



POLITECHNIKA
OPOLSKA

WYDZIAŁ MECHANICZNY

Katedra Technologii Maszyn i Automatyizacji Produkcji

Ćwiczenie nr **4**

TEMAT:

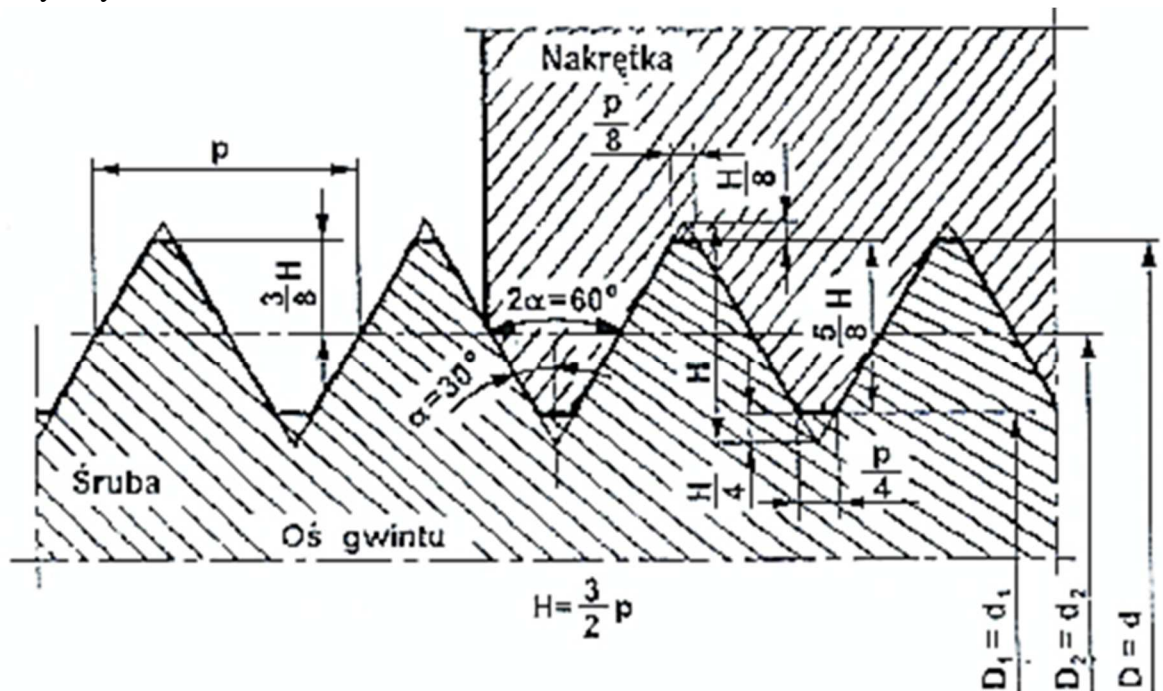
**POMIAR ŚREDNICY PODZIAŁOWEJ GWINTÓW
ZEWNETRZNYCH**

ZADANIA DO WYKONANIA

1. Pomiar średnicy podziałowej mikrometrem do gwintów
2. Pomiar średnicy podziałowej metodą trój wałeczkową

1. Wiadomości ogólne

Gwinty metryczne mają zarys trójkątny 60° , a ich skok jest wyrażony w milimetrach. Gwinty te objęte są normą szczegółową PN-ISO 724: 1995 Na rys. 1 przedstawiony jest zarys nominalny złącza gwintowego metrycznego, a w tabeli 1 wymiary nominalne gwintów metrycznych.



Rys. 1. Zarys teoretyczny gwintu (zarys nominalny)

Podstawowe wymiary gwintów są następujące:

- średnica zewnętrzna: gwintu zewnętrznego, np. śruby d
gwintu wewnętrznego, np. nakrętki D
- średnica podziałowa: gwintu zewnętrznego d_2
gwintu wewnętrznego D_2
- średnica wewnętrzna: rdzenia np. śruby d_1
otworu np. nakrętki D_1
- wysokość trójkąta podstawowego h
- skok gwintu P

(gdy gwinty jest wielozwojny literą P oznacza się podziałkę jako odległość między sąsiednimi blokami zarysu mierzoną równoległe do osi gwintu)

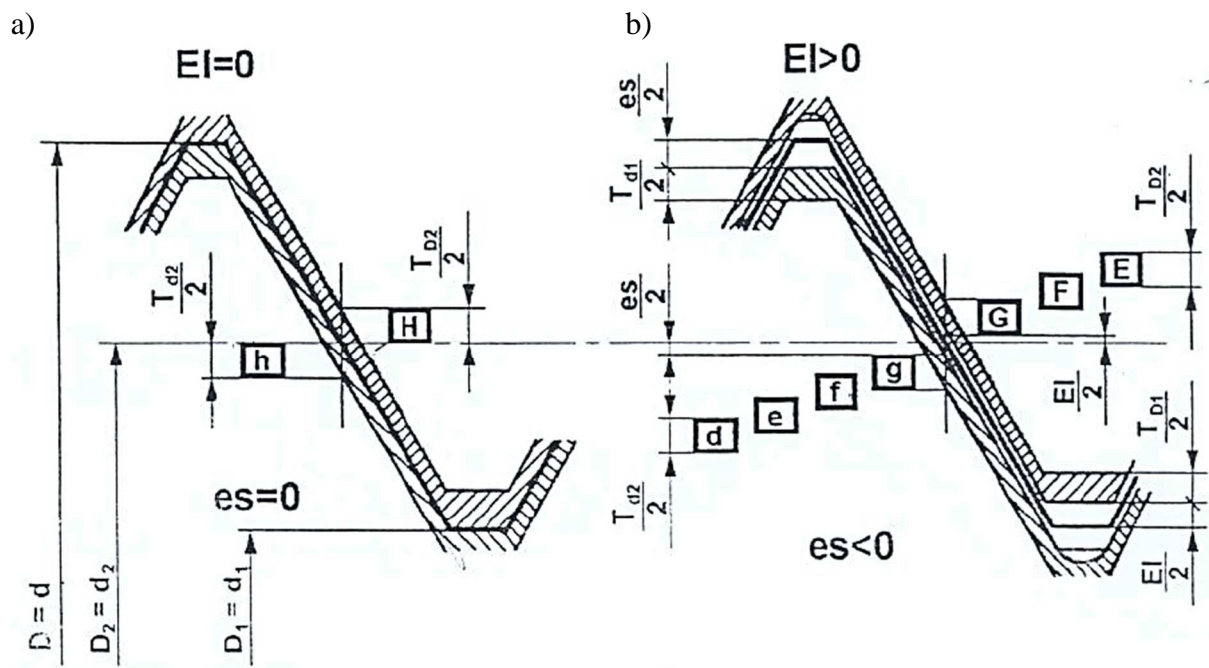
- kąt pochylecia bloku gwintu α
(kąt zawarty między blokami zarysu i prostopadłą do osi gwintu)

Tabela 1. Wymiary nominane w mm gwintów metrycznych

Średnica znamionowa - średnica zewnętrzna D, d	Podziałka P	Średnica podziałowa D ₂ , d ₂	Średnica wewnętrzna D ₁ , d ₁	Średnica znamionowa - średnica zewnętrzna D, d	Podziałka P	Średnica podziałowa D ₂ , d ₂	Średnica wewnętrzna D ₁ , d ₁	
1	0,25	0,838	0,729	10	1,5	9,026	8,376	
	0,2	0,870	0,783		1,25	9,188	8,647	
1,1	0,25	0,938	0,829		1	9,350	8,917	
	0,2	0,970	0,883		0,75	9,513	9,188	
1,2	0,25	1,038	0,929		11	1,5	10,026	9,376
	0,2	1,070	0,983			1	10,350	9,917
1,4	0,3	1,205	1,075	0,75		10,513	10,188	
	0,2	1,270	1,183	12	1,75	10,863	10,106	
1,6	0,35	1,373	1,221		1,5	11,026	10,376	
	0,2	1,470	1,383		1,25	11,188	10,647	
1,8	0,35	1,573	1,421	14	1	11,350	10,917	
	0,2	1,670	1,583		2	12,701	11,835	
2	0,4	1,740	1,567		1,5	13,026	12,376	
	0,25	1,838	1,729	1,25	13,188	12,647		
2,2	0,45	1,908	1,713	15	1	13,350	12,917	
	0,25	2,038	1,929		1,5	14,026	13,376	
2,5	0,45	2,208	2,013	16	1	14,350	13,917	
	0,35	2,273	2,121		2	14,701	13,835	
3	0,5	2,675	2,459		1,5	15,026	14,376	
	0,35	2,773	2,621	1	15,350	14,917		
3,5	0,6	3,110	2,850	17	1,5	16,026	15,376	
	0,35	3,273	3,121		1	16,350	15,917	
4	0,7	3,545	3,242	18	2,5	16,376	15,294	
	0,5	3,675	3,459		2	16,701	15,835	
4,5	0,75	4,013	3 688		1,5	17,026	16,376	
	0,5	4,175	3,959	1	17,350	16,917		
5	0,8	4,480	4,134	20	2,5	18,376	17,294	
	0,5	4,675	4,459		2	18,701	17,835	
5,5	0,5	5,175	4,959		1,5	19,026	18,376	
6	1	5,350	4,917	22	1	19,350	18,917	
	0,75	5,513	5,188		2,5	20,376	19,294	
7	1	6,350	5,917		2	20,701	19,835	
	0,75	6,513	6,188	1,5	21,026	20,376		
8	1,25	7,188	6,647	24	1	21,350	20,917	
		7,350	6,917		3	22,051	20,752	
	0,75	7,513	7,188		2	22,701	21,835	
		23,026	22,376		1,5	23,350	22,917	
9	1,25	8,188	7,647	25	1	23,701	22,835	
	1	8,350	7,917		2,5	24,026	23,376	
	0,75	8,513	8,188		1,5	24,350	23,917	
				26	1,5	25,026	24,376	

2. Tolerancje i pasowania gwintów

Z wielu wymienionych parametrów składających się na opis zarysu geometrycznego gwintu tolerowane są jedynie niektóre. W gwintach zewnętrznych (śrubach) tolerowana jest średnica podziałowa d_2 i średnica zewnętrzna d , a w gwintach wewnętrznych (nakrętkach) średnica podziałowa D_2 i średnica otworu D_1 . Kąt zarysu i skok gwintu nie są tolerowane, ich błędy uwzględniane są w tolerancjach średnic podziałowych. W szczególnych przypadkach mogą być one tolerowane, np. w gwintach narzędzia pomiarowego. Gwinty, w których odchyłki podstawowe (es , EI) są równe zero, tzn. pola tolerancji przylegają do nominalnych średnic podziałowych, dają złącza suwliwe H/h , a gwinty z odchyłkami podstawowymi $EI > 0$ oraz $es < 0$ sają złącza luźne (rys. 2).



Rys. 2. Pasowania gwintów, a) pasowanie suwliwe, b) pasowanie luźne

Przy wyborze położenia pola tolerancji należy kierować się następującymi wytycznymi:

- położenie G – pod powłoki ochronne gwintów o dużych średnicach,
- położenie H – dla gwintów ogólnego przeznaczenia oraz pod powłoki ochronne,
- położenie d – dla gwintów złączy pracujących w wysokich temperaturach,
- położenie g – dla gwintów ogólnego przeznaczenia,
- położenie h – dla gwintów złączy z małym luzem oraz dla gwintów ogólnego przeznaczenia.

Tolerancje wszystkich średnic uporządkowane są w szeregach tolerancji oznaczonych cyframi podanymi w tabeli 2. Wartości liczbowe tolerancji T_{D_2} , T_{d_2} podane są w tabeli 3 i 4. Natomiast wartości odchyłek podstawowych EI i ES w tabeli 5.

Tabela 2. Szeregi tolerancji wg PN-83/M-02113

tolerowana średnica szereg	szereg tolerancji	pola tolerancji
T_{d_2}	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	e, f, g, h
T_d	4, 6, 8	
T_{D_2}	4, 5, 6, 7, 8	E, F, G, H
T_{D_1}	4, 5, 6, 7, 8	

Tabela 3. Wartość tolerancji T_{D_2} wg PN-83/M-02113

Średnica znamionowa		Skok P	T_{D_2}				
			Szeregi tolerancji				
ponad	do		4	5	6	7	8
mm			μm				
2,8	5,6	0,35	56	71	90	-	-
		0,5	63	80	100	125	-
		0,6	71	90	112	140	-
		0,7	75	95	118	150	-
		0,75	75	95	118	150	-
		0,8	80	100	125	160	200
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
		2,5	140	180	224	280	355
22,4	45	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
		4,5	200	250	315	400	500
45	90	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		

Uwaga: W tablicy pominięto dane dotyczące średnicy znamionowej gwintu 0,9 do 2,8 oraz 90 do 600 mm

Tabela 4. Wartość tolerancji T_{d_2} wg PN-83/M-02113

Średnica znomionowa		Skok P	T_{d_2}						
			Szeregi tolerancji						
ponad	do		3	4	5	6	7	8	9
mm			μm						
2,8	5,6	0,35	34	42	53	67	85	106	-
		0,5	38	48	60	75	95	118	-
		0,6	42	53	67	85	106	132	-
		0,7	45	56	71	90	112	140	-
		0,75	45	56	71	90	112	140	-
		0,8	48	60	75	93	118	150	190
5,6	11,2	0,5	42	53	67	85	106	132	-
		0,75	50	63	80	100	125	160	-
		1	56	71	90	112	140	180	224
		1,25	60	75	95	118	150	190	236
		1,5	67	85	106	132	170	212	265
11,2	22,4	0,5	45	56	71	90	112	140	-
		0,75	53	67	85	106	132	170	-
		1	60	75	95	118	150	190	236
		1,25	67	85	106	132	170	212	265
		1,5	71	90	112	140	180	224	280
		1,75	75	95	118	150	190	236	300
		2	80	100	125	160	200	250	315
		2,5	85	106	132	170	212	265	335
22,4	45	0,75	56	71	90	112	140	180	-
		1	63	80	100	125	160	200	250
		1,5	75	95	118	150	190	236	300
		2	85	106	132	170	212	265	335
		2,5	100	125	160	200	250	315	400
		3,5	106	132	170	212	265	335	425
		4	112	140	180	224	280	355	450
		4,5	118	150	190	236	300	375	475
45	90	1	71	90	112	140	180	224	280
		1,5	80	100	125	160	200	250	315
		2	90	112	140	180	224	280	355
		3	106	132	170	212	265	335	425
		4	118	150	190	236	300	375	475
		5	125	160	200	250	315	400	500
		5,5	132	170	212	265	335	425	530
		6	140	180	224	280	355	450	560

Uwaga: W tablicy pominięto dane dotyczące średnicy znamionowej gwintu 0,9 do 2,8 mm oraz 90 do 600 mm

Tabela 5. Wartości odchyłek podstawowych EI i es wg PN-83/M-02113

Skok P	Gwint wewnętrzny				Gwint zewnętrzny				
	Średnica gwintu								
	D ₁ , D ₂				d ₁ , d ₂				
	Położenie pola tolerancji								
	E	F	G	H	d	e	f	g	h
	Odchyłka podstawowa								
	EI				es				
mm	μm								
0,5	+50	+36	+20	0	-	-50	-36	-20	0
0,6	+53	+36	+21	0	-	-53	-36	-21	0
0,7	+56	+38	+22	0	-	-56	-38	-22	0
0,75	+65	+38	+22	0	-	-56	-38	-22	0
0,8	+60	+38	+24	0	-	-60	-38	-24	0
1	+60	+40	+26	0	-90	-60	-40	-26	0
1,25	+63	+42	+28	0	-95	-63	-42	-28	0
1,5	+67	+45	+32	0	-95	-67	-45	-32	0
1,75	+71	+48	+34	0	-100	-71	-48	-34	0
2	+71	+52	+38	0	-100	-71	-52	-38	0
2,5	+80	-	+42	0	-106	-80	-58	-42	0
3	+85	-	+48	0	-112	-85	-63	-48	0
3,5	+90	-	+53	0	-118	-90	-70	-53	0
4	+95	-	+60	0	-125	-95	-75	-60	0

Uwaga: W tabelicy pominięto dane dotyczące skoku gwintu od 0,2 do 4,5 mm oraz 5 do 6 mm

3. Klasy dokładności złączy gwintowych

Rozróżnia się trzy klasy dokładności złączy gwintowych:

- klasa dokładna - gwinty o zwiększonych wymaganiach jakościowych,
- klasa średnio dokładna - gwinty ogólnego przeznaczenia,
- klasa zgrubna - gwinty o obniżonej dokładności, np. gwinty w głębokich nieprzelotowych otworach, gwinty walcowane na gorąco itp.

Klasa dokładności złączy gwintowych określana jest przez szereg tolerancji i położenia pola tolerancji średnicy podziałowej (w przypadkach uzasadnionych dopuszcza się pola tolerancji gwintów stanowiących skojarzenie pól tolerancji średnicy podziałowej i średnicy zewnętrznej), dla określonej długości skręcenia (tj. długości na której zachodzi współpraca złącza), według tabeli 6 (gwinty wewnętrzne) i tabeli 7 (gwinty zewnętrzne). Liczbowe wartości długości skręcenia w zależności od skoku i średnicy gwintu podane są w tabeli 8.

Tabela 7. Wytyczne wyboru tolerancji gwintów metrycznych: A) gwinty wewnętrzne, B) gwinty zewnętrzne

A. Gwinty wewnętrzne

Klasa gwintu	Długość skręcenia					
	S		N		L	
	Pole tolerancji gwintu					
Dokładna		4H		4H5H 5H		6H
Średnio dokładna	(5G)	5H	6G	6H	(7G)	7H
Zgrubna			7G	7H	(8G)	8H

Pola w ramkach są uprzywilejowane, przy czym w przypadku klasy średnio dokładnej i długości skręcenia N- pole 6H należy stosować w pierwszej kolejności.
Pola podane w nawiasach są nie zalecane.
W przypadkach uzasadnionych dopuszcza się pola tolerancji gwintów stanowiące skojarzenie pól tolerancji średnicy podziałowej i średnicy wewnętrznej - wg tablicy (np. 5H6H).

B. Gwinty zewnętrzne

Klasa gwintu	Długość skręcenia									
	S		N					L		
	Pole tolerancji gwintu									
Dokładna		3h4h				4g	4h			(5h4h)
Średnio dokładna	5g6g	(5h6h)	6d	6e	6f	6g	6h	(7e6e)	7g6g	(7h6h)
Zgrubna						8g	8h ¹⁾		9g8g	

¹⁾ Tylko dla gwintów z podziałką $P \geq 0,8$ mm. W przypadku gwintów z podziałką $P < 0,8$ mm przyjmuje się pole tolerancji 8h6h.
Pola w ramkach są uprzywilejowane, przy czym w przypadku klasy średnio dokładnej i długości skręcenia N - pole 6g należy stosować w pierwszej kolejności.
Pola podane w nawiasach są nie zalecane.
W przypadkach uzasadnionych dopuszcza się pola tolerancji gwintów stanowiące skojarzenie pól tolerancji średnicy podziałowej i średnicy zewnętrznej - wg tablicy (np. 4h6h, 8h6h).
Przy długościach skręcenia S i L dopuszcza się pola tolerancji ustalone dla długości skręcenia N. Jeżeli długość skręcenia nie jest znana, zaleca się pola ustalone dla długości N.

Tabela 8. Długość skręcania wg PN-83/M-02113

Średnica znamionowa		P skok	Długość skręcania			
			S-mała	N-średnia		L-duża
ponad	do		do	ponad	do	ponad
mm		mm				
2,8	5,6	0,35	1	1	3	3
		0,5	1,5	1,5	4,5	4,5
		0,6	1,7	1,7	5	5
		0,7	2	2	6	6
		0,75	2,2	2,2	6,7	6,7
		0,8	2,5	2,5	7,5	7,5
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
H,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		

Uwaga: W tabeli pominięto dane dotyczące skoków 0,2 do 0,45 mm oraz 5 do 6 mm

4. Oznaczenia gwintów

Oznaczenie gwintu składa się z symbolu określającego gwint metryczny M, średnicy znamionowej d lub D , skoku (jeśli gwint jest drobnozwojowy), symboli określających szereg tolerancji i położenia pól poszczególnych tolerowanych średnic oraz wartości długości skręcenia (jeśli jest ona inna niż średnia). W oznaczeniu gwintu podaje się najpierw szereg tolerancji i symbol położenia pola średnicy podziałowej d_2 lub D_2 , następnie szereg tolerancji i symbol położenia pola średnicy zewnętrznej d (dla śrub) lub średnicy wewnętrznej D_1 (dla nakrętek). Jeżeli te wielkości są takie same, to podaje się tylko jeden symbol.

Przykład oznaczenia gwintu zewnętrznego

M10 – 5 g 6 g – 20

gwint zewnętrzny M10 o skoku zwykłym ($P = 1,5$ mm), tolerancji średnicy podziałowej T_{d_2} szeregu 5, położeniu pola g i tolerancji średnicy zewnętrznej T_d szeregu 6, położeniu pola g i długości skręcenia 20 mm (długości skręcenia L - duża).

Przykład oznaczenia gwintu wewnętrznego

M30 x 2 – 5H

gwint wewnętrzny M30 o skoku drobnozwojowym ($P = 2$ mm), tolerancji średnicy podziałowej T_{D_2} i średnicy wewnętrznej T_{D_1} szeregu 5 oraz położenia pól tolerancji dla obu średnic H, o średnicy długości skręcenia - N.

Przykład oznaczenia złącza gwintowego

M24 – 6H/6d

Złącze gwintowe M24 o skoku zwykłym, tolerancji średnic D_2 i D_1 szeregu 6, położenia pola H oraz tolerancji średnic d_2 i d szeregu 6, położenia pola d i średniej długości skręcenia - N.

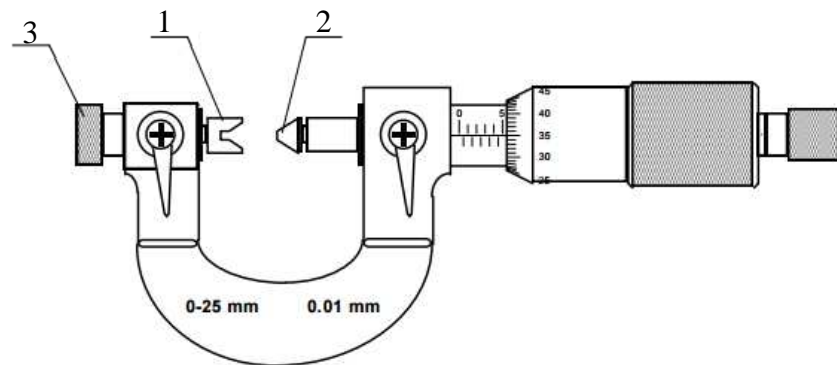
5. Ogólne uwagi dotyczące pomiarów gwintów

Sposób wyboru właściwej metody i narzędzia do pomiarów gwintu jest zgodny z ogólnie przyjętymi zasadami.

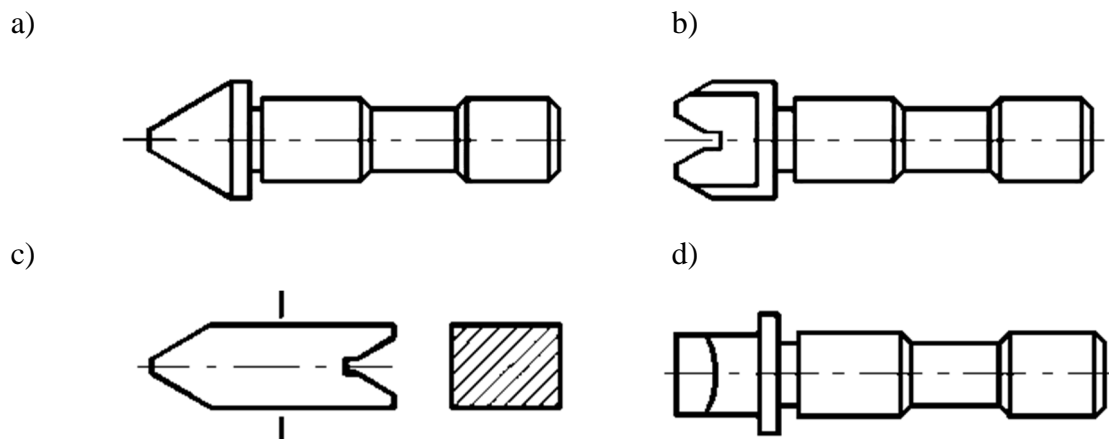
Przy wyborze narzędzi, obok tolerancji jedną z istotnych ról grają rozmiary produkcji. W warunkach produkcji o dużych rozmiarach stosowane są szeroko sprawdziany, najczęściej dwugraniczne. Zaletą sprawdzianów jest to, że pozwalają w sposób szybki sprawdzić jednocześnie wiele elementów wymiarowych gwintu. Do kontroli produkcji o małych rozmiarach stosuje się najczęściej sprzęt uniwersalny, przy użyciu którego możliwe są pomiary jednego lub wielu elementów gwintu. Kontrola wielu elementów gwintu narzędziami uniwersalnymi, w odróżnieniu od sprawdzianów, nie następuje jednocześnie, a czynności kontrolne najczęściej są czasochłonne. **Stąd też pomiar wszystkich elementów gwintu odbywa się rzadko, a ocenę prawidłowego wykonania przeprowadza się najczęściej na podstawie pomiarów średnicy podziałowej d_2 lub D_2 .**

5.1. Pomiar średnicy podziałowej mikrometrem do gwintów

Po ustaleniu kąta profilu i skoku gwintu za pomocą sprawdzianu grzebieniowego należy dobrać odpowiednie końcówki pomiarowe do mikrometru. Założyć dobrane końcówki (jak na rys. 4) i stykając je ze sobą ustawić mikrometr w położenie zerowe za pomocą nakrętki 3 umieszczonej na kowadełu. Jeżeli mikrometr jest o zakresie większym od 25 mm to ustawienie w położenie zerowe wykonuje się za pomocą odpowiedniego wzorca, a dalej postępujemy się nim jak zwykłym mikrometrem. Podczas mierzenia wskazanie mikrometru jest bezpośrednio pomiarem mierzonej średnicy podziałowej d_2 gwintu zewnętrznego.



Rys. 3. Mikrometr do pomiaru średnicy podziałowej gwintu
1 i 2 – wymienne końcówki pomiarowe, 3 – pokrętko regulacji wskazania zerowego.



Rys. 4. Wymienne końcówki pomiarowe do mikrometru do gwintów (a, b, d),
c – wzorzec nastawczy

5.2. Pomiar średnicy podziałowej metodą trójwałeczkową

Pomiaru średnicy podziałowej dokonujemy przy pomocy mikrometru ciężkiego i trzech wałeczków pomiarowych o jednakowej średnicy d_{w_0} tak dobranej, aby wałeczki stykały się z powierzchniami zarysu gwintu na średnicy podziałowej

$$d_{w_0} = \frac{P}{2 \cos \alpha}$$

Produkowane są również wałeczki pomiarowe w specjalnych oprawkach z otworami, które nakłada się na wrzeciono i kowadełko mikrometru, co znacznie ułatwia wykonanie pomiaru. Średnice wałeczków są znormalizowane. W przypadku nietypowego gwintu po obliczeniu średnicy d_{w_0} dobieramy „najbliższy” znormalizowany wałeczek d_w . Zgodnie ze schematem pomiaru mierzymy wymiar obejmujący M i obliczamy średnicę podziałową d_2 z zależności

$$d_2 = M - d_w \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha} \right) + 0,5P \operatorname{ctg} \alpha - A_1 + A_2$$

We wzorze tym wprowadzono dwie poprawki. Poprawkę A_1 wprowadzono ze względu na skręcanie wałeczków pomiarowych w bruzdach gwintu w czasie pomiaru. Poprawkę A_2 wprowadzono ze względu na sprężyste odkształcenie powierzchniowe, powstałe pod wpływem nacisku pomiarowego. Wartości liczbowe A_1 i A_2 dla gwintów metrycznych $\alpha = 30^\circ$ obliczamy z zależności

$$A_1 = 0,5d_w \left(\frac{P}{\pi d_2} \right)^2 \operatorname{ctg} \cos \alpha - 0,07599d_w \left(\frac{P}{d_2} \right)^2, \text{ mm}$$

$$A_2 = 0,004 \sqrt[3]{\frac{S^2}{d_w}}, \text{ mm}$$

gdzie:

P – skok mierzonego gwintu w mm,

S – nacisk pomiarowy na wałeczki (dla mikrometru $S=10\text{N}$),

d_w – średnica wałeczka pomiarowego w mm.

Niedokładność pomiaru średnicy podziałowej

Pomiar średnicy podziałowej metodą trójwałeczkową jest pomiarem pośrednim, zatem niedokładność pomiaru Δd_2 określamy jako sumę niedokładności

$$\Delta d_2 = \left| \frac{\partial d_2}{\partial M} \right| |\Delta M| + \left| \frac{\partial d_2}{\partial d_w} \right| |\Delta d_w| + \left| \frac{\partial d_2}{\partial P} \right| |\Delta P| + \left| \frac{\partial d_2}{\partial \alpha} \right| |\Delta \alpha|$$

gdzie:

$$\frac{\partial d_2}{\partial M} = 1, \quad \frac{\partial d_2}{\partial d_w} = 1 + \frac{1}{\sin \alpha}, \quad \frac{\partial d_2}{\partial P} = 0,5 \operatorname{ctg} \alpha, \quad \frac{\partial d_2}{\partial \alpha} = \frac{2d_w \cos \alpha - P}{2 \sin^2 \alpha}$$

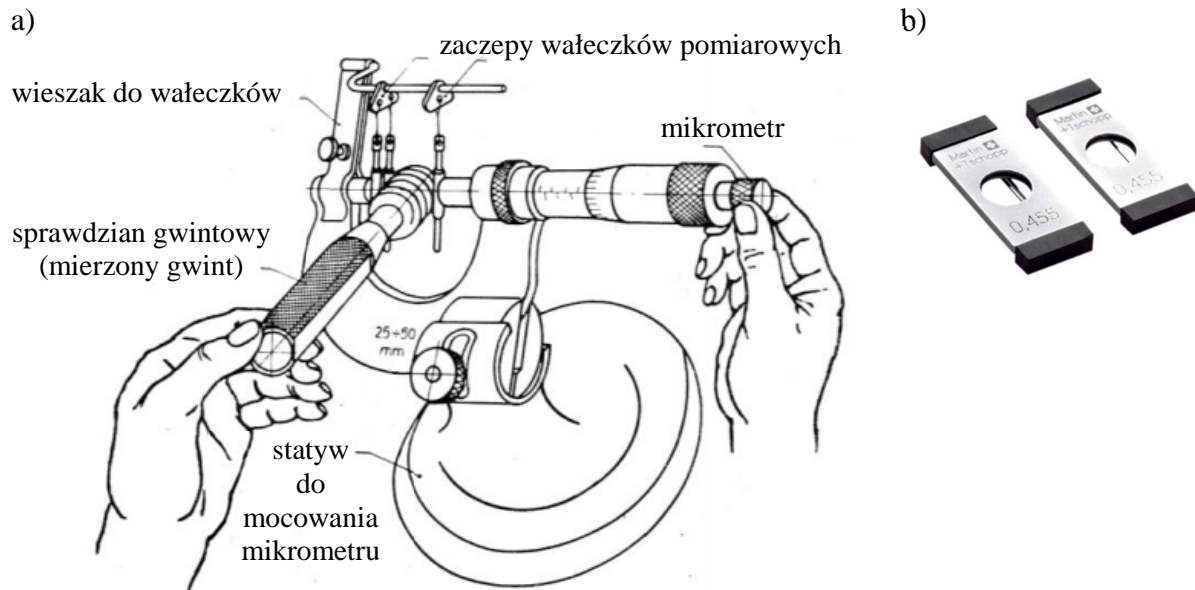
$$\frac{\partial d_2}{\partial A_1} = 0, \quad \frac{\partial d_2}{\partial A_2} = 0,$$

Po podstawieniu otrzymuje się:

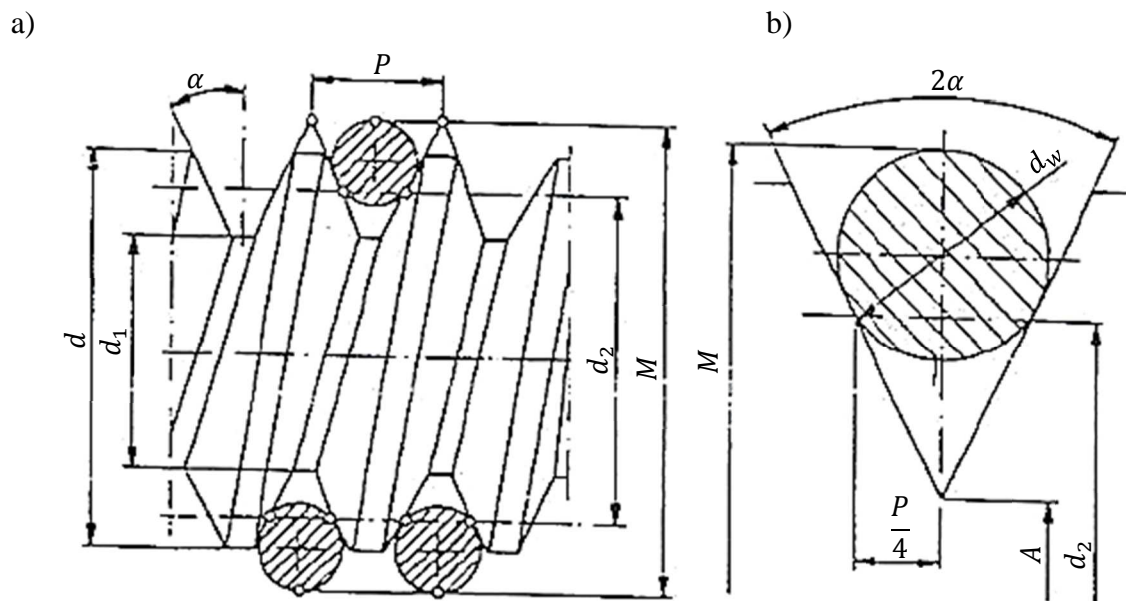
$$\Delta d_2 = \pm \left(|\Delta M| + \left| 1 + \frac{1}{\sin \alpha} \right| |\Delta d_w| + |0,5 \operatorname{ctg} \alpha| |\Delta P| + \left| \frac{2d_w \cos \alpha - P}{2 \sin^2 \alpha} \right| |\Delta \alpha| \right)$$

gdzie:

$\Delta M, \Delta d_w, \Delta P, \Delta \alpha$ – niedokładności cząstkowe pomiarów bezpośrednich mierzonych wielkości M, d_w, P, α ($\Delta \alpha$ – w radianach).



Rys. 5. Pomiar średnicy podziałowej gwintu metodą trójwałeczkową a) widok ogólny sposobu pomiaru, b) wałeczki pomiarowe w oprawkach.

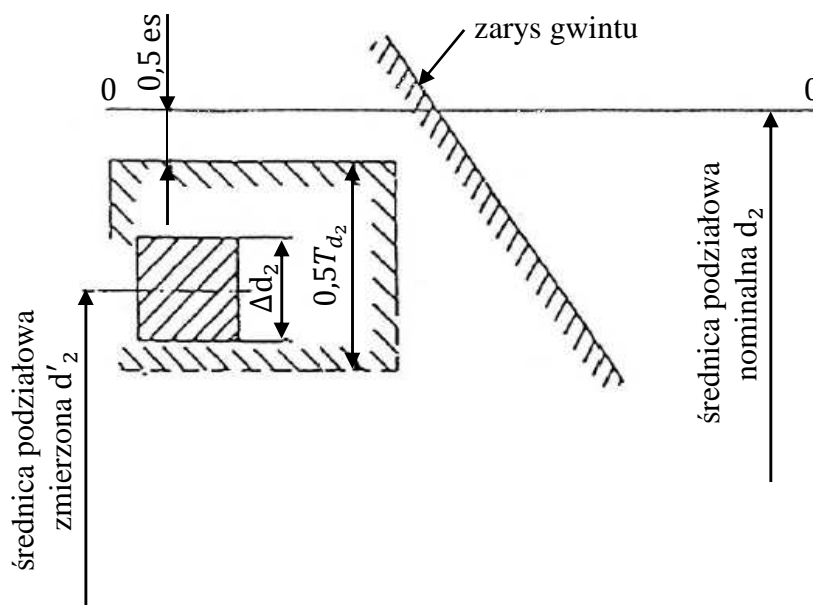


Rys. 6. Schemat pomiaru średnicy podziałowej: a) rozmieszczenie wałeczków, b) przyklepanie wałeczków do promieni gwintu

6. Określenie klasy dokładności mierzonego gwintu

Z tabeli 4 i 5 przyjmujemy wartość tolerancji T_{d_2} oraz odchyłki podstawowej es , tak aby pole tolerancji obejmowało zmierzony wymiar średnicy podziałowej d_2 wraz z polem niedokładności pomiaru (rys. 7). Na podstawie obliczonej wartości liczbowej T_{d_2} (wg poniższej zależności odczytujemy z tabeli 4 szereg tolerancji, a następnie dla przyjętej długości skręcenia (wysokości nakrętki współpracującej z mierzoną śrubą) odczytujemy z tabeli 7 klasę dokładności mierzonego gwintu zewnętrznego.

$$T_{d_2} = d_2 - es - (d'_2 - \Delta d_2)$$



Rys. 7. Pole tolerancji średnicy podziałowej

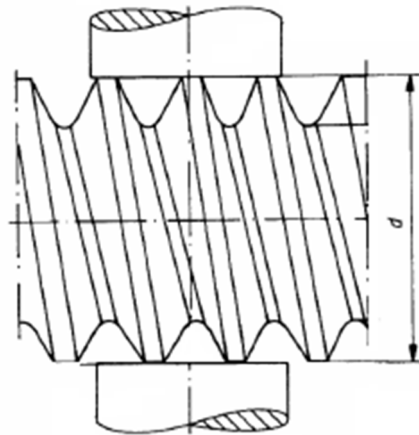
ZADANIA DO WYKONANIA

1. Sprawdzić stan przyrządów pomiarowych i oczyścić je.
2. Wzornikiem MWGa do gwintów ustalić kąt gwintu i podziałkę gwintu P . Zanotować przyjęty gwint.



Rys. 1. Pomiar gwintu wzornikiem

3. Przeprowadzić pomiar średnicy zewnętrznej gwintu zewnętrznego d za pomocą mikrometru, zapisując wyniki w tabeli pomiarowej 1.



Rys. 2. Pomiar średnicy zewnętrznej gwintu zewnętrznego

Tabela 1. Pomiar średnicy zewnętrznej gwintu zewnętrznego

lp.	Średnica zewnętrzna gwintu zewnętrznego d		
	gwint M skok gwintu P	gwint M skok gwintu P	gwint M skok gwintu P
1			
2			
3			
4			
5			
średnia			
e			

- Odczytać dolny (d_{min}) i górny wymiar graniczny (d_{max}), obliczyć odchyłkę es ($d_{max} - d$) i ei ($d_{min} - d$) oraz tolerancję T . Uzyskane wyniki zanotować w tabeli 2, dołączyć obliczenia.

Tabela 2. Wartości wyliczone z pomiarów d

	gwint M skok gwintu P	gwint M skok gwintu P	gwint M skok gwintu P
średnica maksymalna d_{max}			
średnica minimalna d_{min}			
odchyłka górna es_d			
odchyłka dolna ei_d			
tolerancja T_d			

- Dobrać z tabeli 3 i 5 (instrukcja) wartość tolerancji T_d oraz odchyłki podstawowej es , tak aby pole tolerancji obejmowało zmierzony wymiar średnicy podziałowej d wraz z polem niedokładności pomiaru.

Tabela 3. Przyjęte oznaczenia symbolowe

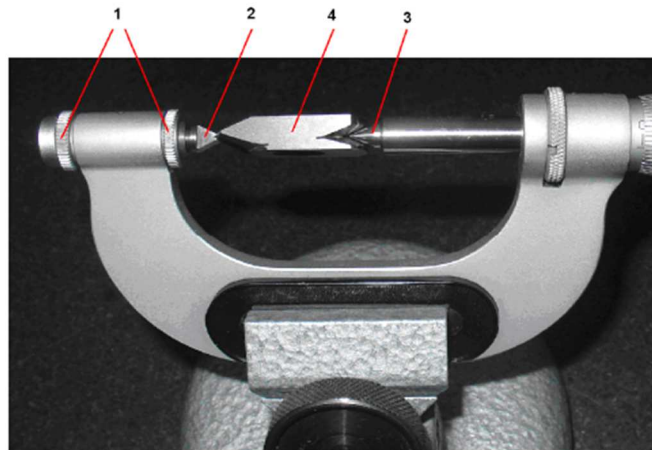
	gwint M skok gwintu P	gwint M skok gwintu P	gwint M skok gwintu P
położenie pola tolerancji			
szereg tolerancji			
odchyłka górna es_d			
odchyłka dolna ei_d			
tolerancja T_d			

- Przeprowadzić pomiar średnicy podziałowej gwintu zewnętrznego d_2 za pomocą mikrometru z wymiennymi końcówkami:
 - Wybrać odpowiednie końcówki i założyć na mikrometr.
 - Wywzorować mikrometr.
 - Przeprowadzić pomiar zapisując wyniki w tabeli pomiarowej 4.

Wzorcowanie mikrometru

Do pomiaru średnicy podziałowej gwintu zewnętrznego używa się dedykowanych do tego celu końcówek. Końcówki należy dobrać wg skoku gwintu. Przy zakładaniu końcówek należy zwrócić uwagę, że końcówka pryzmatyczna 2 powinna być założona po stronie kowadełka, a końcówka stożkowa 3 po stronie wrzeciona (rys.3.). Przed pomiarem mikrometr należy wykalibrować. Mikrometry o zakresie pomiarowym 0-25 mm kalibruje się poprzez ustawienie go na wymiar 0, zablokowanie bębena i doprowadzenia do zetknięcia wymiennych końcówek przesuwając kowadełko za pomocą nakrętek 1. Mikrometry o innych zakresach pomiarowych kalibruje się na wzorcu nastawczym 4. W tym celu mikrometr z założonymi końcówkami należy ustawić na wymiar, który widnieje na wzorcu, a następnie zablokować

obrót bębna. Wzorec umieszcza się pomiędzy końcówkami pomiarowymi i odpowiednio przesuwają kowadełko, tak aby unieruchomić wzorec bez nadmiernego ściskania go.



Rys. 3. Wzorcowanie mikrometru: 1- regulacja przesunięcia konika, 2- końcówka pryzmatyczna, 3- końcówka stożkowa, 4- wzorec nastawczy do gwintów

Tabela 4. Pomiar średnicy podziałowej mikrometrem do gwintów

Lp.	Średnica podziałowa gwintu zewnętrznego d_2		
	gwint M skok gwintu P	gwint M skok gwintu P	gwint M skok gwintu P
1			
2			
3			
4			
5			
średnia			
e			

- Odczytać dolny i górny wymiar graniczny, obliczyć odchyłkę es i ei oraz tolerancję T . Uzyskane wyniki zanotować w tabeli 5, dołączyć obliczenia.

Tabela 5. Wartości wyliczone z pomiarów d_2

	gwint M skok gwintu P	gwint M skok gwintu P	gwint M skok gwintu P
średnica maksymalna d_{max}			
średnica minimalna d_{min}			
odchyłka górna es_{d_2}			
odchyłka dolna ei_{d_2}			
tolerancja T_{d_2}			

- Dobrać z tabeli 4 i 5 (instrukcja) wartość tolerancji T_{d_2} oraz odchyłki podstawowej es , tak aby pole tolerancji obejmowało zmierzony wymiar średnicy podziałowej d_2 wraz z polem niedokładności pomiaru.

Tabela 6. Przyjęte oznaczenia symbolowe

	gwint M skok gwintu P	gwint M skok gwintu P	gwint M skok gwintu P
położenie pola tolerancji			
szereg tolerancji			
odchyłka górna es_{d_2}			
odchyłka dolna ei_{d_2}			
tolerancja T_{d_2}			

5. Przeprowadzić pomiar średnicy podziałowej gwintu zewnętrznego d_2 metodą trójwałeczkową:

- Obliczyć optymalną średnicę wałeczka pomiarowego d_{w_o} .
- Obliczyć wartość bezwzględną Δd_w różnicy wskazań pomiędzy wartością teoretyczną średnicy wałeczka pomiarowego obliczonego ze wzoru a najbliższą wartością średnicy wałeczka znormalizowanego.

$$\Delta d_w = |d_{w_o} - d_w|$$

- Z kompletu wałeczków wybrać nominalną średnicę wałeczka pomiarowego d_w najbliższą obliczonej.
- Umocować mikrometr w podstawce i zamocować specjalny wieszak, na którym zawieszają się wałeczki pomiarowe. Końcówka drutu, na której wieszają się wałeczki, powinna leżeć w tej samej płaszczyźnie pionowej, co oś końcówek pomiarowych mikrometru.
- Zawiesić wałeczki pomiarowe. Oś końcówek pomiarowych mikrometru powinna znaleźć się mniej więcej w połowie długości powierzchni pomiarowych wałeczków.
- Włożyć wałeczki pomiarowe w bruzdy sprawdzanego gwintu w taki sposób, aby dwa wałeczki znajdowały się w dwóch sąsiednich bruzdach po jednej stronie sprawdzanego gwintu, a trzeci w bruzdzie leżącej naprzeciw zwoju objętego przez dwa wałeczki.
- Zmierzyć w różnych miejscach wymiar obejmujący M (rys. 6), zapisując wyniki w tabeli pomiarowej 7.

Tabela 7. Pomiar wymiaru M

Lp.	Wymiar M		
	gwint M skok gwintu P	gwint M skok gwintu P	gwint M skok gwintu P
1			
2			
3			
4			
5			
średnia			
e			

- Obliczyć średnicę podziałową gwintu d_2 .
- Obliczyć poprawkę A_1 na skręcanie wałeczków pomiarowych w brzdach gwintu oraz poprawkę A_2 ze względu na sprężyste odkształcenie powierzchniowe.
- Obliczyć niedokładność pomiaru średnicy podziałowej Δd_2 .

Tabela 8. Pomiar średnicy podziałowej gwintu zewnętrznego metodą trójwałeczkową

	gwint M	gwint M	gwint M
d_{w_0}			
d_w			
Δd_w			
P			
d_2^1			
d_2			
Δd_2			
A_1			
A_2			

¹ wartość średnicy podziałowej nominalnej gwintu zewnętrznego d_2 odczytana z tabeli 1.

- Wykonać konserwację i uporządkować stanowisko pomiarowe.
- Dokonać oceny poprawności wykonania gwintu.
 - Obliczyć średnicę podziałową gwintu zewnętrznego nominalną maksymalną $d_{max} = d_{2nominalna} - es$
 - Obliczyć średnicę podziałową gwintu zewnętrznego nominalną minimalną $d_{min} = d_{2nominalna} - ei$
 - Określić czy wartość średnicy podziałowej gwintu wyznaczonej za pomocą mikrometru i za pomocą wałeczków mieści się w granicach tolerancji wykonania gwintu (tabela 1).

$$d_{min} < d_{2zmierzona} + \Delta d_2 < d_{max}$$

- Dokonać zapisu oznaczenia mierzonych śrub.
- Opracować protokół i wnioski.