

MODUŁOWE NARZĘDZIA POMIAROWE

Modular measuring devices

Marek KURAN

Streszczenie: W pracy opisano narzędzia Multimar firmy Mahr. Opisano zalety zastosowania modułowej budowy urządzeń w stosunku do uniwersalnych narzędzi pomiarowych. Pokazano możliwość wykorzystania przyrządów do nietypowych zadań pomiarowych. Wskazano na możliwość ograniczenia inwestowanych środków w przypadku wyboru przyrządów modułowych w porównaniu z uniwersalnym sprzętem pomiarowym. Dokonano porównania niepewności pomiaru uzyskiwanych w przypadku wykorzystania przyrządu modułowego Multimar 25 EWR w porównaniu z uniwersalnymi narzędziami pomiarowymi.

Słowa kluczowe: narzędzia pomiarowe, modułowa konstrukcja, niepewność pomiaru

Abstract: In a paper Mahr's Multimar measuring tools has been described. Advantages of using modular construction of devices in relation to universal measuring tools have been presented. The possibility of using instruments for a typical measurement tasks has been shown. The possibility of limiting invested funds in the case of choosing modular devices in comparison with universal measuring equipment was indicated. The comparison of measurement uncertainty obtained when using the Multimar 25 EWR modular instrument was compared to universal measuring tools.

Keywords: measuring tools, modular design, measurement uncertainty

Wprowadzenie

W praktyce warsztatowej powszechnie wykorzystuje się uniwersalne, ręczne narzędzia pomiarowe jak np. suwmiarki, mikrometry, czujniki itp. Doskonale spełniają one swoje zadanie podczas weryfikacji typowych cech geometrycznych wyrobów, zarówno w produkcji jednostkowej jak i wielkoseryjnej, pod warunkiem zapewnienia przez nie odpowiedniej niepewności pomiaru.

W przypadku wprowadzenia do produkcji wyrobu o nietypowej geometrii, utrudniającej wykonanie pomiaru narzędziami uniwersalnymi, pojawia się konieczność zlecenia pomiarów jednostce zewnętrznej lub uzupełnienia stanu o narzędzia w specjalnym wykonaniu, umożliwiającym pomiar kłopotliwych cech geometrycznych.

Pierwszy z przypadków ma sens ekonomiczny jedynie w przypadku jednostkowej produkcji. W drugim, producenci sprzętu pomiarowego oferują narzędzia pomiarowe przystosowane do mniej typowych przypadków. Niestety, zwiększenie specjalizacji wiąże się z jednoczesnym ograniczeniem ich uniwersalności, co często wyklucza zastosowanie w pomiarach innych cech geometrycznych. Istnieje więc prawdopodobieństwo – zwłaszcza w przypadku produkcji jednostkowej i małoseryjnej – niecałkowitej amortyzacji narzędzi pomiarowych.

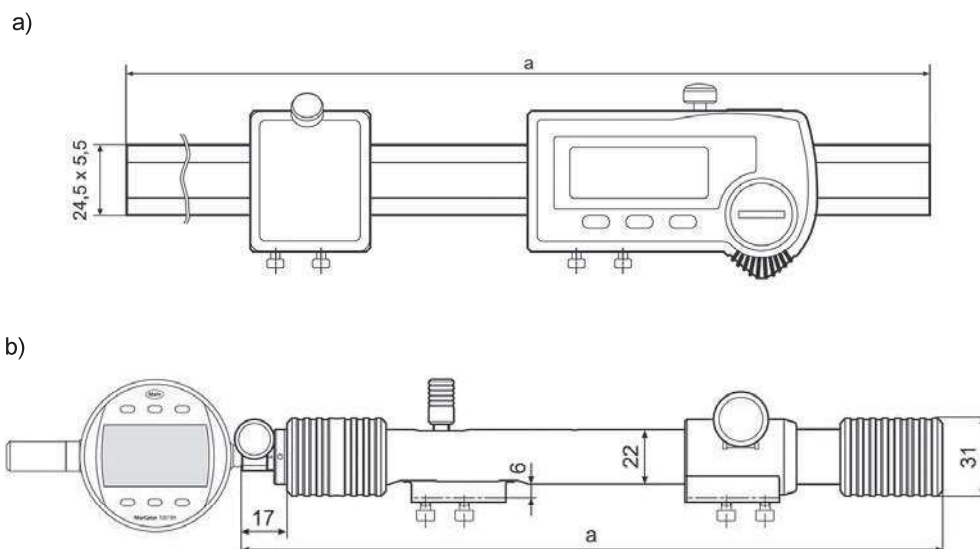
Narzędzia pomiarowe Multimar

Rozwiązaniem opisanych powyżej problemów mogą być narzędzia pomiarowe, zaprezentowane przez firmę Mahr. Ręczne narzędzia pomiarowe o konstrukcji modułowej oferowane są przez producenta w dwóch wersjach.

W pierwszym przypadku układem nośnym i jednocześnie odmierzającym jest pojemnościowy liniał inkrementalny, na którym zamontowano ruchomy uchwyt

wyposażony w mocowanie wymiennej szczęki pomiarowej oraz cyfrowy układ odczytowy mający takie samo mocowanie. W nomenklaturze producenta jest to „uniwersalna suwmiarka cyfrowa” o handlowej nazwie Multimar 25 EWR. Producent oferuje cztery modele, różniące się przede wszystkim zakresem pomiarowym. Wszystkie wyposażone są w ten sam układ odczytowy o kroku cyfrowym 0,01 mm. Przewidziano dla nich zastosowanie, w zależności od użytego wyposażenia, w pomiarach zewnętrznych i wewnętrznych średnic wyrobów, stożków zewnętrznych i gniazd stożkowych, kołnierzy, pogłębień, kanałków zewnętrznych i wewnętrznych, a także odległości pomiędzy osiami otworów

Drugi typ narzędzia pomiarowego Multimar ma całkowicie odmienną konstrukcję. Główna część składa się korpusu wykonanego z sztywnej rury, do której zamocowano uchwyt wymiennej szczęki pomiarowej. Istnieje możliwość przemieszczania tego uchwyty wzdłuż obudowy narzędzia w celu dokonania zgrubnych ustawień. Wewnątrz obudowy znajduje się część ruchoma narzędzia wraz z mocowaniem drugiej szczęki pomiarowej. Jest ona łożyskowana za pomocą łożyska kulkowego liniowego, co ma zapewnić ograniczenie tarcia oraz luzów pomiędzy ruchomymi elementami. Zastosowanie sprężyny naciągowej pozwala na uzyskanie stałego nacisku pomiarowego. Prosty układ pozwala na zmianę zwrotu nacisku pomiarowego tak, aby możliwy był pomiar zarówno wymiarów zewnętrznych jak i wewnętrznych. Jako układ odmierzający można zastosować każdy z czujników mechanicznych, zębatych oraz cyfrowych, mający część chwytną o średnicy $\varnothing 8h6$, czyli typową dla tego rodzaju urządzeń. Ten typ nosi handlową nazwę Multimar 844 T i zgodnie z przewidywaniami producenta powinien znaleźć zastosowanie w pomiarach wymiarów liniowych zewnętrznych



Rys. 1. Narzędzia pomiarowe typu Multimar firmy Mahr: a) Multimar 25 EWR, b) Multimar 844 T
Wymiar „a” zależy od modelu i zakresu pomiarowego [1]
Fig1. Mahr's Multimar measuring devices:a) Multimar 25 EWR, b) Multimar 844 T
The „a” dimension depends on type of device and it's measuring range [1]

Tabela 1. Dane techniczne narzędzi pomiarowych typu Multimar 25 EWR
Table 1. Technical data of Multimar 25 EWR measuring devices

Typ	25 EWR			
Model	4119003	4119003	4119003	4119003
Zakres pomiarowy (wym. zewnętrzne) [mm]	0-300	0-600	0-1000	0-1250
Krok cyfrowy [mm]/[cal]	0,01/0,0005			
MPE [mm]	0,03		0,04	

i wewnętrznych, pomiaru średnic podziałowych gwintów zewnętrznych i wewnętrznych, kołnierzy centrujących, pogłębień i kanałków, stożków zewnętrznych i gniazd stożkowych oraz zewnętrznych i wewnętrznych uzębień kół zębatach oraz wielowypustów.

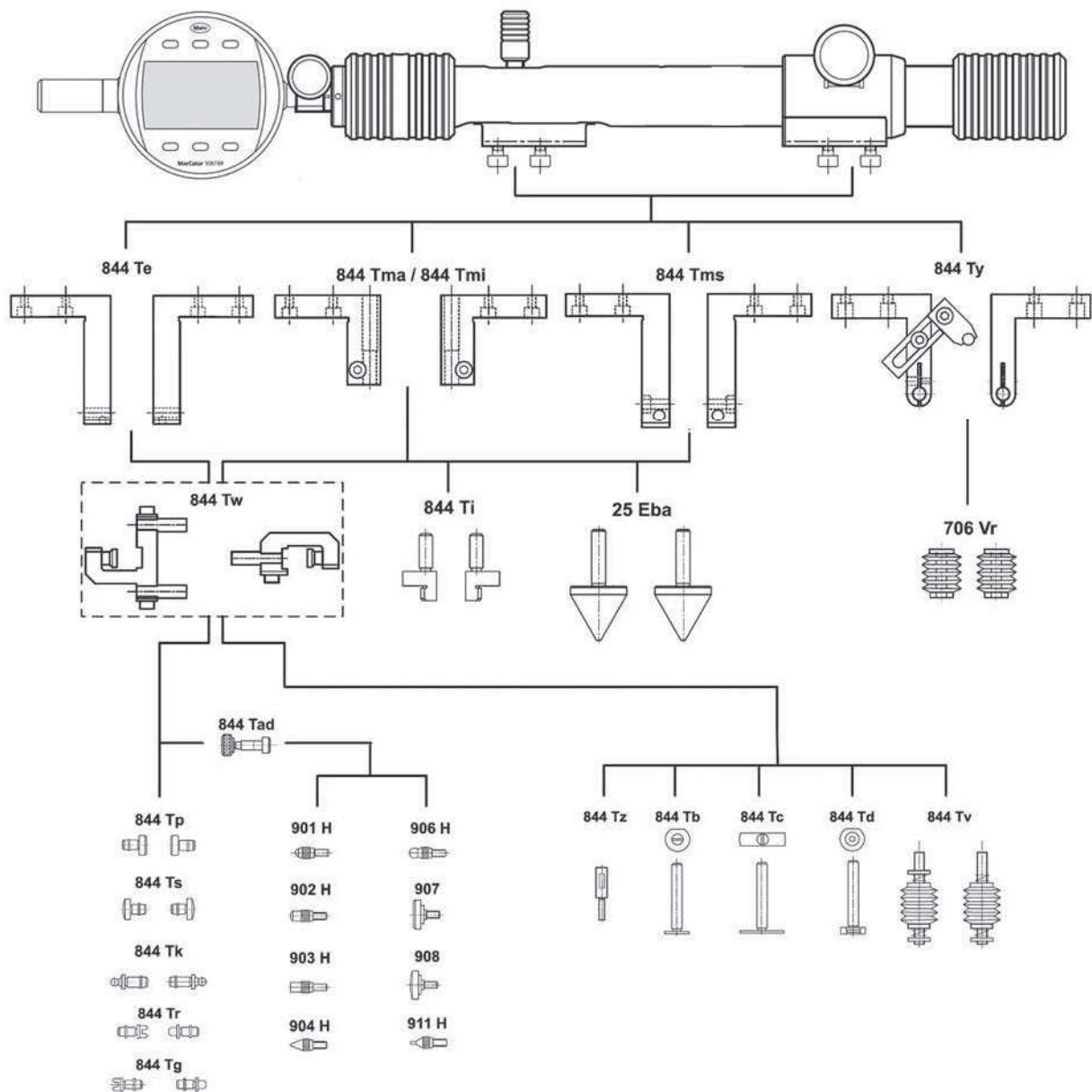
Widok ogólny obu rodzajów przyrządów Multimar przedstawiono na rys. 1, natomiast dane techniczne [1],[2] w tab. 1 oraz 2.

Szeroką gamę możliwości pomiarowych przyrządy Multimar uzyskują dzięki modułowej konstrukcji. Pozwala ona na dobór niezbędnych komponentów do konkretnego zadania pomiarowego. Elementy podzielono na 3 grupy. Możliwe kombinacje wykorzystania elementów z poszczególnych grup przedstawiono na rys. 2.

Pierwszą grupę tworzą szczęki pomiarowe, mocowane bezpośrednio do urządzenia. Sposób ich montażu

Tabela 2. Dane techniczne narzędzi pomiarowych typu Multimar 844 T
Table 2. Technical data of Multimar 844 T measuring devices

Typ	844 T						
Model	4503001	4503002	4503003	4503004	4503005	4503006	4503007
Zakres pomiarowy (wym. zewnętrzne) [mm]	0-85	80-235	230-585	580-985	970-1470	1470-1970	1970-2470
Zakres pomiarowy (wym. wewnętrzne) [mm]	30-115	110-265	260-615	610-1015	1000-1500	1500-2000	2000-2500
Nacisk pomiarowy [N]	5				10		
Przedział pomiarowy czujnika [mm]	12						
MPE [mm]	Zależne od typu użytego czujnika						



Rys. 2. Dostępne moduły wyposażenia na przykładzie Multimar 844 T [1]
 Fig. 2. Available equipment modules on the example of Multimar 844 T [1]

decyduje o możliwości pomiaru wymiarów zewnętrznych lub (przy odwrotnym zamocowaniu) wymiarów wewnętrznych. W zależności od wybranego rodzaju szczęk można do nich mocować elementy z drugiej grupy.

Drugą grupę stanowią elementy, które stykają się z powierzchnią mierzonych wyrobów – końcówki pomiarowe. Różnorodność ich geometrii oraz opcjonalność kierunku mocowania w szczękach bezpośrednio wpływa na mnogość zastosowań omawianego sprzętu pomiarowego.

Trzecią grupę stanowią elementy wyposażenia pomocniczego, takie jak ograniczniki położenia czy uchwyty.

Elementy wymienionych powyżej grup można stosować zamiennie zarówno w przyrządzie Multimar 25 EWR jaki Multimar 844 T.

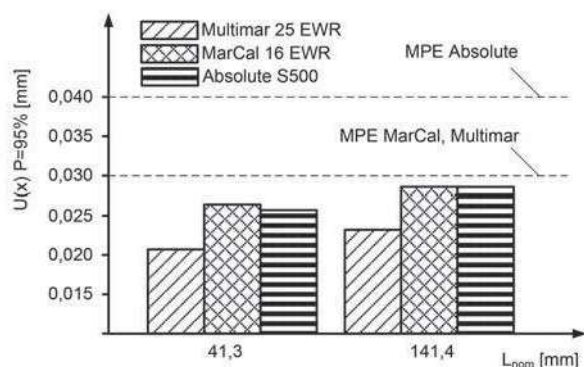
Niepewność pomiaru przyrządami Multimar

Przyrządy Multimar z założenia mają zastąpić uniwersalny sprzęt pomiarowy o konstrukcji dostosowanej do specjalnych zadań pomiarowych. Celowym zatem wydaje się sprawdzenie niepewności pomiaru urządzenia w porównaniu z niepewnością uzyskiwaną podczas pomiaru przyrządami uniwersalnymi.

Do prób wybrano przyrząd Multimar 25 EWR model 4119003. Jest to najtańsze z oferowanych przez producenta urządzeń, zatem potencjalnie będzie ono najczęściej wybierany przez ewentualnych klientów w celu porównania wybrano suwmiarkę cyfrową MarCal 16 EWR firmy Mahr oraz suwmiarkę cyfrową Absolute Series 500 firmy Mitutoyo. Dane techniczne urządzeń przedstawiono w tab. 3.

Tabela 3. Dane techniczne narzędzi pomiarowych użytych do pomiarów
 Table 3. Technical data of measuring devices used for measurements

Typ	Multimar 25 EWR	MarCal 16 EWR	Absolute S500
Model	4119003	4103064	4119003
Zakres pomiarowy (wym. zewnętrzne) [mm]	0–300	0–150	0–150
Krok cyfrowy [mm]/[cal]	0,01 / 0,0005		
MPE [mm]	0,03	0,03	0,04



Rys. 3. Niepewność pomiaru wzorców długości za pomocą Multimar 25 EWR, MarCal 16 EWR oraz Absolute S500 w porównaniu z MPE deklarowanymi przez producentów urządzeń
 Fig. 3. Uncertainty of measuring the length standards with Multimar 25 EWR, MarCal 16 EWR and Absolute S500 in comparison with MPE declared by device manufacturers

Przyrząd Multimar wyposażony był w szczęki pomiarowe 844 Te wraz z końcówkami pomiarowymi 844 Tp (rys. 2). Sprawdzenia dokonano mierząc płytki wzorcowe o wymiarach nominalnych $L_{nom} = 41,3$ mm oraz $L_{nom} = 131,4$ mm, pochodzące z zestawu firmy Mitutoyo do wzorcowania suwmiarek. Dokonano 50 pomiarów każdego wzorca (w przypadku suwmiarek z pełnym kontaktem powierzchni mierniczych z powierzchnią płytek) każdym z badanych przyrządów, zerując je przed pomiarem przy zetkniętych ze sobą powierzchniami mierniczych. Wyznaczono rozszerzoną niepewność pomiaru mierzonych wielkości $U(x)$ dla poziomu ufności $P = 95\%$.

Na rys. przedstawiono wyniki porównania uzyskanych niepewności dla poszczególnych urządzeń na tle deklarowanej dla nich przez producentów wartości MPE.

Jak można zauważyć, uzyskana niepewność pomiaru za pomocą Mahr Multimar 25 EWR jest nieznacznie, lecz zauważalnie mniejsza od niepewności uzyskanych podczas pomiarów za pomocą Mahr MarCal 16 EWR oraz Mitutoyo Absolute S500. Świadczy to o zastosowaniu w przyrządzie Multimar liniału o lepszych właściwościach niż w przypadku suwmiarek uniwersalnych, zarówno firmy Mahr jak i Mitutoyo, które uzyskały praktycznie identyczne w stosunku do siebie wyniki. Żadne z urządzeń nie przekroczyło maksymalnych wartości granicznych błędów określonych przez producentów (co wydaje się oczywiste w przypadku produktów renomowanych producentów sprzętu pomiarowego), jednakże suwmiarka Mitutoyo uzyskała wynik zauważalnie lepszy od deklarowanego.

Podsumowanie

Modułowe narzędzia pomiarowe Multimar wydają się być ciekawą alternatywą dla dedykowanych urządzeń przeznaczonych do pomiaru cech geometrycznych wyrobu, niemożliwych do zmierzenia za pomocą uniwersalnego sprzętu pomiarowego. Konstrukcja umożliwia – po zakupie elementu bazowego – stosunkowo łatwe i niezwiązane z dużymi inwestycjami rozbudowanie przyrządu za pomocą kolejnych modułów i dostosowywanie go do szerokiej gamy zadań pomiarowych.

Dokładność pomiaru oferowana przez przyrząd Multimar 25 EWR – w przypadku nieskomplikowanych pomiarów wymiarów zewnętrznych – jest zauważalnie większa niż w przypadku korzystania z przyrządów uniwersalnych. Wydaje się jednak konieczne sprawdzenie jaki wpływ na dokładność pomiarów mają charakterystyki metrologiczne, związane z geometrią wymiennych modułów przyrządów Multimar.

LITERATURA

- [1] Exactly. Catalog. Dimensional metrology. Mahr 2017.
- [2] Katalog przyrządów pomiarowych 2017–2019. Mitutoyo 2017.

dr inż. Marek Kuran – Pracownia Metrologii, Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii, Wydział Mechaniczny Politechniki Wrocławskiej, ul. Łukasiewicza 5, bud. B-9, e-mail: marek.kuran@pwr.edu.pl