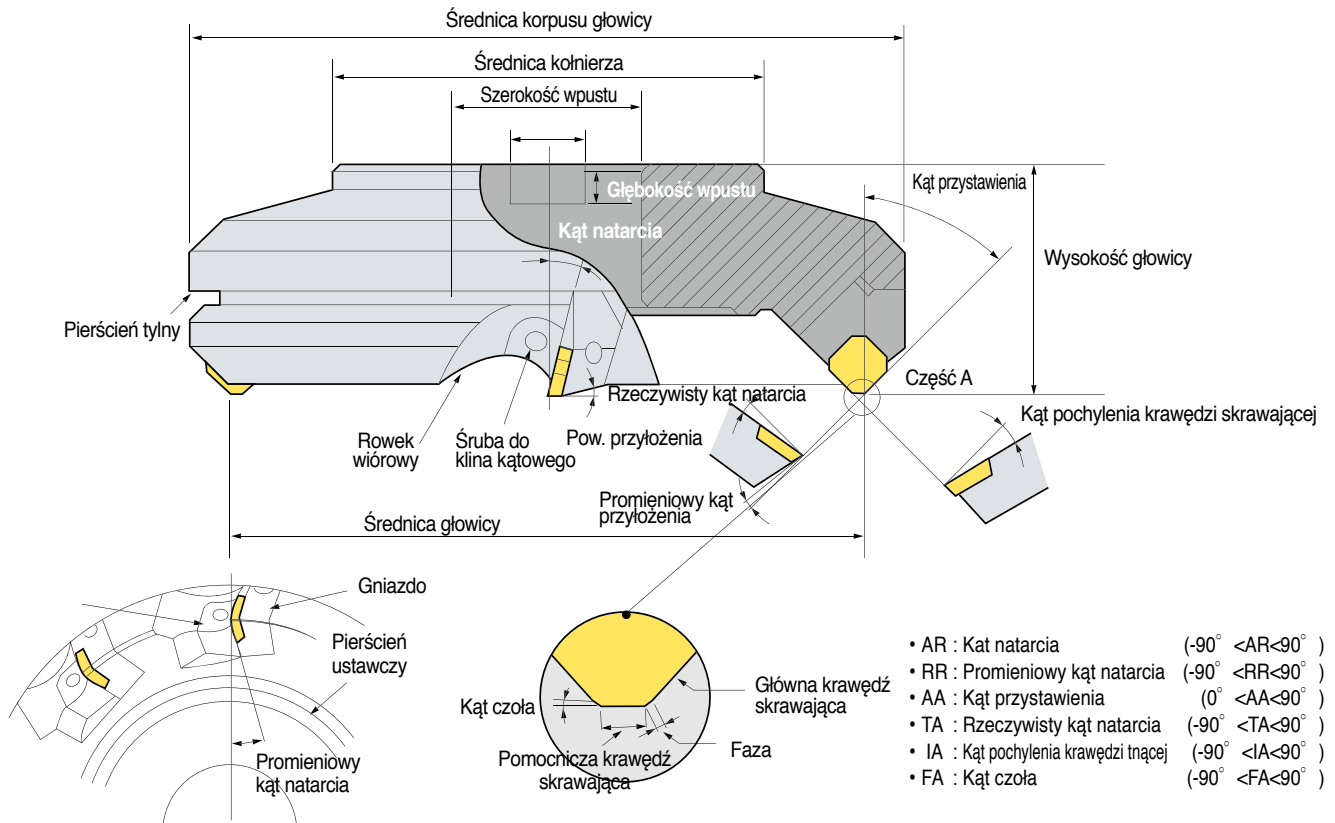


● Kształt głowicy frezarskiej i oznaczenia



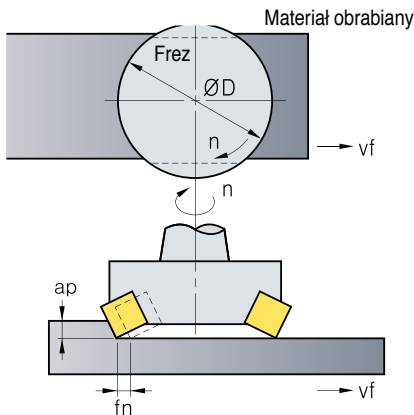
● Terminologia i właściwości związane z kątami krawędzi skrawającej

Wada narzędzia	Symbol	Funkcja	Rezultat
1	Kąt natarcia A.R	Kierunek splywu wióra, przyleganie	–
2	Promieniowy kąt natarcia R.R	Wpływ na opór	–
3	Kąt przystawienia A.A	Grubość wióra, określenie kierunku splywu	(+): w miarę zmniejszania się grubości wióra należy zredukować siłę skrawającą.
4	Rzeczywisty kąt natarcia T.A	Efektywny kąt natarcia	(+): Lepsze skrawanie. Zapobiega przyleganiu, osłabieniu krawędzi skrawającej (-): Wzrost wytrzymałości krawędzi skrawającej, łatwa przyczepność
5	Kąt pochylenia krawędzi skrawającej I.A	Wyznacza kierunek przepływu wióra	(+): Dobry splyw wióra, zmniejszenie siły skrawającej, zmniejszenie wytrzymałości krawędzi narożnej
6	Kąt czola F.A	Kontrola chropowatości powierzchni obróbki wykańczającej	(-): Poprawa chropowatości powierzchni
7	Kąt przyłożenia R.A	Kontrola wytrzymałości krawędzi skrawającej, żywotności narzędzia i drgań	–

Właściwości w zależności od kombinacji kąta natarcia

	Podwójny kąt dodatni	Podwójny kąt ujemny	Dodatnio-ujemny kąt	Ujemno-dodatni kąt
Zastosowanie	<ul style="list-style-type: none"> Ogólna obróbka stali, żeliwa, stali nierdzewnej. Obróbka stali miękkiej z łatwością powodująca narost. Obróbka materiału o skłonności do złej chropowatości powierzchni. 	<ul style="list-style-type: none"> W warunkach przerywanej obróbki. Obróbka zgrubna żeliwa i stali. 	<ul style="list-style-type: none"> Obróbka materiałów trudno obrabialnych. Obróbka zgrubna z dużą głębokością skrawania oraz na dużej szerokości stali i żeliwa. 	<ul style="list-style-type: none"> Wiór sypływa do środka korpusu narzędzia.
Zalety	<ul style="list-style-type: none"> Podobnie jak w przypadku twardego materiału obrabianego, zapobiega narostowi oraz poprawia chropowatość powierzchni. Małe opory skrawania i lepsza obrabialność. 	<ul style="list-style-type: none"> Mocna krawędź skrawająca. Obróbka zgrubna materiału obrabianego o złej powierzchni zawierającej piasek, żendrę. Można użyć płytek dwustronnych (ekonomiczne) Dobra kontrola wióra. 	<ul style="list-style-type: none"> Dobry spływ wióra i obrabialność. Nadaje się do obróbki trudno obrabialnych materiałów. Mocowanie z niesymetrycznym podziałem zapobiega drganiom. 	-
Wady	<ul style="list-style-type: none"> Mała wytrzymałość krawędzi skrawającej. Dostępne są wyłącznie płytki jednostronne (nieekonomiczne). Maszyna i narzędzie wymaga większej energii oraz sztywności. 	<ul style="list-style-type: none"> Maszyna i narzędzie wymaga większej energii oraz sztywności. 	<ul style="list-style-type: none"> Dostępne są wyłącznie płytki jednostronne (nieekonomiczne). 	<ul style="list-style-type: none"> Ponieważ wióra sypływają w kierunku środka narzędzia rysują one powierzchnię obrabianą. Zły spływ wiór Nieekonomiczne

Główne zależności skrawania



• Prędkość skrawania

$$vc = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

- vc : Prędkość skrawania (m/min)
- D : Średnica narzędzia (mm)
- n : Obroty na minutę (min⁻¹)
- π : Liczba Pi (3.14)

• Posuw

$$fz = \frac{vf}{z \cdot n} \text{ (mm/t)}$$

- fz : Posuw na ostrze (mm/t)
- vf : Posuw na minutę (mm/min)
- n : Obroty na minutę (min⁻¹)
- z : Liczba ostrzy

• Ilość usuwanych wiór

$$Q = \frac{L \times vf \times ap}{1000} \text{ (cm}^3\text{/min)}$$

- Q : Ilość usuwanych wiór (cm³/min)
- L : Szerokość obróbki (mm)
- vf : Posuw stołu (mm/min)
- ap : Głębokość obróbki (mm)

• Zapotrzebowanie na moc

$$P_{kw} = \frac{Q \times kc}{60 \times 102 \times \eta} \quad P_{hp} = \frac{P_{kw}}{0.75}$$

- Pc : Zapotrzebowanie na moc (kW)
- H : Moc wymagana (hp) (mm/min)
- Q : Ilość usuwanych wiór (cm³/min)
- kc : Właściwy opór skrawania (kgf/mm²)
- η : Współczynnik sprawności maszyny (0.7-0.8)

• Czas obróbki

$$T = \frac{60 \times Lt}{vf} \text{ (sec)}$$

- T : Czas obróbki (sec)
- Lt : Długość całkowita stołu posuwowego (mm)=(Lw+D+2R)
- Lw : Długość materiału obrabianego (mm)
- D : Średnica głowicy (mm)
- vf : Posuw stołu (mm/min) • R : Długość reliefu (mm)

• Rzeczywisty kąt natarcia / Kąt pochylenia krawędzi skrawającej

$$\text{Rzeczywisty kąt natarcia} \quad \tan(T) = \tan(R) \times \cos(AA) + \tan(A) \times \sin(C)$$

$$\text{Kąt pochylenia krawędzi skrawającej} \quad \tan(I) = \tan(A) \times \cos(AA) - \tan(R) \times \sin(C)$$

Wartości właściwych oporów skrawania

Materiał obrabiany	Wytrzymał. na rozciąganie (kg/mm ²) i twardość	Właściwe opory skrawania w zależności od różnych posuwów kc (MPa)				
		0.1 (mm/t)	0.2 (mm/t)	0.3 (mm/t)	0.4 (mm/t)	0.6 (mm/t)
Stal miękka	52	220	195	182	170	158
Stal średniowęglowa	62	198	180	173	160	157
Stal wysokowęglowa	72	252	220	204	185	174
Stal narzędziowa	67	198	180	173	170	160
Stal narzędziowa	77	203	180	175	170	158
Stal chromowo-manganowa	77	230	200	188	175	166
Stal chromowo-manganowa	63	275	230	206	180	178
Stal chromowo-molibdenowa	73	254	225	214	200	180
Stal chromowo-molibdenowa	60	218	200	186	180	167
Stal niklowo-chromowo-molibdenowa	94	200	180	168	160	150
Stal niklowo-chromowo-molibdenowa	HB352	210	190	176	170	153
Staliwo	52	280	250	232	220	204
Żeliwo hartowane	HRC46	300	270	250	240	220
Żeliwo perlityczne modyf.	36	218	200	175	160	147
Żeliwo szare	HB200	175	140	124	105	97
Brąz	50	115	95	80	70	63
Stopy lekkie (Al - Mg)	16	58	48	40	35	32
Stopy lekkie (Al - Si)	20	70	60	52	45	39

Ilość usuwanych wiór (cm³/min) na moc znamionową

Materiał obr.		Moc znamionowa					
		5 KM	10 KM	20 KM	30KM	40KM	50KM
Stal	miękka	32	75	163	295	425	570
	zwykła	26	55	127	212	310	425
	twarda	18	41	93	163	228	310
Żeliwo	miękkie	52	116	260	455	670	880
	zwykle	32	75	163	295	425	570
	twarde	26	55	127	212	310	425
Mosiądz Brąz	miękki	77	163	390	670	980	1,280
	zwykły	54	118	275	490	700	910
	twardy	26	55	127	245	325	425
Aluminium		90	195	440	780	1,110	1,500

Klasyfikacja chropowatości powierzchni

Typ	Symbol	Sposób obliczenia	Wielkości pomiarowe
Wysokość maks.	Rmax	<ul style="list-style-type: none"> Odległość pomiędzy linią wzniesień profilu chropowatości a linią wgłębień profilu w przedziale odcinka elementarnego wyrażana w mikronach. Należy odrzucić wartości nietypowe (zbyt małe lub duże) mające kształt rowków lub gór. 	
Wysokość chropowatości wg 10 punktów	Rz	<ul style="list-style-type: none"> Średnia arytmetyczna wartości bezwzględnych wysokości pięciu najwyższych wzniesień profilu chropowatości i głębokości profilu chropowatości w przedziale odcinka elementarnego wyrażana w mikronach. 	
Średnia arytmetyczna odchylenia profilu chropowatości Ra	Ra	<ul style="list-style-type: none"> Średnia arytmetyczna wartości bezwzględnych profilu chropowatości od linii średniej odcinka elementarnego wyrażana w mikronach. Zazwyczaj Ra mierzy się za pomocą profilografometru. 	

Oznaczenie chropowatości	▽▽▽▽	▽▽▽	▽▽	▽	~	
Chropowatość powierzchni	Rmax	0.8s	6.3s	25s	100s	Nieoznaczona
	Rz	0.8z	6.3z	25z	100z	
	Ra	0.2a	1.6a	6.3a	25a	

Dobór maks. średnicy głowicy (D)

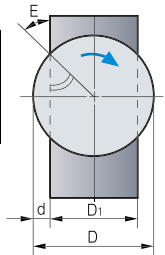
Dobór wg sztywności maszyny

Moc obrabiarki (PS)	10~15	15~20	Over 20
Parametry narzędzia (mm)	ø80~ø100	ø125~ø160	ø160~ø200

Dobór wg sztywności maszyny

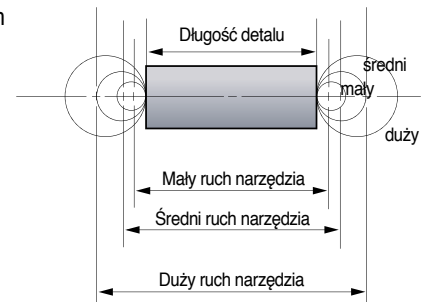
Materiał obr.	E	δ
Stal	+20° ~10°	3 : 2
Żeliwo	Poniżej +50°	5 : 4
Stopy lekkie	Poniżej +40°	5 : 3

D : Zewnętrzna średnica głowicy
D₁ : Szerokość materiału obrabianego
d : Wystająca część korpusu narzędzia
E : Kąt przystawienia
δ : Stosunek korpusu narzędzia i szerokości materiału obrabianego (D:D₁)



Dobór wg czasu obróbki

Im większe narzędzie tym dłuższy czas obróbki.



Dobór wg ilości ostrzy

Materiał	Stal	Żeliwo	Stopy lekkie
Ilość zębów	D × (1~1.5)	D × (1~4)	D × 1+a

Przykład D=ø100 ⇒ 4 " × (1~1.5)=4~6 D jest wielkością głowicy przeliczona na cale.

Informacje ogólne I

Toczenie

Frezowanie

Stożki

Frezy monolityczne

Wiercenie

Informacje ogólne II

Informacje techniczne

● Problemy skrawania przy frezowaniu

Problem	Przypadek	Rozwiązanie										
		Parametry obróbki			Kształt narzędzia					Płytki		
		Prędkość skrawania	Głębokość obróbki	Posuw	Chłodzenie	Kąt natarcia	Kąt przyłożenia	Kąt przystawienia	Drgania na kraw. tnącej	Promień naroża	Wytrzymałość	Twardość
Zużycie powierzchni przyłożenia	<ul style="list-style-type: none"> Nieodpowiedni gatunek płytki Niewłaściwe parametry skrawania Drgania 	↓		↑			↑	↓		↑		↑
Zużycie kraterowe	<ul style="list-style-type: none"> Niewłaściwe parametry skrawania Niewłaściwy gatunek płytki 	↓	↓	↓		↑				↓		↑
Wykruszanie	<ul style="list-style-type: none"> Zbyt słaba płytka Nadmierny posuw Nadmierne opory skrawania 			↓		↓	↓	↓		↑	↑	
Narost	<ul style="list-style-type: none"> Niewłaściwe parametry skrawania Niewłaściwy kształt krawędzi tnącej Niewłaściwy gatunek płytki 	↑	↓	↑		↑				↓		
Karbowanie powierzchni	<ul style="list-style-type: none"> Niewłaściwe parametry skrawania Brak zębów skrawających Niewłaściwy kształt krawędzi skrawającej Zły spływ wiórów Niestabilne zamocowanie materiału obrabianego 		↓	↓	○	↑		↑	↓	↓		
Zła jakość powierzchni	<ul style="list-style-type: none"> Narost Niewłaściwe parametry skrawania Drgania Zły spływ wiórów 	↑	↓	↓	○	↑			↓	↑		
Pęknięcia termiczne	<ul style="list-style-type: none"> Niewłaściwe parametry skrawania Niewłaściwy gatunek płytki 	↓	↓	↓	●	↑				↑	↑	
Pęknięcie	<ul style="list-style-type: none"> Niewłaściwy gatunek płytki Nadmierne opory skrawania Zły spływ wiórów Drgania Nadmierne wysunięcie 		↓	↓	○						↑	

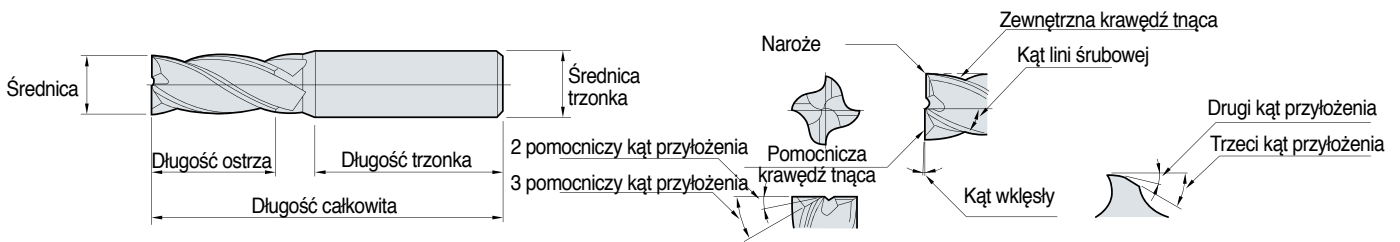
↑ : Zwiększyć ↓ : Zmniejszyć ○ : Zastosować ● : Poprawne użycie

● Wzory ogólne w odniesieniu do frezowania

● Współczynnik sprawności maszyny (η)

Sposób przeniesienia mocy	Stopień efektywności (E)	Zakres
Przeniesienie przez wspólną oś	0.90	
Pasy klinowe	0.85	Podwójne pasy : $0.85 \times 0.85 \approx 0.70$
Pas transmisyjny	0.75	
Przeniesienie hydrauliczne	0.60-0.90	

● Określenia i geometria frezów palcowych



● Porównanie ilości ostrzy

• Właściwości w odniesieniu do ilości ostrzy

	10mm	2 ostrza (SSE2100)	3 ostrza (SSE3100)	4 ostrza (SSE4100)
Kształt				
Przekrój		44mm ²	46mm ²	48mm ²
Wskaźnik		56%	58%	61%
Zalety		Dobry odpływ wiór	Dobry odpływ wiór	Wysoka sztywność
Wady		Słaba sztywność	Trudność pomiaru średnicy zewnętrznej	Zły odpływ wiór
Zastosowanie		Frezowanie boczne, rowków Wielozadaniowy	Frezowanie boczne, rowków	Side cutting Obr. dokładna

• Wpływ na obróbkę ilości ostrzy

Opis	Główne cechy	2 ostrza	4 ostrza
Sztywność narzędzia	Sztywność na skręcanie	○	⊙
	Sztywność na zginanie	○	⊙
Jakość powierzchni	Chropowatość pow.	○	⊙
	Dokładność obróbki	○	⊙
Kontrola wióra	Blokowanie wióra	⊙	○
	Odprowadzanie wióra	⊙	○
Frezowanie rowków	Odprowadzanie wióra	⊙	○
	Frezowanie rowków	⊙	○
Planowanie boczne	Jakość powierzchni	○	⊙
	Drgania	⊙	○

⊙- Doskonała ○- Dobra

● Różnice pomiędzy frezami zwykłymi i palcowymi do obróbki szybkościowej

Zwykłe frezy palcowe		Frezy ze stali szybko tnącej	
Kształt przekroju	Właściwości	Kształt przekroju	Właściwości
	<ul style="list-style-type: none"> - Zastosowanie domalnych prędkości, dużą głębokość obróbki, mały posuw - Niska twardość materiału (zwykła stal, żeliwo) 		<ul style="list-style-type: none"> • Stosowane przy niskiej prędkości, dużej głębokości skrawania, niskim posuwie. • Materiał obrabiany o małej twardości (stal zwykła, żeliwo).

● Obliczanie parametrów skrawania

• Obliczenie prędkości skrawania

$$vc = \frac{\pi D n}{1000} \quad n = \frac{1000 vc}{\pi D}$$

• Obliczenie prędkości posuwu

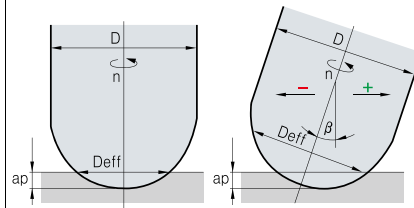
$$vf = n fn \text{ or } n fz z$$

$$fn = \frac{vf}{n} \quad fz = \frac{fn}{z} \text{ or } \frac{vf}{n z}$$

vc : Prędkość skrawania (m/min) vf : Prędkość posuwu (mm/min)
 π : Liczba Pi (3.141592) fn : Posuw na obrót (mm/obr.)
 D : Średnica freza (mm) fz : Posuw na ostrze (mm/t)
 n : Obroty na minutę (min⁻¹) z : Liczba ostrzy

● Obliczanie prędkości skrawania dla freza kulowego

Obroty na minutę	$n = \frac{vc \times 1000}{D \pi}$
Prędkość skrawania	$vc = \frac{D \pi n}{1000}$
Posuw na ostrze	$fz = \frac{vf}{z n}$
Posuw na obrót	$fn = fz z$
Prędkość posuwu	$vf = fz z n$
Współczynnik odprowadzenia wióra	$Q = ae ap vf$
Efektywna średnica freza kulowego	$Deff = 2 \times \sqrt{DXap - ap^2}$ <small>Tablica przeliczeniowa</small> $Deff = D \times \sin\left[\beta \pm \arccos\left(\frac{D-2ap}{D}\right)\right]$



L Frezy monolityczne

● Wpływ długości ostrza

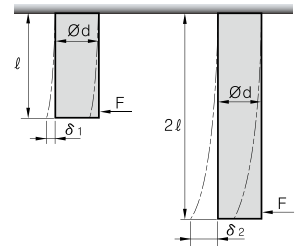
● Współczynnik L/R

- Współczynnik l/d
- Przykład: 3D, 15D, 22D

● Stopień deformacji w zależności od długości

- Stopień deformacji jest oddziaływaniem siły reakcji na siłę zewnętrzną.
- Proporcjonalny do trzeciej potęgi długości
- Ustawić możliwie jak najmniejszą długość ostrza oraz długość całkowitą.
- Im większa ilość ostrzy tym większa sztywność.
- Im wskaźnik szerokości rowka wiórowego jest mniejszy, sztywność wiertła jest wyższa.

$$\delta = \frac{Pl^3}{3EI}$$



- $l \rightarrow 2l$
- $\delta_1 \rightarrow \delta_2 = 8\delta_1$

δ = Wielkość odkształcenia l = Długość skrawania I = Moment bezwładności ($I = \frac{\pi d^4}{64}$)
 P = Siła skrawania E = Współczynnik sprężystości

● Tabela przeliczeniowa obrotów wrzeciona (w obr/min) – średnica zewnętrzna.

vc	Prędkość skrawania (vc, m/min)															
	Średn. zewn.	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	150	180	200	250
0.2	31,831	47,746	63,662	79,577	95,493	111,408	127,324	143,239	159,155	190,986	222,817	238,732	286,479	318,310	397,887	477,465
0.3	21,221	31,831	42,441	53,052	63,662	74,272	84,883	95,493	106,103	127,324	148,545	159,155	190,986	212,207	265,258	318,310
0.4	15,915	23,873	31,831	39,789	47,746	55,704	63,662	71,620	79,577	95,493	111,408	119,366	143,239	159,155	198,944	238,732
0.5	12,732	19,099	25,465	31,831	38,197	44,563	50,930	57,296	63,662	76,394	89,127	95,493	114,592	127,324	159,155	190,986
0.6	10,610	15,915	21,221	26,526	31,831	37,136	42,441	47,746	53,052	63,662	74,272	79,577	95,493	106,103	132,629	159,155
0.7	9,095	13,642	18,189	22,736	27,284	31,831	36,378	40,926	45,473	54,567	63,662	68,209	81,851	90,946	113,682	136,419
0.8	7,958	11,937	15,915	19,894	23,873	27,852	31,831	35,810	39,789	47,746	55,704	59,683	71,620	79,577	99,472	119,366
0.9	7,074	10,610	14,147	17,684	21,221	24,757	28,294	31,831	35,368	42,441	49,515	53,052	63,662	70,736	88,419	106,103
1	6,366	9,549	12,732	15,915	19,099	22,282	25,465	28,648	31,831	38,197	44,563	47,746	57,296	63,662	79,577	95,493
1.5	4,244	6,366	8,488	10,610	12,732	14,854	16,977	19,099	21,221	25,465	29,709	31,831	38,197	42,441	53,052	63,662
2	3,183	4,775	6,366	7,958	9,549	11,141	12,732	14,324	15,915	19,099	22,282	23,873	28,648	31,831	39,789	47,746
2.5	2,546	3,820	5,093	6,366	7,639	8,913	10,186	11,459	12,732	15,279	17,825	19,099	22,918	25,465	31,831	38,197
3	2,122	3,183	4,244	5,305	6,366	7,427	8,488	9,549	10,610	12,732	14,854	15,915	19,099	21,221	26,526	31,831
3.5	1,819	2,728	3,638	4,547	5,457	6,366	7,276	8,185	9,095	10,913	12,732	13,642	16,370	18,189	22,736	27,284
4	1,592	2,387	3,183	3,979	4,775	5,570	6,366	7,162	7,958	9,549	11,141	11,937	14,324	15,915	19,894	23,873
4.5	1,415	2,122	2,829	3,537	4,244	4,951	5,659	6,366	7,074	8,488	9,903	10,610	12,732	14,147	17,684	21,221
5	1,273	1,910	2,546	3,183	3,820	4,456	5,093	5,730	6,366	7,639	8,913	9,549	11,459	12,732	15,915	19,099
5.5	1,157	1,736	2,315	2,894	3,472	4,051	4,630	5,209	5,787	6,945	8,102	8,681	10,417	11,575	14,469	17,362
6	1,061	1,592	2,122	2,653	3,183	3,714	4,244	4,775	5,305	6,366	7,427	7,958	9,549	10,610	13,263	15,915
6.5	979	1,469	1,959	2,449	2,938	3,428	3,918	4,407	4,897	5,876	6,856	7,346	8,815	9,794	12,243	14,691
7	909	1,364	1,819	2,274	2,728	3,183	3,638	4,093	4,547	5,457	6,366	6,821	8,185	9,095	11,368	13,642
7.5	849	1,273	1,698	2,122	2,546	2,971	3,395	3,820	4,244	5,093	5,942	6,366	7,639	8,488	10,610	12,732
8	796	1,194	1,592	1,989	2,387	2,785	3,183	3,581	3,979	4,775	5,570	5,968	7,162	7,958	9,947	11,937
8.5	749	1,123	1,498	1,872	2,247	2,621	2,996	3,370	3,745	4,494	5,243	5,617	6,741	7,490	9,362	11,234
9	707	1,061	1,415	1,768	2,122	2,476	2,829	3,183	3,537	4,244	4,951	5,305	6,366	7,074	8,842	10,610
9.5	670	1,005	1,340	1,675	2,010	2,345	2,681	3,016	3,351	4,021	4,691	5,026	6,031	6,701	9,377	10,052
10	637	955	1,273	1,592	1,910	2,228	2,546	2,865	3,183	3,820	4,456	4,775	5,730	6,366	7,958	9,549
11	579	868	1,157	1,447	1,736	2,026	2,315	2,604	2,894	3,472	4,051	4,341	5,209	5,787	7,234	8,681
12	531	796	1,061	1,326	1,592	1,857	2,122	2,387	2,653	3,183	3,714	3,979	4,775	5,305	6,631	7,958
13	490	735	979	1,224	1,469	1,714	1,959	2,204	2,449	2,938	3,428	3,673	4,407	4,897	6,121	7,346
14	455	682	909	1,137	1,364	1,592	1,819	2,046	2,274	2,728	3,183	3,410	4,093	4,547	5,684	6,821
15	424	637	849	1,061	1,273	1,485	1,698	1,910	2,122	2,546	2,971	3,183	3,820	4,244	5,305	6,366
16	398	597	796	995	1,194	1,393	1,592	1,790	1,989	2,387	2,785	2,984	3,581	3,979	4,974	5,968
17	374	562	749	969	1,123	1,311	1,498	1,685	1,872	2,247	2,621	2,809	3,370	3,745	4,681	5,617
18	354	531	707	884	1,061	1,238	1,415	1,592	1,768	2,122	2,476	2,653	3,183	3,537	4,421	5,305
19	335	503	670	838	1,005	1,173	1,340	1,508	1,675	2,010	2,345	2,513	3,016	3,351	4,188	5,026
20	318	477	637	796	955	1,114	1,273	1,432	1,592	1,910	2,228	2,387	2,865	3,183	3,979	4,775
21	303	455	606	758	909	1,061	1,213	1,364	1,516	1,819	2,122	2,274	2,728	3,032	3,789	4,547
22	289	434	579	723	868	1,013	1,157	1,302	1,447	1,736	2,026	2,170	2,604	2,894	3,617	4,341
23	277	415	554	692	830	969	1,107	1,246	1,384	1,661	1,938	2,076	2,491	2,768	3,460	4,152
24	265	398	531	663	796	928	1,061	1,194	1,326	1,592	1,857	1,989	2,387	2,653	3,316	3,979
25	255	382	509	637	764	891	1,019	1,146	1,273	1,528	1,783	1,910	2,292	2,546	3,183	3,820

● Uszkodzenie narzędzia i sposób postępowania

Problem	Przyczyna	Rozwiązanie																
		Parametry obróbki					Kształt narzędzia					Gatunek		Pozostałe				
		Prędkość skrawania	Posuw	Głębokość obróbki	Chłodzenie	Up cut/down cut	Kąt przystawienia	Kąt lini śrubowej	Długość ostrza	Liczba ostrzy	Gładzenie	Rowek wiórowy	Wytrzymałość	Twardość	Sztynność układu	Drgania maszyny	Zamocowanie materiału obr.	Wysunięcie
Uszkodzenie krawędzi tnącej	Za duży obwód krawędzi tnącej	↓	↑		●											↑		
	Wykruszenia		↓			↓	↓			●		↑			↓	↑	↓	
	Pęknięcie w trakcie pracy		↓	↓				↓			↑			↑		↑	↓	
Niska jakość powierzchni	Tworzenie się narostu	↑	↑		●			↑		●								
	Drgania	↓				↓		↓						↑	↓	↑	↓	
	Niewłaściwa prostość		↓	↓		↑		↑	↓								↓	
Mała dokładność obróbki (wymiary, prostopadłość)	Niewłaściwe parametry skrawania	↑	↓			↓			↓	↑				↑	↓		↓	
	Niewłaściwy kształt narzędzia																	
Złe odprowadzanie wiór	Nadmierna ilość skrawanego materiału Niewłaściwy rowek wiórowy Niewłaściwe parametry skrawania		↓	↓									↑					

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