji pustki i rozluźnienia mogą być niebezpieczne dla powierzchni terenu i powodować jej deformacje: ciągłe lub, co gorsza, nieciągłe. Każda pustka czy rozluźnienie obniża średnią gęstość objętościową skał, która z kolei powoduje powstanie zróżnicowanego obrazu pola siły ciężkości rejestrowanego metodą grawimetryczną.

Zastosowanie odpowiedniej metodyki badań grawimetrycznych pozwala poznać powierzchniowy obraz zmian siły ciężkości. Jest on odwzorowaniem przestrzennego rozkładu gęstości w górotworze. Obraz zmian siły ciężkości przedstawia się za pomocą rozkładu anomalii siły ciężkości. Wielkość obserwowanych anomalii zależy od różnicy gęstości pomiędzy poszczególnymi rodzajami skał budującymi struktury geologiczne i formy antropogeniczne, a także od głębokości położenia i rozmiarów tych struktur i form. Rozkład anomalii siły ciężkości stanowi podstawę do jakościowo-ilościowej interpretacji, w wyniku której określa się jego związek z budową geologiczną i rozmieszczeniem struktur geologicznych (Fajklewicz i in. 1980; Fajklewicz 2007; Łój i in. 2005; Madej i in. 2000; Madej 2001).

Badania dotyczą części działki o numerze ewidencyjnym 513/86, zlokalizowaną w Piekarach Śląskich na północ od ul. Solidarności w obrębie której znajduje się zlikwidowany szyb „Przyszłość”. Celem jest rozpoznanie górotworu wokół szybu pod kątem wystąpienia pustek i rozluźnień zagrażających powierzchni terenu.

Pod względem górniczym badany teren położony jest w granicach likwidowanej kopalni węgla kamiennego KWK „Piekary I”, oraz zakończonej płytkiej eksploatacji rudnej.

WARUNKI GEOLOGICZNO GÓRNICZE

Na budowę geologiczną badanego obszaru składają się 4 warstwy: nasypy antropogeniczne, utwory czwartorzędowe, triasowe oraz karbońskie (Opinia Geologiczno – Górnicza z kwietnia 2023 roku). Nasypy antropogeniczne zbudowane są z mieszaniny skał rodzimych i odpadów górniczych oraz odpadów budowlanych, a ich miąższość sięga nawet 18 m. Utwory czwartorzędowe wykształcone są głównie w postaci utworów wodnolodowcowych, głównie w postaci glin, glin piaszczystych i glin pylastych z lokalnymi soczewkami piasków. Miąższość tych utworów waha się od 5 do kilkunastu metrów. Utwory triasu o miąższości ok 5 m, zbudowane są głównie z dolomitów i wapieni. Utwory karbonu, wykształcone są jako osady górnośląskiej serii piaskowcowej, reprezentowane przez piaskowce i łupki ilaste z pokładami węgla kamiennego.

Na podstawie informacji zawartych w dokumencie z dnia 22.06.2021r przekazanym przez Biuro - Archiwum Dokumentacji Mierniczo – Geologicznej WUG w Katowicach (zn. Spr. AD.5123.827.2021, L.dz. 18485/06/2021/JK) oraz dokumencie z dnia 06.05.2021 przekazanym przez Spółkę Restrukturyzacji Kopalń S.A., Oddział w Piekarach Śląskich, Kopalnia Węgla Kamiennego „Piekary I” z siedzibą w Piekarach Śląskich (zn Spr. SRK/KWK Pi I/604/TMG/83/2021/JM) o warunkach górniczych, stwierdzono że teren badań położony jest w obrębie dawnych kopalni rudnych istniejących w XIX i XX w., OG „Piekary” – ZGH „Orzeł Biały” oraz Węgłokoks Kraj S.A. KWK Bobrek – Piekary”, Ruch „Piekary”.

Na podstawie archiwalnych skanów map niemieckich wydanych w 1911 r. stwierdzono, że bezpośrednio pod obszarem inwestycji prowadzona była, obecnie zakończona, eksploatacja runda z zawałem stropu na głębokości ok. 20 – 50 m. Pod terenem inwestycji nie prowadzona była eksploatacja zlikwidowanego już OG „Piekary” – ZGH „Orzeł Biały”, ale znajduje się w jego obrębie wylot szybu „Przyszłość”. Na podstawie danych z SRK wiadomo, że obszar inwestycji znajduje się w obszarze i terenie górniczym likwidowanej KWK „Piekary I”, a eksploatacja pod tym obszarem została zakończona w 2005 r..

METODYKA PRAC TERENOWYCH

Obserwacje grawimetryczne objęły swoim zasięgiem otoczenie zlikwidowanego szybu „Przyszłość”. Lokalizacja szybu została ustalona na podstawie „Inwentaryzacji zlikwidowanych wyrobisk po eksploatacji rud metali kolorowych na obszarze

województwa śląskiego (rudy cynku, ołowiu i żelaza)” wykonanej w 2019 roku przez PMG Silesia Sp. z o.o.

Badania grawimetryczne zostały przeprowadzone zgodnie z wytycznymi zawartymi w Opinii Geologiczno – Górniczej z kwietnia 2023 roku dla terenu położonego w Piekarach Śląskich, A-780, rozdział 6. Zgodnie z tymi wytycznymi badaniami został objęty obszar o wymiarach 40x40 m, którego środkowy punkt (punkt pomiarowy nr 221) pokrywa się z lokalizacją szybu. Badania przeprowadzone zostały w wytyczonej siatce punktów z krokiem 2 m, dając sumarycznie ilość punktów 441. Z doświadczenia wiadomo, że aby poprawnie zinterpretować wyniki badań grawimetrycznych na zadanym obszarze, szczególnie w jego granicznych rejonach, konieczne jest wyjście pomiarami poza granice tego obszaru. Mimo, że wytyczne Opinii Geologiczno – Górniczej nie wymagały takiego zabiegu, wykonawca zdecydował, o przeprowadzeniu pomiarów grawimetrycznych w dodatkowych 44 punktach w otoczeniu obszaru badań w rozproszonej siatce, z krokiem 10 m, zwiększając tym samym możliwości interpretacji anomalii przy brzegach obszaru badań.

Prace terenowe obejmowały pomiary geodezyjne i obserwacje grawimetryczne.

Pomiary geodezyjne

Prace geodezyjne wykonane zostały dla potrzeb pomiarów grawimetrycznych i polegały na wyznaczeniu położenia grawimetrycznych punktów pomiarowych w terenie, ich stabilizację na czas prowadzonych obserwacji oraz określenie współrzędnych poziomych (x , y) w układzie współrzędnych płaskich PL-2000/6 oraz współrzędnej pionowej (z) w odniesieniu do wysokości PL-EVRF-NH2007.

Wykonanie badań grawimetrycznych wymaga wyznaczenia współrzędnych przestrzennych punktów pomiarowych z odpowiednią dokładnością. W szczególności dotyczy to dokładności określenia wysokości punktu pomiarowego, wyznaczono ją z błędem $\pm 0,01$ m. W celu spełniania powyższych wymagań zastosowano pomiary tachimetryczne oraz techniką GNSS.

Pomiary grawimetryczne

Obserwacje grawimetryczne w punktach pomiarowych wykonano przy użyciu grawimetru Autograv CG-5 firmy kanadyjskiej Scintrex. Grawimetr ten jest nowoczesnym przyrządem pomiarowym przeznaczonym do wyznaczania względnych wartości siły ciężkości. W jego budowie znajduje się m. in. system odrzucania obserwacji dokonanych z dużym błędem wynikającym z chwilowych drgań gruntu oraz program uwzględniający

oddziaływanie sił luni-solarnych. Program ten działa w oparciu o algorytm Longmana (Longman 1959), który pozwala na wprowadzanie poprawki na grawitacyjne działania Słońca i Księżycy. Wpływ ten obliczony jest z dokładnością $\pm 0,001$ mGal.

Wszystkie obserwacje grawimetryczne w profilu badawczym wykonano w systemie punktów wypełniających metodą jednokrotnych pomiarów. W metodzie tej obserwacje wartości siły ciężkości przeprowadzono wg schematu:

$$B_i, 1, 2, 3, \dots n, B_i$$

gdzie:

B_i - punkt bazowy,

1, 2, 3, ..., n - punkty pomiarowe (wypełniające).

Powyższy schemat pomiarowy jest konsekwencją eliminacji krótkookresowego dryftu grawimetru. Grawimetr charakteryzuje się również dryftem średnio- i długookresowym. Te rodzaje dryftu uwzględniane są automatycznie w grawimetrze, w trakcie pomiarów, na podstawie przeprowadzonych bezpośrednio przed przystąpieniem do prac terenowych, procedury kalibracji.

Wykonano obserwacje grawimetryczne we wszystkich zaplanowanych 441 punktach pomiarowych oraz 44 punktach dodatkowych. Miernikiem dokładności przeprowadzonych pomiarów grawimetrycznych jest średni błąd kwadratowy pojedynczego pomiaru, δ . Obliczono go na podstawie obserwacji powtórzonych w określonej ilości punktów, wg wzoru:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (\delta g_i)^2}{2n}}$$

gdzie:

δg_i – różnice wartości siły ciężkości pomiędzy pomiarami w punkcie

N – ilość różnic.

W celu oceny jakości wykonanych badań mikrograwimetrycznych wykonuje się powtórzenia obserwacji siły ciężkości w co najmniej 5 – 10 % punktów pomiarowych. W trakcie badań wykonano obserwacje powtórzone w 6% punktów. Korzystając z powyższego wzoru wyliczono wartość błędu na $\pm 0,007$ mGal. Nieco podwyższony błąd pomiarowy związany jest z lokalizacją obszarów badań w pobliżu przebiegu autostrady A1 oraz linii kolejowej, na których ruch generował podwyższone drgania gruntu. Niemniej jednak, uzyskana wartość błędu nadal pozwala uznać wykonane obserwacje

grawimetryczne z wykonane z należyłą starannością i dokładnością pozwalającą na ich dalszą interpretację.

Pomiary grawimetryczne wykonano w siatce punktów 2x2 m w obszarze domniemanego położenia szybu, oraz 10x10 w ich bliższym otoczeniu. Lokalizacja punktów pomiarowych została przedstawiona na zał. 1.

METODYKA PRAC OBLICZENIOWYCH

Prace obliczeniowe koncentrowały się na obliczeniach anomalii Bouguera. Proces obliczeniowy skupiał się na wyznaczaniu wartości odpowiednich poprawek siły ciężkości. Należą do nich:

- poprawka Bouguera, której celem jest eliminacja grawitacyjnego oddziaływania płyty płasko-równoległej;
- poprawka wolno-powietrzna, redukująca pomiar do przyjętego poziomu odniesienia;
- poprawka topograficzna eliminująca wpływ rzeźby terenu.

O ile dwie pierwsze poprawki stosowane są zawsze w trakcie liczenia anomalii Bouguera, o tyle poprawka topograficzna stosowana jest tylko w przypadkach, gdy w badanym terenie występuje mocno zróżnicowana rzeźba terenu.

Wartość anomalii Bouguera obliczono wykorzystując wzór:

$$\Delta g_B = g + 0,3086 \cdot h - 0,04193 \cdot \rho \cdot h + \Delta g_t - \gamma_0$$

gdzie:

- Δg_B – anomalia Bouguera [mGal]
- g – pomierzona wartość siły ciężkości [mGal]
- h – wysokość położenia punktu pomiarowego [m]
- ρ – gęstość objętościowa płyty płasko-równoległej [$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$]
- Δg_t – wartość poprawki topograficznej [mGal]
- γ_0 – wartość normalna siły ciężkości, [mGal]

Poprawkę Bouguera obliczono dla gęstości objętościowej utworów warstwy redukowanej wynoszącej $2,00 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Obliczone wartości anomalii Bouguera są podstawowym materiałem źródłowym. Służą one do wnioskowania o budowie geologicznej badanego rejonu i zmianach spowodowanych eksploatacją górniczą. Stanowią również podstawę do dalszego

przetwarzania go w ramach prowadzonej interpretacji badań.

Opis zastosowanych metod interpretacji jakościowej

Pole siły ciężkości znane w postaci rozkładów anomalii Bouguera jest wynikiem superpozycji anomalii lokalnych i regionalnych siły ciężkości, a także szumów. Każdą anomalię cechuje jej amplituda i zasięg poziomy, które to cechy można utożsamić z częstotliwością (Fajklewicz, 2007). Przy takim podejściu do zagadnienia istnieje możliwość wyliczenia poszczególnych elementów z anomalii Bouguera przy zastosowaniu filtracji pola siły ciężkości, która może być realizowana przy wykorzystaniu transformacji Fouriera.

Zastosowanie transformacji Fouriera do interpretacji pól potencjalnych znane jest już od lat 50. XX wieku (Swartz, 1954; Dean, 1958) i było sukcesywnie rozwijane (Bhattacharya, 1966, 1967; Darby i Davies, 1967; Gunn, 1975). Opierając się na powyższych pracach można zapisać transformatę Fouriera funkcji $f(x, y)$ w postaci całkowej:

$$F(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) e^{-2\pi i(ux+vy)} dx dy$$

gdzie:

u, v - częstotliwości związane odpowiednio ze współrzędnymi x i y .

Transformata odwrotna dana jest natomiast wzorem:

$$f(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(u, v) e^{2\pi i(ux+vy)} du dv$$

Funkcję dwóch zmiennych $f(x, y)$ można poddać działaniu operatora liniowego lub filtru i w domenie przestrzeni zapisać to działanie jako konwolucję w postaci całkowej:

$$g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(\lambda, \eta) \cdot f(x - \lambda, y - \eta) d\lambda d\eta$$

gdzie:

$f(x, y)$ – funkcja wejściowa,

$h(\lambda, \eta)$ – funkcja definiująca filtr lub operator liniowy,

$g(x, y)$ – funkcja wyjściowa.

Twierdzenie o konwolucji mówi, że konwolucja w domenie czasu staje się mnożeniem w domenie częstotliwości, czyli:

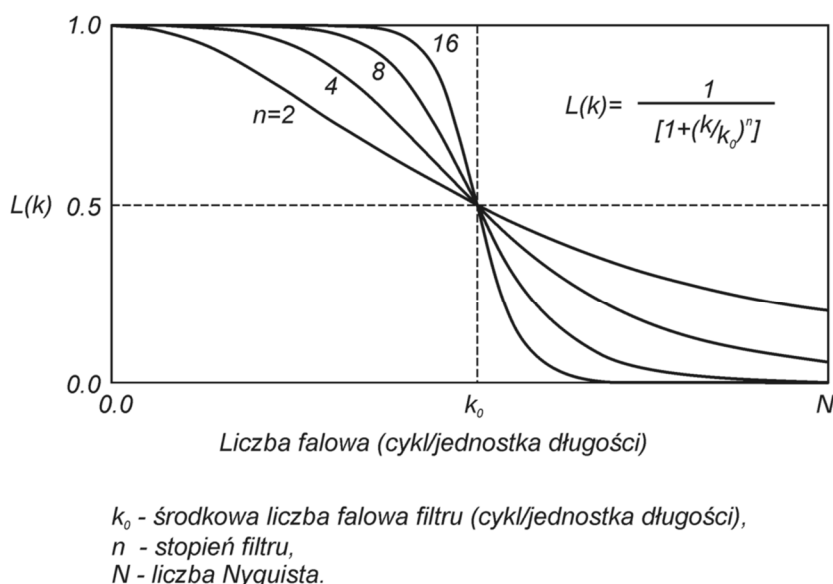
$$G(u, v) = H(u, v) \cdot F(u, v)$$

gdzie:

$H(u, v)$, $F(u, v)$ – transformaty Fouriera odpowiednio funkcji $h(x, y)$ i $f(x, y)$.

Filtracja nie opiera się bezpośrednio na częstotliwości, a na długości fali podawanej w jednostkach długości używanych podczas obliczeń (metry, stopy itp.) zwanej liczbą falową. Interpretator sam dobiera wartości liczby falowej w oparciu o rozkład widma spektralnego oraz ocenę uzyskiwanych rozkładów pola regionalnego i rezydualnego.

Anomalia Bouguera obarczony jest wysokoczęstotliwościowym szumem wynikającym z faktu iż są to dane rzeczywiste pochodzące z fizycznych pomiarów. Szumy takie związane są z warunkami terenowymi i atmosferycznymi jakie występowały podczas wykonywania obserwacji terenowych i nimi stosowania procedur pomiarowych o najwyższych standardach stanowią nieunikniony, acz niepożądany element uzyskiwanych wyników. Aby uniknąć wpływu szumów na ostateczną interpretację anomalii Bouguera stosuje się różne procedury matematyczne pozwalające na ich interpretację. Procedury takie (filtracje) stosowane są zarówno w domenie rzeczywistej jak i w domenie częstotliwości. W opracowaniu wykorzystano filtrację, opierającą się o filtr dolnoprzepustowy (przepuszczający sygnał o niższych częstotliwościach od założonej i obcinający sygnał o częstotliwości wyższych) Butterwortha, który pozwolił na uzyskanie rozkładu anomalii Bouguera pozbawionej wpływu szumów. Charakterystykę filtra przedstawiono odpowiednio na rys. 1.



Rys. 1 Charakterystyka filtra Butterwortha
(za plikiem pomocy do programu Oasis montaż firmy Geosoft)

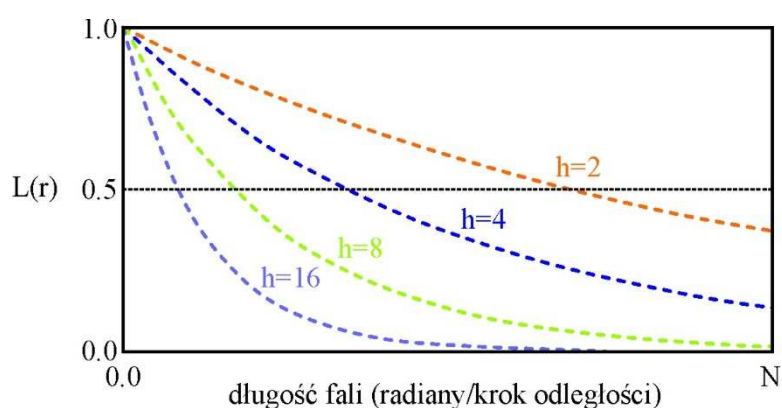
Każdy rozkład anomalii Bouguera stanowi superpozycję anomalii lokalnych i rezydualnych. Domena częstotliwości dostarcza pakiet procedur matematycznych za

pomocą których możliwe jest wydzielenie z rozkładu anomalii Bouguera części związanych z trendem regionalnym oraz matematycznego odwzorowania anomalii lokalnych jako anomalii rezydualnych. Jedną z procedur matematycznych znaną jako przedłużanie siły ciężkości służy do przedstawiania anomalii siły ciężkości na różnych powierzchniach, powyżej pierwotnego poziomu obserwacji:

$$L(k) = e^{-hr}$$

h – odległość, na którą przedłużana jest anomalia Bouguera

r – długość fali, $r = 2\pi k$, gdzie k jest cyklami na jednostkę odległości



Rys. 2 Charakterystyka filtra przedłużania analitycznego w górę (za plikiem pomocy do programu Oasis montaj firmy Geosoft)

Jak można zauważyć, w wyniku zastosowania tego filtra uzyskana anomalia pochodzi od źródeł głębszych i większe kosztuje anomalie od płytkich źródeł. To dlatego, że wraz ze wzrostem odległości h widoczności krótkiej liczby falowej spada i anomalia od płytkich ciał maleje wydobywając z anomalii Bouguera regionalną anomalię związaną z głębszymi źródłami geologicznymi.

Wynik filtracji przedłużania analitycznego w górę w postaci anomalii regionalnej jest bardzo często wykorzystywany do obliczenia anomalii rezydualnych związanych z płytkimi źródłami geologicznymi czy antropogenicznymi. W celu obliczenia anomalii rezydualnej wartości anomalii regionalnych odejmuje się od anomalii Bouguera. Ponieważ filtracja przedłużania analitycznego w górę uznawana jest za tzw. filtr czysty to uzyskane w wyniku odejmowania anomalie rezydualne nie ulegają zniekształceniu na granicach obszaru badań.

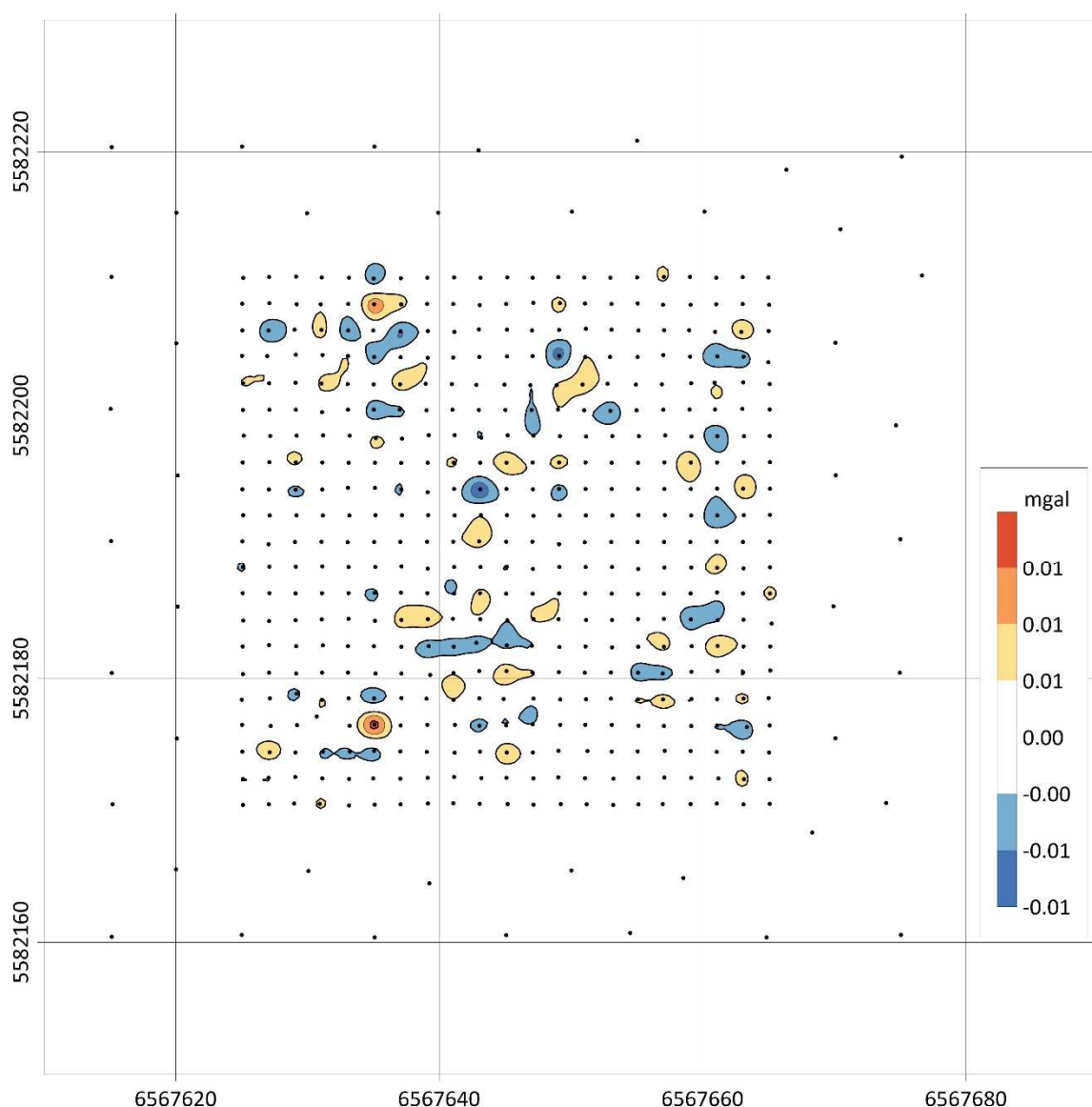
INTERPRETACJA BADAŃ GRAWIMETRYCZNYCH

Pomierzone wartości siły ciężkości poddano przetworzeniu celem wyliczenia wartości anomalii Bouguera. W pierwszej kolejności wyliczono dwie konieczne poprawki do obliczenia redukcji Bouguera: poprawkę wolnopowietrzną oraz poprawkę Bouguera. Poprawki obliczono przyjmując jako poziom odniesienia poziom elipsoidy GRS80, a w poprawce Bouguera jako średnią gęstość utworów przypowierzchniowych przyjęto wartość równą $2,0 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

Klasyczna redukcja Bouguera zawiera jeszcze trzecią poprawkę, a mianowicie poprawkę topograficzną. Jest ona wyliczana, gdy rzeźba terenu jest skomplikowana, tzn. gdy obserwuje się szybkie zmiany wysokości powierzchni terenu. Cały obszar badań charakteryzuje się jednak niewielką zmiennością wysokością terenu, zatem liczenie poprawki topograficznej nie jest konieczne.

Wiadomym jest, że uzyskane wartości anomalii Bouguera obarczone są błędami wynikającymi z błędu pomiarowego grawimetru, błędu pomierzonych wysokości statywu i wysokości punktu pomiarowego oraz zakłóceń pola siły ciężkości pochodzących od niewielkich, zmian gęstości w przypowierzchniowej części górotworu. Można zatem powiedzieć, że błędy te stanowią szum, który należy wyeliminować. Celem eliminacji tego szumu zastosowano filtrację opartą o filtr Butterwortha o liczbie falowej równej 7 m., a rozkład szumu przedstawiono na rys. 3.

Celem lepszej analizy szumów (błędów) z rozkładu usunięto wartości pomiędzy $-0,005 \text{ mgal}$ a $+0,005 \text{ mgal}$, czyli nominalny błąd grawimetru. Z rozkładu wynika, że wartości błędu generalnie mieszczą się w przedziale $\pm 0,010 \text{ mgal}$, a jedynie w kilku punktach przekraczają $\pm 0,015 \text{ mgal}$. Niewielkie wartości szumu świadczą o dobrej jakości wykonanych pomiarów, a także wykonanych obliczeń.



Rys. 3 Rozkład szumów

Po usunięciu z obliczeń szumu wykreślono rozkład anomalii Bouguera (zał. 2) stanowiący podstawę do dalszej interpretacji.

Interpretacja anomalii Bouguera

Wartości anomalii Bouguera (zał. 2) rosną generalnie z południa w kierunku północnym, a zakres zmian tych wartości wynosi ok. 0,2 mgal. Zmiana ta zachodzi na odległości około 65 m, czyli gradient poziomy siły ciężkości w kierunku północnym jest stosunkowo duży, co widoczne jest w obrazie anomalii poprzez istotne zagęszczenie izolinii. Południowa część obszaru badań odbiega od ogólnego trendu rozkładu i charakteryzuje się niewielką zmiennością anomalii Bouguera. Na północnym zachodzie widoczna jest zmiana przebiegu izolinii anomalii Bouguera z W-E na S-N, ukazując tym

samym niewielką granicę gęstościową.

Na całym przebadanym obszarze, na rozkładzie anomalii Bouguera nie uwidaczniają się względnie ujemne anomalie o koncentrycznym czy owalnym kształcie, który świadczyłby o istnieniu pustek i/lub rozluźnień z nimi związanych.

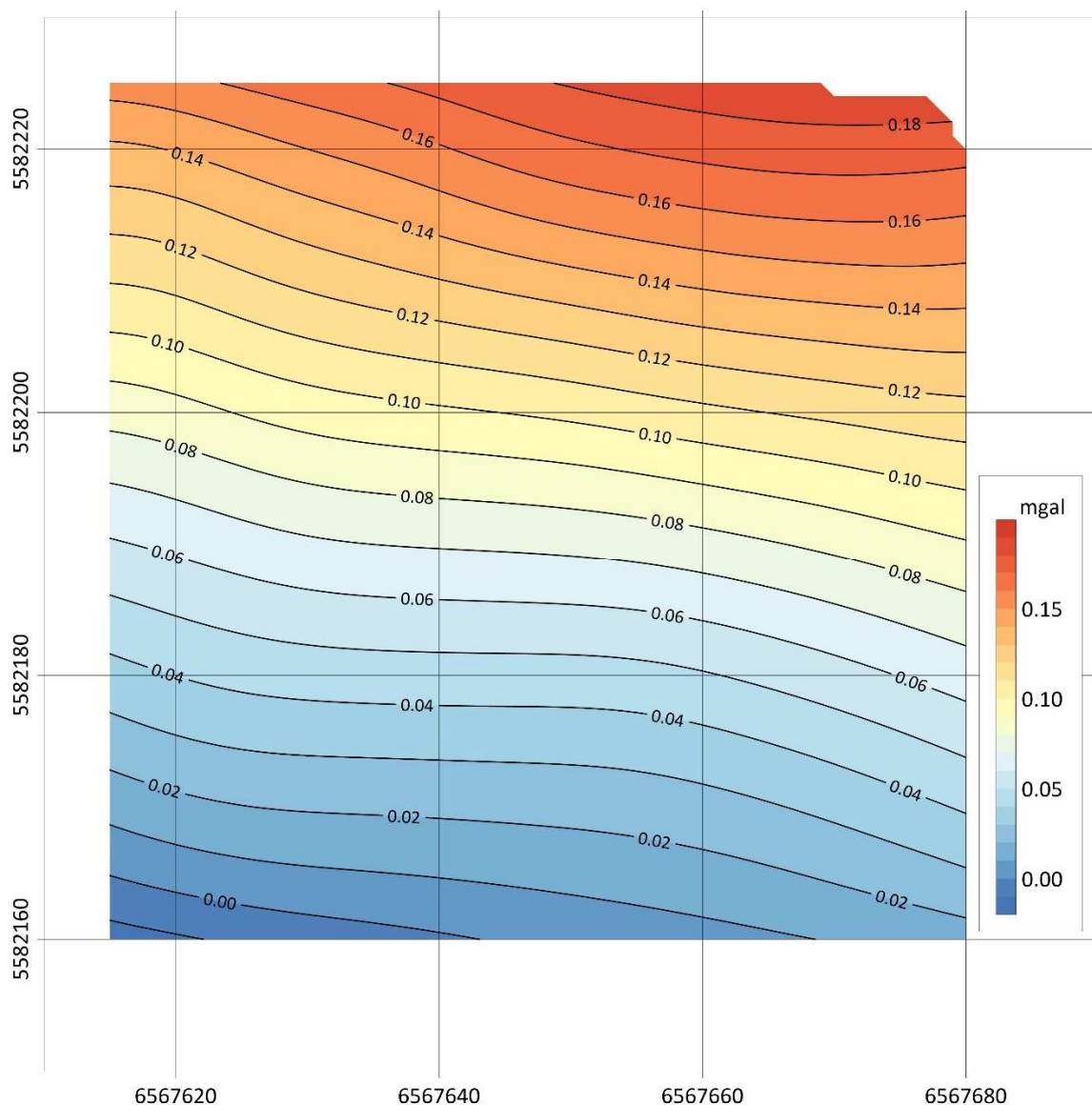
Interpretacja rozkładu anomalii rezydualnych

W rozkładzie ze stosunkowo silnym gradientem małe, lokalne anomalie, które są przedmiotem niniejszych badań, jako mogące pochodzić od pustek lub rozluźnień, mogą być niewidoczne, zatem niemożliwe do interpretacji. Celem lepszego uwidocznienia tych niewielkich anomalii wykonano rozdział anomalii Bouguera na anomalię regionalną (ogólny trend anomalii) i anomalie rezydualne, będące matematycznym odzwierciedleniem rzeczywistych, niewielkich anomalii lokalnych. Anomalię regionalną wyliczono przedłużając wartości anomalii Bouguera w górę na wysokość 10 m powyżej mierzonego poziomu, stosując odpowiedni filtr w domenie częstotliwości. Przedstawiony rozkład anomalii regionalnej (rys. 4) ukazuje prawie liniową zmianę wartości tej anomalii z południa na północ. Odjęcie wyliczonych wartości anomalii regionalnej od wartości anomalii Bouguera pozwoliło na wyliczenie anomalii rezydualnych (Zal. 3).

Rozkład anomalii rezydualnych wykazał istnienie rozległej, ujemnej anomalii A obejmującej swym zasięgiem centralno-wschodnią część przebadanego obszaru. Anomalia ta posiada jednakże bardzo niewielką amplitudę, niewiele przekraczającą błąd pomiarowy. Prawdopodobnie jej przyczyną jest nieznacznie obniżona gęstość utworów przy samej powierzchni. Niestety czasami, że zdarza się, że z uwagi na głębokość rozluźnień i/lub pustek metoda grawimetryczna nie śledzi ich bezpośrednio, a tylko ich wpływ na warstwy leżące bliżej powierzchni terenu. Biorąc to pod uwagę i fakt, że anomalia obejmuje swym zasięgiem zlikwidowany szyb „Przyszłość” proponuje się wykonanie otworu kontrolnego lub sondowania CPT do głębokości 20 m celem prześledzenia zmian gęstościowych w górotworze.

W północno zachodniej części badań, na rozkładzie anomalii rezydualnej widoczna jest również zauważ wcześniej granica gęstościowa o przebiegu S-N. Jak wcześniej napisano zmiana wartości anomalii jest niewielka, co świadczy o małym kontraście gęstości między dwoma obszarami rozdzielanymi zauważoną granicą. Granicę tę zauważono już na rozszerzonym obszarze badań, poza zadany polem pomiarowym i przy zwiększonym kroku pomiarowym. Brak danych z dalszego obszaru uniemożliwia

interpretację pochodzenia tej granicy, ale jej prawie liniowy przebieg świadczyć może o rozgęszczeniu na większym obszarze.



rys. 4 Rozkład anomalii regionalnej.

WNIOSKI

Badania grawimetryczne wykonano zgodnie ze zleceniem wokół zlikwidowanego szybu „Przyszłość” na obszarze 40x40 m, w siatce o kroku 2 m. Dodatkowo, *poza zleceniem*, wykonano wokół szybu punkty celem uzyskania informacji w bezpośrednim otoczeniu zleconej siatki pomiarowej.

Na podstawie rozkładu anomalii Bouguera nie stwierdzono anomalii, które pochodzić by mogły od rozluźnień i/lub pustek zagrażających powierzchni terenu. Niemniej jednak

usunięcie z obrazu anomalii widocznego trendu pozwoliło na uzyskanie rozkładu anomalii rezydualnych, będących przybliżeniem rzeczywistych anomalii lokalnych. W wyniku tego uzyskano rozległą, obejmującą znaczną część badanego obszaru, ujemną anomalię rezydualną „A”. Anomalia ta posiada bardzo niewielką amplitudę, tylko dwa razy przekraczającą błąd pomiarowy. Najprawdopodobniej pochodzi ona od niewielkiej zmiany gęstości utworów przy samej powierzchni. Niemniej jednak, nie można wykluczyć, że rozgęszczenie to jest wtórne i ma pochodzenie głębsze. Zatem proponuje się wykonanie odwiertu kontrolnego lub sondowania CPT celem uzyskania rozpoznania gęstościowego w tym rejonie do głębokości 20 m. Lokalizację otworu podano poniżej w tabeli 1.

Tabela 1. Lokalizacja otworu kontrolnego

Nazwa	Współrzędne PUWG 2000/6		Rodzaj prac kontrolnych	Głębokość rozpoznania	Oznaczenie rejonu anomального
	x (na północ)	y (na wschód)			
O1	5582188	6567655	Odwiert lub sondowanie CPT	20 m	A

LITERATURA

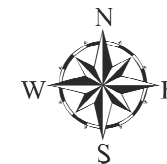
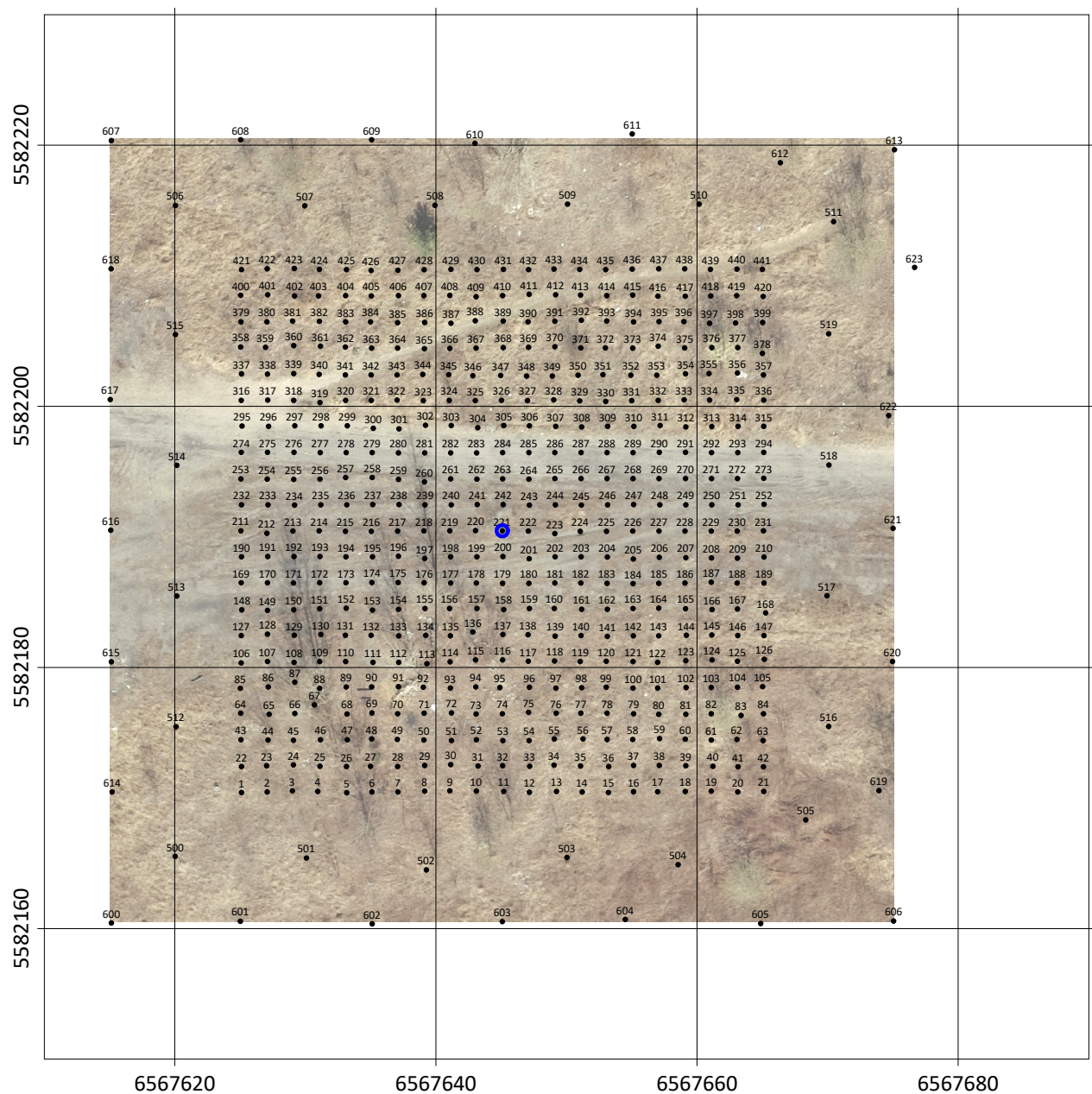
1. Bhattacharyya B.K., 1966, Continuous spectrum of the total magnetic field anomaly due to a rectangular prismatic body. *Geophysics*, 31, 97–121.
2. Bhattacharyya B.K., 1967, Some general properties of potential fields in space and frequency domain, A review. *Geoexploration*, 5, 127–143.
3. Darby E.K., Davies E.B., 1967, The analysis and design of two-dimensional filters for two-dimensional data. *Geophysical Prospecting*, 15, 383–406.
4. Dean, W.C., 1958, Frequency Analysis for Gravity and Magnetic Interpretation. *Geophysics*, 23, 97–127.
5. Fajkiewicz Z., 1980, *Mikrogravimetria górnicza*, Wydawnictwo "Śląsk", Katowice.
6. Fajkiewicz Z., 2007: *Grawimetria stosowana*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.
7. Gunn P.J., 1975, Linear Transformations of Gravity and Magnetic Fields. *Geophysical Prospecting*, 23, 300–312.
8. Longmann IM., 1959, Formulas for computing the tidal accelerations due to the Moon and the Sun. *Journal of Geophysical Research*, 64(12), 2351–2355
9. Łój M., Madej J., Porzucek S., 2005: *Mikrogravimetria i geofizyka otworowa w badaniach zagrożeń powierzchni terenów*. *Geotechnika w budownictwie i górnictwie: XXVIII Zimowa Szkoła Mechaniki Górotworu i Geoinżynierii : Szklarska Poręba, Prace Naukowe Instytutu Geotechniki i Hydrotechniki Politechniki Wrocławskiej ; nr 75. Seria: Konferencje; nr 41, 349-356.*
10. Madej J., Jakiel K., Porzucek S., 2001, Microgravimetric assessment of possible surface deformations in some post-mining areas, The Joint 6th Biennial SGA-SEG Meeting; „Mineral Deposits at the Beginning of the 21st Century”, Sweets and Zeitlinger Publishers, Balkema, Lisse, Abingdon, Exton, Tokyo, 1035-1038.
11. Swartz C.A., 1954, Some Geometrical Properties of Residual Maps. *Geophysics*, 19, 46–70.
12. Torge, W., 1989, *Gravimetry*, Walter de Gruyter, New York - Berlin
13. Wójcicki A., 1993, Approximation of the gravity attraction caused by the terrain relief using a polyhedron method. *Acta Geophysica Polonica*, 41, 3, 1-24
14. Plik pomocy do programu Oasis montaj firmy Geosoft
15. *Opinia Geologiczna – Górnicza dla Terenu położonego w Piekarach Śląskich A-780, AGROS - GEMES sp. z o. o., 40 – 153 Katowice, al. Korfantego 191, kwiecień 2023.*
16. *Inwentaryzacja zlikwidowanych wyrobisk po eksploatacji rud metali kolorowych na obszarze województwa śląskiego (rudę cynku, ołowiu i żelaza), wykonana w 2019 r przez PMG Silesia Sp. z o.o.*

Spis załączników

Zal. 1 Lokalizacja badań grawimetrycznych

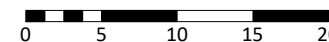
Zal. 2 Rozkład anomalii Bouguera

Zal. 3 Rozkład anomalii rezydualnych



Legenda:

- - punkt pomiarowy
- - szyb "Przyszłość"

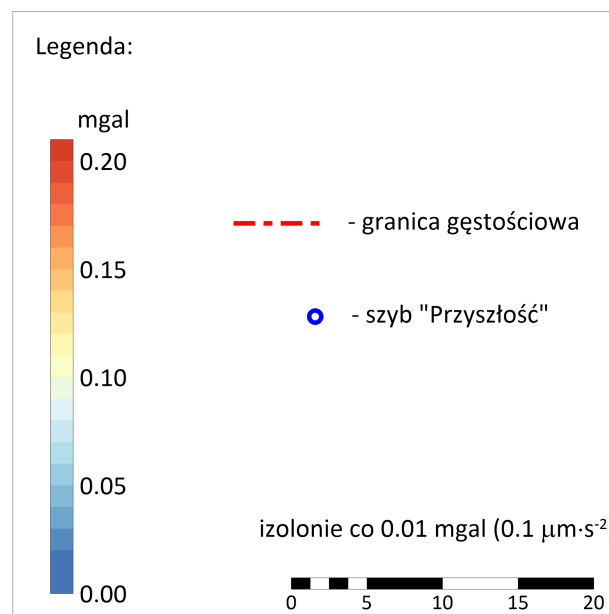
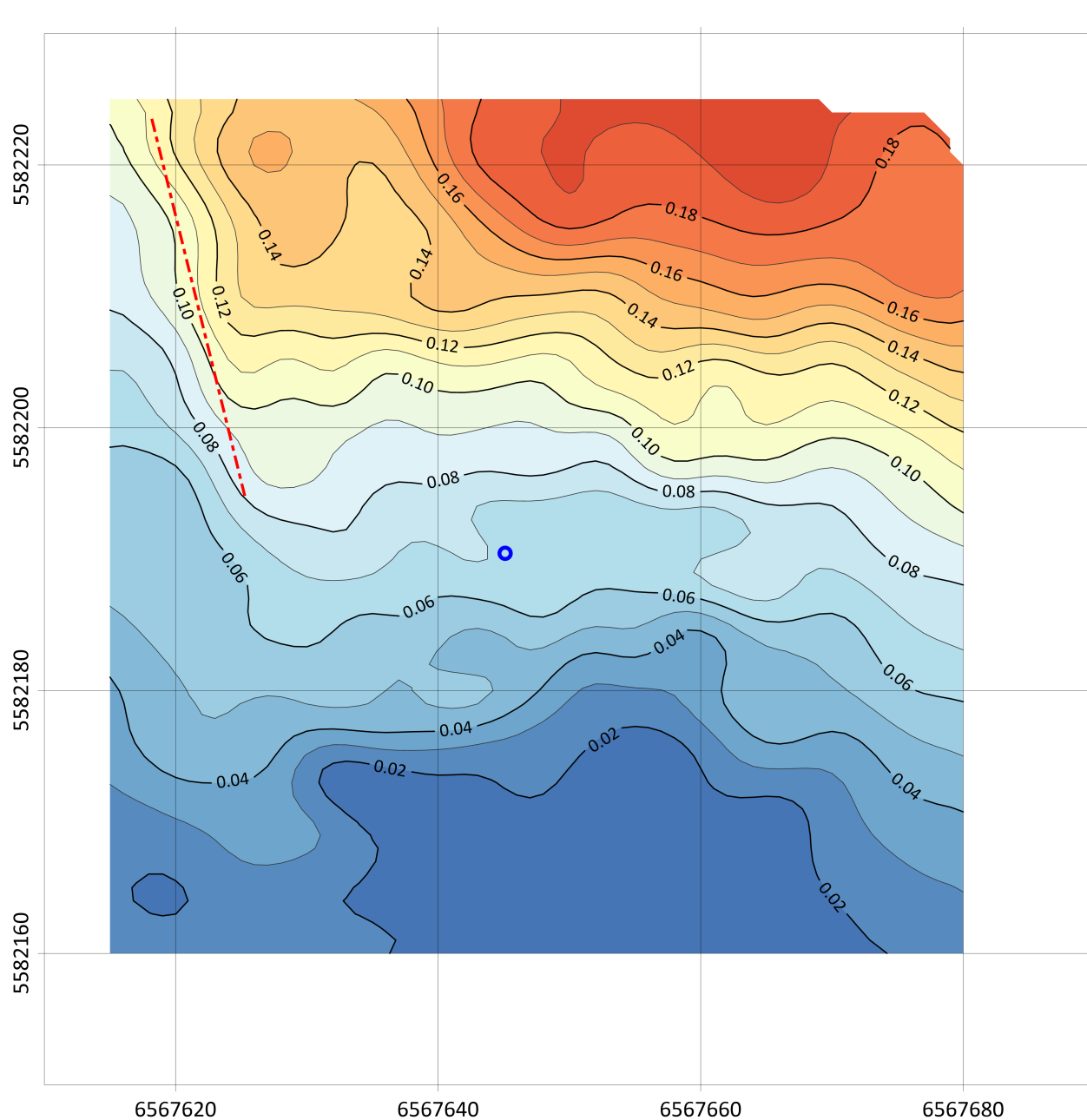


LOKALIZACJA BADAŃ GRAWIMETRYCZNYCH

Data: 28.06.2023

Skala 1 : 500
Układ współrzędnych: PUWG 2000/7

Zal. 1

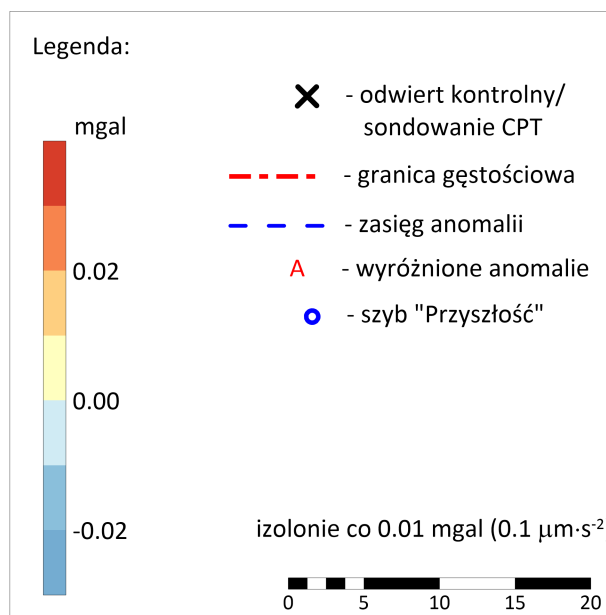
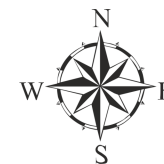
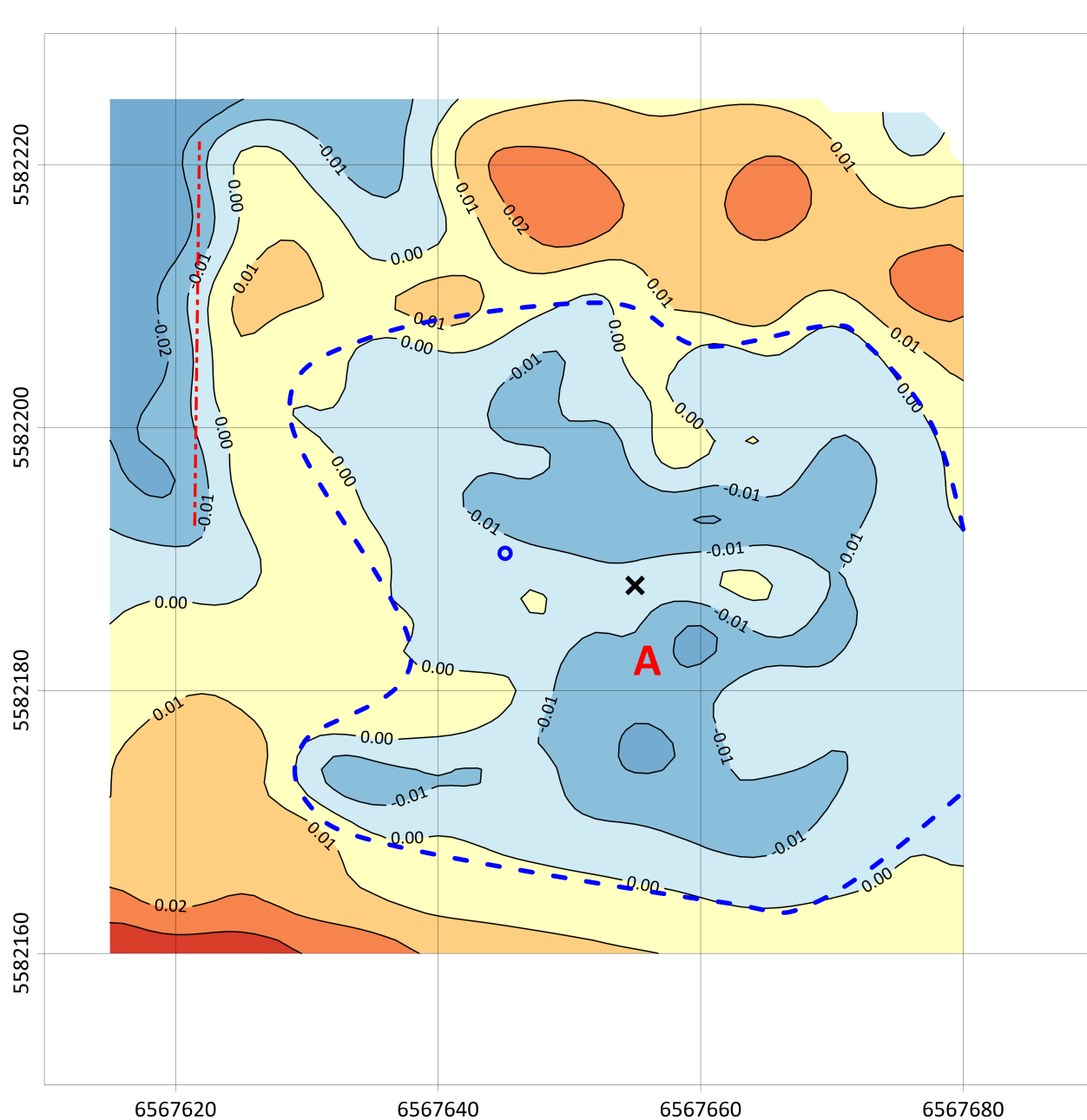


ROZKŁAD ANOMALII BOUGUERA

Data: 28.06.2023

Skala 1 : 500
Układ współrzędnych: PUWG 2000/7

Zal. 2



ROZKŁAD ANOMALII REZYDUALNYCH

Data: 28.06.2023

Skala 1 : 500
Układ współrzędnych: PUWG 2000/7

Zal. 3