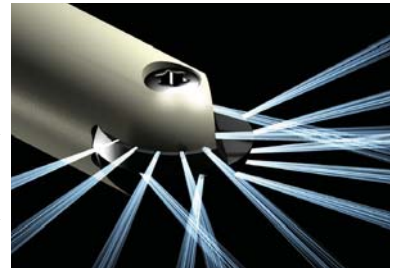


## Laser Mill

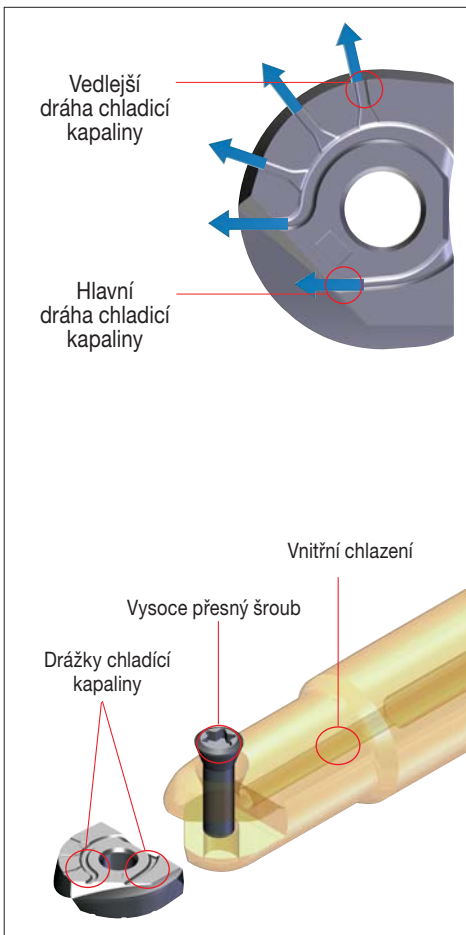
### Vlastnosti

- Díky vynikajícím rezným vlastnostem materiálu se dosahuje dlouhé životnosti nástroje.
- Dodávaný systém MQL pro optimální obrábění forem.
- Snadné upnutí s jednoduchým šroubovacím systémem.
- Různé provedení držáků: ocelová stopka, karbidová stopka, modulární typ.
- Vysoká přesnost monolitních fréz s VBD při dokončování forem.

- Ekologický systém
- Nižší náklady na chladicí kapalinu
- Mazání břitů
- Lepší vlastnosti odvádění třísek
- Delší životnost nástroje a lepší kvalita povrchu



### Vlastnosti



### Vlastnosti

**6 in 1 system**

- S jedním držákem se dodává šest typů VBD.
- Jediný šroub pro upnutí VBD: jednoduchý upínací systém
- Různé typy držáků (ocelová stopka, karbidová stopka, modulární typ)
- Možnost použití MQL – vhodné pro delší životnost nástroje a lepší kvalitu povrchu

Kulový typ LBH	Rádiusový typ LRH	Rychloposuvový LFH	Srážení hran LCF
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spirálový břit</li> <li>• Vhodný pro tvrdší materiály s vysokým posuvem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spirálový břit</li> <li>• Různé rádiusy R</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spirálový břit</li> <li>• Vhodný pro vysoký posuv</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rovný břit</li> <li>• Středové vrtání a srážení hran</li> </ul>
Kulový typ LBS	Rádiusový typ LR		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rovný břit</li> <li>• Vhodný pro přesné obrábění</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rovný břit</li> <li>• Různé rádiusy R</li> </ul>		

LBS, LR  
VBD vyráběné na zakázku

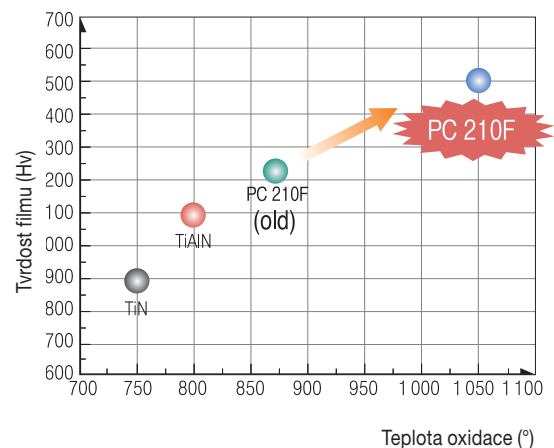
### Vlastnosti sorty PC210F

- P
- M
- K
- H



- Zlepšení tvrdosti odolnosti proti oxidaci
- Zlepšení adheze a odolnosti proti vyštipování
- Ultrajemný substrát

- Díky ultrajemnému slinutému karbidu se zvýšila houževnatost břitů.
- Používá se speciální povlak pro vysokorychlostní obrábění a kalené obrobky.
- Vysoká kvalita obrobeneho povrchu díky vynikajícím mazacím vlastnostem filmu.



## ● Řezné podmínky

• Řezná rychlost

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

• Ot./min

$$n = \frac{v_{ce} \times 1000}{\pi \times D_e} \text{ (ot./min)}$$

• Posuv na zub

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

• Posuv za minutu

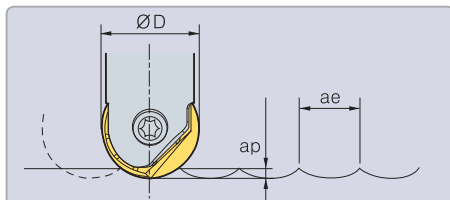
$$vf = fz \times n \times z \text{ (mm/min)}$$

• Množství odebíraných třísek

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

• Požadavky na příkon

$$P_c = \frac{Q \times k_c}{60 \times 1000 \times \eta} \text{ (kW)} \quad H = \frac{P_c}{0,75} \text{ (kW)}$$



vc = Řezná rychlost (m/min)  
 n = Počet otáček za minutu (min<sup>-1</sup>)  
 Dc = Řezný průměr (mm)  
 vf = Posuv za minutu (mm/min)  
 fz = Posuv na zub (mm/t)  
 z = Počet zubů  
 Pkw = Požadavek na výkon (kW)

Php = Požadavky na výkon v koních (hp)  
 Q = Množství odebíraných třísek (cm<sup>3</sup>/min)  
 ap = Hloubka řezu (mm)  
 ae = Šířka řezu (mm)  
 kc = Specifický řezný odpor (kg/mm<sup>2</sup>)  
 η = Mechanická účinnost (%)

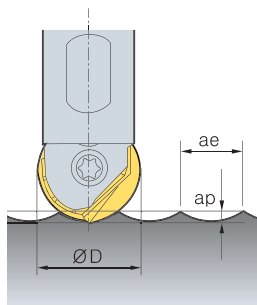
## ● Doporučené řezné podmínky

Obrobek	Doporučené řezné materiály	Tvrdost	vc (m/min)	fz (mm/t)	ap		ae	
					ap (mm)	ae (mm)		
Uhlíkové oceli, legované oceli	PC210F	DoHrC30	100–250	0,2–0,3	0,07 D	0,07 D		
Uhlíkové oceli, legované oceli	PC210F	HrC30–40	80–150	0,1–0,3	0,07 D	0,07 D		
Zápustkové oceli	PC210F	HrC30–40	80–150	0,1–0,2	0,05 D	0,05 D		
Litina	PC210F	-	100–200	0,3–0,35	0,07 D	0,07 D		
Kalené oceli	PC210F	HrC50–60	100–150	0,1–0,3	0,03 D	0,03 D		
Korozivzdorné oceli	PC210F	-	80–150	0,1–0,3	0,05 D	0,05 D		
Hliníkové slitiny	PC210F	-	200–300	0,15–0,4	0,15 D	0,15 D		

## ● Drsnost obrobeneho povrchu

		h (drsnost povrchu) (μm)									
		ae (mm)									
R (mm)	ae (mm)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
5	0,3	1,0	2,3	4,0	6,3	9,0	12,3	16,0	20,3	25,0	
6	0,2	0,8	1,9	3,3	5,2	7,5	10,2	13,3	16,9	20,8	
8	0,2	0,6	1,4	2,5	3,9	5,6	7,7	10,0	12,7	15,6	
10	0,1	0,5	1,1	2,0	3,1	4,5	6,1	8,0	10,1	12,5	
12,5	0,1	0,4	0,9	1,6	2,5	3,6	4,9	6,4	8,1	10,0	
15	0,1	0,3	0,8	1,3	2,1	3,0	4,1	5,3	6,8	8,3	
16	0,1	0,3	0,7	1,3	2,0	2,8	3,8	5,0	6,3	7,8	

• Vzorec pro drsnost povrchu:  $h \text{ (Dokončování)} = \frac{(ae)^2}{8R} \times 1000 \text{ (}\mu\text{m)}$



## ● Skutečný řezný průměr dle ap

ap	ø D	ø 08	ø 10	ø 12	ø 16	ø 20	ø 25	ø 30	ø 32
0,1		1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,6
0,2		2,5	2,8	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,0
0,3		3,0	3,4	3,7	4,3	4,9	5,4	6,0	6,2
0,5		3,9	4,4	4,8	5,6	6,2	7,0	7,7	7,9
1,0		5,3	6,0	6,6	7,7	8,7	9,8	10,8	11,1
1,5		6,2	7,1	7,9	9,3	10,5	11,9	13,1	13,5
2,0		6,9	8,0	8,9	10,6	12,0	13,6	15,0	15,5
2,5		7,4	8,7	9,7	11,6	13,2	15,0	16,6	17,2
3,0		7,7	9,2	10,4	12,5	14,3	16,2	18,0	18,7
3,5		7,9	9,5	10,9	13,2	15,2	17,3	19,3	20,0
4,0		8,0	9,8	11,3	13,9	16,0	18,3	20,4	21,2
5,0				11,8	14,8	17,3	20,0	22,4	23,2
6,0					12,0	15,5	18,3	21,4	24,0
7,0						15,9	19,1	22,4	25,4
8,0						16,0	19,6	23,3	26,5
10,0						20,0	24,5	28,3	29,7

## ● Vzorce pro výpočet skutečné řezné rychlosti

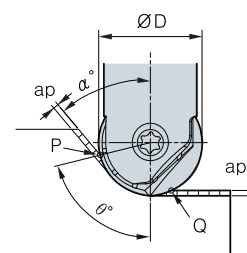
1. Skutečná řezná rychlost dle úhlu θ.

$$vc = \frac{\pi \times D_e \sin \theta \times n}{1000} \text{ (m/min)}$$

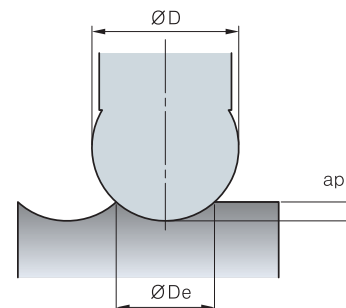
$$\theta = \cos^{-1} \left( \frac{D_e - 2ap}{D_e} \right) + 90 - \alpha^\circ$$

2. Skutečná řezná rychlost dle hloubky řezu

$$v_{ce} = \frac{2\pi n \sqrt{ap(D_e - ap)}}{1000}$$



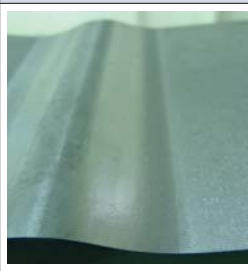

3. Skutečný průměr dle hloubky řezu



• Vzorec pro skutečný průměr

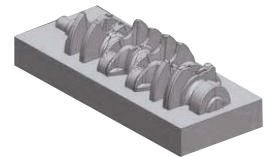
$$D_e = 2\sqrt{ap(D - ap)}$$

## ● Zkouška odolnosti proti otěru

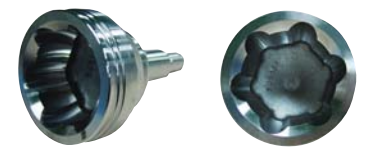
Řezné podmínky		Obrázky			
 Doba obrábění: 15 hodin	NAK80 (HRC30), vzduch $vc$ (m/min) = 376 $fz$ (mm/t) = 0,33 $ap$ (mm) = 0,5 $ae$ (mm) = 0,5 $vf$ (mm/min) = 4 000 $n$ (min <sup>-1</sup> ) = 6 000	Čelo	PC210F	Starý	Konkurent A
			PC210F	Starý	Konkurent A
		Hřbet	PC210F	Starý	Konkurent A
			PC210F	Starý	Konkurent A
 Doba obrábění: 8 hodin	STD11 (HRC50–65), vzduch $vc$ (m/min) = 251 $fz$ (mm/t) = 0,38 $ap$ (mm) = 0,5 $ae$ (mm) = 0,3 $vf$ (m/min) = 3 000 $n$ (min <sup>-1</sup> ) = 4 000	Čelo	PC210F	Starý	Konkurent A
			PC210F	Starý	Konkurent A
		Hřbet	PC210F	Starý	Konkurent A
			PC210F	Starý	Konkurent A

## ● Příklad obrábění


### • Klikový hřídel

Třída	Specifikace	Obrobek
Obrobek	SCM440 (HRC 40)	
Řezné podmínky	$vc$ (m/min) = 376 / $fz$ (mm/t) = 0,25 / $ap$ (mm) = 0,5 $ae$ (mm) = 0,2 / $n$ (min <sup>-1</sup> ) = 6 000 / $vf$ (mm/min) = 3 000 / MQL	
Nástroj	Držák LBE200115T-S25 VBD LBH200 (PC210F)	

### • Spoj CV

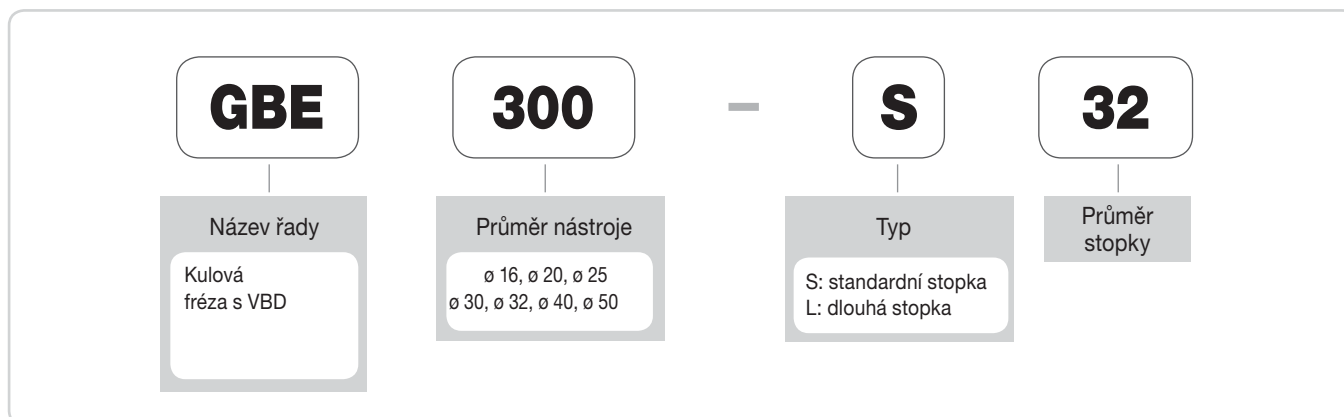
Třída	Specifikace	Obrobek
Obrobek	S53C (HRC 35)	
Řezné podmínky	$vc$ (m/min) = 200 / $fz$ (mm/t) = 0,25 / $ap$ (mm) = 0,5–2,0 $ae$ (mm) = 0,5–1,0 / $n$ (min <sup>-1</sup> ) = 3 000 / $vf$ (mm/min) = 1 500 / Air	
Nástroj	Držák LBE230-HSKC63 VBD LBH230 (PC210F)	

### • Forma na automobilový nárazník

Třída	Specifikace	Obrobek
Obrobek	KP4MA (HRC30–35)	
Řezné podmínky	$vc$ (m/min) = 700 / $fz$ (mm/t) = 0,25 / $ap$ (mm) = 0,5 $ae$ (mm) = 0,2 / $n$ (min <sup>-1</sup> ) = 9 000 / $vf$ (mm/min) = 4 500 / vzduch	
Nástroj	Držák LBE250170S-S25C VBD LBH250 (PC210F)	

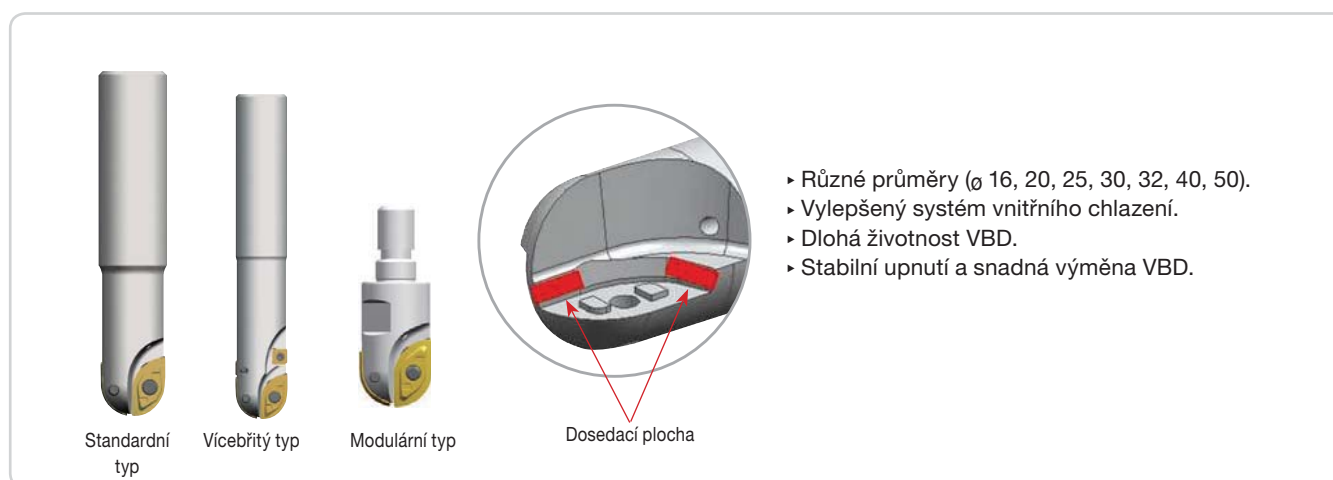
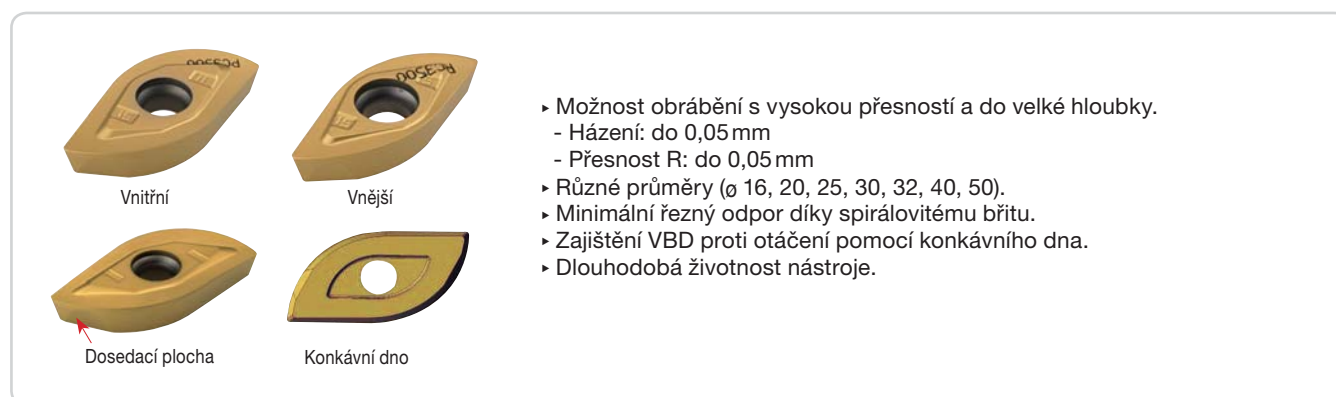
## GBE

### ● Systém značení držáků

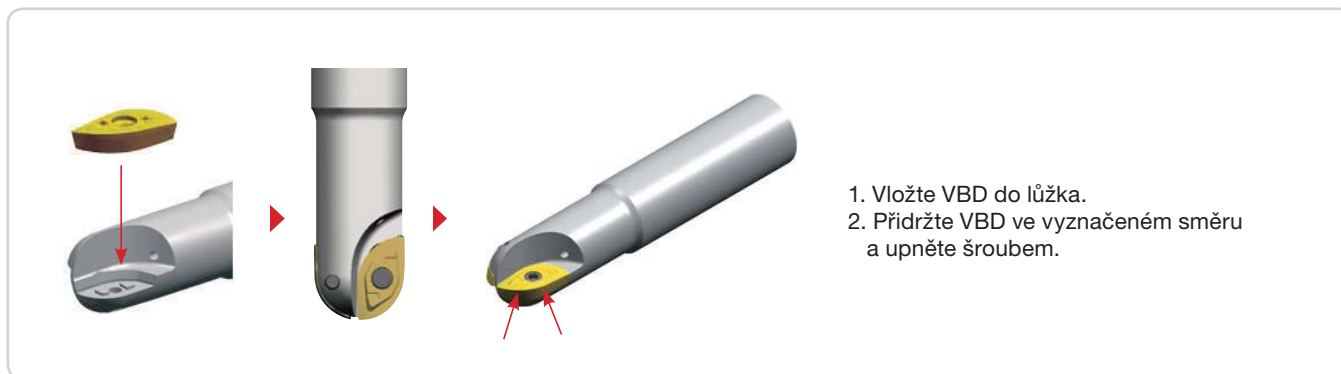


### ● Vlastnosti

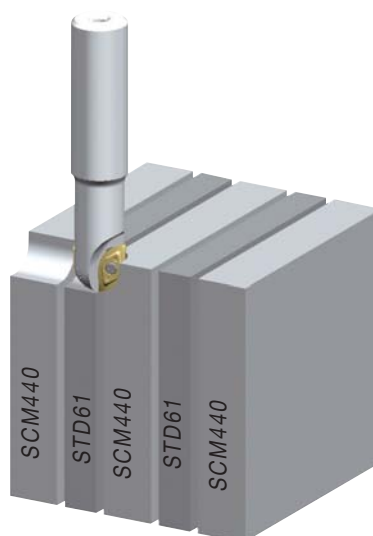
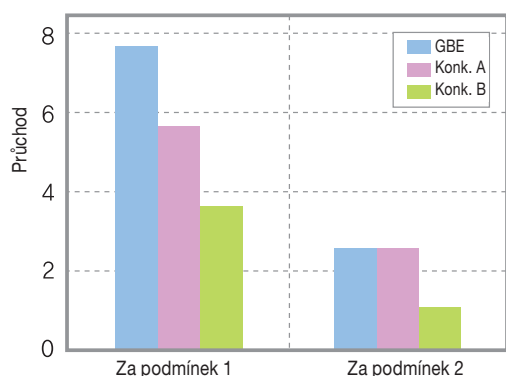
- ▶ Čelní válcová fréza s VBD pro obrábění forem.
- ▶ Dlouhá životnost VBD díky vysoké tvrdosti.
- ▶ Spirálovitý břit a břit s vysokou přesností.
- ▶ Systém vnitřního chlazení optimalizovaný pro obrábění forem.
- ▶ Různé držáky v normálním a dlouhém provedení.



## ● Upínání VBD



## ● Test řezného výkonu



## ● Řezné podmínky

Klas.	Řezná rychlost (vc)	Posuv (fz)	Hloubka řezu (ap)	Hloubka řezu (ae)	Obrobek	Chlazení
Podmínky 1	150 m/min	0,15 mm/t	5 mm	8 mm	STD61 (H <sub>R</sub> C50) + SCM440 (H <sub>R</sub> C20)	Za sucha
Podmínky 2	100 m/min	0,1 mm/t	8 mm	8 mm		

## ● VBD / náhradní díly

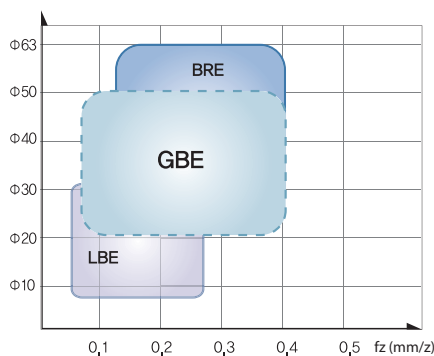
VBD				Náhradní díly			
Typ							
Průměr	Vnitřní I/S	Vnější I/S	Vnější hlavní I/S	Šroub		Klíč	
				Vnitřní/vnější typ	Vnější hlavní typ	Vnitřní/vnější typ	Vnější hlavní typ
ø 16	ZPET080M-MM	ZPET080S-MM	-	FTKA02555S	-	TW08S	-
ø 20	ZPET100M-MM	ZPET100S-MM	SPMT060304	FTKA0307	ETNA02506	TW09S	TW07P
ø 25	ZPET125M-MM	ZPET125S-MM	SPMT060304	FTKA0409	ETNA02506	TW15S	TW07P
ø 30	ZPET150M-MM	ZPET150S-MM	SDMT090308-MM	FTGA0511-P	ETNA0408	TW20S	TW15S
ø 32	ZPET160M-MM	ZPET160S-MM	SDMT090308-MM	FTGA0511-P	ETNA0408	TW20S	TW15S
ø 40	ZPET200M-MM	ZPET200S-MM	SDMT120408-MM	FTGA0614	ETNA0511	TW20S	TW25S
ø 50	ZPET250M-MM	ZPET250S-MM	SDMT120408-MM	FTGA0818	ETNA0511	TW25S	TW25S



## Doporučené řezné podmínky

Obrobek	Typ obrábění	Tvrдость (HRC)	vc (m/min)	fz (mm/t)	ap (mm)	ae (mm)
Uhlíkové oceli, legované oceli	Bokem	Do 25	160–250	0,1–0,5	0,3–0,5 D	0,2–0,3 D
	Drážka		120–200	0,1–0,5	0,3–0,5 D	-
	Vysoké ap		160–250	0,1–0,5	1,0–1,5 D	0,1–0,2 D
Uhlíkové oceli, legované oceli	Bokem	Do 45	120–200	0,1–0,5	0,3–0,5 D	0,2–0,3 D
	Drážka		120–160	0,1–0,5	0,3–0,5 D	-
	Vysoké ap		120–200	0,1–0,5	1,0–1,5 D	0,1–0,2 D
Tvárná ocel	Bokem	30–40	120–200	0,1–0,3	0,3–0,5 D	0,2–0,3 D
	Drážka		120–160	0,1–0,3	0,3–0,5 D	-
	Vysoké ap		120–200	0,1–0,3	1,0–1,5 D	0,1–0,2 D
Litina (GCGCC)	Bokem	20–30	150–300	0,2–0,7	0,3–0,5 D	0,2–0,3 D
	Drážka		150–300	0,2–0,7	0,3–0,5 D	-
	Vysoké ap		150–300	0,2–0,7	1,0–1,5 D	0,1–0,2 D
Tepelně zušlechtěné	Bokem	50–60	40–100	0,1–0,3	0,3–0,5 D	0,2–0,3 D
	Drážka		40–100	0,1–0,3	0,3–0,5 D	-
	Vysoké ap		40–100	0,1–0,3	1,0–1,5 D	0,1–0,2 D

## Řada kulových fréz s VBD



Typ	Použití				
	Jakost obrábění	Účinnost obrábění	Ekvivalence průměru obrábění	Ekonomika	Obrábění bokem frézy
Laser Mill	●	○	●	○	○
GBE	●	●	●	●	●
BRE	○	●	●	●	●

●: Velmi dobrá ●: Dobrá ○: Normální

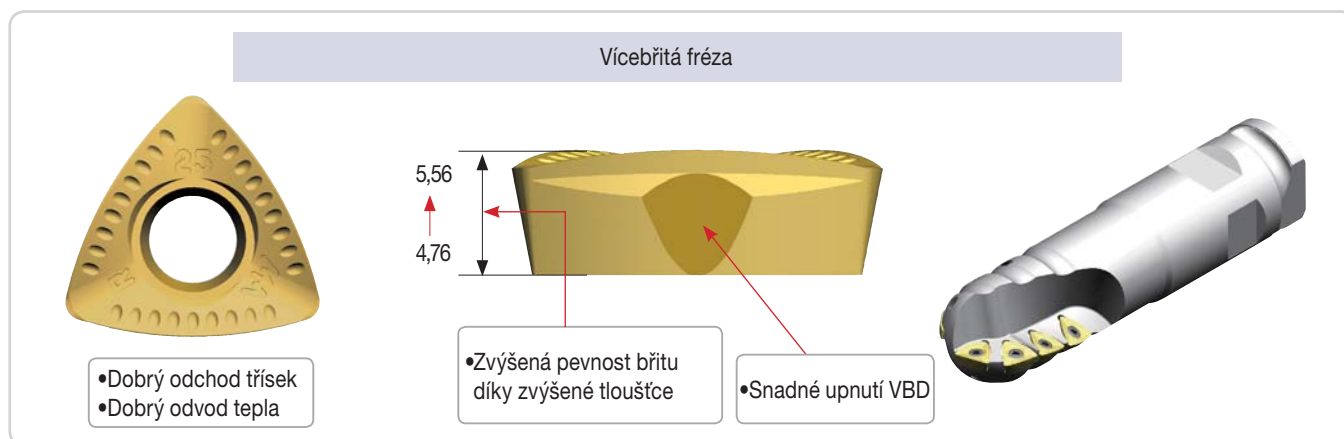
## Výsledek testu odolnosti proti otěru

Řezné podmínky		Fotografie ukazující odolnost proti otěru				
Obrobek	Podmínka	Nástroj	Fotografie ukazující odolnost proti otěru			
			GBE	Konkurent A	Konkurent B	
<p>Doba v řezu: 4 průchody</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obrobek KP4M (HcC33), za sucha</li> <li>Podmínka vc = 280 m/min fz = 0,25 mm/t ap = 5–10 mm ae = 5–10 mm vf = 1 486 m/min n = 2 971 ot./min</li> <li>Nástroj Držák: GBE300-S32 VBD: ZPET150M-MM (PC3500) ZPET150S-MM (PC3500)</li> </ul>	Čelo	Vnitřní			
			Vnější			
		Hřbet	Vnitřní			
			Vnější			
<p>Doba v řezu: 4 průchody</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obrobek STD11 (HRC20), za sucha</li> <li>Podmínka vc = 250 m/min fz = 0,2 mm/t ap = 5 mm ae = 5 mm vf = 1 062 m/min n = 2 653 ot./min</li> <li>Nástroj Držák: GBE300-S32 VBD: ZPET150M-MM (PC3500) ZPET150S-MM (PC3500)</li> </ul>	Čelo	Vnitřní			
			Vnější			
		Hřbet	Vnitřní			
			Vnější			

## BRE

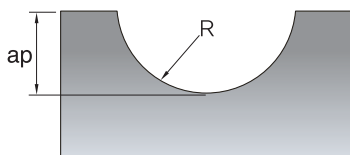
### Vlastnosti

- Řezný výkon: Vynikající řezný výkon s optimální linií břitu.
- Těleso s vysokou houževnatostí: Delší životnost nástroje a odolnost vůči zlomení díky speciální povrchové úpravě držáku, snadné upínání VBD a dobrá trvanlivost díky šroubu TCRX, dobrá tvorba třísek díky 3D tvaru.
- VBD: Možnost použití nástroje pro aplikace s vysokou rychlostí a posuvem díky speciální třídě materiálu, který je odolný vůči opotřebení a zlomení.  
Stabilní řezný výkon díky vysoké houževnatosti břitu a pozitivnímu čela.



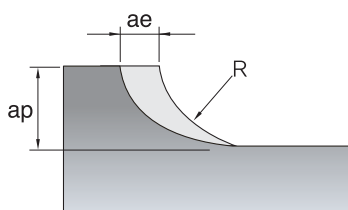
### BRE – řezné podmínky

- Typ obrábění



$$ap = 0,3 D - 0,5 D$$

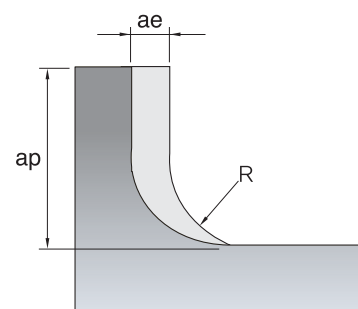
Typ obrábění 1



$$ae = 0,2 D - 0,3 D$$

$$ap = 0,3 D - 0,5 D$$

Typ obrábění 2



$$ae = 0,1 D - 0,5 D$$

$$ap = 1,2 D - 1,5 D$$

Typ obrábění 3

Obrobek	Typ obrábění	Rychlost (m/min)	Posuv (mm/t)	Řezné materiály
Uhlíkové oceli / legované oceli	1	120–220	0,1–0,4	NCM325
	2	120–220	0,2–0,4	NCM325
	3	100–180	0,1–0,3	NCM325
Legované oceli	1	100–200	0,1–0,4	NCM325
	2	100–200	0,2–0,4	NCM325
	3	80–160	0,1–0,3	NCM325
Nástrojové oceli	1	80–150	0,1–0,3	NCM325
	2	80–150	0,15–0,35	NCM325
	3	60–120	0,1–0,3	NCM325
Oceli o vysoké tvrdosti (Hr35–45)	1	60–120	0,1–0,3	NCM325
	2	60–120	0,1–0,3	NCM325
	3	50–80	0,1–0,2	NCM325
Litina	1	100–180	0,2–0,5	NCM320K
	2	100–180	0,2–0,5	NCM320K
	3	80–160	0,15–0,4	NCM320K