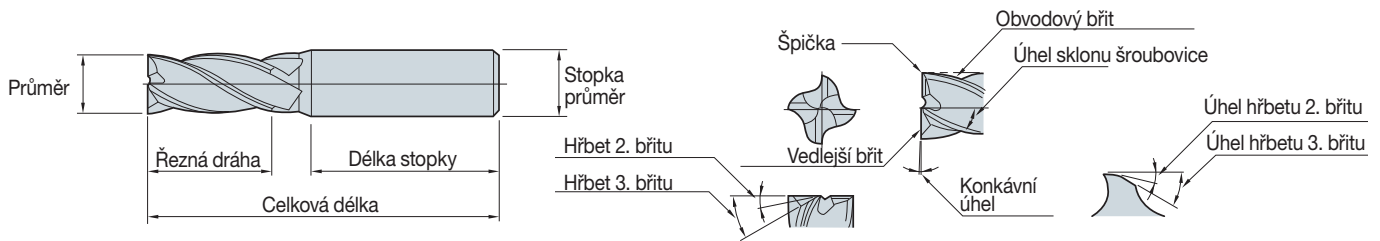


Tvary a názvy čelních fréz



Porovnání podle počtu břitů

Vlastnosti podle počtu břitů

Ø 10 mm	2 břítu (SSE2100)	3 břítu (SSE3100)	4 břítu (SSE4100)
Tvar			
Průřez	44 mm ²	46 mm ²	48 mm ²
Poměr	56%	58%	61%
Výhody	Dobry odchod třísek	Dobry odchod třísek	Vysoká houževnatost
Nevýhody	Malá houževnatost	Špatně se měří vnější průměr	Špatný odchod třísek
Použití	Boční frézování, drážkování Multifunkční	Boční frézování, drážkování	Boční frézování Dokončování

Vliv počtu břitů

Specifikace	Hlavní vlastnosti	2 břítu	4 břítu
Houževnatost nástroje	Torzni houževnatost	○	●
	Ohybová houževnatost	○	●
Kvalita povrchu	Drsnost povrchu	○	●
	Přesnost obrábění	○	●
Kontrola třísek	Ucpávání třískami	●	○
	Odvádění třísek	●	○
Drážkování	Odvádění třísek	●	○
	Drážkování	●	○
Boční frézování	Kvalita povrchu	○	●
	Vibrace	●	○

●-Vynikající ○-Dobré

Rozdíly mezi běžnými čelními frézami a rychlořeznými čelními frézami

Běžné čelní frézy		Rychlořezné čelní frézy	
Tvar průřezu	Vlastnosti	Tvar průřezu	Vlastnosti
	- Vhodné pro nízkou rychlost, velkou řeznou hloubku, malý posuv - Obrobky s malou tvrdostí (běžné oceli, litina)		- Vhodné pro vysokou rychlost, malou řeznou hloubku, velký posuv - Vhodné pro tvrzené obrobky, např. ze záпустkové oceli

Výpočty řezných podmínek

Výpočty řezné rychlosti

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

Výpočty rychlosti posuvu

$$vf = n \times fn \text{ nebo } n \times fz \times z$$

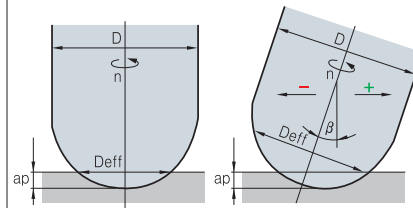
$$fn = \frac{vf}{n} \quad fz = \frac{fn}{z} \text{ nebo } \frac{vf}{n \times z}$$

vc: Řezná rychlost (m/min)
π: Ludolfovo číslo (3,141592)
D: Průměr čelní frézy (mm)
n: Otáčky za minutu (min⁻¹)

vf: Rychlost posuvu (mm/min)
fn: Posuv na otáčku (mm/ot.)
fz: Posuv na břit (mm/z)
z: Počet břitů

Vzorce pro výpočet řezné rychlosti kulových fréz

Otáčky za minutu	$n = \frac{vc \times 1000}{D \times \pi}$
Řezná rychlost	$vc = \frac{D \times \pi \times n}{1000}$
Posuv na zub	$fz = \frac{vf}{z \times n}$
Posuv na otáčku	$fn = fz \times z$
Rychlost posuvu	$vf = fz \times z \times n$
Rychlost odběru třísek	$Q = ae \times ap \times vf$
Efektivní průměr kulové čelní frézy	$D_{ef} = 2 \times \sqrt{DXap - ap^2}$ <p>Tabulka výpočtů</p> $D_{ef} = D \times \sin \left[\beta \arccos \left(\frac{D - 2ap}{D} \right) \right]$



● Vliv délky břitu

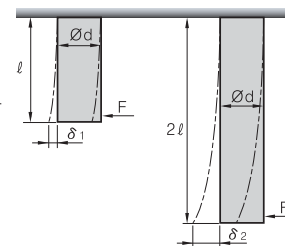
● Vyjádření hloubky vrtání

- Hloubka vrtání
- l/d
- Příklad: 3D, 15D, 22D

● Rychlost deformace v závislosti na délce

- Rychlost deformace je reakční síla proti vnější síle
- Úměrná čtverci délky
- Délku břitu a celkovou délku volte co nejkratší
- Čím více břítů, tím lepší houževnatost
- Při užší šířce břitu je houževnatost vrtáku větší

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



• $l \rightarrow 2l$

• $\delta_1 \rightarrow \delta_2 = 8\delta_1 = \delta_2$

δ = deformační objem

l = řezná délka

I = moment setrvačnosti ($I = \frac{\pi d^4}{64}$)

P = řezná síla

E = modul pružnosti

● Tabulka pro převod otáček vřetene (ot./min) – vnější průměr

Vnější \ vc	Řezná rychlost (vc, m/min)															
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	150	180	200	250	300
0,2	31 831	47 746	63 662	79 577	95 493	111 408	127 324	143 239	159 155	190 986	222 817	23 872	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	95 793
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	8 377	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

● Poškození nástroje a odstraňování problémů

Potíže	Příčiny	Řešení																	
		Řezné podmínky				Tvar nástroje						Řezné materiály		Jiné					
		Řezná rychlost	Posuv	Řezná hloubka	Chladicí médium	Řezání nahoru řezání dolů	Čelní úhel hrbetu	Úhel hlavního břítu	Délka drážky	Počet břítů	Honování	Kapsa na třísky	Houževnatost	Tvrdość	Houževnatost stroje	Vibrace stroje	Upnutí obrobku	Přesah	
Poškození na břítu	Příliš velký obvodový břít	↓	↑		●												↑		
	Vylamování		↓			↓	↓				●		↑				↓	↑	↓
	Lámání během operace		↓	↓				↓				↑		↑		↑		↓	
Špatná kvalita povrchu	Tvorba nárůstků	↑	↑		●		↑			●									
	Vibrace	↓				↓		↓						↑	↓	↑	↓		
	Špatná přímost		↓	↓		↑	↑	↓										↓	
Špatná přesnost obrábění (obráběná velikost, kolmost)	Nevhodné řezné podmínky Nevhodný tvar nástroje	↑	↓			↓		↓	↑					↑	↓			↓	
Špatný odvod třísek	Příliš velký řezný objem Nevhodná kapsa na třísky Nevhodné řezné podmínky		↓	↓					↓		↑								

↑: Zvýšit ↓: Snížit ○: Použití ●: Správné použití