



**Lesnická
a dřevařská
fakulta**

6. 6. 2018, Brno

Připravil:

doc. Ing. Zdeněk Kopecký, CSc.

Frézy a hoblovací hlavy

Předmět: Nástroje a procesy obrábění

Mendelova
univerzita
v Brně

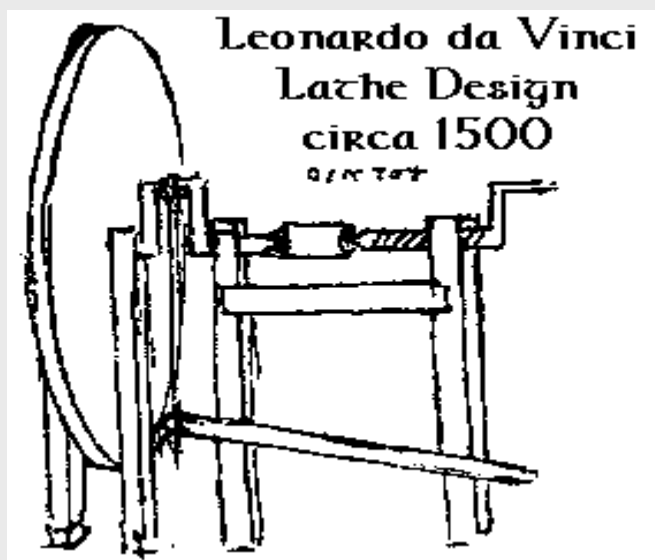


Obsah přednášky

Úvod

1. Rozdělení frézovacích nástrojů
2. Válcové frézování
3. Profilové a kuželové frézování
4. Čelní frézování

Úvod - historie

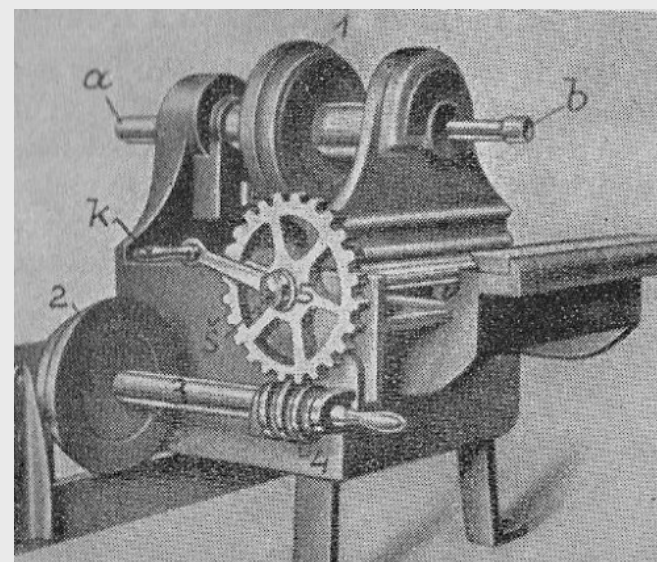


- Nejstarší záznamy o frézovacích (soustružnických) strojích v technických návrzích pochází z přelomu 15. a 16. století od Leonarda da Vinci, viz. obr. 1.
- Roku 1777 byla vynalezena rovinná frézka s otáčejícím se nožovým hřídelem a v roce 1793 byl patentována rotující frézovací hlava (válec). Následně roku 1806 byla poprvé v Londýně použita frézka na dřevo (patent Brunel).

Jedna z nejstarších frézek 1818 měla již všechny základní části současných frézek. Její stojan byl ovšem velmi nízký, byl zhotoven ze dřeva a byl podepřen, tenkými litinovými nohama.

*Hlavní rotační pohyb byl přiváděn na vřeteno v místě *a*, kde byl nasazena řemenice. Fréza byla upevněna v místě *b*.*

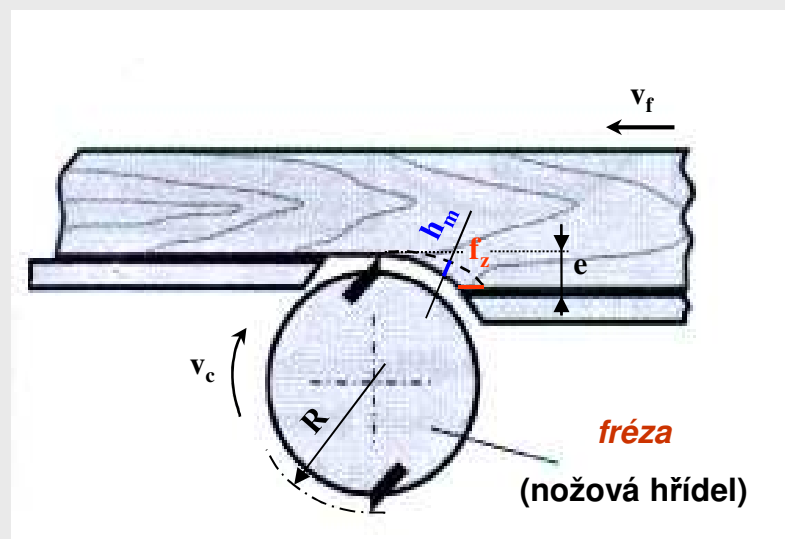
Pohyb obrobku byl odvozen od vřetena. Z kotouče 1 vedla šňůra na kotouč 2, nasazený na předlohovém hřídeli 3. Z tohoto hřídele se převáděl šroubovým soukolím (šroubem 4 a šroubovým kolem 5) na ozubené kolo Š (stůl není vyobrazen).



Frézování - hoblování

- *Po řezání, druhá nejvíce frekventovaná technologická operace*
- *Otevřené řezání – šířka nástroje je větší než je šířka obráběného materiálu*
- *Jedno a více hřídelové frézky*
- *Nástroj může být součástí stroje (srovnávačky, tloušťkovačky)*
- *Samostatný frézovací nástroj (čtyřstranné frézky)*

Úvod - definice



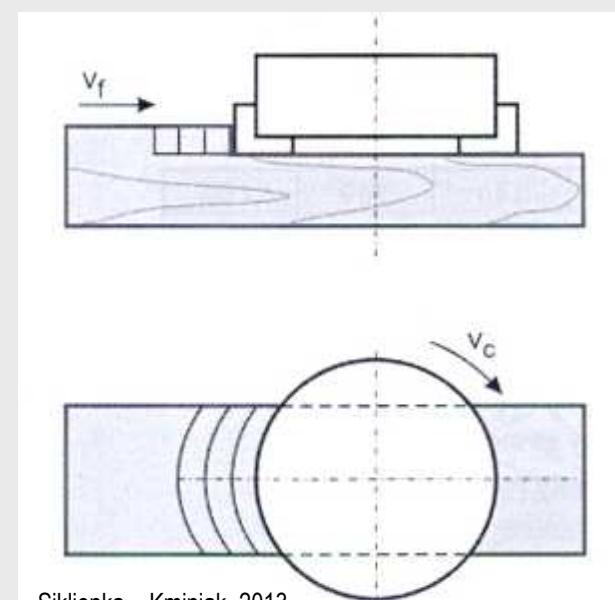
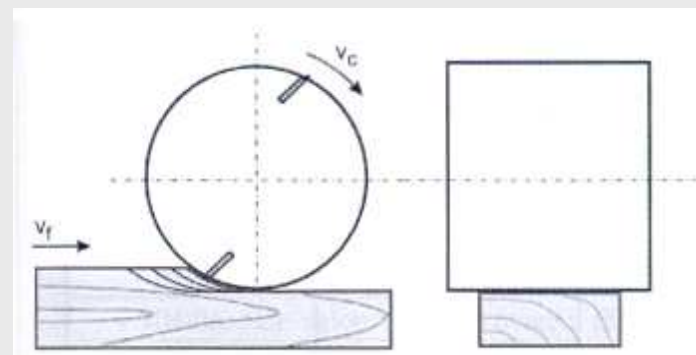
- Frézování je způsob obrábění, při kterém nositelem hlavního rotačního řezného pohybu je nástroj zvaný – **fréza**, nositelem posuvu je obrobek.
- Frézovat je možné rovinné nebo zakřivené plochy, drážky, ozubení, závity a jiné.

- Z obrobku je frézována vrstva o tloušťce e s cykloidním indikovaným řezným pohybem se střední tloušťkou třísky h_m v mezích $0 < h_m < f_z$.
- f_z – posuv obrobku na zub (nůž) frézy (frézovací hlavy, nožového hřídele).

Úvod – metody frézování

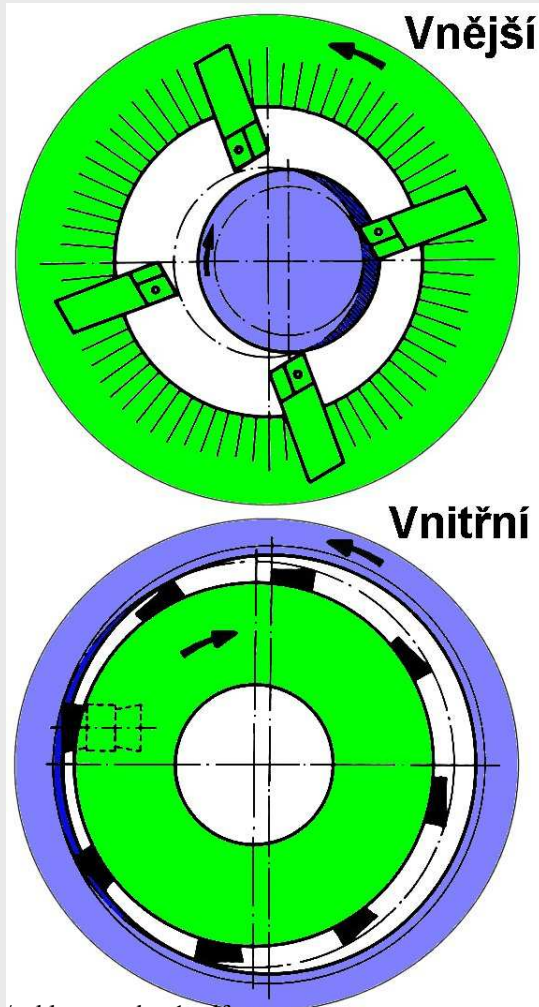
Z hlediska technologie je rozlišováno:

- a) **Válcové frézování** (*frézování obvodem nástroje – válcová nebo tvarová fréza. Osa otáčení nástroje je rovnoběžná s obráběnou plochou*)
- b) **Čelní frézování** (*frézování čelem nástroje – nástrojem je čelní fréza, která má řezné hrany na čele i na obvodovém plášti. Osa otáčení nástroje je kolmá k obrobenému povrchu.*) Od těchto základních typů frézování je dále odvozeno:
- c) **Frézování okružní**
- d) **Planetové frézování**



Úvod – okružní frézování

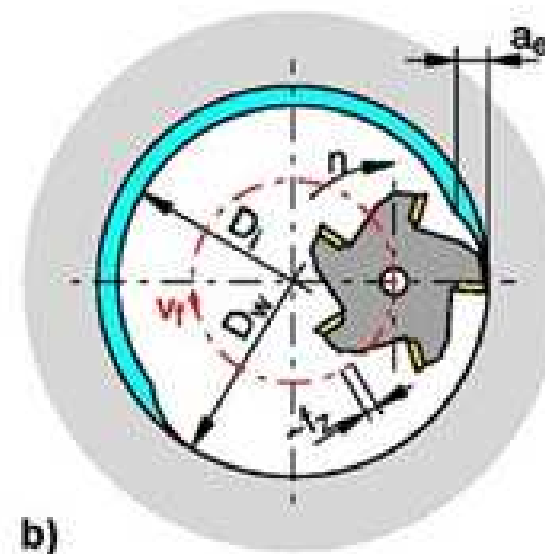
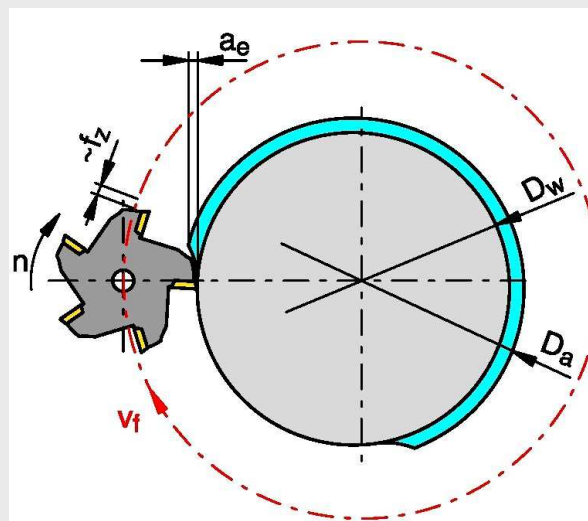
c) **Okružní frézování**
(Nástrojem je frézovací hlava osazená noži. Tento způsob frézování se využívá při obrábění např. dlouhých válcových tyčí a též při výrobě závitů)



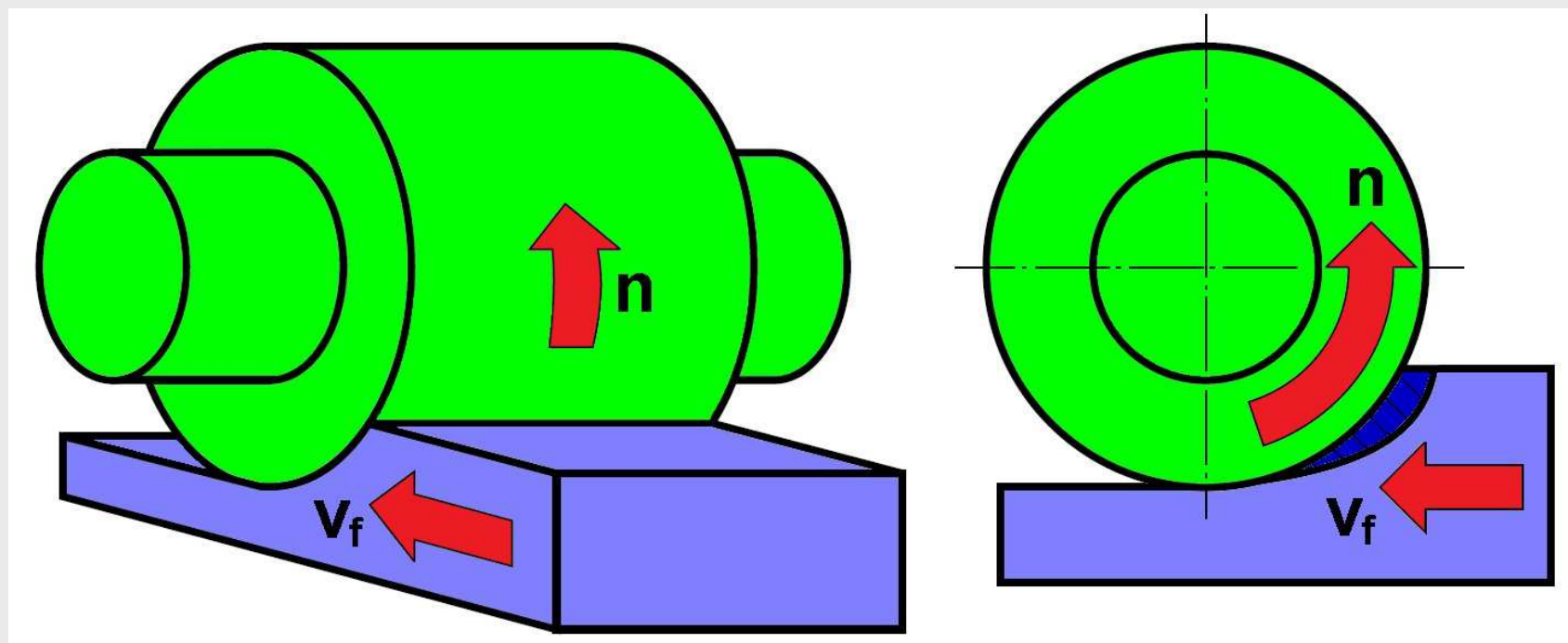
Hlava pro vnější okružní frézování na univerzálním soustruhu

Úvod – planetové frézování

d) Planetové frézování (je realizováno především na CNC strojích vybavených kruhovou interpolací. Je realizováno jako vnější nebo vnitřní (b). Pohyb frézy je řízen po kružnici, proto můžeme obrábět části nebo celé rotační plochy, kruhová zaoblení, vnější válcové výběžky a větší otvory)

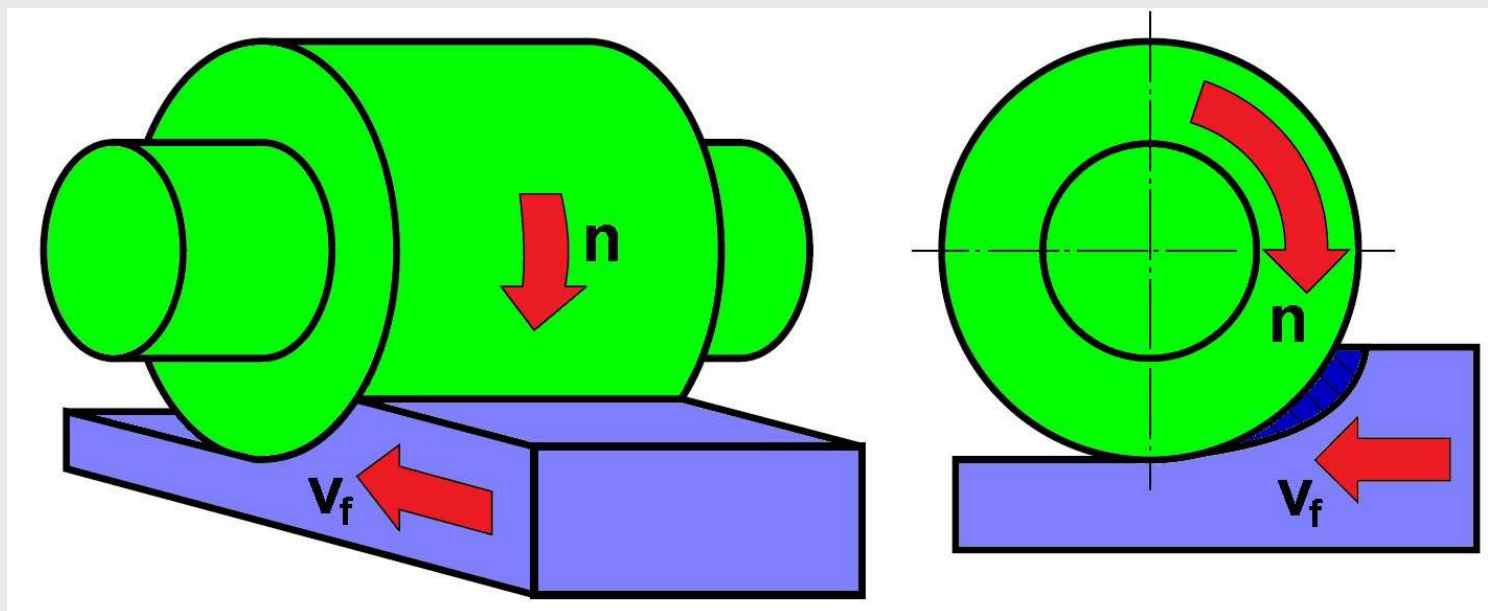


Úvod – nesousledné frézování



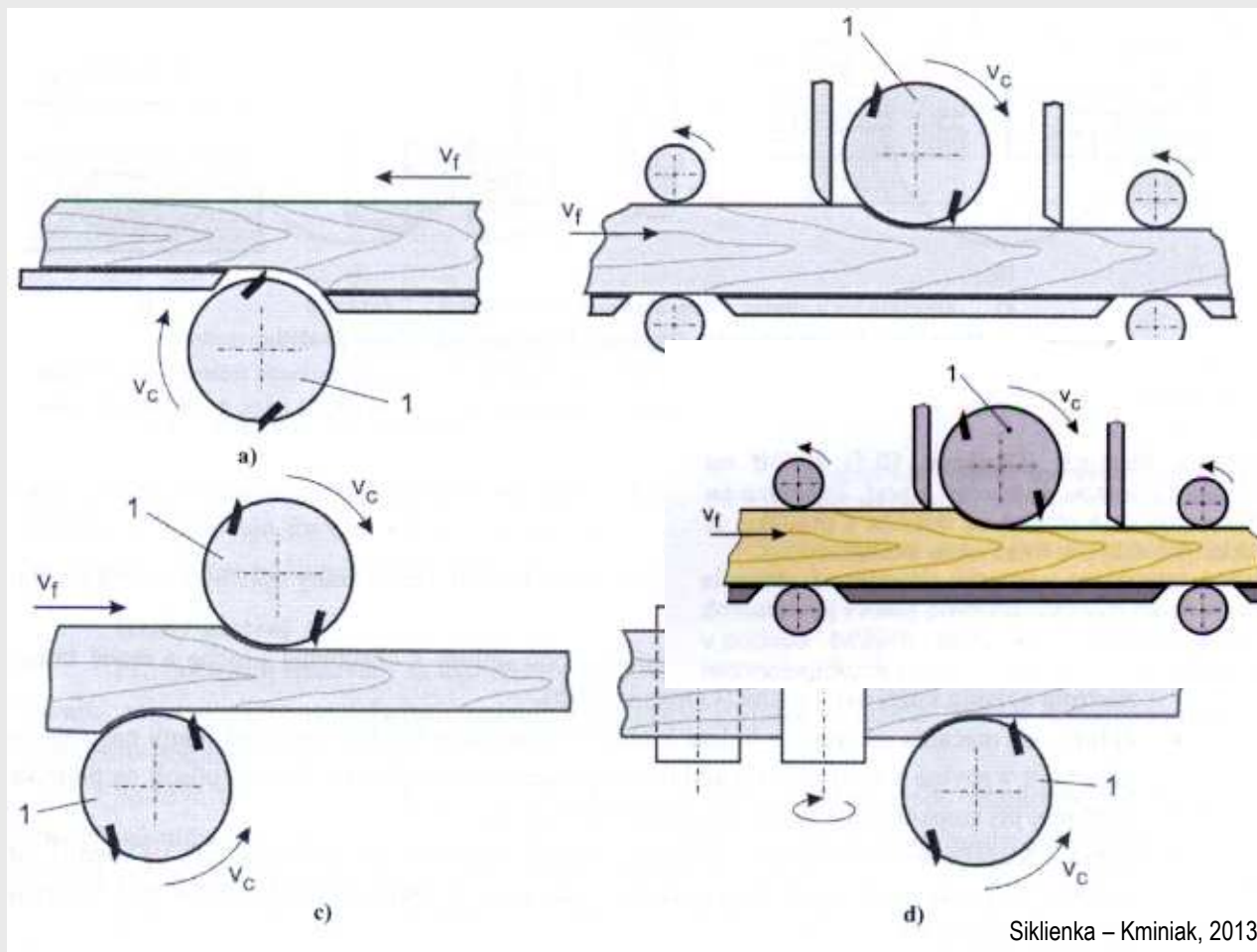
- Fréza se otáčí proti posuvu obrobku, průřez třísky se postupně zvyšuje od 0 do max. hodnoty.
- Nevýhoda: při záběru třísky od nulové hodnoty se břit nástroje „sklouzne“ po obráběné ploše, z toho vyplývá horší drsnost obrobené plochy.

Úvod – sousledné frézování



- Fréza se otáčí ve směru posuvu, průřez třísky se mění od max. hodnoty do 0.
- Nevýhodou sousledného frézování je max. rázové namáhání řezných hran při vstupu břitu nože do materiálu a vyšší spotřebovaný výkon
- Na druhé straně, je zmenšená podávací síla, protože směr hlavního řezného pohybu je sousledný se směrem podávání obrobku a lepší drsnost obrobene plochy. Řezná síla přitlačuje obrobek ke stolu, takže lze použít jednodušších upínacích přípravků.

Úvod – technologické způsoby frézování



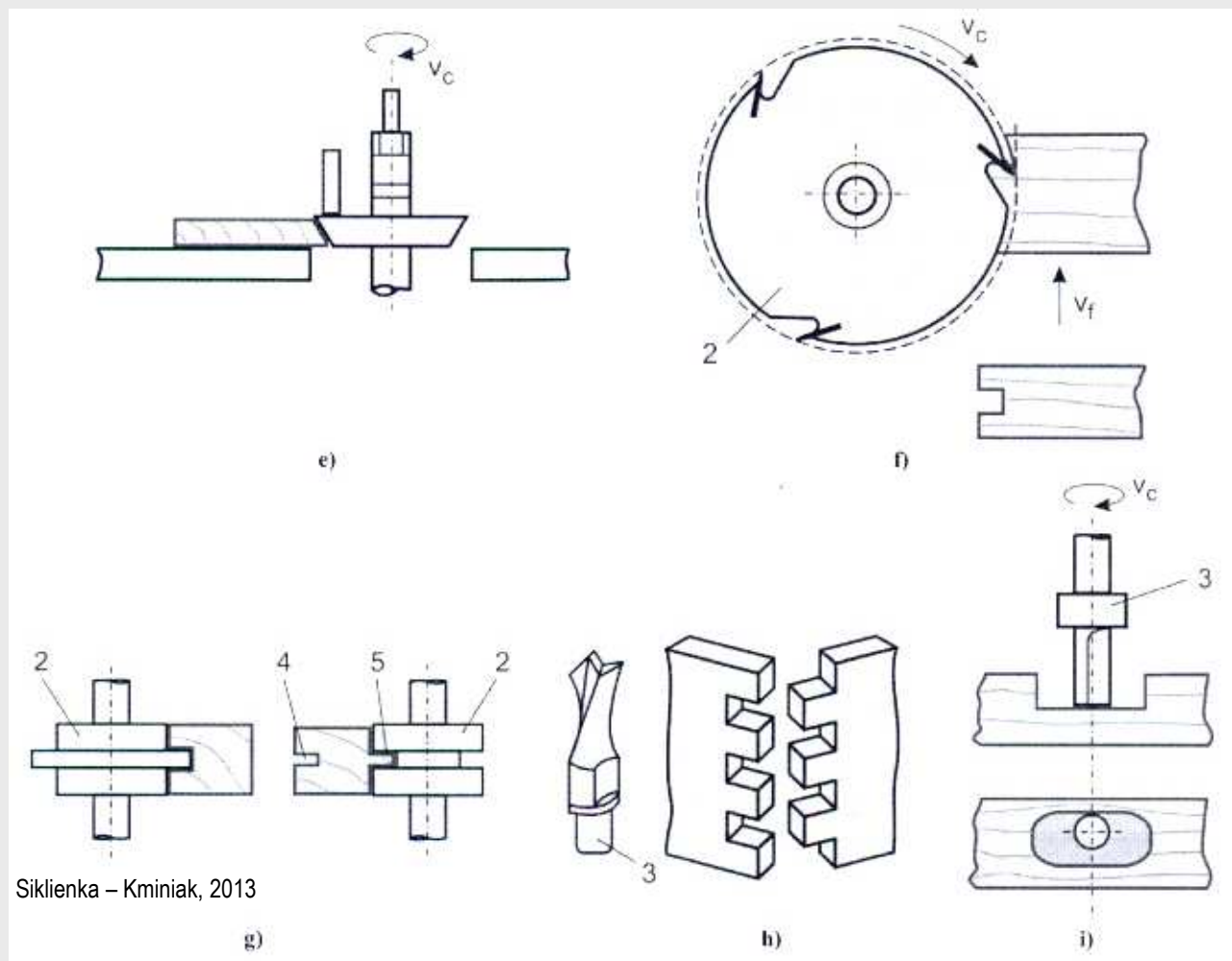
Siklienka – Kminiak, 2013

V praxi je frézování velmi rozšířenou technologií obrábění dřeva za účelem:

- Srovnávání křivých ploch (a)
- Tloušťkování jednostranné (b) a dvoustranné (c) – tloušťkové egalizace
- Čtyřstranné frézování (d)
- Vytváření různých profilů a reliéfů.
- Vytváření křivých ploch.

1 – nožový hřídel, v_c – řezná rychlost, v_f – posuvná rychlost

Úvod – technologické způsoby frézování



Siklienka – Kminiak, 2013

- Tvarové frézování (e)
- Čepování (f)
- Frézování drážky a pera (g)
- Frézování spojů rybinovou frézou (h)
- Kopírování stopkovou frézou, vytváření křivých ploch na CNC strojích (i)

2 - kotoučová fréza, 3 - stopková fréza, 4 - drážka, 5 - pero

Vzhledem k mnohostrannému uplatnění frézování v oblasti zpracování dřeva, a k velkému rozsahu technologie frézování, se v současné době používá mnoho typů fréz.

Frézy se obvykle rozdělují podle několika hledisek:

A.Konstrukce

B.Upínání

C.Účelu použití

D.Posuvu obrobku do záběru s frézou

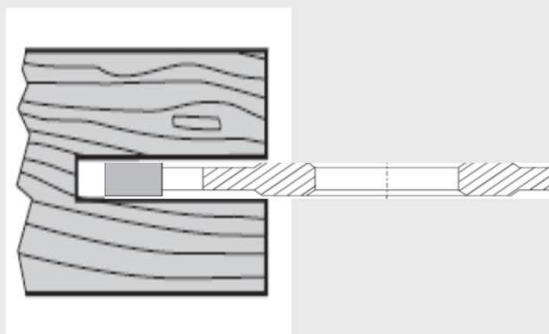
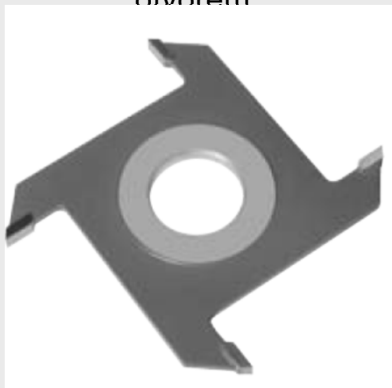
1.1 Rozdělení fréz podle konstrukce

- celistvé
- nerozebíratelně spojené
- složené
- nástrojové komplety - např. různé typy fréz ve spojení s pilovým kotoučem.

Rozdělení fréz podle konstrukce

a) Celistvé

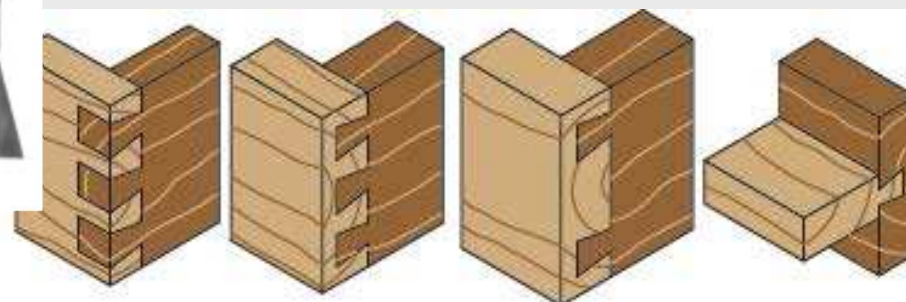
Drážkovací fréza (kružec) s
rovným hřbetem a s
kruhovým upínacím
otvorem



Stopková fréza pro cinkový
ribinový spoj

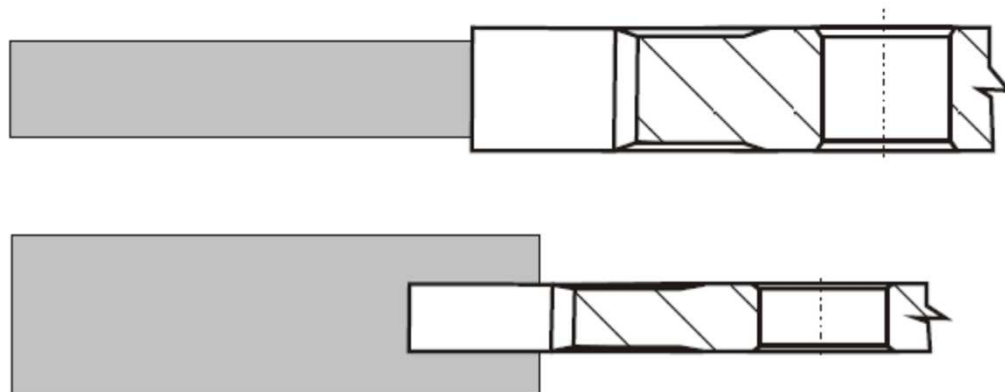


Dlabací fréza



b) S upnutými noži (zuby)





**Kompaktní drážkovací
frézy přímé se čtyřmi
pájenými břity z HS oceli.
Fréza je opatřena
omezovačem třísky. Od
šířky 20 mm je vyráběna s
předřezy.
Hokinka**



1.1 Rozdělení fréz podle konstrukce

➤ Rovinné

- Srovnávací
- Tloušťkovací

➤ Profilovací

- Spodní Frézka
- Horní frézka
- Čtyřstranná

➤ Speciální jednoúčelové

Stroje pro frézování - frézky

➤ Rovinné

- Srovnávací
- Tloušťkovací

➤ Profilovací

- Spodní Frézka
- Horní frézka
- Čtyřstranná

➤ Speciální jednoúčelové

Úvod – metody frézování z hlediska technologie

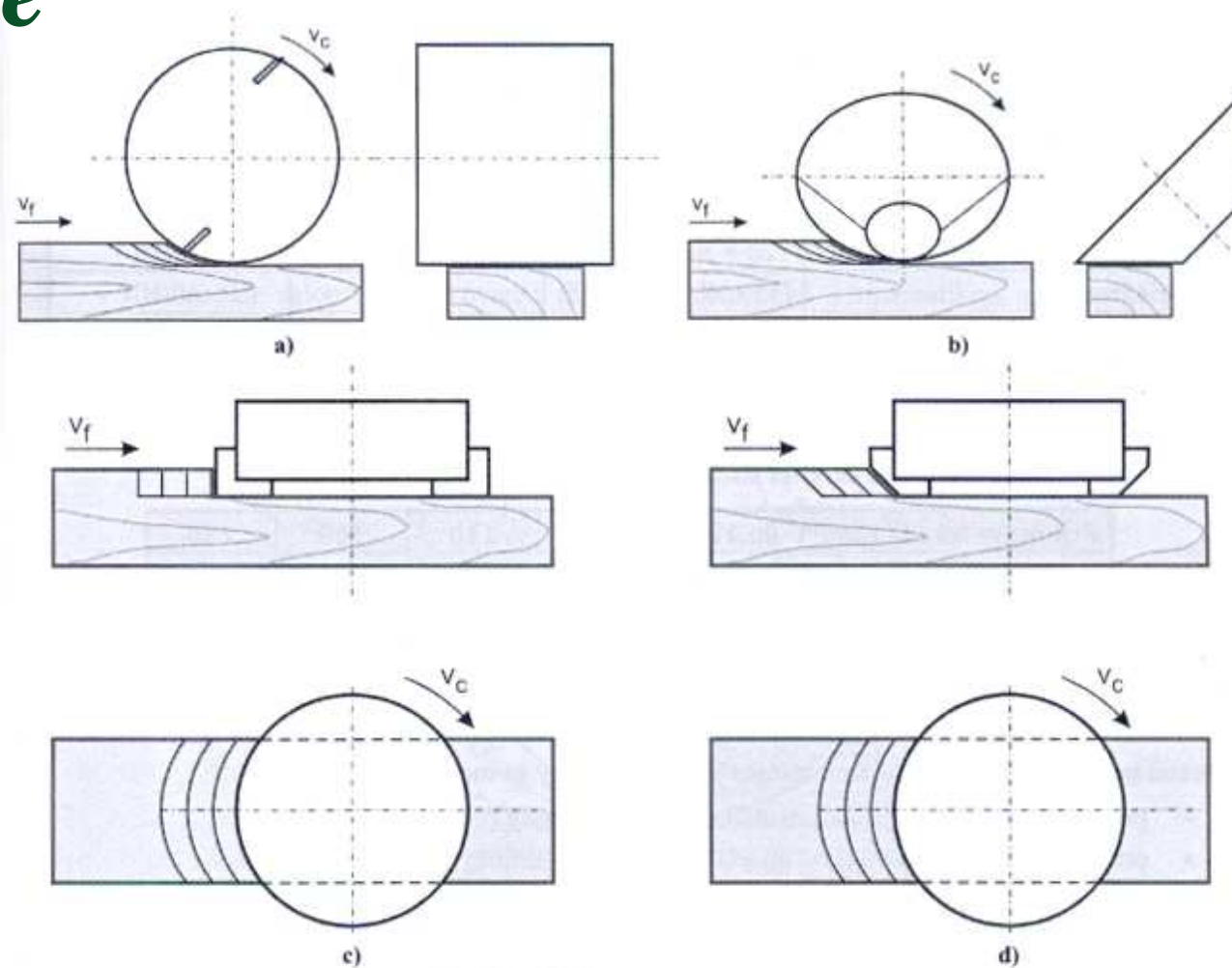
a) válcové

b) kuželové

c) čelní

d) čelní-kuželové

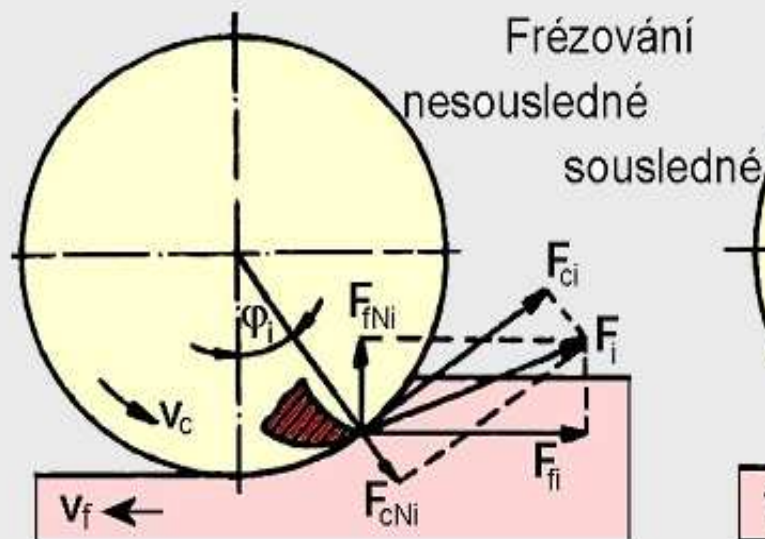
lienka – Kminiak, 2013



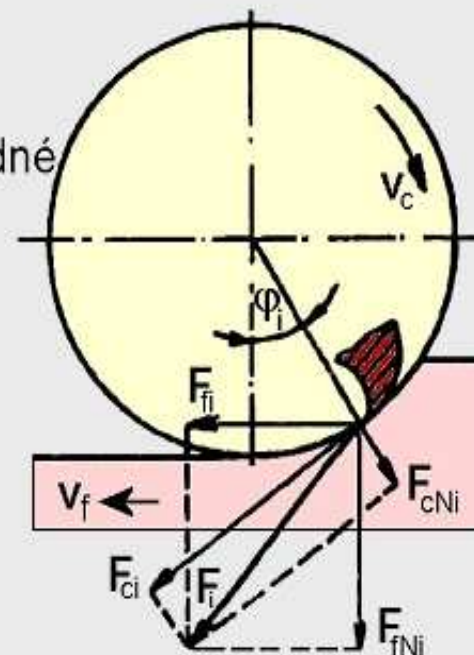
Charakteristika válcového frézování

- Kinematický proces frézování je shodný s řezáním pilovými kotouči.
- Nástroj:
 - nožový hřídel
 - nožová válcová hlava
 - celistvá kotoučová fréza
 - spirální nožové hřídele a hlavy s vyměnitelnými břitovými destičkami

Sousledné a nesousledné frézování



- Fréza se otáčí proti posuvu obrobku, průřez třísky se postupně zvyšuje od 0 do max. hodnoty
- Nevýhoda: při záběru třísky od nulové hodnoty se břit nástroje „sklouzne“ po obráběné ploše, z toho vyplývá horší drsnost obrobenej plochy.

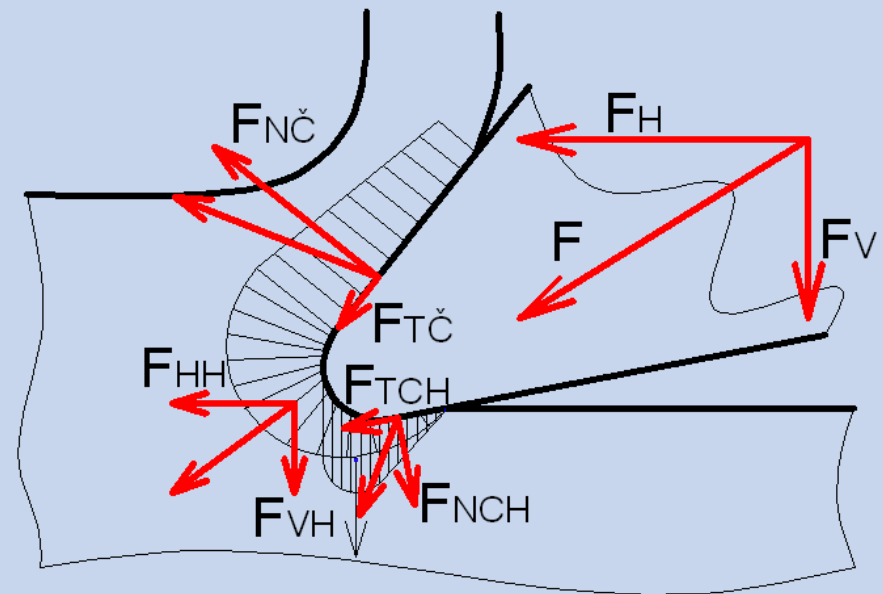
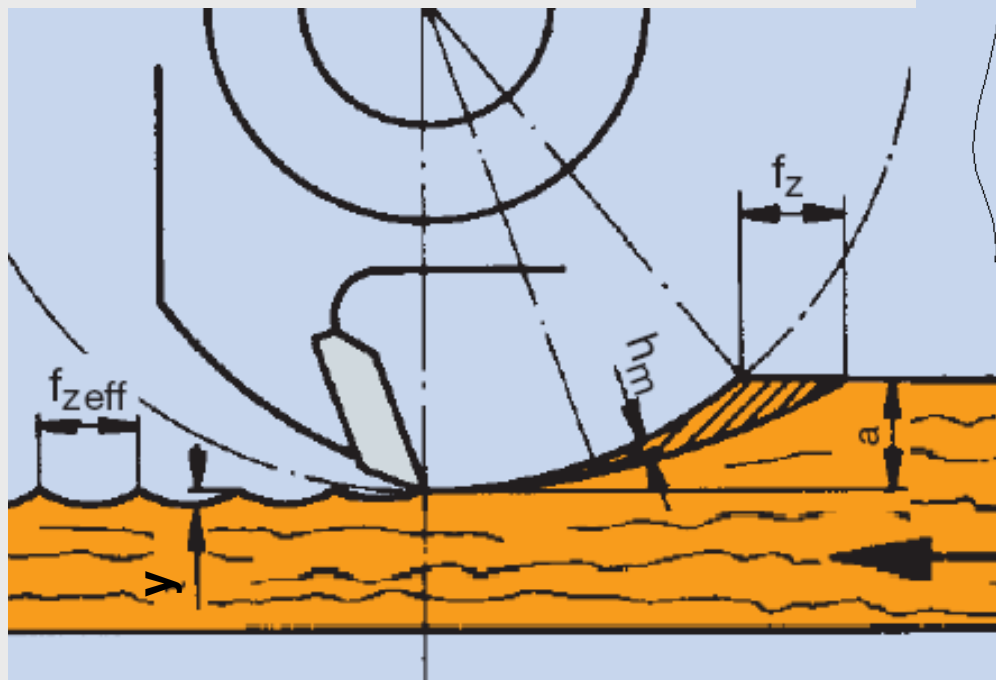


F_i – celková řezná síla F_{ci} – řezná síla F_{cNi} – kolmá řezná síla
 F_{fi} – posuvová síla F_{fNi} – kolmá posuvová síla

- Fréza se otáčí ve směru posuvu, průřez třísky se mění od max. hodnoty do 0.
- Nevýhodou sousledného frézování je max. rázové namáhání řezných hran při vstupu břitu nože do materiálu a vyšší spotřebovaný výkon
- Na druhé straně, je zmenšená podávací síla, protože směr hlavního řezného pohybu je sousledný se směrem podávání obrobku a lepší drsnost obrobenej plochy.

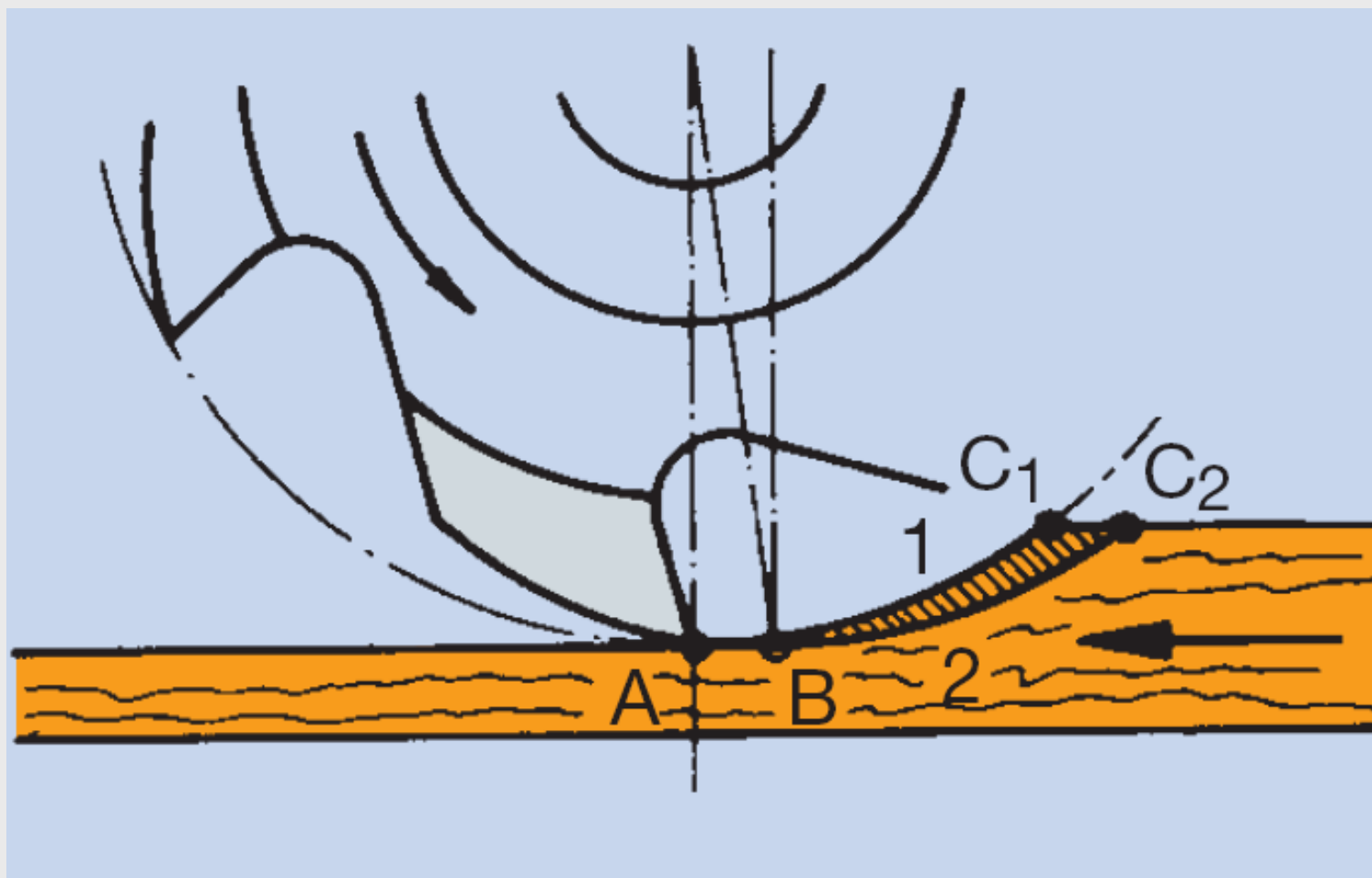
Frézování – proces řezání

$$f_z \rightarrow h_m \rightarrow f_{zef}$$



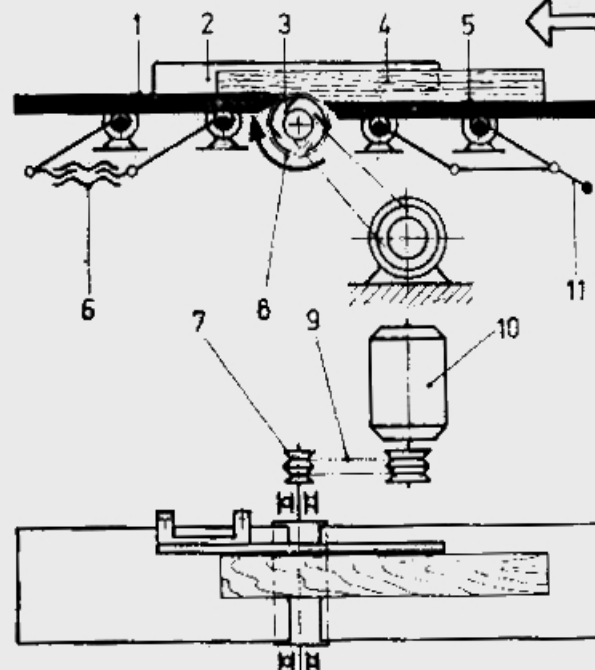
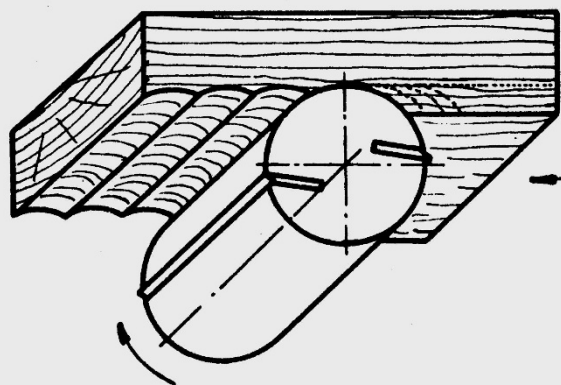
y – výška nerovnosti
podmienka minimálnej
triesky

Frézování – oddělování třísky



Rovinná srovnávací frézka

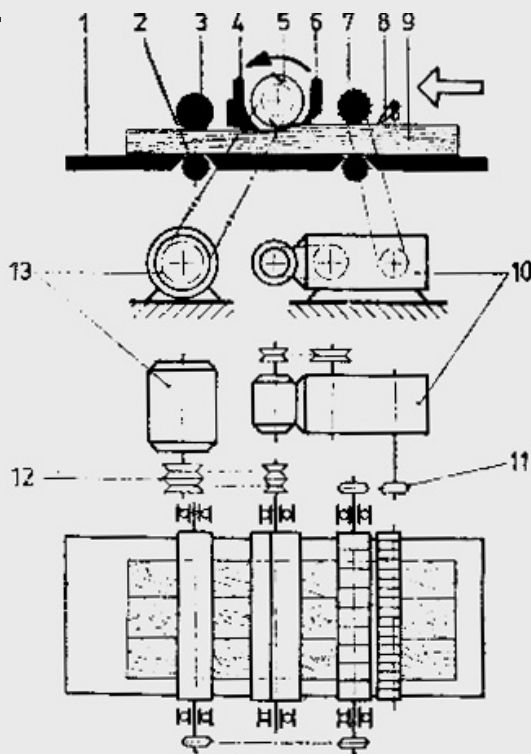
Dřevo je obráběno nožovým
hřídelem nebo kotoučem tak, aby
vznikla ucelená rovná plocha



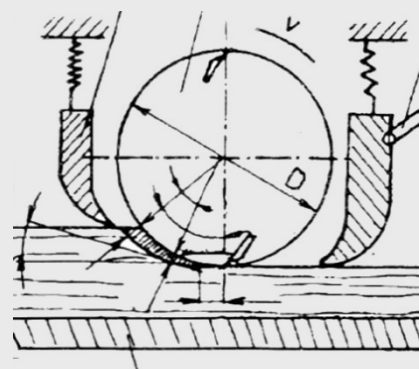
- 1 – zadní stůl,
- 2 – vodící pravítko,
- 3 – nožový hřídel,
- 4 – srovnávaný materiál,
- 5 – přední stůl,
- 6, 11 – pákový mechanismus
s výstředníky,
- 7 – klínová řemenice,
- 8 – nožová hrotnice,
- 9 – klínový řemen,
- 10 – elektromotor

Rovinná tloušťkovací frézka

Frézka, která nožovým hřídelem obrábí dřevěný dílec tak, aby získal stejnou tloušťku. Frézka je vybavena strojním posuvem obrobku.

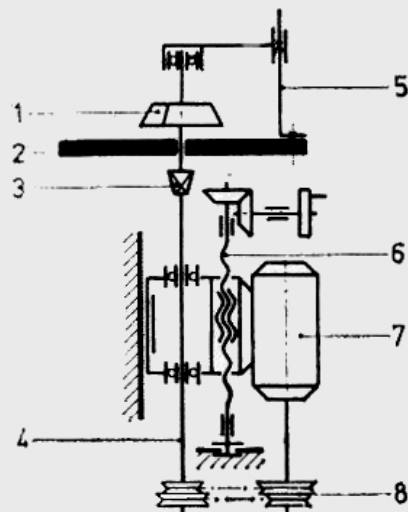
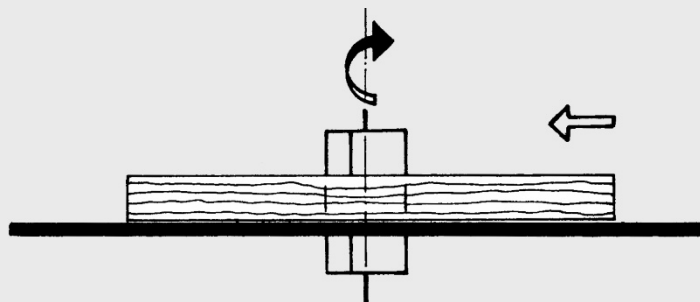


- 1 – fréza,
- 2 – stůl,
- 3 – matice vřetena,
- 4 – vřeteno,
- 5 – rameno,
- 6 – šroub suportu,
- 7 – elektromotor,
- 8 – řemenový převod

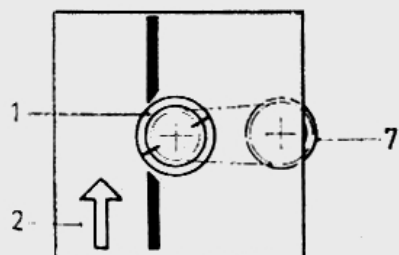


Profilovací spodní frézka

Materiál je frézován frézou upnutou na svislém vřetenu ve spodní části stroje. Frézovat je možné přímočaré i zakřivené profily

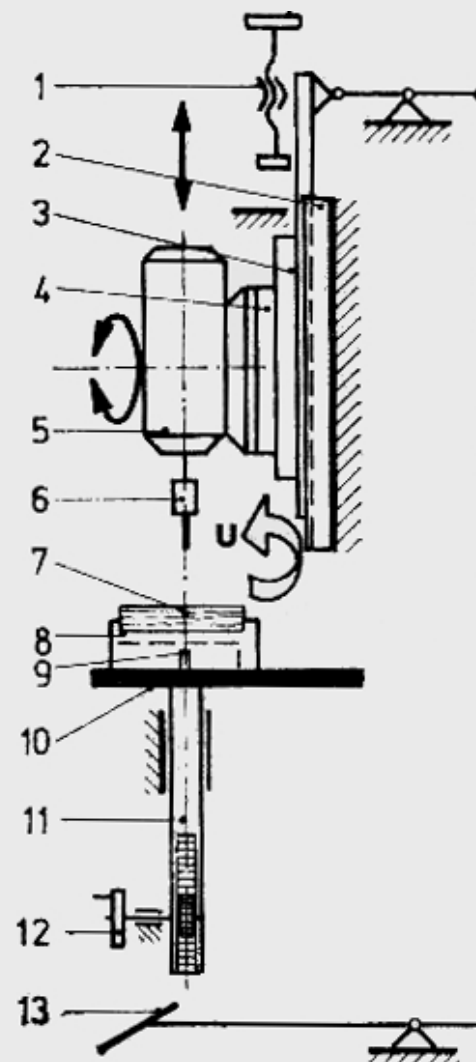


- 1 – fréza,
- 2 – stůl,
- 3 – matice vřetena,
- 4 – vřeteno,
- 5 – rameno,
- 6 – šroub suportu,
- 7 – elektromotor,
- 8 – řemenový převod



Profilovací horní frézka

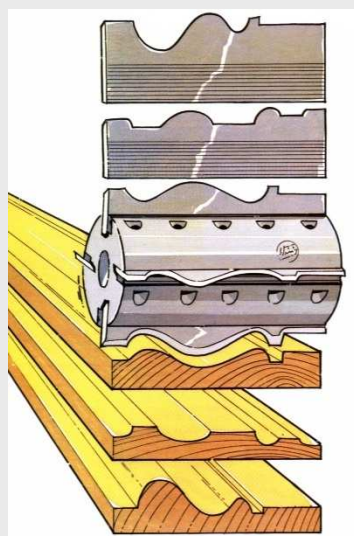
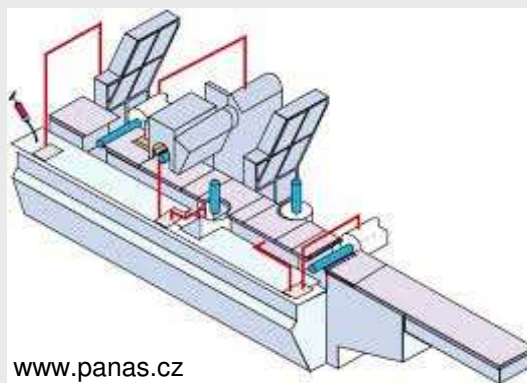
Frézka, která má pracovní hřídel s nástrojem umístěným nad pracovním stolem.



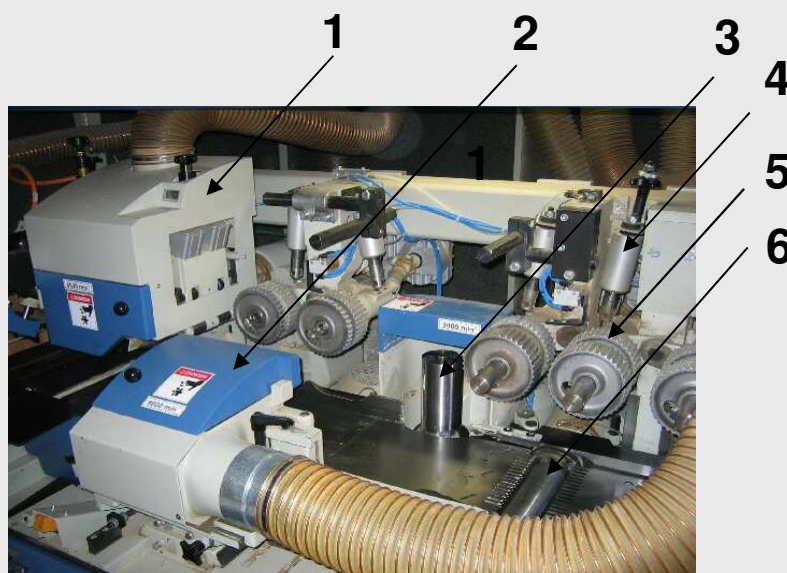
- 1 – šroub narážky suportu,
- 2 – vedení suportu,
- 3 – suport,
- 4 – otočná deska,
- 5 – elektromotor,
- 6 – vřeteno,
- 7 – obráběný dílec,
- 8 – šablona,
- 9 – vodící kolík,
- 10 – stůl,
- 11 – suport stolu,
- 12 – kolečko pro výškové nastavení stolu,
- 13 – nožní páka

Profilovací čtyřstranná frézka

Frézka, která obrábí dílce ze čtyř stran během jednoho průchodu strojem. Může být vybavena 4-mi až 6-ti vřeteny.



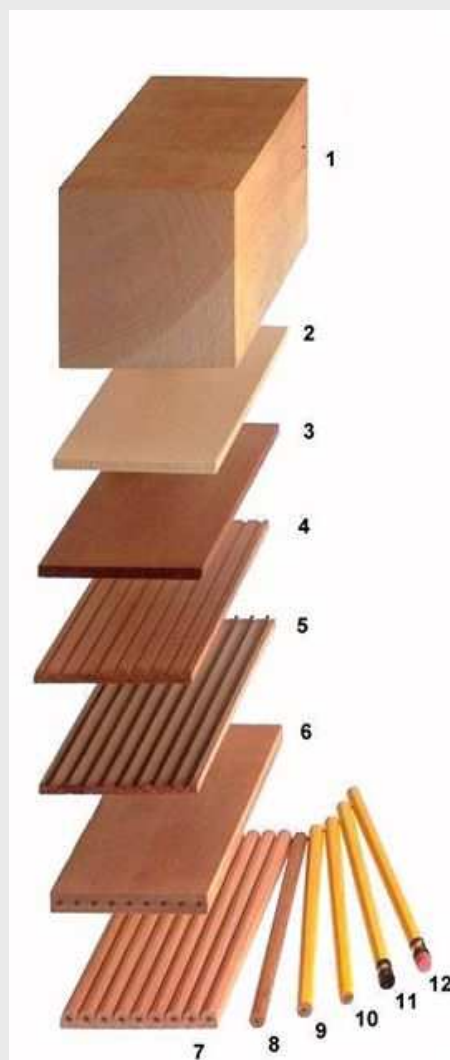
Mendelova
univerzita
v Brně



- 1 - zákryt horního vřetena
- 2 - zákryt levého bočního vřetena
- 3 - hřídel pravého bočního vřetena
- 4 - pneumatický válec přitlaku
- 5 - ozubený válec mechanismu podávání
- 6 - nožová hlava spodního vřetene

Speciální jednoúčelové frézky

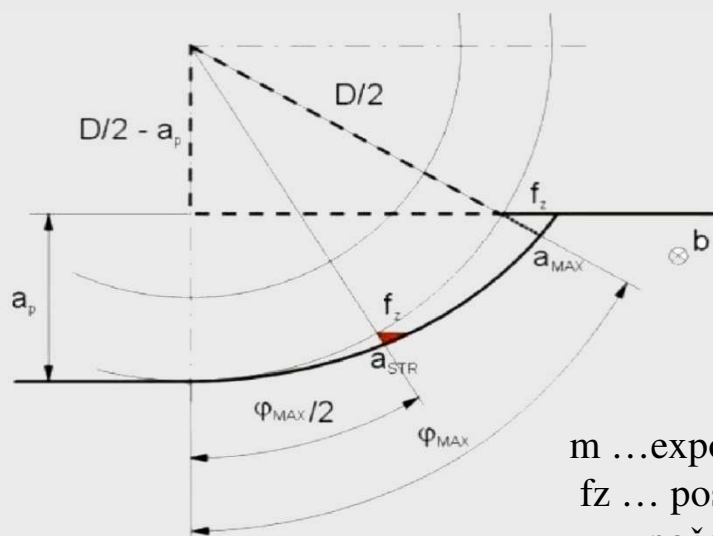
Frézka, která obrábí jen jeden obrobek s neměnnými rozměry (např. drážkovací stroj pro velkosériovou výrobu tužek).



DRÁŽKOVACÍ STROJ – (HS Maschinenbau s.r.o.)

Stroj frézuje drážky pro tuhy v připraveném sendviči.-
operace 4.

Výpočet řezné síly při frézování



$$F_c = F_{cSTR} \cdot z'$$

$$F_{cSTR} = k_c \cdot A_{DSTR}$$

$$k_c = k_{c11} \cdot (a_{str})^{-m}$$

$$a_{STR} = f_z \cdot \sin \frac{\varphi_{max}}{2}$$

$$\sin \frac{\varphi_{max}}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \varphi_{max}}{2}}$$

$$\cos \varphi_{max} = \frac{D - 2 \cdot a_p}{D}$$

$$a_{STR} = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_p}{D}}$$

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n \Rightarrow f_z = \frac{v_f}{z \cdot n}$$

$$a_{STR} = \frac{v_f}{z \cdot n} \cdot \sqrt{\frac{a_p}{D}}$$

$$A_{DSTR} = a_{STR} \cdot b$$

$$\frac{z'}{z} = \frac{\varphi_{max}}{360} \Rightarrow$$

$z' \dots$ zaokrouhlit nahoru

m ...exponent Kienzleho vztahu [-]

f_z ... posuv na zub [mm/ot]

z ... počet zubů

n ... otáčky frézy

v_f ... rychlost posuvu [m/s]

F_c ... řezná síla [N]

z' ... výpočet pro jeden zub

k_c ... měrná řezná síla [MPa]

A_D ... plocha řezu [mm²]

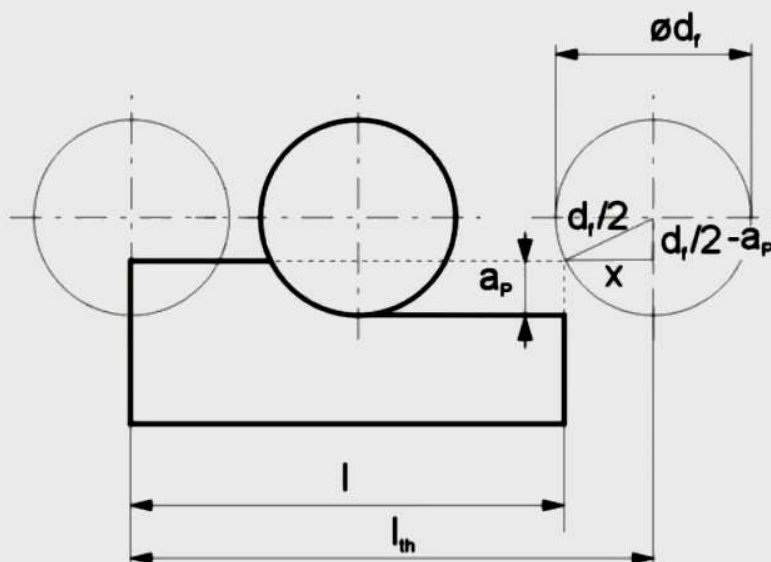
k_{c11} ...měrná řezná síla pro tloušťku třísky 1mm [MPa]

a ... tloušťka třísky střední[mm]

b ... šířka třísky [mm]

Výpočet strojního času frézovacího stroje

I. Frézování válcovou frézou



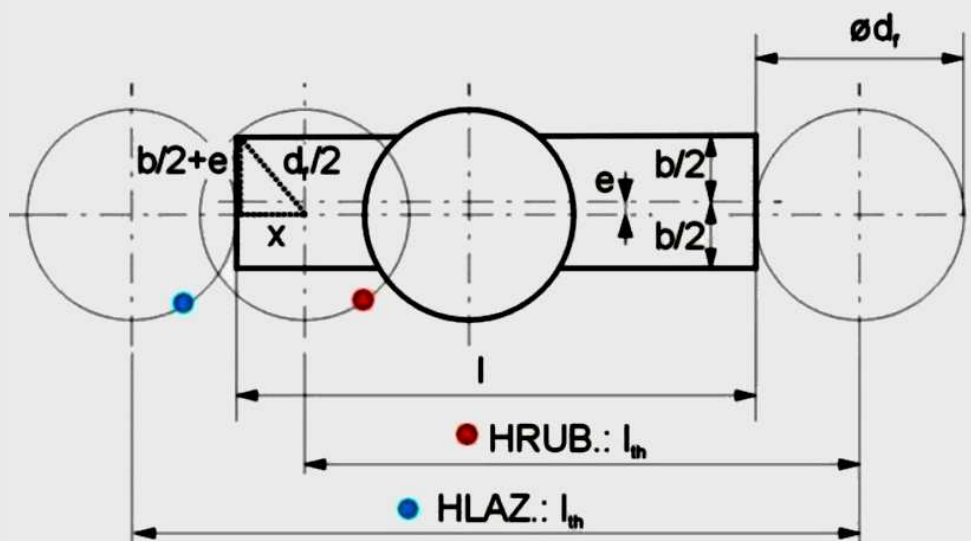
- t_s ... čas strojní
- L ... délka záběru
- v_f ... rychlost posuvu
- l_{th} ... teoretická délka záběru
- l_n ... délka náběhu (0,5 – 2 mm)
- l_p ... délka přeběhu (0,2 – 2 mm)
- f_z ... posuv na zub
- z ... počet zubů frézy
- n ... otáčky frézy
- l ... délka obráběné plochy
- d_f ... průměr frézy
- a_p ... hloubka záběru

$$t_s = \frac{L}{v_f} \quad L = l_{th} + l_n + l_p \quad l_{th} = l + x = l + \sqrt{\left(\frac{d_f}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_f}{2} - a_p\right)^2}$$

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n$$

Výpočet strojního času frézovacího stroje

II. Frézování čelní frézou



- t_s ... čas strojní
- L ... délka záběru
- v_f ... rychlost posuvu
- l_{th} ... teoretická délka záběru
- l_n ... délka náběhu (0,5 – 2 mm)
- l_p ... délka přeběhu (0,2 – 2 mm)
- f_z ... posuv na zub
- z ... počet zubů frézy
- n ... otáčky frézy
- l ... délka obráběné plochy
- d_f ... průměr frézy
- b ... šířka obráběné součásti
- e ... přesazení osy frézy vůči středu obráběné součásti (excentricita)

$$t_s = \frac{L}{v_f}$$

$$L = l_{th} + l_n + l_p$$

• a) hrubování

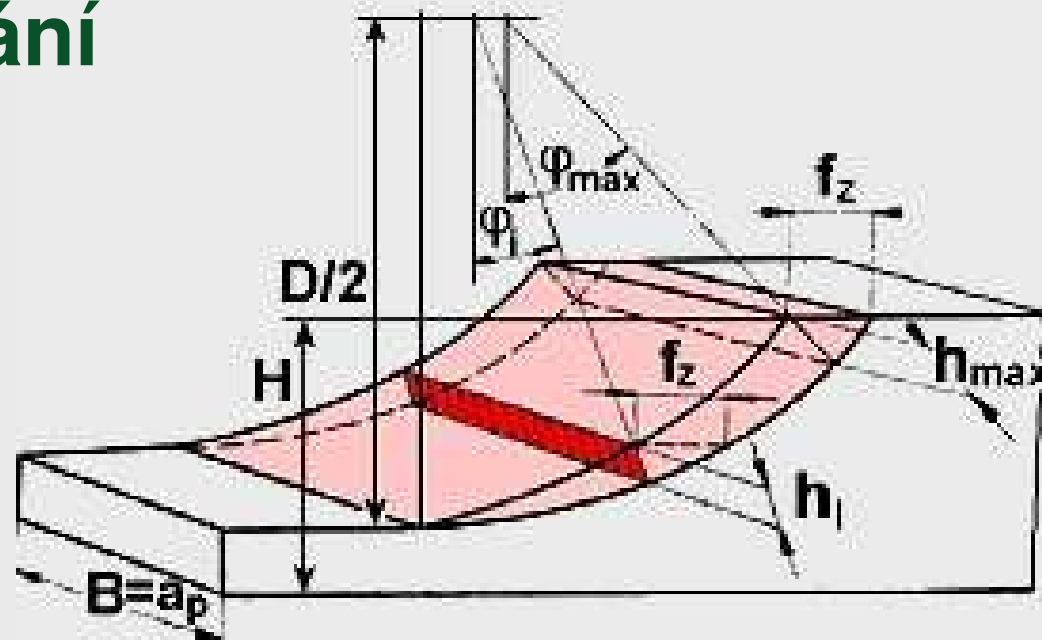
$$l_{th} = \frac{d_f}{2} + l - x \quad x = \sqrt{\left(\frac{d_f}{2}\right)^2 - \left(\frac{b}{2} + e\right)^2}$$

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n$$

• b) na čisto

$$l_{th} = \frac{d_f}{2} + l + \frac{d_f}{2} = l + d_f$$

Válcové frézování



Jmenovitá tloušťka třísky

$$h_i = f(\phi_i) = f_z \cdot \sin \phi_i$$

Maximální velikost jmenovité
tloušťky třísky

$$h_{max} = f_z \cdot \sin \phi_{max} = f_z \cdot \frac{2}{D} \sqrt{DH - H^2}$$

Válcové frézování

Jmenovitý průřez třísky

$$A_{Di} = h_i \cdot a_p = f_z \cdot a_p \cdot \sin \phi_i$$

Maximální velikost jmenovitého průřezu třísky

$$A_{Dmax} = h_{max} \cdot a_p = f_z \cdot a_p \cdot \sin \phi_{max}$$

Válcové frézování

$$F_{ci} = k_{ci} \cdot A_{Di} = k_{ci} \cdot a_p \cdot f_z \cdot \sin \phi_i$$

$$k_{ci} = \frac{C_{Fc}}{h_i^{1-x}} = \frac{C_{Fc}}{(f_z \cdot \sin \phi_i)^{1-x}}$$

$$F_{ci} = C_{Fc} \cdot a_p \cdot f_z^x \cdot \sin^x \phi_i$$

$$F_c = \sum_i F_{ci} = C_{Fc} \cdot a_p \cdot f_z^x \cdot \sum_i \sin^x \phi_i$$

$$n_z = \frac{\phi_{max}}{360} \cdot z$$



Posuv

V praxi se můžeme setkat s dvěma způsoby:

- a) Obrobek je posouván do řezu
- b) Nástroj je posouván do řezu

Způsob posuvu:

- a) Ruční
- b) Strojní



Strojní posuv spodní frézky



Kvalita obrábění

- **Jakost frézované plochy :** - Kinematické nerovnosti
 - Vytrhaná vlákna
- **Vytrhávání vláken závisí:**
 - směru dřevních vláken
 - tloušťce třísky
 - geometrii a mikrogeometrii bříty
 - řezné rychlosti
 - tvaru a stavu lamače
- **Kinematické nerovnosti**
 - Je vzdálenost vrcholku vlnek vzniklých po obrobení materiálu frézováním



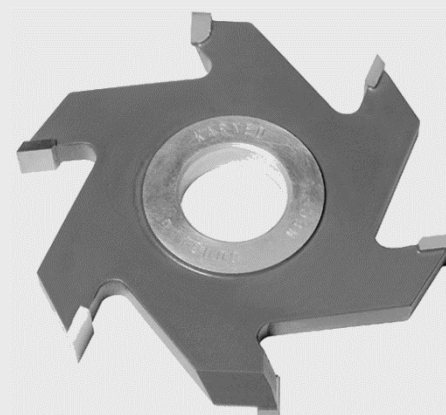
Kvalita obrábění

Další vlivy na kvalitu obrobení:

- Tuhost soustavy stroj – obrobek – přípravek
- Druh obráběného materiálu
- Otupení břitů
- Řezná rychlost
- Úhel čela
- Tloušťka třísky
- Počet břitů (všechny v záběru)



Čtyřbřitá nožová hlava



Šestibřitá fréza



Vlastnosti moderního frézovacího stroje

- automatické utužování přestavitelných částí
- regulace rychlosti posuvu + jištění proti přetížení - řídicí systém
- zajištění volnoběžnosti a brždění přítlačné dráhy oproti posuvné
- autonomní pohony vzájemně spřažené
- brzdové motory
- kovové kluzné plochy - kluzný lak
- blokaci posuvu při vstupu mater. nadměrných rozměrů
- nastavení polohy a rychlosti posuvných, přítlačných, bezpečnostních a blokovacích prvků a pracovních jednotek automaticky dle zadání rozměrů obrobku
- převodovky posuvů s vymezenou vůlí
- posuvný mechanismus (kuličkový šroub, řemen, řetěz, lineární pohon,...)



Vlastnosti moderního frézovacího stroje

- universální stavebnicová struktura se skládáním dle přání zákazníka
- přímý pohon vřeten s možností elektrického nastavení či regulace rychlosti otáčení
- vodící pravítka - ruční a elektrické přestavování
- elektrická synchronizace pohybu oddělených pohybujících se mechanismů
- variantně podpěrné ložisko čepovacích jednotek
- minimalizace či odstranění mazání
- automatická změna otáček vřetene dle průměru nástroje - regulace rychlosti posuvu dle zatížení EM a kvality obrobené plochy
- náhrada mechanických kinematických vazeb (vačka) elektrickými - víceosé řízení
- přesnost nastavení poloh jednotek (nástrojů jednotek) vůči sobě - automat
- el. jištění proti přetížení vřeten a posuvů



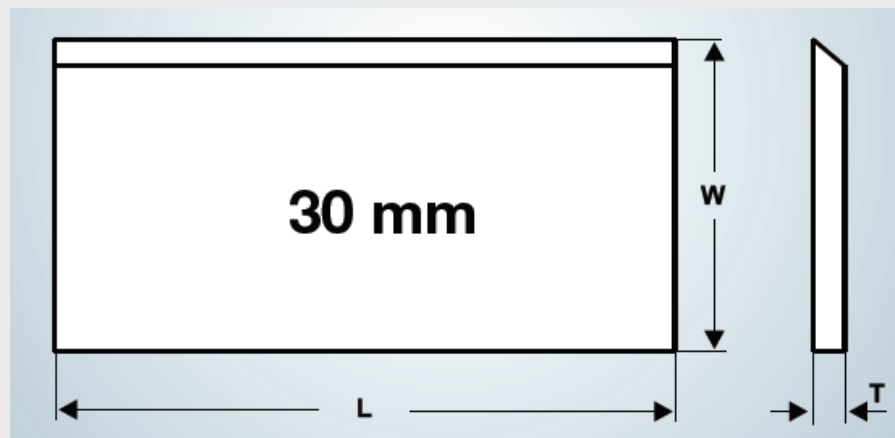
Hoblovací systémy v praxi – dlhodobá studie

- *Na trhu existují různé druhy hoblovacích systémů*
- *Různé druhy materiálů nožů*
- *Různá technická a cenová úroveň nástrojů*
- *Ekonomika provozu*
- *Kvalita opracování*

Hoblovací valec

hoblovacie nože 30x3 HSS18%W

- *Najčastejší používaný hobľovací nástroj*
- *Priaznivá cena nového nástroja*
- *Priaznivá cena náhradných nožov*
- *Mnohonásobné ostrenie*
- *Obtiažné nastavenie nožov na reznú kružnicu*

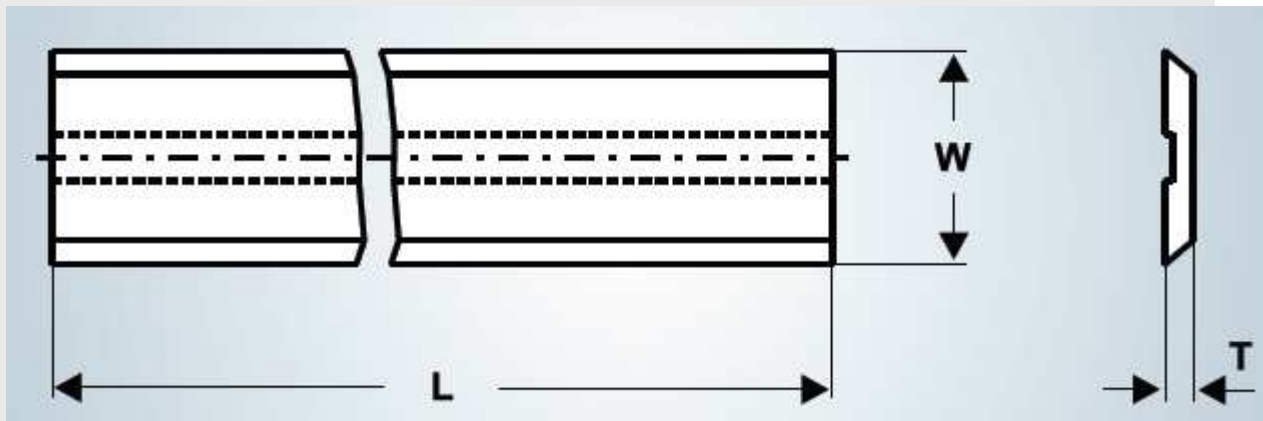


©BOTO priateľ dreva



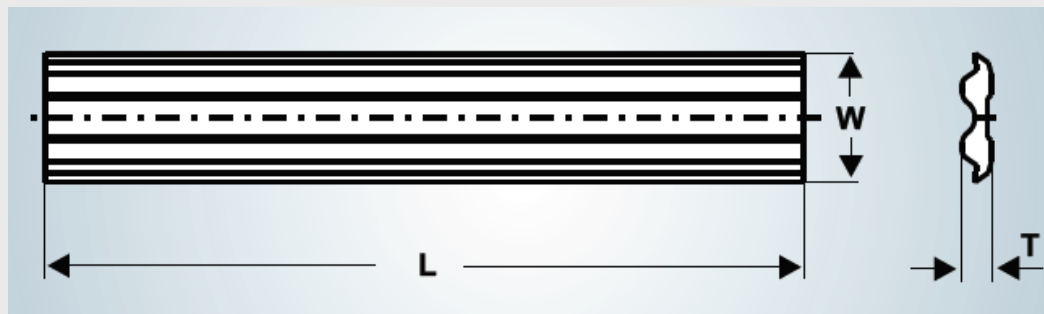
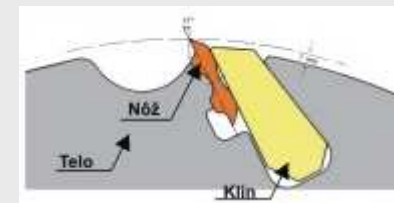
Hobl'ovací valec systém nožov „BULDOZER“

- *Samocentrické ustavenie nožov*
- *Upnutie nožov pomocou skrutiek*
- *Nosič z AL zliatiny*
- *Nože dostupné iba v HM*
- *Obojstranné nože*



Hobl'ovací valec systém nožov „TERSA“

- *Samocentrické ustavenie nožov*
- *Upnutie pomocou excentrický síl*
- *„Ostrá“ geometria rezného klina*
- *Sendvičová konštrukcia tela nástroja*



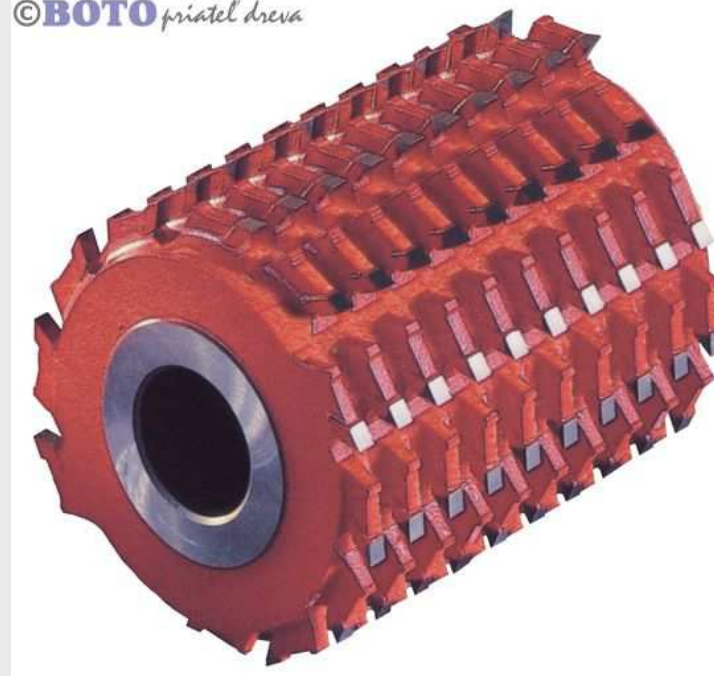
©BOTO priateľ dreva



Špirálový hobľovací valec HM

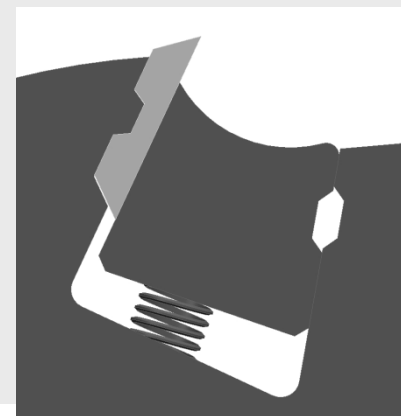
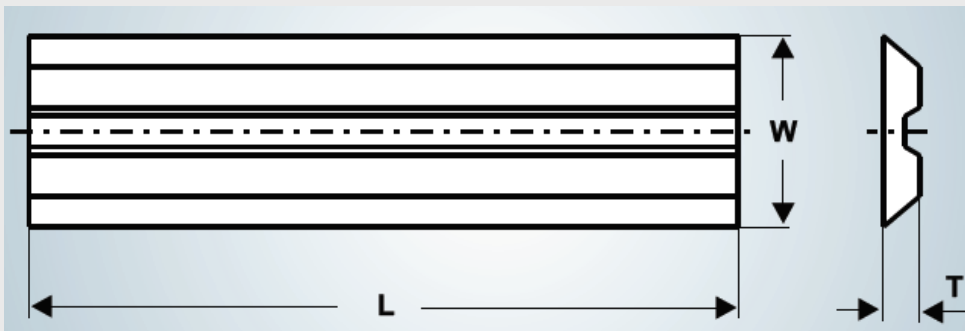
- *Navarené HM plátky*
- *Oceľový nosič – vyššia hmotnosť nástroja*
- *Výborné vlastnosti rezného procesu*
- *Náročný na presnosť ostrenia*

©BOTO priateľ dreva



Hobl'ovací valec „SmartClick“

- *Samocentrické ustavenie nožov*
- *Upnutie pomocou excentrický síl*
- *Nôž v rôznych triedach materiálu*
- *Telo z AL zliatiny*
- *Prítlačný klin – oceľ*



Príprava nástroja – ostrenie, ustavenie



**Klasický
hobľovací valec
125x130x40**



**„BULDOZER“
125x130x40**



**„TERSA“
125x130x40**



**Špirálový
Hobľovací valec
125x150x40**



**„SmartClick“
125x130x40**

Ostrenie z=4	Ostrenie z=4	Ostrenie z=4	Ostrenie z=12	Ostrenie z=4
Cca 5 min	Cca 35 min	Cca 35 min	Cca 40 min *	Cca 35 min
Upnutie + ustavenie nožov				
Cca 20 min	Cca 5 min	Cca 1-2 min	-	Cca 1-2 min
Súčet časov				
25 min	40 min	37 min	40 min	37 min
50 min	40 min	37 min	80 min	37 min

Príprava nástroja – ostrenie, ustavenie



**Klasický
hobľovací valec
125x130x40**



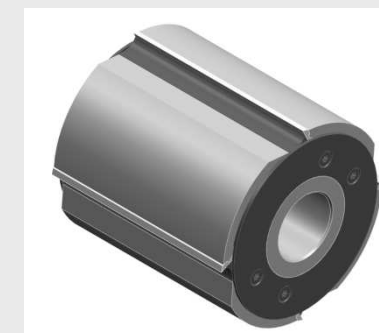
**„BULDOZER“
125x130x40**



**„TERSA“
125x130x40**



**Špirálový
Hobľovací valec
125x150x40**



**„SmartClick“
125x130x40**

Ostrenie z=4	Ostrenie z=4	Ostrenie z=4	Ostrenie z=12	Ostrenie z=4
8,28€	15,2€	15,2€	25,5€*	15,2€
Upnutie + ustavenie nožov				
7,5€	-	-	-	-
Súčet nákladov				
15,78€	15,2€	15,2€	25,5	15,2€
31,57€	15,2€	15,2€	51€	15,2€

Životnosť nástroja na jedno ostrenie



**Klasický
hobľovací valec
125x130x40**



**„BULDOZER“
125x130x40**



**„TERSA“
125x130x40**



**Špirálový
Hobľovací valec
125x150x40**



**„SmartClick“
125x130x40**

HSS 18%W z=4	HM MG18 z=4	M42 z=4	HM MG18 z=12	HSS 18%W z=4
2400-3000 m	-	800-1500 m	8000-11500 m	2800-3500 m
2400-3000 m	-	1600-3000 m	8000-11500 m	5600-7000 m

Ekonomika prevádzky – obstarávacie náklady



**Klasický
hobľovací valec
125x130x40**



**„TERSA“
hobľovací valec
125x130x40**



**Špirálový
Hobľovací valec
125x150x40**



**„SmartClick“
hobľovací valec
125x130x40**

HSS 18%W z=4	M42 z=4	HM MG18 z=12	HSS 18%W z=4
247,7 €	695,5 €	400,5 €	308,5 €
Cena náhradných nožov (osadenie hobľovacieho valca)			
13,24 €	16,95 €	-	33,20 €

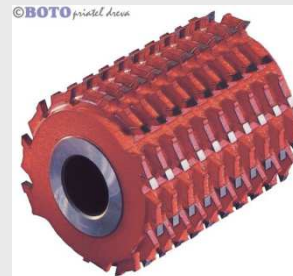
Ekonomika prevádzky – životnosť prvého osadenia



**Klasický
hobľovací valec
125x130x40**



**„TERSA“
125x130x40**



**Špirálový
Hobľovací valec
125x150x40**



**„SmartClick“
125x130x40**

HSS 18%W z=4	M42 z=4	HM MG18 z=12	HSS 18%W z=4
Počet ostrení: 20-25x	Počet ostrení: 1-2x	Počet ostrení: 8-10x	Počet ostrení: 3-6x
Dĺžka obrobeného materiálu			
54 000 – 67 500 m	4 600 – 6 900 m	78 000 – 95 000 m	25 200 – 37 800 m
Cena bežného metra opracovania pri prvom osadení nástroja			
0,01 €/m	0,13 €/m	0,008 €/m	0,012 €/m

Ekonomika prevádzky – ročný objem 550 000 bm



**Klasický
hobľovací valec
125x130x40**



**„TERSA“
125x130x40**



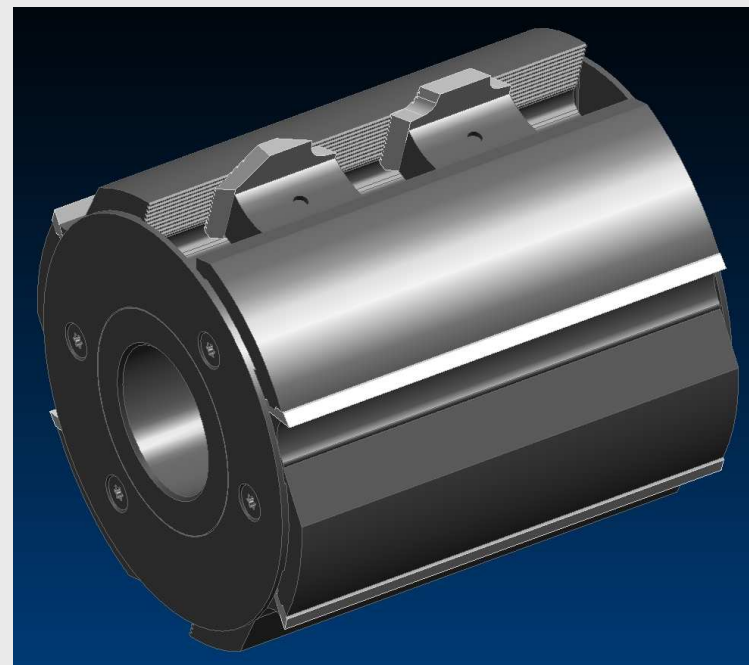
**Špirálový
Hobľovací valec
125x150x40**



**„SmartClick“
125x130x40**

HSS 18%W z=4	M42 z=4	HM MG18 z=12	HSS 18%W z=4
Počet ostrení: 204x	Počet ostrení: 240x	Počet ostrení: 57x	Počet ostrení: 88x
Počet nástrojov: 1ks	Počet nástrojov: 1ks	Počet nástrojov: 8ks	Počet nástrojov: 1ks
Celkové náklady na ročný chod nástroja (hobľovací valec, ostrenie, nože)			
8365 €	4488 €	4428 €	2042 €
Cena bežného metra opracovania pri prvom osadení nástroja			

„SmartClick“ varianty



Děkuji za pozornost

