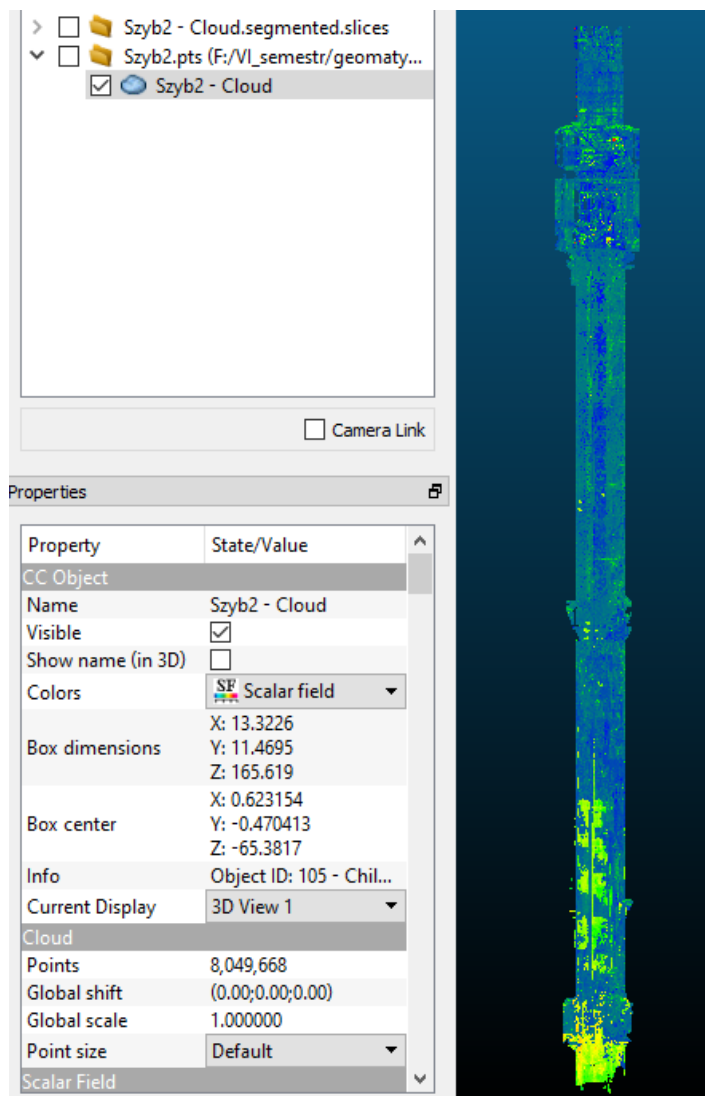


Analiza deformacji rury szybowej na podstawie chmury punktów

1. Cel analizy

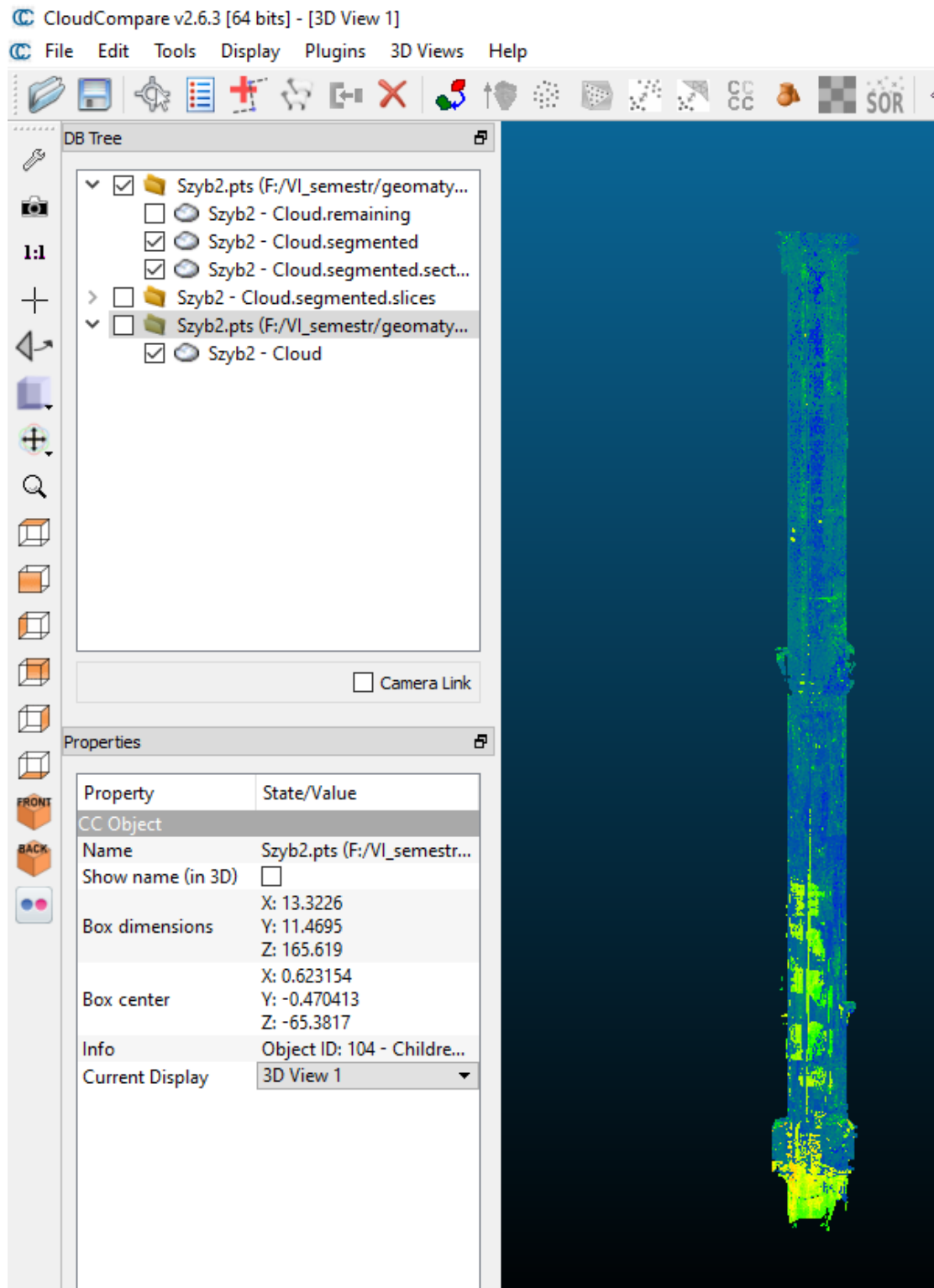
Celem analizy była analiza deformacji rury szybowej przeprowadzona na podstawie chmury punktów ze skaningu laserowego (Rys. 1). Do analizy wykorzystano programy CloudCompare oraz Rhinoceros. Przeprowadzono analizę pionowości oraz porównano chmurę punktów do modelu szybu.



Rysunek 1 Wejściowa chmura punktów

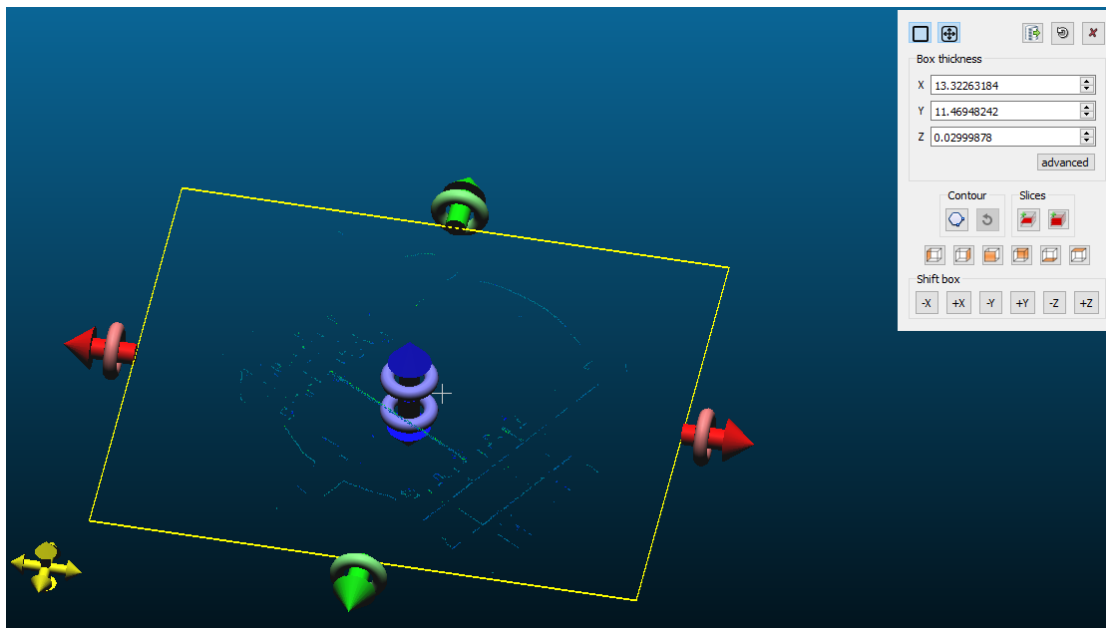
2. Przygotowanie danych

W pierwszym kroku narzędziem 'Segment' wycięto nie potrzebne do analizy elementy nadziemne (Rys. 2).



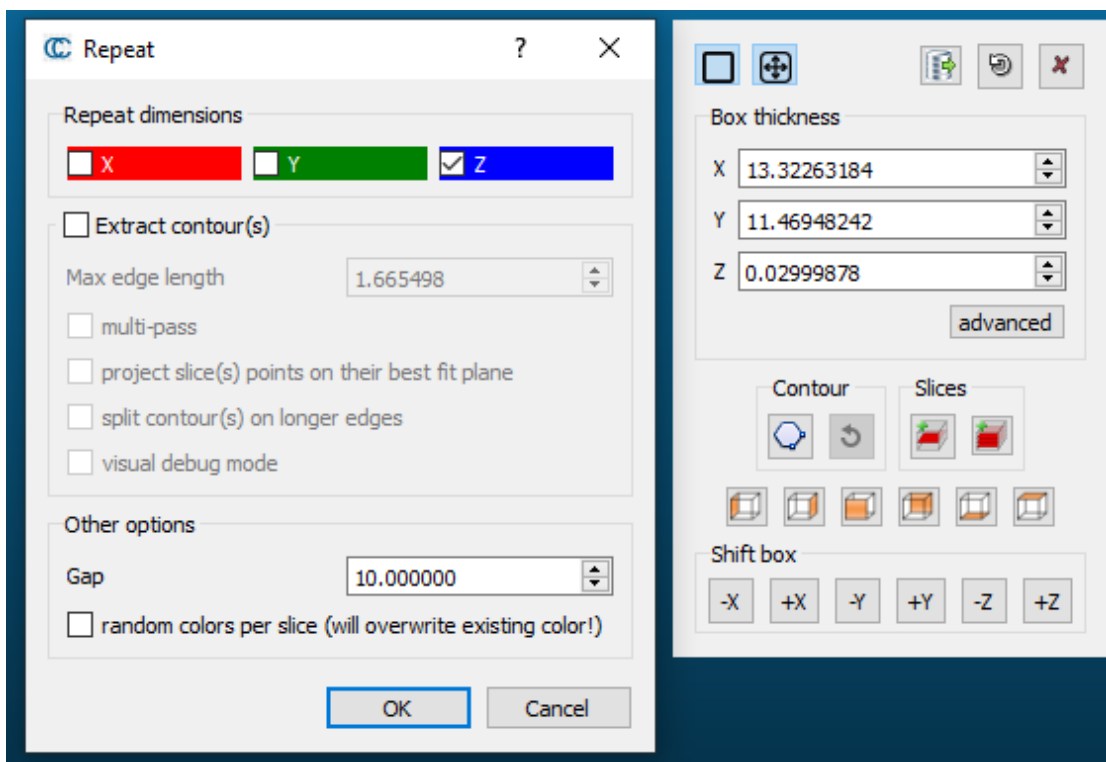
Rysunek 2 Analizowana chmura punktów

Z chmury punktów wycięto przekroje. Jako referencyjny przekrój do przeprowadzenia analizy pionowości wycięto przekrój w miejscu początku szybu (narzędzie 'Cross Section') (Rys. 3).



Rysunek 3 Wycinanie referencyjnego przekroju

Następnie z pozostałej części szybu wycięto 3 cm przekroje co 10 m (Rys 4).



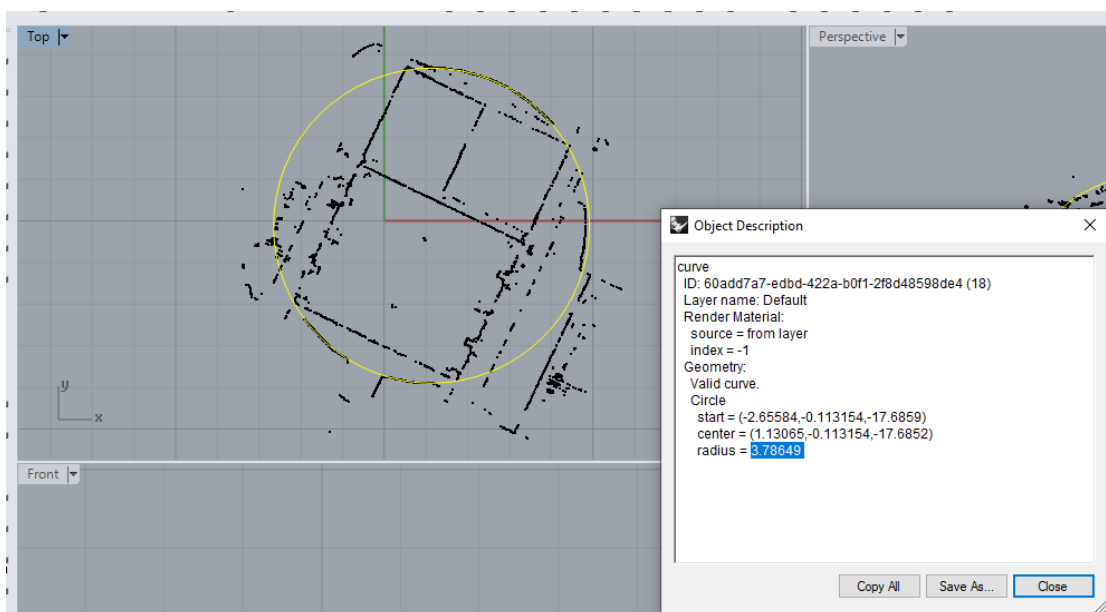
Rysunek 4 Wycinanie przekrojów

3. Analiza pionowości

Wszystkie przekroje wyeksportowano do formatu txt i kolejno wczytano do programu Rhinoceros. Za pomocą funkcji Curve -> Circle -> Fit points wpasowano okrąg w każdy z przekrój (Rys. 5) Następnie w Object Description odczytano współrzędne oraz promień wszystkich okręgów (Rys. 6).



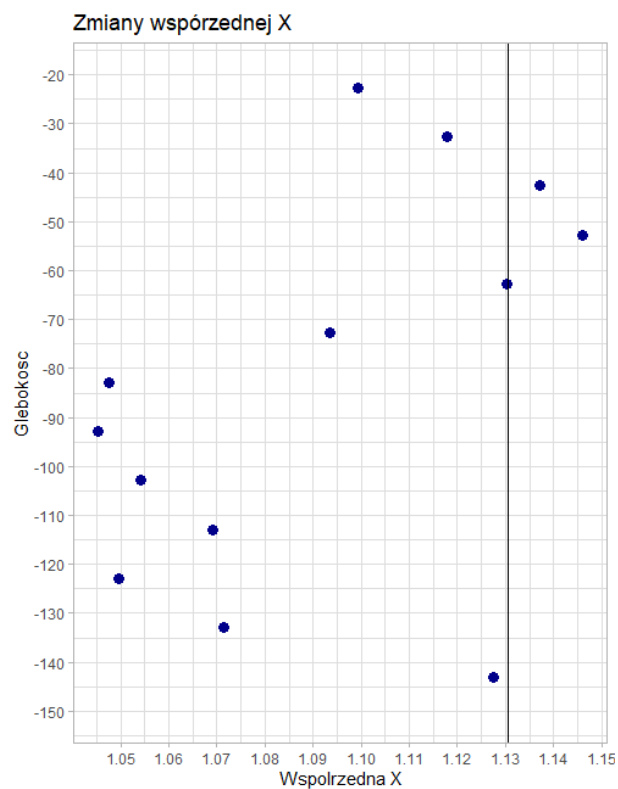
Rysunek 5 Wpasowanie okręgu w punkty



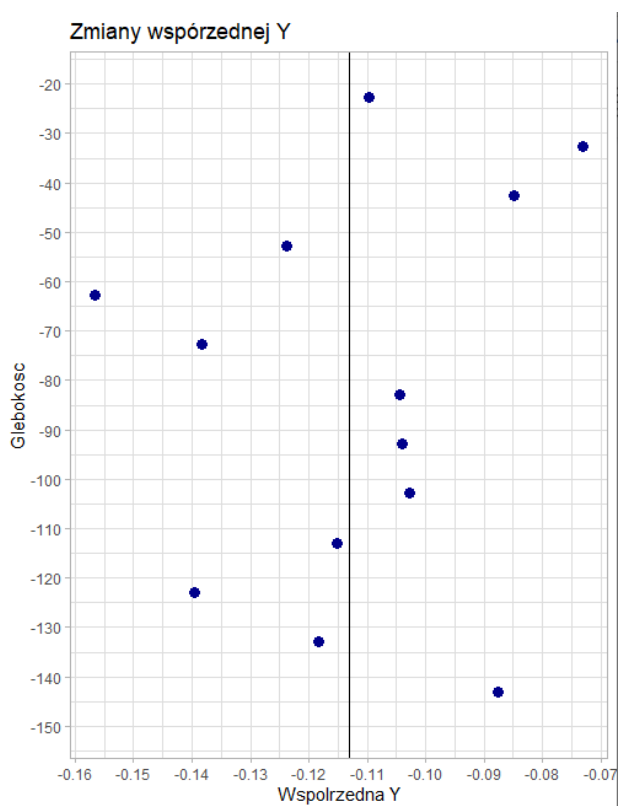
Rysunek 6 Odczytanie współrzędnych i promienia wpasowanego okręgu

Na podstawie odczytanych danych przygotowano wykresy pionowości. Pionowe linie na wykresach reprezentują wartości dla przekroju referencyjnego.

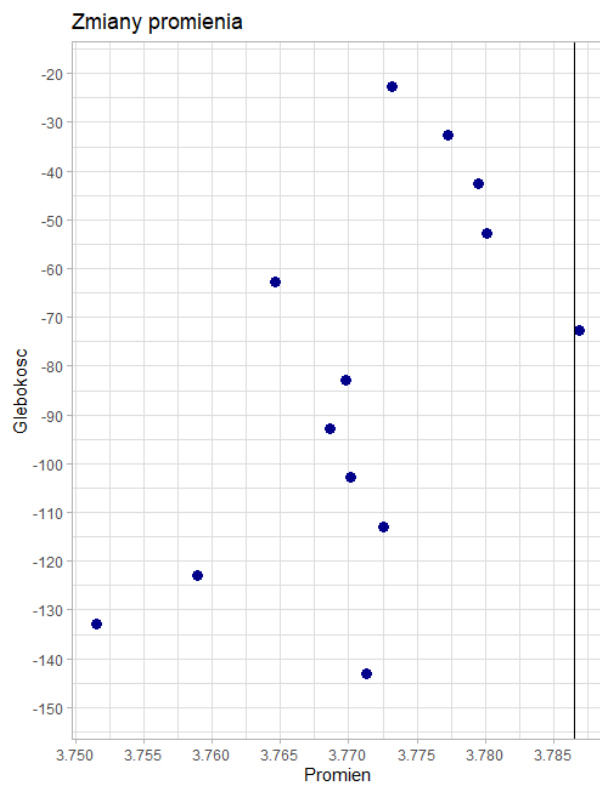
Największe odchyłki odnotowano dla współrzędnych X, największa wynosiła 8,5 cm (na – 92 metrze). Średnie odchyłki wyniosły 4,3 cm (Rys. 7). Maksymalna odchyłka dla współrzędnej Y wyniosła 4,3 cm (na – 62 metrze). Średnie odchyłki wyniosły 1,8 cm (Rys. 8). Maksymalna zmiana promienia wyniosła 3,5 cm (na – 132 m), średnia 1,5 cm (Rys. 9). Analizowany Szyb ma około 130 metrów długości zatem odchyłki rzędu kilku centymetrów można uznać za niewielkie.



Rysunek 7 Zmiany współrzędnej X



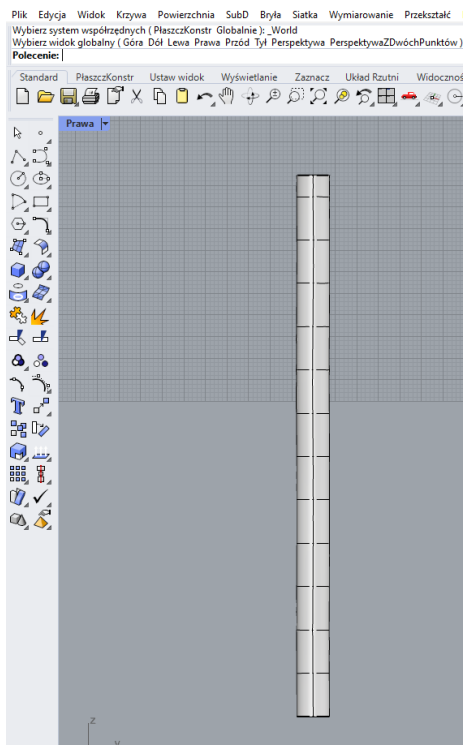
Rysunek 8 Zmiany współrzędnej Y



Rysunek 9 Zmiany promienia

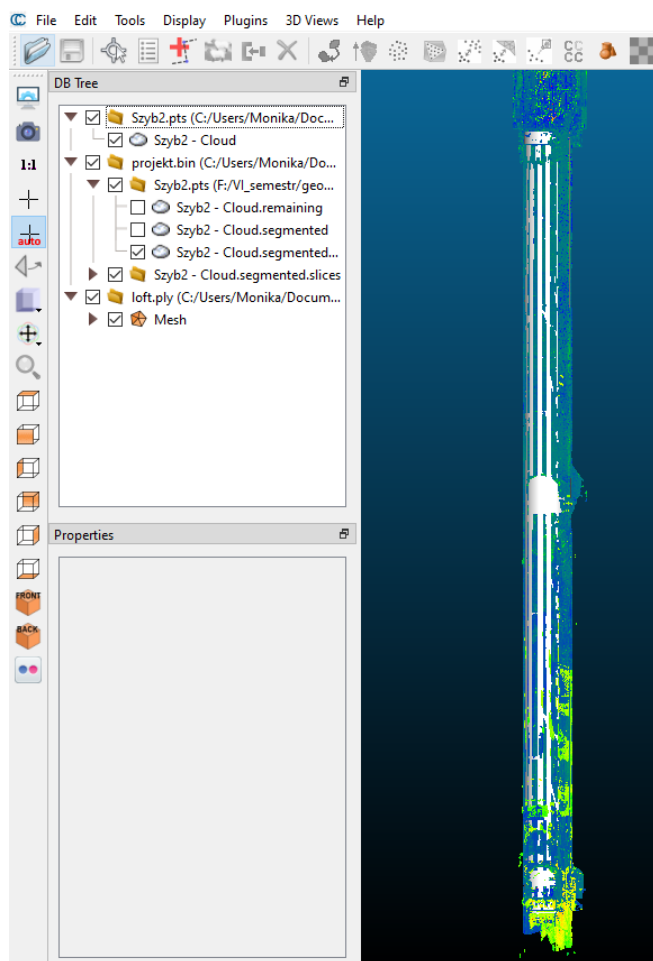
4. Analiza deformacji

W celu zamodelowania szybu wszystkie przygotowane przekroje wczytano do programu Rhinoceros. Następnie utworzono model za pomocą funkcji Surface - > Loft. Tak utworzony model wyeksportowano do formatu .ply

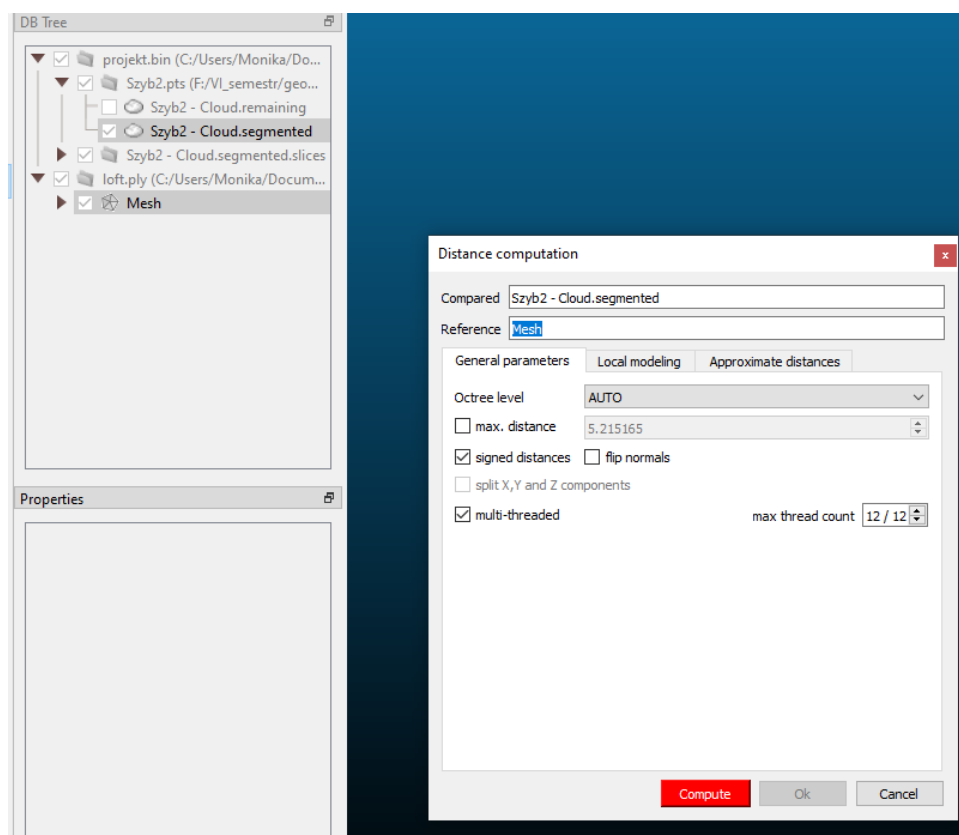


Rysunek 10 Model szybu

Kolejnym krokiem było wczytanie utworzonego modelu do programu CloudCompare (Rys. 11). Używając funkcji Compute cloud/mesh distance obliczono odległości chmury punktów od modelu (Rys. 12).

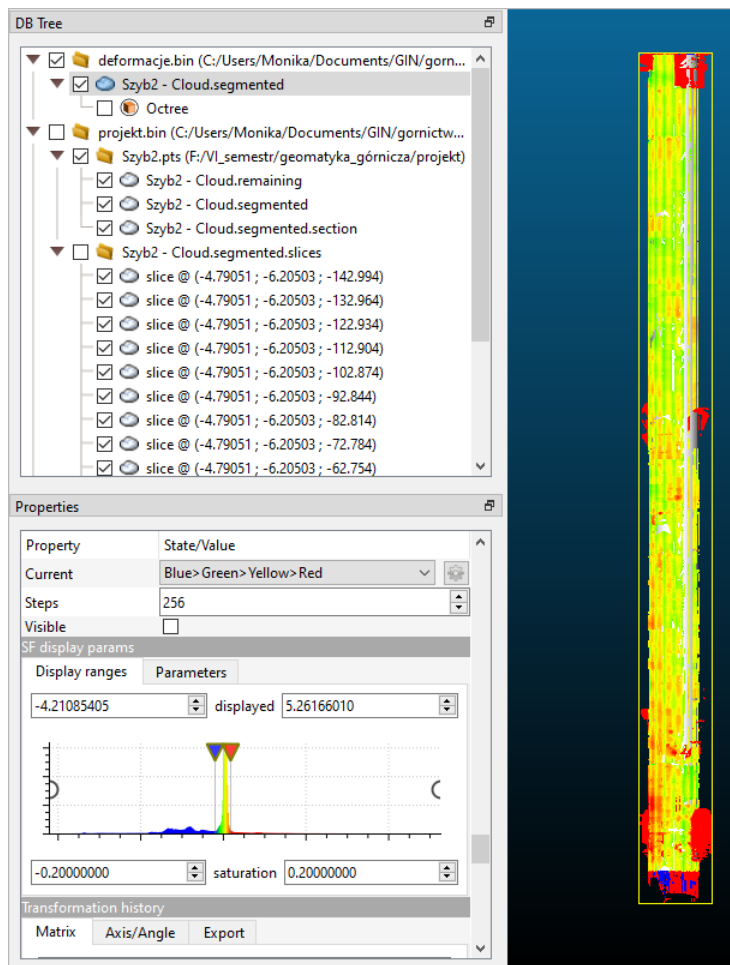


Rysunek 11 Mesh i chmura wczytane do CloudCompare

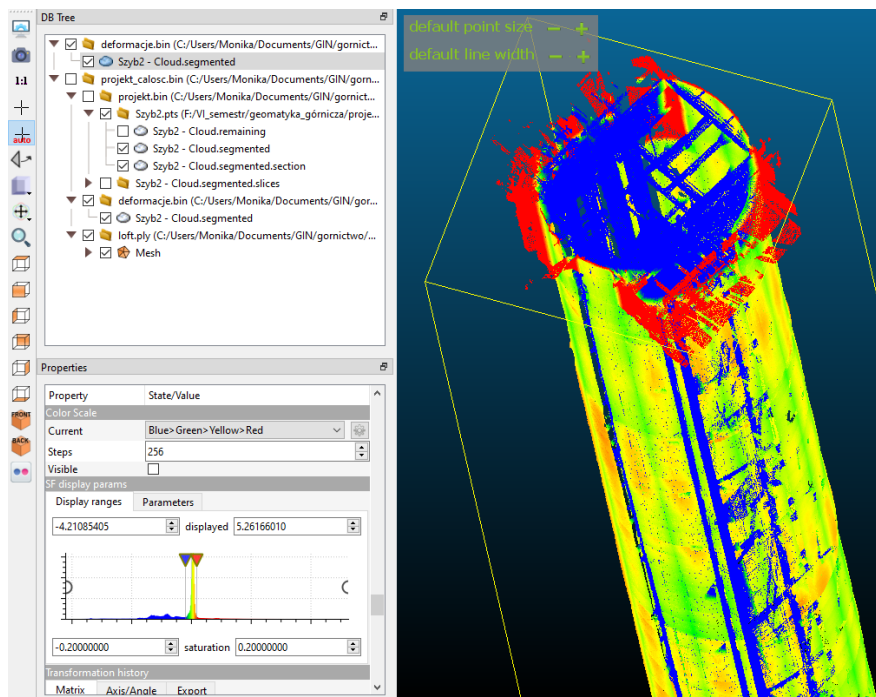


Rysunek 12 Obliczanie odległości chmury punktów od Mesha

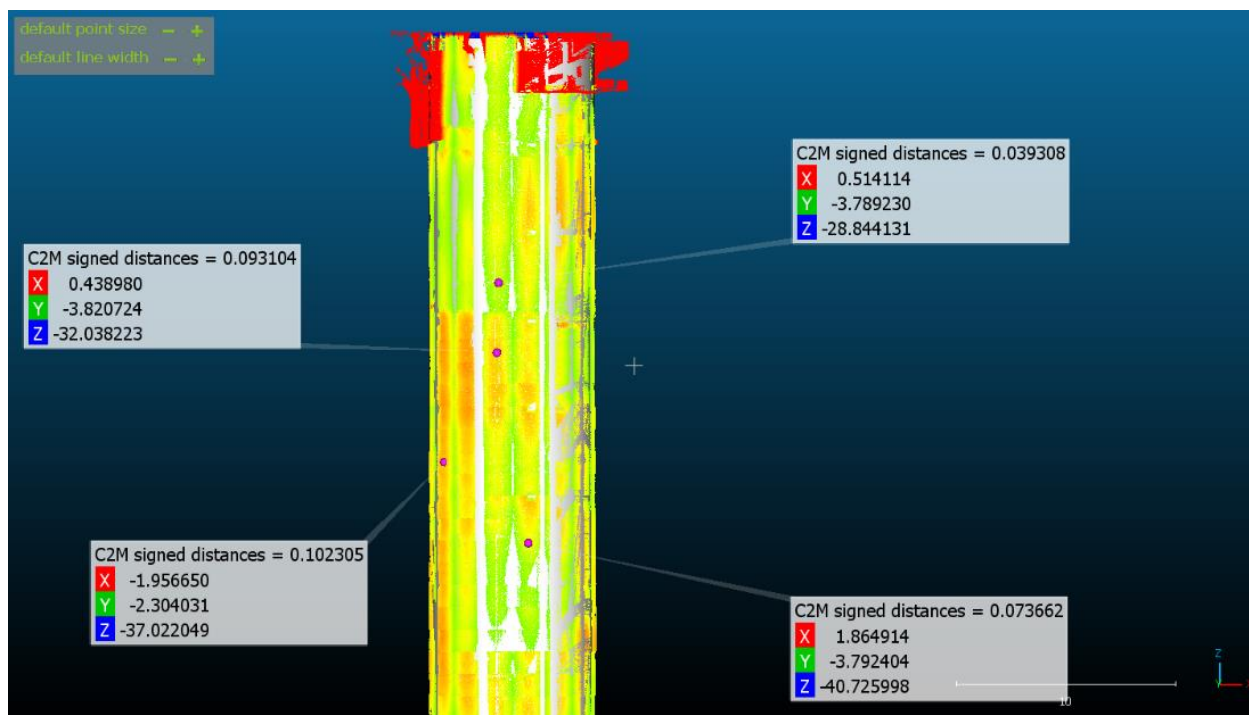
Ustawiono poziom nasycenia na wartości od $-0,2$ m do $0,2$ m. Jak widać na poniższych rysunkach, większość punktów jest oddalone od mesha na mniej niż 20 cm. Szczególnie dopasowana jest górna część szybu. Wraz z głębokością wzrasta wielkość deformacji, gdzie odległości punktów od modelu wynoszą nawet 15 cm.



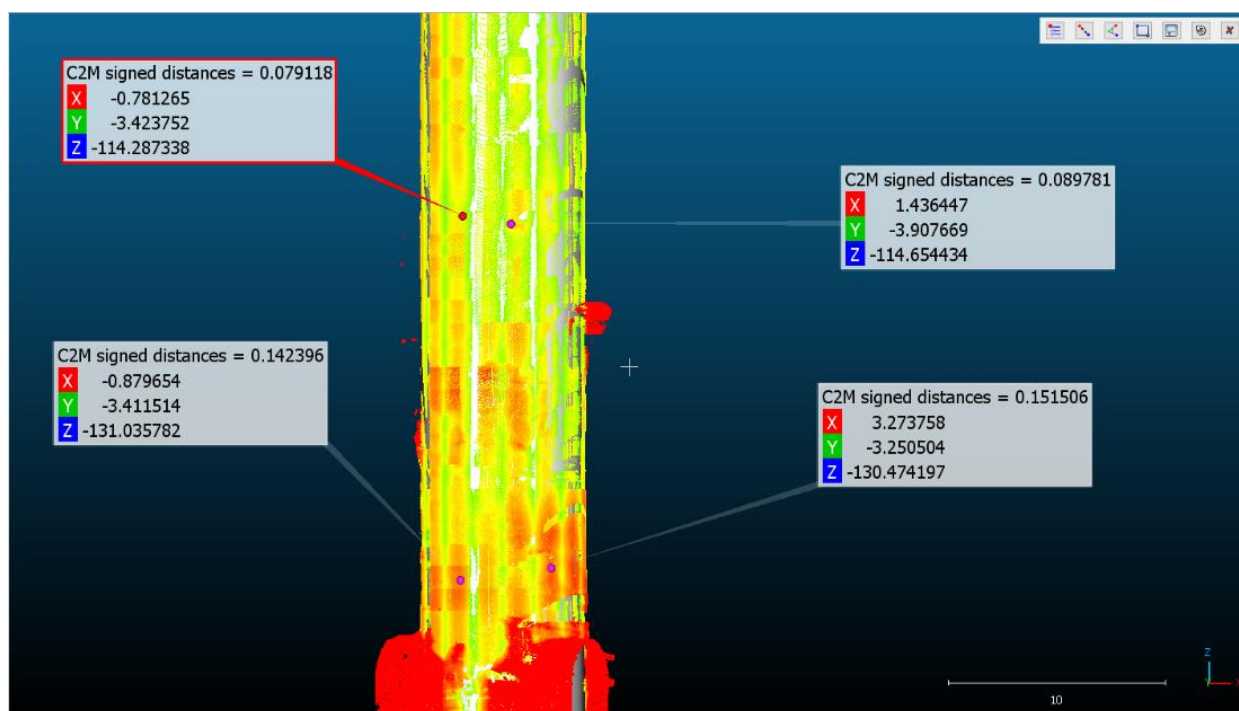
Rysunek 13 Analiza deformacji



Rysunek 14 Analiza deformacji



Rysunek 15 Przykładowe deformacje



Rysunek 16 Przykładowe deformacje