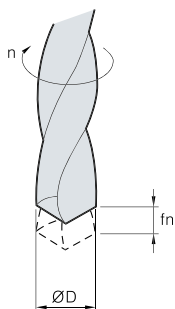


## ● Główne wzory w odniesieniu do wiercenia



Prędkość skrawania	Posuw	Kąt linii śrubowej	Czas obróbki
$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>v_c</math> : Prędkość skrawania (m/min)</li> <li>• <math>D</math> : Średnica wiertła (mm)</li> <li>• <math>n</math> : Obroty na minutę (<math>\text{min}^{-1}</math>)</li> <li>• <math>\pi</math> : Liczba Pi (3.14)</li> </ul>	$f_n = \frac{v_f}{n} \text{ (mm/obr.)}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>f_n</math> : Posuw na obrót (mm/obr.)</li> <li>• <math>v_f</math> : Posuw na minutę (mm/min)</li> <li>• <math>n</math> : Obroty na minutę (<math>\text{min}^{-1}</math>)</li> </ul>	$\delta = \tan^{-1} \left( \frac{\pi \cdot D}{L} \right)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\delta</math> : Kąt linii śrubowej</li> <li>• <math>D</math> : Średnica wiertła (mm)</li> <li>• <math>L</math> : Wysunięcie (mm)</li> <li>• <math>\pi</math> : Liczba Pi (3.14)</li> </ul>	$t_c = \frac{l_d}{n \cdot f_n} \text{ (min)}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>t_c</math> : Czas obróbki (min)</li> <li>• <math>n</math> : Obroty na minutę (<math>\text{min}^{-1}</math>)</li> <li>• <math>l_d</math> : Czas wiercenia (mm)</li> <li>• <math>f_n</math> : Posuw (mm/rev)</li> </ul>
Moment skrawania a opór (zależność doświadczalna)			
$M_d = K D^2 \times (0.0631 + 1.686 \times f_n) \text{ (kg}\cdot\text{cm)}$ $T = 57.95 K D f_n^{0.85} \text{ (kg)}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>M_d</math> : Moment skrawania (<math>\text{kg}\cdot\text{cm}</math>)</li> <li>• <math>T</math> : Opory skrawania (kg)</li> <li>• <math>D</math> : Średnica wiertła (mm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>f_n</math> : Posuw na obrót (mm/obr.)</li> <li>• <math>K</math> : Współczynnik materiałowy</li> </ul>	

Materiał obrabiany (SAE/AISI)		Wytrzymałość na rozciąganie ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )	Twardość (HB)	Współczynnik materiałowy K
Żeliwo	Żeliwo szare	21	177	1.00
	Żeliwo	28	198	1.39
	Żeliwo steryoidalne	35	224	1.88
Stal zwykła	1020(carbon steel C 0.2%)	55	160	2.22
	1112(C 0.12, S 0.2%)	62	183	1.42
	1335(Mn 1.75%)	63	197	1.45
Stal chromo-niklowa	3115 (Ni 1.25, Cr 0.6, Mn 0.5)	53	163	1.56
	3120 (Ni 1.25, Cr 0.6, Mn 0.7)	69	174	2.02
	3140	88	241	2.32
Stal chromo-molibdenowa	4115 (Cr 0.5, Mo 0.11, Mn 0.8)	63	167	1.62
	4130 (Cr 0.95, Mo 0.2, Mn 0.5)	77	229	2.10
	4140 (Cr 0.95, Mo 0.2, Mn 0.85)	94	269	2.41
Stal niko-molibdenowa	4615 (Ni 1.8, Mo 0.25, Mn 0.5)	75	212	2.12
	4820 (Ni 3.5, Mo 0.25, Mn 0.6)	140	390	3.44
Stal chromowa	5150 (Cr 0.8, Mn 0.8)	95	277	2.46
Stal chromowo-wanadowa	6115 (Cr 0.6, Mn 0.6, V 0.12)	58	174	2.08
	6120 (Cr 0.8, Mn 0.8, V 0.1)	80	255	2.22

Moment skrawania a opór (zależność doświadczalna)			
$M_d = K_1 \cdot d^2 \cdot f_n^m$ $T = K_2 \cdot d \cdot f_n^n$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>M_d</math> : Moment skrawania (<math>\text{kg}\cdot\text{cm}</math>)</li> <li>• <math>T</math> : Opór (kg)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>f_n</math> : Posuw (mm/obr.)</li> <li>• <math>K_1, K_2, m, n</math> : Wartości ustalone doświadczalnie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>d</math> : Średnica wiertła (mm)</li> </ul>

Materiał obrabiany	$K_1$	$m$	$K_2$	$n$
Miękka stal	5.9	1.00	125.0	0.88
Stal walcowana	3.5	1.00	55.0	0.88
7-3 Brąz	2.5	0.94	44.4	0.87
Aluminium	1.5	0.90	33.3	0.78
Cynk	1.4	0.88	27.0	0.74
Stal zbrojeniowa	2.0	0.94	21.6	0.75
Stal cynkowana	0.3	0.57	6.4	0.55

## ● Uszkodzenie narzędzia i sposób postępowania

Problem	Przyczyna	Rozwiązanie																	
		Parametry obróbki					Geometria narzędzia					Gatunek		Pozostałe					
		Prędkość skrawania	Posuw	Krok posuwu	Posuw początkowy	Chłodzenie	Kąt przystawienia	Kąt wierzchołkowy	Kąt scieniania	Gładzenie	Wsp. szerokości rowka	Zwężenie	Wyrzynalność	Twardość	Szywność maszyny	Szywność układu	Liczba tulei	Zamocowanie detalu	
Wykruszanie	• Zbyt ostra krawędź skrawająca (za duży kąt przyłożenia) (za ostra krawędź)						↓	↓	↑			↑							
	• Nadmierna prędkość skrawania	↓				○													
	• Narost					○	↓	↓	↑			↑							
	• Drgania i karby	↓												↑	↓		○		
Zużycie	• Nadmierna prędkość skrawania (nienormalne zużycie tyśinek)	↓				○													
	• Zbyt mała prędkość skrawania (nienormalne zużycie w środku)	↑				○													
Wiór	• Długi wiór	↑	↑			○				↓									
	• Nakładanie się	↑	↑																
	• Przypalanie się wióra	↑				○													
Dokładność otworu, zadziór, zła jakość powierzchni	• Dokładność mocowania narzędzia				↓			↓		↓				↑	↓		○		
	• Nadmierny posuw, ostry kąt wierzchołkowy		↓					↑		↓									
	• Nadmierna prędkość skrawania (należy zastanowić się nad gatunkiem narzędzia)	↑				○	↓	⊙					↑						
Pęknięcie	Złamanie przy zetknięciu się	• Zła jakość powierzchni			○	↓											○		
		• Niewystarczająca sztywność maszyny												↑				○	
	Uszkodzenie w dolnej części otworu	• Niewłaściwe parametry skrawania	↑	↓															
		• Otwór zniekształcony	↑						↑			○				↓		○	
		• Blokowanie wióra		↓	○								↑						

↑ : Zwiększyć   ↓ : Zmniejszyć   ○ : Zastosować   ● : Poprawne użycie

Informacje ogólne I

Toczenie

Frezowanie

Stożki

Frezy monolityczne

Wiercenie

Informacje ogólne II

Informacje techniczne

## ● Wielkość otworu pod gwint

### ● Gwinty śrubowe metryczne standardowe

Oznaczenie	Średnica otworu
M1 X 0.25	0.75
M1.1 X 0.25	0.85
M1.2 X 0.25	0.95
M1.4 X 0.3	1.1
M1.6 X 0.35	1.25
M1.7 X 0.35	1.35
M1.8 X 0.35	1.45
M2 X 0.4	1.6
M2.2 X 0.45	1.75
M2.3 X 0.4	1.9
M2.5 X 0.45	2.1
M2.6 X 0.45	2.2
M3 X 0.6	2.4
M3 X 0.5	2.5
M3.5 X 0.6	2.9
M4 X 0.75	3.25
M4 X 0.7	3.3
M4.5 X 0.75	3.8
M5 X 0.9	4.1
M5 X 0.8	4.2
M5.5 X 0.9	4.6
M6 X 1	5
M7 X 1	6
M8 X 1.25	6.8
M9 X 1.25	7.8
M10 X 1.5	8.5
M11 X 1.5	9.5
M12 X 1.75	10.3
M14 X 2	12
M16 X 2	14
M18 X 2.5	15.5
M20 X 2.5	17.5
M22 X 2.5	19.5
M24 X 3	21
M27 X 3	24
M30 X 3.5	26.5
M33 X 3.5	29.5
M36 X 4	32
M39 X 4	35
M42 X 4.5	37.5
M45 X 4.5	40.5
M48 X 5	43

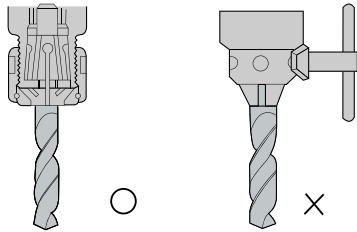
### ● Gwinty śrubowe metryczne drobnozwojowe

Oznaczenie	Średnica otworu
M2.5 X 0.35	2.2
M3 X 0.35	2.7
M3.5 X 0.35	3.2
M4 X 0.5	3.5
M4.5 X 0.5	4
M5 X 0.5	4.5
M5.5 X 0.5	5
M6 X 0.75	5.3
M7 X 0.75	6.3
M8 X 1	7
M8 X 0.75	7.3
M9 X 1	8
M9 X 0.75	8.3
M10 X 1.25	8.8
M10 X 1	9
M10 X 0.75	9.3
M11 X 1	10
M11 X 0.75	10.3
M12 X 1.5	10.5
M12 X 1.25	10.8
M12 X 1	11
M14 X 1.5	12.5
M14 X 1	13
M15 X 1.5	13.5
M15 X 1	14
M16 X 1.5	14.5
M16 X 1	15
M17 X 1.5	15.5
M17 X 1	16
M18 X 2	16
M18 X 1.5	16.5
M18 X 1	17
M20 X 2	18
M20 X 1.5	18.5
M20 X 1	19
M22 X 2	20
M22 X 1.5	20.5
M22 X 1	21
M24 X 2	22
M24 X 1.5	22.5
M24 X 1	23
M25 X 2	23
M25 X 1.5	23.5
M25 X 1	24
M26 X 1.5	24.5
M27 X 2	25

## ● Ostrzeżenia

### ● Dobór uchwytu na wiertło

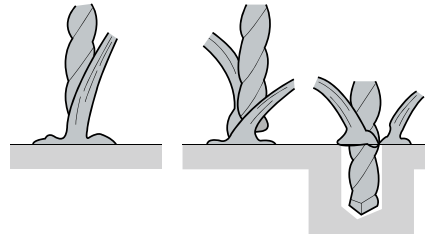
- Zaleca się uchwyt z tuleją zaciskową ponieważ posiada dużą siłę zacisku (zwykły uchwyt wiertarski i uchwyt Keyless nie posiadają dostatecznej siły zacisku).



- Uchwyt z tuleją zaciskową
- Zwykły uchwyt wiertarski

### ● Ilość doprowadzonego chłodziwa

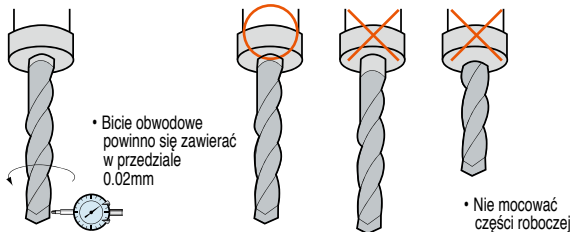
- Należy doprowadzić dostateczną ilość chłodziwa przy wejściu do otworu.
- Standardowe ciśnienie oleju: 3-5 kg/cm<sup>2</sup>, Wydatek: 2-5 l/min.



- Doprowadzić większą ilość chłodziwa do wlotu otworu.

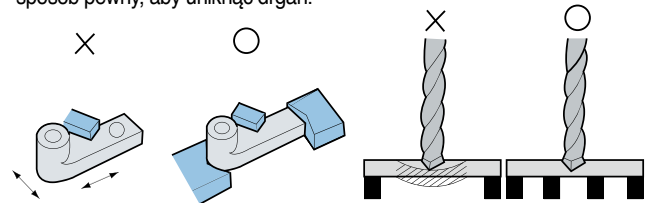
### ● Sposób mocowania wiertła

- Bicie na obwodzie wiertła zamocowanego nie powinno przekraczać 0.02mm.
- Nie należy mocować części roboczej.



### ● Sposób mocowania materiału obrabianego

- Przy wysokowydajnym wierceniu. Duży opór, moment oraz pozioma siła skrawająca równocześnie element obrabiany powinien być mocowany w sposób pewny, aby uniknąć drgań.



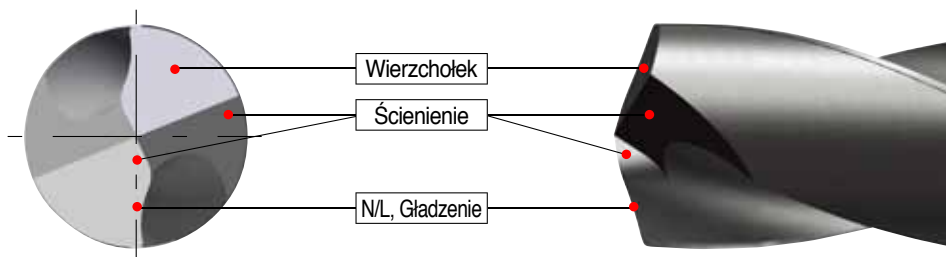
- Należy mocować w sposób równomierny i mocny (prawa strona i lewa, góra i dół).
- Należy mocno mocować, aby uniknąć uginania się powodującego wykruszenia.

## ● Uwaga

- 1) Aby przedłużyć żywotność wiertła należy usunąć przez szlifowanie niewielkie uszkodzenia i zużycie.
- 2) Wielkość uszkodzenia i zużycia przed szlifowaniem nie powinna przekraczać 1.5mm.
- 3) Jeśli wiertło jest pęknięte nie można go regenerować.
- 4) Istnieje możliwość zlecenia szlifowania wiertła lub nabyć szlifierkę do ich regeneracji.

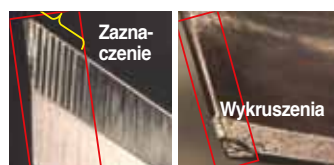
## ● Procedura ostrzenia

### ● Metoda ostrzenia (MACH drill)



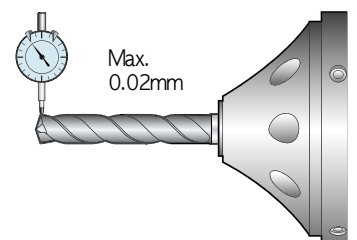
#### 1) Przygotowanie

- Określenie miejsc do szlifowania. Sprawdzić uszkodzenia krawędzi skrawającej oraz zużycie. W przypadku stwierdzenia znacznego uszkodzenia należy usunąć je poprzez zgrubne szlifowanie.



#### 2) Operacja ostrzenia

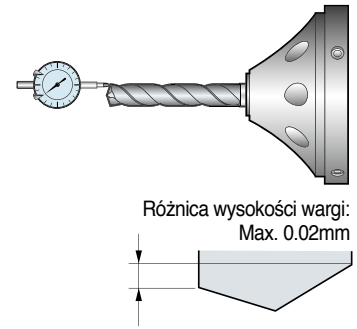
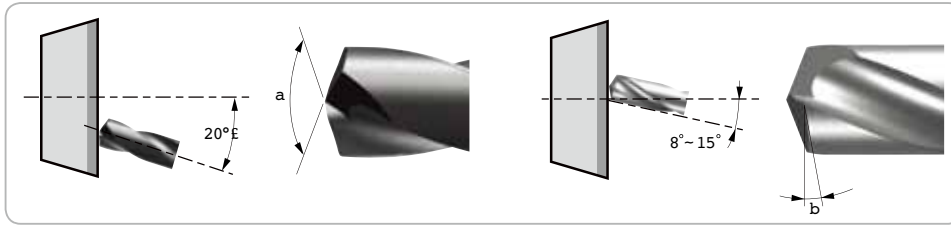
- Ustawianie wiertła. Wiertło mocuje się w uchwycie z tuleją zaciskową. Bicie nie może przekraczać 0.02mm.



### 3) Ostrzenie – ostrzenie wierzchołka

- Sprawdzić stopień uszkodzenia i zużycia wierzchołka i usunąć je całkowicie.
- Różnica wysokości wargi nie powinna przekraczać 0.02mm.

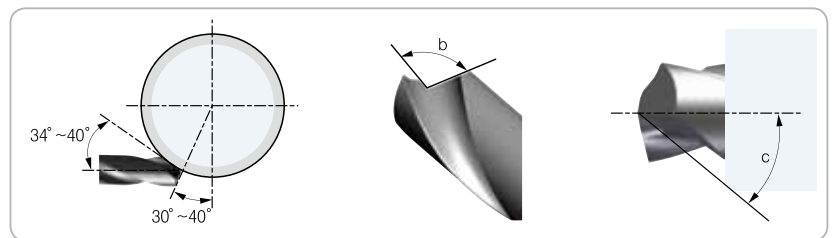
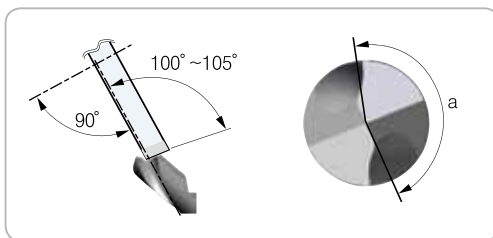
Kąt wierzchołkowy (α) : 140°  
Wierzchołkowy kąt przyłożenia (β) : 8° ~ 15°



### 4) Ostrzenie – ostrzenie ścienienia

- Biorąc pod uwagę szerokość N/L, długość krawędzi skrawającej od osi wiertła nie powinna przekraczać 0.03-0.08mm celem wyważenia.
- Ustawić tarczę w stosunku do osi wiertła pod kątem 34°-40°.

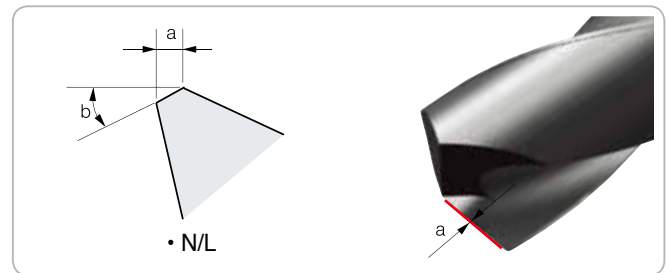
Kąt ścienienia (α): 155°~ 160°/  
Kąt ścienienia (b): 100°~ 105°  
Kąt przyłożenia ścienienia (c): 34°~ 40°



### 5) Ostrzenie – szlifowanie N/L i honowanie

- Za pomocą tarczy diamentowej, szlifowanie, wzdłuż krawędzi skrawającej punkt wierzchołka.
- Po operacji szlifowania należy je przetrzeć ośką.

Szerokość N/L (a): 0.05mm – 0.16mm / kąt N/L (b): 24-26.



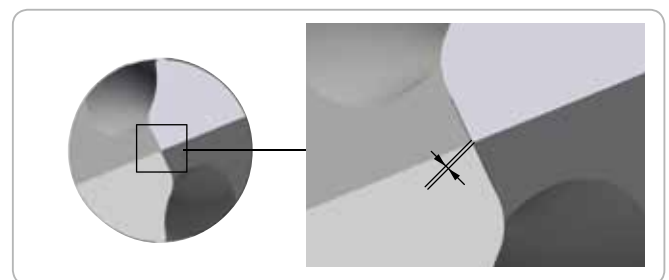
#### • Wskazówka

Wykonywanie wierzchołka

- Bez tego wiertła centrującego, szerokość wierzchołka winna wynosić 0,10 mm.

#### • Zalecane warunki szlifowania

- Tarcza diamentowa: ziarno 240-400
- Dłuto diamentowe: ziarno 400-600
- Ośka diamentowa: ziarno 800-1500



## ● Śruba z łbem sześciokątnym (śruba mocująca) – wymiar

### • Pogłębienie i wielkość otworu pod śrubę z łbem sześciokątnym

ISO (d)	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
ød <sub>1</sub>	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
ød'	3.4	4.5	5.5	6.5	6	11	14	16	18	20	22	24	26	30	33
øD	5.5	7	8.5	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36	40	45
H	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
H'	2.7	3.6	4.6	5.5	7.4	9.2	11.0	12.8	14.5	16.5	18.5	20.5	22.5	25	28
H''	3.3	4.4	5.4	6.5	8.6	10.8	13.0	15.2	17.5	19.5	21.5	23.5	25.5	29	32

