

Zastosowanie tachimetru do wzorcowania zbiorników pomiarowych do cieczy, w kształcie cylindra stojącego, w Okręgowym Urzędzie Miar w Gdańsku

Adoption of tachymeter for calibration of vertical cylindrical measuring tanks in Regional Office of Measures in Gdańsk

Radosław Kleczyński (Okręgowy Urząd Miar w Gdańsku)

W artykule omówiono praktyczne sposoby wzorcowania zbiorników pomiarowych do cieczy, posadowionych na stałe, w kształcie cylindra stojącego, metodą wewnętrznego elektrooptycznego pomiaru odległości, za pomocą tachimetru.

The article discusses practical methods of calibrating vertical cylindrical measuring tanks by the internal electro-optical distance-ranging method with a tachymeter.

Wprowadzenie

W artykule przedstawiono sposób wzorcowania zbiorników pomiarowych do cieczy za pomocą metody wewnętrznego elektrooptycznego pomiaru odległości przy użyciu tachimetru, w oparciu o normę *ISO 7507-4:2010 Petroleum and liquid petroleum products – Calibration of vertical cylindrical tanks – Part 4: Internal electro-optical distance-ranging method*. Metoda ta, zgodnie z przepisami o zbiornikach¹, jest jednym ze sposobów wykorzystywanych do uzyskania wymiarów geometrycznych niezbędnych do obliczenia powierzchni przekroju carg podczas wzorcowania zbiorników metodą geometryczną. Od 2012 r. Okręgowy Urząd Miar w Gdańsku jest w posiadaniu stanowiska pomiarowego do wzorcowania zbiorników, wyposażonego w tachimetr.

W niniejszym artykule chcieliśmy podzielić się doświadczeniem, jakie zdobyliśmy przez pięć lat stosowania tachimetru w naszej pracy.

Stosowane metody wzorcowania zbiorników

Do tej pory zbiorniki dużych pojemności wzorcowaliśmy – podobnie jak pozostałe urzędy miar – metodą geometryczną lub objętościową. W metodzie

geometrycznej, do uzyskania wymiarów geometrycznych niezbędnych do obliczenia powierzchni przekroju carg, można posłużyć się metodą opasania z użyciem przymiaru wstęgowego (rys. 1) lub optycznej linii odniesienia (rys. 2). Metoda objętościowa ma zastosowanie głównie w przypadku zbiorników zaizolowanych termicznie i polega na całkowitym napełnieniu zbiornika dawkami wody o znanej objętości (rys. 3).

Wszystkie wymienione metody posiadają wady, mniej lub bardziej istotne z punktu widzenia zarówno pracowników urzędu miar (dokładność pomiarów, uciążliwość stosowania), jak i przede wszystkim klientów (koszty). Mając to na uwadze, Główny Urząd Miar w 2008 r. podjął działania zmierzające do wyposażenia terenowych urzędów miar w niezbędne przyrządy pomiarowe, które mogłyby służyć do



Fot. 1. Wzorcowanie zbiornika metodą geometryczną przy zastosowaniu metody opasania z użyciem przymiaru wstęgowego

¹ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 22 stycznia 2008 r. w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać zbiorniki pomiarowe, oraz szczegółowego zakresu badań i sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych (Tekst jednolity: Dz. U. z 2014 r., poz. 1094).



Fot. 2. Wzorcowanie zbiornika metodą geometryczną przy zastosowaniu metody optycznej linii odniesienia za pomocą wózka pionującego

wzorcowania metodą geometryczną zbiorników pomiarowych do cieczy, jednocześnie wnosząc do nich nową jakość.

Powyższe działania zaowocowały tym, że w 2011 r. Okręgowy Urząd Miar w Gdańsku, jako



Fot. 3. Wzorcowanie zbiornika metodą objętościową



Rys. 4. Tachimetr będący na wyposażeniu Okręgowego Urzędu Miar w Gdańsku



Rys. 5. Kontroler typu 3DIM

pierwszy z dziewięciu okręgowych urzędów miar w kraju, został wyposażony w zmotoryzowany bezlustrkowy tachimetr (rys. 4) do wzorcowania metodą geometryczną zbiorników pomiarowych do cieczy, posadowionych na stałe. Tachimetr wyposażony jest w kontroler typu 3DIM (rys. 5), który służy do sterowania urządzeniem przewodowo lub bezprzewodowo i wykonywania obliczeń na podstawie zmierzonych wartości. Umożliwia on pomiar średnich promieni wewnętrznych ciał, wysokości ciał oraz pochylenia zbiornika.

Wdrożenie nowej metody pomiarów

Przygotowanie tachimetru do pracy trwało prawie rok. W ramach tego procesu, przede wszystkim zwalidowaliśmy nową metodę pomiaru przy pomocy innej metody, tj. opasania z użyciem przymiaru wstęgowego. Do tego celu posłużył nam, udostępniony przez jednego z klientów, fabrycznie nowy zbiornik, pozbawiony nierówności ciał. Porównaniu poddano objętości całkowite zbiornika, gdzie za wartość poprawną V_p , przyjęto objętość obliczoną w wyniku zastosowania przymiaru (tab. 1), a za wartość mierzoną V_i , objętość obliczoną w wyniku zastosowania tachimetru (tab. 2).

Błąd procentowy pomiaru e_p wyznaczono wg wzoru:

$$e_p = \frac{V_i - V_p}{V_p} \cdot 100 \quad (1)$$

Jako kryterium oceny przyjęto, że błąd pomiaru nie powinien być większy od 1/3 błędu granicznego dopuszczalnego przy legalizacji zbiorników metodą geometryczną, wynoszącego $\pm 0,2\%$. W wyniku obliczeń, uzyskaliśmy wartość $-0,032\%$, co przy

Tabela 1. Wyniki pomiarów zbiornika metodą opasania z użyciem przymiaru wstęgowego

Nr cargi	Obwód wewnętrzny	Pole powierzchni cargi	Wysokość przedziału interpolacyjnego	Objętość przedziału interpolacyjnego	Objętość urządzeń wewnętrznych	Objętość przedziału interpolacyjnego po uwzględnieniu urządzeń wewnętrznych	Parcie cieczy	Objętość przedziału interpolacyjnego po uwzględnieniu parcia cieczy	Objętość zalewu	Objętość całkowita V_p
	mm	dm ²	dm	dm ³	dm ³	dm ³	dm ³	dm ³	dm ³	dm ³
1	56 531,7	25 431,6	3,25	82 652,8	-62,0	82 590,8	6,4	82 597,2		
			7,95	202 181,5	167,0	202 348,5	15,7	202 364,2		
			16,04	407 923,4	-	407 923,4	31,7	407 955,1		
2	56 528,3	25 428,6	28,00	712 000,0	-	712 000,0	208,8	712 208,8		
3	56 532,8	25 432,6	28,03	712 876,4	-	712 876,4	405,2	713 281,6		
4	56 537,3	25 436,7	28,00	712 226,8	-	712 226,8	600,8	712 827,6		
5	56 527,6	25 427,9	27,59	701 556,9	-	701 556,9	803,3	702 360,2		
									23 600	3 557 195

Tabela 2. Wyniki pomiarów zbiornika metodą wewnętrznego elektrooptycznego pomiaru odległości przy użyciu tachimetru

Nr cargi	Obwód wewnętrzny	Pole powierzchni cargi	Wysokość przedziału interpolacyjnego	Objętość przedziału interpolacyjnego	Objętość urządzeń wewnętrznych	Objętość przedziału interpolacyjnego po uwzględnieniu urządzeń wewnętrznych	Parcie cieczy	Objętość przedziału interpolacyjnego po uwzględnieniu parcia cieczy	Objętość zalewu	Objętość całkowita V_i
	mm	dm ²	dm	dm ³	dm ³	dm ³	dm ³	dm ³	dm ³	dm ³
1	56 526,0	25 426,5	3,25	82 636,1	-62,0	82 574,1	6,4	82 580,5		
			7,95	202 140,7	167,0	202 307,7	15,7	202 323,4		
			16,04	407 841,1	-	407 841,1	31,7	407 872,8		
2	56 525,4	25 426,0	28,00	711 927,0	-	711 927,0	208,8	712 135,8		
3	56 522,0	25 422,9	28,03	712 604,0	-	712 604,0	405,2	713 009,2		
4	56 520,8	25 421,8	28,00	711 811,1	-	711 811,1	600,8	712 411,9		
5	56 517,5	25 418,9	27,59	701 306,3	-	701 306,3	803,3	702 109,6		
									23 600	3 556 043

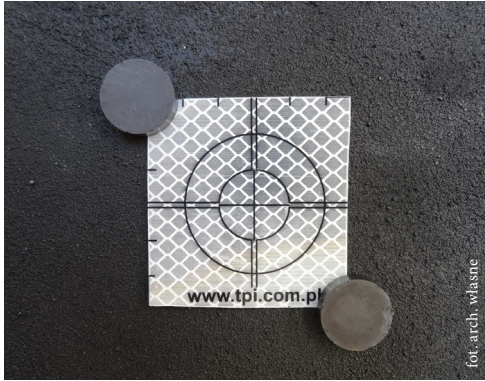
wartości 1/3 błędu granicznego wynoszącej 0,067 %, oznaczało spełnienie przyjętego kryterium.

$$e_p = \frac{3556043 - 3557195}{3557195} \cdot 100 = -0,0324 \approx -0,032 \quad (2)$$

Jednocześnie z powyższego porównania wynika, iż obliczone objętości każdego z przedziałów interpolacyjnych dla obu wyników pomiarów zbiornika (identyczne wysokości przedziałów interpolacyjnych), również spełniają przyjęte kryterium. W toku dalszych działań, wypracowaliśmy optymalny sposób postępowania przy obsłudze tachimetru i wykonywaniu pomiarów tak, aby uwzględniał on wymagania normy ISO 7507-4:2010 oraz zaleceń „Instrukcji sprawdzania i wzorcowania zbiorników pomiarowych” stanowiącej załącznik do Zarządzenia nr 189 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 22 grudnia 1995 r. (Instrukcja wraz z przepisami o zbiornikach pomiarowych obowiązywała do 2003 r.). Sposób ten

został zawarty w opracowanej przez Okręgowy Urząd Miar w Gdańsku „Instrukcji postępowania przy wykonywaniu pomiarów tachimetrem”.

Problemem, z którym musieliśmy zmierzyć się od początku, było stabilne ustawienie tachimetru wewnątrz zbiornika. Urządzenie okazało się niezwykle wrażliwe na drgania podłoża, a jednym z wymagań normy ISO 7507-4:2010 jest niezmiennosc jego położenia względem dwóch punktów referencyjnych (tarcz geodezyjnych), umieszczonych na ścianie zbiornika (rys. 6). Rozwiązanie stanowiło dociążenie podłoża odpowiednią masą, albo ustawienie przyrządu w miejscu, gdzie nie występuje przenoszenie drgań np. na spawach łączących płyty dna, blisko krawędzi studzienki odpływowej itp. W drugim przypadku wykorzystano możliwości oprogramowania tachimetru do wyznaczania wirtualnego środka mierzonego okręgu, dzięki czemu nie trzeba ustawiać przyrządu dokładnie w osi pionowej zbiornika. Oprócz tego,



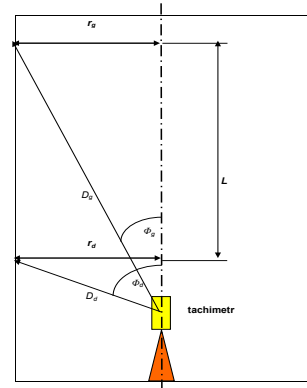
Rys. 6. Tarcza geodezyjna umieszczona na wewnętrznej ścianie zbiornika

podczas wykonywania pomiaru, nie należy poruszać się w pobliżu urządzenia.

Praktyka wymusiła zrezygnowanie z bezprzewodowego sterowania tachimetrem z zewnątrz zbiornika, ponieważ praca w systemie „bluetooth” ulegała częstym zakłóceniom na skutek pochłaniania fal przez stalowe ściany. Z drugiej strony, obecność pracownika we wnętrzu zbiornika jest konieczna w celu optycznego kontrolowania, czy przyrząd dokonuje pomiarów w wyznaczonych punktach pomiarowych. Kontroli tej dokonuje się, obserwując punkt świetlny, emitowany przez diodę tyczenia, a w przypadku zbiornika z dachem pływającym, obserwując miejsce pomiaru przez kolimator. Kontrola jest istotnym elementem, ponieważ na skutek zakłóceń zewnętrznych (drżania podłoża, przeszkody na drodze wiązki) lub błędów w programowaniu, pomiar może zostać wykonany poza wyznaczonym punktem pomiarowym.

Pomiar pochylenia i wysokości carg zbiornika za pomocą tachimetru

Jednym z elementów wzorcowania zbiornika metodą geometryczną, jest dokonanie pomiaru jego pochylenia. Realizujemy go również przy pomocy tachimetru. Nie zachodzi tu konieczność wykonywania dodatkowych pomiarów, ponieważ do obliczeń wykorzystuje się wartości długości spadku niwelacyjnego D oraz kąta pionowego Φ , uzyskane po zmierzeniu punktów pomiarowych pierwszej i ostatniej cargi, w trakcie pomiarów średnich promieni wewnętrznych (rys. 7).



Rys. 7. Wyznaczanie pochylenia względnego zbiornika

$$\begin{aligned} r_g &= \sin \Phi_g \cdot D_g \\ r_d &= \sin \Phi_d \cdot D_d \\ l_i &= r_g - r_d \\ y_i &= l_i / L \end{aligned}$$

gdzie:

- r_g – promień górnej cargi w punkcie pomiarowym,
- r_d – promień dolnej cargi w punkcie pomiarowym,
- Φ_g – kąt pionowy dla punktu pomiarowego górnej cargi,
- Φ_d – kąt pionowy dla punktu pomiarowego dolnej cargi,
- D_g – długość spadku niwelacyjnego dla punktu pomiarowego górnej cargi,
- D_d – długość spadku niwelacyjnego dla punktu pomiarowego dolnej cargi,
- L_i – różnica między wartościami r_g i r_d ,
- L – odległość między punktami pomiarowymi górnej i dolnej cargi,
- y_i – pochylenie względne.

Przedstawioną na rysunku nr 7 wartość odległości między punktami pomiarowymi górnej i dolnej cargi L oblicza się, wykorzystując funkcję w oprogramowaniu kontrolera 3DIM o poleceniu „Oblicz odległość punkt-punkt”. Za jej pomocą obliczamy również długości odcinków między zmierzonymi punktami pomiarowymi na dolnych i górnych spawach poszczególnych carg, uzyskując w ten sposób wartości wysokości carg.

Wspomniana powyżej „Instrukcja sprawdzania i wzorcowania zbiorników pomiarowych” przewidywała, że pomiar pochylenia zbiornika należy wykonać za pomocą pionu umieszczonego na zewnątrz zbiornika, w dwunastu równomiernie rozłożonych punktach pomiarowych na jego obwodzie. Dlatego przyjęliśmy dwanaście punktów jako minimalną ilość punktów pomiarowych, w których należy dokonać pomiarów promieni wewnętrznych zbiornika

Tabela 3. Minimalna ilość punktów pomiarowych.
Norma ISO 7507-4:2010

Obwód zbiornika w metrach	Min. ilość punktów
≤ 50	10
> 50 ≤ 100	12
> 100 ≤ 150	16
> 150 ≤ 200	20
> 200 ≤ 250	24
> 250 ≤ 300	30
> 300	36

Można wybrać ilość punktów większą od min. ilości punktów z Tabeli, w zależności od konkretnych szczególnych okoliczności oraz stanu zbiornika

pomimo, że norma ISO 7507-4:2010 – w zależności od długości obwodu mierzonego zbiornika – dopuszcza wartość niższą, tj. 10 punktów (tab. 3).

W praktyce, do wartości minimalnej dodaje się jeden lub więcej punktów, aby w przypadku wystąpienia zakłóceń podczas pomiaru, o których wspomniano wyżej, posiadać „zapas” zapewniający spełnienie wymagania Normy.

Wzorcowanie zbiorników z dachami pływającymi

Po wypracowaniu metody posługiwania się tachimetrem przy pomiarach zbiorników z dachami stałymi, rozpoczęliśmy prace nad zastosowaniem go do wzorcowania zbiorników z dachami pływającymi. Zagadnienie sprowadzało się głównie do stabilnego ustawienia przyrządu. Zlokalizowanie go w jakimkolwiek miejscu na pontonie, membranie, czy podście schodów dachu okazało się niemożliwe z uwagi na przenoszenie drgań, spowodowanych wiatrem, lub przemieszczaniem się pracowników obsługujących przyrząd. Problem rozwiązywało ustawienie statywu na dnie zbiornika, bezpośrednio pod otwartym włazem w membranie dachu tak, aby tachimetr wystawał ponad jego powierzchnię (rys. 8).

Aby to osiągnąć, należy ustawić statyw na dodatkowym podwyższeniu. Praktyka wykazała, że najlepiej do tego celu użyć worków z piaskiem. Wysoki z konieczności stos, najlepiej dociąża dno zbiornika, nie przenosi drgań, jak np. podesty, cementowe bloki, beczki z wodą itp. Umożliwia także wbicie nóg statywu w piasek, co dodatkowo stabilizuje przyrząd. Niewątpliwą zaletą umieszczenia tachimetru we włazie dachu jest możliwość swobodnego poruszania się w jego pobliżu, bez ryzyka przeniesienia drgań. Bezpośredni dostęp do tachimetru pozwala na



Rys. 8. Wzorcowanie zbiornika z dachem pływającym przy użyciu tachimetru

dokonywanie wspomnianej wcześniej optycznej kontroli pomiarów za pomocą kolimatora.

W przypadku zbiorników z dachami pływającymi konieczne było połączenie dwóch metod wzorcowania. Do pomiaru pierwszej i drugiej cargi nadal posługujemy się metodą opasania z użyciem przyrządu wstęgowego; przy pomocy tachimetru dokonujemy pomiarów wyższych carg. Wynika to stąd, że pomiar tachimetrem pod dachem pływającym jest utrudniony lub wręcz niemożliwy, z uwagi na liczne przeszkody na drodze wiązki (podpory dachu, rury odwodnienia itp.). Ponadto wymaga dwukrotnego ustawiania przyrządu i programowania go do pracy. Zastosowanie metody opasania jest prostsze i szybsze, ponieważ na tej wysokości nie zachodzi potrzeba użycia rusztowań, drabin, ani rolek prowadzących. Pozostałe pomiary przy użyciu tachimetru wykonuje się w identyczny sposób, jak w zbiornikach z dachami stałymi.

Sprawdzenia pośrednie i wzorcowania okresowe tachimetru

Norma ISO 7507-4:2010 narzuca weryfikację długości spadku niwelacyjnego, kąta pionowego i kąta poziomego, w celu właściwego stosowania tachimetru oraz określa sposoby jej dokonania. Czynności te przeprowadzamy w siedzibie Urzędu co najmniej raz w roku w ramach sprawdzeń pośrednich. Do weryfikacji długości spadku niwelacyjnego stosujemy przyrząd sztywny o zakresie pomiarowym (0÷2000) mm. Odchyłka odległości obliczonej D_0 powinna mieścić się w zakresie ± 2 mm w stosunku do odległości zmierzonej D_z (tab. 4).

Weryfikacji kąta pionowego i kąta poziomego dokonujemy przy pomocy trzech tarcz geodezyjnych, rozmieszczonych w płaszczyźnie poziomej w odległo-

ściach co najmniej 60° od siebie. Obliczona całkowita niepewność kątów poziomych i pionowych nie może być większa od $7,8 \times 10^{-5}$ (0,000 078) rad (tab. 5).

Wyniki uzyskane w latach 2013–2016, utrzymują się na podobnym poziomie i są znacząco niższe od wartości dopuszczalnych (tab. 6).

Wzorcowanie tachimetru wykonujemy w Głównym Urzędzie Miar. Zgodnie z ww. normą ISO 7507-4:2010, niepewność rozszerzona tachimetru

w zakresie pomiaru odległości $U_m(D)$ nie powinna być większa niż $[5 \times 10^{-4} + (2 \times 10^{-5} \times D_m)]$, gdzie D_m jest mierzoną odległością, wyrażoną w metrach, przy poziomie ufności 95 % i współczynniku rozszerzenia $k=2$. Dla kątów poziomych i pionowych całkowita niepewność nie może być większa od $7,9 \times 10^{-5}$ rad. Wyniki wzorcowań każdorazowo potwierdzają spełnienie tych wymagań.

Tabela 4. Wyniki weryfikacji pomiaru długości spadku niwelacyjnego

Nr pomiaru	Kąt θ dla 2 m	Kąt θ dla 0,005 m	(2θ)	D_z	$(2\theta)/2$	cot	B*/2	D_o	$D_z - D_o$
	°			mm	°	rad	mm		
1	9,039	351,111	-342,072	6323,60	-171,036	6,339 53	997,54	6323,93	-0,33
2	9,039	351,111	-342,072	6323,60	-171,036	6,339 53	997,54	6323,93	-0,33
3	9,040	351,111	-342,071	6323,70	-171,036	6,339 17	997,54	6323,58	0,12
4	9,039	351,111	-342,072	6323,70	-171,036	6,339 53	997,54	6323,93	-0,23
5	9,038	351,111	-342,073	6323,80	-171,037	6,339 89	997,54	6324,29	-0,49
średnia				6323,68				6323,93	-0,25

* zmierzona długość odcinka na przyrządzie między punktami 0,005 m i 2 m

Tabela 5. Wyniki weryfikacji kąta pionowego i kąta poziomego

Zestaw kolimacyjny	Kąt	Tarcza 1		Tarcza 2		Tarcza 3	
		pomiar 1	pomiar 2 (po obróceniu obiektywu w pionie i poziomie o 180°)	pomiar 1	pomiar 2 (po obróceniu obiektywu w pionie i poziomie o 180°)	pomiar 1	pomiar 2 (po obróceniu obiektywu w pionie i poziomie o 180°)
Nr		rad					
1	poziomy θ	4,701 06	1,582 16	1,587 22	4,696 00	4,699 72	1,583 50
	pionowy Φ	2,577 57	5,719 23	0,975 50	4,117 00	1,033 03	4,174 67
2	poziomy θ	4,701 06	1,582 16	1,587 24	4,696 00	4,699 70	1,583 50
	pionowy Φ	2,577 57	5,719 23	0,975 50	4,117 00	1,033 01	4,174 67
3	poziomy θ	4,701 06	1,582 16	1,587 24	4,696 00	4,699 72	1,583 50
	pionowy Φ	2,577 57	5,719 22	0,975 50	4,116 99	1,033 03	4,174 67
4	poziomy θ	4,701 06	1,582 16	1,587 24	4,696 00	4,699 70	1,583 50
	pionowy Φ	2,577 59	5,719 22	0,975 50	4,116 99	1,033 01	4,174 67
5	poziomy θ	4,701 06	1,582 16	1,587 24	4,696 00	4,699 72	1,583 50
	pionowy Φ	2,577 57	5,719 22	0,975 50	4,116 99	1,033 01	4,174 67

różnica dla najgorszego przypadku w pomiarach dwóch płaszczyzn we wszystkich punktach pomiarowych						
0,000 00	0,000 00	0,000 02	0,000 00	0,000 02	0,000 00	$\Delta\epsilon$
0,000 02	0,000 02	0,000 00	0,000 02	0,000 02	0,000 00	0,000 017
odchyłka standardowa dla najgorszego przypadku pomiarów w każdym zmierzonym zestawie						
0,000 00	0,000 00	0,000 01	0,000 00	0,000 01	0,000 00	Δs
0,000 01	0,000 01	0,000 00	0,000 01	0,000 01	0,000 00	0,000 005
niepewność standardowa pomiaru kąta poziomego i pionowego					$u(\theta_{\text{p}})$	0,000 01
rozdzielczość kątowa przyrządu (radiany)				0,000 02	$u(\theta_{\text{r}})$	0,000 005 8
niewspółosiowość laserów, szacunkowa wartość błędu				0,000 031 42	$u(\theta_{\text{p}})$	0,000 009
całkowita niepewność kątów poziomych i pionowych				$u(\theta) = u(\Phi)$		0,000 015

Tabela 6. Stabilność parametrów tachimetru uzyskanych podczas sprawdzeń pośrednich

Data pomiarów		$u(\theta) = u(\Phi)$	$D_z - D_o$
		rad	mm
październik	2013	0,000015	-0,20
kwiecień	2014	0,000015	-0,25
wrzesień	2014	0,000023	-0,25
styczeń	2015	0,000015	-0,25
kwiecień	2015	0,000015	0,25
październik	2016	0,000023	0,28
Wartość dopuszczalna		0,000079	2,00

Efekty wdrożenia nowej metody

Wprowadzenie metody wewnętrznej elektrooptycznego pomiaru odległości do bieżącej pracy Okręgowego Urzędu Miar w Gdańsku, przy wzorcowaniu zbiorników metodą geometryczną, spowodowało niemal całkowite odejście od dotychczas stosowanych metod. O niezaprzeczalnych korzyściach pomiaru tachimetrem dla klientów Urzędu, najlepiej świadczy fakt, że w latach 2012–2016 Wydział Termodynamiki OUM w Gdańsku otrzymał szereg zleceń na wykonanie wzorcowań w ramach metrologii prawnej i technicznej, również poza obszarem swojej działalności. Stanowiły one ponad 20% ogólnej liczby zleceń (tab. 7) i dotyczyły głównie zbiorników zaizolowanych termicznie. Należy podkreślić, że właśnie kwestia wzorcowania zbiorników tego typu i związane z tym problemy, stanowiła główny powód wyposażenia Urzędu w tachimetr. Zastosowanie nowej metody pomiarów przyniosło największe oszczędności klientom Urzędu. Przykładowo dla zbiornika o pojemności 10000 m³, wzorcowanego w dużej firmie z branży paliwowej, wynosi to ponad 20000 zł, biorąc pod uwagę tylko zużycie wody i obsługę techniczną firmy zewnętrznej

Tabela 7. Zestawienie ilości zbiorników wzorcowanych przy pomocy tachimetru w latach 2012–2016

Rok	Zbiorniki z dachem stałym	Zbiorniki z dachem pływającym	W tym poza obszarem OUM Gdańsk
	szt.	szt.	szt.
2012	14	–	2
2013	21	2	1
2014	13	5	5
2015	21	11	10
2016	33	3	9
Razem	102	21	27

– znacznie wyższy rząd oszczędności przynosi skrócenie czasu wyłączenia zbiornika z eksploatacji z trzech tygodni do jednego. Także dla urzędu zysk jest niebagatelny, ponieważ dotychczas wyzorcowanie tego typu zbiornika wymagało zaangażowania 3 pracowników na okres min. 5 dni (praca ciągła w systemie tryzmianowym), a obecnie może ją wykonać 2 pracowników w ciągu 2 dni.

Również w przypadku zbiorników wzorcowanych metodą geometryczną obie strony odnotowały znaczące korzyści. Dla klientów jest to przede wszystkim:

- ♦ większa dokładność pomiarów poprzez:
 - wyeliminowanie czynników powodujących wydłużenie przymiaru (zewnętrzne elementy konstrukcji zbiornika, nakładki, spawy, rolki, zaciski),
 - wyeliminowanie nierównomiernego naciągu przymiaru,
 - wyeliminowanie nierównomiernego ułożenia przymiaru na ścianie zbiornika;
- ♦ skrócenie czasu wykonywania czynności metrologicznych o ok. 25 %;
- ♦ zmniejszenie dodatkowych kosztów związanych z koniecznością budowania rusztowań, wynajmowania podnośników lub alpinistów w celu dokonania pomiarów obwodów na dużych wysokościach;
- ♦ możliwość wykonywania pomiarów zbiorników z dachem stałym, bez względu na niesprzyjające warunki atmosferyczne (opady, silny wiatr);

Z kolei, dla pracowników OUM w Gdańsku, to nie tylko skrócenie czasu realizacji czynności metrologicznych podczas dokonywania legalizacji zbiorników pomiarowych do cieczy, posadowionych na stałe, ale także zwiększenie bezpieczeństwa poprzez brak konieczności pracy na dużych wysokościach.

Biorąc pod uwagę wszystkie wymienione wyżej zalety nowej metody, jak również pozytywny odbiór ze strony klientów urzędu i rosnące zapotrzebowanie na terenie całego kraju na tego typu prace, Główny Urząd Miar postanowił wyposażyć w tachimetry kolejne jednostki administracji miar. W 2016 r. zakupiono trzy nowe przyrządy, które są obecnie wdrażane do pracy w okręgowych urzędach miar w Warszawie, Łodzi i Krakowie.