



## Obrábanie Weldox a Hardox

Vrtanie, Zablbovanie, Rezanie závitov, Sústruženie, Frézovanie



Oteruvzdorné plechy Hardox a vysokopevné konštrukčné oceľové plechy Weldox je možné obrábať nástrojmi z rýchloreznej ocele (HSS) alebo nástrojmi zo spečeného karbidu (CC). Táto príručka obsahuje odporúčania ohľadne rezných parametrov (posun a rýchlosť) a voľby nástrojov. Ďalej sa tu venuje pozornosť i ostatným činiteľom, ktoré by sa pri obrábaní mali vziať do úvahy. Odporúčania vychádzajú z našich vlastných skúšok nástrojov rôznych značiek a z konzultácií s vedúcimi výrobcami nástrojov.

### Typické parametre plechov Weldox a Hardox

	Weldox 700	Weldox 900/960	Weldox 1030	Weldox 1100	Hardox HiTuf	Hardox 400	Hardox 450	Hardox 500
Pevnosť v ťahu, $R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ]	~860	~1040	~1300	~1350	~940	~1250	~1400	~1550
Tvrdosť [HBW]	~260	~320	~410	~430	~350	~400	~450	~500

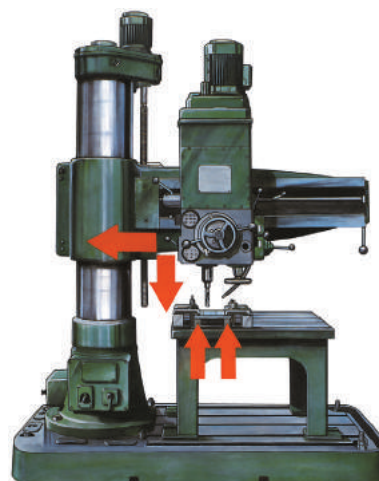
## Vrtanie

Na vrtanie je možné použiť vrtáky z rýchloreznej ocele alebo vrtáky zo spečeného karbidu. Typ používaného vrtáku závisí od vrtačky, ktorá je k dispozícii ako aj od jej stability. Bez ohľadu na typ vrtačky je však nutné minimalizovať vibrácie.

### Otočné alebo stĺpové vrtačky

Odporúčania pre zníženie vibrácií a zvýšenie životnosti vrtačky:

- Zaisťujte čo najmenšiu vzdialenosť vrtáku od stojana.
- Nepoužívajte drevené podložky.
- Spoľahlivo upevnite obrobok a vrtajte čo najbližšie k podložkám.
- Použite krátko vreteno a krátky vrták, čím zabezpečíte čo najmenšiu vzdialenosť medzi špičkou vrtáku a ramenom.
- Tesne pred tým, ako vrták prerazí materiál, uvoľnite asi tak na sekundu posun. Inak by sa špička vrtáku mohla v dôsledku vôle a pružnosti odtrhnúť. Keď vôľa a elasticita zmiznú, znovu začnite vrták posúvať.
- Zaisťujte dostatočný prísun chladiacej kvapaliny



**HSS**  
**HSS-E**  
**HSS-Co**



Jednotlivé diery je možné vrtat' obyčajným vrtákom HSS. Pre zabezpečenie racionálnej výroby odporúčame používať vrtáky z mikrolegovanej rýchloreznej ocele (HSS-E) alebo vrtáky z rýchloreznej ocele s prídavkom kobaltu (HSS-Co).

**HSS-Co**



Používajte vrták HSS-Co (s 8% kobaltu) s veľkým uhlom sklonu vrutovnice a s robustným jadrom, ktoré odolá vysokým krútiacim momentom.

	Weldox 700	Weldox 900/960	Weldox 1030	Weldox 1100	Hardox HiTuf	Hardox 400	Hardox 450	Hardox 500
$v_c$ [m/min]	-18	-15	-9	-7	-12	-9	-7	-5
<b>D [mm]</b>	<b>Rýchlosť posunu, f [mm/ot] / Rýchlosť, n [ot/min]</b>							
5	0,10/1150	0,10/950	0,05/570	0,05/445	0,07/760	0,05/570	0,05/445	0,05/320
10	0,10/575	0,10/475	0,10/290	0,09/220	0,10/380	0,10/290	0,09/220	0,08/130
15	0,16/400	0,16/325	0,16/190	0,15/150	0,16/250	0,16/190	0,15/150	0,13/85
20	0,23/300	0,23/235	0,23/150	0,20/110	0,23/190	0,23/150	0,20/110	0,18/65
25	0,30/240	0,30/195	0,30/110	0,25/90	0,30/150	0,30/110	0,25/90	0,22/50
30	0,35/200	0,35/165	0,35/90	0,30/75	0,35/130	0,35/90	0,30/75	0,25/45

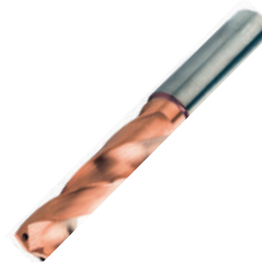
## Stabilnejšie stroje ako napríklad karusely a rovinné frézky

Za účelom zvýšenia produktivity je potrebné výhody vrtákov zo spečeného karbidu uplatniť u moderných a stabilných strojov.

Je možné si zvoliť z troch hlavných typov vrtákov zo spečeného karbidu. Voľba typu vrtáku závisí od stability stroja, upnutia obrobku, priemeru diery a od požadovanej tolerancie. Vždy používajte čo najkratší vrták.

### Celokarbidový vrták

- priemery od cca. 3 mm
- malé tolerancie (vysoká presnosť)
- možné prebrusovanie
- citlivý na vibrácie



### Vrták s pájkovanými karbidovými britmi

- priemer od cca. 10 mm
- malé tolerancie (vysoká presnosť)
- možné prebrusovanie
- menej citlivý na vibrácie než celokarbidový vrták



## Chladiaca kvapalina

- Používajte chladiacu kvapalinu určenú pre vrtanie.
- Pravidlo pre vrtanie s vnútorným prívodom chladiacej kvapaliny: prietok chladiacej kvapaliny [l/min] ≈ priemeru vrtáku [mm].

### Vrták s otočnými vsadenými britmi

- priemery od cca. 12 mm
- umožňuje vysokú produktivitu
- širšia tolerancia ako ostatné typy (menšia presnosť)
- úsporný



		Weldox 700	Weldox 900/960	Weldox 1030	Weldox 1100	Hardox HiTuf	Hardox 400	Hardox 450	Hardox 500
<b>19. Rezná rýchlosť <math>v_c</math> [mm/min] a rýchlosť posunu <math>f</math> [mm/ot]</b>									
Celokarbidový vrták	$v_c$	70-100	50-80	40-70	30-50	45-80	40-70	35-65	30-60
	$f$	0,10-0,25	0,10-0,20	0,10-0,20	0,08-0,18	0,10-0,30	0,10-0,25	0,08-0,18	0,08-0,15
Vrták s pájkovanými karbidovými britmi	$v_c$	40-60	40-50	35-45	30-40	40-50	35-45	30-40	20-30
	$f$	0,12-0,18	0,12-0,18	0,10-0,15	0,10-0,15	0,10-0,15	0,10-0,15	0,10-0,15	0,08-0,12
Vrták s otočnými vsadenými britmi	$v_c$	75-140	70-130	60-120	60-100	70-130	60-120	60-100	50-70
	$f$	0,08-0,18	0,08-0,18	0,06-0,14	0,06-0,14	0,04-0,16	0,04-0,16	0,04-0,16	0,04-0,14

Údaje o vrtaní Hardoxu 550 a 600 sú špecifikované v technickom liste č. 40 a 23. Viac informácií Vám poskytne Váš technický servis.

Pokiaľ je priemer vrtáku malý, zvolte v rámci stanoveného rozsahu menšiu rýchlosť posunu.

Výpočet rýchlosti otáčania z odporúčanej reznej rýchlosti:

Príklad pre vrták s priemerom  $D = 15$  mm

a reznou rýchlosťou

$v_c = 80$  m / min.

$$\text{Rýchlosť } n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D} = \frac{80 \times 1000}{3,14 \times 15} = 1698 \text{ Zhruba } 1700 \text{ rpm.}$$

### Vzorce:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

$$v_f = f \times n$$

$v_c$  = rezná rýchlosť [m/min]

$D$  = priemer vrtáku [mm]

$n$  = rýchlosť [rpm]

$\pi = 3,14$

$v_f$  = rýchlosť posunu [mm/min]

$f$  = rýchlosť posunu [mm/rev]

## Vrtanie – (pokračovanie)

### Ak sa vyskytne problém ...

Deformácia špičky vrtáku HSS  
Deformácia špičky vrtáku CC

Opotrebenie na vonkajšej strane vrtáku

Príliš veľké alebo príliš malé diery

Nános triesok v drážkach vrtákov

Vibrácie

Drobné poškodenie doštičiek (odštiepenie)

Asymetrické diery

Krátka životnosť nástroja HSS

Krátka životnosť nástroja CC

Ako postupovať

Zmeňte nastavenie vrtáku.

Zvýšte prietok chladiacej kvapaliny, vyčistite filter a otvor pre prítok kvapaliny do vrtáku.

Zvoľte materiál s väčšou húževnatosťou – viď hodnoty na strane 8.

Znížte rýchlosť posunu.

Zvýšte rýchlosť posunu.

Lepším zaistením obrodku a zmenšením vyloženia vrtáku zlepšite stabilitu.

Skontrolujte hodnoty pre rezanie.

Skontrolujte, či používate správnu triedu materiálu HSS alebo CC.

Zvýšte reznú rýchlosť.

Znížte reznú rýchlosť.

## Valcové a kužeľové zahlbovanie

K zarovnávaniu a kužeľovému zahlbovaniu je najlepšie používať nástroje s výmennými britmi zo spečeného karbidu a s otočným vodiacim čapom. Používajte chladiacu kvapalinu.

Valcový záhlbník s výmennými doštičkami a otočným vodiacim čapom



Kužeľový záhlbník s výmennými doštičkami a otočným vodiacim čapom



### POZNÁMKA

1. Pri kužeľovom zahlbovaní vždy znížte hodnoty uvádzané pre rezanie o cca. 30%.
2. Vždy používajte otočný vodiaci čap.

	Weldox 700	Weldox 900/960	Weldox 1030	Weldox 1100	Hardox HiTuf	Hardox 400	Hardox 450	Hardox 500
$v_c$ [m/min]	70-100 <sup>2</sup>	40-80 <sup>2</sup>	25-70 <sup>2</sup>	20-50 <sup>2</sup>	30-80 <sup>2</sup>	25-70 <sup>2</sup>	20-50 <sup>2</sup>	17-50 <sup>2</sup>
Rýchlosť, f [mm/ot]	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20
D [mm]	Rýchlosť posunu, n [mm/ot]							
19	1175-1675	670-1340	420-1175	335-840	500-1340	420-1175	335-840	285-840
24	930-1325	530-1060	330-930	265-665	400-1060	330-930	265-665	225-665
34	655-935	375-750	235-655	185-470	280-750	235-655	185-470	160-470
42	530-760	300-600	190-530	150-380	230-600	190-530	150-380	130-380
57	390-560	225-440	140-390	110-280	170-440	140-390	110-280	95-280

- 1) Ak sa odlamujú triesky, posúvajte vždy po 2 mm.
- 2) Ak je výkon stroja nízky, zvolte reznú rýchlosť v dolnej časti rozmedzia hodnôt.

Údaje o zahlbovaní Hardoxu 550 a 600 sú špecifikované v technickom liste č. 40 a 23. Viac informácií Vám poskytne Váš technický servis.

Pre plechy z ocele Weldox uvedené v tabuľke je možné používať stroje pre kuželové zahľbovanie HSS s tromi britovými doštičkami a vodiacim čapom. Je nutné zabezpečiť dostatočný prietok chladiacej kvapaliny.

		Weldox 700	Weldox 900/960
$v_c$ [m/min]		-8	-7
D [mm]	Rýchlosť posunu, f [mm/rev]	Rýchlosť, n [rpm]	
15	0,05-0,20	170	150
19	0,05-0,20	130	120
24	0,07-0,30	100	90
34	0,07-0,30	70	70
42	0,07-0,30	60	50
57	0,07-0,30	40	40



## Rezanie závitov

Ak sa zvolí správny typ závitníkov, je možné vŕtať závit do všetkých typov oceli Hardox a Weldox. Odporúčame používať závitníky so štyrmi drážkami, ktoré odolávajú vysokým krútiacim momentom, nevyhnutným pri rezaní závitov do tvrdých

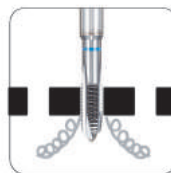
materiálov. Pri rezaní závitov do plechov Hardox a Weldox odporúčame používať ako mazivo olej alebo pastu pre rezanie závitov. Pre mäkšiu oceľ Weldox 420, Weldox 460 a Weldox 500 je možné používať i emulziu.

### POZNÁMKA

1. Pokiaľ sa používajú závitníky bez špeciálnej vrstvy, odporúča sa znížiť hodnoty o 30%.
2. Pokiaľ sa závit rezuje na NC strojoch, je možné použiť závitovú frézku.



Závitník pre slepé diery.  
Weldox 700,  
Weldox 900/960.



Závitník pre priechodné diery.



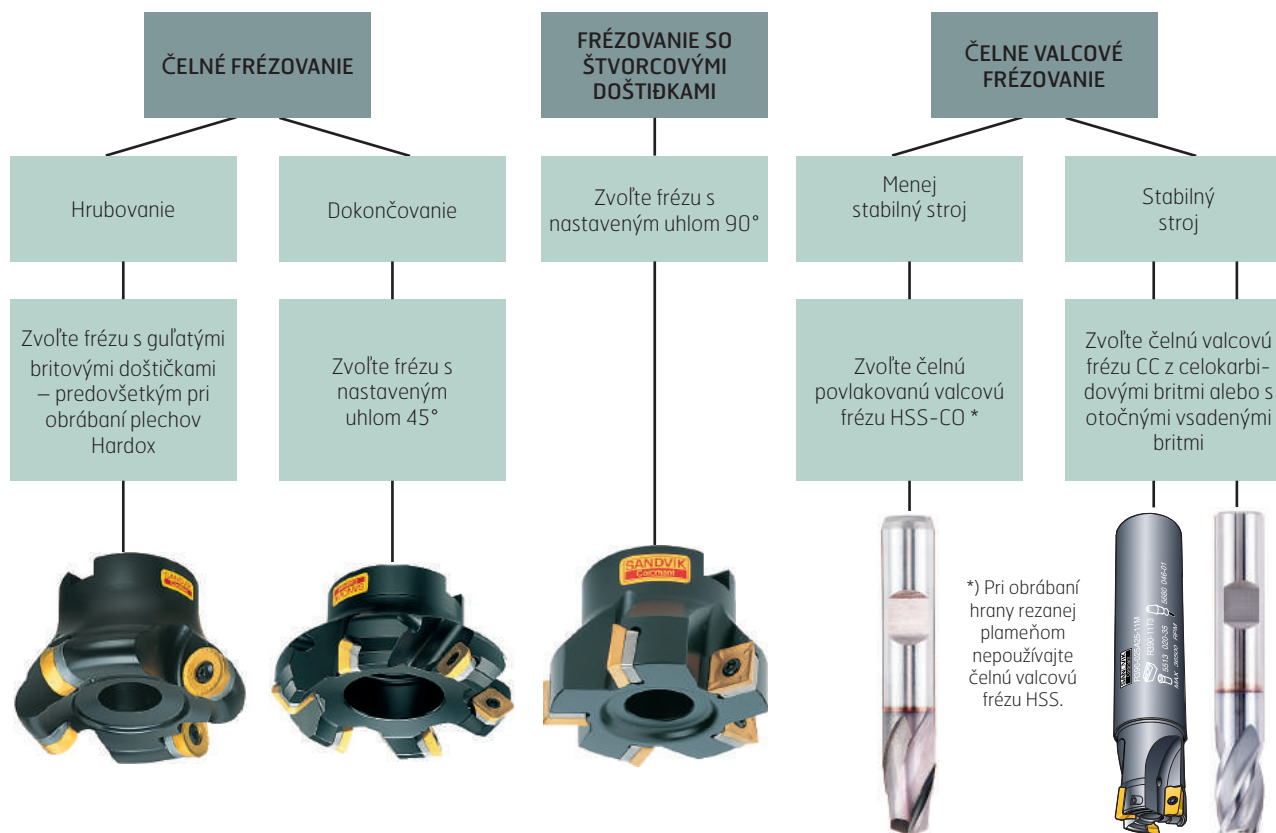
	HSS-Co (HSS-E) s vrstvou TiN alebo TiCN		HSS-Co (HSS-E) s vrstvou TiCN					
	Weldox 700	Weldox 900/960	Weldox 1030	Weldox 1100	Hardox HiTuf	Hardox 400	Hardox 450	Hardox 500
$v_c$ [m/min]	10	8	5	3	6	5	3	2,5
Size	Rýchlosť, n [rpm]							
M10	320	255	160	95	190	160	95	80
M12	265	210	130	80	160	130	80	65
M16	200	160	100	60	120	100	60	50
M20	160	125	80	45	90	80	45	40
M24	130	105	65	40	80	65	40	30
M30	105	85	50	32	60	50	32	25

Údaje o rezaní závitov Hardoxu 550 a 600 sú špecifikované v technickom liste č. 40 a 23. Viac informácií Vám poskytne Váš technický servis.

# Frézovanie

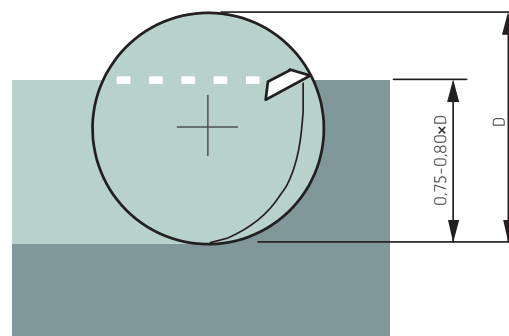
## VOĽBA NÁSTROJA A SPÔSOBU FRÉZOVANIA

Pre zabezpečenie racionálnej výroby odporúčame používať frézy s britovými doštičkami zo spečeného karbidu.



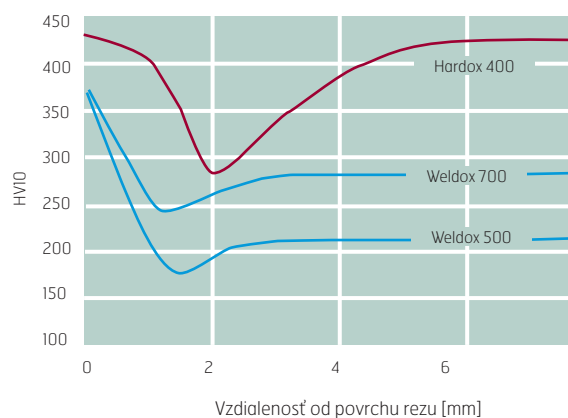
### Pri frézovaní je nutné rešpektovať nasledujúce odporúčania:

- Skontrolujte, či je obrobok riadne upnutý.
- Ak je výkon stroja nízky, použite hrubozubú frézu.
- Pokiaľ je to možné, nepoužívajte univerzálnu hlavu, nakoľko sa tým zoslabí montáž nástroja i prenos výkonu.
- Šírka rezu pri čelnom frézovaní by mala zodpovedať zhruba 75-80% priemeru frézy (viď hodnoty vpravo).
- Pri frézovaní povrchov, ktoré sú užšie ako priemer frézovacej hlavy, ba sa fréza mala umiestniť excentricky tak, aby bolo v zábere čo najviac zubov.
- Pri frézovaní plameňom rezaných hrán by mala byť hrúbka rezu minimálne 2 mm, aby sa vyhlo spevnenej vrstve na pálenej hrane (viď Graf).



Odporúčaná šírka rezu pri čelnom frézovaní

Profil tvrdosti od pálenej hrany pri pálení na vzduchu.



	ČELNÉ FRÉZOVANIE				ČELNÉ VALCOVÉ FRÉZOVANIE			
	S vrstvou CC		Cermet	S vrstvou CC	CC			HSS-Co
Trieda	P40/CS	P25/C6	P20/C6-C7	K20/C2	K10/C3-uncoated	K10/C3-coated	P10/C7-indexable insert	TiCN-coated
Podmienky	Nestabilné	Priemerné	Stabilné	Stabilné	Stabilné	Stabilné	Stabilné	Nestabilné
Rýchlosť posunu ( $f_z$ )	0,1-0,2-0,3	0,1-0,2-0,3	0,1-0,2	0,1-0,2	0,02-0,10	0,02-0,20	0,05-0,15	0,03-0,09
Trieda plechu	Rezná rýchlosť, $v_c$ [m/min]							
Weldox 700	195-150-95	220-180-150	240-200	-	100	180	195-150	40
Weldox 900/960	95-75-50	200-160-130	220-170	-	90	130	140-120	18
Weldox 1030	-	150-120-110	150-120	-	90	100	110-90	-
Weldox 1100	-	150-120-110	150-120	-	90	100	110-90	-
Hardox HiTuf	-	170-150-140	170-150	-	90	100	110-90	-
Hardox 400	-	150-120-110	150-120	-	90	100	110-90	-
Hardox 450	-	150-120-110	150-120	-	90	100	110-90	-
Hardox 500	-	120-110	120-100	120-100	50	80	90-70	-

Pri vysokej rýchlosti posunu znížte reznú rýchlosť.

Údaje o valcovom frézovaní Hardoxu 550 a 600 sú špecifikované v technickom liste č. 40 a 23.

Viac informácií Vám poskytne Váš technický servis.

#### Vzorce:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$v_c$  = cutting speed [m/min]

D = cutter diameter [mm]

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

n = speed [rpm]

$\pi = 3.14$

$$f_z = \frac{v_f}{n \times z}$$

$v_f$  = feed rate [mm/min]

$f_z$  = feed rate per tooth [mm/tooth]

$$v_f = f_z \times n \times z$$

z = number of cutter teeth

#### Ak sa vyskytne problém ...

Opotrebenie plôch za britom

Opotrebenie vrubmi

Opotrebenie jamkami

Plastická deformácia

Nánosy na rezných hranách

Hrebeňovité praskliny

Drobné poškodenia doštičiek (odštiepenie)

Poškodenie britovej doštičky

Vibrácie

Neuspokojivé opracovanie povrchu

Krátka životnosť frézy HSS-Co

Ako postupovať

Znížte reznú rýchlosť.

Zvýšte reznú rýchlosť.

Znížte rýchlosť posunu na zub.

Zvýšte rýchlosť posunu na zub.

Použite triedu materiálu CC, ktorá je odolnejšia voči opotrebeniu (viď strana 8).

Použite triedu materiálu CC s väčšou húževnatosťou (viď strana 8).

Použite hrubozubú frézu.

Zmeňte polohu frézy.

Nepoužívajte chladiacu kvapalinu.

Miesto frézy s vrtákom HSS-Co použite frézu s celokarbidovým CC vrtákom.

Skontrolujte nastavenie frézy.

## Sústruženie

Uvedené hodnoty platia pre húževnaté triedy spečeného karbidu, ktoré sú nevyhnutné pre tie operácie, pri ktorých môže dôjsť k rázom, ako napríklad pri sústružení plechov s plameňom rezanými hranami.

Trieda karbidu	P25/C6	P35/C6-C7	K20/C2
Rýchlosť posunu $f_n$ [mm/rev]	0,1-0,4-0,8	0,1-0,4-0,8	0,1-0,3
Rezná rýchlosť, $v_c$ [m/min]			
Weldox 700	285-195-145	230-150-100	-
Weldox 900/960	130-90-70	105-65-45	-
Weldox 1030	130-90-70	105-65-45	-
Weldox 1100	130-90-70	105-65-45	-
Hardox HiTuf	130-90-70	105-65-45	-
Hardox HiTuf	130-90-70	105-65-45	-
Hardox 450	130-90-70	105-65-45	-
Hardox 500	-	-	100-80

### Vzorce:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

$$v_f = f_n \times n$$

$v_c$  = rezná rýchlosť [m/min]  
 $D$  = priemer obrobku [mm]  
 $n$  = rýchlosť [rpm]  
 $\pi = 3.14$   
 $v_f$  = rýchlosť posunu [mm/min]  
 $f_n$  = rýchlosť posunu [mm/rev]

Pri vyššej rýchlosti posunu znížte reznú rýchlosť.

## Materiál nástrojov a triedy spečeného karbidu

