Pomiary uszkodzeń budynku na podstawie trójwymiarowych danych ze skaningu laserowego

dr inż.
JOANNA A. PAWŁOWICZ
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
ORCID: 0000-0002-1334-5361

Naziemny skaning laserowy 3D jest nowoczesną technologią pomiarową, dzięki której można szybko uzyskać zbiór danych o obiekcie. Praca skupia się na przedstawieniu problematyki wykorzystania naziemnego skanera laserowego 3D do zebrania danych w celu identyfikacji i pomiaru uszkodzeń budynku zabytkowego.

Obiekt budowlany rozpatruje się, uwzględniając wszystkie etapy cyklu życia, począwszy od pomysłu, a kończąc na jego rozbiórce. Jednym z etapów w cyklu życia jest eksploatacja oraz utrzymanie obiektu. Zarządca musi o niego dbać i utrzymać w należytym stanie technicznym. W celu poprawienia estetyki oraz bezpieczeństwa budynku planuje się i przeprowadza remonty. Jeżeli zaś obiekt wymaga poprawy funkcjonalności lub dostosowania do potrzeb jego użytkowników, konieczna może być modernizacja albo przebudowa [1]. W tym celu niezbędne jest zinwentaryzowanie budynku i zdiagnozowanie uszkodzeń. Prawidłowa ocena umożliwia zaplanowanie robót remontowych. Skanery laserowe 3D pozwalają na szybkie pozyskanie informacji o budynku. Chmura punktów, będąca efektem takiego pomiaru, niesie ze sobą informacje o geometrii budynku, jego strukturze i stanie. Dane skaningowe są często wykorzystywane w inżynierii odwrotnej, gdzie pomierzony obiekt zostaje odtworzony w wirtualnej rzeczywistości. Model cyfrowy zbudowany na podstawie chmury punktów, odpowiednio przygotowany i sparametryzowany, może stanowić podstawę do budowy modelu BIM [2].

Problematyka oceny stanu budynku metodą TLS

Na budynki działają różne procesy destrukcyjne zależne od czynników zewnętrznych oraz upływającego czasu. Czynniki wpływające na stan budynku to m.in.: atmosferyczne, związane z organizmami żywymi czy działalnością człowieka [3].

Aby przystąpić do remontu obiektu zabytkowego, należy wykonać jego inwentaryzację i brakującą dokumentację. Można do tego użyć skanera laserowego, który zbierze dane w formie chmury punktów 3D. Metoda naziemnego skaningu laserowego (TLS, z ang. *Terrestrial Laser Scanning*) pozwala na wykonanie kompleksowych pomiarów budynku, w efekcie których otrzymuje się chmurę punktów. Punkty są odwzorowaniem obiektu, od którego odbiła się wiązka lasera. Każdy z nich ma przypisane współrzędne XYZ w lokalnym układzie współrzędnych skanera oraz współrzędną I, opisującą intensywność odbicia. Technologia ta pozwala na wykonanie wielobranżowych opracowań, m.in. inwentaryzacji, wizualizacji, archiwizacji znalezisk archeologicznych czy pomiarów deformacji budynków [4, 5].

Przedstawiony w pracy przykład dotyczy obiektu wybudowanego w XIX wieku. Jest on w użytkowaniu i pełni funkcję publiczną. Dlatego jego stan techniczny oraz wizualny jest ważną kwestią dla zarządcy obiektu.

W budynku zidentyfikowano ponad 31 miejsc występowania różnych uszkodzeń.

Rysunek 1. Chmura punktów – rysa nad wejściem

Fot arch. autorki

Między innymi pomierzono spękanie w środkowej części łuku nad wejściem do budynku. Zaczyna się ono na sklepieniu, następnie przecina łuk prostopadle do płaszczyzny ściany. Pomiar długości rysy po wewnętrznej stronie ściany wykonano w chmurze punktów – jej długość całkowita wynosi 1,125 m. Szerokość spękania waha się od 0,003 m do 0,146 m. Powierzchnia odprysku wynosi: 0,028 m^2. Rysunek 1. pokazuje uszkodzenie muru w chmurze punktów. Na rysunku 2. przedstawiono pomiar głębokości rysy w powiększeniu w chmurze punktów – wynosiła ona 0,224 m.

Zinwentaryzowane uszkodzenia sugerują, że budynek ulega rozdzieleniu na dwie części. Powodem tego może być zarówno źle wykonany fundament, jak również prowadzone w jego pobliżu roboty drogowe.

Wnioski

Przedstawiony w pracy proces badawczy potwierdza, że metoda TLS może wspomagać identyfikację i umożliwiać pomiary uszkodzeń budynków. Pomiary spękań występujących np. nad oknami byłyby trudne i niebezpieczne do wykonania. Wykonując pomiary klasycznymi metodami, konieczne byłoby użycie drabiny czy rusztowania, a to niesie za sobą niebezpieczeństwo upadku. Co więcej, przeprowadzone badania potwierdzają, że pomiary przy użyciu skanera dają wyniki bardzo dokładne. Jest to urządzenie, które zbiera wiele danych mogących posłużyć np. do utworzenia modelu BIM. Wynikiem użycia skanera 3D i specjalistycznych programów komputerowych jest bogatsza, dokładniejsza i bardziej czytelna dokumentacja obiektu.

Niniejsza praca jest dowodem na to, że tworzenie dokumentacji stanu technicznego budynku przy wykorzystaniu technologii laserowego skaningu naziemnego 3D ma mnóstwo zalet. Rozwój przemysłu budowlanego jest uzależniony od stosowania w pełnym zakresie wszystkich nowoczesnych technologii, takich jak naziemny skaning laserowy. Należy wykorzystywać nowoczesne technologie w codziennej pracy, które ją ułatwią i przyspieszą osiągnięcie zamierzonego celu.

Literatura

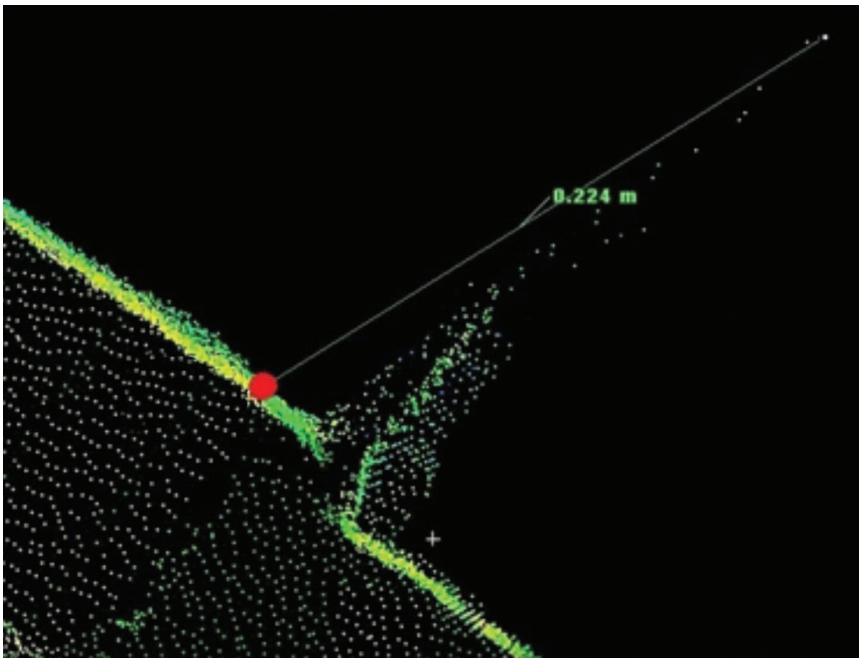
[1] Szafranko Elżbieta, 2017, Określanie czynników oceny inwestycji budowlanej w ramach procedury LCA, „Materiały Budowlane" 542 (10). DOI 10.15199/33.2017.10.22.

[2] Pawłowicz Joanna A., Nakielska Magdalena, 2018, Modelowanie budynków z danych skaningowych 3D na potrzeby Building Information Modeling, „Materiały Budowlane" 554 (10). DOI 10.15199/33.2018.10.34.

[3] Zapłata Rafał, 2015, Zastosowanie naziemnego skanowania laserowego w dokumentacji zabytkowych fundamentów ratusza w Radomiu [w:] Zapłata Rafał (red.). Cyfryzacja w naukach o przeszłości i ochronie zabytków – digitalizacja i nieinwazyjne badanie dziedzictwa kulturowego in situ. Wydawnictwo Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie, Warszawa, s. 19–41.

[4] Kuzia Kamila, 2016, Application of airborne laser scanning in monitoring of land subsidence caused by underground mining expoloitation [w:] Maciaszek J. (red.). Czasopismo Geoinformatica Polonica. Polska Akademia Umiejętności, Kraków, s. 7–13.

[5] Zygmunt Maria, Bilka Pelagia, 2014, Application of Terrestrial Laser Scanning to the assessment of a dam construction. "Acta Scientiarum Polonorum. Formatio Circumiectus", 13(3), 115.



Rysunek 2. Pomiar głębokości spękania muru w chmurze punktów

DOI: 10.5604/01.3001.0014.1447

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA
Pawłowicz Joanna A., 2020, Pomiary uszkodzeń budynku na podstawie trójwymiarowych danych ze skaningu laserowego, „Builder" 06 (275). DOI: 10.5604/01.3001.0014.1447

Streszczenie: Naziemny skaning laserowy 3D (ang. *Terrestrial Laser Scanning*) jest nowoczesną technologią pomiarową, dzięki której można szybko uzyskać zbiór danych o obiekcie. Otrzymane informacje są bardzo szczegółowe, dzięki czemu zakres ich zastosowania jest szeroki. Skanery laserowe świetnie sprawdzają się w inwentaryzacji i identyfikacji uszkodzeń obiektu. Wykonanie takich analiz i określenie ich zasięgu odbywa się dzięki wykorzystaniu trójwymiarowej chmury punktów. W procesie postprocessingu można odczytać np. długości spękania w murze bez dodatkowych pomiarów w terenie. To daje pogląd na stan techniczny budynku. Na podstawie tych informacji można zaplanować prace remontowe.
Utrzymanie obiektów jest jednym z etapów w cyklu życia budynku. Zaś chmura punktów stanowi podstawę do wykonania modelu budynku 3D. Może on posłużyć do opracowania modelu BIM tego obiektu. Praca skupia się na przedstawieniu problematyki wykorzystania naziemnego skanera laserowego 3D do zebrania danych w celu identyfikacji i pomiaru uszkodzeń budynku zabytkowego.

Słowa kluczowe: chmura punktów 3D, cykl życia budynku, BIM, ocena stanu technicznego budynku

Abstract: BUILDING DAMAGE MEASUREMENTS BASED ON THREE-DIMENSIONAL DATA FROM LASER SCANNING. Terrestrial Laser Scanning 3D is a modern measurement technology that allows you to quickly obtain data about an object. Laser scanners are great for inventory and identification of object damage. The analysis is carried out thanks to the use of a three-dimensional point cloud. In the postprocessing process, you can read, e.g. crack lengths in the wall, without additional field measurements. It gives an overview of the technical condition of the building. Building maintenance is one of the stages in a building's life cycle. And the point cloud is the basis for making a 3D building model. It can be used to develop the BIM model of this object. The work focuses on presenting the issues of using a 3D terrestrial laser scanner to collect data to identify and measure damage to a historic building.

Keywords: 3D point cloud, building life cycle, BIM, building technical condition assessment