

## 1. Cel pomiarów warsztatowych

Celem pomiarów warsztatowych jest sprawdzenie prawidłowości wykonania przedmiotu obrabianego zgodnie z rysunkiem technicznym – określenie zgodności wartości parametrów wykonanego przedmiotu z wartościami tych parametrów zapisanymi na rysunku technicznym przedmiotu.

Parametrami tymi są:

- wymiary gabarytowe,
- długości poszczególnych krawędzi,
- średnice kształtów walcowych zewnętrznych i otworów,
- promienie zaokrągleń,
- kąty zawarte pomiędzy krawędziami oraz płaszczyznami,
- chropowatość powierzchni.

Dziedzina wiedzy dotycząca pomiarów nazywa się metrologią. W przypadku długości i kąta stosuje się nazwę metrologia warsztatowa (lub miernictwo warsztatowe, pomiary warsztatowe).

Podstawowymi pojęciami metrologii są:

- wielkość mierzalna,
- wartość wielkości.

Wielkość mierzalna jest to cecha zjawiska lub ciała, którą można rozróżnić jakościowo i określić ilościowo, np. długość, czas, masa, siła, ciśnienie, prędkość itd.

Wartość wielkości jest połączeniem liczby oraz jednostki miary. Liczba wskazuje, ile razy mierzona wielkość jest większa od jednostki miary, np. 2[m], 4[s], 10[N], 100[Pa]. Powyżej jednostki miary (metr, sekunda, niuton, paskal) zapisano w nawiasie kwadratowym, aby podkreślić, że są to jednostki miary. W praktyce podczas zapisywania wartości wielkości mierzonej nawiasy kwadratowe się pomija.

Pomiar jest to doświadczalne wyznaczanie wartości wielkości mierzonej i polega na określeniu, ile razy wartość wielkości mierzonej jest większa (lub mniejsza) od jednostki miary tej wielkości.

Jednostką miary jest wartość wielkości umownie przyjęta i określona jako równa jedności, np. 1 kg, 1 m itd.

Jednostki miary są ujęte w dokumencie zwanym Układ SI (Système International).

W układzie SI określono siedem jednostek podstawowych i dwie uzupełniające. (tabela 1.1.)

**Tabela 1.1. Jednostki podstawowe i uzupełniające w układzie SI**

Wielkości podstawowe	Jednostka miary	
	nazwa	oznaczenie
Długość	metr	<i>m</i>
Masa	kilogram	<i>kg</i>
Czas	sekunda	<i>s</i>
Prąd elektryczny	amper	<i>A</i>
Temperatura	kelwin	<i>K</i>
Liczebność materii	mol	<i>mol</i>
Światłość	kandela	<i>cd</i>
Wielkości uzupełniające		
Kąt płaski	radian	<i>rad</i>
Kąt bryłowy	steradian	<i>sr</i>

W miernictwie warsztatowym pomiary z reguły dotyczą długości i kąta płaskiego ze względów praktycznych dopuszcza się stosowanie jednostek:

- długości - milimetr [mm],
- kąta płaskiego - stopień [°], minuta kątowa [′], sekunda kątowa [″].

Pomiary wykonywane są z określoną dokładnością – spowodowane jest to błędami towarzyszącymi procesowi wykonywania pomiaru.

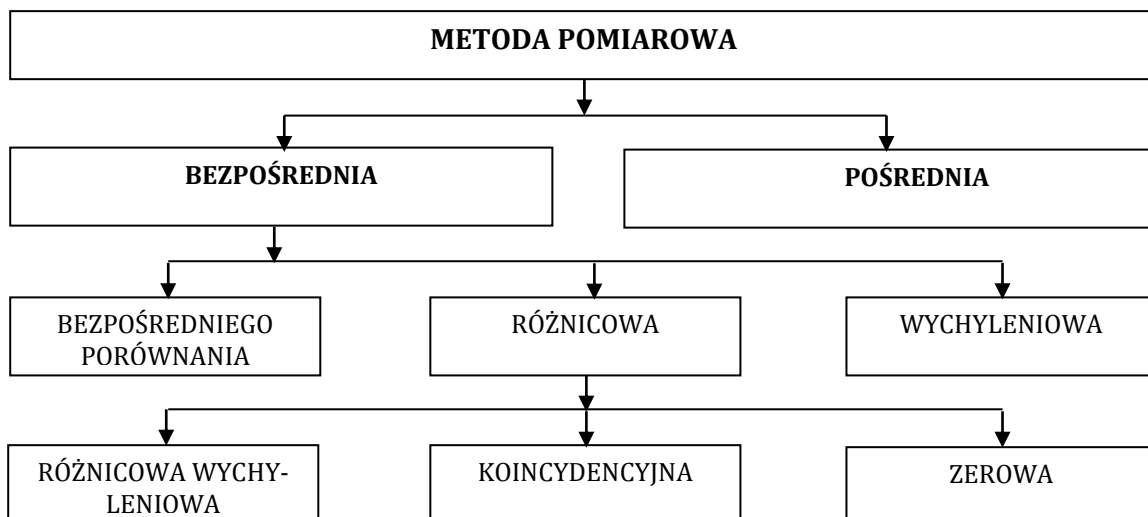
Proponowane zadanie do wykonania: Zadanie 1 z pliku TWwS\_1.6\_Zadania

## 2. Metody pomiarowe

Metoda pomiarowa jest to sposób porównania wartości wielkości mierzonej z jednostką miary.

Klasyfikacja metod pomiarowych przedstawiona jest na rys. 1.1.

Rys. 1.1. Klasyfikacja metod pomiarowych



Źródło: Opracowanie własne, na podstawie: Malinowski J. „Pomiary długości i kąta w budowie maszyn. WSiP, Warszawa 1998.

Metoda pomiarowa bezpośrednia – wartość wielkości mierzonej jest otrzymywana wprost z odczytu miernika, bez konieczności wykonywania obliczeń (np. z odczytania wskazania narzędzia pomiarowego).

Metoda pomiarowa pośrednia – poszukiwana wartość wielkości mierzonej jest obliczana na podstawie zależności wiążącej ją z wielkościami, których wartości były mierzone bezpośrednio (np. wyznaczanie pola powierzchni prostokąta na podstawie pomiarów długości boków).

Metoda bezpośredniego porównywania – występuje wówczas, gdy cała wartość wielkości mierzonej jest porównywana ze znaną wartością tej samej wielkości, która w postaci wzorca wchodzi bezpośrednio do wyniku pomiaru (np. pomiar długości przymiarem kreskowym).

Metoda różnicowa – polega na pomiarze niewielkiej różnicy między wartością wielkości mierzonej a znaną wartością tej wielkości (np. pomiar średnicy średnicówką czujnikową).

Metoda wychyleniowa – określenie wartości wielkości mierzonej poprzez określenia wychylenia przyrządu wskazującego (np. odczytywanie wartości za pomocą mierników wychyleniowych).

Metoda różnicowa wychyleniowa – pomiar małej różnicy pomiędzy wartością wielkości mierzonej i znaną wartością tej wielkości za pomocą czujnika wychyleniowego.

Metoda koincydencyjna – polega na odczytaniu różnicy pomiędzy znanym i wymierzonym wymiarem na podstawie zgodności (koincydencji) wskazów podziałki głównej przyrządu i podziałki noniusza (np. pomiar przy pomocy suwmiarek).

Metoda zerowa polega na sprowadzeniu do zera różnicy pomiędzy wartością wielkości mierzonej a znaną wartością tej wielkości.

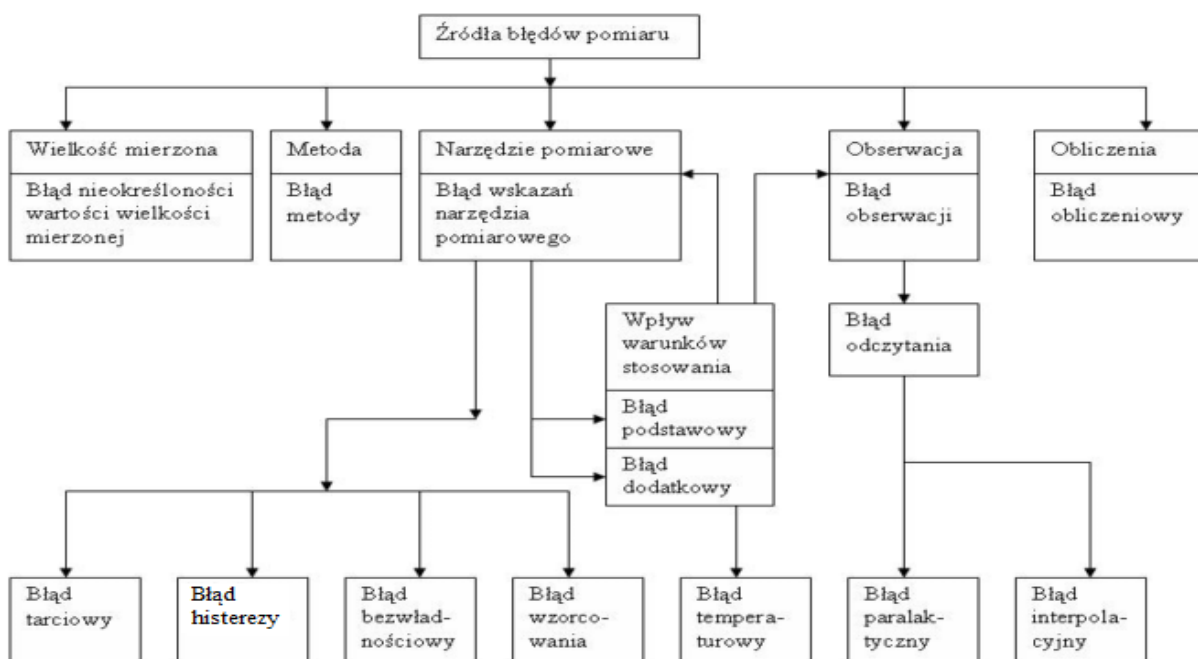
Proponowane zadanie do wykonania: Zadanie 2 z pliku TWwS\_1.6\_Zadania

### 3. Błędy pomiarowe

Błędem pomiaru nazywa się niezgodność wyniku pomiaru z wartością rzeczywistą tej wielkości – różnica pomiędzy wartością zmierzoną a wartością rzeczywistą tej wielkości. Wynik każdego pomiaru jest obarczony błędem.

Główne źródła błędów pomiarowych podczas wykonywania pomiarów warsztatowych przedstawione są na rys. 1.2.

Rys. 1.2. Źródła błędów pomiarowych



Źródło: Jakubiec W., Malinowski J., *Metrologia wielkości geometrycznych*. WNT, Warszawa 1993.

Wynikiem wykonania pomiaru wielkości o wartości rzeczywistej  $A_r$  jest wartość zmierzona  $A_z$ . Wartość zmierzona nie jest równa wartości rzeczywistej, ponieważ każdy pomiar jest obarczony błędem. Różnica pomiędzy wartością zmierzoną a wartością rzeczywistą nazywa się błędem pomiaru.

Dla potrzeb niniejszego kursu omówione będą podstawowe błędy wiążące się z wykonywaniem pomiarów.

W zależności od sposobu obliczania wartości błędów rozróżnia się błędy:

- bezwzględne,
- względne.

W zależności od prawdopodobieństwa pojawienia się błędów rozróżnia się błędy:

- systematyczne,
- przypadkowe,
- nadmierne.

Błędem bezwzględnym  $e_b$  jest różnica algebraiczna wartości rzeczywistej  $A_r$  i wartości zmierzonej  $A_z$

$$e_b = A_r - A_z$$

Błąd względny  $e_w$  wyrażony jest wzorem:

$$e_w = e_b / A_r$$

Błędy systematyczne – błędy, których wartość można określić i podczas wykonywania pomiarów tej samej wartości wielkości mierzonej i w tych samych warunkach są stałe. Wpływ błędu systematycznego na wynik pomiaru można wyeliminować poprzez dodanie (lub odjęcie) odpowiedniej poprawki. Istnieją odpowiednie procedury pozwalające określić wartość poprawki.

Wartości błędów przypadkowych nie można przewidzieć i określić. Można tylko z pewnym prawdopodobieństwem granice ich zmienności.

Błędy nadmierne (zwane grubymi) wynikają z nieprawidłowego przeprowadzenia pomiaru i niewłaściwego odczytu wyniku pomiaru.

Proponowane zadania do wykonania: Zadanie 3 i zadanie 4 z liku TWwS\_1.6\_Zadania

## **4. Klasyfikacja i właściwości metrologiczne przyrządów pomiarowych**

Środki techniczne stosowane do wykonywania pomiarów można podzielić na:

- narzędzia pomiarowe,
- urządzenia pomiarowe pomocnicze.

Urządzenia pomiarowe pomocnicze są to środki, które nie biorą udziału w wykonywaniu pomiaru, lecz ułatwiają wykonywanie czynności pomiarowych, zwiększając czułość narzędzi pomiarowych lub umożliwiające zachowanie stałych warunków pomiaru. Są to uchwyty, pryzmy, statywy, urządzenia optyczne itp.

Narzędzia pomiarowe dzielimy na:

- wzorce miar,
- przyrządy pomiarowe,
- sprawdziany.

Wzorcami miary są ciała lub zjawiska fizyczne, odtwarzające miarę danej wielkości z określoną dokładnością.

W przypadku pomiarów warsztatowych wzorcami miar są:

- promieniomierze,
- płytki wzorcowe (długości i kąta),
- szczelinomierze,
- kątowniki.

Sprawdziany są przyrządami pomiarowymi używanymi do sprawdzania, czy wartość mierzonej wielkości nie wykracza poza dopuszczalne granice tolerancji. Mają one głównie zastosowanie w produkcji masowej.

### Wzorce miar

Wzorce mogą być:

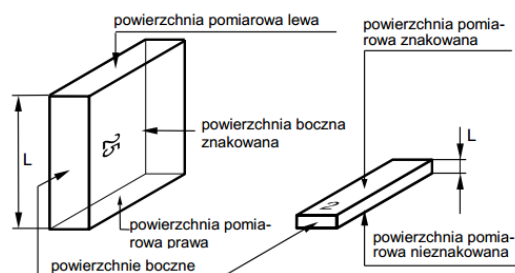
- końcowe,
- kreskowe,
- falowe.

Wzorce końcowe mają postać brył materialnych, które żadaną wartość długości odtwarzają odległością dwóch równoległych płaszczyzn lub tworzących, względnie odległością dwóch punktów. W praktyce pomiarów warsztatowych najważniejszymi wzorcami końcowymi są:

- płytki wzorcowe,
- szczelinomierze.

Płytki wzorcowe mają najczęściej kształt prostopadłościanów (rys. 1.3). Wartość długości odtwarzają dwie przeciwległe powierzchnie zwane powierzchniami pomiarowymi. Są one wykonane znacznie bardziej starannie, aniżeli pozostałe powierzchnie określane mianem powierzchni bocznych. Powierzchnie pomiarowe mają tę własność, że płytka przywiera nimi do powierzchni pomiarowych innych płytek wzorcowych. Ta cecha jest bardzo istotna, ponieważ dzięki niej można bez dodatkowego oprzyrządowania tworzyć zwarte stosy płytek o żądanych wysokościach.

Rys. 1.3. Płytki wzorcowe długości



Źródło: <http://ioitbm.p.lodz.pl/Dydaktyka/MWG/INSMWG01.pdf>

**Rys. 1.4. Komplet płytek wzorcowych**



Źródło: <http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:GaugeBlockMetricSet.jpg>

Płytki wzorcowe wykonywane są w trzech podstawowych kompletach:

- komplet mały (47 sztuk),
- komplet średni (76 sztuk),
- komplet duży (103 sztuki).

W każdym komplecie występują płytki o różnych wymiarach stopniowane co 0,001; 0,01; 0,1; 0,5; 10 mm

**Rys. 1.5. Sposób składania stosu płytek wzorcowych**



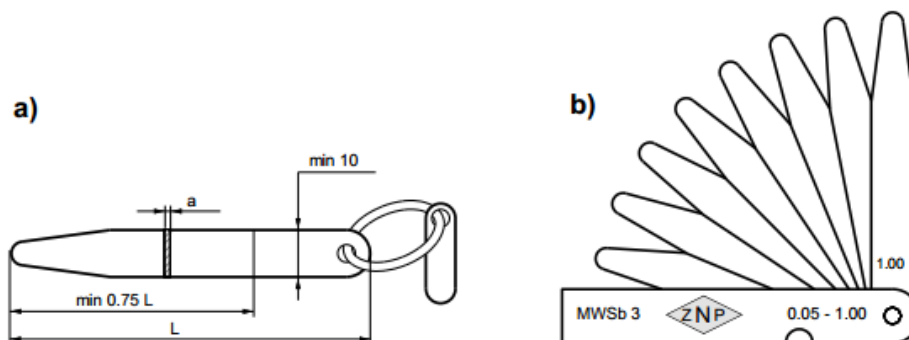
Źródło: <http://bhkarcz.pl/mitutoyo/reczne-przyrzady-pomiarowe/plytki-wzorcowe/>

Wybierając z kompletu płytki wzorcowe, które mają utworzyć stos żądanej wysokości, należy rozpoczynać od płytek tworzących końcówkę wartości wysokości budowanego stosu.

Proponowane zadania do wykonania: Zadanie 5 i zadanie 6 z pliku TWwS\_1.6\_Zadania (przełączenie na treść zadania 5 oraz 6 z pliku TWwS\_1.6\_Zadania)

Szczelinomierze mają kształt cienkich płytek (rys. 1.6) i, podobnie jak płytki wzorcowe, odtwarzają wartość długości odległością dwóch równoległych płaszczyzn. Zakresy pomiarowe kompletów płytek wynoszą od 0,05 do 1 mm.

Rys. 1.6. Szczelinomierze: a) pojedynczy, b) komplet



Źródło: <http://ioitbm.p.lodz.pl/Dydaktyka/MWG/INSMWG01.pdf>

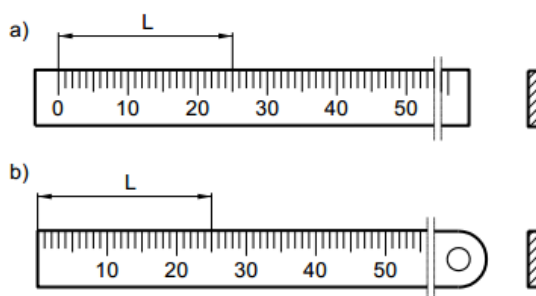
Rys. 1.7. Komplet szczelinomierzy



Źródło: <http://www.forch.pl/product.aspx?p=47b40984-4997-42c8-b532-1922022087d8&g=5c8853f3-0ab1-4074-9cf0-a58aeef6fcab>

Wzorce kreskowe odtwarzają wartości długości wzajemnymi odległościami kres naniesionych na płaskiej powierzchni wzorca lub też odległościami kres od krawędzi wzorca (rys. 1.8). W tym drugim przypadku określa się je mianem wzorców końcowo-kreskowych.

**Rys. 1.8. Wzorce długości: a) kreskowy, b) końcowo-kreskowy**



Źródło: <http://ioitbm.p.lodz.pl/Dydaktyka/MWG/INSMWG01.pdf>

Wzorce falowe odtwarzają wartości długości poprzez pewne wielokrotności długości fal promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez pewne pierwiastki w ściśle określonych warunkach. Najczęściej wykorzystywane jest promieniowanie takich pierwiastków, jak: krypton 86, rtęć 198, kadm 114 oraz promieniowanie laserów typu He-Ne. Do odtwarzania wartości długości tą metodą służą specjalne przyrządy zwane interferometrami.

Promieniomierze odtwarzają wzorce promieni zaokrągleń wewnętrznych lub zewnętrznych. Produkowane są w zestawach składających się z kilkunastu, kilkudziesięciu sztuk i umożliwiają pomiar promieni w zakresie od 1 do 25 mm.

Pomiar promieniomierzem polega na dobraniu wzornika promienia najlepiej przylegającego do mierzonej krzywizny, wartość promienia jest wyłoczona na powierzchni wzornika.

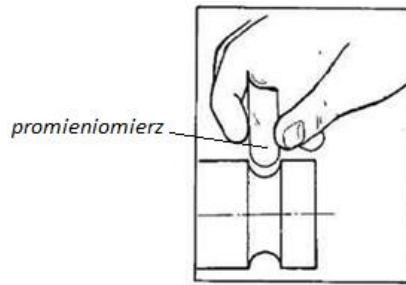
**Rys. 1.9. Komplet promieniomierzy**



Źródło: [www.narzedzia-pomiarowe.com](http://www.narzedzia-pomiarowe.com)



**Rys. 1.10. Sposób pomiaru promieni za pomocą promienniomierza**

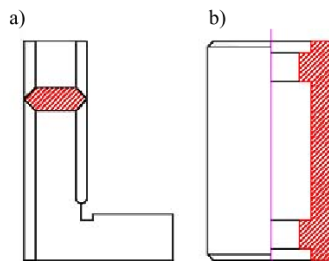


Źródło: [http://www.narzedzie.com/product.php?id\\_product=2606](http://www.narzedzie.com/product.php?id_product=2606)

Wzorce kątów to:

- kątowniki o kącie 90°,
- wzorce kątów często stosowanych,
- płytki kątowe.

**Rys. 1.11. Kątowniki: a) krawędziowy, b) walcowy**



Źródło: Malinowski J., *Pomiary długości i kąta w budowie maszyn*. WSiP, Warszawa, 1998.

W kątownikach krawędziowych odtwarzana wartość kąta zawarta jest pomiędzy prostoliniową krawędzią a płaszczyzną pomiarową.

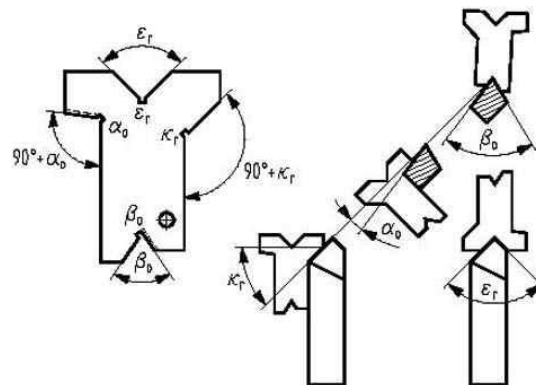
Kątowniki walcowe mają kształt walca. Odtwarzana wartość kąta zawarta jest pomiędzy dowolną tworzącą tego walca a płaszczyzną jego podstawy.

**Rys. 1.12. Komplet wzorców kątów**



Źródło: [www.obrabiarki24.pl](http://www.obrabiarki24.pl)

**Rys. 1.13. Przykład pomiaru kątów narzędzia skrawającego za pomocą wzorca kątów**



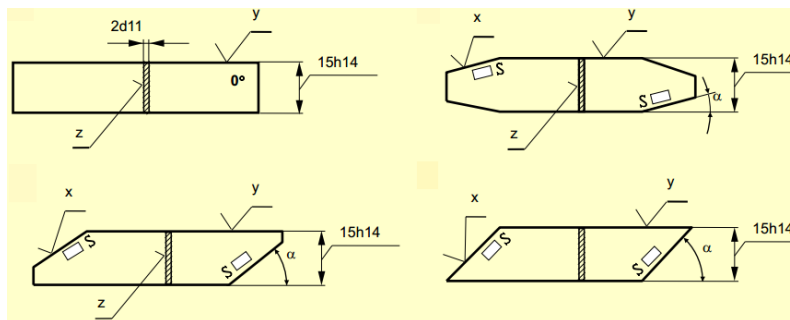
Źródło: <http://www.nozelutowane.biz.pl/index.php?go=3>

**Płytki wzorcowe kątowe** są to płytki o kształcie wieloboków, mające powierzchnie pomiarowe nachylone pod określonymi kątami. Niektóre modele mają dokładnie obrobione powierzchnie pomiarowe, mające zdolność przywierania do siebie.

Występują płytki kątowe:

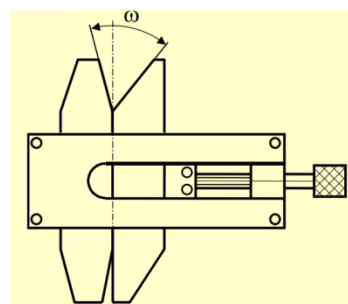
- Johanssona,
- Kusznikowa,
- przywieralne.

**Rys. 1.14. Przykłady płytek kątowych Johanssona**



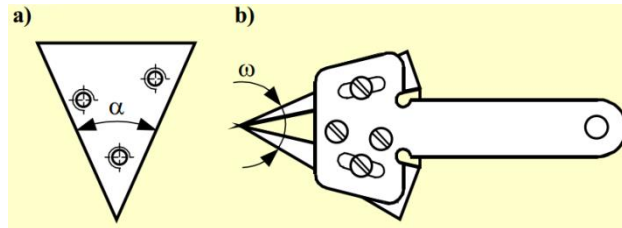
Źródło: [http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)

**Rys. 1.15. Przykład przygotowania płytek kątowych Johanssona do wykonania pomiaru**



Źródło: [http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)

**Rys. 1.16. Płytki kątowe Kuszniakowa: a) przykład płytki, b) sposób przygotowania płytek Kuszniakowa do wykonania pomiaru**



Źródło: [http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)

Płytki kątowe Johanssona oraz płytki kątowe Kuszniakowa wychodzą z użycia. Coraz częściej są stosowane płytki kątowe przywieralne.

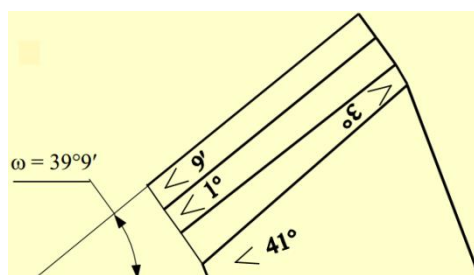
W celu pomiaru kąta płytki kątowe przywieralne składane są w zestawy odpowiadające określonej wartości kąta.

**Rys. 1.17. Zestaw płytek kątowych przywieralnych**



Źródło: <http://www.diamos.eu/index.php/plytki-wzorcowe/plytki-wzorcowe-dlugosci-i-kata/stalowe-katowe>

**Rys. 1.18. Sposób przygotowania płytek przywieralnych do wykonania pomiaru**



Źródło: [http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)

## Przyrządy pomiarowe

Przyrządy pomiarowe służą do bezpośredniego lub pośredniego wykonywania pomiarów, zawierają mechanizmy służące do zamiany wielkości mierzonej na inne wielkości, które pozwolą na dokonanie pomiaru, mechanizmy regulacji oraz mechanizmy kompensacji błędów.

Wyróżnia się następujące przyrządy pomiarowe:

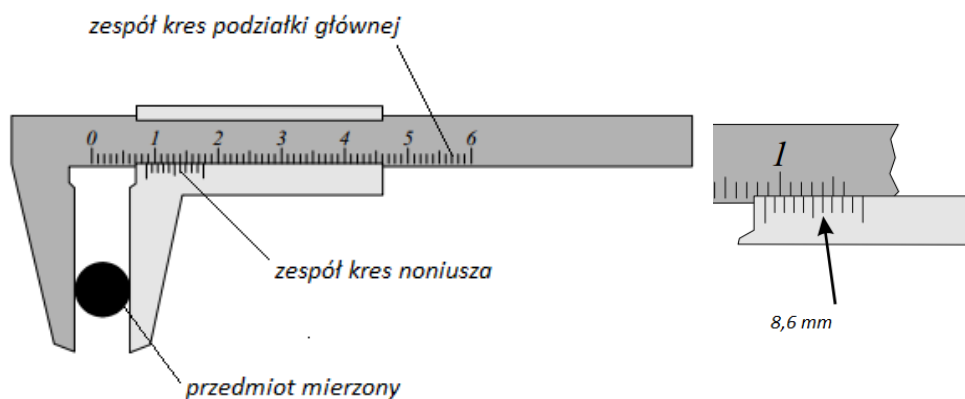
- przyrządy suwmiarkowe,
- przyrządy mikrometryczne,
- czujniki pomiarowe,
- mikroskopy pomiarowe,
- projektory.

Mikroskopy pomiarowe i projektory nie są wykorzystywane w codziennej pracy ślusarza. Więcej informacji na ich temat można znaleźć w Internecie na stronie <http://www.faktor.net.pl/downloads/mitutoyo2013/13.pdf> (aktywny link do strony [www](http://www.faktor.net.pl))

### Przyrządy suwmiarkowe

Cechą charakterystyczną przyrządów suwmiarkowych jest noniusz umożliwiający zwiększenie dokładności odczytu wyniku pomiaru. Noniusz umożliwia odczytanie ułamkowej części wartości dzięki elementarnej podziałki głównej na podstawie koincydencji kres obu podziałek. Odległość kres noniusza różni się od odległości kres podziałki głównej o dokładność odczytania.

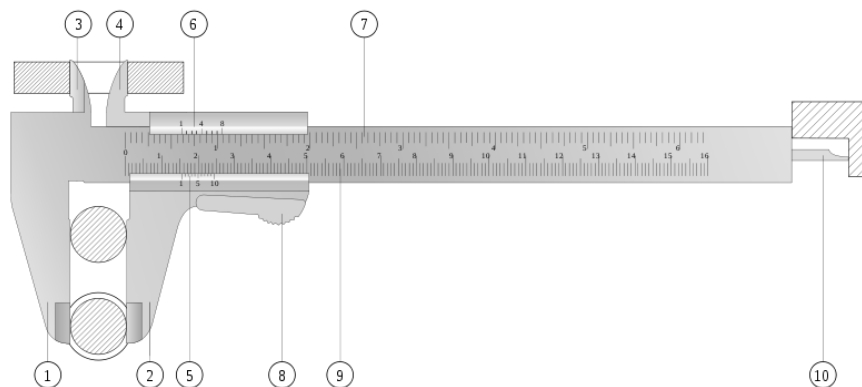
Rys. 1.19. Ilustracja zasady pomiaru suwmiarką



Źródło: [http://www.1pf.if.uj.edu.pl/c/document\\_library/get\\_file?uuid=32c2eb0a-d69b-4920-93a8-35a19b4edba1&groupId=5046939](http://www.1pf.if.uj.edu.pl/c/document_library/get_file?uuid=32c2eb0a-d69b-4920-93a8-35a19b4edba1&groupId=5046939)

Przyrządami suwmiarkowymi wykonuje się bezpośrednie pomiary wymiarów liniowych zewnętrznych, wewnętrznych i mieszanych (np. głębokości). Przesunięcie szczęki ruchomej zmienia położenie kres noniusza względem kres podziałki głównej. Wzajemne usytuowanie tych kres umożliwia odczytanie wartości zmierzonej.

**Rys. 1.20. Budowa suwmiarki**



Źródło: <http://pl.wikipedia.org/wiki/Suwmiarka>

Głównymi częściami składowymi suwmiarki są:

1. stała szczęka do pomiaru wymiarów zewnętrznych,
2. ruchoma szczęka do pomiaru wymiarów zewnętrznych,
3. stała szczęka do pomiaru wymiarów wewnętrznych,
4. ruchoma szczęka do pomiaru wymiarów wewnętrznych,
5. zwiększający dokładność pomiarową odczytu w [mm],
6. noniusz zwiększający dokładność pomiarową odczytu w calach,
7. podziałka calowa,
8. dźwignia zacisku ustalającego położenie przesuwnej szczęki,
9. podziałka milimetrowa,
10. głębokościomierz, do pomiarów głębokości i wymiarów mieszanych.

**Rys. 1.21. Sposób odczytu wartości zmierzonej na noniuszu**



Źródło: [www.technika2.republika.pl](http://www.technika2.republika.pl)

Przełączenie na stronę: <http://pl.wikipedia.org/wiki/Suwmiarka> – pod tym adresem jest animacja suwmiarki

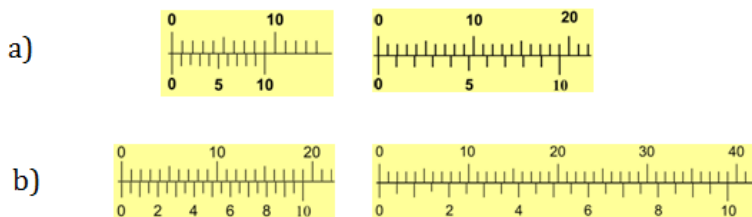
**Rys. 1.22. Widok noniusza i podziałki głównej suwmiarki**



Źródło: [www.mastertools.pl](http://www.mastertools.pl)

W praktyce najczęściej stosowane są suwmiarki umożliwiające wykonywanie pomiarów z dokładnością: 0,1 mm; 0,05 mm oraz 0,02, które wycofywane są z użycia.

**Rys. 1.23. Widok noniuszy i podziałki głównej suwmiarek umożliwiających wykonanie pomiaru z dokładnością: a) 0,1 mm; b) 0,05 mm**



Źródło: [http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)

Coraz częściej stosowane są suwmiarki posiadające czujniki zegarowe oraz urządzenia odczytu cyfrowego – dzięki temu odczyt wskazania suwmiarki jest łatwiejszy i istnieje mniejsze prawdopodobieństwo popełnienia błędu grubego (rys. 1.23. i 1.24.).

**Rys. 1.24. Suwmiarka z odczytem cyfrowym**



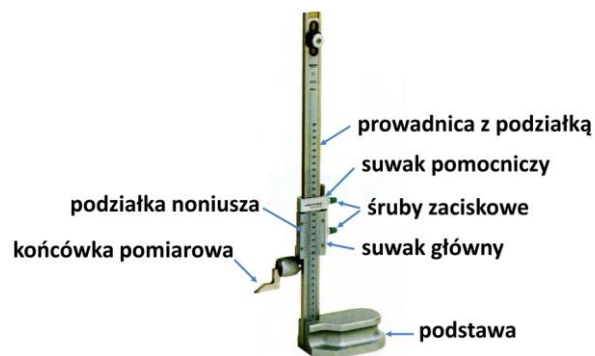
Źródło: [www.stalco.pl](http://www.stalco.pl)

**Rys. 1.25. Suwmiarka z czujnikiem**



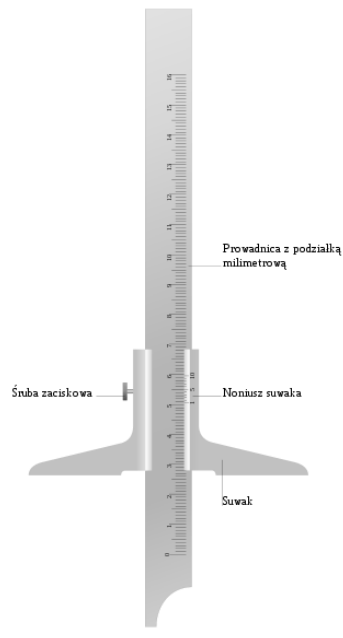
Źródło: [www.mastertools.pl](http://www.mastertools.pl)

**Rys. 1.26. Budowa wysokościomierza suwmiarkowego**



Źródło: [http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)

**Rys. 1.27. Budowa wysokościomierza suwmiarkowego**



Źródło:

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:G%C5%82%C4%99boko%C5%9Bciomierz\\_suwmiarkowy.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:G%C5%82%C4%99boko%C5%9Bciomierz_suwmiarkowy.svg) [http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)

Sposoby wykonywania pomiarów przyrządami suwmiarkowymi przedstawione są poniżej.

Proponowane zadanie do wykonania: Zadanie7 z plikuTWwS\_1.6\_Zadania

### **Przyrządy mikrometryczne**

W przyrządach mikrometrycznych rolę wzorca pełni dokładnie obrobiona śruba zwana śrubą mikrometryczną o skoku najczęściej 0,05 mm lub 0,1 mm. Przyrządami mikrometrycznymi można wykonywać pomiary wymiarów liniowych zewnętrznych, wewnętrznych oraz mieszanych.

Ze względu na przeznaczenie można wyróżnić dwa rodzaje mikrometrów (używane jest również określenie mikromierzy):

- uniwersalne,
- specjalne.

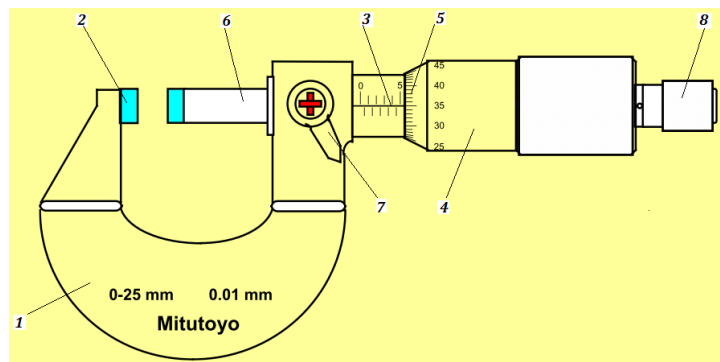
W praktycznych pomiarach wykonywanych przez ślusarza mają zastosowanie następujące mikrometry uniwersalne:

- mikrometry do wymiarów zewnętrznych,
- mikrometry szczękowe,
- średnicówki mikrometryczne,
- głębościomierze mikrometryczne.

Mikrometr zewnętrzny (rys. 1.28) jest przeznaczony do pomiaru długości, grubości i średnicy z dokładnością do 0,01 mm. Składa się z kabłąka **1**, którego jeden koniec jest zakończony kowadełkiem **2**, a drugi nieruchomą tuleją z podziałką wzdłużną **3** i obrotowym bębniem **4**, z podziałką poprzeczną **5**. Poza tym mikrometr jest wyposażony we wrzeciono **6**, zacisk ustalający **7** i pokrętło sprzęgła ciernego **8**. Wrzeciono ma nacięty gwint o skoku 0,5 mm i jest wkręcone w nakrętkę zamocowaną wewnątrz nieruchomej tulei z podziałką wzdłużną. Obracając bęben, można dowolnie wysuwać lub cofać wrzeciono. Aby dokonać właściwego pomiaru i uniknąć uszkodzenia gwintu przez zbyt mocne dociśnięcie czoła wrzeciona do powierzchni mierzonego przedmiotu, mikrometr jest wyposażony w sprzęgło cierne z pokrętłem. Obracając pokrętłem sprzęgła ciernego, obracamy wrzeciono do chwili zetknięcia go z mierzonym przedmiotem lub kowadełkiem, po czym sprzęgło ślizga się i nie przesuwają wrzeciona. Położenie wrzeciona ustala się za pomocą zacisku.

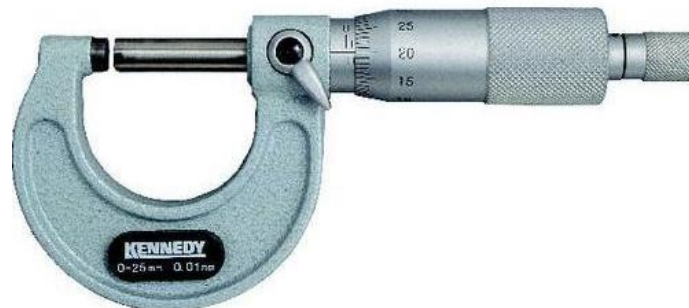


**Rys. 1.28. Budowa wysokościomierza suwmiarkowego**



Źródło: opracowano na podstawie:  
[http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)

**Rys. 1.29. Widok mikrometru zewnętrznego**



Źródło: [www.okazje.info.pl](http://www.okazje.info.pl)

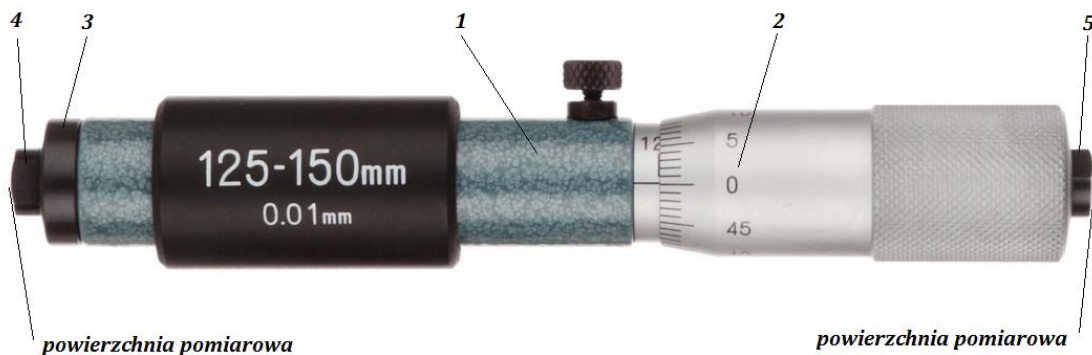
**Rys. 1.30. Widok mikrometru szczękowego**



Źródło: [www.opisyprzrzady.prv.pl](http://www.opisyprzrzady.prv.pl)

Mikrometrami szczękowymi wykonuje się pomiary wymiarów wewnętrznych.

**Rys. 1.31. Widok średnicówki mikrometrycznej dwustykowej**



Źródło: [opracowano na podstawie:  
http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)

Średnicówka mikrometryczna służy do wyznaczania wymiarów otworów, głównie średnic, w zakresie  $75 \div 575 \text{ mm}$ . Średnicówka mikrometryczna (rys. 1.31) zbudowana jest z tulei **1**, wrzeciona **5** ze śrubą mikrometryczną, bębna **2**, końcówki stałej **3** z trzpieniem pomiarowym **4**.

Dla zwiększenia zakresu pomiarowego między tuleją a końcówką stałą wkręca się odpowiedni przedłużacz lub ich zestaw. W skład kompletu wchodzi przedłużacze długości 13, 25, 50, 100 i 200 mm. Zakres pomiarowy średnicówki bez przedłużacza wynosi  $75 \div 88 \text{ mm}$ , a ze wszystkimi przedłużaczami  $75 \div 575 \text{ mm}$ .

**Rys. 1.32. Widok głębokościomierza mikrometrycznego**



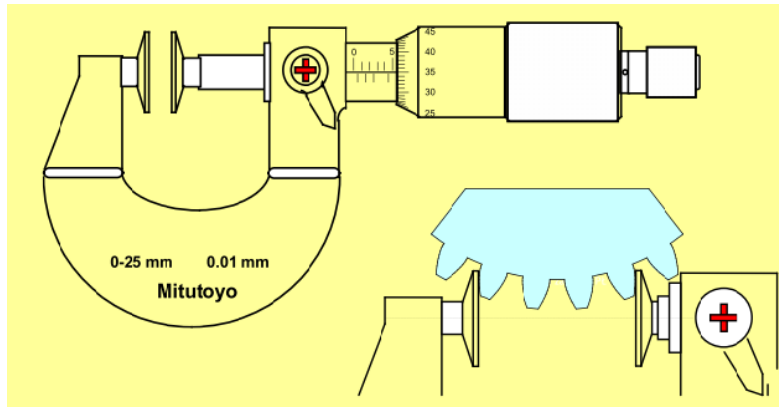
Źródło: [http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)

Głębokościomierz służy do pomiarów głębokości otworów nieprzelotowych, zagłębień lub uskoków. Elementem pomiarowym tego głębokościomierza jest śruba mikrometryczna. Umożliwia on dokonywanie pomiarów z dokładnością  $0,01 \text{ mm}$ . Głębokościomierze mikrometryczne mogą być z przedłużaczami wymiennymi lub bez przedłużaczy. Najczęściej stosowane zakresy pomiarowe wynoszą  $0 \div 100 \text{ mm}$ .

Najczęściej stosowanymi przyrządami mikrometrycznymi specjalnymi są mikrometry do pomiaru:

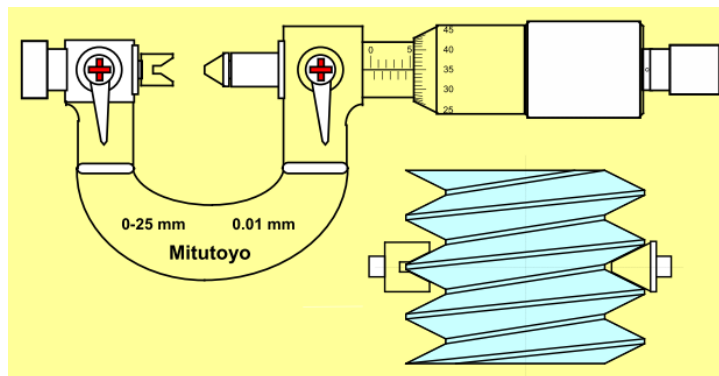
- grubości zębów kół zębatach,
- średnic podziałowych gwintów,
- średnic obrotowych nieciągłych,
- grubości ścianek rur,
- średnicy drutu.

**Rys. 1.33. Budowa i sposób wykorzystania mikrometry do pomiaru grubości zębów kół zębatach**



Źródło: [http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)

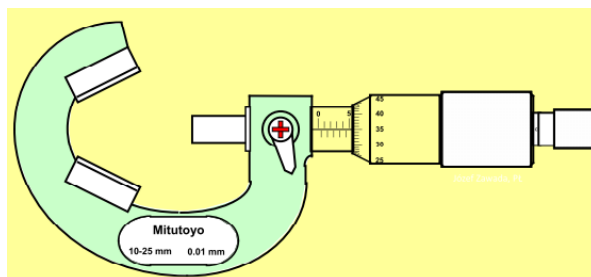
**Rys. 1.34. Budowa i sposób wykorzystania mikrometru do pomiaru średnic podziałowych gwintów**



Źródło: [http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)

Mikrometry do pomiaru średnic podziałowych gwintów wyposażone są w zestaw wymiennych końcówek pomiarowych dostosowanych do parametrów mierzonych gwintów. Każdorazowa zmiana końcówek pomiarowych powoduje konieczność wzorcowania mikrometru.

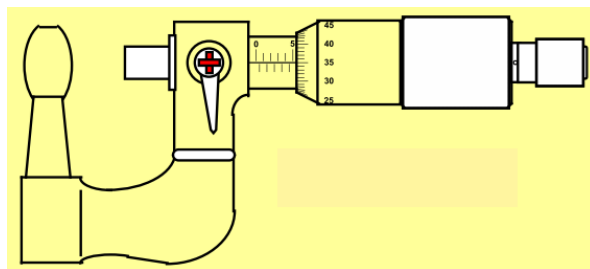
**Rys. 1.35. Budowa mikrometru do pomiaru średnic obrotowych nieciągłych**



Źródło: [http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)

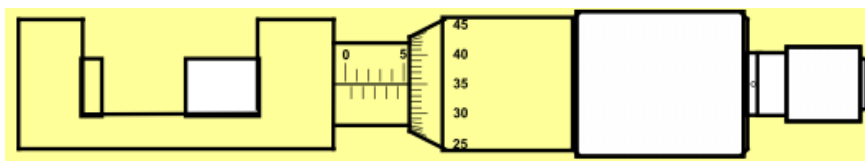
Mikrometry do pomiaru średnic obrotowych nieciągłych stosuje się do pomiaru średnic narzędzi skrawających. Położenie kowadełek na kabłąku i skok śruby mikrometrycznej są tak dobrane, aby mikrometr wskazywał bezpośrednio średnicę mierzonego narzędzia.

**Rys. 1.36. Budowa mikrometru do pomiaru grubości ścianek rur**



Źródło: [http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)

**Rys. 1.37. Budowa mikrometru do pomiaru średnicy drutu**



Źródło: [http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)

Proponowane zadanie do wykonania: Zadanie 8 z pliku TWwS\_1.6\_Zadania

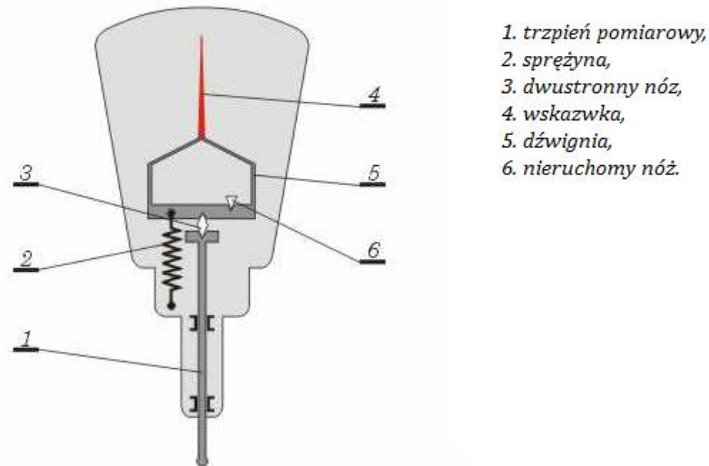
### **Czujniki pomiarowe.**

Czujniki są to przyrządy pomiarowe, służące z reguły do określania odchyłek od wymiaru nominalnego. Zakres pomiaru czujników nie przekracza 10 mm. Czujniki niezależnie od rozwiązania konstrukcyjnego, są wyposażone w urządzenia umożliwiające zamianę przemieszczenia liniowego końcówki pomiarowej na wychylenie wskazówki przyrządu. Urządzenia te mają duże przełożenie, tzn. niewielkie przemieszczenie końcówki pomiarowej powoduje znaczne wychylenie wskazówki.

W praktyce pomiarów warsztatowych wykonywanych przez ślusarza najczęściej stosowane są czujniki:

- dźwigniowe,
- zegarowe.

**Rys. 1.38. Konstrukcja czujnika dźwigniowego**

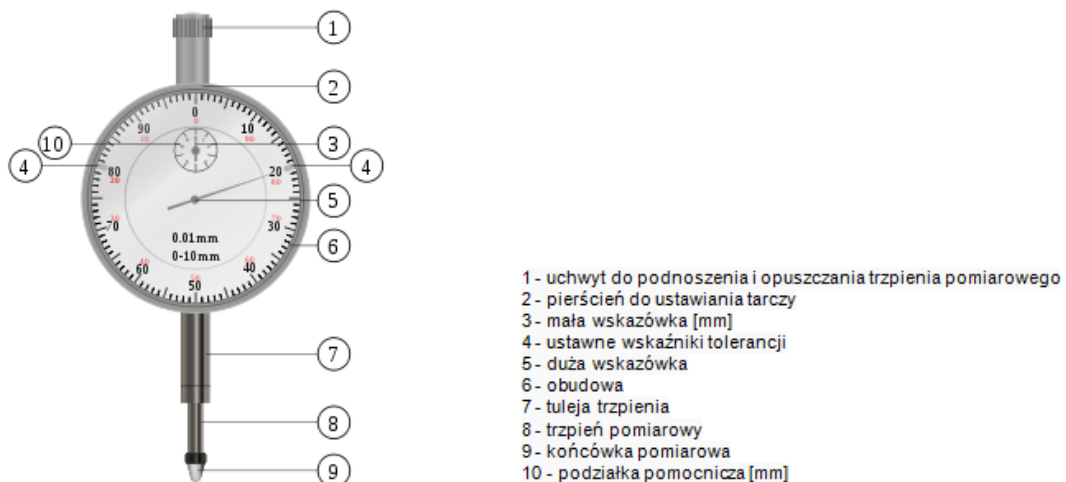


Źródło:

[http://imisp.mech.pw.edu.pl/prezentacja/dyplom/mechaniczne/czujnik\\_dzwigniowy\\_budowa.html](http://imisp.mech.pw.edu.pl/prezentacja/dyplom/mechaniczne/czujnik_dzwigniowy_budowa.html)

Sposób działania czujnika dźwigniowego: na trzpieniu pomiarowym **1** umieszczony jest dwustronny nóż **3**. Nóż ten wchodzi w wycięcie w dźwigni **5**. Dźwignia z drugiej strony opiera się na nieruchomym nożu **6**. Nóż, przesuwał się wraz z trzpieniem, powoduje obrót dźwigni i połączonej z nią wskazówki dookoła ostrza noża. Sprężyna **2** powoduje docisk dźwigni do noży i jednocześnie wywołuje odpowiedni nacisk pomiarowy trzpienia na mierzony przedmiot (rys. 1.38).

**Rys. 1.39. Budowa czujnika zegarowego**

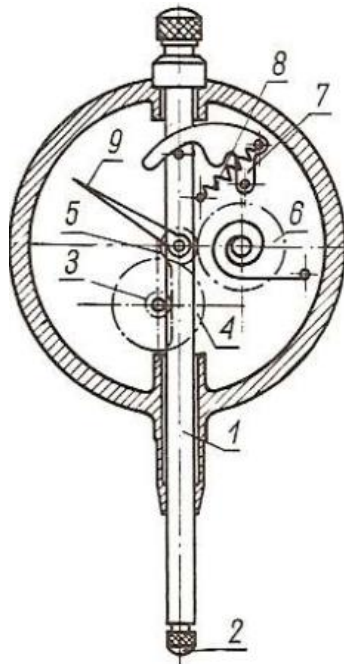


Źródło: [http://pl.wikipedia.org/wiki/Czujnik\\_zegarowy](http://pl.wikipedia.org/wiki/Czujnik_zegarowy)

Czujniki zegarowe są powszechnie stosowane w pomiarach warsztatowych, zwłaszcza przy odbiorze i kontroli maszyn, urządzeń i narzędzi. Na rysunku 1.39. przedstawiono główne elementy czujnika zegarowego. Trzpień pomiarowy **8** jest zakończony wymienną końcówką **9** i znajduje się w tulei **7**, łączy się z mechanizmem zegarowym znajdującym się wewnątrz obudowy **6**. Czujnik zegarowy posiada dwie wskazówki – małą **3** (wskazującą wartość w milimetrach na podziałce pomocniczej **10**) oraz dużą **5** (wskazującą wartość w setnych milimetra). Tarcza z podzielną może być obracana dzięki użyciu pierścienia **2**. Trzpień pomiarowy **8** wraz z końcówką pomiarową **9** może być unoszony do góry (lub opuszczany) dzięki uchwytni do podnoszenia i opuszczania trzpienia pomiarowego **1**. Wskazówki **4** służą do nastawienia wartości odchyłki górnej oraz dolnej.

Sposób działania mechanizmu zegarowego jest następujący (rys. 1.40.) – zębataka znajdująca się w środkowej części trzpienia pomiarowego **1** współpracuje z kołem zębatym **3**, które zazębione jest z kołami zębatymi **4**, **5**, **6**. Na osi koła **6** osadzona jest wskazówka duża **9**, a na osi koła **3** wskazówka mała. Sprężyna spiralna oraz koło zębate **6** mają za zadanie kasowanie luzu w zazębieniach. Powrót trzpienia pomiarowego **1** do położenia wyjściowego gwarantuje sprężyna **8**, która za pośrednictwem dźwigni **7** wywiera nacisk na trzpień **1**.

**Rys. 1.40. Budowa mechanizmu zegarowego**



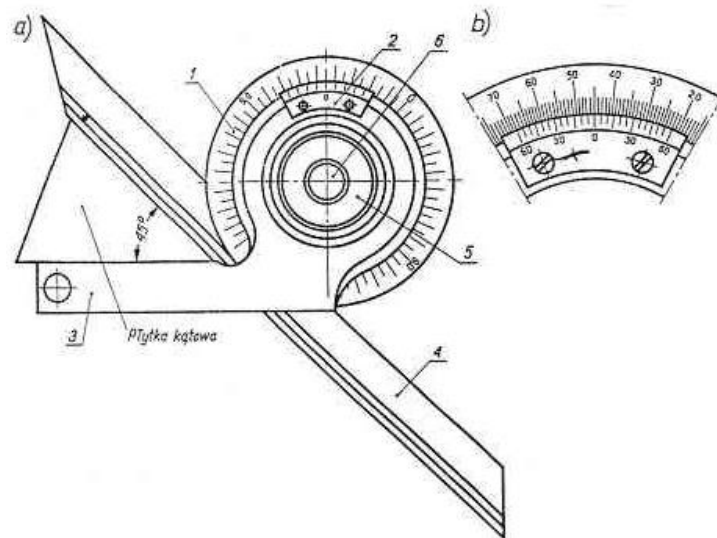
Źródło: zygan.freehost.pl

### **Przyrządy do pomiaru kątów**

W praktyce pomiarów warsztatowych do wykonywania mniej dokładnych pomiarów kątów stosowany jest kątomierz uniwersalny.

**Rys. 1.41. Budowa kątomierza uniwersalnego.**

1 - tarcza z podziałką, 2 - noniusz, 3 - ramię stałe, 4 - ramię ruchome, 5 - zacisk tarczy, 6 - zacisk ramienia ruchomego.



Źródło: <http://pldocs.docdat.com/docs/index-200428.html>

Jedno ramię **3** kątomierza jest złączone trwale z głowicą w postaci okrągłej tarczy z podziałką noniusza kątomierza **1**. Wokół tej tarczy może być obracany o dowolny kąt pierścień z podziałką stopniową, do którego jest przymocowane drugie ramię kątomierza **4** w postaci przesuwnej liniału. Pierścień można unieruchamiać w dowolnym położeniu względem tarczy zaciskiem **6**, np. po przystawieniu obu ramion do powierzchni tworzących mierzony kąt. Zastosowanie noniusza umożliwia odczytywanie kąta z błędem odczytania 5'. Krawędzie każdego ramienia są do siebie równoległe w stopniu dostatecznym dla zagwarantowania jednakowej dokładności pomiaru przy wykorzystaniu krawędzi zewnętrznych albo wewnętrznych.

Wskazania odczytuje się podobnie jak na suwmiarce.

### **Sprawdziany**

Sprawdziany umożliwiają sprawdzenie, czy dany wymiar jest poprawny, czy niepoprawny – nie pozwalają na określenie wartości rzeczywistej wymiaru. Dzięki stosowaniu sprawdzianów możliwe jest określenie, czy wymiar nie przekracza wartości granicznej (dolnej i górnej). Sprawdziany dzielą się na sprawdziany:

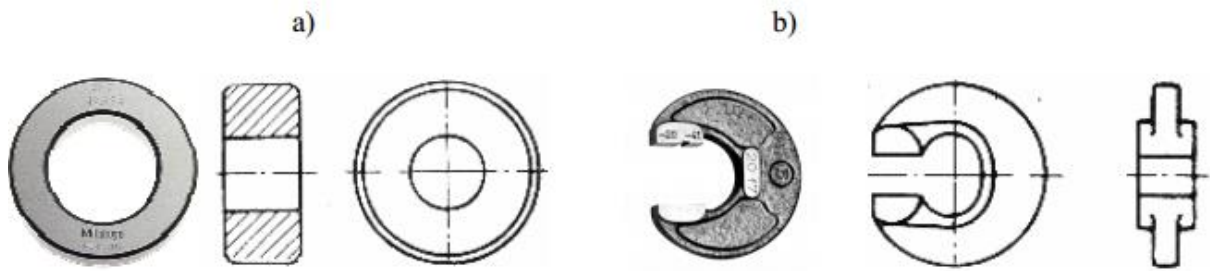
- wymiaru,
- kształtu.

Do najczęściej stosowanych sprawdzianów wymiaru zalicza się sprawdziany do:

- otworów,
- wałków,
- gwintów.

Sprawdziany mogą odwzorowywać tylko jeden wymiar graniczny (najmniejszy lub największy) – wtedy nazywane są sprawdzianami jednogranicznymi, mogą także odwzorowywać obydwa wymiary graniczne – wtedy nazywane są dwugranicznymi.

**Rys. 1.42. Sprawdziany jednograniczne do wałków: a) pierścieniowy, b) szczękowy**



Źródło: [http://www.konin.edu.pl/media\\_pliki/file/6262\\_pl\\_8a.rozdzial-via1.pdf](http://www.konin.edu.pl/media_pliki/file/6262_pl_8a.rozdzial-via1.pdf)

**Rys. 1.43. Sprawdzian dwugraniczny do wałków**



Źródło: <http://www.wz-narzedzia.pl>

W przypadku sprawdzianów dwugranicznych (rys. 1.43) wymiar z jednej strony sprawdzianu ma wartość górnego wymiaru granicznego i ta strona sprawdzianu nazywa się stroną przechodnią, natomiast z drugiej strony sprawdzianu ma wymiar równy dolnemu wymiarowi granicznemu i ta strona nazywa się stroną nieprzechodnią.

Sprawdziany szczękowe mogą być wykonane w wersji nastawnej, tj. wymiar sprawdziany jest nastawiany zwykle za pomocą płytek wzorcowych.

**Rys. 1.44. Sprawdzian szczękowy jednostronnie nastawny**



Źródło: <http://kczachurski.pl/sprawdziany/szczekowe,135.html>

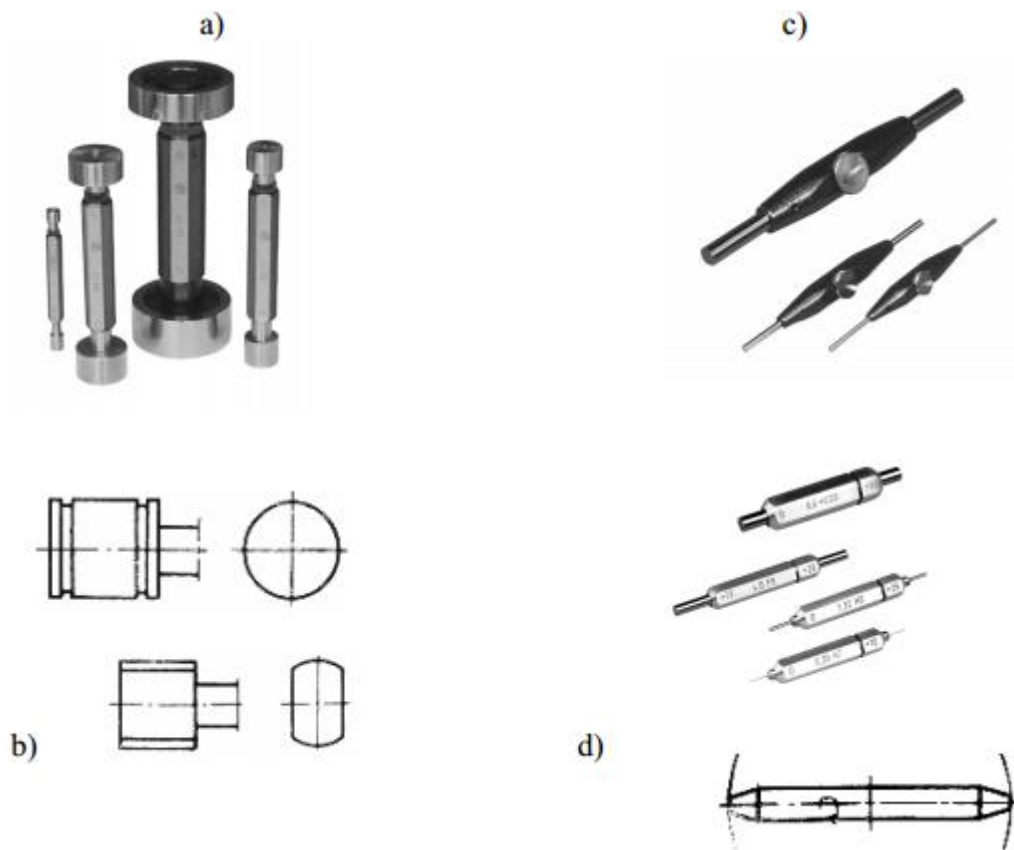


Rys. 1.45. Sprawdzian szczękowy dwustronnie nastawny



Źródło: <http://kczachurski.pl/sprawdziany/szczekowe,135.html>

Rys. 1.46. Sprawdziany do otworów: a) tłoczkowy walcowy dwugraniczny, b) łopatkowy walcowy, c) średniówkowe, d) sposób pomiaru



Źródło: [http://www.konin.edu.pl/media\\_pliki/file/6262\\_pl\\_8a.rozdziel-via1.pdf](http://www.konin.edu.pl/media_pliki/file/6262_pl_8a.rozdziel-via1.pdf)

**Rys. 1.47. Sprawdziany do gwintów zewnętrznych: a) pierścieniowy, b) szczękowy rolkowy**



Źródło: [http://www.konin.edu.pl/media\\_pliki/file/6262\\_pl\\_8a.rozdzial-via1.pdf](http://www.konin.edu.pl/media_pliki/file/6262_pl_8a.rozdzial-via1.pdf)

**Rys. 1.48. Sprawdzian trzpieniowy przechodnio-nieprzechodni do gwintów wewnętrznych**



Źródło: [http://www.konin.edu.pl/media\\_pliki/file/6262\\_pl\\_8a.rozdzial-via1.pdf](http://www.konin.edu.pl/media_pliki/file/6262_pl_8a.rozdzial-via1.pdf)

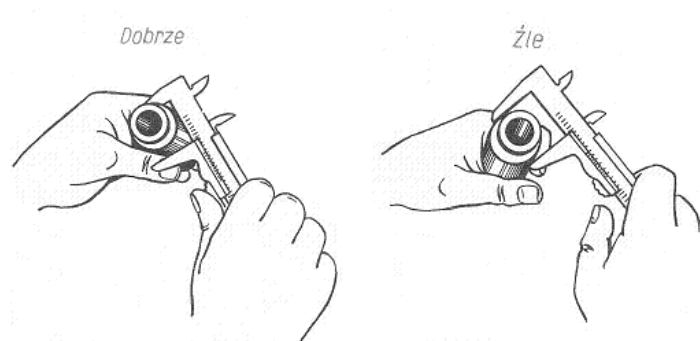
Proponowane zadanie do wykonania: Zadanie9z plikuTWwS\_1.6\_Zadania

## 5. Technika dokonywania pomiarów warsztatowych

### Pomiary suwmiarką

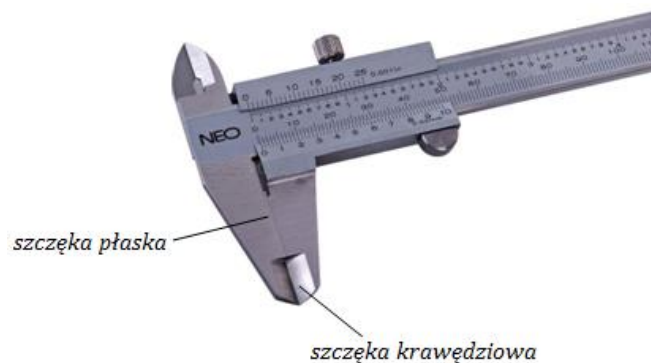
Pomiaru wymiarów zewnętrznych za pomocą suwmiarki należy dokonywać szczęką płaską, powierzchnia szczęk płaskich powinna być równoległa w miejscu pomiaru do powierzchni przedmiotu mierzonego, gdyż wtedy w największym stopniu eliminowane są błędy pomiaru.

**Rys. 1.49. Lokalizacja szczęki krawędziowej i szczęki płaskiej suwmiarki**



Źródło: <http://www.swiatnarzedzi.pl>

**Rys. 1.50. Pomiar suwmiarką wymiaru zewnętrznego**

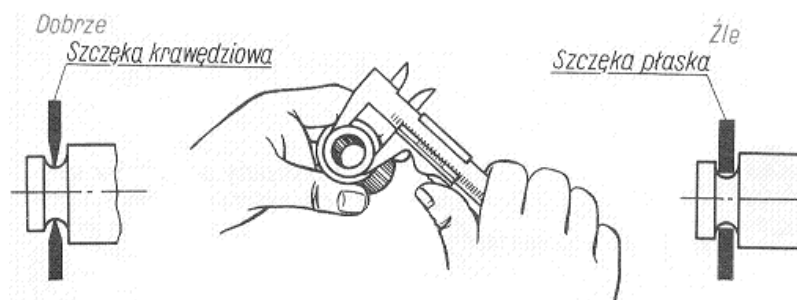


Źródło: Malinowski J., *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa 1993.

Zaleca się, aby podczas pomiaru mierzony przedmiot głęboko wprowadzać pomiędzy szczęki płaskie suwmiarki, możliwie blisko prowadnicy. Suwmiarkę należy utrzymywać w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni mierzonego przedmiotu w miejscach wyznaczających wymiar – dzięki temu powierzchnie szczęk płaskich będą równoległe do powierzchni przedmiotu mierzonego. Niedopuszczalne jest dokonywanie pomiaru szczękami krawędziowymi ze względu na duże prawdopodobieństwo nieprostopadłości suwmiarki i powierzchni przedmiotu mierzonego (rys. 1.50.).

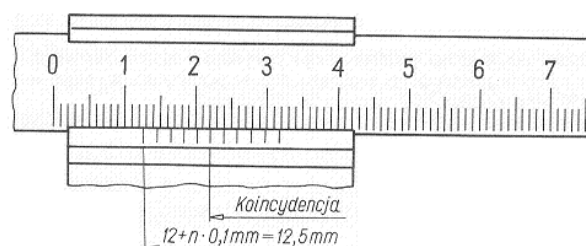
Pomiaru średnicy rowka dokonuje się wyłącznie szczękami krawędziowymi, gdyż zapewniona jest podczas pomiaru styczność szczęk suwmiarki i powierzchni rowka. (rys. 1.51.)

**Rys. 1.51. Pomiar średnicy rowka za pomocą suwmiarki**



Źródło: Malinowski J., *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa 1993.

**Rys. 1.52. Sposób odczytu wskazania suwmiarki**

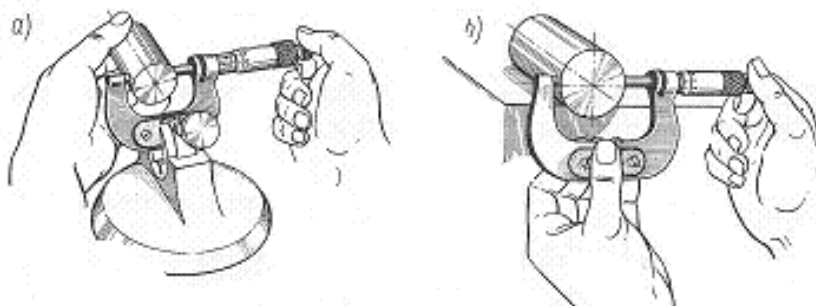


Źródło: Malinowski J., *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa 1993.

Proponowane zadanie do wykonania: Zadanie 10 z pliku TWwS\_1.6\_Zadania

## Pomiary mikrometrem

Rys. 1.53. Sposób pomiaru mikrometrem: a) przedmioty małe, b) przedmioty duże

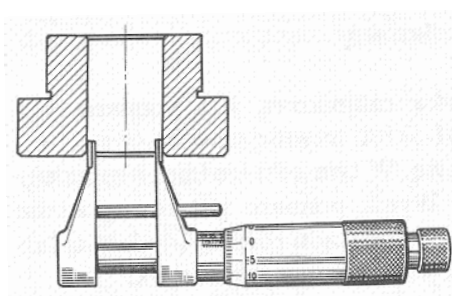


Źródło: Malinowski J., *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa 1993.

Podczas wykonywania pomiaru mikrometr może być trzymany przez pracownika w ręce lub zamocowany w uchwycie. Jeżeli przedmiot jest mały i lekki, mikrometr powinien być zamocowany w uchwycie, mierzony przedmiot trzymany jest lewą ręką, a pokrętko mikrometru powinno być obracane prawą. Jeżeli mierzony przedmiot jest duży, to powinien być położony na stabilnym podłożu i wtedy mikrometr jest trzymany lewą ręką za nakładki kabłąka, a prawą ręką należy obracać pokrętko mikrometru.

Przedmiot mierzony należy objąć końcówkami pomiarowymi mikrometru, a następnie obracać pokrętko mikrometru aż do oporu (sprzęgiełko nie obraca bębna). Następnie należy delikatnie poruszać mikrometrem, aby upewnić się, czy końcówki pomiarowe mikrometru przylegają do powierzchni przedmiotu i wykonać jeszcze obrót pokrętkiem mikrometru, aby wyeliminować ewentualny luz pomiędzy końcówkami pomiarowymi mikrometru i powierzchnią mierzonego przedmiotu. Po wykonaniu tych czynności można dokonać odczytu wskazania mikrometru.

Rys. 1.54. Sposób pomiaru mikrometrem wewnętrznym



Źródło: Malinowski J., *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa 1993.

**Rys. 1.55. Prawidłowe wskazazy na bębnie mikrometru: a) wymiar 5,00 mm, b) wymiar 4,95 mm (5-0,05) c) wymiar 5,05 mm (5+0,05)**



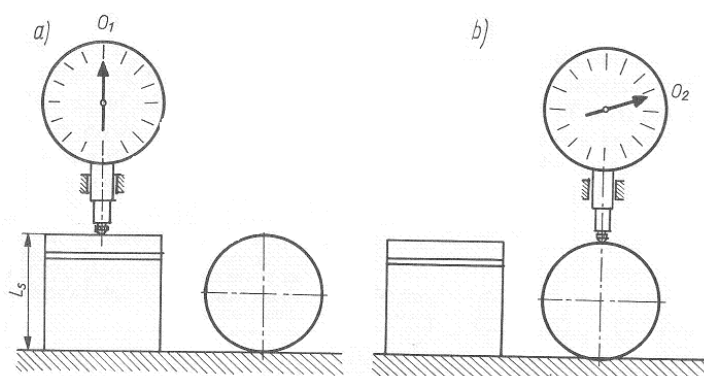
Źródło: [http://www.konin.edu.pl/media\\_pliki/file/6263\\_pl\\_10.rozdzial-vic.pdf](http://www.konin.edu.pl/media_pliki/file/6263_pl_10.rozdzial-vic.pdf)

Proponowane zadanie do wykonania: Zadanie 11 z pliku TWwS\_1.6\_Zadania

### Pomiary czujnikiem

Pomiar czujnikiem zegarowym (lub dźwigniowym) wykonywany jest metodą różnicową – dokładność pomiaru jest wysoka. Sposób przeprowadzenia pomiaru przedstawia rys. 1.56.

**Rys. 1.56. Pomiar metodą różnicową za pomocą czujnika zegarowego: a) ustawienie czujnika za pomocą stosu płytek wzorcowych na wskazanie zerowe, b) odczytanie różnicy wymiarów pomiędzy przedmiotem mierzonym a stosem płytek wzorcowych**



Źródło: Malinowski J., *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa 1993.

Wynik pomiaru  $A$  jest równy sumie długości nominalnej stosu płytek wzorcowych  $N$  i odczytanej z czujnika różnicy wskazań  $R = O_1 - O_2$ , czyli  $A = N + R$ .

Długość nominalną stosu płytek  $N$  ustala się w ramach czynności przygotowawczych do pomiaru. Dokonuje się wstępnego pomiaru przedmiotu przyrządem pomiarowym o mniejszej dokładności niż czujnik zegarowy i otrzymany wynik traktowany jest jako długość stosu płytek wzorcowych  $N$ .

**Rys. 1.57. Odczyt wskazania czujnika zegarowego**



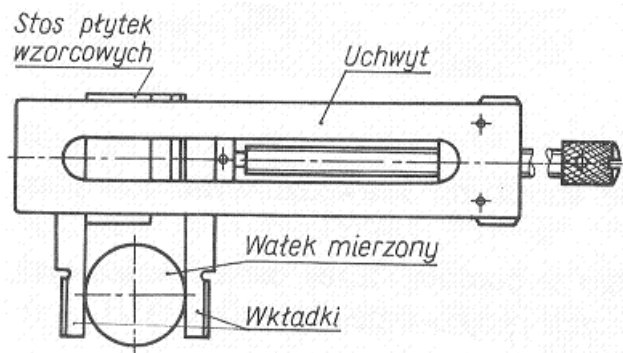
Źródło: <http://www.cnc.info.pl>

Wynik pomiaru wykonywanego czujnikiem zegarowym składa się ze wskazań wskazówki małej oraz dużej. Pełne milimetry wskazuje wskazówka mała, a dziesiąte, setne części milimetra wskazuje wskazówka duża. Np. na rys. 1.57 czujnik zegarowy wskazuje wartość - 0,20 mm.

#### **Pomiar płytkami wzorcowymi**

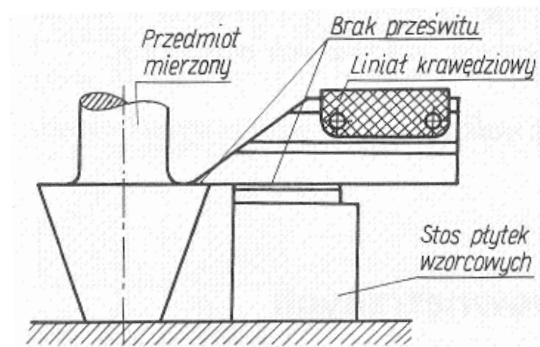
Do pomiaru wymiarów zewnętrznych lub mieszanych można użyć płytek wzorcowych. Na rys. 1.58. i 1.59. przedstawiono te pomiary. W obu przypadkach zastosowana jest zerowa metoda pomiarowa – czyli doprowadzenie do zera różnicy pomiędzy wymiarem wzorca (stosu płytek wzorcowych) i wymiarem mierzonym. Pomiar polega na dobraniu stosu płytek o takiej długości, aby pomiędzy liniałem a stosiem płytek i przedmiotem nie było prześwitu. Mierzony wymiar jest wtedy równy długości stosu płytek.

**Rys. 1.58. Sposób pomiaru wymiaru zewnętrznego za pomocą płytek wzorcowych i liniału krawędziowego**



Źródło: Malinowski J., *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa 1993.

**Rys. 1.59. Sposób pomiaru wymiaru średnicy wałka za pomocą płytek wzorcowych**

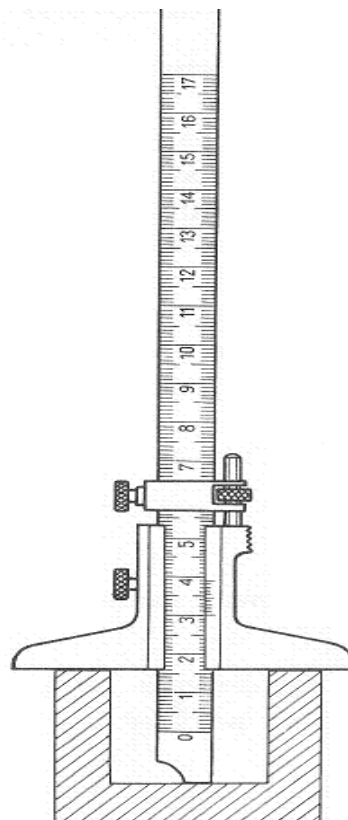


Źródło: Malinowski J., *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa 1993.

Dla przypadku pokazanego na rys. 1.57 wartość średnicy wałka będzie równa długości stosu płytek wzorcowych dobranej tak, aby wkładki można było nałożyć bez luzu na wałek.

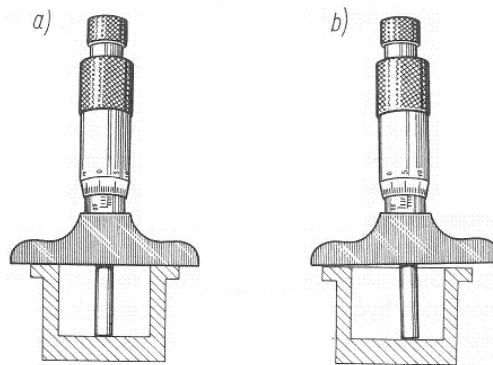
### **Pomiar głębokości**

**Rys. 1.60. Sposób pomiaru głębokościomierzem suwmiarkowym**



Źródło: Malinowski J., *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa 1993.

**Rys. 1.61. Sposób pomiaru głębokościomierzem mikrometrycznym;  
a) prawidłowy, b) nieprawidłowy**



Źródło: Malinowski J., *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa 1993.

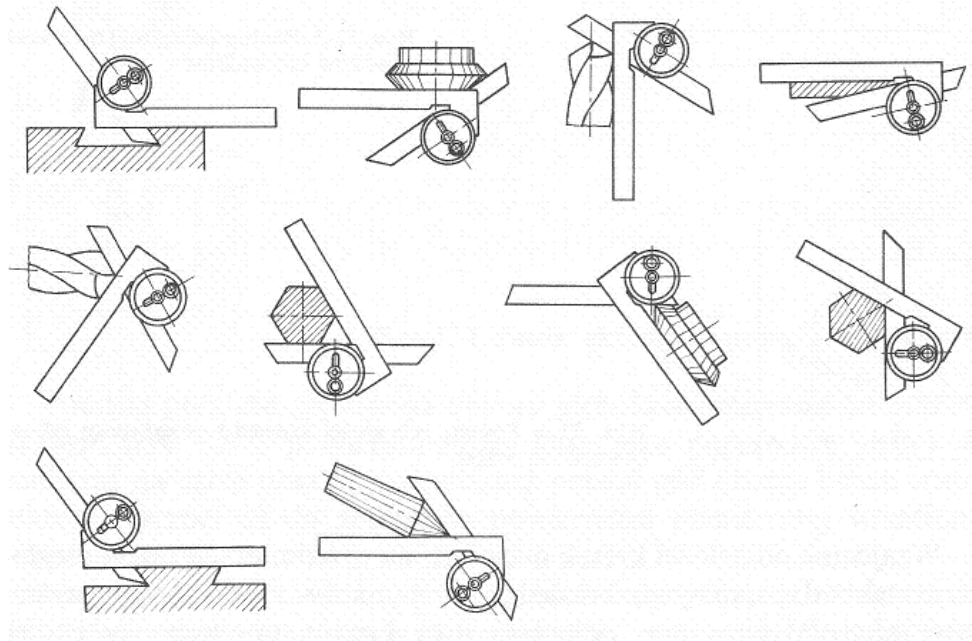
Podczas pomiaru głębokości otworu głębokościomierzem mikrometrycznym należy odczytać wskazanie mikrometru, gdy wrzeciono mikrometru jest dokręcone do dna otworu oraz tzw. wskazanie zerowe. Sprawdzenia wskazania zerowego dokonuje się wtedy, gdy powierzchnia pomiarowa poprzeczki mikrometru jest dociśnięta do płaskiej powierzchni i wrzeciono jest dokręcone do oporu. Różnica pomiędzy wskazaniem zerowym a wartością jest równa głębokości otworu.

### **Pomiar kątów**

Pomiar kątomierzem uniwersalnym polega na przyłożeniu bez szczelin obu ramion kątomierza do powierzchni boków mierzonego kąta. Wskazania odczytuje się z noniusza.

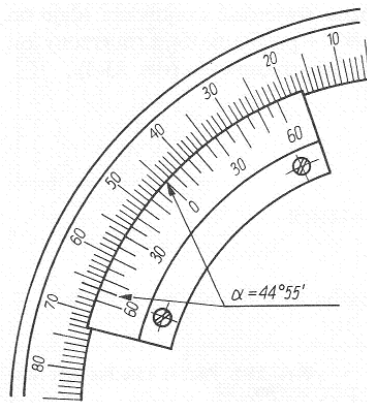


**Rys. 1.62. Przykłady pomiaru kątów kątomierzem uniwersalnym**



Źródło: Malinowski J., *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa 1993.

**Rys. 1.63. Sposób odczytu wskazania kątomierza uniwersalnego**

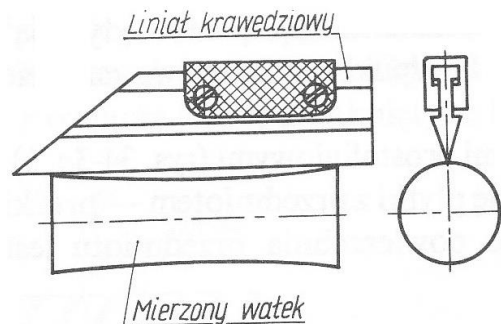


Źródło: Malinowski J., *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa 1993.

Proponowane zadanie do wykonania: Zadanie 12 z pliku TWwS\_1.6\_Zadania

## Pomiar odchyłek prostoliniowości

Rys. 1.64. Pomiar odchyłki prostoliniowości



Źródło: Malinowski J., *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa 1993.

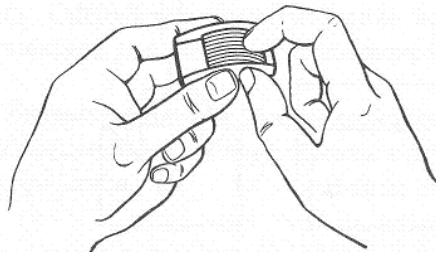
Zasadę pomiaru odchyłki prostoliniowości (np. tworzącej wałka) przedstawiono na rys. 1.64. Należy przyłożyć wzdłuż tworzącej wałka liniat krawędziowy i obserwować szczelinę jaka może powstać pomiędzy krawędzią liniału a tworzącą wałka.

## Ocena chropowatości powierzchni

Stosowane są dwie metody oceny chropowatości powierzchni przedmiotów:

- metoda porównania z wzorcem chropowatości,
- pomiar profilometrem (lub profilomierzem).

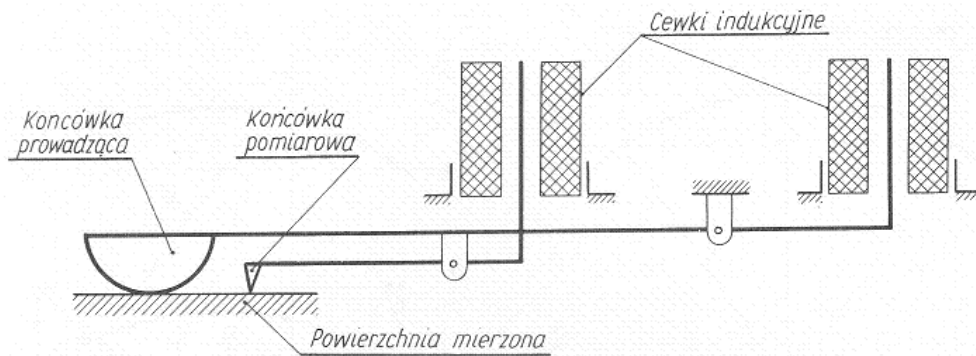
Rys. 1.65. Ocena chropowatości powierzchni poprzez porównanie dotykiem wzorca chropowatości i powierzchni przedmiotu.



Źródło: Malinowski J., *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa 1993.

Ocena chropowatości powierzchni poprzez porównanie z wzorcem polega na przesuwaniu paznokcia lub miękkiej blaszki po powierzchni wzorca chropowatości i po powierzchni badanej. Jeżeli drgania paznokcia (lub blaszki) w obu przypadkach są jednakowe, to przyjmuje się, że chropowatość badanej powierzchni i wzorca są jednakowe.

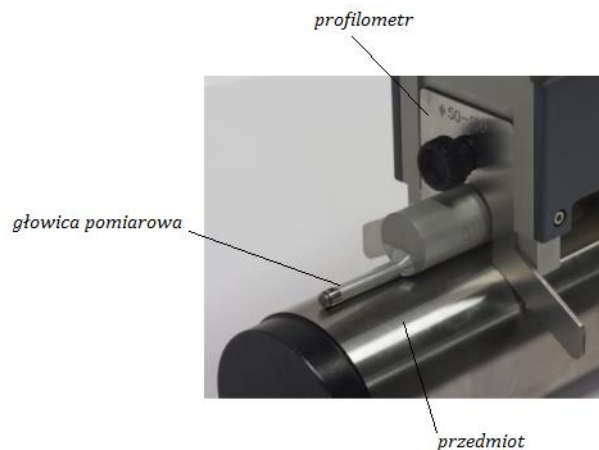
**Rys. 1.66. Zasada działania profilometru**



Źródło: Malinowski J., *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa 1993.

Istotą pomiaru chropowatości za pomocą profilometru jest porównanie sygnałów elektrycznych generowanych w cewkach indukcyjnych sprzężonych z końcówkami: prowadzącą i pomiarową. Wynik pomiaru chropowatości pojawi się na wyświetlaczu elektronicznym lub jest wygenerowany w formie wydruku.

**Rys. 1.67. Przykład pomiaru profilometrem**



Źródło: opracowano na podstawie <http://www.ios.krakow.pl/119,0,oferta,profilometr-warsztatowy-pw03bt.htm>

## **Dobór narzędzia pomiarowego**

Niepewność pomiaru  $e_p$  obejmuje wszelkie błędy, które mogą wystąpić podczas pomiaru, w tym błędy graniczne przypadkowe oraz oszacowane błędy systematyczne. Niepewność pomiaru  $e_p$  przy użyciu danego narzędzia pomiarowego powinna być znana, np. podana przez producenta narzędzia pomiarowego lub oszacowana przez służby metrologiczne przedsiębiorstwa. Im bardziej dokładne (i drogie) jest narzędzie pomiarowe, tym niepewność pomiaru  $e_p$  jest mniejsza. Ponieważ narzędzia pomiarowe ulegają zużyciu, więc ich właściwości metrologiczne mogą ulec pogorszeniu. Dlatego też narzędzia pomiarowe powinny być przez użytkowników traktowane z należytą starannością. Powinny podlegać nadzorowi służb metrologicznych przedsiębiorstwa.

Optymalny dobór narzędzia pomiarowego do wykonania pomiaru powinien uwzględniać wartość tolerancji  $T$  mierzonego wymiaru oraz przewidywaną niepewność  $e_p$  pomiaru, która jest zależna od rodzaju narzędzia pomiarowego i sposobu przeprowadzenia pomiaru. Niepewność pomiaru  $e_p$  powinna stanowić zawsze małą część tolerancji  $T$  mierzonego wymiaru zwykle  $0,1 T \leq e_p \leq 0,2 T$ .

## **6. Konserwacja narzędzi i przyrządów pomiarowych**

Narzędzia i przyrządy pomiarowe powinny być chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi wpływami warunków atmosferycznych. Niewłaściwe obchodzenie się ze sprzętem pomiarowym powoduje jego przedwczesne zużycie. Nie należy w czasie użytkowania przechowywać sprzętu pomiarowego z narzędziami obróbkowymi lub w miejscach zanieczyszczonych, wilgotnych, gorących. Sprzęt pomiarowy należy przechowywać w stanie zakonserwowanym. Konserwacja polega na oczyszczeniu sprzętu benzyną oczyszczoną, bezwodnym alkoholem etylowym, acetonem lub eterem, wytarciu powierzchni ścierką lnianą i pokryciu cienką warstwą bezwodnej i bezkwasowej wazeliny. Przed użyciem wazelinę usuwa się z powierzchni środkiem zmywającym.

## **7. Zasady BHP podczas wykonywania pomiarów warsztatowych**

W trakcie wykonywania pomiarów należy używać narzędzi i przyrządów pomiarowych wyłącznie zgodnie z ich przeznaczeniem.

Na stanowisku pomiarowym należy zachować porządek w rozłożeniu narzędzi pomiarowych, zwłaszcza ostrych, aby zapobiec ewentualnym skaleczeniom. Ponadto upadek przyrządu pomiarowego może spowodować jego uszkodzenie.

Na stanowisku pomiarowym powinny znaleźć się tylko niezbędne narzędzia pomiarowe i uchwyty.

Podczas pomiarów należy zwrócić szczególną uwagę na staranne ustawienie i ostrożne przenoszenie ciężkich przedmiotów, żeby nie spowodować obrażeń w razie upadku przedmiotu.

Oświetlenie stanowiska pomiarowego powinno umożliwiać precyzyjne odczytywanie zmierzonych wartości i nie powodować zmęczenia oczu.

Do konserwacji narzędzi pomiarowych należy stosować odpowiednie środki zgodnie z zaleceniami producenta oraz przestrzegać zasad i warunków wykonania konserwacji.

Podczas wykonywania pomiaru przedmiotów zamocowanych w uchwytach obrabiarek czynności pomiarowe można wykonywać tylko wtedy, gdy obrabiarka jest zatrzymana, mierzony przedmiot jest nieruchomy, a jego temperatura jest zbliżona do temperatury otoczenia.

## **Bibliografia:**

1. Malinowski J.: *Pasowania i pomiary*. WSiP, Warszawa, 1993
2. Malinowski J.: *Pomiary długości i kąta w budowie maszyn*. WSiP, Warszawa 1998
3. Malinowski J. Jakubiec W. Starczak M.: *Sprawdzanie dokładności w budowie maszyn*. WSiP, Warszawa 1997
4. Praca zbiorowa: *Poradnik mechanika*. WNT, Warszawa, 2000
5. Solis H., Lenart T.: *Technologia i eksploatacja maszyn*. WSiP, Warszawa, 1996

## **Netografia:**

1. KARCZ Sp. z o.o.: Wzorce. Płytki wzorcowe - <http://bhkarcz.pl/mitutoyo/reczne-przyrzady-pomiarowe/plytki-wzorcowe/>
2. Głębokościomierz suwmiarkowy - [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:G%C5%82%C4%99boko%C5%9Bciomierz\\_suwmiarkowy.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:G%C5%82%C4%99boko%C5%9Bciomierz_suwmiarkowy.svg)
3. Józef Zawada: METROLOGIA WIELKOŚCI GEOMETRYCZNYCH - [http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia\\_W\\_Geometr\\_2013.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6809/Metrologia_W_Geometr_2013.pdf)
4. DIAMOS: Narzędzia ściernie i diamentowe - <http://www.diamos.eu/>
5. FÖRCH - <http://www.forch.pl/>
6. dr inż. Józef Zawada: Wzorce długości - <http://ioitbm.p.lodz.pl/Dydaktyka/MWG/INSMWG01.pdf>
7. Czachurski Krzysztofa: Sprawdziany Szczękowe - <http://kczachurski.pl/sprawdziany/szczekowe,135.html>
8. [http://www.konin.edu.pl/media\\_pliki/file/6261\\_pl\\_8.rozdzial-via.pdf](http://www.konin.edu.pl/media_pliki/file/6261_pl_8.rozdzial-via.pdf)
9. Państwowa Wyższa Szkoła w Koninie: Sprzęt pomiarowy - [http://www.konin.edu.pl/media\\_pliki/file/6262\\_pl\\_8a.rozdzial-via1.pdf](http://www.konin.edu.pl/media_pliki/file/6262_pl_8a.rozdzial-via1.pdf)
10. FHUP DZIERŻAK S.C. - <http://www.mastertools.pl/>
11. RONAR narzędzia skrawające Roman Wysocki: NARZĘDZIA KONTROLNO - POMIAROWE - <http://isklep24.ronar.com.pl/produkty/narzedzia-kontrolno-pomiarowe,2,69380>
12. AKRO-TECH: Teoria noży lutowanych - <http://www.nozelutowane.biz.pl/index.php?go=3>
13. ELEKTRO-MET S.C. T.Klimecki, D.Kończak - <http://www.obrabiarki24.pl/>
14. Grupa Okazje Sp. z o.o. - <http://www.okazje.info.pl/>
15. POMIARY KĄTÓW STOŻKÓW ZEWNĘTRZNYCH - <http://pldocs.docdat.com/docs/index-200428.html>