



Badania georadarowe (GPR) – opis metody.

Temat:

” Inwentaryzacja infrastruktury podziemnej znajdującej się na obszarze planowanej budowy budynku na terenie PIM MSWiA”

Autorzy opracowania:

A handwritten signature in purple ink, appearing to read 'A. Lejzerowicz'.

.....
dr Anna Lejzerowicz

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Barej'.

.....
inż. Małgorzata Barej

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jacek Adamiec'.

.....
mgr Jacek Adamiec

Warszawa, listopad 2024 r.

Sprawozdanie techniczne

1. Zamawiający:	Państwowy Instytut Medyczny Ul. Wołoska 137 02-507 Warszawa
2. Wykonawca	GPR24 Sp. z o.o. ul. Człuchowska 35/18 01-360 Warszawa NIP: 522-327-88-29
3. Podstawa wykonania pracy:	Umowa z dnia 14.10.2024 roku pomiędzy Zamawiającym, a Wykonawcą
4. Okres realizacji prac terenowych:	X-XI 2024r.
5. Lokalizacja prac:	Teren szpitala MSWiA w Warszawie
6. Cel badań:	Inwentaryzacja infrastruktury podziemnej znajdującej się na obszarze planowanej budowy budynku na terenie PIM MSWiA Sporządzenie raportu (mapy) porównującego dane z mapy zasadniczej, dotyczące infrastruktury podziemnej pokazanej na mapie z stanem faktycznym, dotyczącym wskazanej w zamówieniu lokalizacji.
7. Zakres prac:	Badania terenowe metodą georadarową (GPR) na terenie działki 8/7 zlokalizowanej przy ulicy Wołoskiej 137 w Warszawie

Teren badań – metoda pomiarów oraz rezultaty

Na przedmiotowym terenie zostały zaprojektowane oraz wykonane badania georadarowe (*ang.* GPR – *ground penetrating radar*). Badania georadarowe są jedną z geofizycznych metod badawczych, które umożliwiają nieinwazyjne – nieniszczące (*ang.* *Non-Destructive Testing method*) rozpoznanie struktury ośrodka, jego parametrów i wszelkich występujących w nim anomalii w sposób ciągły, ekonomiczny i szybki.

W celu realizacji postawionego zadania na działce nieruchomości wykorzystano metodę georadarową, zastosowano urządzenie VIY5– 37 (antenę ekranowaną o częstotliwości 300 MHz oraz 700 MHz) firmy Transient Technologies, które współpracuje z wbudowanym oprogramowaniem Synchro3. Przy opracowaniu wyników korzystano z danych uzyskanych z anteny o częstotliwości 300 MHz mając na uwadze cel badań i możliwość penetracji badanego ośrodka do około 6 metrów.

Badania wykonano standardową techniką pomiarową tzn. w postaci krótko – offsetowego profilowania refleksyjnego. W takiej sytuacji układ antenowy systemu GPR przesuwa się wzdłuż profilu, a antena nadawcza emituje impulsy elektromagnetyczne co określony interwał odległościowy. Impulsy elektromagnetyczne propagują w postaci fali elektromagnetycznej (EM) w górotworze. Antena odbiorcza jest przemieszczana wzdłuż profilu pomiarowego równocześnie z anteną nadawczą rejestrując sygnały odbite – refleksy, które są zapisywane na laptopie. Zarejestrowane wyniki przedstawiane są w postaci echogramów. Oś pionowa zapisywana jest w skali czasu w nanosekundach [ns], a oś pozioma z kolei zapisywana jest w skali odległości (w metrach). W procesie przetwarzania danych pomiarowych wykonuje się konwersję skali czasowej na głębokościową.

Zarejestrowane dane z prac polowych zostały przetworzone za pomocą specjalistycznego oprogramowania. Pierwszym etapem było usunięcie zakłóceń, a następnie zastosowano filtr falkowy, obliczenie średniej, wzmacnienie według charakterystyki liniowej, filtra pasmowo-przepustowy oraz nieliniowy wznacniacz. Na końcu sygnał został poddany transformacji z domeny czasowej na domenę głębokościową.

W opracowanych wynikach, na zbiorczych mapach zaznaczono obiekty znajdujące się na głębokości ≥ 30 cm, aby wyeliminować refleksy odpowiadające systemom korzeniowym drzew znajdujących się na terenie badań.

Raport porównawczy danych z mapy zasadniczej w stosunku do stanu faktycznego zarejestrowanych anomalii GPR został wrysowany w mapy DWG i zróżnicowany kolorami. (1) *Dla anomalii GPR odpowiadających zawartości mapy zasadniczej* kolorem zielonym oznaczono anomalie GPR charakterystyką odpowiadające potencjalnym obiektom liniowym zaś dla koloru żółtego przypisane zostały anomalie GPR charakterystyką odpowiadające potencjalnym obiektom gabarytowym. (2) *Anomalie GPR potencjalnych obiektów nieopisanych na mapie zasadniczej* zróżnicowano i oznaczono kolorem pomarańczowym anomalie GPR charakterystyką odpowiadające potencjalnym obiektom liniowych, zaś kolorem fioletowym anomalie GPR odpowiadające charakterystyką potencjalnym obiektom gabarytowym.

Raport uwzględniający pomiary 3D z określeniem parametrów osi X, Y, Z dla anomalii geofizycznych został przygotowany na podkładzie mapy DWG z opisem głębokości dla każdej zarejestrowanej anomalii GPR.

Metoda georadarowa

Zastosowana w niniejszych badaniach metoda georadarowa należy do grupy geofizycznych metod radiofalowych. Aparatura pomiarowa składająca się z jednostki centralnej oraz anteny ekranowanej (nadawczo – odbiorczej), pozwala na zastosowanie tej metody w obszarze silnie zurbanizowanym.

Podstawową zasadą działania metody georadarowej jest emisja przez antenę nadawczą impulsu elektromagnetycznego w głąb ośrodka geologicznego bądź antropogenicznego. Impuls ten ulega załamaniu, odbiciu i tłumieniu. Tak przekształcona fala po odbiciu rejestrowana jest przez antenę odbiorczą. Uzyskane wyniki przedstawione są w postaci odzwierciedlającej budowę geologiczną badanego obszaru czy też badany obiekt inżynierski.

Niezbędnym warunkiem zarejestrowania użytecznego sygnału (informacji) jest kontrast względnej stałej dielektrycznej (stała dielektryczna ϵ - bezwymiarowa wartość oznaczająca pojemność materiału do przechowywania ładunku) pomiędzy ośrodkiem a poszukiwanym obiektem. W przypadku lokalizacji obiektów antropogenicznych, takich jak mury, tunele, zbiorniki itp., przy założeniach ww. różnicy w stałej dielektrycznej, poszukiwany obiekt (np: zbiornik, tunel) wypełniony powietrzem (względna stała dielektryczna zbliżona do 1) względem utworów budujących badane podłoże (stała dielektryczna ośrodka waha się w zakresie od kilku do kilkudziesięciu) powinien wyraźnie i znacząco odróżniać się na tle wykonanego echogramu danego profilu badawczego. Wykorzystując antenę o częstotliwości 300MHz można zlokalizować obiekty o rozmiarze $\geq 2\text{cm}$, jednak minimalna wielkość wykrywanego obiektu zależy, oprócz częstotliwości anteny, od szeregu czynników: rodzaju gruntu, materiału z jakiego wykonany jest poszukiwany obiekt, jego stałej dielektrycznej itd. Może zdarzyć się sytuacja, w której różne materiałowo ośrodki (różne materiały, z których wykonano np. kolejne warstwy konstrukcyjne posadzki czy też kolejne warstwy geologiczne) mają bardzo zbliżony obraz na echogramach – wynika to z ich właściwości tj. zbliżonej wartości stałej dielektrycznej (niewielki kontrast wartości ϵ) poszczególnych materiałów konstrukcyjnych czy też podłoża gruntowego.

Na „jakość, czytelność” uzyskanych wyników w postaci echogramów wpływają takie utwory jak glina, ił, grunt zawodniony, niejednorodne nasypy antropogeniczne, gdzie występuje duże tłumienie fali, a stała dielektryczna wody wynosi 81.

Zasięg głębokościowy metody georadarowej zależy od wykorzystanej częstotliwości emitowanego sygnału w głąb ośrodka. Im większa częstotliwość jest użyta tym zasięg głębokościowy maleje, a rozdzielczość pionowa wzrasta. Stąd też przy wykorzystaniu anteny o niższej częstotliwości (np. 300MHz) jesteśmy w stanie zbadać dany ośrodek na większą głębokość, natomiast maleje wielkość obiektów które możemy wtedy zlokalizować. Jeśli więc zależy nam na dokładnej lokalizacji obiektów o niewielkich rozmiarach/średnicy wtedy należy zastosować anteny o wyższych częstotliwościach (a to wiąże się z mniejszym zasięgiem głębokościowym metody).

Załączniki:

Załącznik nr 1 - mapa orientacyjna badanego obiektu

Załącznik nr 2 - mapa orientacyjna badanego obiektu

Załącznik nr 3.1 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Poligonu nr 1

Załącznik nr 3.2 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu nr 1

Załącznik nr 3.3 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Poligonu nr 1

Załącznik nr 4.1 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Poligonu nr 2

Załącznik nr 4.2 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu nr 2

Załącznik nr 4.3 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Poligonu nr 2

Załącznik nr 5.1 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Poligonu 3

Załącznik nr 5.2 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu 3

Załącznik nr 5.3 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Poligonu 3

Załącznik nr 6.1 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Poligonu nr 4

Załącznik nr 6.2 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu nr 4

Załącznik nr 6.3 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Poligonu nr 4

Załącznik nr 7.1 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Poligonu nr 5

Załącznik nr 7.2 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie, odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu nr 5

Załącznik nr 7.3 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie, nieopisane na mapie dla Poligonu nr 5

Załącznik nr 8.1 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Poligonu nr 6

Załącznik nr 8.2 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie, odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu nr 6

Załącznik nr 8.3 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Poligonu nr 6

Załącznik nr 9.1 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Poligonu nr 7

Załącznik nr 9.2 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu nr 7

Załącznik nr 9.3 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Poligonu nr 7

Załącznik nr 10.1 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Poligonu nr 8

Załącznik nr 10.2 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu nr 8

Załącznik nr 10.3 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Poligonu nr 8

Załącznik nr 11.1 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Poligonu nr 9
Załącznik nr 11.2 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu nr 9
Załącznik nr 11.3 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Poligonu nr 9
Załącznik nr 12.1 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Poligonu nr 10
Załącznik nr 12.2 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu nr 10
Załącznik nr 12.3 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie Poligonu nr 10
Załącznik nr 13.1.1 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Drogi, profile od 1 do 44
Załącznik nr 13.1.2 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Drogi, profile od 44 do 69
Załącznik nr 13.1.3 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Drogi, profile od 69 do 104
Załącznik nr 13.1.4 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Drogi, profile od 105 do 165
Załącznik nr 13.1.5 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Drogi, profile od 166 do 221
Załącznik nr 13.1.6 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Drogi, profile od 222 do 300
Załącznik nr 13.1.7 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Drogi, profile od 301 do 348
Załącznik nr 13.2.1 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Drogi, profile od 1 do 44
Załącznik nr 13.2.2 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Drogi, profile od 44 do 69
Załącznik nr 13.2.3 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Drogi, profile od 69 do 104
Załącznik nr 13.2.4 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Drogi, profile od 105 do 165
Załącznik nr 13.2.5 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości na mapie dla Drogi, profile od 166 do 221
Załącznik nr 13.2.6 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Drogi, profile od 222 do 300
Załącznik nr 13.2.7 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Drogi, profile od 301 do 348
Załącznik nr 13.3.1 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Drogi, profile od 1 do 44
Załącznik nr 13.3.2 mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla

Drogi, profile od 44 do 69

Załącznik nr 13.3.3 mapa sytuacyjna, przedstawiająca
wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla
Drogi, profile od 69 do 104

Załącznik nr 13.3.4 mapa sytuacyjna, przedstawiająca
wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla
Drogi, profile od 105 do 165

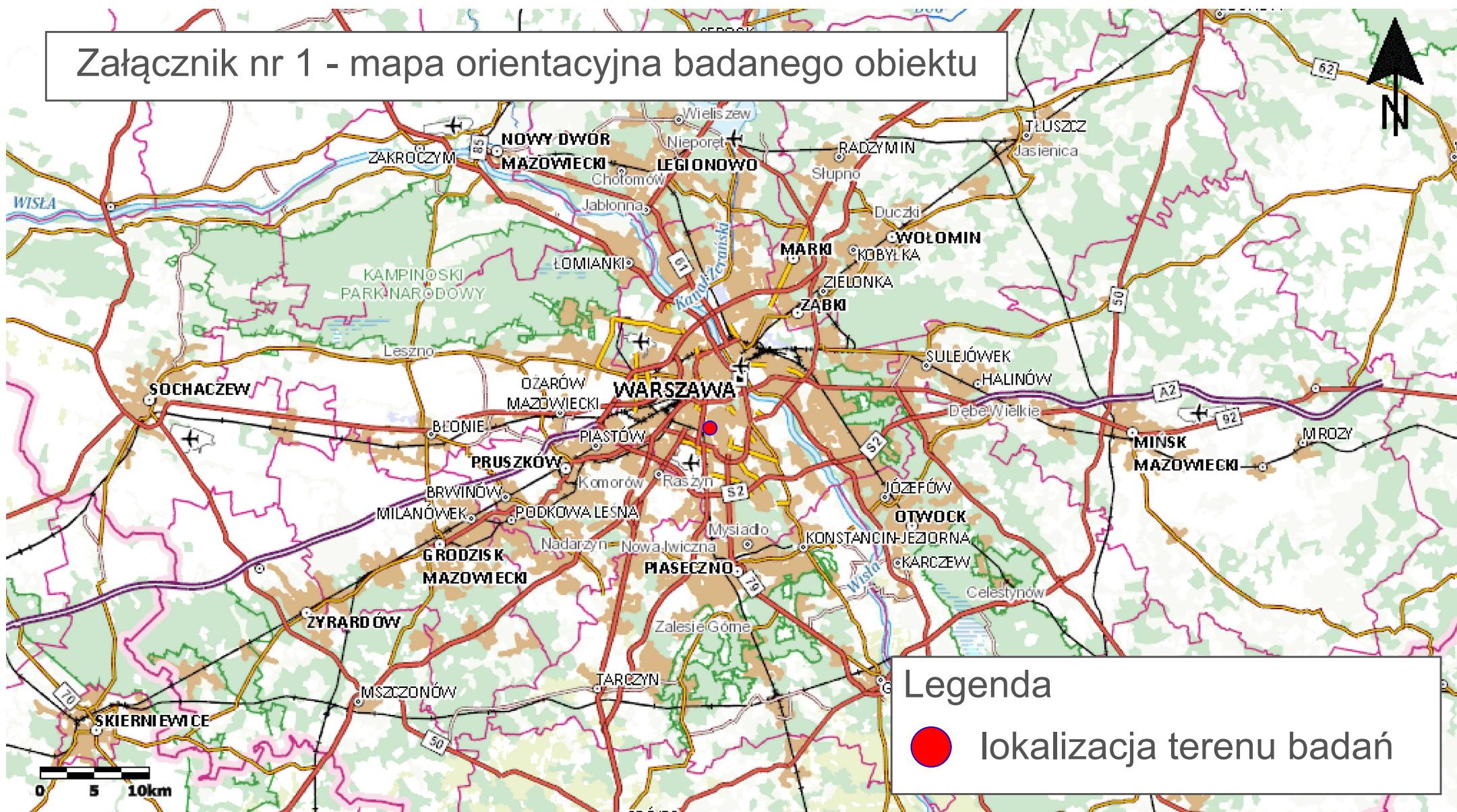
Załącznik nr 13.3.5 mapa sytuacyjna, przedstawiająca
wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla
Drogi, profile od 166 do 221

Załącznik nr 13.3.6 mapa sytuacyjna, przedstawiająca
wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla
Drogi, profile od 222 do 300

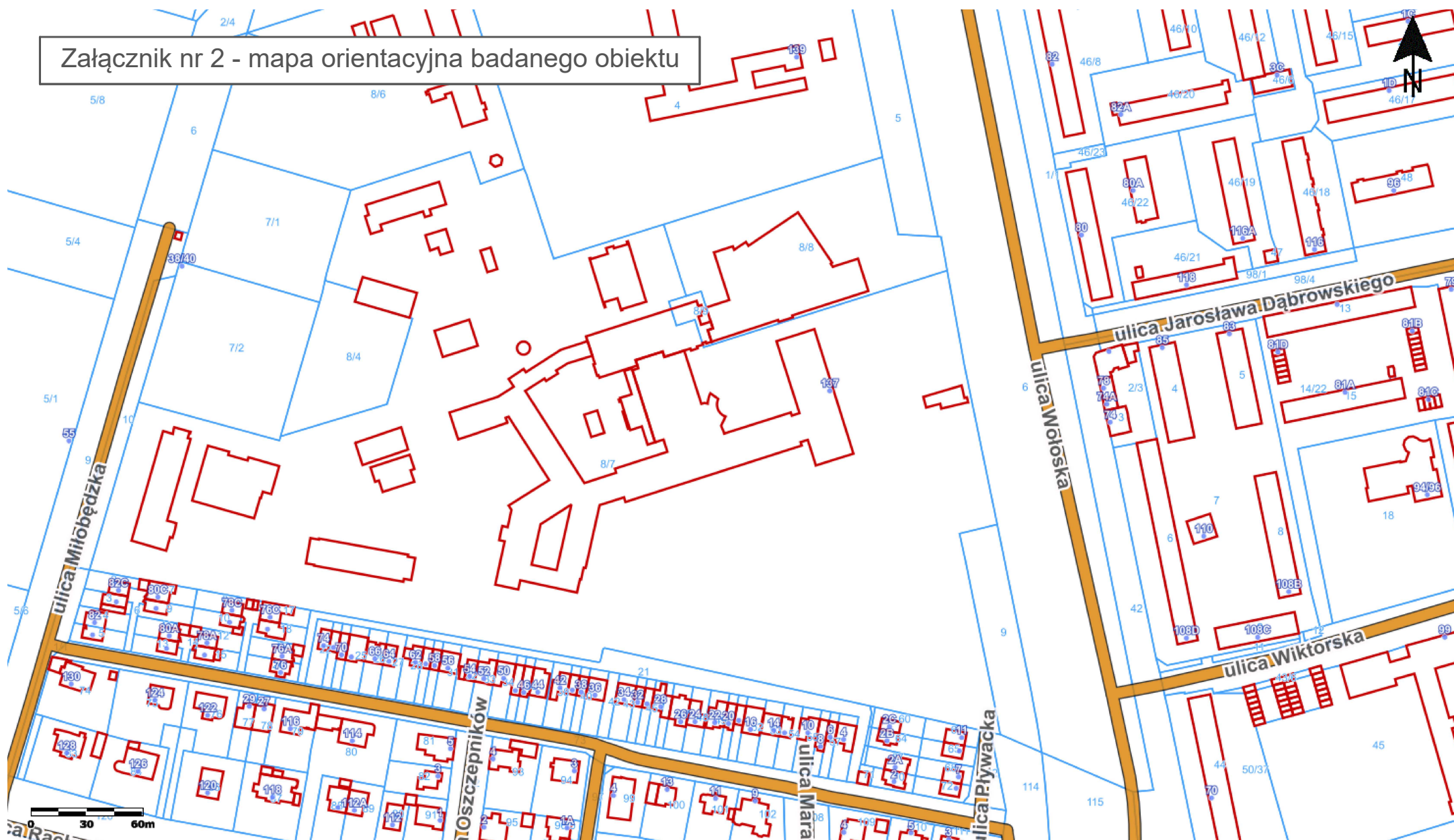
Załącznik nr 13.3.7 mapa sytuacyjna, przedstawiająca
wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla
Drogi, profile od 301 do 348

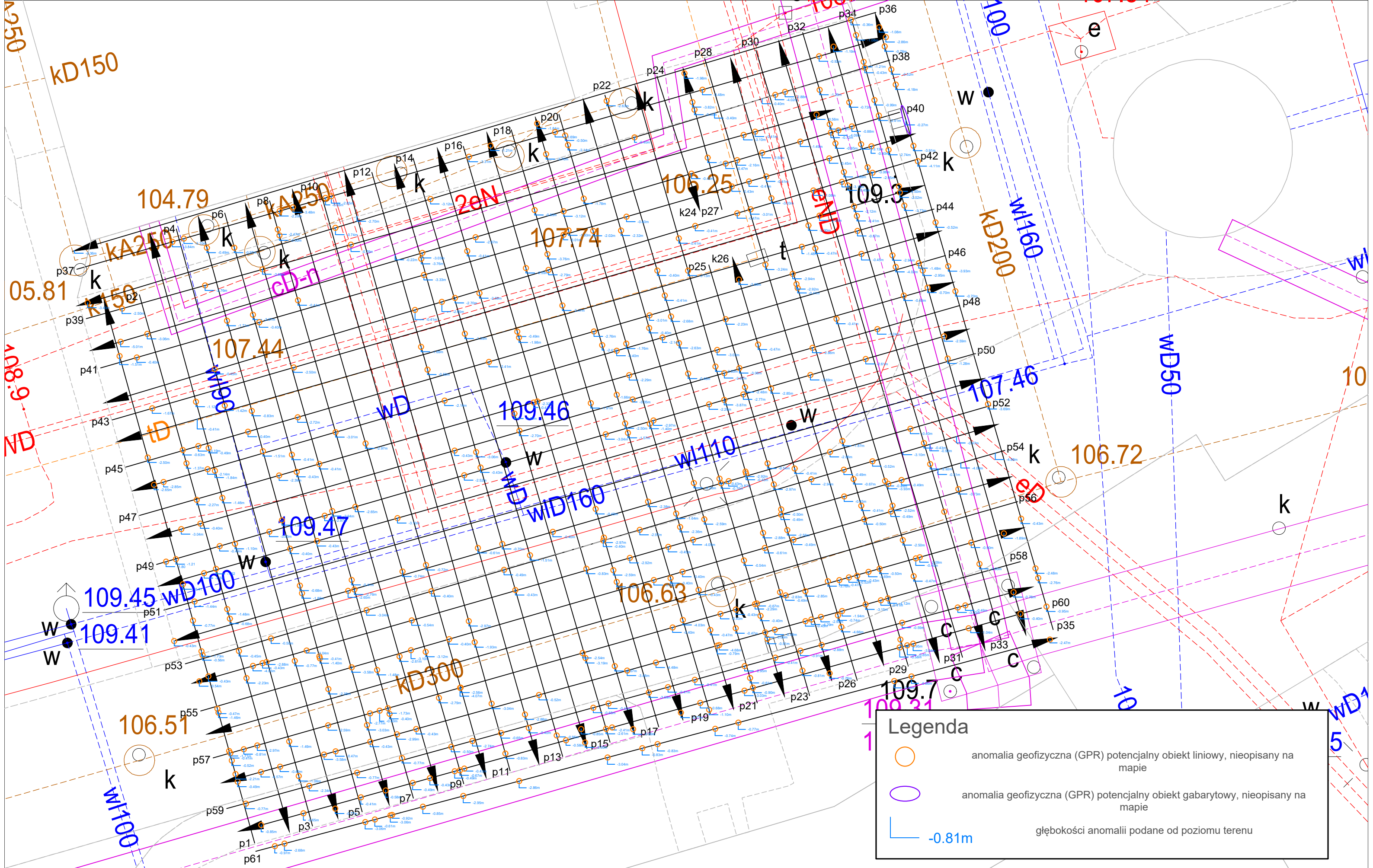
Załącznik nr 14 mapa całości badań i wyników w formacie DWG (pendrive)

Załącznik nr 1 - mapa orientacyjna badanego obiektu

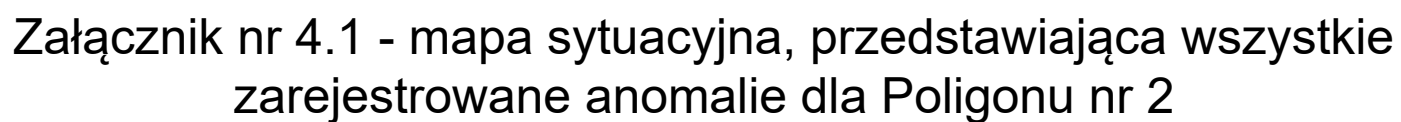


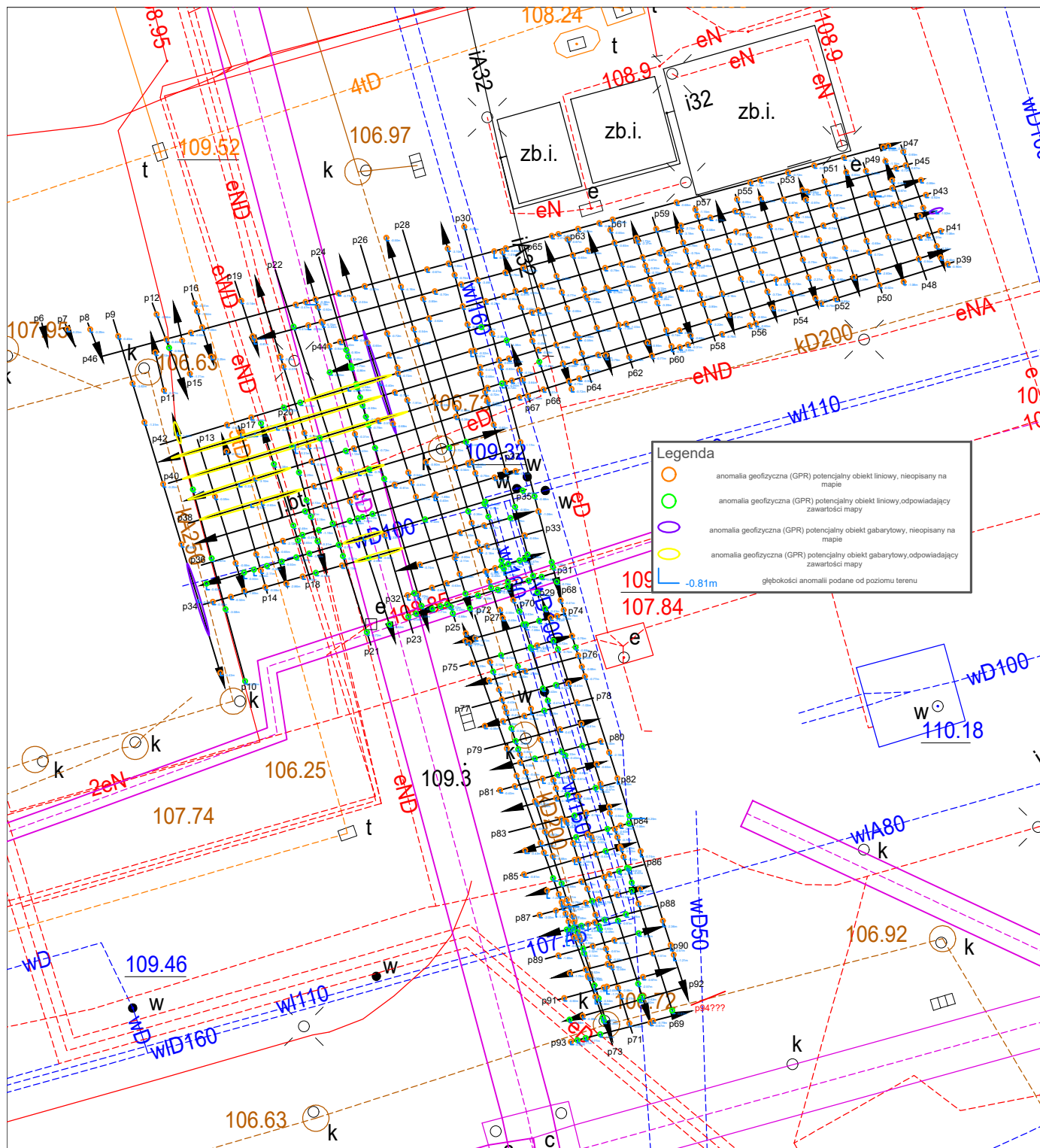
Załącznik nr 2 - mapa orientacyjna badanego obiektu



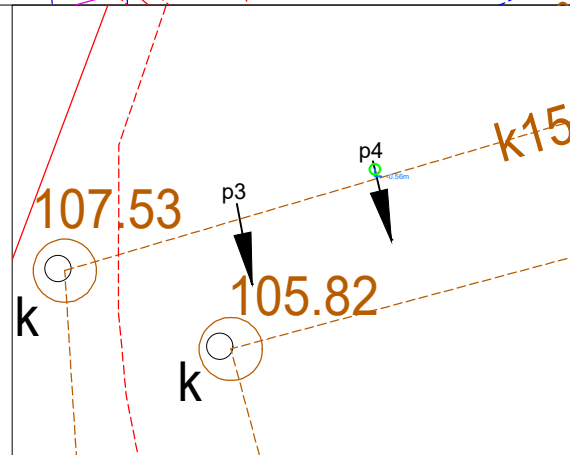


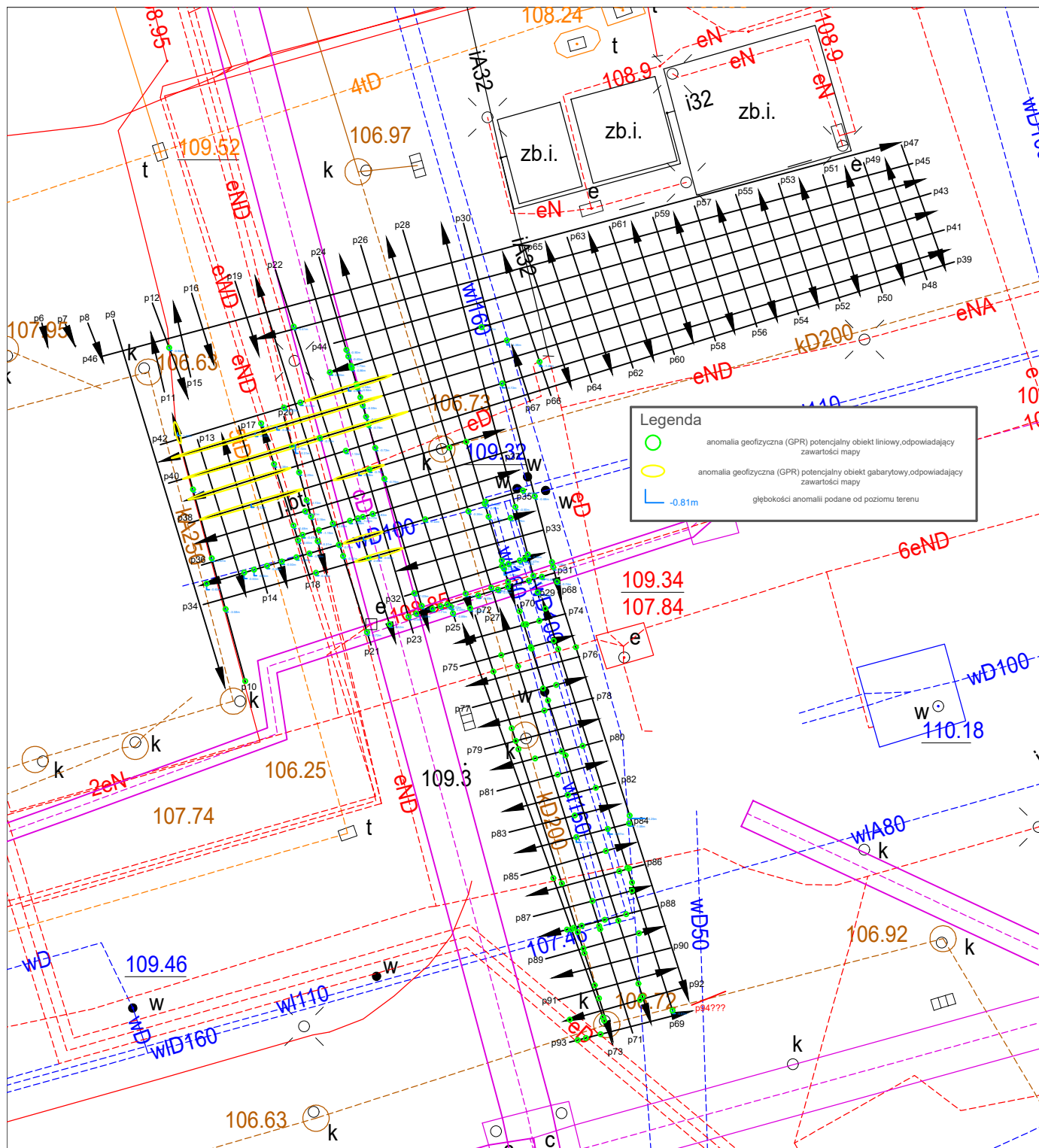
Załącznik nr 3.3 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Poligonu nr 1



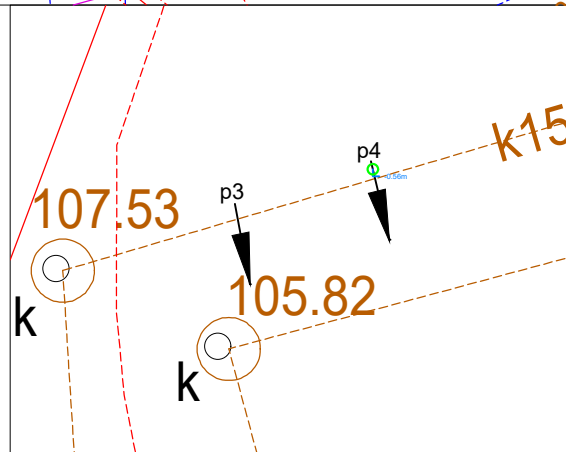


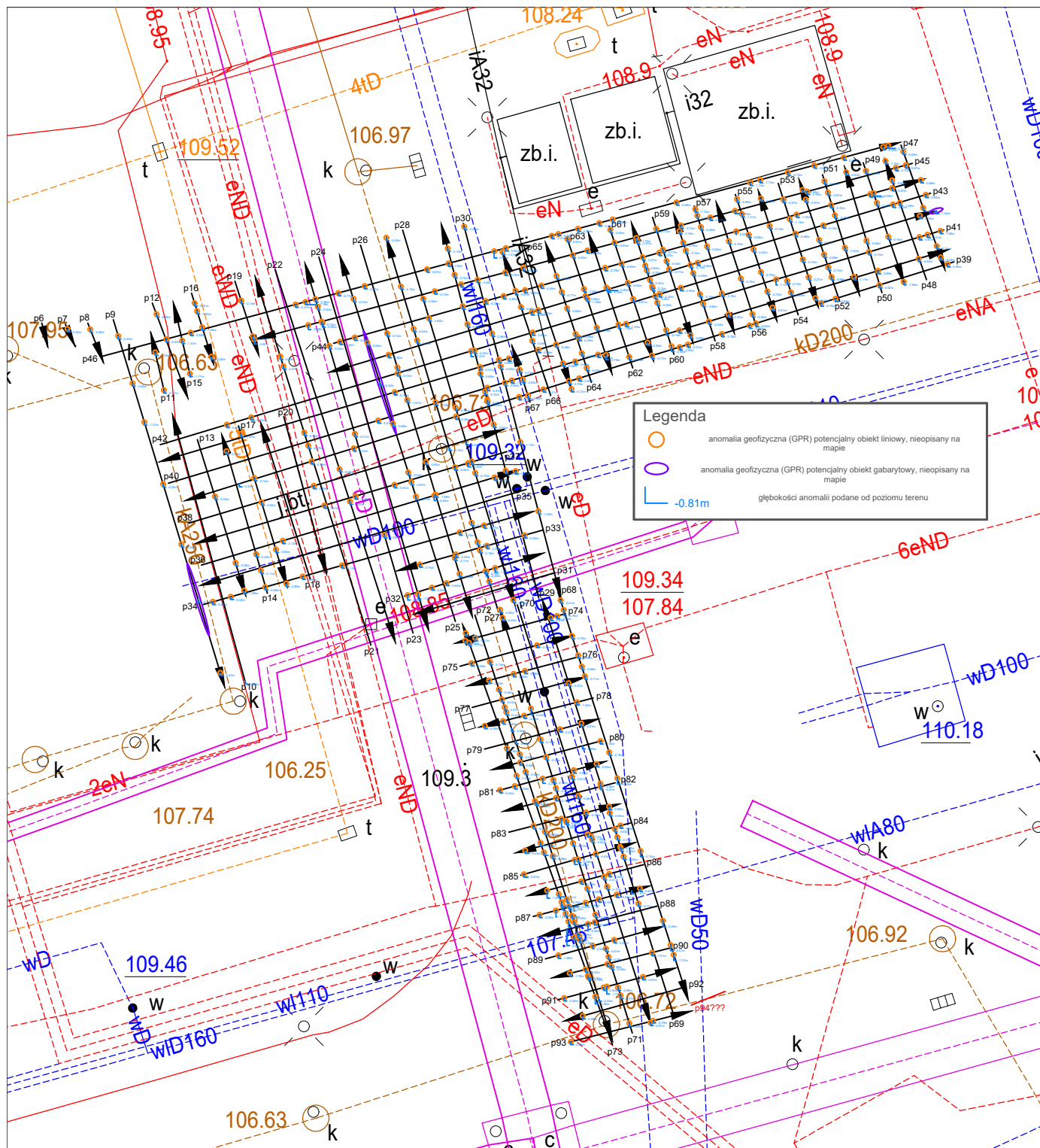
Załącznik nr 5.1 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Poligonu 3



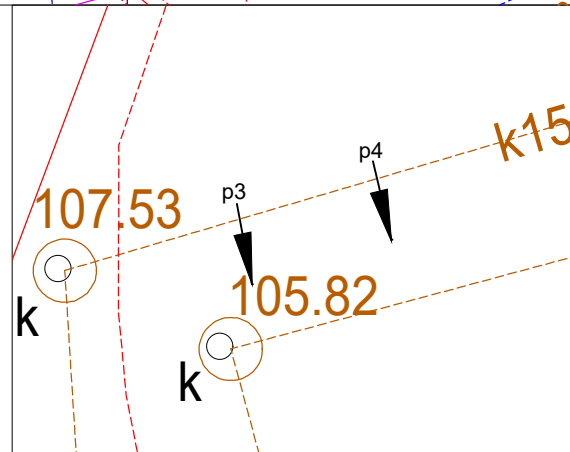


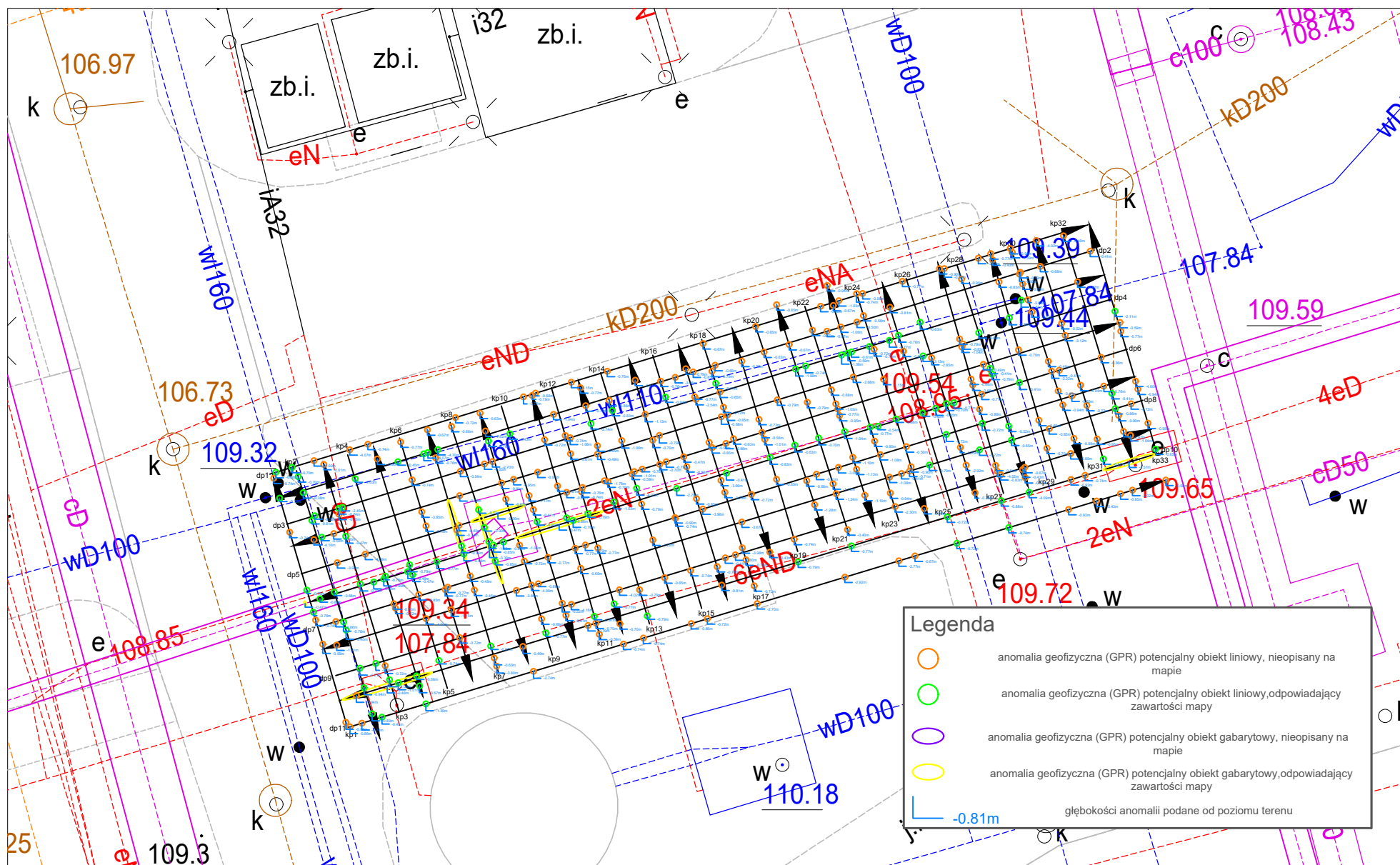
Załącznik nr 5.2 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu 3



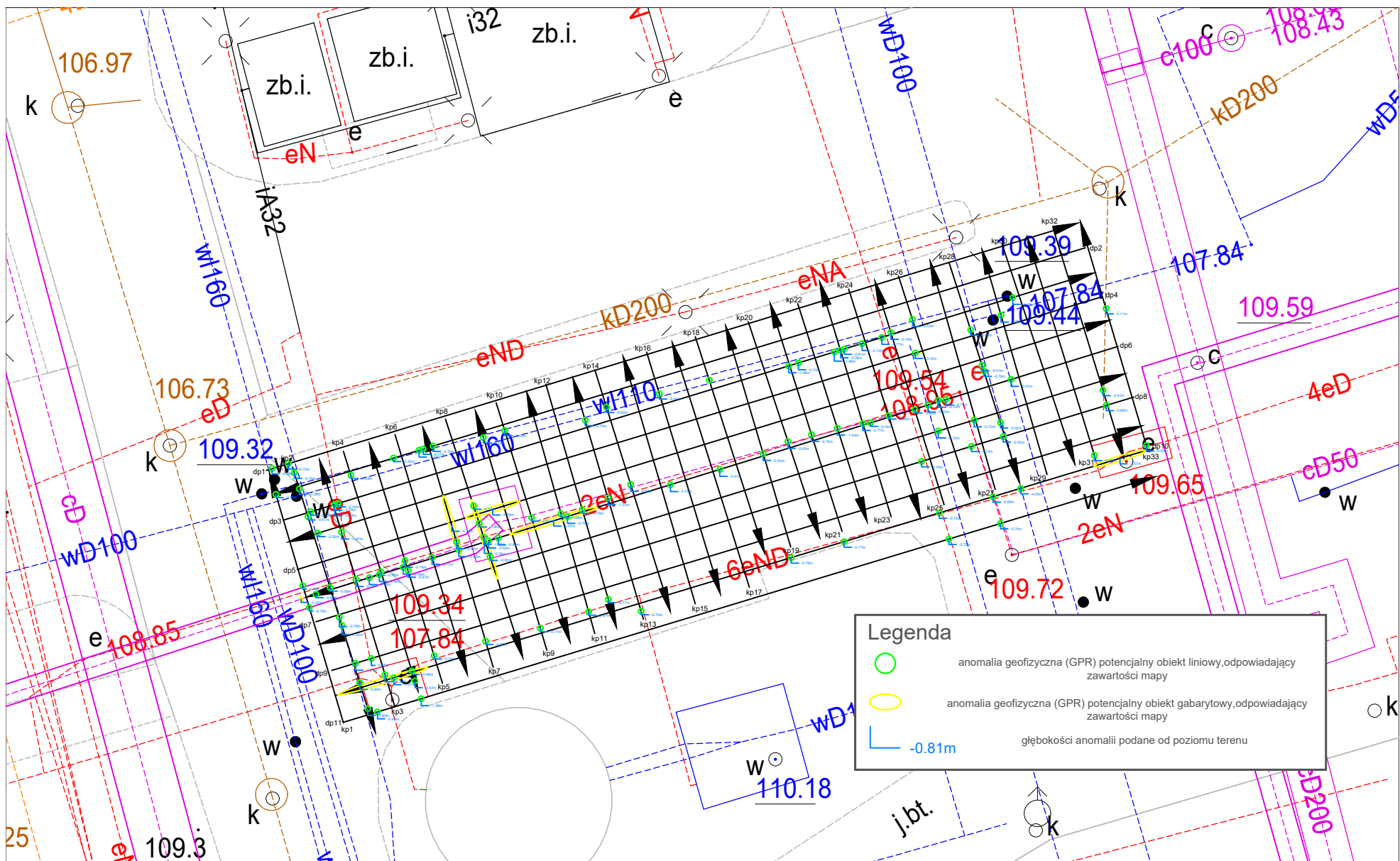


Załącznik nr 5.3 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Poligonu 3

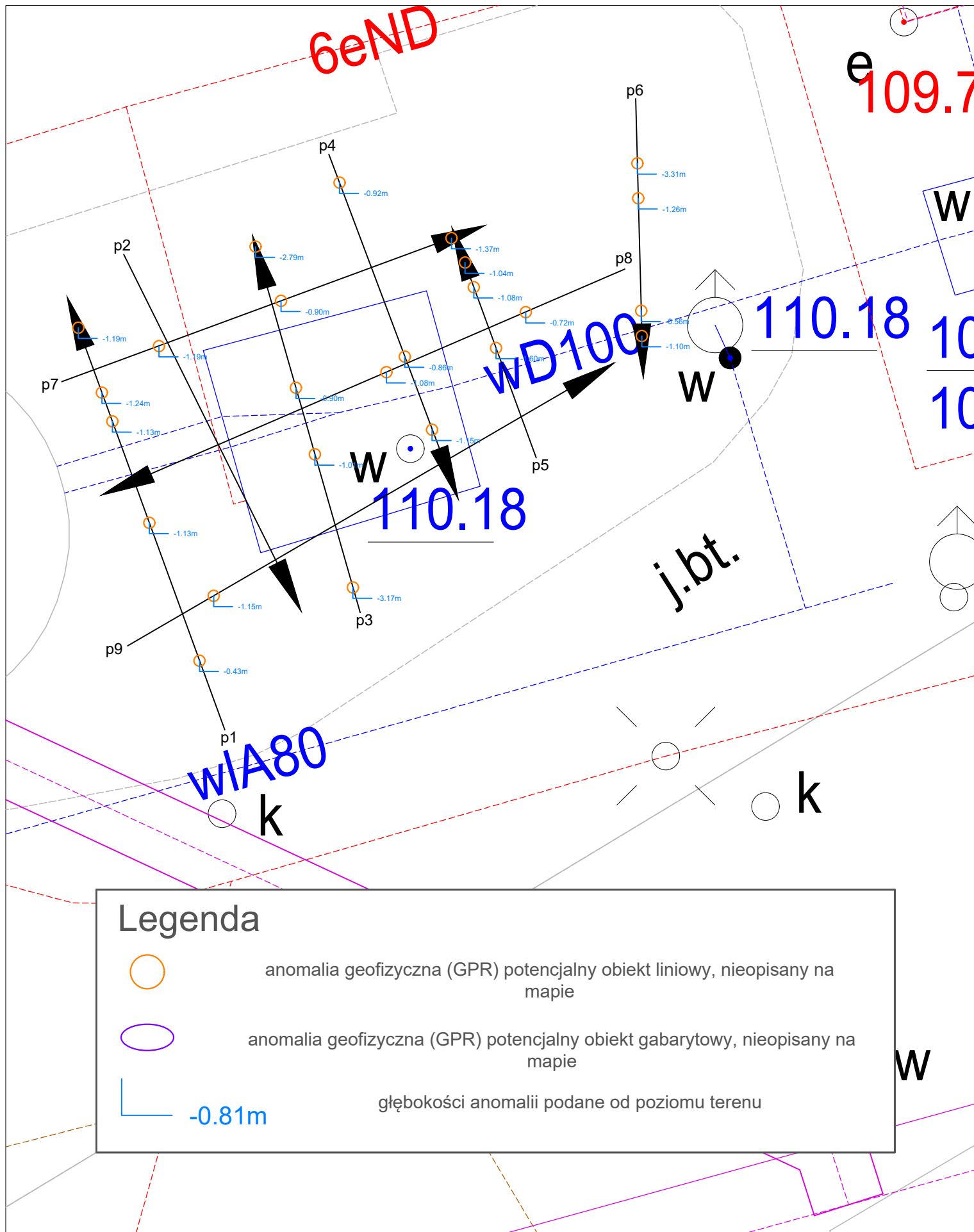




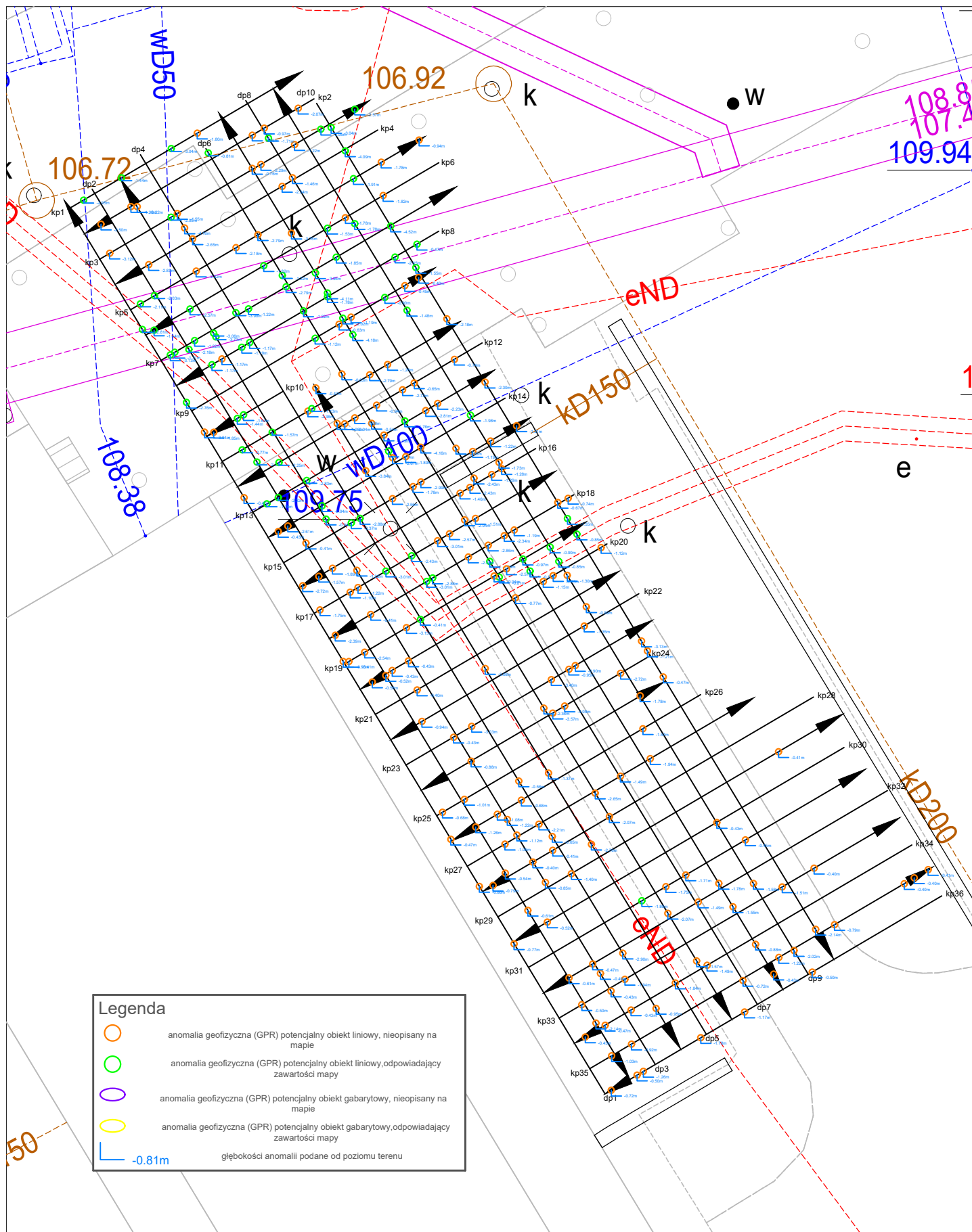
Załącznik nr 6.1 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Poligonu nr 4



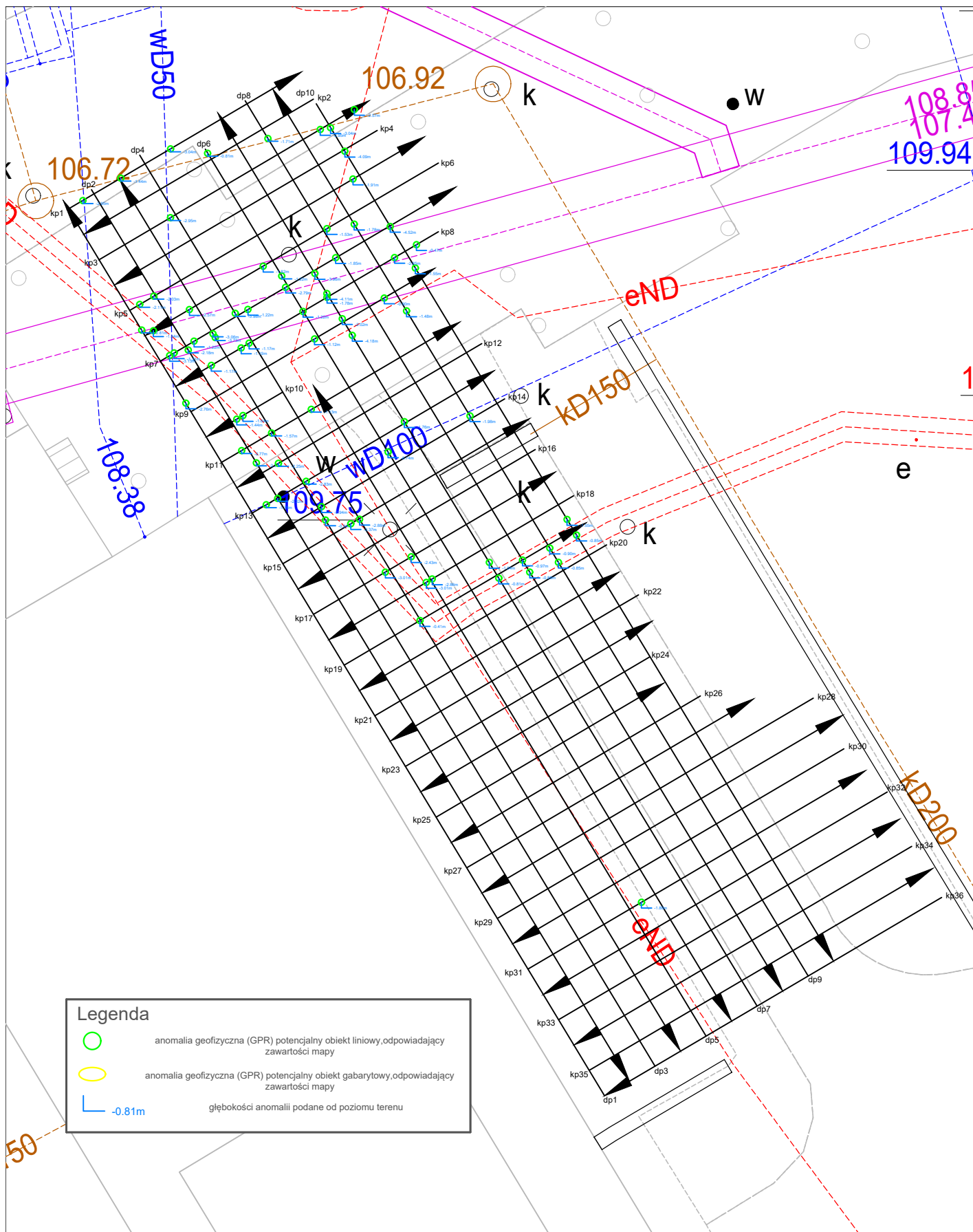
Załącznik nr 6.2 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu nr 4



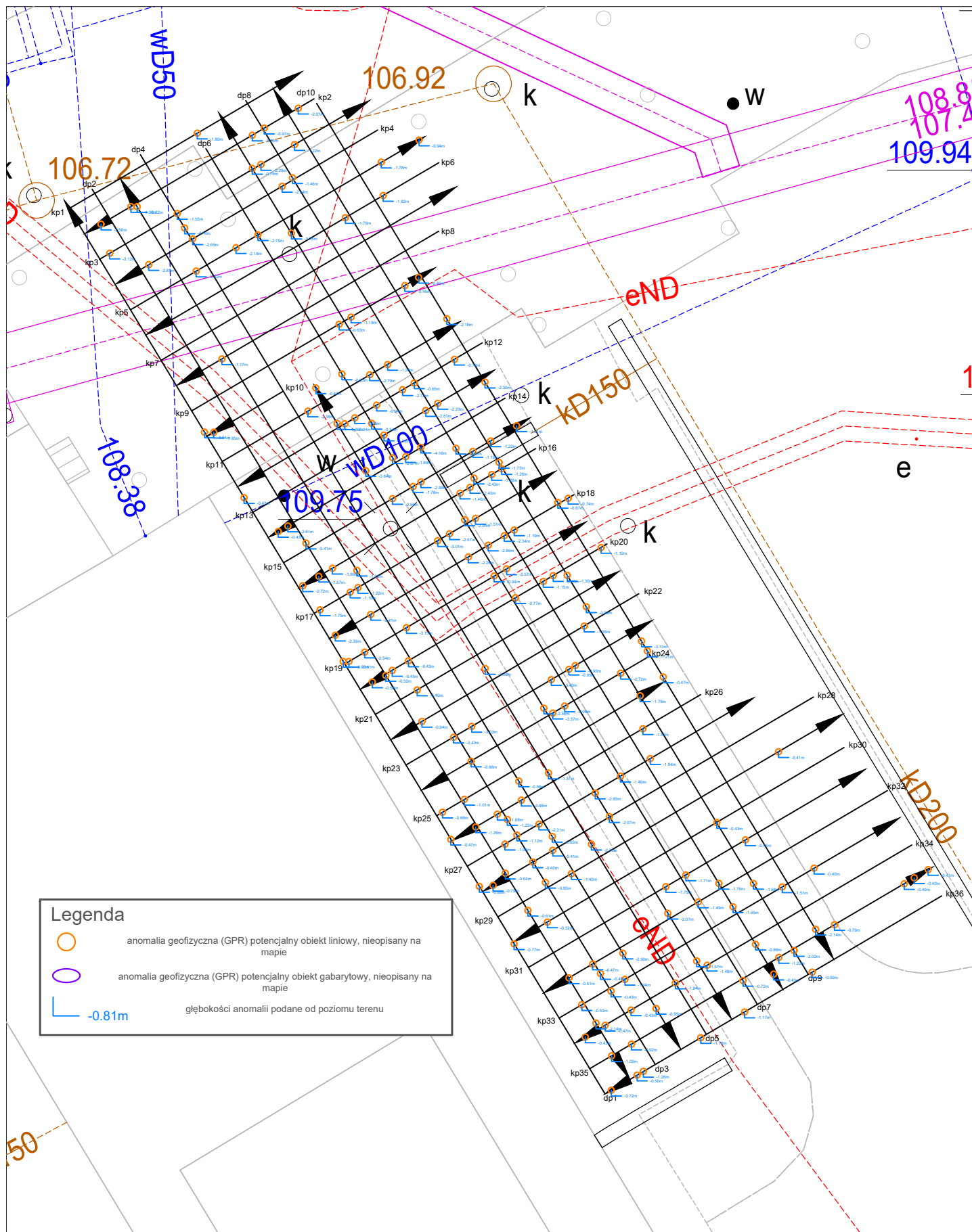
Załącznik nr 8.3 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Poligonu nr 6



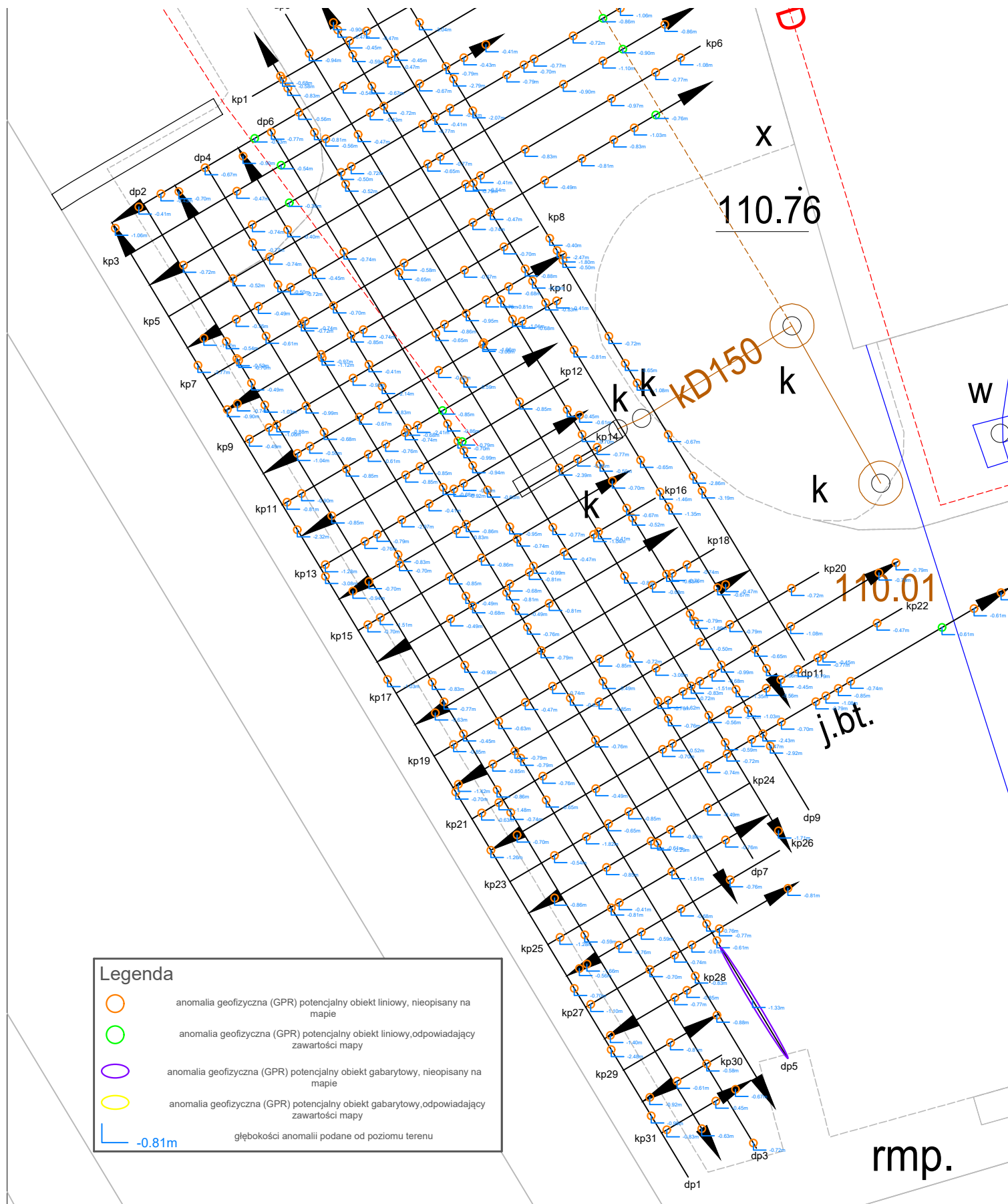
Załącznik nr 9.1 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Poligonu nr 7



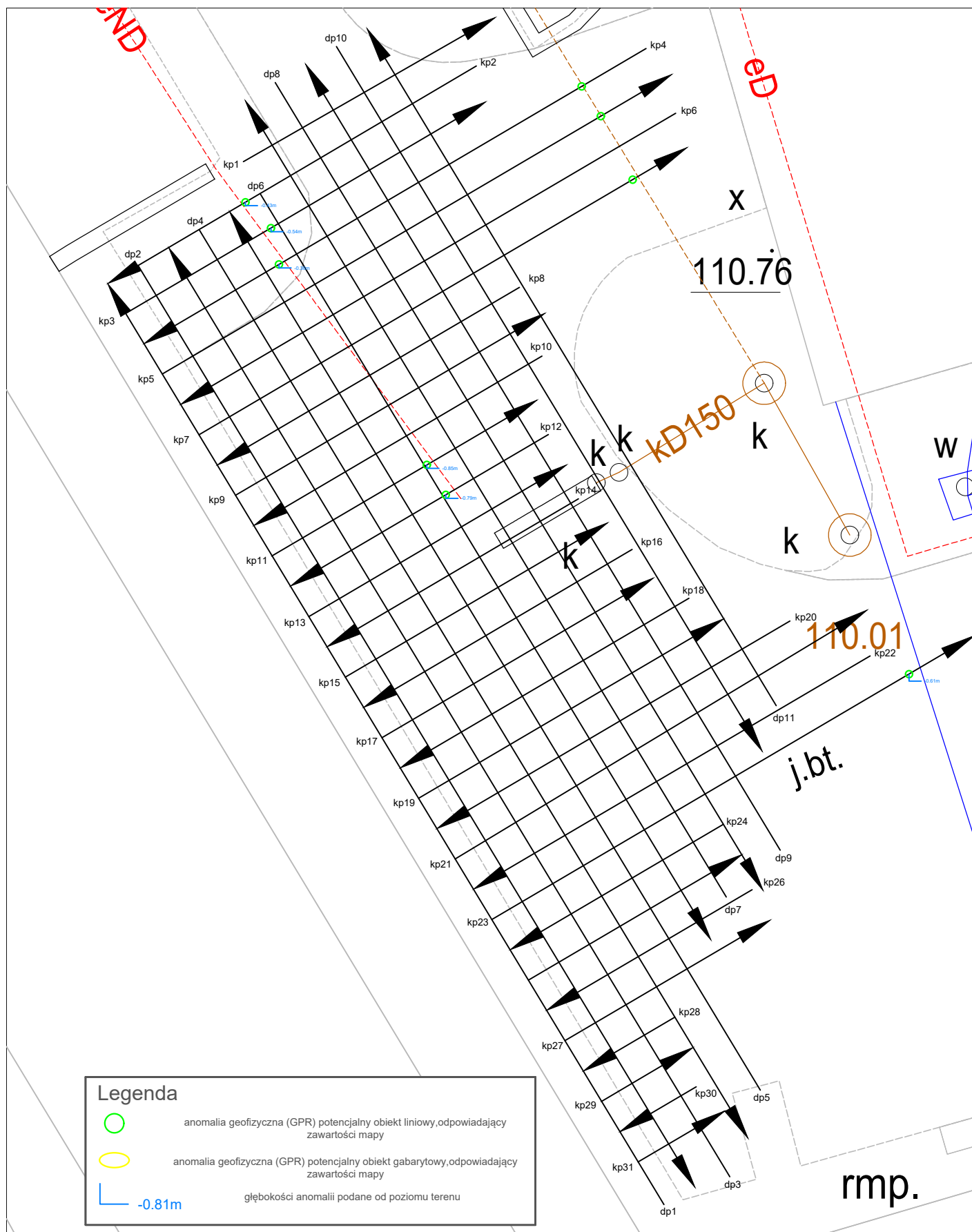
Załącznik nr 9.2 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu nr 7



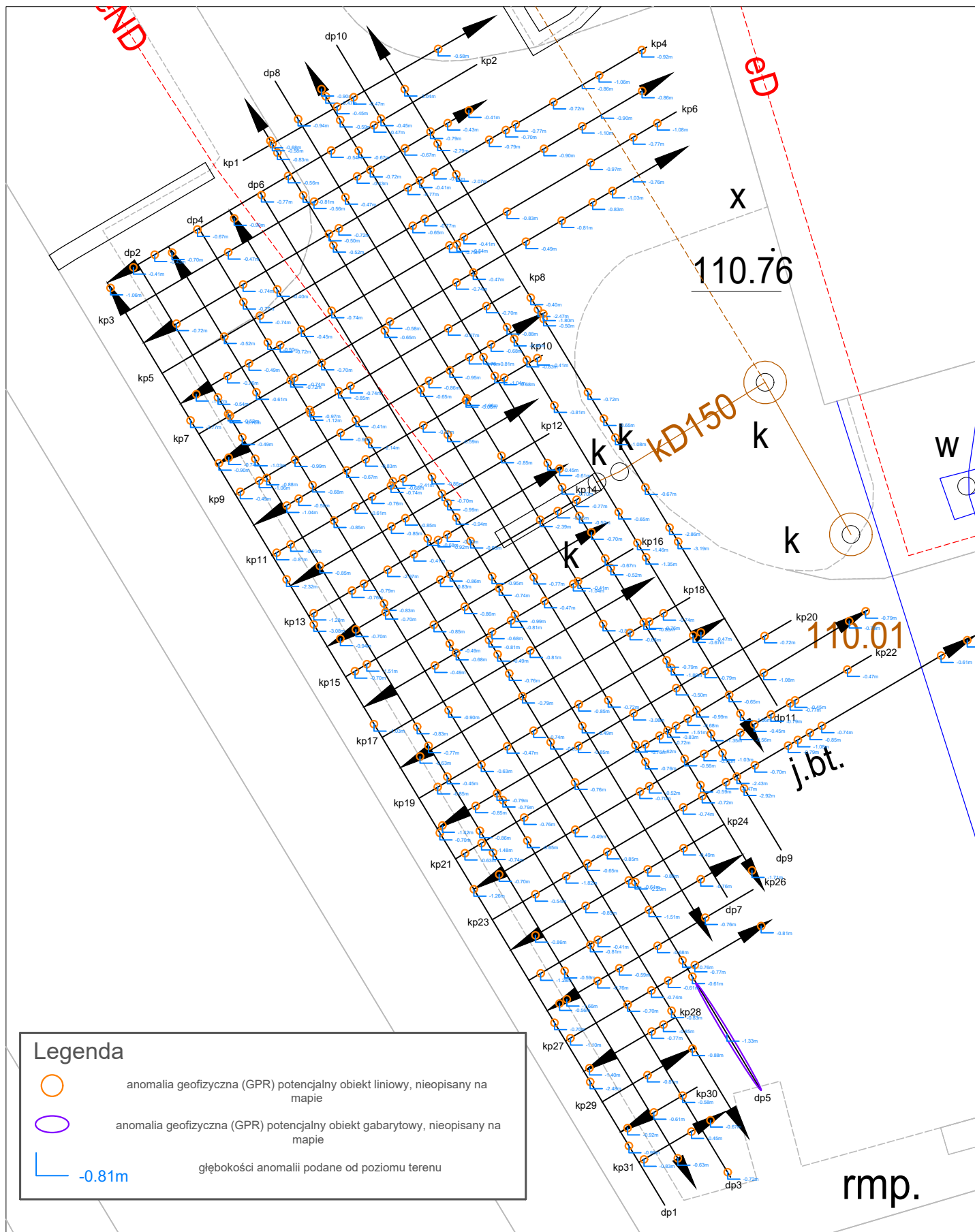
Załącznik nr 9.3 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Poligonu nr 7



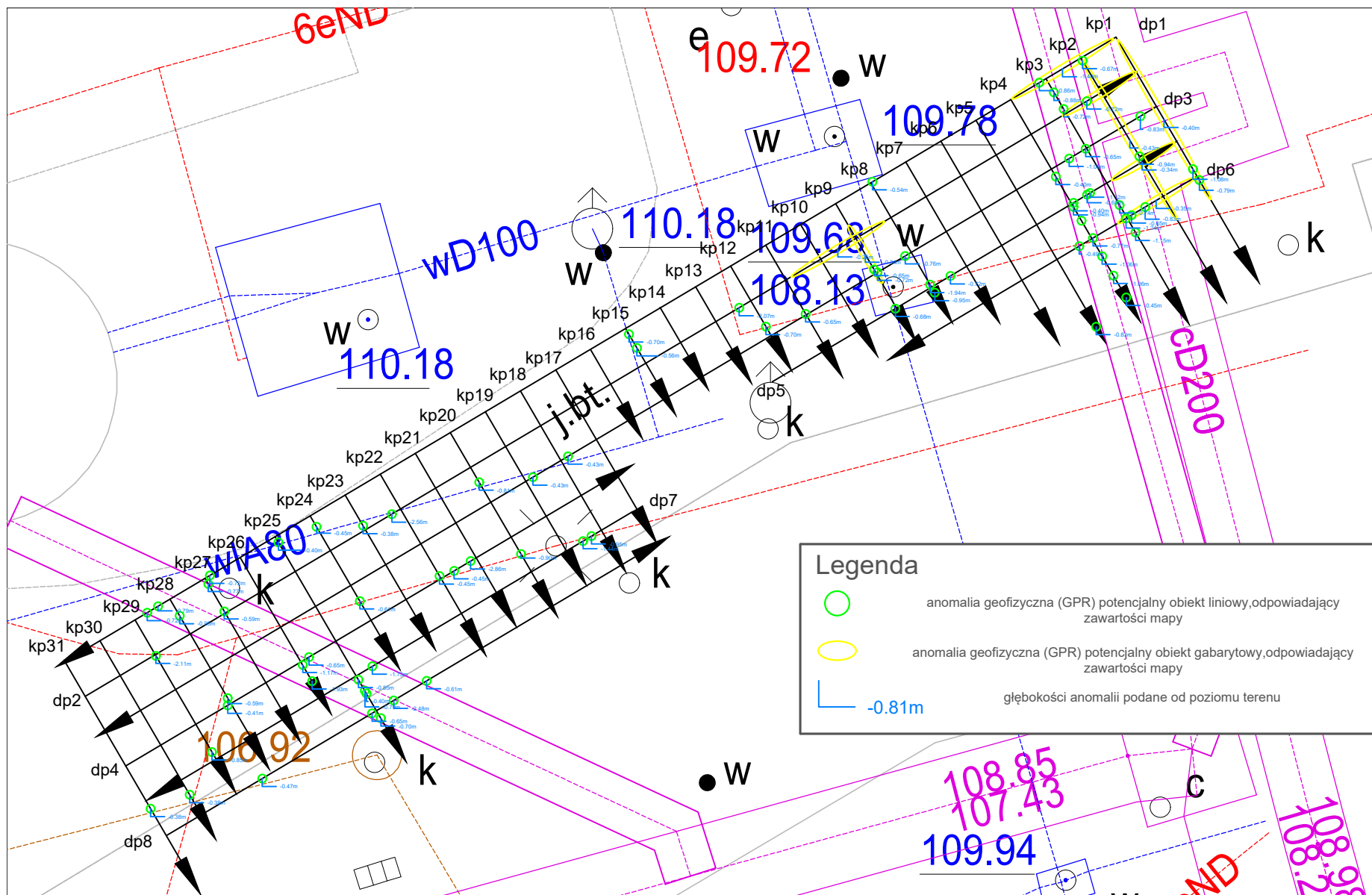
Załącznik nr 10.1 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Poligonu nr 8



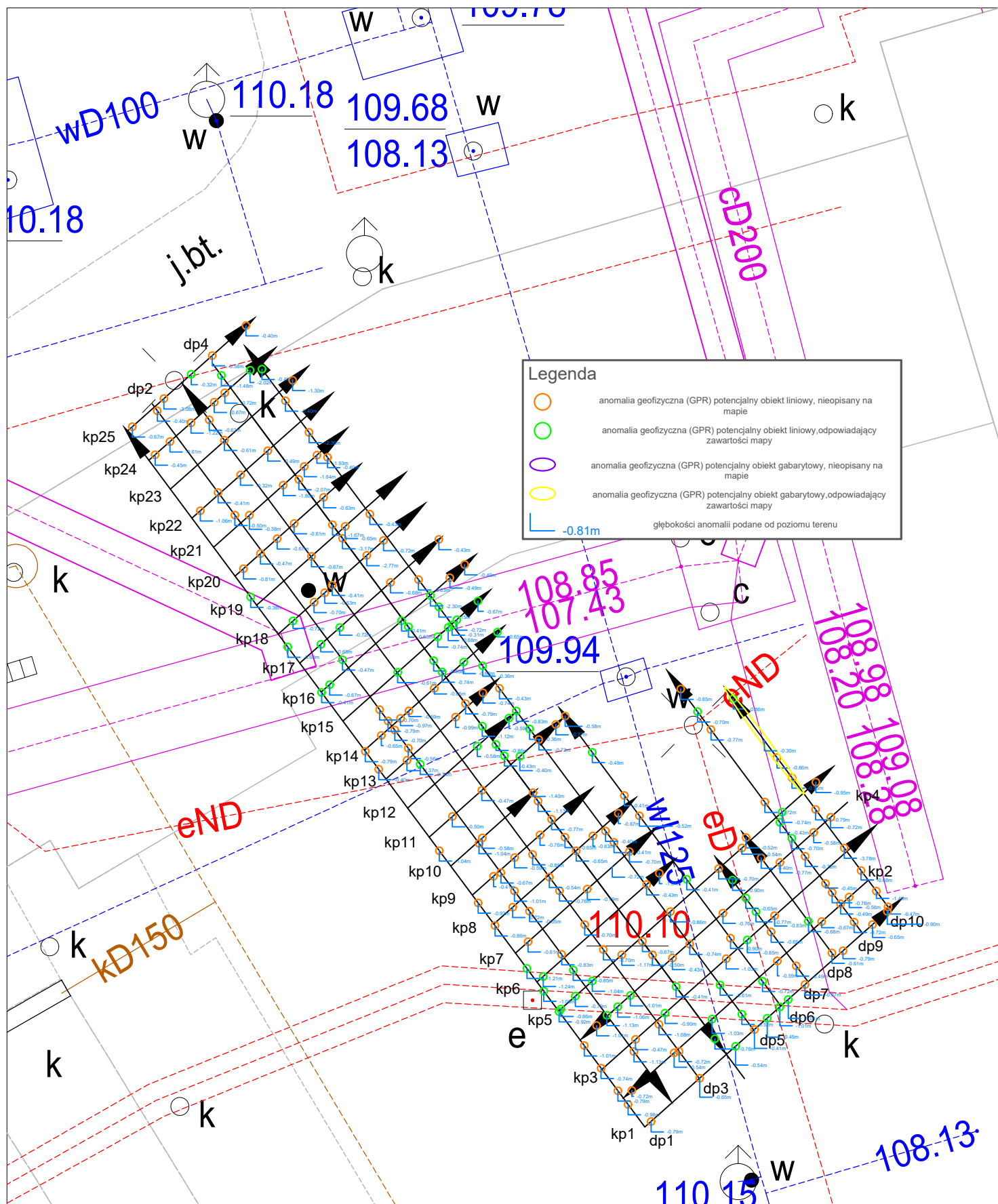
Załącznik nr 10.2 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu nr 8



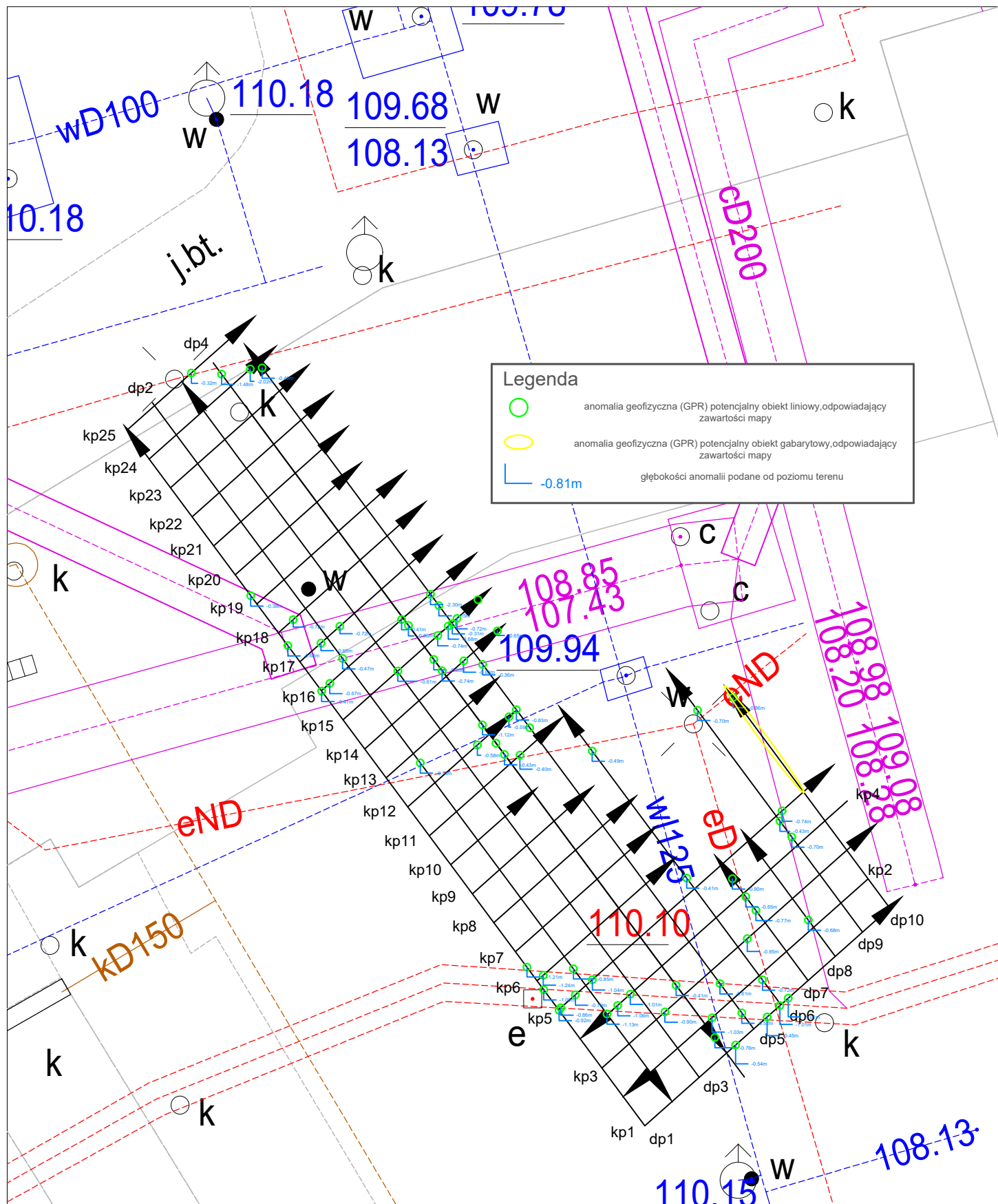
Załącznik nr 10.3 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Poligonu nr 8



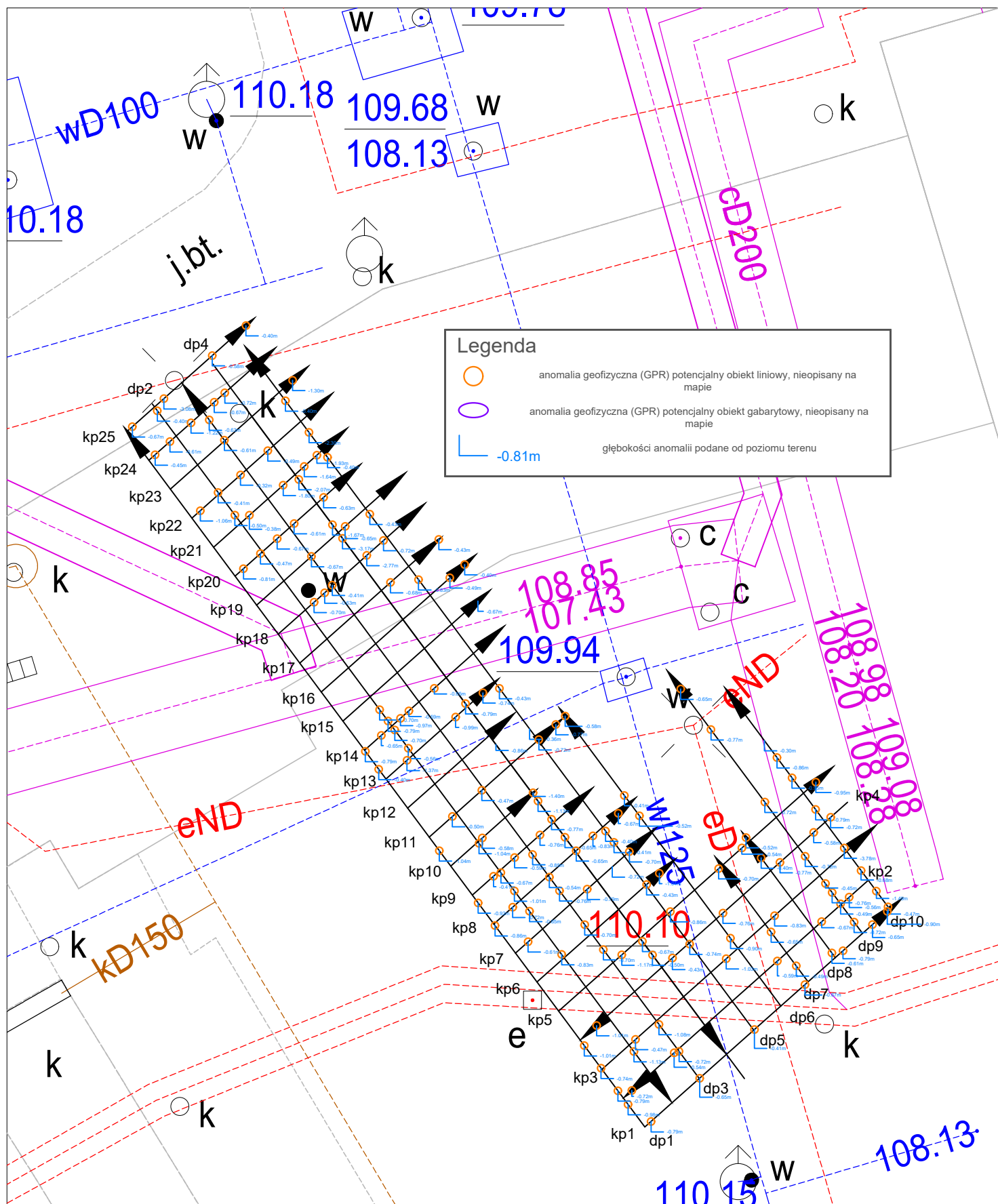
Załącznik nr 11.2 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu nr 9



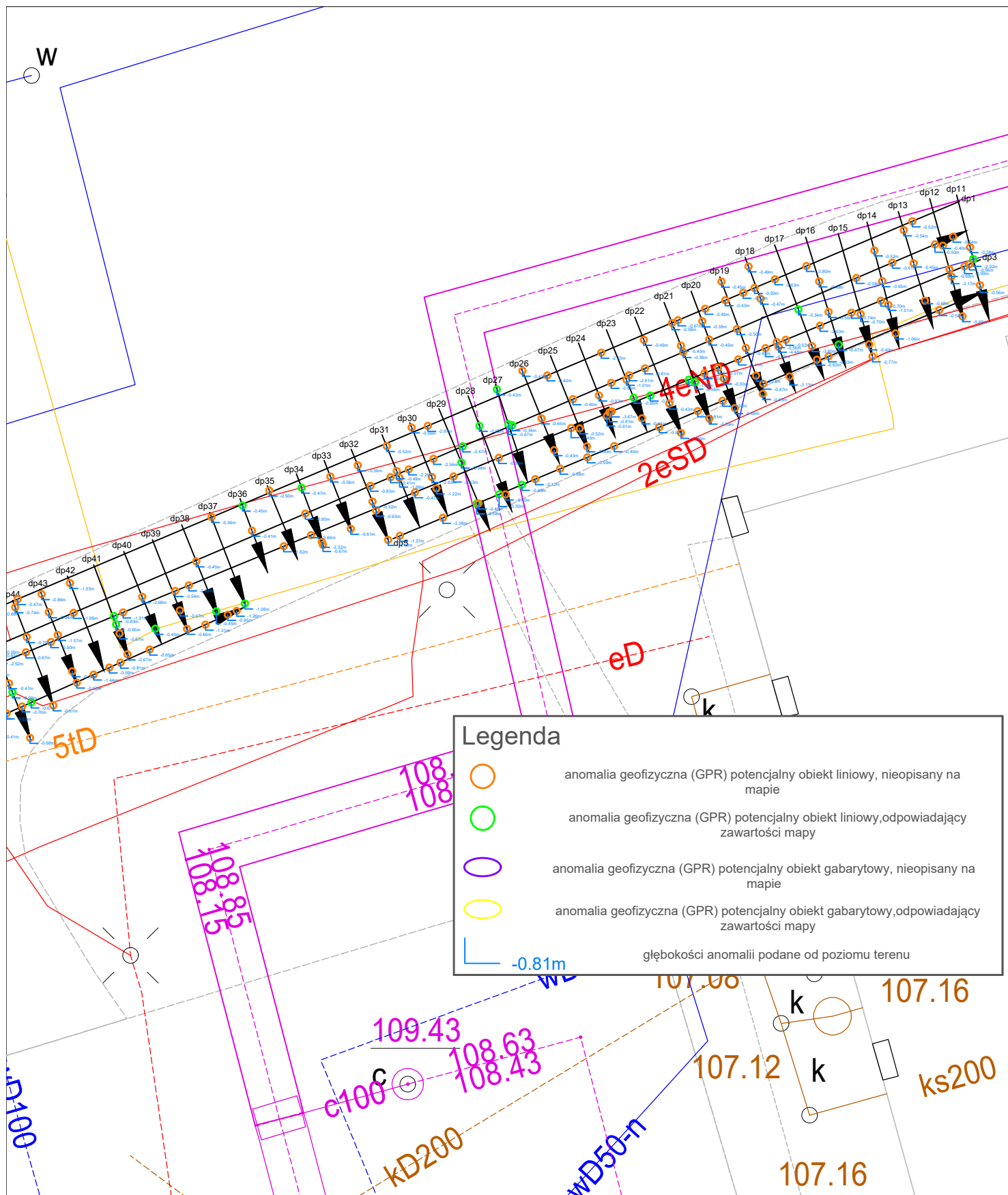
Załącznik nr 12.1 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Poligonu nr 10



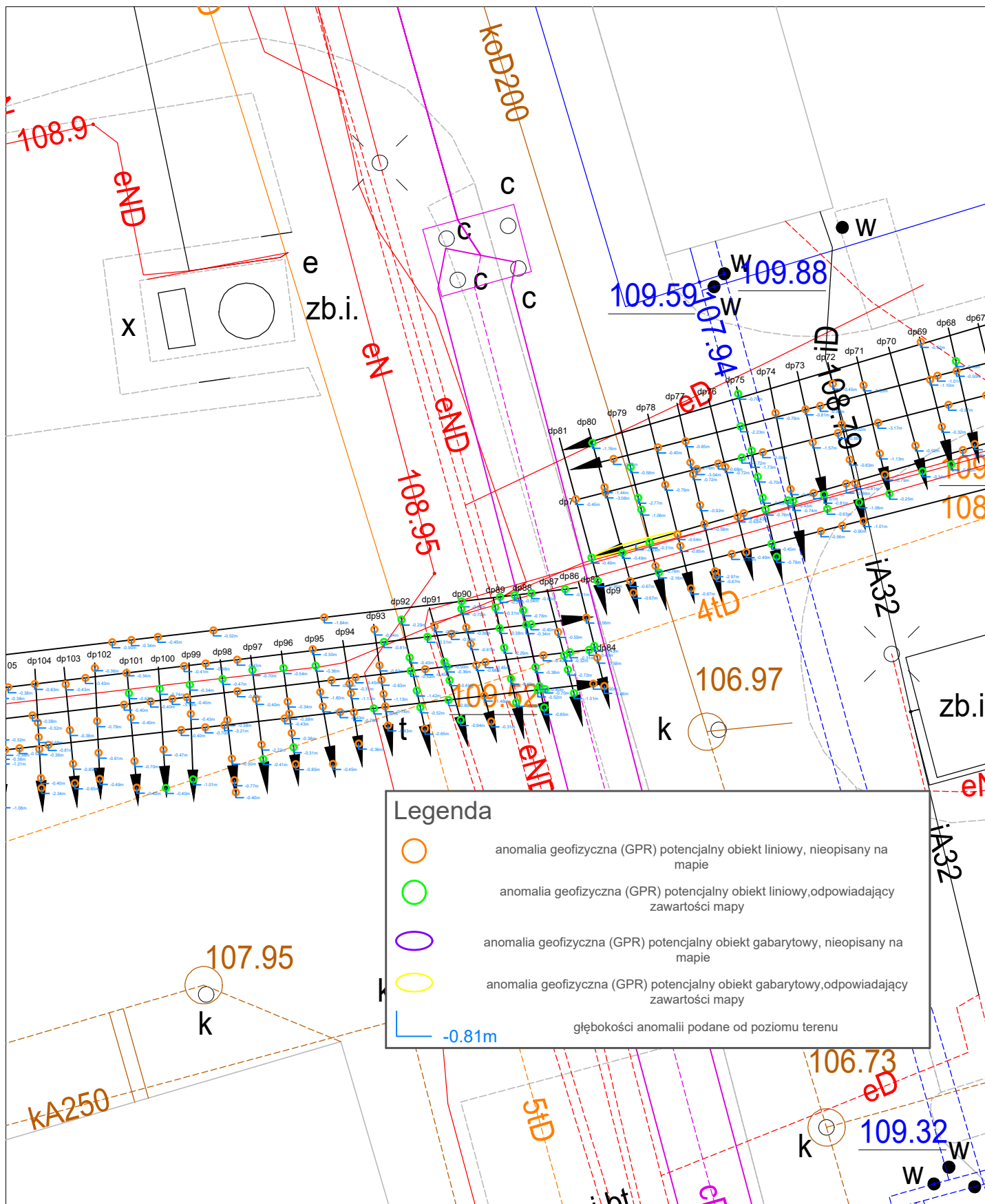
Załącznik nr 12.2 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Poligonu nr 10



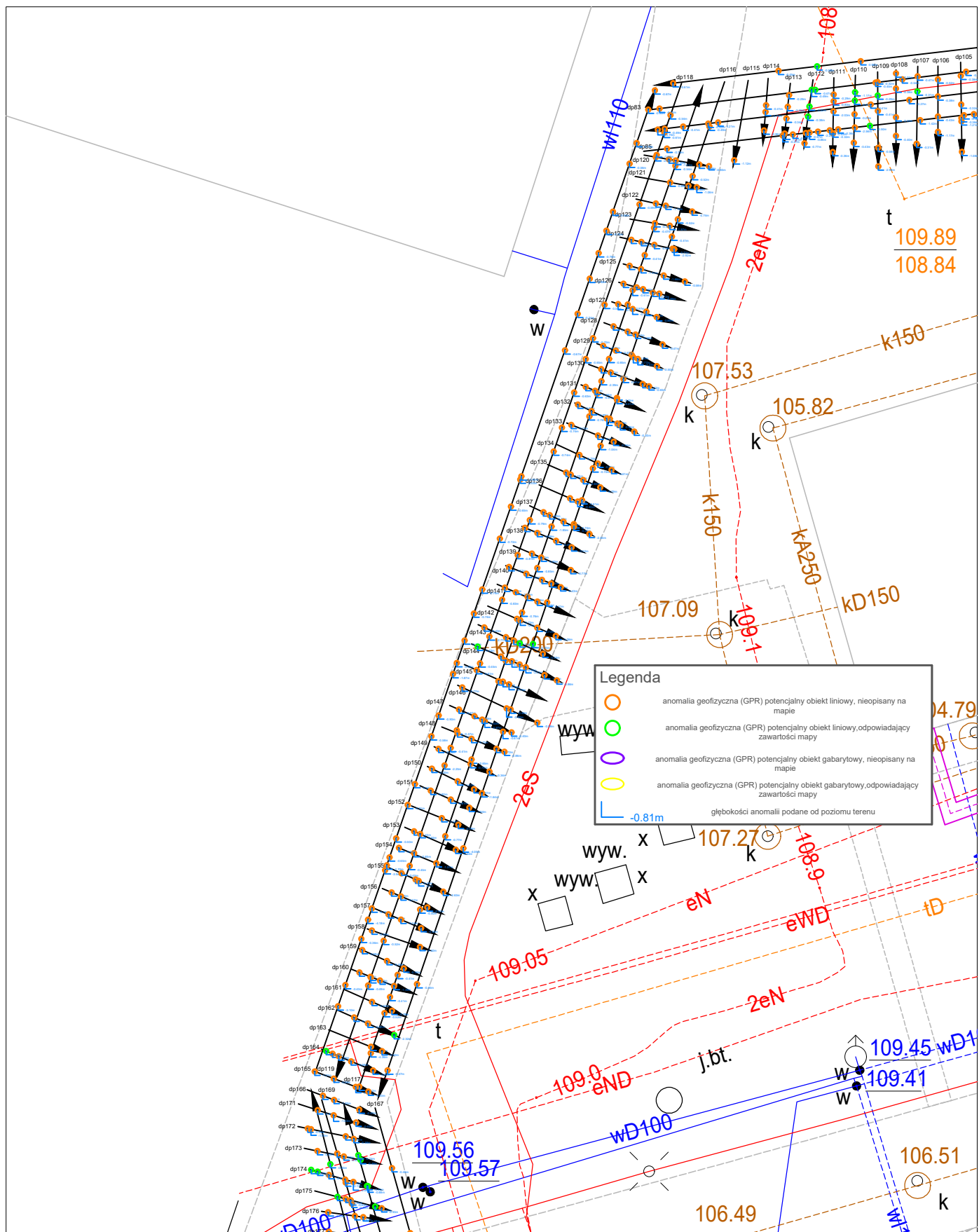
Załącznik nr 12.3 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie Poligonu nr 10



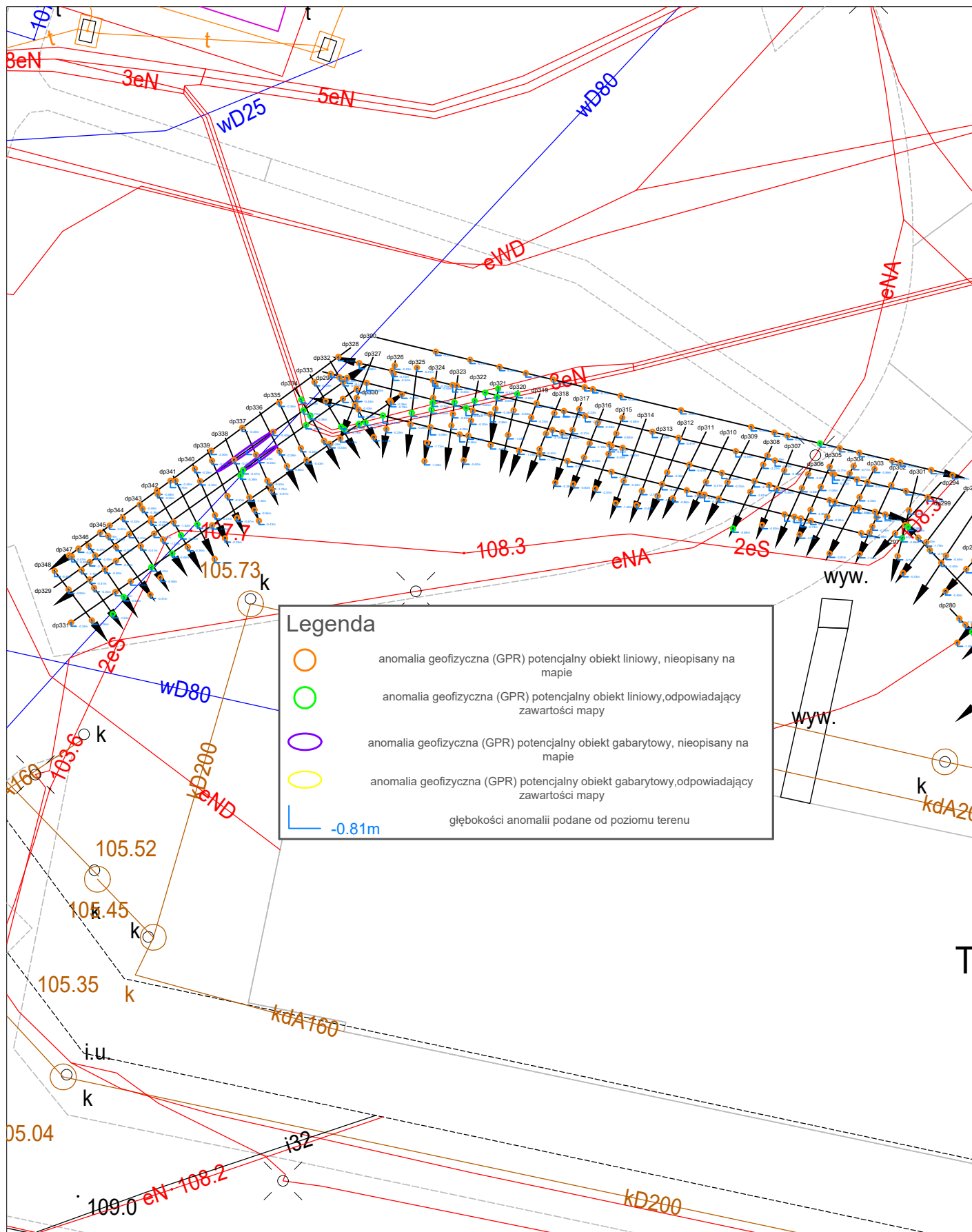
Załącznik nr 13.1.1 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Drogi, profile od 1 do 44



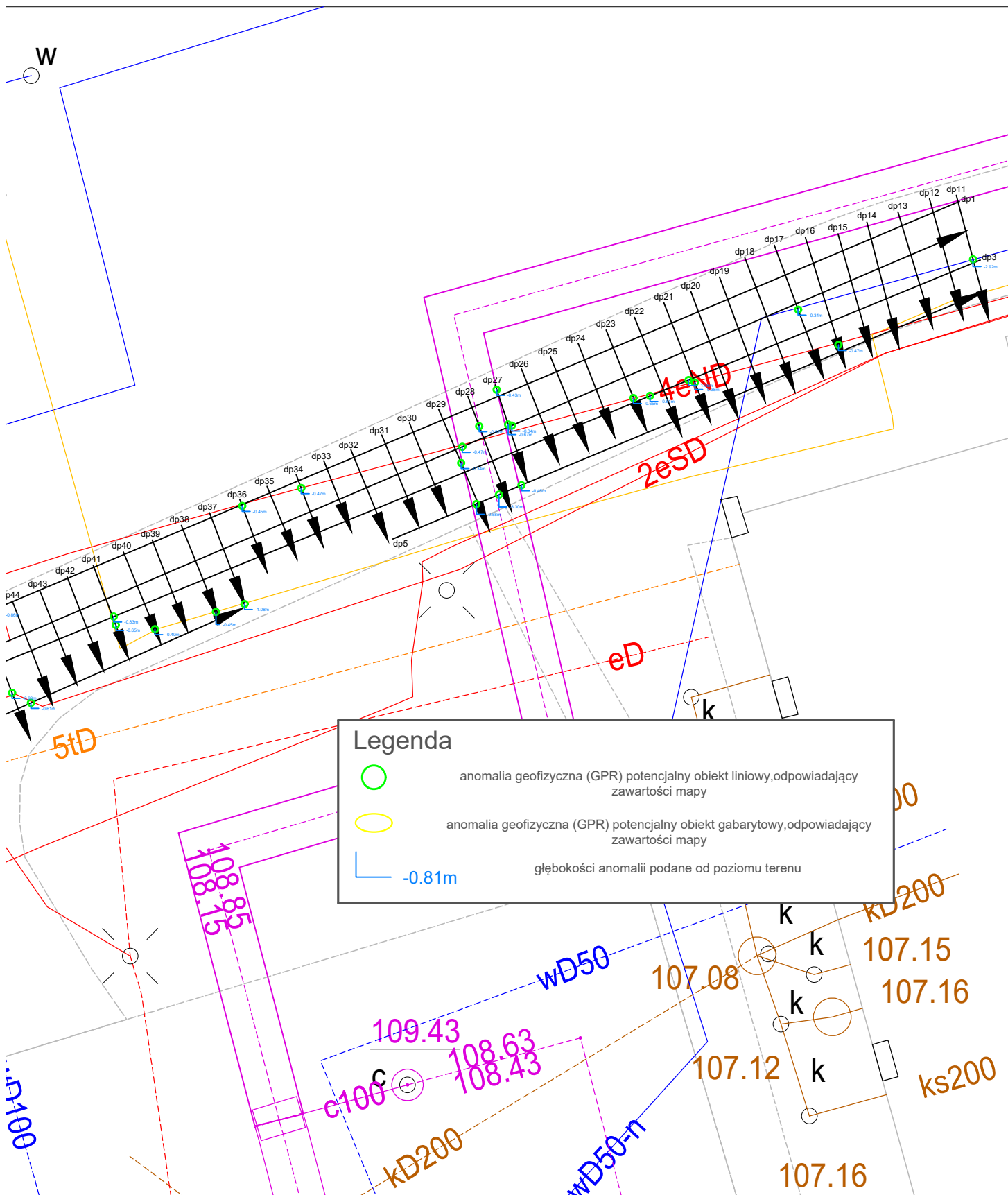
Załącznik nr 13.1.3 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Drogi, profile od 69 do 104



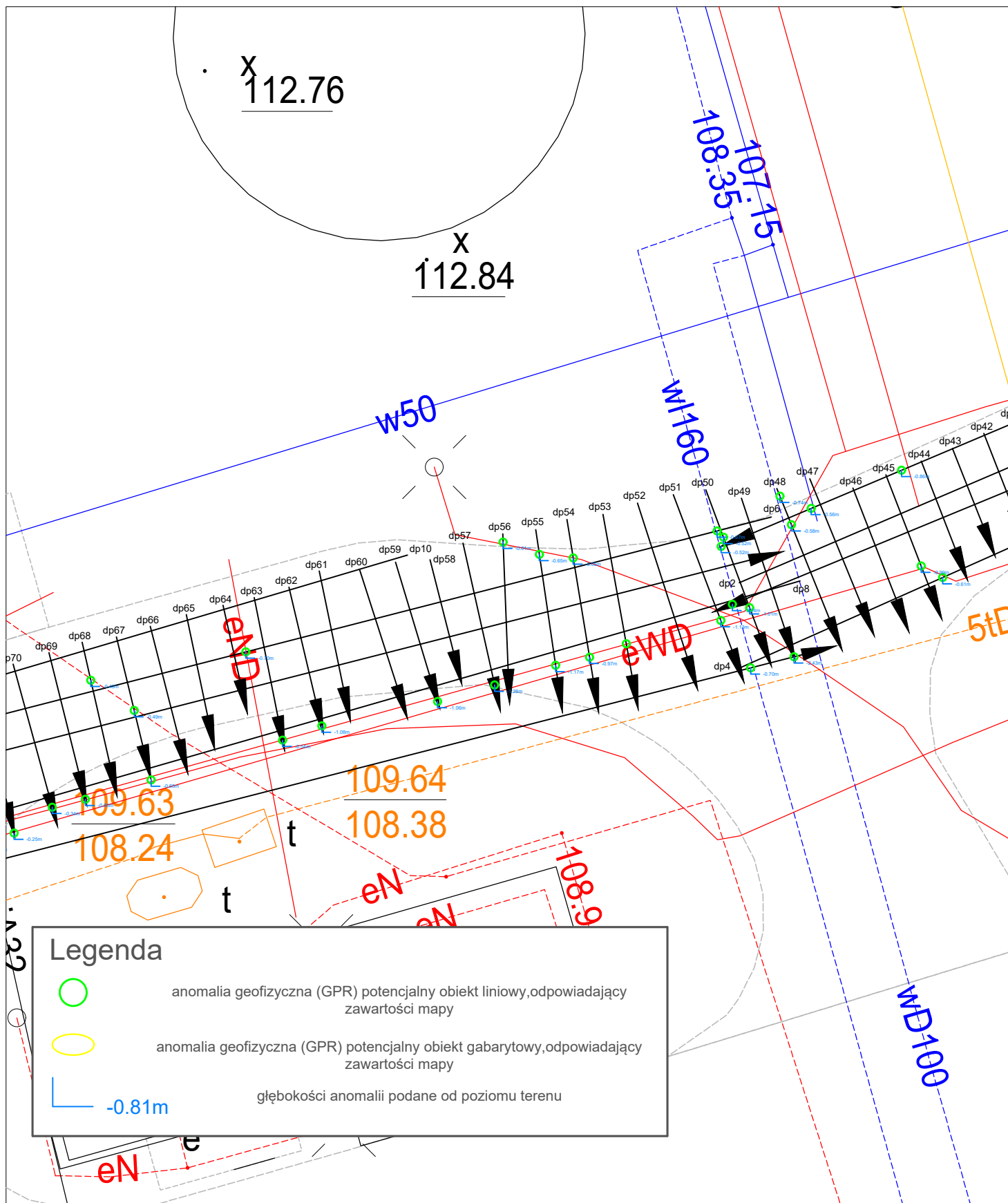
Załącznik nr 13.1.4 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Drogi, profile od 105 do 165



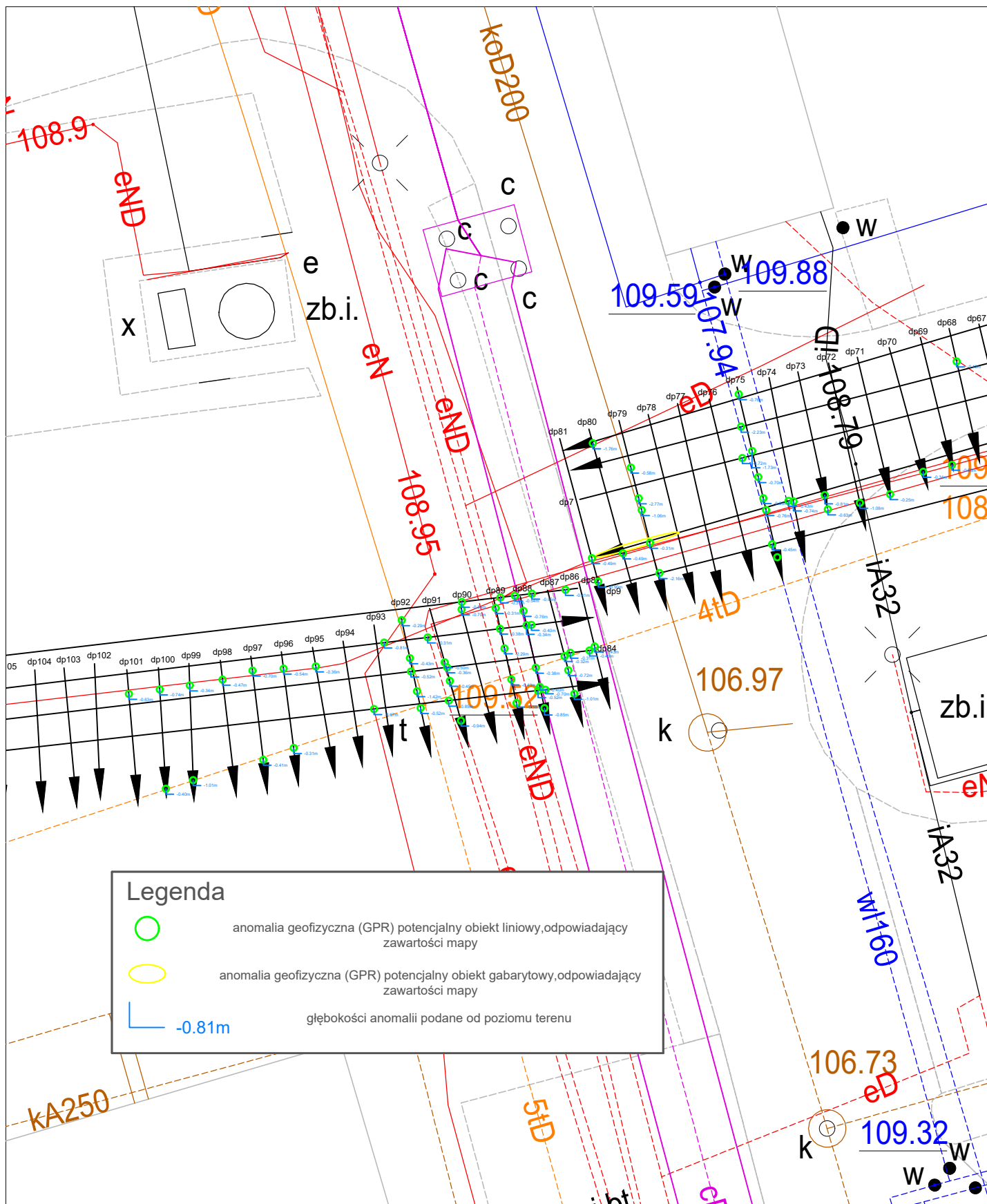
Załącznik nr 13.1.7 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie dla Drogi, profile od 301 do 348



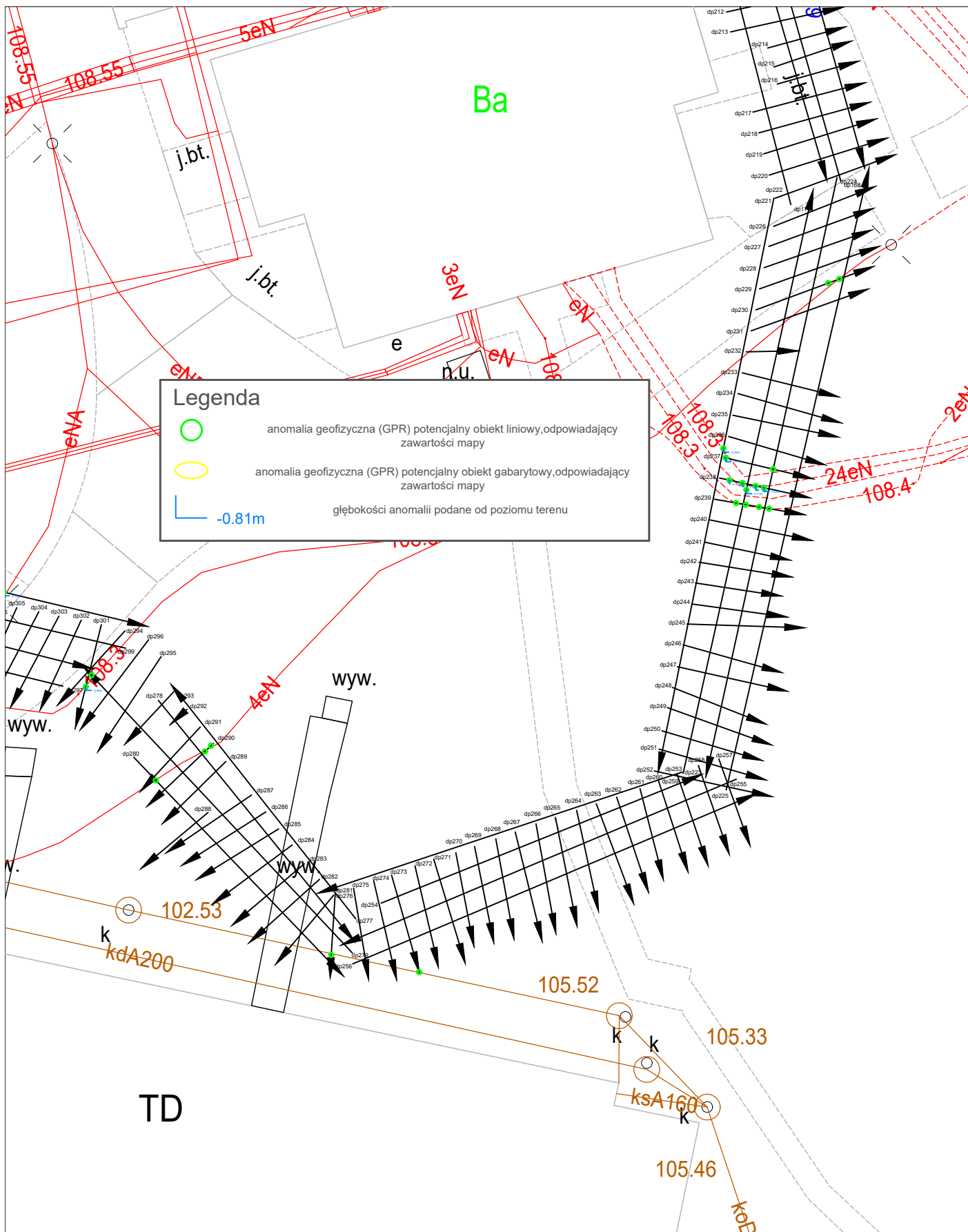
Załącznik nr 13.2.1 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Drogi, profile od 1 do 44



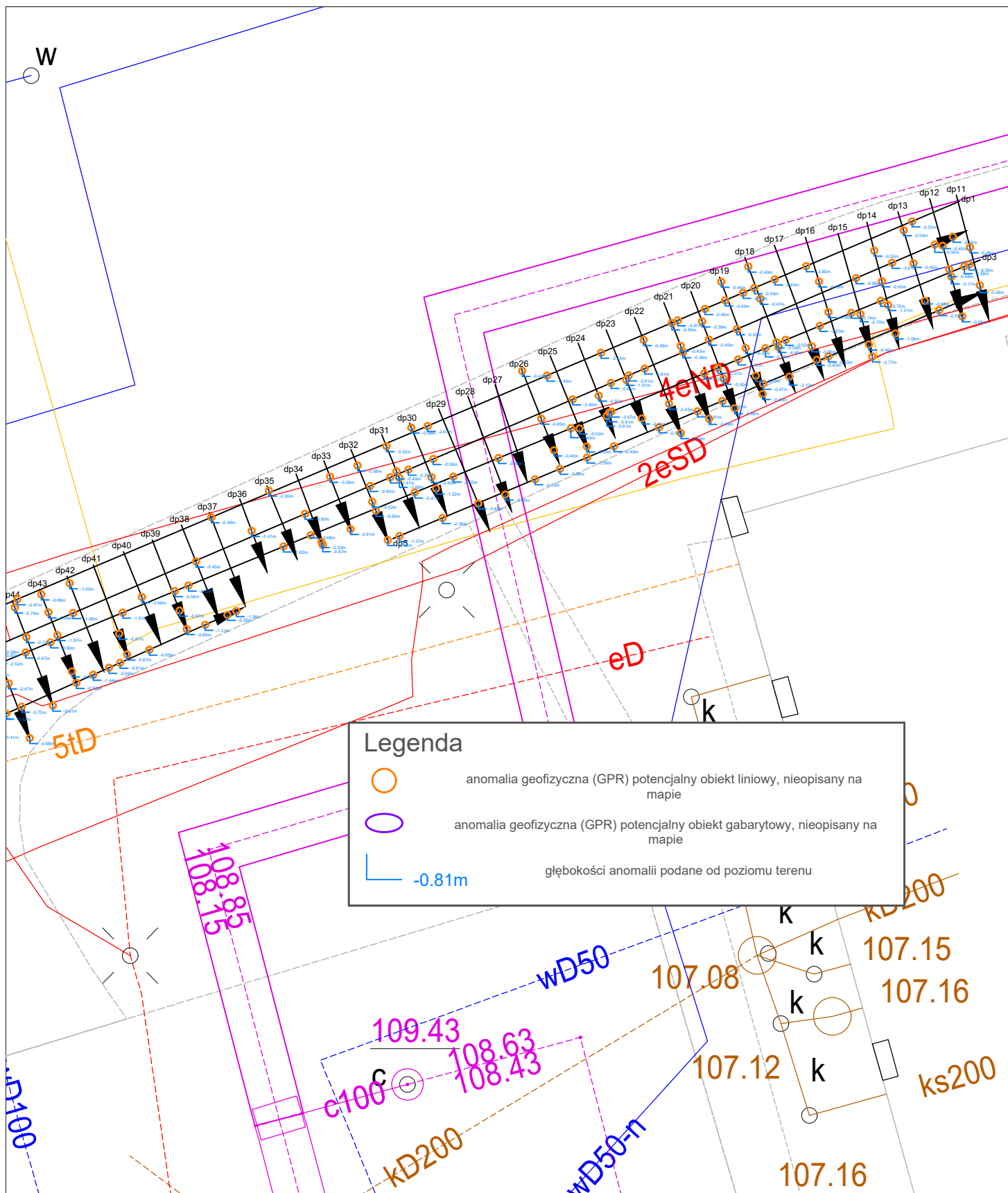
Załącznik nr 13.2.2 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Drogi, profile od 44 do 69

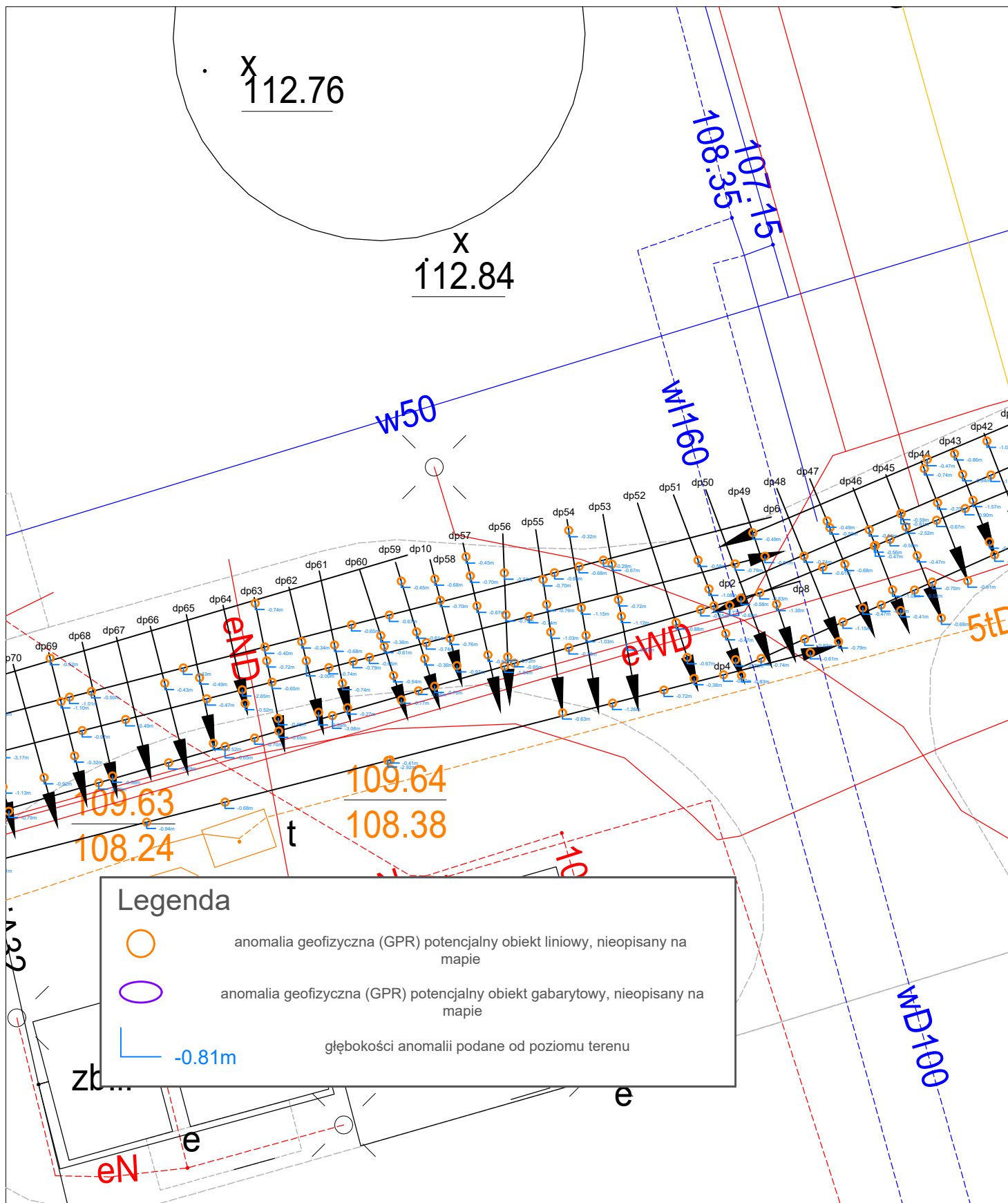


Załącznik nr 13.2.3 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Drogi, profile od 69 do 104

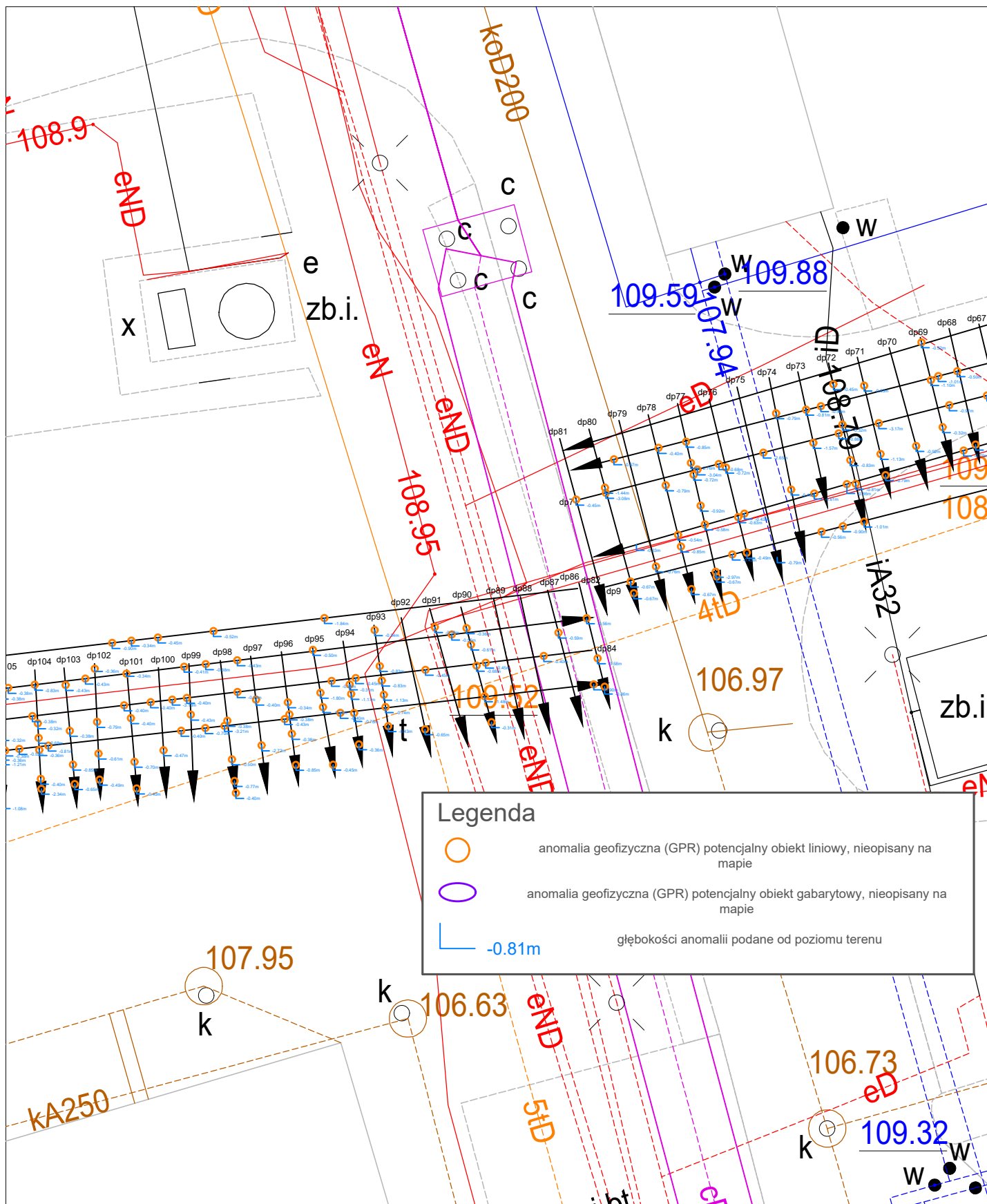


Załącznik nr 13.2.6 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie odpowiadające zawartości mapy dla Drogi, profile od 222 do 300

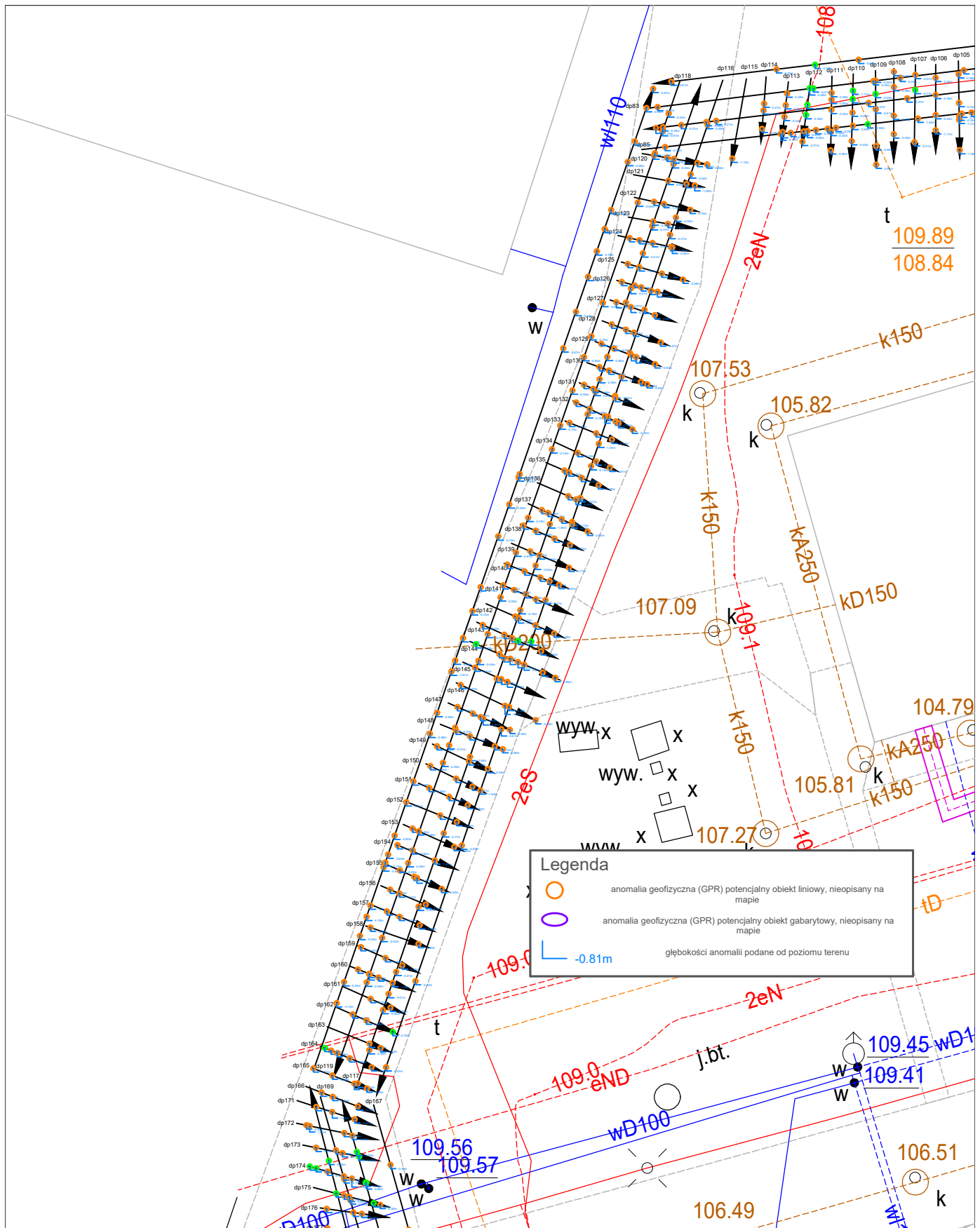




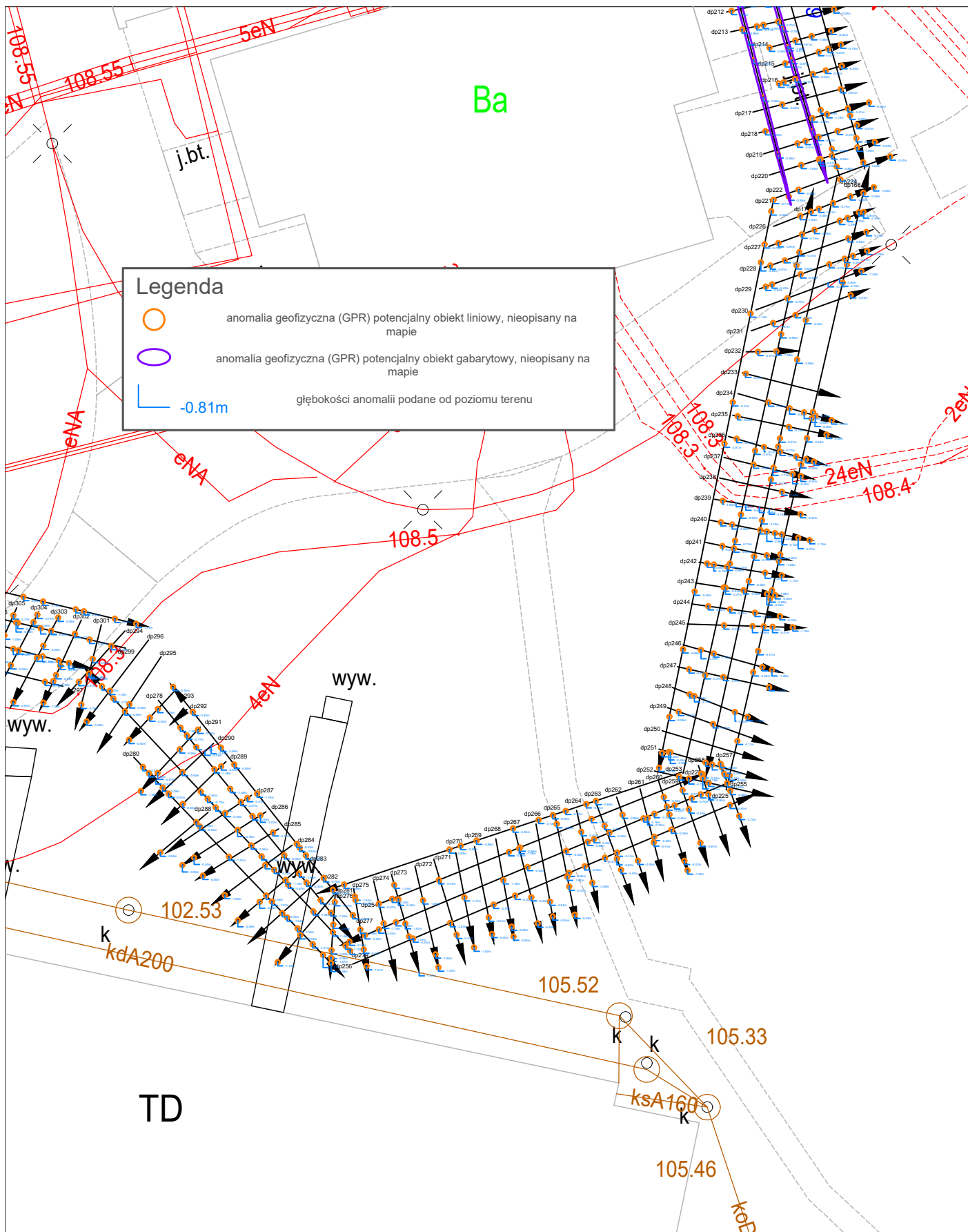
Załącznik nr 13.3.2 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Drogi, profile od 44 do 69



Załącznik nr 13.3.3 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Drogi, profile od 69 do 104



Załącznik nr 13.3.4 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Drogi, profile od 105 do 165



Załącznik nr 13.3.6 - mapa sytuacyjna, przedstawiająca wszystkie zarejestrowane anomalie nieopisane na mapie dla Drogi, profile od 222 do 300

