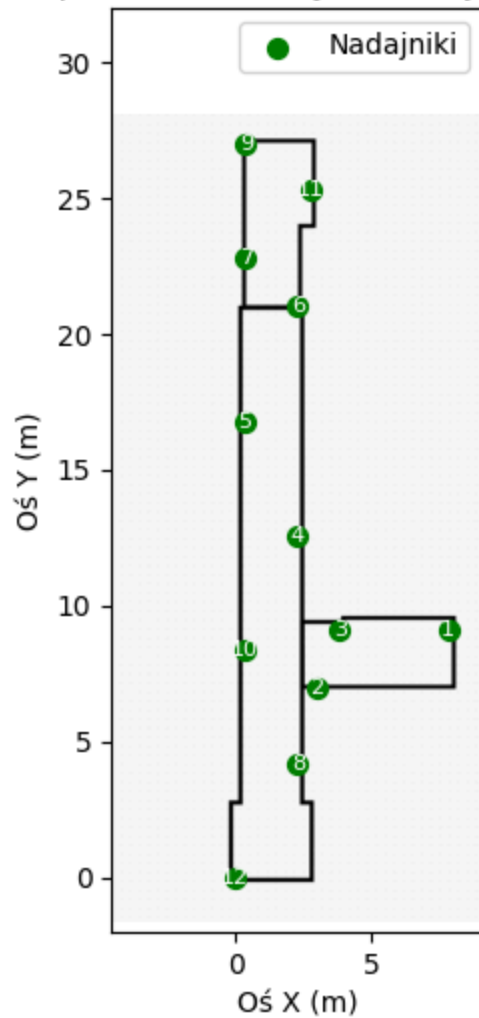


Analiza pomiaru 1

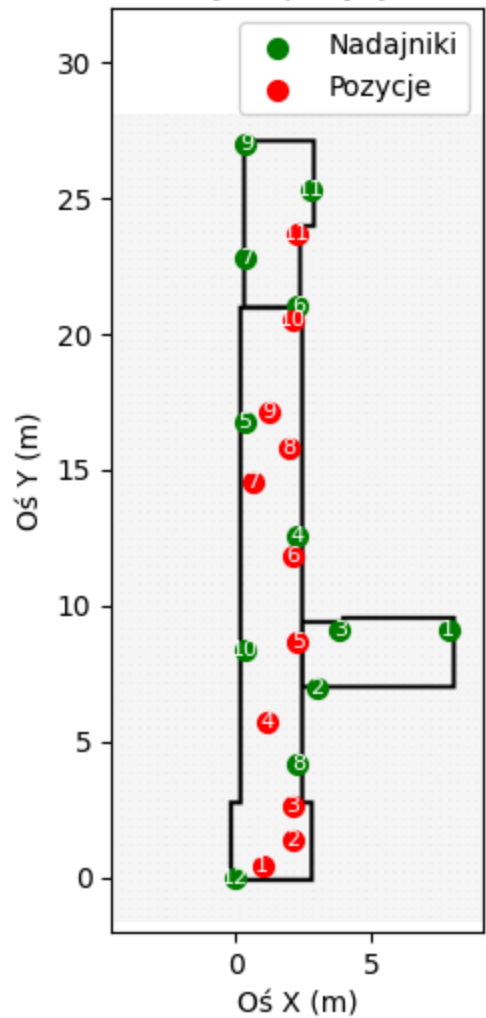
Rozmieszczenie nadajników

Mapa z zaznaczonymi nadajnikami

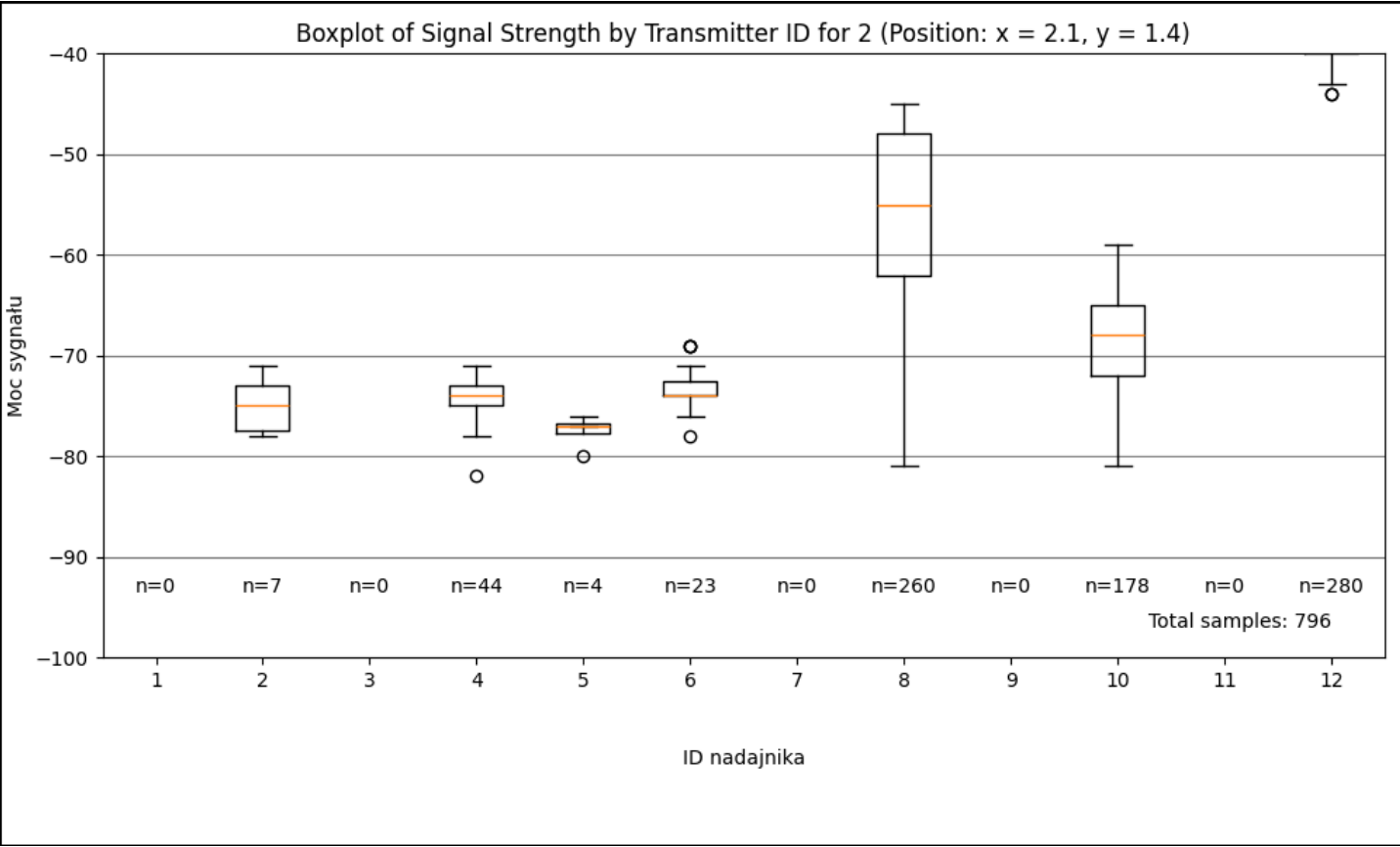
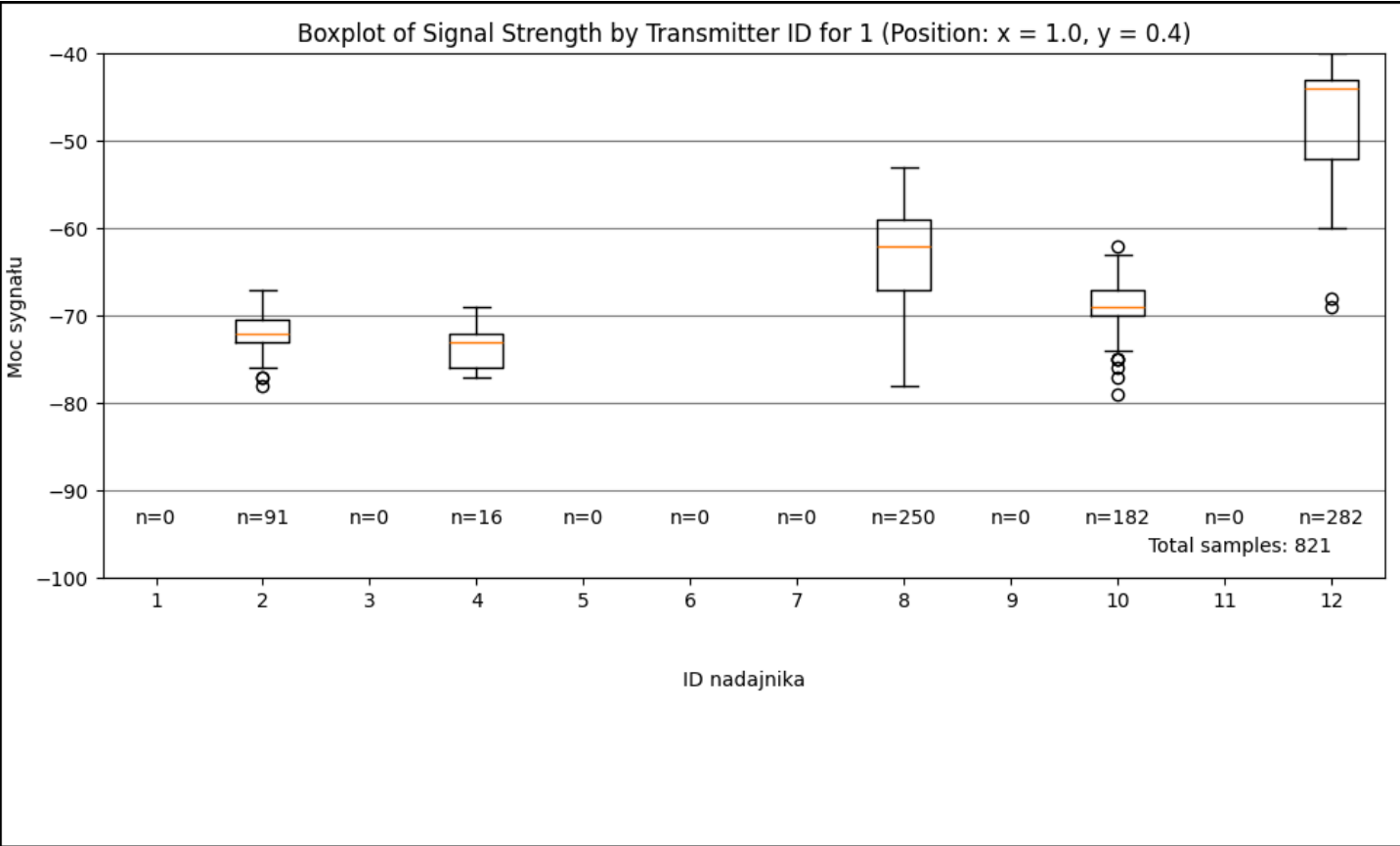


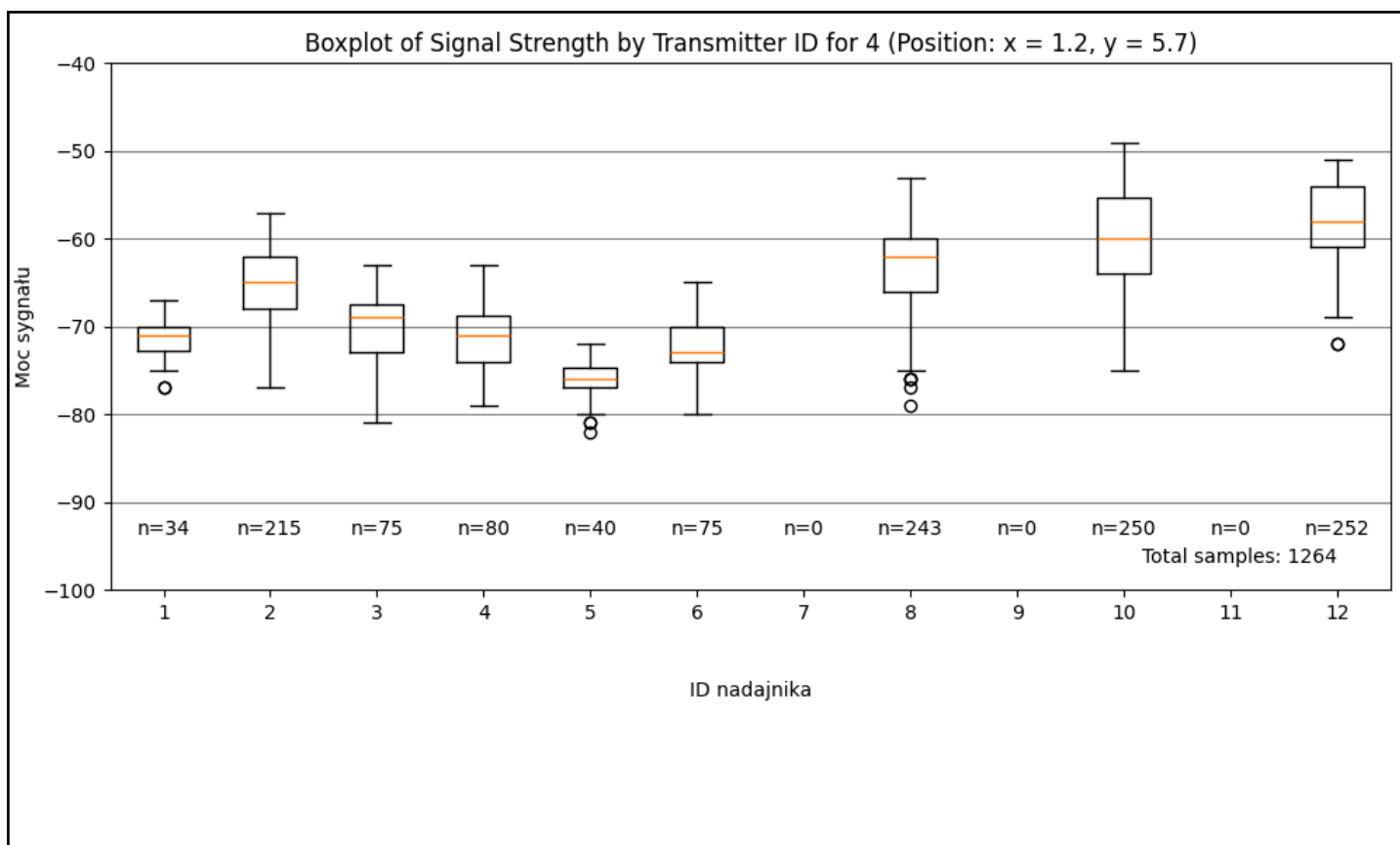
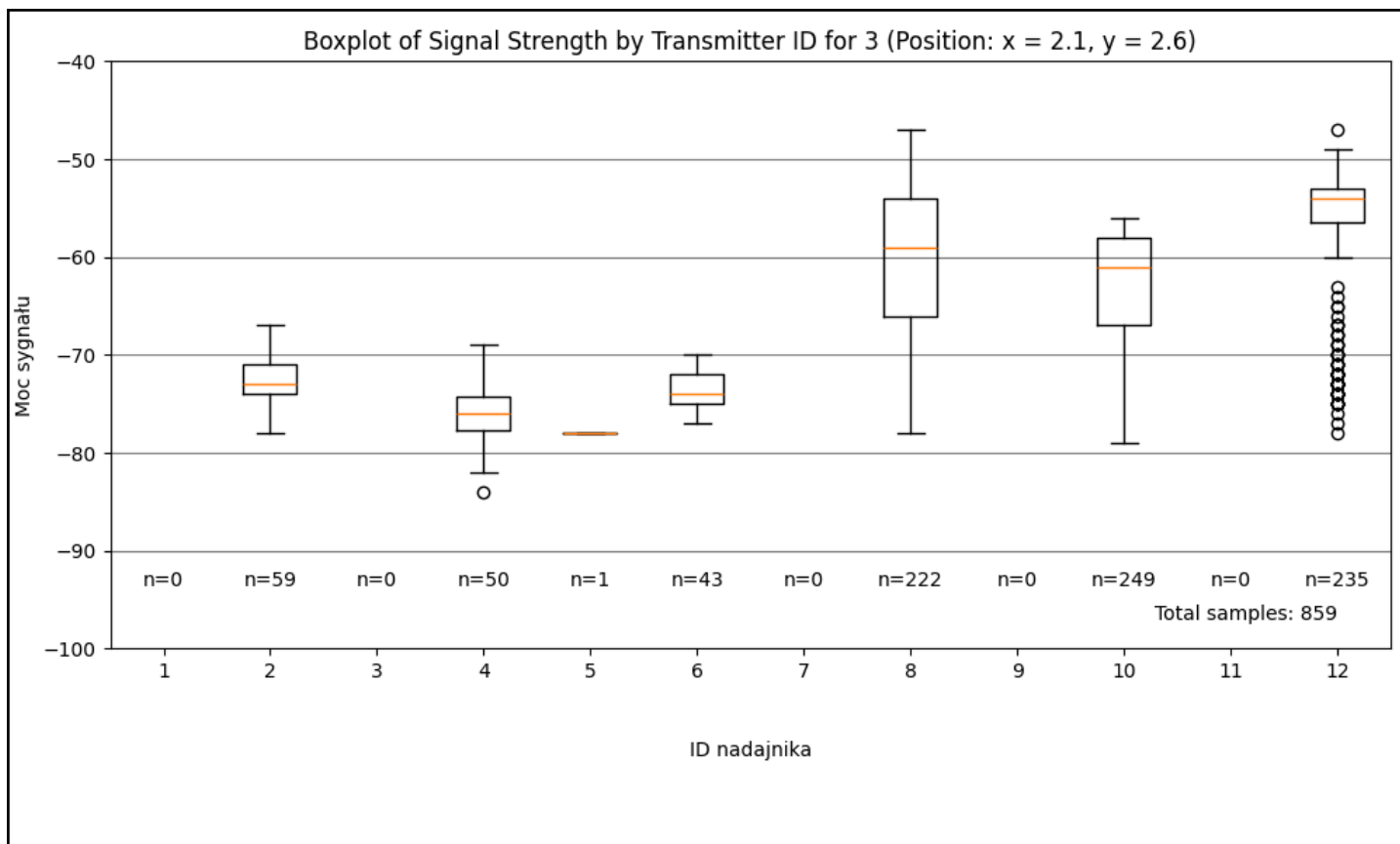
Pozycje pomiarowe

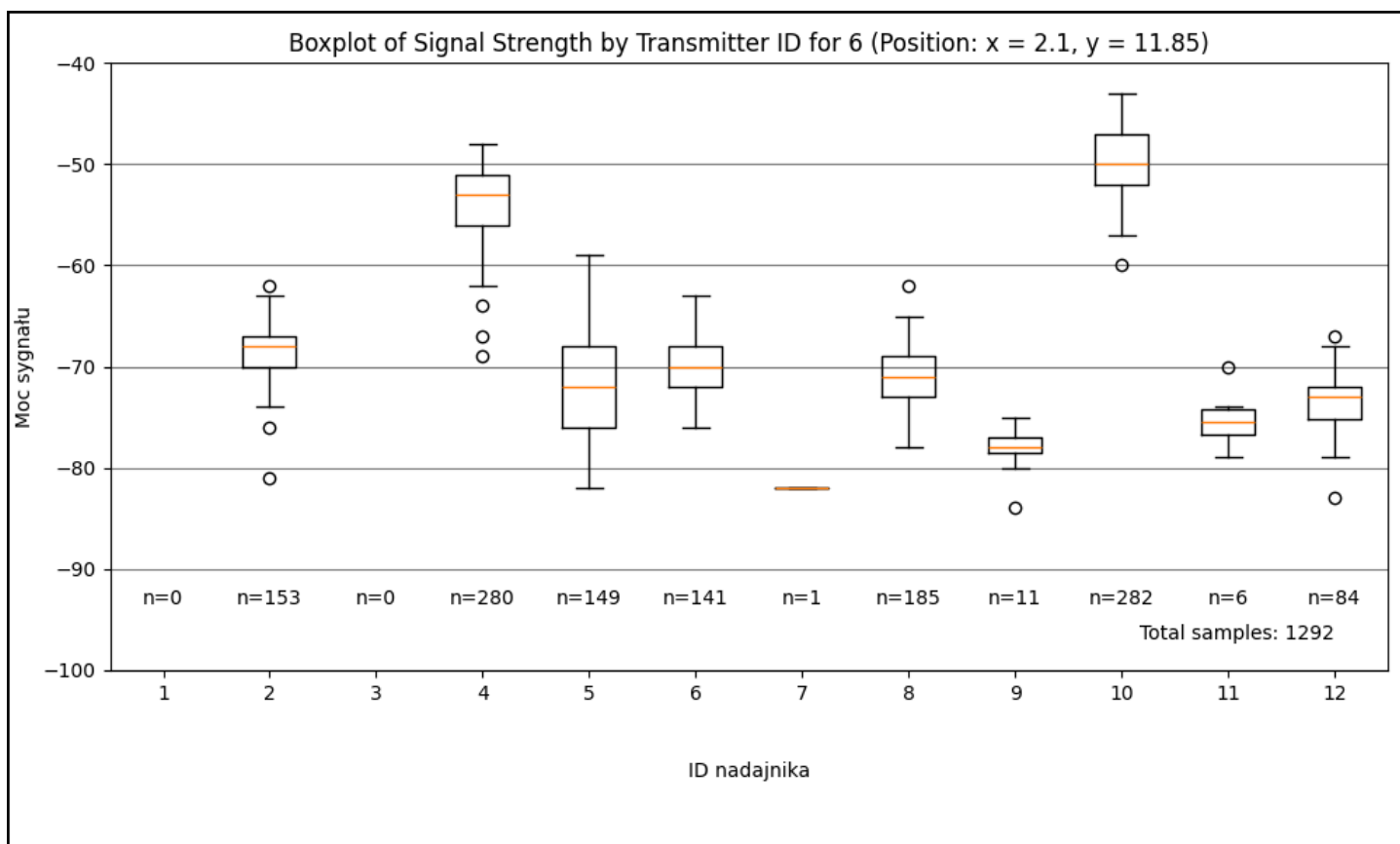
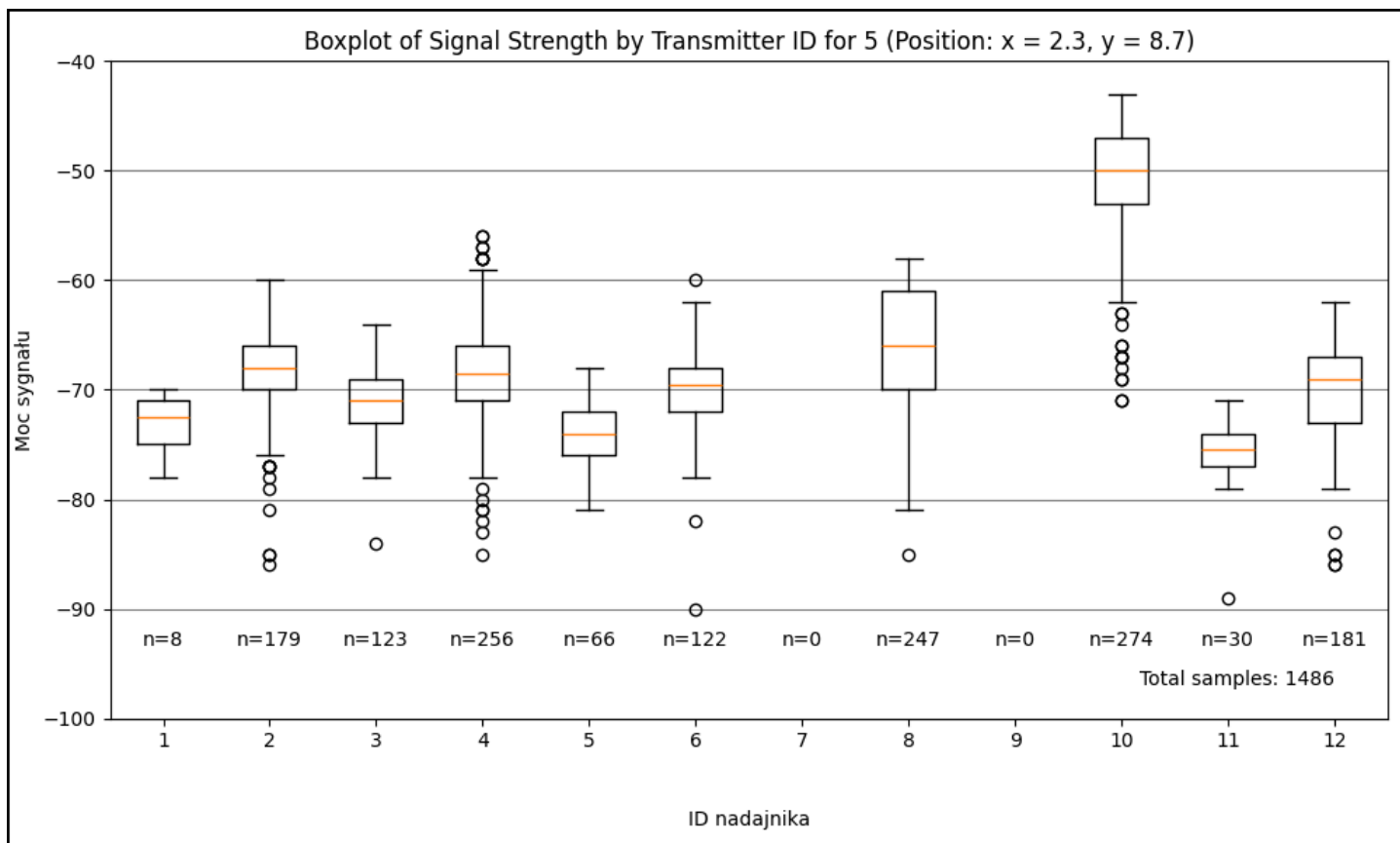
Mapa z zaznaczonymi pozycjami i nadajnikami

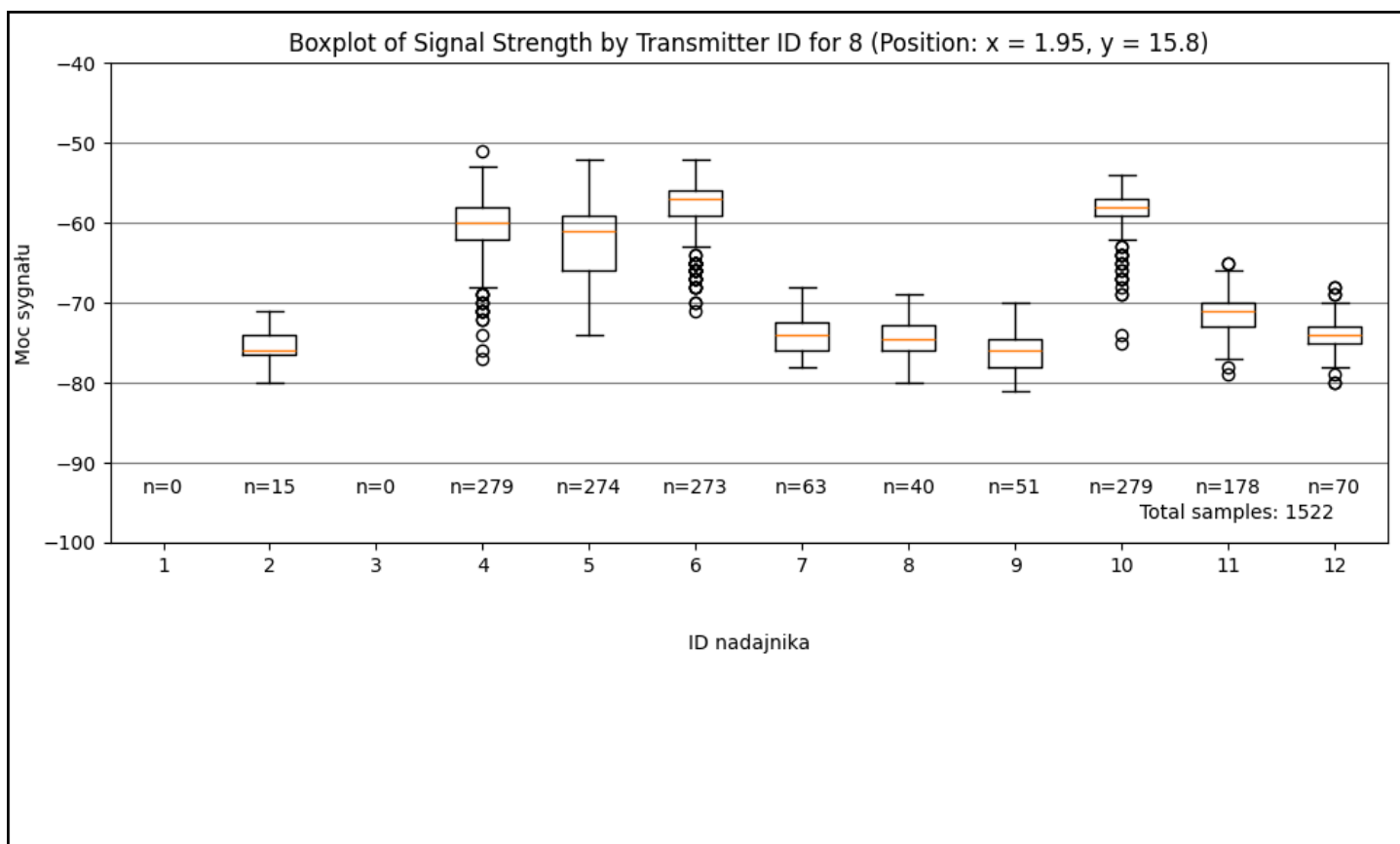
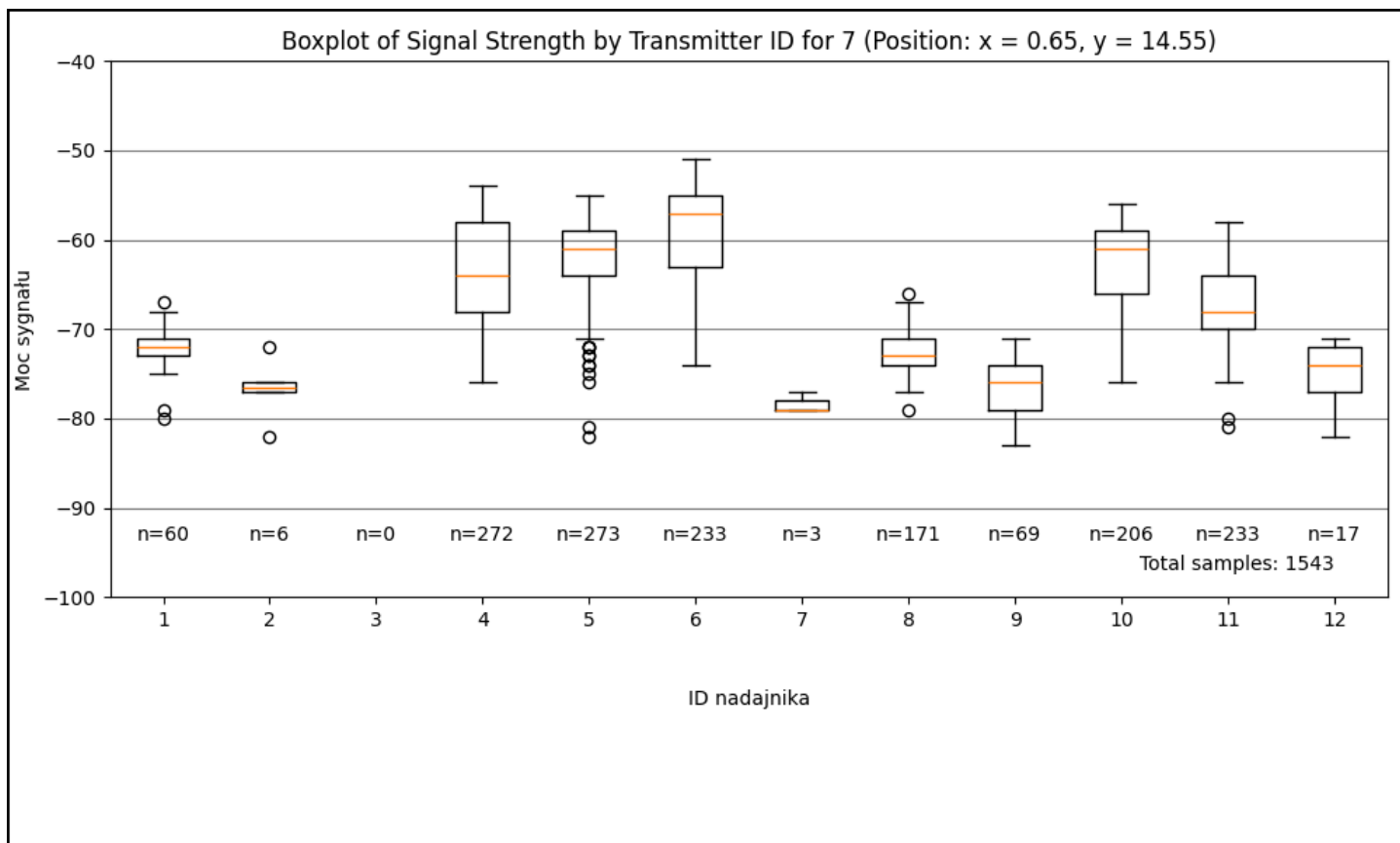


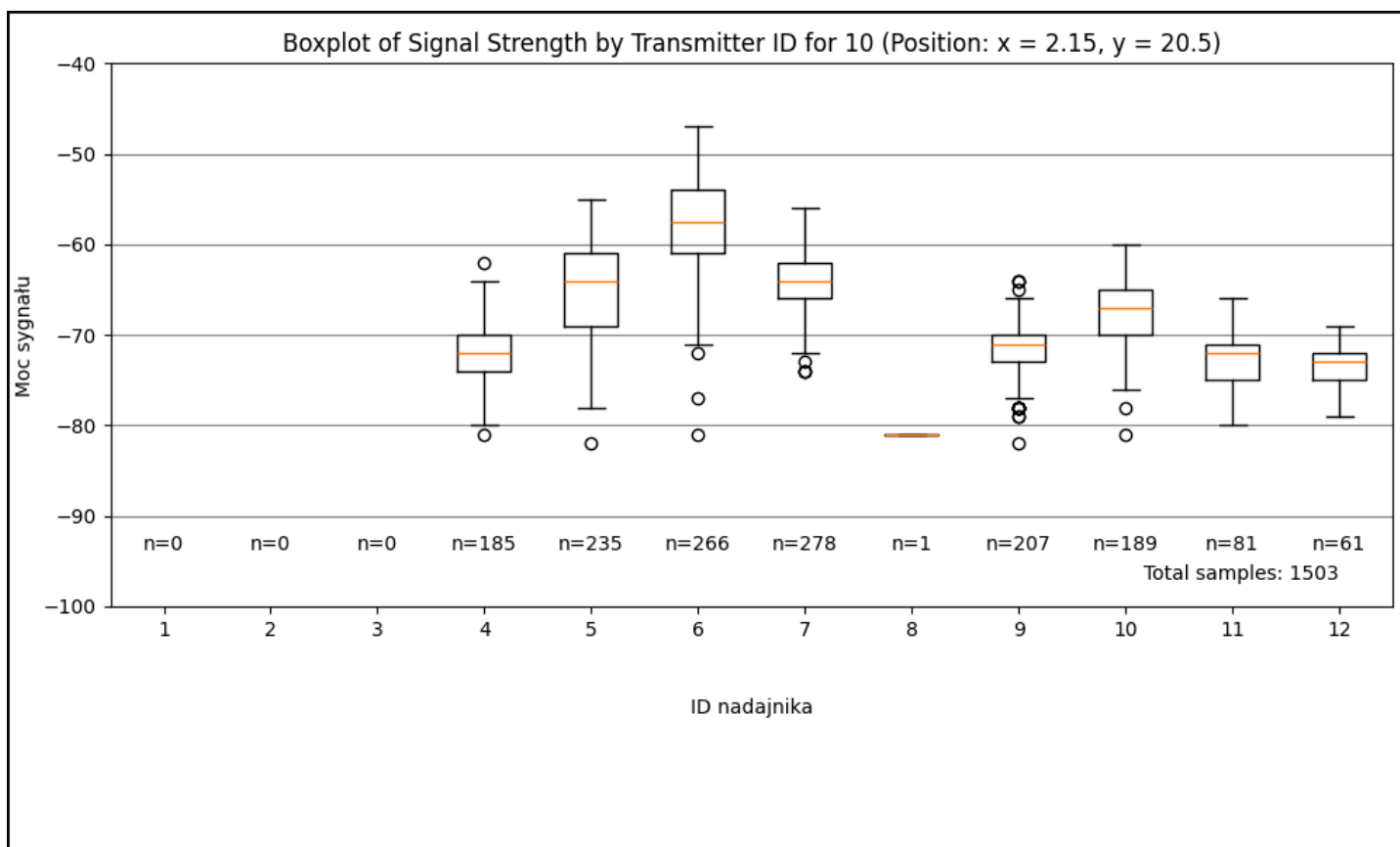
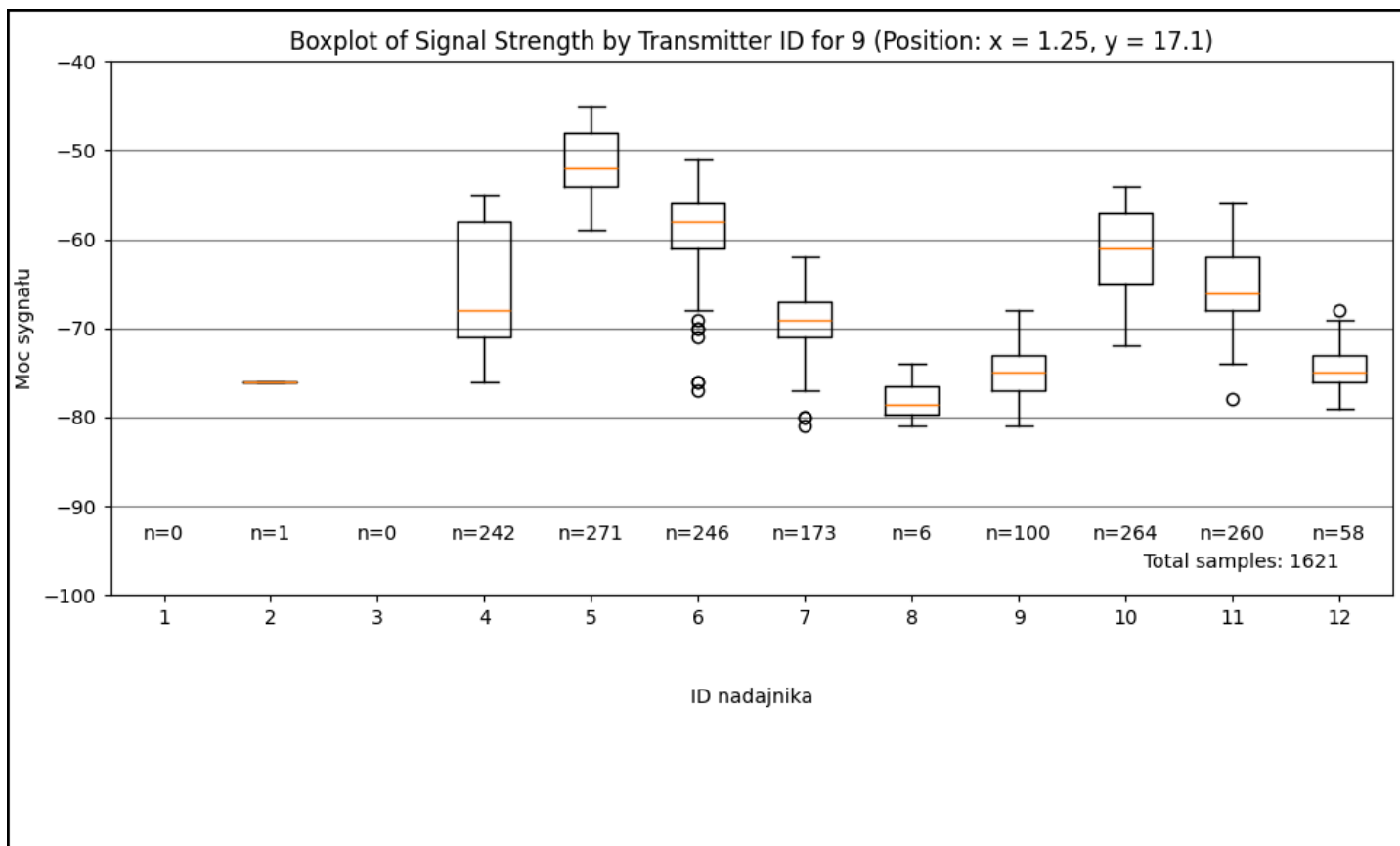
Boxploty RSSI dla poszczególnych nadajników

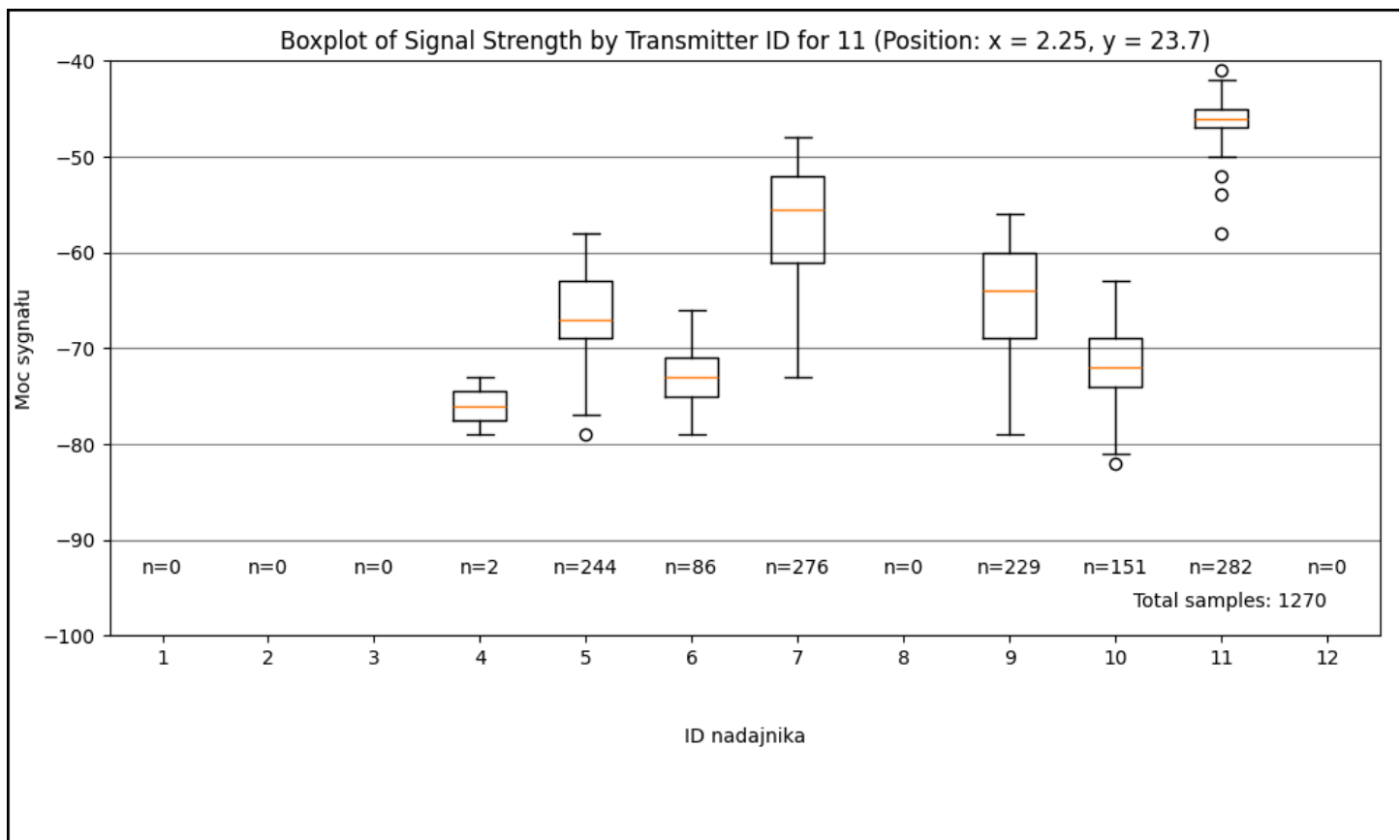




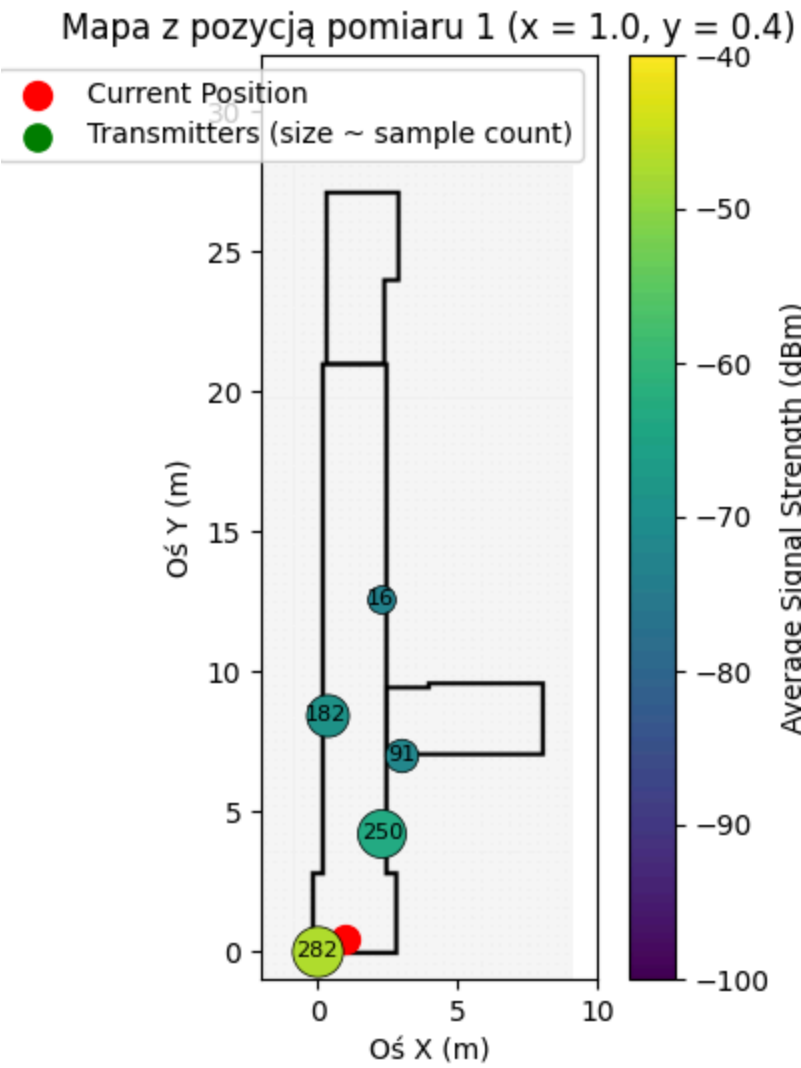




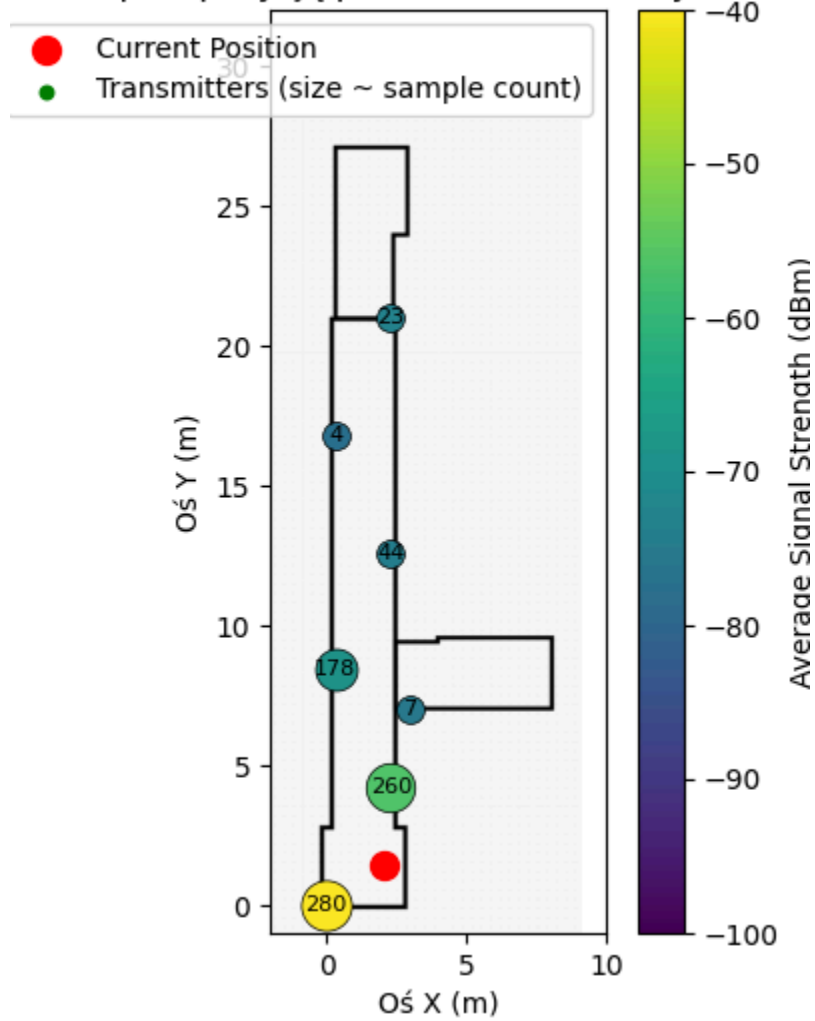




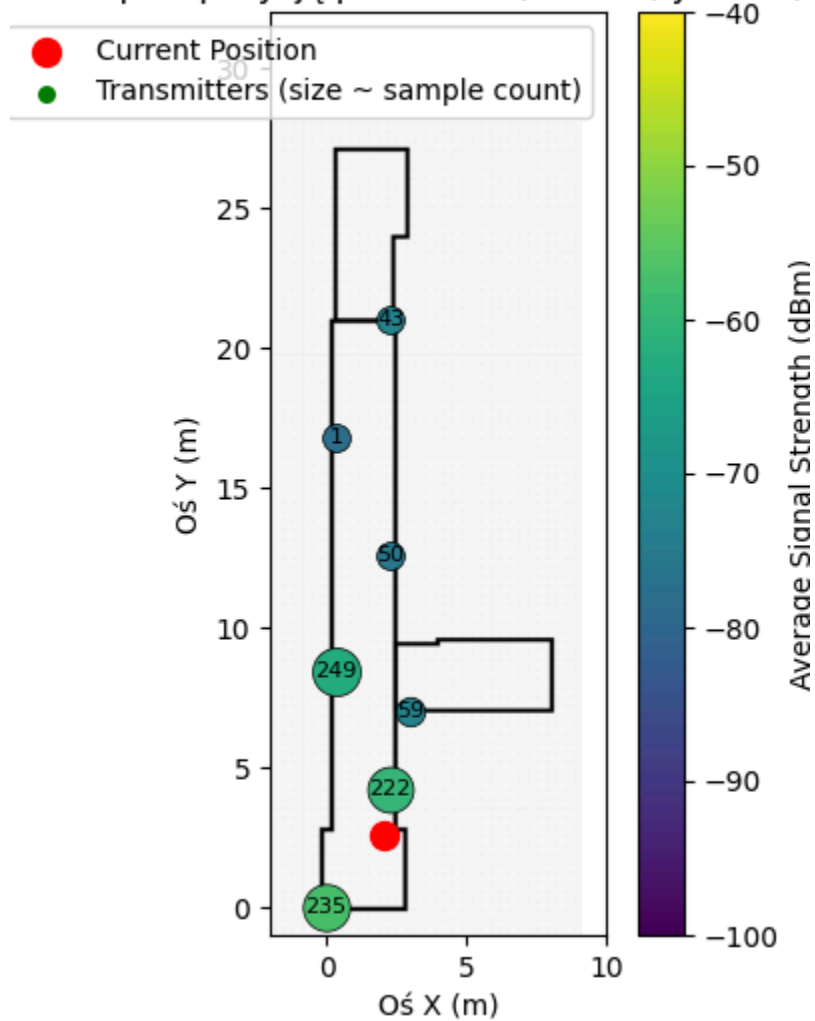
Mapa z siłą sygnału (RSSI)



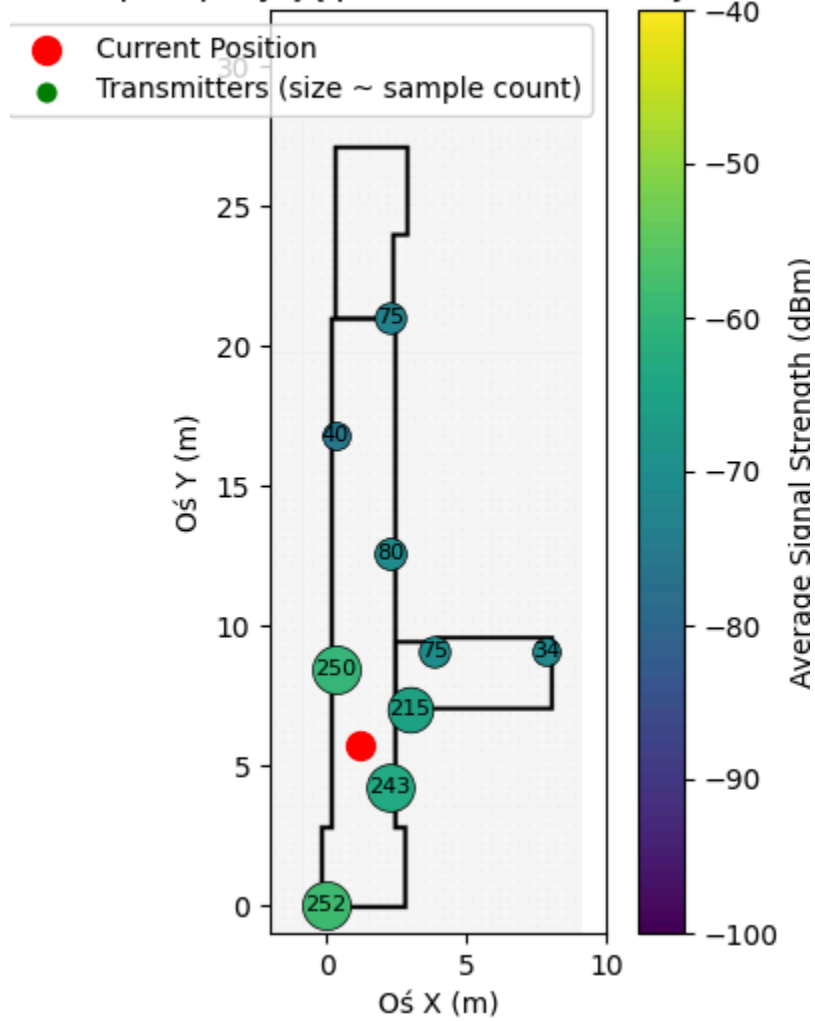
Mapa z pozycją pomiaru 2 ($x = 2.1$, $y = 1.4$)



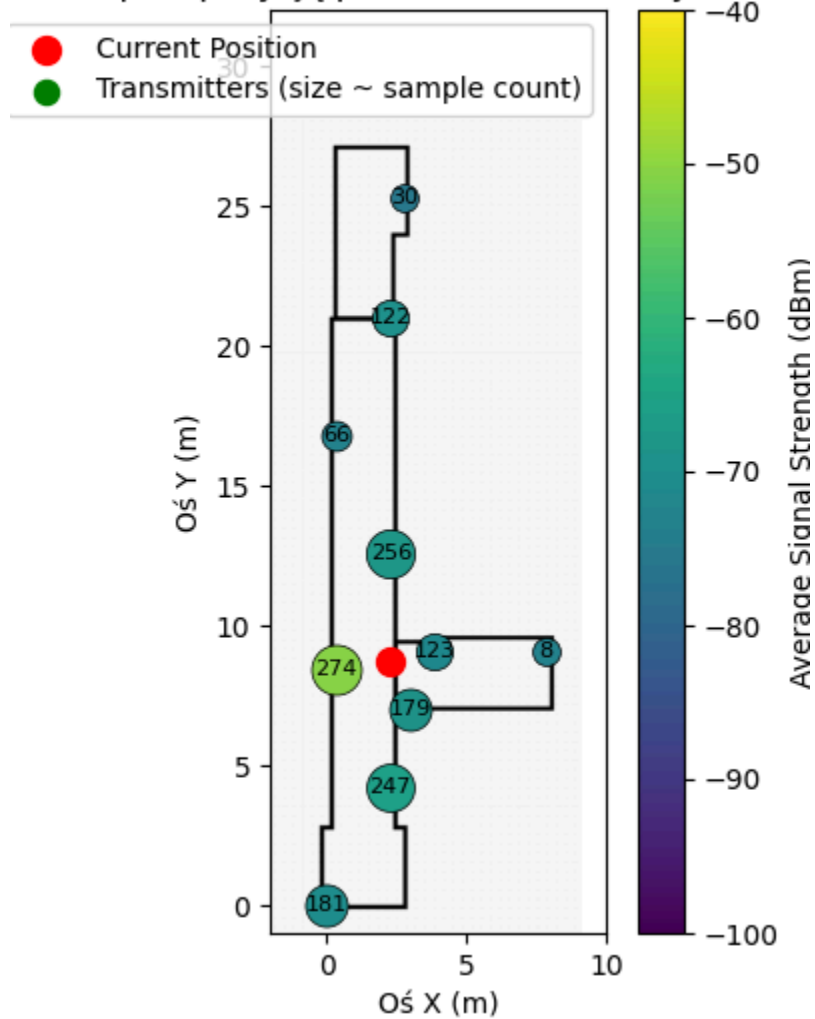
Mapa z pozycją pomiaru 3 ($x = 2.1$, $y = 2.6$)



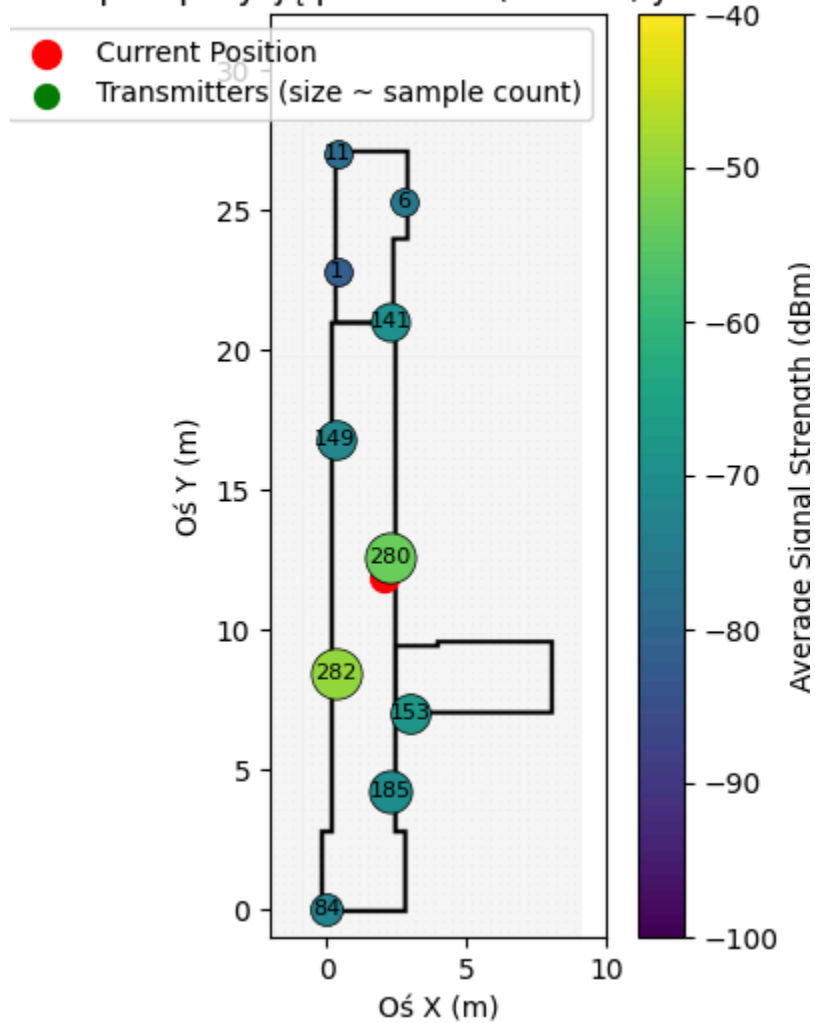
Mapa z pozycją pomiaru 4 ($x = 1.2$, $y = 5.7$)



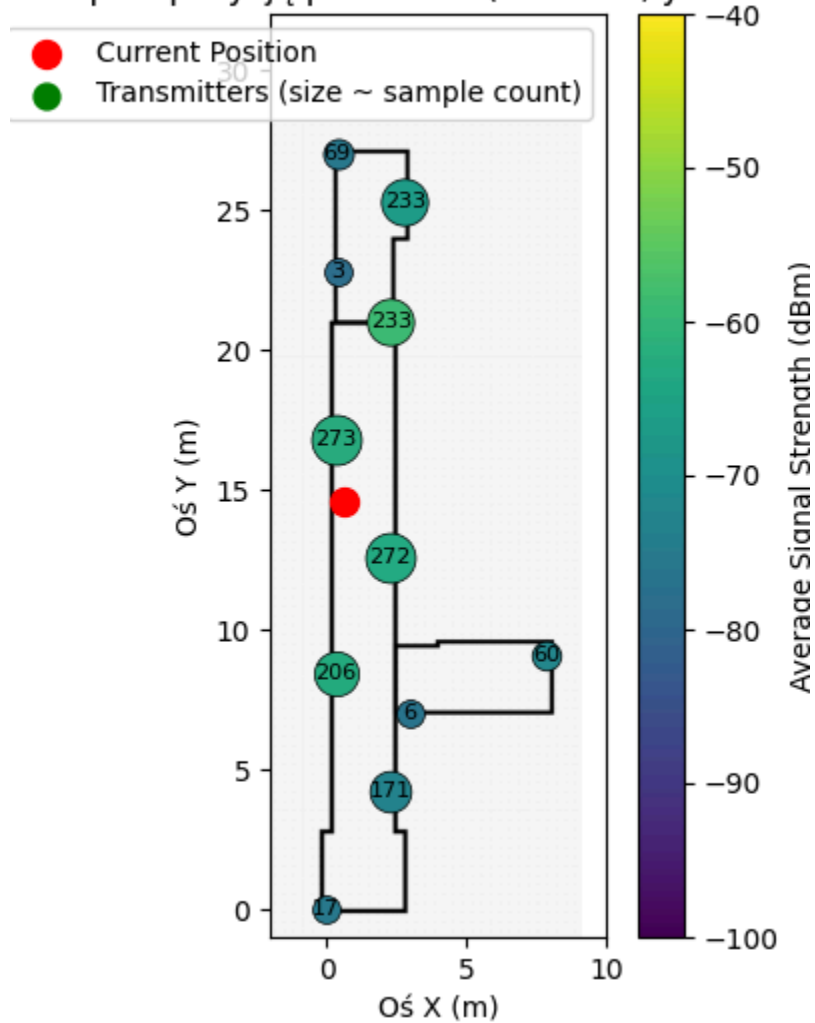
Mapa z pozycją pomiaru 5 ($x = 2.3$, $y = 8.7$)



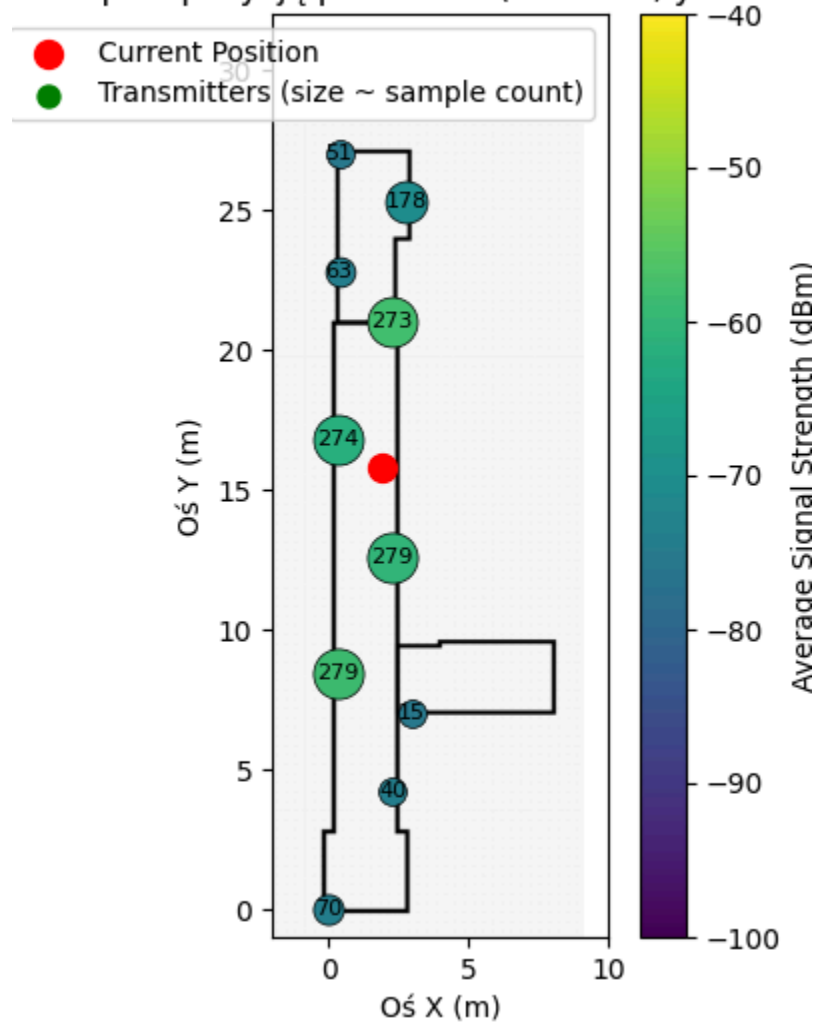
Mapa z pozycją pomiaru 6 ($x = 2.1$, $y = 11.85$)



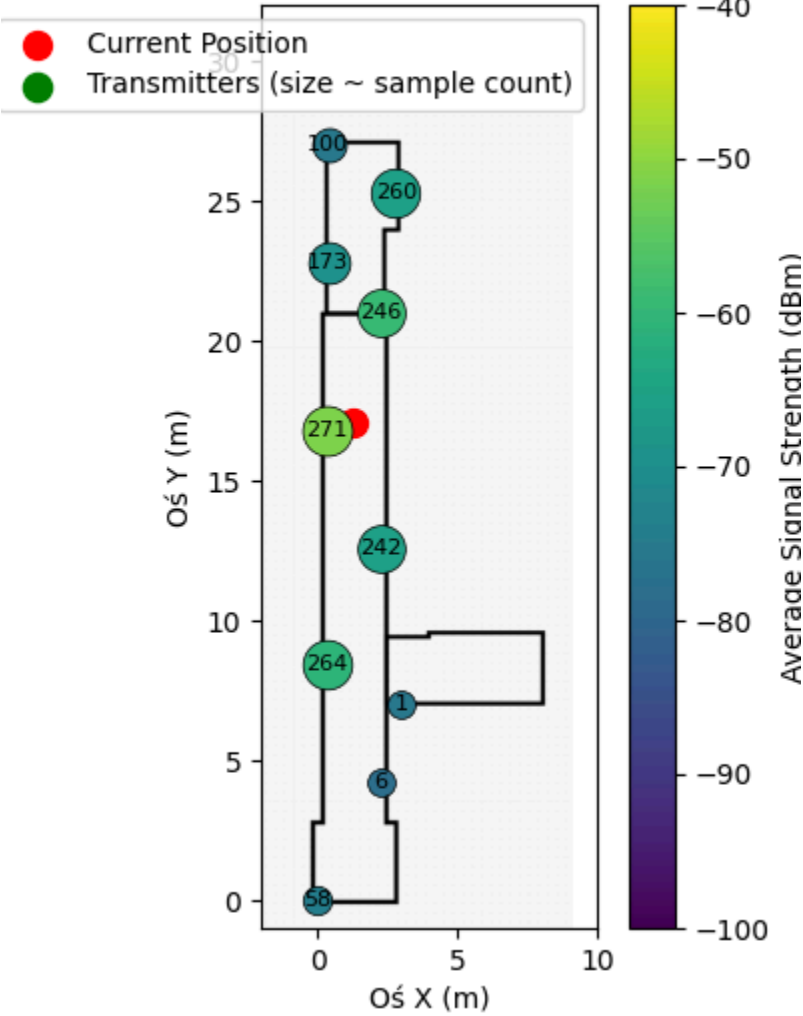
Mapa z pozycją pomiaru 7 ($x = 0.65$, $y = 14.5$)



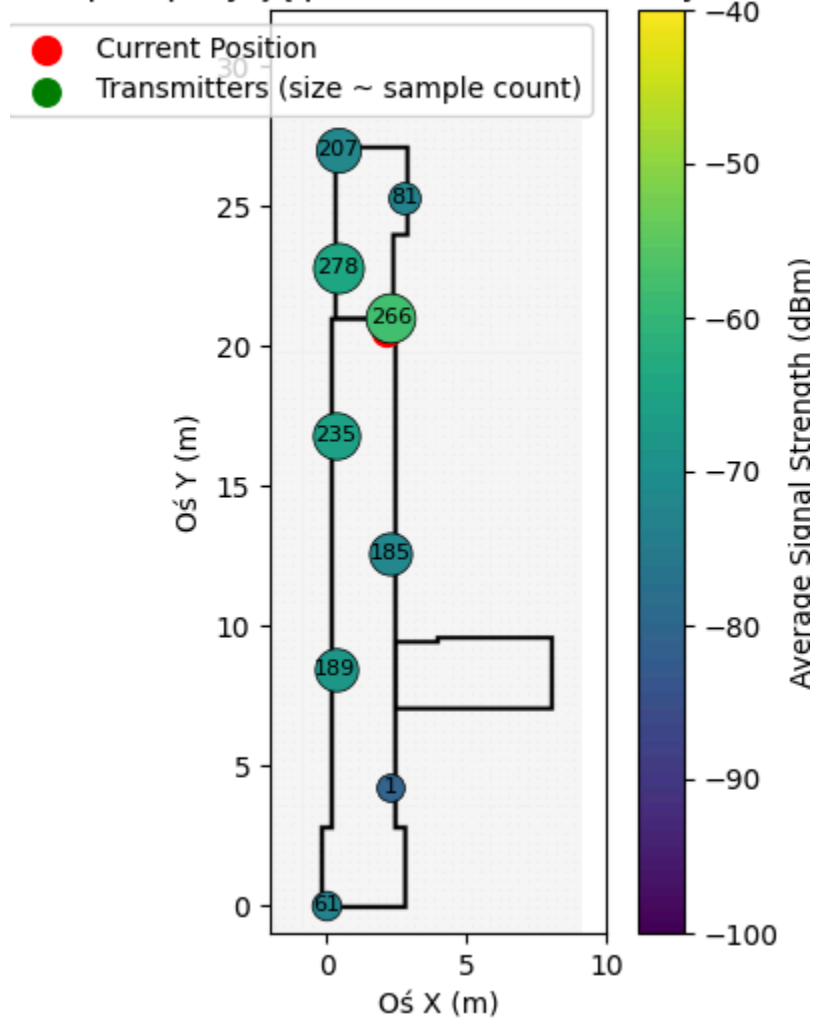
Mapa z pozycją pomiaru 8 ($x = 1.95$, $y = 15.8$)



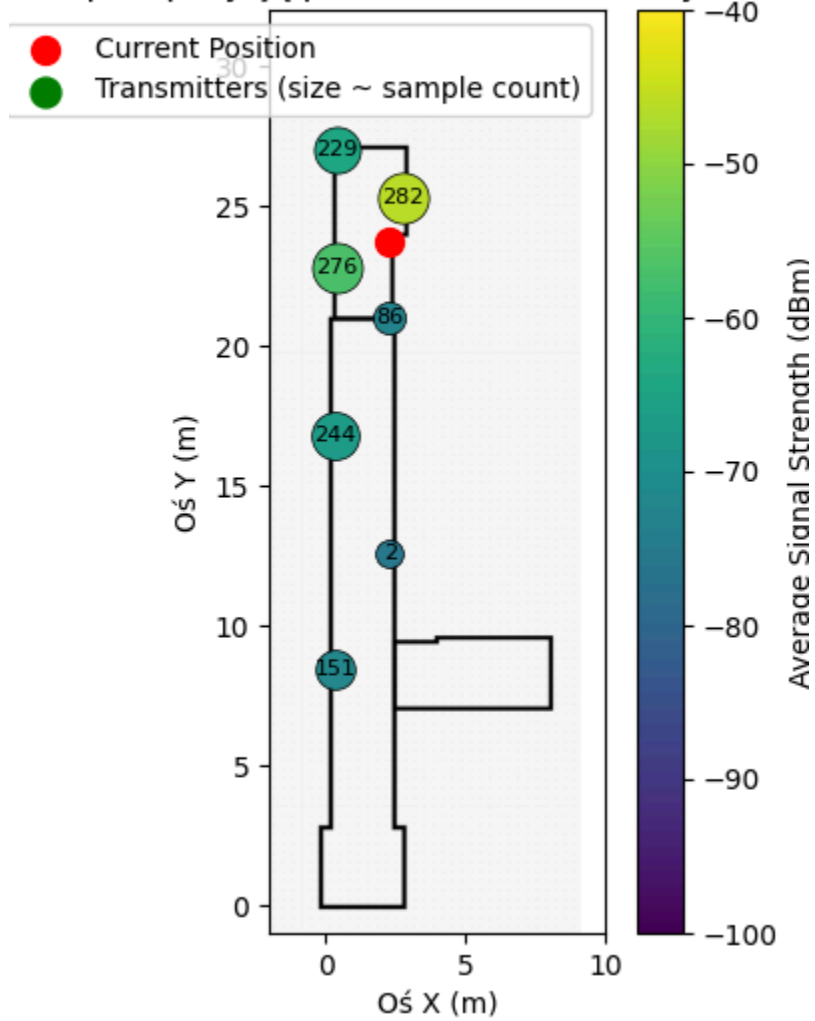
Mapa z pozycją pomiaru 9 ($x = 1.25, y = 17.1$)



Mapa z pozycją pomiaru 10 ($x = 2.15$, $y = 20.1$)

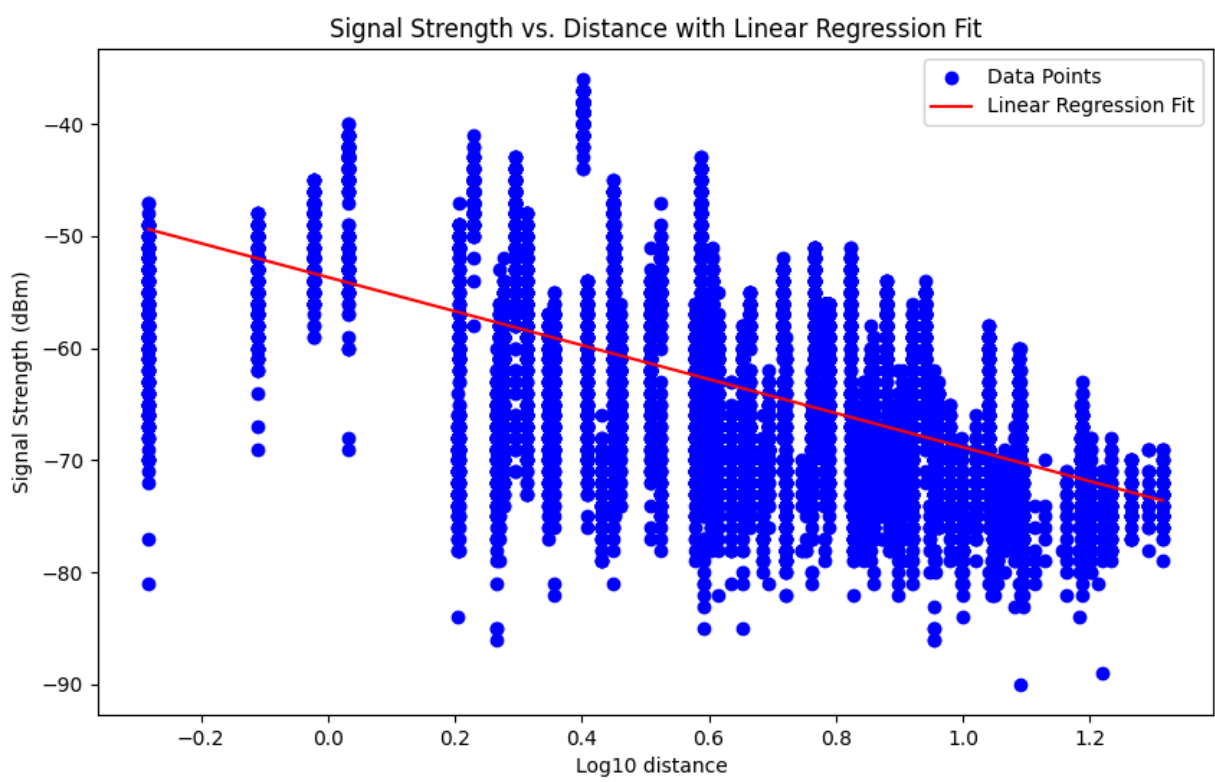


Mapa z pozycją pomiaru 11 ($x = 2.25$, $y = 23.75$)

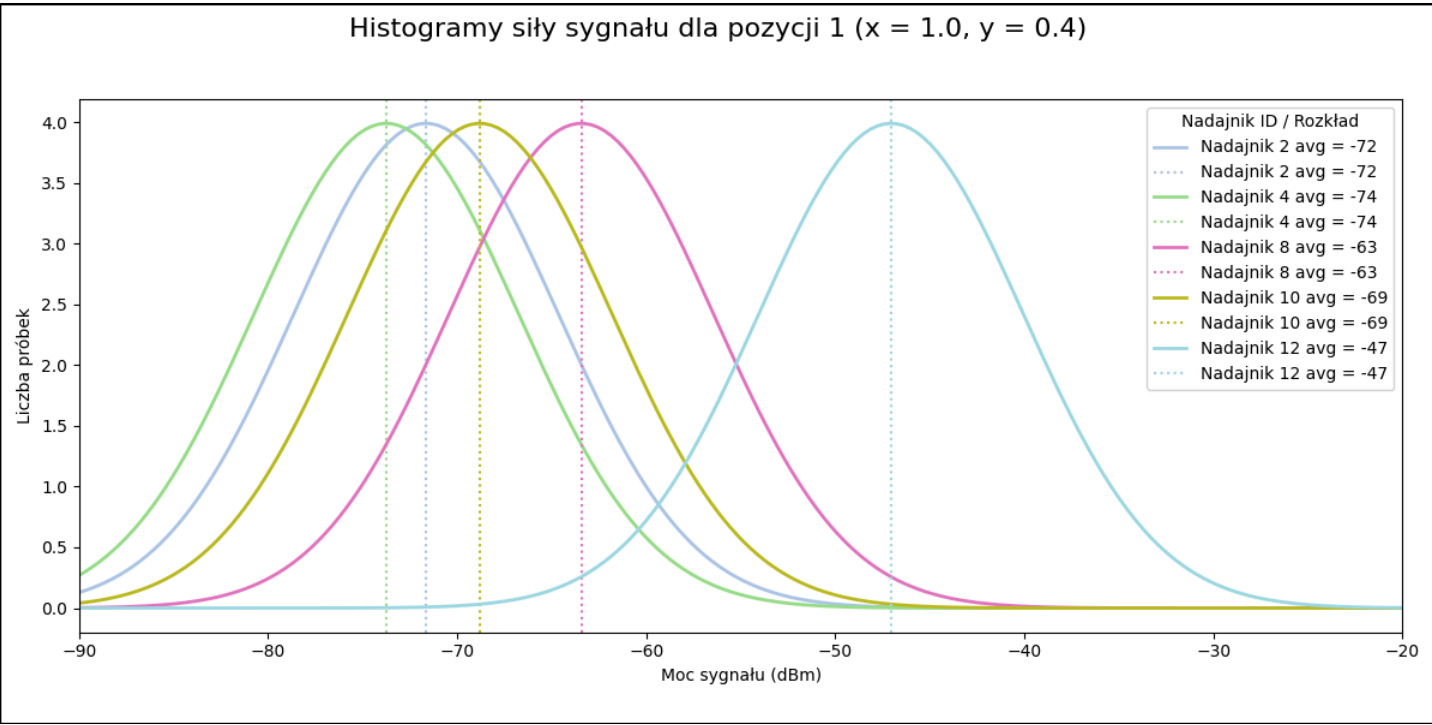


Mapa RSSI - Nadajnik 12

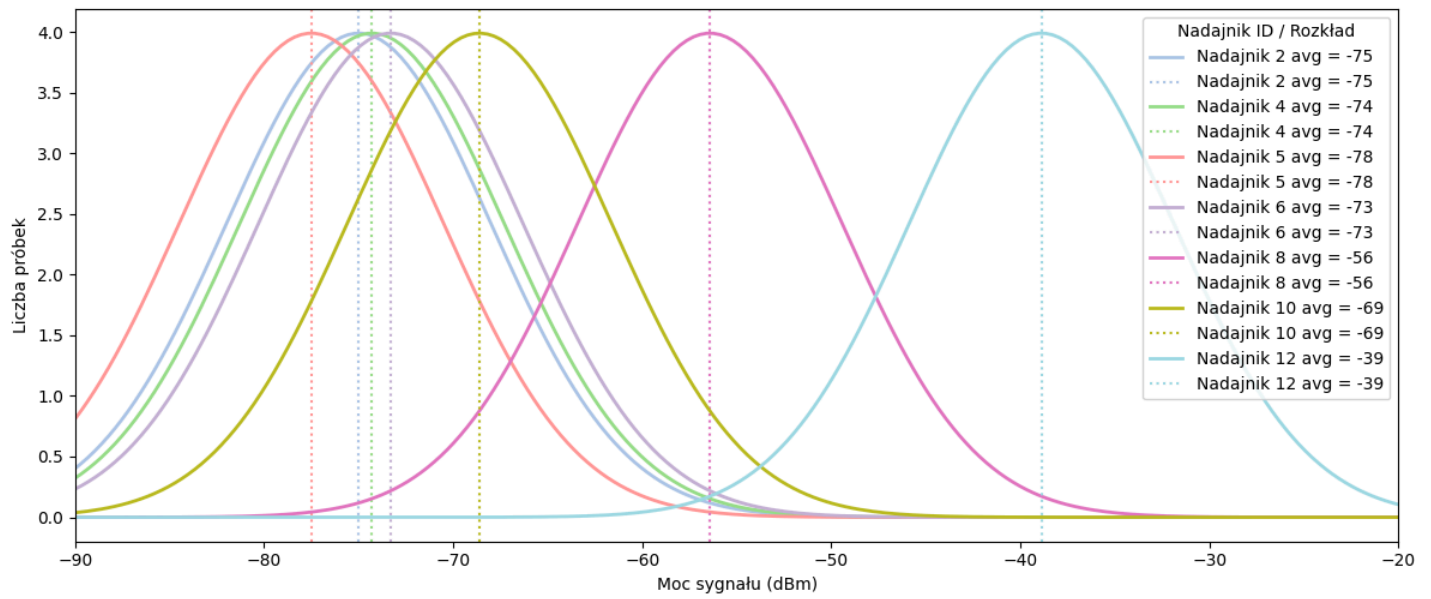
Regresja Liniowa



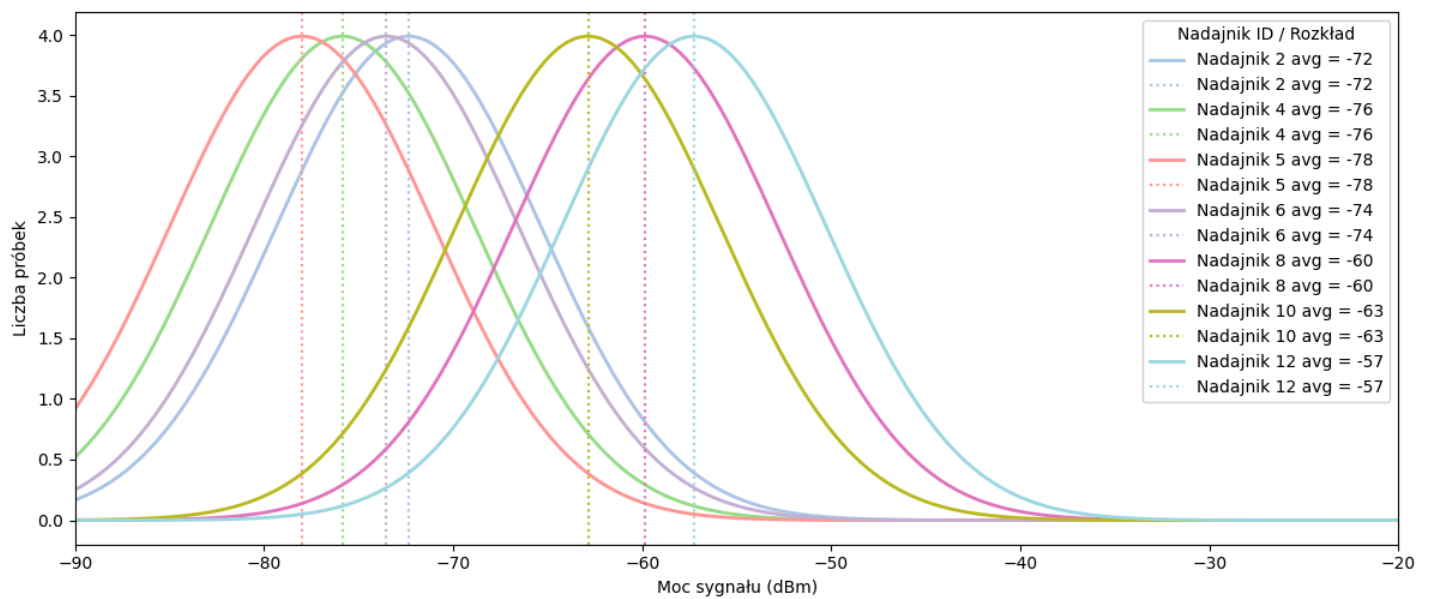
Rozrzut wygenerowanych próbek odległości



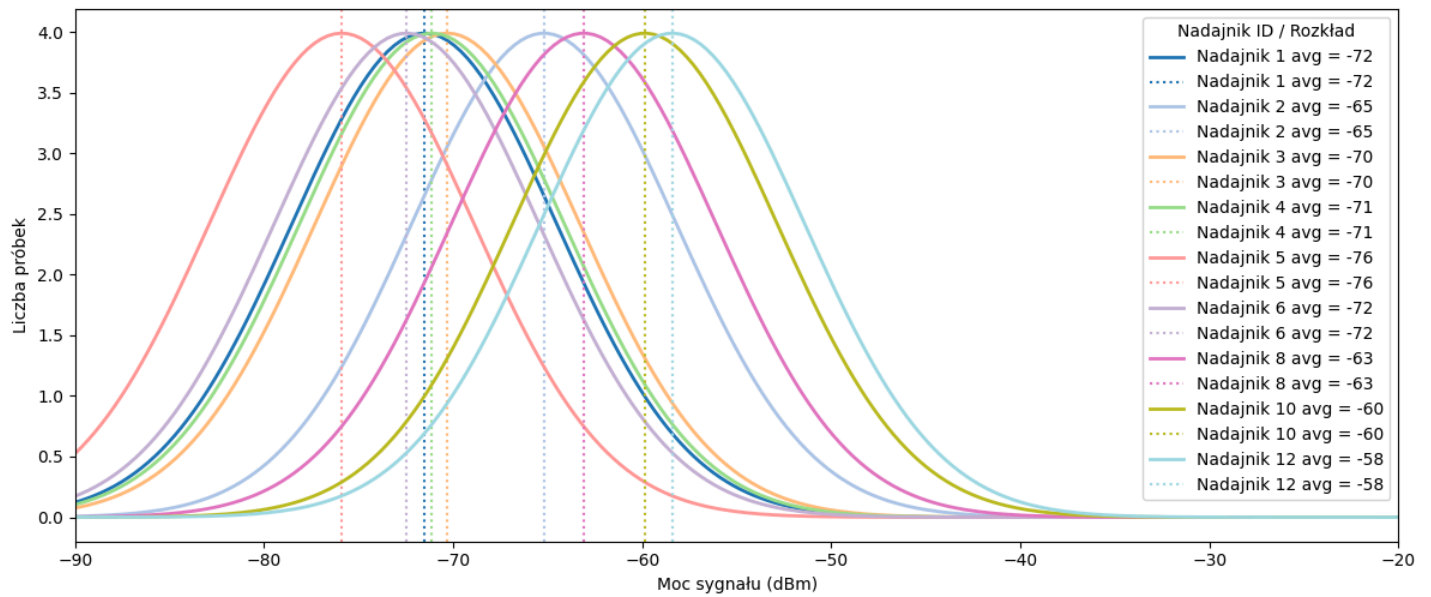
Histogramy siły sygnału dla pozycji 2 (x = 2.1, y = 1.4)



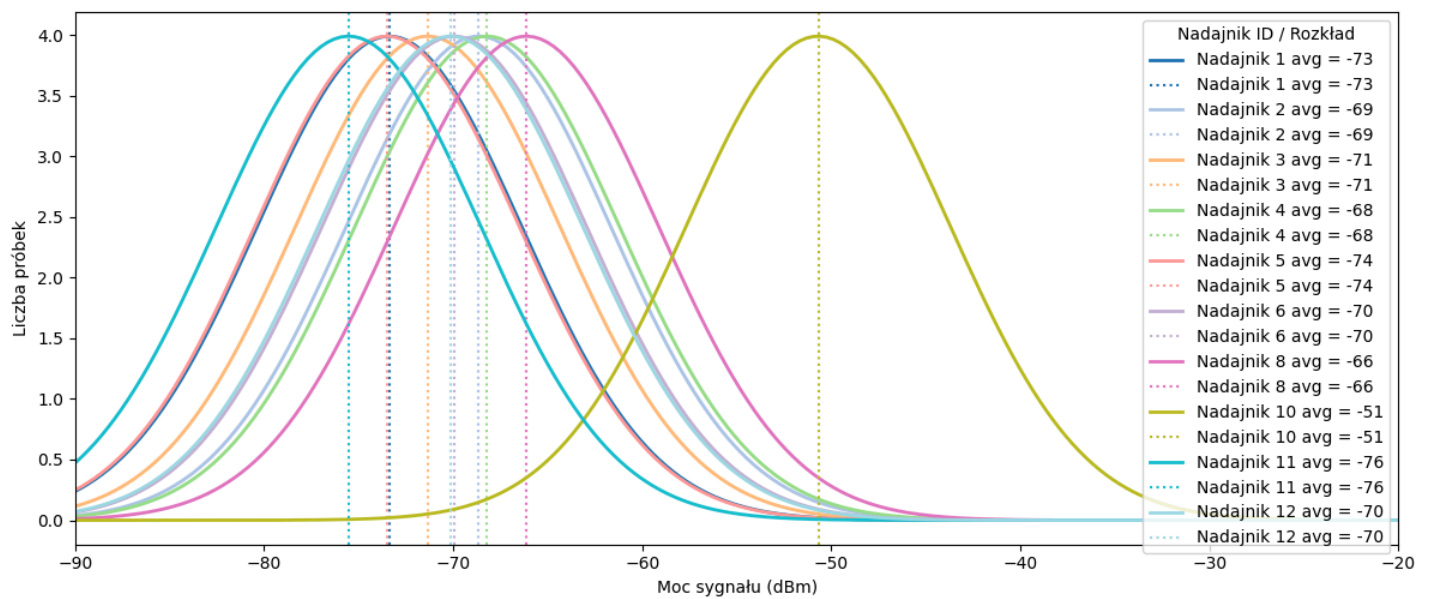
Histogramy siły sygnału dla pozycji 3 (x = 2.1, y = 2.6)



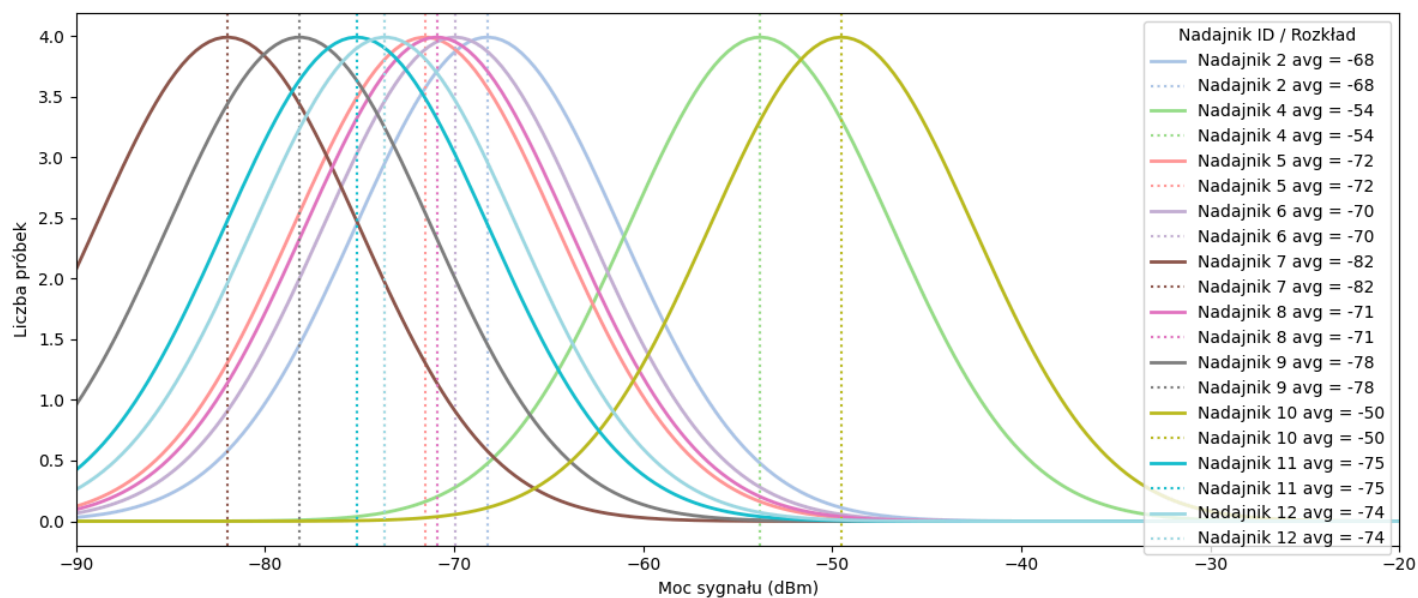
Histogramy siły sygnału dla pozycji 4 ($x = 1.2, y = 5.7$)



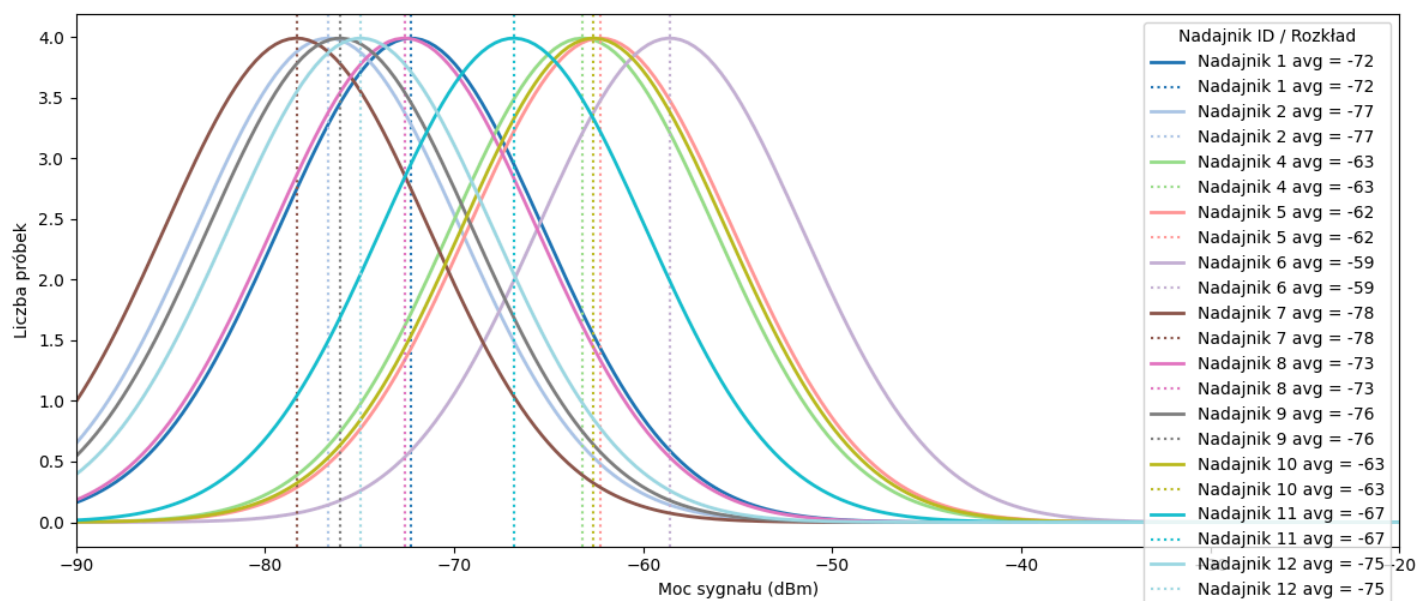
Histogramy siły sygnału dla pozycji 5 ($x = 2.3, y = 8.7$)



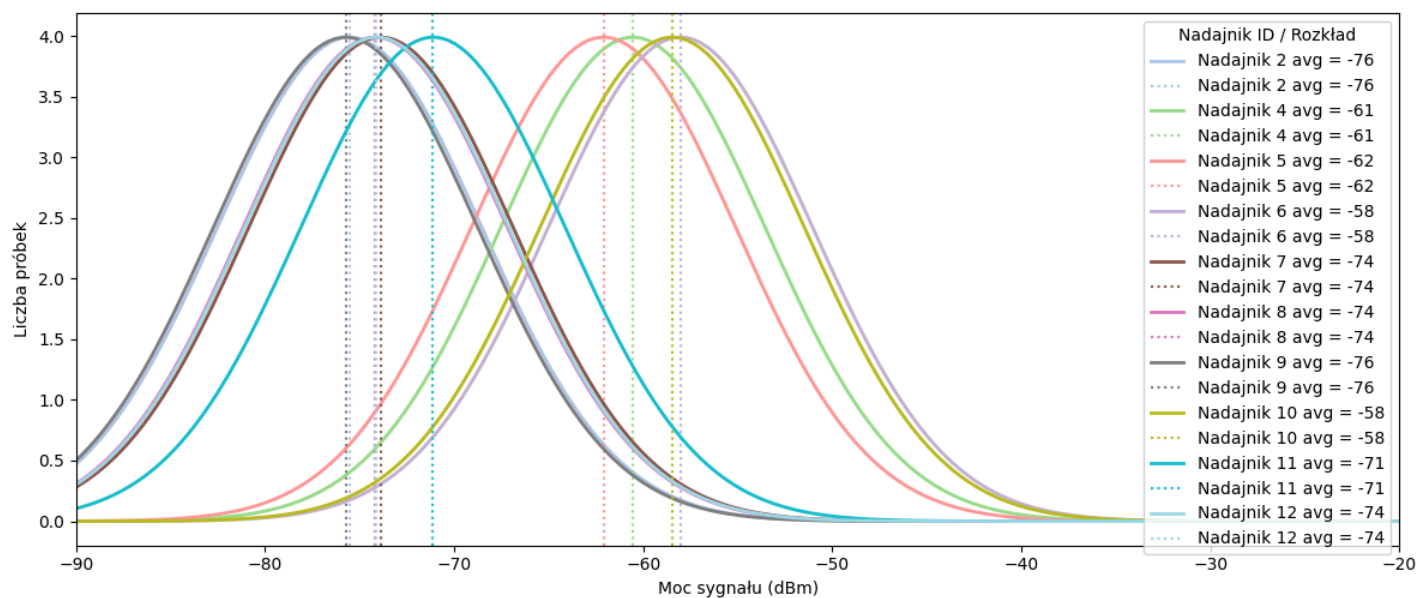
Histogramy siły sygnału dla pozycji 6 (x = 2.1, y = 11.85)



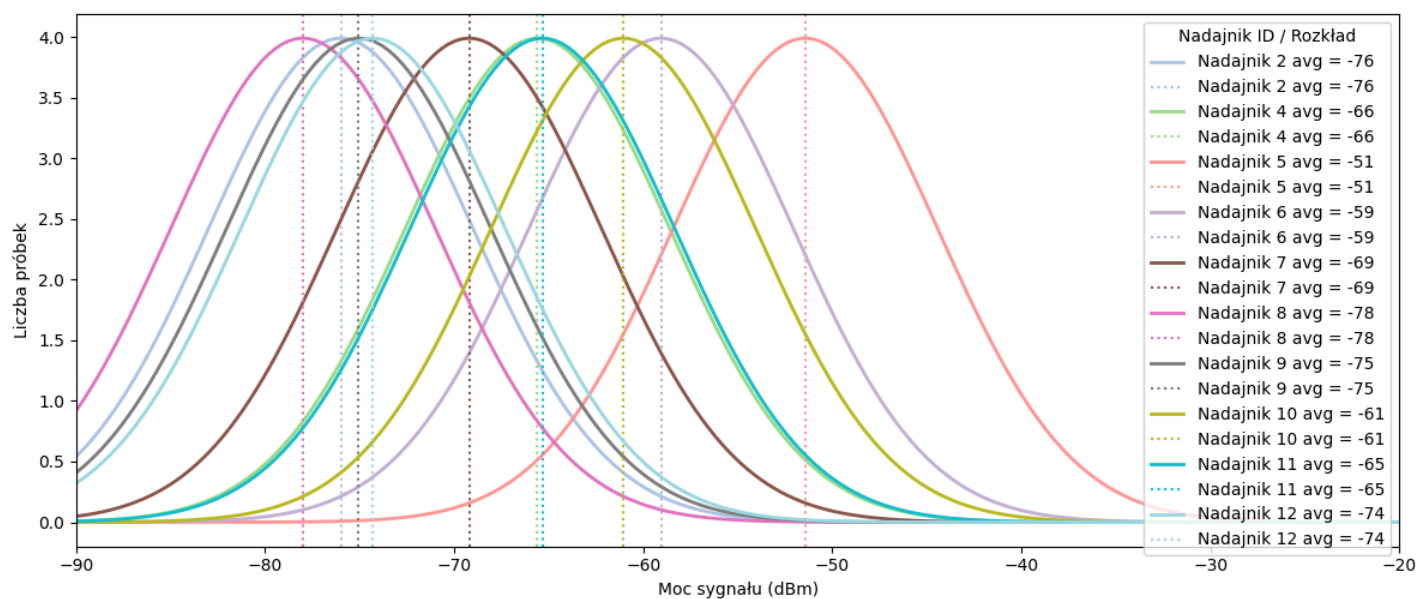
Histogramy siły sygnału dla pozycji 7 (x = 0.65, y = 14.55)



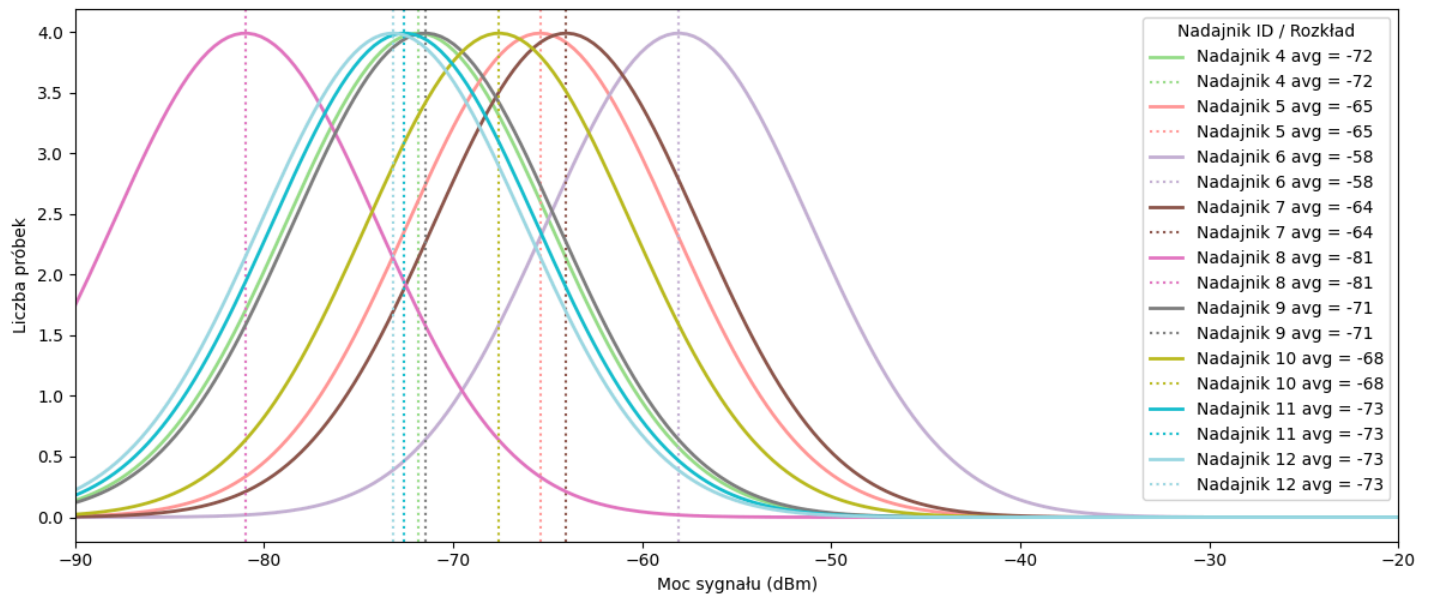
Histogramy siły sygnału dla pozycji 8 (x = 1.95, y = 15.8)



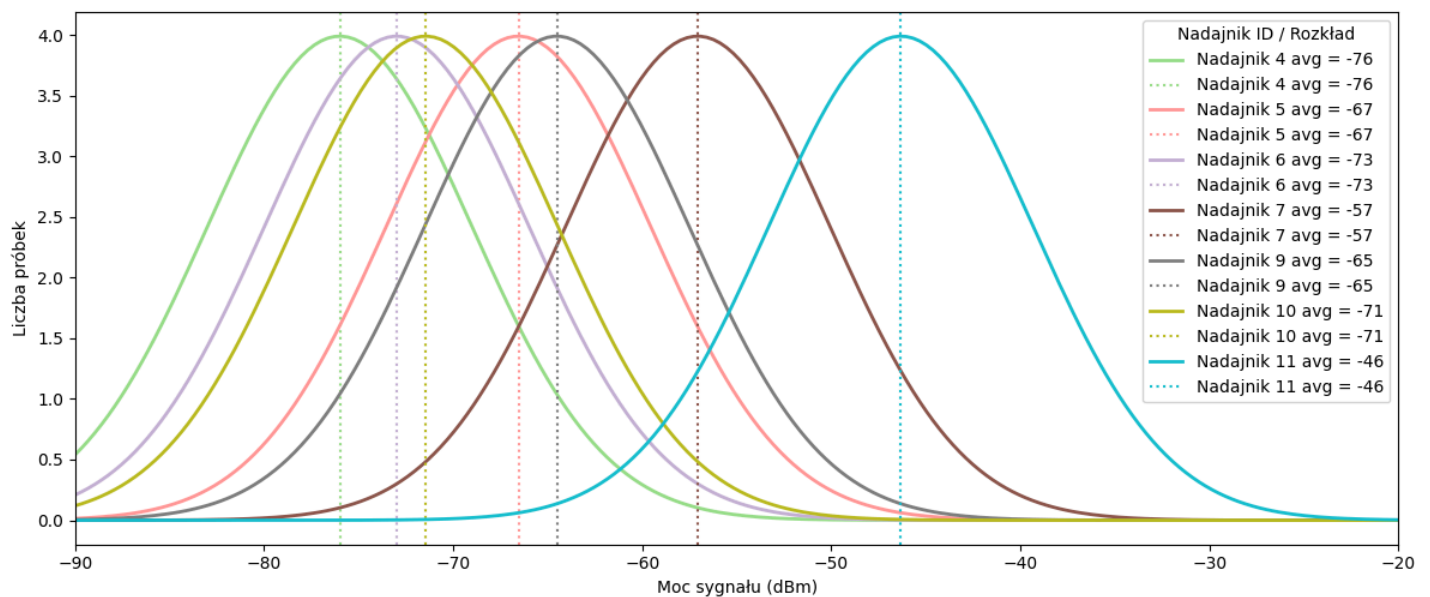
Histogramy siły sygnału dla pozycji 9 (x = 1.25, y = 17.1)



Histogramy siły sygnału dla pozycji 10 ($x = 2.15, y = 20.5$)



Histogramy siły sygnału dla pozycji 11 ($x = 2.25, y = 23.7$)



Least Squares - Estymacja pozycji

Z pomiarów, dla każdego z nadajników w każdej pozycji pomiarowej, wyliczono średnią moc sygnału. Wokół tej wartości wygenerowano z rozkładu normalnego, populację nowych mocy sygnału. Następnie przy użyciu znanego wzoru z regresji liniowej wyliczono jaką odległość odpowiada tej mocy dla tego nadajnika. Wartości tych odległości następnie użyto w algorytmie najmniejszych kwadratów w celu estymacji pozycji urządzenia pomiarowego. Poniżej przedstawiono wyniki estymacji pozycji dla każdej z 11 pozycji pomiarowych.

Algorytm minimalizacji metodą najmniejszych kwadratów

Algorytm wykorzystuje funkcję `calculate_residuals`, która oblicza różnicę pomiędzy:

- **rzeczywistymi odległościami** od punktu estymowanego (x, y) do beaconów,
- a **wyliczonymi odległościami z rssi** (`distances`).

Wzór na odległość

Odległość od punktu (x, y) do beacona o współrzędnych (x_i, y_i) wyrażona jest wzorem euklidesowym:

$$d_i^{true} = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}$$

Residuła (różnica)

Residuła dla każdego beacona to różnica pomiędzy obliczoną odległością a zmierzoną:

$$r_i = d_i^{true} - d_i^{measured}$$

Funkcja celu

Metoda najmniejszych kwadratów minimalizuje sumę kwadratów residuów:

$$F(x, y) = \sum_{i=1}^N \left(\sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} - d_i^{measured} \right)^2$$

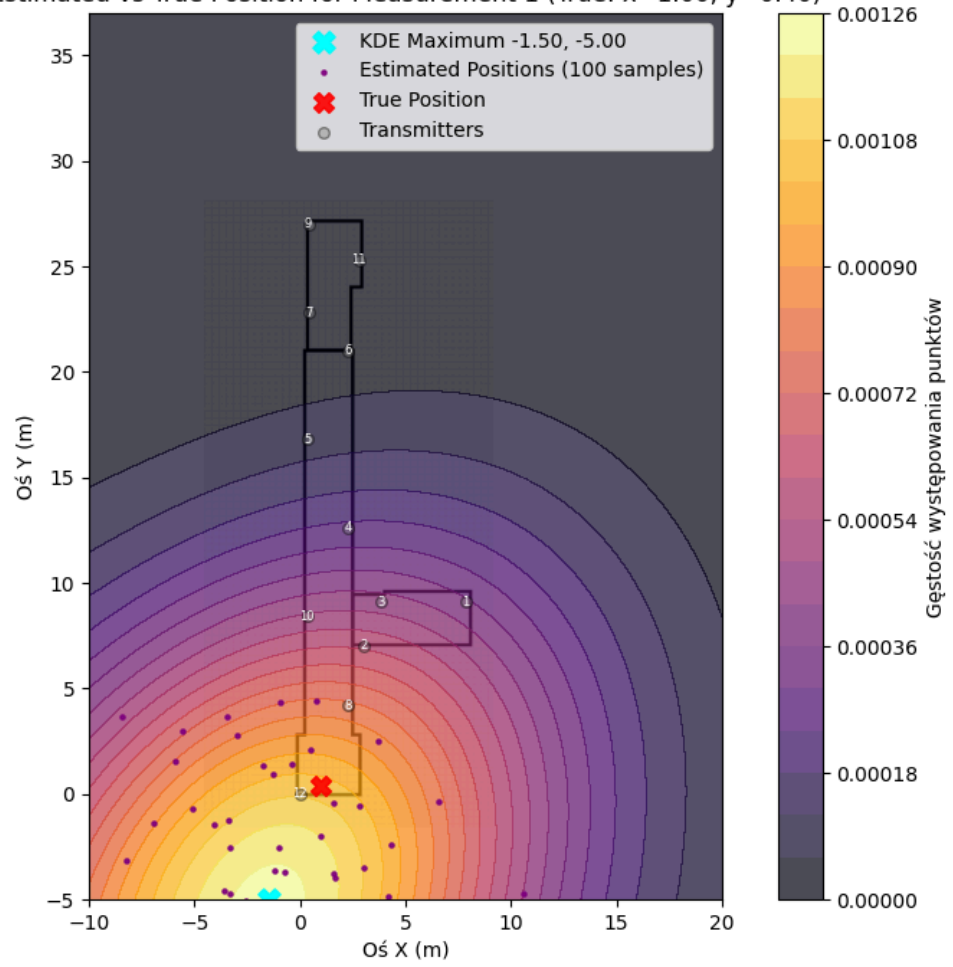
gdzie:

- (x, y) – szukana pozycja,
- (x_i, y_i) – współrzędne beaconów,
- $d_i^{measured}$ – zmierzona odległość do beacona.

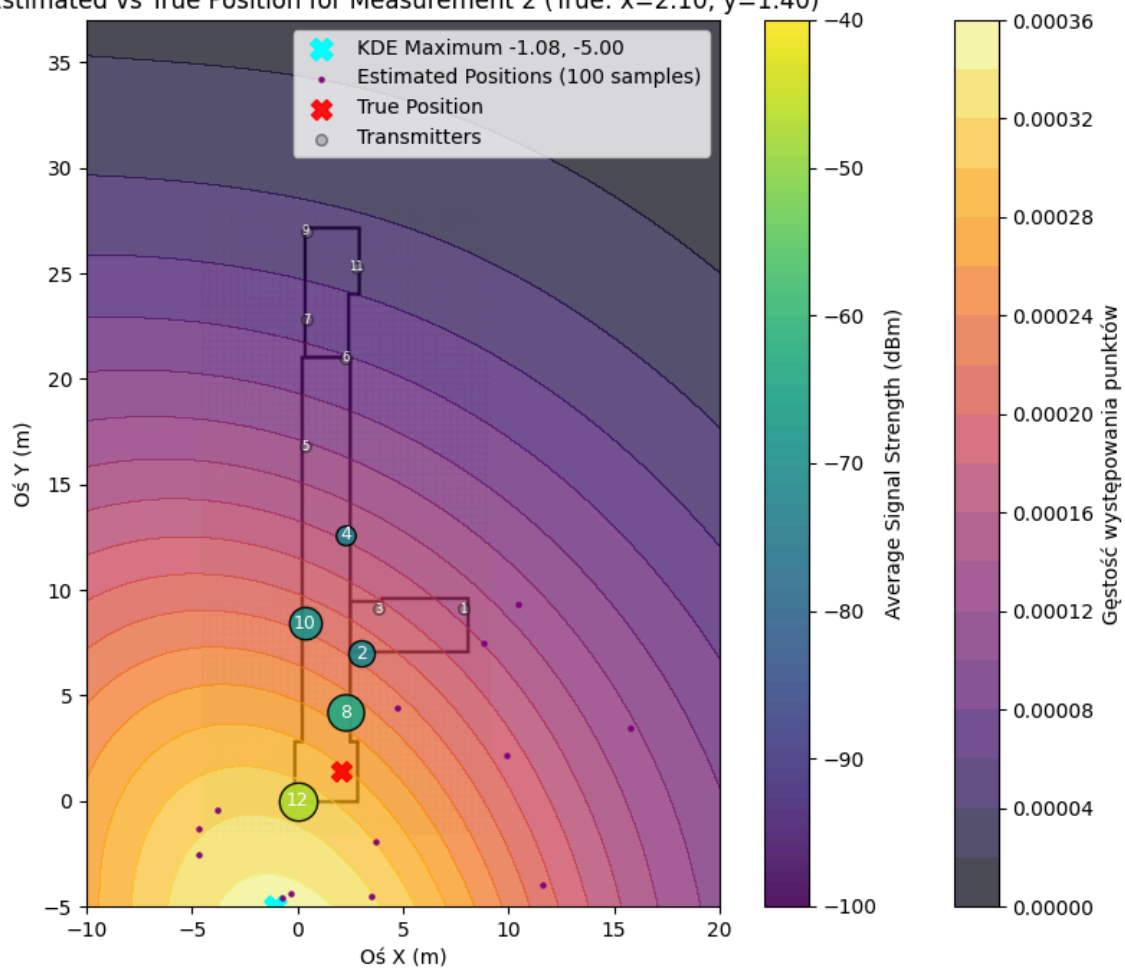
Działanie algorytmu

1. **Start** od początkowego przybliżenia `initial_guess`.
2. **Obliczenie residuów** dla wszystkich beaconów.
3. **Minimalizacja** sumy kwadratów residuów przy użyciu `least_squares`.
4. **Wynik** – najlepsze przybliżenie pozycji (x, y) , które najbardziej pasuje do zmierzonych odległości.

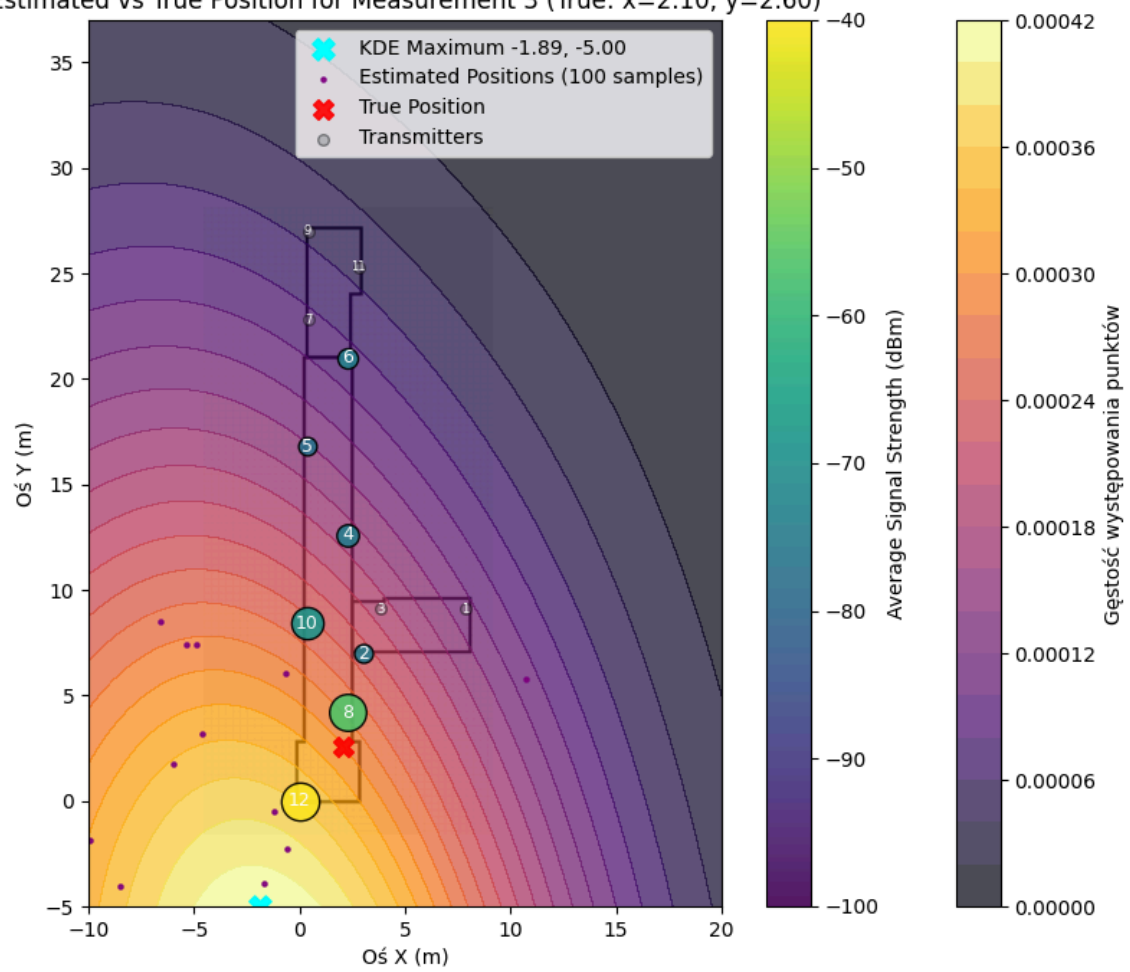
Estimated vs True Position for Measurement 1 (True: $x=1.00$, $y=0.40$)



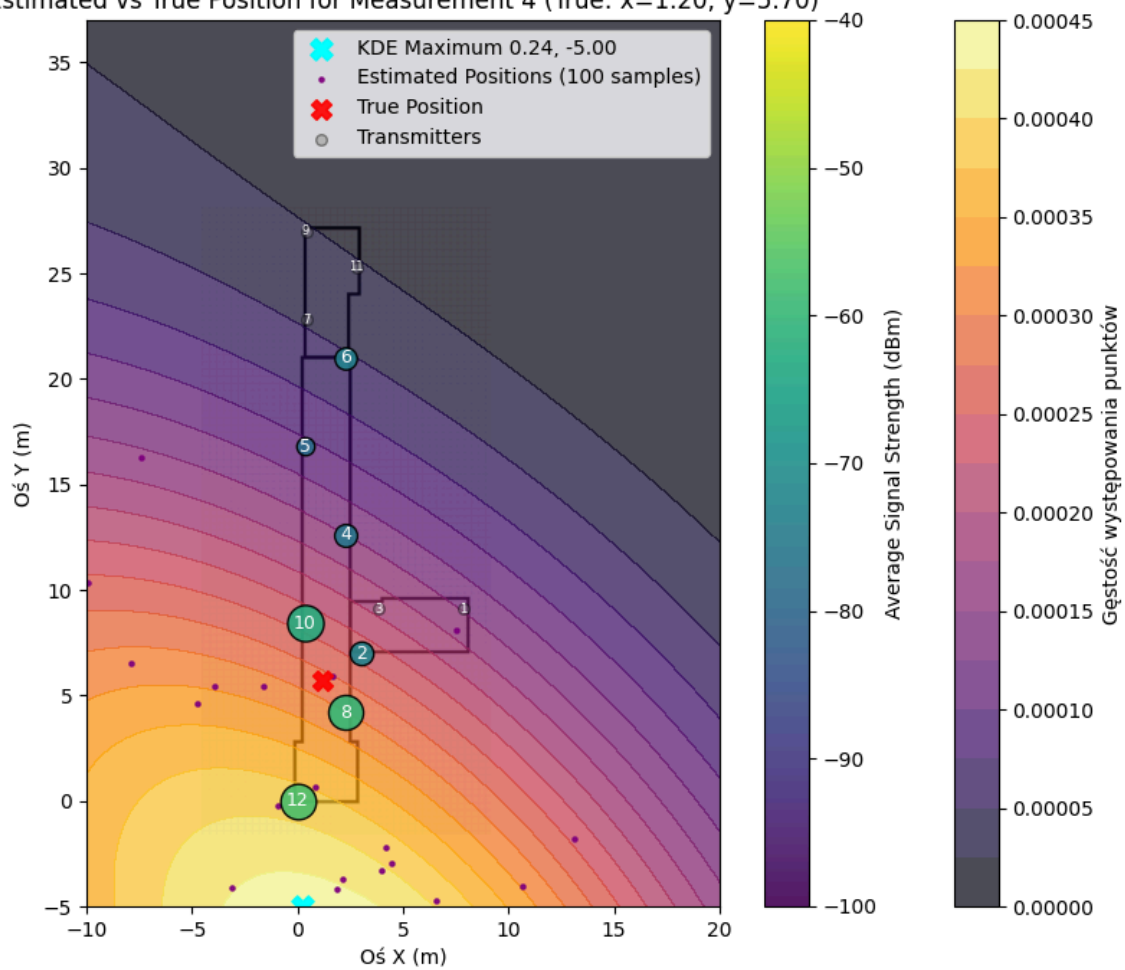
Estimated vs True Position for Measurement 2 (True: $x=2.10$, $y=1.40$)



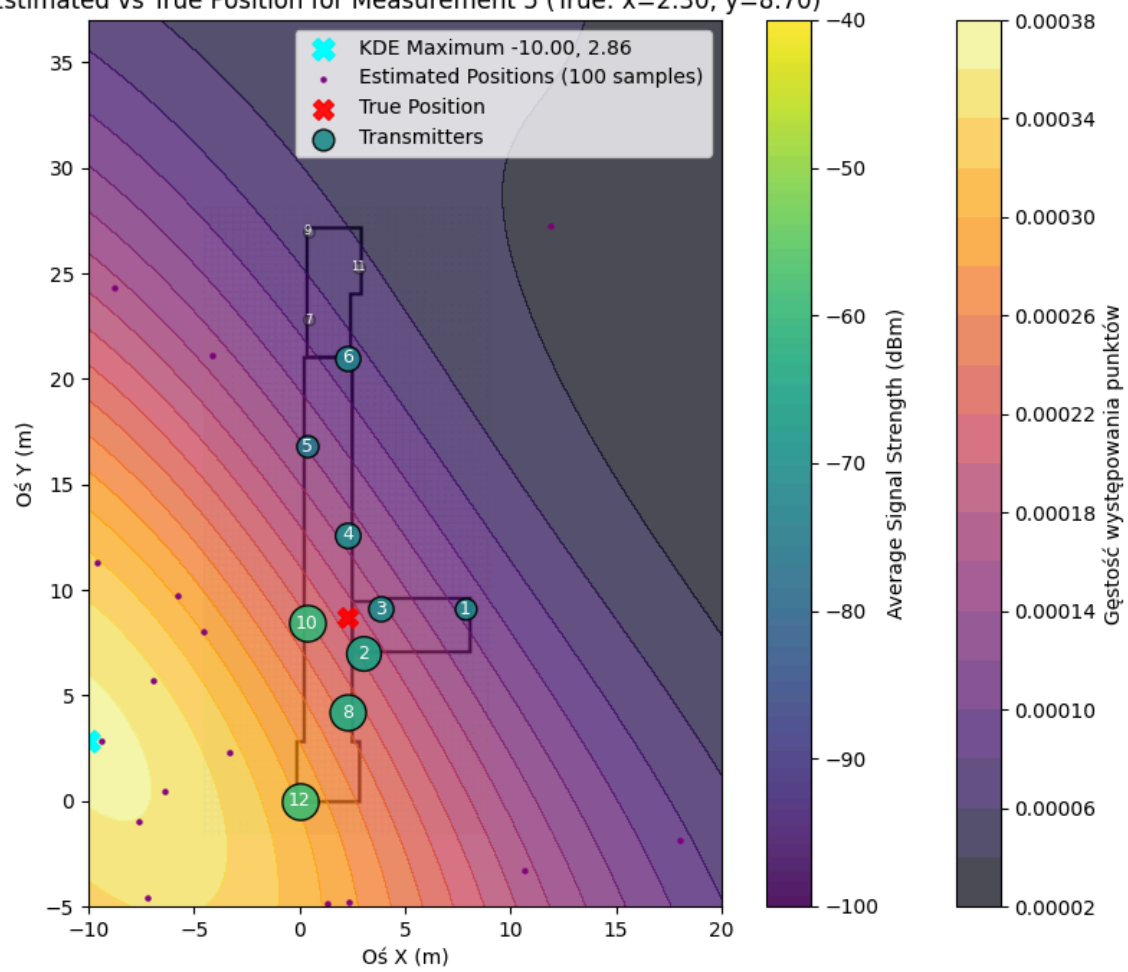
Estimated vs True Position for Measurement 3 (True: $x=2.10$, $y=2.60$)



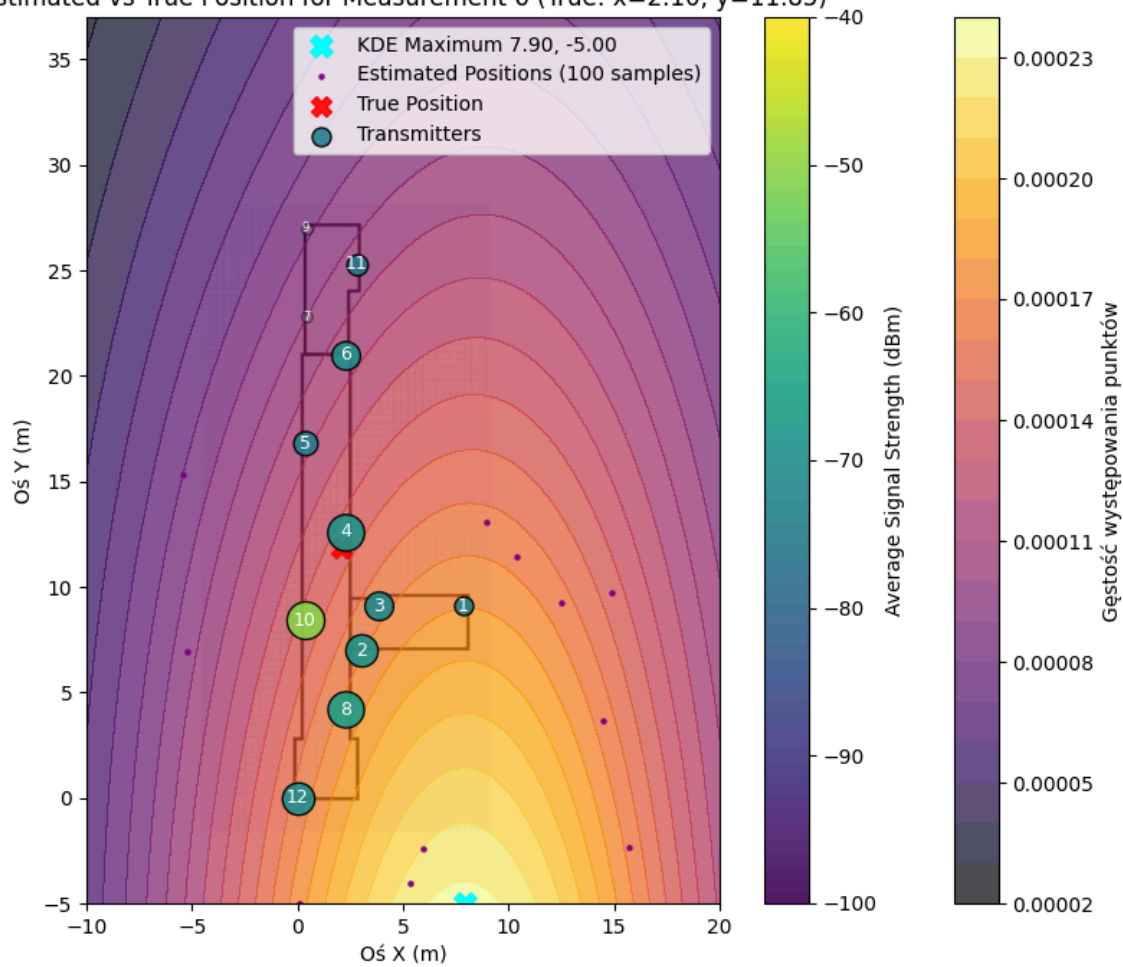
Estimated vs True Position for Measurement 4 (True: $x=1.20$, $y=5.70$)



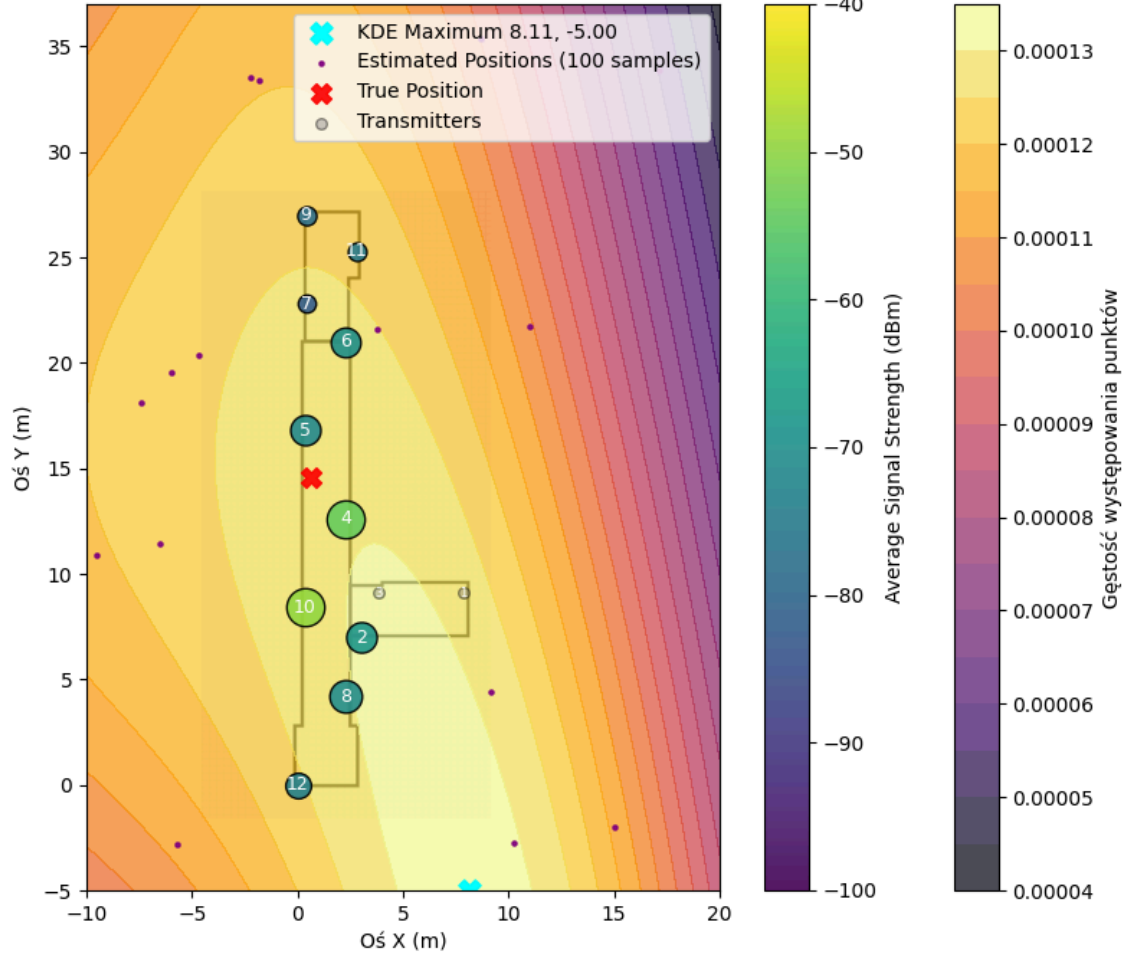
Estimated vs True Position for Measurement 5 (True: $x=2.30$, $y=8.70$)



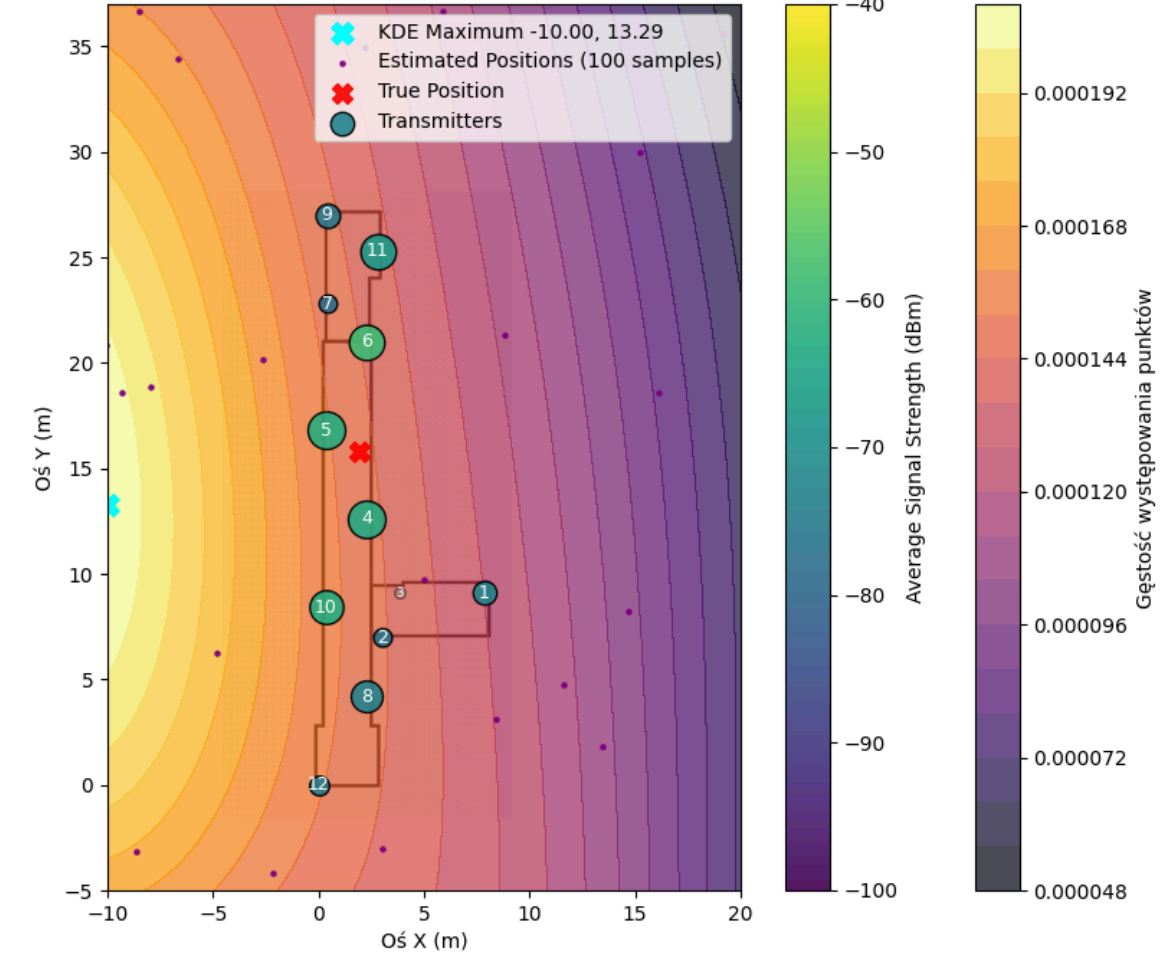
Estimated vs True Position for Measurement 6 (True: x=2.10, y=11.85)



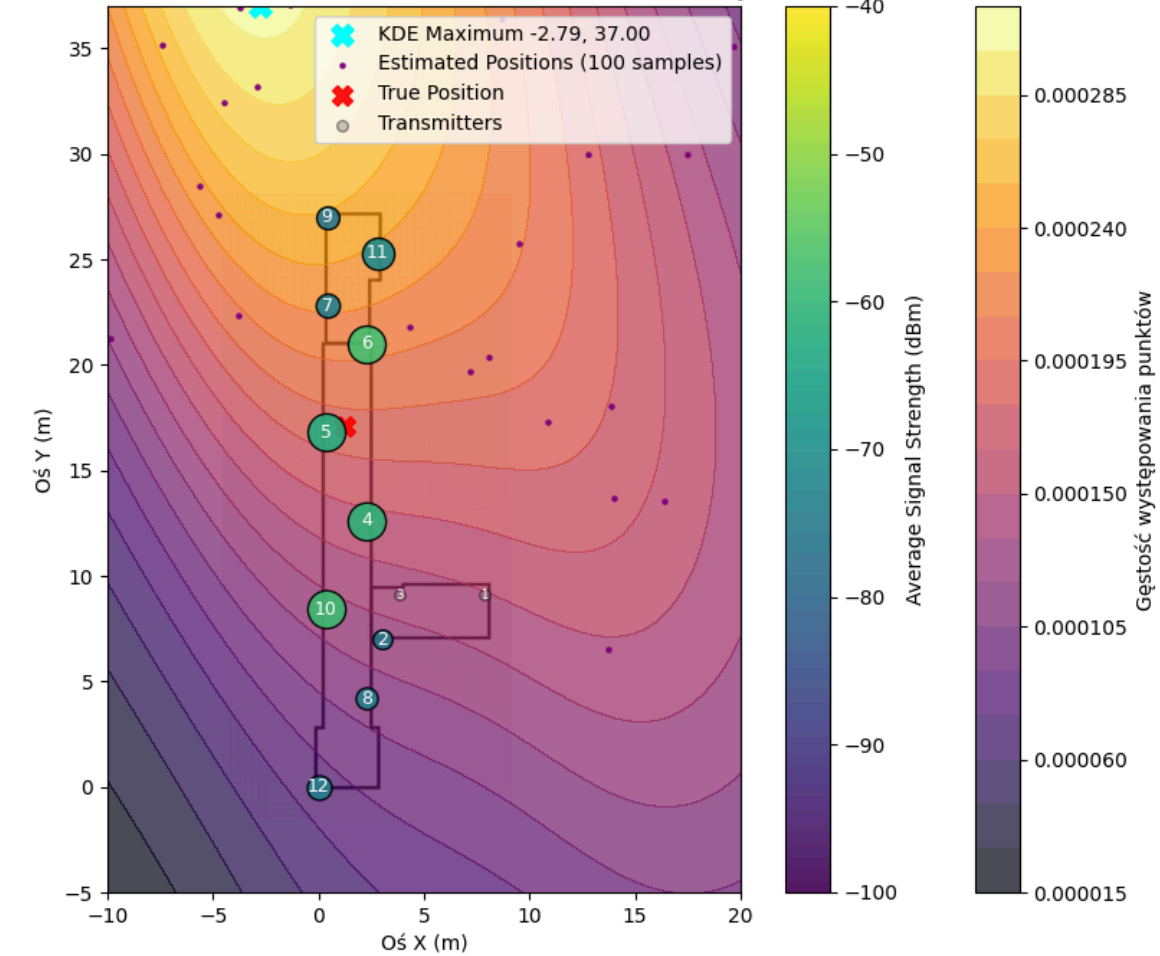
Estimated vs True Position for Measurement 7 (True: x=0.65, y=14.55)



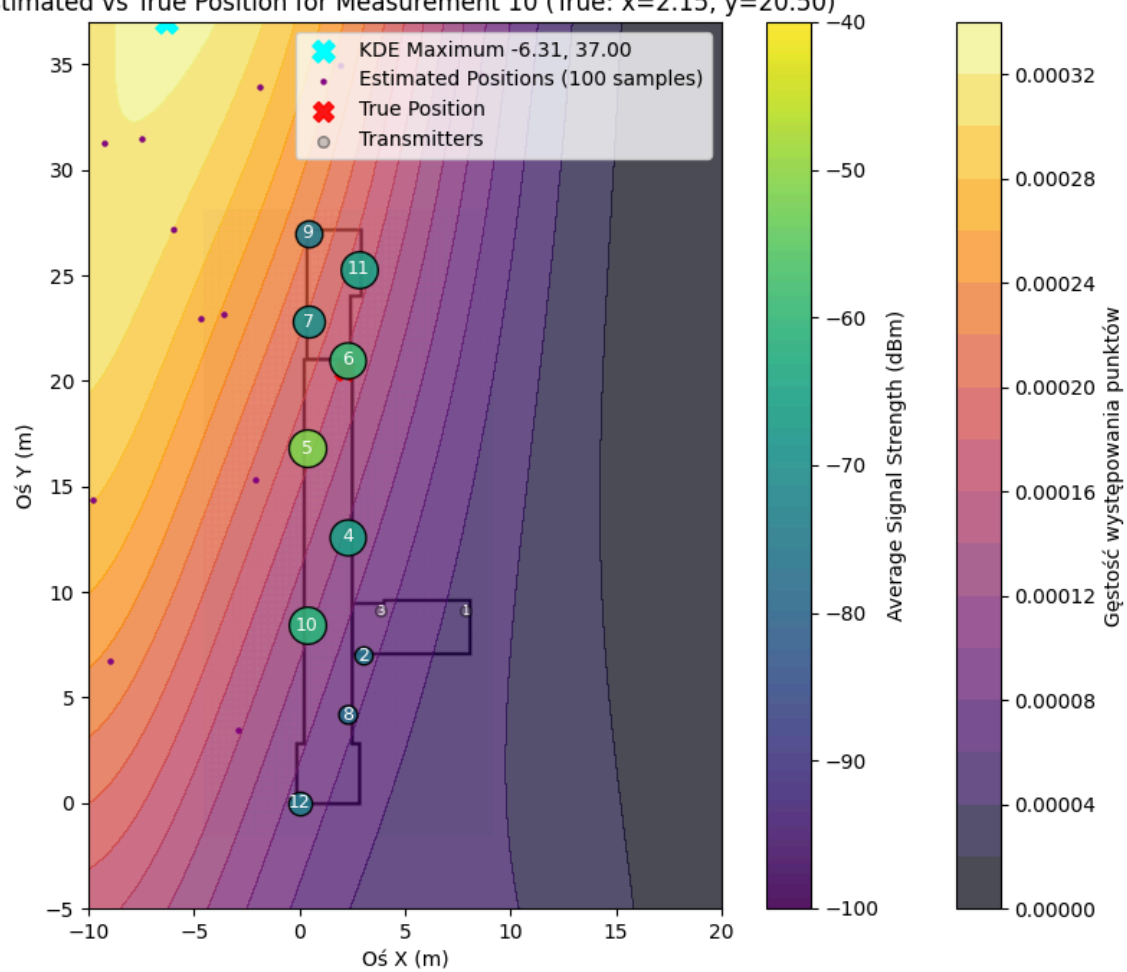
Estimated vs True Position for Measurement 8 (True: x=1.95, y=15.80)



Estimated vs True Position for Measurement 9 (True: x=1.25, y=17.10)



Estimated vs True Position for Measurement 10 (True: x=2.15, y=20.50)



Estimated vs True Position for Measurement 11 (True: $x=2.25$, $y=23.70$)

