

Obrábění závitových ploch

prof. Ing. Marek SADÍLEK, Ph.D.



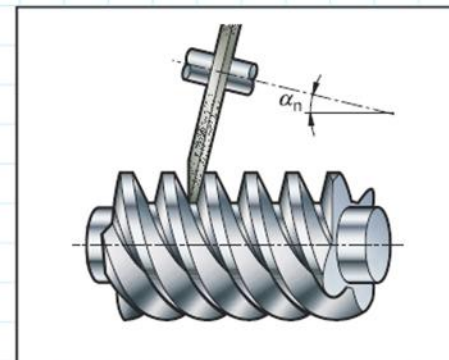
Metody výroby závitů

1. soustružení závitů,
2. frézování závitů,
3. závitování,
4. broušení závitů.

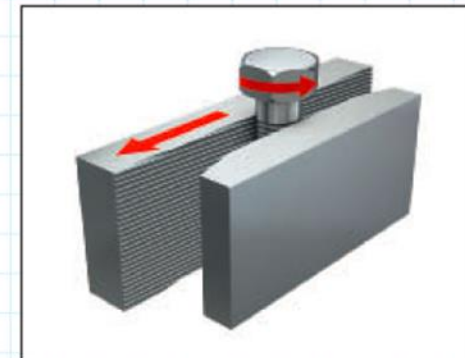
Molding



Grinding

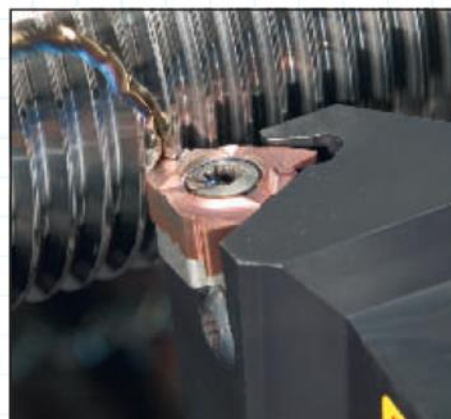


Rolling

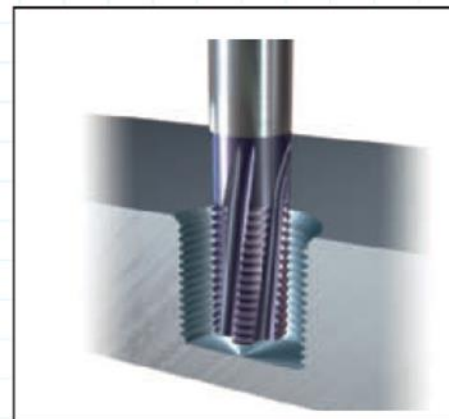


Metal cutting threading methods

Thread turning



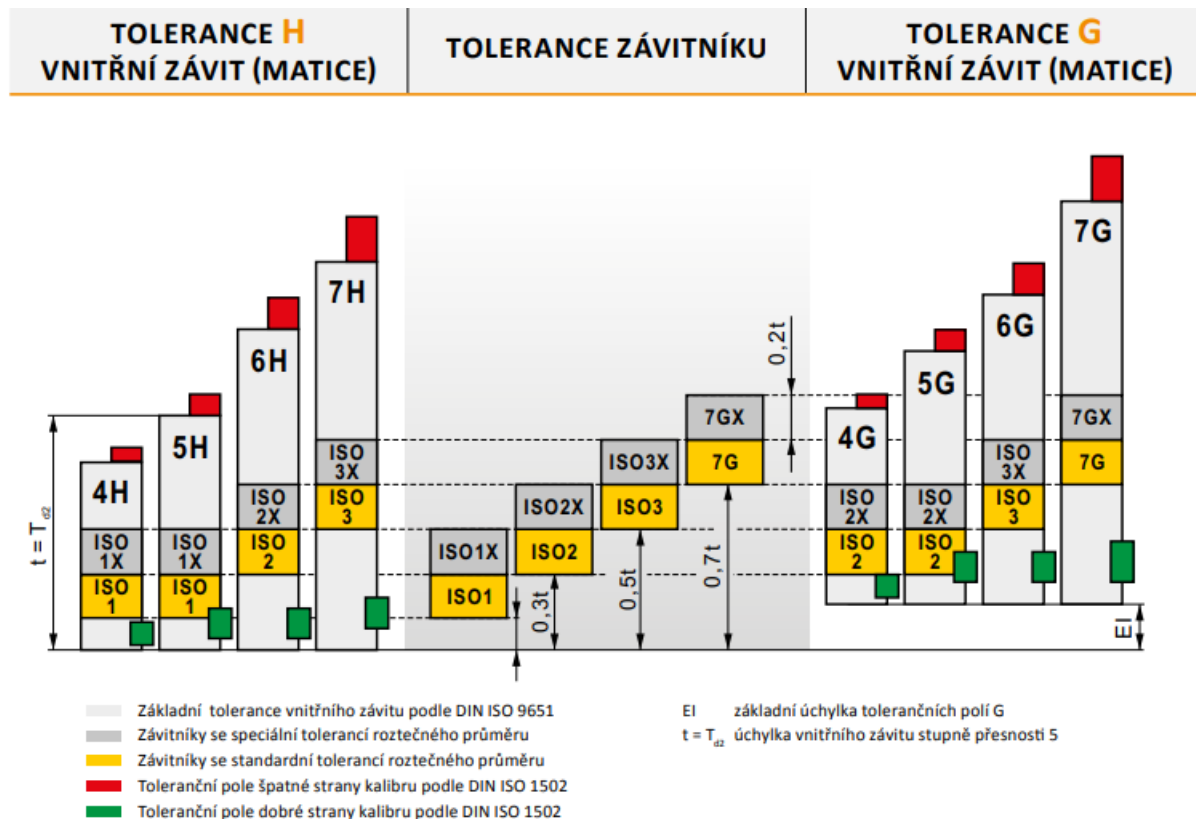
Milling



Tapping



Tolerance závitů



ISO	DIN	ANSI BS	Tolerance, vnitřní závit (matice)					Použití
			4H	5H	6H	7H	8H	
ISO 1	4H	3B	4H	5H	–	–	–	Uložení bez vůle
ISO 2	6H	2B	4G	5G	6H	–	–	Normální uložení
ISO 3	6G	1B	–	–	6G	7H	8H	Uložení s velkou vůlí
–	7G	–	–	–	–	7G	8G	Volné uložení pro následnou povrchovou úpravu nebo povlakování

<https://www.dormerpramet.com/Downloads/Poster%20Tap%20Drill%20Chart%20800%C3%97600%20mm.pdf>

Lícovací soustava u závitů

U **matic** se toleruje střední a malý průměr závitu, přičemž se použijí velká písmena.
Např. **M12 – 5H 6H**.

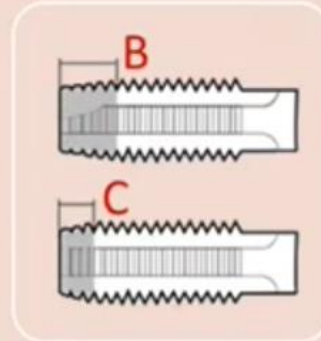
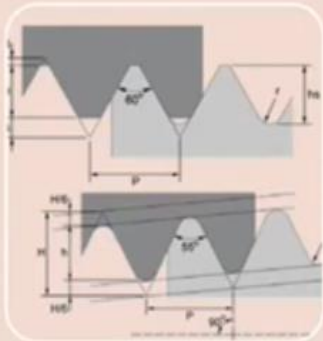
U **šroubů** se toleruje střední a velký průměr závitu, přičemž se použijí malá písmena.
Např. **M12 – 6g 7g**

Mají-li oba rozměry určitého závitu stejnou toleranci, uvádí se jen jeden údaj – např.
M12 – 5H nebo **M12 – 6g**.

Značka uložení se od označení závitu odděluje pomlčkou. Mezní úchytky jsou uvedeny v ČSN nebo v ST.

Závity nelze vyrobit s absolutní přesností. Toleranční pole úchylek skutečných rozměrů závitů od jejich jmenovitých rozměrů je normalizováno. Vychází se přitom ze soustavy jednotné matice. To znamená, že dolní mezní rozměr závitu matice se kryje se základním rozměrem závitu. Horní mezní rozměr závitu šroubu je pak vždy v mínusu, aby byla zaručena určitá závitová vůle.

Hlavní kritéria volby nástroje pro závitování



Profil Závitů

Upínací / svorný

- 60° ISO/UN
- 55° Withworth

Těsnící

- 60° NPT
- 55° BSPT
- 80° PG

Přenášející

- 29° ACME
- 30° Trapézový

Typ otvoru

Průchozí

Slepý

Konstrukce

Řezací závitník

- Přímá drážka
- Spirálová drážka
- Spirálový hrot

Tvářecí závitník

- Různé varianty

Závitovací frézy

- * Frézovací metoda

Typ náběhu

Krátký náběh

- 1.5-2 stoupání

Středně krátký náběh

- 2-3 stoupání

Střední náběh

- 3.5-5 stoupání

Dlouhý náběh

- 6-8 stoupání

Způsob upnutí

Zvětšená stopka

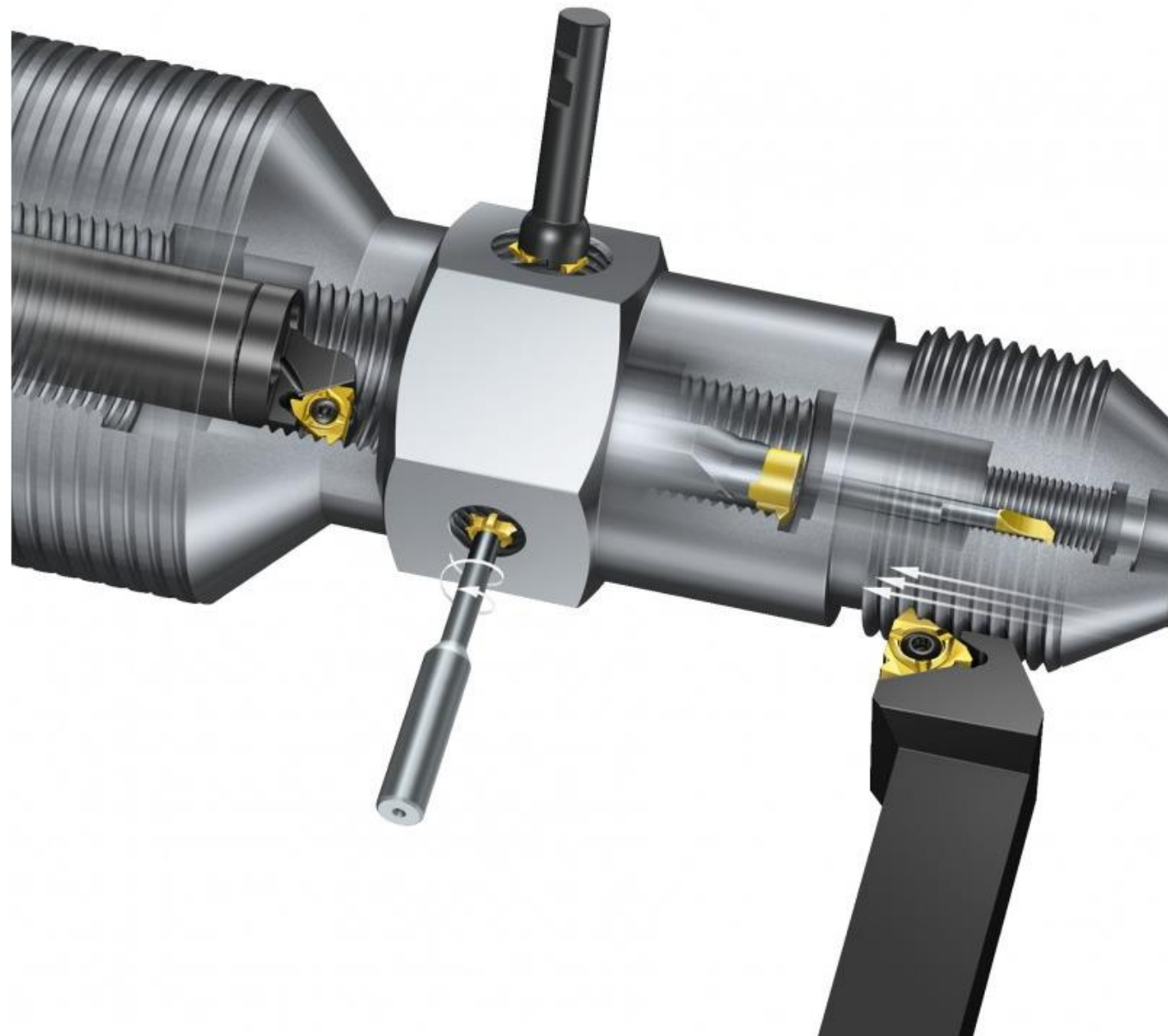
- DIN standard
- ISO standard
- ASME standard

Zmenšená stopka

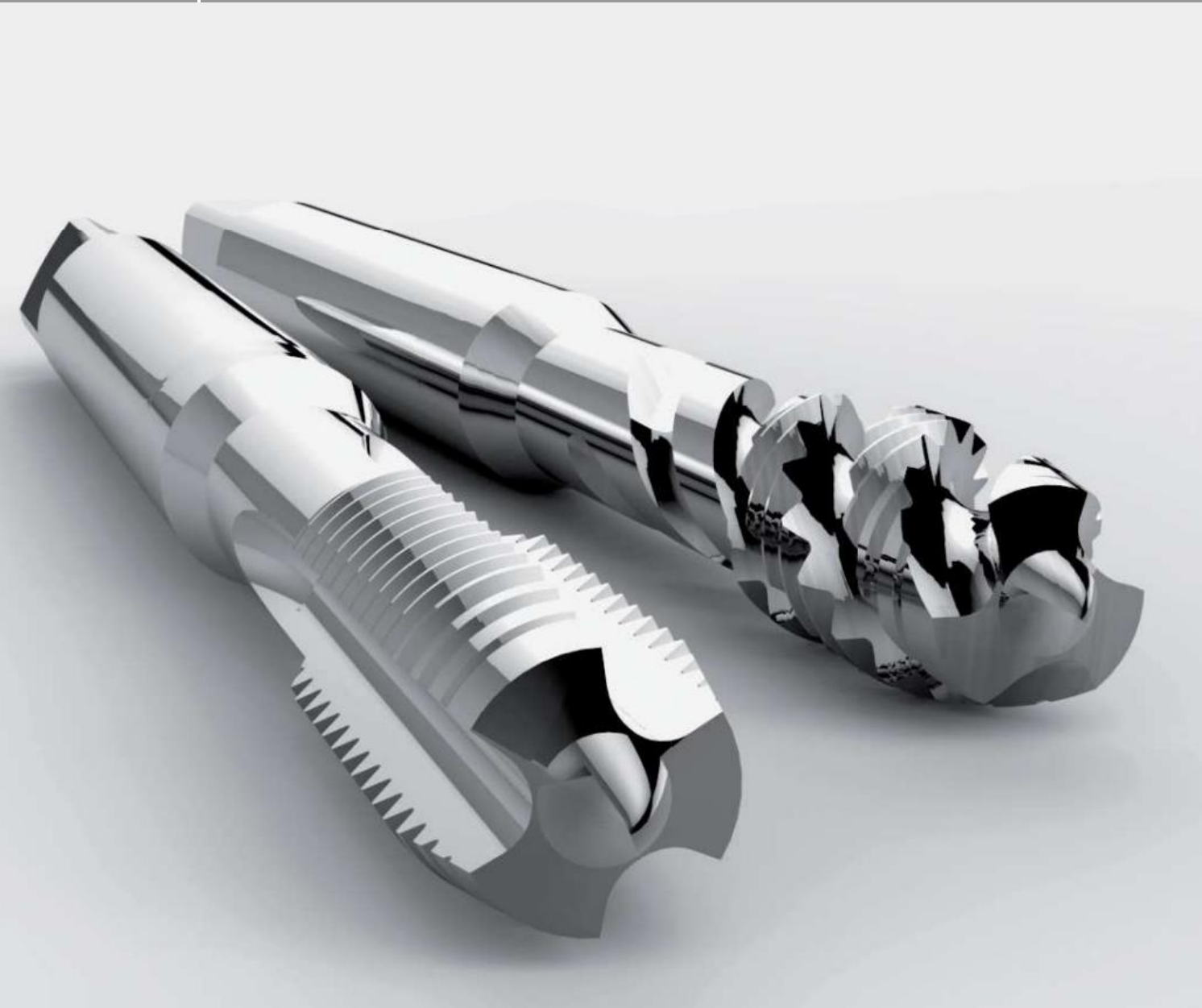
- DIN standard
- ISO standard
- ASME standard

Aplikace

- Ruční závitování
- Strojní závitování



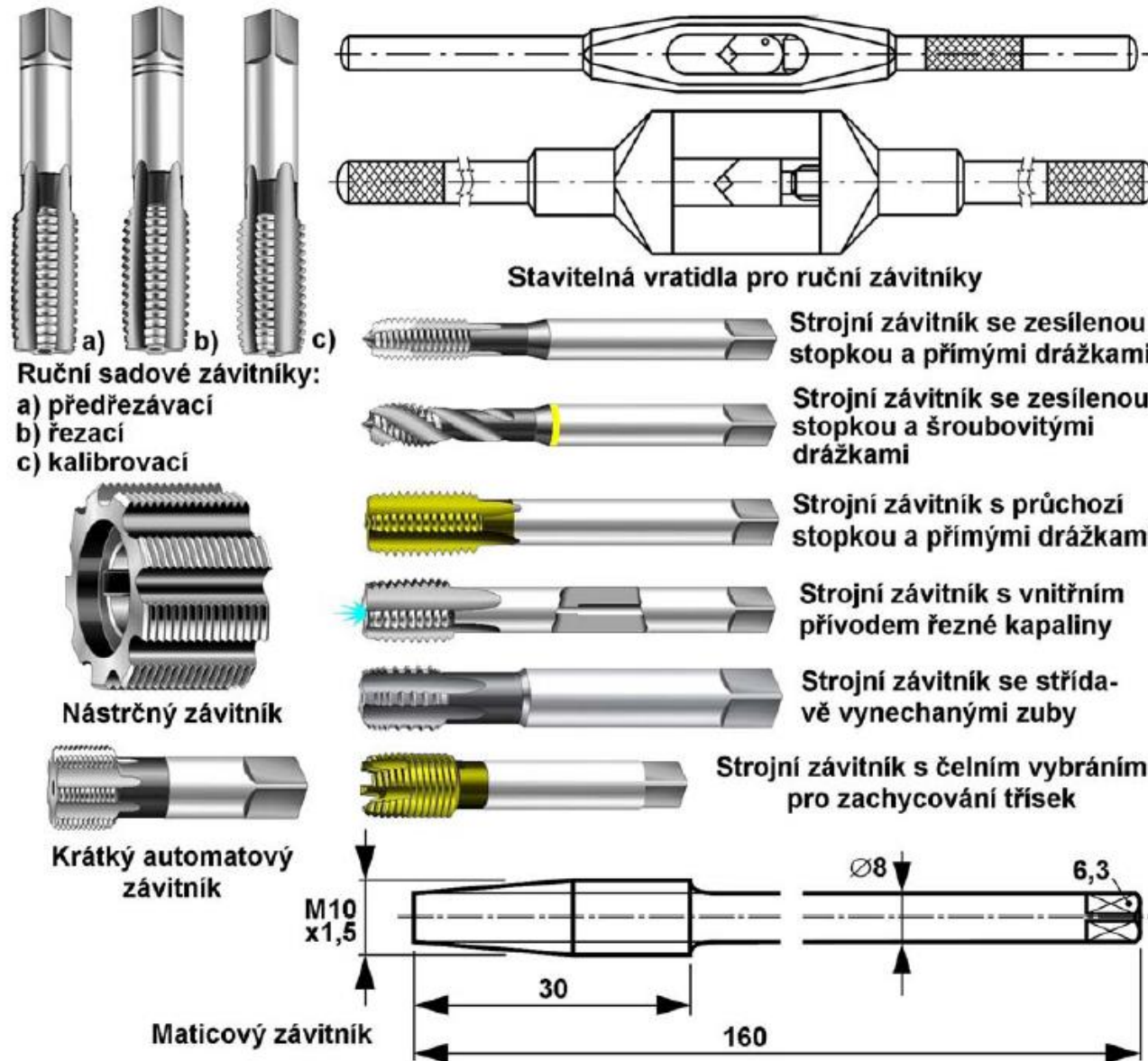
Závitování



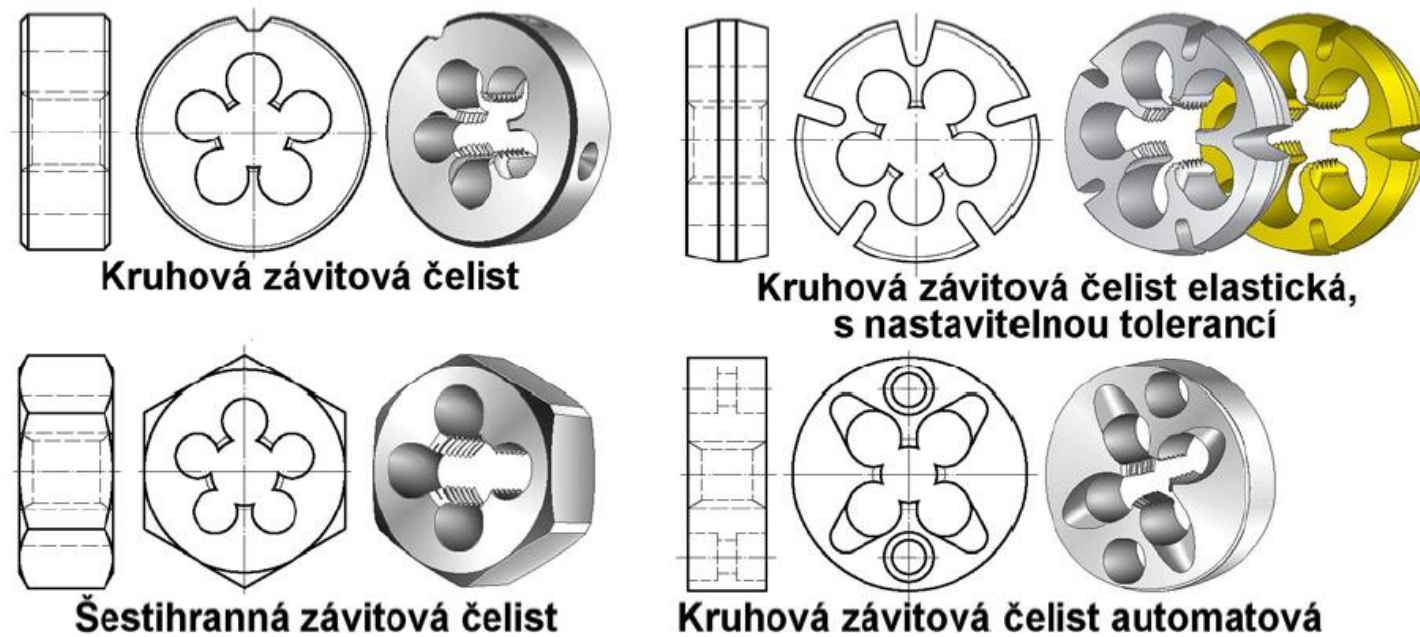
Závitování



Závitování - Ruční a strojní závitníky



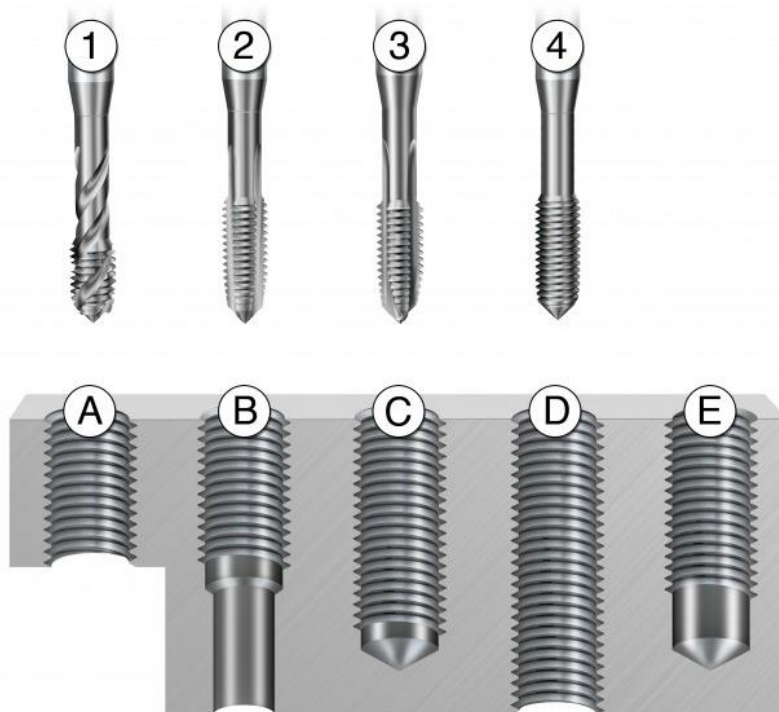
Strojní řezání závitů - *automatové závitové čelisti*



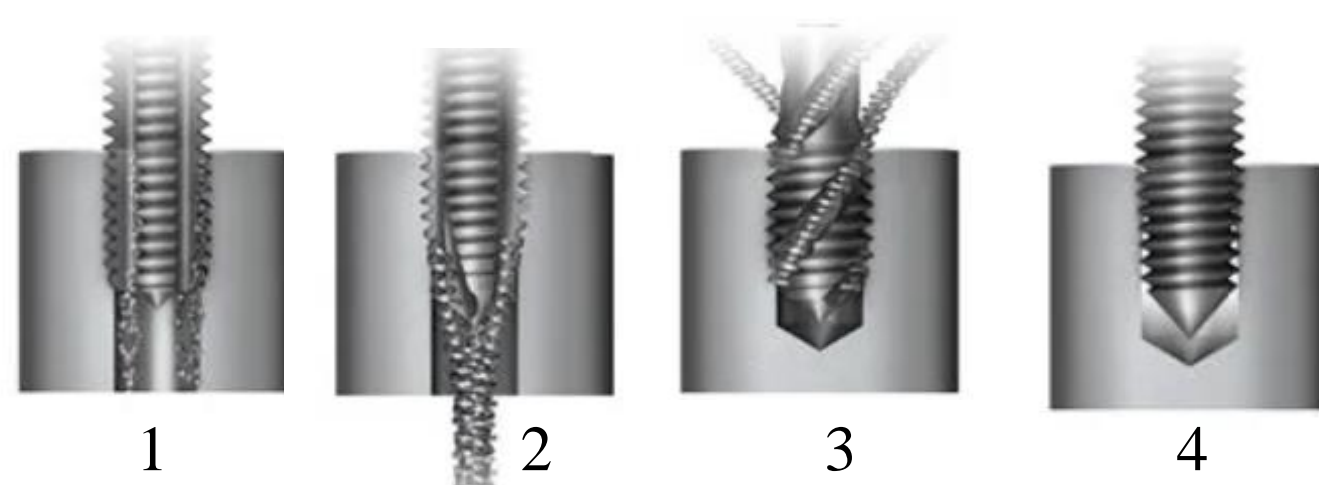
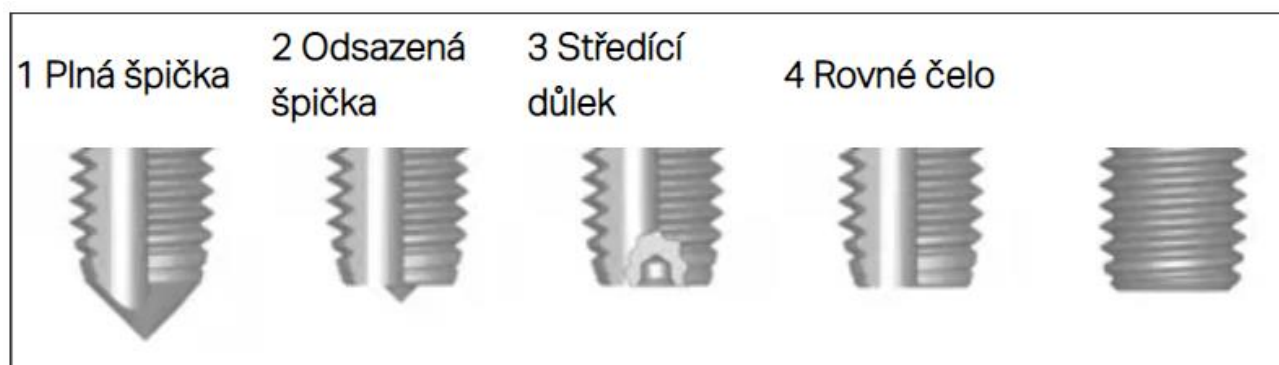
Obr. 5.1 Závitové čelisti



Obr. 5.2 Vratidla pro kruhové závitové čelisti

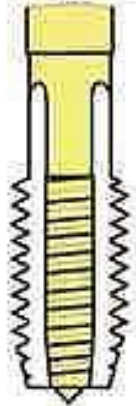


Kombinace povedení špičky a řezného kužele



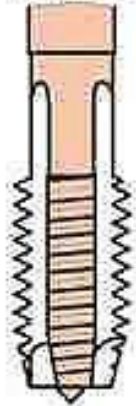
1. závitníky s přímou drážkou,
2. závitníky se šroubovitým podbroušením drážky na špičce nástroje,
3. závitníky se šroubovitou drážkou,
4. tvářecí závitníky.

Rekord A



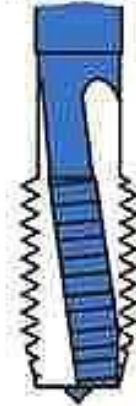
rovné drážky

Rekord B



rovné drážky
s loupacím břitem

Rekord C



levořezné spirálové drážky
přibližně 12°

Rekord D



pravořezné spirálové drážky
přibližně 15°

Enorm



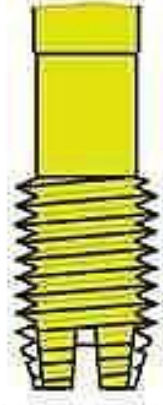
pravořezné spirálové drážky
přibližně 40-50°

Rekord Drück-S











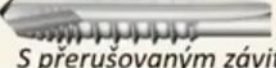





tvářecí závitník s nebo
bez olejových drážek

Robust X



s kotúčovým dutým čelem
pro odvod tlak

Konstrukce závitníků

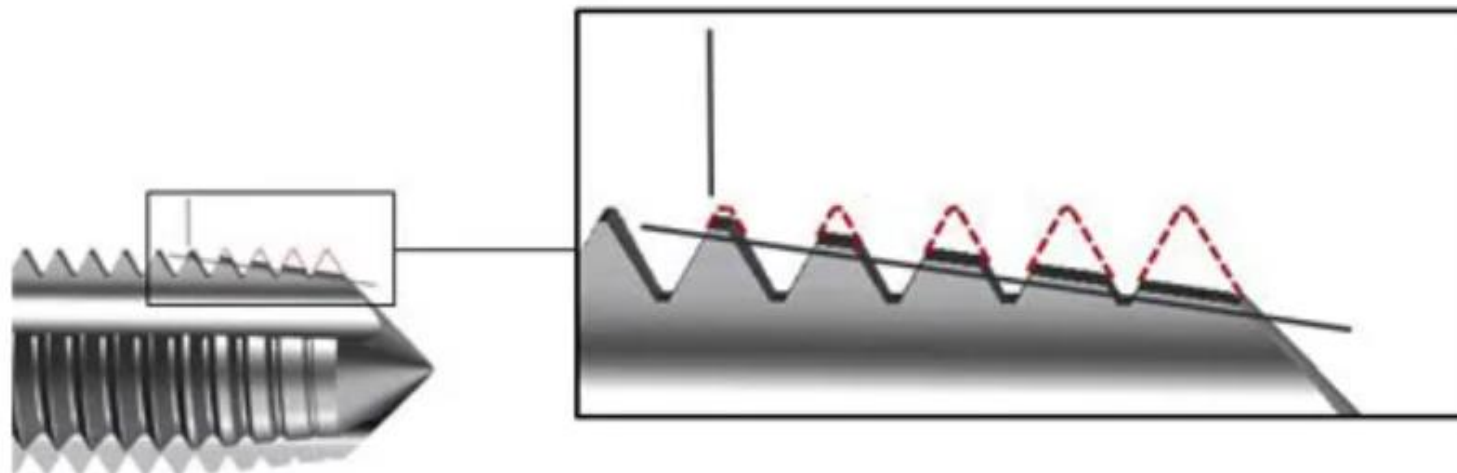
Konstrukce	Přímá drážka	Lamač třísky	Šroubovice	Tvářecí
Tvorba závitu				
Konstrukční varianty	 <p>S přerušovaným závitem</p>	 <p>Bez drážky</p>  <p>S mazacími drážkami</p>  <p>L15 S levotočivou spirálou</p>  <p>S přerušovaným závitem</p>	 <p>R15</p>  <p>R35</p>  <p>R45</p>  <p>R48</p> <p>1.5xD</p> <p>3xD</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • S mazacími drážkami • S mazacími otvory • S mazacími drážkami a otvory

Řezný kužel

Řezný kužel typu B = 3,5–5 závitů

Dlouhý řezný kužel:

- Velký krouticí moment
- Nejvyšší kvalita obrobene plochy
- Malá tloušťka třísky
- Nízký tlak na řezný kužel
- Prodloužení životnosti nástrojů

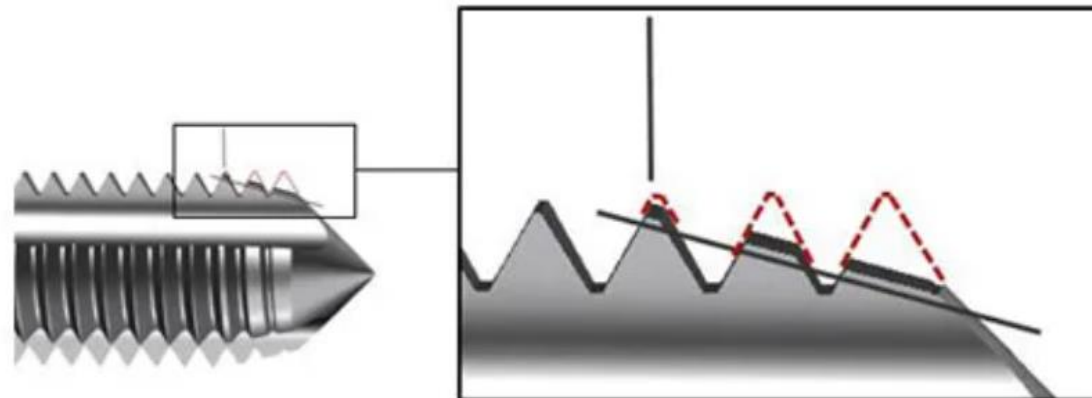


≈k)

Řezný kužel typu C = 2–3,5 závitu

Středně dlouhý řezný kužel:

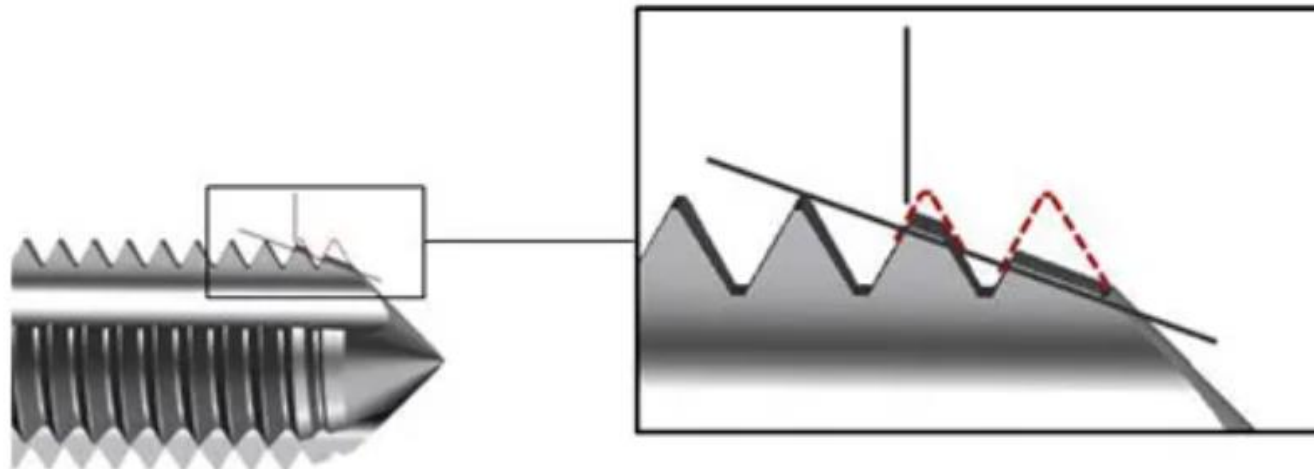
- Nízký kroutící moment
- Dobrá kvalita obrobenej plochy
- Normální tloušťka třísky
- Normální tlak na řezný kužel
- Normální životnost nástrojů
- Nejrozšířenější konstrukční provedení
- Standardní řezný kužel pro slepé díry
- Nejběžnější provedení u závitníků se šroubovitou drážkou



Řezný kužel typu E = 1,5–2 závity

Krátký řezný kužel:

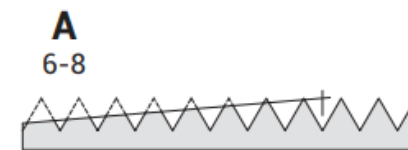
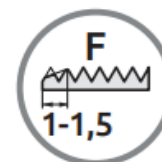
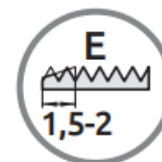
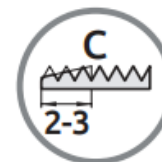
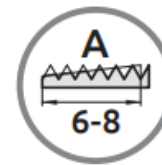
- Nízký kroutící moment
- Dobrá kvalita obrobené plochy
- Velká tloušťka třísky
- Vysoký tlak na řezný kužel
- Kratší životnost nástrojů
- Málo časté konstrukční provedení
- Používá se v případě, že vůle na dně díry není příliš velká



Řezný kužel - shrnutí

Dlouhý B = 3,5–5 závitů
 Středně dlouhý C = 2–3,5 závitu
 Krátký E = 1,5–2 závity

Závit, mm	Závit, inch	B 3.5 - 5	C 2 - 3.5	E 1.5 - 2
≤5	>No1-No10	1	1	1
>5 ≤6	>No12-1/4	1	1, 2	1
>6 ≤10	>1/4-1/2	1	1, 2, 4	1, 4
>10 ≤12	>3/8-1/2	2, 3	2, 3	2, 3
>12	>1/2	3	3	3

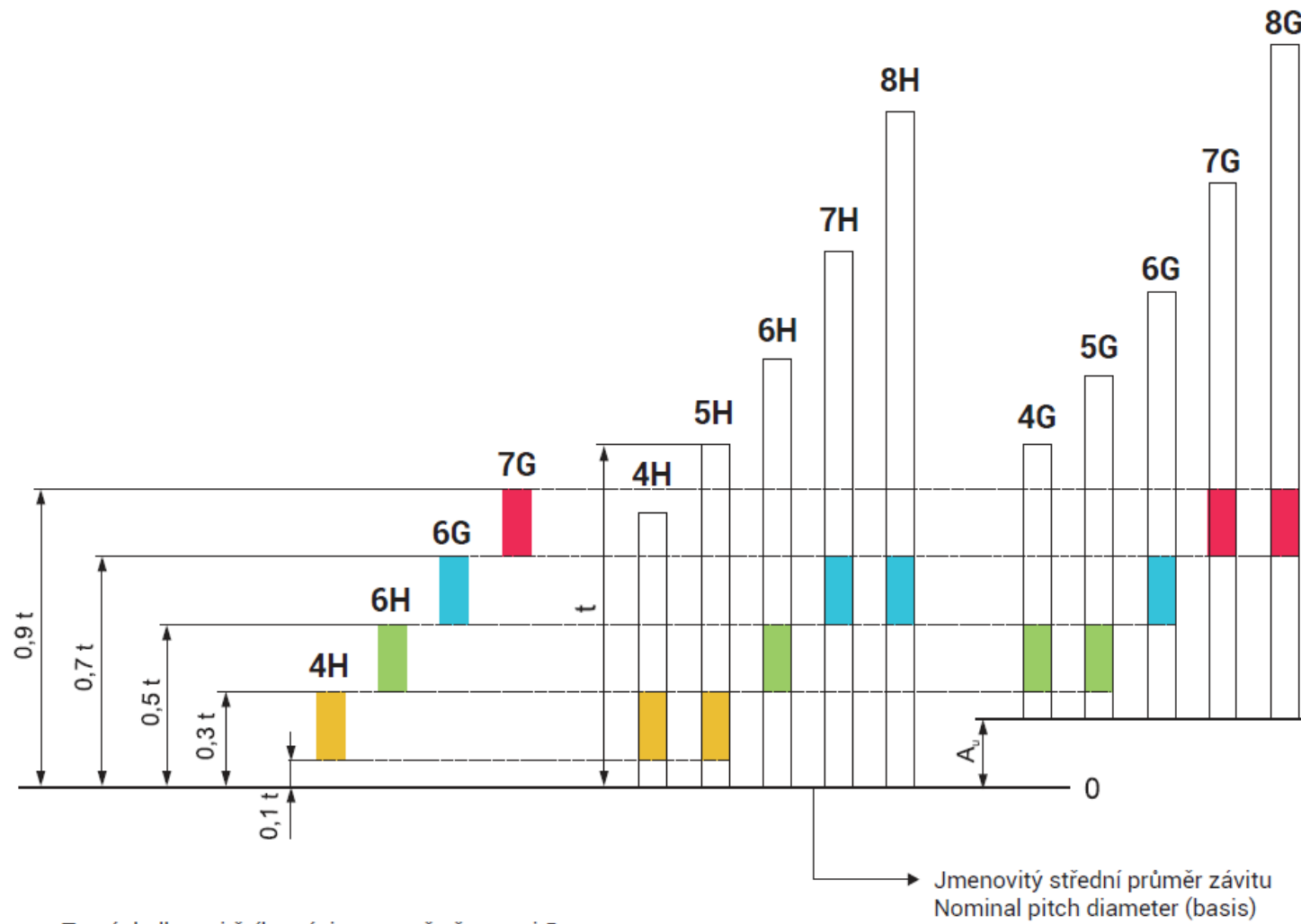


Toleranční třídy závitníků pro metrické závity

Toleranční třídy závitníků pro metrické závity / Tolerance classes of the metric threads taps

Toleranční třída závitníku Tolerance class of the tap			Použití pro toleranční pole vnitřních závitů Tolerance fields for internal threads	
Třída Class	1	ISO 1	4H	4H 5H
Třída Class	2	ISO 2	6H	6H 4G 5G
Třída Class	3	ISO 3	6G	7H 8H 6G
			7G	7G 8G

Toleranční třídy závitníků pro metrické závity



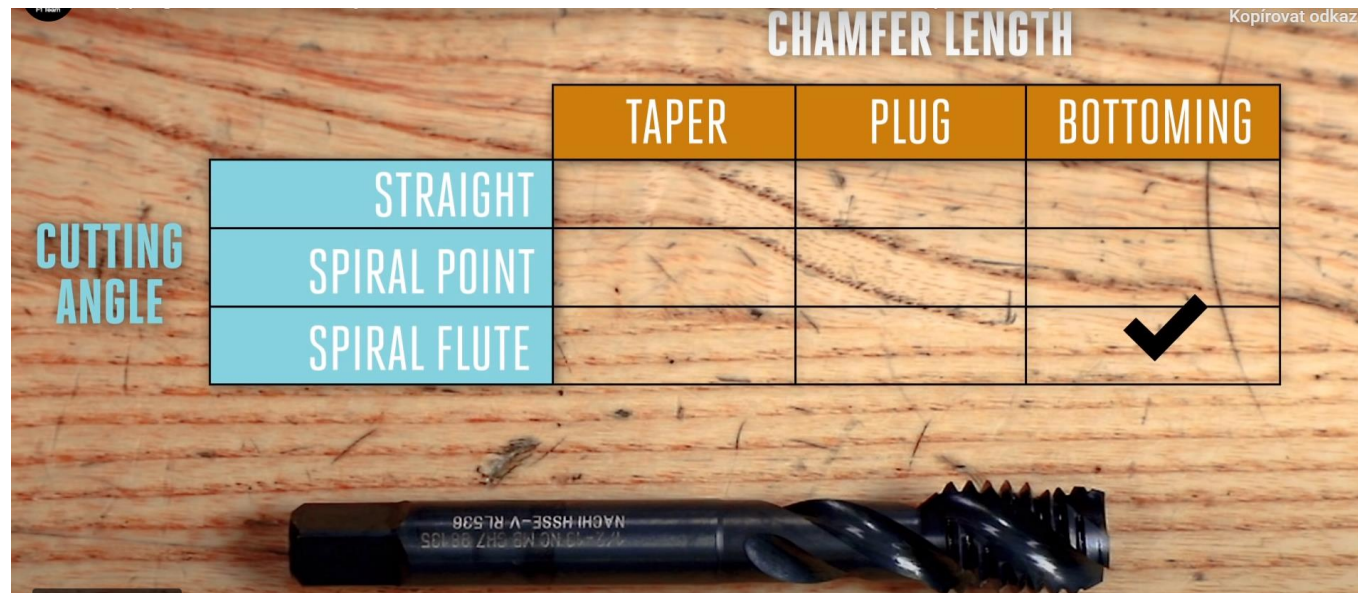
$t = T_{d2}$ úchylka vnitřního závitu stupně přesnosti 5
tolerance of the internal thread (qual. 5)

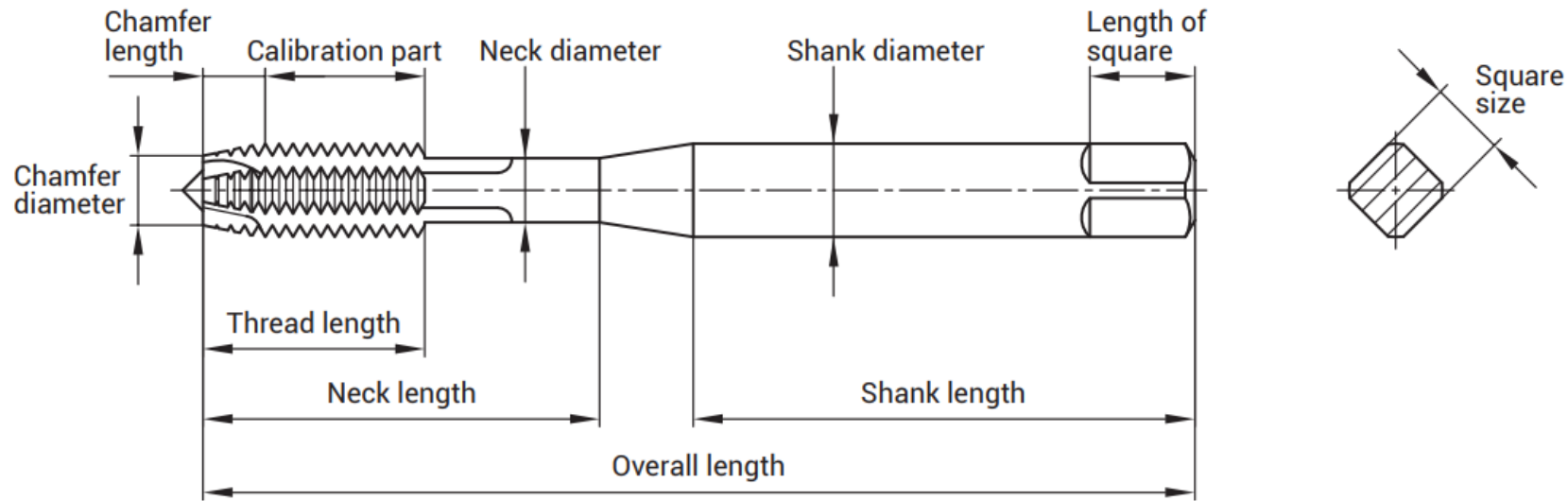
A_u základní úchylka tolerančních polí G
fundamental deviation of tolerance fields G

Jmenovitý střední průměr závitu
Nominal pitch diameter (basis)

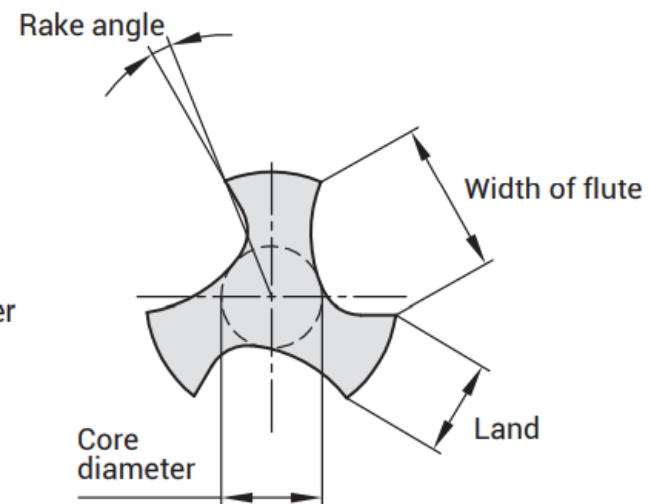
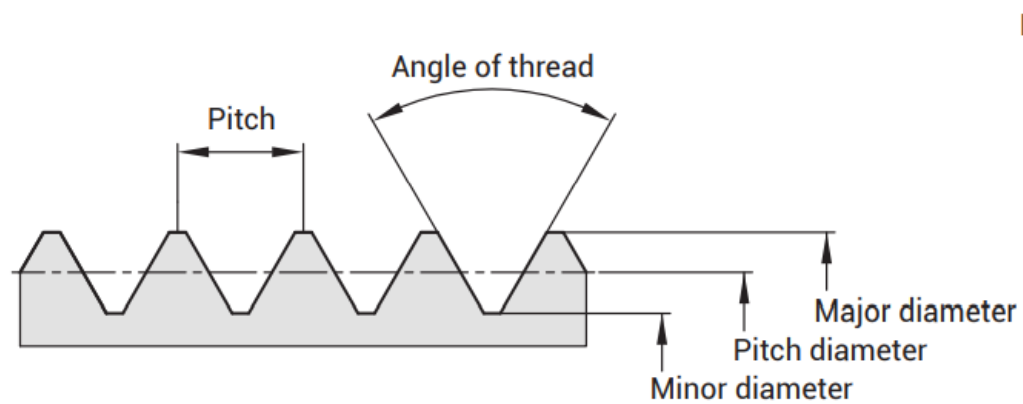
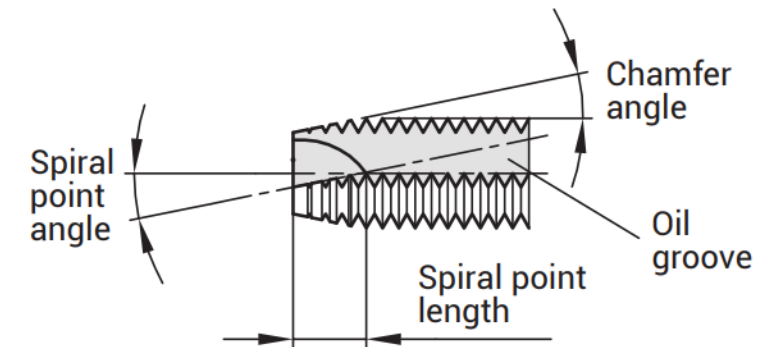
Tapping - závitování

<https://www.haascnc.com/video/tipoftheday/bkruzgooa9k.html>

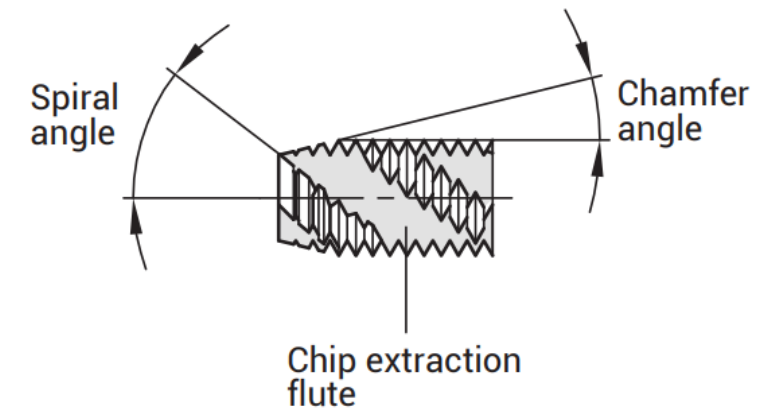




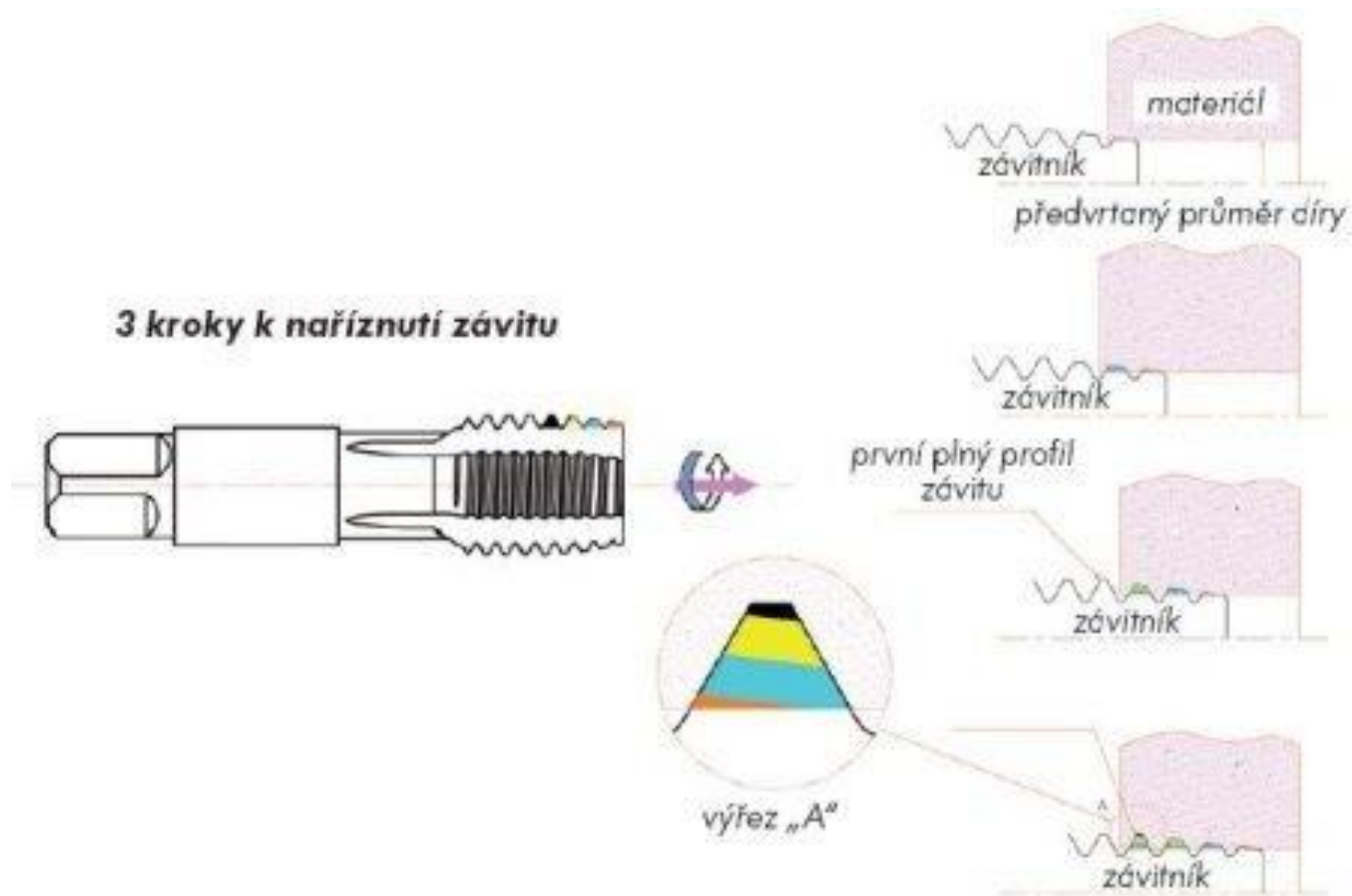
Tap for through holes with spiral point



Tap for blind holes with right spiral



Kroky pro vytvoření úplného profilu závitu

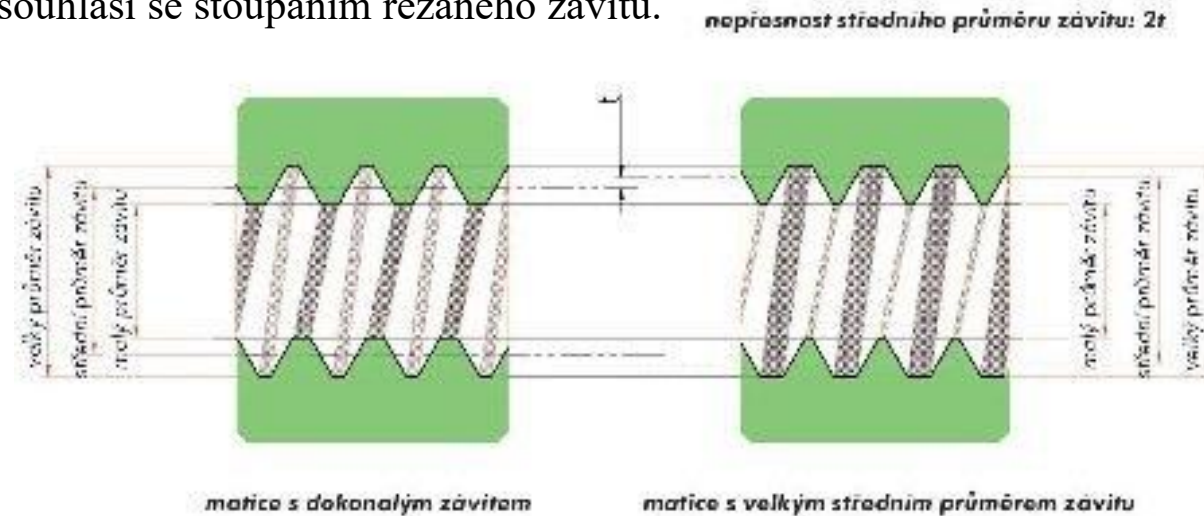


Podříznutý závit z důvodu většího posuvu



Střední průměr závitu

- Větší nebo menší posuv se může také vyskytnout, když závitník mění směr svého otáčení a posuv vřetena stroje nesouhlasí se stoupáním řezaného závitu.



Při vytáčení závitníku z díry způsobí větší posuv opotřebení zadní plochy závitu závitníku, malý posuv způsobí opotřebení předních boků závitu.

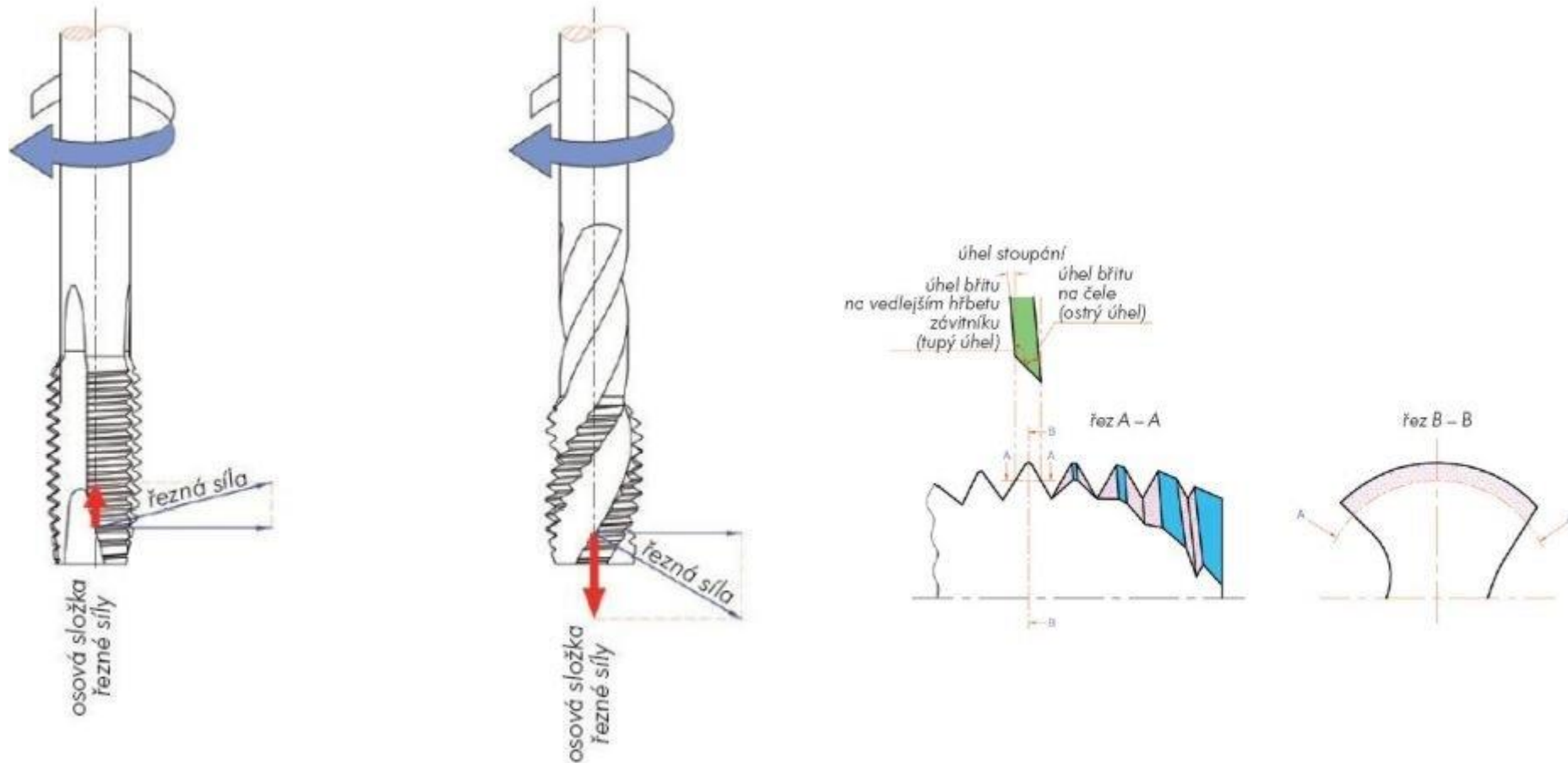
je větší střední průměr závitu o hodnotu $2t$



Rozměr velkého a malého průměru vyřezaného závitu nejsou ovlivněny.

Závitové kalibry proto nejsou schopny tyto chyby měřit, měří pouze průměr a stoupání závitu!

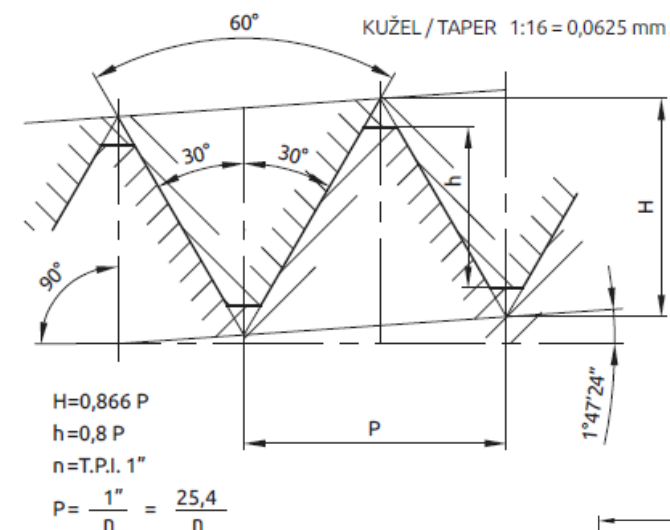
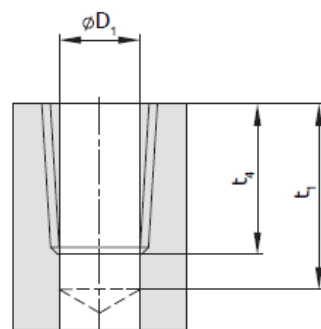
Velikost axiální síly a tvar zubové mezery



Kuželové závity zhotovené kuželovým závitníkem

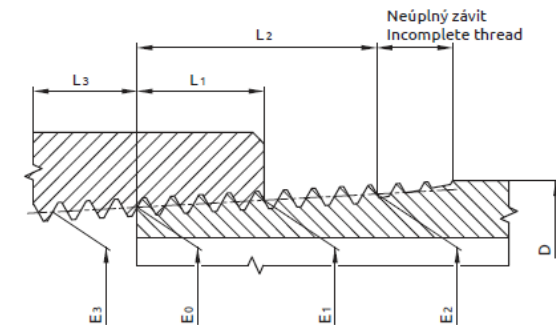
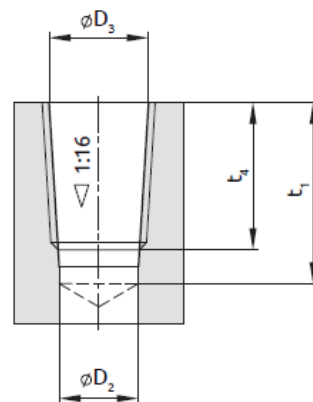
Předvrtaný válcový otvor bez použití výstružníku
Cylindrical hole

Jmen. rozměr nominal size	T.P.I. 1"	$\varnothing D_1$	t_1	t_4
1/16	27	6,15	11,8	9,70
1/8	27	8,50	11,9	9,75
1/4	18	11,00	17,4	14,25
3/8	18	14,40	17,7	14,55
1/2	14	17,80	23,1	19,00
3/4	14	23,15	23,6	19,50
1	11 1/2	29,05	28,4	23,40
1 1/4	11 1/2	37,80	28,9	23,90
1 1/2	11 1/2	43,85	28,9	23,90
2	11 1/2	55,85	29,3	24,35



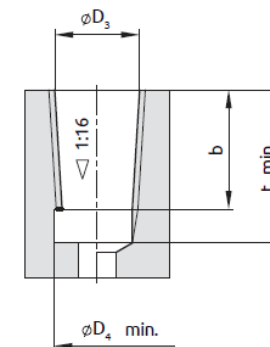
Předvrtaný válcový otvor vystružený kuželovým výstružníkem
Reamer tapered hole

Jmen. rozměr nominal size	T.P.I. 1"	$\varnothing D_2$	$\varnothing D_3$	t_1	t_4
1/16	27	5,95	6,39	11,8	9,70
1/8	27	8,30	8,74	11,9	9,75
1/4	18	10,75	11,36	17,4	14,25
3/8	18	14,15	14,80	17,7	14,55
1/2	14	17,45	18,32	23,1	19,00
3/4	14	22,80	23,67	23,6	19,50
1	11 1/2	28,65	29,69	28,4	23,40
1 1/4	11 1/2	37,35	38,45	28,9	23,90
1 1/2	11 1/2	43,45	44,52	28,9	23,90
2	11 1/2	55,45	56,56	29,3	24,35

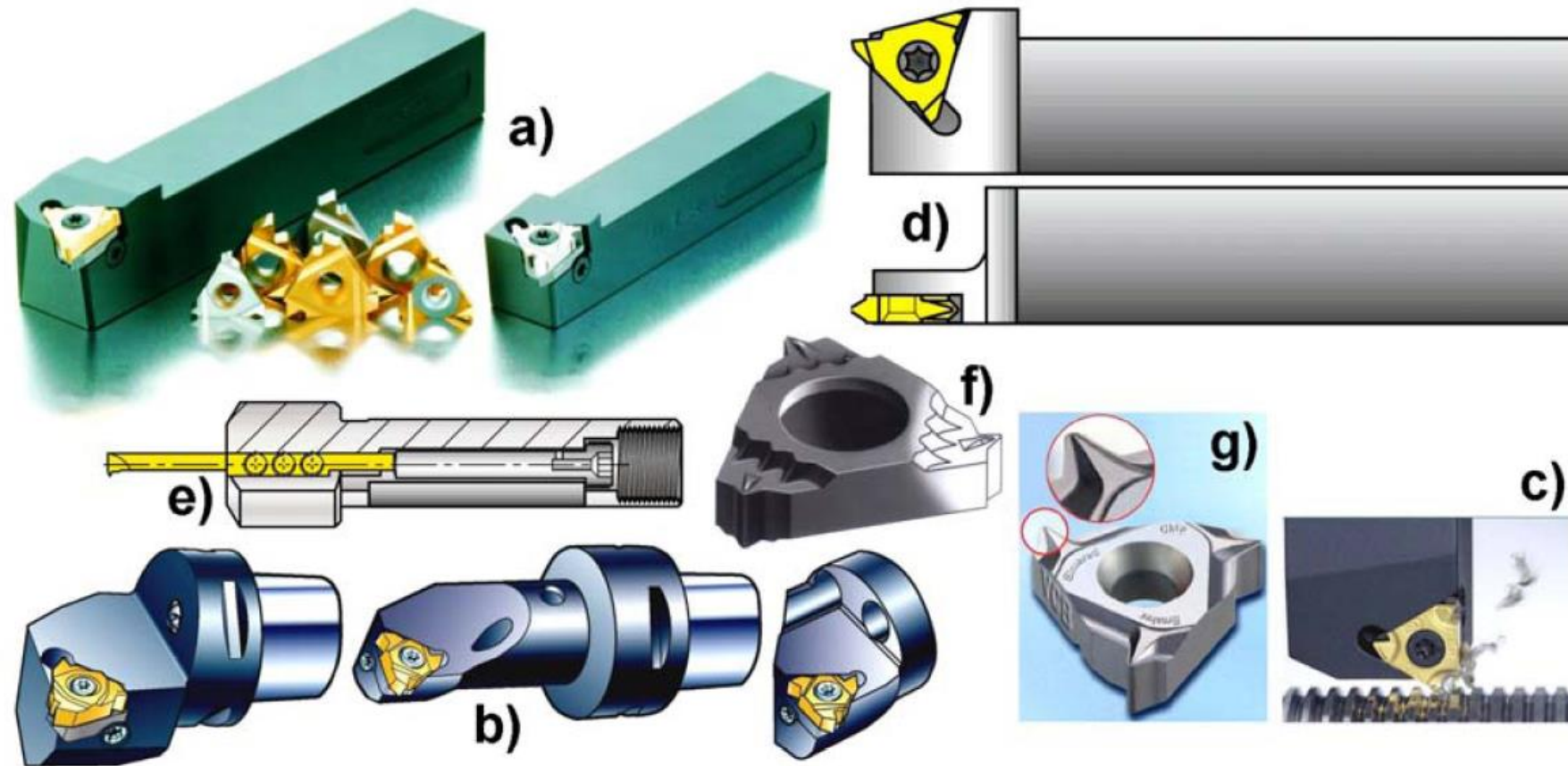


Doporučení pro slepé otvory
Blind hole

Jmen. rozměr nominal size	T.P.I. 1"	$\varnothing D_3$	b	t_{\min}	$\varnothing D_{4\min}$
1/16	27	6,39	7,0	10,0	7,6
1/8	27	8,74	7,0	10,0	10,0
1/4	18	11,36	10,2	14,5	13,1
3/8	18	14,80	10,6	15,0	16,5
1/2	14	18,32	13,8	19,0	20,5
3/4	14	23,67	14,2	20,0	25,8
1	11 1/2	29,69	17,0	24,0	32,2
1 1/4	11 1/2	38,45	17,5	24,5	41,0
1 1/2	11 1/2	44,52	17,5	24,5	47,2
2	11 1/2	56,56	18,0	25,0	59,2



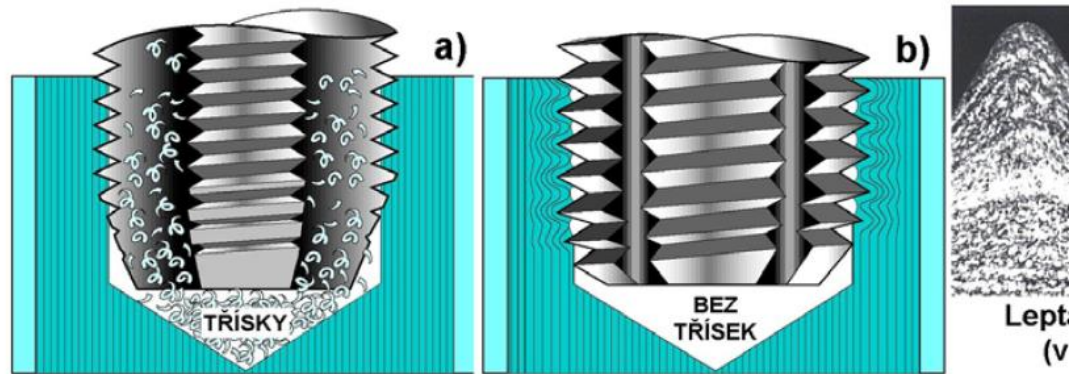
Nástroje pro soustružení závitů



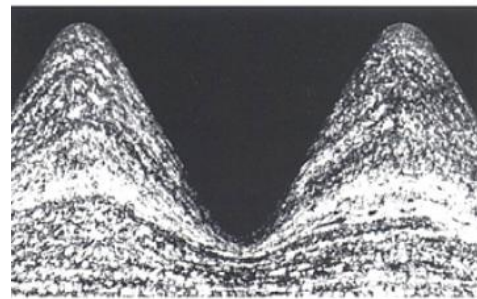
Obr. 5.8 Nástroje pro soustružení závitů

a) radiální nože firmy Widia pro vnější závit, b) hlavice pro vnější závit firmy Sandvik - Coromant, c) radiální nůž pro vnější závit firmy Iscar, d) radiální nůž pro vnější závit firmy Vargus, e) radiální nůž pro vnitřní závit malých průměru firmy Vargus, f) závitová destička s utvařečem (firma Toshiba Tungaloy), g) závitová destička s utvařečem (firma Vargus)

Vnitřní závity - tvářecí závitníky



Obr. 5.20 Rozdíly při výrobě vnitřního závitu: a) řezací závitník,

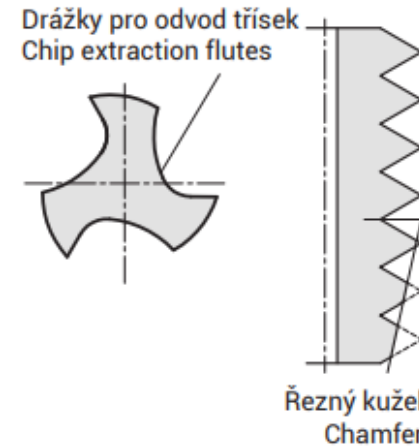


Leptaný výbrus tvářeného (válcovaného) závitu

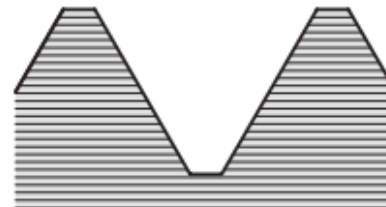


Porovnání řezaného a tvářeného závitu / Cut and formed thread comparison

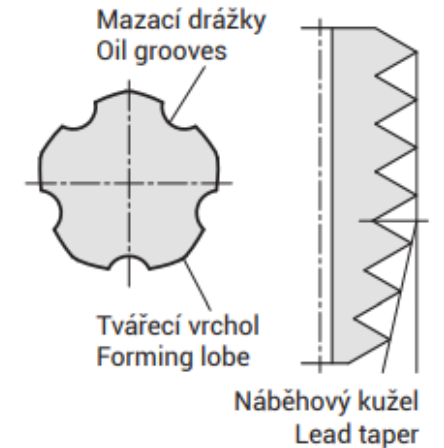
Řezací závitník / Cutting tap



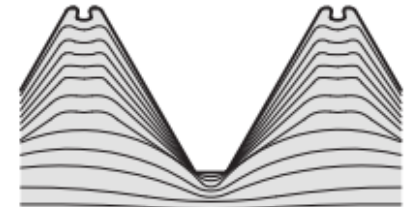
Závit vyrobený řezáním Cut thread

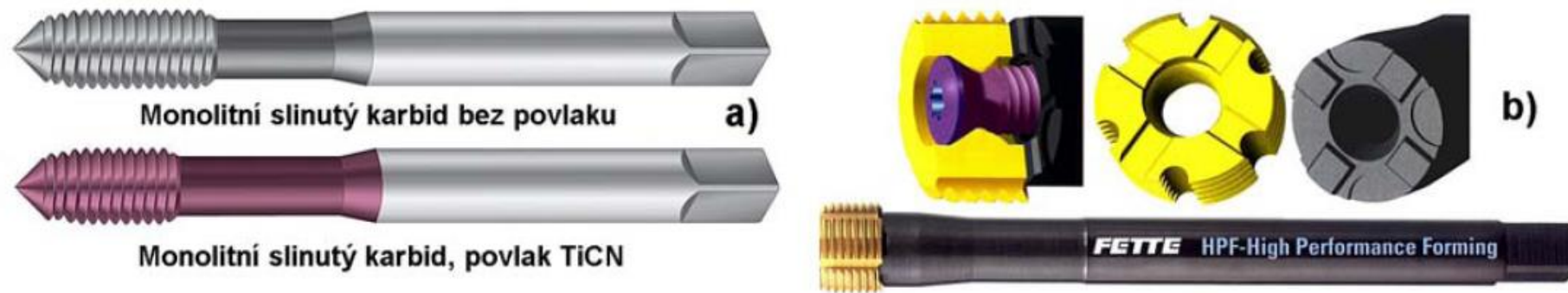


Tvářecí závitník / Forming tap



Závit vyrobený tvářením Cold-formed thread





Obr. 5.21 Tvářecí závitníky

a) závitníky Record Druck firmy Emuge-Franken, b) závitník HPF firmy LMT-Fette

Doporučené předvrtání otvorů pro tváření závitů. Recommended hole diameters for forming of the threads.

Metrický závit ISO - hrubý Metric ISO - coarse thread		
Rozměr závitu Thread size	Předvrtaný otvor - Ø Hole diameter - Ø	
	min mm	max mm
M 3 x 0,5	2,77	2,82
M 3,5 x 0,6	3,23	3,28
M 4 x 0,7	3,68	3,73
M 4,5 x 0,75	4,15	4,21
M 5 x 0,8	4,63	4,68
M 6 x 1	5,51	5,59
M 7 x 1	6,51	6,59
M 8 x 1,25	7,39	7,48
M 9 x 1,25	8,39	8,48
M 10 x 1,5	9,25	9,35
M 11 x 1,5	10,25	10,35
M 12 x 1,75	11,12	11,25
M 14 x 2	13,00	13,15
M 16 x 2	15,00	15,15
M 18 x 2,5	16,72	16,90
M 20 x 2,5	18,72	18,90

Metrický závit ISO - jemný Metric ISO - fine thread		
Rozměr závitu Thread size	Předvrtaný otvor - Ø Hole diameter - Ø	
	min mm	max mm
M 3,5 x 0,5	3,27	3,32
M 4 x 0,5	3,77	3,82
M 4,5 x 0,5	4,27	4,32
M 5 x 0,5	4,77	4,82
M 5,5 x 0,5	5,27	5,32
M 6 x 0,5	5,78	5,83
M 6 x 0,75	5,65	5,71
M 7 x 0,75	6,65	6,71
M 8 x 0,75	7,65	7,71
M 9 x 0,75	8,65	8,71
M 10 x 0,75	9,65	9,71
M 11 x 0,75	10,65	10,71
M 8 x 1	7,51	7,59
M 9 x 1	8,51	8,59
M 10 x 1	9,51	9,59
M 11 x 1	10,51	10,59
M 12 x 1	11,52	11,60
M 14 x 1	13,52	13,60
M 15 x 1	14,52	14,60
M 16 x 1	15,52	15,60
M 18 x 1	17,52	17,60
M 20 x 1	19,52	19,60
M 10 x 1,25	9,39	9,48
M 12 x 1,25	11,40	11,49
M 14 x 1,25	13,40	13,49
M 12 x 1,5	11,26	11,36
M 14 x 1,5	13,26	13,36
M 16 x 1,5	15,26	15,36
M 18 x 1,5	17,26	17,36
M 20 x 1,5	19,26	19,36
M 22 x 1,5	21,26	21,36
M 24 x 1,5	23,26	23,38
M 25 x 1,5	24,26	24,38
M 26 x 1,5	25,26	25,38
M 28 x 1,5	27,26	27,38
M 30 x 1,5	29,26	29,38
M 18 x 2	17,00	17,15
M 20 x 2	19,00	19,15
M 22 x 2	21,00	21,15
M 24 x 2	23,01	23,16
M 27 x 2	26,01	26,16
M 30 x 2	29,01	29,16

Upínání závitníků

- Rychlovýměnná závitová pouzdra.
- Kleštinová upínací pouzdra pro synchronní vřetena strojů i s možností rychlovýměny.
- Závitořezné reverzační přístroje.
- Držáky pro vysokorychlostní závitování SpeedSynchro.



- Pouzdra DSPL – rychlovýměnná závitořezná pouzdra s kompenzací na tah a tlak, osovým (radiálním) výkyvem a momentovou spojkou.
- Vhodné zejména pro radiální a sloupové vrtačky, dále horizontální a vertikální obráběcí centra. Bez rychlovýměnné vložky – ta je zabudovaná přímo v hlavičce.

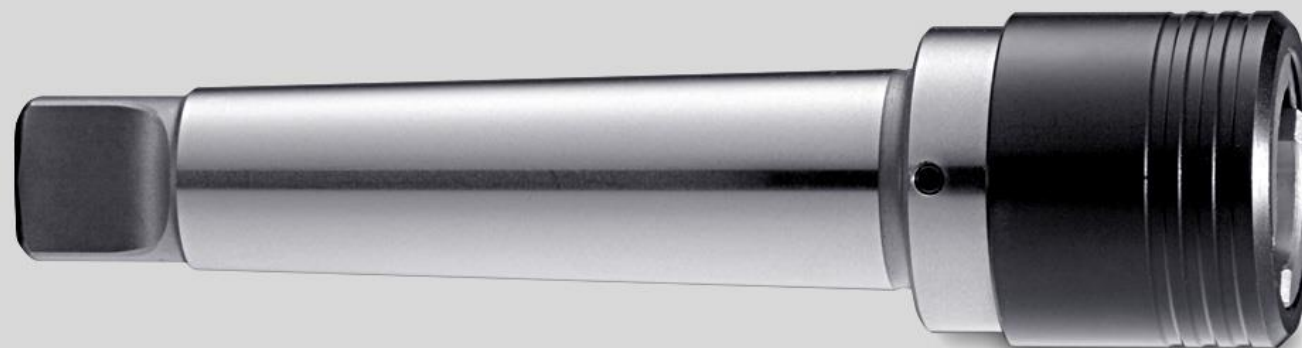


Pouzdra **WFLC, WFLK**

Pouzdra pro řezání závitů na klasických i CNC strojích. Vhodné s CNC řízením i bez CNC řízení.



Takzvaný Tvrdý start neboli „Anschrittdruckverstärker“ (tzv. zesílení tlaku při náběhu) a následně zlehka jdoucí délkové vyrovnání zaručují i v těžkých obráběcích podmínkách vyřezání tolerančně spolehlivého závitu a tím spolehlivý výrobní proces. Starší provedení bez „tvrdého startu“ měly problémy se zavedením závitníku a následkem toho z důvodu nízkého počátečního tlaku nemusel být závit dořezán.



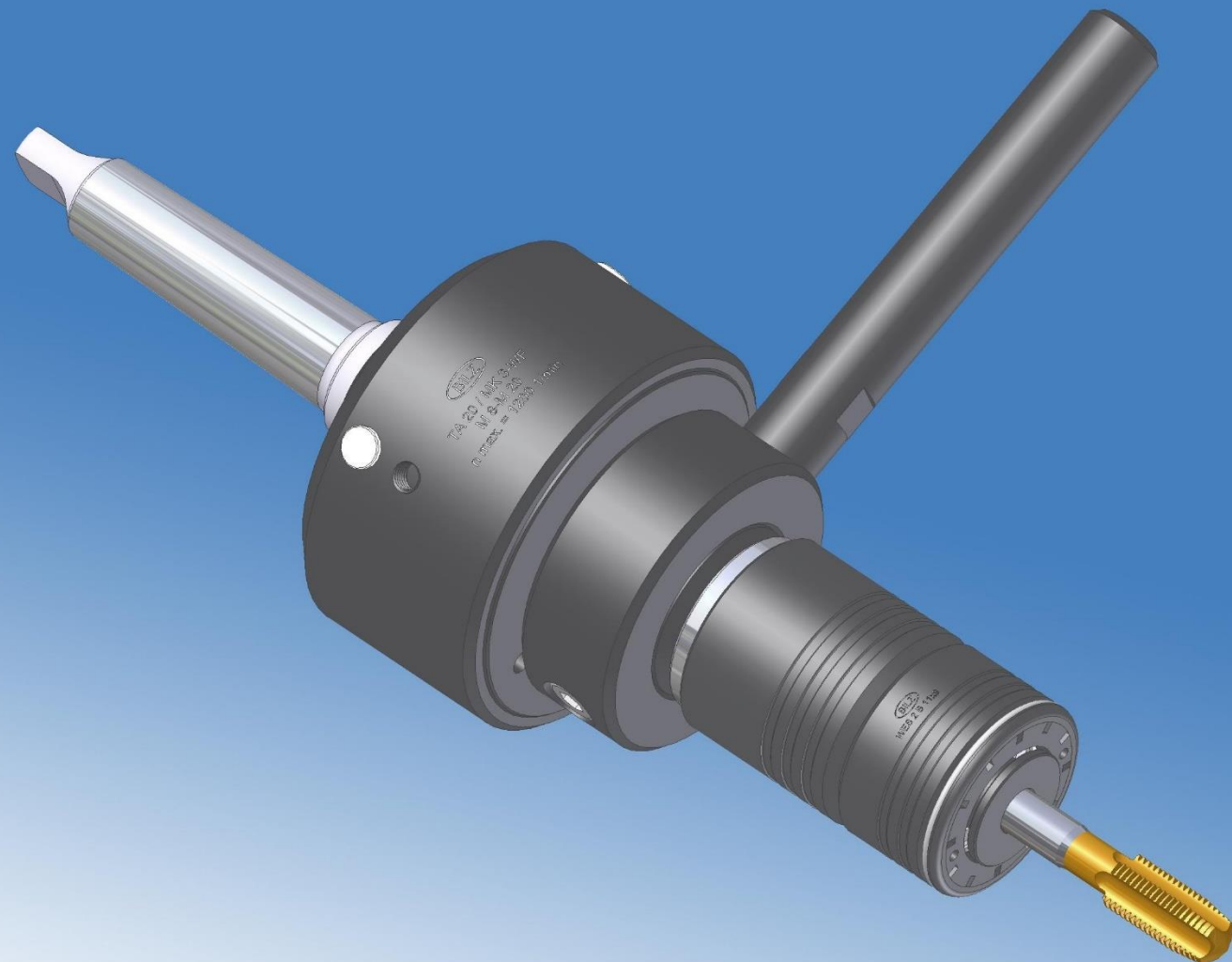
Závitořezný aparát

Závitořezný aparát TA –

vhodný především pro sloupové vrtačky s ukončením Morse kužel.

Umožňuje zrychlenou reverzaci otáček na vrtacím stroji.


Rozsah M3 – M20.





Vysoce výkonná reversní hlava pro řezání závitů na obráběcích centrech


Vysoce výkonné závitořezné aparáty s integrovanou převodovkou pro změnu směru otáček.

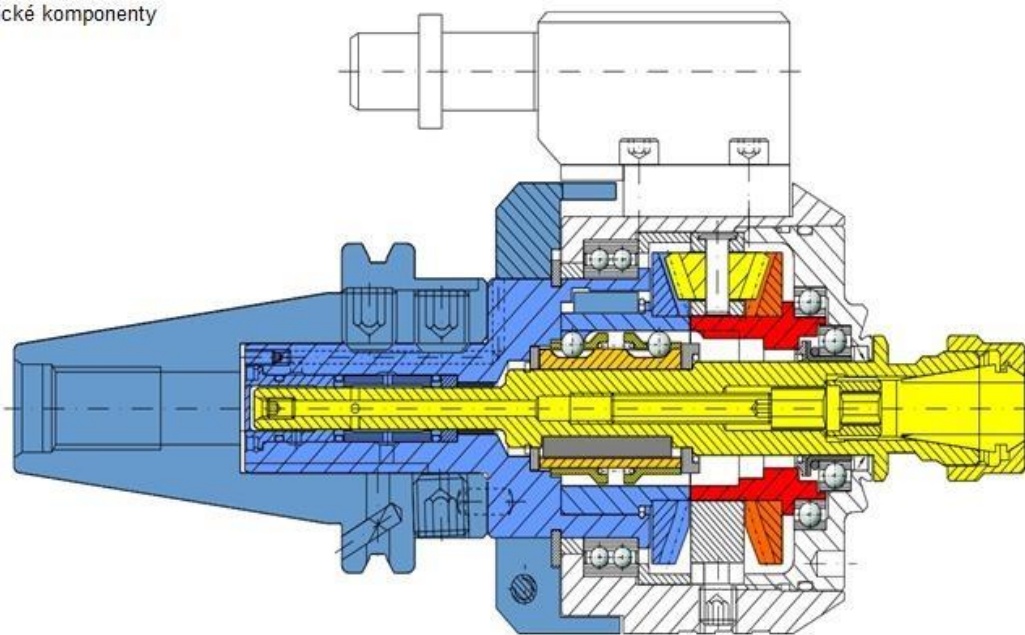
Nejvýkonnější způsob řezání závitů na obráběcích centrech.

 pravotočivé komponenty

 levotočivé komponenty

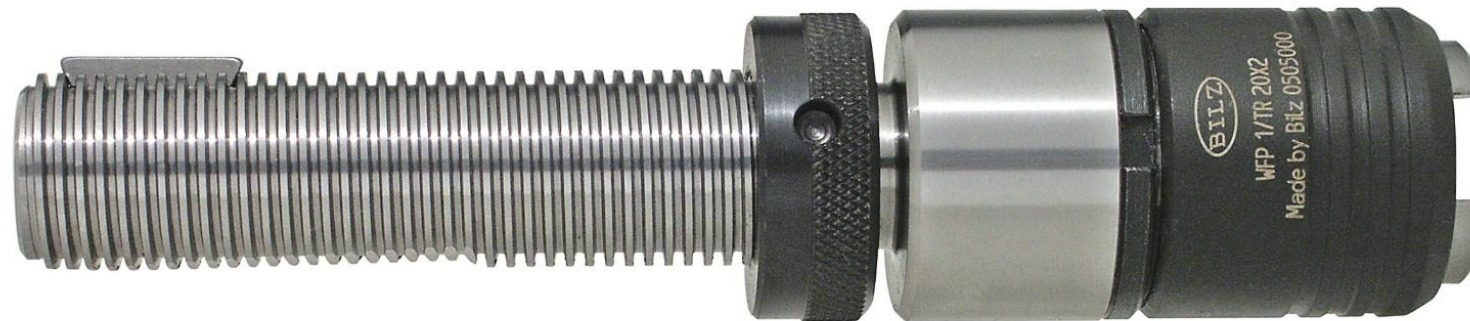
 pravo/levotočivé komponenty

 statické komponenty



Pouzdra **WFLP, WF** – jsou díky štíhlé konstrukci určena pro řezání závitů na vícevřetenových a speciálních strojích a transferových linkách.

Osový radiální výkyv u variant WFLP/WFP umožňuje bezpečné řezání závitu do předlitého otvoru.

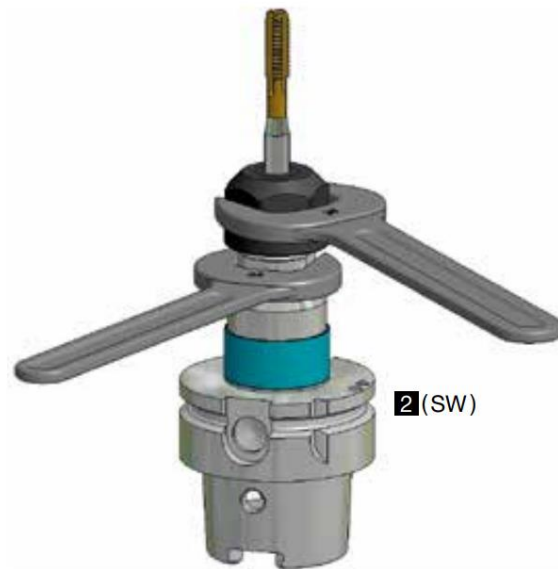


Synchronní pouzdra

Synchronní pouzdra **SCK** – synchronní pouzdra s minimální délkovou kompenzací umožňují sladění otáček a posuvů na moderních CNC strojích.

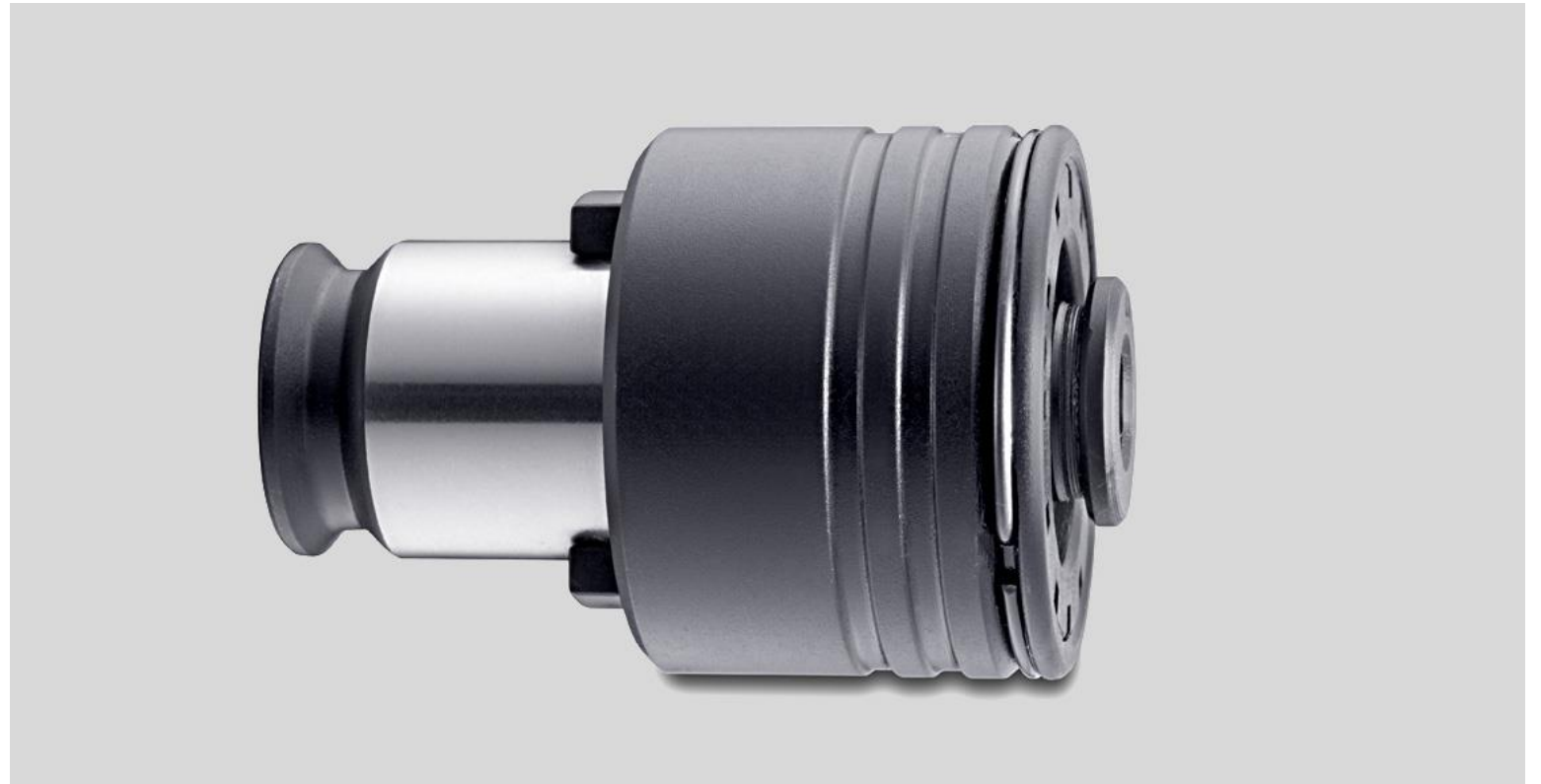
Výhodné pro:

- nižší opotřebení závitníků.
- Radiální tlumení vibrací kompenzuje i nejmenší chyby synchronizace stroje.



Závitořezné rychlovýměnné vložky WE a WES

typ WES s momentovou spojkou
typ WE bez momentové spojky



STA Synchro-pouzdro – pro kleštinové upínače a poháněné nástrojové držáky dle ISO 15488 (DIN6499).



Srovnání životnosti závitníků v ER kleštině s upnutím v synchronizačním pouzdře SCK

1.) pevné upnutí závitníku v kleštinovém upínači BT50/ ER32

Stroj: MAKINO A71
 Závit: M16x2
 Vc: 30 m/min
 Vf: 1192 mm/min
 Otáčky: 596 min⁻¹
 Hloubka: 27 mm
 Materiál: šedá litina
 Životnost závitníku: 550 závitů



2.) a upnutí závitníku v synchronním pouzdře SCK.. s minimální délkovou kompenzací +/- 0,15mm

SCK2-121/BT50-ESX32-BL

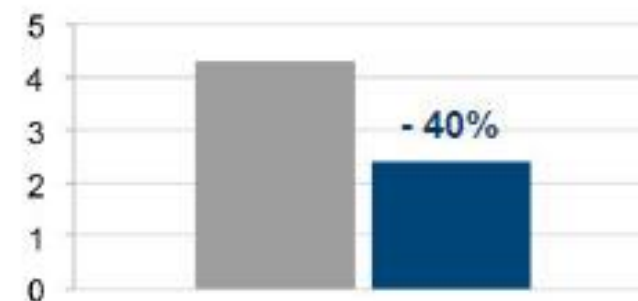
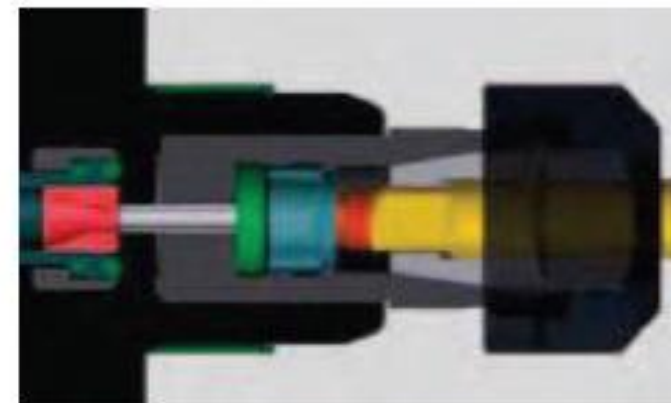


Životnost závitníku: 756 závitů a 880 závitů



Výsledkem je významné prodloužení životnosti nástroje při použití synchronních pouzder BILZ !

Zde je příkladné navýšení 40 – 60 %.



Torque – Power consumption calculation tapping

Drehmoment Torque	$M_D = \frac{k_C \cdot h^2 \cdot d_1}{8000} \times 2$	Nm	k_C ... Spez. Schnittkraft Cutting force (N/mm ²) (Tabelle chart) h ... Gewindesteigung Thread pitch (mm) d_1 ... Gewinde-Nenn-Ø Thread size-Ø (mm) 2 Stumpfungszuschlag Gewindebohrer Factor Wornout taps
Leistung am GB Power consumption at tap	$P = \frac{M_D \cdot n}{9500}$	kW	n ... Drehzahl number of revolutions (Umdr./Minute rpm)
Maschinen-Antriebsleistung Machine drive power	$P_M = \frac{P}{\pi_M}$	kW	P_M ... erforderliche Maschinen-Antriebsleistung required machine drive power π_M ... Maschinen-Wirkungsgrad $\pi_M < 1$ machine efficiency $\pi_M < 1$

Werkstoff	Material	k_C - Wert	Value N/mm ²
Stahl	Steel	1000 – 1300 N/mm ²	3200
Stahl	Steel	800 – 1000 N/mm ²	2600
Stahl	Steel	600 – 850 N/mm ²	2500
Stahl	Steel	< 600 N/mm ²	2300
Rostfreier Stahl	Stainless steel		3200
Gußbronze	Cast bronze		1900
GG-20 (HB 170)			1600
GTW hart	GTW hard		1250
Kupfer	Copper		1100
GTW weich	GTW soft		900
Ms	Brass		720
Al-Si-Legierung	Al-Sialloy		680
Zink-Legierung	Zince alloy		440

Exemple

Berechnungs-Beispiel:

Gewinde M36, Steigung 4 mm,
zu bearbeitender Werkstoff:

Stahl 900 N/mm²,

Drehzahl: 50 Umdr./Minute

Maschinen-Wirkungsgrad π_M

Calculation example:

Thread M36, Pitch 4 mm,

Material to be processed:

Steel 900 N/mm²,

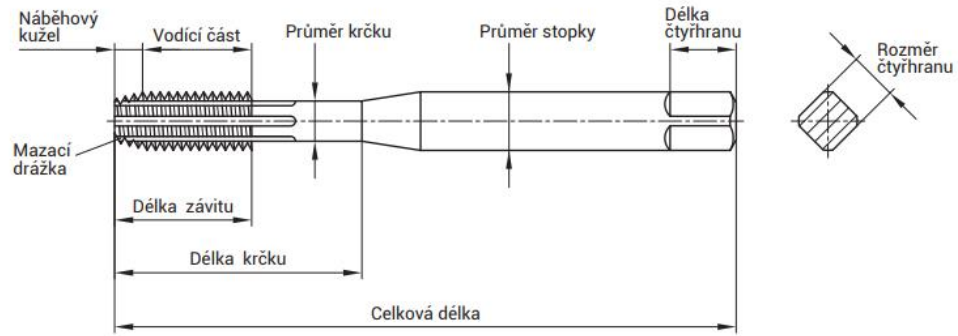
Speed: 50 rpm

Machine efficiency π_M

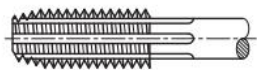
Drehmoment Torque	$M_D = \frac{k_c \cdot h^2 \cdot d_1}{8000}$	$= \frac{2600 \cdot 4^2 \cdot 36}{8000}$	= 187 Nm
Leistung am GB Power consumption at tap	$P = \frac{M_D \cdot n}{9500}$	$= \frac{187 \cdot 50}{9500}$	= 0,98 kW
Maschinen-Antriebsleistung Machine drive power	$P_M = \frac{P}{\pi_M}$	$= \frac{0,98}{0,6}$	= 1,6 kW

Obige Berechnung gilt für neue Gewindebohrer. Bei abgestumpften Werkzeugen kann sich das Drehmoment bis auf das 3fache erhöhen, wodurch sich auch die erforderliche Maschinenantriebsleistung um denselben Faktor erhöht.

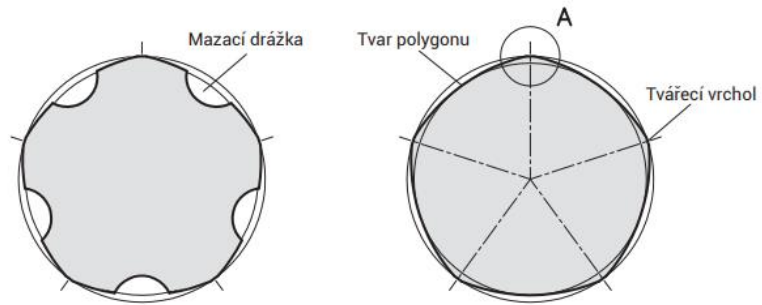
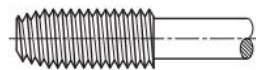
The above calculation is valid for new taps. For worn out taps the torque could be up to 3 times higher, which increases the required machine drive power by the same factor



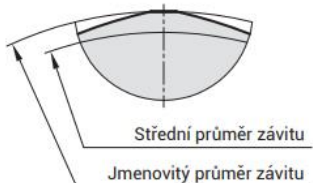
S mazacími drážkami



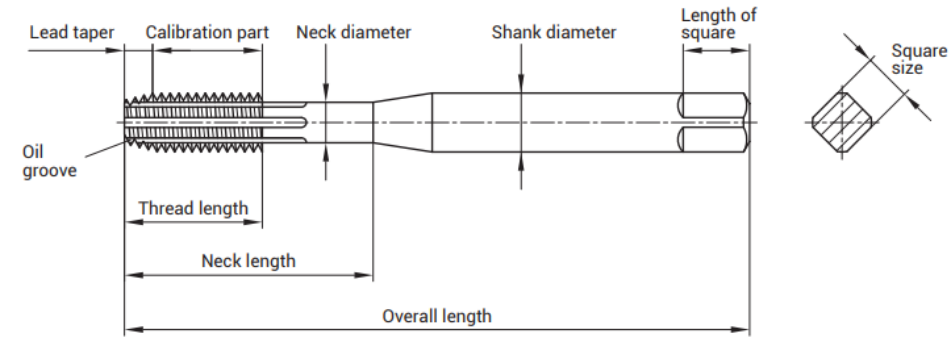
Bez mazacích drážek



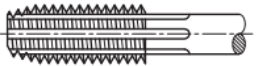
A
Detail tvářecího vrcholu



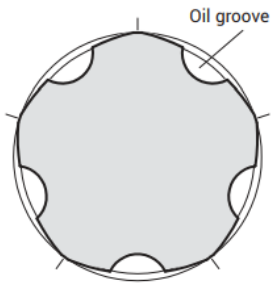
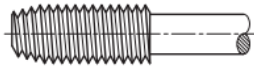
Thread forming



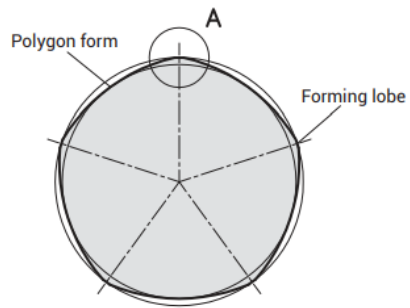
With oil grooves



Without oil grooves



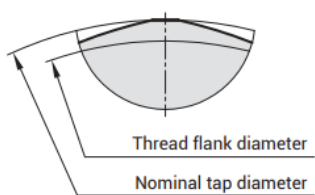
Oil groove



Polygon form

Forming lobe

A
Forming lobe detail



Thread flank diameter

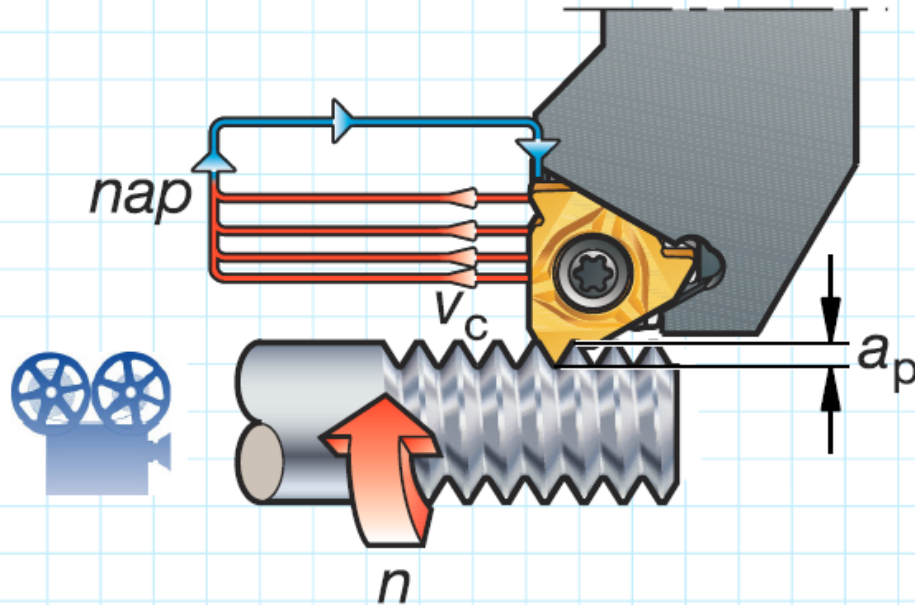
Nominal tap diameter

Videa + aplikace + odkazy

Řešení praktických problémů – firma Walter

- <https://www.walter-tools.com/SiteCollectionDocuments/woa/index.html#threading>

Soustružení závitů



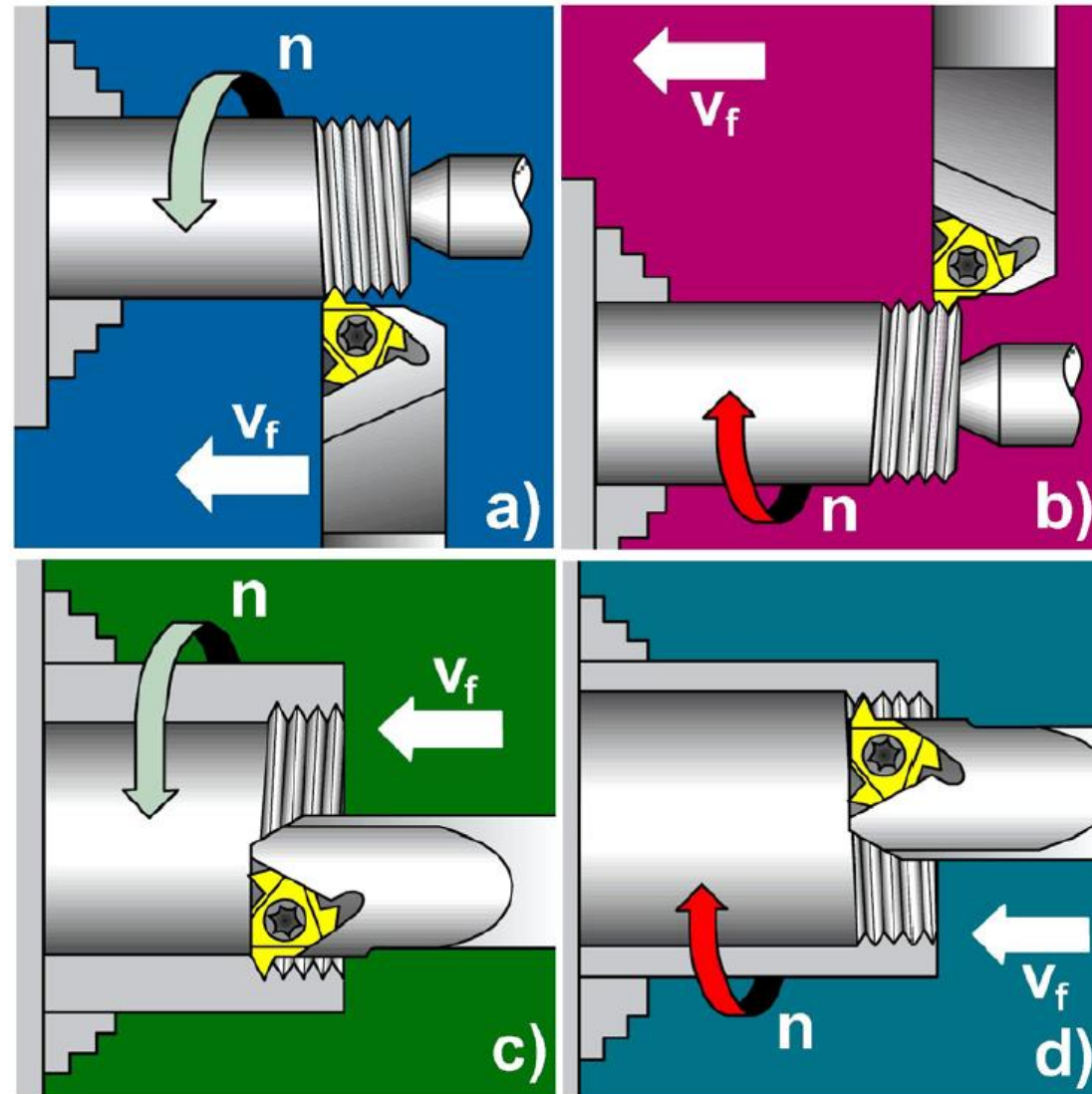
v_c = cutting speed (m/min)

n = spindle speed (rpm)

a_p = total depth of thread (mm)

nap = number of passes

Základní způsoby výroby



Obr. 5.9 Soustružení závitů radiálním nožem s vyměnitelnou břitovou destičkou
a) vnější pravý závit, b) vnější levý závit, c) vnitřní pravý závit, d) vnitřní levý závit

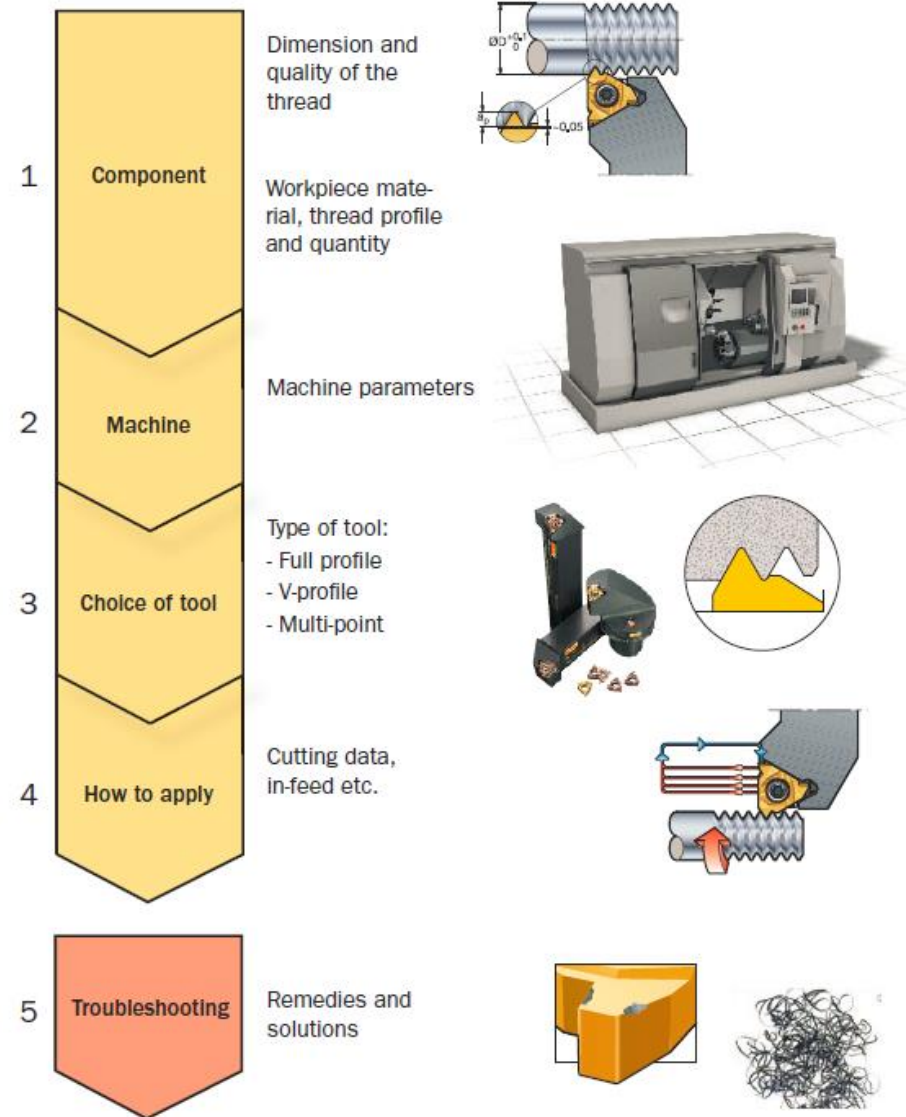
Počet dráh nástroje – infeed values recommendations

Number of infeeds and total depth of thread.

ISO metric, external

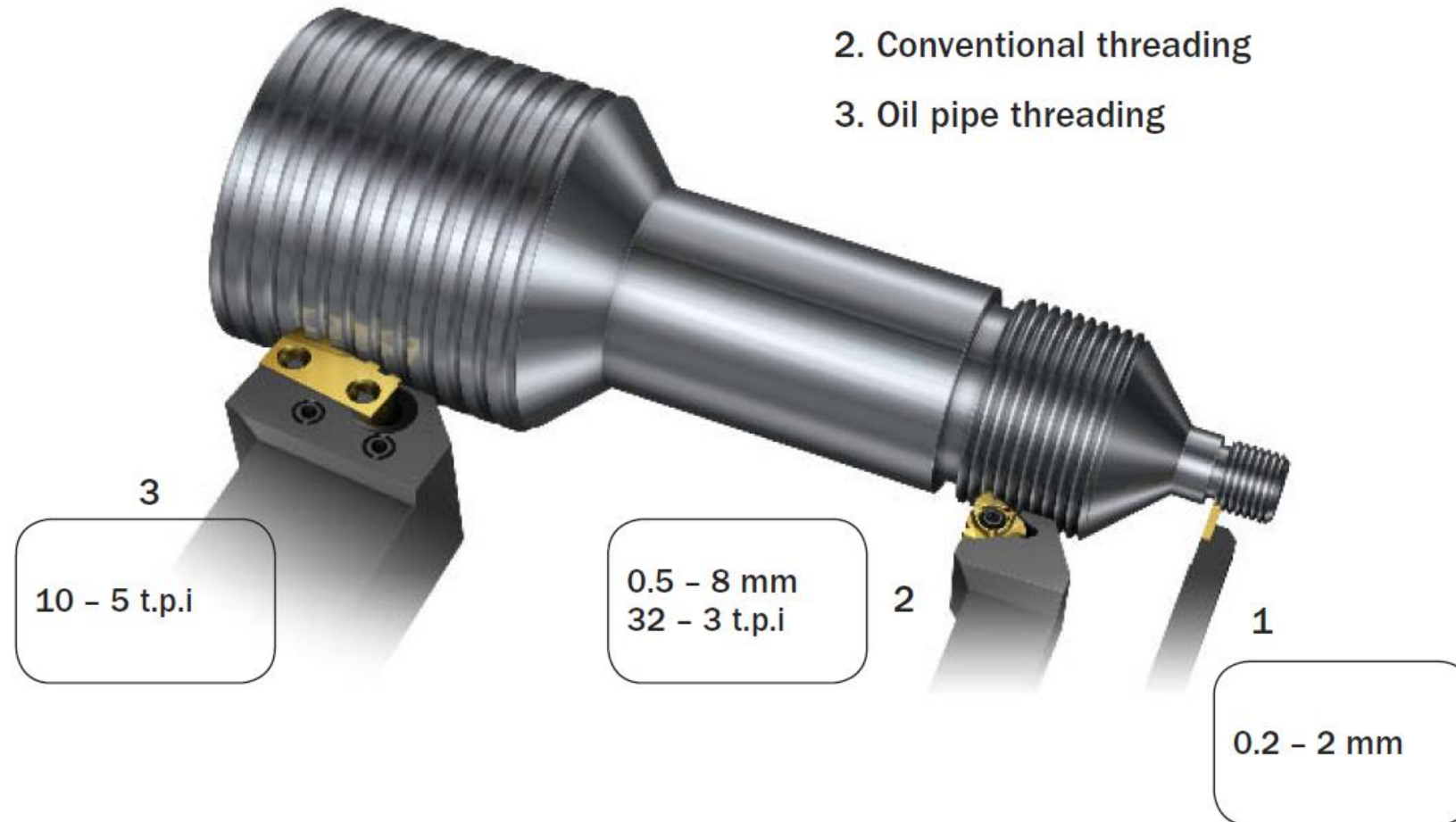
No. of infeeds	Pitch, mm	Reduced cutting speed															
		0.5	0.75	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	
		Radial infeed per pass, mm															
1		0.11	0.17	0.19	0.20	0.22	0.22	0.25	0.27	0.28	0.34	0.34	0.37	0.41	0.43	0.46	
2		0.09	0.15	0.16	0.17	0.21	0.21	0.24	0.24	0.26	0.31	0.32	0.34	0.39	0.40	0.43	
3		0.07	0.11	0.13	0.14	0.17	0.17	0.18	0.20	0.21	0.25	0.25	0.28	0.32	0.32	0.35	
4		0.07	0.07	0.11	0.11	0.14	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.22	0.24	0.27	0.27	0.30	
5		0.34	0.50	0.08	0.10	0.12	0.12	0.14	0.15	0.16	0.18	0.19	0.22	0.24	0.24	0.27	
6				0.67	0.08	0.08	0.10	0.12	0.13	0.14	0.17	0.17	0.20	0.22	0.22	0.24	
7					0.80	0.94	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.20	0.20	0.22	
8							0.08	0.08	0.11	0.12	0.14	0.15	0.17	0.19	0.19	0.21	
9							1.14	1.28	0.11	0.12	0.14	0.14	0.16	0.18	0.18	0.20	
10									0.08	0.11	0.12	0.13	0.15	0.17	0.17	0.19	
11									$a_p = 0.94$ mm	1.58	0.10	0.11	0.12	0.14	0.16	0.16	0.18
12									Extra stock is added	0.08	0.08	0.12	0.13	0.15	0.15	0.16	
13										1.89	2.20	0.11	0.12	0.12	0.13	0.15	
14												0.08	0.10	0.10	0.13	0.14	
15												2.50	2.80	3.12	0.12	0.12	
16															0.10	0.10	
															3.41	3.72	

Výběr nástroje / tool selection procedure



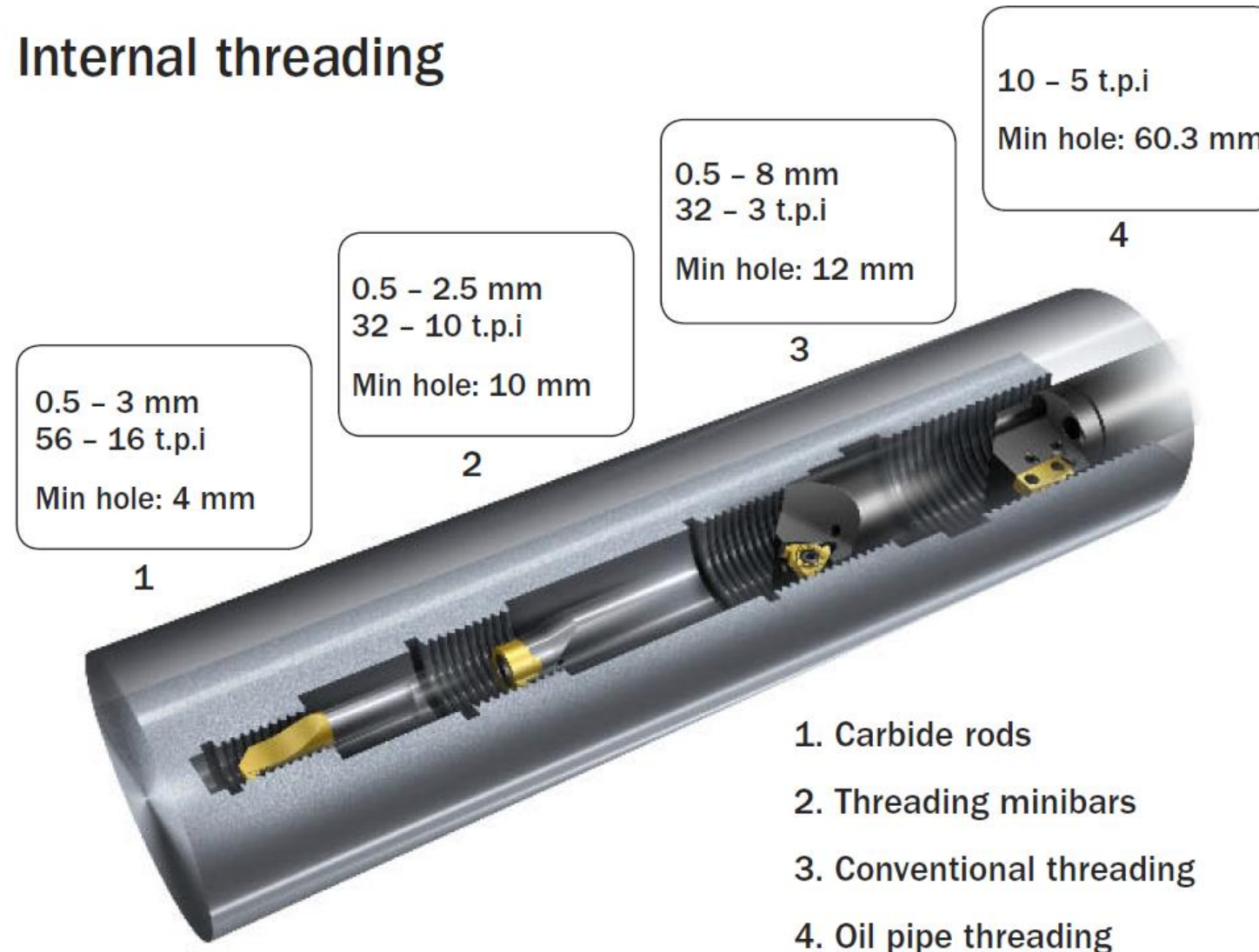
External threading

1. Small part threading
2. Conventional threading
3. Oil pipe threading



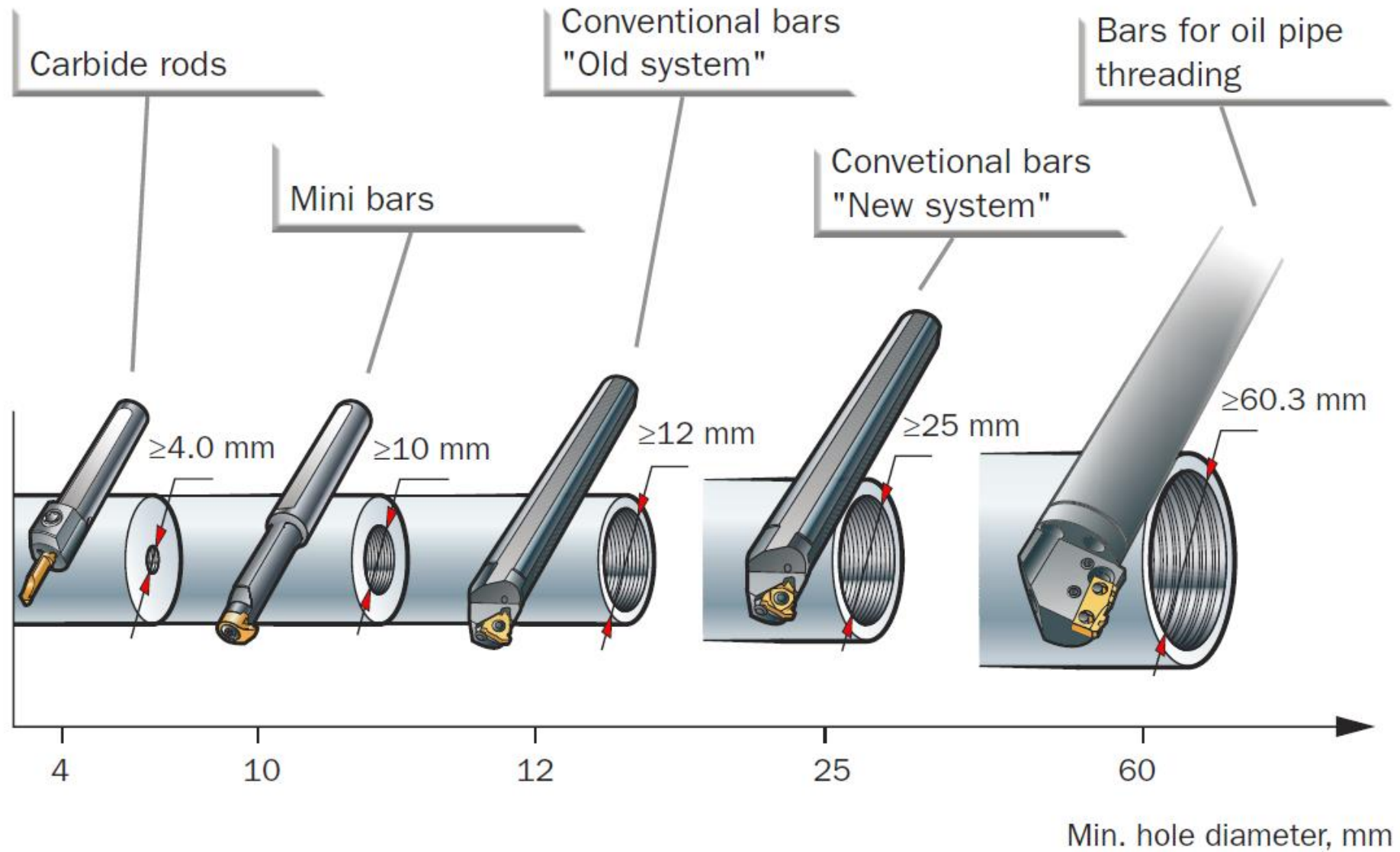


Internal threading



1. Carbide rods
2. Threading minibars
3. Conventional threading
4. Oil pipe threading

Internal threading assortment





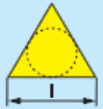
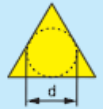
Označování nožů pro soustružení závitů dle ISO

1		2		3		4		5		6		8		
Způsob upínání Spôsob upínania		Způsob obrábění Spôsob obrábania		Směr řezu Smer rozu		Způsob provedení Zpôsob prevedenia		Rozměry držáku (mm) Rozmery držiaka (mm)		Celková délka Celková dĺžka		Úhel λ Uhol λ		
C		E vnější vonkajšie		R - pravý vnitřní vnútorné		-	běžné / bežné	vnější obrábění vonkajšie obrábanie	2525	25 x 25 mm	 H 100 J 110 K 125 L 140 M 150 N 160 P 170 Q 180 R 200 S 250 T 300 U 350 V 400 W 450 X Spec. Y 500	0	Úhel $\lambda = 0^\circ$ Uhol $\lambda = 0^\circ$	
P		I vnitřní vnútorné		R - pravý vnější vonkajšie		S	speciální / speciál	vnitřní obrábění vnútorné obrábanie	1416	výška / výška - 14 mm průměr / priemer 16 mm		1	Úhel $\lambda = 1^\circ$ Uhol $\lambda = 1^\circ$	
M				L - levý / ľavý vnitřní vnútorné										
S				L - levý / ľavý vnější vonkajšie										

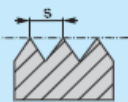
7	
Velikost destičky Veľkosť dosičky	
d (mm)	T
6,350	11
9,525	16
12,700	22

1	2	3	4	5	6	7	8
S	E	R	-	S	2525	M	16 -

Označování vyměnitelných břitových destiček VBD dle ISO – soustružení závitů


1	2	3		4
Tvar destičky / Tvar doštičky	Úhel hřbetu / Uhol chrčta	Délka rezné hrany / Dĺžka reznej hrany		Vnější - vnitřní Vonkajšia - vnútorná
				Vnější - vonkajšia
T	N	11	11,0	E
		16	9,525	Vnitřní - vnútorná
		22	12,7	N

1 **2** **3** **4** **5** **6** **7**
T **N** **16** **E** **R** **175** **M**

5	6		7			
Provedení destičky Prevedenie doštičky	Stoupání závitu / stúpanie závita		Profil závitu / profil závita			
Pravý - pravý	Stoupání závitu Stúpanie závita	Počet závitů na palec Počet závitov na palec	M	metrický 60° ISO	UN	Americký UN
R			W	whitworth 55°	ACME	Vnější / vonkajší ANSI B1,5 1988
Levý - levý	 s x 100	Počet závitů na palec x 10 Počet závitov na palec x 10	RD	obý DIN 405		Vnitřní / vnútorný ANSI B1,5 1988
L			TR	ČSN 01-4050		
Neutrální						
N						

VBD pro řezání závitů

266 R G - 22 TR0 1 F 600 E

1 Hlavní kódové označení 266 = CoroThread™ 266	2 Provedení nástroje R = Pravostranné provedení L = Levostranné provedení	3 Způsob obrábění G = Destičky pro řezání vnějších závitů L = Destičky pro řezání vnitřních závitů	4 Velikost/rozměr VBD 16 = \varnothing C 9.52 mm 22 = \varnothing C 12.70 mm 27 = \varnothing C 15.88 mm 
--	--	---	--

5 Profil závitů VMO = V-profil 60° VWO = V-profil 55° MMO = Metrický 60° UNO = UN 60° WHO = Withworthův 55° NTO = NPT 60° RNO = Oblý závit 30° PTO = BSPT 55° TRO = Lichoběžníkový 30° ABO = Lichoběžníkový nerovnoramenný (pilotový) 45°-7° ACO = ACME 29° SAO = STUB-ACME 29° NJO = UNJ 60° MJO = MJ 60° NFO = NPTF 60° BUO = Lichoběžníkový nerovnoramenný RDO = API Rd 60° V38 = V-0.038R V40 = V-0.040 V50 = V-0.050	6 Počet hrotů na řeznou hranu Od 1 do 3 hrotů. 1 = 1 hrot 2 = 2 hroty 3 = 3 hroty
--	--

7 Tvar řezné hrany A = Zaoblená řezná hrana (ER) F = Ostrý břit C = Geometrie usnadňující dělení třísek	8 Stoupání mm: stoupání závitů x 100	9 Doplnkový kód Strmost kuželového závitů/palce na stopu (i.p.f.) 1 = 1 palec na stopu (i.p.f. - inch per foot) 2 = 2 palce na stopu 3 = 3 palce na stopu
---	--	--

10 Tolerance polohy břítu M = \pm 0.05 mm axiálně E = \pm 0.01 mm axiálně
--



1) Značení: Všechny břitové destičky pro řezání závitů jsou opatřeny údaji o profilu, třídě a stoupání; břitové destičky pro řezání vnitřních závitů jsou označeny kroužkem. Aby se zabránilo jejich vymazání, jsou údaje vypáleny laserem na boku břitové destičky.

11 Břitové destičky s hrotem osazeným kubickým nitridem bóru E = Zaoblená řezná hrana (ER)
--



Vnější pravostranné destičky
Vnitřní levostranné destičky



Vnější levostranné destičky
Vnitřní pravostranné destičky

áže a strojírenské

CoroThread® 266

Stopkové držáky, metrické rozměry

266 R FG Z 3232 - 22

Vyvrtávací tyče, metrické rozměry

266 R KF Z 32 - 22 - R E

Řezné jednotky Coromant Capto

C5 - 266 R FG Z 35 060 - 22


Řezné hlavy CoroThread™ SL 266

SL - 266 R KF - 40 32 27 - 22

Kazety

266 R KF - 20 C A - 22

1 Hlavní kódové označení 266 = CoroThread™ 266 254 = CoroThread 254	2 Provedení nástroje R = Pravostranné provedení L = Levostranné provedení	3 Velikost/rozměr VBD 16 = \varnothing C 9.52 mm 22 = \varnothing C 12.70 mm 27 = \varnothing C 15.88 mm
--	--	--

4 Druh nástroje a typ držáku Vnější obrábění Vnitřní FA FG KF	5 Držák pro obrácenou montáž Z = Snižená hlava pro obrácenou montáž 
---	--

6 Rozměry stopky Vnější obrábění Velikost stopky H x B Vnitřní Průměr stopky, DCON R = Válcová stopka

8 Druh tyče E = Tyč s karbidovou stopkou	9 Velikost spojky Coromant Capto® C = Nástroje Coromant Capto® DCON = označení rozměru C3 DCON = 32 mm C4 DCON = 40 mm C5 DCON = 50 mm C6 DCON = 63 mm C8 DCON = 80 mm	10 Rozměr WF, mm WF	11 Délka nástroje, rozměr LF, mm LF Metrické rozměry Rozměr LF v mm
--	--	-------------------------------	---

12 Řezná jednotka Systém SL	13 Rozměr spojky SL Rozměr DCON (průměr spojky)	14 Výška nastavení břítu, HF mm HF	15 Druh nástroje C = Kazety
16 Konstrukční provedení A = Písmeno pro označení alternativního konstrukčního provedení dle ISO 5611.			

Vytvoření profilu závitu - 3 typy VBD:

A) VBD s částečným profilem.

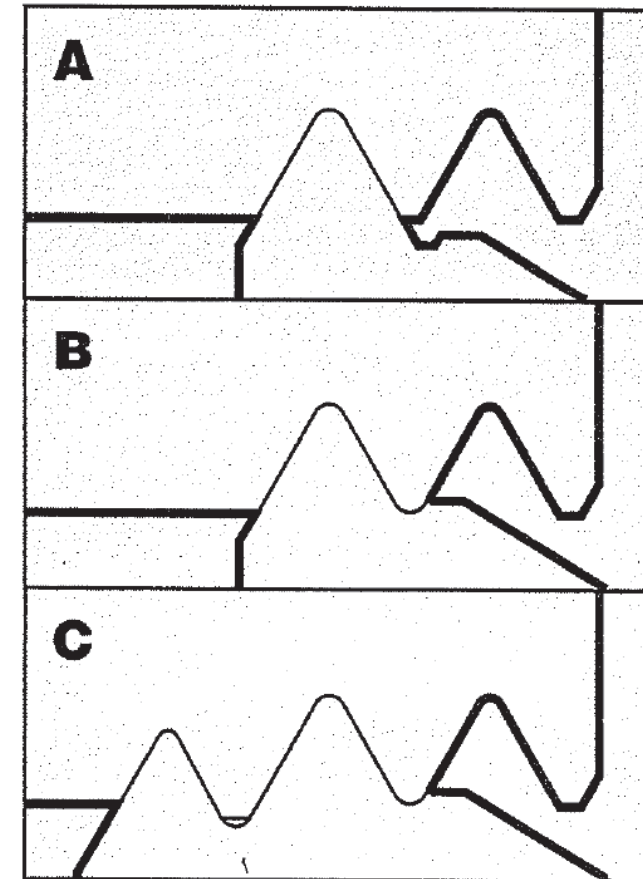
- Určena pro několik stoupání,
- Nutnost předsoustružení přesného průměru.

B) VBD s plným profilem.

- R špičky je přesně přizpůsoben profilu závitu.
- výroba přesně odpovídající normě.
- Zaručena souosost.
- Lepší jakost a přesnost.
- Odpadá nutnost odstraňování ostrin.
- Jakmile je dosažen požadovaný střední průměr, budou dokončeny také ostatní rozměry.

C) Vícebřité (hřebínkové) VBD.

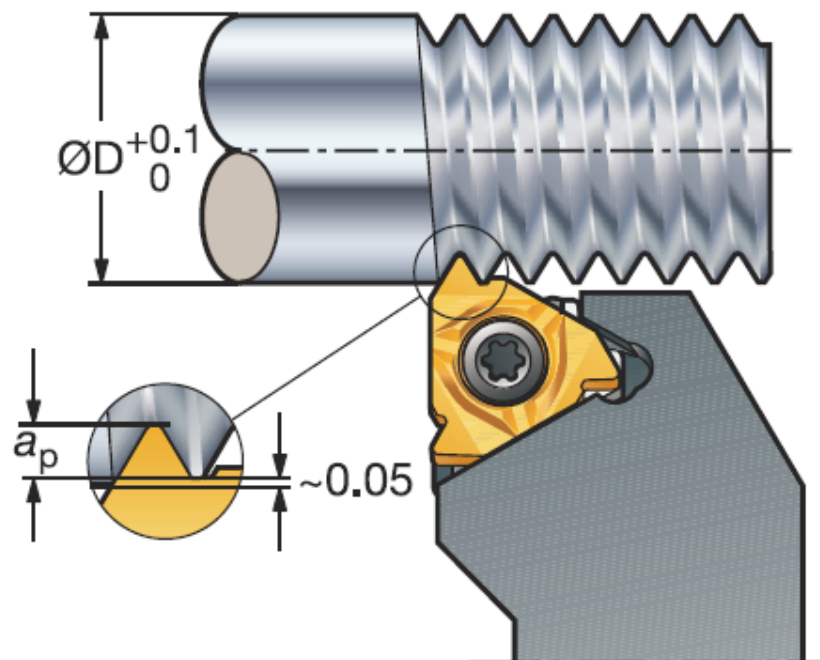
- Počet záběrů se snižuje až na polovinu než u dvoubřitých VBD.
- Nutnost prostoru pro výběh.



Threading with full profile inserts

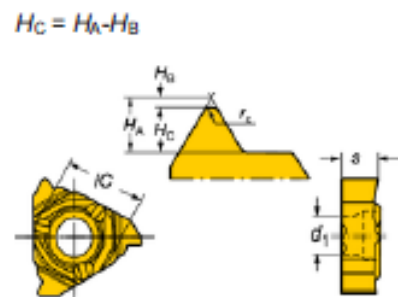
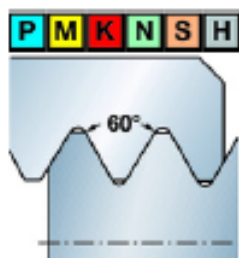
Use extra stock/material for topping the thread

For topping inserts, 0.03 – 0.07 mm material should be left from prior turning operations to allow for proper forming of the crest.



- The blank does not need to be turned to the exact diameter prior to the threading.
- Add extra stock/material on the work-piece diameter (0.06 – 0.14 mm) for topping the finish diameter of the thread.

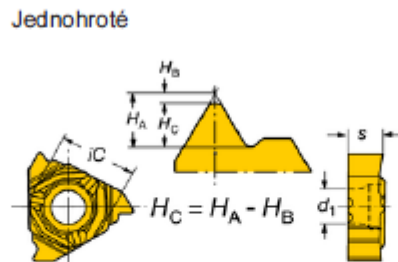
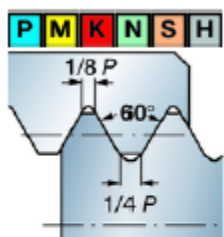
V-profil 60°, bez dokončení vrcholu



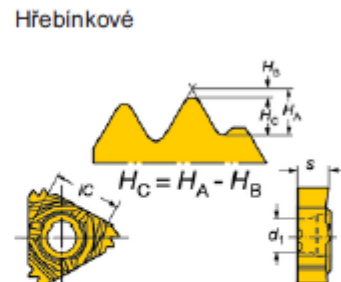
Zobrazené provedení: vnější závit - pravostranné, vnitřní závit - levostranné

Metrický závit 60° Plný profil

Závity pro obecné použití ve všech oborech strojírenství.



Zobrazené provedení: vnější závit - pravostranné, vnitřní závit - levostranné



266RG-16MM02A250E

1
2 = dva hroty
3 = tři hroty

ISO 965-1998 Toleranční třída 6

Rozměry v mm (inch)

△	iC	Stoupání, mm	iC mm	d_1	s
16	3/8	0.5-3.0	9.53	4.4 (.173)	3.97 (.156)
22	1/2	2.5-6.0	12.7	5.5 (.217)	5.56 (.219)

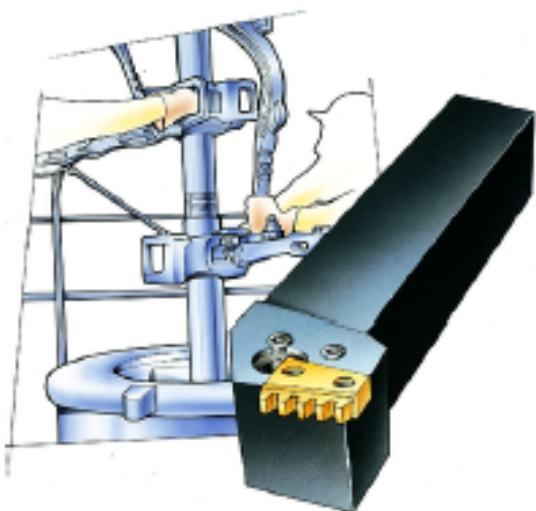
Tailor Made

Ještě širší možnosti nabízí konstrukční provedení na míru! Viz strana 1 2.

ŘEZÁNÍ ZÁVITŮ

T-Max Twin-Lock® pro řezání závitů v petrochemickém průmyslu

Systém T-Max Twin-Lock



T-Max Twin-Lock® je systém se zdvojeným upíní proměnlivým potřebám a požadavkům petrochemického průmyslu pro velkosériovou výrobu potrubí, pažnic

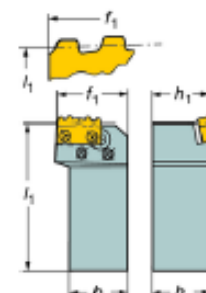
Tento systém, který svou vynikající přesností při břití a opakovatelností dokonale vyhovuje požadavkům, rovněž pokrývá oblast výroby spojek nástrojů a

T-Max Twin-Lock®

Upínání pákou

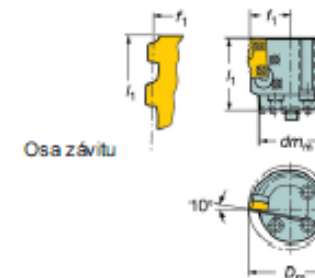


Stopkový nástroj
R166.39FG



Osa závitů

Řezné hlavy SL
R 566.39KF



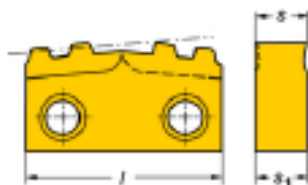
Zobrazeno je pravostranné provedení

Stopkový nástroj

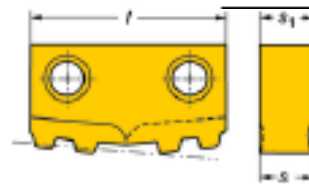
Rozměry v mm, inch		Rozměry v mm, inch					
Hlavní použití	Rozměr roztečí	Objednací kód	<i>b</i>	<i>f</i> ₁	<i>h</i>	<i>h</i> ₁	<i>l</i> ₁
	závitů/palec		32	38,6	32	32	148,4
	10-5	R166.39FG-3232-24	1.260	1.520	1.260	1.260	5.842

Břítové destičky pro řezání vnějších a vnitřních závitů -

Vnější (čep)



Vnitřní (pouzdro)



Úhel sklonu VBD (λ) musí odpovídat uhlu stoupaní šroubovice (ω)

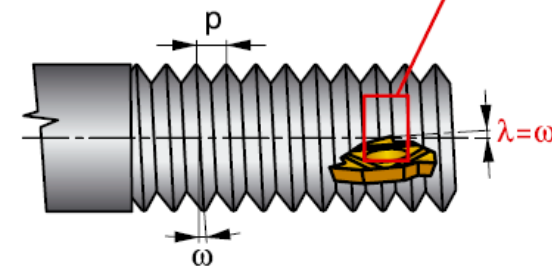
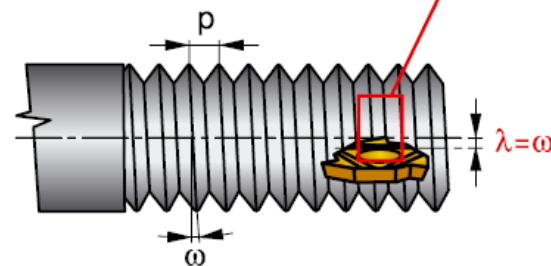
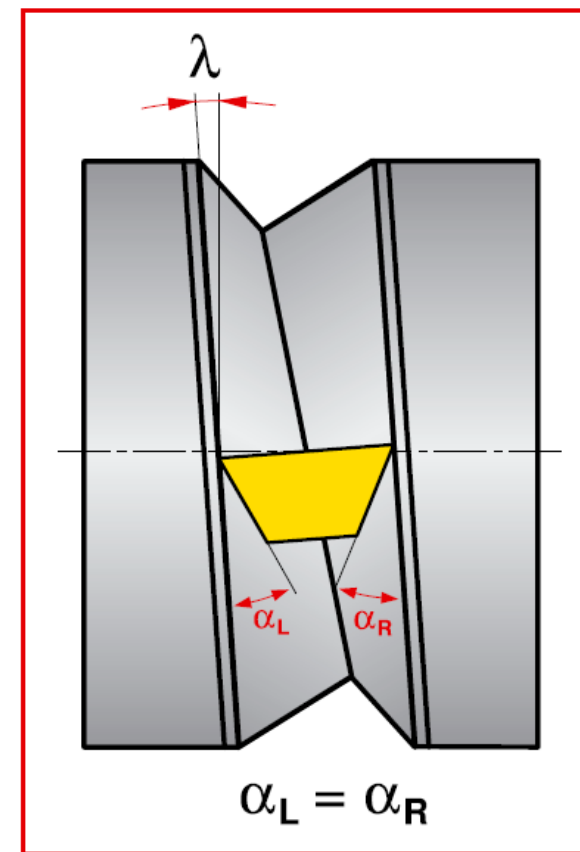
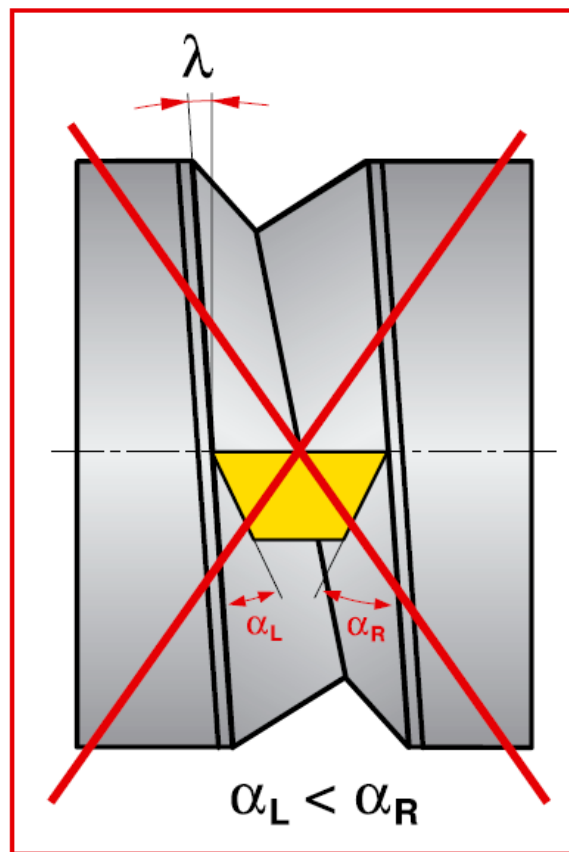
$$\operatorname{tg} \omega = \frac{p}{d_s \cdot \pi}$$

p - stoupaní,
 d_s - střední průměr závitu

úhel sklonu (naklopení VBD)
 $\lambda = 1,5^\circ$



speciální
 redukční
 podložka



Volba podložek

ŘEZÁNÍ ZÁVITŮ

CoroThread™ 266 – Volba podložky břitové destičky



Volba podložek

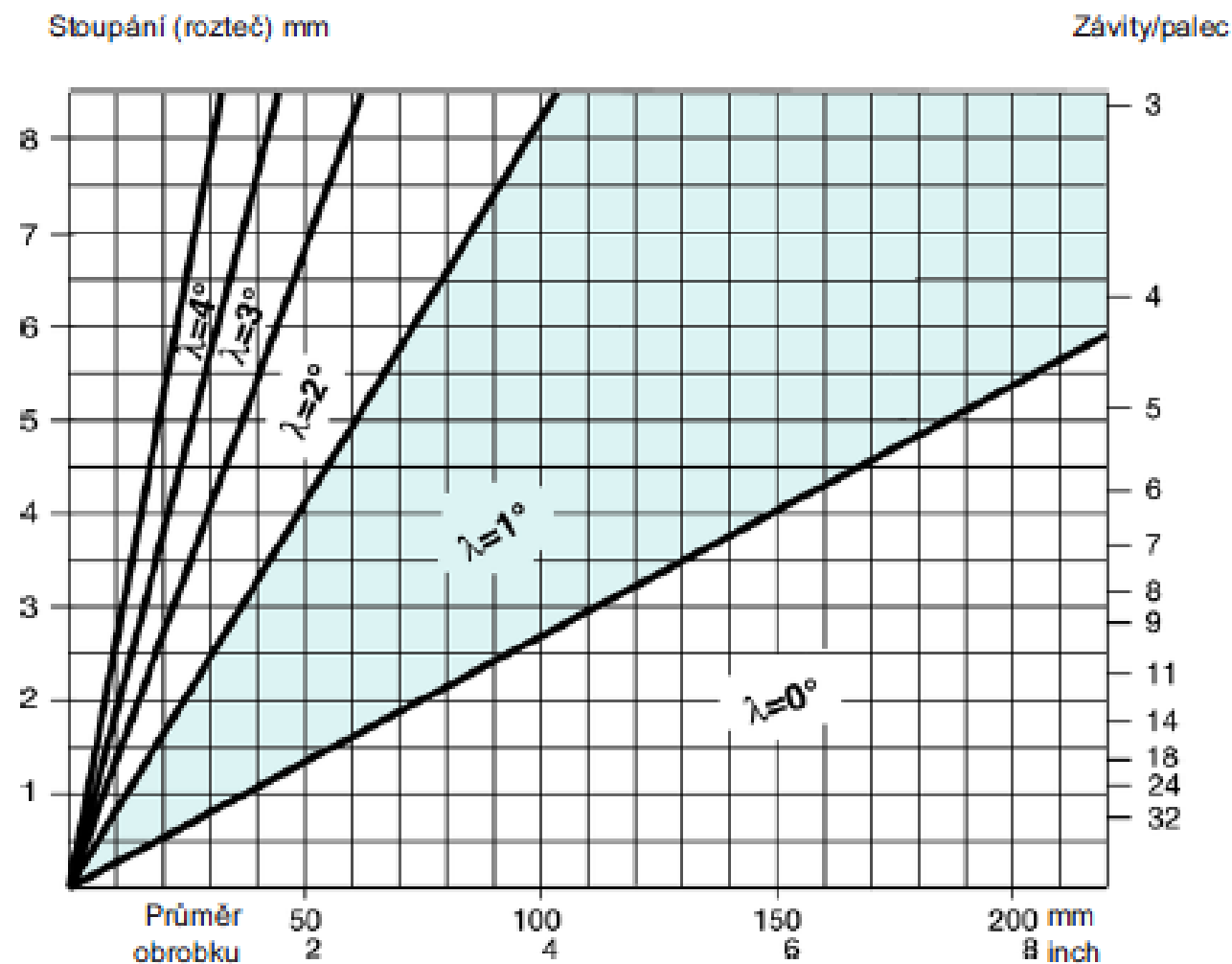
Úhel sklonu se vypočte podle následujícího vzorce:

$$\lambda = \tan^{-1} \left(\frac{P}{d_2 \times \pi} \right)$$

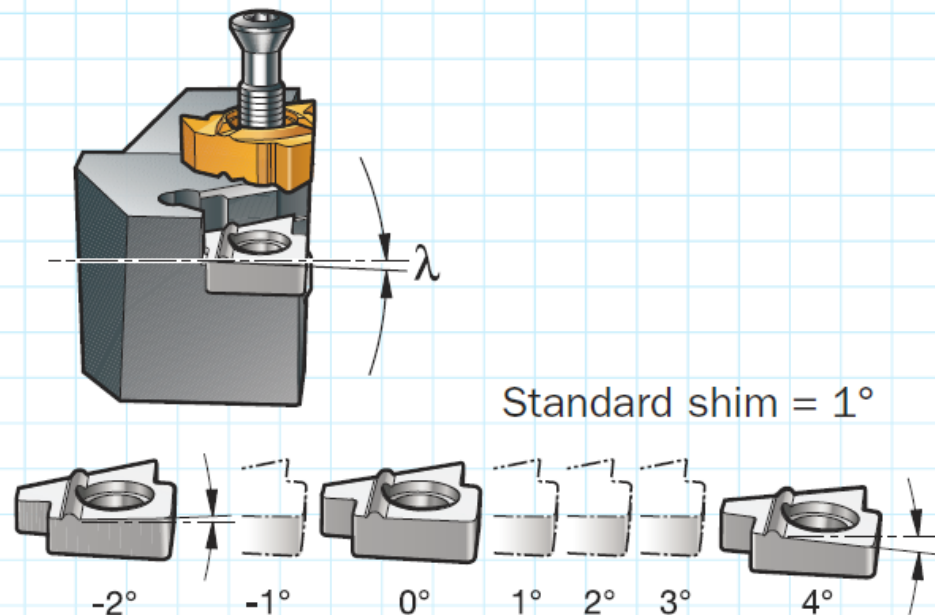
P = Rozteč

d_2 = Střední průměr závitu

λ = Úhel sklonu ostří



Selecting shims for inclination



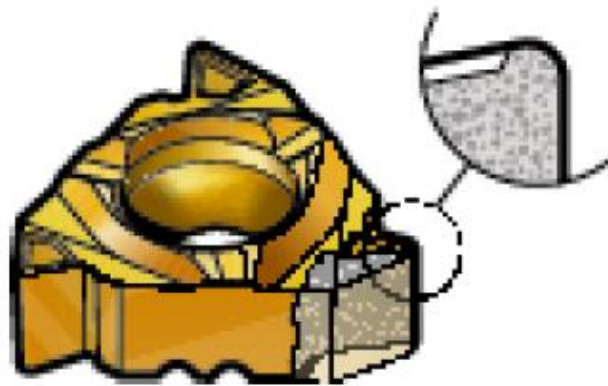
$$\tan \lambda = \frac{P}{\pi \times d_2}$$

The inclination angle can be set using shims under the insert of the tool holder. The choice of which shim to use can be made by referring to a chart in the catalogue. As standard, all tool holders are delivered with the shim set at 1°.

Different inserts geometries

All-round geometry

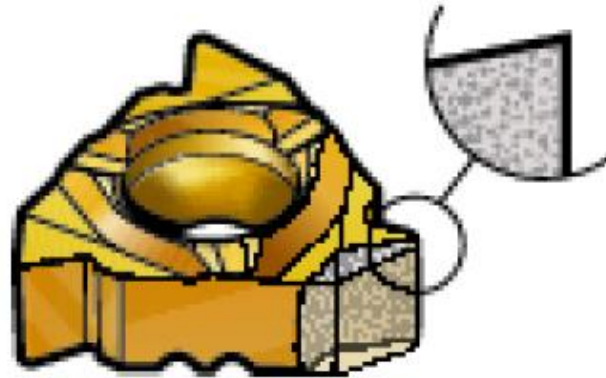
First choice in most operations.



Good chip forming in a wide range of materials.

F-geometry

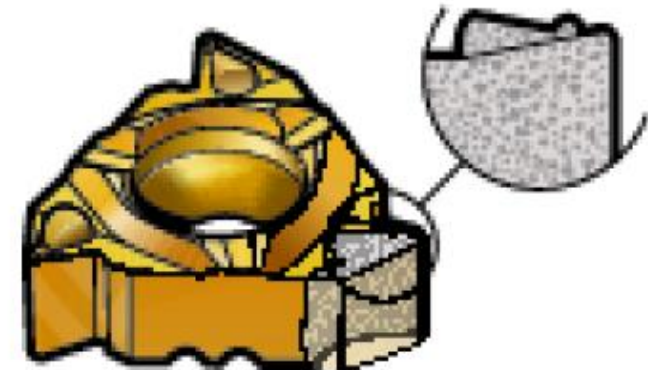
Sharp geometry.



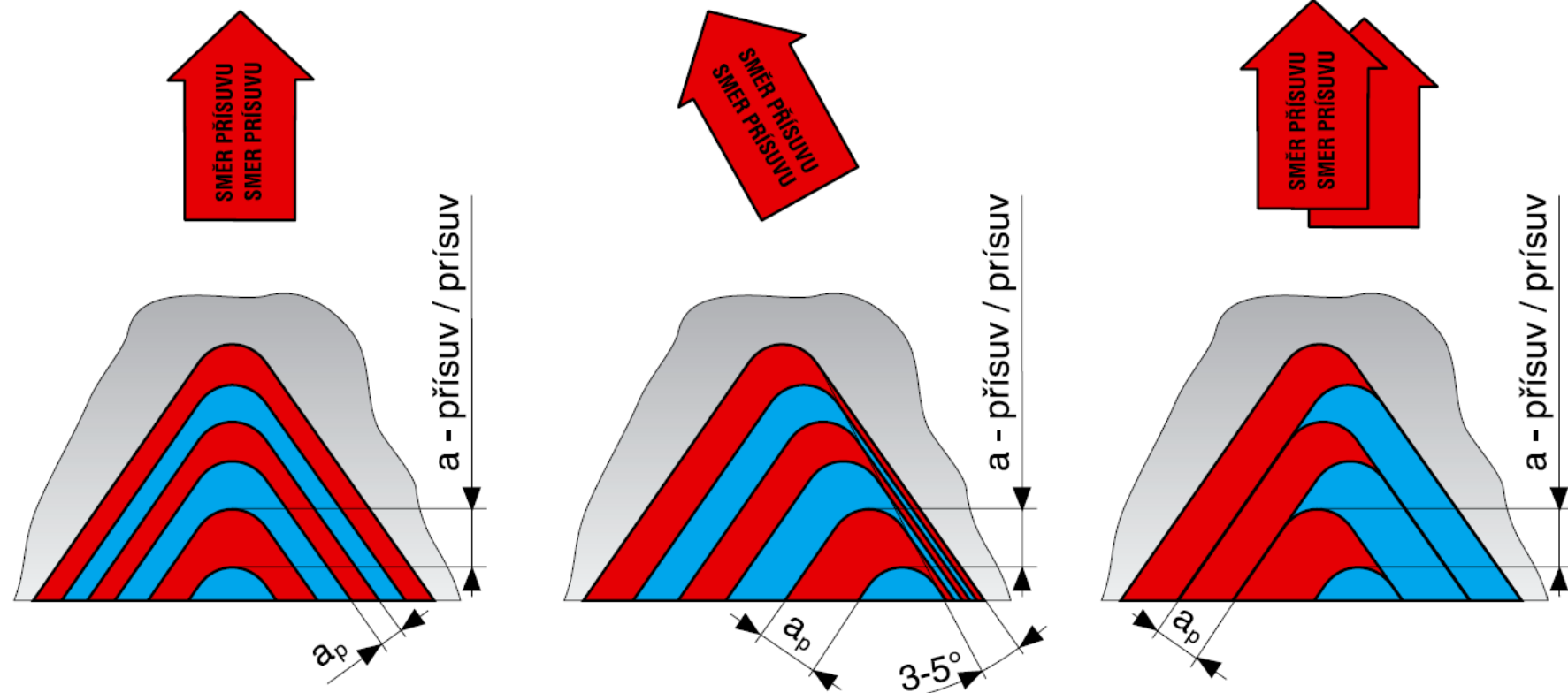
Gives clean cuts in sticky and work hardening materials.

C-geometry

Chip breaking geometry.



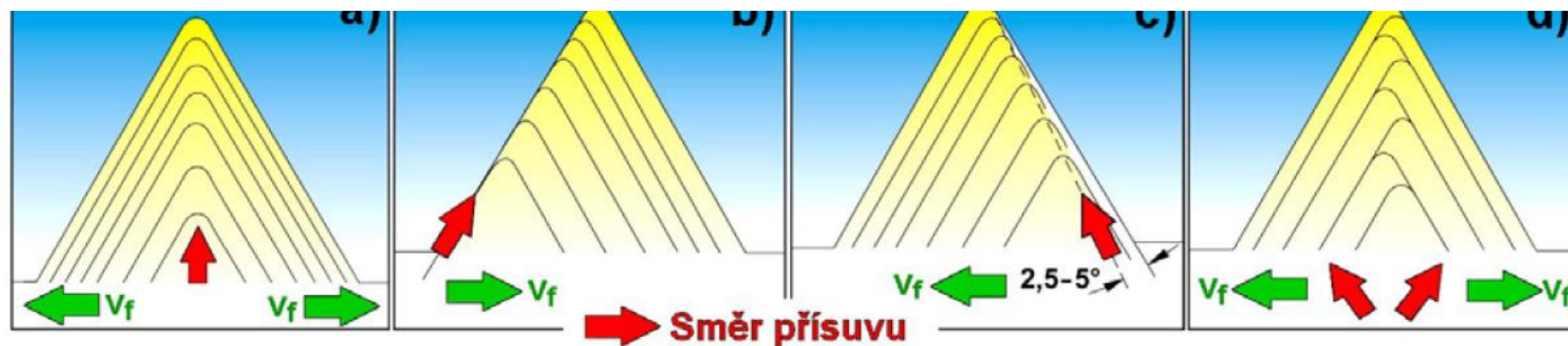
Optimized geometry for low carbon, low alloy and easily machined stainless steel.



RADIÁLNÍ / RADIÁLNY

BOČNÍ / BOČNÝ

STŘÍDAVÝ / STRIEDAVÝ

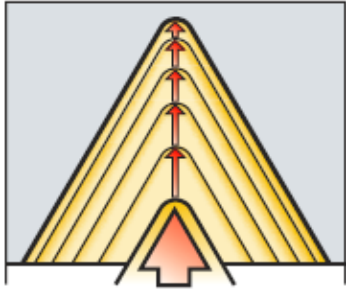


Obr. 5.7 Způsoby postupného soustružení závitu

a) radiální přísuv, b) boční přísuv, c) boční přísuv s odklonem, d) střídavý přísuv

Programming methods

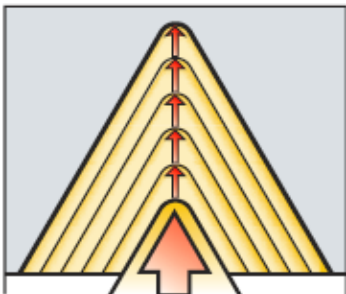
Decreasing depth per pass (Constant chip area)



Allows for constant chip area.
This is the most common method in CNC programs.

- The deepest pass is the first pass.
- Follows recommendation on infeed tables in catalogue.
- More “balanced” chip area.
- Last pass actually around 0.07 mm.

Constant depth per pass



Each pass is of an equal depth, regardless of the number of passes.

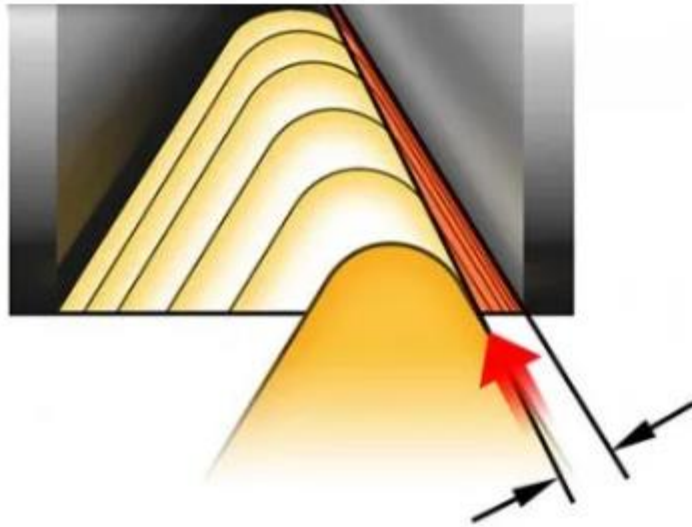
- Much more demanding on the insert.
- Offers best chip control.
- Should not be used for pitches larger than 1.5 mm or 16 t.p.i.

Conventional thread turning methods

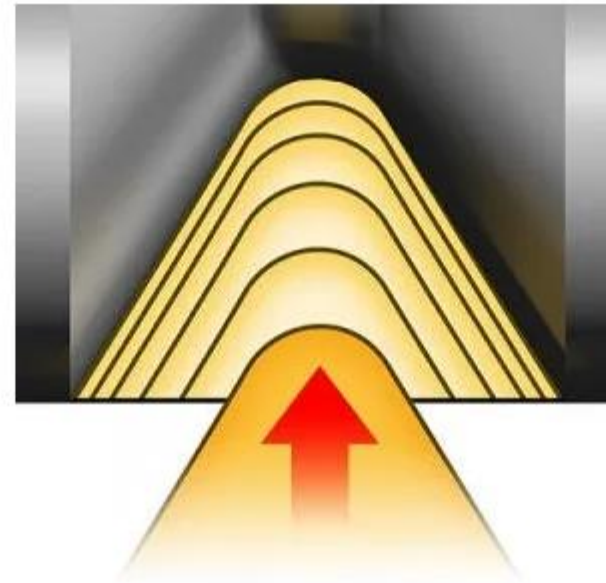
There are three main thread turning infeed methods; modified flank infeed, radial infeed and incremental infeed. The infeed method dictates how the insert is applied to the workpiece to create the thread form.



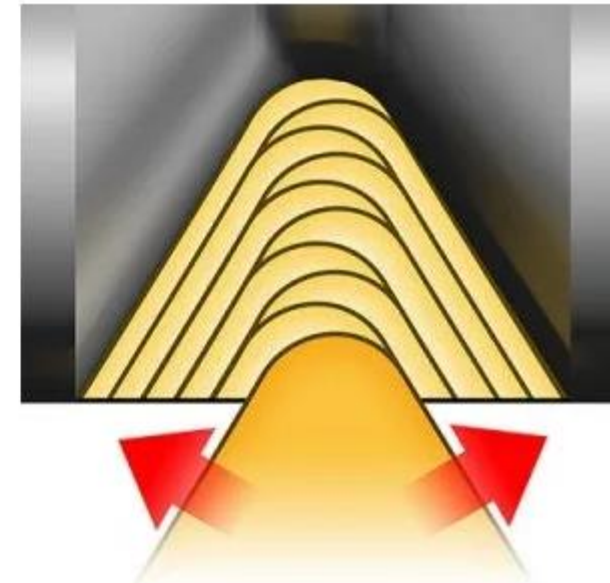
Modified flank infeed



Radial infeed (straight infeed)



Incremental infeed

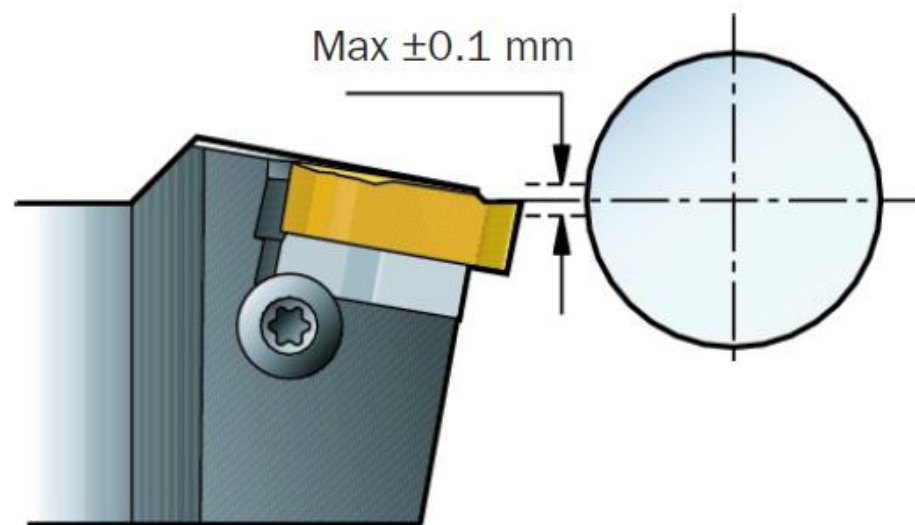


The choice of infeed method is influenced by the machine tool, insert geometry, workpiece material, thread profile and pitch and will directly influence:

- Chip control
- Thread quality
- Insert wear type
- Tool life

Pozice nástroje vzhledem k ose / positioning of the tool

Positioning of the tool



Use maximum deviation of ± 0.1 mm from centreline.

Too high cutting edge

- Clearance will decrease.
- Cutting edge will rub (break).

Too low cutting edge

- The thread profile can be incorrect.

Programování soustružení závitů

G33 – SOUSTRUŽENÍ ZÁVITU

Funkce umožňuje soustružení jedné závitové drážky na průměru (**X**) se stoupáním (**K**) v délce (**Z**).

N10 G33 X.. K.. Z..

X...malý průměr závitové drážky

K...stoupání závitu

Z...délka závitu

G78 – CYKLUS ŘEZÁNÍ ZÁVITU S KOLMÝM PŘÍSUVEM

Cyklus se používá při soustružení závitů v délce dané adresou (**Z**), se stoupáním (**K**). V adrese (**X**) se uvádí malý r (u vnitřních závitů se udává velký průměr závitu), adresa (**U**) určuje hloubku třísky. Přisuv nástroje je kolmo na osu obrobku. Po vysoustružení závitu se nástroj vrátí rychloposuvem do výchozí polohy.

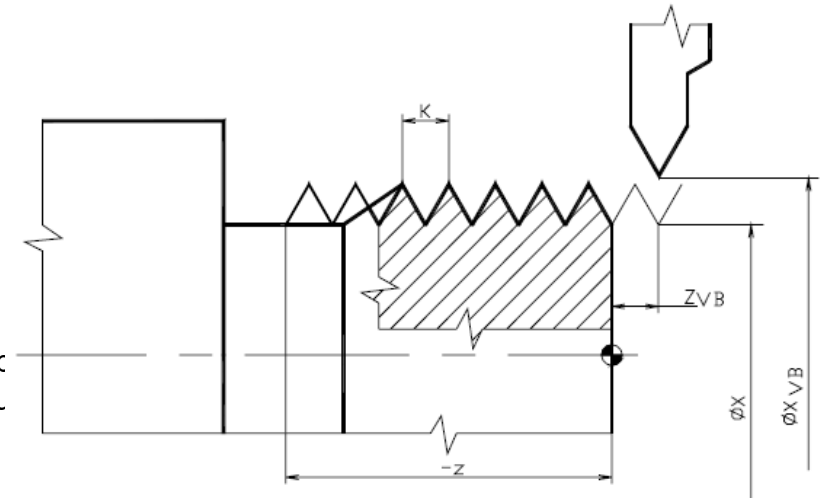
N10 G78 X.. Z.. U.. K..

X...malý (velký) průměr závitu

Z...délka závitu

U...hloubka třísky

K...stoupání závitu



G79 – CYKLUS ŘEZÁNÍ ZÁVITU SE ŠIKMÝM PŘÍSUVEM

Cyklus se používá při soustružení závitů v délce dané adresou (**Z**), se stoupáním (**K**). V adrese (**X**) se uvádí malý r (při obrábění vnitřních závitů se uvádí velký průměr závitu), adresa (**U**) udává hloubku třísky. Přisuv nástroje je šikmý ploše závitu. Po vysoustružení závitu se nástroj vrátí rychloposuvem do výchozí polohy.

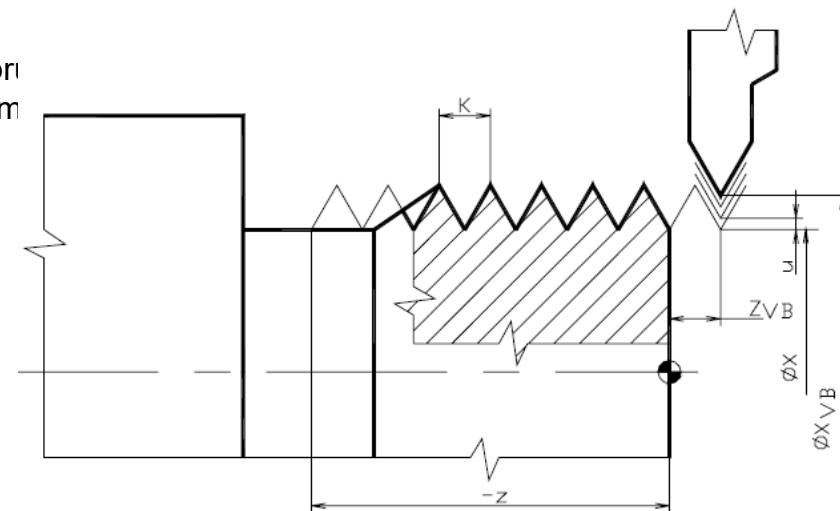
N10 G78 X.. Z.. U.. K..

X...malý (velký) průměr závitu

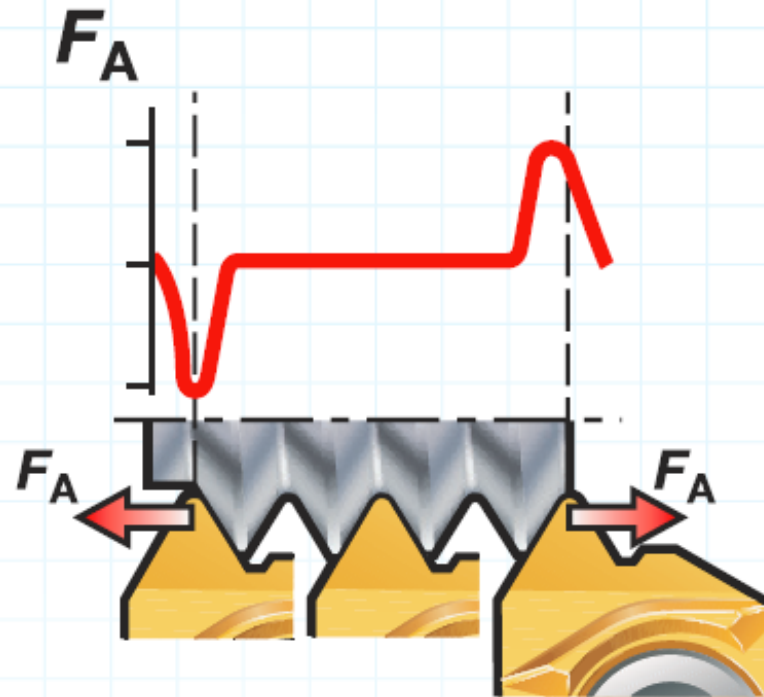
Z...délka závitu

U...hloubka třísky

K...stoupání závitu

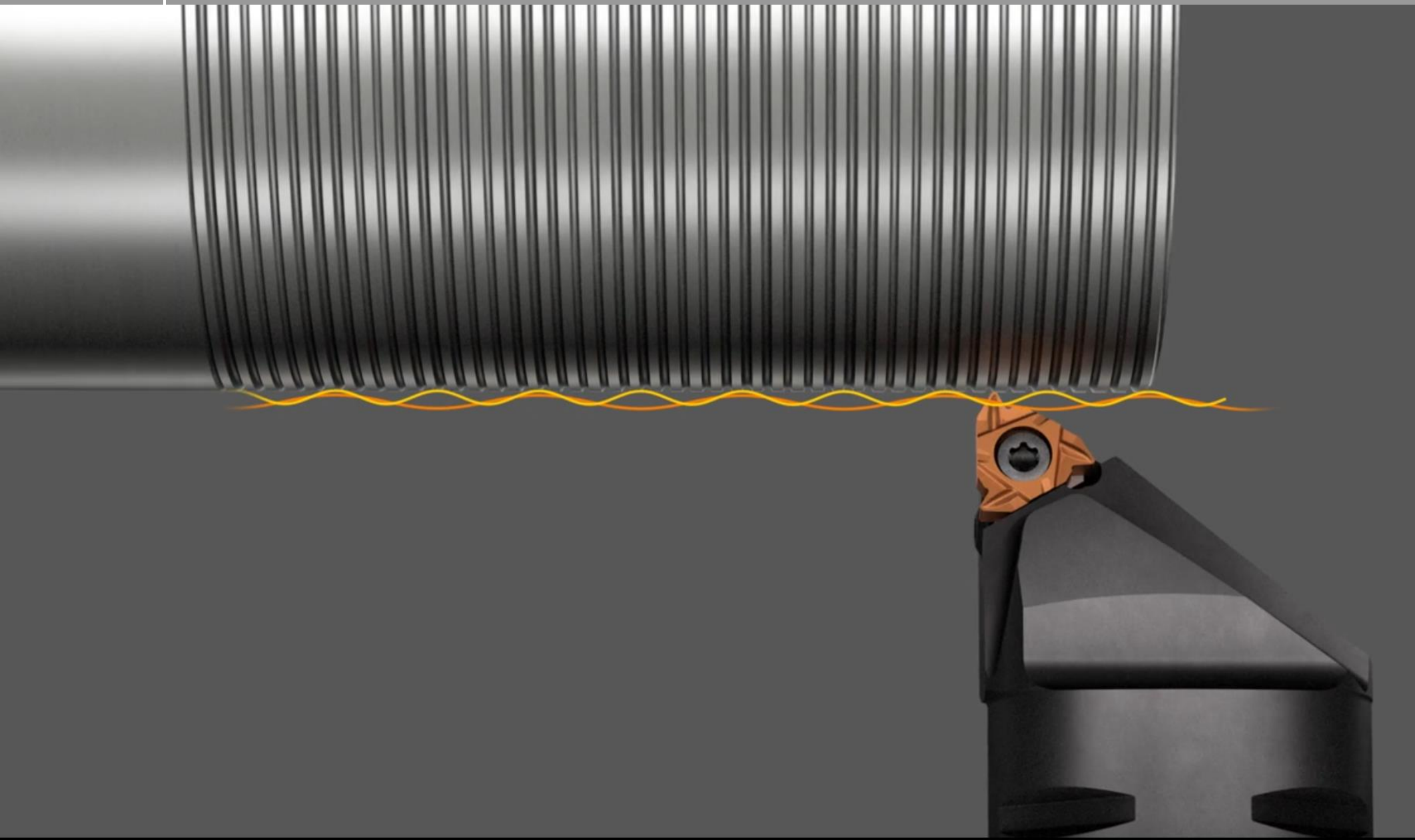


Složky sily řezání na vstupu a výstupu / cutting forces in and out of the thread

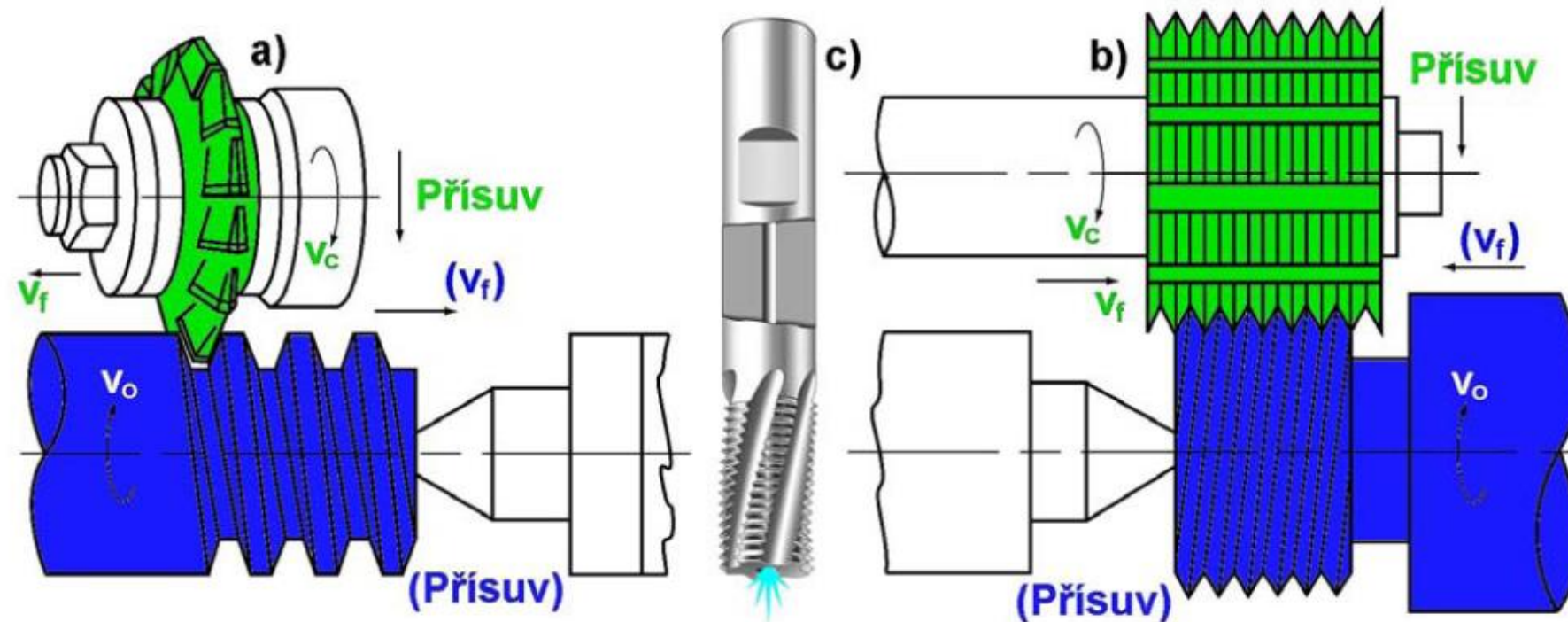


- The highest axial cutting force in the threading operation occurs during the entrance and exit of the cutting tool.
- Aggressive cutting data can lead to movement of insecurely clamped inserts.

Obrábění metodou OptiThreading™



Frézování závitů



Obr. 5.10 Metody frézování závitů: a) kotoučová fréza, b) hřebenová válcová nástrčná fréza, c) hřebenová válcová stopková fréza s vnitřním přívodem řezné kapaliny

Frézování závitů

• Závitové kotoučové frézy

- z RO,
- jednodílné nástroje pro dlouhé vnější závit (např. pohybové šrouby s lichoběžníkovým závitem),
- profil závitové mezery, vykloněny pod úhlem stoupání závitu.
Za jednu otáčku obrobku se fréza nebo obrobek posune o délku stoupání závitu.
- k frézování dlouhých pohybových šroubů - speciální frézovací stroje, kratší šrouby lze frézovat i na univerzálních konzolových frézách, s využitím dělicího přístroje.

• Hřebenové válcové závitové frézy

- nástrčné (většinou z RO),
- stopkové (monolitní, z nepovlakovaných nebo povlakovaných SK), Vyříznutí celého závitu se provede na 1,25 až 1,5 otáčky obrobku.
- planetový pohyb a současný osový posuv.

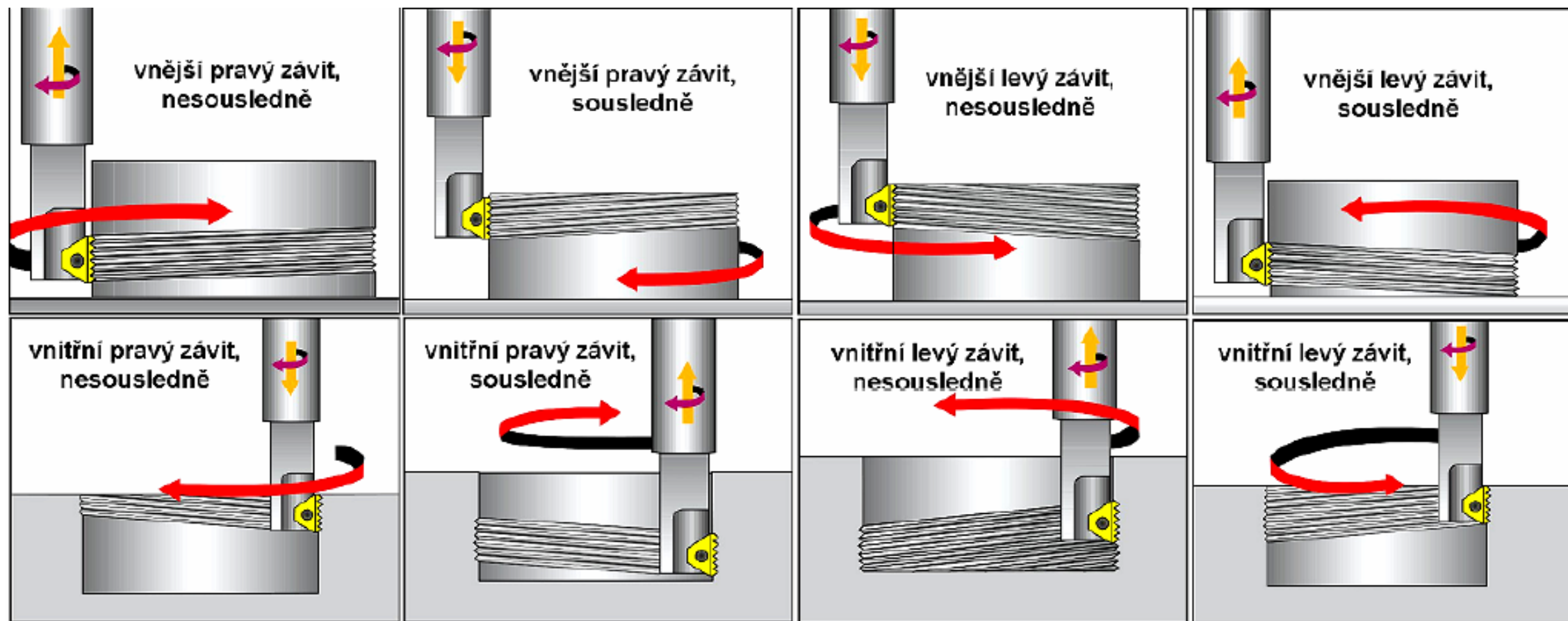


Stopkové závitové frézy firmy Widia s VBD



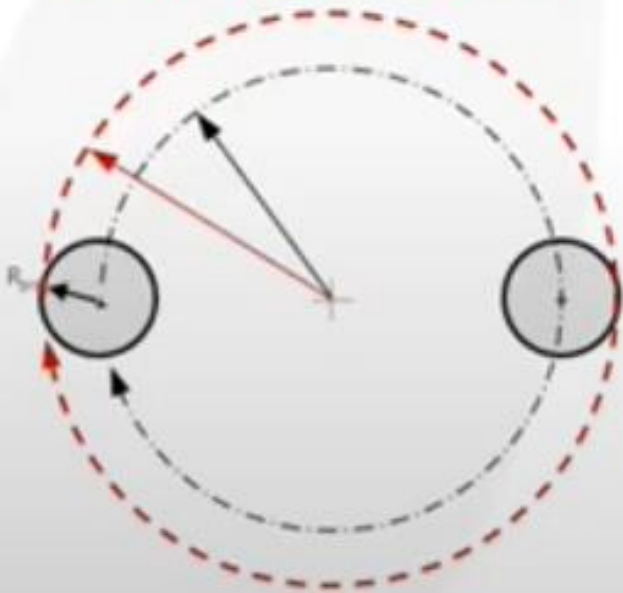
- u vnitřního závitu musí být průměr frézy menší než $\frac{2}{3}$ průměru řezaného závitu

Technologie výroby závitů frézou s VBD

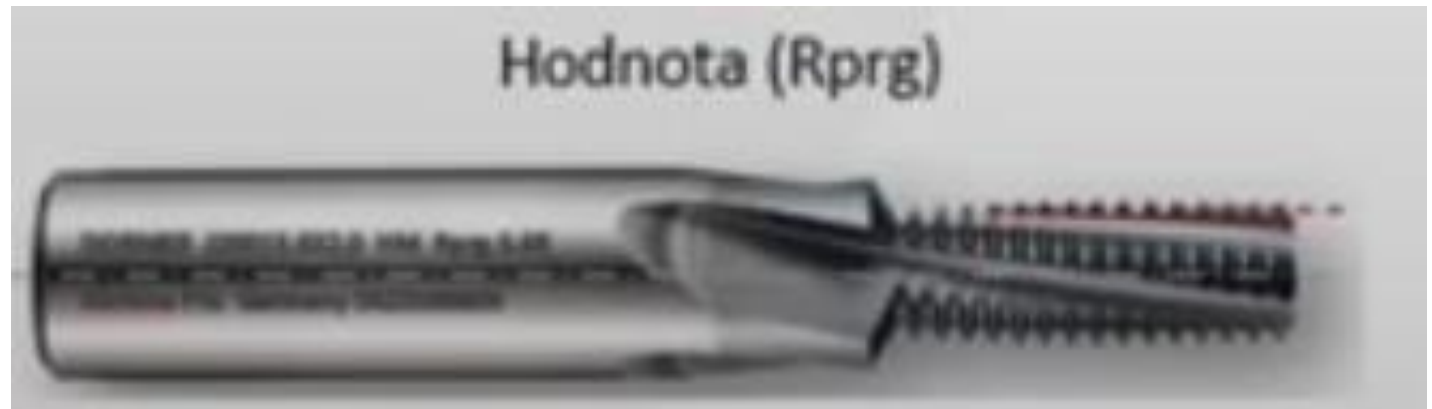


Programování závitových cyklů

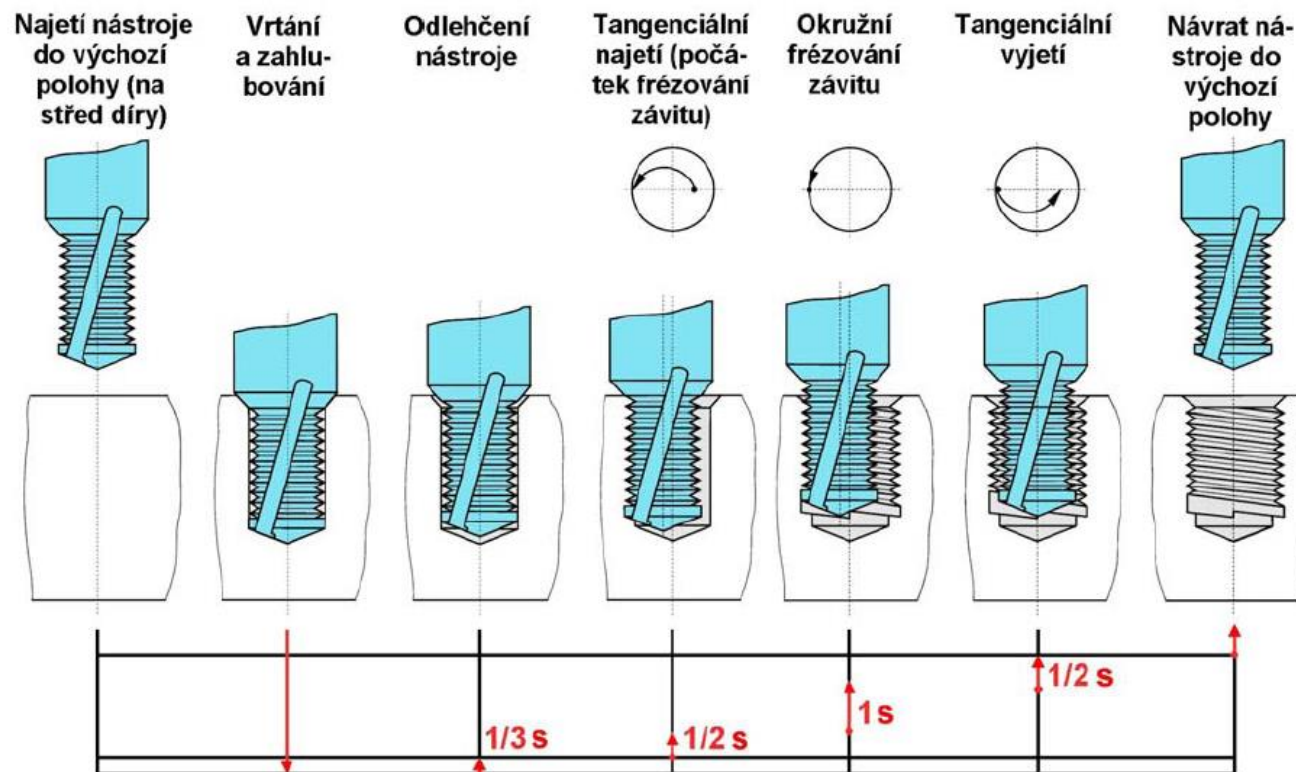
Programování pomocí Rprg



Zadávat do korekci hodnotu Rprg
(vygravírována na stopce)

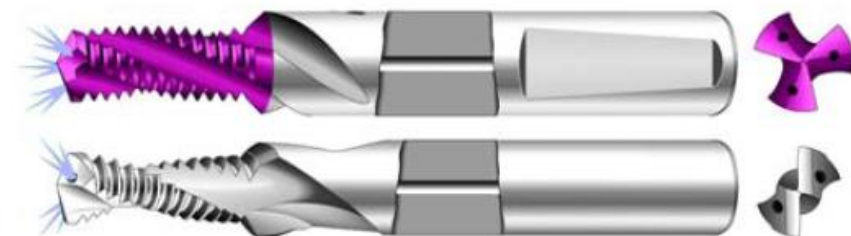


Cyklus frézování závitu frézou BGF - Monolitní vrtací závitové frézy BGF



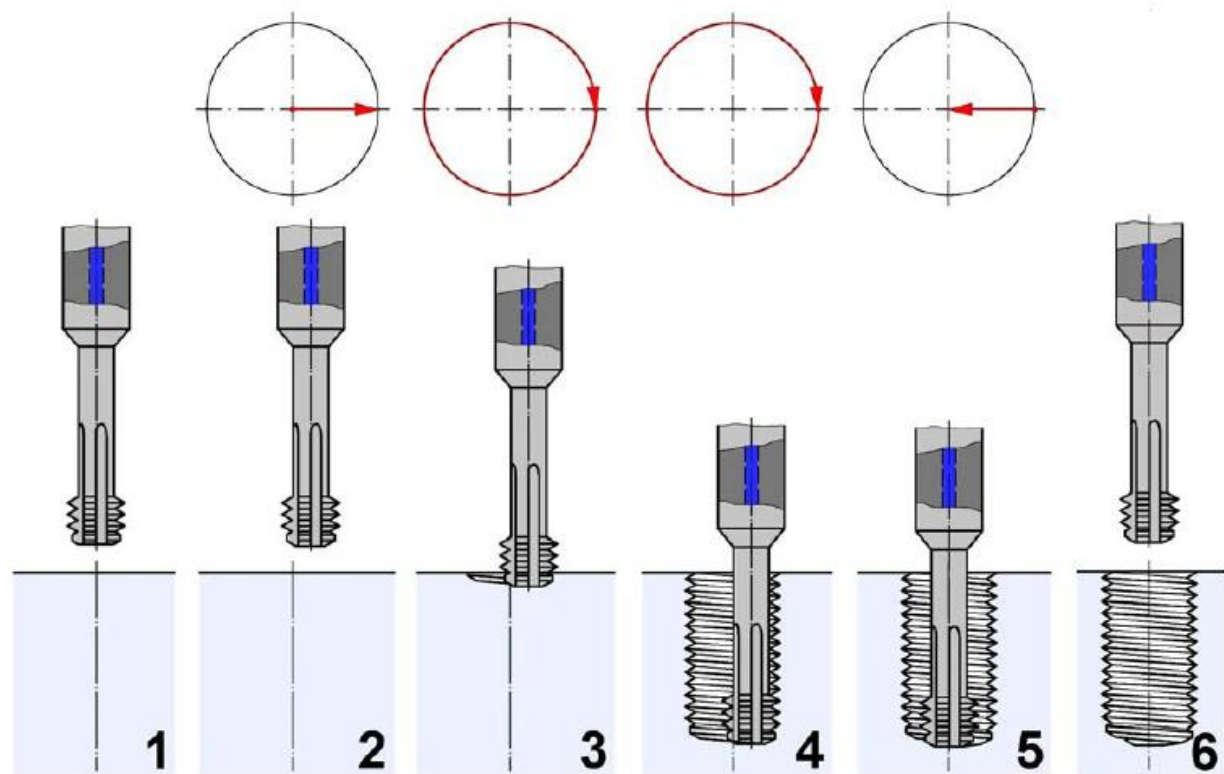
V průběhu jednoho pracovního cyklu - tři různé úseky bez výměny nástroje

- vrtání díry,
- sražení hrany,
- frézování závitu,



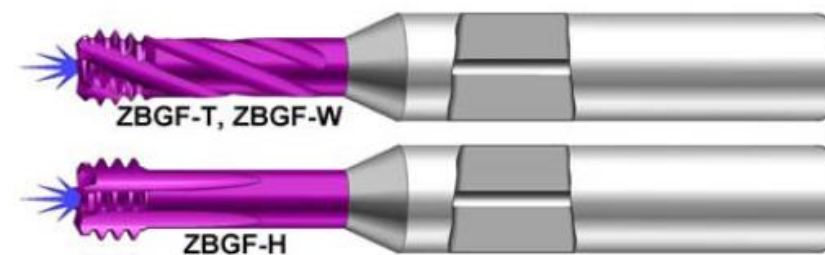
Obr. 5.13 Monolitní SK vrtací závitové frézy BGF firmy Emuge-Franken

Cyklus frézování závitu frézou ZBGF



- 1 - Najetí nástroje do výchozí polohy (na střed díry)
- 2 - Stranové najetí do počátečního bodu
- 3, 4 - Frézování závitu
- 5 - Stranové vyjetí
- 6 - Návrat nástroje do výchozí polohy (případné sražení hrany)

- kruhové interpolace,
- do plného materiálu
- až do 62 HRC



Obr. 5.15 Monolitní SK vrtací závitové frézy ZBGF firmy Emuge-Franken

Typy závitování od Walter



1._ORBITÁLNÍ ZÁVITOVÁ FRÉZA TMO A TMO HRC

- závitová fréza ze slinutého karbidu s povlakem TiCN a TAX
- pro mimořádně malé závity od M1,6
- TMO HRC speciálně pro kalené materiály až do 65 HRC od M2

2._ZÁVITOVÁ FRÉZA TM A TMC

- závitová fréza ze slinutého karbidu pro univerzální použití až do stoupání 3 mm s povlakem TiCN
- v jednom úkonu lze vytvářet závity se sražením hrany (TMC) do stoupání 2 mm

3._ZÁVITOVÁ FRÉZA S VYMĚNITELNÝMI BŘITOVÝMI DESTIČKAMI

- pro velké závity od < M20
- jedno- a dvoubřítý držák pro dvojnásobnou rychlost posuvu

4._VRTACÍ ZÁVITOVÁ FRÉZA TMD

- vrtání, zahlubování a frézování závitů v jednom úkonu
- třibřítý nástroj ze slinutého karbidu pro vysoké posuvy s malým opotřebením na břit
- s povlakem NHC pro obrábění hliníku a povlakem TAX pro šedou litinu

5._PARADUR® HSC

- závitník z mikrozrného slinutého karbidu a se speciální geometrií pro závity do slepých otvorů do oceli až do 55 HRC
- s vnitřním chlazením a povlakem TiCN

6._PARADUR® HSC

- závitník z mikrozrného slinutého karbidu a se speciální geometrií pro závity do slepých otvorů do oceli až do 55 HRC
- s vnitřním chlazením a povlakem TiCN

7._PARADUR® ECO HT

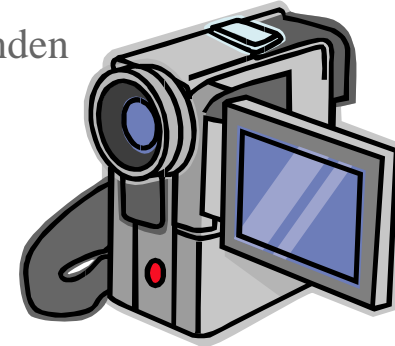
- závitník HSS-E-PM pro závity do slepých otvorů k univerzálnímu použití
- nástroj s povlakem THL je mimořádně vhodný při nepříznivé tvorbě třísky a u obtížně obrobitelných materiálů
- mimořádně hospodárny při mokřém a suchém obrábění

8._PROTOTEX® ECO HT

- závitník HSS-E-PM pro otvory do průchozích otvorů k univerzálnímu použití
- povlak TiN a THL pro dlouhou životnost

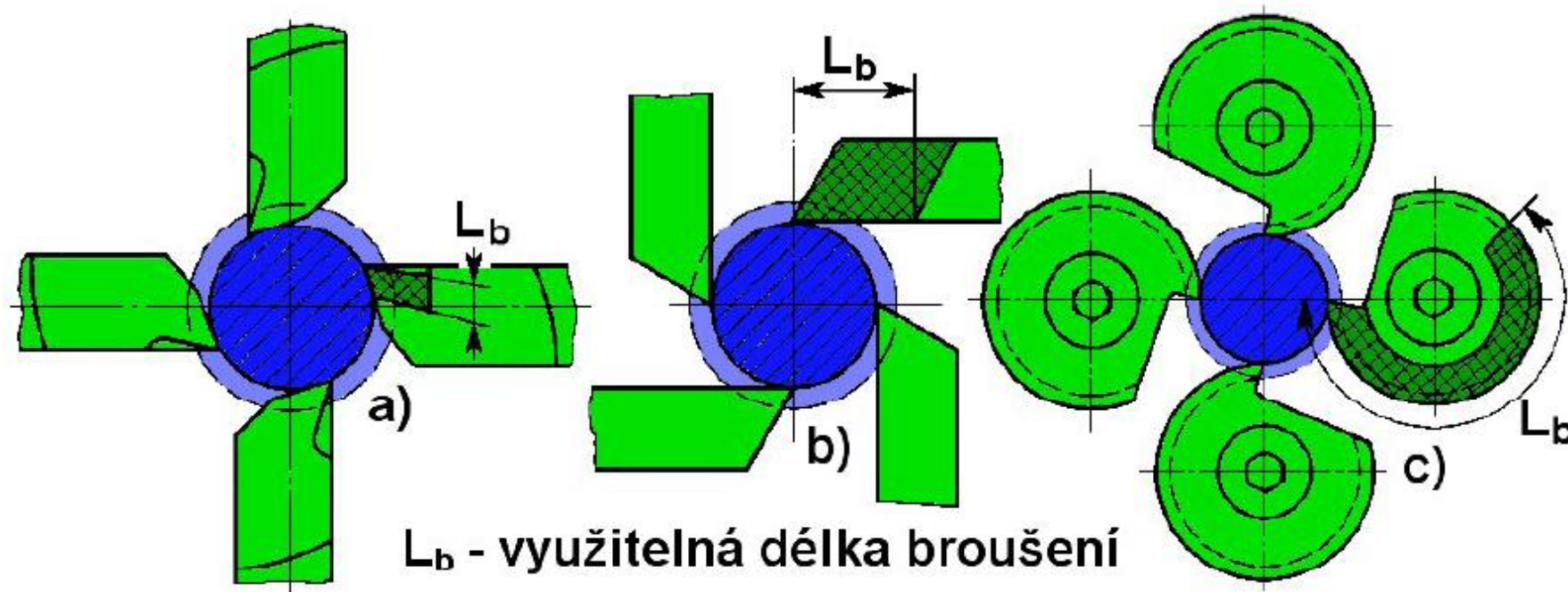
Závitování – firma Walter

Video - Walter Prototyp Threading Paradur Eco Plus High performance tap Gewinden



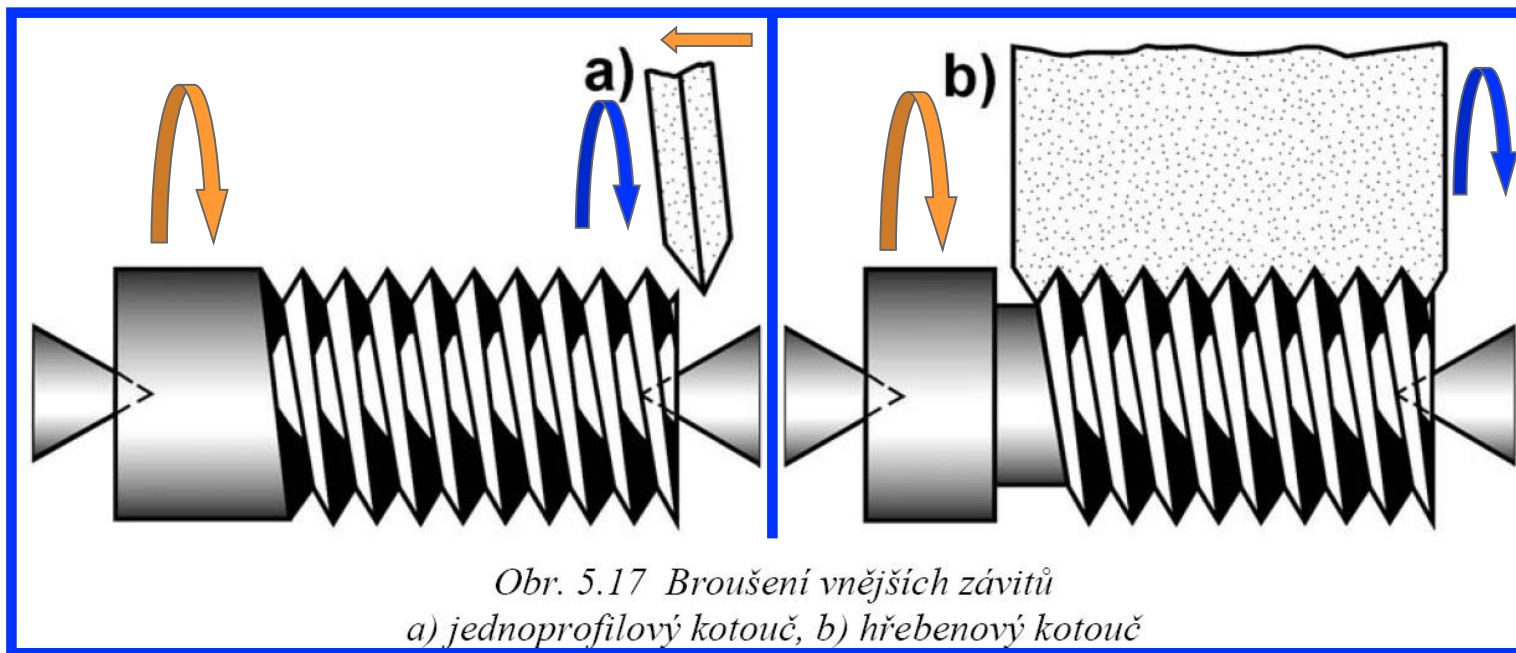
Závitové hlavy

- Čelisti radiální hlavy - do M60.
- Čelisti tangenciální hlavy - do M64.
- Závitové hlavy s kotoučovými noži



Obr. 5.3 Princip nožových hlav
a - radiální čelisti, b - tangenciální čelisti, c - kotoučové nože

Broušení závitů



- Před vlastním broušením jsou kotouče tvarovány a ohrnovány,
 - Jednoprofilové - diamantovými ohrnováči,
 - Hřebenové - tvarovacími kladkami.
- Jednoprofilový kotouč je vykloněn o úhel stoupání závitu, nastaven na plnou hloubku závitu. Obrobek se otáčí a posouvá v axiálním směru o délku stoupání závitu na jednu otáčku obrobku.
 - ✓ závitů nejvyšší přesnosti (např. závitové nástroje a měřidla, upnuté mezi hroty), od průměru 25 mm.
 - ✗ malá produktivita.
- Hřebenový kotouč se postupně k obrobku přisouvá v radiálním směru, na plnou hloubku profilu závitu. Obrobek se přitom otáčí a posouvá v axiálním směru o jednu rozteč závitu na jednu otáčku.



Tváření závitů

Válcování - nejproduktivnějším způsob výroby vnějších závitů,

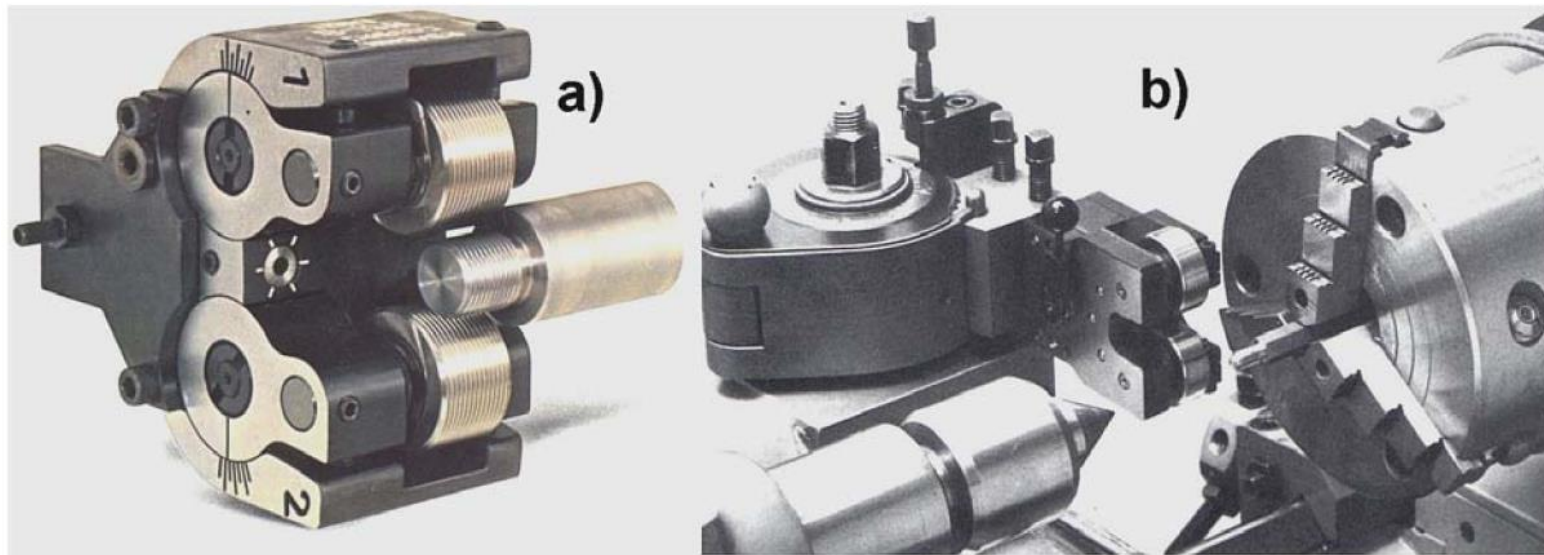
- **plochémi čelistmi**

- dvě kalené čelisti (pro každé stoupání se používá jiná dvojice), horní je pohyblivá.
- nepřesné pro běžné spojovací šrouby.

- **kotoučovými čelistmi** - častější použití

- **radiální způsob** - dva poháněné kotouče

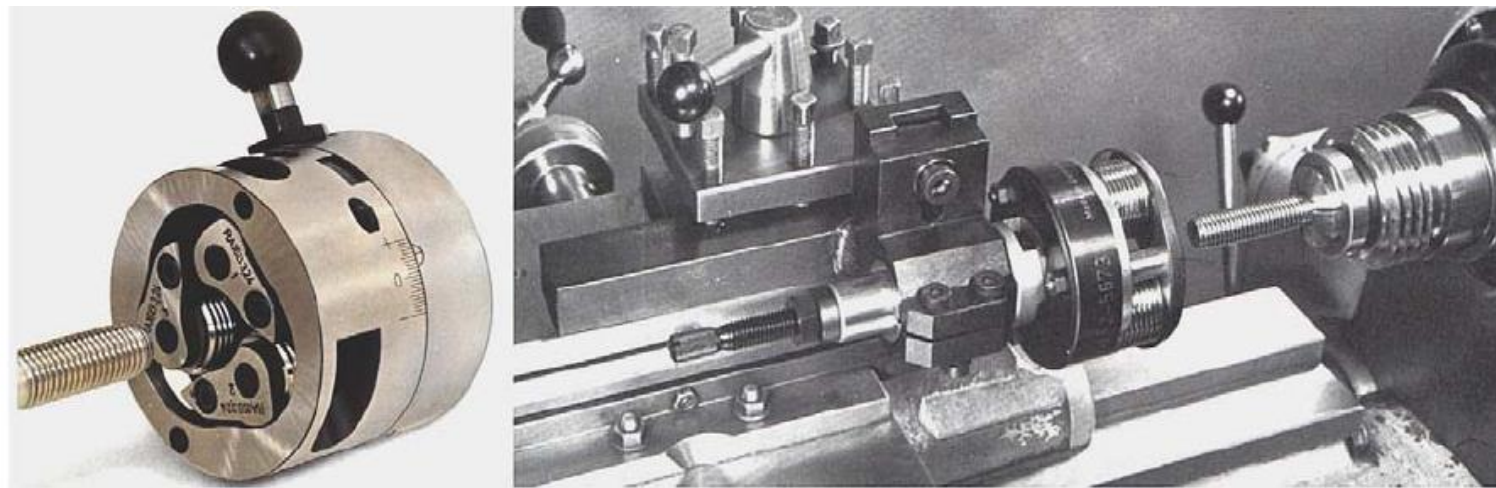
- speciální stroje umožňují válcovat šrouby s normálním a plochým závitem, případně i jiné profily,



Obr. 5.18 Radiální způsob válcování závitu

a) hlava s kotoučovými čelistmi, b) sestava stroj - nástroj - součást

- **axiální způsob** - tři volně otočné kotouče (vzájemně přesazených o 1/3 stoupání závitu), jejichž osy jsou:
- mimoběžné,
 - skloněné k ose polotovaru o úhel stoupání závitu,
 - rovnoběžné.
- na obvodu negativ profilu závitu v uzavřených okruzích,
 - náběhové plochy jsou kuželovitě sraženy (stejně sražení má i polotovar)
 - vzájemná poloha kotoučů se nemění,
 - polotovar se otáčí a je vtahován mezi válcovací kotouče,
 - lze využít revolverové a automatické soustruhy.



Obr. 5.19 Axiální způsob válcování závitu
a) hlava s kotoučovými čelistmi, b) sestava stroj - nástroj - součást

Použitá literatura:

- [1] HUMÁR, A.: Technologie I, Technologie obrábění – 2. část, Interaktivní multimediální text pro bakalářský a magisterský studijní program, VUT Brno, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie, 2004.
- [2] Bumbálek: Vysoce přesné metody obrábění a jejich fyzikální podstata, VUT Brno, 2004.
- [3] KŘÍŽ, R., VÁVRA, P. a kolektiv. Strojírenská příručka, 7. svazek. Praha: SCIENTIA, s.r.o., pedagogické nakladatelství. 1996. ISBN 80-7183-024-0. 216 s.
- [4] HUMÁR, A., PÍŠKA, M. Technologie vrtání. MM Průmyslové spektrum - Speciální vydání, Zář 2004. ISSN 1212-2572. s.52-62.
1. [AB Sandvik Coromant. Hlavní katalog 2008 – soustružení, frézování, vrtání, vyvrtávání, upínání nástrojů, Elanders, Švédsko.](#)
 2. SANDVIK COROMANT. Soustružnické nástroje. 2020. 696 s. Dostupné: <https://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/downloads?filter=%7B%22refiners%22:%7B%22languages%22:%5B%22cs-cz%22%5D,%22categories%22:%5B%5D%7D%7D>
 3. FINAL TOOLS a.s., výrobce výstružníků, 2023 [online], [cit. 2023-07-15] Dostupné na: <https://www.finaltools.cz/produkty-a-reseni/standardni-nastroje/>
 4. EMUGE-FRANKEN, výrobce řezných nástrojů. 2023 [online], [cit. 2023-10-23] Dostupné na: <https://emuge-franken.cz/vrtani-a-zavitovani/>
 5. EMUGE-FRANKEN, výrobce řezných nástrojů, katalog závitové frézy 2023 [online], [cit. 2023-10-23] Dostupné na: <https://emuge-franken.cz/vrtani-a-zavitovani/>
 6. SANDVIK COROMANT, výrobce řezných nástrojů. 2023 [online], [cit. 2023-11-10] Dostupné na: <https://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/threading/tapping/how-to-choose-tap-type>
 7. NAREX, výrobce závitníků. Katalog Narex 28 2021. 2023 [online], [cit. 2023-11-10] Dostupné na: <https://www.narexd.cz/o-nas/ke-stazeni/>
 8. ISCAR, výrobce řezných nástrojů. 2023 [online], [cit. 2023-12-08] Dostupné na: <https://www.iscar.com/eCatalog/Family.aspx?fnum=417&mapp=IS&GFSTYP=M&srch=1>
 9. ALBA precision, spol. s r.o. dodavatel upínacích přípravků pro závitování. 2023 [online], [cit. 2023-12-08] Dostupné na: <http://albaprecision.cz/cz/portal/produkty/bilz/zavitova-pouzdra/>
 10. SOLFRONK, Pavel. Teorie a technologie zpracování plechů. [online]. [cit. 2014-05-21]. Dostupné na: http://www.techno-mat.cz/data/katedry/ksp/KSP_TZP_PR_02_CZE_Solfronk_Tribologie_a_maziva_v_automobilovem_prumyslu.pdf
 11. MAPAL, výrobce řezných nástrojů. 2023 [online], [cit. 2023-12-15] Dostupné na: <https://mapal.com/en-int/sectors-solutions/die-mould>.
 12. MAPAL. *Kompetenz – Aussteuerwerkzeuge und Plandrehköpfe*. Katalog. V1.0.0. 35 s.

Děkuji za pozornost

prof. Ing. Marek SADÍLEK, Ph.D.

A 1009, tel: 4475

marek.sadilek@vsb.cz

<http://www.346.vsb.cz/>

Toto dílo je licencováno pod [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 



Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU



Národní
plán
obnovy

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Transformace formy a obsahu vysokoškolského vzdělávání na VŠB-
TUO

NPO_VŠB-TUO_MSMT-16605/2022