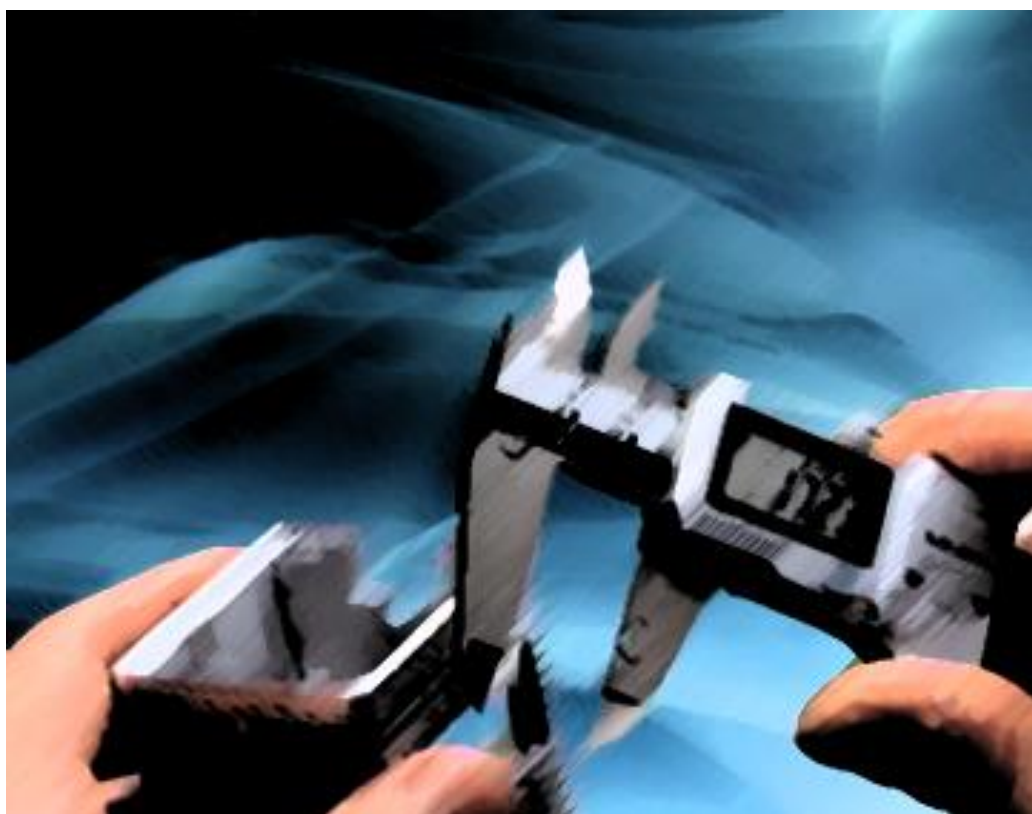


METROLOGIA

DODATKI DO INSTRUKCJI



WROCŁAW 2015



Wszelkie uwagi proszę kierować na adres: Jacek.Ziembra@pwr.edu.pl

Spis treści

1	. SZACUNKOWE BŁĘDY POMIARU MPE.....	7
1.1	BŁĘDY GRANICZNE PRZYRZĄDÓW SUWMIARKOWYCH W [μ m]:	7
1.1.1	KARTA PRZYRZĄDU - SUWMIARKA MODUŁOWA MAZC-E2	8
1.1.2	KARTA PRZYRZĄDU - SUWMIARKA DWUSTRONNA Z ZACISKIEM MAUB.....	9
1.1.3	KARTA PRZYRZĄDU - SUWMIARKA DWUSTRONNA Z ZACISKIEM MAUB (0,05 mm)	9
1.1.4	KARTA PRZYRZĄDU - SUWMIARKA JEDNOSTRONNA ZE ŚRUBĄ ZACISKOWĄ MAJA	10
1.1.5	KARTA PRZYRZĄDU - CYFROWA SUWMIARKA	10
1.1.6	KARTA PRZYRZĄDU - CYFROWA SUWMIARKA	11
1.1.7	KARTA PRZYRZĄDU - SUWMIARKA ZEGAROWA	11
1.1.8	KARTA PRZYRZĄDU - WYSOKOŚCIOMIERZ SUWMIARKOWY MARA-K, CYFROWY	12
1.2	BŁĘDY GRANICZNE PRZYRZĄDÓW MIKROMETRYCZNYCH W [μ m]: 13	
1.2.1	KARTA PRZYRZĄDU - MIKROMETR UNIWERSALNY 0-25 mm	13
1.2.2	KARTA PRZYRZĄDU - MIKROMETR CYFROWY 0-25 mm.....	14
1.2.3	KARTA PRZYRZĄDU - MIKROMETR CYFROWY 25-50 mm.....	14
1.2.4	KARTA PRZYRZĄDU - MIKROMETR CYFROWY 0-25 mm.....	15
1.2.5	KARTA PRZYRZĄDU - MIKROMETR CYFROWY 25-50 mm.....	15
1.2.6	KARTA PRZYRZĄDU - MIKROMETR CYFROWY 50-75 mm.....	16
1.2.7	KARTA PRZYRZĄDU - MIKROMETR CYFROWY 75-100 mm.....	16
1.2.8	KARTA PRZYRZĄDU - MIKROMETR DO KÓŁ ZĘBATYCH (0-25 mm)	17
1.2.9	KARTA PRZYRZĄDU - MIKROMETR DO KÓŁ ZĘBATYCH (25-50 mm)	17
1.3	BŁĘDY GRANICZNE PRZYRZĄDÓW CZUJNIKOWYCH W [μ m]:.....	18
1.3.1	KARTA PRZYRZĄDU - CZUJNIK ZEGAROWY (0-10 mm, 0,01 mm)	19
1.3.2	KARTA PRZYRZĄDU - CZUJNIK ZEGAROWY (0-2 mm, 0,001 mm)	19
1.4	POMIARY KĄTÓW:	20
1.5	PRZYRZĄDY INNE W [μ m]:	20
1.5.1	KARTA PRZYRZĄDU - MIKROSKOP WARSZTATOWY MAŁY (MWM).....	21
1.5.2	KARTA PRZYRZĄDU - MIKROSKOP WARSZTATOWY DUŻY (MWD)	23
2	SPOSÓB FORMUŁOWANIA WYNIKU POMIARU	25
2.1	ZASADY FORMUŁOWANIA WYNIKU	25
2.2	ZASADY ORZEKANIA O ZGODNOŚCI I NIEZGODNOŚCI ZE SPECYFIKACJĄ	26
2.1	PRZYKŁAD DLA WYNIKU POMIARÓW Z BŁĘDEM GRANICZNYM MPE POMIARU	27
3	TOLERANCJA - OBLICZENIA	29
3.1	TOLERANCJA -TABELE.....	29
3.1	PRZYKŁADY – JAK LICZYMY	35
4	DZIAŁANIA ALGEBRAICZNE NA WYMIARACH TOLEROWANYCH	37
5	ŚWIADECTWO WZORCOWANIA PŁYTEK WZORCOWYCH	39
6	LABORATORIUM SALA 102 NR 1 POMIARY WYMIARÓW LINIOWYCH WYROBU	43
7	LABORATORIUM SALA 102 -NR 2 POMIARY KĄTÓW I STOŻKÓW	51
8	LABORATORIUM SALA 102 -NR 3 POMIARY WYBRANYCH CECH GEOMETRYCZNYCH WYROBU	59
8.1	TOLERANCJE OGÓLNE	59
8.1.1	WPROWADZENIE.....	59
8.1.2	TOLERANCJE WYMIARÓW LINIOWYCH I KĄTOWYCH.....	59
8.1.3	OGÓLNE TOLERANCJE GEOMETRYCZNE	60

8.2	OZNACZANIE WYMAGAŃ NA RYSUNKU	61
8.2.1	PRZYKŁADY OZNACZEŃ	61
8.3	GWINTY METRYCZNE - OZNACZENIA	75
8.3.1	GWINT METRYCZNY WIELOKROTNY (WIELOZWOJNY) - OZNACZENIA	75
8.3.2	GWINT METRYCZNY LEWOZWOJNY	75
8.4	GWINTY CALOWE - OZNACZENIA	75
8.4.1	SZEREGI GWINTÓW CALOWYCH	75
8.4.2	ZASTOSOWANIE POSZCZEGÓLNYCH SZEREGÓW GWINTÓW	75
8.4.3	PRZYKŁADY OZNACZANIA GWINTÓW CALOWYCH	76
8.5	OZNACZENIE GWINTÓW WG PN I ISO	77
8.6	ZARYSY	78
8.7	IDENTYFIKACJA GWINTÓW	79
8.7.1	TABELA IDENTYFIKACJI GWINTÓW- PEŁNA	80
8.7.2	TABELA IDENTYFIKACJI GWINTÓW- GWINTY TRAPEZOWE	81
8.8	GWINTY. WARTOŚCI LICZBOWE DŁUGOŚCI SKRĘCANIA	82
8.9	GWINTY - TOLEROWANIE	83
8.9.1	GWINTY. WARTOŚCI LICZBOWE TOLERANCJI T	83
8.9.2	GWINTY. WARTOŚCI LICZBOWE ODCHYLEK PODSTAWOWYCH NAKRĘTEK EI I ŚRUB ES	83
8.9.3	WARTOŚCI ODCHYLEK WYMIARÓW NIETOLEROWANYCH	84
8.10	POMIARY - ŚREDNICE WAŁECZKÓW POMIAROWYCH D_w ZALEŻNIE OD SKOKU GWINTÓW	85
9	LABORATORIUM SALA 102 -NR 6 - POMIARY KÓŁ ZĘBATYCH	87
9.1	OZNACZENIA WYMIAROWE	87
9.2	POMIARY ZA POMOCĄ SUWMIARKI MODUŁOWEJ- TEORIA	88
9.3	POMIARY ZA POMOCĄ SUWMIARKI MODUŁOWEJ -TABELA	90
9.4	POMIAR MIKROMETREM TALERZYKOWYM- TABELA	91
9.5	POMIAR PRZYRZĄDEM DO POMIARU PODZIAŁKI PRZYPORU - TABELA	92
10	LABORATORIUM - SALA 30 NR 7 OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW, BŁĘDY POMIARÓW, OBLICZANIE NIEPEWNOŚCI POMIARU	93
10.1	BŁĘDY SYSTEMATYCZNE	93
10.2	BŁĄD SPOWODOWANY ODKSZTAŁCENIEM POWIERZCHNIOWYM	93
11	LABORATORIUM - SALA 30 -NR 12 PNEUMATYCZNE POMIARY DŁUGOŚCI	97
11.1	AEROPAN ZASADA DZIAŁANIA	97
12	TABLICE	99
13	BŁĘDY GRANICZNE NARZĘDZI POMIAROWYCH	105
13.1	PRZYRZĄDY SUWMIARKOWY	105
13.1.1	PRZYRZĄDY SUWMIARKOWE - DOPUSZCZALNE BŁĘDY WSKAZAŃ	105
13.1.2	SUWMIARKI -WYMAGANIA TECHNICZNE, DOPUSZCZALNE BŁĘDY	105
13.2	MIKROMETRY	105
13.2.1	MIKROMETRY – GRANICZNE BŁĘDY DOPUSZCZALNE	105
13.2.2	MIKROMETRY TALERZYKOWE DO KÓŁ ZĘBATYCH - GRANICZNE BŁĘDY DOPUSZCZALNE	106
13.3	CZUJNIKI ZEGAROWE	106
13.3.1	CZUJNIKI ZEGAROWE MDAA.	106
13.3.2	CZUJNIKI MECHANICZNE - CHARAKTERYSTYKA METROLOGICZNA	106

13.3.3	PASSAMETR MMCf. –CHARAKTERYSTYKA METROLOGICZNA.....	106
13.4	ŚREDNICÓWKI	107
13.4.1	ŚREDNICÓWKI MIKROMETRYCZNE – SKŁADANE	107
13.4.2	ŚREDNICÓWKA CZUJNIKOWA TYP MDAh – GRANICZNE BŁĘDY DOPUSZCZALNE	107
13.5	MIKROSKOPY	107
13.5.1	MIKROSKOPY WARSZTATOWE – GRANICZNE BŁĘDY DOPUSZCZALNE	107
13.5.2	GŁOWICE OKULAROWE Z ZARYSAMI ŁUKÓW – MWD-Zs-8 – GRANICZNE BŁĘDY DOPUSZCZALNE	107
13.6	PŁYTY POMIAROWE.....	108
13.6.1	PŁYTY POMIAROWE - DANE TECHNICZNE ORAZ DOPUSZCZALNE ODCHYLENKI.....	108
13.7	LINIAŁY I PŁYTKI INTERFERENCYJNE	108
13.7.1	PŁYTKI INTERFERENCYJNE PŁASKIE - DOPUSZCZALNE ODCHYLENKI.....	108
13.7.2	LINIAŁY POWIERZCHNIOWE MLTb - DOPUSZCZALNE ODCHYLENKI.....	108
13.7.3	LINIAŁY KRAWĘDZIOWE - DOPUSZCZALNE ODCHYLENKI	109
13.7.4	LINIAŁY POWIERZCHNIOWE TRÓJKĄTNE MLTc - GRANICZNE BŁĘDY	109
13.8	WZORCE.....	109
13.8.1	PRZYMIARY KRESKOWE – MLPa; MLPd. - DOPUSZCZALNE ODCHYLENKI	109
13.8.2	SZCZELINOMIERZE -DOPUSZCZALNE ODCHYLENKI	109
13.8.3	WZORCE ŁUKÓW KOŁOWYCH (PROMIENIOMIERZE MWKc). - DOPUSZCZALNE ODCHYLENKI	109
13.8.4	WZORCE ZARYSÓW GWINTÓW MWGa. - DOPUSZCZALNE ODCHYLENKI.....	110
13.8.5	KULKI, WAŁECZKI POMIAROWE, WKŁADEK PŁASKO-RÓWNOLEGŁE, KŁY KONTROLNE, LINIAŁY SINUSOWE - DOPUSZCZALNE ODCHYLENKI	110
14	TOLERANCJE KSZTAŁTÓW I POŁOŻENIA (WYCIĄG Z PN-80/M-02138)	111
14.1	WARTOŚCI ODCHYLEK PROSTOLINOWOŚCI I PŁASKOŚCI (WG PN-80/M-02138)	111
14.2	ODCHYLENKI OKRĄGŁOŚCI ΔK ORAZ WALCOWOŚCI Δw (WG PN-80/M-02138)	111
14.3	ODCHYLENKI RÓWNOLEGŁOŚCI I PROSTOPADŁOŚCI ORAZ BICIE OSIOWE (WZDŁUŻNE) (WG PN-80/M-02138)	111
14.4	WARTOŚCI ODCHYLEK BICIA PROMIENIOWEGO (POPRZECZNEGO) (WYCIĄG Z PN-80/M-02138)	112
14.5	ODCHYLENKI WSPÓŁOSIOWOŚCI I SYMETRII (WEDŁUG Z PN-80/M-02138)	112
15	OPRACOWANO NA PODSTAWIE.....	113

1 . SZACUNKOWE BŁĘDY POMIARU MPE

Szacunkowe wartości błędów granicznych pomiarów MPE podano w [μm]
dla warunków panujących w Laboratorium Pomiarów Wielkości Geometrycznych PWR.

Poniżej przyjęto oznaczenia:

L – długość [mm],

H - wysokość - mierzonego elementu (mierzony wymiar) w [mm],

We = działka elementarna [μm],

z =zakres [mm]

1.1 Błędy graniczne przyrządów suwmiarkowych w [μm]:

MPE

(3+3L/1000) AT112-F Linear Scales

1.1.1 Karta przyrządu - Suwmiarka modułowa MAZc-E2

Suwmiarka modułowa MAZc-E2

prod. VIS



Suwak poziomy (pomiarowy)

Zakres mierniczy:

- Zakres mierzonych modułów: 1,5 ÷ 22 mm
- Wartość działki elementarnej/rozdzielczość: 0,01 mm

Błąd graniczny dla zakresu wskazań 0,02 mm

Suwak pionowy (nastawnego)

Zakres mierniczy:

- Wartość działki elementarnej: 0,01 mm

Błąd graniczny dla zakresu wskazań 0,02 mm

Uwagi:

Wyjście danych OPTO-RS w standardzie RS 232C

1.1.2 Karta przyrządu - Suwmiarka dwustronna z zaciskiem MAUb

Suwmiarka dwustronna z zaciskiem MAUb (0,1 mm)



Zakres mierniczy:

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| • wymiary zewnętrzne | 0 ÷ 140 mm
0 ÷ 6 cali |
| • wymiary wewnętrzne | 0 ÷ 140 mm
0 ÷ 6 cali |
| • wymiary mieszane | 0 ÷ 140 mm
0 ÷ 6 cali |

Wartość działki elementarnej/rozdzielczość:

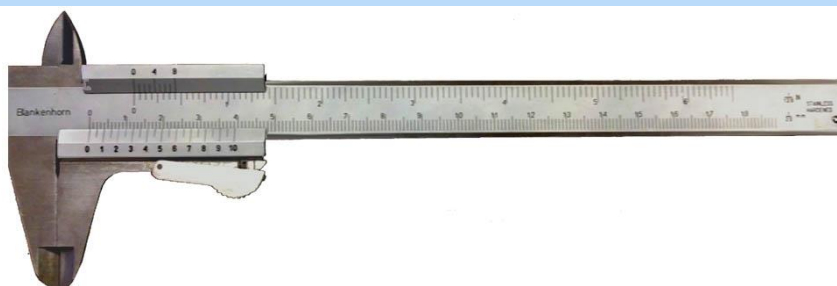
0,1 mm
1/128 cala

Błąd graniczny (wg PN-M-53130) :

- | | |
|------------------------------------|---------|
| • dla zakresu wskazań 0 ÷ 100 mm | 0,05 mm |
| • dla zakresu wskazań 100 ÷ 200 mm | 0,06 mm |

1.1.3 Karta przyrządu - Suwmiarka dwustronna z zaciskiem MAUb (0,05 mm)

Suwmiarka dwustronna z zaciskiem MAUb (0,05 mm)



Zakres mierniczy:

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| • wymiary zewnętrzne | 0 ÷ 150 mm
0 ÷ 6 cali |
| • wymiary wewnętrzne | 0 ÷ 150 mm
0 ÷ 6 cali |
| • wymiary mieszane | 0 ÷ 150 mm
0 ÷ 6 cali |

Wartość działki elementarnej/rozdzielczość:

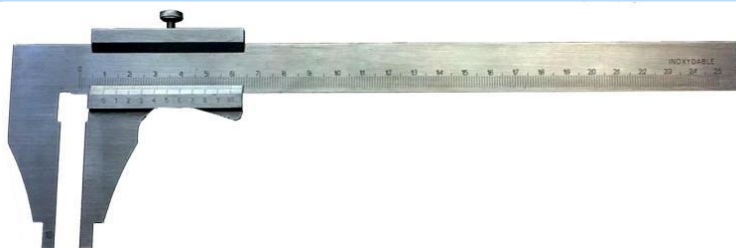
0,05 mm
1/128 cala

Błąd graniczny (wg PN-M-53130) :

- | | |
|------------------------------------|---------|
| • dla zakresu wskazań 0 ÷ 100 mm | 0,05 mm |
| • dla zakresu wskazań 100 ÷ 200 mm | 0,06 mm |

1.1.4 Karta przyrządu - Suwmiarka jednostronna ze śrubą zaciskową MAJa

Suwmiarka jednostronna ze śrubą zaciskową MAJa



Zakres mierniczy:

- | | |
|----------------------|-------------|
| • wymiary zewnętrzne | 0 ÷ 200 mm |
| • wymiary wewnętrzne | 10 ÷ 210 mm |
| • wymiary mieszane | BRAK |

Wartość działki elementarnej/rozdzielczość:

0,02 mm

Błąd graniczny (wg PN-M-53130) :

- | | |
|------------------------------------|---------|
| • dla zakresu wskazań 0 ÷ 100 mm | 0,05 mm |
| • dla zakresu wskazań 100 ÷ 200 mm | 0,06 mm |

1.1.5 Karta przyrządu - Cyfrowa suwmiarka

Cyfrowa suwmiarka



Zakres mierniczy:

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| • wymiary zewnętrzne | 0 ÷ 150 mm
(0 ÷ 6 cali) |
| • wymiary wewnętrzne | 0 ÷ 150 mm
(0 ÷ 6 cali) |
| • wymiary mieszane | 0 ÷ 150 mm
(0 ÷ 6 cali) |

Wartość działki elementarnej/rozdzielczość:

0,01 mm
(0,0005 cala)

Błąd graniczny

- | | |
|------------------------------------|-------------------------|
| • dla zakresu wskazań 0 ÷ 100 mm | 0,02 mm
(0,001 cala) |
| • dla zakresu wskazań 100 ÷ 200 mm | 0,03 mm
(0,001 cala) |

Maksymalna prędkość przesuwu suwaka:

1,5 m/s

Temperatura pracy:

5°C ÷ 40°C

1.1.6 Karta przyrządu - Cyfrowa suwmiarka

Cyfrowa suwmiarka

prod. Garant



Zakres mierniczy:

- wymiary zewnętrzne 0 ÷ 150 mm
(0 ÷ 6 cali)
- wymiary wewnętrzne 0 ÷ 150 mm
(0 ÷ 6 cali)
- wymiary mieszane BRAK

Wartość działki elementarnej/rozdzielczość: 0,01 mm
(0,0005 cala)

Błąd graniczny (wg DIN 862):

- dla zakresu wskazań 0 ÷ 100 mm 0,02 mm
(0,001 cala)
- dla zakresu wskazań 100 ÷ 200 mm 0,03 mm
(0,001 cala)

Uwaga: Wartość błędu granicznego należy powiększyć o 0,02 mm przy pomiarze wymiarów wewnętrznych i mieszanych

1.1.7 Karta przyrządu - Suwmiarka zegarowa

Suwmiarka zegarowa

prod. Hoxe



Zakres mierniczy:

- wymiary zewnętrzne 0 ÷ 150 mm
- wymiary wewnętrzne 0 ÷ 150 mm
- wymiary mieszane 0 ÷ 150 mm

Wartość działki elementarnej/rozdzielczość: 0,01 mm

Błąd graniczny (wg DIN 862):

- dla zakresu wskazań 0 ÷ 100 mm 0,02 mm
- dla zakresu wskazań 100 ÷ 200 mm 0,03 mm

Jeden pełny obrót wskazówki 1 mm

Uwaga: Wartość błędu granicznego należy powiększyć o 0,02 mm przy pomiarze wymiarów wewnętrznych i mieszanych

1.1.8 Karta przyrządu - Wysokościomierz suwmiarkowy MARa-K, cyfrowy

Wysokościomierz suwmiarkowy MARa-K, cyfrowy

prod. VIS



Zakres mierniczy:

- wymiary mieszane 0 ÷ 300 mm
(0 ÷ 12 cali)

Wartość działki elementarnej/rozdzielczość: 0,01 mm
(0,0005 cala)

Błąd graniczny

- dla zakresu wskazań 0 ÷ 100 mm 0,025 mm
(0,001 cala)
- dla zakresu wskazań 100 ÷ 200 mm 0,030 mm
(0,001 cala)
- dla zakresu wskazań 200 ÷ 300 mm 0,035 mm
(0,0015 cala)

Maksymalna prędkość przesuwu suwaka: 1,5 m/s

Temperatura pracy: 0°C ÷ 40°C

1.2 Błędy graniczne przyrządów mikrometrycznych w [μm]:

MPE

$\pm (5 + L/36)$	- pomiary klasycznym mikrometrami zewnętrznym,
$\pm (4 + L/75)$	pomiary mikrometrami zewnętrznymi cyfrowym Mititoyo o rozdzielczości 0,01 w wykonaniu specjalnym z wymiennym kowadłkiem do różnych zakresów pomiarowych
$\pm (11 + L/10)$	-pomiary głębokościomierzami mikrometrycznymi,
± 25	- pomiar średnicówką mikrometryczną dwupunktową,
± 4	- pomiar średnicówką mikrometryczną trójpunktową firmy TESA dla $L < 30 \text{ mm}$

pomiary mikrometrami zewnętrznymi cyfrowym Mititoyo o rozdzielczości 0,01 wg DIN 863

± 4	dla zakresu pomiarowego 0-25
± 4	dla zakresu pomiarowego 25-50
± 5	dla zakresu pomiarowego 50-75
± 5	dla zakresu pomiarowego 75-100
± 5	dla zakresu pomiarowego 100-125
± 6	dla zakresu pomiarowego 125-150

1.2.1 Karta przyrządu - Mikrometr uniwersalny 0-25 mm

Mikrometr uniwersalny 0-25 mm

prod. VIS



Zakres mierniczy:	0 ÷ 25 mm
Wartość działki elementarnej/rozdzielczość:	0,01 mm
Błąd graniczny	0,004 mm
Nacisk pomiarowy:	5 ÷ 10 N

1.2.2 Karta przyrządu - Mikrometr cyfrowy 0-25 mm

Mikrometr cyfrowy 0-25 mm

prod. VIS



Zakres mierniczy:	0 ÷ 25 mm (0 ÷ 1 cal)
Wartość działki elementarnej/rozdzielczość:	0,001 mm (0,00005 cala)
Błąd graniczny	0,003 mm
Nacisk pomiarowy:	5 ÷ 10 N
Temperatura pracy:	5°C ÷ 40°C
Uwagi: Wyjście OPTO - RS, złącze kompatybilne z RS 232C	

1.2.3 Karta przyrządu - Mikrometr cyfrowy 25-50 mm

Mikrometr cyfrowy 25-50 mm

prod. VIS



Zakres mierniczy:	25 ÷ 50 mm (1 ÷ 2 cal)
Wartość działki elementarnej/rozdzielczość:	0,001 mm (0,00005 cala)
Błąd graniczny	0,003 mm
Nacisk pomiarowy:	5 ÷ 10 N
Temperatura pracy:	5°C ÷ 40°C
Uwagi: Wyjście OPTO - RS, złącze kompatybilne z RS 232C	

1.2.4 Karta przyrządu - Mikrometr cyfrowy 0-25 mm

Mikrometr cyfrowy 0-25 mm

prod. HOLEX



Zakres mierniczy:	0 ÷ 25 mm (0 ÷ 1 cal)
Wartość działki elementarnej/rozdzielczość:	0,001 mm (0,00005 cala)
Błąd graniczny(wg DIN 863):	0,004 mm
Nacisk pomiarowy:	5 ÷ 10 N
Temperatura pracy:	5°C ÷ 40°C

1.2.5 Karta przyrządu - Mikrometr cyfrowy 25-50 mm

Mikrometr cyfrowy 25-50 mm

prod. HOLEX



Zakres mierniczy:	25 ÷ 50 mm
Wartość działki elementarnej/rozdzielczość:	0,001 mm (0,00005 cala)
Błąd graniczny(wg DIN 863):	0,004 mm
Nacisk pomiarowy:	5 ÷ 10 N
Temperatura pracy:	5°C ÷ 40°C

1.2.6 Karta przyrządu - Mikrometr cyfrowy 50-75 mm

Mikrometr cyfrowy 50-75 mm

prod. HOLEX



Zakres mierniczy:	50 ÷ 75 mm
Wartość działki elementarnej/rozdzielczość:	0,001 mm (0,00005 cala)
Błąd graniczny(wg DIN 863):	0,005 mm
Nacisk pomiarowy:	5 ÷ 10 N
Temperatura pracy:	5°C ÷ 40°C

1.2.7 Karta przyrządu - Mikrometr cyfrowy 75-100 mm

Mikrometr cyfrowy 75-100 mm

prod. HOLEX



Zakres mierniczy:	75÷ 100 mm
Wartość działki elementarnej/rozdzielczość:	0,001 mm (0,00005 cala)
Błąd graniczny(wg DIN 863):	0,005 mm
Nacisk pomiarowy:	5 ÷ 10 N
Temperatura pracy:	5°C ÷ 40°C

1.2.8 Karta przyrządu - Mikrometr do kół zębanych (0-25 mm)

Mikrometr do kół zębanych (0-25 mm)

prod. VIS



Zakres mierniczy:	0 ÷ 25 mm
Wartość działki elementarnej/rozdzielczość:	0,01 mm
Błąd wskazania (wg PN-M-53200)	
• Błąd graniczny	± 0,004 mm
Nacisk pomiarowy:	5 ÷ 10 N

1.2.9 Karta przyrządu - Mikrometr do kół zębanych (25-50 mm)

Mikrometr do kół zębanych (25-50 mm)

prod. FWP



Zakres mierniczy:	25 ÷ 50 mm
Wartość działki elementarnej/rozdzielczość:	0,01 mm
Błąd wskazania (wg PN-M-53200)	
• Błąd graniczny	± 0,004 mm
Nacisk pomiarowy:	5 ÷ 10 N

1.3 Błędy graniczne przyrządów czujnikowych w [μm]:

MPE

$\pm (0,3 + L/500)$ - pomiar optimetrem projekcyjnym,

$\pm (0,5 + L/500)$ - pomiar optimetrem,

czujniki zębate We 0.01 (DIN EN ISO 463/DIN878z 2006)

± 5 1/10 dowolnego obrotu

± 9 1/2dowolnego obrotu

± 10 w zakresie 1 obrotu wskazówki

± 15 cały zakres pomiarowy

± 3 - czujniki cyfrowe (inkrementalny) o rozdzielczości 0.001 mm,

± 20 - czujniki cyfrowe (inkrementalny) o rozdzielczości 0.01 mm,

± 20 - średnicówka czujnikowa z czujnikiem zębatym.

± 20 - bimetr- czujnik indukcyjny- w całym zakresie

czujniki zębate We 0.001 (DIN EN ISO 463/DIN878z 2006)

$\pm 2,5$ 1/10 dowolnego obrotu

± 4 1/2dowolnego obrotu

$\pm 4,5$ w zakresie 1 obrotu wskazówki

± 5 cały zakres pomiarowy

1.3.1 Karta przyrządu - Czujnik zegarowy (0-10 mm, 0,01 mm)

Czujnik zegarowy (0-10 mm, 0,01 mm)

prod. КИ (ZSRR)



Zakres mierniczy:	0 ÷ 10 mm
Wartość działki elementarnej/rozdzielczość:	0,01 mm
Błąd graniczny (wg ГОСТ 577-68)	
• Maksymalny błąd wskazania przy różnicy wskazań do 0,1 mm:	do 0,004 mm
• Maksymalny błąd wskazania przy różnicy wskazań do 1 mm:	do 0,008 mm
• Maksymalny błąd wskazania przy różnicy wskazań do 10 mm:	do 0,012 mm
Nacisk pomiarowy:	1,5 N

1.3.2 Karta przyrządu - Czujnik zegarowy (0-2 mm, 0,001 mm)

Czujnik zegarowy (0-2 mm, 0,001 mm)

prod. КИ (ZSRR)



Zakres mierniczy:	0 ÷ 2 mm
Wartość działki elementarnej/rozdzielczość:	0,001 mm
Błąd graniczny (wg ГОСТ 577-68)	
• Maksymalny błąd wskazania przy różnicy wskazań do 0,1 mm:	do 0,0015 mm
• Maksymalny błąd wskazania przy różnicy wskazań do 1 mm:	do 0,002 mm
• Maksymalny błąd wskazania przy różnicy wskazań do 2 mm:	do 0,0025 mm
Nacisk pomiarowy:	1,5 N

1.4 Pomiary kątów:

MPE

$\pm 5'$	- kątomierz uniwersalny z noniusem $5'$, kątomierz optyczny z $w_e=5'$,
$\pm 3'$	- kątomierz głowicy goniometrycznej, jeżeli krawędź elementu zajmuje całe pole widzenia
$\pm 2'$	- poziomnica optyczna kątowa

1.5 Przyrządy inne w $[\mu\text{m}]$:

MPE

$\pm (1,5 + L/100)$	- pomiar na długościomierzu poziomym Abbe'go,
$\pm (2 + L/100)$	- pomiar otworów na długościomierzu poziomym Abbe'go,
$\pm (1,5 + L/100)$	- pomiar na długościomierzu pionowym Abbe'go,
± 500	- przymiar kreskowy zwijany
± 500	- przymiar kreskowy

1.5.1 Karta przyrządu - Mikroskop Warsztatowy Mały (MWM)

Mikroskop Warsztatowy Mały (MWM)

prod. PZO



Zakres mierniczy:

Zakres mierniczy przesuwu wzdłużnego:

- przy użyciu śruby mikrometrycznej $0 \div 25 \text{ mm}$
- przy użyciu śruby mikrometrycznej i płytek wzorcowych $0 \div 75 \text{ mm}$

Zakres mierniczy przesuwu poprzecznego $0 \div 25 \text{ mm}$

Zakres mierniczy główki goniometrycznej $0 \div 360^\circ$

Zakres mierniczy pochylenia statywu $\pm 10^\circ$

Kąt obrotu stołu $\pm 6^\circ$

Wartości działek elementarnych:

- na bębnach śrub mikrometrycznych $0,01 \text{ mm}$
- podziałki kątowej główki goniometrycznej 1°
- noniusza w główce goniometrycznej $1'$
- podziałki pochylenia statywu 1°
- podziałki kątowej główki rewolwerowej do pom. gwintu 10°

Wielkości charakterystyczne mikroskopu:

Wznios kłów 29 mm

Wymiary powierzchni roboczej stolika mierniczego $140 \times 140 \text{ mm}$

Maksymalna wysokość podniesienia tubusa na statywie 130 mm

Maksymalna długość mierzonego przedmiotu ustawionego w kłach:

- przy średnicy przedmiotu do 25 mm 200 mm
- przy średnicy przedmiotu powyżej 25 do 55 mm 150 mm

Maksymalna średnica mierzonego przedmiotu ustawionego na stole mierniczym 100 mm

Maksymalna wysokość mierzonego przedmiotu ustawionego na stole mierniczym 80 mm



Błędy pomiaru:

Mierzone przedmioty	Mierzone parametry	Błędy pomiarów wykonane główką	
		goniometryczną	rewolwerową
Płaskie, na nakładanym stole	Długości w kierunku wzdłużnym	$\pm \left(5 + \frac{L}{20} + \frac{HL}{1500} \right) \mu\text{m}$	$\pm \left(6 \pm \frac{L}{20} + \frac{HL}{1500} \right) \mu\text{m}$
	Długości w kierunku poprzecznym	$\pm \left(4 + \frac{L}{16} + \frac{HL}{330} \right) \mu\text{m}$	$\pm \left(5 \pm \frac{L}{16} + \frac{HL}{330} \right) \mu\text{m}$
Gładkie walcowe	Średnice	$\pm \left(7 + \frac{L}{7} \right) \mu\text{m}$	$\pm \left(8 + \frac{L}{7} \right) \mu\text{m}$
Gwintowane	Średnica podziałowa gwintów metrycznych	$\pm \left(5 + \frac{2}{\sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{L}{3} \right) \mu\text{m}$	$\pm \left(5 + \frac{3}{\sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{L}{3} \right) \mu\text{m}$
		$\pm \left(9 + \frac{L}{3} \right) \mu\text{m}$	$\pm \left(11 + \frac{L}{3} \right) \mu\text{m}$
	Skok gwintów metrycznych	$\pm \left(3 + \frac{2}{\sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{L}{11} \right) \mu\text{m}$	$\pm \left(5 + \frac{3}{\sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{L}{11} \right) \mu\text{m}$
		$\pm \left(5 + \frac{L}{11} \right) \mu\text{m}$	$\pm \left(6,5 + \frac{L}{11} \right) \mu\text{m}$
Wzorce kątowe, stożkowe, gwinty, podziałki kołowe, itp.	Kąty	$\pm \left(2 + \frac{1,7}{f} \right) \mu\text{m}$	Skok gwintu do 0,8 mm $\pm \left(2 + \frac{1,7}{f} \right) \mu\text{m}$ Skok gwintu 0,8 do 6 mm $\pm \left(2 + \frac{1,7}{f} \right) \mu\text{m}$

H – wysokość mierzonego przedmiotu w milimetrach, **L** - długość mierzonego przedmiotu w milimetrach, **α** – kąt zarysu gwintu w minutach kątowych, **f** – długość tworzącej kąta w milimetrach

1.5.2 Karta przyrządu - Mikroskop Warsztatowy Duży (MWD)

Mikroskop Warsztatowy Duży (MWD)

prod. PZO



Zakres mierniczy:

Zakres mierniczy przesuwu wzdłużnego:

- przy użyciu śruby mikrometrycznej $0 \div 25 \text{ mm}$
- przy użyciu śruby mikrometrycznej i płytek wzorcowych $0 \div 150 \text{ mm}$

Zakres mierniczy przesuwu poprzecznego

- przy użyciu śruby mikrometrycznej $0 \div 25 \text{ mm}$
- przy użyciu śruby mikrometrycznej i płytek wzorcowych $0 \div 50 \text{ mm}$

Zakres mierniczy główki goniometrycznej $0 \div 360^\circ$

Zakres mierniczy pochylenia statywu $\pm 12^\circ 30'$

Kąt obrotu stołu $0 \div 360^\circ$

Wartości działek elementarnych:

- na bębnach śrub mikrometrycznych $0,01 \text{ mm}$
- podziałki kątowej główki goniometrycznej 1°
- noniusza w główce goniometrycznej $1'$
- podziałki kątowej stołu obrotowego 1°
- noniusza stołu obrotowego $3'$
- podziałki pochylenia statywu $30'$
- podziałki kątowej główki rewolwerowej do pom. gwintu 10

Wielkości charakterystyczne mikroskopu:

Wznios kłów 29 mm

Wymiary powierzchni roboczej stolika mierniczego 280 mm

Maksymalna wysokość podniesienia tubusa na statywie 200 mm

maksymalna długość mierzonego przedmiotu ustawionego w kłach:

- przy średnicy przedmiotu do 40 mm 315 mm
- przy średnicy przedmiotu powyżej 40 do 85 mm 235 mm

Maksymalna średnica przedmiotu mierzonego przy zastosowaniu podstawek pryzmatycznych 130 mm

Średnica otworu w stole mierniczy 158 mm

Maksymalna wysokość mierzonego przedmiotu ustawionego na stole mierniczym 80 mm



Błędy pomiaru:

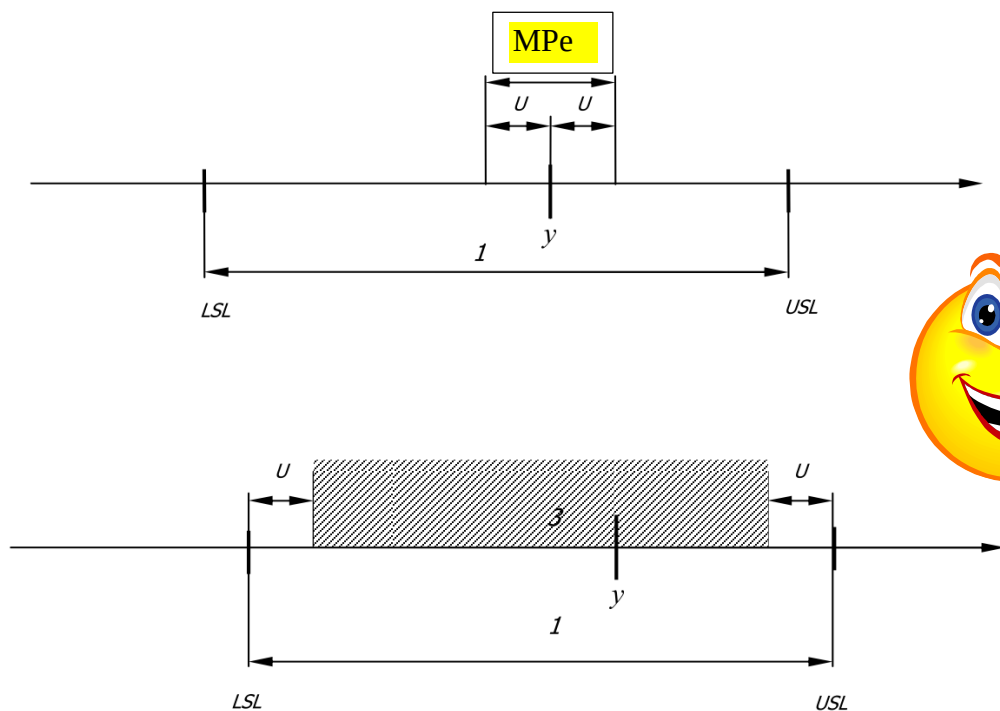
Mierzone przedmioty	Mierzone parametry	Błędy pomiarów wykonane główką	
		goniometryczną	profilową
Płaskie, na nakładanym stole	Długości w kierunku wzdłużnym	$\pm \left(5 + \frac{L}{28} + \frac{HL}{3000} \right) \mu\text{m}$	$\pm \left(6 \pm \frac{L}{28} + \frac{HL}{300} \right) \mu\text{m}$
	Długości w kierunku poprzecznym	$\pm \left(5 + \frac{L}{16} + \frac{HL}{1000} \right) \mu\text{m}$	$\pm \left(6 \pm \frac{L}{16} + \frac{HL}{1000} \right) \mu\text{m}$
Gładkie walcowe	Średnice	$\pm \left(8 + \frac{L}{9} \right) \mu\text{m}$	$\pm \left(9 + \frac{L}{9} \right) \mu\text{m}$
Gwintowane	Średnica podziałowa gwintów metrycznych	$\pm \left(5 + \frac{3}{\sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{L}{4} \right) \mu\text{m}$	$\pm \left(5 + \frac{4}{\sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{L}{4} \right) \mu\text{m}$
	Skok gwintów metrycznych	$\pm \left(2 + \frac{3}{\sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{L}{14} \right) \mu\text{m}$	$\pm \left(2 + \frac{4}{\sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{L}{14} \right) \mu\text{m}$
Wzorce kątowe, stożkowe, gwinty, podziałki kołowe, itp.	Kąty	$\pm \left(2 + \frac{1,7}{f} \right) \mu\text{m}$	Skok gwintu do 0,8 mm $\pm \left(25 + \frac{1}{f} \right) \mu\text{m}$ Skok gwintu 0,8 do 6 mm $\pm \left(18 + \frac{1}{f} \right) \mu\text{m}$
H – wysokość mierzonego przedmiotu w milimetrach, L - długość mierzonego przedmiotu w milimetrach, α – kąt zarysu gwintu w minutach kątowych, f – długość tworzącej kąta w milimetrach			

2 SPOSÓB FORMUŁOWANIA WYNIKU POMIARU

2.1 zasady formułowania wyniku

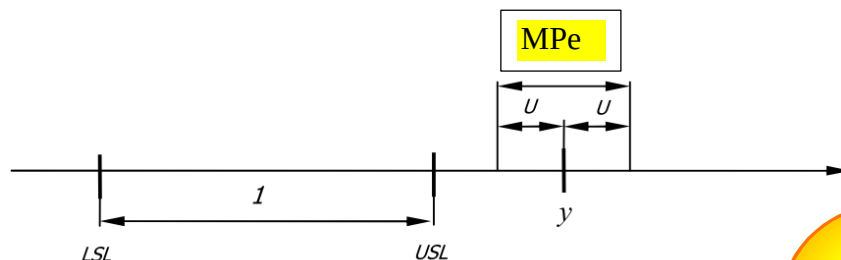
- Wynik pomiaru jest zawsze tylko pewnym przybliżeniem, zazwyczaj użytecznym praktycznie, nieznaney wartości mierzonej.
- Nawet, jeżeli przyrząd pomiarowy cechowałby się absolutną poprawnością i powtarzalnością, to granice błędu wyniku pomiaru wynoszą, co najmniej plus minus połowę rozdzielczości użytego przyrządu (dokładności odczytania dla odczytu analogowego)
- Z surowego wyniku pomiaru należy usunąć wszystkie znane błędy systematyczne.
- Końcowe wyniki pomiarów należy zawsze podawać łącznie z niepewnością $u(U)$ lub błędem granicznym MPE pomiaru.
- Wynik pomiaru, którego niepewności nie można określić jest z punktu widzenia metrologa bezwartościowy.
- Niepewność (błąd graniczny) podaje się z jedną lub dwiema cyframi znaczącymi, wartość liczbowa wyniku pomiaru zaokrągla się do tego samego miejsca, co niepewność pomiaru.
- Obliczenia należy przeprowadzić z taką dokładnością, aby wpływ błędów obliczeń był pomijalny. W wynikach pośrednich należy zachować o jedną cyfrę znaczącą więcej niż w wyniku końcowym
- Jeżeli wynik pomiaru podany jest w innych jednostkach niż domyślnie stosowane w budowie maszyn (mm) konieczne należy podać oznaczenie jednostek.

2.2 zasady orzekania o zgodności i niezgodności ze specyfikacją

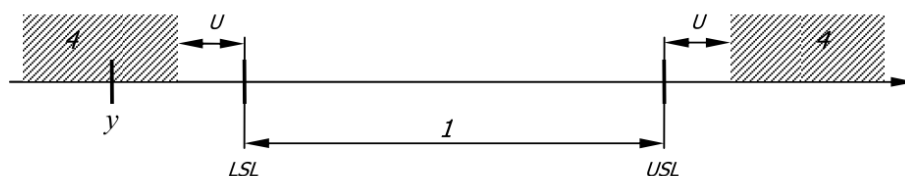


Rys. 2.1 . Zgodność ze specyfikacją – wynik pomiaru i jego przedział niepewności znajduje się w polu specyfikacji; 1 – pole specyfikacji, 3 – pole zgodności; y – wynik pomiaru, y^* – przedział niepewności, U – niepewność rozszerzona [PN-EN ISO 14253-1]

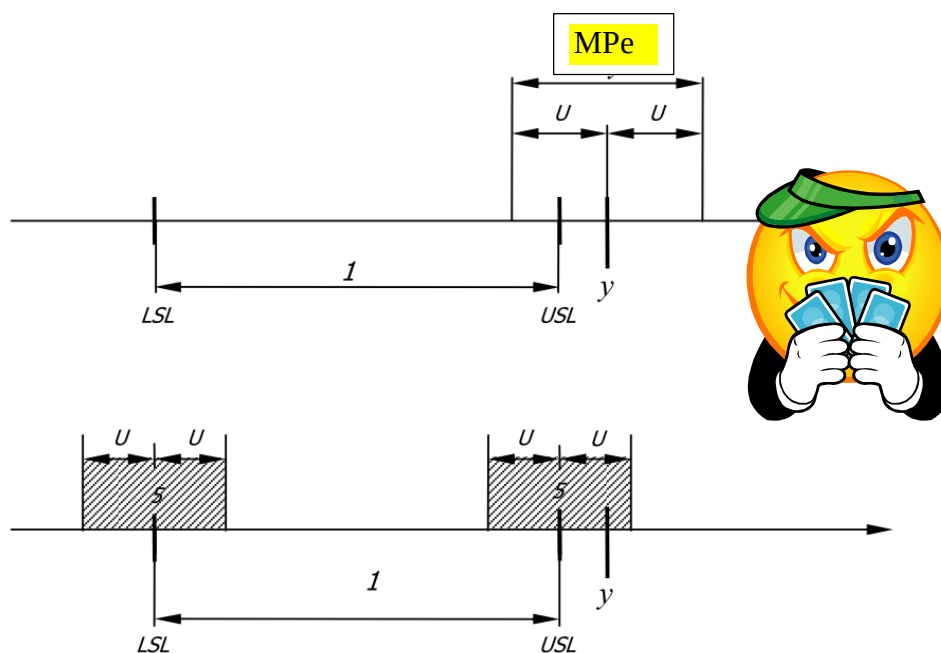
a)



b)

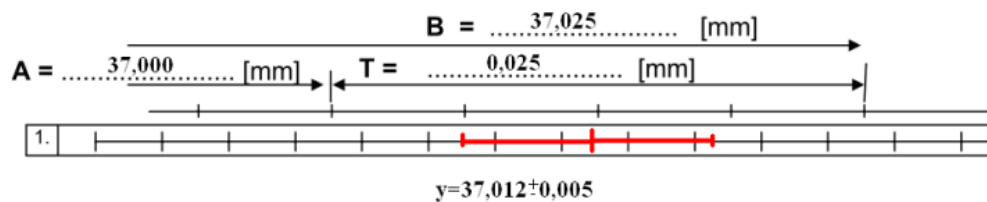


Rys. 2.2 . Niezgodność ze specyfikacją: a) ($USL < y - U$), b) ($y < LSL - U$); ($USL < y - U$) -wynik pomiaru z jego niepewnością rozszerzoną przekroczył pole specyfikacji właściwości wyrobu; jest to niezgodność ze specyfikacją i wyrób może być odrzucony; 1 – pole specyfikacji, 4 – pola niezgodności, y – wynik pomiaru, U – niepewność rozszerzona, y^* – przedział niepewności [PN-EN ISO 14253-1]



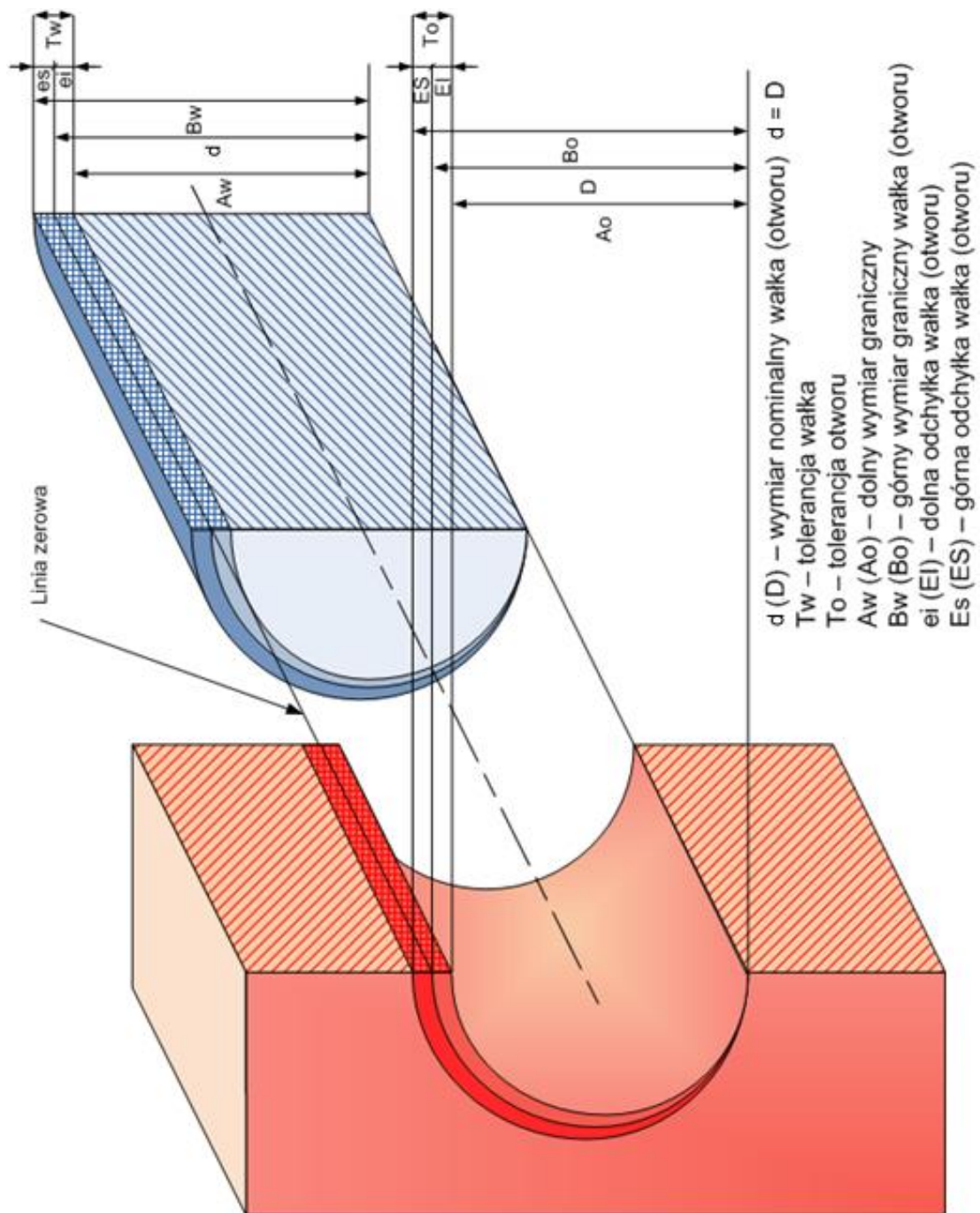
rys. 2.3 . wątpliwości interpretacyjne zgodności lub niezgodności ze specyfikacją - przedział niepewności zawiera górną granicę tolerancji specyfikacji (górny wymiar graniczny); 1 – pole specyfikacji, 5 – przedział niepewności; y – przedział niepewności, usl – górna granica specyfikacji, lsl – dolna granica specyfikacji [PN-EN ISO 14253-1]

2.1 Przykład dla wyniku pomiarów z błędem granicznym MPE pomiaru



3 Tolerancja - obliczenia

3.1 Tolerancja -tabele



Tab.3.1 . Wartości tolerancji dla wybranych klas tolerancji normalnych i wymiarów nominalnych do 500 mm

EN ISO 286-1: 2011P i EN ISO 286-2: 2010E

Wymiar nominalny [mm]		Klasa tolerancji normalnych																	
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
Powyżej	Do	Wartość tolerancji [µm]																Wartość tolerancji [mm]	
0	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6
3	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75
6	10							6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1
18	30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3
30	50						7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6
50	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9
80	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2
120	180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5
180	250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9
250	315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4

Tab. 3.2. Wartości odchyłek podstawowych otworów A do M dla wymiarów nominalnych do 500 mm PN-EN ISO 286-1: 2011P

Wymiar nominalny [mm]		Wartość odchyłki podstawowej [μm]																
		Odchyłka graniczna dolna, EI										Odchyłka graniczna górna, ES						
		Wszystkie klasy tolerancji normalnych										+IT _n , n – numer klasy tolerancji normalnej						
Powyżej	Do	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	IT6	IT7	IT8	Do IT8	Pow. IT8
0	3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2			+2	+4	+6	0	-2
3	6			+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4			+5	+6	+10		-4+Δ
6	10	+280		+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5				+8	+12	-1+Δ	-6+Δ
10	14		+150	+95	+70	+50	+32	+23	+16	+10	+6			+6	+10	+15		-7+Δ
14	18	+290																
18	24	+300	+160	+110	+85	+65	+40	+28	+20	+12	+7			+8	+12	+20		-8+Δ
24	30													+10	+14	+24	-2+Δ	-9+Δ
30	40	+310	+170	+120	+100	+80	+50	+35	+25	+15	+9			+13	+18	+28		-11+Δ
40	50	+320	+180	+130										+16	+22	+34		-13+Δ
50	65	+340	+190	+140		+100	+60		+30		+10						-3+Δ	
65	80	+360	+200	+150			+72		+36		+12			+18				-15+Δ
80	100	+380	+220	+170		+120												
100	120	+410	+240	+180										+22				-17+Δ
120	140	+460	+260	+200														
140	160	+520	+280	+210		+145	+85		+43		+14			+18	+26	+41		-20+Δ
160	180	+580	+310	+230														
180	200	+660	+340	+240														-21+Δ
200	225	+740	+380	+260														
225	250	+820	+420	+280														-23+Δ
250	280	+920	+480	+300														
280	315	+1050	+540	+330														
315	355	+1200	+600	+360														
355	400	+1350	+680	+400														
400	450	+1500	+760	+440														
450	500	+1650	+840	+480														

^a – W przypadku otworu M6 ,dla wymiarów nominalnych z zakresu (250 mm, 315 mm), ES = -9 μm (zamiast -11 μm według obliczenia).

Tab. 3.3. Wartości odchyłek podstawowych otworów N do ZC dla wymiarów nominalnych do 500 mm
PN-EN ISO 286-1: 2011P

Wymiar nominalny [mm]	Wartość odchyłki podstawowej [µm]																									Poprawka Δ				
	Odchyłka graniczna górna, ES																													
Powyżej	Do	Do IT8	Pow. IT8	Do IT7	Klasa tolerancji normalnych powyżej IT7																				3	4	5	6	7	8
					P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	P	R	S	T	U	V	X	Y						
0	3	-4	-4	Wartości odchyłek jak dla klas tolerancji normalnych powyżej IT7, powiększone o Δ																				0	0	0	0	0	0	
3	6	-8+Δ		-6	-10	-14		-18		-20		-26	-32	-40	-60	1	1,5	1	2	3	4	5	6	7	8					
6	10	-10+Δ		-12	-15	-19		-23		-28		-35	-42	-50	-80															
10	14	-12+Δ		-15	-19	-23		-28		-34		-42	-52	-67	-97															
14	18	-14+Δ		-18	-23	-28		-33		-40		-50	-64	-90	-130	2	3	4	5	6	7	8	9							
18	24	-15+Δ		-22	-28	-35		-41		-47	-54	-63	-73	-98	-136									-188						
24	30	-17+Δ		-26	-34	-43		-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218															
30	40	-17+Δ		-32	-41	-53		-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274	1,5	4	5	6	7	8	9							
40	50	-20+Δ		-34	-43	-54		-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325														
50	65	-20+Δ		-41	-53	-66		-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405														
65	80	-23+Δ		-43	-59	-75		-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-480	2	3	5	6	11	16								
80	100	-23+Δ		-51	-71	-91		-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585														
100	120	-23+Δ		-54	-79	-104		-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690														
120	140		0	-63	-92	-122		-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800	7	13	19											
140	160	-27+Δ		-65	-100	-134		-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900														
160	180	-27+Δ		-68	-108	-146		-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000														
180	200			-77	-122	-166		-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150	3	6	9	15	23									
200	225	-31+Δ		-80	-130	-180		-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250														
225	250	-31+Δ		-84	-140	-196		-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350														
250	280	-34+Δ		-94	-158	-218		-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550	4	7	11	17	26									
280	315	-34+Δ		-98	-170	-240		-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1000	-1300	-1700														
315	355	-37+Δ		-108	-190	-268		-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	-1900														
355	400	-37+Δ		-114	-208	-294		-294	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300	-1650	-2100	5	13	21	32										
400	450	-40+Δ		-126	-232	-330		-330	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400														
450	500	-40+Δ		-132	-252	-360		-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600														

Wymiar nominalny [mm]		Wartość odchyłki podstawowej [μm]																
		Odchyłka graniczna górna, es																
		Wszystkie klasy tolerancji normalnych																
Powyżej	Do	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	Odchyłka graniczna dolna, ei				
0	3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0			$\pm \frac{IT_n}{2}, n - \text{numer klasy tolerancji normalnej}$	IT 5 i IT6	IT7	IT8
3	6			-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4					-2	-4	
6	10	-280		-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5					-3	-5	
10	14		-150		-70	-50	-32	-23	-16	-10	-6					-4	-6	
14	18	-290															-6	
18	24	-300	-160	-110	-85	-65	-40	-25	-20	-12	-7	0			$\pm \frac{IT_n}{2}, n - \text{numer klasy tolerancji normalnej}$	-4	-8	-
24	30				-100	-80	-50	-35	-25	-15	-9					-5	-10	
30	40	-310	-170	-120		-100	-60		-30		-10					-7	-12	
40	50	-320	-180	-130			-72		-36		-12					-9	-15	
50	65	-340	-190	-140		-100			-43		-14					-10	-18	
65	80	-360	-200	-150								0			$\pm \frac{IT_n}{2}, n - \text{numer klasy tolerancji normalnej}$	-11	-18	-
80	100	-380	-220	-170		-120	-85		-50		-15					-12	-21	
100	120	-410	-240	-180					-56		-17					-16	-26	
120	140	-460	-260	-200		-145	-110		-62		-18					-18	-28	
140	160	-520	-280	-210					-68		-20					-20	-32	
160	180	-580	-310	-230								0			$\pm \frac{IT_n}{2}, n - \text{numer klasy tolerancji normalnej}$	-13	-21	-
180	200	-660	-340	-240												-11	-18	
200	225	-740	-380	-260		-170	-100		-50		-15					-16	-26	
225	250	-820	-420	-280					-56		-17					-18	-28	
250	280	-920	-480	-300		-190	-110		-62		-20					-20	-32	
280	315	-1050	-540	-330								0			$\pm \frac{IT_n}{2}, n - \text{numer klasy tolerancji normalnej}$	-13	-21	-
315	355	-1200	-600	-360		-210	-125		-62		-20					-20	-32	
355	400	-1350	-680	-400												-11	-18	
400	450	-1500	-760	-440		-230	-135		-68		-20					-20	-32	
450	500	-1650	-840	-480												-11	-18	

EN ISO 286-1: 2011P

Tab. 3.4. Wartości odchyłek podstawowych wałków a do j dla wymiarów nominalnych do 500 mm

Tab. 3.5. Wartości odchyłek podstawowych wałków k do zc dla wymiarów nominalnych do 500 mm
PN-EN ISO 286-1: 2011P

Wymiar nominalny [mm]		Wartość odchyłki podstawowej [µm]																																											
		Odchyłka graniczna dolna, ei																																											
Powyżej	Do	IT4 do IT7	Do IT3 i pow. IT7	Wszystkie klasy tolerancji normalnych																																									
				m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc																												
0	3	0		+2	+4	+6	+10	+14	-	+18	-	+20	-	+26	+32	+40	+60																												
3	6	+4		+8	+12	+15	+19	+23		+28		+35		+42	+50	+80																													
6	10	+6		+10	+15	+19	+23	+		+34		-		+42	+52	+67	+97																												
10	14	+7		+12	+18	+23	+28			+33				+39	+45	+50	+64	+90	+130																										
14	18	+1																																											
18	24																	+8	+15	+22	+28	+35	+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218														
24	30																																												
30	40																																												
40	50																																												
50	65	+2		+9	+17	+26	+34	+43	+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325																												
65	80																	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480													
80	100																																												
100	120																																												
120	140																																												
140	160	+3		+15	+27	+43	+54	+79	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585																												
160	180																	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690													
180	200																																												
200	225																																												
225	250																																												
250	280	+4		+17	+31	+50	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250																												
280	315																	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550														
315	355																															+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900
355	400																																												
400	450	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400																																	
450	500												+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600																						

3.1 Przykłady – jak liczymy

Ustalić odchyłki graniczne dla wymiarów tolerowanych. Ø 28F8



Tolerancje i pasowania

Normy związane O programie

Otworki/walki Pas. dowolne Pas. normalne

☒ Otwór ☐ Walek ☐ Odchyłki warsztatowe

Wymiar: 28 F 8 Pokaż

Wyniki

Otwór 28 $+0,053$
 $+0,02$
28,053
28,02

Walek

☐ Zawsze na wierzchu Przedstaw graficznie

Szukana	Wartość [mm]
T_o	$+0,033$
ES	$+0,053$
EI	$+0,020$

tabela

tabela

Tolerancje i pasowania - graficzne

Wzajemne położenie pól tolerancji otworu i wałka

Otwór Tol. otworu Tol. wałka

Wymiar nominalny

Walek

Zamknij

$$T = ES - EI$$

$$ES = T - EI$$

$$ES = 0,033 - 0,020$$

$$ES = 0,053$$

$$T_o = ULS - LLS = (N + ES) - (N + EI) = ES - EI > 0 \text{ dla otworu}$$



Ustalić odchyłki graniczne dla wymiarów tolerowanych. Ø 50 k5

Tolerancje i pasowania

Normy związane O programie

Otworki/walki Pas. dowolne Pas. normalne

☐ Otwór ☒ Walek ☐ Odchyłki warsztatowe

Wymiar: 50 k 5 Pokaż

Wyniki

Otwór

Walek 50 $+0,013$
 $+0,002$
50,013
50,002

☐ Zawsze na wierzchu Przedstaw graficznie

T_w	$+0,011$
es	$+0,013$
ei	$+0,002$

tabela

tabela

Tolerancje i pasowania - graficzne

Wzajemne położenie pól tolerancji otworu i wałka

Otwór Tol. otworu Tol. wałka

Wymiar nominalny

Walek

Zamknij

$$T = ES - EI$$

$$ES = T + EI$$

$$ES = 0,011 + 0,002$$

$$ES = 0,013$$

$$T_w = ULS - LLS = (N + es) - (N + ei) = es - ei > 0 \text{ dla wałka}$$



Ustalić odchyłki graniczne dla wymiarów tolerowanych. Ø 70N7



Tolerancje i pasowania

Normy związane | O programie

Otworki/wałki | Pas. dowolne | Pas. normalne

☒ Otwór ☐ Wałek ☐ Odchyłki warsztatowe

Wymiar: 70 N 7 Pokaż

Wyniki

Otwór	Wałek
70 -0,009	
69,991	
69,961	

☐ Zawsze na wierzchu Przedstaw graficznie

Szukana	Wartość [mm]
T_o	+0,030
ES	-0,009
EI	-0,039

tabela

tabela

Tolerancje i pasowania - graficznie

Wzajemne położenie pól tolerancji otworu i wałka

Otwór Tol. otworu Tol. wałka

Wymiar nominalny

Wałek

Zamknij

$$T = ES - EI$$

$$EI = ES - T$$

$$EI = -0,09 - 0,030$$

$$EI = -0,039$$

$$T_o = ULS - LLS = (N + ES) - (N + EI) = ES - EI > 0 \quad \text{dla otworu}$$



4 Działania algebraiczne na wymiarach tolerowanych

- dodawanie wymiarów tolerowanych:

$$C_{c_1}^{c_2} = A_{a_1}^{a_2} + B_{b_1}^{b_2} = (A + B)_{a_1+b_1}^{a_2+b_2}$$

- odejmowanie wymiarów tolerowanych:

$$C_{c_1}^{c_2} = A_{a_1}^{a_2} - B_{b_1}^{b_2} = (A - B)_{a_1-b_1}^{a_2-b_2}$$

- mnożenie wymiarów tolerowanych:

$$C_{c_1}^{c_2} = A_{a_1}^{a_2} \cdot B_{b_1}^{b_2} = (A \cdot B)_{a_1 \cdot b_1}^{a_2 \cdot b_2}$$

- dzielenie wymiarów tolerowanych:

$$C_{c_1}^{c_2} = \frac{A_{a_1}^{a_2}}{B_{b_1}^{b_2}} = \left(\frac{A}{B}\right)_{\frac{A \cdot b_1}{B} - \frac{a_1}{B^2}}^{\frac{A \cdot b_2}{B} - \frac{a_2}{B^2}}$$

Gdzie:

A, B, C,, Z – wymiary nominalne wymiarów tolerowanych

a₂, b₂, c₂,, z₂ – odchyłki górne wymiarów tolerowanych

a₁, b₁, c₁,, z₁ – odchyłki dolne wymiarów tolerowanych

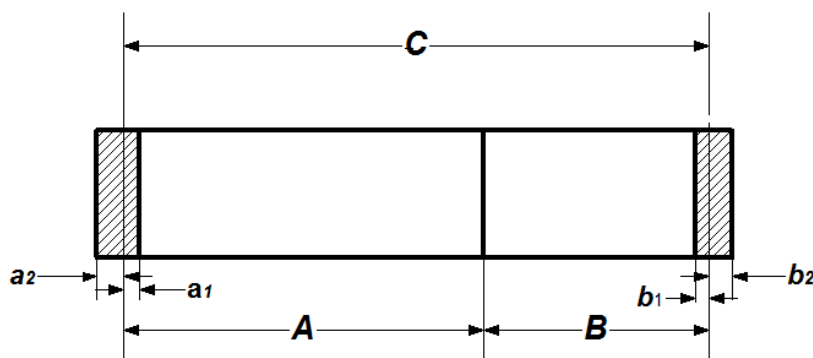
Przykład



Dane:

$$A = 45_{-0,1}^{+0,2}$$

$$B = 25_{-0,1}^{+0,5}$$



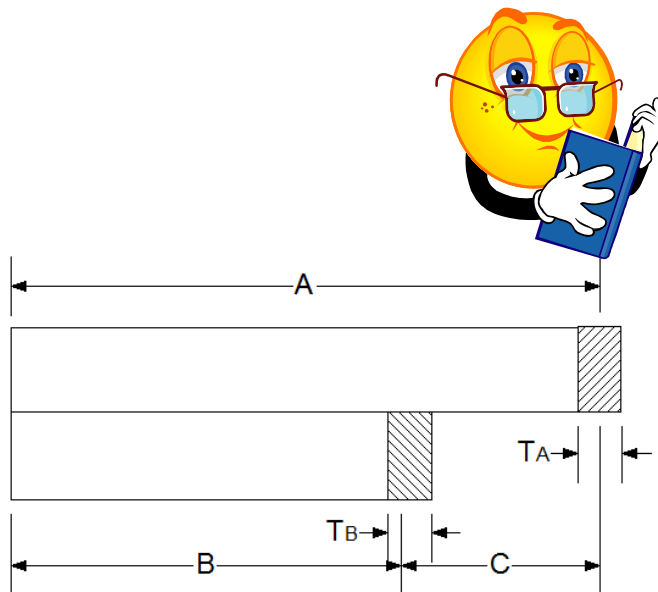
$$C = 45_{-0,1}^{+0,2} + 25_{-0,1}^{+0,5} = (45 + 25)_{(-0,1)+(-0,1)}^{(+0,2)+(+0,5)} = 70_{-0,2}^{+0,7}$$

Przykład

Dane:

$$A = 45^{+0,2}_{-0,1}$$

$$B = 25^{+0,5}_{-0,1}$$



$$C = 45^{+0,2}_{-0,1} - 25^{+0,5}_{-0,1} = (45 - 25) \begin{matrix} (+0,2) - (-0,1) \\ (-0,1) - (+0,5) \end{matrix} = 20^{+0,3}_{-0,6}$$

5 Świadcstwo wzorcowania płytek wzorcowych



Certificate number S06G00429
page 1 of 3

CERTIFICATE OF INSPECTION

APPLICANT: Name _____
Address _____

INSTRUMENT: (1 set of 47) Gauge Block Material: Ceramics (ZrO₂)
Code No.: 516-362-10 Manufacturer: Mitutoyo
Type: BM3-47D-0/PD Basis of Test: ISO3650/DIN861/JIS B7506
Serial No.: 0605510
Grade: 0 (JIS)

DATE OF INSPECTION: 06th Jul. 2006

INSPECTION METHOD: The length of gauge block is determined by comparing it, using a gauge block comparator, with a reference gauge block of the same nominal length. Both gauge blocks were placed in a vertical position on the comparator with their left or unmarked measuring face down. For determining the deviation / variation of length, $dc / d_{max} / d_{min} / v$ is measured at the center point and the four corner points about 1.5 mm from the face edges.

ENVIRONMENT: Air temperature $(20 \pm 1.0) ^\circ\text{C}$

RESULTS: The results apply to the reference temperature of 20°C (ITS-90). For correction of the thermal expansion, an expansion coefficient of the gauge block of $(5.2 \pm 0.3) \times 10^{-6}/^\circ\text{F}$ [$(9.3 \pm 0.5) \times 10^{-6}/^\circ\text{K}$] is used. The result of the calibration are presented on the next page.

Expanded Uncertainty: $(0.10 + 1.0L / 1000) \mu\text{m}$ (L = Nominal length) L:mm
(For Central Deviation)

(k=2)

The uncertainty presented above is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor of k=2, which provides a confidence level of approximately 95%. The standard uncertainty has been determined in accordance with EAL-R2.

QUALITY SYSTEM: ISO9001 Registered Firm: JQA JMI0189

TRACEABILITY: Traceable to NIST No. 821/268634-03
(NIST=National Institute of Standard and Technology)
Registered Firm : JCSS 0030 (JCSS=Japan Calibration Service System)
Traceable to PTB via No. 3785 PTB 02, 4340 PTB 03
(PTB=Physikalisch-Technische Bundesanstalt)

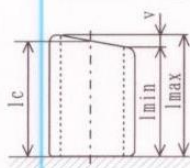
Date 06th Jul. 2006

S. Shutoh

F-687(4) MITUTOYO Co. HEADQUARTERS:
Postal code: 213-0012
20-1 Sakado 1-chome, Takatsu-ku, Kawasaki-shi. Japan
Tel: 044(813)8201 Fax: 044(813)8210



Result: The following table states for each gauge block the measured deviation from the nominal length at the center point and the measured deviation / variation of length.



Nominal Length l_n Maximum Deviation $d_{max}=l_{max}-l_n$
 Central Length l_c Minimum Length l_{min}
 Central Deviation $d_c=l_c-l_n$ Minimum Deviation $d_{min}=l_{min}-l_n$
 Maximum Length l_{max} Variation $v=l_{max}-l_{min}$

Unit: μm

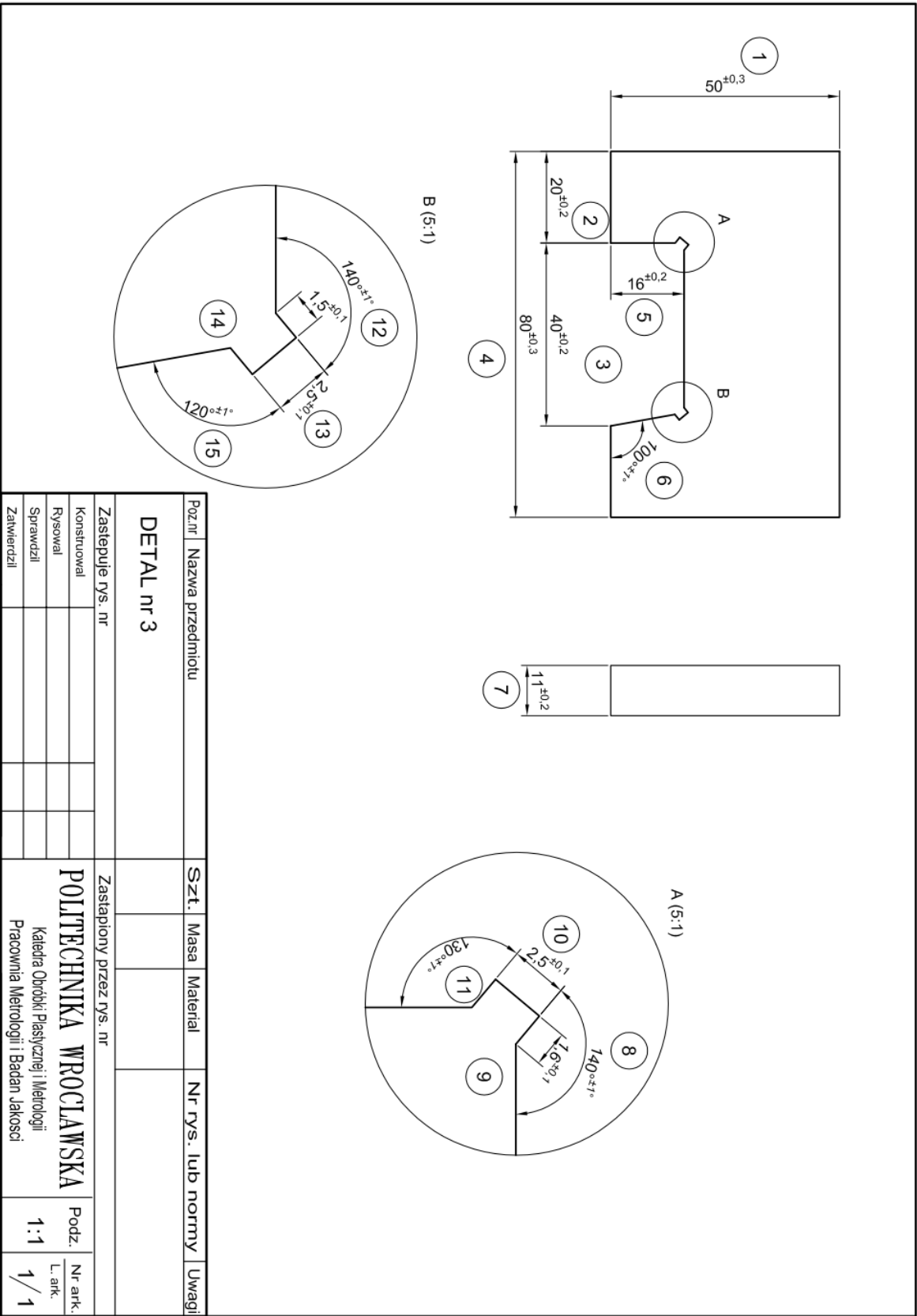
Nominal Length l_n mm	Ident. No.	Central Dev. d_c	Max. Dev. d_{max}	Min. Dev. d_{min}	Var. v
1	061127	+0.05	+0.05	+0.02	0.03
1.005	060273	+0.02	+0.02	0.00	0.02
1.01	060430	-0.02	-0.01	-0.05	0.04
1.02	060409	+0.03	+0.03	-0.03	0.06
1.03	060421	+0.04	+0.04	0.00	0.04
1.04	060368	+0.03	+0.03	-0.03	0.06
1.05	060327	+0.03	+0.03	-0.02	0.05
1.06	060360	+0.04	+0.04	-0.01	0.05
1.07	060365	+0.03	+0.03	-0.01	0.04
1.08	060375	+0.06	+0.06	+0.02	0.04
1.09	060326	+0.01	+0.02	-0.04	0.06
1.1	060421	-0.02	-0.02	-0.06	0.04
1.11	060182	-0.02	0.00	-0.02	0.02
1.12	060181	+0.03	+0.03	-0.01	0.04
1.13	060200	+0.03	+0.05	0.00	0.05
1.14	060238	+0.01	+0.02	-0.04	0.06
1.15	060242	0.00	0.00	-0.04	0.04
1.16	060192	+0.02	+0.02	-0.02	0.04
1.17	060161	+0.05	+0.05	0.00	0.05
1.18	060240	+0.02	+0.02	-0.02	0.04
1.19	060218	+0.04	+0.04	-0.01	0.05
1.2	060263	-0.01	-0.01	-0.05	0.04
1.3	060258	0.00	0.00	-0.04	0.04
1.4	060214	+0.03	+0.03	-0.02	0.05
1.5	060908	+0.06	+0.06	+0.03	0.03
1.6	060173	+0.02	+0.02	-0.04	0.06
1.7	060116	0.00	0.00	-0.04	0.04
1.8	060147	+0.05	+0.05	+0.03	0.02
1.9	060130	+0.03	+0.03	-0.01	0.04
2	061114	-0.01	-0.01	-0.03	0.02
3	060998	+0.04	+0.04	0.00	0.04
4	060691	-0.02	-0.02	-0.04	0.02
5	061222	-0.02	-0.02	-0.05	0.03
6	060375	+0.03	+0.03	0.00	0.03
7	060373	+0.01	+0.01	-0.03	0.04
8	060497	-0.01	-0.01	-0.04	0.03
9	060269	+0.02	+0.02	-0.02	0.04
10	061367	-0.01	0.00	-0.02	0.02
20	061056	+0.01	+0.01	-0.01	0.02

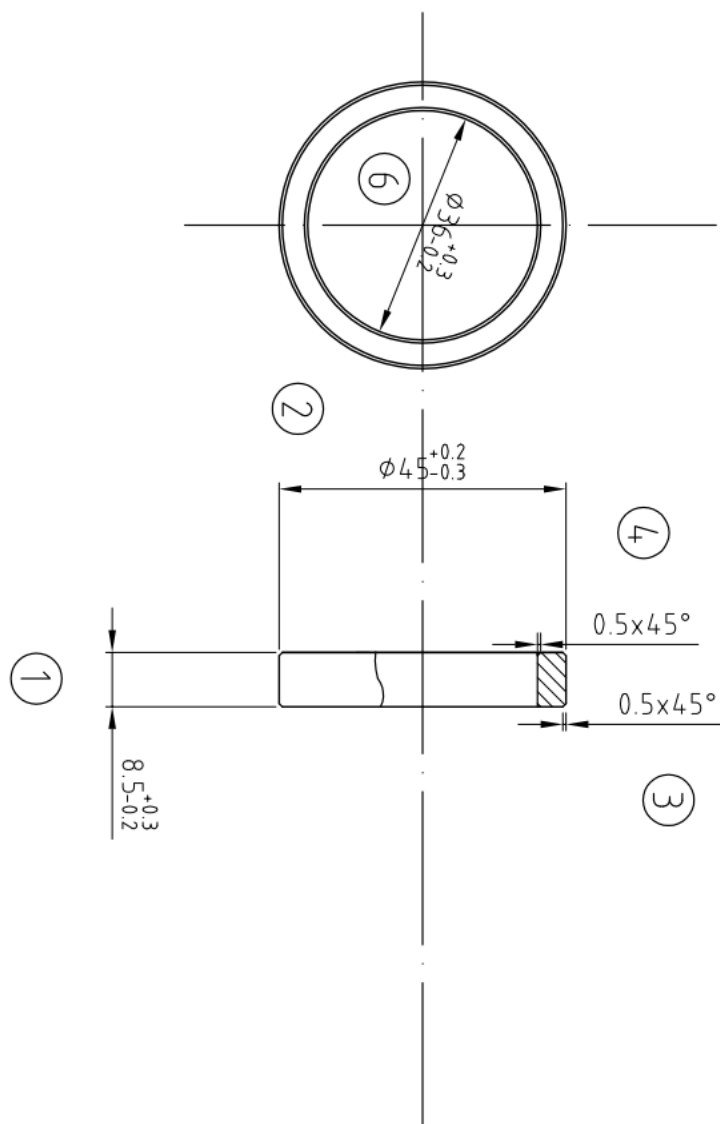
F-687(4)



[illegible]

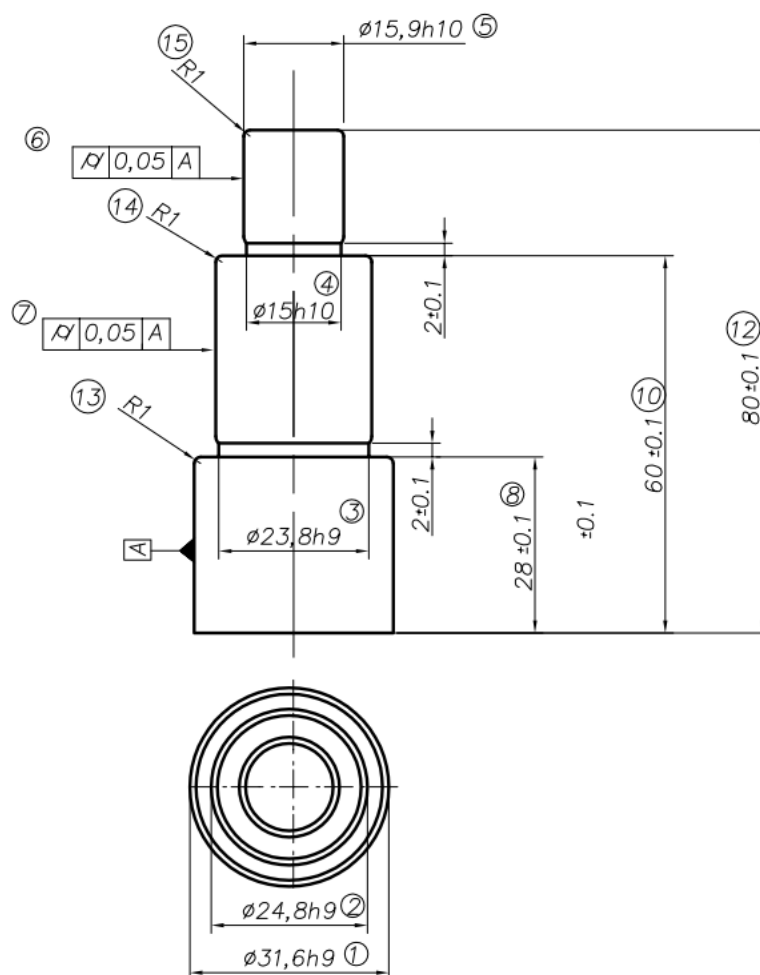
6 LABORATORIUM sala 102 nr 1 Pomiary wymiarów liniowych wyrobu





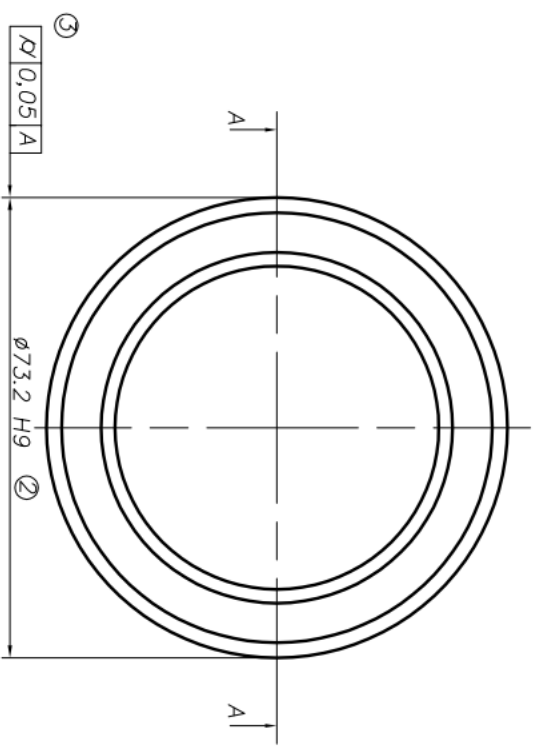
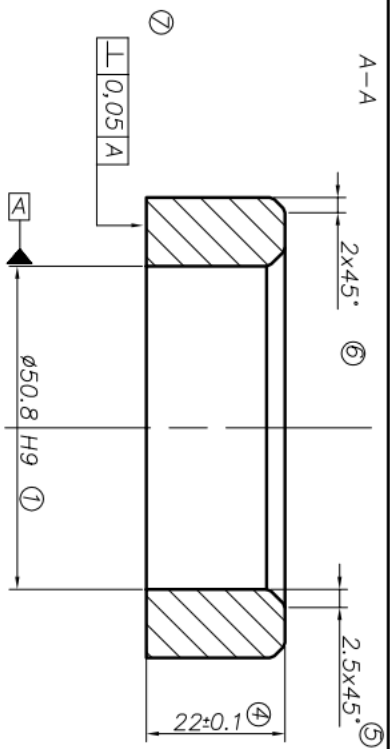
Poz.nr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Material	Nr rys. lub normy	Uwagi
DETAL nr 7						
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawdził						
Zatwierdził						
		POLITECHNIKA WROCŁAWSKA Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii Pracownia Metrologii i Badan Jakosci				
		Podz.	Nr ark.			
		1:1	1/1			

Pasowanie	Odchyłka
$\varnothing 31,6h9$	$-0,062$
$\varnothing 24,8h9$	$-0,052$
$\varnothing 23,8h9$	$-0,052$
$\varnothing 15,9h10$	$-0,043$
$\varnothing 15h10$	$-0,043$



Poz.nr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Material	Nr rys. lub normy	Uwagi
	DETAL nr 10					
Zastępuje rys. nr				Zastąpiony przez rys. nr		
Konstruował				POLITECHNIKA WROCLAWSKA Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii Pracownia Metrologii i Badan Jakosci	Podz. 1:1	Nr ark. 1/1
Rysował						
Sprawdził						
Zatwierdził						

Pasowanie	Odchyłka
$\varnothing 50.8H9$	$+0,074$
$\varnothing 73.2H9$	$+0,074$

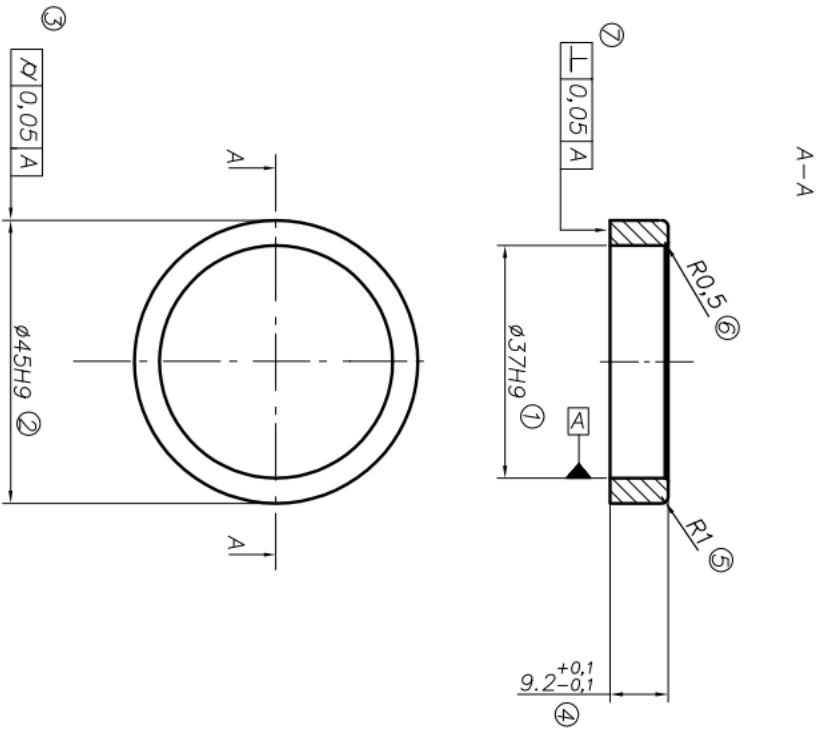


- Uwagi:
- Ostre krawędzie stępić
 - Nieopisane zaokrąglenia $R=1$

Poz.nr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Materiał	Nr rys. lub normy	Uwagi
DETAL pierścień 1						
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawdził						
Zatwierdził						

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA		Podz.	Nr. ark.
Pracownia Metrologii i Badan jakości		1 : 1	L. ark.
Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii		1 / 1	

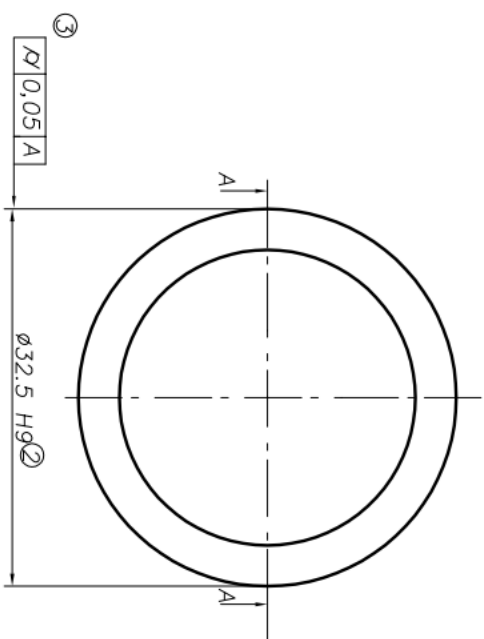
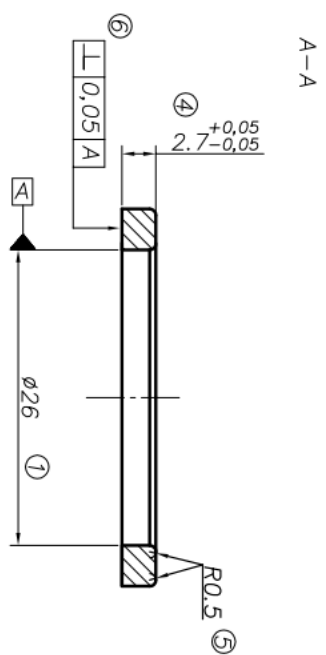
Pasowanie	Odchyłka
$\phi 37H9$	$+0,053$
$\phi 45H9$	$+0,062$



Uwagi:
1. Ostre krawędzie stępić.

Poz.nr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Materiał	Nr rys. lub normy	Uwagi
DETAL pierścień 2						
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawdził						
Zatwierdził						
		POLITECHNIKA WROCŁAWSKA			Podz.	Nr. ark.
		Pracownia Metrologii i Badań Jakości			1 : 1	L. ark.
		Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii			1 / 1	1 / 1

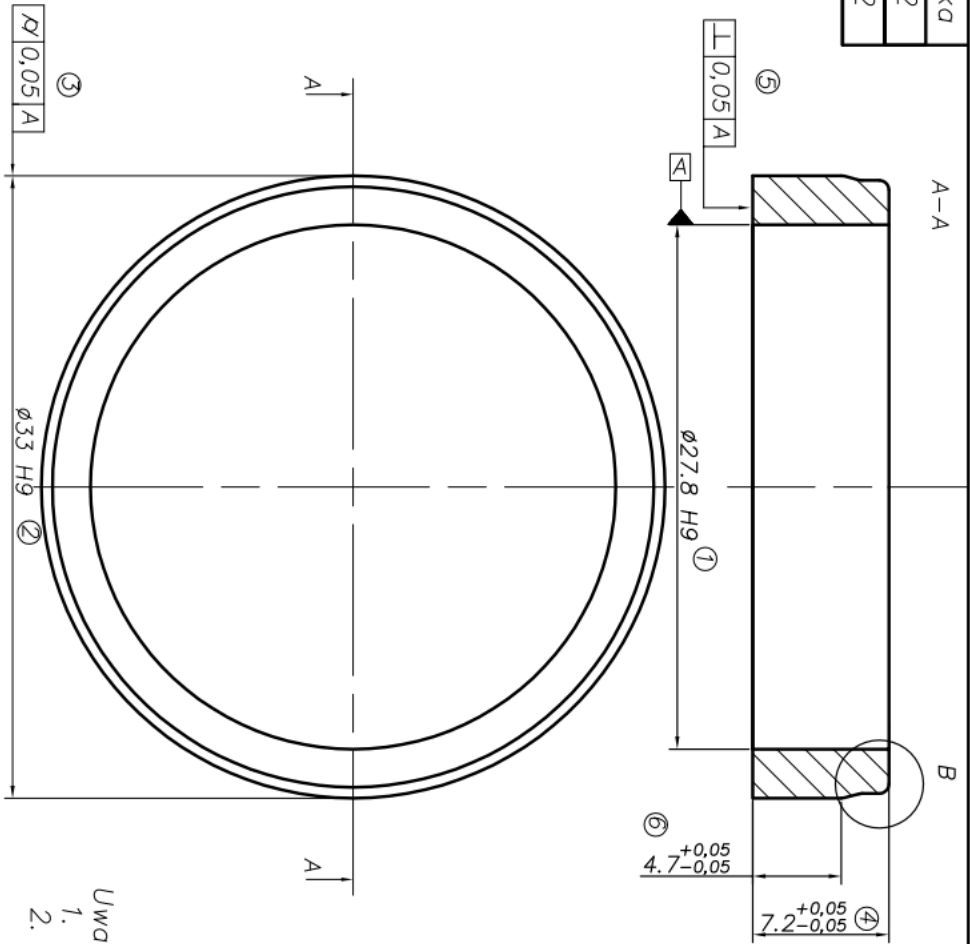
Pasowanie	Odchyłka
ø26H9	+0,052
ø32.5H9	+0,062



Uwagi:
1. Ostre krawędzie stępić.

Poznań	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Materiał	Nr rys. lub normy	Uwagi
DETAL pierścień 3						
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawdził						
Zatwierdził						
POLITECHNIKA WROCŁAWSKA Pracownia Metrologii i Badan Jakiści Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii					Podz. 1 : 1	Nr ark. L. ark. 1 / 1

Pasowanie	Odchyłka
$\varnothing 27.8H9$	$+0,052$
$\varnothing 33H9$	$+0,062$



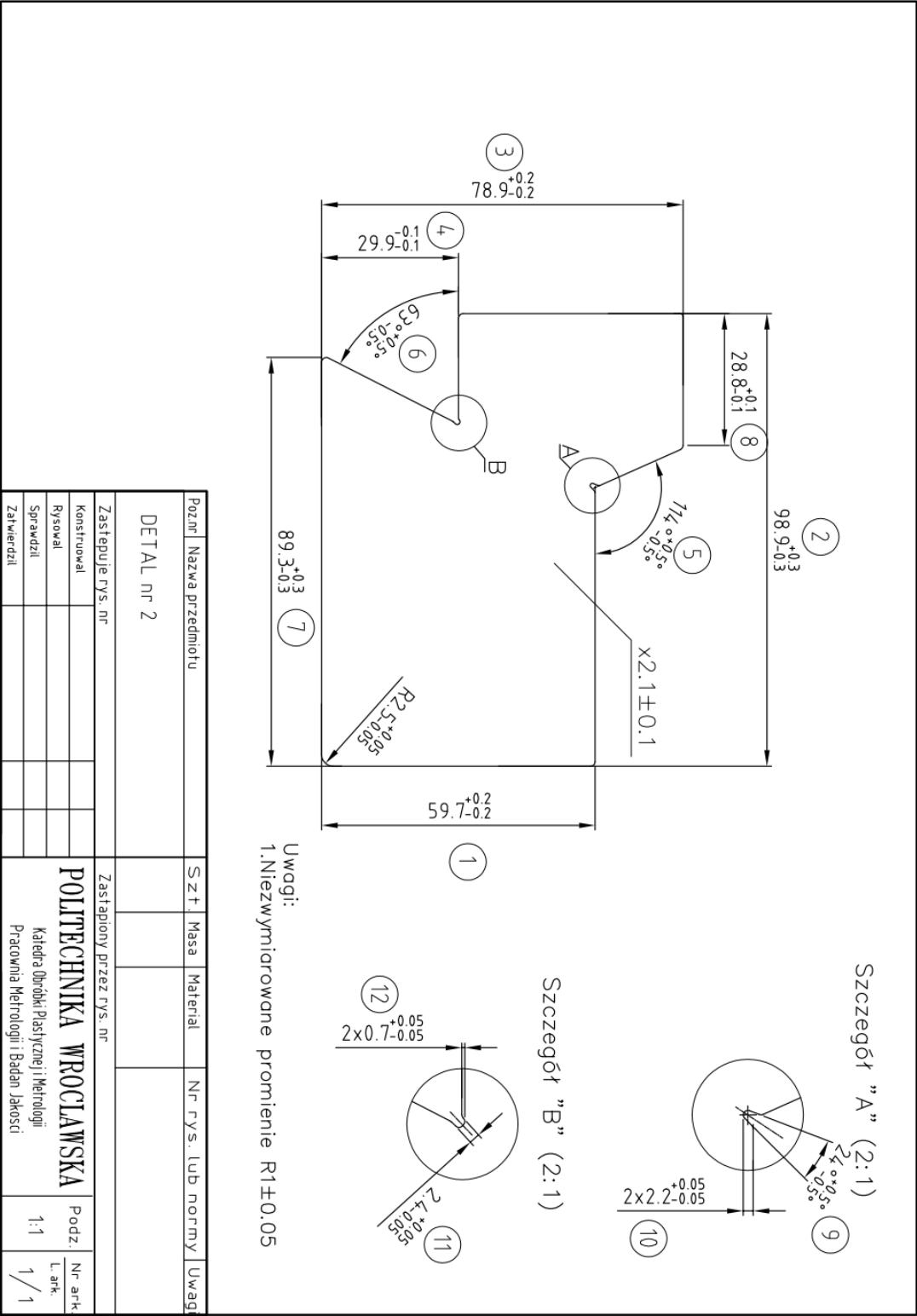
Uwagi:
 1. Ostre krawędzie stępień.
 2. Nieopisane zaokrąglenia R=2.

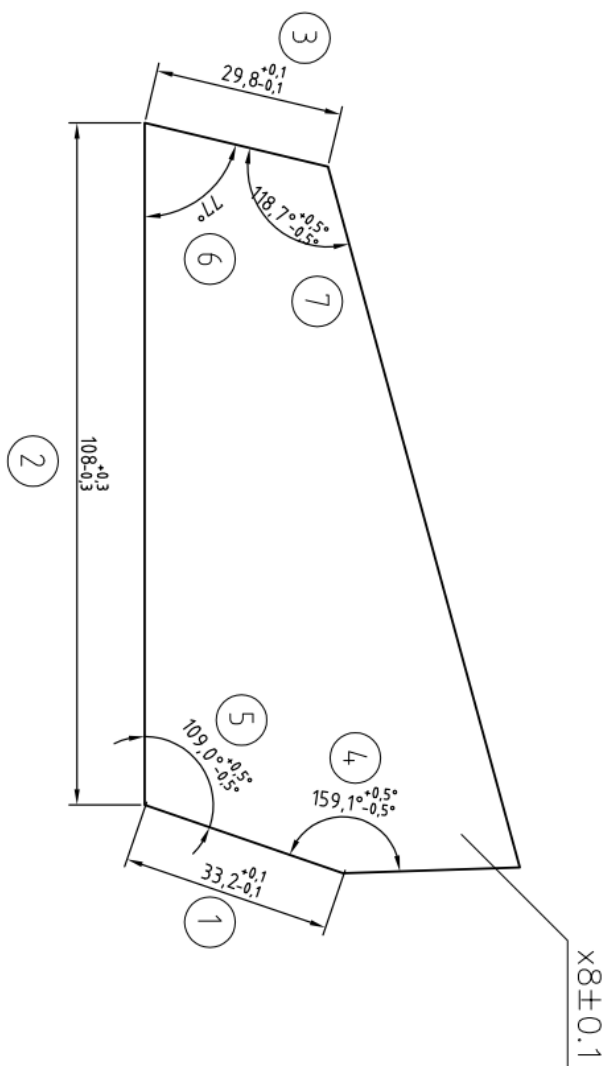
Poz.nr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Material	Nr rys. lub normy	Uwagi
DETAL nr pierścień 4						
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawdził						
Zatwierdził						

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA
 Pracownia Metrologii i Badań Jakości
 Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii

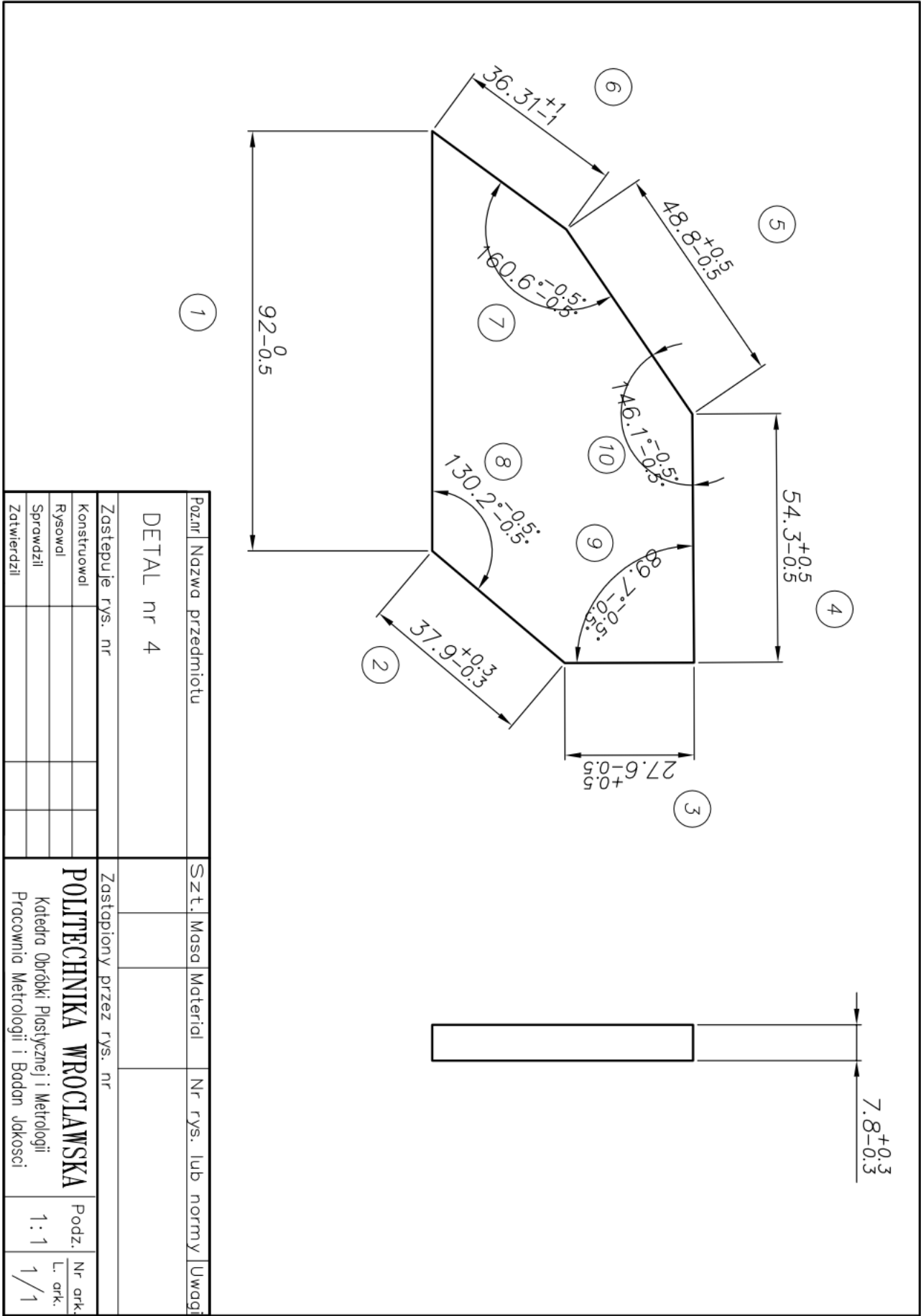
Podz.
 1 : 1
 Nr. ark.
 1 / 1

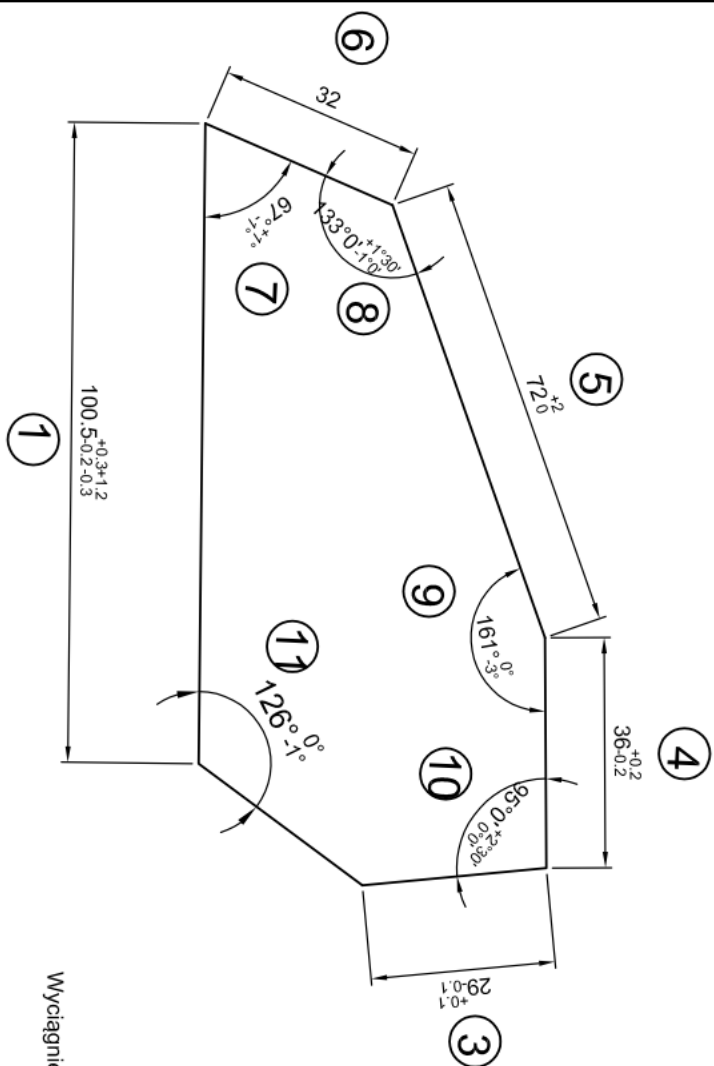
7 LABORATORIUM sala 102 -nr 2 Pomiary kątów i stożków



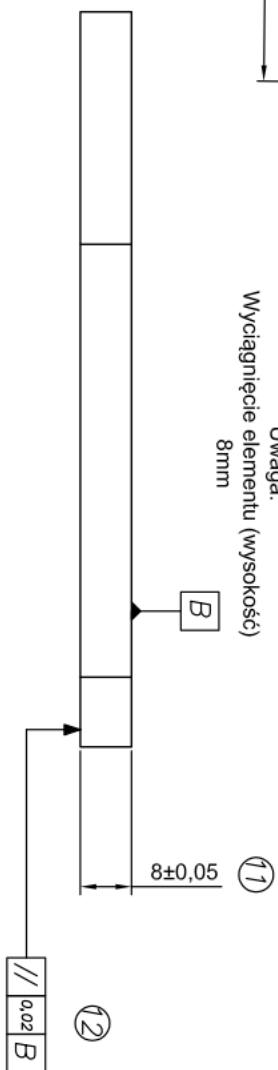


Pozn.	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Materiał	Nr rys. lub normy	Uwagi
DETAL nr 1						
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawdził						
Zatwierdził						
		POLITECHNIKA WROCŁAWSKA Pracownia Metrologii i Badan Jakości Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii				
		Podz.	Nr ark.			
		1:1	L. ark.		1/1	

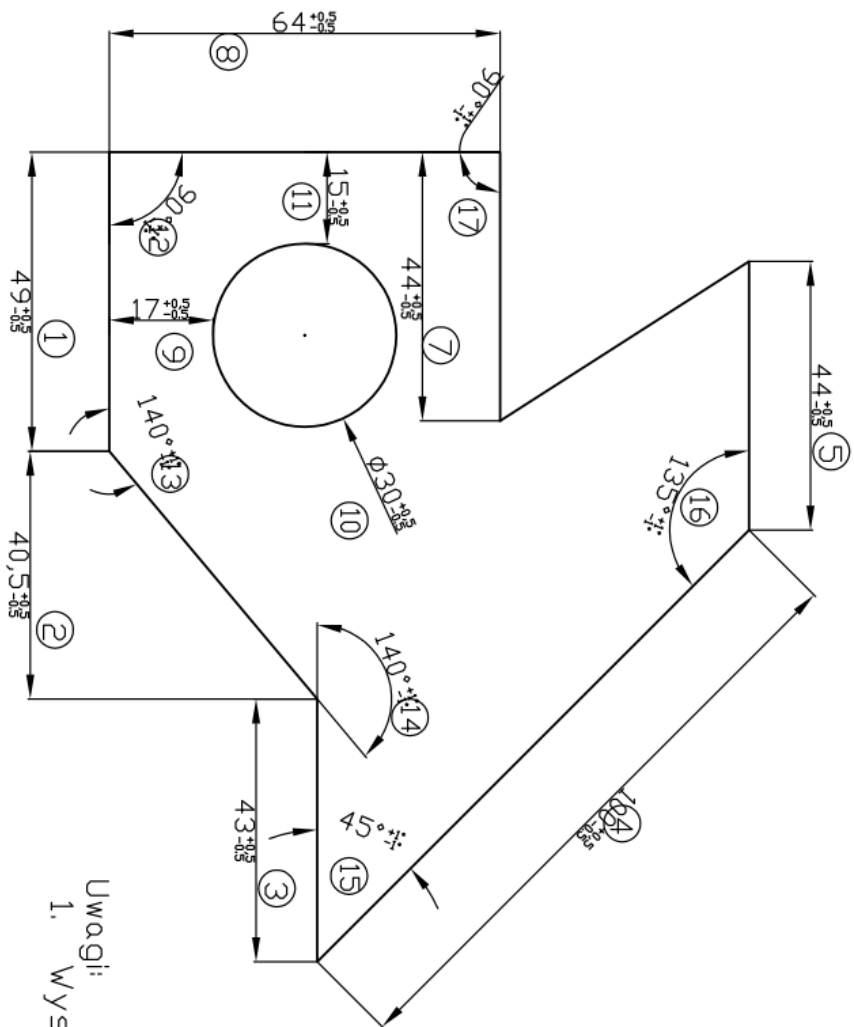




Uwaga:
Wyciągnięcie elementu (wysokość)
8mm



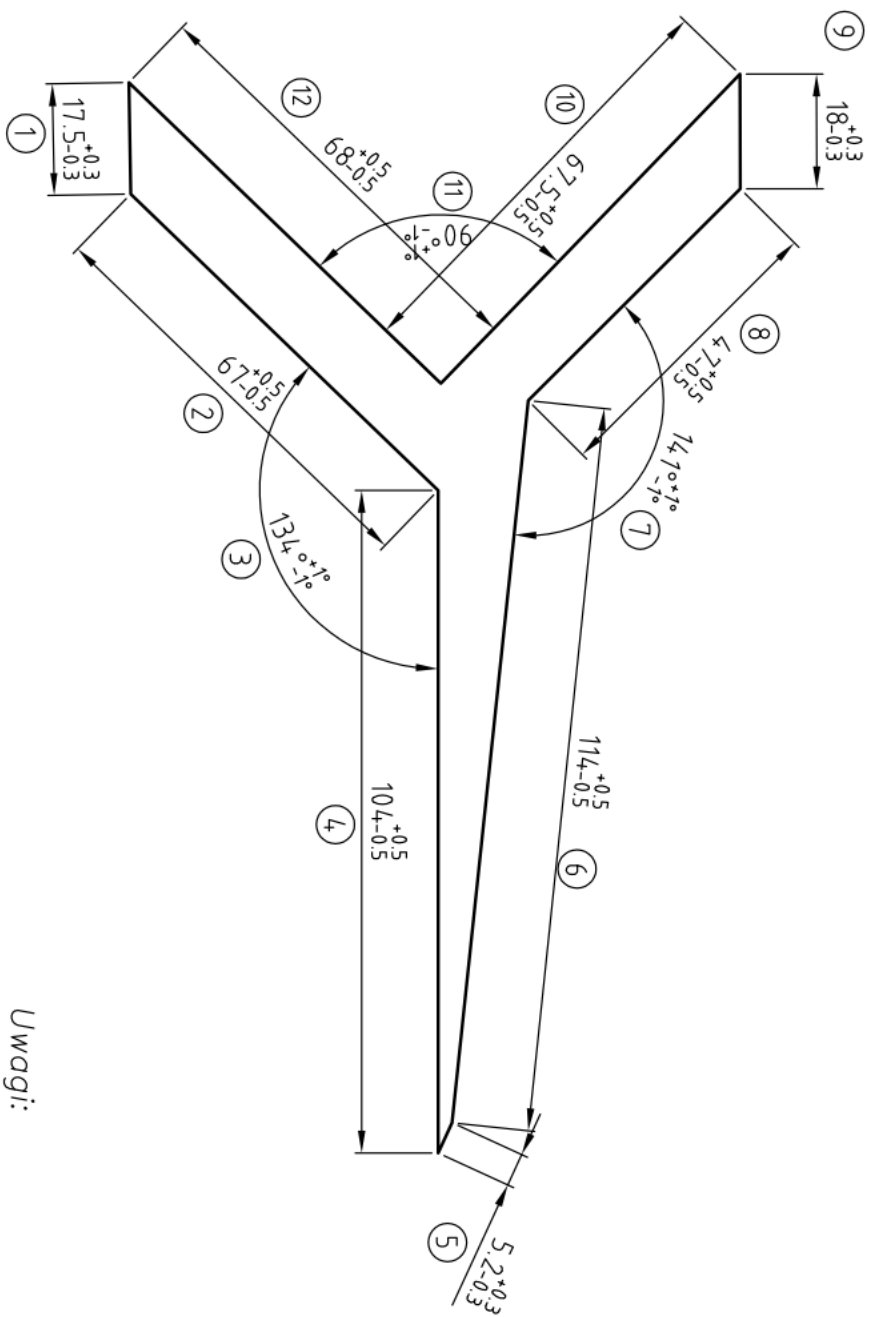
Poz.nr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Material	Nr rys. lub normy	Uwagi
DETAL nr 5						
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawił						
Zatwierdził						
		POLITECHNIKA WROCLAWSKA				
		Katedra Przeróbki Plastycznej i Metrologii				
		Pracownia Metrologii i Badan Jakosci				
		Podz.	Nr ark.			
		1:1	1/1			



Uwagi:
1. Wysokość: 4 ± 0.5

Poznr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Materiał	Nr rys. lub normy	Uwagi
DETAL nr 6						
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawdził						
Zatwierdził						
		POLITECHNIKA WROCLAWSKA				
		Katedra Drobki Plastycznej i Metrologii				
		Pracownia Metrologii i Badań Jakości				
		Podz.	Nr ark.			
		1:1	L. ark.		1/1	





Uwagi:
1. Wysokość detalu 2.5 ± 0.3

Poz.nr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Material	Nr rys. lub normy	Uwagi
DETAL nr 9						
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawdził						
Zatwierdził						
		POLITECHNIKA WROCŁAWSKA Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii Pracownia Metrologii i Badan Jąkoci				
		Podz.	Nr ark.			
		1:1	1/1			

8 LABORATORIUM sala 102 -nr 3 Pomiary wybranych cech geometrycznych wyrobu

8.1 tolerancje ogólne

8.1.1 Wprowadzenie

Niektóre elementy geometryczne (wymiary, odchyłki kształtu i położenia) zawarte na rysunkach konstrukcyjnych przedmiotu mają jedyne wartości wymiarów nominalnych bez określania ich tolerancji. Także, wiele odchyłek kształtu i położenia stosuje się tzw. tolerancje ogólne. Tolerancje ogólne odpowiadają dokładności warsztatowej, łatwo uzyskiwanej w procesie wytwarzania.

8.1.2 Tolerancje wymiarów liniowych i kątowych

Tolerancje wymiarów liniowych i kątowych, wykonanych na drodze obróbki mechanicznej podzielono na cztery klasy, oznaczone małymi literami, w kolejności malejącej dokładności:

- f (fine) - dokładna
- m (medium) - średnio-dokładna
- c (coarse) - zgrubna
- v (very coarse) - bardzo zgrubna

Tabela 5.4 Tolerancje wymiarów liniowych

Klasa tolerancji	Przedział wymiarów liniowych [mm]					
	0.5-3	3-6	6-30	30-120	120-400	400-1000
f	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6
m	0.2	0.2	0.4	0.6	1.0	1.6
c	0.4	0.6	1.0	1.6	2.4	4.0
v	-	1.0	2.0	3.0	5.0	8.0

Tabela 5.5 Odchyłki graniczne wymiarów krawędzi załamanych (promień zaokrąglenia i szerokość ścięć)

Klasa tolerancji	Przedział wymiarów [mm]		
	0.5-3	3-6	>6
f	± 0.2	± 0.5	± 1
m			
c	±0.4	± 1	± 2
v			

Tabela 5.6 Tolerancje wymiarów kątowych

Klasa tolerancji	Przedział wymiarów nominalnych długości krótszego ramienia kąta[mm]				
Oznaczenie	do 10	10 - 50	50 -120	120 – 400	ponad 400
f	±1°	±30'	±20'	±10'	±5'
m					
c	±1°30'	±1°	±30'	±15'	±10'
v	±3°	±2°	±1°	±30'	±20'

8.1.3 Ogólne tolerancje geometryczne

Dla ogólnych tolerancji geometrycznych przewidziano trzy klasy dokładności, oznaczane dużymi literami, w kolejności malejącej dokładności: H, K, L.

TOLERANCJE OGÓLNE ODCHYLEK KSZTAŁTU I POŁOŻENIA

ISO 2768

Klasa tolerancji H

Wym. nomin.	÷10	> 10 ÷30	> 30 ÷100	> 100 ÷300	> 300 ÷1000	>1000 ÷3000
—	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
⊥	0,2			0,3	0,4	0,5
≡	0,5					
∠	0,1					

Klasa tolerancji K

Wym. nomin.	÷10	> 10 ÷30	> 30 ÷100	> 100 ÷300	> 300 ÷1000	>1000 ÷3000
—	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
⊥	0,4			0,3	0,8	1
≡	0,6					0,8
∠	0,2					

Klasa tolerancji L

Wym. nomin.	÷10	> 10 ÷30	> 30 ÷100	> 100 ÷300	> 300 ÷1000	>1000 ÷3000
—	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6
⊥	0,6			1	1,5	2
≡	0,6			1	1,5	2
∠	0,5					

Okrągłość

Ogólną tolerancją okrągłości jest **Minimum** z tolerancji średnicy i ogólnej tolerancji bicia.

Równoległość

Ogólną tolerancją równoległości jest **Minimum** z tolerancji wymiaru i ogólnej tolerancji prostoliniowości/ płaskości.

Rys. 8.1 . Przykładowa tabela odchyłek (opracowanie Zeiss)

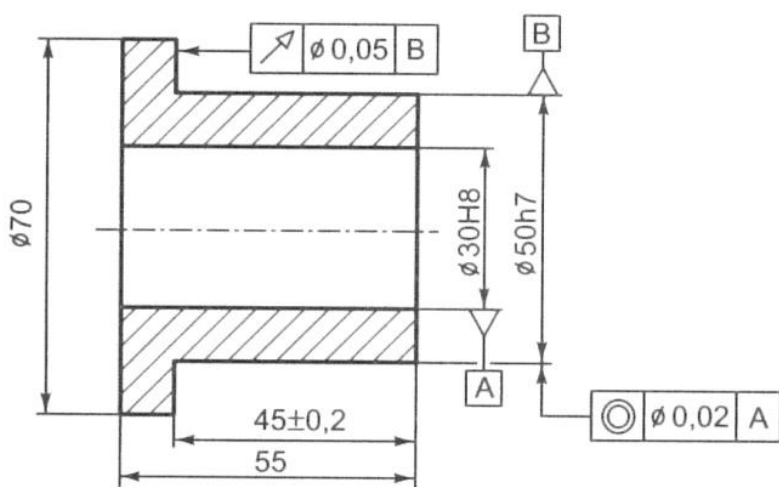
8.2 Oznaczanie wymagań na rysunku

Ogólne tolerancje geometryczne można stosować, pod warunkiem powołania na rysunku zasady niezależności (podstawowa zasada tolerowania) według PN/M-01142 (ISO 8015). Zasada niezależności polega na tym, że każda tolerancja musi być sprawdzona osobno. Przy tolerowaniu niezależnym wymiarów, przyjęta tolerancja nie ogranicza odchyłek kształtu i położenia wymiarowanego elementu.

Podane na rysunku tolerancje ogólne odnoszą się do wszystkich wymiarów, dla których nie podano na rysunku indywidualnie tolerancji.

8.2.1 Przykłady oznaczeń

Wymagane oznaczenia dla tolerancji ogólnych PN-EN 22768 (numer normy, według której podano tolerancje), klasę tolerancji wg PN-EN 22768-1 (tolerancje wymiarów liniowych i kątowych), klasę tolerancji wg PN-EN 22768-2 (tolerancje geometryczne).



Tolerowanie wg PN-88/M-01142 (ISO 8015)
Tolerancje ogólne PN-EN 22768-mH (ISO 2768-mH)

Podanie specyfikacji PN-EN 22768-(*) na rysunku obok tabliczki rysunkowej oznacza, że:

- obowiązują tolerancje ogólne dla wymiarów liniowych i kątowych,
- a także ogólne tolerancje geometryczne, bez zaznaczonych tolerancji indywidualnych.

Litera lub litery w miejscu gwiazdki (*) oznaczają:

- jakie klasy tolerancji należy stosować do wymiarów nietolerowanych indywidualnie przedmiotu,
- a jakie klasy tolerancji należy stosować do wymiarów geometrycznych nie zaznaczonych indywidualnie na rysunku,

Tolerancje ogólne PN-EN 22768-K

- wartości tolerancji kształtu i położenia, dla których nie podano oznaczeń indywidualnych tolerancji, odpowiadają klasie K,
- wymiary kątowe liniowej muszą być tolerowane na rysunku.

Tolerancje ogólne PN-EN 22768-mK-E

- tolerancja i kształtu i położenia, nie oznaczonych na rysunku indywidualnych tolerancji, odpowiadają klasie K,
- wszystkie wymiary kątowe i liniowe odpowiadają klasie m.
- Ponadto do wszystkich wymiarów oraz odchyłek kształtu i położenia stosuje się warunek powłoki - oznaczony symbolem E.

Tolerowanie wg PN-M 01142

Tolerancje ogólne PN-EN 22768-mK

- Pierwsza uwaga przywołują zasadę niezależności.
- Druga uwaga oznacza, że
 - wszystkie tolerancje wymiarów liniowych i kątowych, dla których nie podano na rysunku oznaczenia indywidualnych tolerancji, odpowiadają klasie m (średnio dokładnej),
 - zaś tolerancja kształtu i położenia odpowiadają klasie K.

PN-EN 22768-cL

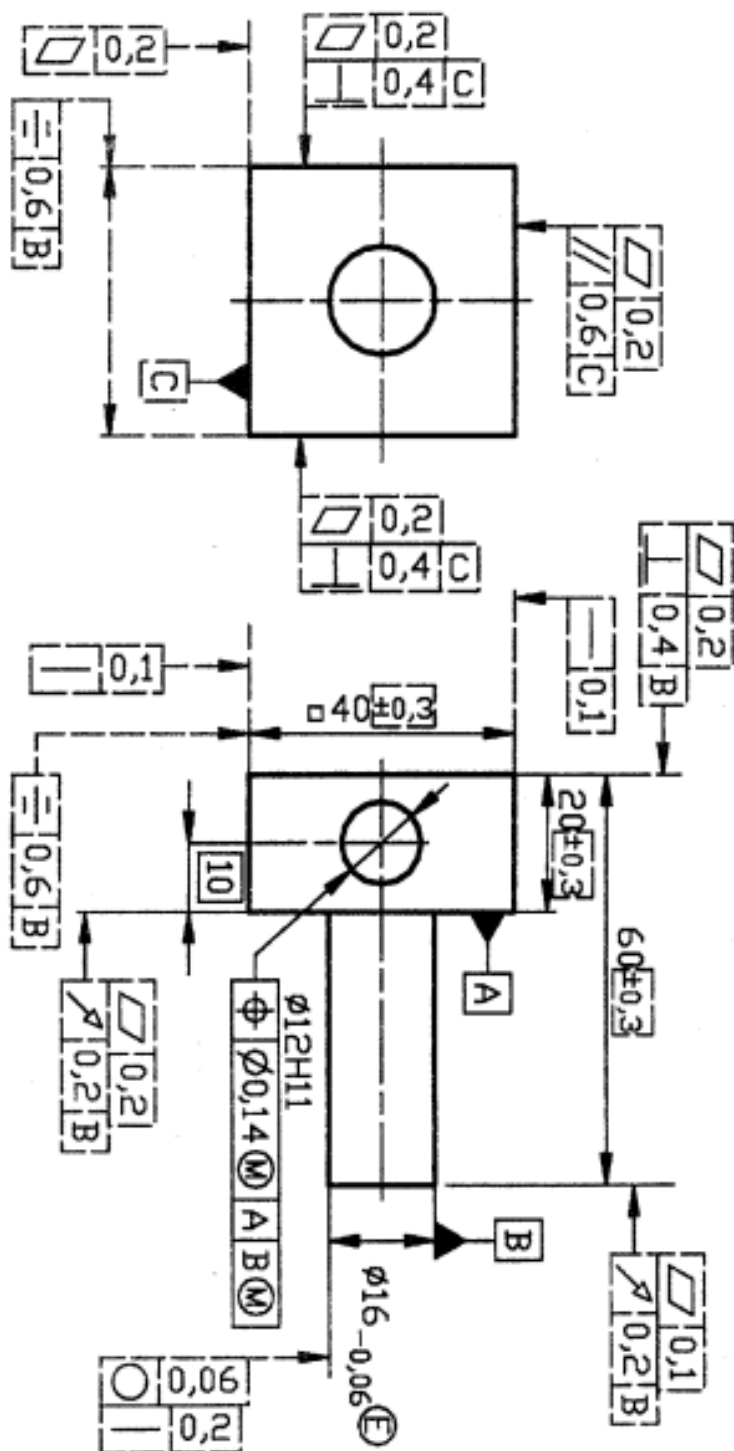
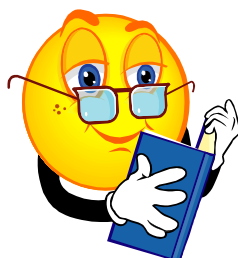
- tolerancje dla wymiarów liniowych i kątowych odpowiadają klasie tolerancji c (zgrubnej),
- tolerancje geometryczne odpowiadają klasie tolerancji L.

PN-EN 22768-H

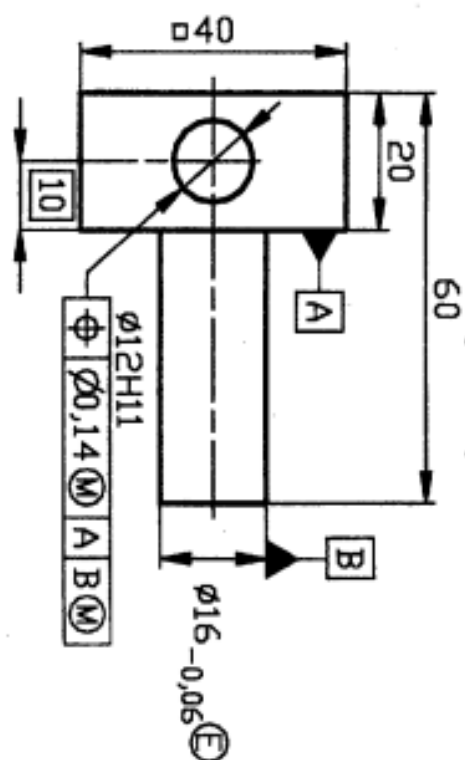
- wartości tolerancji geometrycznych dla wymiarów bez oznaczeń tolerancji indywidualnych odpowiadają:
 - klasie dokładności H wg PN-EN 22768-2,
 - wszystkie wymiary liniowe i kątowe powinny być tolerowane na rysunku.

PN-EN 22768-vK-E

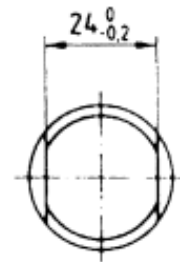
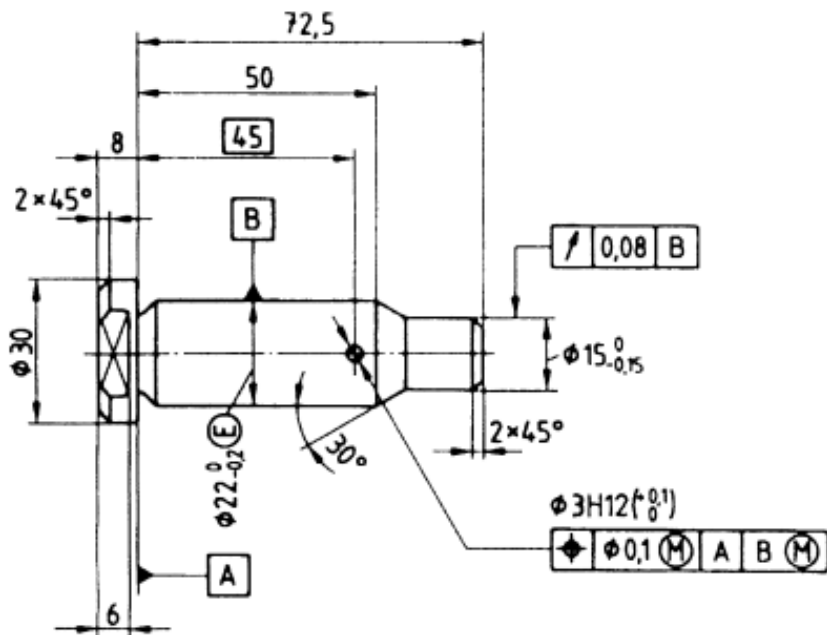
- tolerancje dla wymiarów liniowych i kątowych odpowiadają klasie tolerancji v (bardzo zgrubnej),
- tolerancje geometryczne - klasie tolerancji K.
- do wszystkich elementów stosuje się warunek powłoki E .



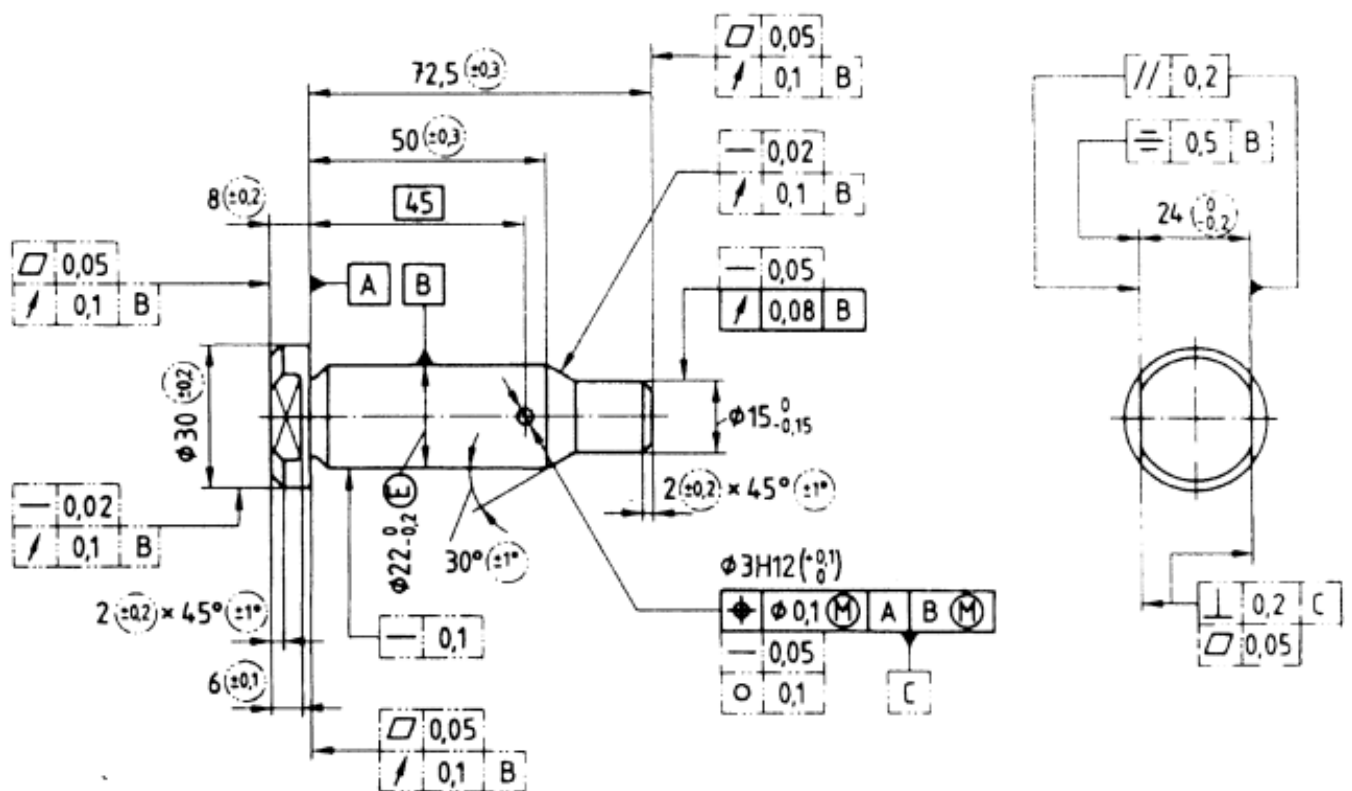
Tolerancing ISO 8015
General tolerances ISO 2768-mK



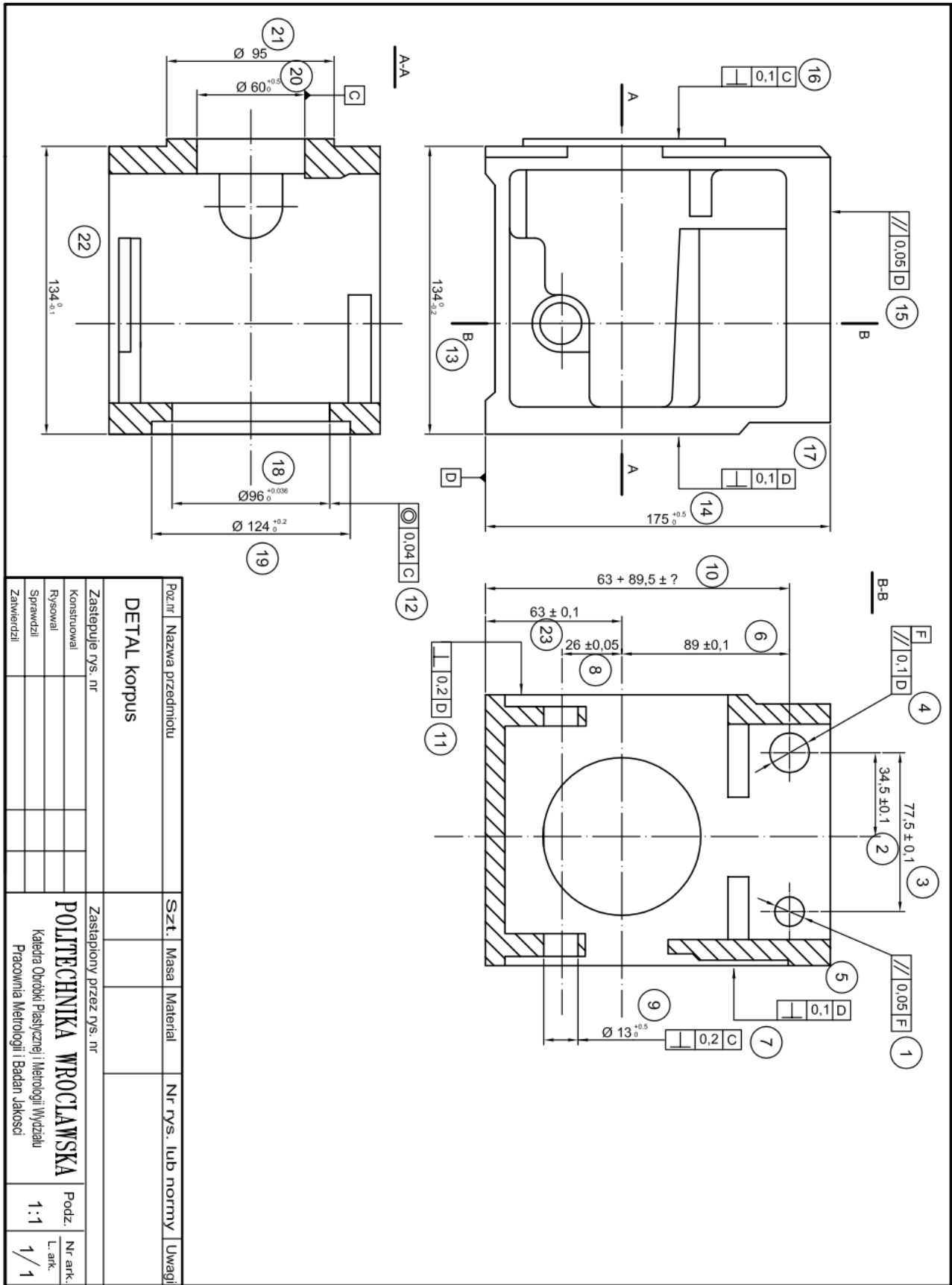
RYS. 8.2 . PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA TOLERANCJI OGÓLNYCH



Tolerancing ISO 8015
General tolerances ISO 2768-mH



RYS. 8.3 . PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA TOLERANCJI OGÓLNYCH



12 LABORATORIUM sala 102 -nr 4 Ocena struktury geometrycznej powierzchni

#001	

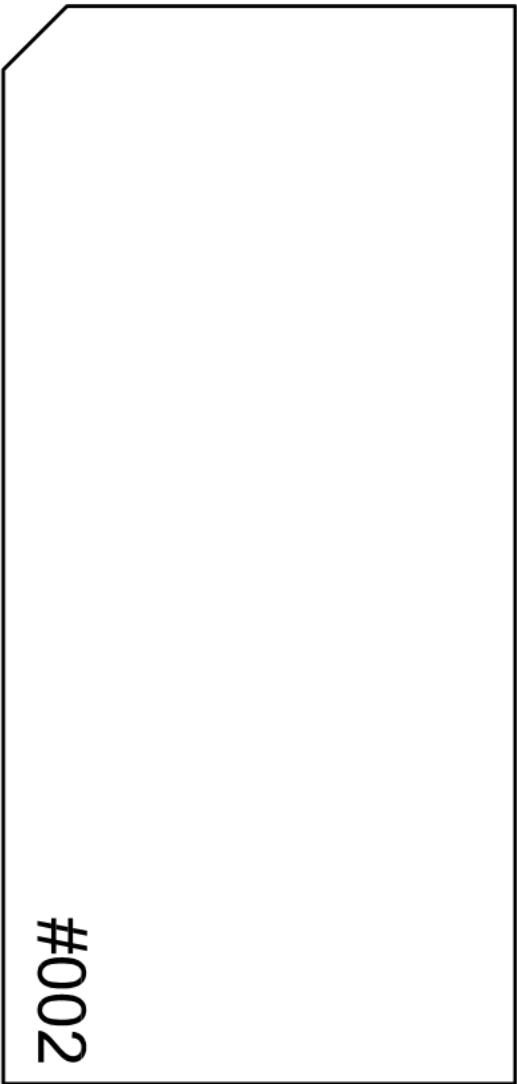
Poz./nr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Materiał	Nr rys. lub normy	Uwagi
	DETAL nr #001					
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawił						
Zatwierdził						

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA

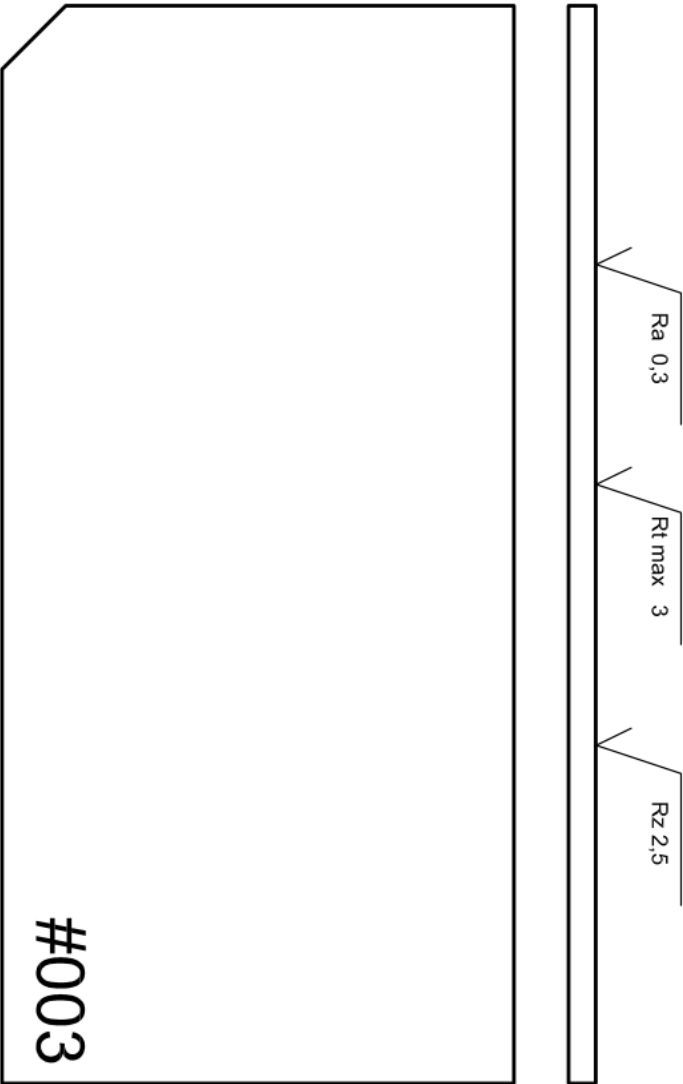
Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii

Pracownia Metrologii i Badan Jakości

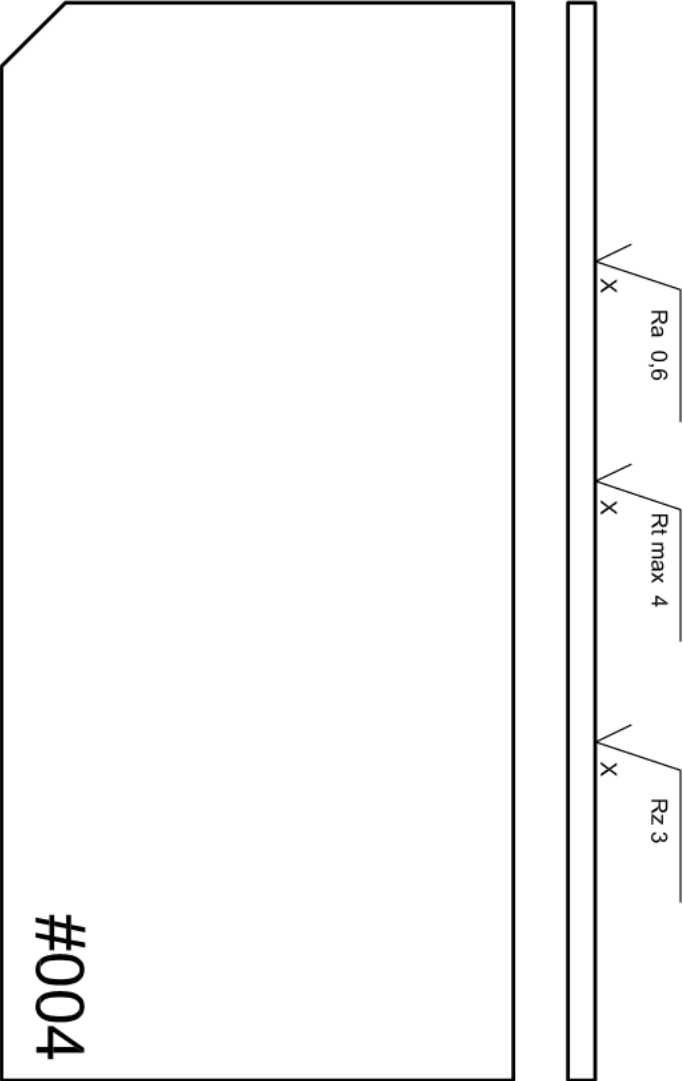
Podz. 1 : 1	Nr ark. 1 / 1
-----------------------	-------------------------



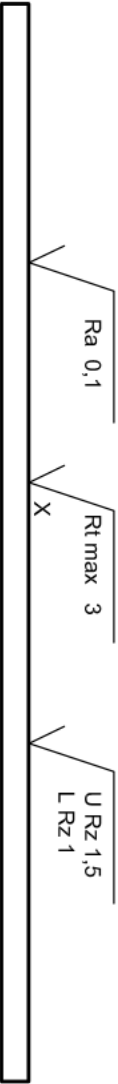
Poz.nr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Materiał	Nr rys. lub normy	Uwagi		
DETAL nr #002								
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr						
Konstruował				POLITECHNIKA WROCLAWSKA Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii Pracownia Metrologii i Badan Jakosci				
Rysował							Podz.	Nr ark.
Sprawdził							1:1	L. ark.
Zatwierdził							1/1	1/1



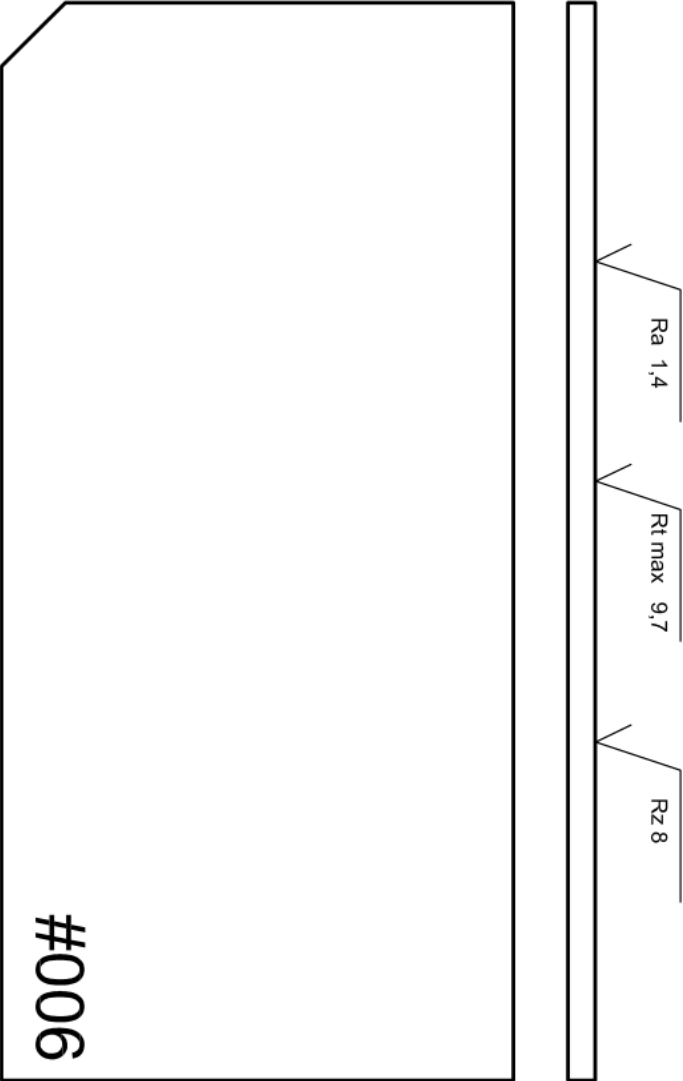
Poz.nr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Material	Nr rys. lub normy	Uwagi
DETAL nr #003						
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawdził						
Zatwierdził						
		POLITECHNIKA WROCLAWSKA				
		Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii				
		Pracownia Metrologii i Badan Jakosci				
		Podz.	Nr ark.			
		1:1	1/1			



Poz.nr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Material	Nr rys. lub normy	Uwagi
DETAL nr #004						
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawdził						
Zatwierdził						
POLITECHNIKA WROCLAWSKA		Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii				
		Pracownia Metrologii i Badan Jakosci				
		Podz.	Nr ark.			
		1:1	1/1			



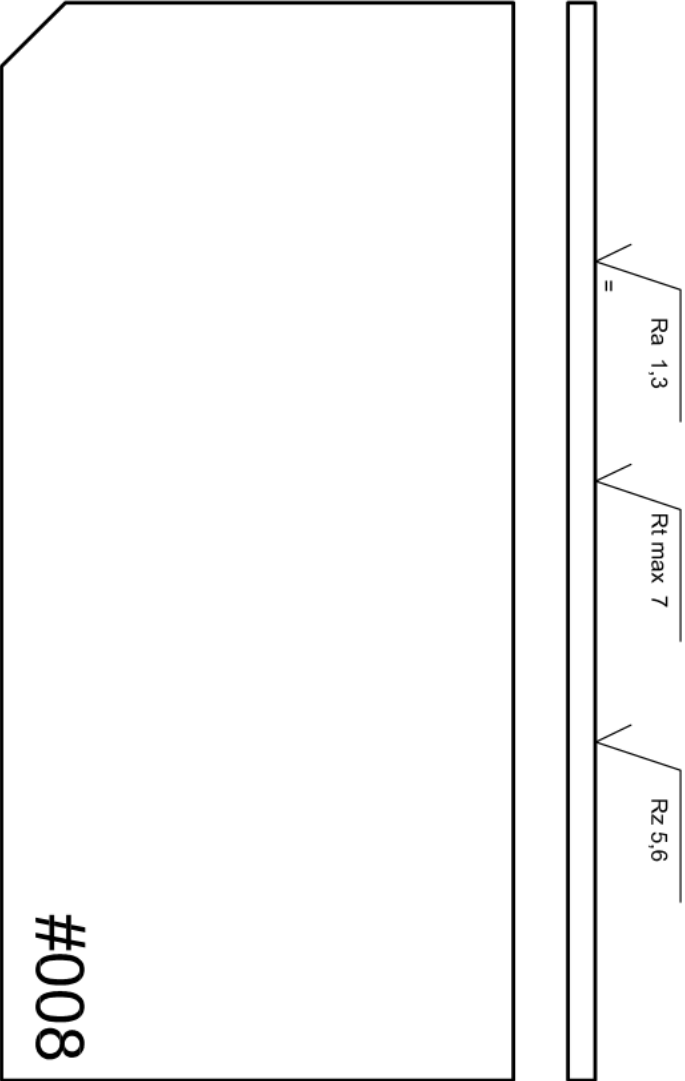
Poz.nr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Material	Nr rys. lub normy	Uwagi
DETAL nr #005						
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawdził						
Zatwierdził						
POLITECHNIKA WROCLAWSKA		Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii				
		Pracownia Metrologii i Badan Jakosci				
		Podz.	Nr ark.			
		1:1	L. ark.			
			1/1			



Poz.nr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Material	Nr rys. lub normy	Uwagi
DETAL nr #006						
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawdził						
Zatwierdził						
POLITECHNIKA WROCŁAWSKA						Podz.
Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii						1:1
Pracownia Metrologii i Badań Jakości						1/1
						L. ark.
						1/1



Poz.nr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Material	Nr rys. lub normy	Uwagi
DETAL nr #007						
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawdził						
Zatwierdził						
POLITECHNIKA WROCŁAWSKA		Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii				
		Pracownia Metrologii i Badan Jakosci				
		Podz.	Nr ark.			
		1:1	1/1			



Poz.nr	Nazwa przedmiotu	Szt.	Masa	Material	Nr rys. lub normy	Uwagi
DETAL nr #008						
Zastępuje rys. nr		Zastąpiony przez rys. nr				
Konstruował						
Rysował						
Sprawdził						
Zatwierdził						
POLITECHNIKA WROCLAWSKA		Katedra Obróbki Plastycznej i Metrologii				
		Pracownia Metrologii i Badan Jakosci				
		Podz.	Nr ark.			
		1:1	1/1			

LABORATORIUM sala 102 -nr 5 Pomiary gwintów

8.3 Gwinty metryczne - oznaczenia

Oznaczenie gwintu metrycznego (zgodnie z normą PN-ISO 965-1) składa się z litery M i następującą po niej wartością średnicy znamionowej gwintu oraz podziałki, wyrażonych w milimetrach i rozdzielonych znakiem x.

W przypadku gwintów o podziałce zwykłej oznaczenie podziałki może być pominięte.

Przykłady:

M20 x 1,5 – oznacza gwint metryczny o średnicy znamionowej 20 mm i podziałce 1,5 mm.

M20 – oznacza gwint metryczny o średnicy znamionowej 20 mm i podziałce zwykłej.

8.3.1 Gwint metryczny wielokrotny (wielozwojny) - oznaczenia

Gwinty metryczne wielokrotne oznacza się (zgodnie z normą PN-ISO 965-1) literą M i następującą po niej wartością średnicy znamionowej, znakiem x, literami Ph i wartością skoku, litery P i wartością podziałki, poziomej kreski i polem tolerancji. Średnica znamionowa, skok i podziałka wyrażone są w milimetrach.

Przykład:

M20xPh3P1,5-6g – oznacza gwint metryczny dwukrotny (dwuzwojny) o średnicy znamionowej 20 mm, o skoku 3 mm, podziałce 1,5 mm wykonanym w tolerancji 6g.

8.3.2 Gwint metryczny lewozwojny

W przypadku gwintu lewozwojnego, na końcu oznaczenia gwintu należy dodać litery LH oddzielone poziomą kreską.

Przykłady:

M10 x 1 – LH

M20 x Ph3 P1,5 – 6g – LH

8.4 Gwinty calowe - oznaczenia

8.4.1 Szeregi gwintów calowych

Średnice gwintów calowych i związane z nimi podziałki są ułożone w szeregi (grupy skojarzeń średnica/podziałka). W normie PN-ISO 263 wymieniono trzy szeregi z podziałką stopniowaną („szereg zwykły”, „szereg drobnozwojny” i „szereg bardzo drobnozwojny”) i osiem szeregów z podziałką stałą (jednakową). Szereg zwykły i drobnozwojny są szeregami uprzywilejowanymi, przeznaczonymi do stosowania w pierwszej kolejności w ogólnych zastosowaniach technicznych i są one wybranymi szeregami wykorzystywanymi w masowej produkcji śrub, wkrętów i nakrętek.

8.4.2 Zastosowanie poszczególnych szeregów gwintów

· Szereg zwykły (oznaczenie: UNC).

Gwinty tego szeregu o średnicach do 4 cali są wykorzystywane w masowej produkcji śrub, wkrętów i nakrętek oraz w innych ogólnych zastosowaniach technicznych. Gwinty te są odpowiednie w przypadku konieczności szybkiego skręcania lub rozkręcania oraz w przypadku wystąpienia korozji lub drobnych uszkodzeń.

· Szereg drobnozwojny (oznaczenie: UNF).

Gwinty tego szeregu, o średnicach do 1 ½ cala, są odpowiednie w produkcji wkrętów, śrub i nakrętek oraz w innych zastosowaniach, w których nie można użyć gwintów szeregu zwykłego. Gwinty zewnętrzne mają większą wytrzymałość na rozciąganie niż porównywalne gwinty szeregu zwykłego. Stosuje się je także, gdy długość skręcania jest mała, gdy potrzebny jest mniejszy kąt wzniosu linii śrubowej lub, gdy mała grubość ścianki tulejki (rurki) wymusza małą podziałkę.

· Szereg bardzo drobnozwojny (oznaczenie: UNEF).

Gwinty tego szeregu, o średnicach do 1 11/16 cala, można stosować tam, gdzie nawet gwint drobnozwojny jest niepożądany ze względu na zbyt małą długość skręcania, w cienkościennych rurach, nakrętkach, króćcach i złączkach.

· Szeregi o podziałce stałej (jednakowej) (oznaczenie: UN).

Szeregi te stosuje się w tych przypadkach, w których szeregi gwintów: zwykły, drobnozwojny i bardzo drobnozwojny nie spełniają wymagań konstrukcyjnych. Wybierając gwint o podziałce stałej należy w pierwszej kolejności wybierać gwint z szeregów z 8, 12, 16 podziałkami na cal.

8.4.3 Przykłady oznaczania gwintów calowych

· Szereg zwykły: oznaczenie UNC:

przykłady:

- 3/8-16 UNC (gwint o średnicy 3/8 cala, o podziałce 16 zwoi na cal, szereg zwykły),
- No. 6-32 UNC (gwint nr 6, o podziałce 32 zwoje na cal, szereg zwykły)

· Szereg drobnozwojny: oznaczenie UNF:

przykłady:

- 3/8-24 UNF (gwint o średnicy 3/8 cala, o podziałce 24 zwoje na cal, szereg drobnozwojny),
- No. 6-40 UNF (gwint nr 6, o podziałce 40 zwoi na cal, szereg drobnozwojny)

· Szereg bardzo drobnozwojny: oznaczenie UNEF:

przykład:

- 3/8-32 UNEF (gwint o średnicy 3/8 cala, o podziałce 32 zwoje na cal, szereg bardzo drobnozwojny)

· Szeregi z podziałką stałą: oznaczenie UN:

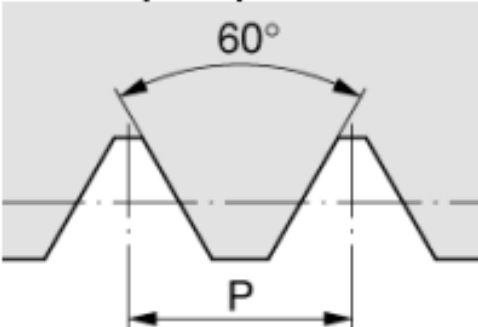
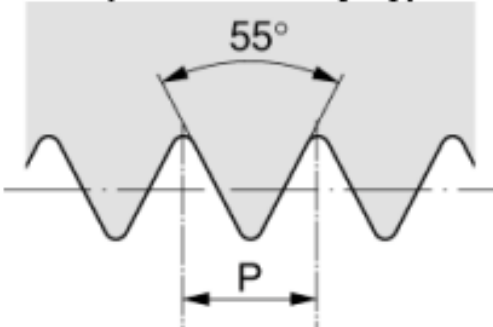
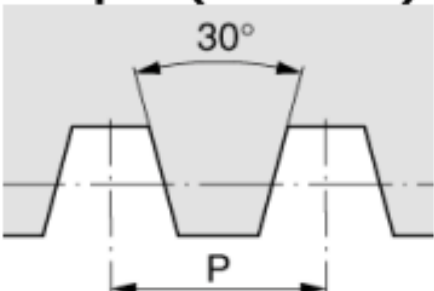
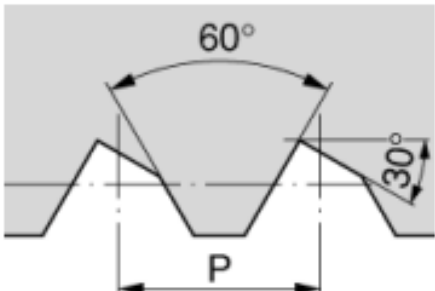
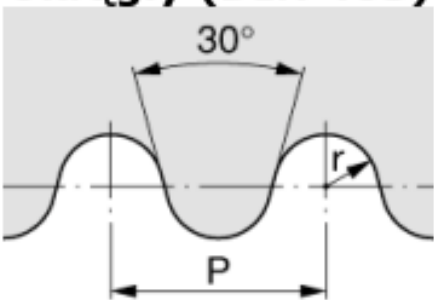
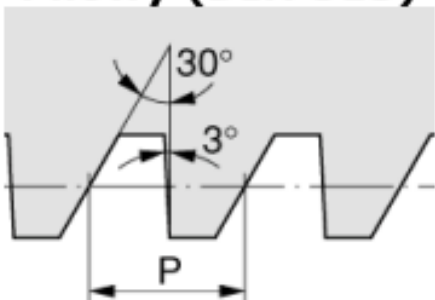
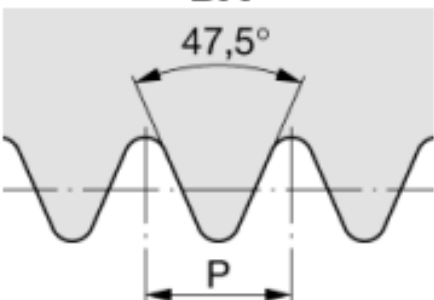
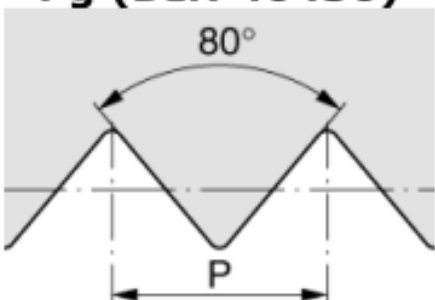
przykład:

- 7/8-16 UN (gwint o średnicy 7/8 cala, o podziałce 16 zwoi na cal, szereg z podziałką stałą).

8.5 Oznaczenie gwintów wg PN i ISO

RODZAJ GWINTU	KĄT ZARYSU	Wymiary, które należy podać w oznaczeniu	Oznaczenie	Przykład
Metryczny 0,25-0,9	60°	, średnica nominalna gwintu w mm	M	M0,6
Metryczny 1- 600		j/w	M	M16
Metryczny drobnozwojny		średnica nominalna gwintu x skok	M x skok	M20x1,5
Metryczny lewy		j/w	M..LH	M16LH
Rurowy walcowy	55°	średnica wewn. rury w calach	G	G' / ₂
Rurowy stożkowy dla gwintów zewnętrznych		j/w	R	R ³ / ₄
Rurowy stożkowy dla gwintów wewnętrznych		j/w	Re /R _p /	Re3/8 R _p 3/8
Trapezowy symetryczny	30°	Średnica nominalna x skok	T _r	T _r 24x5
Trapezowy niesymetryczny	30°/3°	j/w	S	S22x6
Wkręty do blach /wg. ISO /	60°		ST	ST4.2
Stożkowy calowy Briggsa	60°	Średnica nominalna w calach	St.B	St.BI'
Okrągły cylindryczny /wg ISO /	-	śred. zewn. w mm.x skok w calach	Rd	Rd20x1/8
(gwint whitwortha) gwint calowy „amerykański”	60°	średnica nom. gwintu w calach x ilość zwojów na cal	UNC	³ / ₄ - UNC
j/w drobnozwojny	60°	j/w	UNF	<i>Vi</i> - UNF
gwint calowy „ angielski „	55°	j/w	BSW	³ / ₄ -BSW
j/w drobnozwojny	55°	j/w	BSF	¹ / ₂ -BSF

8.6 Zarysy

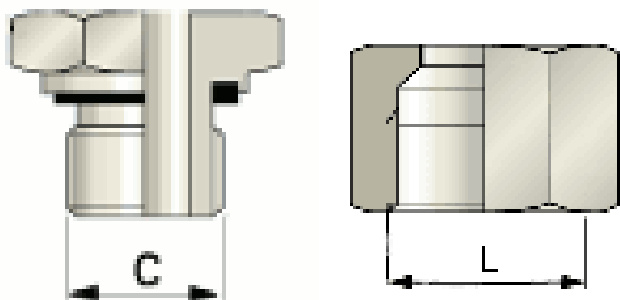
M, MF, UN... 	Whw., Whw.-R (G), BSF 
Trapez (DIN 103) 	Self-Lock 
Okrągły (DIN 405) 	Piłowy (DIN 513) 
BA 	Pg (DIN 40430) 

8.7 Identyfikacja gwintów

Aby zidentyfikować gwint należy dokonać jego pomiaru suwmiarką na zewnątrz lub wewnątrz, zależnie od typu gwintu i odszukać go w poniższej tabeli. Rodzaje Gwintów:

Typ:	Opis gwintu:	Norma:
M	metryczny zwykły	EN 60423
G (BSP)	rurowy Whitwortha, walcowy	DIN 259ISO 228/I
R (BSPT)	rurowy Whitwortha, stożkowy	
NPT (NPTF)	rurowy Briggsa, stożkowy	ANSI B2.1.1
NPSM	rurowy Briggsa	ANSI B1.20.1
UNF	całowy, zunifikowany, drobnozwojny	ANSI B1.1
ORFS	całowy UNF z o-ringiem od czoła	

Oznaczenia do pomiarów



8.7.1 tabela identyfikacji gwintów- pełna

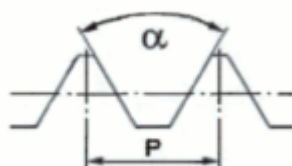
Pomiar średnicy		Pomiar ilości zwojów		Rodzaje gwintów			
Średnica zewnętrzna C (mm)	Średnica wewnętrzna L (mm)	Zwoje na cal	Skok (mm)	Całowy rurowy BSP BSPT	Metryczny	Całowy UNF (JIC, ORFS)	Całowy NPT, NPTF
7,8 - 8,0	6,8 - 7,0		1		M8x1		
9,3 - 9,7	8,5 - 8,9	28	[0,91]	1/8"			
9,3 - 9,7	8,5 - 8,9	27	[0,95]				1/8"
9,7 - 9,9	8,2 - 8,6		1,5		M10x1,5		
9,7 - 9,9	8,7 - 9,1		1		M10x1		
10,9 - 11,1	9,7 - 10,0	20	[1,27]			7/16" - 20	
11,6 - 11,9	10,2 - 10,6		1,5		M12x1,5		
12,4 - 12,7	11,3 - 11,6	20	[1,27]			1/2" - 20	
12,9 - 13,1	11,4 - 11,9	19	[1,34]	1/4"			
12,9 - 13,1	11,4 - 11,9	18	[1,41]				1/4"
13,6 - 13,9	12,2 - 12,6		1,5		M14x1,5		
14,0 - 14,3	12,7 - 13,0	18	[1,41]			9/16" - 18	
15,6 - 15,9	14,2 - 14,6		1,5		M16x1,5		
16,3 - 16,6	14,9 - 15,4	19	[1,34]	3/8"			
16,3 - 16,6	14,9 - 15,4	18	[1,41]				3/8"
17,1 - 17,4	15,8 - 16,1	16	[1,59]			11/16" - 16	
17,6 - 17,9	16,2 - 16,6		1,5		M18x1,5		
18,7 - 19,0	17,3 - 17,6	16	[1,59]			3/4" - 16	
19,6 - 19,9	18,2 - 18,6		1,5		M20x1,5		
20,3 - 20,6	18,9 - 19,3	16	[1,59]			13/16" - 16	
20,5 - 20,9	18,6 - 19,0	14	[1,81]	1/2"			
20,7 - 21,1	18,3 - 18,7	14	[1,81]				1/2"
21,6 - 21,9	20,2 - 20,6		1,5		M22x1,5		
22,0 - 22,2	20,2 - 20,5	14	[1,81]			7/8" - 14	
22,6 - 22,9	20,6 - 21,0	14	[1,81]	5/8"			
23,6 - 23,9	22,2 - 22,6		1,5		M24x1,5		
25,1 - 25,4	23,4 - 23,8	14	[1,81]			1" - 14	
25,6 - 25,9	24,2 - 24,6		1,5		M26x1,5		
26,1 - 26,4	24,1 - 24,5	14	[1,81]	3/4"			
26,3 - 26,7	23,7 - 24,1	14	[1,81]				3/4"
26,6 - 26,9	24,3 - 24,7	12	[2,12]			1,1/16" - 12	
26,6 - 26,9	24,6 - 25,0		2		M27x2		
26,6 - 26,9	25,2 - 25,6		1,5		M27x1,5		
27,6 - 27,9	26,2 - 26,6		1,5		M28x1,5		
29,6 - 29,9	27,4 - 27,8		2		M30x2		
29,6 - 29,9	28,2 - 28,6		1,5		M30x1,5		
29,8 - 30,1	27,6 - 27,9	12	[2,12]			1,3/16" - 12	
29,8 - 30,2	27,8 - 28,1	14	[1,81]	7/8"			
32,6 - 32,9	30,5 - 30,9		2		M33x2		
32,6 - 32,9	31,2 - 31,6		1,5		M33x1,5		
33,0 - 33,2	30,3 - 30,8	11	[2,31]	1"			
33,0 - 33,3	30,8 - 31,2	12	[2,12]			1,5/16" - 12	
32,9 - 33,4	30,3 - 30,8	11,5	[2,21]				1"
35,6 - 35,9	33,4 - 33,8		2		M36x2		
36,2 - 36,5	34,3 - 34,7	12	[2,12]			1,7/16" - 12	
37,6 - 37,9	34,8 - 35,1	11	[2,31]	1,1/8"			
37,6 - 37,9	36,2 - 36,6		1,5		M38x1,5		
40,9 - 41,2	38,7 - 39,1	12	[2,12]			1,5/8" - 12	
41,6 - 41,9	39,4 - 39,8		2		M42x2		
41,5 - 41,9	39,0 - 39,5	11	[2,31]	1,1/4"			

41,4 – 42,0	39,2 – 39,6	11,5	[2,21]				1,1/4"
42,5 – 42,8	40,6 – 41,0	12	[2,12]			1,11/16" - 12	
44,6 – 44,9	42,4 – 42,8		2		M45x2		
44,6 – 44,9	43,2 – 43,6		1,5		M45x1,5		
47,3 – 47,6	45,1 – 45,5	12	[2,12]			1,7/8" - 12	
47,4 – 47,8	44,8 – 45,3	11	[2,31]	1,1/2"			
47,3 – 47,9	45,1 – 45,5	11,5	[2,21]				1,1/2"
50,5 – 50,8	48,6 – 49,0	12	[2,12]			2" - 12	
51,6 – 51,9	49,4 – 49,6		2		M52x2		
51,6 – 51,9	50,2 – 50,6		1,5		M52x1,5		
59,4 – 59,8	56,5 – 56,8	11	[2,31]	2"			
59,9 – 60,2	56,4 – 56,7	11,5	[2,21]				2"
63,3 – 63,6	61,3 – 61,8	12	[2,12]			2,1/2" - 12	
64,6 – 64,9	62,6 – 63,0		2		M65x2		
65,4 – 65,7	62,7 – 63,0	11	[2,31]	2,1/4"			
72,7 – 73,0	68,8 – 69,1	8	[3,17]				2,1/2"
74,9 – 75,2	72,2 – 72,5	11	[2,31]	2,1/2"			
87,5 – 87,9	84,9 – 85,3	11	[2,31]	3"			
88,5 – 88,9	84,7 – 85,1	8	[3,17]				3"
112,6 – 113,0	110,1 – 110,5	11	[2,31]	4"			
113,9 – 114,3	110,2 – 110,6	8	[3,17]				4"
129,4 – 129,8	123,2 – 124,0		6		M130x6		
138,0 – 138,4	135,5 – 135,9	11	[2,31]	5"			
139,4 – 139,7	127,5 – 127,9		9,7			5,1/2" (DIN11)	
139,8 – 141,3		8	[3,17]				5"
163,4 – 163,8	160,9 – 161,4	11	[2,31]	6"			
167,8 – 168,3		8	[3,17]				6"
218,5 – 219,0		8	[3,17]				8"

8.7.2 tabela identyfikacji gwintów- Gwinty trapezowe

Gwint trapezowy ACME o kącie zarysu $\alpha = 29^\circ$ jest stosowany do złączek do gazu LPG

Średnica zewnętrzna (mm)	Średnica wewnętrzna (mm)	Zwoje na cal	Skok (mm)	Gwint
44,4	38,2	6	4,23	ACME 1,3/4"
57	48,7	3	8,5	ACME 2,1/4"
82,5	78,4	2	12,7	ACME 3,1/4"



8.8 Gwinty. Wartości liczbowe długości skręcania

Średnice znamionowe		P	Długość skręcania			
			S	N		L
ponad	do		do	ponad	do	ponad
[mm]			[mm]			
5,6	11,2	0,5	1,6	1,6	4,7	4,7
		0,75	2,4	2,4	7,1	7,1
		1	3	3	9	9
		1,25	4	4	12	12
		1,5	5	5	15	15
11,2	22,4	0,5	1,8	1,8	5,5	5,5
		0,75	2,8	2,8	8,3	8,3
		1	3,8	3,8	11	11
		1,25	4,5	4,5	13	13
		1,5	5,6	5,6	16	16
		1,75	6	6	18	18
		2	8	8	24	24
		2,5	10	10	30	30
22,4	45	0,75	3,1	3,1	9,5	9,5
		1	4	4	12	12
		1,5	6,3	6,3	19	19
		2	8,5	8,5	25	25
		3	12	12	36	36
		3,5	15	15	45	45
		4	18	18	53	53
		4,5	21	21	63	63
45	90	1	4,8	4,8	14	14
		1,5	7,5	7,5	22	22
		2	9,5	9,5	28	28
		3	15	15	45	45
		4	19	19	56	56
		5	24	24	71	71
		5,5	28	28	85	85
		6	32	32	95	95

8.9 Gwinty - tolerowanie

8.9.1 Gwinty. Wartości liczbowe tolerancji T

Średnice znamionowe		P	T				
			Szeregi tolerancji				
ponad	do		4	5	6	7	8
[mm]		[mm]					
5,6	11,2	0,5	71	90	112	140	-
		0,75	85	106	132	170	-
		1	95	118	150	190	236
		1,25	100	125	160	200	250
		1,5	112	140	180	224	280
11,2	22,4	0,5	75	95	118	150	-
		0,75	90	112	140	180	-
		1	100	125	160	200	250
		1,25	112	140	180	224	280
		1,5	118	150	190	236	300
		1,75	125	160	200	250	315
		2	132	170	212	265	335
22,4	45	2,5	140	180	224	280	355
		0,75	95	118	150	190	-
		1	106	132	170	212	-
		1,5	125	160	200	250	315
		2	140	180	224	280	355
		3	170	212	265	335	425
		3,5	180	224	280	355	450
		4	190	236	300	375	475
45	90	4,5	200	250	315	400	500
		1	118	150	190	236	300
		1,5	132	170	212	265	335
		2	150	190	236	300	375
		3	180	224	280	355	450
		4	200	250	315	400	500
		5	212	265	335	425	530
		5,5	224	280	355	450	560
6	236	300	375	475	600		

8.9.2 Gwinty. Wartości liczbowe odchyłek podstawowych nakrętek EI i śrub es

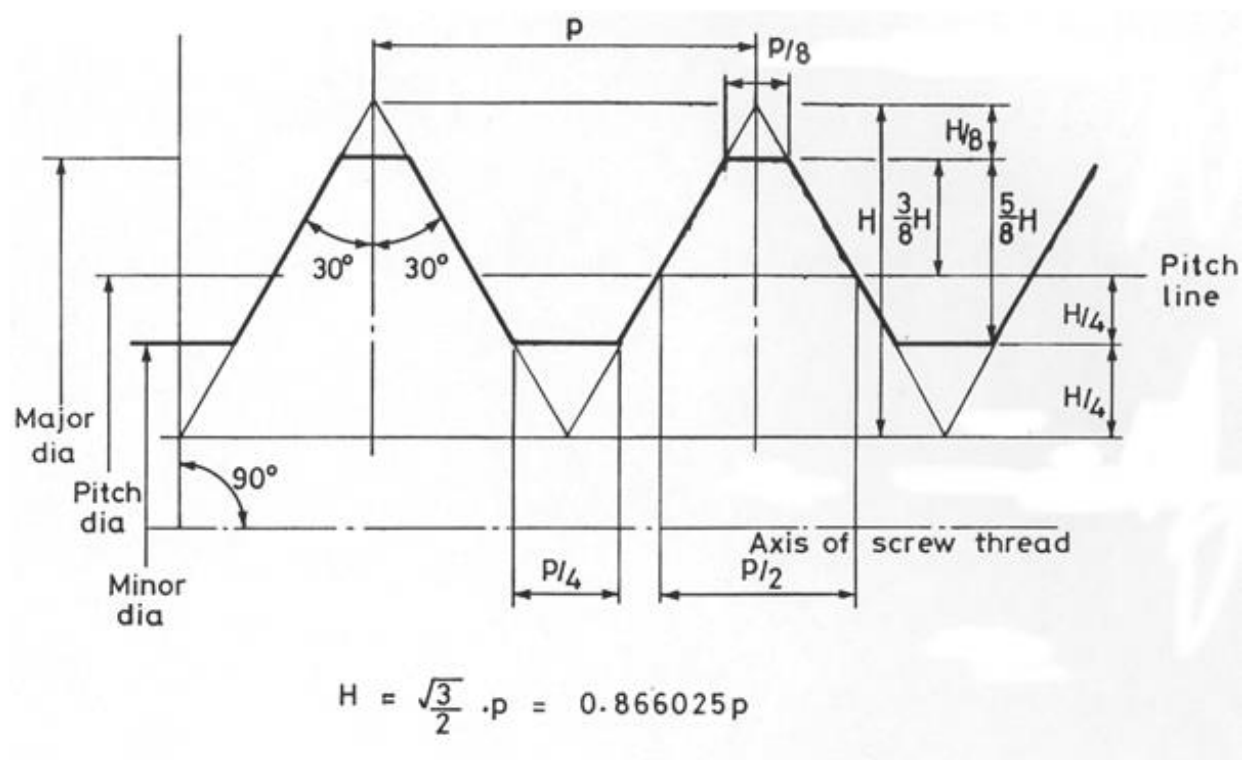
P	EI		es			
	położenie tolerancji					
	G	H	d	e	g	h
[mm]	[mm]					
0,5	+20	0	-	-50	+20	0
0,6	+21	0	-	-50	+21	0
0,7	+22	0	-	-56	+22	0
0,75	+22	0	-	-56	+22	0
0,8	+24	0	-	-60	+24	0
1	+26	0	-90	-60	+26	0
1,25	+28	0	-95	-63	+28	0
1,5	+32	0	-95	-67	+32	0
1,75	+34	0	-100	-71	+34	0
2	+38	0	-100	-71	+38	0
2,5	+42	0	-106	-80	+42	0
3	+48	0	-112	-85	+48	0
3,5	+53	0	-118	-90	+53	0
4	+60	0	-125	-95	+60	0
4,5	+63	0	132	-100	+63	0
5	+71	0	-132	-106	+71	0
5,5	+75	0	-140	-112	+75	0
6	+80	0	-150	-118	+80	0

8.9.3 Wartości odchyłek wymiarów nietolerowanych

Dokładność wykonania	Wymiar nominalny				
	< 6	6 ÷ 30	30 ÷ 120	120 ÷ 315	315 ÷ 1000
	odchyłka ± [μm]				
duża	50	100	150	200	300
średnia	100	200	300	500	800
mała	200	500	800	1200	2000
b.mała	500	800	1200	2000	3000

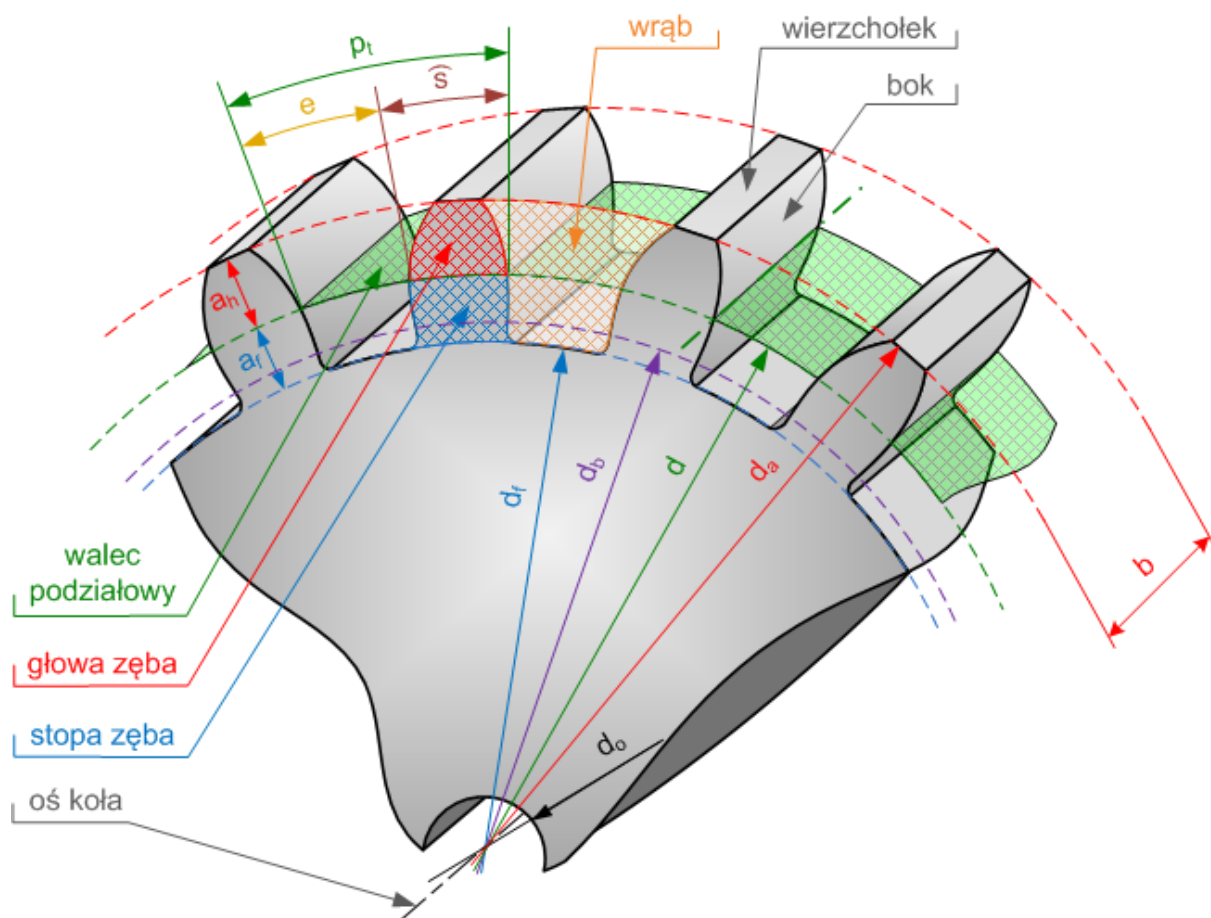
8.10 Pomiary - Średnice wałeczków pomiarowych d_w zależnie od skoku gwintów

d_w	Gwinty metryczna ($2\alpha = 60^\circ$)	Gwinty metryczna i rurowe	d_w	Gwinty metryczna ($2\alpha = 60^\circ$)	Gwinty Whitwortha ($2\alpha = 55^\circ$)
[mm]	Skok P [mm]	Liczba zwojów na 1 cal	[mm]	Skok P [mm]	Liczba zwojów na 1 cal
0,17	0,25÷0,3	-	0,895	1,5	
0,195	-	85÷78	1,1	1,75	
0,22	0,35	74÷66	1,35	2	
9,25	0,4	64÷58	1,65	2,5	
0,29	0,45÷0,5	56÷50	2,05	3÷3,5	
0,335	0,6	48÷40	2,55	4÷4,5	
0,39	-	40÷36	3,2	5÷5,5	
0,455	0,7÷0,8	34÷31	4,0	6	
0,53	0,9	30÷26	5,05	-	
0,62	1	25÷23	6,35	-	
0,725	1,25	22÷19	-	-	



9 LABORATORIUM sala 102 -nr 6 - Pomiary kół zębatach

9.1 Oznaczenia wymiarowe



a_h - wysokość wierzchołka (głowy) zęba

a_f - wysokość podstawy (stopy) zęba

p_t - podziałka obwodowa

s - grubość zęba

e - szerokość wrębu

b - szerokość uzębienia (wieńca zębatego)

d_f - średnica podstaw (stóp)

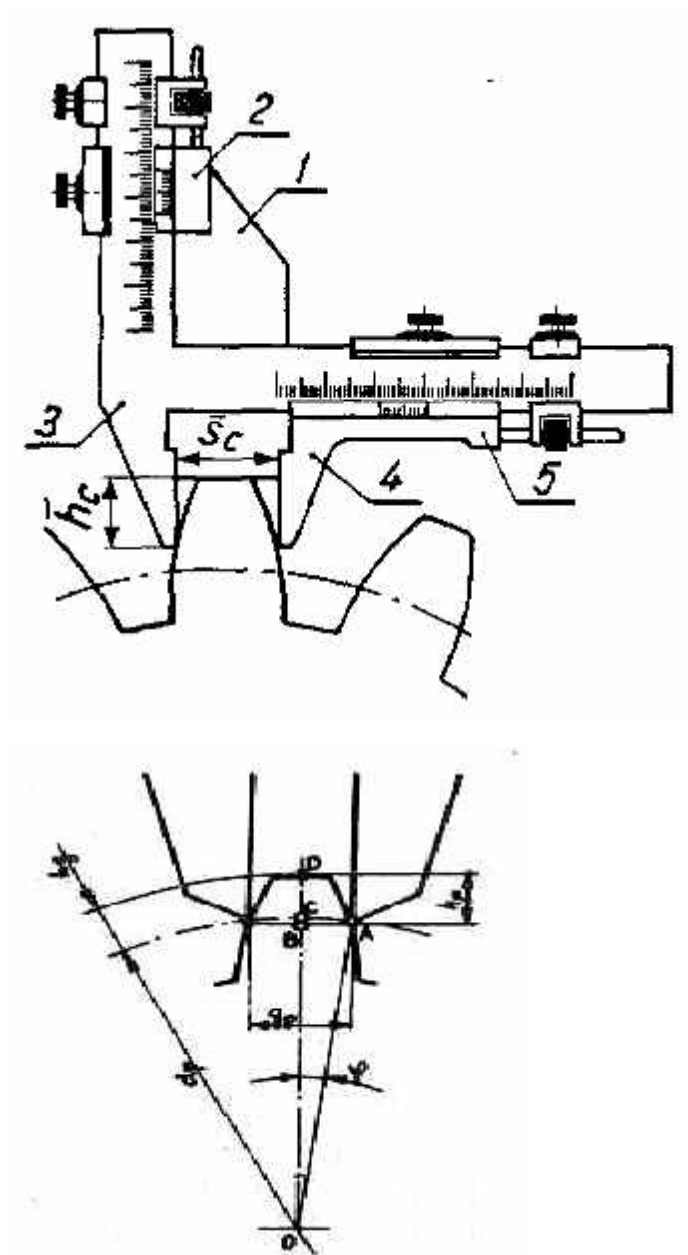
d_b - średnica okręgu zasadniczego

d - średnica podziałowa

d_a - średnica wierzchołkowa (głów)

d_o - średnica otworu koła zębatego

9.2 Pomiary za pomocą suwmiarki modułowej- teoria



$$g_p = m \cdot z \cdot \sin \varphi$$

$$h_p = BD = CD + BC \quad \text{gdzie} \quad CD = h_x$$

$$\text{oraz} \quad BC = OC - OB = \frac{dp}{2} (1 - \cos \varphi)$$

$$\text{stad} \quad h_p = h_g + \frac{dp}{2} (1 - \cos \varphi) \quad \text{podstawiając pod wz.}$$

$$d_p = m \cdot z$$

$$h_p = m \left[y + x + \frac{z}{2} (1 - \cos \varphi) \right]$$

grubość pomiarową zęba g_p oblicza się z trójkąta OAB:

$$g_p = 2 \cdot AB$$

Ponieważ $AB = \frac{d_p}{2} \cdot \sin \varphi$, uwzględniając wzór $d_p = m \cdot z$

otrzymamy $g_p = m \cdot z \cdot \sin \varphi$

φ – środkowy kąt odpowiadający połowie grubości zęba wyznacza

się z proporcji $\varphi : \frac{g}{2} = 2 \cdot \pi : d_p$ stad $\varphi : \frac{g}{2} = 2 \pi : \pi \cdot d_p$

$$\varphi = \frac{g}{d_p} \quad \text{w sumie otrzymujemy}$$

9.3 Pomiary za pomocą suwmiarki modułowej -Tabela

Tabela Wysokość i cięciwa pomiarowa zęba normalnego, zerowego dla $m=1$

Liczba zębów z	h_p	g_t	Liczba zębów z	h_p	g_t
10	1,0615	1,5643	30	1,0206	1,5700
11	0559	5654	33	0192	5701
12	0513	5663	34	0182	5702
13	0473	5669	35	0176	5702
14	0440	5674	36	0171	5703
15	1,0411	1,5679	38	1,0162	1,5703
16	0385	5682	40	0154	5704
17	0363	5685	42	0146	5704
18	0342	5688	44	0141	5704
19	0324	5690	45	0137	5704
20	1,0308	1,5692	46	1,0134	1,5705
21	0293	5693	48	0128	5706
22	0281	5694	50	0123	5707
23	0268	5695	55	0112	5707
24	0257	5696	60	0103	5708
25	1,024	1,5697	70	1,0088	1,5708
26	0237	5697	80	0077	5708
27	0228	5698	97	0064	5708
28	0221	5699	127	0048	5708
29	0212	5700	135	0045	5708
			zębatka	1,0000	1,5708

Objaśnienia:

Uwaga: Dla $m \neq 1$ należy wartość z Tabeli powyżej pomnożyć razy X

9.4 Pomiar mikrometrem talerzykowym- Tabela

Koła zębate. Pomiar przez k zębów, wartości pomiarowe ($\alpha = 20^\circ$; $m = 1$; $\chi = 0$; bez luzu obwodowego)

z	k	W'	z	k	W'	z	K	W'
6	2	4,5122	34	5	13,7608	60	8	22,9813
7		5262	35		7748	61		9953
8		5402	36		7838	62		23,0093
9		5542	37		8028	63		0233
10		5682	38		8168	64		0373
11		5823	39		8308	65		0513
12		5963	40		8448	66		0653
13		6103	41		8588	67		0793
14		6243	42		8728	68		0933
15		6383						
16	3	7,6044	43	6	16,8390	69	9	26,0595
17		6184	44		8530	70		0735
18		6324	45		8670	71		0875
19		6464	46		8810	72		1015
20		6604	47		8950	73		1155
21		6744	48		9090	74		1295
22		6884	49		9230	75		1435
23		7025	50		9370	76		1575
24		7165				77		1715
25								
25	4	10,6826	51	7	19,9031		10	
26		6966	52		9171	78		29,1377
27		7106	53		9311	79		1517
28		7246	54		9451	80		1657
29		7386	55		9592	81		1797
30		7526	56		9732	82		1937
31		7666	57		9872	83		2077
32		7806	58		20,0012	84		2217
33		7946	59		0152	85		2357

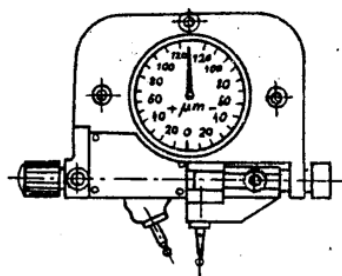
Objaśnienia:

z – liczba zębów w kole,

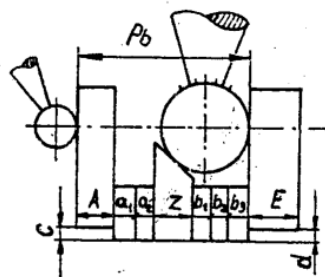
k – liczba zębów objętych pomiarem, d

la $m \neq 1$ należy wartość W' pomnożyć przez ten moduł: $W_k = W' m$ [mm].

9.5 Pomiar przyrządem do pomiaru podziałki przyporu - tabela



Rys.6.11. Przyrząd do pomiaru podziałki przyporu



Rys.6.12. Schemat nastawiania przyrządu

Tabela 6.3. Zestawy płytek wzorcowych do nastawiania przyrządu zgodnie z rys.6.11.

Moduł	Średnica kulki D	Podziałka nominalna P_b	A	a = a+a+...	z	b = b ₁ +b ₂ +...	c	d
2	2,76	5,904	-	-	4,9	1,004	-	-
2,25	3,105	6,642	-	-	4,9	1,742 = 1,24+0,502	-	-
2,5	3,45	7,38	1,41	-	4,9	1,08	6	-
2,75	3,795	8,118	1,21	-	4,9	2,018 = 1,01+1,008	6	-
3	4,14	8,856	1,91	-	4,9	2,056 = 1,05+1,006	6	-
3,25	4,485	9,594	1,61	-	4,9	3,094 = 1,09+1,004+1	6	-
3,5	4,83	10,332	2	1,03	4,9	2,402 = 1,4+1,002	1	1
3,75	5,175	11,07	2	1,5	4,9	2,67 = 1,6+1,07	1	1
4	5,52	11,808	2	2	4,9	2,908 = 1,9+1,008	1	1
4,5	6,21	13,284	2	3	4,9	3,384 = 1,3+1,08+1,004	2	2
5	6,90	14,760	2	3,5 = 1,8+1,7	4,9	4,36 = 2+1,3+1,06	2	2

10 LABORATORIUM - sala 30 nr 7 Opracowanie wyników pomiarów, błędy pomiarów, obliczanie niepewności pomiaru

10.1 Błędy systematyczne

10.2 Błąd spowodowany odkształceniem powierzchniowym

Do tej grupy błędów zalicza się błędy spowodowane odkształceniem (spłaszczeniem) mierzonego przedmiotu i płaszczyzny pomiarowej (np. stolika) oraz odkształceniem (spłaszczeniem) przedmiotu i końcówki pomiarowej w miejscach zetknięcia. Odkształcenia te powstają pod wpływem nacisku pomiarowego i ciężaru mierzonego przedmiotu. Można je obliczyć, posługując się tzw. wzorami Hertza, uwzględniającymi poszczególne przypadki zetknięć, przede wszystkim elementów stalowych. Wzory te podano w tab

oznaczenia

a - odkształcenie (spłaszczenie) [μm]

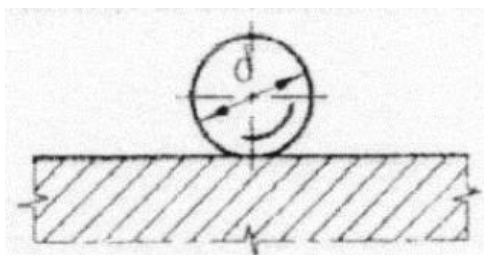
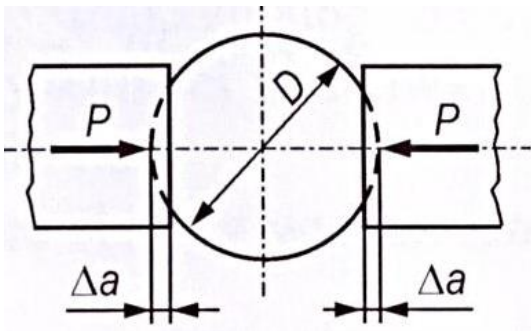
D, d - średnice mierzonych elementów [mm],

l - odległość styku walka z płaszczyzną [mm],

p - nacisk pomiarowy [N],

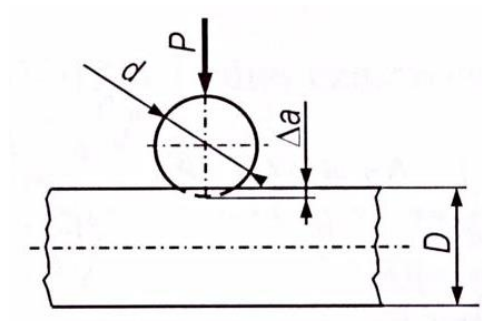
E moduł sprężystości (dla stali $E = 2 \times 10^5$ MPa).

Kula i płaszczyzna



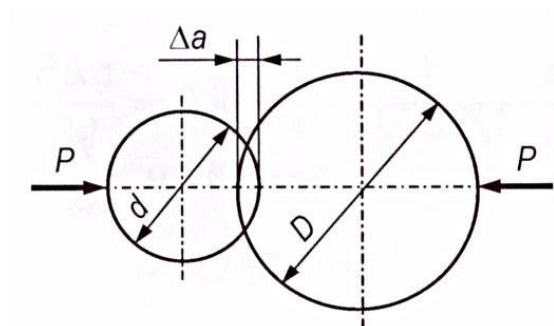
$$\Delta a = 0,41 \sqrt[3]{\frac{p^2}{d}}$$

Kula i walec



$$\Delta a = 0,47 \sqrt[3]{P^2} \frac{\sqrt[4]{\left(\frac{1}{d} + \frac{1}{D}\right) \cdot \frac{1}{d}}}{\sqrt[6]{\frac{2}{d} + \frac{1}{D}}}$$

Dwie kule

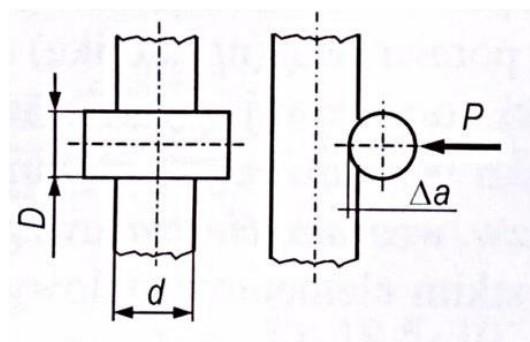


$$\Delta a = 0,41 \sqrt[3]{\frac{P^2}{d} \left(\frac{1}{d} + \frac{1}{D}\right)}$$

lub gdy $d = D$

$$\Delta a = 0,52 \sqrt[3]{\frac{P^2}{d}}$$

Dwa walce skrzyżowane pod kątem 90°

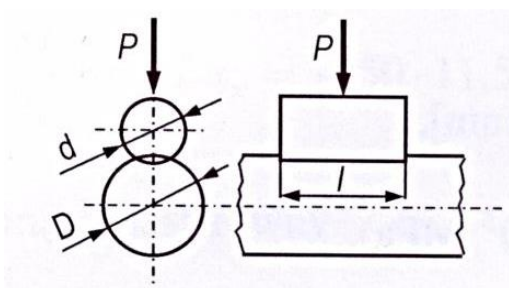


$$\Delta a = 0,47 \frac{\sqrt[3]{P^2}}{\sqrt[12]{d \cdot D(d + D)^2}}$$

gdy $d = D$

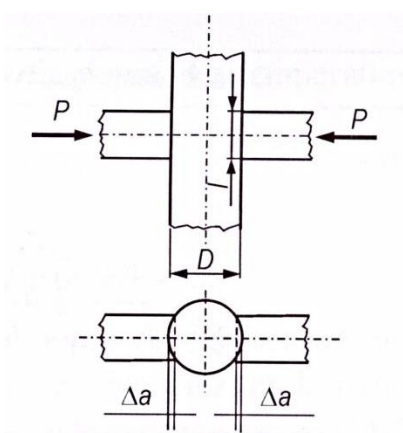
$$\Delta a = 0,52 \sqrt[3]{\frac{P^2}{d}}$$

Dwa walce równoległe



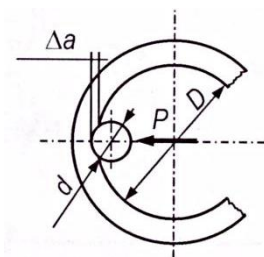
$$\Delta a = 4,6 \cdot \frac{P}{l} \sqrt[3]{\left(\frac{1}{d} + \frac{1}{D}\right)}$$

Walec i płaszczyzna



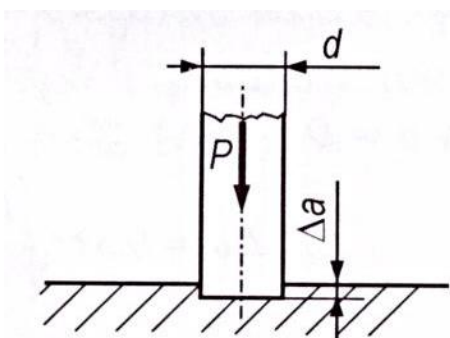
$$\Delta a = 46 \cdot 10^{-3} \frac{P}{l} \sqrt[3]{\frac{1}{D}}$$

Kula i wewnętrzna powierzchnia cylindra



$$\Delta a = 0,47 \sqrt[3]{P^2} \frac{\sqrt[4]{\left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D}\right) \cdot \frac{1}{d}}}{\sqrt[6]{\frac{2}{d} - \frac{1}{D}}}$$

Walec prostopadły do płaszczyzny

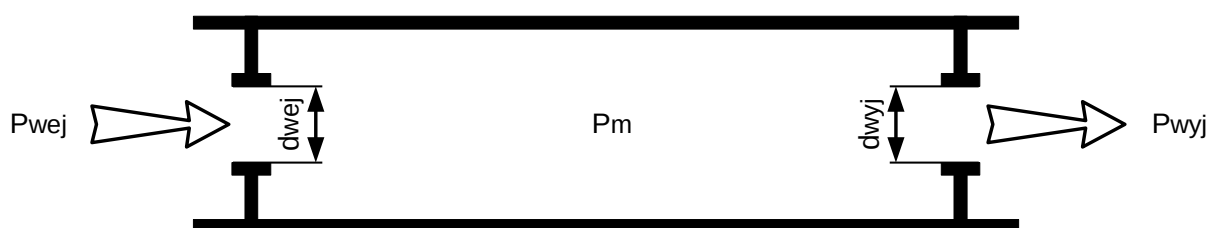


$$\Delta a = 18 \cdot 10^{-3} \frac{P}{4d}$$

11 LABORATORIUM - sala 30 -nr 12 Pneumatyczne pomiary długości

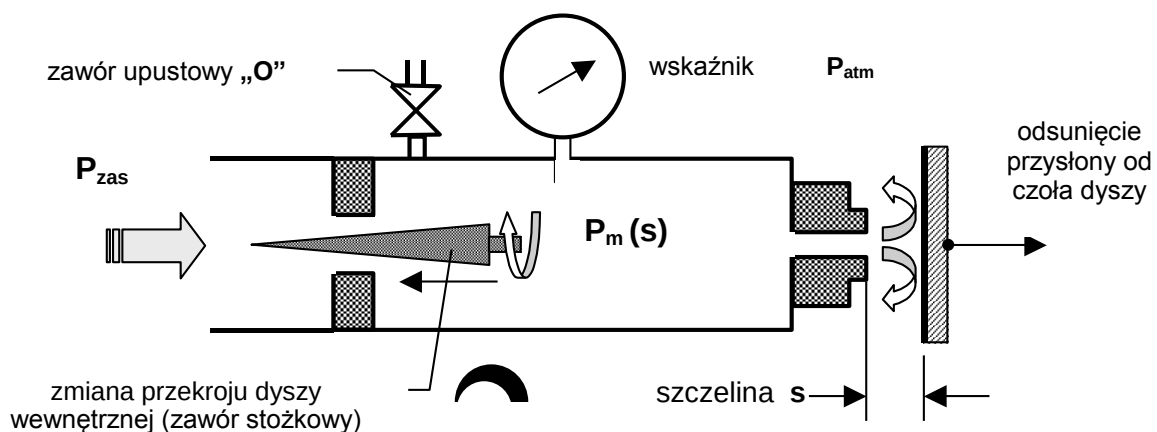
11.1 Aeropan zasada działania

Pneumatyczne przyrządy do pomiarów długości pracują wg metody pomiaru zmian ciśnienia, zwanej często także zasadą ciśnienia dynamicznego (spiętrzenia). Szybkość przepływu względnie czasowe natężenie przepływu, dające się nastawić (regulować) zależnie od odległości dyszy mierniczej od powierzchni obrabianego przedmiotu, powoduje powstanie ciśnienia statystycznego pomiędzy dyszą zasilającą kaskadę (dyszą wejściową), a dyszą wyjściową, która w pneumatycznych przyrządach jest dyszą pomiarową. Taki układ dysz, przez który przepływającym czynnikiem jest powietrze, nazywamy kaskadą pneumatyczną.



RYS. 11.1 . SCHEMAT KASKADY PNEUMATYCZNEJ

W oparciu o zasadę budowy kaskady pneumatycznej zbudowany jest ciśnieniowy przyrząd pneumatyczny AEROPAN BO. Schemat kaskady pneumatycznej przyrządu AEROPAN BO przedstawiono na rysunku 2. Powietrze pod ciśnieniem P_{zas} , wytworzonym



RYS. 11.2 . SCHEMAT BUDOWY KASKADY PNEUMATYCZNEJ PRZYRZĄDU POMIAROWEGO AEROPAN BO.

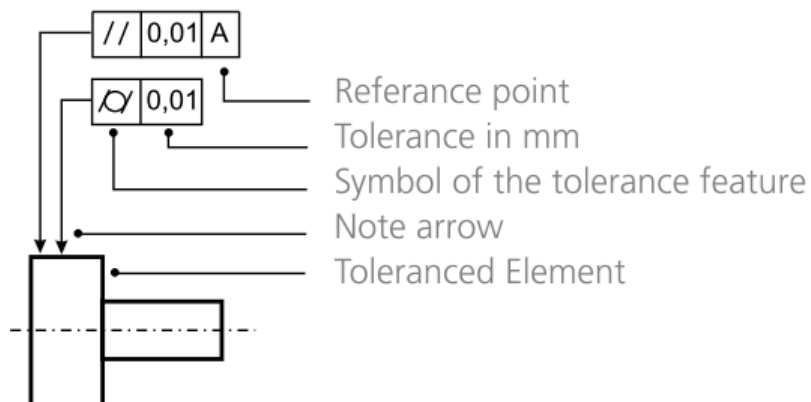
przez sprężarkę, dostaje się do komory roboczej przyrządu. Zasilanie odbywa się przez dyszę o regulowanej, za pomocą ruchomej iglicy, powierzchni przekroju otworu. Komora robocza wyposażona jest w zawór upustowy oraz wskaźnik (manometr) do pomiaru ciśnienia P_m . Powietrze opuszcza komorę roboczą przez dyszę o stałym przekroju. Wypływ z dyszy stałej jest ograniczony przez przysłonę, oddaloną od czoła dyszy o odległość s .

Parametry układu pomiarowego pneumatycznego przyrządu pomiarowego Aeropan BO:

- ciśnienie zasilania precyzyjnego stabilizatora ciśnienia: $3 \div 5$ MPa,
- ciśnienie zasilania układu pomiarowego (stabilizowane): 1,5 MPa,
- wartość działki elementarnej wskaźnika zmian ciśnienia (manometru): 1°

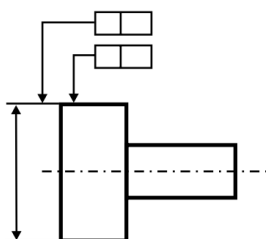
Charakterystyka statyczna to zależność funkcyjna pomiędzy sygnałem wyjściowym oraz sygnałem wejściowym i zakłóceniami wyznaczonymi w stanach ustalonych. Stan ustalony to stan, dla którego w układzie nie występują już zmiany sygnału wyjściowego. W przypadku ciśnieniowego przyrządu pneumatycznego charakterystyką statyczną nazywamy zależność zmian ciśnienia w komorze roboczej P_m od zmiany wielkości szczeliny s .

12 Tablice



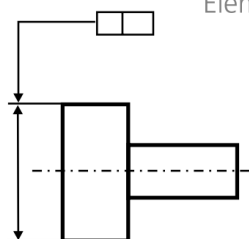
Note arrow on the contour line or Extension lines :

if the tolerance on the line or related area itself



Note arrow as an extension of the Dimension line:

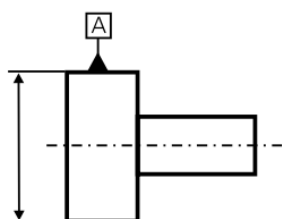
If the tolerance for the axis or medium level or a point of Element applies.



Reference

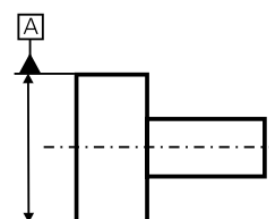
Triangle of reference points is related on the contour line of the element or on the extension lines :

if the relation shown a line or surface is.

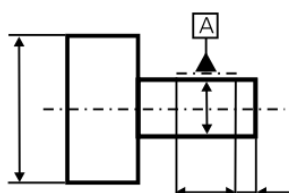


as an extension of the dimension line:

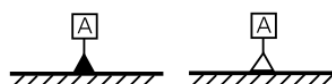
If the reference is the axis of the center plane or a suitably dimensioned point.



Restriction of the reference to a section of the element as a semi-colon line with dimensions:



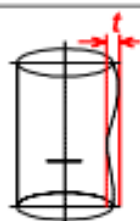
A filled or empty reference triangle are equal in their meaning :





PROSTOLINOWOŚĆ

ISO 1101

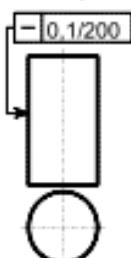
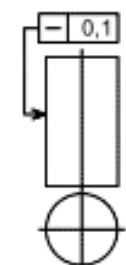


Definicja

Przedział tolerancji jest ograniczony w płaszczyźnie pomiaru dwoma równoległymi liniami prostymi leżącymi w odległości t od siebie.

Przykłady

Każda tworząca tolerowanej powierzchni walcowej musi leżeć pomiędzy dwoma prostymi odległymi od siebie o 0,1.



Dowolny odcinek długości 200 dowolnej tworzącej tolerowanej powierzchni walcowej musi leżeć pomiędzy dwoma równoległymi prostymi odległymi od siebie o 0,1.

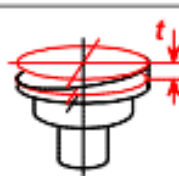
Wskazówka:

Dalsze tolerancje prostoliniowości patrz DIN ISO 1101.



PŁASKOŚĆ

ISO 1101

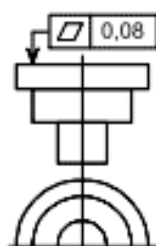


Definicja

Przedział tolerancji jest ograniczony dwoma równoległymi płaszczyznami leżącymi od siebie w odległości t .

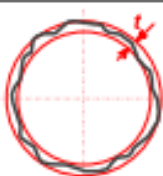
Przykład

Tolerowana powierzchnia musi leżeć pomiędzy dwoma równoległymi płaszczyznami odległymi od siebie o 0,08.



OKRĄGŁOŚĆ

ISO 1101

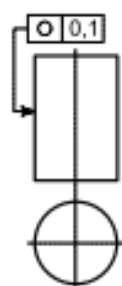


Definicja

Przedział tolerancji jest w płaszczyźnie pomiaru prostopadłej do osi ograniczony dwoma okręgami współśrodkowymi leżącymi w odległości t od siebie.

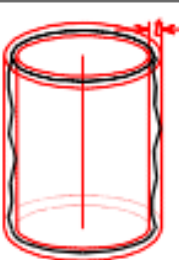
Przykład

Linia obwodu w dowolnym przekroju tolerowanej powierzchni walcowej musi leżeć pomiędzy dwoma współśrodkowymi okręgami odległymi od siebie o 0,1.



WALCOWOŚĆ

ISO 1101

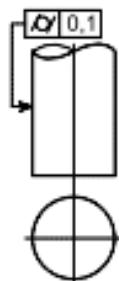


Definicja

Przedział tolerancji jest ograniczony dwoma współosiowymi walcami okręgami leżącymi w odległości t od siebie.

Przykład

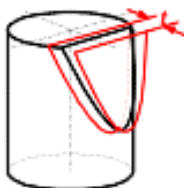
Tolerowana powierzchnia walcowa musi leżeć pomiędzy dwoma współosiowymi walcami odległymi od siebie o 0,1.





NACHYLENIE

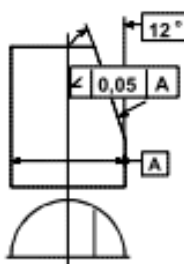
ISO 1101



Definicja

Przedział tolerancji jest ograniczony dwoma równoległymi płaszczyznami leżącymi w odległości t od siebie i nachylenymi do płaszczyzny odniesienia pod wyznaczonym kątem.

Przykład

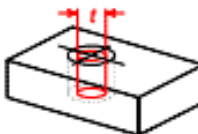


Tolerowana powierzchnia musi leżeć pomiędzy dwoma równoległymi płaszczyznami odległymi o 0,05 od siebie, które są nachylone pod kątem 12° do osi odniesienia A.



POZYCJA

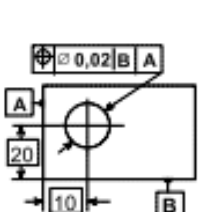
ISO 1101



Definicja

Jeżeli wartość tolerancji jest poprzedzona znakiem $\varnothing$, wówczas przedział tolerancji jest ograniczony powierzchnią walca o średnicy t , którego oś pokrywa się z teoretycznie dokładnym położeniem linii tolerowanej.

Przykład



Oś tolerowanego otworu musi leżeć wewnątrz walca o średnicy 0,02, którego oś pokrywa się z teoretycznie dokładnym położeniem linii tolerowanej względem powierzchni A i B.

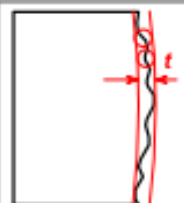
Uwaga:

Tolerancja symetrii linii lub osi patrz DIN ISO 1101.



PROFIL LINII

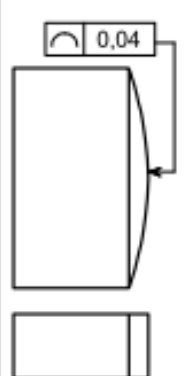
ISO 1101



Definicja

Przedział tolerancji jest ograniczony przez dwie linie, styczne do okręgów o średnicy t , których środki leżą na linii o idealnym kształcie geometrycznym.

Przykład

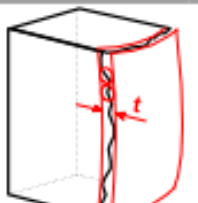


W każdym przekroju równoległym do płaszczyzny rysunku tolerowany profil musi leżeć pomiędzy dwoma liniami stycznymi do okręgów o średnicy 0,04, których środki leżą na linii o idealnym kształcie geometrycznym.



PROFIL POWIERZCHNI

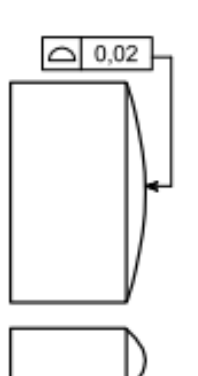
ISO 1101



Definicja

Przedział tolerancji jest ograniczony przez dwie powierzchnie, styczne do kul o średnicy t , których środki leżą na powierzchni o idealnym kształcie geometrycznym.

Przykład

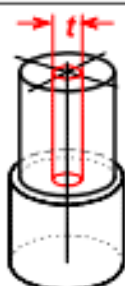


Rozpatrywana powierzchnia musi leżeć pomiędzy dwoma powierzchniami stycznymi do kul o średnicy t , których środki leżą na powierzchni o idealnym kształcie geometrycznym.



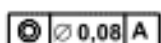
WSPÓŁŚRODKOWOŚĆ WSPÓŁOSIOWOŚĆ

ISO 1101



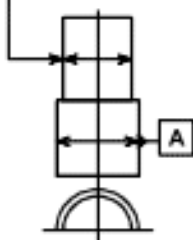
Definicja

Przedział tolerancji stanowi wałek o średnicy t , którego oś pokrywa się z linią odniesienia.



Przykład (współosiowość)

Oś tolerowanego walca musi leżeć wewnątrz walca o średnicy 0,08 którego oś pokrywa się z osią odniesienia A.



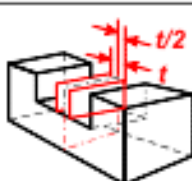
Uwaga:

Tolerancja współśrodkowości patrz DIN ISO 1101.



SYMETRIA

ISO 1101

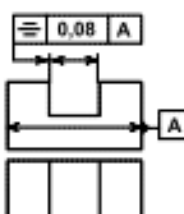


Definicja

Przedział tolerancji jest ograniczony dwoma płaszczyznami odległymi o t , leżącymi symetrycznie względem osi lub płaszczyzny odniesienia.

Przykład

Płaszczyzna środkowa rowka musi leżeć pomiędzy dwoma równoległymi płaszczyznami odległymi o 0,08, które są symetryczne względem środkowej płaszczyzny elementu odniesienia A.



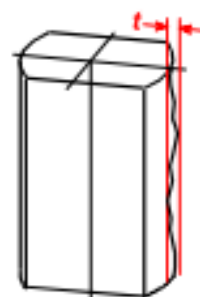
Uwaga:

Tolerancja symetrii linii lub osi patrz DIN ISO 1101.



RÓWNOLEGŁOŚĆ

ISO 1101

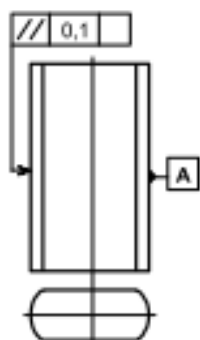


Definicja

Przedział tolerancji jest w płaszczyźnie pomiaru ograniczony przez dwie linie proste odległe o t , równoległe do odniesienia.

Przykład

Każda linia tworząca tolerowanej powierzchni musi leżeć pomiędzy dwoma równoległymi liniami odległymi o 0,1, które są równoległe do płaszczyzny odniesienia A.



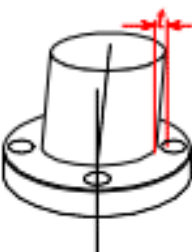
Uwaga:

Tolerancja symetrii linii lub osi patrz DIN ISO 1101.



PROSTOPADŁOŚĆ

ISO 1101

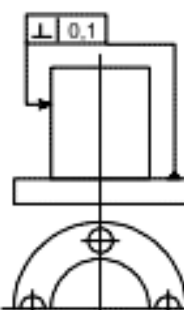


Definicja

Przedział tolerancji jest w płaszczyźnie pomiaru ograniczony przez dwie równoległe linie proste odległe o t , prostopadłe do odniesienia.

Przykład

Każda linia tworząca tolerowanej powierzchni musi leżeć pomiędzy dwoma równoległymi liniami odległymi o 0,1, które są równoległe do płaszczyzny odniesienia.



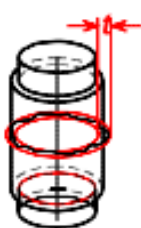
Uwaga:

Tolerancja symetrii linii lub osi patrz DIN ISO 1101.



BICIE LOKALNE

(tu poprzeczne) ISO 1101

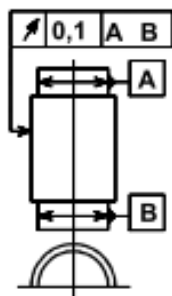


Definicja

Przedział tolerancji jest w płaszczyźnie pomiaru prostopadłej do osi ograniczony przez dwa współśrodkowe okręgi odległe od siebie o t , których wspólny środek leży na osi odniesienia.

Przykład

Linia obwodowa dowolnego przekroju tolerowanej powierzchni walcowej musi leżeć pomiędzy dwoma współśrodkowymi okręgami odległymi o 0,1, których wspólny środek leży na osi odniesienia utworzonej z A i B.



Wskazówki:

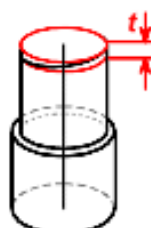
Przy pomiarze obiekt mierzony należy obracać wokół osi odniesienia.

Tolerancja bicia wzdłużnego i tolerancje bicia w dowolnym lub zadanym kierunku patrz DIN ISO 1101.



BICIE CAŁKOWITE

ISO 1101

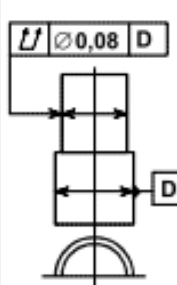


Definicja

Przedział tolerancji jest ograniczony przez dwie płaszczyzny równoległe odległe o t , prostopadłe do osi odniesienia.

Przykład (całkowite bicie wzdłużne)

Tolerowana powierzchnia musi leżeć pomiędzy dwoma równoległymi powierzchniami odległymi o 0,1, prostopadłymi do osi odniesienia D.



Wskazówki:

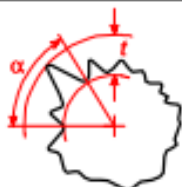
Przy pomiarze obiekt mierzony należy kilkakrotnie obrócić wokół osi odniesienia. Obiekt mierzony i urządzenie pomiarowe przesuwają względem siebie promieniowo.

Tolerancja całkowitego bicia poprzecznego patrz DIN ISO 1101.



OKRĄGŁOŚĆ W SEKTORZE KĄTOWYM

ISO 1101

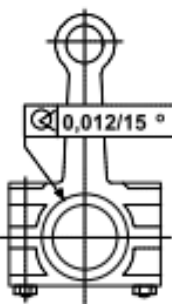


Definicja

Przedział tolerancji jest w płaszczyźnie pomiaru prostopadłej do osi ograniczona przez dwa współśrodkowe okręgi odległe od siebie o t . Mierzona linia obwodu musi leżeć w przedziale tolerancji dowolnego sektora kąтового wyznaczonego od środka profilu.

Przykład

W dowolnym sektorze kątowym o szerokości 15° , wyznaczonym od środka profilu, "lokalna" odchyłka okrągłości musi być mniejsza niż 0,012.



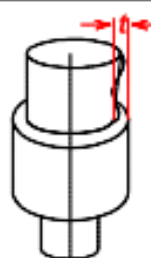
Wskazówka:

Odchyłka okrągłości wg DIN ISO 1101 może być większa i w razie potrzeby tolerowana specjalnie.



STOŻKOWOŚĆ

ISO 1101

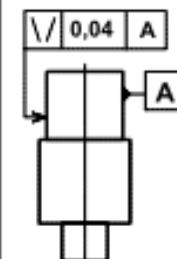


Definicja

Przedział tolerancji jest w płaszczyźnie pomiaru ograniczona przez dwie linie równoległe do odniesienia, odległe od siebie o t . Nie zmierzony profil, lecz ograniczony do odcinka pomiarowego segment prostej odniesienia wyznaczonej metodą LSS musi leżeć w przedziale tolerancji.

Przykład

Każdy, zmierzony na tolerowanej powierzchni walcowej, segment prostej referencyjnej obliczonej metodą LSS musi leżeć pomiędzy dwoma liniami prostymi odległymi o 0,04, równoległymi do przeciwległej linii tworzącej.

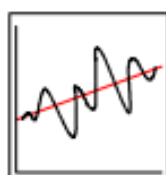


Wskazówki:

Odchyłka równoległości może być większa i w razie potrzeby tolerowana specjalnie.

METODY OBLICZENIOWE ELEMENTÓW ODNIESIENIOWYCH

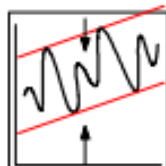
ISO 6318



Linia średnia

Linia średnia przechodząca przez profil w ten sposób, że suma kwadratów odchyłek profilu jest minimalna.

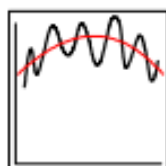
LSS = Least Square Straights



Minimalne pasmo

Proste równoległe opisane na profilu przy minimalnej ich odległości.

MZS = Minimum Zone Straights



Parabola regresyjna

Parabola średnia (2. rzędu) przechodząca przez profil w ten sposób, że suma kwadratów odchyłek profilu jest minimalna.

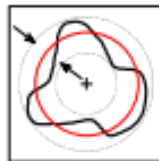
LSP = Least Square Parabola



Rozpoznanie krawędzi

Wyznaczana jest pozycja nieciągłości profilu (krawędź). Aż do krawędzi profil jest oceniany metodą LSS.

KER = Kanten ERkennung



Okrąg referencyjny

Okrąg przechodzący przez profil okrągłości w ten sposób, że suma kwadratów odchyłek profilu jest minimalna.

LSC = Least Square Circle



Minimalna odległość okręgów

Dwa współśrodkowe okręgi: opisany i wpisany, których wzajemna odległość jest minimalna.

MZC = Minimum Zone Circles



Najmniejszy okrąg opisany

Najmniejszy okrąg opisany na profilu okrągłości.

MCC = Minimum Circumscribed Circle



Największy okrąg wpisany

Największy okrąg wpisany w profil okrągłości.

MIC = Maximum Inscribed Circle

Recommended filter settings for Roundness measuring :

	Workpiece Ø (mm)	Wavelength cut-off (W/U)	Meas.points per rotating
Only Form	... 8	15	> 105
	> 8 ... 25	50	> 350
	> 25 ... 250	150	> 1050
	> 250	500	> 3500
Form and Waviness	...8	50	> 350
	> 8 ... 25	150	> 1050
	> 25 ... 250	500	> 3500
	> 250	1500	> 10500
Only waviness	...8	50-150	> 1050
	> 8 ... 25	50-500	> 3500
	> 25 ... 250	50-500	> 3500
	> 250	150-1500	> 10500

13 Błędy graniczne narzędzi pomiarowych

13.1 Przyrządy suwmiarkowy

13.1.1 Przyrządy suwmiarkowe - dopuszczalne błędy wskazań.

(suwmiarki, głębokościomierze i wysokościomierze suwmiarkowe). Dopuszczalne błędy wskazań.

Zakres wskazań [mm]	Noniusz [mm]		
	0,1	0,05	0,02
	Granice dopuszczalności błędów wskazań [μm]		
0-250	± 100	± 50	± 20
250-500	± 100	± 75	± 30
500-1000	± 150	± 100	-

13.1.2 Suwmiarki -wymagania techniczne, dopuszczalne błędy

Typ symbol	Noniusz [mm]	Zakres [mm]	Chropowa-tość pow. mierniczych „Ra” [μm]	Płaskość pow. mierniczych [μm]	Równoległość szczęk płaskich rozsuniętych [μm]	Równoległość szczęk krawędziowych [μm]	Błąd Wskazania [±μm]	Odchyłka łącznej grubości szczęk [μm]
Jednostronne: MaJa	0,1	0-250	16 (V10)	3	15	-	100	30
MaJa	0,1	0,400	0,16	3	15	-	100	30
MaJb	0,05	0,250	0,16	3	10	-	50	20
MaJb	0,05	0,400	0,16	3	10	-	75	20
MaJb	0,02	0,250	0,16	3	6	-	20	10
Dwustronne: MADb	0,05	0-250	0,16	3	10	20	50	20
MADb	0,05	0-400	0,16	3	10	20	75	20
Uniwersalne MAUa	0,1	0-140	0,16	3	15	30	100	-
MAUb	0,1	0,140	0,16	3	15	30	100	-
MAUc	0,05	0-140	0,16	3	10	20	50	-
MAUf	0,05	0-140	0,16	3	10	20	50	-

13.2 Mikrometry

13.2.1 Mikrometry – graniczne błędy dopuszczalne

Górne granice zakresu pomiarowego- [mm]	Klasa dokładności				Granice zmian wskazań przy ugięciu kabłąka [μm]
	0	1	0	1	
	granica błędów				
	wskazań		Równoległość płaskich Pow. mierniczych [μm]		
do 25	2	4	1,5	2	2
do 50	2	4	1,5	2,5	2
do 100	2	4	1,5	3	3
125 oraz 150	2,5	5	2	4	4
175 do 200	3	6	3	6	5
225 do 300	3,5	7	4	8	6

13.2.2 Mikrometry talerzykowe do kół zębatach - graniczne błędy dopuszczalne

Górne granice zakresu pomiarowego [mm]	Klasa dokładności			
	0	1	0	1
	Granice błędów			
	Wskazań [$\pm \mu\text{m}$]		Równoległość płaskich pow. mierniczych [	
Do 50	2,5	5	1,5	3
Do 150	4	7	2	5

13.3 Czujniki zegarowe

13.3.1 Czujniki zegarowe MDAA.

Granice dopuszczalne błędów wskazań

Zakres pomiarowy 0÷3/0,01 mm oraz 0÷10/0,01 mm	Klasa dokładności		Norma związana
	I	II	
Zmienność wskazań	[μm]		PN-68/M-53260
	3	5	
Błąd wskazań w granicach:			
1. Całego zakresu pomiarowego	20	30	
2. Dwu obrotów wskazówki	15	20	
3. Pół obrotu wskazówki	10	15	
4. 0,1 obrotu wskazówki	5	8	
Nacisk mierniczy	1,5 N		

13.3.2 Czujniki mechaniczne - charakterystyka metrologiczna

Rodzaj przekładni	Typ czujnika	Działka elem. mm	Zakres pomiarów $\pm$ [mm]	Przełożenie	Błąd wskazań $\pm$ [mm]	Nacisk pomiarowy [N]	ϕ tulei chwytu
dźwigniowa	Minimetr A (Limimetr) B C D	0,010 0,005 0,002 0,001	0,30 0,15 0,06 0,03	100 200 500 1000	2,5 2,0 1,0 0,5	1-4	28h8
dźwigniowa	Samorejestrujący (C. Zeiss) Szybkość taśmy v = 50-300 mm/min.	0,010÷0,002	0,100	1,000	1,0	2,5	28h6
dźwigniowo-zębata	Ortotest (C. Zeiss)	0,001	0,100	1000	1,0	2,5	28h6
sprężynowa	mikrokator	0,0005 0,001	0,040 0,040	2400 1200	0,3 0,5	1,2	28h6

13.3.3 Passametr MMCf. - charakterystyka metrologiczna

Cecha charakterystyka	Zakres pomiarowy [mm]			
	0-25	25-50	50-75	75-100
Zakres czujnika	$\pm 80 \mu\text{m}$			
Wartość działki elementarnej	2 μm			
Niepowtarzalność wskazań	0,5 μm			
Nacisk pomiarowy	7 $\pm$ 2 N			

13.4 Średnicówki

13.4.1 Średnicówki mikrometryczne – składane

MMWcc (Dz.NM.-XI/72-z.11). Norma związana PN-61/M-53246

Zakres pomiarowy [mm]	Błąd wskazania [± μm]
75—90	2
90-115	3
115-145	4
145-180	5
180-220	6
220-280	8
280-360	10

13.4.2 Średnicówka czujnikowa typ MDAh – graniczne błędy dopuszczalne (PN-64/M-53265). Granice dopuszczalnych błędów wskazań

Zakres nominalny [mm]	Zakres rzeczywisty średnicy [mm]	Błąd wskazania [μm]	Zmienność wskazań [μm]	Nacisk mierniczy [N]
4-9,5	3,7-9,8	± 15	5	<
10-18	9,4-18,6	± 15	5	<
18-35	17,4-30,6	± 15	5	<
30—50	29,4-50,6	± 15	5	<
50-150	49,4-150,6	± 20	5	<
150-300	149-301	± 20	5	<

13.5 Mikroskopy

13.5.1 Mikroskopy warsztatowe – graniczne błędy dopuszczalne

(MDW – mikroskop warsztatowy duży, MWM – mikroskop warsztatowy mały)

Przedział pomiarowy [mm]	Błąd wskazań mikroskopów [μm]	
	MWD	MWM
0-25	± 5	± 5
0-50	± 8	± 8
0-75	-	± 10
0-100	± 10	-
Błąd wskazania podziałki kątowej głowicy goniometrycznej	± 2'	
Niedokładność powiększenia urządzenia projekcyjnego; powiększenie 10x/15x/30x/50x	± 0,6%	

13.5.2 Głowice okularowe z zarysami łuków – MWD-Zs-8 – graniczne błędy dopuszczalne

Zakres r [mm]	Δr [mm]
0,1-2,0	± 0,010
2,25-5	± 0,025
5,5-19,5	± 0,50
20-29	± 0,100
30-60	± 0,500

13.6 Płyty pomiarowe

13.6.1 Płyty pomiarowe - dane techniczne oraz dopuszczalne odchyłki

Dane techniczne oraz dopuszczalne odchyłki płaskości.

Nazwa	Wymiary [mm]	Klasa dokładności		
		0	I	II
		Odchyłki płaskości [μm]		
Płyty żeliwne (do tuszowania)	160x160	6	12	24
	200x200	6	12	24
	315x200	7	13	26
	400x400	7	14	28
	500x500	8	16	32
	800x500	8	16	32
	1000x800	10	20	40
Minimalna liczba punktów przylegania w ϕ 25	j.w.	30	25	20
Płyty kształtowe: stalowe okrągłe, prostokątne, kwadratowe	do 160	0,6		
	ponad 160	1,8		
Płyty granitowe CSSR)	ϕ 200x50	6	12	24
	300x200x60	7	13	26
	400x300x80	7	14	28

*) Płyty pomiarowe granitowe odznaczają się dużą stabilnością wymiarową (brak naprężeń wewnętrznych) odpornością na zużycie (ścieralność), nie podlegają korozji, posiadają równomierną strukturę.

13.7 Liniały i Płytki interferencyjne

13.7.1 Płytki interferencyjne płaskie - dopuszczalne odchyłki

Dopuszczalne odchyłki płaskości (PN-60/M-54602)

Klasa dokładności	Średnice D [mm]			
	45	60	80	100
Odchyłki płaskości [μm]				
I	0,03	0,03	0,05	0,05
II	0,1	0,1	0,15	0,15

13.7.2 Liniały powierzchniowe MLTb - dopuszczalne odchyłki

(wg DZ.N.M.-Nr 10/72 z 10; PN-60/M=53180). Graniczne błędy płaskości powierzchni mierniczych [μm].

Długość L [mm]	Klasa dokładności liniału			Typ
	I	II	III	
500	7	14	70	MLTb-uźebrowanie, żeliwa
800	12	24	120	
1000	12	24	120	
1600	16	34	180	
Minimalna ilość punktów przylegania w ϕ 25	25	20	12	MLTa - prostokątne stalowe (nie objęte PN)
Dopuszczalny rozrzut	3	3	3	
340 x 12 x 35	5	10	50	
500 x 8 x 40	7	14	70	
750 x 10 x 50	10	18	100	
1000 x 12 x 50	12	24	120	

13.7.3 Liniały krawędziowe - dopuszczalne odchyłki

Dopuszczalne odchyłki prostoliniowości krawędzi pomiarowych (PN-60/M-53-184)

Długość krawędzi pomiarowej [mm]	Liniały jednokrawędziowe i dwukrawędziowe		Liniały trzykrawędziowe	
	klasa dokładności			
	0	1	0	1
	dopuszczalne odchyłki			
	do 160	0,5	2	1
od 160 do 250	1	3	2	3

13.7.4 Liniały powierzchniowe trójkątne MLTc - graniczne błędy

(wg Dz.N.M. – Nr 10/72 z 9). Graniczne błędy płaskości powierzchni mierniczych [μm]. Norma związana PN-60/M-53281

Długość L [mm]	Klasa dokładności	
	I	II
250		
500	7	14
800		
1000	12	24
Minimalna liczba punktów przylegania		
	25	20
Dopuszczalny rozrzut	3	3
Dopuszczalne błędy kątów	$\pm 5'$	± 10

13.8 Wzorce

13.8.1 Przymiary kreskowe – MLPa; MLPd. - dopuszczalne odchyłki

Dopuszczalne odchyłki odległości dowolnych kresów podziałki.

Zakres pomiarowy [mm]	W całym zakresie (odchyłka długości) [mm]
0 – 315	$\pm 0,10$
315 – 500	$\pm 0,15$
500 - 1000	$\pm 0,20$

13.8.2 Szczelinomierze -dopuszczalne odchyłki

(PN-60/M-53390) Szczelinomierze.

Grubość części roboczej a [mm]	Klasa dokładności	
	I	II
	+ Δa	
0,03 – 0,06	5	8
0,06 – 0,10	6	10
0,10 – 0,18	8	12
0,10 – 0,30	9	14
0,30 – 0,50	11	17
0,50 – 0,80	13	20
0,80 – 1,00	15	25

13.8.3 Wzorce łuków kołowych (promieniomierze MWKc). - Dopuszczalne odchyłki

Dopuszczalne odchyłki promieni.

Promień r [mm]	Odchyłka $\pm \Delta r$ [mm]
0 – 3	0,03
3 – 6	0,04
6 – 10	0,05
10 – 16	0,06
16 - 25	0,10

13.8.4 Wzorce zarysów gwintów MWGa. - dopuszczalne odchyłki

Skok P [mm]	Odchyłka $\pm \Delta P$ [mm]
0,4 – 1,5	$\pm 0,015$
1,75 – 6,0	$\pm 0,02$

13.8.5 kulki, wałeczki pomiarowe, wkładki płasko-równoległe, kły kontrolne, liniały sinusowe - Dopuszczalne odchyłki

Dopuszczalne odchyłki wymiaru nominalnego

L.p.	Rodzaj wkładki pomiarowej i jej wymiar [mm]	Dopuszczalne odchyłki [μm]
1	Kulki pomiarowe $\phi = 0,5 \div 25,0$	$\Delta d = \pm 0,5$
2	Wałeczki pomiarowe: $\phi d_w = 0,170 \div 6,350$	$\Delta d_w = \pm 0,5$
3	Wkładki płasko-walcowe $G = 2, 5, 8$	$\Delta g = \pm 0,5$
4	Wkładka płasko-równoległa $L_1 = 100$ lub $L_2 = 160$ B = 20	$\Delta b = \pm 0,5$
5	Kieł kontrolny – MLUh (błąd położenia osi kła)	$\Delta c = \pm 5$
6	Liniał sinusowy $L_1 = 100$ oraz $L_2 = 200$	$\Delta L_1 = \pm 2$ $\Delta L_2 = \pm 3$

14 Tolerancje kształtów i położenia (wyciąg z PN-80/M-02138)

14.1 Wartości odchyłek prostoliniowości i płaskości (wg PN-80/M-02138)

Zakresy długości [mm]	Dokładność kształtu											
	bardzo duża			duża			średnia		mała		bardzo mała	
	klasy (szeregi)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Wartości odchyłek [μm]											
do 10	0,25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40
25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
60	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
1000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400

14.2 Odchyłki okrągłości Δk oraz walcowości Δw (wg PN-80/M-02138)

Zakresy promieni [mm]	Dokładność kształtu											
	bardzo duża			duża		średnia		mała		Bardzo mała		
	klasy (szeregi)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Wartości odchyłek [μm]											
do 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50
9	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80
25	0,6	1	1,6	2,5	4	8	10	16	25	40	60	100
60	0,8	1,2	2	3	5	10	12	20	30	50	80	120
125	1	1,6	2,5	4	6	12	16	25	40	60	100	160
250	1,2	2	3	5	8	16	20	30	50	80	120	200
400	1,6	2,5	4	6	10	20	25	40	60	100	160	250
625	2	3	5	8	12	20	30	50	80	1290	200	300
1000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400

Uwaga: Wartości odchyłek owalności stożkowatości, baryłkowatości i zwężkowości, należy przyjmować dwukrotnie większe niż podano w tablicy.

14.3 Odchyłki równoległości i prostopadłości oraz bicie osiowe (wzdłużne) (wg PN-80/M-02138)

Zakresy długości ¹ [mm]	Dokładność położenia											
	bardzo duża			duża		średnia		mała		Bardzo mała		
	klasy (szeregi)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Wartości odchyłek [μm]											
do 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
25	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
60	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
160	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
400	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
1000	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600

- 1) W przypadku bicia wzdłużnego, długość należy rozumieć jako średnicę odniesienia.

14.4 Wartości odchyłek bicia promieniowego (poprzecznego) (wyciąg z PN-80/M-02138)

Zakresy promieni [mm]	Dokładność położenia											
	bardzo duża		duża		średnia		mała		bardzo mała			
	klasy (szeregi)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	wartości odchyłek [μm]											
do 6	-	-	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
18	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
500	4	6	10	16	25	40	690	100	160	250	400	600
800	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800

14.5 Odchyłki współosiowości i symetrii (według z PN-80/M-02138)

Zakresy promieni [mm]	Klasy (szeregi)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Wartości odchyłek [μm]											
do 6	-	-	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
18	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120
50-	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
120	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
250	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
500	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
800	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400

15 Opracowano na podstawie

1. Tablice Mitutoyo
2. Tablice ZEISS
3. Tablice Jenoptik
4. <http://discrete.st.com/stonline/products/literature/ds/6100.pdf>
5. http://www.marcopol.pl/index.php?parent_id=107&menu_id=1
6. http://www.marcopol.pl/index.php?parent_id=107&menu_id=1
7. PN-EN ISO 286-1: 2011P. Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS). Układ kodowania ISO tolerancji wymiarów liniowych. Część 1: Podstawy tolerancji, odchyłek i pasowań.
8. PN-EN ISO 286-2: 2010E. Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS). System kodowania ISO dla tolerancji wymiarów liniowych. Część 2: Tablice klas tolerancji normalnych oraz odchyłek granicznych otworów i wałków.
9. PN-EN ISO 14405-1: 2011E. Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS). Tolerowanie wymiarów. Część 1: Wymiary liniowe wewnętrzne i zewnętrzne.

