

Warunki obróbki (orientacyjnie) :

● : Obróbka stabilna ● : Obróbka ogólna ✚ : Obróbka niestabilna

ZALECENIA DOTYCZĄCE DOBORU ŁAMACZA WIÓRA

■ Tabela doboru łamacza wióra

Materiał przedmiotu obrabianego	Własności	Parametry skrawania	Łamacze Wióra		Gatunek		
			Pierwszy wybór	Drugi wybór	Pierwszy wybór	Drugi wybór	
P Stal konstrukcyjna	Twardość ≤180HB	● ●	L	M	MP6120	VP15TF	
		● ✚	M	L	MP6130	—	
	Twardość 180-350HB ≤350HB (wyżarzane)	● ●	L	M	MP6120	VP15TF	
		● ● ✚	M	L	MP6130	—	
Stal hartowana	Twardość 35—45HRC	● ●	M	L	MP6120	VP15TF	
		● ✚	M	L	MP6130	—	
M	Austenityczna stal nierdzewna	Twardość ≤280HB	● ●	L	M	MP7130	VP15TF
		● ✚	M	L	MP7130	—	
		Twardość >200HB	● ●	L	M	MP7130	VP15TF
		● ✚	M	L	MP7130	—	
	Stal nierdzewna typu duplex	Twardość ≤280HB	● ●	L	M	MP7130	VP15TF
			● ✚	M	L	MP7130	—
	Stale nierdzewne ferrytyczne i martenzytyczne	—	● ●	L	M	MP7130	VP15TF
			● ✚	M	L	MP7130	—
	Stal nierdzewna umacniana wydzieleniowo	Twardość <450HB	● ●	L	M	MP7130	VP15TF
			● ✚	M	L	MP7130	—
K	Żeliwo szare	Wytrzymałość na rozciąganie ≤350MPa	● ●	M	L	MC5020	VP15TF
		● ✚	M	L	VP15TF	—	
	Żeliwo sferoidalne (GGG)	Wytrzymałość na rozciąganie ≤800MPa	● ●	M	L	MC5020	VP15TF
			● ✚	M	L	VP15TF	—
N	Stopy aluminium	Zawartość Si<5%	● ●	L	M	TF15	—
			● ✚	M	L	TF15	—
S	Stop tytanu (Ti-6Al-4V, etc.)	—	● ●	L	M	MP9120	VP15TF
			● ✚	M	L	MP9130	—
	Stop tytanu (Ti-5Al-5V-5Mo-3Cr, etc.)	—	● ●	L	M	MP9120	VP15TF
			● ✚	M	L	MP9130	—
Stop żaroodporny	—	● ●	M	L	MP9120	VP15TF	
		● ✚	M	L	MP9130	—	
H	Stal hartowana	Twardość 40—55HRC	● ● ✚	M	—	VP15TF	—

ZALECANE PARAMETRY SKRAWANIA

■ Obróbka bez chłodzenia (na sucho)

Prędkość skrawania

Materiał przedmiotu obrabianego	Własności	Parametry skrawania	Gatunek	ae (mm)				
				≤0.25DC	0.25–0.5DC	0.5–0.75DC	DC(Rowek)	
				Vc (m/min)				
P	Stal konstrukcyjna	Twardość ≤180HB	● ● ✱	MP6120,VP15TF	230 (180–270)	220 (170–260)	180 (140–210)	180 (140–210)
			✱	MP6130	200 (150–240)	190 (140–230)	150 (110–180)	150 (110–180)
	Stal węglowa Stal stopowa Stal narzędziowa stopowa	Twardość 180–350HB ≤350HB (wyżarzane)	● ● ✱	MP6120,VP15TF	180 (140–210)	170 (130–200)	140 (110–160)	140 (110–160)
			✱	MP6130	150 (110–180)	140 (100–170)	110 (80–130)	110 (80–130)
Stal hartowana	Twardość 35–45HRC	● ● ✱	MP6120,VP15TF	120 (90–140)	110 (80–130)	100 (70–120)	100 (70–120)	
		✱	MP6130	100 (80–120)	90 (70–110)	80 (60–100)	80 (60–100)	
M	Austenityczna stal nierdzewna	Twardość ≤200HB	● ● ✱	MP7130,VP15TF	180 (140–210)	170 (130–200)	140 (110–160)	140 (110–160)
		Twardość >200HB	● ● ✱	MP7130,VP15TF	150 (110–180)	140 (100–160)	110 (80–130)	110 (80–130)
	Stal nierdzewna typu duplex	Twardość ≤280HB	● ● ✱	MP7130,VP15TF	140 (110–170)	130 (90–150)	100 (70–120)	100 (70–120)
	Stale nierdzewne ferrytyczne i martenzytyczne	–	● ● ✱	MP7130,VP15TF	180 (140–210)	170 (130–200)	140 (110–160)	140 (110–160)
	Stal nierdzewna umacniana wydzieleniowo	Twardość <450HB	● ● ✱	MP7130,VP15TF	130 (100–160)	120 (80–140)	90 (60–110)	90 (60–110)
K	Żeliwo szare	Wytrzymałość na rozciąganie ≤350MPa	● ● ✱	MC5020	250 (200–300)	240 (190–290)	210 (160–260)	210 (160–260)
			● ● ✱	VP15TF	200 (150–250)	190 (140–240)	160 (110–210)	160 (110–210)
	Żeliwo sferoidalne (GGG)	Wytrzymałość na rozciąganie ≤800MPa	● ● ✱	MC5020	180 (150–200)	170 (140–190)	150 (120–170)	150 (120–170)
			● ● ✱	VP15TF	130 (100–150)	120 (90–140)	100 (80–120)	100 (80–120)
N	Stopy aluminium	Zawartość Si<5%	● ● ✱	TF15	600 (400–1000)	600 (400–1000)	600 (400–1000)	600 (400–1000)
H	Stal hartowana	Twardość 40–55HRC	● ● ✱	VP15TF	90 (70–100)	85 (60–100)	70 (50–80)	70 (50–80)

Uwaga 1) Parametry skrawania dotyczą standardowych głowic z chwytem walcowym (ostatnia litera w oznaczeniu: S) i głowic nasadzanych. W przypadku karbowania powierzchni i wykruszeń krawędzi skrawającej płytki podczas obróbki, należy odpowiednio zmienić parametry skrawania.

Uwaga 2) Karbowanie i drgania występują częściej w niższej podanych warunkach. Należy wtedy zastosować zalecane minimalne parametry skrawania lub niższe.

- w przypadku dużego wysięgu (głowica z długim chwytem, głowica wkręcana itd.),
- niskiej sztywności obrabiarki, przedmiotu obrabianego lub jego zamocowania
- na promieniu naroża podczas frezowania gniazd

Uwaga 3) Gdy promieniowa głębokość skrawania (ae) wynosi 0.5 DC lub więcej, zalecane jest użycie głowicy z mniejszą liczbą płytek.

Uwaga 4) W celu uzyskania wysokiej gładkości powierzchni, zalecana jest obróbka z chłodzeniem (na mokro). (przy obróbce na sucho trwałość narzędzia jest niższa).

Uwaga 5) Użycie parametrów skrawania wyższych od zalecanych lub obróbka przez dłuższy okres czasu może spowodować pęknięcia zmęczeniowe lub złamanie płytek. Należy okresowo wymieniać wkręt dociskowy.

Głębokość Skrawania / Posuw na Ząb

Materiał przedmiotu obrabianego	Własności	ae	Parametry skrawania	DC (mm)						
				ø16–ø18		ø20–ø25		ø28–ø63		
				ap	fz (mm/ząb)	ap	fz (mm/ząb)	ap	fz (mm/ząb)	
P	Stal konstrukcyjna	Twardość ≤180HB	≤0.25DC	● ● ✱	≤6	0.10–0.15	≤8	0.10–0.20	≤8	0.10–0.25
			0.25–0.5DC	● ● ✱	≤5	0.08–0.12	≤8	0.10–0.15	≤8	0.10–0.20
			0.5–0.75DC	● ● ✱	≤4	0.08–0.12	≤6	0.08–0.12	≤6	0.10–0.15
			DC(Rowek)	● ● ✱	≤2	0.06–0.10	≤4	0.06–0.10	≤4	0.08–0.12
Stal węglowa Stal stopowa Stal narzędziowa stopowa	Twardość 180–280HB	≤0.25DC	● ● ✱	≤6	0.10–0.15	≤8	0.10–0.20	≤8	0.10–0.25	
		0.25–0.5DC	● ● ✱	≤5	0.08–0.12	≤8	0.10–0.15	≤8	0.10–0.20	
		0.5–0.75DC	● ● ✱	≤4	0.08–0.12	≤6	0.08–0.12	≤6	0.10–0.15	
		DC(Rowek)	● ● ✱	≤2	0.06–0.10	≤4	0.06–0.10	≤4	0.08–0.12	
Stal węglowa Stal stopowa Stal narzędziowa stopowa	Twardość 280–350HB ≤350HB (wyżarzane)	≤0.25DC	● ● ✱	≤6	0.10–0.15	≤8	0.10–0.15	≤8	0.10–0.20	
		0.25–0.5DC	● ● ✱	≤5	0.08–0.12	≤8	0.08–0.12	≤8	0.10–0.15	
		0.5–0.75DC	● ● ✱	≤4	0.08–0.12	≤6	0.06–0.10	≤6	0.08–0.12	
		DC(Rowek)	● ● ✱	≤2	0.06–0.10	≤4	0.06–0.10	≤4	0.05–0.10	
Stal hartowana	Twardość 35–45HRC	≤0.25DC	● ● ✱	≤6	0.10–0.15	≤8	0.10–0.15	≤8	0.10–0.20	
		0.25–0.5DC	● ● ✱	≤5	0.08–0.12	≤8	0.08–0.12	≤8	0.10–0.15	
		0.5–0.75DC	● ● ✱	≤4	0.08–0.12	≤6	0.06–0.10	≤6	0.08–0.12	
		DC(Rowek)	● ● ✱	≤2	0.06–0.10	≤4	0.06–0.10	≤4	0.06–0.10	

Warunki obróbki (orientacyjnie) :

● : Obróbka stabilna ● : Obróbka ogólna ✖ : Obróbka niestabilna

Głębokość Skrawania / Posuw na Ząb

Materiał przedmiotu obrabianego	Własności	ae	Parametry skrawania	DC (mm)						
				ø16-ø18		ø20-ø25		ø28-ø63		
				ap	fz (mm/ząb)	ap	fz (mm/ząb)	ap	fz (mm/ząb)	
M	Austenityczna stal nierdzewna	≤0.25DC	● ●	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.20	
			● ✖	≤6	0.08-0.12	≤8	0.08-0.15	≤8	0.08-0.15	
		0.25-0.5DC	● ●	≤5	0.08-0.12	≤8	0.08-0.15	≤8	0.08-0.15	
			● ✖	≤5	0.06-0.10	≤8	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	
		0.5-0.75DC	● ●	≤4	0.06-0.10	≤6	0.08-0.12	≤6	0.08-0.12	
			● ✖	≤4	0.06-0.08	≤6	0.06-0.10	≤6	0.06-0.10	
		DC(Rowek)	● ●	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	
			● ✖	≤2	0.06-0.08	≤4	0.06-0.08	≤4	0.06-0.08	
	Stal nierdzewna typu duplex	Twardość ≤280HB	≤0.25DC	● ●	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.20
				● ✖	≤6	0.08-0.12	≤8	0.08-0.15	≤8	0.08-0.15
			0.25-0.5DC	● ●	≤5	0.08-0.12	≤8	0.08-0.15	≤8	0.08-0.15
				● ✖	≤5	0.06-0.10	≤8	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12
		0.5-0.75DC	● ●	≤4	0.06-0.10	≤6	0.08-0.12	≤6	0.08-0.12	
			● ✖	≤4	0.06-0.08	≤6	0.06-0.10	≤6	0.06-0.10	
		DC(Rowek)	● ●	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	
			● ✖	≤2	0.06-0.08	≤4	0.06-0.08	≤4	0.06-0.08	
Stale nierdzewne ferrytyczne i martenzytyczne	-	≤0.25DC	● ●	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.20	
			● ✖	≤6	0.08-0.12	≤8	0.08-0.15	≤8	0.08-0.15	
		0.25-0.5DC	● ●	≤5	0.08-0.12	≤8	0.08-0.15	≤8	0.08-0.15	
			● ✖	≤5	0.06-0.10	≤8	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	
	0.5-0.75DC	● ●	≤4	0.06-0.10	≤6	0.08-0.12	≤6	0.08-0.12		
		● ✖	≤4	0.06-0.08	≤6	0.06-0.10	≤6	0.06-0.10		
	DC(Rowek)	● ●	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10		
		● ✖	≤2	0.06-0.08	≤4	0.06-0.08	≤4	0.06-0.08		
Stal nierdzewna umacniana wydzieleniowo	Twardość <450HB	≤0.25DC	● ●	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.15	≤8	0.10-0.15	
			● ✖	≤6	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	
		0.25-0.5DC	● ●	≤5	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	
			● ✖	≤5	0.06-0.10	≤8	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	
	0.5-0.75DC	● ●	≤4	0.06-0.10	≤6	0.06-0.10	≤6	0.06-0.10		
		● ✖	≤4	0.06-0.08	≤6	0.06-0.08	≤6	0.06-0.08		
	DC(Rowek)	● ●	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10		
		● ✖	≤2	0.06-0.08	≤4	0.06-0.08	≤4	0.06-0.08		
K	Żeliwo szare	Wytrzymałość na rozciąganie ≤350MPa	● ●	● ●	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.25
				● ✖	≤6	0.08-0.12	≤8	0.08-0.15	≤8	0.10-0.20
			0.25-0.5DC	● ●	≤5	0.08-0.12	≤8	0.08-0.15	≤8	0.10-0.20
				● ✖	≤5	0.06-0.10	≤8	0.08-0.12	≤8	0.10-0.15
		0.5-0.75DC	● ●	≤4	0.08-0.12	≤6	0.08-0.12	≤6	0.10-0.15	
			● ✖	≤4	0.08-0.12	≤6	0.06-0.10	≤6	0.08-0.12	
		DC(Rowek)	● ●	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.08-0.15	
			● ✖	≤2	0.06-0.08	≤4	0.06-0.08	≤4	0.08-0.10	
	Żeliwo sferoidalne (GGG)	Wytrzymałość na rozciąganie ≤800MPa	≤0.25DC	● ●	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.20
				● ✖	≤6	0.08-0.12	≤8	0.10-0.15	≤8	0.10-0.15
			0.25-0.5DC	● ●	≤5	0.08-0.12	≤8	0.10-0.15	≤8	0.10-0.15
				● ✖	≤5	0.06-0.10	≤8	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12
		0.5-0.75DC	● ●	≤4	0.08-0.12	≤6	0.08-0.12	≤6	0.08-0.12	
			● ✖	≤4	0.08-0.12	≤6	0.06-0.10	≤6	0.06-0.10	
		DC(Rowek)	● ●	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	
			● ✖	≤2	0.06-0.08	≤4	0.06-0.08	≤4	0.06-0.08	
N	Stopy aluminium	Zawartość Si<5%	● ●	● ●	≤6	0.10-0.20	≤8	0.10-0.25	≤8	0.10-0.25
				● ✖	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.20
			0.25-0.5DC	● ●	≤5	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.20
				● ✖	≤5	0.08-0.12	≤8	0.10-0.15	≤8	0.10-0.15
		0.5-0.75DC	● ●	≤4	0.08-0.12	≤6	0.06-0.15	≤6	0.08-0.15	
			● ✖	≤4	0.06-0.10	≤6	0.06-0.15	≤6	0.08-0.15	
		DC(Rowek)	● ●	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.15	≤4	0.08-0.15	
			● ✖	≤2	0.06-0.08	≤4	0.06-0.12	≤4	0.08-0.12	
H	Stal hartowana	Twardość 40-55HRC	● ●	● ●	≤4	0.08-0.15	≤4	0.08-0.15	≤4	0.08-0.15
				● ✖	≤4	0.08-0.12	≤4	0.08-0.12	≤4	0.08-0.12
			0.25-0.5DC	● ●	≤3	0.08-0.12	≤3	0.08-0.12	≤3	0.08-0.12
				● ✖	≤3	0.06-0.10	≤3	0.08-0.10	≤3	0.06-0.10
		0.5-0.75DC	● ●	≤2	0.06-0.10	≤2	0.08-0.10	≤2	0.06-0.10	
			● ✖	≤2	0.06-0.08	≤2	0.06-0.08	≤2	0.06-0.08	
		DC(Rowek)	● ●	≤1	0.06-0.10	≤1	0.06-0.10	≤1	0.06-0.10	
			● ✖	≤1	0.06-0.08	≤1	0.06-0.08	≤1	0.06-0.08	

Uwaga 1) Parametry skrawania dotyczą standardowych głowic z chwytem walcowym (ostatnia litera w oznaczeniu: S) i głowic nasadzanych. W przypadku karbowania powierzchni i wykruszeń krawędzi skrawającej płytki podczas obróbki, należy odpowiednio zmienić parametry skrawania.

Uwaga 2) Karbowanie i drgania występują częściej w niżej podanych warunkach. Należy wtedy zastosować zalecane minimalne parametry skrawania lub niższe.

- w przypadku dużego wysięgu (głowica z długim chwytem, głowica wkręcana itd.),
- niskiej sztywności obrabiarki, przedmiotu obrabianego lub jego zamocowania
- na promieniu naroża podczas frezowania gniazd

Uwaga 3) Gdy promieniowa głębokość skrawania (ae) wynosi 0.5 DC lub więcej, zalecane jest użycie głowicy z mniejszą liczbą płytek.

Uwaga 4) W celu uzyskania wysokiej gładkości powierzchni, zalecana jest obróbka z chłodzeniem (na mokro). (przy obróbce na sucho trwałość narzędzia jest niższa).

Uwaga 5) Użycie parametrów skrawania wyższych od zalecanych lub obróbka przez dłuższy okres czasu może spowodować pęknięcia zmęczeniowe lub złamanie płytek. Należy okresowo wymieniać wkręt dociskowy.

ZALECANE PARAMETRY SKRAWANIA

■ Obróbka z chłodzeniem (na mokro)

Prędkość skrawania

Materiał przedmiotu obrabianego	Własności	Parametry skrawania	Gatunek	ae (mm)				
				≤0.25DC	0.25–0.5DC	0.5–0.75DC	DC(Rowek)	
				Vc (m/min)				
P	Stal konstrukcyjna	Twardość ≤180HB	● ● ✖	MP6120 MP6130 VP15TF	140 (100–190)	130 (90–180)	100 (70–120)	100 (70–120)
	Stal węglowa Stal stopowa Stal narzędziowa stopowa	Twardość 180–350HB ≤350HB (wyżarzane)	● ● ✖	MP6120 MP6130 VP15TF	120 (90–140)	110 (80–130)	100 (70–120)	100 (70–120)
	Stal hartowana	Twardość 35–45HRC	● ● ✖	MP6120 MP6130 VP15TF	100 (80–120)	90 (70–110)	80 (60–100)	80 (60–100)
M	Austenityczna stal nierdzewna	Twardość ≤200HB	● ● ✖	MP7130,VP15TF	120 (100–150)	110 (90–140)	90 (70–120)	90 (70–120)
		Twardość >200HB	● ● ✖	MP7130,VP15TF	100 (80–130)	90 (70–110)	70 (50–100)	70 (50–100)
	Stal nierdzewna typu duplex	Twardość ≤280HB	● ● ✖	MP7130,VP15TF	100 (80–130)	90 (70–120)	70 (50–100)	70 (50–100)
	Stale nierdzewne ferrytyczne i martenzytyczne	–	● ● ✖	MP7130,VP15TF	120 (100–150)	110 (90–140)	90 (70–120)	90 (70–120)
	Stal nierdzewna umacniana wydzieleniowo	Twardość <450HB	● ● ✖	MP7130,VP15TF	90 (70–120)	80 (60–110)	60 (40–90)	60 (40–90)
K	Żeliwo szare	Wytrzymałość na rozciąganie ≤350MPa	● ● ✖	MC5020	180 (160–220)	170 (150–210)	150 (130–190)	150 (130–190)
			● ● ✖	VP15TF	130 (100–150)	120 (90–140)	100 (80–120)	100 (80–120)
	Żeliwo sferoidalne (GGG)	Wytrzymałość na rozciąganie ≤800MPa	● ● ✖	MC5020	160 (140–180)	150 (130–170)	130 (110–150)	130 (110–150)
			● ● ✖	VP15TF	110 (80–140)	100 (70–130)	80 (60–120)	80 (60–120)
N	Stopy aluminium	Zawartość Si<5%	● ● ✖	TF15	600 (400–1000)	600 (400–1000)	600 (400–1000)	600 (400–1000)
S	Stop tytanu (Ti-6Al-4V, etc.)	–	● ● ✖	MP9120,VP15TF	50 (40–70)	50 (40–70)	50 (40–70)	50 (40–70)
			● ● ✖	MP9130	40 (30–60)	40 (30–60)	40 (30–60)	40 (30–60)
	Stop tytanu (Ti-5Al-5V-5Mo-3Cr, etc.)	–	● ● ✖	MP9120 MP9130 VP15TF	30 (20–40)	30 (20–40)	30 (20–40)	30 (20–40)
			● ● ✖	MP9120,VP15TF	40 (30–60)	40 (30–60)	40 (30–60)	40 (30–60)
	Stop żaroodporny	–	● ● ✖	MP9130	30 (20–40)	30 (20–40)	30 (20–40)	30 (20–40)
			● ● ✖	MP9130	30 (20–40)	30 (20–40)	30 (20–40)	30 (20–40)
H	Stal hartowana	Twardość 40–55HRC	● ● ✖	VP15TF	90 (70–100)	85 (60–100)	70 (50–80)	70 (50–80)

Uwaga 1) Parametry skrawania dotyczą standardowych głowic z chwytem walcowym (ostatnia litera w oznaczeniu: S) i głowic nasadzanych. W przypadku karbowania powierzchni i wykruszeń krawędzi skrawającej płytki podczas obróbki, należy odpowiednio zmienić parametry skrawania.

Uwaga 2) Karbowanie i drgania występują częściej w niżej podanych warunkach. Należy wtedy zastosować zalecane minimalne parametry skrawania lub niższe.

- w przypadku dużego wysięgu (głowica z długim chwytem, głowica wkręcana itd.),
- niskiej sztywności obrabiarki, przedmiotu obrabianego lub jego zamocowania
- na promieniu naroża podczas frezowania gniazd

Uwaga 3) Gdy promieniowa głębokość skrawania (ae) wynosi 0.5 DC lub więcej, zalecane jest użycie głowicy z mniejszą liczbą płytek.

Uwaga 4) W celu uzyskania wysokiej gładkości powierzchni, zalecana jest obróbka z chłodzeniem (na mokro). (przy obróbce na sucho trwałość narzędzia jest niższa).

Uwaga 5) Użycie parametrów skrawania wyższych od zalecanych lub obróbka przez dłuższy okres czasu może spowodować pęknięcia zmęczeniowe lub złamanie płytek. Należy okresowo wymieniać wkręt dociskowy.

Warunki obróbki (orientacyjnie) :

● : Obróbka stabilna ● : Obróbka ogólna ✱ : Obróbka niestabilna

Głębokość Skrawania / Posuw na Ząb

Materiał przedmiotu obrabianego	Własności	ae	Parametry skrawania	DC (mm)						
				ø16-ø18		ø20-ø25		ø28-ø63		
				ap	fz (mm/ząb)	ap	fz (mm/ząb)	ap	fz (mm/ząb)	
P	Stal konstrukcyjna	Twardość ≤180HB	≤0.25DC	● ● ✱	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.25
			0.25-0.5DC	● ● ✱	≤5	0.08-0.12	≤8	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20
			0.5-0.75DC	● ● ✱	≤4	0.08-0.12	≤6	0.08-0.12	≤6	0.10-0.15
			DC(Rowek)	● ● ✱	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.08-0.12
	Stal węglowa Stal stopowa Stal narzędziowa stopowa	Twardość 180-280HB	≤0.25DC	● ● ✱	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.25
			0.25-0.5DC	● ● ✱	≤5	0.08-0.12	≤8	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20
			0.5-0.75DC	● ● ✱	≤4	0.08-0.12	≤6	0.08-0.12	≤6	0.10-0.15
			DC(Rowek)	● ● ✱	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.08-0.12
	Stal węglowa Stal stopowa Stal narzędziowa stopowa (wyżarzane)	Twardość 280-350HB ≤350HB (wyżarzane)	≤0.25DC	● ● ✱	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20
			0.25-0.5DC	● ● ✱	≤5	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	≤8	0.10-0.15
			0.5-0.75DC	● ● ✱	≤4	0.08-0.12	≤6	0.06-0.10	≤6	0.08-0.12
			DC(Rowek)	● ● ✱	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10
Stal hartowana	Twardość 35-45HRC	≤0.25DC	● ● ✱	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	
		0.25-0.5DC	● ● ✱	≤5	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	≤8	0.10-0.15	
		0.5-0.75DC	● ● ✱	≤4	0.08-0.12	≤6	0.06-0.10	≤6	0.08-0.12	
		DC(Rowek)	● ● ✱	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	
M	Austenityczna stal nierdzewna	-	≤0.25DC	● ● ✱	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.20
			0.25-0.5DC	● ● ✱	≤5	0.08-0.12	≤8	0.08-0.15	≤8	0.08-0.15
			0.5-0.75DC	● ● ✱	≤4	0.06-0.10	≤6	0.08-0.12	≤6	0.08-0.12
			DC(Rowek)	● ● ✱	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10
	Stal nierdzewna typu duplex	Twardość ≤280HB	≤0.25DC	● ● ✱	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.20
			0.25-0.5DC	● ● ✱	≤5	0.08-0.12	≤8	0.08-0.15	≤8	0.08-0.12
			0.5-0.75DC	● ● ✱	≤4	0.06-0.10	≤6	0.08-0.12	≤6	0.08-0.12
			DC(Rowek)	● ● ✱	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10
	Stale nierdzewne ferrytyczne i martenzytyczne	-	≤0.25DC	● ● ✱	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.20
			0.25-0.5DC	● ● ✱	≤5	0.08-0.12	≤8	0.08-0.15	≤8	0.08-0.15
			0.5-0.75DC	● ● ✱	≤4	0.06-0.10	≤6	0.08-0.12	≤6	0.08-0.12
			DC(Rowek)	● ● ✱	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.05-0.10
Stal nierdzewna umacniana wydzieleniowo	Twardość <450HB	≤0.25DC	● ● ✱	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.15	≤8	0.10-0.15	
		0.25-0.5DC	● ● ✱	≤5	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	
		0.5-0.75DC	● ● ✱	≤4	0.06-0.10	≤6	0.06-0.10	≤6	0.05-0.10	
		DC(Rowek)	● ● ✱	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.05-0.10	
K	Żeliwo szare	Wytrzymałość na rozciąganie ≤350MPa	≤0.25DC	● ● ✱	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.25
			0.25-0.5DC	● ● ✱	≤5	0.08-0.12	≤8	0.08-0.15	≤8	0.10-0.20
			0.5-0.75DC	● ● ✱	≤4	0.08-0.12	≤6	0.06-0.10	≤6	0.10-0.15
			DC(Rowek)	● ● ✱	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.08-0.15
	Żeliwo sferoidalne (GGG)	Wytrzymałość na rozciąganie ≤800MPa	≤0.25DC	● ● ✱	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.20
			0.25-0.5DC	● ● ✱	≤5	0.08-0.12	≤8	0.10-0.15	≤8	0.10-0.15
			0.5-0.75DC	● ● ✱	≤4	0.08-0.12	≤6	0.08-0.12	≤6	0.08-0.12
			DC(Rowek)	● ● ✱	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10

Uwaga 1) Parametry skrawania dotyczą standardowych głowic z chwytem walcowym (ostatnia litera w oznaczeniu: S) i głowic nasadzanych. W przypadku karbowania powierzchni i wykruszeń krawędzi skrawającej płytki podczas obróbki, należy odpowiednio zmienić parametry skrawania.

Uwaga 2) Karbowanie i drgania występują częściej w niższej podanych warunkach. Należy wtedy zastosować zalecane minimalne parametry skrawania lub niższe.

- w przypadku dużego wysięgu (głowica z długim chwytem, głowica wkręcana itd.),
- niskiej sztywności obrabiarki, przedmiotu obrabianego lub jego zamocowania
- na promieniu naroża podczas frezowania gniazd

Uwaga 3) Gdy promieniowa głębokość skrawania (ae) wynosi 0.5 DC lub więcej, zalecane jest użycie głowicy z mniejszą liczbą płytek.

Uwaga 4) W celu uzyskania wysokiej gładkości powierzchni, zalecana jest obróbka z chłodzeniem (na mokro). (przy obróbce na sucho trwałość narzędzia jest niższa).

Uwaga 5) Użycie parametrów skrawania wyższych od zalecanych lub obróbka przez dłuższy okres czasu może spowodować pęknięcia zmęczeniowe lub złamanie płytek. Należy okresowo wymieniać wkręt dociskowy.

Warunki obróbki (orientacyjnie) :

● : Obróbka stabilna ● : Obróbka ogólna ✖ : Obróbka niestabilna

ZALECANE PARAMETRY SKRAWANIA

■ Obróbka z chłodzeniem (na mokro) Głębokość Skrawania / Posuw na Ząb

Materiał przedmiotu obrabianego	Własności	ae	Parametry skrawania	DC (mm)					
				ø16-ø18		ø20-ø25		ø28-ø63	
				ap	fz (mm/ząb)	ap	fz (mm/ząb)	ap	fz (mm/ząb)
N Stopy aluminium	Zawartość Si<5%	≤0.25DC	● ●	≤6	0.10-0.20	≤8	0.10-0.25	≤8	0.10-0.25
			● ● ✖	≤6	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.20
		0.25-0.5DC	● ●	≤5	0.10-0.15	≤8	0.10-0.20	≤8	0.10-0.20
			● ● ✖	≤5	0.08-0.12	≤8	0.10-0.15	≤8	0.10-0.15
		0.5-0.75DC	● ●	≤4	0.08-0.12	≤6	0.06-0.15	≤6	0.08-0.15
DC(Rowek)	● ● ✖	≤4	0.06-0.10	≤6	0.06-0.15	≤6	0.08-0.15		
S	Stop tytanu (Ti-6Al-4V, etc.)	≤0.25DC	● ● ✖	≤6	0.08-0.15	≤8	0.08-0.15	≤8	0.08-0.15
		0.25-0.5DC	● ● ✖	≤5	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12
		0.5-0.75DC	● ● ✖	≤4	0.06-0.10	≤6	0.06-0.10	≤6	0.06-0.10
		DC(Rowek)	● ● ✖	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10
	Stop tytanu (Ti-5Al-5V-5Mo-3Cr, etc.)	≤0.25DC	● ● ✖	≤6	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12
		0.25-0.5DC	● ● ✖	≤5	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12
		0.5-0.75DC	● ● ✖	≤4	0.06-0.10	≤6	0.06-0.10	≤6	0.06-0.10
		DC(Rowek)	● ● ✖	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10
	Stop żaroodporny	≤0.25DC	● ● ✖	≤6	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12
		0.25-0.5DC	● ● ✖	≤5	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12	≤8	0.08-0.12
		0.5-0.75DC	● ● ✖	≤4	0.06-0.10	≤6	0.06-0.10	≤6	0.06-0.10
		DC(Rowek)	● ● ✖	≤2	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10	≤4	0.06-0.10
H Stal hartowana	Twardość 40-55HRC	≤0.25DC	● ●	≤4	0.08-0.15	≤4	0.08-0.15	≤4	0.08-0.15
			● ● ✖	≤4	0.08-0.12	≤4	0.08-0.12	≤4	0.08-0.12
		0.25-0.5DC	● ●	≤3	0.08-0.12	≤3	0.08-0.12	≤3	0.08-0.12
			● ● ✖	≤3	0.06-0.10	≤3	0.06-0.10	≤3	0.06-0.10
		0.5-0.75DC	● ●	≤2	0.06-0.10	≤2	0.06-0.10	≤2	0.06-0.10
			● ● ✖	≤2	0.06-0.10	≤2	0.06-0.10	≤2	0.06-0.10
DC(Rowek)	● ●	≤1	0.06-0.10	≤1	0.06-0.10	≤1	0.06-0.10		
● ● ✖	≤1	0.06-0.10	≤1	0.06-0.10	≤1	0.06-0.10			

Uwaga 1) Parametry skrawania dotyczą standardowych głowic z chwytem walcowym (ostatnia litera w oznaczeniu: S) i głowic nasadzanych. W przypadku karbowania powierzchni i wykruszeń krawędzi skrawającej płytki podczas obróbki, należy odpowiednio zmienić parametry skrawania.

Uwaga 2) Karbowanie i drgania występują częściej w niżej podanych warunkach. Należy wtedy zastosować zalecane minimalne parametry skrawania lub niższe.

- w przypadku dużego wysięgu (głowica z długim chwytem, głowica wkręcana itd.),
- niskiej sztywności obrabiarki, przedmiotu obrabianego lub jego zamocowania
- na promieniu naroża podczas frezowania gniazd

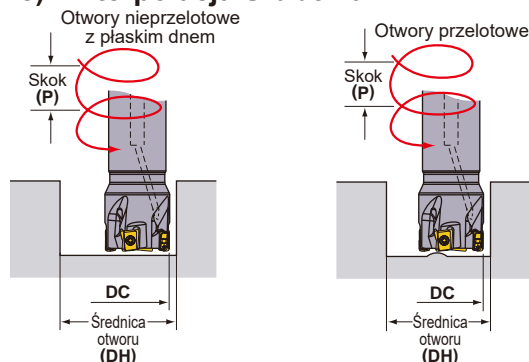
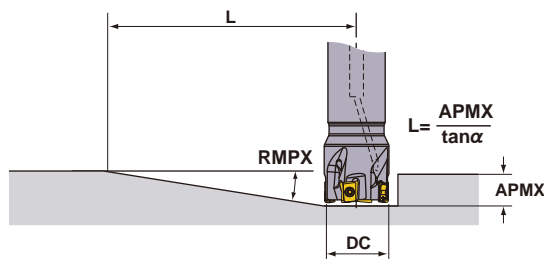
Uwaga 3) Gdy promieniowa głębokość skrawania (ae) wynosi 0.5 DC lub więcej, zalecane jest użycie głowicy z mniejszą liczbą płytek.

Uwaga 4) W celu uzyskania wysokiej gładkości powierzchni, zalecana jest obróbka z chłodzeniem (na mokro). (przy obróbce na sucho trwałość narzędzia jest niższa).

Uwaga 5) Użycie parametrów skrawania wyższych od zalecanych lub obróbka przez dłuższy okres czasu może spowodować pęknięcia zmęczeniowe lub złamanie płytek. Należy okresowo wymieniać wkręt dociskowy.

■ Frezowanie z Posuwem Wgłębnym (Zagłębienie Skośne) / Interpolacja Śrubowa

- Frezowanie z Posuwem Wgłębnym (Zagłębienie Skośne) ● Interpolacja Śrubowa



Parametry skrawania podano w poniższej tabeli. Posuw na ostrze oraz prędkość skrawania, patrz tabela "Parametry skrawania podczas frezowania rowków".

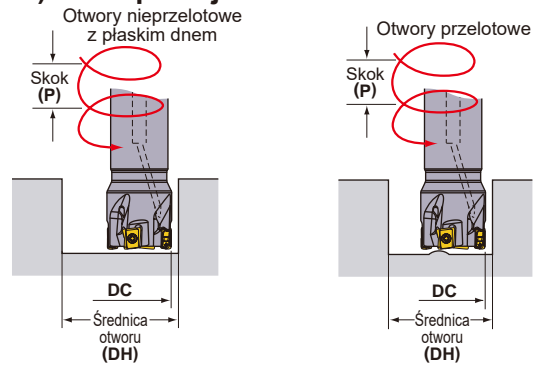
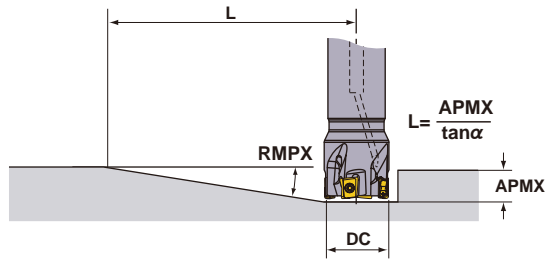
DC (mm)	RE (mm)	Frezowanie z Posuwem Wgłębnym (Zagłębienie Skośne)		Interpolacja Śrubowa (Otwory nieprzelotowe z płaskim dnem)				Interpolacja Śrubowa (Otwory przelotowe)	
		RMPX	L (mm) *	DH maks. (mm)	P maks. (mm)	DH min. (mm)	P maks. (mm)	DH min. (mm)	P maks. (mm)
16	0.2	1.85°	248	31.0	1.5	27.5	1.2	24.2	0.8
	0.4	1.85°	248	30.6	1.5	27.5	1.2	24.2	0.8
	0.8	1.85°	248	29.8	1.4	27.5	1.2	24.2	0.8
	1.0	1.85°	248	29.4	1.4	27.5	1.2	24.2	0.8
	1.2	1.85°	248	29.0	1.3	27.5	1.2	24.2	0.8
	1.6	1.85°	248	28.2	1.2	27.5	1.2	24.2	0.8
18	0.2	1.56°	294	35.0	1.5	31.5	1.2	28.1	0.9
	0.4	1.56°	294	34.6	1.4	31.5	1.2	28.1	0.9
	0.8	1.56°	294	33.8	1.4	31.5	1.2	28.1	0.9
	1.0	1.56°	294	33.4	1.3	31.5	1.2	28.1	0.9
	1.2	1.56°	294	33.0	1.3	31.5	1.2	28.1	0.9
	1.6	1.56°	294	32.2	1.2	31.5	1.2	28.1	0.9
20	0.2	1.35°	340	39.0	1.4	35.5	1.1	32.0	0.9
	0.4	1.35°	340	38.6	1.4	35.5	1.1	32.0	0.9
	0.8	1.35°	340	37.8	1.3	35.5	1.1	32.0	0.9
	1.0	1.35°	340	37.4	1.3	35.5	1.1	32.0	0.9
	1.2	1.35°	340	37.0	1.3	35.5	1.1	32.0	0.9
	1.6	1.35°	340	36.2	1.2	35.5	1.1	32.0	0.9
22	0.2	1.16°	396	43.0	1.3	39.5	1.1	36.0	0.9
	0.4	1.16°	396	42.6	1.3	39.5	1.1	36.0	0.9
	0.8	1.16°	396	41.8	1.3	39.5	1.1	36.0	0.9
	1.0	1.16°	396	41.4	1.2	39.5	1.1	36.0	0.9
	1.2	1.16°	396	41.0	1.2	39.5	1.1	36.0	0.9
	1.6	1.16°	396	40.2	1.2	39.5	1.1	36.0	0.9
25	0.2	0.97°	473	49.0	1.3	45.5	1.1	42.0	0.9
	0.4	0.97°	473	48.6	1.3	45.5	1.1	42.0	0.9
	0.8	0.97°	473	47.8	1.2	45.5	1.1	42.0	0.9
	1.0	0.97°	473	47.4	1.2	45.5	1.1	42.0	0.9
	1.2	0.97°	473	47.0	1.2	45.5	1.1	42.0	0.9
	1.6	0.97°	473	46.2	1.1	45.5	1.1	42.0	0.9
28	0.2	0.84°	546	55.0	1.2	51.5	1.1	48.0	0.9
	0.4	0.84°	546	54.6	1.2	51.5	1.1	48.0	0.9
	0.8	0.84°	546	53.8	1.2	51.5	1.1	48.0	0.9
	1.0	0.84°	546	53.4	1.2	51.5	1.1	48.0	0.9
	1.2	0.84°	546	53.0	1.2	51.5	1.1	48.0	0.9
	1.6	0.84°	546	52.2	1.1	51.5	1.1	48.0	0.9
30	0.2	0.77°	596	59.0	1.2	55.5	1.1	52.0	0.9
	0.4	0.77°	596	58.6	1.2	55.5	1.1	52.0	0.9
	0.8	0.77°	596	57.8	1.2	55.5	1.1	52.0	0.9
	1.0	0.77°	596	57.4	1.2	55.5	1.1	52.0	0.9
	1.2	0.77°	596	57.0	1.1	55.5	1.1	52.0	0.9
	1.6	0.77°	596	56.2	1.1	55.5	1.1	52.0	0.9
32	0.2	0.71°	646	62.8	1.2	59.4	1.1	56.0	0.9
	0.4	0.71°	646	62.4	1.2	59.4	1.1	56.0	0.9
	0.8	0.71°	646	61.6	1.2	59.4	1.1	56.0	0.9
	1.0	0.71°	646	61.2	1.1	59.4	1.1	56.0	0.9
	1.2	0.71°	646	60.8	1.1	59.4	1.1	56.0	0.9
	1.6	0.71°	646	60.0	1.1	59.4	1.1	56.0	0.9

Uwaga 1) Podczas obróbki materiałów ciągliwych, dla kąta zagłębienia skośnego podanego w tabeli powyżej, występuje tendencja do powstawania długiego wióra.

* Przesuw frezu do momentu, gdy głowica zagłębi się na głębokość 8 mm, przy maksymalnym kącie zagłębienia skośnego $L = 8/\tan \alpha$.

■ Frezowanie z Posuwem Wgłębnym (Zagłębienie Skośne) / Interpolacja Śrubowa

- Frezowanie z Posuwem Wgłębnym (Zagłębienie Skośne) ● Interpolacja Śrubowa



Parametry skrawania podano w poniższej tabeli. Posuw na ostrze oraz prędkość skrawania, patrz tabela "Parametry skrawania podczas frezowania rowków".

DC (mm)	RE (mm)	Frezowanie z Posuwem Wgłębnym (Zagłębienie Skośne)		Interpolacja Śrubowa (Otwory nieprzelotowe z płaskim dnem)				Interpolacja Śrubowa (Otwory przelotowe)	
		RMPX	L (mm) *	DH maks. (mm)	P maks. (mm)	DH min. (mm)	P maks. (mm)	DH min. (mm)	P maks. (mm)
35	0.2	0.63°	728	69.0	1.2	65.5	1.1	62.0	0.9
	0.4	0.63°	728	68.6	1.2	65.5	1.1	62.0	0.9
	0.8	0.63°	728	67.8	1.1	65.5	1.1	62.0	0.9
	1.0	0.63°	728	67.4	1.1	65.5	1.1	62.0	0.9
	1.2	0.63°	728	67.0	1.1	65.5	1.1	62.0	0.9
	1.6	0.63°	728	66.2	1.1	65.5	1.1	62.0	0.9
40	0.2	0.54°	849	78.8	1.2	75.4	1.0	72.0	0.9
	0.4	0.54°	849	78.4	1.1	75.4	1.0	72.0	0.9
	0.8	0.54°	849	77.6	1.1	75.4	1.0	72.0	0.9
	1.0	0.54°	849	77.2	1.1	75.4	1.0	72.0	0.9
	1.2	0.54°	849	76.8	1.1	75.4	1.0	72.0	0.9
	1.6	0.54°	849	76.0	1.1	75.4	1.0	72.0	0.9
50	0.2	0.42°	1092	98.8	1.1	95.4	1.0	92.0	1.0
	0.4	0.42°	1092	98.4	1.1	95.4	1.0	92.0	1.0
	0.8	0.42°	1092	97.6	1.1	95.4	1.0	92.0	1.0
	1.0	0.42°	1092	97.2	1.1	95.4	1.0	92.0	1.0
	1.2	0.42°	1092	96.8	1.1	95.4	1.0	92.0	1.0
	1.6	0.42°	1092	96.0	1.1	95.4	1.0	92.0	1.0
63	0.2	0.32°	1433	124.8	1.1	121.4	1.0	118.0	1.0
	0.4	0.32°	1433	124.4	1.1	121.4	1.0	118.0	1.0
	0.8	0.32°	1433	123.6	1.1	121.4	1.0	118.0	1.0
	1.0	0.32°	1433	123.2	1.1	121.4	1.0	118.0	1.0
	1.2	0.32°	1433	122.8	1.1	121.4	1.0	118.0	1.0
	1.6	0.32°	1433	122.0	1.0	121.4	1.0	118.0	1.0

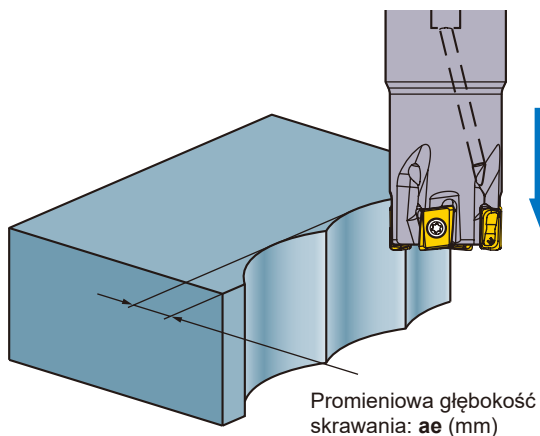
Uwaga 1) Podczas obróbki materiałów ciągliwych, dla kąta zagłębienia skośnego podanego w tabeli powyżej, występuje tendencja do powstawania długiego wióra.

* Przesuw frezu do momentu, gdy głowica zagłębi się na głębokość 8 mm, przy maksymalnym kącie zagłębienia skośnego $L (= 8/\tan \alpha)$.

■ Frezowanie wgłębne i wiercenie

Parametry skrawania podano w tabelach z prawej strony. Posuw na ząb i prędkość skrawania należy dobrać zgodnie z parametrami skrawania dla frezowania rowków.

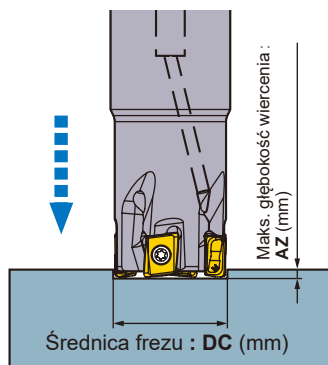
● Frezowanie osiowo-wgłębne



DC (mm)	ae maks. (mm)
16	3.9
18	3.9
20	3.9
22	4.0
25	4.0
28	4.0
30	4.0
32	4.0
35	4.0
40	4.0
50	4.0
63	4.0

Uwaga 1) Posuw stopniowy nie konieczny.

● Wiercenie



DC (mm)	AZ maks. (mm)
16	0.3
18	0.3
20	0.3
22	0.3
25	0.3
28	0.3
30	0.3
32	0.3
35	0.3
40	0.3
50	0.3
63	0.3

Uwaga 1) Zachować ostrożność, za względu na rozrzut wiórów.

Uwaga 2) Do odprowadzania wióra użyć sprężonego powietrza (lub chłodziwa w przypadku obróbki stopów aluminium).