

# Spostrzeżenia z zastosowania w inwentaryzacjach architektonicznych **DISTO™ - ręczny dalmierz laserowy**

**Zastosowanie DISTO™, po kilku próbach wiernego odtwarzania dotychczasowych standardów, doprowadziło do zmiany technologii wykonywania pomiaru i w konsekwencji do zmiany sposobu notowania informacji na szkicach pomiarowych.**

**Krzysztof Iwaszko**

Urządzeniem, które wywołało pewną rewolucję w zbieraniu podstawowych informacji w trakcie inwentaryzacji, jest, wprowadzony przez firmę Leica w 1994 roku, ręczny dalmierz laserowy DISTO™.

Dzięki dalmierzowi DISTO™ stały się możliwe pomiary wstrefach zagrożenia (zarwane stropy itp.) oraz w sytuacjach, w których dotarcie do danego punktu czy rozpięcie taśmy w powietrzu było dotychczas ryzykowne lub niemożliwe (pomieszczenia techniczne, sklepy, mieszkania).

Niniejszy artykuł zawiera tylko kilka aspektów wykorzystania DISTO™, tym niemniej czasy stosowania taśmy przy inwentaryzacji, podobnie jak rapidografu przy kreśleniu, odchodzą po woli w niepamięć.

Dalmierz<sup>1</sup> waży niewiele ponad 0,5 kg, mierzy odległości dowolnym (swoim) położeniu, nie wymaga stosowania pryzmatów - luster, dołączana tarcza celownicza potrzebna jest rzadko - na dystansach powyżej 25-30 m, a wbudowane zasilanie wystarcza na 3-5 godzin pomiarów.

Dalmierz ten dotychczas nie miał odpowiednika na rynku instrumentów pomiarowych.

Podstawowe zalety DISTO™ to:

- dokładność pomiaru przekraczająca potrzeby inwentaryzacji;
- zakres pomiarów wystarczający w ponad 95 % przypadków;
- laser pracujący w widzialnym zakresie promieniowania, dzięki czemu punkt celowania jest widoczny dla mierzącego.

## 1. Zmiany w technice pomiarów

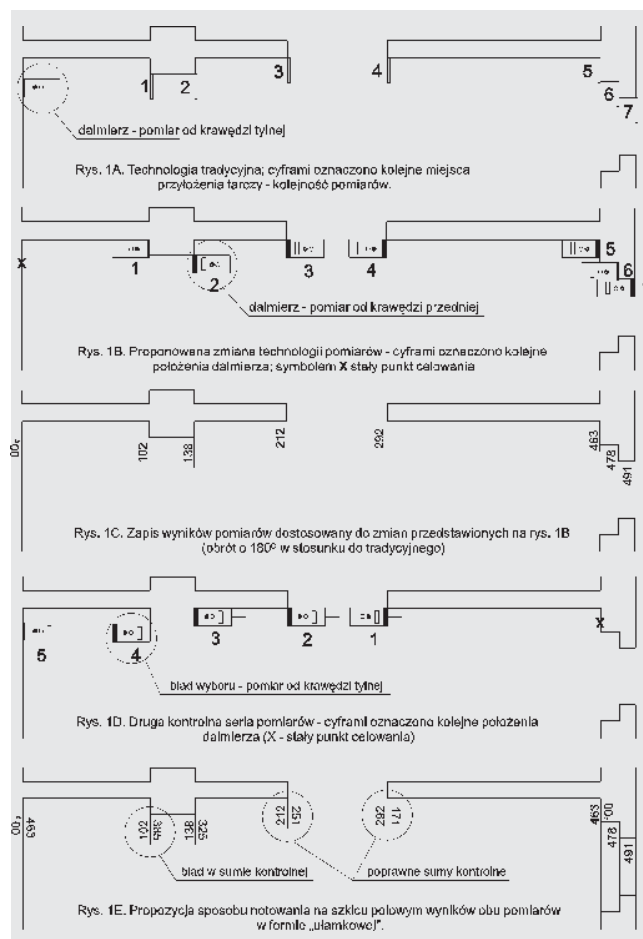
### Liniowe ciągi pomiarowe (pomiar ortogonalny)

Klasyczny pomiar inwentaryzacyjny przy użyciu przymiaru wstęgowego wymaga zatrudnienia przy nim trzech osób. Pierwsza trzyma koniec taśmy, druga rozwijając ją wykonuje kolejne odczyty, a trzecia (najbardziej fachowa) na wykonanym uprzednio szkicu pomieszczenia nanosi wyniki pomiarów<sup>2</sup>.

Zastosowanie DISTO™, po kilku próbach wiernego odtwarzania dotychczasowych standardów<sup>2</sup>, doprowadziło do zmiany technologii wykonywania pomiaru i w konsekwencji do zmiany sposobu notowania informacji na szkicach pomiarowych (rys. 1 A-D). Na rysunku 1A przedstawiono tradycyjny wykorzystanie DISTO™. Dalmierz jest trzymany przez jedną osobę, która wykonuje też odczyty, druga osoba z zespołu pomiarowego przykłada tarczę celowniczą do elementów architektonicznych, a trzecia nanosi na szkic wyniki pomiaru.

Rysunek 1B przedstawia sposób wykonania tego samego zadania przez jedną osobę, która zarówno mierzy, jak notuje odczyty. Bardzo praktyczne okazuje się też stosowanie szkiecowni-

ków formatu A3 - umożliwiają one objęcie szkicem większej powierzchni, a także postawienie na nich DISTO™ w trakcie notowania odczytów. Z uwagi na konieczność obserwowania - stania twarzą do plamki na ścianie - korzystne jest zapisywanie wyników obróconych o 180 stopni (rys. 1 C) w stosunku do dotychczasowego standardu.



W efekcie doświadczeń celowe okazało się też wykonywanie pomiarów kontrolnych w odwrotnym kierunku (rys. 1 D). Zastosowany zapis ułamkowy danych (rys. 1 E) umożliwia szybką i efektywną kontrolę. Otrzymujemy sumy kontrolne - identyczne dla wszystkich punktów pośrednich i końcowych. Ułatwia to też późniejsze przetworzenie szkiców na rzut pomieszczenia

przez osoby korzystające z tych materiałów. Sumy kontrolne pozwalają wyeliminować błędy będące wynikiem przyciśnięcia niewłaściwego klawisza (rys. 1 D i 1 E), np. przyłożenia dalmierza przednią krawędzią do danego elementu, a wykonania pomiaru od krawędzi tylnej - różnica 23,5 cm.

Proponowane zmiany obejmują więc:

- odwrotny (obrót o 180°) sposób notowania odległości;
- dwukrotny (w obu kierunkach) pomiar całego mierzonego odcinka, jak i ważniejszych punktów pośrednich; co w konsekwencji daje zapisy w formie licznik/mianownik oraz możliwość obliczania i wykorzystania sum kontrolnych.

## Pomiary przekątnych

Niezależnie od zastosowanej technologii pomiaru danego pomieszczenia podstawową metodą kontroli jego geometrycznego kształtu jest pomiar przekątnych maksymalnych lub częściowych (np. od/do elementów konstrukcyjnych). Zalety stosowania DISTO™ w takich pomiarach są oczywiste w porównaniu z zagrożeniami, jakie występują czasem przy pomiarze taśmą stalową rozpiętą nad maszynami (warsztat) czy pomiędzy półkami pełnymi szkła (perfumeria).

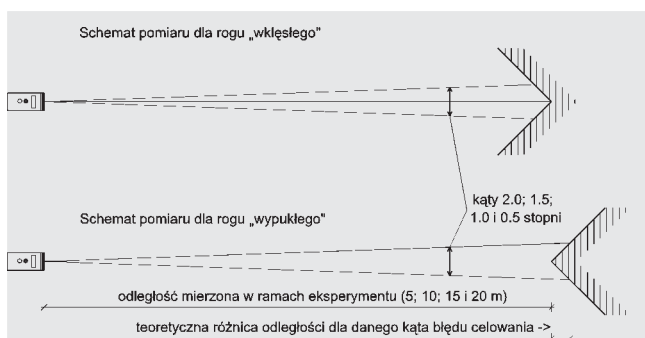
Pomiary przekątnych są obciążone dużymi błędami. Przy pomiarach przyziarnym jest to efekt zatynkowania rogów, jak i kłopoty z właściwym naciąganiem/zwisem taśmy. Odrębnym zagadnieniem jest możliwość fizycznego dotarcia z taśmą do rogów pomieszczenia - z praktyki wynika, że w 50-80 % są one zastawione (np. róg to ulubione miejsce pieca kaflowego).

Wykorzystanie dalmierza DISTO™ pozwala zmierzyć ok. 80-90% przekątnych, ale niesie ze sobą nowe problemy, w zasadniczy sposób wpływające na efektywność pomiarów dalmierzem.

Pierwszym i podstawowym problemem w czasie takiego pomiaru jest nieuniknione drganie wyciągniętych nad głowę rąk trzymających dalmierz (w większości przypadków w samym rogu stanąć nie można). Drgania rąk przenoszą się na promień lasera - plamka przesuwa się z jednej ściany na drugą, co musi mieć odzwierciedlenie w wynikach pomiaru - możemy zmierzyć odległość nie do punktu w rogu, ale do innego, położonego na ścianie obok.

Z uwagi na brak możliwości przeanalizowania skutków tych drgań w praktyce inwentaryzacyjnej, postanowiono sprawdzić to zagadnienie na drodze eksperymentu.

Schemat eksperymentu jest przedstawiony na rysunku 2:



Eksperyment zrealizowano w następujących warunkach:

- pomiary wykonano na najczęściej występujących dystansach: 5, 10, 15 i 20 metrów, w pomieszczeniu o temperaturze ok. 20° C, przy oświetleniu sztucznym - jarzeniowym;
- sprawdzono dwa typy rogów: wklęsły i wypukły (rys. 2), zestawione dla celu eksperymentu z płyt kartonowo-gipsowych pod kątem 90°; płyty były suche i miały biały kolor;
- pomiary kontrolne wykonano skomparowaną taśmą stalową;

- teoretyczne wartości błędów (tab. 1) obliczono graficznie za pomocą licencjonowanej wersji programu AutoCad w. 12 PL;
- zakres i wartości poziomych kątów drgania rąk - 2,0; 1,5; 1,0 i 0,5 stopni przyjęto w wyniku eksperymentalnego sprawdzenia możliwości celowania bardzo zmęczonej osoby, trzymającej dalmierz w wyciągniętych nad głowę rękach;
- w trakcie eksperymentu nie korzystano z metalowego pałąka (+ 5 cm) umieszczonego w tylnej części dalmierza.

**Tab.1** Wartości teoretyczne oraz uzyskane doświadczalnie odległości przy pomiarze przekątnych.

Odległość do rogu [m]	Teoretyczna różnica odległości [-] dla rogu wklęsłego [+] dla rogu wypukłego, w [m] dla błędu celowania				Róg wklęsły	Róg wypukły
	2,0°	1,5°	1,0°	0,5°	Wartości średnie z 20 pomiarów	+
5	0,166	0,126	0,085	0,043	4,993	5,010
10	0,332	0,252	0,170	0,086	9,981	10,013
15	0,497	0,378	0,255	0,129	14,973	15,016
20	0,663	0,504	0,340	0,172	19,963	20,020

Uwagi do tab. 1:

np. dla odl. 5 m, rogu wklęsłego i błędu celowania 2° można było oczekiwać wyniku pomiaru 4,834 m (5 m - 0,166 m), zaś dla rogu wypukłego wyniku 5.166 m (5 m + 0,166 m), a otrzymano odpowiednio 4,993 i 5,010 m (średnia z 20 pomiarów).

Uzyskane wartości doświadczalne są dużo mniejsze od oczekiwanych, co jest wynikiem wielokrotnego wykonywania pomiaru przez dalmierz i algorytmu uśredniania wyników. Otrzymane doświadczalnie wartości wskazują, że w praktyce dla rogów wypukłych błędy nie wpływają w znaczący sposób na końcowy efekt - geometrię pomieszczenia, ale dla rogów wklęsłych trzeba się liczyć jednak z brakiem kilku centymetrów na większych dystansach.

Zagadnieniem, którego wpływ został specjalnie wyeliminowany w czasie pomiarów przedstawionych w tabeli 1, jest powstawanie ruchomego przegubu pomiędzy dalmierzem a metalowym pałąkiem przeznaczonym do wstawienia instrumentu wróg wklęsły. Brak możliwości unieruchomienia tego metalowego elementu (względem samego dalmierza) w niektórych, często ekwi-librystycznych, pozycjach osoby mierzącej powoduje konieczność powtarzania pomiarów dla pewności uzyskanych danych. Jest to jedyne negatywne spostrzeżenie w trakcie wielogodzinnego użytkowania instrumentu w inwentaryzacjach architektonicznych.

## 2. Pomiary a przeszkody

Pozytywną cechą dalmierza laserowego DISTO™ jest możliwość wykonywania pomiarów, w których jeden z punktów jest w miejscu trudno lub w ogóle niedostępnym dla technik klasycznych. Przy inwentaryzacji budynków mieszkalnych są to przestrzenie pod, nad czy pomiędzy meblami, kwiatami, grzejnikami, a w obiektach handlowych lub magazynowych - urządzeniami, instalacjami, przepierzeniami itd.

We wszystkich tych przypadkach widać czerwony punkt celowania, ale czasem problemem staje się szerokość szczeliny potrzebnej do wykonania pomiaru.

W przypadku małych odległości znaczenie (in minus) ma odległość pomiędzy wysyłaną a odbieraną wiązką światła, przy

większych, sama szerokość wiązki<sup>1</sup>.

Eksperymentalne pomiary przeprowadzono:

- na stałym dystansie 20 metrów;
- dalmierz nie podlegał drganiom (nie był trzymany w rękach);
- jako przeszkodę zastosowano arkusz kartonu z wyciętymi otworami o średnicach 5,0; 2,5; 1,7 i 1,0 cm.
- sprawdzeniu podlegała możliwość wykonania pomiaru (także czas i liczba błędnych pomiarów) przy zmiennej odległości przeszkody (otworu) od dalmierza.

Wyniki pomiarów, wykonywanych w warunkach takich samych jak w p. 1, przedstawiono w tabeli 2.

**Tab. 2** Wpływ wielkości i odległości szczelin w przeszkodach na możliwość wykonania pomiarów dalmierzem DISTO™.

Średnica w cm	Odległość przeszkody od dalmierza w metrach (oznaczenia: 3 – pomiar szybki, 2 – pomiar wolny, 1 – częste błędy w pomiarze, 0 – pomiar niemożliwy)									
	0,5	1,0	1,75	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5
5,0	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2,5	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
1,7	0	0	1	0	1	1	1	1	2	2
1,0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Uwagi do tab. 2:

3 - pomiar szybki, wykonywany w czasie poniżej 4 sekund, bez błędów;

2 - pomiar wolny, realizowany w czasie do 10 sekund, pojedyncze błędy;

1 - częste błędy w pomiarze, pomiar realizowany w czasie ok. 10 sekund, większość pomiarów błędnych;

0 - pomiar niemożliwy, instrument po 10-12 sekundach sygnalizuje błąd<sup>1</sup> nr 55.

Wyniki pomiarów przedstawione w tab. 2 potwierdziły wrywkowe spostrzeżenia z inwentaryzacji, o problemach przy bardzo małej (2-5 metrów) odległości wąskiej szczeliny od dalmierza. Szczelina - otwór o średnicy powyżej 5 cm umożliwia wykonanie pomiaru niezależnie od swego położenia. Przy mniejszych średnicach, pomiary należy powtarzać w celu uzyskania kontroli poprawności wyników. Wartością, poniżej której otrzymywane wyniki są w większości błędne, przy bardzo wydłużonych czasach pomiaru, jest 2,5 cm. Możliwe jest, w sytuacjach szczególnych i stosunkowo dużej odległości dalmierz - szczelina, wykonanie pojedynczych pomiarów. Koniecznym warunkiem jest jednak stabilizacja instrumentu - nie wykonywanie pomiarów z ręki.

### 3. Warunki wykonywania pomiarów

Czynnikami wpływającymi w znaczący sposób na możliwość wykonania pomiarów są ponadto:

#### Oświetlenie

Przy świetle słonecznym możliwość mierzenia odległości powyżej 15-20 metrów praktycznie nie istnieje z uwagi na brak widoczności punktu celowania - plamki światła wysyłanego przez laser. Firma Leica przewidziała w takich sytuacjach zastosowanie czerwonego filtra, ale jego stosowanie bez stabilizacji dalmierza (pomiar z ręki) jest bardzo problematyczne.

Możliwości wykonywania pomiarów - zwiększenie mierzonych dystansów, zmniejszenie czasów wykonywania pomiarów, poprawiają się wraz z pogorszeniem warunków

oświetlenia. Najlepsze wyniki (czasy - dystanse) uzyskiwane są prawie w półmroku.

W sytuacjach szczególnych niektóre pomiary mogą być wykonywane w nocy (celowanie przy świetle sztucznym, sam pomiar - w ciemności), wymaga to jednak stabilizacji instrumentu. Maksymalna odległość uzyskana w tym systemie to 78 metrów (bez tarczy odbijającej) - instrukcja<sup>1</sup> podaje wartość maksymalną ok. 30 metrów.

#### Powierzchnie odbijające promieniowanie

Rodzaj, stopień zanieczyszczenia i stopień wilgotności powierzchni są podstawowymi czynnikami wpływającymi na możliwość wykonania pomiaru odległości. Na zwiększenie mierzonych dystansów ma wpływ sposób odbijania światła przez daną powierzchnię. W praktyce lepsze wyniki uzyskuje się dla powierzchni jasnych, lakierowanych, a gorsze dla ciemnych, malowanych, zabrudzonych czy zapylnych. W przypadku grubej warstwy pyłu rozwiązaniem jest oczyszczenie powierzchni szczotką.

#### Wilgotność

*Dużo większe znaczenie niż kolor czy zabrudzenie ma wilgotność powierzchni danego materiału. W przypadku muru i odległości kilkunastu metrów pomiar do cegieł mokrych jest niemożliwy, utrudniony do wilgotnych i bezproblemowy do cegieł suchych.*

### 4. Podsumowanie

Zastosowanie ręcznego dalmierza laserowego w pomiarach inwentaryzacyjnych pozwoliło na znaczące przyśpieszenie ich realizacji. Proponowana metoda wykonywania pomiaru, połączona ze zmianą sposobu notowania wyników, pozwala na zmniejszenie liczebności ekipy pomiarowej, zwiększenie dokładności oraz możliwość szybkiej ich kontroli. Zastosowany w elektronice urządzenia algorytm umożliwia wykonywanie pomiarów nie obciążonych skutkami stosunkowo dużego błędu celowania w wyniku drgania rąk osoby mierzącej. Dogodna jest także możliwość wykorzystania do wykonania pomiarów odległości, istniejących w danym obiekcie szczelin czy otworów o średnicy powyżej 2,5 cm.

Dużą uwagę w czasie eksploatacji DISTO™ w pomiarach inwentaryzacyjnych należy zwrócić na unikanie silnego oświetlenia, korzyści z wykonywania pomiarów w ciemności oraz, w miarę możliwości, wybór materiału odbijającego promieniowanie.

W wielu sytuacjach dopiero stabilizacja dalmierza - oparcie jedną krawędzią o ścianę, położenie na podłożu, może umożliwić wykonanie pomiaru.

Duża efektywność pomiarów wykonywanych za pomocą dalmierza DISTO™, jak i możliwość jego wykorzystania w strefach zagrożonych - dotychczas niedostępnych dla pomiarów bezpośrednich - umożliwiają, zarówno obniżenie kosztów własnych inwentaryzacji, jak i szybką amortyzację instrumentu. Zastosowanie adapterów mocujących dalmierz na teodolicie otwiera całą gamę nowych możliwości wykorzystania tego instrumentu w inwentaryzacjach architektonicznych.

<sup>1</sup> Instrukcja obsługi DISTO™

<sup>2</sup> Wytyczne techniczne GUGiK G-3.4

<sup>3</sup> S. Przewłocki i in., „Automatyzacja pozyskiwania danych dokładnościowych w budownictwie przy zastosowaniu dalmierza DISTO na tle zaleceń normy ISO 7976-1" w „Materiały II KNT PAN SGP. Problemy automatyzacji w geodezji inżynierskiej"