

PODKARPACKIE BIURO GEODEZJI I TERENÓW ROLNYCH W RZESZOWIE



POZYSKIWANIE DANYCH PRZESTRZENNYCH PRZY WYKORZYSTANIU SKANINGU LASEROWEGO



1. WYKORZYSTANY SPRZĘT DO OPRACOWANIA PROJEKTU „PAŁACYK MYŚLIWSKI W JULINIE”



**SKANER LASEROWY 3D
TRIMBLE X9**



**BEZZAŁOGOWY STATEK
POWIETRZNY DJI AIR 3S**



**BEZZAŁOGOWY STATEK POWIETRZNY
DJI MATRICE 350 RTK**

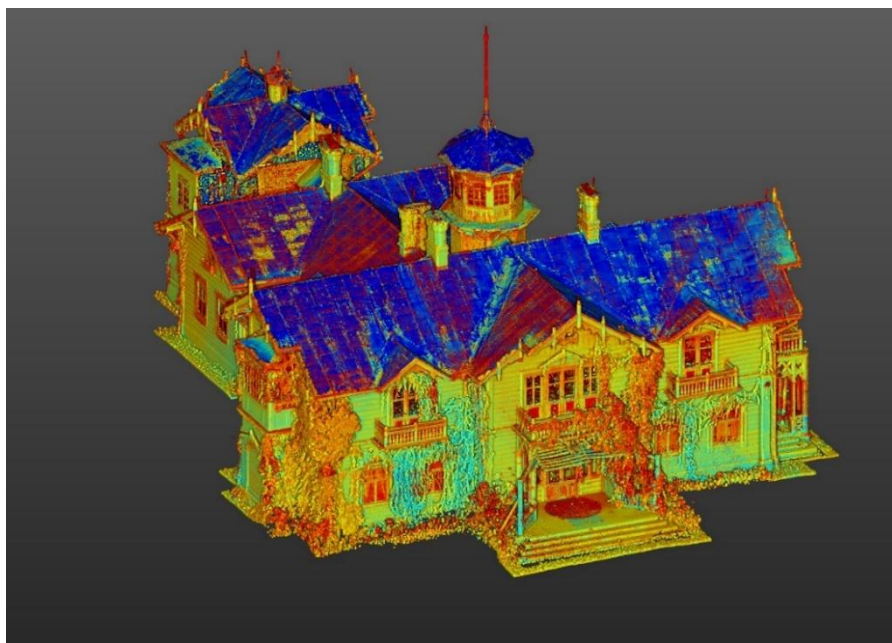


**APARAT FOTOGRAFICZNY
SONY A7 III**

2. CHMURA PUNKTÓW POZYSKANA Z NAZIEMNEGO SKANERA LASEROWEGO

Chmura punktów jest wielomilionowym zbiorem punktów stanowiących geometryczną reprezentację skanowanego obiektu. Jest podstawowym wynikiem procesu skanowania laserowego 3D będącym bazą do dalszych opracowań.

Każdy punkt zawiera informacje o swoim położeniu XYZ w układzie współrzędnych.



Ryc. 1. Chmura punktów na podstawie intensywności odbicia



Ryc. 2. Chmura punktów pokolorowana na podstawie zdjęć

3. PRODUKTY POZYSKANE NA PODSTAWIE CHMURY PUNKTÓW

3.1. Model Mesh 3D

Model Mesh wektorowo odwzorowuje obiekty o nieregularnych kształtach i dużej kumulacji detali. Składa się z wierzchołków, krawędzi i ścian, które tworzą trójkąty lub czworokąty. Jest wektorową postacią chmury punktów. Im mniejsze wektory tym dokładniejszy model.

Modele uzyskują barwę i teksturę na podstawie koloru chmury punktów, a także na podstawie fotografii wysokiej rozdzielczości.



Ryc. 3. Model Mesh 3D obiektu



Ryc. 4. Oteksturowany model Mesh 3D obiektu



Ryc. 5. Model Mesh 3D wnętrza obiektu przed i po teksturowaniu

Model Mesh jest wykorzystywany do dokumentacji przestrzennych zbiorów muzealnych, zabytków, figur, rzeźb, detali architektonicznych oraz całych budynków. Dzięki fotografii wysokiej rozdzielczości oteksturowany model wiernie oddaje oryginał. Jest to nie tylko wizualizacja obiektu, ale również doskonałe narzędzie do archiwizacji.



Ryc. 6. Model Mesh 3D elementu wnętrza obiektu

3.2. Dokumentacja 2D

Dokumentacja 2D pozyskana na podstawie chmury punktów jest wykonana w formie rzutów i przekrojów budynku. Skanowanie laserowe umożliwia precyzyjne odwzorowanie rzeczywistej geometrii budynku oraz otaczającego terenu, co gwarantuje wysoką dokładność pomiarów. Ta metoda jest szczególnie cenna w przypadku: budynków o skomplikowanej strukturze architektonicznej, zabytków wymagających szczególnej dokładności dokumentacji, inwentaryzacji istniejących obiektów wykorzystywanej następnie do ich modernizacji, rozbudowy lub remontu.

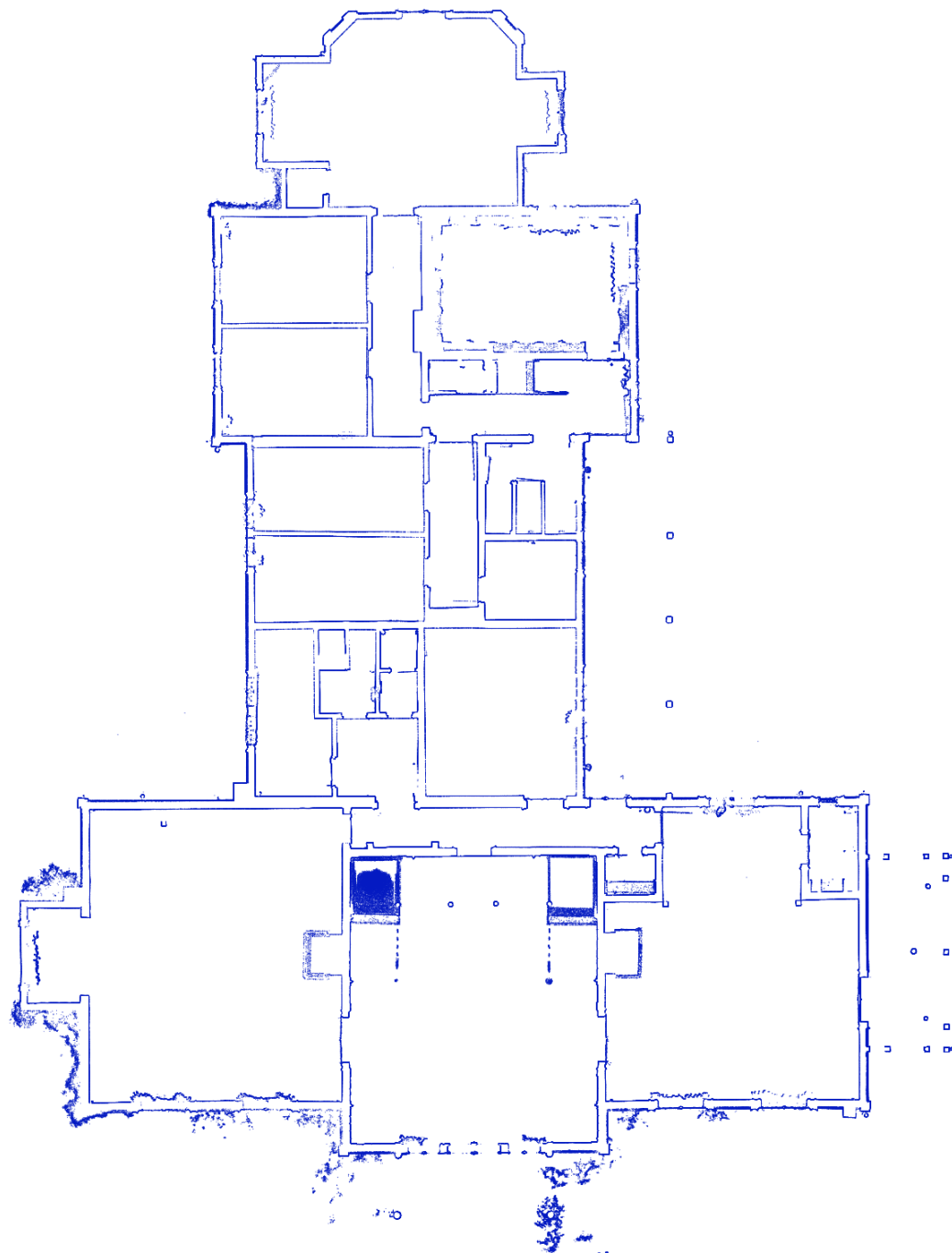


Ryc. 7. Miejsce przecięcia chmury punktów

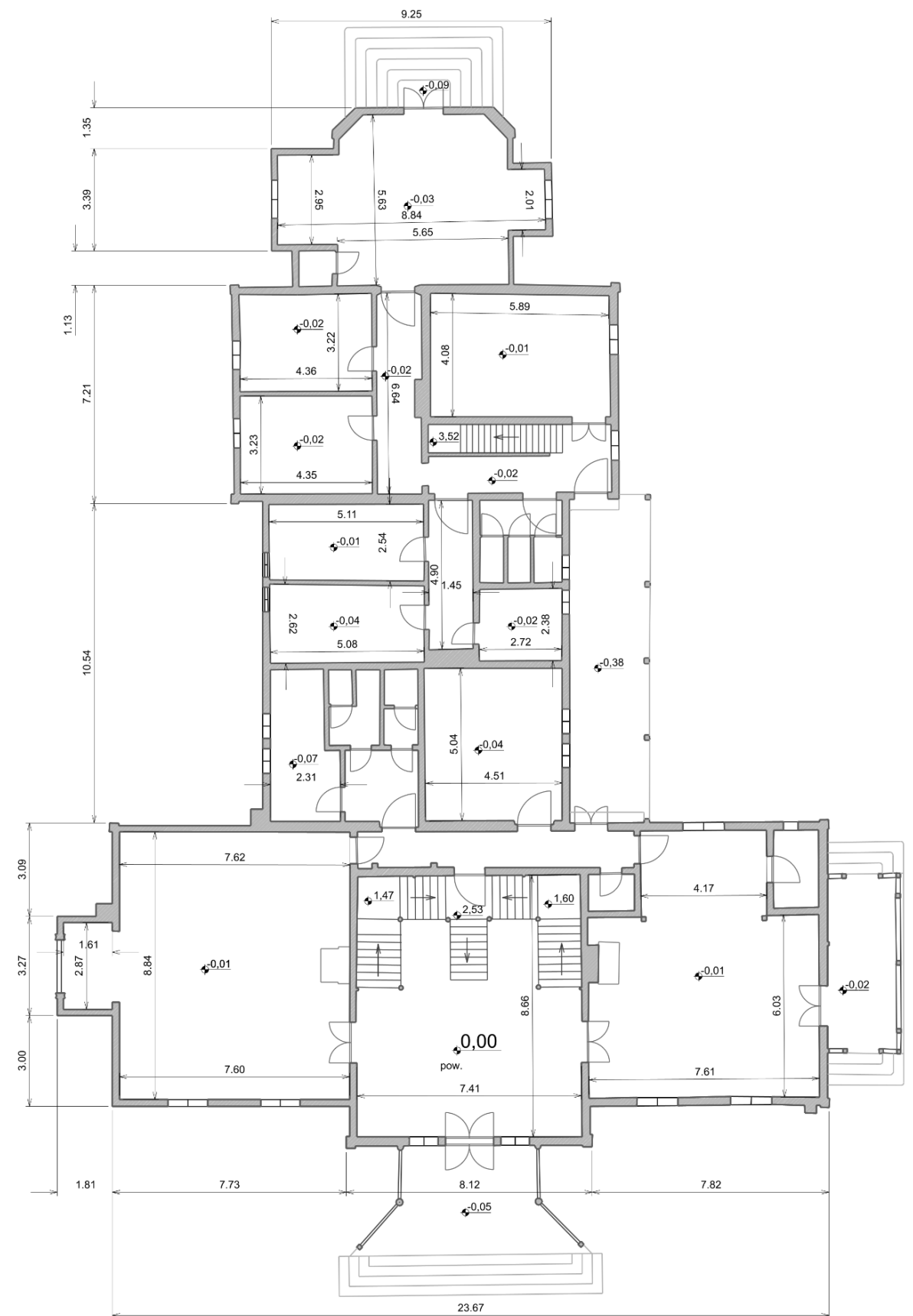


Ryc. 8. Widok z góry w miejscu przecięcia chmury punktów

Rzuty zostały wygenerowane na podstawie szczegółowych pomiarów przestrzennych z chmury punktów. Wykonane rzuty pokazują: układ pomieszczeń na poszczególnych kondygnacjach, dokładne rozmieszczenie otworów drzwiowych i okiennych, lokalizację elementów konstrukcyjnych, takich jak ściany nośne, filary i stropy. Dzięki skaningowi laserowemu rzuty uwzględniają rzeczywiste wymiary co eliminuje błędy związane z tradycyjnymi metodami pomiarowymi.

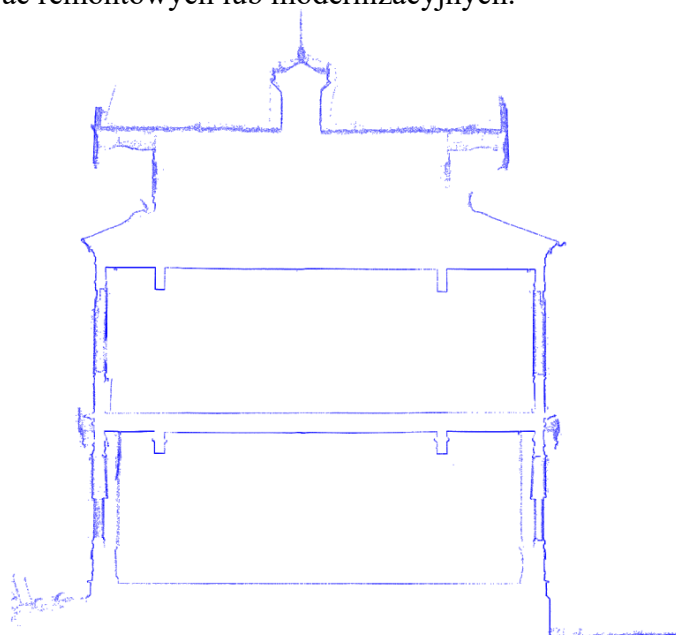


Ryc. 9. Rzut poziomy budynku z chmury punktów

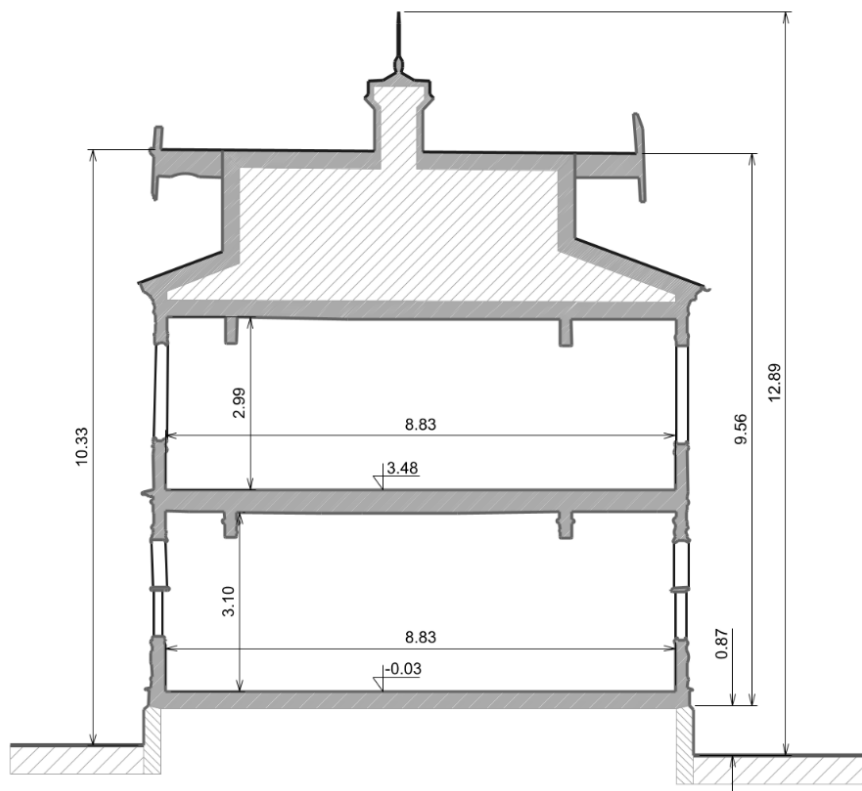


Ryc. 10. Rzut poziomy budynku wkreślony i zwymiarowany na podstawie danych pozyskanych z chmury punktów

Przekroje pozwalają na dokładne przedstawienie pionowego układu konstrukcji budynku, w tym rzeczywiste wysokości kondygnacji, relacje między elementami nośnymi i architektonicznymi, rozmieszczenie instalacji technicznych, takich jak kanały wentylacyjne czy przewody kominowe. Są nieocenione przy analizie stanu technicznego budynku oraz w procesie planowania prac remontowych lub modernizacyjnych.

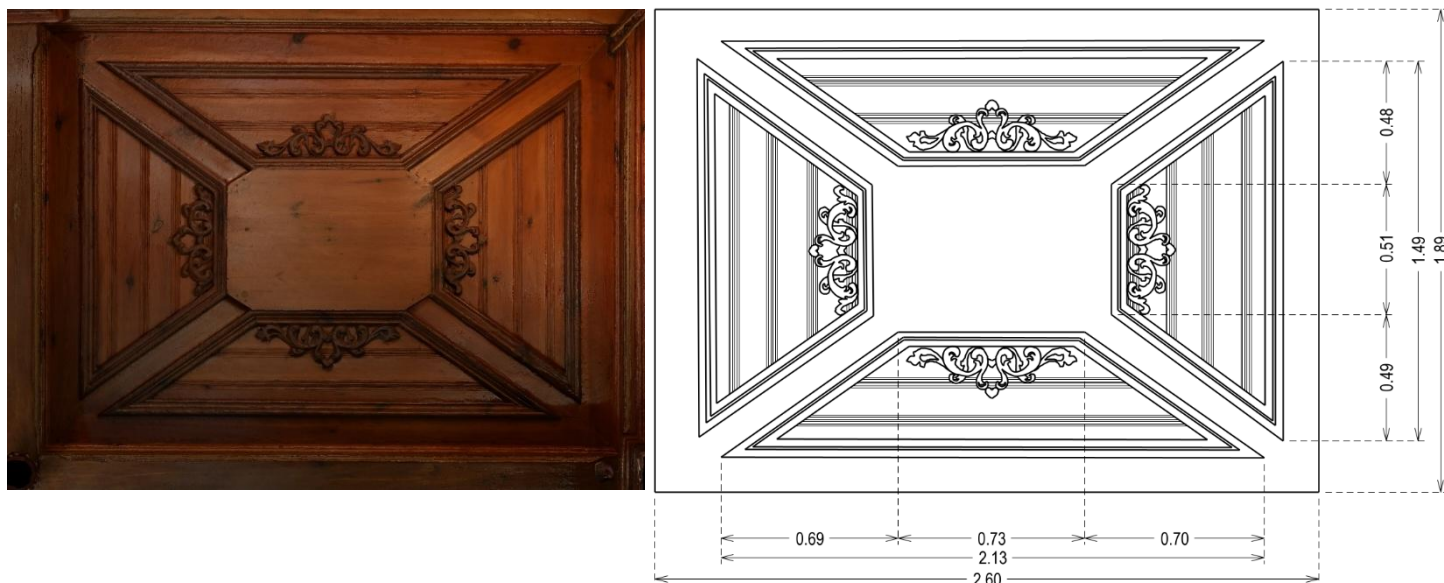


Ryc. 11. Przekrój pionowy budynku z chmury punktów

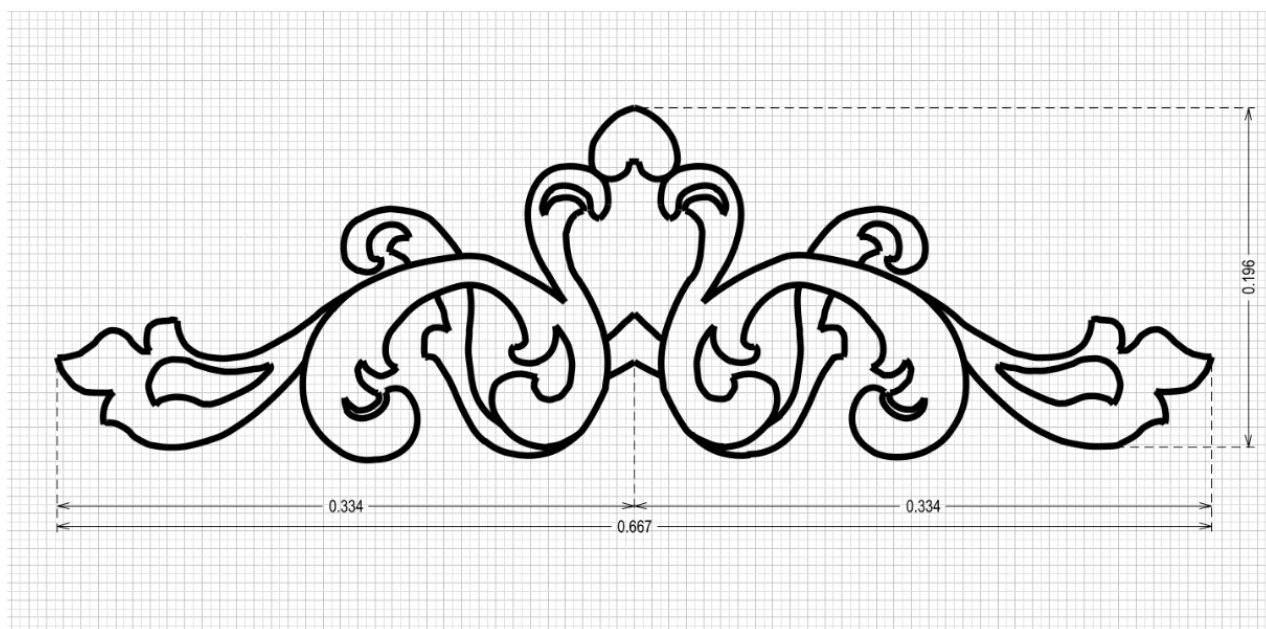


Ryc. 12. Przekrój pionowy budynku wkreślony i zwymiarowany na podstawie danych pozyskanych z chmury punktów

Dane pozyskane z chmury punktów pozwalają również na szczegółowe opracowanie rysunków detali architektonicznych lub dekoracyjnych skanowanych obiektów.



Ryc. 13. Dekoracyjny kaseton w jednym z pomieszczeń skanowanego budynku



Ryc. 14. Szczegółowe opracowanie skanowanego elementu dekoracyjnego



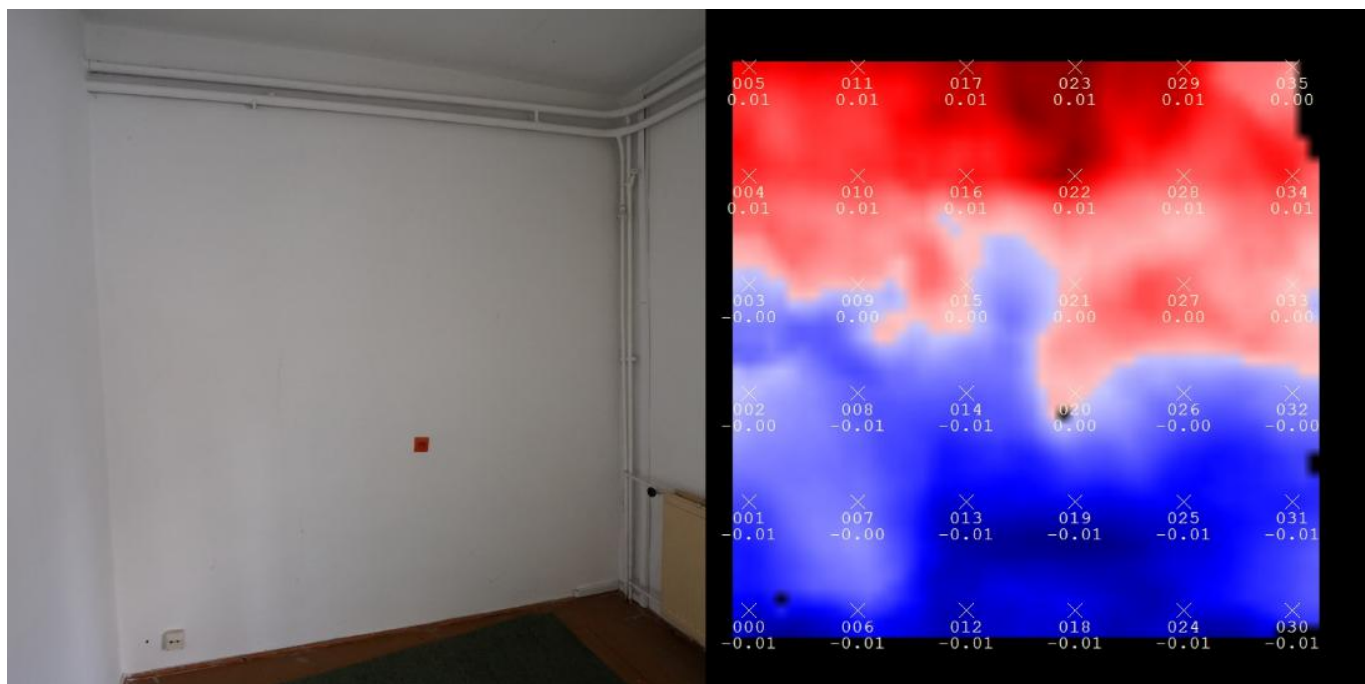
Ryc. 15. Rysunek elewacji frontowej budynku

3.3. Inspekcja – badanie pionowości i poziomowości

Wykonujemy inspekcje ścian, posadzek lub innych elementów konstrukcyjnych. Wynikiem przeprowadzonego badania jest raport:

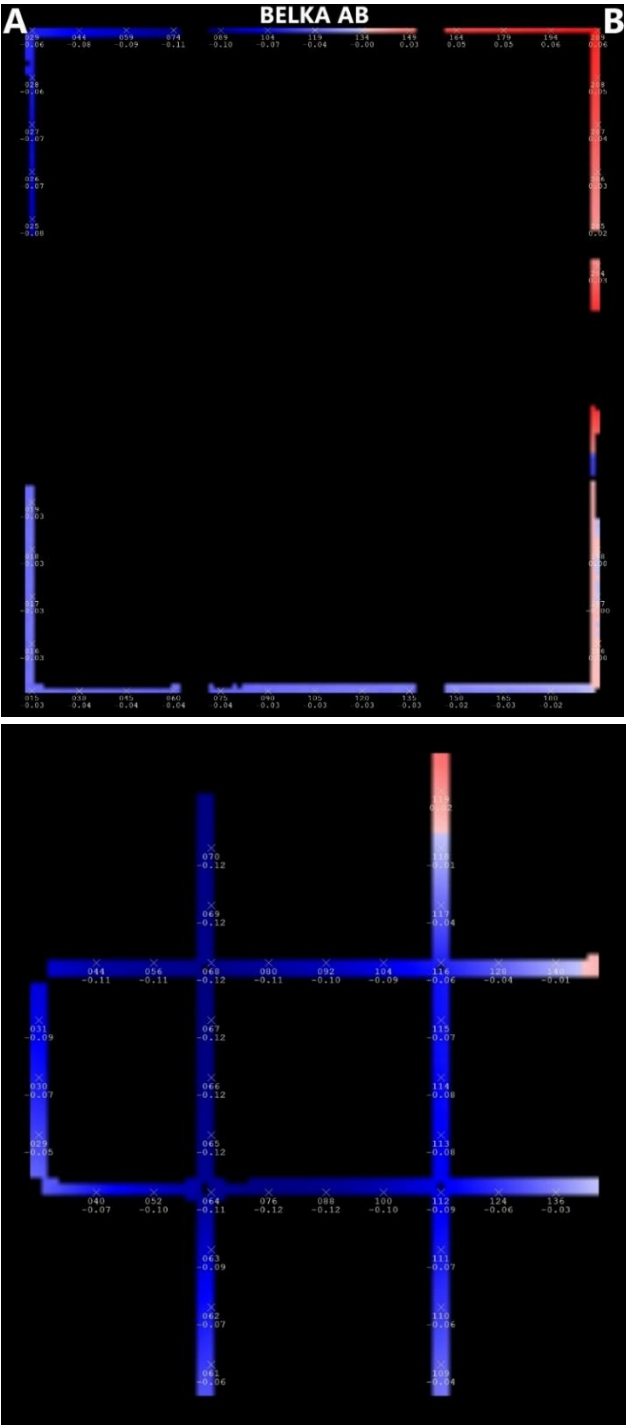
- w formie graficznej – przedstawia badany obszar gradientem koloru, który ulega zmianie w zależności od kierunku odchylenia, a także punkty pomiaru i ich odchyłek względem przyjętego poziomu odniesienia,
- w formie tabelarycznej – zestawienie podstawowych informacji na temat przeprowadzonej inspekcji m.in.: rozstaw siatki, którą tworzą punkty, wysokość punktu odniesienia, powierzchnie i objętości obszarów odchylonych od punktu odniesienia,
- w formie tekstowej – zestawienie punktów wraz z ich numerami, współrzędnymi w danym układzie oraz ich odchyłką.

3.3.1. Badanie pionowości ściany



Ryc. 16. Graficzne przedstawienie odchyłeń badanej ściany

3.3.2. Badanie ugięcia belek konstrukcyjnych



Ryc. 17. Graficzne przedstawienie odchyleń belek konstrukcyjnych

odlegość [m]	7.45	6.95	6.45	5.95	5.70	5.45	5.20	4.95	4.45	3.95	3.45	2.95	2.45	1.00
przebieg belki														
odchylenie [cm]	11.7	13.2	14.5	15.5	16.5	17.1	16.8	15.4	12.5	9.8	7.1	4.7	3.0	



Ryc. 18. Wykres odchyleń belki AB od poziomu

3.4. Ortofotoplany

Są to obrazy powstające na podstawie modelu Mesh 3D. Ortofotoplany pozwalają na bardzo dokładne odwzorowanie szczegółów obiektu jakimi są kolory budynków oraz wszystkie znajdujące się na jego powierzchni detale. Finalnie obraz jest metryczny dzięki czemu produkt ten możemy wykorzystać np. w programach typu CAD do wykonywania podstawowych pomiarów, a także innych operacji dostępnych w danym programie.

Ortofotoplan można wykorzystać do odwzorowania detali przy rekonstrukcji zniszczonych fasad, elewacji, sufitów i innych elementów o znaczeniu historycznym.



Ryc. 19. Ortofotoplan elewacji budynku

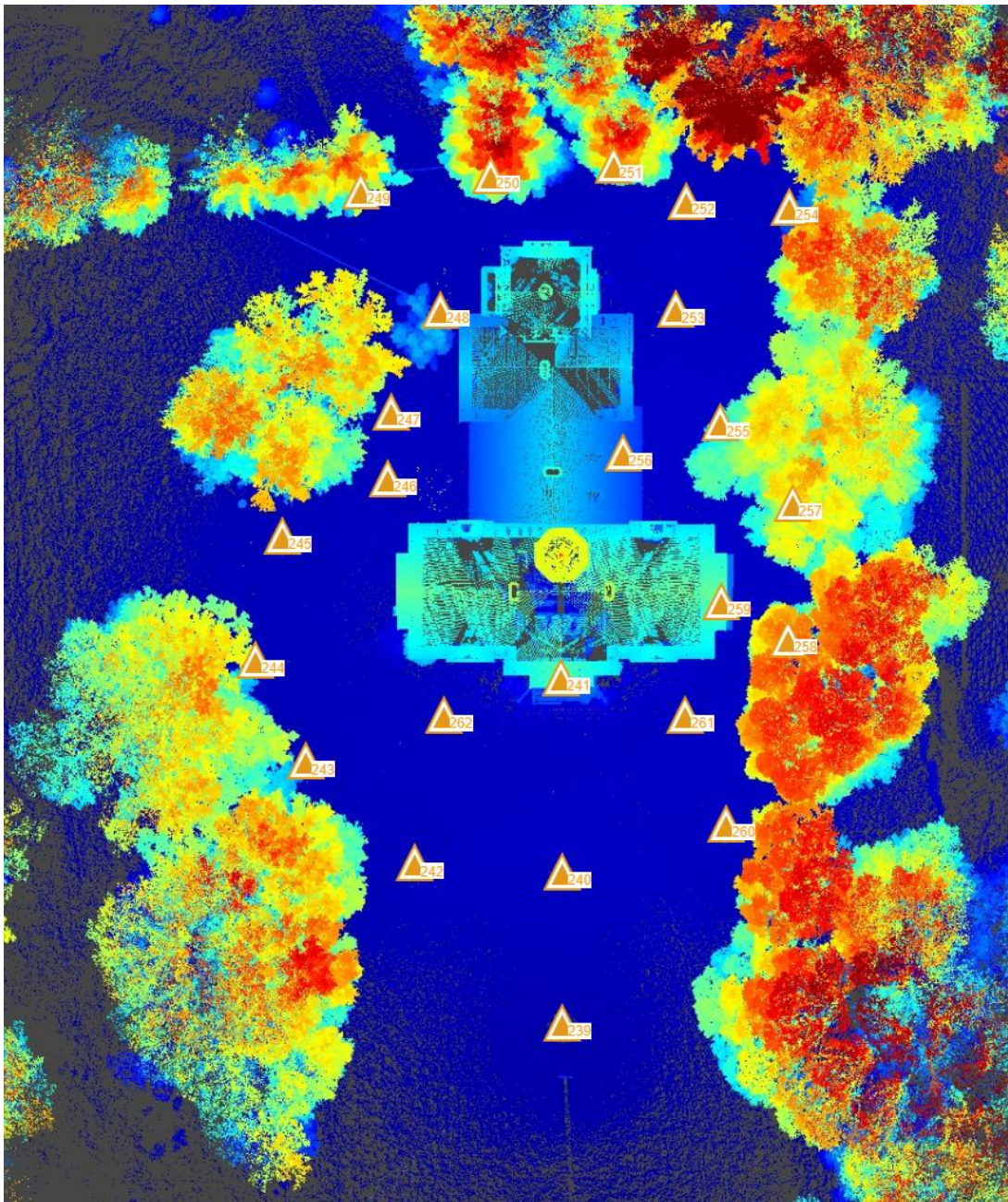


Ryc. 20. Pomiary na ortofotoplanie elewacji

3.5. Wirtualny spacer

Tworzymy wirtualny spacer danego obiektu, który daje nam wiele możliwości, m.in.:

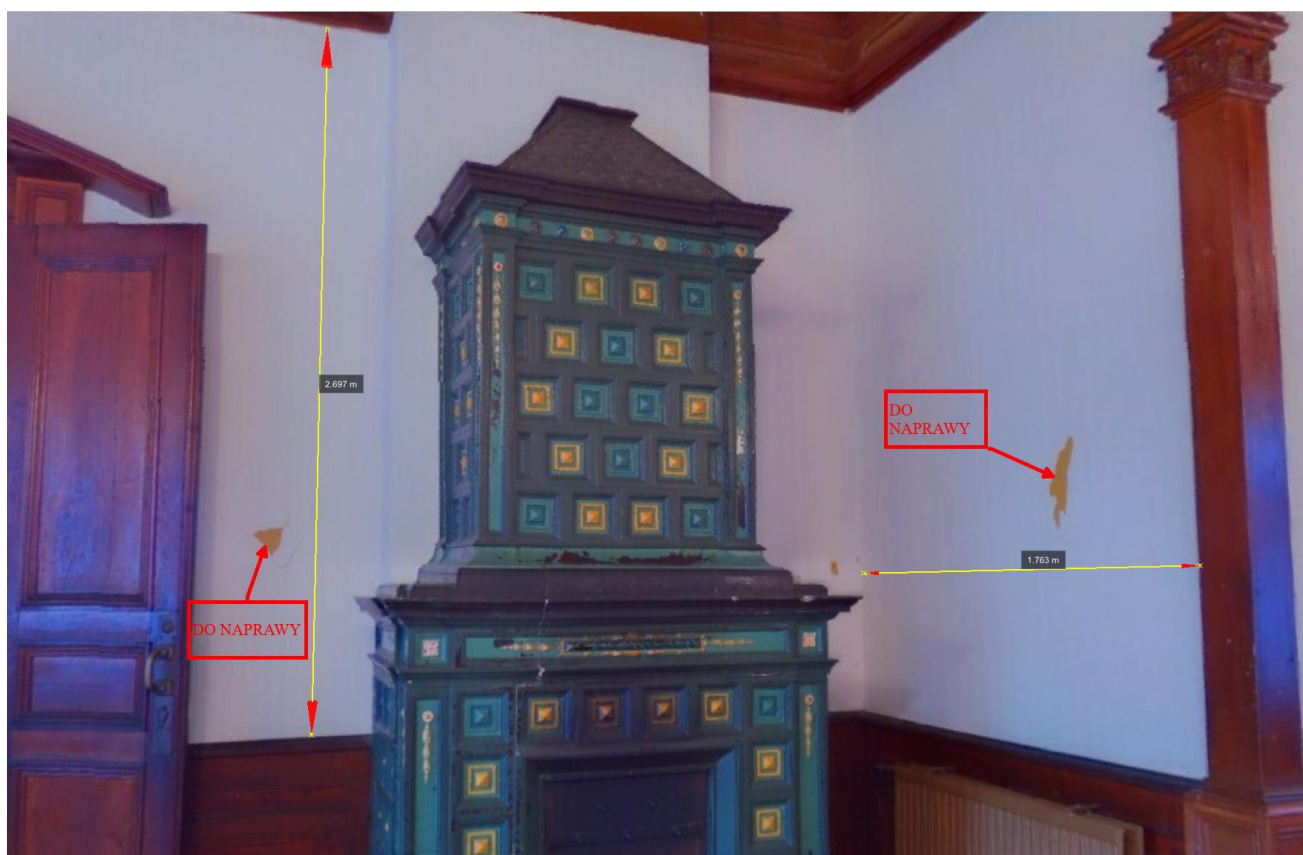
- widok 360° z każdego stanowiska skanera,
- pomiar odległości (poziomej, pionowej, skośnej),
- dodawanie adnotacji do poszczególnych elementów, a także ich eksport i import (łatwość w wymianie informacji o obiekcie),
- odczyt współrzędnych punktu,
- eksport chmury punktów obiektu w całości lub określonego fragmentu, a także według zadanej płaszczyzny (narzędzie to pozwala na samodzielne generowanie przekrojów).



Ryc. 21. Plan rozmieszczenia stanowisk skanera



Ryc. 22. Widok ze stanowiska skanera



Ryc. 23. Wykorzystanie narzędzia pomiaru i dodawania adnotacji

3.6 Inwentaryzacja drzewostanu

Wykorzystując chmurę punktów można wykonać szczegółową inwentaryzację drzewostanu, a także prowadzić jego okresową obserwację poprzez cykliczny skanিং 3D.

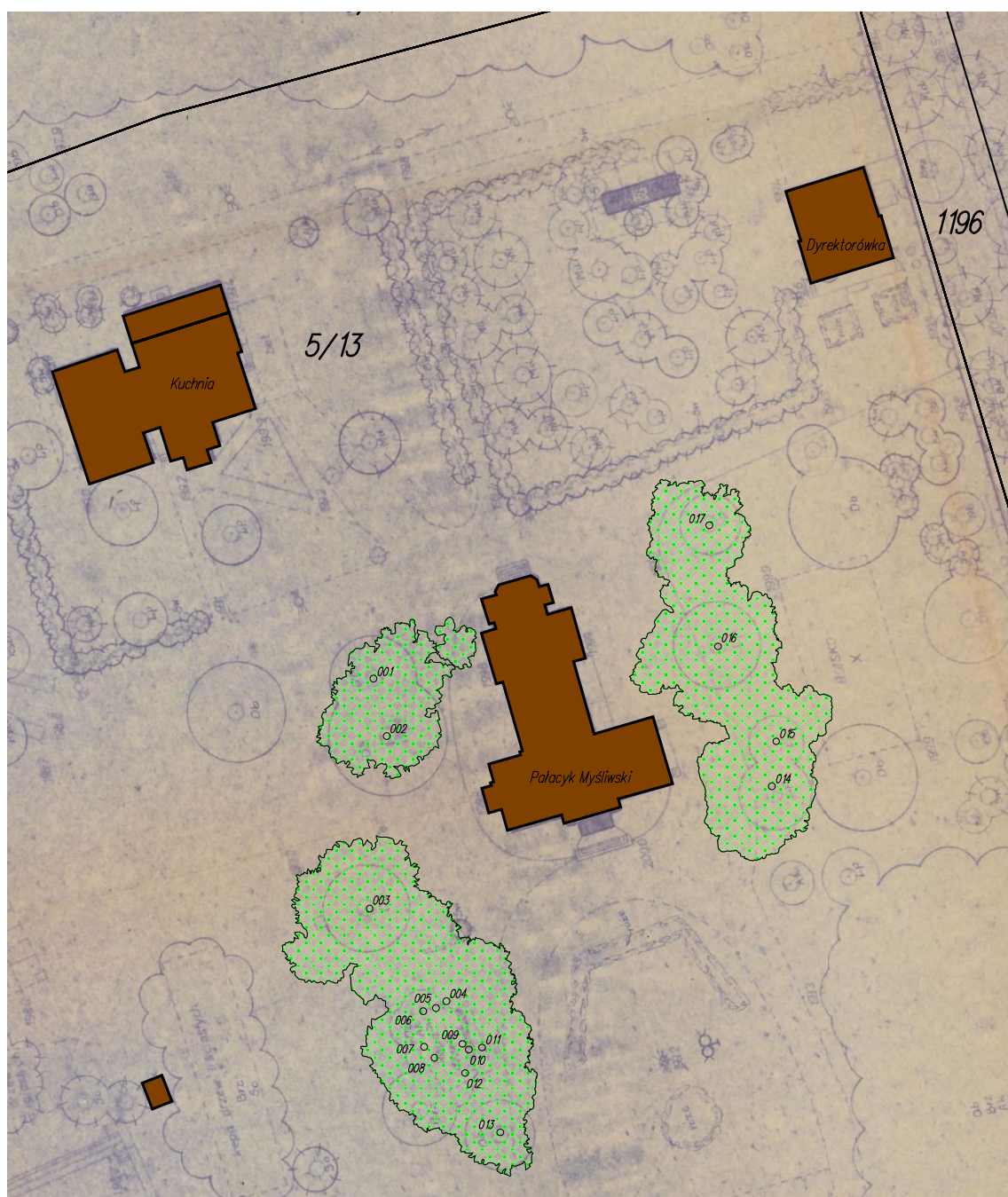
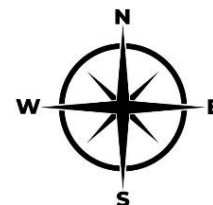
Województwo: podkarpackie
Powiat: łańcucki
Gmina: RAKSZAWA
Obręb: WYDRZE
Teryt: 181006_2.0106
Nazwa Parku: Park leśny - JULIN
Data pomiaru: 17-04-2025
Nr działki EGiB: 5/13

MAPA SYTUACYJNA

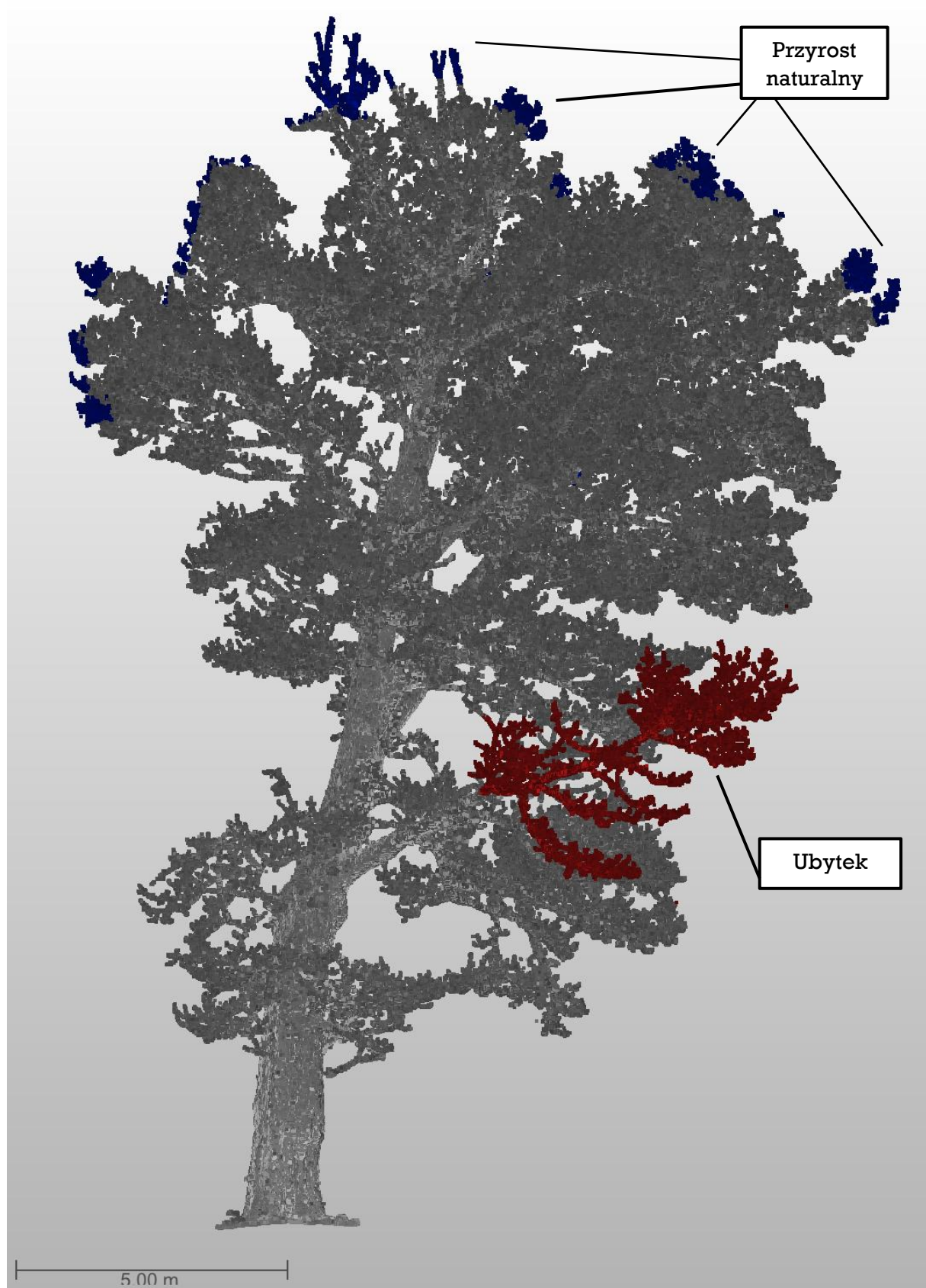
INWENTARYZACJA DRZEW

na podkładzie opracowania z roku 1983.

Skala 1:750



Ryc. 24. Mapa sytuacyjna z inwentaryzacji drzew na podkładzie opracowania z 1983r.

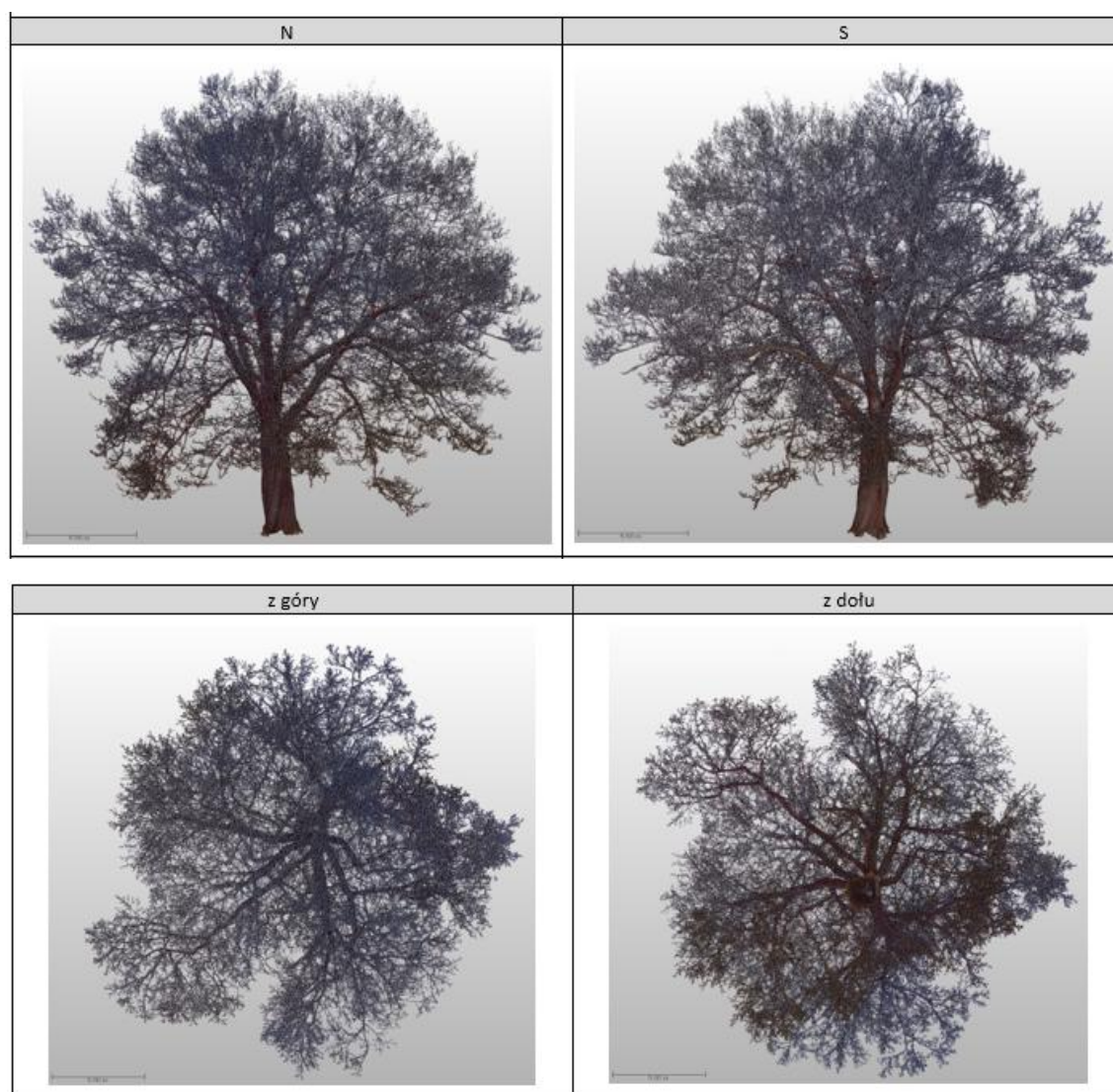


Ryc. 25. Cykliczna obserwacja drzewostanu poprzez porównanie chmur punktów

Pozyskane informacje dla każdego drzewa zestawiono w formie tabelarycznej zawierającej m. in.: położenie, wysokość, pierśnicę, obwód pnia.

Nazwa Parku: Park leśny - JULIN	Położenie:	
Data pomiaru: 17-04-2025	Województwo:	podkarpackie
Nr drzewa: 003	Powiat:	powiat łańcucki
	Gmina:	RAKSZAWA
	Obręb:	WYDRZE
	Teryt:	181006_2.0106
	Numer działki EGiB:	5/13
Położenie: (współrzędne X,Y – układ 1992)	X = 266912,07 Y=732619,46	
Wysokość: (m)	21,07 m	
Wysokość osadzenia korony: (m)	4,51 m	
Pierśnica: (średnica na wys. 1,3 m) (m)	1,39 m	
Obwód: (na wys. 1,3 m) (m)	4,74 m	
Powierzchnia rzutu korony na płaszczyźnie poziomej: (m ²)	368 m ²	Długość obwodnicy: 120 m

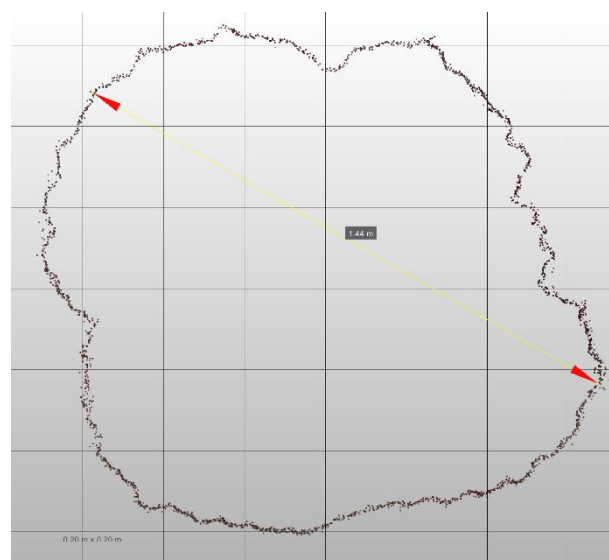
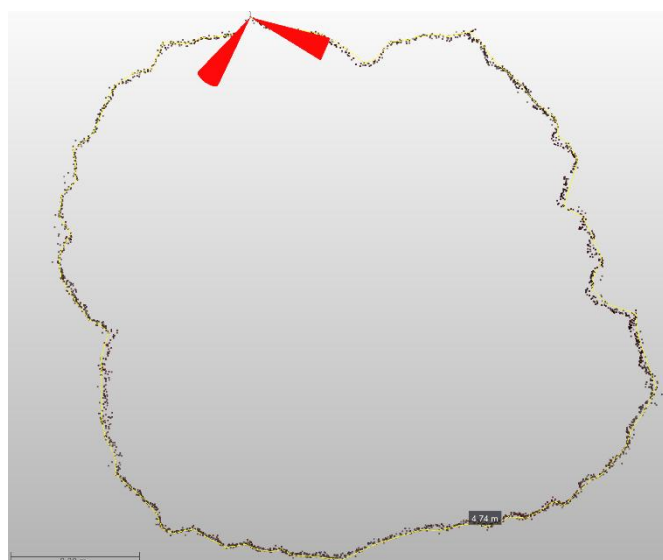
Tab.1. Zestawienie wyników inwentaryzacji drzewa



Ryc. 26. Szkice (skany) z kierunku: północ, południe, góra i dół.



Ryc. 27. Pomiar wysokości drzewa i wysokości osadzenia korony na chmurze punktów.



Ryc. 28. Pomiar obwodu i pierśnicy drzewa

PRODUKTY POZYSKANE ZA POMOCĄ BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH

4.1 Chmura punktów LiDAR

Dzięki wykorzystaniu dronów mamy możliwość wzbogacenia chmury punktów o dane pozyskane z powietrza. Ta technologia umożliwia precyzyjne pozyskanie informacji o miejscach trudnodostępnych z poziomu terenu tj. korony drzew, co umożliwia inwentaryzację drzewostanu.



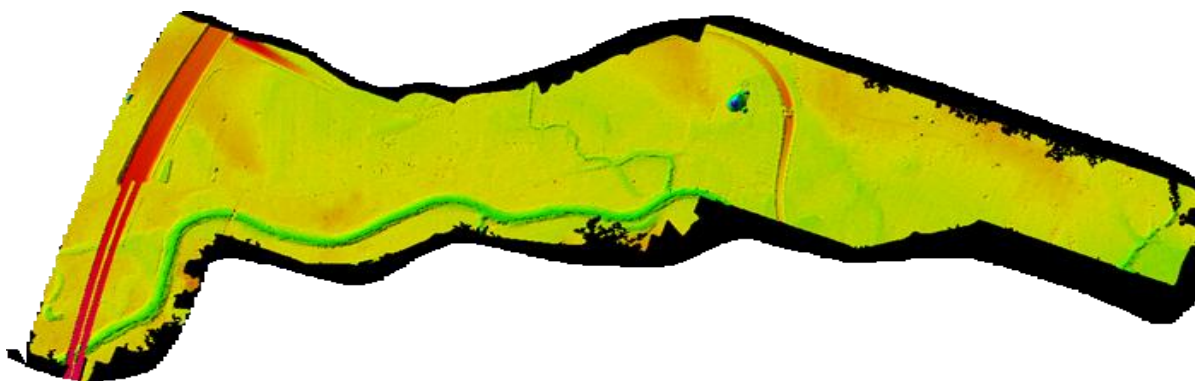
Ryc. 29. Fragment chmury punktów pozyskany z drona

4.2 Opracowania LiDAR – Numeryczny Model Terenu

Kolejną gałęzią opracowań z użyciem bezzałogowych statków powietrznych są produkty pozyskane przy użyciu skanera laserowego LiDAR. Numeryczny Model Terenu czyli dokładne przedstawienie powierzchni terenu ma ogrom zastosowań, między innymi takie jak: pomiary objętości, pomiary cieków wodnych czy określanie zasięgu i przebiegu procesów naturalnych. Dane LiDAR pozwalają na pomiar w miejscach, gdzie tradycyjne metody nie sprawdzają się czy to ze względu na brak zasięgu czy na trudny dostęp dla człowieka.



Ryc. 30. Fragment chmury punktów pozyskanej skanerem LiDAR



Ryc. 31. Fragment Numerycznego Modelu Terenu



Ryc. 32. Profil terenu pozyskany z NMT

4.3 Wysokorozdzielcze modele 3D dużych obszarów

Wysokorozdzielcze modele 3D pozwalają na pomiary szczegółów terenowych i wizualizację dużych obszarów zurbanizowanych. Uzyskana dokładność i trójwymiarowość umożliwia bezproblemowy pomiar budynków i elementów uzbrojenia terenu.



Ryc. 33. Wysokorozdzielczy model 3D fragmentu wsi

4.4 Inspekcja budynków pod kątem strat ciepła

Dzięki posiadanej kamerze termowizyjnej mamy możliwość wykonywania przeglądów budynków, a także wykonywania nalogów w celach inspekcyjnych.



Ryc. 34. Inspekcja termowizyjna budynku