



Zakład Metrologii i Systemów Pomiarowych
Politechnika Poznańska

ul. Jana Pawła II 24 60-965 POZNAŃ
(budynek Centrum Mechatroniki, Biomechaniki i Nanoinżynierii)
www.zmisp.mt.put.poznan.pl tel. +48 61 665 35 70 fax +48 61 665 35 95

POMIARY WYMIARÓW ZEWNĘTRZNYCH I WEWNĘTRZNYCH

POZNAŃ III.2017

© ZMiSP

1. CEL I ZAKRES ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest określenie wartości tolerancji wałka i otworu oraz ich pasowania na podstawie dokonanych w trakcie zajęć pomiarów oraz zapoznanie się z przyrządami stosowanymi w pomiarach wymiarów zewnętrznych i wewnętrznych.

2. ZAKRES OBOWIĄZUJĄCEGO MATERIAŁU

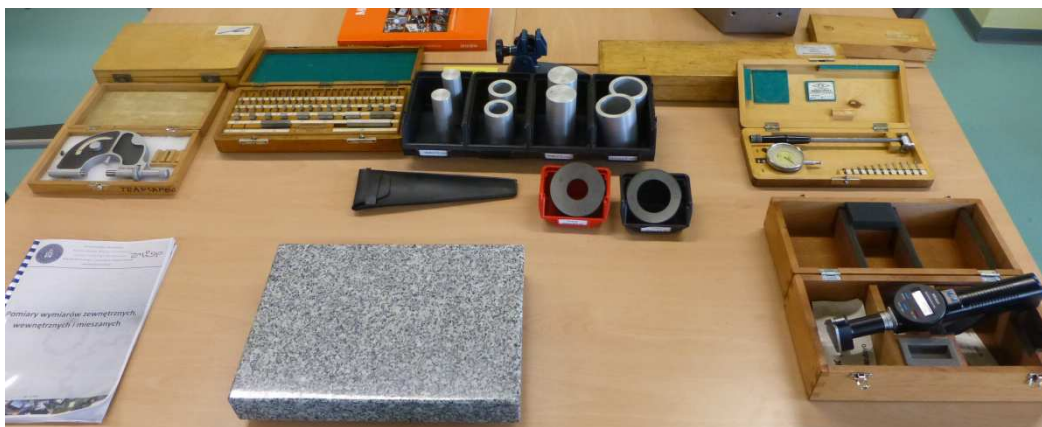
Obowiązujący materiał obejmuje pojęcia związane z tolerancją i pasowaniem oraz obsługę urządzeń pomiarowych – suwmiarka, mikromierz, transametr i średnicówka [1, 2].

3. LITERATURA

- [1] W. Jakubiec, J. Malinowski: Metrologia wielkości geometrycznych. Wydanie 5. WNT 2009
- [2] P. Paczyński: Metrologia techniczna. Przewodnik do wykładów, ćwiczeń i laboratoriów. WPP 2003

4. OPIS STANOWISKA

Stanowisko badawcze wyposażone jest w suwmiarkę do pomiarów wstępnych oraz transametr do dokładnego pomiaru średnicy wałka i średnicówkę (2 i 3 punktową) do pomiaru średnicy otworu. Dodatkowo wyposażenie obejmuje komplet płytek wzorcowych do ustawiania transametru oraz pierścienie wzorcowe do ustawiania średnicówek.



Widok stanowiska pomiarowego z wyposażeniem

5. ZADANIA DO WYKONANIA

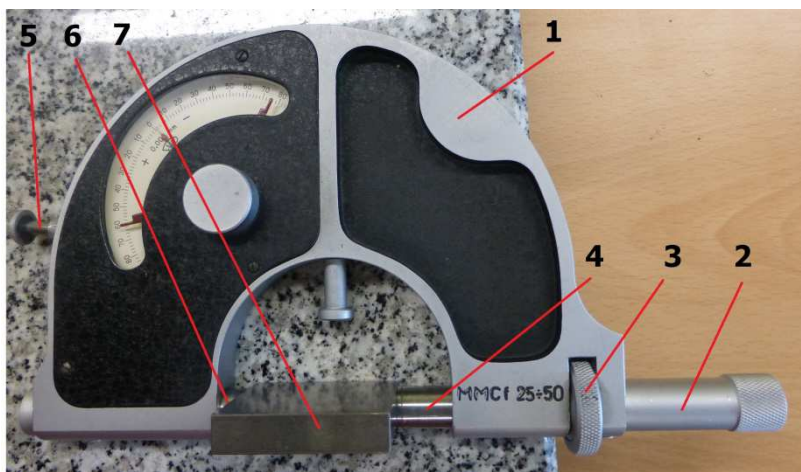
5.1. Pomiar wstępny

- a) Dokonać obserwacji współpracy wałka i otworu. Zanotować obserwacje nt. przewidywanego pasowania. **(UWAGA: Prosimy nie próbować na siłę wciskać wałka w otwór.)**
- b) Przy pomocy suwmiarki dokonać pomiaru wałka w 3 przekrojach oraz otworu z 2 stron. Uzyskane wyniki zanotować z dokładnością do 0,1 mm.
- c) Przyjąć średnicę nominalną (wspólną dla wałka i otworu) jako wartość najbardziej zbliżoną do uzyskanych wymiarów wyrażoną w pełnych milimetrach.

5.2. Pomiar wałka

- a) Na podstawie dokonanych pomiarów (pkt. 5.1.b) dobrać transametr o odpowiednim zakresie pomiarowym oraz stos płytek pozwalających na jego ustawienie.

- b) Złożyć stos płytek wzorcowych i zanotować jego wysokość.
 c) Ustawić transametr.



Transametr: 1 – korpus, 2 – tuleja zaciskowa, 3 – nakrętka nastawcza, 4 – kowadełko nastawcze, 5 – dźwignia zwalniana, 6 – kowadełko ruchome, 7 – stos płytek wzorcowych

Ustawienie transametru (**UWAGA – transametr jest urządzeniem bardzo dokładnym, ale małym zakresie pomiarowym. Do poprawnego ustawienia i wykonania pomiaru konieczne jest delikatne operowanie urządzeniem**):

- zwolnić tuleję zaciskową 2;
- nakrętką nastawczą 3 ustawić odległość pomiędzy kowadełkiem nastawczym 4, a kowadełkiem ruchomym 6 większą niż wysokość stosu płytek 7;
- umieścić stos płytek pomiędzy kowadełkami 4 i 6;
- pokrętką 3 skrócić kowadełka 4 i 6 doprowadzając do styku ze stosem płytek i kontynuować skręcanie, aż do momentu, gdy na skali wskazówka pokaże „0”;
- zablokować ruch kowadełka nastawczego 4 dokręcając tulejkę zaciskową 2;
- przycisnąć dźwignię zwalniana 5 powodując odsunięcie się kowadełka ruchomego 6 a następnie ją zwolnić i sprawdzić zerowe wskazanie;
- jeżeli będzie to konieczne ponownie ustawić zero;
- wyjąć transametr ze stosu płytek 7;
- pozostawić stos płytek wzorcowych.

- d) Dokonać pomiaru średnicy zewnętrznej w 4 przekrojach, w każdym przekroju w 4 różnych położeniach kątowych. Zanotować 16 uzyskanych wartości odchyłek.

Sposób pomiaru:

- przycisnąć dźwignię zwalniana 5 w celu rozsunienia kowadełek 4 i 6;
- trzymając wciśniętą dźwignię 5 wprowadzić między kowadełka 4 i 6 obiekt mierzony;
- puścić delikatnie dźwignię 5 i doprowadzić do styku kowadełek z obiektem mierzonym (**zadbać, by powierzchnie pomiarowe były równoległe do powierzchni mierzonego obiektu**);
- odczytać wskazanie – jest to różnica wyrażona w mikrometrach pomiędzy wymiarem nastawczym równym wymiarowi stosu płytek, a wymiarem mierzonym;
- obliczyć wartość odchyłki jako różnicę pomiędzy wartością zmierzoną, a przyjętym w ćwiczeniu wymiarem nominalnym dla wałka i otworu (pkt. 5.1.c);

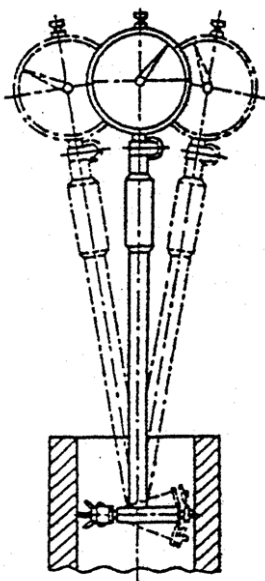
- po zakończonym pomiarze wałka, dokonać ponownego pomiaru stosu płytek wzorcowych w celu potwierdzenia nierozregulowania się transametri.

e) Znaleźć maksymalną i minimalną odchyłkę, obliczyć maksymalną i minimalną średnicę.

5.3. Pomiar otworu

- Na podstawie dokonanych pomiarów (pkt. 5.1.b) dobrać średnicówkę o odpowiednim zakresie pomiarowym oraz pierścień wzorcowy pozwalający na jej ustawienie.
- Zanotować średnicę pierścienia wzorcowego.
- Ustawić średnicówkę.

Średnicówka 2-punktowa



Ustawienie średnicówki prostopadle do osi otworu

(UWAGA – średnicówka jest urządzeniem bardzo dokładnym, do poprawnego ustawienia i wykonania pomiaru konieczne jest delikatne operowanie urządzeniem):

- umieścić końcówki pomiarowe średnicówki w pierścieniu wzorcowym (użyć przycisku powodującego chowanie się końcówek pomiarowych - jeśli średnicówka jest w niego wyposażona);
- ustawić średnicówkę prostopadle do osi otworu (wskazanie na czujniku zegarowym odpowiada najmniejszej wartości);
- obrócić tarczę czujnika zegarowego tak by wskazówka wskazywała „0”;
- zanotować wskazania czujnika zegarowego dla małej i dużej wskazówki;
- ostrożnie wyjąć średnicówkę z pierścienia wzorcowego.



Średnicówka 2-punktowa (po lewej) i 3-punktowa (po prawej) w trakcie ustawiania na pierścieniu wzorcowym

Średnicówka 3-punktowa

- przycisnąć dźwignię powodujący cofnięcie się końcówek pomiarowych;
- ostrożnie wprowadzić średnicówkę do pierścienia ustawczego;
- delikatnie zwolnić dźwignię i doprowadzić do styku końcówek pomiarowych z powierzchnią pierścienia dbając o to by położenie końcówek pomiarowych było prostopadłe do osi otworu;
- wyzerować wskazanie czujnika;
- przycisnąć dźwignię cofając szczęki pomiarowe i wyjść średnicówkę z pierścienia ustawczego.

d) Dokonać pomiaru średnicy wewnętrznej w 4 przekrojach, w każdym przekroju w 4 różnych położeniach kątowych. Zanotować 16 uzyskanych wartości odchyłek.

Sposób pomiaru - średnicówka 2-punktowa:

(Uwaga: Przed przystąpieniem do pomiaru sprawdzić wartość znaku odchyłki wskazywanej przez czujnik).

- ostrożnie wprowadzić średnicówkę do mierzonego otworu (włożyć końcówki pomiarowe pod kątem w stosunku do osi otworu, po czym ustawić płaszczyznę końcówek prostopadłe do osi otworu);
- zadbać by powierzchnia przechodząca przez końcówki pomiarowe była prostopadła do osi otworu;

- zanotować wskazania czujnika zegarowego (zarówno dla małej jak i dużej wskazówki – podać odchyłkę względem ustawionego zera);
- dokonać obliczenia odchyłek uwzględniając średnicę pierścienia wzorcowego i przyjęty wymiar nominalny.

Sposób pomiaru - średnicówka 3-punktowa:

- przycisnąć dźwignię cofającą szczęki i wprowadzić średnicówkę do mierzonego otworu;
 - delikatnie puścić dźwignię i doprowadzić do styku z powierzchnią mierzoną dbając by powierzchnia przechodząca przez końcówki pomiarowe była prostopadła do osi otworu;
 - zanotować wskazania;
 - dokonać obliczenia odchyłek uwzględniając średnicę pierścienia wzorcowego i przyjęty wymiar nominalny.
- e) Znaleźć maksymalną i minimalną odchyłkę. Dla tych 2 wartości obliczyć średnicę maksymalną i minimalną otworu.

5.4. Obliczenie tolerancji wykonania wałka i otworu oraz pasowania

- a) Obliczyć tolerancję wykonania wałka:
- oznaczyć średnicę nominalną dla linii zerowej **0-0**;
 - obliczyć i oznaczyć odchyłkę górną **es** oraz dolną **ei**;
 - obliczyć wartość tolerancji **T_w**;
 - dobrać wielkość pola tolerancji i zanotować klasę dokładności;
 - dobrać oznaczenie symbolowe dla odchyłki podstawowej – zanotować;
 - obliczyć drugą odchyłkę i sprawdzić czy wewnątrz dobranego pola tolerancji mieszczą się zmierzone odchyłki. Jeśli się nie mieszczą dobrać ponownie pole tolerancji.
- b) Obliczyć tolerancję wykonania otworu:
- obliczyć i oznaczyć odchyłkę górną **ES** oraz dolną **EI** względem przyjętej linii **0-0** (pkt. 5.4.a);
 - obliczyć wartość tolerancji **To**;
 - dobrać wielkość pola tolerancji i zanotować klasę dokładności;
 - dobrać oznaczenie symbolowe dla odchyłki podstawowej – zanotować;
 - obliczyć drugą odchyłkę i sprawdzić czy wewnątrz dobranego pola tolerancji mieszczą się odchyłki zmierzone. Jeśli się nie mieszczą dobrać ponownie pole tolerancji.
- c) Określić pasowanie dla uzyskanych wartości pomiarowych.
- d) Obliczyć wartości luzów dla rozpatrywanego połączenia.
- e) Dokonać zamiany pasowania dla wartości zmierzonych zgodnie z zasadą stałego wałka i zasadą stałego otworu:
- dla zasady stałego otworu: przesunąć linię zerową **0-0** do położenia odpowiadającego odchyłce **EI**. Odczytać wartości odchyłek **es, ei, ES, EI** powstałe po przesunięciu linii

zerowej **0-0**. Dobrać pole tolerancji wałka i otworu. Zanotować uzyskane wartości w postaci $\varnothing \dots Hx/xx$.

- dla zasady stałego wałka: przesunąć linię zerową **0-0** do położenia odpowiadającego odchyłce **es**. Odczytać wartości odchyłek **es, ei, ES, EI** powstałe po przesunięciu linii zerowej **0-0**. Dobrać pole tolerancji wałka i otworu. Zanotować uzyskane wartości w postaci $\varnothing \dots Xx/hx$.

5.5. Wnioski

W wnioskach należy powiązać uzyskane wyniki z obserwacjami poczynionymi w trakcie realizacji ćwiczenia oraz opisać uzyskane wyniki pomiarów.

6. PRZYKŁAD OPRACOWANIA WYNIKÓW POMIARÓW

- 1) Próba połączenia wskazanego wałka i otworu nie powiodła się. Wałek jest za duży – może to świadczyć o pasowaniu ciasnym.

- 2) Pomiar wstępny suwmiarką:

	Przekrój 1 [mm]	Przekrój 2 [mm]	Przekrój 3 [mm]
Wałek	40,1	40,0	40,1
Otwór	40,0	39,9	

- 3) Przyjęto średnicę nominalną wynoszącą 40 mm.

- 4) Wybrano transametr o zakresie pomiarowym 25-50 mm oraz stos płytek wzorcowych wynoszący 40 mm, składający się z płytek 25, 10, 5 mm.

- 5) Wyniki pomiaru odchyłek wałka:

	Przekrój 1 [mm]	Przekrój 2 [mm]	Przekrój 3 [mm]	Przekrój 4 [mm]
Położenie kątowe 1	0,032	0,056	0,051	0,041
Położenie kątowe 2	0,059	0,042	0,048	0,042
Położenie kątowe 3	0,030	0,045	0,049	0,038
Położenie kątowe 4	0,033	0,041	0,053	0,039

- 6) Na podstawie wyników pomiarów wybrano rzeczywistą odchyłkę maksymalną wynoszącą +59 μm oraz rzeczywistą odchyłkę minimalną wynoszącą +30 μm . Po uwzględnieniu wymiaru stosu płytek ustawczych rzeczywisty wymiar graniczny górny wynosi 40,059 mm, a rzeczywisty wymiar graniczny dolny 40,030 mm. Zatem zmierzona (rzeczywista) tolerancja wykonania wałka wynosi **$T_{w_{rz}} = 29 \mu\text{m}$** .

- 7) Do ustawienia średnicówki wybrano pierścień wzorcowy o oznaczeniu 39 +0,010. Zatem wymiar kontrolny pierścienia wynosi 39,010 mm.

8) Wyniki pomiaru otworu (odchyłka od wymiaru ustawczego):

	Przekrój 1 [mm]	Przekrój 2 [mm]	Przekrój 3 [mm]	Przekrój 4 [mm]
Położenie kątowe 1	0,992	1,003	0,992	0,980
Położenie kątowe 2	0,990	0,995	0,991	0,975
Położenie kątowe 3	0,995	1,005	0,988	0,979
Położenie kątowe 4	0,999	0,998	0,987	0,982

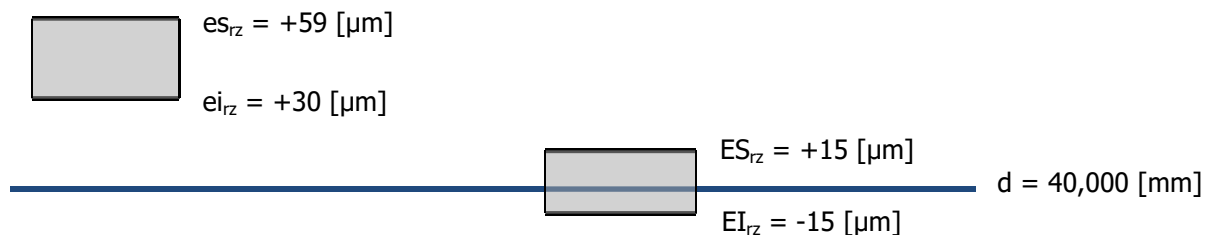
9) Wyniki obliczenia odchyłek dla otworu:

Obliczenie średnicy otworu: $39,010 + 0,992 = 40,002$; odchyłka $+0,002$ mm = $+2$ μ m.

	Przekrój 1 [μ m]	Przekrój 2 [μ m]	Przekrój 3 [μ m]	Przekrój 4 [μ m]
Położenie kątowe 1	2	13	2	-10
Położenie kątowe 2	0	5	1	-15
Położenie kątowe 3	5	15	-2	-11
Położenie kątowe 4	9	8	-3	-8

10) Na podstawie wyników pomiarów wybrano rzeczywistą odchyłkę maksymalną wynoszącą $+15$ μ m oraz rzeczywistą odchyłkę minimalną wynoszącą -15 μ m. Po uwzględnieniu wymiaru stosu płytek ustawczych rzeczywisty wymiar graniczny górny wynosi $40,015$ mm, a rzeczywisty wymiar graniczny dolny $39,985$ mm. Zatem zmierzona (rzeczywista) tolerancja wykonania otworu wynosi **$To_{rz} = 30$ μ m**.

11) Naszkicować położenie odchyłek rzeczywistych **es_{rz}** , **ei_{rz}** , **ES_{rz}** , **EI_{rz}** względem linii zerowej 0-0. (***Pozostawić miejsce na uzupełnienie rysunku***).

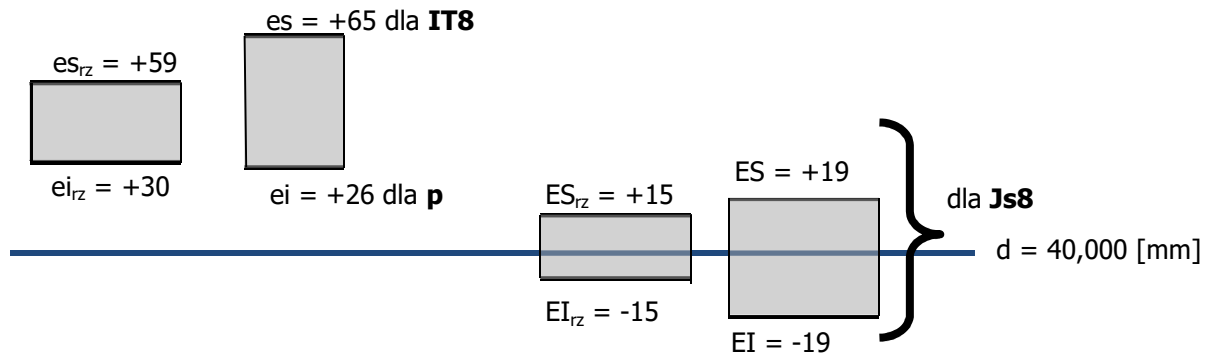


12) Dobór oznaczeń symbolowych odpowiadających wartościom zmierzonym:

a) wałek – zmierzona rzeczywista tolerancja wynosi $Tw_{rz} = 29$ μ m. Z tabeli dobieramy klasę dokładności **IT8** dla której tolerancja wynosi $Tw = 39$ μ m. Zmierzona odchyłka podstawowa wynosi **$ei_{rz} = +30$ μ m**. Z tabeli odczytujemy zatem odchyłkę podstawową dla przedziału „powyżej 30 mm; do 40 mm” oznaczoną jako **p**, dla której odchyłka podstawowa wynosi **$ei = +26$ μ m**. Obliczamy drugą odchyłkę (dla pola tolerancji **p8**) **$es = ei + IT8 = 26 + 39 = 65$ μ m** Pozwoli to na objęcie całego zmierzonego pola tolerancji.

b) otwór – wartości odchyłek, a co za tym idzie położenie pola tolerancji są symetryczne względem linii zerowej. W takim przypadku odpowiednim wyborem jest pole **Js**

odpowiadające położeniu symetrycznemu. Dla rzeczywistej tolerancji wynoszącej $T_{0rz} = 30 \mu\text{m}$ należy dobrać klasę **IT8** = 39 μm . W tym przypadku możliwe jest zapisanie wartości odchyłek z zaokrągleniem (w dół) do pełnym mikrometrów.



Zatem pasowanie można zapisać jako **Ø40 Js8 / p8**.

13) Obliczenie luzów dla rozpatrywanego pasowania:

a) Luz maksymalny:

$$S_{\max} = ES - ei = (+19) - (+26) = -7 \mu\text{m}$$

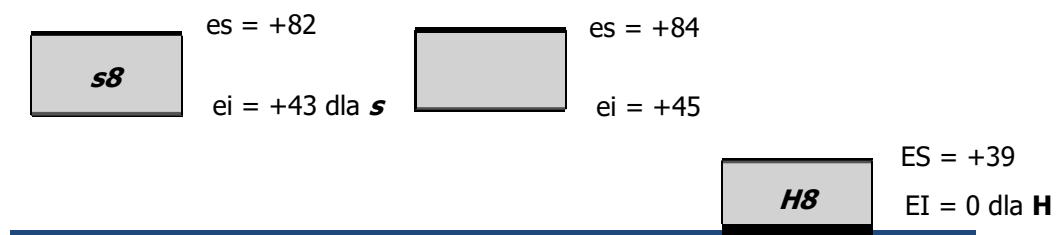
b) Luz minimalny

$$S_{\min} = EI - es = (-19) - (+65) = -84 \mu\text{m}$$

Uwaga: jeśli wartość luzu osiąga wartości ujemne to znaczy, że w rozpatrywanym pasowaniu występuje wcisk.

14) Zamiana pasowania zgodnie z zasadą stałego otworu:

a) Przenosimy linię 0-0 do odchyłki podstawowej dla pola **H** – zatem jest to odchyłka dolna otworu.



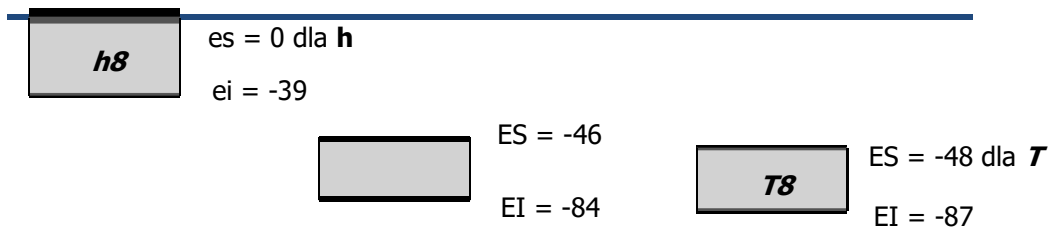
b) Po przeniesieniu symbolowe oznaczenie pola tolerancji dla otworu wynosi **H8**.

c) Dobór oznaczenia dla wałka – zachowanie wzajemnych położenia odchyłek spowodowało, iż odchyłka **ei = +45 μm** , a **es = +84 μm** (przesunięcie pól tolerancji o +19 μm). Zatem dla zanotowanej odchyłki podstawowej należy dobrać pole **s** jako najbliższe, dla którego odchyłka podstawowa wynosi **ei = +43 μm** , a klasę dokładności pozostawić jako **IT8**. Zatem odchyłka **es = +82 μm** .

d) Reasumując – taka zamiana na pasowanie zgodne z zasadą stałego otworu pozwala na zapis **Ø40 H8 / s8**.

15) Zamiana pasowania zgodnie z zasadą stałego wałka:

a) Przenosimy linię 0-0 do odchyłki podstawowej dla pola **h** – zatem jest to odchyłka górna wałka.



b) Po przeniesieniu symbolowe oznaczenie pola tolerancji dla otworu wynosi **h8**.

c) Dobór oznaczenia dla wałka – zachowanie wzajemnych położen odchyłek spowodowało, iż odchyłka **ES = - 46 μm** , a **EI = - 84 μm** (przesunięcie pól tolerancji o - **65 μm**). Zatem dla zanotowanej odchyłki podstawowej należy dobrać pole **T** jako najbliższe, dla którego odchyłka podstawowa wynosi **ES = - 48 μm** , a klasę dokładności pozostawić jako **IT8**. Zatem odchyłka **EI = - 87 μm** .

d) Reasumując – taka zamiana na pasowanie zgodne z zasadą stałego otworu pozwala na zapis **Ø40 T8 / h8**.

Wartości liczbowe tolerancji (w mikrometrach) dla wymiarów do 500 mm (według PN-EN 20286:1996) [2]

Przedział wymiarów nominalnych [mm]		Klasa dokładności																			
		01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
powyżej	do																				
–	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2,0	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	1400
3	6	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200	1800
6	10	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500	2200
10	18	0,5	0,8	1,2	2,0	3,0	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800	2700
18	30	0,6	1,0	1,5	2,5	4,0	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100	3300
30	50	0,6	1,0	1,5	2,5	4,0	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500	3900
50	80	0,8	1,2	2,0	3,0	5,0	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000	4600
80	120	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500	5400
120	180	1,2	2,0	3,5	5,0	8,0	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000	6300
180	250	2,0	3,0	4,5	7,0	10,0	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600	7200
250	315	2,5	4,0	6,0	8,0	12,0	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200	8100
315	400	3,0	5,0	7,0	9,0	13,0	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700	8900
400	500	4,0	6,0	8,0	10,0	15,0	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300	9700

Uwagi:

- Wartości liczbowe tolerancji *IT* klas dokładności 11, 12, ... itd. otrzymano w wyniku mnożenia przez 10 tolerancji *IT* odpowiednio klas 6, 7, ... itd. (wyjątek wartość 7,5 zaokrąglona do 8 dla klasy 6 w przedziale wymiarów nominalnych od 3 do 6).
- Dla wymiarów do 1 mm nie przewiduje się klas dokładności od 14 do 18.

Wartości liczbowe odchyłek podstawowych wałków o wymiarach do 400 mm (według PN EN 20286-2:1996) [2]

Wymiar nominalny		Odchyłki podstawowe																													
		a ^a	b ^a	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js ^b	j	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc		
powyżej	do	odchyłka górna <i>es</i>											odchyłka dolna <i>ei</i>																		
		klasy dokładności																													
		od 01 do 18											5 i 6	7	8	od 4 do 7	do 3 i pona d 7	od 01 do 18													
[mm]		[μm]																													
-	3 ¹⁾	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14	-	+18	-	+20	-	+26	+32	+40	+60
3	6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0	-2	-4	-	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19	-	+23	-	+28	-	+35	+42	+50	+80
6	10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0	-2	-5	-	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23	-	+28	-	+34	-	+42	+52	+67	+97
10	14	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0	-3	-6	-	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	-	+40	-	+50	+64	+90	+130
14	18	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0	-3	-6	-	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	+39	+45	-	+60	+77	+108	+150
18	24	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0	-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35	-	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
24	30	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0	-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35	+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
30	40	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	-25	-	-9	0	-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
40	50	-320	-180	-130	-	-80	-50	-	-25	-	-9	0	-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
50	65	-340	-190	-140	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0	-7	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
65	80	-360	-200	-150	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0	-7	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
80	100	-380	-220	-170	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0	-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
100	120	-410	-240	-180	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0	-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
120	140	-460	-260	-200	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0	-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
140	160	-520	-280	-210	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0	-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
160	180	-580	-310	-230	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0	-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000
180	200	-660	-340	-240	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
200	225	-740	-380	-260	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
225	250	-820	-420	-280	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350
250	280	-920	-480	-300	-	-190	-110	-	-56	-	-17	0	-16	-26	-	+4	0	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550
280	315	-1050	-540	-330	-	-190	-110	-	-56	-	-17	0	-16	-26	-	+4	0	+20	+34	+56	+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700
315	355	-1200	-600	-360	-	-210	-125	-	-62	-	-18	0	-18	-28	-	+4	0	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900
355	400	-1350	-680	-400	-	-210	-125	-	-62	-	-18	0	-18	-28	-	+4	0	+21	+37	+62	+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100

Uwagi:

a) Dla wymiarów poniżej 1 mm nie przewiduje się odchyłek podstawowych *a* i *b*.

b) Nieparzyste wartości *ITn* klas dokładności od 7 do 11 można zmniejszyć o 1 μm w celu uzyskania całkowitych wartości odchyłek granicznych w mikrometrach.

c) Odchyłki graniczne: *es* i *ei*.

Wartości liczbowe odchyłek podstawowych otworów o wymiarach do 400 mm (według -EN 20286:1996) [2]

Wymiar nominalny	Odchyłki podstawowe																							Poprawki Δ														
	A ^a	B ^a	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS ^b	J	K	M	N	P ^c do ZC ^d	P	R	S	T	U	V									X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	
powyżej do	odchyłka dolna EI												odchyłka górna ES																									
	od 01 do 18												klasy dokładności																									
[mm]													[μm]																									
- 3 ¹⁾	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	+2	+4	+6	0	0	-2	-2	-4	-4	-6	-10	-14	-	-18	-	-20	-	-26	-32	-40	-60	0	0	0	0	0	0
3 6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0	+5	+6	+10	-1+Δ	-	-4+Δ	-4	-8+Δ	0	-12	-15	-19	-	-23	-	-28	-	-35	-42	-50	-80	1,0	1,5	1	3	4	6
6 10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0	+5	+8	+12	-1+Δ	-	-6+Δ	-6	-10+Δ	0	-15	-19	-23	-	-28	-	-34	-	-42	-52	-67	-97	1,0	1,5	2	3	6	7
10 14	+290	+150	+95	-	+50	+32	-	+16	-	+6	0	+6	+10	+15	-1+Δ	-	-7+Δ	-7	-12+Δ	0	-18	-23	-28	-	-33	-	-40	-	-50	-64	-90	-130	1,0	2	3	3	7	9
14 18	+290	+150	+95	-	+50	+32	-	+16	-	+6	0	+6	+10	+15	-1+Δ	-	-7+Δ	-7	-12+Δ	0	-18	-23	-28	-	-33	-39	-45	-	-60	-77	-108	-150	1,0	2	3	3	7	9
18 24	+300	+160	+110	-	+65	+40	-	+20	-	+7	0	+8	+12	+20	-2+Δ	-	-8+Δ	-8	-15+Δ	0	-22	-28	-35	-	-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188	1,5	2	3	4	8	12
24 30	+300	+160	+110	-	+65	+40	-	+20	-	+7	0	+8	+12	+20	-2+Δ	-	-8+Δ	-8	-15+Δ	0	-22	-28	-35	-41	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218	1,5	2	3	4	8	12
30 40	+310	+170	+120	-	+80	+50	-	+25	-	+9	0	+10	+14	+24	-2+Δ	-	-9+Δ	-9	-17+Δ	0	-26	-34	-43	-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274	1,5	3	4	5	9	14
40 50	+320	+180	+130	-	+80	+50	-	+25	-	+9	0	+10	+14	+24	-2+Δ	-	-9+Δ	-9	-17+Δ	0	-26	-34	-43	-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325	1,5	3	4	5	9	14
50 65	+340	+190	+140	-	+100	+60	-	+30	-	+10	0	+13	+18	+28	-2+Δ	-	-11+Δ	-11	-20+Δ	0	-32	-41	-53	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405	2	3	5	6	11	16
65 80	+360	+200	+150	-	+100	+60	-	+30	-	+10	0	+13	+18	+28	-2+Δ	-	-11+Δ	-11	-20+Δ	0	-32	-43	-59	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-480	2	3	5	6	11	16
80 100	+380	+220	+170	-	+120	+72	-	+36	-	+12	0	+16	+22	+34	-3+Δ	-	-13+Δ	-13	-23+Δ	0	-37	-51	-71	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	2	4	5	7	13	19
100 120	+410	+240	+180	-	+120	+72	-	+36	-	+12	0	+16	+22	+34	-3+Δ	-	-13+Δ	-13	-23+Δ	0	-37	-54	-79	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690	2	4	5	7	13	19
120 140	+460	+260	+200	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0	+18	+26	+41	-3+Δ	-	-15+Δ	-15	-27+Δ	0	-43	-63	-92	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800	3	4	6	7	15	23
140 160	+520	+280	+210	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0	+18	+26	+41	-3+Δ	-	-15+Δ	-15	-27+Δ	0	-43	-65	-100	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900	3	4	6	7	15	23
160 180	+580	+310	+230	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0	+18	+26	+41	-3+Δ	-	-15+Δ	-15	-27+Δ	0	-43	-68	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000	3	4	6	7	15	23
180 200	+660	+340	+240	-	+170	+100	-	+50	-	+15	0	+22	+30	+47	-4+Δ	-	-17+Δ	-17	-31+Δ	0	-50	-77	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150	3	4	6	9	17	26
200 225	+740	+380	+260	-	+170	+100	-	+50	-	+15	0	+22	+30	+47	-4+Δ	-	-17+Δ	-17	-31+Δ	0	-50	-80	-130	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250	3	4	6	9	17	26
225 250	+820	+420	+280	-	+170	+100	-	+50	-	+15	0	+22	+30	+47	-4+Δ	-	-17+Δ	-17	-31+Δ	0	-50	-84	-140	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350	3	4	6	9	17	26
250 280	+920	+480	+300	-	+190	+110	-	+56	-	+17	0	+25	+36	+55	-4+Δ	-	-20+Δ	-20	-34+Δ	0	-56	-94	-158	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550	4	4	7	9	20	29
280 315	+1050	+540	+330	-	+190	+110	-	+56	-	+17	0	+25	+36	+55	-4+Δ	-	-20+Δ	-20	-34+Δ	0	-56	-98	-170	-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1000	-1300	-1700	4	4	7	9	20	29
315 355	+1200	+600	+360	-	+210	+125	-	+62	-	+18	0	+29	+39	+60	-4+Δ	-	-21+Δ	-21	-37+Δ	0	-62	-108	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	-1900	4	5	7	11	21	32
355 400	+1350	+680	+400	-	+210	+125	-	+62	-	+18	0	+29	+39	+60	-4+Δ	-	-21+Δ	-21	-37+Δ	0	-62	-114	-208	-294	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300	-1650	-2100	4	5	7	11	21	32

Wyjątek: Odchyłka podstawowa *M* dla klasy dokładności 6 i wymiarów nominalnych od 250 do 321, *ES* = -9μm (zamiast -11 μm).

Nie przewiduje się odchyłki podstawowej *N* dla klas dokładności poniżej 8 w zakresie wymiarów nominalnych powyżej 1 mm.

^{a)} Dla wymiarów nominalnych powyżej 1 mm nie przewiduje się odchyłek podstawowych *A* i *B*.

^{b)} Nieparzyste wartości *ITn* klas dokładności od 7 do 11 można zmniejszyć o 1 μm w celu uzyskania całkowitych wartości odchyłek granicznych w mikrometrach.

^{c)} Odchyłki graniczne : *ES* i *EI*.

^{d)} Wartości odchyłek podstawowych *K*, *M* i *N* dla klas dokładności od 8 oraz od *P* do *ZC* klas dokładności do 7 należy wyznaczać z wykorzystaniem wartości Δ podanych w prawych skrajnych kolumnach tabeli.