Łukasz Bednarz*, Jerzy Jasieńko**, Tomasz Kogut***, Łukasz Dominiak****

Przydatność chmury punktów do inwentaryzacji zabytku na podstawie kościoła pw. Wniebowzięcia Najświętszej Marii Panny w Nysie

Application of a cloud of points for heritage building inventory – the case of the church of the Assumption of the Virgin Mary in Nysa

Słowa kluczowe: inwentaryzacja, monitoring, cyfrowe przetwarzanie obrazów, zabytek

Key words: inventory, monitoring, digital image processing, monument

Inwentaryzacja konstrukcyjna obiektów zabytkowych polega na wykonaniu dokładnych pomiarów, a następnie przeniesieniu ich w wymaganej skali na rysunki 2D oraz, jeśli jest taka potrzeba, modele 3D. W skład inwentaryzacji konstrukcyjnej wchodzą również opisy stanu technicznego elementów obiektu oraz szczegółowa dokumentacja fotograficzna. Metodami wykorzystywanymi do inwentaryzacji konstrukcji obiektów zabytkowych są m.in. pomiary z wykorzystaniem tradycyjnego geodezyjnego sprzętu pomiarowego, fotogrametria, skaning laserowy 3D, metoda cyfrowego przetwarzania obrazów pozwalająca na automatyczną rekonstrukcję modelu 3D ze zdjęć.

A structural inventory of a heritage building requires accurate measurements, which can be then transferred in a required scale to 2D drawings and, if needed, to 3D models. The structural inventory may also include description of the technical condition of the building elements and detailed photographic documentation. Methods used to prepare inventories of heritage building structures include, among others measurements taken with traditional geodetic equipment, photogrammetry, 3D laser scanning or digital processing of images, which enables an automatic creation of a 3D model from the photographic images.

METODY POMIAROWE

Fotogrametria jest dziedziną nauki i techniki zajmującą się pomiarem kształtów, rozmiaru i wzajemnego położenia obiektów na podstawie zarejestrowanych

MEASUREMENT METHODS

Photogrammetry is a field of science and technology which deals with measuring shapes, sizes and positioning of objects in relation to other objects, based on

* dr inż., Zakład Materiałów Budowlanych, Konstrukcji Drewnianych i Zabytkowych, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska
** prof. dr hab. inż., Zakład Materiałów Budowlanych, Konstrukcji Drewnianych i Zabytkowych, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska
*** mgr inż., Katedra Geoinformatyki, Wydział Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji, Politechnika Koszalińska
**** mgr inż., Pro-Scan

* *dr inż., Institute of Building Materials, Timber and Heritage Structures, Faculty of Civil Engineering, Wrocław University of Technology*
** *prof. dr hab. inż., Institute of Building Materials, Timber and Heritage Structures, Faculty of Civil Engineering, Wrocław University of Technology*
*** *mgr inż., Department of Geoinformatics, Faculty of Civil Engineering, Environment and Geodetic Sciences, Koszalin University of Technology*
**** *mgr inż., Pro-Scan*

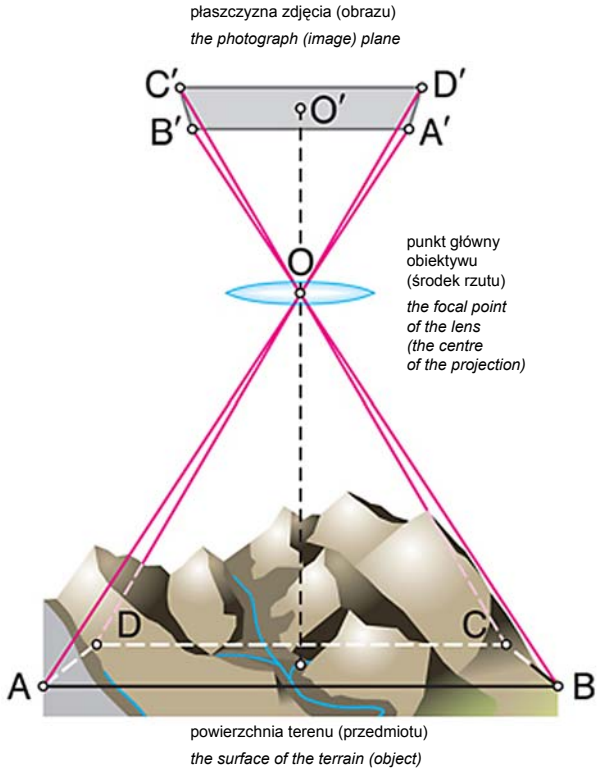
Cytowanie / Citation: Bednarz Ł., Jasieńko J., Kogut T., Dominiak Ł. Application of a cloud of points for heritage building inventory – the case of the church of the Assumption of the Virgin Mary in Nysa, Wiadomosci Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation 2016;46:117-128

Otrzymano / Received: 15.04.2016 • Zaakceptowano / Accepted: 09.05.2016 **doi:10.17425/WK45NYSA**

Praca dopuszczona do druku po recenzjach *Article accepted for publishing after reviews*

obrazów fotogrametrycznych (fotogramów) [1]. Do wykonywania zdjęć fotogrametrycznych wykorzystywane są specjalne, wielkoformatowe kamery fotogrametryczne wyposażone w obiektywy pozbawione dystorsji. W zależności od sposobu wykonywania zdjęć rozróżnia się fotogrametrię naziemną i fotogrametrię lotniczą. Zależnie od sposobu wykorzystania zdjęć rozróżnia się fotogrametrię płaską (jednoobrazową) i fotogrametrię przestrzenną (dwuobrazową), zwaną też stereofotogrametrią, w której przestrzenny obraz przedmiotu lub terenu uzyskuje się za pomocą stereogramu – pary zdjęć wykonanych z dwóch punktów w przestrzeni. Fotogrametria jest metodą niezwykle obiektywną. Zarejestrowany obraz zawiera dużo więcej treści niż można by odzwierciedlić za pomocą tradycyjnego pomiaru. Stanowi też wartościowy materiał archiwalny. Zdjęcia fotogrametryczne są odwzorowaniami perspektywicznymi, tj. rzutem środkowym przestrzeni na płaszczyznę (ryc. 1). Sensor w kamerze typu CCD lub CMOS rejestruje odbite promieniowanie od obiektu w zakresie widzialnym w przypadku zdjęć RGB.

Zastosowanie fotogrametrycznych metod pomiaru jest niezwykle szerokie. Najczęściej, poza inwentaryzacjami obiektów budowlanych, dotyczą inwentaryzacji stanowisk archeologicznych, prac konserwatorskich, inwentaryzacji skomplikowanych obiektów przemysłowych i inżynierskich, pomiarów objętości składowisk materiałów sypkich, monitoringu przemieszczeń i odkształceń czy też inwentaryzacji postępów eksploatacyjnych w odkrywkowych zakładach górniczych lub kamieniołomach.



Ryc. 1. Schemat realizacji rzutu środkowego [2]
Fig. 1. A diagram of a central projection [2]

registered photogrammetric images (photograms) [1]. Photogrammetric images are made using special large format photogrammetric cameras with distortion-free lenses. Terrestrial photogrammetry and airborne photogrammetry are distinguished depending on the way photographs are taken. Depending on the application of the photographs, a flat (single-image) photogrammetry can be applied or a spatial (double-image) photogrammetry, which is also known as a stereo-photogrammetry, in which a spatial image of an object or terrain is obtained through a stereogram – a pair of photographs taken from two points in space. Photogrammetry is an objective method. Registered images contain a lot more detail than traditional measurement methods could ever provide. Thus, they form also a valuable archival resource. Photogrammetric photographs are perspective representations, i.e. a central projection of space onto a plane (fig. 1). The CCD or CMOS camera sensor registers the visible range radiation reflected by the object in the form of RGB photographs.

Photogrammetric measurement methods can be used in a wide range of applications. They are frequently used in inventories of building structures, as well as of archaeological sites, conservation interventions, inventories of complex industrial and engineering structures, in measurements of the volume of loose materials storage, monitoring of displacement and deformation or inventories of progress in the degree of exploitation of open-pit mines or quarries.

Laser scanning is an excellent tool for detailed inventory of heritage building structures. Laser scanning creates a cloud of points, which after processing, provides a very accurate 3D model of a given object. An inventory developed using this method can be then used for further design work.

Laser scanning enables remote measurement of hundreds of thousands of points per second with millimetre precision. Each point has X, Y, Z coordinates, as well as a record of the intensity of the reflected signal or its colour. The intensity is the amount of energy normalised to the range of 0–255, which is reflected by the object and returns to the scanner [3] and the colour intensity of a cloud can be compared to a raw digital image, which includes a georeferenced [4], [5].

Using a cloud of points provides for realistic visualisations, accurate measurements in the space transferred to the virtual reality, as well as a basis for advanced spatial modelling and reverse engineering.

An additional indirect result of scanning involves a rendering of the cloud of points, which generates a fully cartometric orthoimage. This feature enables easy digitalization of building façades, elevations, etc.

3D scanners are used for 3D scanning. They are usually optical electronic devices developed for use in so-called reversed design, which is a process of industrial design based on already existing objects. Spatial scanning uses a coordinate-based measurement technique, which enables relatively high precision

Doskonałym narzędziem do uzyskania szczegółowej inwentaryzacji konstrukcji obiektów zabytkowych jest skaning laserowy. Skaner laserowy tworzy chmurę punktów, która po poddaniu obróbce daje bardzo dokładny, trójwymiarowy obraz obiektu. Tak wykonana inwentaryzacja może być wykorzystana do dalszych prac projektowych.

Skaning laserowy umożliwia zdalny pomiar setki tysięcy punktów na sekundę z milimetrową precyzją. Każdy z punktów posiada nie tylko swoje współrzędne X, Y, Z, ale również parametr intensywności odbitego sygnału czy też kolor. Intensywność jest to ilość energii znormalizowana do przedziału 0–255, jaka odbije się od obiektu i powróci do skanera [3], a chmurę w barwie intensywności można porównać do surowego obrazu cyfrowego z georeferencji [4], [5].

Operowanie na „chmurze punktów" to zarówno realistyczne wizualizacje, precyzyjne pomiary w przeniesionej w wirtualną rzeczywistość przestrzeni, jak i podstawa do zaawansowanego modelowania przestrzennego i inżynierii odwrotnej.

Dodatkowym pośrednim wynikiem skanowania jest ortofotoobraz, który jest generowany poprzez renderowanie chmury punktów i jest w pełni kartometryczny. Pozwala to na łatwą digitalizację fasad, elewacji itp.

Do wykonania skanowania 3D wykorzystuje się urządzenia zwane skanerami 3D. Urządzenia tego rodzaju to zazwyczaj urządzenia optoelektroniczne stworzone głównie na potrzeby tzw. projektowania odwrotnego, tj. procesu projektowania przemysłowego dokonywanego na bazie istniejących obiektów. Skanowanie przestrzenne opiera się na współrzędnościowej technice pomiarowej, która umożliwia bezdotykowe wyznaczenie wymiarów przestrzennie ukształtowanych rzeczywistych obiektów ze stosunkowo wysoką dokładnością. Technika ta charakteryzuje się procedurami pomiarowymi opartymi na wartościach współrzędnych lokalizowanych punktów pomiarowych, które składają się na bryłę skanowanego elementu. Skanowanie przestrzenne jest jedną z technik lub elementem pomocnym przy tworzeniu obiektów trójwymiarowych, a także digitalizacji obiektów delikatnych, podatnych na uszkodzenia mechaniczne. Oparty na technice laserowej skaner 3D to przyrząd przeznaczony do wykonywania wyczerpujących pomiarów, ekspertyz oraz dokumentacji. W minutowych przedziałach czasu urządzenie to tworzy szczegółowe odwzorowanie geometrii świata rzeczywistego i definiuje go w przestrzeni wirtualnej. Stanowi więc on najbardziej wydajną metodę gromadzenia trójwymiarowej dokumentacji. Dzięki niemu można zrezygnować z uciążliwego gromadzenia danych za pomocą taśm mierniczych, dalmierzy, aparatów fotograficznych, które niosą za sobą ryzyko błędów pomiarowych czy też ryzyko bezpieczeństwa, dodatkowych czynności i czasu – często mierzonego w miesiącach.

Skaner laserowy 3D w ciągu kilku minut tworzy szczegółowe trójwymiarowe odwzorowanie miejsc i elementów o dużym stopniu skomplikowania.

contact-free identification of the spatial dimensions of physical objects. This method involves measurement procedures based on the values of the coordinates of measurement points, which describe the body of the scanned object. Spatial scanning is one of the techniques or methods helpful in developing 3D objects and in processes involving digitalization of fragile objects, which are susceptible to mechanical damage. A 3D scanner is a device for precise and comprehensive measurements, surveys and documentation. The device creates detailed projection of the geometry of the physical world at minute intervals and defines it in the virtual space. A 3D scanner provides the most effective method for collecting 3D documentation. The use of 3D scanning can successfully replace the tiresome process of collecting data using traditional tape-measures, range-finders and cameras, which are prone to measurement errors, may involve some safety risks and which require additional tasks and actions, as well as time – often many months.

A 3D laser scanner creates in minutes a detailed 3D projection of places and objects of high complexity. It recreates the physical world and defines it in a virtual space. The resulting image comprises millions of 3D points, enabling an exact recreation of existing physical structures. The direct result of scanning is a 'cloud of points', comprising a set of millions of points. These points constitute an accurate 3D model of the scanned object.

The different types of laser scanning can be classified as follows:
- Satellite Laser Scanning (SLS)
- Airborne Laser Scanning (ALS)
- Terrestrial Laser Scanning (TLS)
- Mobile Laser Scanning (MLS), which can be also classified as a special type of terrestrial laser scanning.

Terrestrial laser scanners can be classified according to the measurement technology applied, as follows:
- Pulsatory scanners in which the distance is a function of time it takes the beam to cover the distance to the object and back to the device:

$$s = \frac{c \cdot t}{2}$$

  where:
  s – distance,
  c – speed of light,
  t – time,
- Phased scanners measure the phased displacement of the beam returning to the laser device.

Laser scanning can be applied in a number of fields, including archaeology [6], construction [7], monitoring of building structures [8], [9], [10], geology [11], industry and others.

The 'Dense Stereo Matching' method of digital image processing enables automatic creation of a 3D model from photographs. The process consists of

Odtwarza świat rzeczywisty i definiuje go w przestrzeni wirtualnej, a otrzymany obraz jest zbiorem obejmującym miliony trójwymiarowych pomiarów i zapewnia dokładne odwzorowanie istniejącego stanu. Bezpośrednim efektem skanowania jest tzw. „chmura punktów", czyli zbiór wielu milionów punktów, stanowiących sam w sobie dokładny model 3D skanowanego obiektu.

Skaning laserowy można podzielić na:
- satelitarny skaning laserowy (ang. SLS),
- lotniczy skaning laserowy (z ang. ALS – *Airborne Laser Scanning*),
- naziemny skaning laserowy (z ang. TLS – *Terrestrial Laser Scanning*),
- mobilny skaning laserowy (z ang. MLS – *Mobile Laser Scanning*), który może również zostać zakwalifikowany jako rodzaj naziemnego skaningu.

Naziemne skanery laserowe ze względu na zastosowaną technologię pomiaru możemy podzielić na:
- pulsacyjne, w których odległość jest funkcją czasu, jaki wiązka potrzebuje na przebycie drogi do obiektu i z powrotem:

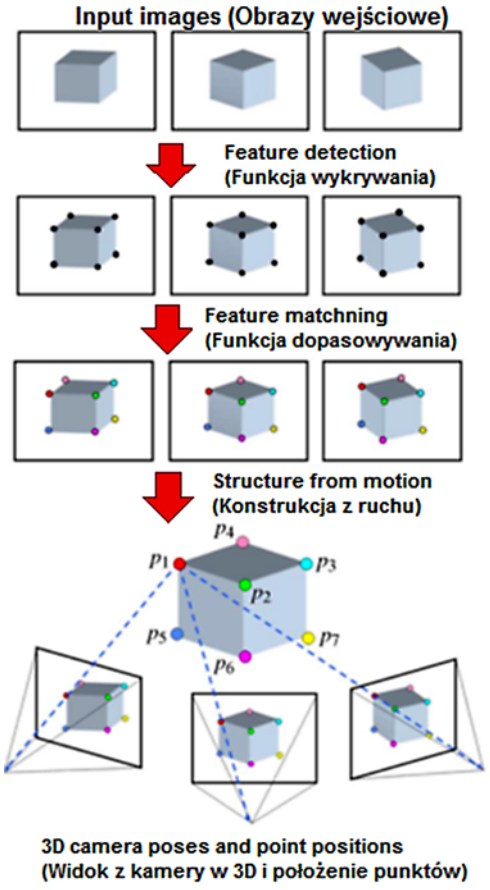
$$s = \frac{c \cdot t}{2}$$

gdzie:
s – odległość,
c – prędkość światła,
t – czas,
- fazowe, w których mierzone jest przesunięcie fazowe wiązki powracającej do lasera.

Skaning laserowy ma zastosowanie w wielu dziedzinach takich jak archeologia [6], budownictwo [7], monitoring obiektów [8], [9], [10], geologia [11], przemysł i innych.

Metoda cyfrowego przetwarzania obrazów „Dense Stereo Matching" jest metodą pozwalającą na automatyczną rekonstrukcję modelu 3D ze zdjęć. Proces rekonstrukcji składa się z kilku etapów, których idea została przedstawiona na ryc. 2. Pierwszym z nich jest wykrycie cech (punktów wiążących) oraz ich opisu na wszystkich zdjęciach. Popularne algorytmy wykorzystywane do tego procesu to SIFT [12] i SURF [13]. Kolejny etap to automatyczne dopasowanie (matching) wykrytych punktów (cech) pomiędzy zdjęciami, ich automatyczna orientacja w przestrzeni 3D za pomocą fotogrametrycznego wcięcia przestrzennego oraz usunięcie dystorsji ze zdjęć na podstawie parametrów wyliczonych z automatycznej orientacji. Ostatni etap to automatyczne zagęszczenie chmury punktów automatycznymi metodami fotogrametrycznymi ze zdjęć pozbawionych dystorsji.

Dla prawidłowego zobrazowania obiektu zdjęcia nie powinny być wykonywane z jednego miejsca (ryc. 3 u góry), natomiast pozycje kamery powinny przemieszczać się równomiernie (ryc. 3 u dołu) wokół obiektu z zachowaniem odpowiedniego pokrycia zdjęć. Daje to możliwość wykonania prawidłowego wcięcia fotogrametrycznego.



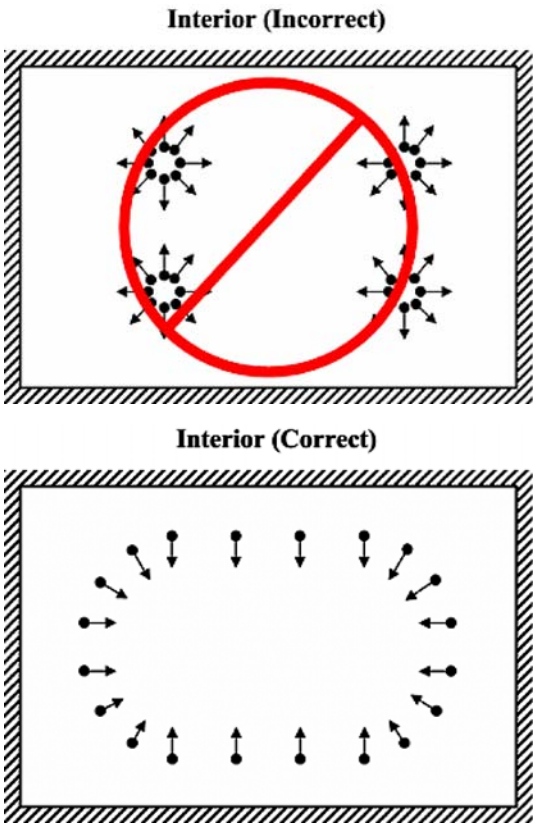
Ryc. 2. Schemat rekonstrukcji obrazu 3D [14]
Fig. 2. A diagram of the process of a 3D image creation [14]

several stages, which are presented in fig. 2. The first stage involves detecting features (linking points) and describing them in all the photographs. This can be done using popular algorithms such as SIFT [12] and SURF [13]. The next stage involves automatic matching of the points (features) detected in different photographs, automatic orientation of these points in the 3D space using a photogrammetric spatial indent and removal of distortion from the photographs using parameters calculated from automatic orientation. The last stage involves automatic densification of the cloud of points using automatic photogrammetric methods with the distortion-free photographs.

To obtain an accurate image of the object, photographs should not be taken from a single position (fig. 3 upper), but from a camera that moves at a uniform rate (fig. 3 lower) around the object, ensuring the required photographic coverage. This enables preparation of an accurate photogrammetric indent.

THE HISTORY, ARCHITECTURE AND STRUCTURE OF THE CHURCH BUILDING

The church of the Assumption of the Virgin Mary in Nysa (fig. 4) is one of three filial churches of the St James' parish in Nysa. It was built originally as a Jesuit church and was the first sacral building constructed for



Ryc. 3. Zasada wykonywania zdjęć do DSM [15]

Fig. 3. The rule for taking photographs in the DSM method [15]



Ryc. 4. Kościół pw. Wniebowzięcia NMP w Nysie, 2016 (fot. Ł. Bednarz)

Fig. 4. The church of the Assumption of the Virgin Mary in Nysa, 2016 (photo Ł. Bednarz)

HISTORIA, ARCHITEKTURA I KONSTRUKCJA KOŚCIOŁA

Kościół Wniebowzięcia Najświętszej Marii Panny w Nysie (ryc. 4) obecnie jest jednym z trzech kościołów filialnych parafii św. Jakuba w Nysie. Został zbudowany jako kościół jezuicki i stanowi pierwszą budowlę sakralną zakonu jezuitów na Śląsku. Kamień węgielny pod budowę kościoła został wmurowany 27 maja 1688 roku, konsekracji świątyni dokonano 1 czerwca 1692 roku. Projekt zrealizowany przed architekta zakonnego Andreo Quadro z Mediolanu (ryc. 5) został ufundowany przez Karola Ferdynanda Wazę – biskupa wrocławskiego oraz biskupa Franciszka Ludwika von Neuberga [16]. Wznoszono go kilka miesięcy pod okiem mistrza budowlanego Mateusza Kirchberga przez kilka miesięcy, a następnie przez cztery lata kierował nią Michał Klein, architekt dworu biskupiego.

the Jesuit order in the Silesian region. The construction of the church was started with a ground breaking ceremony on 27th May 1688 and the church was consecrated on 1st June 1692. The church building was designed by Andreo Quadro from Milan, who was a famous monastic architect at the time (fig. 5) on the commission of Karol Ferdynand Vasa – the Bishop of Wrocław, and Franciszek Ludwik von Neuberg [16]. The construction was supervised by the master builder Mateusz Kirchberg for several months and then in the four years that followed by Michał Klein, an architect to the court of the Bishop.



Ryc. 5. Kościół pw. Wniebowzięcia NMP w Nysie w latach 1700–1800 [17] oraz w latach 1866–1893 (lit. R. Geissler)

Fig. 5. The church of the Assumption of the Virgin Mary in Nysa in the years 1700–1800 [17], and 1866–1893 (lit. R. Geissler)

dowlanego Mateusza Kirchbergera, a następnie przez kolejne 4 lata dzieło kończył nadworny architekt biskupi Michał Klein.

Kościół pw. Wniebowzięcia NMP w Nysie jest orientowany, z odchyleniem ku północy. Stworzony został w formie trójnawowej i trójprzęsłowej bazyliki, typowej dla architektury jezuickiej, w stylu barokowym. Wystrój i wyposażenie są późnobarokowe, w szczególności organy, ołtarze w kaplicach bocznych, ambona, konfesjonały oraz ławy. Kościół jest murowany z cegły na zaprawie wapiennej oraz z kamienia, otynkowany.

Frontowa elewacja od strony Rynku Solnego (elewacja zachodnia) podzielona jest zdwojonymi pilastrami na trzy części, z lekko występującą ku przodowi częścią środkową. Dwie trójkondygnacyjne, kwadratowe wieże znajdują się w przedłużeniu bocznych kaplic. Wejście główne do świątyni poprzedza portyk stanowiący główną część fasady, który wsparty jest na dwóch parach kolumn o porządku korynckim. Na portyk prowadzą dwubiegowe schody z kamiennymi balustradami tralkowymi.

Fasada podzielona jest na dwie, a w partii wież – na trzy kondygnacje wyodrębnione porządkami pilastrów. W dolnej kondygnacji wież są one toskańskie, w drugiej są jońskie, natomiast w trzeciej – korynckie. Okna dolnej kondygnacji fasady są zamknięte odcinkowo i zwieńczone wygiętymi gzymsami, natomiast duże okno w osi środkowej w środkowej kondygnacji zamknięte jest półkoliście i obramowane parami kolumn korynckich wspierających trójkątny przyczółek. Dolna kondygnacja zwieńczona jest fryzem tryglifowym. W zwieńczeniu środkowej części fasady znajduje się fryz o dekoracji roślinnej, a ponad nim odcinkowy przyczółek. Okna trzeciej kondygnacji wież zamknięte są półkoliście, z trójkątnymi przyczółkami. Nad nimi znajdują się akantowe fryzy.

W skrajnych częściach fasady, w niszach muszlowych zwieńczonych trójkątnymi przyczółkami w dolnym poziomie oraz z obramieniami uszatymi w górnym poziomie, umieszczone zostały cztery rzeźby przedstawiające postacie świętych, wykonane z drewna na początku XVIII wieku. Przedstawiają one Ignacego Loyolę, Franciszka Ksawerego, Karola Boromeusza oraz Ferdynanda Kastylijskiego. Obecnie dwie ostatnie (dolne) figury zostały poddane konserwacji w Muzeum Powiatowym w Nysie oraz w Centrum Konserwacji przy PWSZ w Nysie.

Elewacje boczne zdobione są parami pilastrów na wysokich cokołach oraz przyczółkami zwieńczającymi obramowania okienne znajdujące się na trzech kondygnacjach. Okna w emporach i nawie głównej zamknięte są odcinkowo, natomiast w kaplicach – półkoliście.

Dach główny wykonano jako dwuspadowy, z wyjątkiem półkolistego prezbiterium, obecnie pokryty jest blachą. Nawy boczne nakryte są dachami pulpitowymi, kruchta – dachem dwuspadowym, natomiast wieże, połączone odcinkowym naczółkiem, zwieńczone są latarniami i hełmami. Początkowo wieże przykryte były hełmami podobnymi do dzisiejszych, lecz podczas pożaru w 1807 roku kościół częściowo spłonął, a wraz z nim hełmy. Dachy wież były płaskie aż do lat sześćdziesiątych

The church building is oriented with a slight deviation to the north. It is a three nave and three bay basilica, typical of Jesuit Baroque architecture. The interior decoration and furnishings, including the organ, altarpieces in side chapels, the pulpit, confessionals and pews, are late Baroque. The building is constructed of brick and stone on lime mortar. Walls are finished with plaster.

The front façade on the side of the Rynek Solny (the west façade) is divided into three parts with double pilasters, with the central part slightly protruding. Two three-storey, square towers are located in the extensions of the side chapels. The main entrance to the church leads through a portico supported by two pairs of Corinthian columns. The portico forms the main part of the front façade. Two flights of stairs with stone banisters lead to the entrance.

Pilaster arrangements divide the central part of the façade into two storeys and into three storeys in the parts with towers. The pilasters located in the lower storey of the towers are of Tuscan order. The pilasters of the second storey are Ionic and the ones in the top storey are Corinthian. The windows situated in the lower parts of the façade are closed at the top with segmental arches and crowned with arcuate cornices. The large window in the central part of the façade is closed at the top with a semicircle and framed with pairs of Corinthian columns which support a triangular pediment. The lower part of the façade is crowned with a triglyph frieze. The central section of the facade is crowned with a frieze with plant motifs, with a segmental pediment over the top. The tower windows on the third floor are closed at the top with semicircles with triangular pediments. Acanthus friezes are located above them.

Shell-headed niches are situated in the side sections of the façade. The niches located in the lower part of the façade are crowned with triangular pediments and the ones located higher up are decorated with winged framings. Four wooden statues dating back to the beginning of the 18th century are situated in the niches. They depict St Ignatius of Loyola, St Francis Xavier, St Charles Borromeo and St Ferdinand of Castile. These last two statues (from the bottom niches) are currently being repaired and conserved at the Poviat Museum in Nysa and the Heritage Conservation Centre at the University of Applied Sciences in Nysa.

The side facades of the church building are decorated with pairs of pilasters with high plinths with pediments which surmount window framings of the three storeys. The windows of the nave and the matronea are closed at the top segmentally, whereas the windows of the chapels are closed with semi-circles.

The main roof is pitched, except for the semicircular presbytery. The roof is now covered with sheet metal. The aisles are covered with pent roofs, the porch with a pitched roof and the towers, which are joined with a segmental pediment, are covered with lanterns and spires. Initially, the towers were covered

XIX wieku, kiedy to nadbudowano czterospadowe dachy zwieńczone krzyżami. Dopiero na początku XX wieku, w 1907 roku, wieże zyskały swój ostateczny wygląd, który pozostał niezmieniony po dzień dzisiejszy.

Wewnątrz wieże łączy przęsło nad arkadą o półkolistym łuku, na którym znajduje się chór muzyczny. Można stąd przez podwójne drzwi przejść na taras z kamienną, tralkową balustradą ze sterczynami, znajdujący się nad portykiem. Nad drzwiami okno zwieńczone jest odcinkowym przyczółkiem z festonem. Po bokach chóru, pod wieżą południową znajduje się zamurowane dawne przejście do kolegium, natomiast pod wieżą północną – drewniana, kręcona klatka schodowa.

Nad nawami bocznymi znajdują się empory pod arkadami o spłaszczonym łuku. Kaplice boczne, rozmieszczone po obu stronach świątyni, mają kształt prostokątów o ściętych narożnikach i łączą się z nawą główną oraz prezbiterium poprzez arkady o półkolistym łuku [18]. Na emporach znajdują się balustrady tralkowe, wykonane z drewna krytego farbą imitującą marmur.

Posadzka kościoła wykonana jest z sześciokątnych, jasnożółto-szarych marmurowych płyt. Wyłamujące się, wydatne, w części marmurowe belkowanie z fryzem zdobionym motywami akantowymi opiera się na kapitelach marmurowych pilastrów dzielących ściany. Pilastry umieszczone są na wysokich marmurowych (ewentualnie stiuk) cokołach, w narożnikach i prezbiterium są zdwojone, pomiędzy arkadami kaplic parzyste, a w zamknięciu prezbiterium pojedyncze [18].

Sklepione krzyżowo oraz hemisferycznie z lunetami w zamknięciu, zamknięte półkolistą apsydą prezbiterium jest węższe od szerokiej nawy głównej i podwyższone względem niej o jeden stopień. W prezbiterium okna zamknięte są odcinkowo, a okna pierwszej kondygnacji mieszczące witraże – półkoliście. Po obu stronach prezbiterium znajdują się dwie kaplice na rzucie zbliżonym do kwadratu ze ściętymi narożnikami. Z południowej przechodzi się do usytuowanej poprzecznie, piętrowej, trójprzęsłowej zakrystii, z klatką schodową w czwartym przęśle.

W zakrystii sklepienie jest kolebkowe z lunetami. W kaplicach w nawach bocznych oraz w emporach sklepienia są kolebkowo-krzyżowe, natomiast nad nawą główną – kolebkowe z lunetami, podzielone podwójnymi pasami gurtowymi na przęsła [19].

Sklepienia, ozdobione sztukatorskimi dekoracjami oraz plafonami wypełnionymi barokowymi malowidłami z przełomu XVII i XVIII wieku wykonanymi przez Karola Dankwarta, nadwornego malarza biskupa wrocławskiego. Freski przedstawiają głównie sceny z życia Jezusa i Maryi, apoteozę Matki Bożej – przedstawienie Maryi jako Królowej Proroków, Niepokalane Poczęcie, adorację Matki Boskiej z Dzieciątkiem oraz Wniebowzięcie. W kościele brak jest fresków iluzjonistycznych, a także są one niezależne od architektury, co jest nietypowe dla okresu baroku.

Niezwykle zdobiony, rzeźbiony ołtarz główny z 1691 roku, zachowany jest tylko fragmentarycznie, gdyż

with spires similar to the ones that can be seen today, but they burnt down in 1807 during a church fire. Following the fire, the towers were covered with flat roofs until the 1860s, when hip roofs were built with crosses on top. It was not until 1907 that the tower roofs were rebuilt to give the form which has remained unchanged to the present day.

Inside the building, the towers are joined with a bay stretching over a semi-circular arcade. The choir gallery is located here. A double door leads to the outside terrace above the portico with a stone banister with pinnacles. The window located over the double door is crowned with a segmental pediment with a festoon. An old passage, which has been walled in, once led to the college, which was located on one side of the choir gallery under the south tower, whereas there is a wooden spiral staircase on the other side under the north tower.

The matronea is covered with flattened arch arcades, which are situated above the aisles. The side chapels on both sides of the building are rectangular in shape with truncated corners. They are linked to the nave and the presbytery with semi-circular arcades [18]. The matroneum banisters are made of wood and finished with a marble imitating paint.

The church flooring consists of hexagonal light yellow and grey marble tiles. The walls are decorated with prominent ornamental beams, which are partly marble with acanthus frieze. The beams are supported on marble pilaster capitals, which divide walls into sections. The pilasters are based on high marble (or stucco) plinths. The pilasters double up in the corners and in the presbytery. They are paired between the arcades of the chapels and single at the end of the presbytery [18].

The presbytery is covered with groin and hemispheric vaults with lunettes. It ends with a semi-circular apse. The presbytery is narrower than the wide nave and its floor level is raised by one step in relation to the nave floor. The presbytery windows are segmentally closed at the top. The stained-glass windows located in the lower part of the presbytery walls are closed at the top with semicircles. Two chapels are located on both sides of the presbytery. Both are based on a floorplan comprising a square with truncated corners. The south chapel leads to the two-storey, three-bay vestry, situated transversally with a staircase in the fourth bay.

The vestry is covered with a barrel vault with lunettes. The side chapels located in the aisles and matronea are covered with cross-barrel vaults and the nave is covered with a barrel vault with lunettes. The nave vault is divided by double supporting arches into bays [19].

The vaulted ceilings are ornamented with moulded decorations and plafonds with Baroque paintings by Karol Dankwart, a painter at the court of the Bishop of Wrocław. They date back to the turn of the 18th century. Frescos depict the lives of Jesus and the Virgin Mary, apotheosis of St Mary – Mary as the Queen of Prophets, Immaculate Conception, adoration of St Mary with Child and the Assumption. There are no

częściowo spłonął podczas pożaru w 1807 roku. Uzupełnienia zniszczonego ołtarza, grupa apostołów, zostały wykonane w 1860 roku przez E.A. Afingera. Srebrne tabernakulum, wykonane przez nyskiego złotnika Jana Franciszka Hartmana na początku XVIII wieku, zachowało się do dziś [19].

Z uwagi na wieloletnie zaniedbania spowodowane brakiem wystarczających funduszy wiele elementów konstrukcyjnych i wykończeniowych (szczególnie elewacji) kościoła wymaga natychmiastowej interwencji remontowej i konserwatorskiej. Aby wykonać prace konserwatorskie i remontowe na zabytku tej klasy, w pierwszej kolejności należy ocenić jego techniczny stan zachowania. W związku z szerokim zakresem planowanych prac należy w pierwszej kolejności wykonać niezbędne ekspertyzy konstrukcyjne i konserwatorskie, opracować dokładną inwentaryzację obiektu (wraz z inwentaryzacją konstrukcyjną 3D) oraz przygotować program prac konserwatorskich i projekt budowlano-konserwatorski remontu kościoła.

INWENTARYZACJA KONSTRUKCJI KOŚCIOŁA

W celu wykonania dokładnej inwentaryzacji konstrukcyjnej kościoła postanowiono wykonać skan laserowy 3D oraz porównać efekty inwentaryzacji tego rodzaju z metodą cyfrowego przetwarzania obrazów „Dense Stereo Matching".

Do pozyskania chmury punktów (ryc. 6) użyto skanera Faro X130, który uzyskuje zasięg do 130 m oraz dokładność pomiaru odległości ±2 mm. Zakres skanowania skanera wynosi 360° w poziomie i 305° w pionie. Podczas pomiaru wykonano 17 skanów i pozyskano ponad 230,6 mln punktów wewnątrz i na zewnątrz mierzonego obiektu. Proces łączenia skanów przeprowadzono w programie Faro Scene 5.5.3, do któ-



Ryc. 6. Chmura punktów
Fig. 6. A cloud of points

illusionistic frescos in the church and the frescos are independent of the architecture, something which is rare in Baroque art.

An extremely ornate, carved wooden High Altar dating back to 1691, has been preserved only in fragments, as it was partly destroyed in the fire in 1807. Damaged elements of the altarpiece, including a group of Apostles, were replaced in 1860 by E.A. Afinger. The silver tabernacle made by Jan Franciszek Hartman, a goldsmith from Nysa, at the beginning of the 18th century, has been preserved [19].

Numerous structural and finishing elements of the church building (especially the façades) require immediate repair and conservation intervention due to a long period of insufficient maintenance associated with shortage of necessary funding. Any conservation and repair work on a heritage building of this class and value needs to be preceded by an assessment of its technical condition. As the planned intervention will cover a wide range of issues, it is necessary to undertake structural and conservation analyses and surveys of the building, along with a detailed inventory (including a 3D structural inventory) as a basis for developing a comprehensive programme of conservation work, which must include building and conservation plans for the church renovation.

INVENTORY OF THE STRUCTURE OF THE CHURCH BUILDING

A 3D laser scan of the church was used to prepare a detailed inventory of the building structure. The results obtained were then compared to the results obtained using the 'Dense Stereo Matching' method for digital processing of images.

A faro X130 scanning device was used to obtain a cloud of points (fig. 6). The device has a working range of up to 130 m and can measure the distance with a precision of ±2 mm. The scanning range of the device is 360° horizontally, 305° vertically. During the measurement process, 17 scan images were taken and more than 230.6 million points were recorded inside and outside the building under investigation. The process of merging the scans was carried out using the Faro Scene 5.5.3 software. 20 cm reference spheres were used in the process. After this, the merging was improved using a 'cloud to cloud' algorithm.

The photographs for the DSM method were taken with a PENTAX K-5 camera with a fixed focal length of 50 mm and a 4928 × 3264 resolution. 196 photographs of the church building interior were taken and 146 photographs of its two external walls from the outside. Processing the image data into a cloud of points was carried out using AgiSoft software. Two separate models – of the building's exterior (fig. 7) and its interior (fig. 8) were obtained as a result.

The clouds of points obtained from the photographs were then subjected to geo-referencing in



Ryc. 7. Chmura punktów ze zdjęć – model zewnętrzny

Fig. 7. A cloud of points obtained from photographs – the exterior model



Ryc. 8. Chmura punktów ze zdjęć – model wewnętrzny

Fig. 8. A cloud of points obtained from photographs – the interior model

rego wykorzystano 20-centymetrowe kule referencyjne, a następnie poprawiono ich połączenie algorytmem „chmura do chmury".

Zdjęcia do DSM wykonano kamerą PENTAX K-5 o stałej ognikowej 50 mm w rozdzielczości 4928 × 3264. Pozyskano 196 zdjęć wewnątrz budynku oraz 146 zdjęć dwóch ścian zewnątrz budynku. Proces przetwarzania danych obrazowych do chmury punktów przeprowadzono w programie AgiSoft. Wynikiem przetwarzania były dwa niezależne modele na zewnątrz (ryc. 7) i wewnątrz budynku (ryc. 8).

Otrzymane chmury punktów ze zdjęć poddano georeferencji na podstawie 4 punktów naturalnych z modelu ze skaningu laserowego oraz poddano je filtracji i analizie dokładności, poprzez obliczenie modelu różnicowego, w którym dane ze skanowania przyjęto za referencyjne. Macierz transformacji oraz błąd georeferencji zapisano w tab. 1 i wynosi 0,018 m dla modelu zewnętrznego oraz 0,066 m dla modelu wnętrza, natomiast wyniki analizy zawarto w tab. 2 oraz na ryc. 9–12, na których przedstawiona jest wizualizacja oraz rozkład błędu. Po wstępnej analizie ograniczono błąd maksymalny do 10 cm w celu lepszej wizualizacji jego rozkładu.

Tab. 1. Zestawie danych z transformacji modeli

	Macierz transformacji z uwzględnionym współczynnikiem skali	Błąd RMS [m]	Współczynnik skali
Model zewnętrzny	0,407 0,236 2,571 51,170 –2,58 0,182 0,39 28,430 –0,144 –2,597 0,261 –2,378 0 0 0 1	0,018	2,61369
Model wnętrza	–0,821 –0,523 –2,644 108,747 2,685 0,088 –0,851 57,155 0,240 –2,767 0,472 –6,300 0 0 0 1	0,066	2,81778

relation to four natural points derived from the laser scanning model. The steps that followed involved filtering and analysis of accuracy, with the application of a differential model, in which data obtained in the process of laser scanning were adopted as a reference. The transformation matrix and the geo-reference error are presented in table 1. The error value is 0.018 m for the external model and 0.066 m for the interior model. The results of the analysis are presented in table 2 and fig. 9–12 and depict a visualization and the error distribution. As a result of the preliminary analysis, the maximum error was limited to 10 cm in order to provide for a better visualisation of its distribution.

Table 1. Data obtained from model transformation

	Transformation matrix including the scale coefficient	RMS error [m]	Scale coefficient
External model	0,407 0,236 2,571 51,170 –2,58 0,182 0,39 28,430 –0,144 –2,597 0,261 –2,378 0 0 0 1	0.018	2.61369
Interior model	–0,821 –0,523 –2,644 108,747 2,685 0,088 –0,851 57,155 0,240 –2,767 0,472 –6,300 0 0 0 1	0.066	2.81778

The differential model was calculated using the nearest neighbour algorithm, excluding the triangulation due to the density and complexity of the cloud of points obtained from scanning. This approach generates a large error, especially in places for which no scanning data is available, such as window glazing.

Model różnicowy ze względu na gęstość chmury punktów ze skanowania oraz jej złożoność (skan wnętrza i zewnątrz) obliczono metodą najbliższego sąsiada z pominięciem trójkątowania. Skutkiem takiego podejścia jest wystąpienie dużego błędu głównie w miejscach, gdzie nie ma danych ze skanowania, a przykładem takich miejsc są szklenia okien.

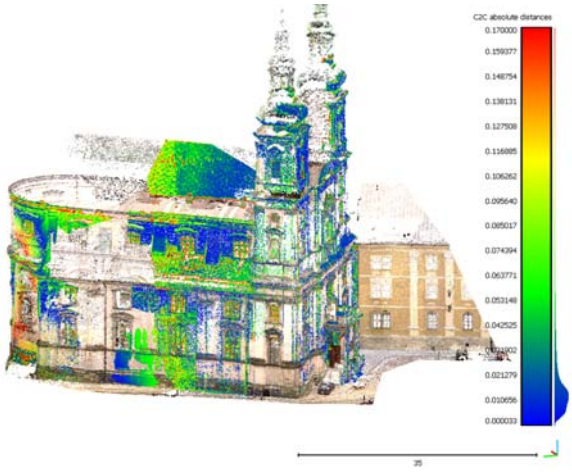
Tab. 2. Zestawienie danych z analizy dokładności modeli

	Liczba punktów	Średnia [m]	Odchylenie standardowe [m]
Model zewnętrzny	48 723 022	0,042	0,078
Model zewnętrzny maksymalny błąd 10 cm	45 483 179	0,031	0,024
Model zewnętrzny przedział błędu 0–3 cm	34 359 432	0,013	0,006
Model wnętrza	28 918 372	0,022	0,031
Model wnętrza maksymalny błąd 10 cm	27 877 399	0,017	0,016
Model wnętrza przedział błędu 0–3 cm	23 842 122	0,012	0,007

Table 2. Data obtained from the analysis of model accuracy

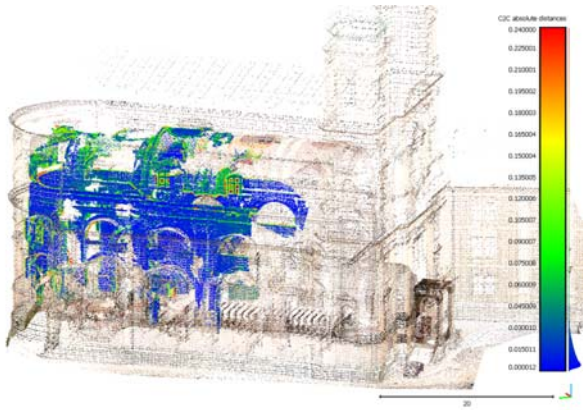
	Number of points	Mean value [m]	Standard deviation [m]
External model	48 723 022	0.042	0.078
External model maximum error 10 cm	45 483 179	0.031	0.024
External model error range 0–3 cm	34 359 432	0.013	0.006
Interior model	28 918 372	0.022	0.031
Interior model maximum error 10 cm	27 877 399	0.017	0.016
Interior model error range 0–3 cm	23 842 122	0.012	0.007

To verify the results obtained, five control points were selected on the structural elements of the building in the external model. The approximate locations of these points have been indicated with numbers in fig. 10, and they are presented in table 3.



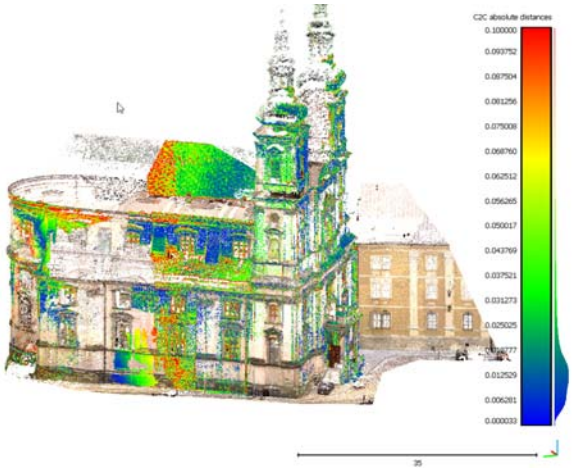
Ryc. 9. Analiza dokładności modelu zewnętrznego z rozkładem błędu

Fig. 9. Accuracy analysis of the external model with the error distribution



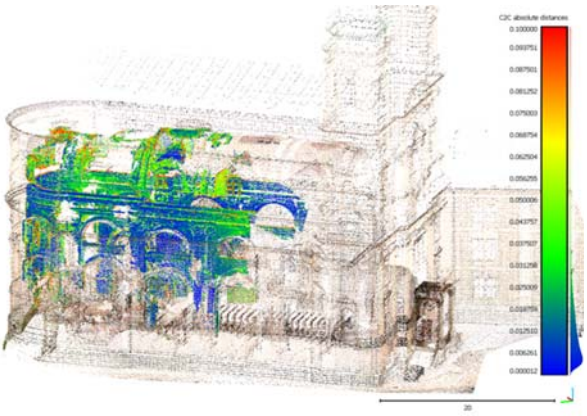
Ryc. 11. Analiza dokładności modelu wnętrza z rozkładem błędu

Fig. 11. Accuracy analysis of the interior model with the error distribution



Ryc. 10. Analiza dokładności modelu zewnętrznego z rozkładem błędu – maksymalny błąd 10 cm

Fig. 10. Accuracy analysis of the external model with the error distribution – maximum error 10 cm



Ryc. 12. Analiza dokładności modelu wnętrza z rozkładem błędu - maksymalny błąd 10 cm

Fig. 12. Accuracy analysis of the internal model with the error distribution – maximum error 10 cm

W celu sprawdzenia uzyskanych wyników wybrano 5 punktów kontrolnych umieszczonych na elementach konstrukcyjnych w zewnętrznym modelu. Przybliżone położenie punktów zaznaczono numerami na ryc. 10, a ich zestawienie w tabeli 3.

Tab. 3. Zestawienie punktów kontrolnych w modelu zewnętrznym

Punkt kontrolny	Skaning laserowy			Model zewnętrzny DSM			RMS
	X	Y	Z	X	Y	Z	
1	71,820	42,380	0,339	71,803	42,398	0,336	0,011
2	73,633	40,956	20,175	73,646	40,957	20,162	0,008
3	82,611	51,972	19,282	82,613	51,960	19,287	0,006
4	97,753	72,793	2,224	97,749	72,712	2,218	0,036
5	101,254	71,069	19,461	101,216	71,095	19,420	0,027

Na podstawie analizy punktów kontrolnych można stwierdzić, że tylna część modelu jest odkształcona (przesunięta). Może być to spowodowane niewystarczającym pokryciem i liczbą wykonanych zdjęć, następstwem czego jest brak danych na środku modelu oraz brak jego ciągłości, co wpływa na deformację. Analizując histogramy zamieszczone na ryc. 9–12 można zaobserwować, że błąd dla modelu zewnętrznego i wnętrza rozkłada się głównie w przedziale 0–3 cm co stanowi, że model zewnętrzny w tym przedziale zawiera ponad 70% wszystkich punktów, a model wnętrza ponad 82% wszystkich punktów. Dane te poddano dalszym pracom projektowym.

WNIOSKI

Inwentaryzacje wykonywane przy wykorzystaniu nowoczesnych metod pomiarowych są przydatne do wizualizacji, tworzenia rysunków i modeli 3D. Mogą się też znacznie przyczynić do dokładniejszej analizy stanu obiektów, wiarygodności pomiarów monitorujących ich zachowanie statyczne oraz dokładniejszej oceny stanu technicznego. Skaning laserowy jako aktywna metoda zbierania informacji daje bardzo dokładne wyniki pomiaru, które można wykorzystywać jako dane referencyjne do wielu opracowań. „Dense Stereo Matching" rekonstruuje modele 3D wykorzystując zdjęcia, które pozyskiwane są pasywną metodą pomiaru. Dokładność uzyskanych modeli 3D zależy od wielu czynników, między innymi pokrycia pomiędzy zdjęciami, liczby zdjęć, jakości zdjęć, oświetlenia i wielu innych. Dodatkowo w odróżnieniu do skaningu laserowego chmura punktów z DSM wymaga transformacji do metrycznego układu współrzędnych. Przewagą skaningu nad DSM jest również to, iż prace pomiarowe mogą być wykonywane w nocy, co nie jest możliwe w przypadku zdjęć. Jednak nie należy tych dwóch metod pomiaru rozpatrywać jako konkurencyjnych, a raczej jako komplementarne. Przykładem takiego wykorzystania mogą być różnego rodzaju detale lub rzeźby, reliefy itp., na których wymagana jest bardzo duża gęstość punktów, co w przypadku skanowania dużych obiektów wiąże się z wydłużonym czasem pomiaru oraz znacznymi kosztami.

Table 3. Distribution of control points in the external model

Control point	Laser scanning			DSM external model			RMS
	X	Y	Z	X	Y	Z	
1	71.820	42.380	0.339	71.803	42.398	0.336	0.011
2	73.633	40.956	20.175	73.646	40.957	20.162	0.008
3	82.611	51.972	19.282	82.613	51.960	19.287	0.006
4	97.753	72.793	2.224	97.749	72.712	2.218	0.036
5	101.254	71.069	19.461	101.216	71.095	19.420	0.027

Analysis of the control points demonstrated that the back part of the model was deformed (displaced). This might have been a consequence of the insufficient coverage and number of photographs taken, which translated into a lack of data in the central part of the model and a lack of continuity which causes the deformation. An analysis of the histograms in fig. 9–12, shows that the error for the external and internal model is distributed mainly in the 0–3 cm range, which means that the external model at this range contains more than 70% of all points and the interior model more than 82% of all points. The data has been subjected to further analysis and project work.

CONCLUSIONS

Building inventories prepared with modern measurement methods can be used to develop visualisations, design drawing and 3D models. They can also be applied in detailed analysis of the condition of buildings, reliable monitoring measurements of the static behaviour of buildings and a more accurate assessment of their technical condition. As an active method for collecting information, laser scanning allows for very accurate measurement results, which can be used as reference data in various types of documentation and surveys. The 'Dense Stereo Matching' method creates 3D models on the basis of photographs obtained through a passive measurement technique. The accuracy of the 3D models obtained depends on a number of factors, such as: photograph coverage of the building, the number of photographs taken, the quality of images, lighting and many other factors. Additionally, in contrast to laser scanning, the cloud of points obtained through the DSM method requires transformation into the metric coordinate system. Another advantage of laser scanning over the DSM method is the fact that scanning can be carried out at night, something which is not possible in the case of photography. These two measurement methods should not be regarded as competitive, but as complementary to one another. For example, using the DSM application should be favoured when describing the various ornamental details or statues, reliefs etc., which require a very high density of points. In such cases, the use of scanning of large objects would call for much longer time of measurement generating considerable financial costs.

Przedstawione w pracy wyniki pomiarów oraz wnioski będą w dalszym etapie pomocne w wykorzystaniu skanowania laserowego i DSM do monitoringu przemieszczeń i odkształceń budynków. W celu poprawienia dokładności na obiektach monitorowanych oraz w ich sąsiedztwie zostaną umieszczone cele pomiarowe (targety), które będą również wykorzystywane jako osnowa geodezyjna i punkty kontrolne.

The measurement results presented in the paper and the conclusions can be used as a basis for future projects involving application of laser scanning and the DSM method for the monitoring of displacement and deformation of buildings. To improve the accuracy of measurements taken, measurement targets should be placed on the buildings monitored and in their surroundings. The targets can also be used as a geodetic control network and reference points.

BIBLIOGRAFIA

[1] Kurczyński Z. Fotogrametria. PWN, Warszawa, 2014.
[2] Dukata A. Archiwum Ilustracji WN PWN SA.
[3] Höflea B., Pfeifera N. Correction of laser scanning intensity data: Data and model-driven approaches. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 2007;62(6):415-433.
[4] Filin S. Recovery of systematic biases in laser altimetry data using natural surfaces, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 2003;69(11): 1235-1242.
[5] Kager H. Discrepancies between overlapping laser scanning strips — simultaneous fitting of aerial laser scanner strips. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences 2004;35(Part B1):555-560.
[6] Lamberts K., Eisenbeiss H., Sauerbier M., Kupferschmidt D., Gaisecker T., Sotoodeh S., Hanusch T. Combining photogrammetry and laser scanning for the recording and modelling of the Late Intermediate Period site of Pinchango Alto, Papa, Peru. Journal of Archaeological Science 2007;34: 1702-1712.
[7] González-Aguilera D., Gómez-Lahoz J., Sánchez J. A new approach for structural monitoring of large dams with a three-dimensional laser scanner. Sensors 2008;8:5866-5883.
[8] Bednarz, Ł.J., Jasieńko, J., Rutkowski, M., Nowak T. Strengthening and long-term monitoring of the structure of an historical church presbytery. Engineering Structures 2014;81:62-75.
[9] Bednarz, Ł.J., Jasieńko, J., Nowak T.P. Test monitoring of the Centennial Hall's dome, Wrocław (Poland). In: SPIE Conference, Optics for Arts, Architecture, and Archaeology, Munich, Germany, 2015.
[10] Jasieńko, J., Nowak, T., Mroczek, P., Bednarz, Ł.J. Construction conservation using new technologies on the example of St. Anna's Church in Ząbkowice Śląskie. Wiadomości Konserwatorskie (Journal of Heritage Conservation) 2010;28:18-30.
[11] Buckley S.J., Howell J.A., Enge H.D., Kurz T.H. Terrestrial laser scanning in geology: data acquisition, processing and accuracy considerations. Journal of the Geological Society 2008;165: 625-638.
[12] Lowe D.G. Distinctive image features from scale-invariant keypoints. International Journal of Computer Vision 2004;60(2):91-110.
[13] Bay H., Ess A., Tuytelaars T., Van Gool L. SURF: Speeded Up Robust Features. Computer Vision and Image Understanding (CVIU) 2008;110(3): 346-359.
[14] Snavely N., Simon I., Goesele M., Szeliski R., Seitz S.M. Scene Reconstruction and Visualization From Community Photo Collections. Proceedings of the IEEE 2010;98(8):1370.
[15] Agisoft PhotoScan User Manual: Professional Edition, Version 1.2. Agisoft LLC, 2016.
[16] Sikorski M. Nysa śląskim Rzymem zwana i jej miejsce w polsko-czeskiej historii. Nyski Dom Kultury, Nysa, 2013.
[17] Kalinowski W., Trawkowski S., Morelowski M. Ryciny w „Topografii Śląska" F.B. Wernhera, (Fryderyk Bernard Wernher i jego ilustrowana Topografia Śląska z lat 1744–1768, Materiały ikonograficzne do urbanistyki i architektury w zachowanych tomach „Topografii" F. B. Wernhera). Instytut Urbanistyki i Architektury, Warszawa, 1953.
[18] Chrzanowski T., Kornecki M. Katalog zabytków sztuki w Polsce. Praca zbiorowa, tom VII, Województwo opolskie, zeszyt 9, Powiat nyski. PAN, Warszawa, 1963.
[19] Kębłowski J. Nysa. Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk, 1972.

Streszczenie

W artykule wskazano na przydatność chmury punktów do inwentaryzacji zabytku na podstawie pierwszego na Śląsku jezuickiego kościoła (kościoła pw. Wniebowzięcia Najświętszej Marii Panny w Nysie).

Abstract

In the article indicated the usefulness of the cloud point to inventory heritage based on the first in Jesuit church in Silesia region (Assumption of the Blessed Virgin Mary church in Nysa).