

**PROBLEMATYKA STANDARYZACJI W DZIEDZINIE INWENTARYZACJI  
OBIEKTÓW ARCHITEKTONICZNYCH TECHNIKAMI SKANINGU  
LASEROWEGO NAZIEMNEGO**

**THE PROBLEM OF STANDARDIZATION OF TERRESTRIAL LASER  
SCANNING TECHNIQUES FOR ARCHITECTURE INVENTORY PURPOSES**

**Jacek Uchański<sup>1</sup>, Piotr Falkowski<sup>1</sup>, Lars Sörensen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne S.A.

<sup>2</sup> Scan 3D Berlin

**SŁOWA KLUCZOWE:** inwentaryzacja architektoniczna, inwentaryzacja budowlana, standaryzacja, skaning laserowy naziemny, Polskie Normy (PN)

**STRESZCZENIE:** Szerokie wykorzystanie w praktyce usług inwentaryzacyjnych (budownictwo, architektura) metod naziemnego skaningu laserowego uświadomiło wszystkim zainteresowanym tą nową technologią konieczność weryfikacji dotychczasowych przepisów obowiązujących w istniejących instrukcjach technicznych. Zwłaszcza dotyczy to zagadnień standaryzacji ostatecznej postaci produktu jaki stanowi dokumentacja inwentaryzacyjna obiektu w powiązaniu z obowiązującymi w Unii Europejskiej znowelizowanymi normami technicznymi opartymi o wdrożone normy serii ISO. Referat sygnalizuje wszystkie te aspekty w kontekście zaproponowanej metodyki w podejściu do rozwiązania zaistniałego problemu

## **1. WPROWADZENIE**

Problematyka wdrożenia nowych technologii wykonawczych zawsze wzbudza wiele pytań – szczególnie adresowanych do producentów – wykonawców danego produktu i zarazem do odbiorców – klientów, którzy z niego korzystają. Dopracowanie i synchronizacja tych wymagań niejednokrotnie stwarza wiele kontrowersji, zwłaszcza w sytuacjach gdy nowa technologia generuje produkt, który nie jest jednoznacznie scharakteryzowany i nie posiada atestu opartego na parytecie standardu. Z taką sytuacją mamy do czynienia obecnie, kiedy standardowe opracowania z zakresu inwentaryzacji architektoniczno – budowlanej oparte o wykorzystywaną do niedawna fotogrametrię naziemną zaczynają wypierać opracowania wynikające z zastosowania technologii skaningu laserowego.

Niestety nie nadąża za tymi wdrożeniami standard wykonawczy, który jednoznacznie określałby i dawał odpowiedź na następująco sformułowane pytania:

- Czy nowa technologia winna zmienić postać produktu końcowego, jaki wypromowała i ustabilizowała na rynku klienta fotogrametria naziemna w zakresie inwentaryzacji architektoniczno – budowlanej, gdzie obecnie skaning laserowy ma największe zastosowanie?

- Czy obowiązujące i funkcjonujące normy techniczne, na których oparto istniejące Wytoczne Techniczne GUGiK G-3.4 są wystarczające do określenia nowego dokumentu (produktu) będącego reprezentacją procesu inwentaryzacyjnego wykonanego metodą skaningu laserowego?
- Czy wobec faktu, iż procesy standaryzacji dotyczące różnych aspektów szeroko rozumianej geodezji odniesionej do procesu inwentaryzacji architektoniczno – budowlanej mogą być określone w oparciu o istniejące Polskie Normy, w tym obowiązujące już w budownictwie normy ISO?
- Czy Polskie Normy ( dla w/w procesu) mogą być powiązane z innymi normami europejskimi dla powstania w efekcie końcowym unormowań i opartych o nie produktów o charakterze uniwersalnym – obowiązującym na obszarze Unii Europejskiej?
- Czy istniałaby możliwość, po uwzględnieniu wszystkich aspektów poruszonych powyżej, opracowania w formie instrukcyjnej lub katalogowej nowej edycji przepisów umożliwiających ich powszechne stosowanie, które skutkowałoby konkretnym określeniem rodzaju produktów i ich cech dokładnościowych, szczegółowości i jakości?

Te kwestie zostały poruszone w niniejszym referacie. Jego celem nie jest jednak przedstawienie gotowych rozwiązań problemu. Intencją autorów jest raczej rozpoczęcie dyskusji o konieczności wprowadzenia nowych standardów, bądź reinterpretacji istniejących. Autorzy skupiają się na przedstawieniu możliwie jak najpełniej istniejących w chwili obecnej norm i standardów oraz odniesieniu ich do technologii skaningu laserowego. W referacie zaprezentowana jest także (jako rozwiązanie przykładowe) propozycja usystematyzowania technologii w odniesieniu do norm i standardów.

## **2. POJĘCIE INWENTARYZACJI W BUDOWNICTWIE I OCHRONIE ZABYTKÓW**

### **2.1. Definicja**

Przy rozpatrywaniu zagadnienia standaryzacji nie sposób pominąć kwestii definicji i jednoznacznego określenia obszaru zagadnień, którego poszczególne pojęcia dotyczą. Z tego powodu ważne jest też szczegółowe zdefiniowanie pojęcia inwentaryzacji w budownictwie i ochronie zabytków. Mieczysław Kurzątkowski w Małym Słowniku Ochrony Zabytków przytacza następującą definicję inwentaryzacji:

**INWENTARYZACJA** (fr. inventarisation - sporządzanie inwentarza)  
I. Przedstawienie wyglądu zabytku w formie obrazowej lub opisowej: 1) pomiarowa — rysunki w skali sporządzone na podstawie pomiaru bezpośredniego; 2) geodezyjna — rysunki zabytku {np. grodziska, parku), zespołu zabytkowego lub zabytku z otoczeniem, sporządzone w skali na podstawie pomiaru wykonanego instrumentami mierniczymi; 3) fotogrametryczna — (— fotogrametria: technika sporządzania map oraz inwentaryzacji pomiarowych obiektów i przedmiotów na podstawie zdjęć płaskich lub przestrzennych (stereogramów), wykonywanych kamerą fotogrametryczną (fototeodolit), przetwarzanych na rysunki w skali za pomocą specjalnej aparatury (autografu). Pozwala na dokładne odwzorowanie na rysunku wszelkich szczegółów, nieregularności, odkształceń i ubytków, a w wypadku zabytku architektury umożliwia ponadto wykonanie inwentaryzacji bez potrzeby posługiwania się rusztowaniami,

drabinami itp.); 4) fotograficzna — zbiór wykonanych w jednym czasie fotografii dających wyobrażenie o zabytku jako całości (w wypadku zabytku architektury także o jego wnętrzu) oraz o jego wszystkich szczegółach, również nie mających — wartości zabytkowych; 5) dendrologiczna — inwentaryzacja geodezyjna z naniesionymi drzewami i krzewami z oznaczeniem ich gatunku, wysokości, największej średnicy korony; 6) opisowa — opisanie zabytku sporządzone według przyjętego, dostosowanego do rodzaju zabytku schematu, przy użyciu przyjętej w — zabytkoznawstwie terminologii. Poszczególne rodzaje inwentaryzacji uzupełniają się wzajemnie i dają miarodajne informacje o zabytku. Inwentaryzacja fotogrametryczna może w określonych wypadkach zastąpić inwentaryzację pomiarową, geodezyjną lub fotograficzną. II. Katalog wszystkich zabytków sporządzony według kryterium topograficznego (np. gmina, miasto, województwo) lub rzeczowego (np. inwentaryzacja kościołów drewnianych, dzwonów), opracowany według przyjętego schematu. III. Czynność sporządzania — kartotek zabytków. INWENTARYZACJA POWYKONAWCZA - inwentaryzacja (pomiarowa, fotogrametryczna, fotograficzna) sporządzona po zakończeniu prac przy zabytku, które wniosły znaczące zmiany w stosunku do wyglądu i stanu zabytku przed przystąpieniem do prac. Powinna również obejmować instalacje, jeżeli nie zostały wykonane ściśle według projektów branżowych. (Kurzątkowski, 1989)

## 2.2. Podział, zakres, forma i treść pomiarów inwentaryzacyjnych w architekturze

W celu ujednoczenia opracowań fotogrametrycznych w Polsce, w roku 1980 Główny Urząd Geodezji i Kartografii wydał Wytyczne Techniczne G-3.4 pt.: Inwentaryzacja zespołów urbanistycznych, zespołów zieleni i obiektów architektury. Pozostają one niezmiennie aktualne aż do chwili obecnej (aczkolwiek wobec nowych uwarunkowań mocno dyskusyjne).

Zgodnie z „Wytycznymi G-3.4” przyjmuje się, że inwentaryzacja architektoniczna powinna zawierać komplet materiałów i informacji przedstawiających stan aktualny obiektu. Ma ona stanowić dokument historyczny oraz materiał wyjściowy, umożliwiający podjęcie opracowań projektowych i technicznych w celu ochrony obiektów, rewaloryzacji czy też adaptacji. Wyniki prac inwentaryzacyjnych przedstawia się w formie graficznej, fotograficznej i opisowej.

Zadaniem inwentaryzacji jest wierne zobrazowanie istniejącego układu przestrzennego, struktury funkcjonalnej i technicznej oraz wystroju zespołu obiektów architektonicznych, pojedynczych obiektów lub ich części. Na podstawie pomiarów geodezyjnych i fotogrametrycznych, jak mówi instrukcja, sporządza się plany tych obiektów.

Prowadzone prace można podzielić na:

- inwentaryzację urbanistyczną
- inwentaryzację architektoniczną.

Inwentaryzacja urbanistyczna obejmuje zespoły urbanistyczno-architektoniczne (zwarte zespoły osiedlowe miast i wsi), zespoły terenów zieleni, elementy zagospodarowania terenu (mała architektura, urządzenia naziemne i podziemne). Inwentaryzacja architektoniczna dotyczy natomiast obiektów architektury murowanej, obiektów architektury drewnianej, przedmiotów i wyposażenia wnętrz oraz poszczególnych detali.

### **2.3. Wykorzystanie metod fotogrametrycznych w inwentaryzacji obiektów zabytkowych**

Aby stworzyć należyte udokumentowaną podstawę wykonania projektu rekonstrukcji, odbudowy bądź adaptacji obiektu budowlanego (architektonicznego) lub założenia urbanistycznego, niezbędne jest opracowanie i to bardzo wnikliwe kompletu informacji o danym obiekcie. W informacjach tych poza dokumentacją istniejącą, orzeczeniem stanu istniejącego i szczegółowymi zaleceniami projektowymi (konserwatorskimi), podstawową rolę spełniają dokładne pomiary inwentaryzacyjne. Stanowią one podstawę wspomnianego kompletu informacji oraz materiał dla projektu architektonicznego rewaloryzacji. Dotyczy to również innych obiektów budowlanych dla których inwentaryzacja jest wykonywana.

W terminologii fachowej nosi on nazwę inwentaryzacji architektoniczno-budowlanej (patrz załączona definicja), zaś jedną z metod służących do jej powstania (do niedawna najważniejszą) była metoda fotogrametryczna. Specyfika metody fotogrametrycznej umożliwia w ułamku sekundy obiektywny i trwały zapis wycinka przestrzeni, a potem wielostronne wykorzystanie tak zarejestrowanych obrazów (materiałów dokumentalnych obiektu) do celów merytorycznej i nie merytorycznej ich interpretacji.

Obecnie stosowane technologie oparte o fotogrametryczne wspomaganie procesu konserwatorskiego korzystają z wielu nowych rozwiązań tak w zakresie optyki, jak w dziedzinie przetwarzania obrazów. Zapewnił to niewątpliwie dynamiczny, ewolucyjny postęp w rozwoju elektroniki i informatyki. Wymienić w tym względzie należy:

- technologię opartą o możliwość wykorzystania ortofotografii,
- zintegrowaną technologię opartą o cyfrowe obrazy fotograficzne oraz numeryczny proces przetwarzania i generowania obrazów cyfrowych.
- technologię naziemnego skaningu laserowego

### **2.4. Technologia skaningu laserowego i problemy związane z jej wykorzystaniem w praktyce**

Skaning laserowy stał się powszechną metodą pozyskiwania danych 3D, znajdując sobie miejsce na rynku obok od dawna ugruntowanych metod pomiarowych takich, jak tachimetria, fotogrametria i pomiary GPS. W ciągu ostatnich kilku lat rozwinięta została zaawansowana technologia i nowe elementy laserowych skanerów 3D, wprowadzając dodatkowe funkcje instrumentów takie, jak: możliwość teksturowania skanów z wykorzystaniem zdjęć cyfrowych bądź tzw. „intensity image”, elektroniczne poziomowanie, wymuszone centrowanie i możliwość natychmiastowego zorientowania instrumentu „na miejscu”. Cały czas wzrasta także prędkość działania i dokładność skanerów.

Mimo, że coraz to nowsze generacje naziemnych skanerów laserowych oferują wiele nowych funkcji i lepszą wydajność, wciąż najważniejsze jest przetestowanie zachowań dokładnościowych nowych systemów w celu ich optymalnego wykorzystania dla różnych zastosowań. Wielu autorów opublikowało raporty z różnych metod badania naziemnych systemów skanowania laserowego (Boehler *et al.*, 2003; Mechelke, 2007), niemniej jednak nie istnieją jeszcze zestandaryzowane metody kalibracji systemów

skanowania laserowego. Specyfikacje techniczne dostarczane przez producentów systemów wciąż nie są porównywalne. Dlatego też, dla użytkowników trudny może być wybór właściwego skanera dla konkretnego zastosowania, co podkreśla potrzebę badań porównawczych zachowań dokładnościowych naziemnych systemów skanowania laserowego. Pomimo obiektywnych problemów z zastosowaniem tej technologii, jej wykorzystanie jest faktem i, jak już wspominaliśmy, wymaga konieczności wygenerowania modelowego standardu w kwestiach dotyczących opracowania konkretnego produktu będącego efektem jej użycia.

Należy zauważyć, że jeżeli do inwentaryzacji nie wykorzystane zostaną instrumenty i metody pozwalające na uzyskanie dokładności zgodnych z wymaganiami istniejących standardów, doprowadzi to do powstania niepotrzebnych kosztów i wydatków. Z tego powodu każde geometryczne zadanie pomiarowe musi zawierać nie tylko wyznaczenie wzajemnych pozycji punktów i obiektów, ale również określenie dokładności wyników. W przypadku skanerów laserowych, w bardzo krótkim czasie mierzona jest bardzo duża liczba współrzędnych 3D na powierzchni obiektu. Ważne elementy obiektu, takie jak narożniki i krawędzie, nie są mierzone bezpośrednio; w związku z tym muszą one zostać wymodelowane w osobnym procesie na podstawie wyznaczonej chmury punktów. Wyniki badań [(Boehler *et al.*, 2003) wskazują, że paradoksalnie takie rozwiązania mogą podnieść dokładność w stosunku do pomiarów pojedynczych punktów, dzięki zastosowaniu metod automatycznego wpasowania kształtów z wykorzystaniem fragmentu chmury punktów.

Oddzielnym zagadnieniem pozostaje prezentacja wyników inwentaryzacji. Już sama chmura punktów po wyznaczeniu elementów orientacji zewnętrznej skanera staje się wirtualnym modelem obiektu z którego za pomocą prostych i darmowych aplikacji programowych można odczytywać miary, generować przekroje, itp. Spotkania autorów referatu z architektami, inżynierami budowlanymi i konserwatorami zabytków prowadzą do tworzenia koncepcji nowych form dokumentacji inwentaryzacyjnej. Na podstawie dotychczasowych doświadczeń można wymienić następujące formy opracowania inwentaryzacji:

- zarejestrowane i zorientowane chmury punktów w formacie możliwym do odczytania przez programy typu CAD
- zarejestrowane i zorientowane chmury punktów w formacie specjalistycznych programów pozwalających na dokonywanie pomiarów, wykonywanie przekroi, itp.
- chmury punktów uzupełnione treścią wektorową
- modele wektorowe w postaci siatek TIN lub MESH wygenerowane bezpośrednio z chmury punktów
- zbiory przekroi powstałych z przecięcia chmury punktów płaszczyznami
- ortofotomapy będące rzutami ortogonalnymi poszczególnych elewacji
- wektorowe rysunki inwentaryzacyjne wykonane zgodnie z zaleceniami norm dla budownictwa
- trójwymiarowe wektorowe modele obiektu tworzone zgodnie z zasadami obowiązującymi dla tworzenia rysunków inwentaryzacyjnych
- trójwymiarowe modele uzupełnione o tekstury poszczególnych elementów

Powyższy wykaz nie wyczerpuje wszystkich możliwych form prezentacji wyników inwentaryzacji. Należy zwrócić uwagę, że w świetle istniejących obecnie norm, jedyną dopuszczalną formą wykonywania inwentaryzacji architektonicznych jest stworzenie

rysunków inwentaryzacyjnych. Alternatywą dla tej metody mogą być trójwymiarowe wektorowe modele, które jednak muszą zawierać wszystkie informacje zawarte na rysunku dwuwymiarowym. Innym opracowaniem, które znajduje odniesienie w stosowanych dotychczas praktykach, jest zarejestrowana i zorientowana chmura punktów, są to tzw. „surowe dane”, odpowiadające zdjęciom pomiarowym w inwentaryzacji metodami fotogrametrycznymi. W inwentaryzacjach metodami fotogrametrycznymi stosowana jest także technika generowania ortofotomap, która znajduje wiele zastosowań, szczególnie w konserwacji zabytków, należy jednak pamiętać, że ortofotomapa nie jest produktem końcowym przy wykonywaniu inwentaryzacji architektonicznych.

Pojawienie się możliwości wykonywania inwentaryzacji w nowych formach wymaga zbadania, które z tych form gwarantują właściwą dokładność opracowania, pozwalają na jednoznaczną interpretację obiektu i są możliwe do zastosowania ze względów praktycznych (obciążenie komputera, koszty, itp)

## **2.5. Inwentaryzacja metodą skaningu laserowego w świetle Polskiej Norm**

Ilość Polskich Norm (PN), w jakich znajdujemy odniesienia do tematyki związanej z inwentaryzacją architektoniczną, jest bardzo duża. Należy tutaj uwzględnić zarówno 13 norm z zakresu geodezji, jak i różnorodne normy odnoszące się do tolerancji wymiarowania, stosowanych technik i metod sporządzania rysunków technicznych w budownictwie. Szczegółowe opracowania dotyczące problematyki PN w geodezji i budownictwie można znaleźć w komentarzach na stronie internetowej stowarzyszenia GISPOL.

Wymienione powyżej normy dają podstawy dla zdefiniowania, szczegółowego określenia i opisanie standardowej postaci produktu, który jest wynikiem inwentaryzacji architektonicznej i budowlanej zarówno po stronie branży geodezyjnej jak i budowlanej, jednak ze względu na ilość oraz niejednorodność norm, które należy przy tym uwzględnić, wydaje się zasadne uporządkowanie i ujednoczenie ich pod kątem zdefiniowania jednorodnego standardu. Także na etapie tworzenia takiego standardu konieczne jest odniesienie się do techniki skaningu laserowego i produktów jakie ta technika może zaoferować. Dopiero takie podejście pozwoli określić, zdefiniować i opisać jednorodny standard w zakresie:

- definicji produktu, jakim jest efekt końcowy inwentaryzacji
- postaci i jego rodzaju
- dokładności
- jakości

Na marginesie trzeba jednak zaznaczyć, iż wiedza i analizy poszukiwawcze autorów dotyczące w/w zagadnień w dziedzinie szeroko rozumianej inwentaryzacji architektonicznej – budowlanej dla celów konserwatorskich nie posiadają swoich jednoznacznych, oficjalnych odpowiedników w postaci opisanych i zdefiniowanych instrukcji branżowych i wydaje się, że będą musiały być podporządkowane z konieczności proponowanym rozwiązaniom. W jaki sposób należałoby tego dokonać – o tym traktuje kolejna część referatu będąca propozycją lub wskazówką do rozwiązań.

### **3. PRÓBA OPRACOWANIA STANDARDÓW JAKOŚCIOWYCH DLA NAZIEMNEGO SKANINGU LASEROWEGO**

Autorzy referatu podjęli próbę stworzenia rozwiązania, które pozwoliłoby na ujednoczenie wymagań odnośnie dokładności, szczegółowości opisu oraz form prezentacji inwentaryzacji architektonicznych. Przedstawione poniżej rozwiązanie ma charakter modelu, który wymaga odniesienia do istniejących norm oraz weryfikacji poprzez wykonanie próbnych opracowań i ich analizę.

Wymagania stawiane przez odbiorców wobec inwentaryzacji a w szczególności wobec inwentaryzacji zabytkowych budynków pozwalają na wyodrębnienie dwóch czynników, które wpływają na jakość produktu końcowego. Są to następujące czynniki:

- dokładność geometryczna opracowania. Dokładność geometryczna określa geometryczną ścisłość (identyczność) modelu wobec rzeczywistości.
- szczegółowość opisu przedstawianego obiektu. Szczegółowość określa głębię treści danego modelu, tzn. semantyczną (opisową) precyzję

Z punktu widzenia praktyki geodezyjnej ważniejsza wydaje się dbałość o dokładność geometryczną opracowania, należy jednak pamiętać, że w praktycznych zastosowaniach także ważna jest część opisowa inwentaryzacji mówiąca o zastosowanych materiałach, rodzaju konstrukcji, opisująca uszkodzenia, ubytki, itp. Szczególnie konserwatorzy zabytków zwracają uwagę na część opisową, w zakresie geometrii ograniczając się do przybliżonych szkiców z podstawowymi miarami, bądź w ogóle rezygnując z opisu geometrii obiektu. Z pojęciem szczegółowości wiąże się także sposób prezentacji graficznej danych wynikowych. Szczególnie należy tutaj zwrócić uwagę na fakt że technologia skaningu laserowego wraz ze współczesnymi technikami informatycznymi daje możliwość wykonania nie tylko dwuwymiarowych rysunków inwentaryzacyjnych, ale także pozwalają na opracowanie szeregu innych produktów, które w wielu przypadkach mogą w łatwiejszy do opracowania i odczytu a zarazem bardziej dokładny sposób pokazać inwentaryzowany obiekt.

Przy zastosowaniu technologii skaningu laserowego, w wyniku pomiaru uzyskujemy surowe dane w postaci chmury punktów o współrzędnych XYZ, zazwyczaj do każdego punktu przypisana jest także informacja albo o jego kolorze albo o tonie w skali szarości odpowiadającemu odbiciu danego obiektu dla długości fali lasera. Aby w oparciu o te dane stworzyć dokumentację inwentaryzacyjną obiektu należy te dane poddać obróbce polegającej na ekstrakcji istotnych informacji. Obróbka musi opierać się o właściwą wiedzę z zakresu architektury, konstrukcji budynków, konserwacji zabytków, dzięki której możliwa jest poprawna interpretacja zarejestrowanych obiektów. W przedstawionym wyżej ujęciu zagadnienia, proces opracowania inwentaryzacji obiektu można podzielić na następujące etapy:

- określenie charakteru i struktury obiektu oraz celu dla jakiego inwentaryzacja jest wykonywana – Na tym etapie musi być wykonana wstępna analiza struktury obiektu, obejmująca wydzielenie podstawowych fragmentów, grup funkcjonalnych, odrębnych elementów, itp. Konieczne jest też określenie celu dla jakiego inwentaryzacja będzie wykonywana i w oparciu o to zdefiniowanie podstawowych wymogów odnośnie produktu końcowego.
- pozyskanie „surowych” danych – pomiar, pozyskanie dodatkowych informacji poprzez pobranie próbek, odkrywki, itp.

- modelowanie geometrii – odtworzenie geometrii poszczególnych elementów obiektu.
- uzupełnienie części geometrycznej o część opisową - dodanie informacji o użytych materiałach, opisanie istniejących elementów
- interpretacja uzyskanych wyników – stworzenie modelu opisowego (semantycznego)

Przedstawiony powyżej podział opracowania na etapy pokazuje, że ze względu na specyfikę pomiaru skanerem, dla każdego obiektu konieczne jest ponowne definiowanie warunków jakie musi spełniać inwentaryzacja. Autorzy referatu chcą zatem zaproponować usystematyzowanie tego zagadnienia poprzez wprowadzenie podziału na stopnie odpowiadające poszczególnym poziomom dokładności oraz następnie przypisanie najczęściej wykonywanych zadań do poszczególnych stopni. Jak już wyżej wskazano dokładność każdego opracowania można rozbić na dwie składowe: dokładność geometryczną i poziom szczegółowości opisu. Możliwe jest zatem wydzielenie poszczególnych grup dokładności oznaczonych:  $G_1, G_2, \dots, G_n$  odpowiadających poszczególnym poziomom dokładności zwymiarowania obiektu (np.  $G_1$  - dokładność opisana przez błąd średni wyznaczenia danej miary rzędu 1 dm,  $G_2$  – 1 cm, itd.) oraz poszczególnym poziomom szczegółowości opisu :  $S_1, S_2, \dots, S_n$ . Dokładność inwentaryzacji byłaby w takim wypadku opisywana dwoma parametrami: „geometria”  $G_n$  i „szczegółowość”  $S_n$ . Parametry te tworzą przestrzeń dwuwymiarowa w której możliwe jest umieszczenie każdego rodzaju inwentaryzacji. Przypisanie poszczególnych wartości do parametrów  $G_n$  i  $S_n$  jest możliwe tylko po szczegółowej analizie obowiązujących norm i innych opracowań wyznaczających standardy w zakresie inwentaryzacji architektonicznych. Wykonanie takiej pracy daje jednak możliwość szybkiego i łatwego definiowania wymogów odnośnie produktu końcowego. Wydaje się też zasadne aby po określeniu wartości  $G_n$  i  $S_n$  dla najbardziej typowych opracowań, stworzyć grupy jakości  $Q_n$ , które będą odpowiadały tym typom opracowań.

Tabela 1. Dwuwymiarowa przestrzeń definiowania dokładności inwentaryzacji wraz z przykładowymi grupami jakości  $Q$

	$G_1$	$G_2$	$G_3$	...	$G_n$
$S_1$		$Q_1$			
$S_2$		$Q_2$			
$S_3$			$Q_3$		
...					
$S_n$					$Q_n$

#### 4. PODSUMOWANIE

Autorzy jeszcze raz pragną podkreślić, iż celem niniejszego referatu nie było wypracowanie gotowych rozwiązań problemu standaryzacji opracowań inwentaryzacyjnych wykonywanych metodą skaningu laserowego, lecz raczej rozpoczęcie dyskusji o konieczności wprowadzenia nowych standardów, bądź reinterpretacji istniejących. Zaprezentowany materiał obrazuje bogactwo istniejących opracowań normalizacyjnych z zakresu inwentaryzacji architektonicznych, jednocześnie wykazuje, iż bezpośrednie zastosowanie tych standardów do technologii inwentaryzacji



metodą skaningu laserowego wymaga uporządkowania wymagań zapisanych w Polskich Normach, przeprowadzenia badań odnośnie dokładności pomiaru geometrii z wykorzystaniem skanera laserowego oraz zdefiniowania dopuszczalnych form prezentacji wyników opracowania.

## 5. LITERATURA

- Boehler W., Bordas Vicent M., Marbs A., 2003. Investigating Laser Scanner Accuracy *Materiały z XIX Sympozjum CIPA w Antalya, Turcja, 30 września – 4 października 2003*
- Eckstein G., 1999. *Empfehlungen Für Baudokumentationen*. Theiss, Niemcy 1999
- Kurzątkowski M., 1989. *Mały Słownik Ochrony Zabytków*, MKiS Ośrodek Dokumentacji Zabytków, Warszawa 1989
- Mechelke K., Kersten T., Lindstaedt M., 2007. *Comparative Investigations Into The Accuracy Behaviour Of The New Generation Of Terrestrial Laser Scanning Systems*, *Materiały z Optical 3-D Measurement Techniques VIII*, Gruen/Kahmen, Zurich, 9-12 lipiec 2007
- Miśniakiewicz E., Skowroński W., 2008. *Rysunek Techniczny Budowlany* ARKADY, Warszawa 2008
- Strona internetowa Stowarzyszenia GISPOL Komentarz GISPOL 18 (62/07) z 23 kwietnia 2007 r. oraz Komentarz GISPOL 13 (57/07) z 19 marca 2007 r. <http://www.gispol.org.pl/>

### THE PROBLEM OF STANDARDIZATION OF TERRESTRIAL LASER SCANNING TECHNIQUES FOR ARCHITECTURE INVENTORY PURPOSES

KEY WORDS: architectural inventory, building construction inventory, standardization, terrestrial lasers scanning, Polish Standards (PN)

#### Summary

The wide application of laser scanning for inventory purposes (housing, architecture) has convinced all the interested parties that the existing regulations, as specified in obligatory technical instructions, should be verified. This is particularly relevant to issues related to standardization of the final product, i.e., the inventory documentation of a site, combined with modified technical standards, based on the implemented ISO series, obligatory in the European Union.

The paper discusses all those aspects in the context of the proposed methodology developed to solve the existing problems.

mgr inż. Jacek Uchański  
e-mail: j.uchanski@wpg.com.pl  
tel. +4822 621 44 61  
fax: 022 625 78 87

mgr inż. Piotr Falkowski  
e-mail: p.falkowski@wpg.com.pl  
tel. +4822 629 43 15  
fax: 022 625 78 87

dipl ing. Lars Sörensen  
e-mail: soerensen@scan-3d.com  
tel. +4930 46007915  
fax: +4930 46007998