

Skaning 3D jako metoda inwentaryzacji rewitalizowanych obiektów – studium przypadku XIX-wiecznych Młynów Rothera w Bydgoszczy



mgr inż.

DARIA JASIŃSKA

Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Politechnika Bydgoska
im. J.J. Śniadeckich
ORCID: 0000-0002-9075-795X



dr hab. inż.

MACIEJ DUTKIEWICZ, PROF. UCZELNI

Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Politechnika Bydgoska
im. J.J. Śniadeckich
ORCID: 0000-0001-7514-1834

Artykuł pokazuje zalety skaningu 3D w modernizacji obiektów o znaczeniu historyczno-architektonicznym jako precyzyjnej i szerokiej metody inwentaryzacji istniejących obiektów. Jako przykłady przywołano obiekty takie jak katedra Notre Dame w Paryżu oraz Młyny Rothera w Bydgoszczy, których wybrane widoki skanowanych modeli zamieszczono w artykule. Zwrócono uwagę na perspektywę konieczności posiadania cyfrowego bliźniaka tychże obiektów, zarówno w kontekście zarządzania obiektami, jak i ich modernizacji czy rewitalizacji.

Innowacyjne rozwiązania technologiczne mają coraz większe znaczenie w budownictwie. Wspomagają one procesy związane nie tylko z projektowaniem, ale również z wykonawstwem. Za Marią Szruba [1]: stanowią one również główne źródło zwiększenia wydajności procesów budowlanych. Obecnie coraz częściej rewitalizacji poddawane są budynki zabytkowe, które są przebudowywane tak, aby zaadaptować je do zmieniających się oczekiwań społeczeństwa [2]. Modernizacja tego szczególnego rodzaju obiektów to proces, który w początkowej fazie wymaga dokonania analizy stanu technicznego i kompleksowego zinventaryzowania budynku. Obiekty historyczne zazwyczaj nie mają cyfrowej dokumentacji projektowej, która aktualnie coraz częściej stanowi podstawowy element projektowania. Coraz większe znaczenie przy projektowaniu ma wizualne opracowanie trójwymiarowych, przestrzennych modeli oraz wykonywanie pomiarów laserowych, wspomagających opracowanie przestrzeni trójwymiarowej. Opracowanie cyfrowych modeli 3D obiektów, wdrażane przy nowych przedsięwzięciach inwestycyjnych, nie powinno zaniedbywać konieczności cyfryzacji istniejących obiektów i ich otoczenia. Sporządzenie modeli 3D dla istniejących obiektów to również spory krok w kierunku automatyzacji zarządzania budynkami i monitorowania ich stanu technicznego. Ponadto, korzystając z tak opracowanego „cyfrowego bliźniaka” obiektu, możliwe jest przeprowadzanie różnorodnych symulacji numerycznych [3]. W przypadku odbudowy, rewitalizacji czy modernizacji obiektów istniejących o złożonej architekturze wykorzystanie bardziej

zautomatyzowanych metod, takich jak generowanie modeli opartych na narzędziach do tworzenia obrazów fotograficznych lub technologii skanowania 3D, przynosi znaczące korzyści, takie jak szybkość, dokładność wykonywania pomiarów oraz możliwość wdrożenia technologii BIM [4], [5]. Takie podejście przedstawia w jednym ze swoich opracowań Markowski [6], jednocześnie wnioskując, iż wybór innej technologii do pomiarów inwentaryzacyjnych budynków zabytkowych może być rozwiązaniem przestarzałym.

Cyfrowy bliźniak istniejącego obiektu

Proces tworzenia cyfrowego odwzorowania obiektu polega na gromadzeniu danych w bazie, które tworzą model zawierający wszystkie istotne informacje dotyczące tego obiektu. Ten utworzony model jest wypełniony kluczowymi danymi związanymi z analizowanym obiektem i umożliwia skuteczne utrzymanie i zarządzanie nim. Cyfrowy bliźniak powinien być jak najwierniejszym odwzorowaniem rzeczywistego stanu obiektu i powinien być systematycznie uaktualniany, aby zawarte w nim informacje były zawsze zgodne z wprowadzanymi zmianami. Taki model może być wykorzystywany nie tylko do celów związanych z modernizacją czy remontem obiektu, ale także do rozwiązywania bardziej złożonych problemów, takich jak planowanie ścieżek ewakuacyjnych czy analiza następczenia. Cyfrowy bliźniak umożliwia nadzór nad przebiegiem procesu budowlanego, co przyczynia się do zminimalizowania ryzyka wystąpienia błędów projektowych, wykonawczych i użytkowych [7].

Skaning laserowy – charakterystyka i wyzwania

Metoda skaningu laserowego opiera się na zależnościach związanych z odbiciem wiązki światła i odległością jej źródła do danego punktu skanowanego obiektu. Dokonano rozróżnienia między technologią skanowania laserowego a metodą wykorzystującą światło strukturalne [8]. Jeśli się porówna obie metody, pierwsze z tych rozwiązań charakteryzuje się większą precyzją i nie wymaga uprzedniego przygotowywania skanowanej powierzchni przed wykonaniem pomiaru. Stąd z reguły staje się optymalnym wyborem technologii do skanowania obiektów budowlanych. Druga z wymienionych metod jest bardziej narażona na niepowodzenie w przypadku zapylenia otoczenia, istotnej zmiany oświetlenia, występowania cieni na powierzchniach skanowanych czy ich potyskującej struktury, dlatego zaleca się odpowiednie przygotowanie otoczenia oraz obiektów poddawanych badaniom np. poprzez pokrycie specjalnymi preparatami dostępnymi w formie sprayów [8]. Skaning 3D przyspiesza proces inwentaryzowania obiektu dzięki równoczesnemu tworzeniu cyfrowego modelu budynku poprzez chmurę punktów. Skaning laserowy może obejmować zbieranie danych dotyczących płaszczyzny w dwóch lub trzech wymiarach. Następnie te dane są przetwarzane w celu utworzenia spójnego modelu, który może przyjąć formę modelu Solid (opartego na trójwymiarowej bryle), modelu Mesh (opartego na siatkach) lub modelu BIM (Building Information Model). Wybór konkretnego modelu zależy od potrzeb i celów danego projektu [9]. Wybór metody skanowania zależy zwykle od wymagań i oczekiwań użytkowników.

Każdy wynik pomiaru, niezależnie od użytych narzędzi czy zastosowanej metody, jest podatny na pojawienie się błędów pomiarowych lub niedokładności. Nie inaczej jest w przypadku skaningu 3D. Zbieranie informacji za pomocą odbijania się światła laserów od krawędzi elementów również skażone jest prawdopodobieństwem wystąpienia błędnych odczytów [10]. Na zaburzenia w zbiorze pomiarowym wpływ ma nie tylko skala obiektu, ale także złożoność krawędzi

i powierzchni czy występujących na nich nachyleń, np. w kontekście dachów. Występowanie niedokładności pomiarowych jest nieodzownym aspektem procesu pomiarowego, zwłaszcza w kontekście analizy geometrycznej. Jednakże błędy, którymi obarczone są pomiary laserowe, mają niższą wagę niż te, które mogą występować podczas pomiarów ręcznych, gdyż są one szacowane na kilka milimetrów [11], [12]. Ponadto można dokonać walidacji i przeprowadzić ocenę jakości danego punktu pomiarowego, a następnie, jeśli to konieczne, odrzucić go ze zbioru, minimalizując wpływ na całość modelu. Warto podkreślić, że im bardziej złożony obiekt, tym skanowanie 3D, pomimo możliwości występowania drobnych błędów, cechuje się większą precyzją. To czyni je preferowanym rozwiązaniem z perspektywy efektywności czasowo-finansowej, zwłaszcza w porównaniu z innymi metodami.

Przykłady zastosowania skaningu

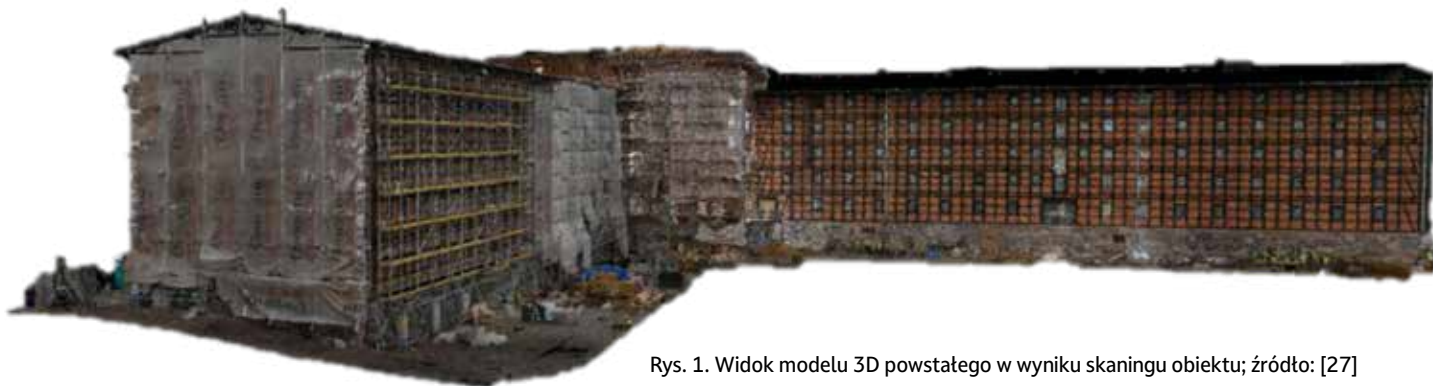
Skanowanie 3D, bazując na utworzonej chmurze punktów, pozwala na dalsze opracowanie cyfrowego modelu obiektu potrzebnego do oceny wydajności budynku oraz określeniu jego parametrów technicznych. Aspekty te są obecnie bardzo istotne pod kątem oceny energetycznej i energochłonności użytkownika obiektu [13]. Metoda skaningu laserowego w połączeniu z innymi metodami pomiarowymi pozwala na monitorowanie obiektów czy ich elementów w szerokim zakresie. Dotyczyć to może również zagadnień termicznych przegród. Analizując pomiary natężenia wiązki laserowej odbitej od mierzonej powierzchni, zarejestrowane podczas procesu skanowania, możliwe jest przeprowadzenie analiz spektralnych wilgotności mierzonych powierzchni, takich jak ściany [14]. Chmura punktów będąca rezultatem skanowania laserowego także stanowi narzędzie do oceny stanu technicznego oraz stopnia zaawansowania uszkodzeń obiektu. Dzięki niej możliwe jest zmierzenie różnych parametrów, takich jak długość rys czy szerokość spękań, co pozwala na dokładną analizę detali oraz identyfikację potencjalnych problemów strukturalnych czy deformacji. Chmura punktów staje się zatem istotnym

narzędziem w diagnostyce technicznej, umożliwiając dokładną i precyzyjną ocenę stanu konstrukcji [15].

Opracowanie chmury punktów konstrukcji może stanowić również cenne źródło dla potrzeb inwentaryzacji stanu budowy i porównania z projektem. Pozwala to na zaobserwowanie dokładności, zauważenie różnic między modelami, a przede wszystkim stanowi źródło informacji do sporządzenia dokumentacji powykonawczej niezbędnej po zakończeniu inwestycji. Jednakże tutaj szczególną uwagę należy zwrócić na układ współrzędnych skanowanych i występujących w modelu projektowym, tak aby zebrane dane podczas laserowego skanowania mogły posłużyć do porównania tych dwóch modeli [16]. Otrzymane podczas skanowania chmury punktów wymagają opracowania w postaci dowiązania georeferencyjnego skanów w celu idealnego wpasowania we współrzędne obiektu, oczyszczenia chmury z punktów bądź obszarów punktów niebędących celem tego pomiaru [17] [18]. Metoda georeferencji opiera się na korzystaniu z niezależnych pomiarów geodezyjnych w celu określenia współrzędnych punktów odniesienia, umożliwiających powiązanie ich z określonym układem odniesienia. Następnie każda z chmur punktów jest niezależnie przekształcana w jednolity układ przy wykorzystaniu pomierzonych punktów referencyjnych [19].

Skanowanie 3D zaczyna być coraz bardziej popularnym narzędziem również do inwentaryzacji pomieszczeń. Układ wnętrza budynków bardzo często zmienia swój wygląd i formę na przestrzeni lat, dlatego też aktualizacja dokumentacji stanu faktycznego obiektu przy wykorzystaniu tradycyjnych technik jest zadaniem dość czasochłonnym. Naziemny skaning laserowy jako metoda inwentaryzacji jest szczególnie optymalny w przypadku budynków, które są obiektami wielopiętrowymi z klatkami schodowymi i powierzchniami pomieszczeń biurowych czy konferencyjnych. Rozmiar i złożoność obiektu oddziałują tutaj na korzyść przewagi rozwiązania skaningu względem technik ręcznych pomiarów [20].

W kontekście wykorzystania skaningu naziemnego istotne jest również jego



Rys. 1. Widok modelu 3D powstałego w wyniku skaningu obiektu; źródło: [27]



Rys. 2. Widok modelu 3D Młynów Rothera; źródło: [27]

zastosowanie w badaniu powierzchni terenu oraz analizie deformacji. Badania gruntu są kluczowym elementem mającym wpływ na stabilność obiektu. Podczas skanowania można wygenerować model przestrzenny 3D terenu, który może być przydatny w procesie projektowania czy także przygotowywania dokumentacji geotechnicznej w postaci przekrojów gruntu czy rzutów powierzchni. Wykonanie takiego skanu w jednym miejscu kilkakrotnie na przestrzeni czasu pozwala na obserwację osiadania, zmian powierzchni terenu itd. Pozwala na porównywanie i obserwację intensywnej pracy gruntu, co może mieć istotny wpływ na projektowanie posadowienia obiektu. Jest to też cenne rozwiązanie przy obserwacji zboczy bądź klifów, na których to posadowione są obiekty historyczne [21].

Skaning laserowy z uwagi na dokładność wykonywanych pomiarów odnajduje zastosowanie również w geodezji naziemnej. Wykorzystywany jest do pomiarów rzeźb terenów, objętości hałd i mas ziemnych czy monitorowania obiektów podziemnych, takich jak jaskinie czy wyrobiska podziemne bądź chodniki kopalniane [22]. To zastosowanie ma duże

znaczenie na terenach górniczych i wydobywczych, gdyż może posłużyć się do obserwacji zjawisk ruchów mas ziemnych bądź przewidzieć potencjalne odtamy skalne, co wpływa na poprawę bezpieczeństwa osób eksploatujących te obszary. Zastosowanie takiego podejścia umożliwia monitorowanie nie tylko obszarów sąsiadujących z działalnością górniczą, lecz także terenów, które obecnie zostały przeznaczone pod zabudowę, w celu monitorowania zmian geologicznych oraz prognozowania potencjalnego wystąpienia zapadlisk w danym regionie.

Skanowanie 3D stanowi niemal doskonałe rozwiązanie inwentaryzacyjne, zwłaszcza w przypadku obiektów zabytkowych. Jest to spowodowane między innymi brakiem niekorzystnego wpływu na strukturę zabytku, wynikającym z bezinwazyjności tej metody. Trójwymiarowe odwzorowania punktów otrzymane przy użyciu skanów laserowych pozwalają na zaimplementowanie ich do oprogramowania BIM, co w znaczny sposób usprawnia procesy projektowania nowych koncepcji i analizy obiektu. Daje to również możliwość przeanalizowania różnych wariantów

rozwiązań konstrukcyjnych czy architektonicznych, co wpływa na dobór optymalnego rozwiązania. Jest to bardzo istotne w kwestii projektowania modernizacji bądź wzmocnień obiektów o charakterze zabytkowym, ponieważ następuje konieczność pogodzenia nowoczesności z zabytkową formą tychże obiektów. Podczas projektowania rewitalizacji czy odbudowy laserowy obraz cyfrowy stworzono dla wielu cennych architektonicznie obiektów, zarówno w Polsce, jak i na świecie. Inwentaryzacji za pomocą skaningu laserowego poddane zostało również wiele obiektów o znaczeniu historycznym bądź zabytkowym, takich jak pałace, folwarki, wieże czy kościoły. Opracowywanie dokumentacji i gromadzenie informacji na temat takich obiektów staje się bardzo istotne w przypadku ich zniszczenia i potrzebę rekonstrukcji zdestawowanych fragmentów. Wybrany przykładem i potwierdzeniem tego może być studium przypadku katedry Notre Dame w Paryżu.

Francuską świątynię poddano skanowaniu zarówno z zewnątrz, jak i wewnątrz, w 2015 roku z inicjatywy historyka Andrew Tallona [11]. Po zaledwie 4 latach cyfrowy model katedry okazał się mieć niebagatelne znaczenie, podczas gdy sam obiekt w 2019 roku w znaczącym stopniu ucierpiał w wyniku pożaru. Dzięki temu, że obiekt miał cyfrowe odwzorowanie w postaci chmury punktów, można było niezwłocznie planować przywrócenie wyglądu katedry do jej pierwotnego stanu. Jest to z pewnością potwierdzenie ogromnej dokładności stosowania skaningu laserowego do tworzenia modeli 3D obiektów [6], [7], [20], [23], [24].

Skaning laserowy Młynów Rothera – charakterystyka obiektu

Młyny Rothera to kompleks obiektów o powierzchni ponad 12 tys. mkw., którego budowa, jak donosi opracowanie Sochaczewskiego [25], rozpoczęła się w 1846 r. i trwała zaledwie 3 lata. Usytuowany jest w samym sercu miasta Bydgoszcz – na Wyspie Młyńskiej – a jego twórcą był inżynier Fridrich



Rys. 3 Widok skanu wnętrza Młynów Rothera; źródło: [27]

Wulff. Obiekt przez dekady zmieniał właścicieli, prywatnych i państwowych, aż do 2013 roku, od którego to należy on do miasta Bydgoszcz. Zmiana ta przyczyniła się do wprowadzenia planów rewitalizacji kompleksu. Jak powszechnie wiadomo, takie zamierzenia wymagają przeprowadzenia dokładnej inwentaryzacji obiektu. W 2018 roku rozpoczęto wdrażanie w życie nowej koncepcji architektonicznej, które poskutkowało ukończeniem przebudowy w 2021 r. Realizacją inwestycji zajęła się firma Budimex SA, która to we współpracy zespołu BIM Biura Technicznego opracowała cyfrowy model obiektu, bazując na wykonanym skanie wszystkich pomieszczeń budynków wchodzących w kompleks Młynów Rothera [26]. Rysunki 1–3. przedstawiają obraz będący efektem skaningu 3D.

Podsumowanie

Stworzenie modelu 3D istniejącego obiektu za pomocą technologii skanowania 3D stanowi rozwiązanie optymalne, ponieważ pozwala na stosunkowo szybkie opracowanie precyzyjnego modelu geometrycznego obiektu. Wykorzystanie tej metody redukuje początkowe etapy procesu gromadzenia informacji o budynku i zinventaryzowaniu jego przestrzeni. Skanowanie 3D reprezentuje niemal idealne rozwiązanie inwentaryzacyjne, zwłaszcza w przypadku obiektów zabytkowych. Jednym z głównych atutów tej technologii jest jej bezinwazyjność, co oznacza, że nie wpływa ona negatywnie na strukturę zabytku, co stanowi szczególnie istotny aspekt tego podejścia. Proces opracowywania dokumentacji oraz gromadzenia informacji o takich obiektach nabiera szczególnego znaczenia w sytuacji ich zniszczenia, gdy konieczna staje się rekonstrukcja uszkodzonych fragmentów. Rozwój technologiczny i zależności rozwiązań cyfrowych w budownictwie rozwijają się na tyle dynamicznie, że na przestrzeni kilku dekad może się okazać standardem posiadanie trójwymiarowego modelu nie tylko obiektu, ale i globalnie miasta.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Szruba M., 2021, Nowoczesne technologie i innowacje zmieniają budownictwo, „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne”, t. 3, s. 36–52.
- [2] Affelt W.J., 2009, Estetyka zabytku budownictwa jako wyzwanie dla jego adaptacji, [w:] B. Szymgin (red), Adaptacja obiektów zabytkowych do współczesnych funkcji użytkowych, Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Międzynarodowa Rada Ochrony Zabytków ICOMOS, Politechnika Lubelska, Warszawa – Lublin, s. 7–18.
- [3] <https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/pdfs/aec-demystifying-digital-twin-ebook-pl-1.pdf> (dostęp: 27.09.2023).
- [4] Jasińska D., Dutkiewicz M., 2023, Building information modelling in the education of students at the faculty of civil and environmental engineering and architecture of Bydgoszcz University, [w:] Challenges of sustainable development and Building Information Modelling, red. M. Dutkiewicz, Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Bydgoskiej, ISBN: 978-83-66530-90-4.
- [5] Lamparski T., Dutkiewicz M., 2023, Application of building information modelling in analysis of structures exposed to static and dynamic loads, [w:] Challenges of sustainable development and Building Information Modelling, red. M. Dutkiewicz, Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Bydgoskiej, ISBN: 978-83-66530-90-4.

- [6] Markowski H., 2020, Zastosowanie skanowania laserowego 3D w inwentaryzacji budynków zabytkowych, „Builder”, nr 6 (275), DOI: 10.5604/01.3001.0014.1378.
- [7] Borkowski A.S., Maroń M., 2023, Zastosowanie cyfrowego bliźniaka w zarządzaniu obiektem użyteczności publicznej – studium przypadku przedszkola w gminie Secemin, Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, DOI: 10.5604/01.3001.0053.6016, „Builder”, nr 6 (311), s. 8–14.
- [8] <https://cadxpert.pl/case-study/jak-dziala-skener-3d-i-jakie-je-st-zastosowanie-tych-urzadzen-wszystko-co-musisz-wiedziec-o-skenerach-3d/> (dostęp: 17.02.2023).
- [9] Gimenez L., Hippolyte J.-L., Robert S., Suard F., Zreik K., 2015, Review: reconstruction of 3D building information models from 2D scanned plans, „Journal of Building Engineering”, vol. 2, s. 24–35, ISSN 2352-7102, DOI: 10.1016/j.jobe.2015.04.002.
- [10] Elberink S.O., Vosselman G., 2011, Quality analysis on 3D building models reconstructed from airborne laser scanning data, „ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing”, vol. 66, issue 2, s. 157–165, ISSN 0924-2716, DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2010.09.009.
- [11] <https://www.youtube.com/watch?v=Jai29udFMk&t=131s> (dostęp: 17.02.2023).
- [12] Pilecki R., 2012, Zastosowania naziemnego skanera laserowego, „Czasopismo Techniczne. Mechanika”, r. 109, z. 26, s. 9–M.
- [13] Cepurnaitė J., Ustinovicus L., Vainoras M., 2017, Modernization with BIM technology through scanning building information, „Procedia Engineering”, vol. 208, s. 8–13, ISSN 1877-7058, DOI: 10.1016/j.proeng.2017.11.014.
- [14] Zaczek-Peplinska J., Kowalska M.E., Łapiński S., Grzyb M., 2020, Multi-temporal survey of diaphragm wall with terrestrial laser scanning method, „Open Geosciences”, vol. 12, no. 1, s. 656–667, <https://doi.org/10.1515/geo-2020-0101>.
- [15] Pawłowicz J., 2020, Pomiar uszkodzeń budynku na podstawie trójwymiarowych danych ze skaningu laserowego, „Builder”, nr 6 (275), s. 28–29.
- [16] Wenxiao S., Wang J., Jin F., Li G., Xu F., 2023, Intelligent Construction Monitoring Method for Large and Complex Steel Structures Based on Laser Point Cloud, „Buildings” 13, no. 7, s. 1749. DOI: 10.3390/buildings13071749.
- [17] Nowak P., Roston J., Romatowski K., 2022, Wykorzystanie skaningu laserowego i chmur punktów na budowie. Część I, „Przeгляд Budowlany”, nr 93, s. 5–6.
- [18] Romatowski K., 2023, Modernizacja i przebudowa Szpitala Bielańskiego w Warszawie, „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne”, nr 2, s. 8–11.
- [19] Kowalska M., 2021, Opracowanie metodyki przetwarzania danych z naziemnego skaningu laserowego w pomiarach kontrolnych obiektów inżynierskich, PhD Thesis. Department of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Systems.
- [20] Kraszewski B., 2012, Wykorzystanie naziemnego skaningu laserowego do inwentaryzacji pomieszczeń biurowych, „Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji”, vol. 23, s. 187–196, ISSN 2083-2214 | ISBN 978-83-61576-19-8.
- [21] <https://geoport360.pl/blog/skaning-laserowy-zastosowanie-w-geodezji/> (dostęp: 17.02.2023).
- [22] <https://automatyzacja2b.pl/gospodarka/50960-cyfrowy-model-notre-dame-pozwoli-na-odbudowe-katedry> (dostęp: 17.02.2023).
- [23] Cisto-Lesicka U., Borowiec N., Marmol U., Pyka K., 2014, Analiza przydatności lotniczego skaningu laserowego do opracowania modelu budynków 3D zgodnego ze specyfikacją INSPIRE, Zarząd Główny Stowarzyszenia Geodetów Polskich, „Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji”, vol. 26, s. 39–52, ISSN 2083-2214, eISSN 2391-9477, DOI: 10.14681/afkit.2014.003.
- [24] Bucior M., Borowiec N., Jędrzychowski I., Pyka K., 2006, Wykrywanie budynków na podstawie lotniczego skanowania laserowego, „Polskie Towarzystwo Informatyki Przestrzennej”, ISSN 1731-5522, t. 4, z. 3, s. 57–70, s. 68–69.
- [25] Sochaczewski R., 2014, Młyn Rothera w Bydgoszczy. Badanie dawnego obiektu przemysłowego w kontekście architektury i technologii, https://repozytorium.biblos.pk.edu.pl/redu/resources/30106/file/suwFiles/SochaczewskiR_MlynRothera.pdf (dostęp: 17.02.2023).
- [26] <https://m.budimex.pl/pl/o-budimex/aktualnosci/budimex-zakonczyl-prace-przy-kompleksie-mlyny-rothera-w-bydgoszczy.html> (dostęp: 17.02.2023).
- [27] Materiały udostępnione przez Budimex SA.

DOI: 10.5604/01.3001.0054.2819

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA
Jasińska Daria, Dutkiewicz Maciej, 2024, Skanowanie 3D jako metoda inwentaryzacji rewitalizowanych obiektów – studium przypadku XIX-wiecznych Młynów Rothera w Bydgoszczy, „Builder” 02 (319). DOI: 10.5604/01.3001.0054.2819

STRESZCZENIE:

Dynamicznie rozwijająca się branża budowlana, wychodząc naprzeciw potrzebom inwestorów, przedsiębiorców i społeczeństwa jako całości, wprowadza szereg innowacji wspomagających procesy występujące podczas projektowania, realizacji i utrzymania obiektów budowlanych. Nowoczesne technologie są podstawą automatyzacji wielu procesów. W artykule skupiono się głównie na analizie skanowania 3D, prezentując przykłady już istniejących obiektów. Zwrócono uwagę na konieczność wdrożenia cyfrowego bliźniaka tychże obiektów, zarówno w aspekcie zarządzania nimi, jak i ich modernizacji czy rewitalizacji. Celem niniejszego artykułu jest akcentowanie znaczenia takiego podejścia w kontekście obiektów istniejących, zwłaszcza tych o statusie zabytkowym. Jako przykład przywołano Młyny Rothera w Bydgoszczy, których wybrane widoki skanowanych modeli zamieszczono w artykule. Artykuł przedstawia zalety skaningu 3D w modernizacji obiektów o znaczeniu historyczno-architektonicznym jako metody inwentaryzacji istniejących obiektów.

SŁOWA KLUCZOWE:

skanowanie laserowe, BIM, obiekty zabytkowe, cyfrowy model 3D, cyfrowy bliźniak

ABSTRACT:

3D SCANNING AS A METHOD FOR THE INVENTORY OF REVITALISED OBJECTS – A CASE STUDY OF THE 19TH-CENTURY ROTHER'S MILLS IN BYDGOSZCZ. The dynamically developing construction industry, in order to meet the needs, introduces a number of innovations supporting the processes occurring during the implementation and maintenance of buildings. Modern technologies are the basis for the automation of many processes. The article focuses on discussing 3D scanning on the example of existing objects. Attention was drawn to the prospect of having a digital twin of these facilities, both in the context of facility management and their modernization or revitalization. The article aims to emphasize the essence of this solution for existing buildings, especially those of a historic nature. As an illustrative example, the article refers to the Rother's Mills in Bydgoszcz, with selected views of scanned models included. The article highlights the advantages of 3D scanning in the modernization of historically and architecturally significant objects as a method for inventorying existing structures.

KEYWORDS:

laser scanning, BIM, historic buildings, digital 3D model, digital twin