

# ***Temat 1***

*Zaawansowane zastosowania GIS*

*Praktyka studencka*

*Analiza dokładności NMT i NMPT na przykładzie danych ISOK  
dla wybranego fragmentu Krakowa*

Paulina Nałódka  
Dominika Pasterczyk  
Radosław Polak  
Maciej Woźniak

# **Sprawozdanie techniczne**

## **1. Dane formalno - prawne:**

**1.1** Zleceniodawca: AGH Kraków, prof. dr hab. inż Beata Hejmanowska

**1.2** Wykonawca: sekcja nr 3 w składzie: Paulina Nałódka, Dominika Pasterczyk, Radosław Polak, Maciej Woźniak

**1.3** Okres wykonania zlecenia:

Rozpoczęcie prac: 17.10.2019 r

Zakończenie prac: 18.11.2019 r.

**1.4** Przedmiot zlecenia: Porównanie NMPT i NMT z pomiarem terenowym

**1.5** Użyte oprogramowanie: Saga 7.3.0, Octave, C-GEO, ArcGIS, QGIS

**1.6** Użyte dane: Numeryczny model terenu i numeryczny model pokrycia terenu dla opracowywanego fragmentu (Nr 3, M-34-64-D-d-1-3-2-2),

**2. Opis projektu:** Porównanie NMPT i NMT z pomiarem terenowym oraz porównanie poszczególnych form terenu.

## **3. Etapy wykonania projektu:**

### **3.1 Pomiar terenowy.**

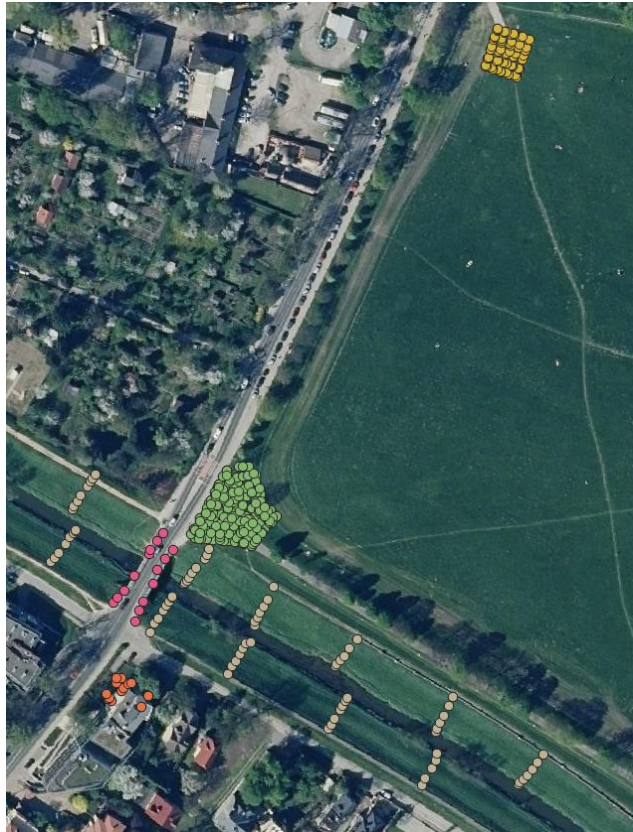
W terenie pomiar został wykonywany tachimetrem oraz GPS-em. Pomiar nawiązano do punktu o znanych współrzędnych. Wykonano pomiaru przekrojów po obu stronach mostu, pomierzono punkty na moście oraz na dachu budynku. GPS-em wyznaczone zostały trzy przekroje w dolinie rzeki oraz w trzech seriach pomierzono punkty na terenie utwardzonym i na nieutwardzonych.

### 3.2 Wstępne przetworzenie danych pomiarowych.

W programie C-GEO zostały wczytane punkty z pomiaru. Współrzędne zostały przetransponowane z układu 2000 na układ 92. Zostały wyeksportowane współrzędne do pliku tekstowego. Punkty zostały wczytane do programu QGis i podzielone na kategorie.



*Obszar pomiaru sekcji 3, pomierzone punkty*



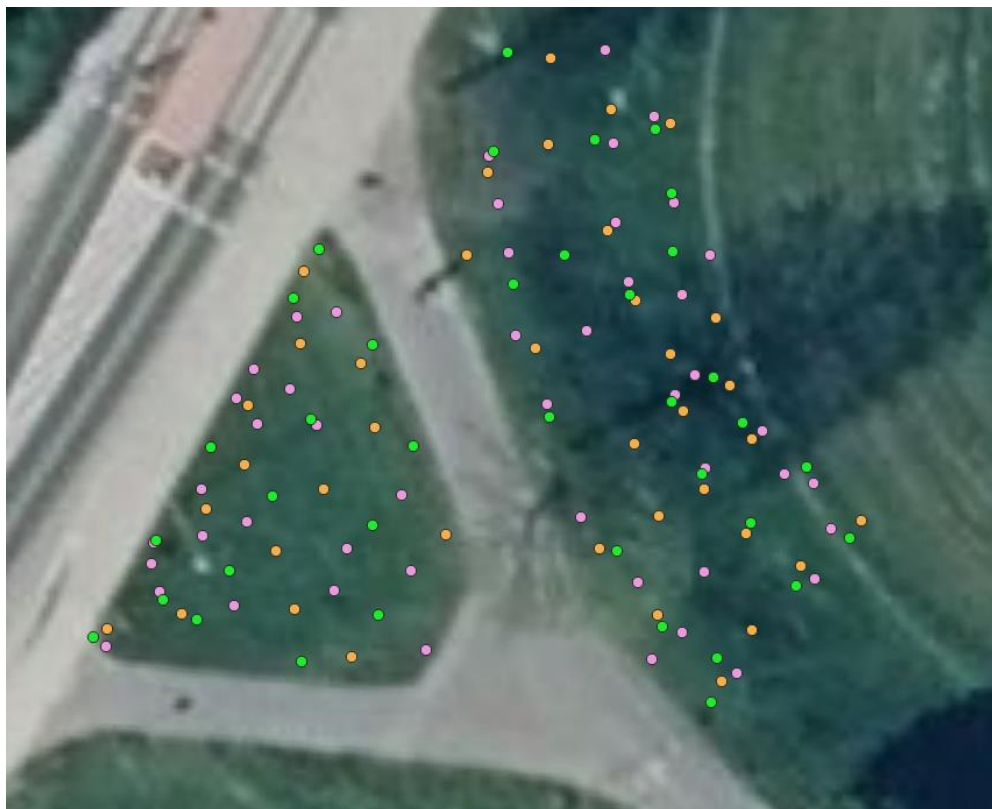
*Podział punktów na kategorie*



*Obszar 1, trzy serie pomiarów*



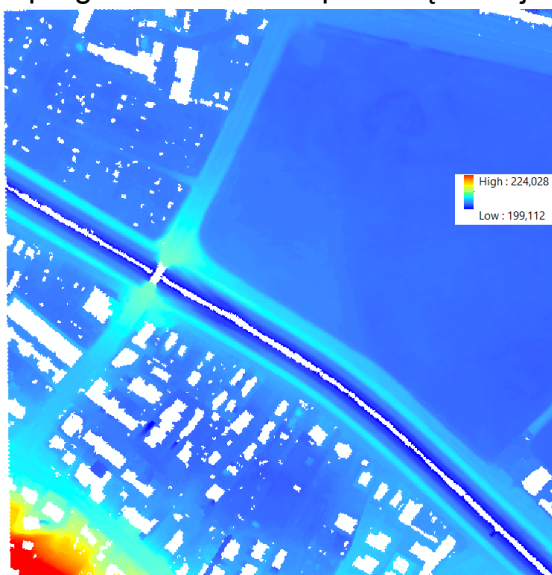
*Obszar 2, beton, trzy serie pomiarów*



*Obszar 2, trawa, trzy serie pomiarów*

### 3.3 Porównanie wszystkich punktów pomierzonych na powierzchni utwardzonej z NMT.

Porównano punkty na terenie utwardzonym z NMT. Wykorzystano punkty z obszaru1 i obszaru2, są to obszary o powierzchni utwardzonej, betonowej. Różnice uzyskano w programie SAGA za pomocą funkcji Field Calculator.



*NMT- grid*



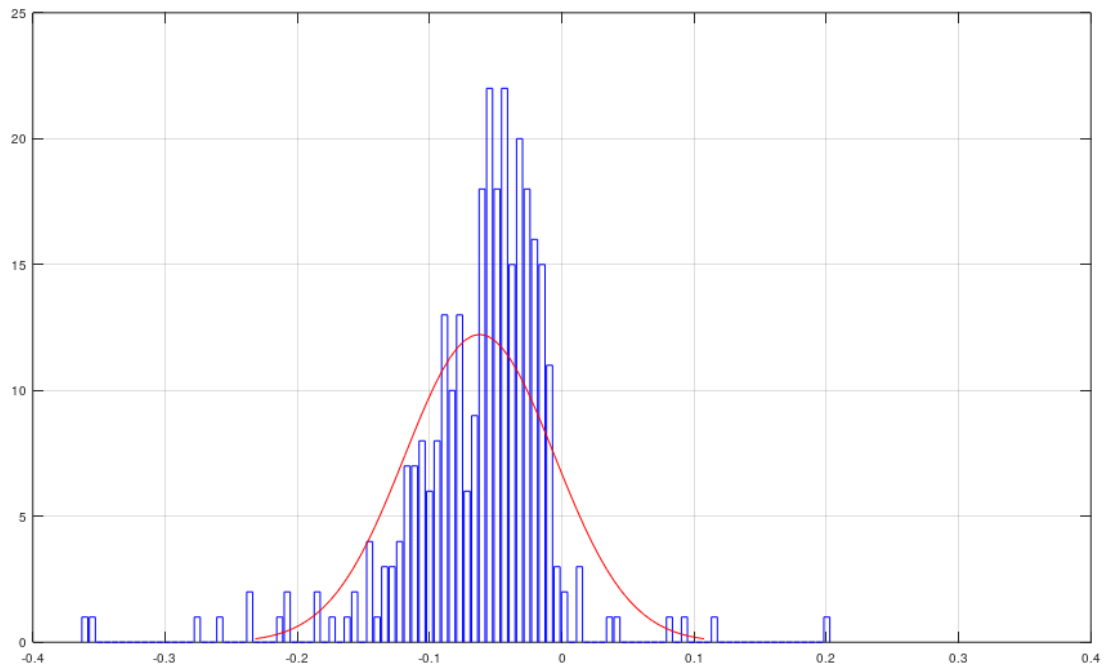
*Obszar 1 i obszar 2*

Następnie wykonano analizę w programie Octave wykorzystując obliczoną różnicę.

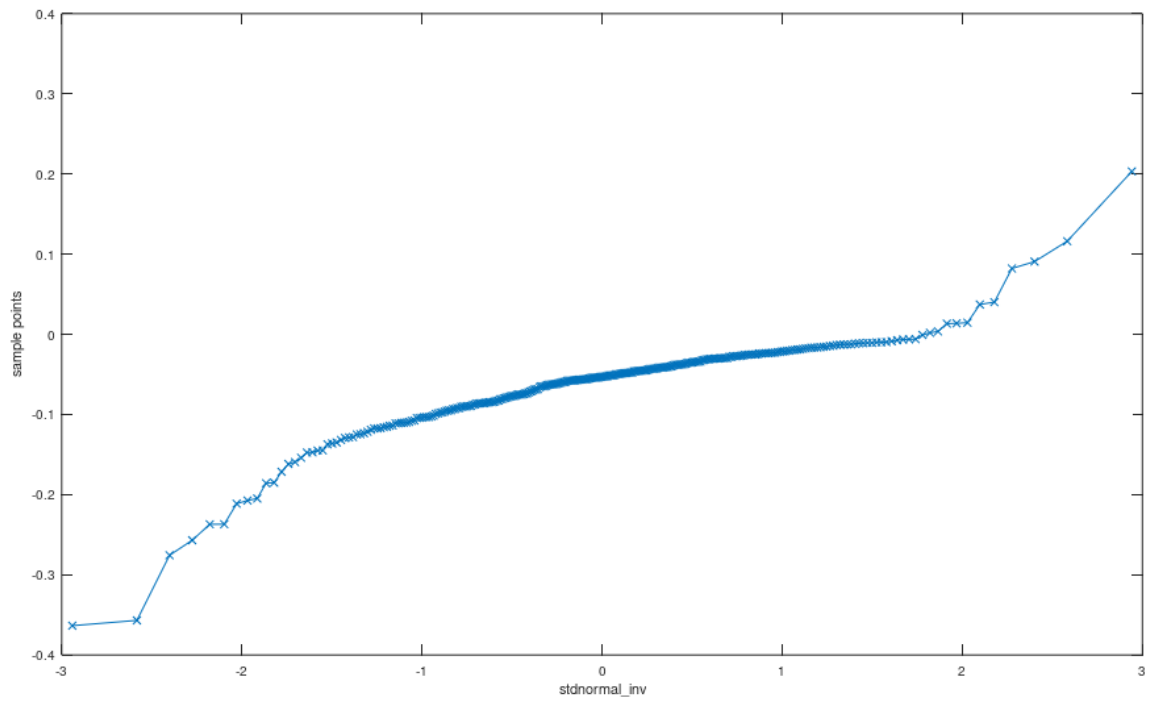
<b>n</b>	306
<b>min</b>	-0.36348
<b>max</b>	0.20319
<b>mean</b>	-0.062133

<b>sd</b>	0.056574
<b>median</b>	-0.052955
<b>NMAD</b>	0.040753
<b>b</b>	0.037424
<b>2^0.5 b</b>	0.052926
<b>1.96 s</b>	0.11088
<b>F<sub>1</sub><sup>-1</sup>(0.975)</b>	0.048749
<b>F<sub>2</sub><sup>-1</sup>(0.975)</b>	0.026919
<b>F<sub>3</sub><sup>-1</sup>(0.975)</b>	0.059158
<b>P (0.95)</b>	0.15510
<b>Percentyl (0.975)</b>	0.013609

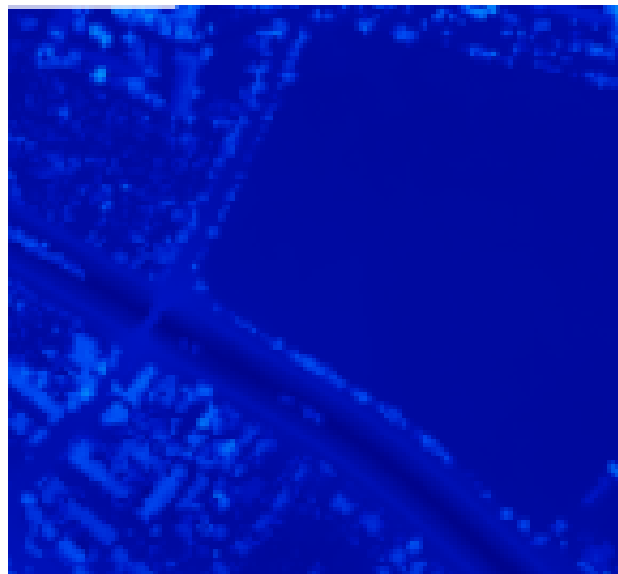
**Histogram**



### QQplot



### 3.4 Porównanie punktów rozproszonych z NMPT uwzględniając podział na kategorie pokrycia terenu.

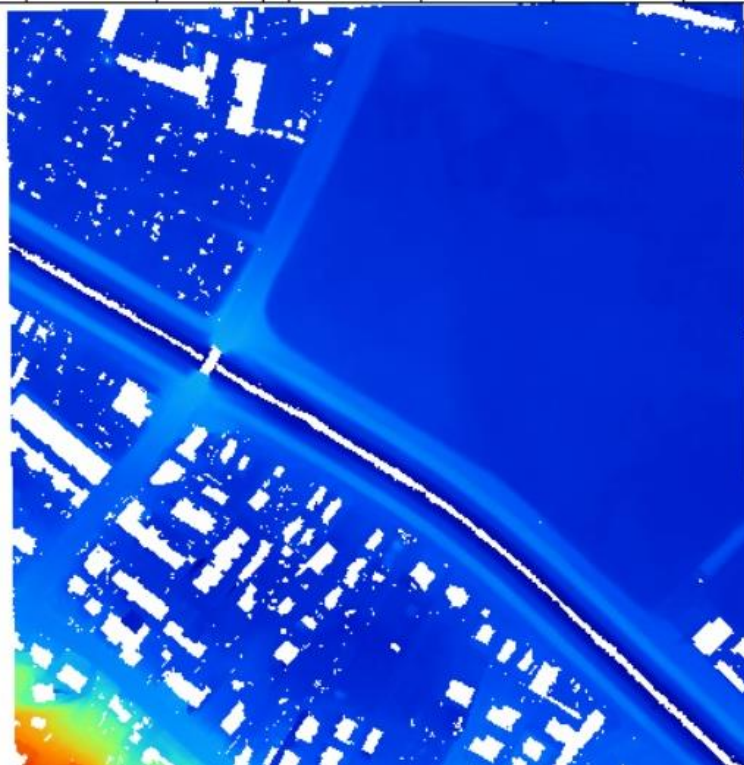


NMPT

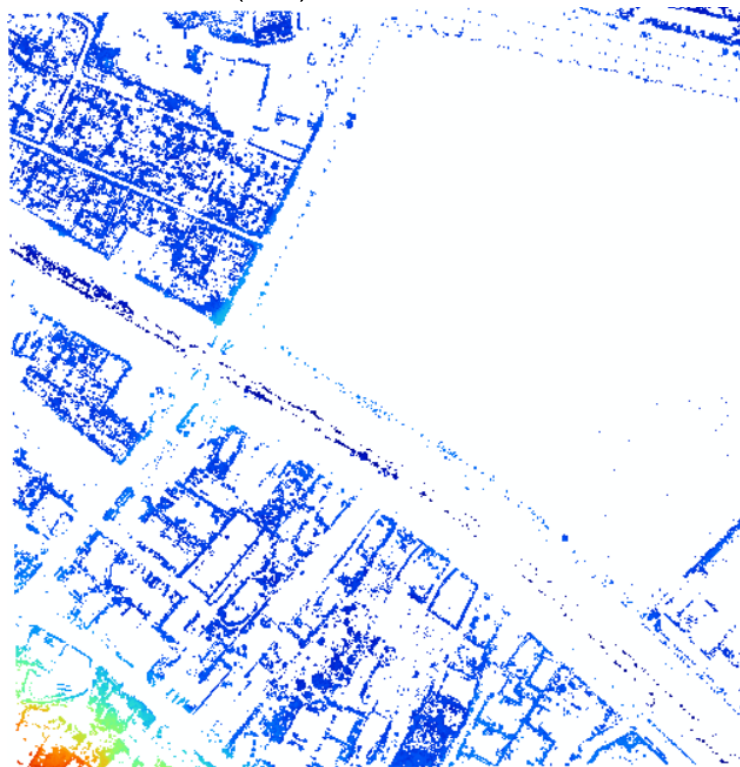


## Kategorie pokrycia terenu:

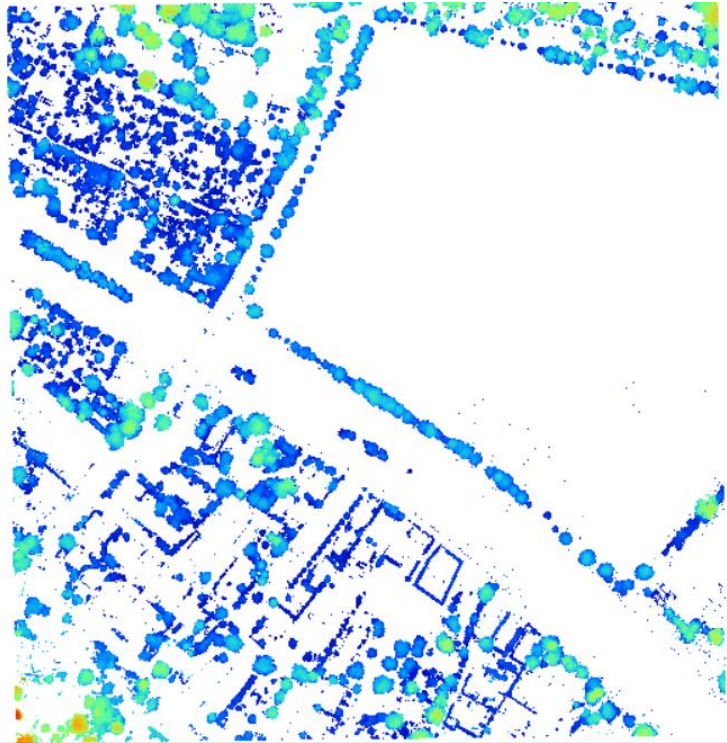
### I. Grunt (nr 2)



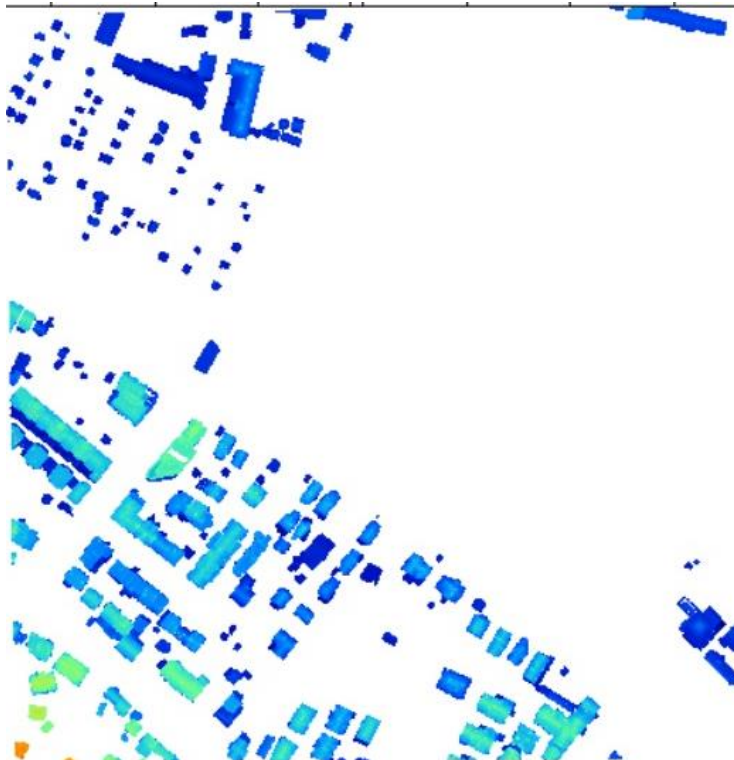
### II. Niska roślinność (nr 4)



III. Wysoka roślinność (nr 5)



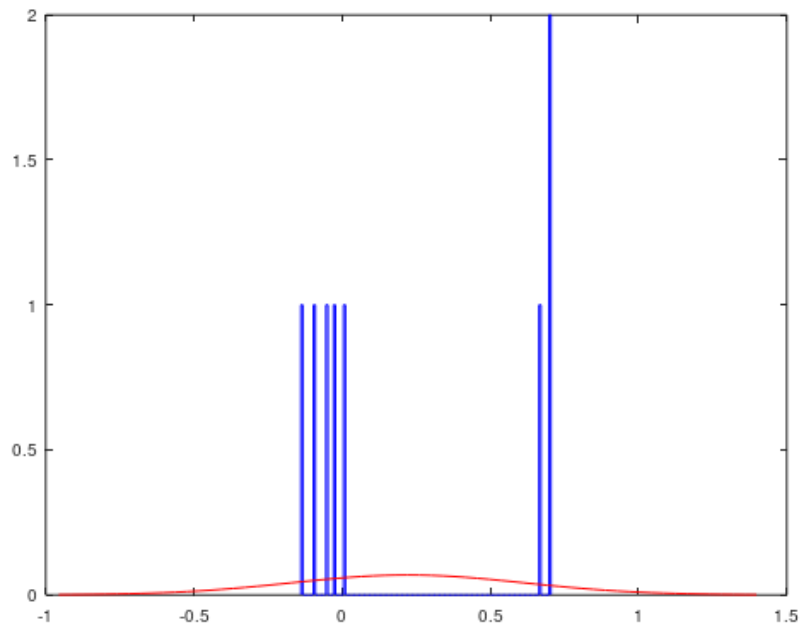
IV. Zabudowa (nr 6)



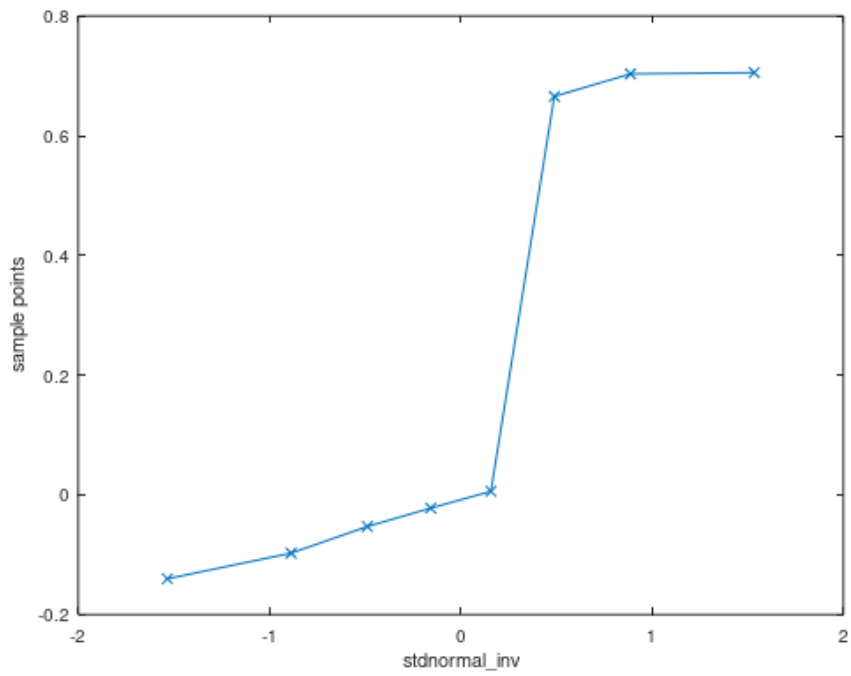
- I. Analiza przeprowadzona dla punktów pomierzonych na budynku i na moście

<b>n</b>	16
<b>min</b>	-1.8984
<b>max</b>	1.0376
<b>mean</b>	-0.57851
<b>sd</b>	1.0964
<b>median</b>	-0.11880
<b>NMAD</b>	1.4681
<b>b</b>	0.94668
<b>2<sup>0.5</sup> b</b>	1.3388
<b>1.96 s</b>	2.1490
<b>F<sub>1</sub><sup>-1</sup>(0.975)</b>	1.5705
<b>F<sub>2</sub><sup>-1</sup>(0.975)</b>	2.7587
<b>F<sub>3</sub><sup>-1</sup>(0.975)</b>	2.7172
<b>P (0.95)</b>	1.8643
<b>Percentyl (0.975)</b>	1.0376

### Histogram



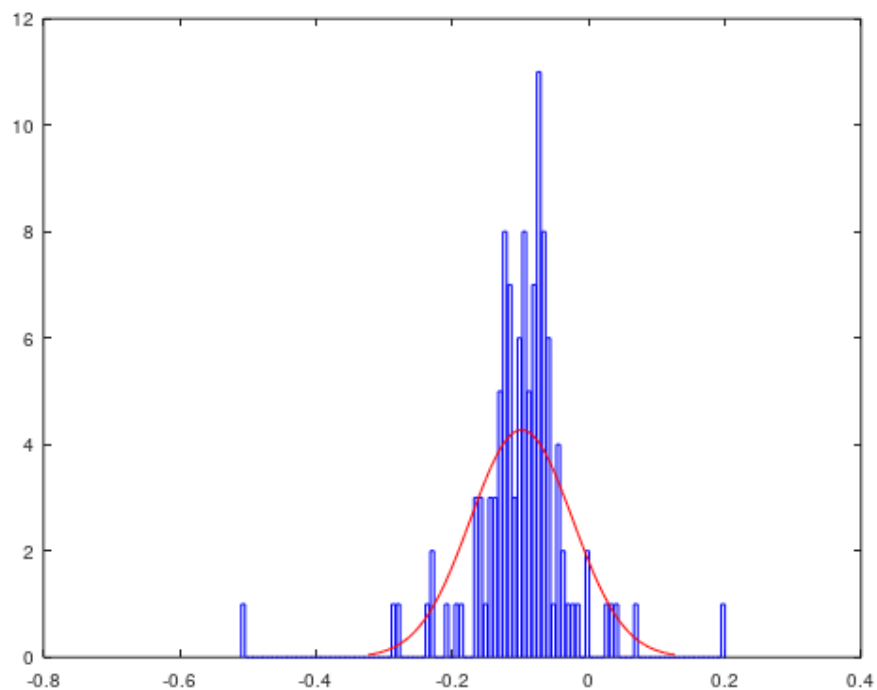
### QQplot



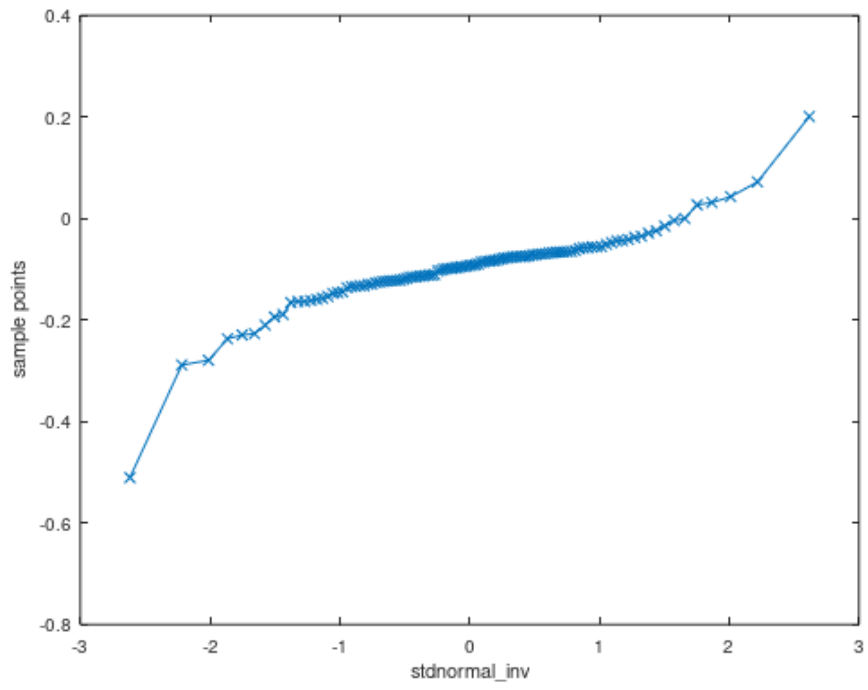
II. Analiza przeprowadzona dla punktów pomierzonych na niskiej roślinności.

<b>n</b>	113
<b>min</b>	-0.51051
<b>max</b>	0.20100
<b>mean</b>	-0.098313
<b>sd</b>	0.075011
<b>median</b>	-0.092502
<b>NMAD</b>	0.043740
<b>b</b>	0.047273
<b>2<sup>0.5</sup> b</b>	0.066854
<b>1.96 s</b>	0.14702
<b>F<sub>1</sub><sup>-1</sup>(0.975)</b>	0.048705
<b>F<sub>2</sub><sup>-1</sup>(0.975)</b>	-0.0067738
<b>F<sub>3</sub><sup>-1</sup>(0.975)</b>	0.049116
<b>P (0.95)</b>	0.22444
<b>Percentyl (0.975)</b>	0.039265

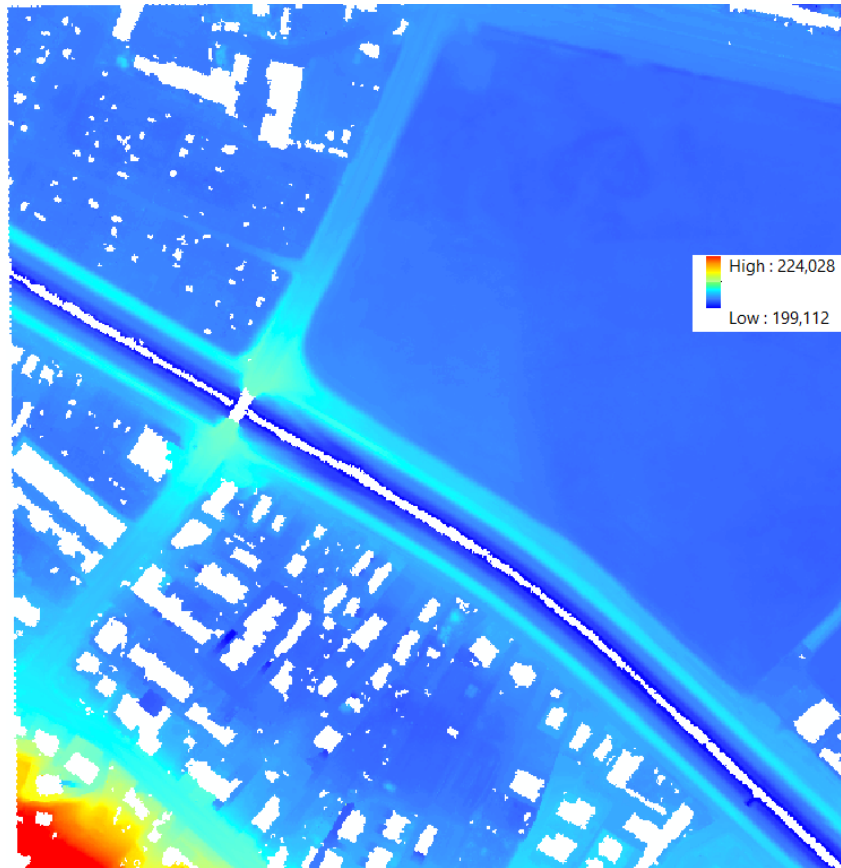
**Histogram**



# QQplot

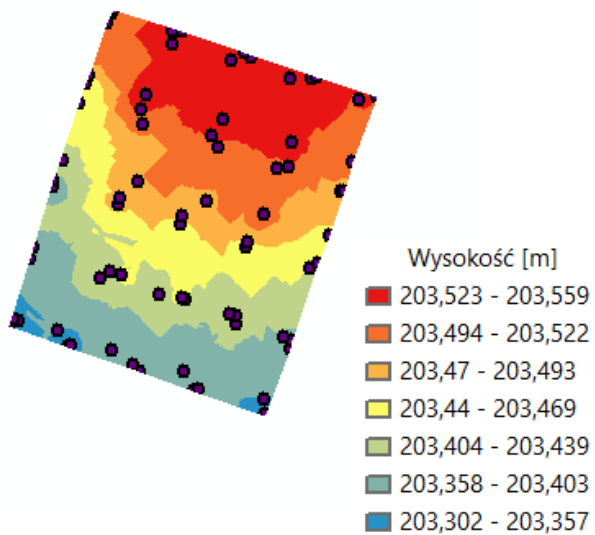


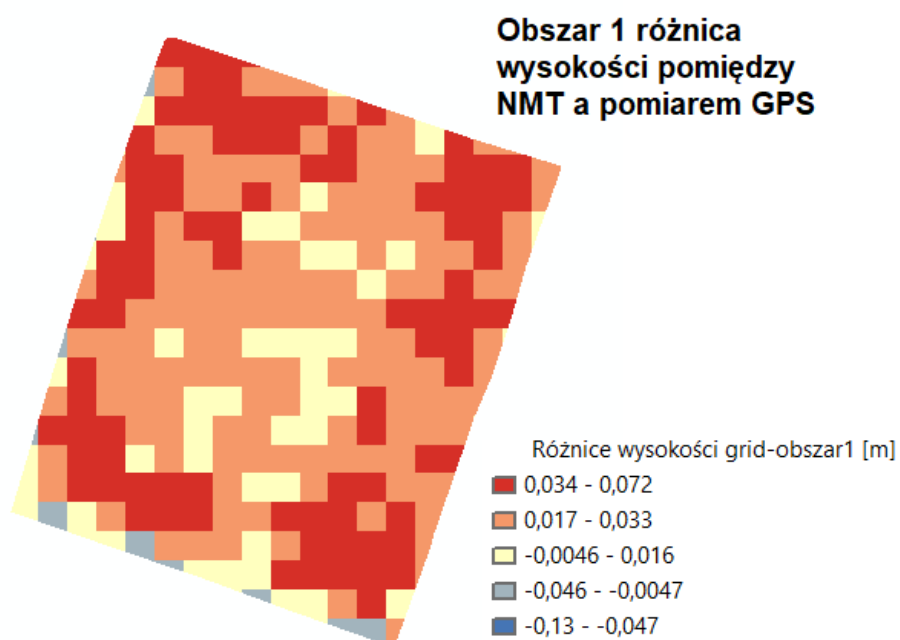
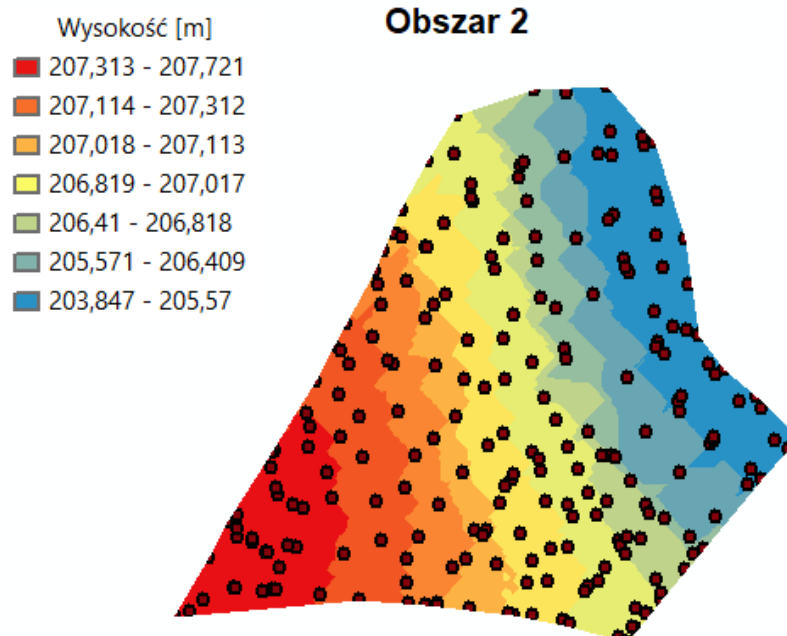
### 3.5 Interpolacja powierzchni z punktów pomierzonych na powierzchniach utwardzonych. Różnica pomiędzy powierzchniami z NMT i z pomiaru.



Wygenerowany grid, NMT

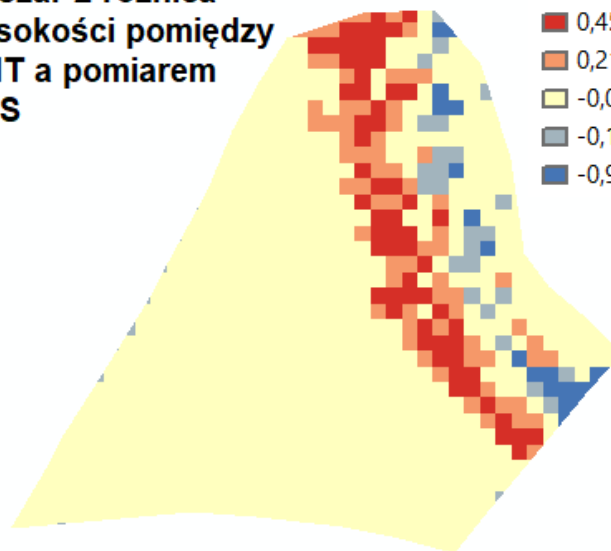
#### Obszar 1







**Obszar 2 różnica wysokości pomiędzy NMT a pomiarem GPS**



Różnice wysokości grid-ob2 [m]

- 0,45 - 0,85
- 0,21 - 0,44
- -0,0081 - 0,2
- -0,19 - -0,0082
- -0,92 - -0,2

**3.6 Wielokrotny pomiar powierzchni utwardzonych. Interpolacja powierzchni. Porównanie otrzymanych wyników między sobą oraz z NMT. Analiza dokładności.**

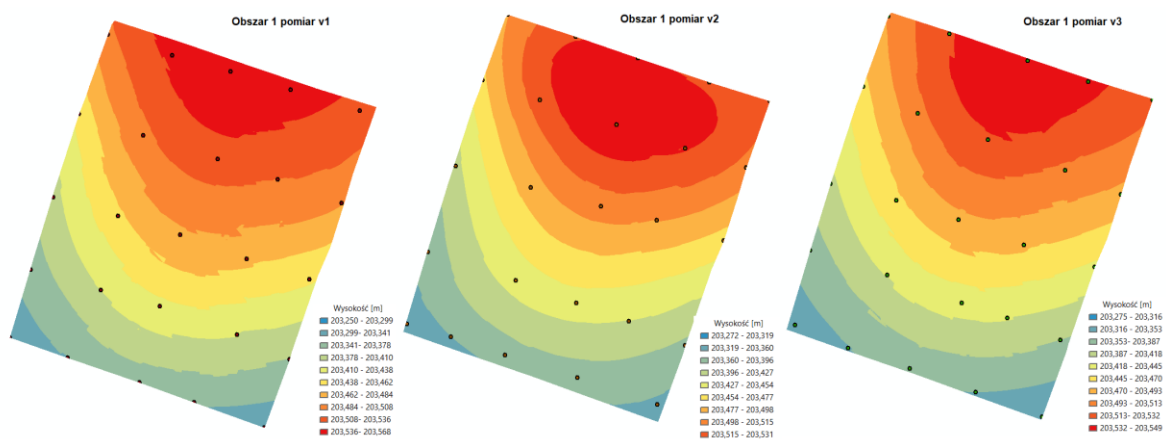
Obszary poddane wzajemnemu porównaniu:

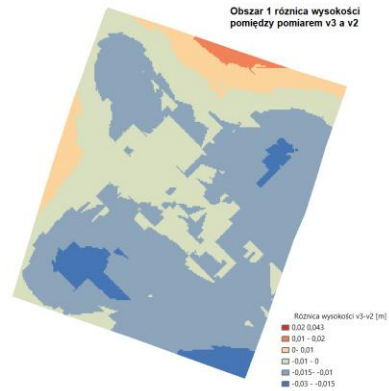
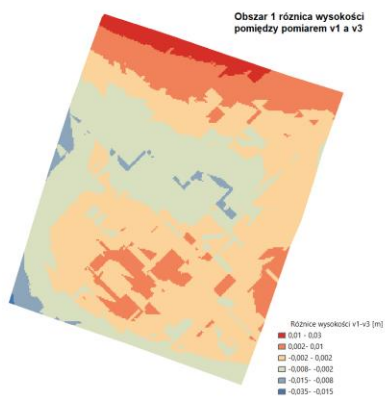
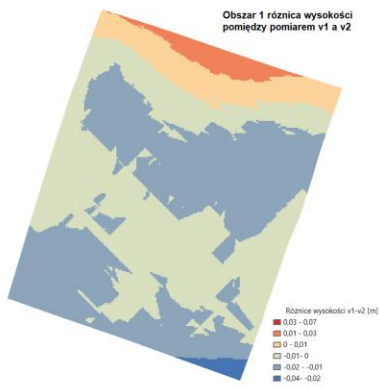
Obszar 1

powierzchnia: **beton**

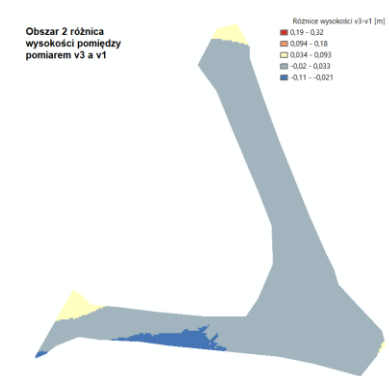
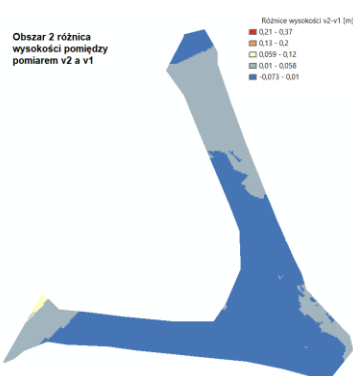
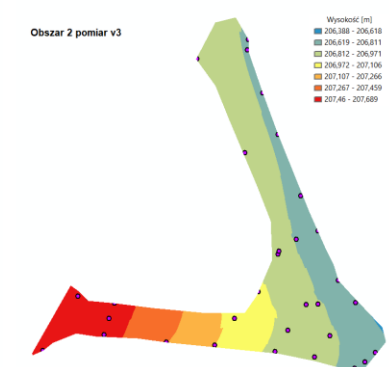
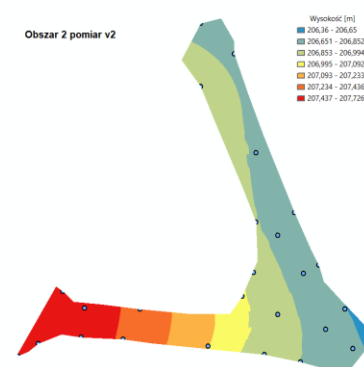
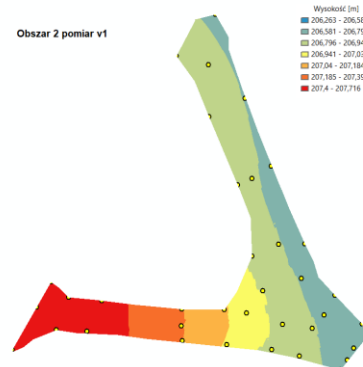
ilość serii pomiarowych: 3

ilość punktów / serię: 25

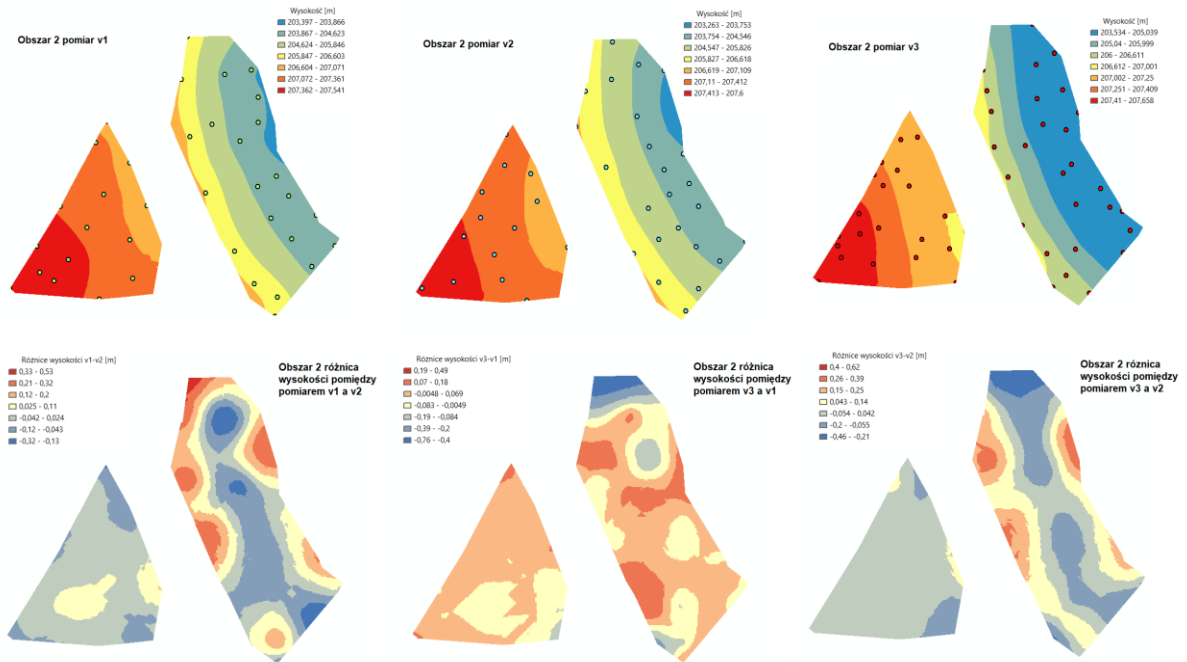




Obszar 2  
powierzchnia: **beton**  
ilość serii pomiarowych: 3  
ilość punktów / serię: około 40



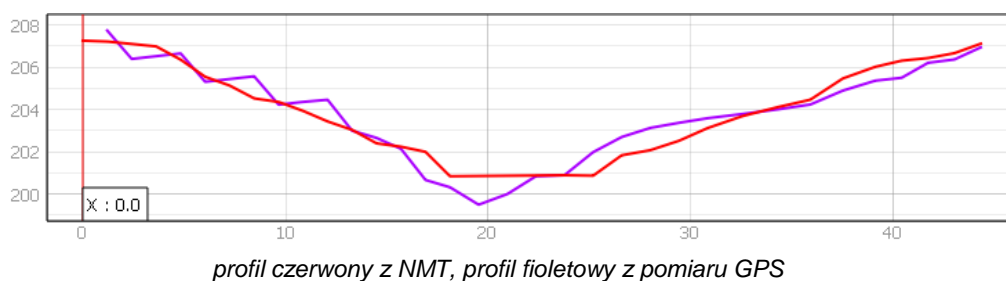
Obszar 2  
 powierzchnia: **trawa**  
 ilość serii pomiarowych: 3  
 ilość punktów / serię: około 40



### 3.7 Graficzne przedstawienie profili terenowych. Porównanie wysokości pomierzonych punktów profilu z wysokościami z NMT.

#### Miejsce 1 profilu kontrolnego terenu: wały wzdłuż Rudawy

Porównanie uzyskanego profilu terenowego w wyniku pomiarów GPS z NMT:



Różnice wysokości pomierzonych punktów z punktami z NMT:

Profil z NMT:

Grid_nmt_band_1																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0	1,20963	2,41926	3,62889	4,83852	6,04815	7,25777	8,4674	9,67703	10,8867	12,0963	13,3059	14,5155	15,7252	16,9348	18,1444	19,5588
2	207,251	207,208	207,095	206,979	206,352	205,543	205,129	204,523	204,354	203,931	203,435	203,036	202,399	202,24	201,998	200,845	
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
20,9732	22,3876	23,802	25,2164	26,6308	28,0452	29,4596	30,874	32,6092	34,3445	35,9487	37,5529	39,1572	40,4603	41,7634	43,0666	44,3697	
		200,892	200,871	201,836	202,078	202,521	203,121	203,69	204,112	204,461	205,464	206,014	206,304	206,428	206,659	207,107	

Profil z GPS:

Grid_przekroj1_band_1																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0	1,20963	2,41926	3,62889	4,83852	6,04815	7,25777	8,4674	9,67703	10,8867	12,0963	13,3059	14,5155	15,7252	16,9348	18,1444	19,5588
2		207,727	206,387	206,517	206,647	205,307	205,437	205,567	204,227	204,357	204,458	202,998	202,656	202,138	200,669	200,324	199,5
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
20,9732	22,3876	23,802	25,2164	26,6308	28,0452	29,4596	30,874	32,6092	34,3445	35,9487	37,5529	39,1572	40,4603	41,7634	43,0666	44,3697	
200,001	200,845	200,896	201,983	202,699	203,129	203,37	203,587	203,788	204,005	204,233	204,89	205,36	205,496	206,204	206,361	206,934	

Wartość bezwzględna różnic wysokości na kolejnych długościach profilu:

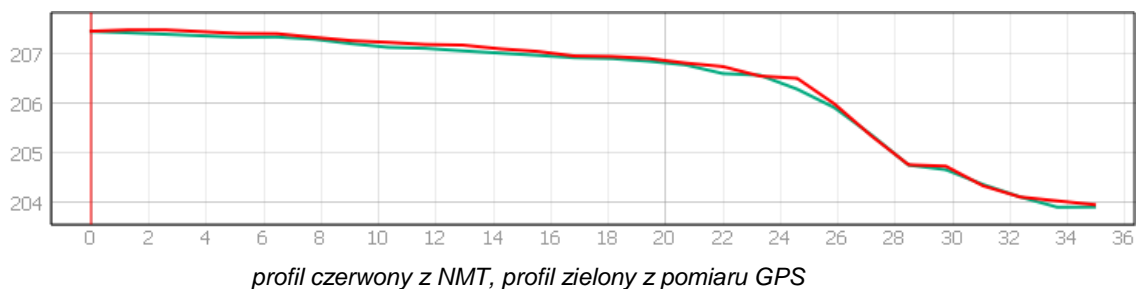
strefa pomiaru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
różnica [cm]	-	51,9	70,8	46,2	29,5	23,7	30,8	4,4	12,7	42,6	102	3,8	25,7	10,2	70	52,1	-

strefa pomiaru	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
różnica [cm]	-	-	0,4	111	86,3	105	84,9	46,6	9,8	10,7	22,8	57,4	65,4	80,8	22,4	29,8	17,3

RMS(H)=54,03 cm

## Miejsce 2 profilu kontrolnego terenu: najbardziej wysunięty na zachód kraniec Błoń

Porównanie uzyskanego profilu terenowego w wyniku pomiarów GPS z NMT:



Różnice wysokości pomierzonych punktów z punktami z NMT:

Profil z NMT:

Grid_nmt_band_1														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	1,29488	2,58976	3,88464	5,17952	6,47439	7,76927	9,06415	10,359	11,6539	12,9488	14,2437	15,5385	16,8334
2	207,453	207,48	207,481	207,444	207,407	207,403	207,33	207,263	207,228	207,186	207,174	207,098	207,046	206,954
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	18,1283	19,4232	20,7181	22,0129	23,3078	24,6027	25,8976	27,1925	28,4873	29,7822	31,0771	32,372	33,6669	34,9617
2	206,943	206,903	206,81	206,74	206,548	206,503	205,989	205,34	204,758	204,731	204,335	204,108	204,03	203,953

Profil z GPS:

Grid_band_1														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	1,29488	2,58976	3,88464	5,17952	6,47439	7,76927	9,06415	10,359	11,6539	12,9488	14,2437	15,5385	16,8334
2	207,448	207,422	207,391	207,361	207,332	207,336	207,292	207,202	207,128	207,108	207,057	207,011	206,968	206,919
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	18,1283	19,4232	20,7181	22,0129	23,3078	24,6027	25,8976	27,1925	28,4873	29,7822	31,0771	32,372	33,6669	34,9617
2	206,902	206,848	206,773	206,599	206,565	206,284	205,913	205,361	204,751	204,66	204,361	204,11	203,902	203,906

Wartość bezwzględna różnic wysokości na kolejnych długościach profilu:

strefa pomiaru]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
różnica [cm]	0,5	5,8	9	8,3	7,5	6,7	3,8	6,1	10	7,8	11,7	8,7	7,8	3,5

strefa pomiaru	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
różnica [cm]	4,1	5,5	3,7	14,1	1,7	21,7	7,6	2,1	0,7	7,1	0,6	0,2	12,8	4,7

RMS(H)=8,05 cm

#### **4. Zestawienie wyników oraz komentarz:**

Analizując otrzymane wyniki opracowania można zauważyć, że pomiar dla powierzchni utwardzonych jest najbardziej zbliżonym do danych z numerycznego modelu terenu. Średnia wartość rozbieżności wysokości wynosi 0,06m, a błąd średni -0,06m. Największe różnice można zaobserwować analizując budynki i most. W tym przypadku średnia wartość rozbieżności wynosi 1,09, a błąd średni -0,57m. Obserwując rozkład różnic między numerycznym modelem a pomiarem terenowym zaprezentowany w formie histogramów można zauważyć, że najwięcej błędów ma wartość zbliżoną do 0. Błędy te mieszczą się w przedziałach: dla pomiaru powierzchni utwardzonej od -0,36m do 0,20m, dla budynków i mostu od -1,90m do 1,03m. Kontrola wewnętrzna pokazała, że uzyskane dane nie posiadają charakteru rozkładu normalnego. Można to stwierdzić poprzez analizę wykresów QQplot oraz histogramów. Zatem liczenie RMSE jak przewiduje rozporządzenie nie zawsze jest dobrym rozwiązaniem dla każdego przypadku. Na podstawie porównania uzyskanych wyników przez dwóch różnych pomiarowych można stwierdzić, że wpływ na rezultat osoby obsługującej instrument jest niewielki. Podsumowując, na podstawie wykonanych analiz można wnioskować, że model terenu jest w miarę dokładny dla powierzchni utwardzonych. Natomiast najmniej wiarygodne dane są dla innych elementów terenu.