2018, Brno
Připravila: Ing. Luďka Hlásková, Ph.D.

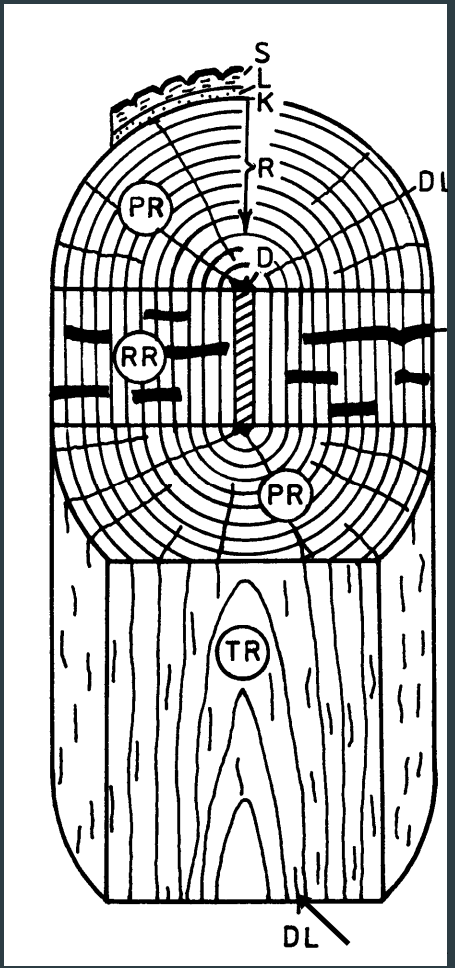
Základní pojmy a prvky procesu řezání

TMBD – Tvarování materiálů na bázi dřeva

Základní směry řezů

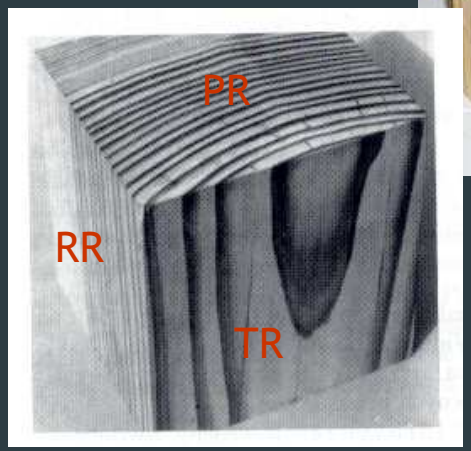
Kuželovitá až válcová stavba osy kmene, s převahou podélně orientovaných vláken a pletiv způsobuje:

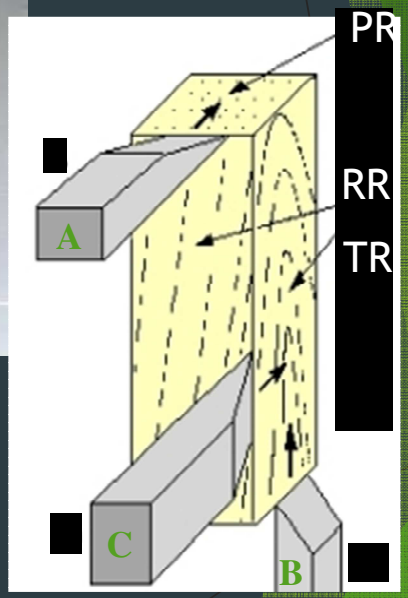
- řezy vedené pod různými úhly k ose kmene mají různou kresbu
- orientace vláken ke směru řezání způsobuje rozdílné odpory (síly) při řezání.



dřeňový paprsek

dřeňový paprsek

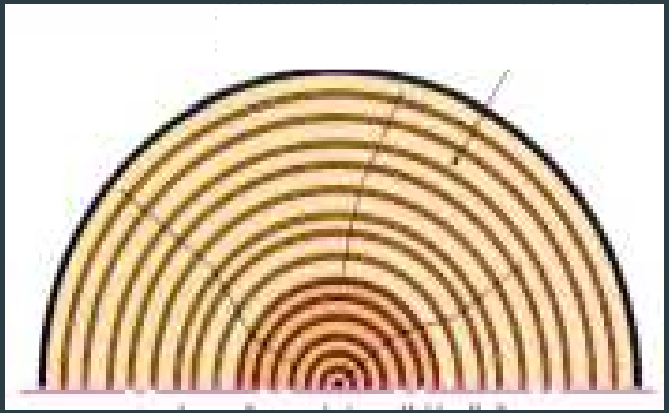


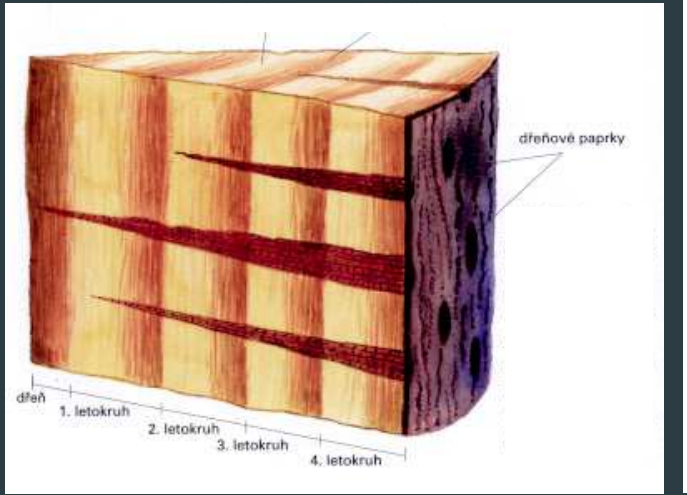


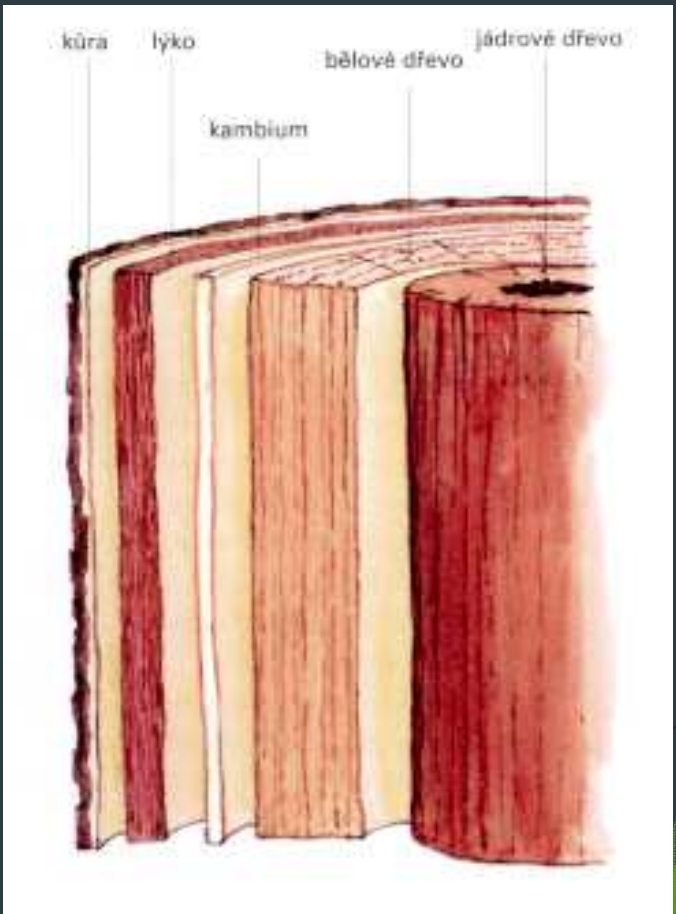
PR – příčný (čelní, transverzální) řez – nástroj A
RR – radiální (poloměrový, zrcadlový řez
TR – tečnový (tangenciální, fládrový) řez – nástroj B (podél vláken) , nástroj C (příčně k vláknům)

PR – Příčný (čelní, transverzální) řez

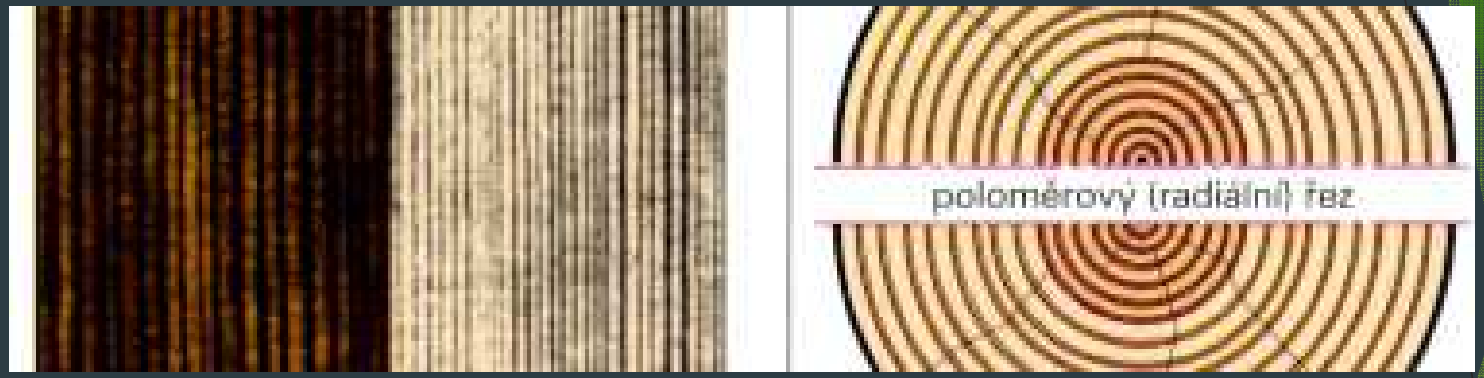
PR – příčný (čelní, transverzální) řez je veden kolmo na osu kmene. Na ploše řezu jsou zřetelně vidět dřeň, letokruhy, lýko a kůra a také z dřeně ven směřující dřeňové paprsky .





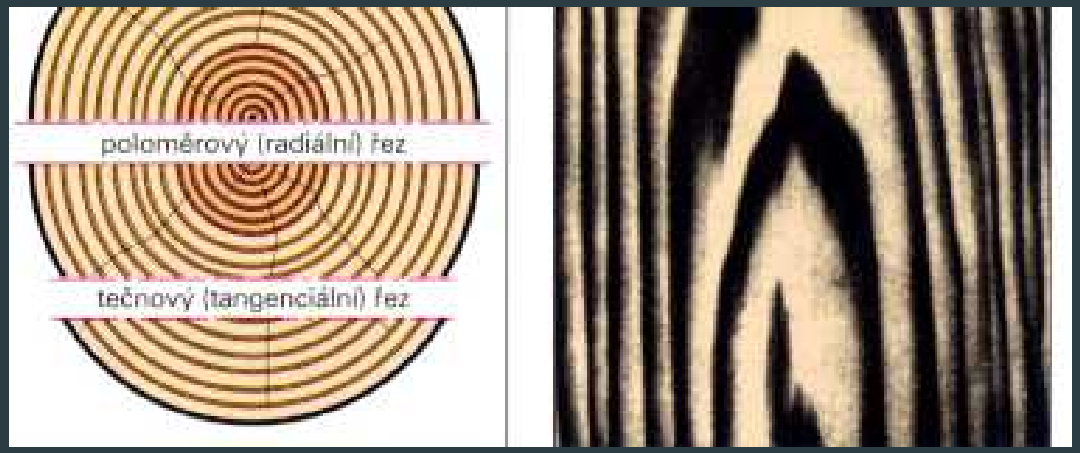


TR – Radiální (poloměrový, zrcadlový) řez



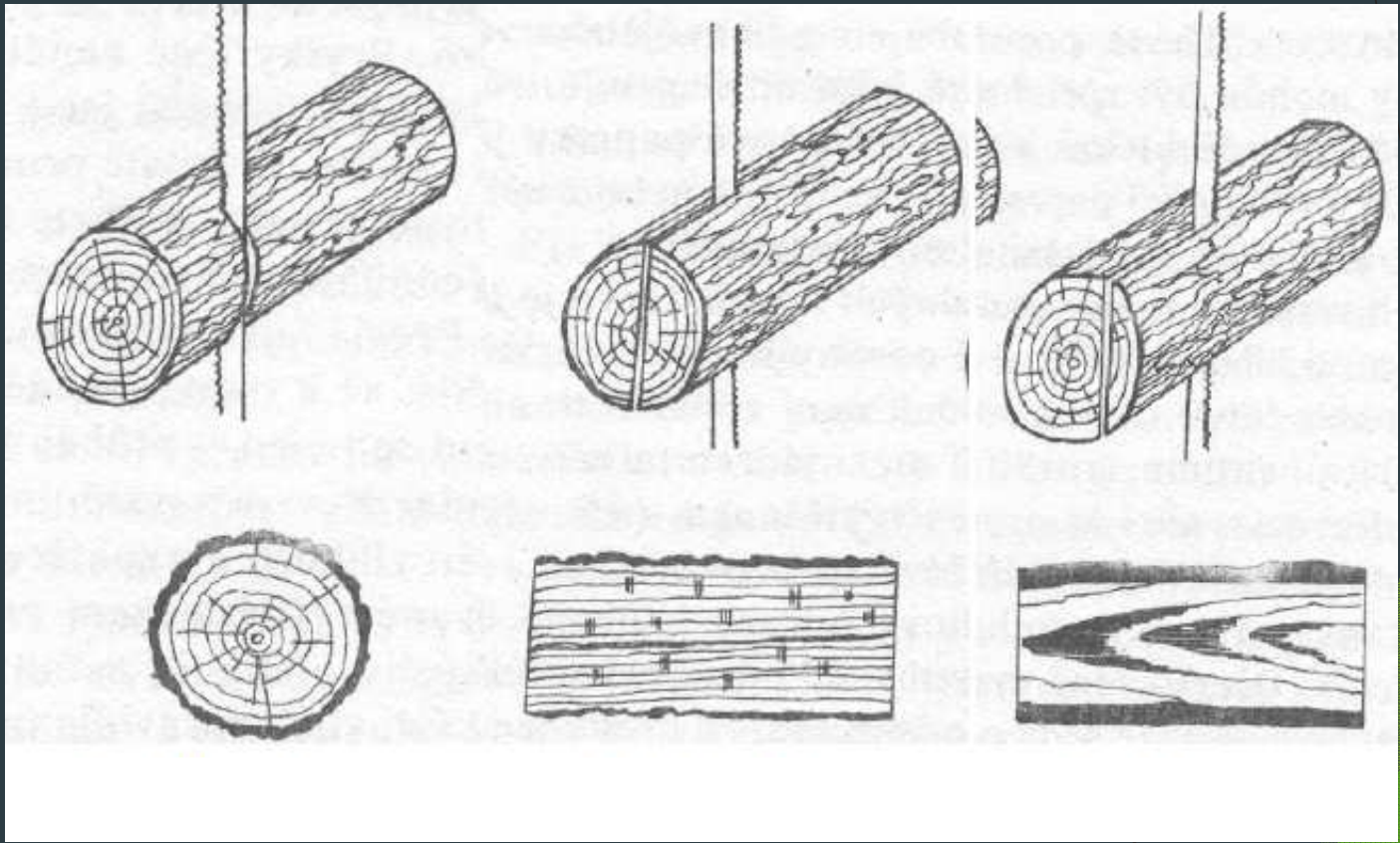
Radiální řez je veden přes střed kmene v radiálním směru (dřeň je obvykle excentricky uložena). Viditelné dřeňové paprsky na řezu vytvářejí lesklé plochy a proto je také radiální řez označován jako zrcadlový řez. Na celé ploše řezu je vidět rovnoběžný průběh ročních přírůstků.

TR – Tangenciální (tečnový, fládrový) řez

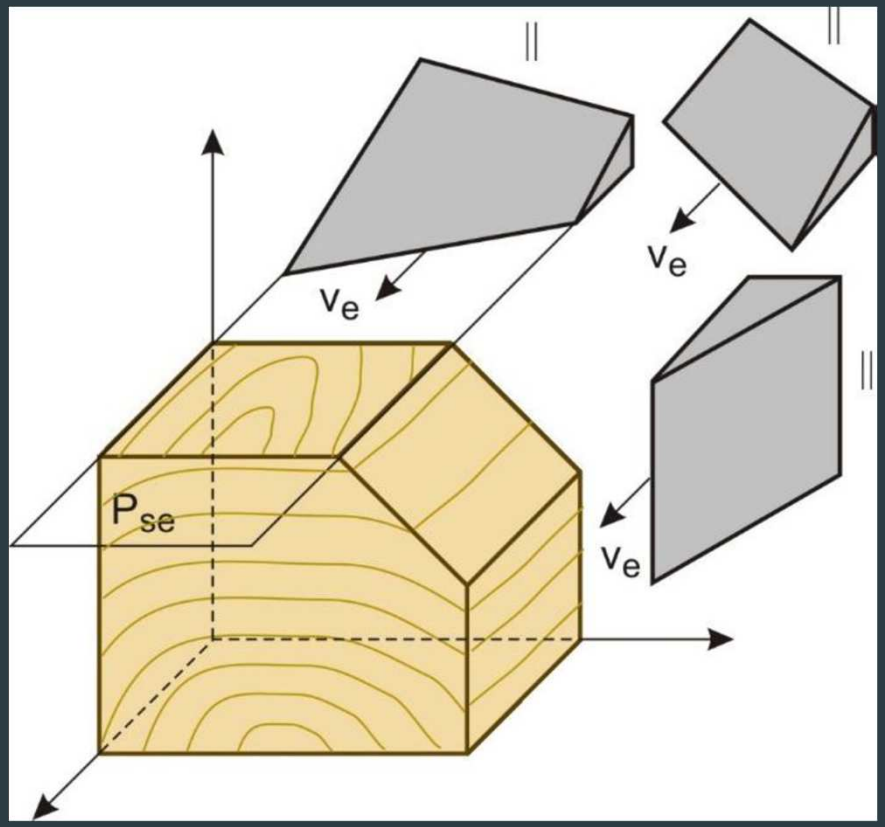


Tečnový řez je veden rovnoběžně s podélnou osou kmene ve větší vzdálenosti od dřeně. Kuželovitě vrstvená stavba kmene způsobuje, že rovina tangenciálního řezu přetne vrstvy ročních kruhů a v ploše řezu se vytváří parabolické útvary, zvané fládry. Tangenciální řezy poblíž dřeně spíše připomínají radiální řez v praxi se používá název poloradiální nebo také polotangenciální řez.

??? Směry řezu ???

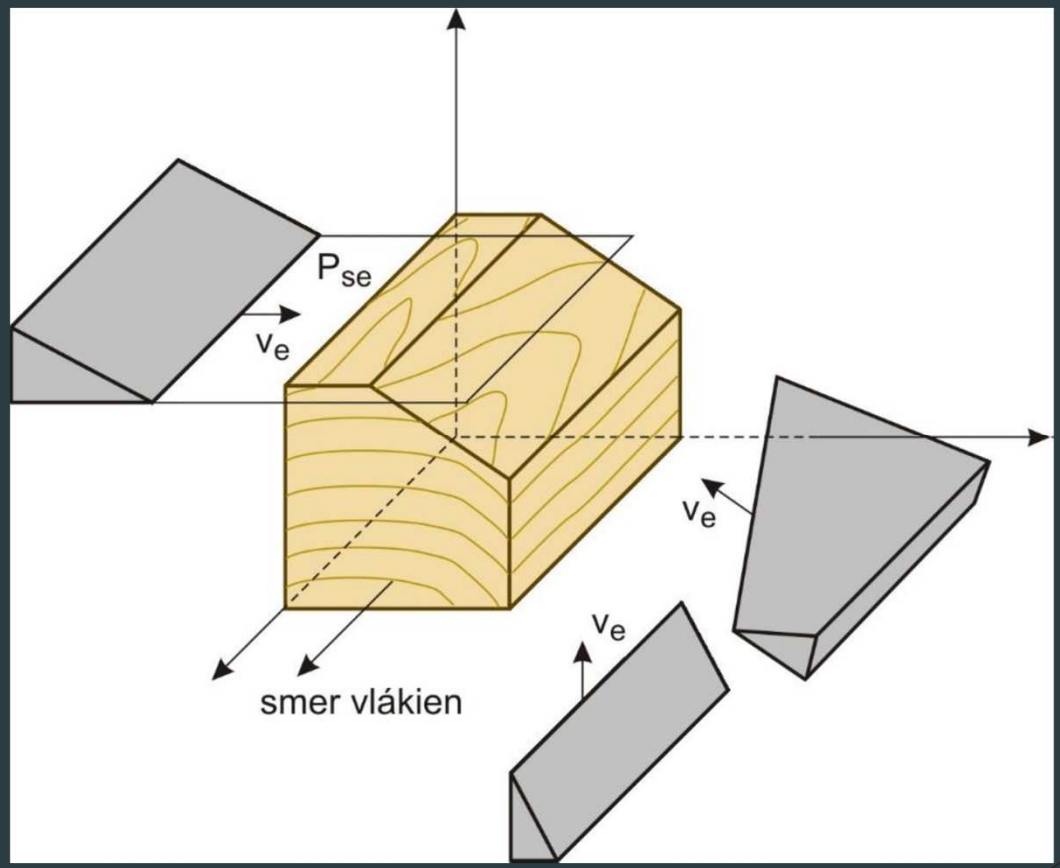


Základní modely řezání



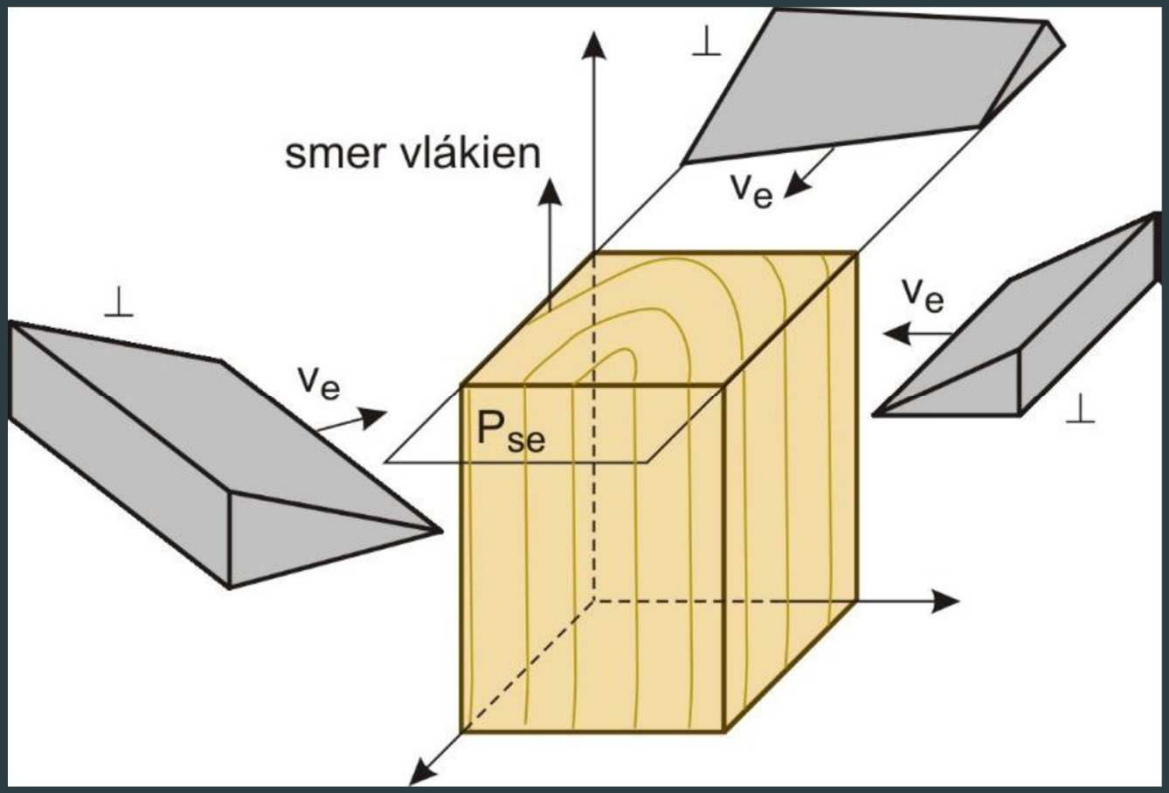
A – řezání podélné

Základní modely řezání



B – řezání tangenciální

Základní modely řezání

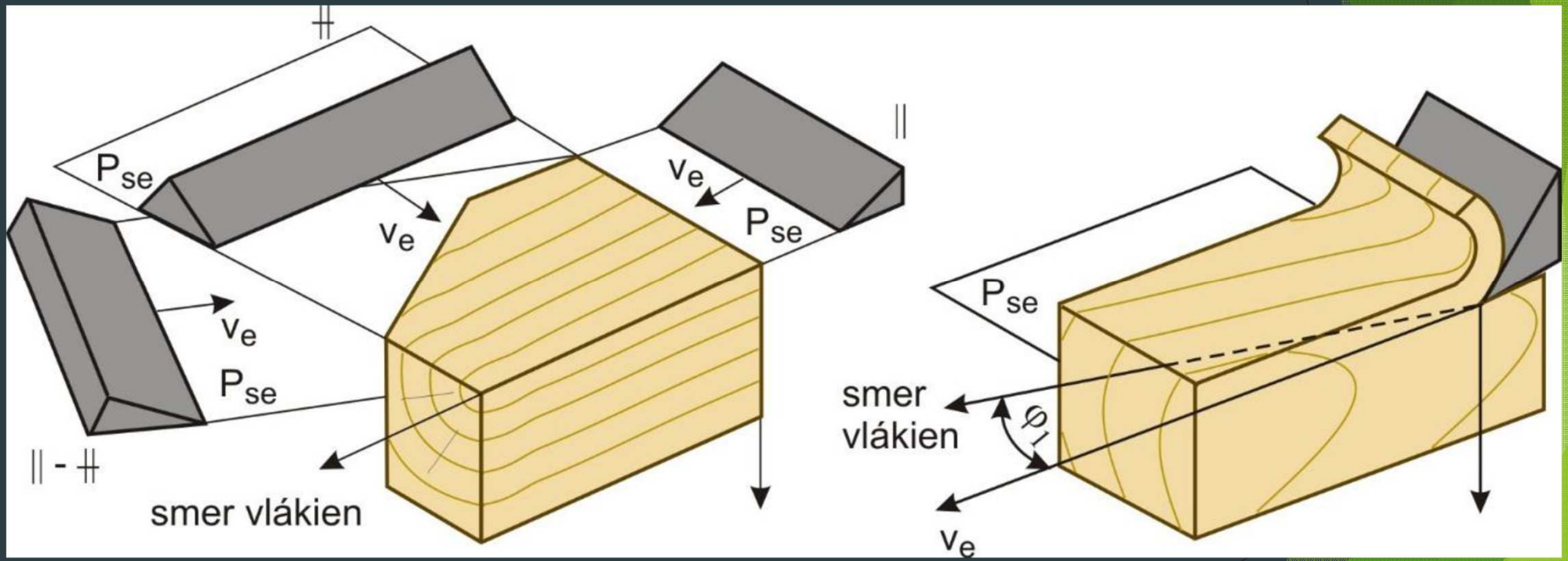


C – řezání čelní

Kombinované modely řezání

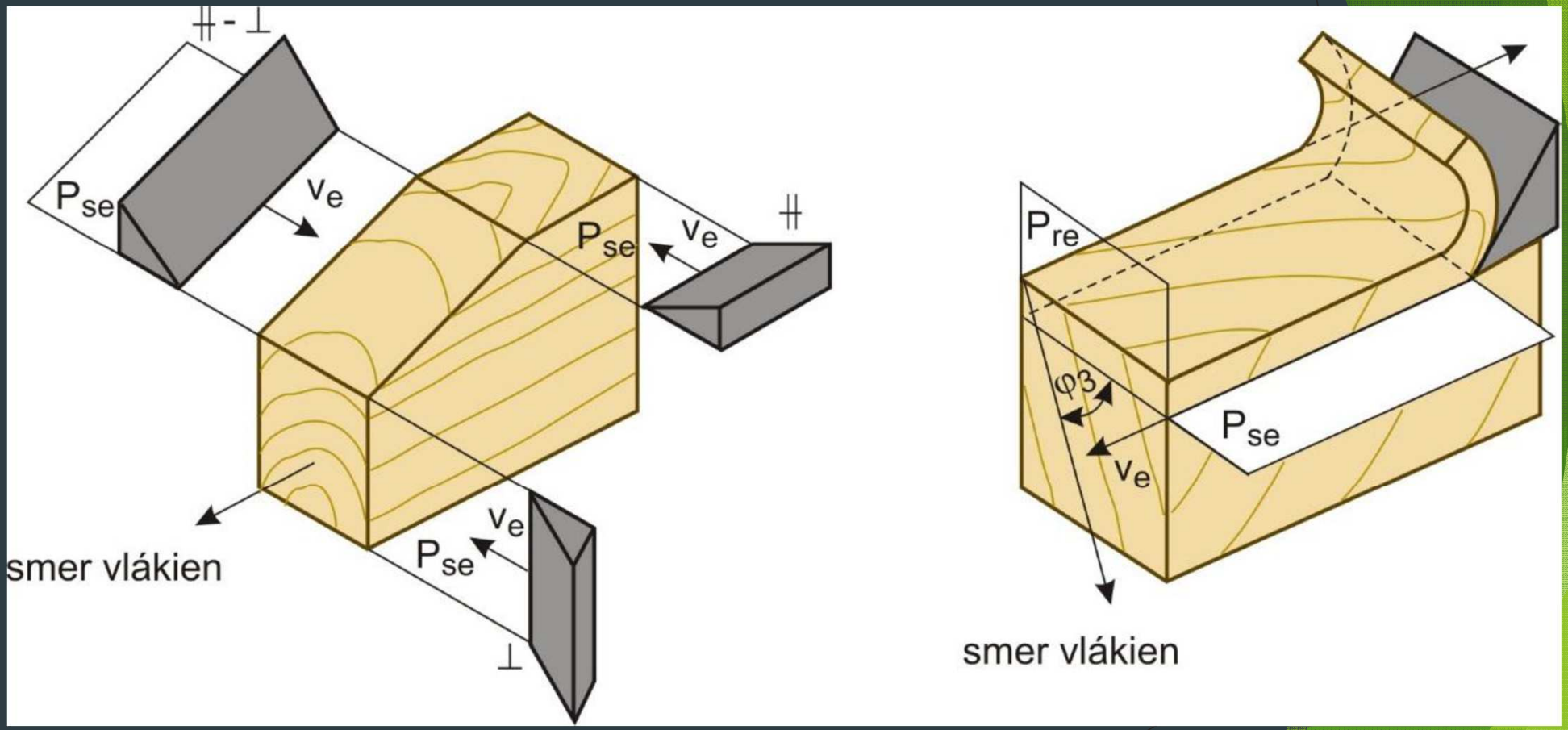
- Nástroj se však při obrábění nepohybuje výlučně těmito hlavními směry, ale také dalšími, které jsou kombinací základních směrů, například podélně-tangeciálním směrem (šikmo k délce vláken), tangenciálně-čelním směrem a podélně-čelním směrem.

Kombinované modely řezání



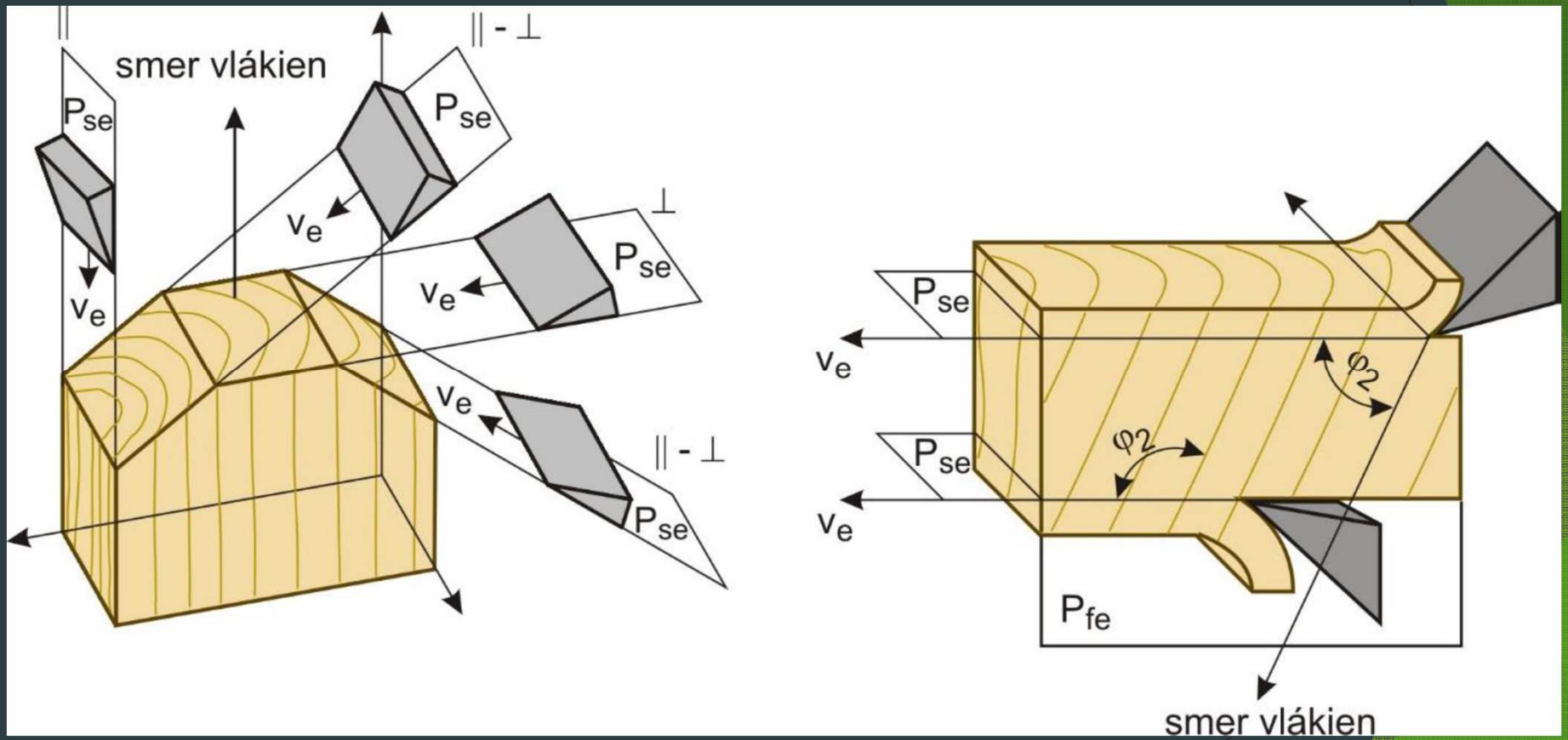
E – řezání podélně-tangenciální

Kombinované modely řezání



F – řezání tangenciálně-čelní

Kombinované modely řezání



G – podélně-čelní

Technologie

- obecně proces ve kterém se podle předem stanoveného postupu vykonávají na materiálech na bázi dřeva pomocí různých nástrojů a zařízení změny rozměrů, tvarů, eventuálně fyzikálních a mechanických vlastností. Z hlediska času změny probíhají za sebou, nebo souběžně (kontinuálně).

ZÁKLADNÍ TŘÍDĚNÍ MECHANICKÝCH TECHNOLOGIÍ

A OBRÁBĚNÍ

A_1 TŘÍSKOVÉ

1 řezání
2 frézování
3 soustružení a okružení
4 vrtání
5 dlabání
6 hoblování
7 škrabání
8 broušení
9 rašplování a pilování
10 leštění

A_2 BEZTŘÍSKOVÉ

1 hlazení
- *třením smykovým za studena*
- *třením smykovým za tepla*
- *třením valivým za tepla*

2 koncentrovanou energií
- *tepelnou (laserem)*
- *hydromechanickou (vodním paprskem)*

3 tvarování
- *ohýbáním*
- *tvarovým lisováním*

B DĚLENÍ

B_1 BEZTŘÍSKOVÉ

1 stříhání kulatiny a řeziva
2 štípání
3 vibrační nože
4 dělení nožovými kotouči

B_2 TŘÍSKOVÉ

$B_{2.1}$ S VELKOU TŘÍSKOU
1 krájení dýh a destiček
2 krájení dřevní slámy
3 stříhání a vystřihování
4 loupání dýh

$B_{2.2}$ S MALOU TŘÍSKOU
1 sekání štěpek
2 krájení a frézování malých třísek
3 drcení třísek
4 mletí třísek a pilin

B_3 ROZVLÁKŇOVÁNÍ
1 hydromechanická defibrace a hydratace
2 expanzní defibrace

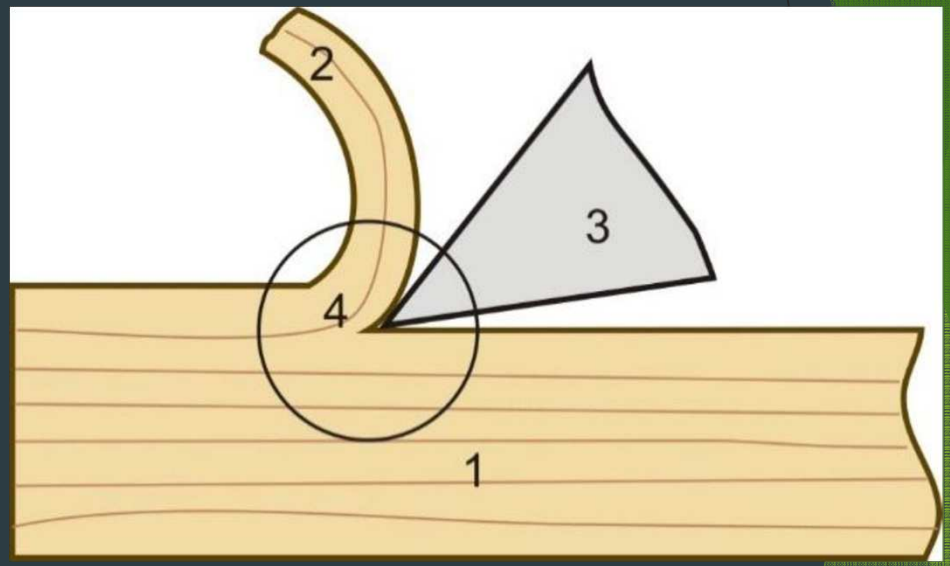
Tab. 1.2

Obrábění dřeva

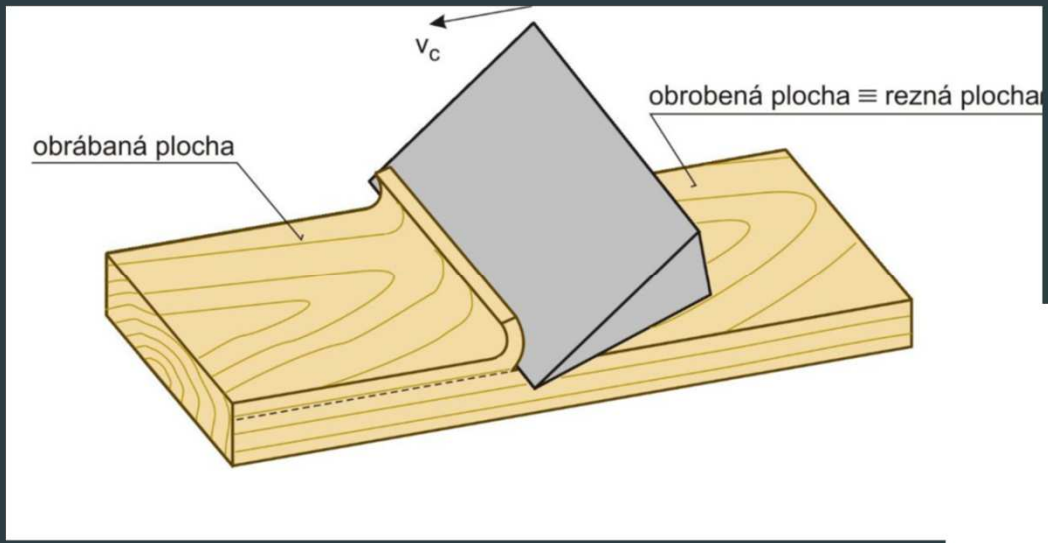
- Problematika **obrábění dřeva** je složitý proces interakce nástroj – obráběný materiál. Tento proces je ovlivňován zejména fyzikálními, mechanickými a technologickými vlastnostmi, jak obráběného materiálu, tak nástroje, respektive danou technologií obrábění.
- Obráběním dřeva nazýváme takový technologický proces při kterém působením cizího tělesa - řezného klínu, zubu, resp. řezného nástroje – odstraňujeme z obráběné suroviny určitou část hmoty a to buď za účelem jejího rozdělení na menší části nebo za účelem získání požadovaného tvaru obrobku při určité kvalitě jeho povrchu.

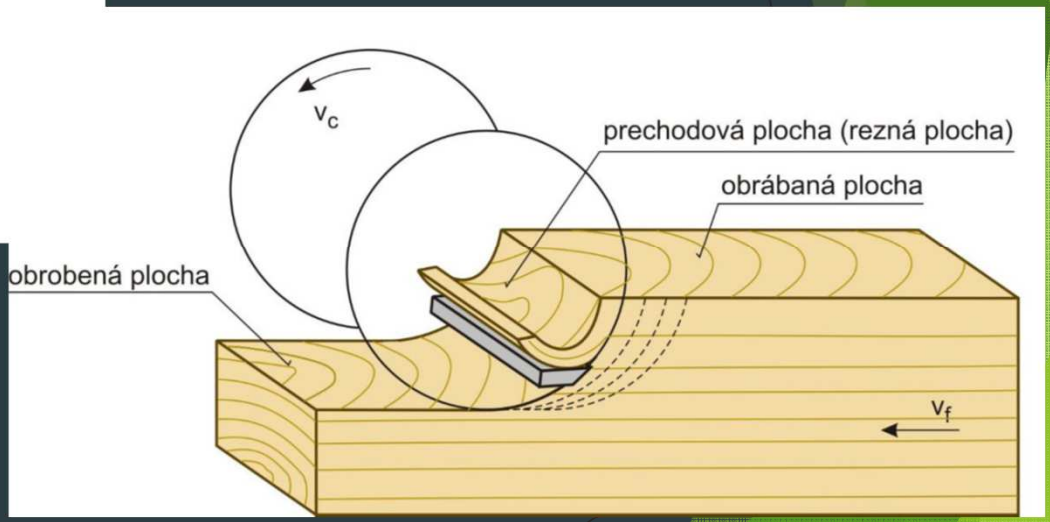
Základní pojmy

- Stroj – přípravek – nástroj – obrobek
- Zóna řezání – obrobená plocha, tříska
- Stroj
- Přípravek
- Řezný nástroj
- Obrobek
- Obrobená plocha
- Tříska
- Základní upínací plocha nástroje



Obrobek a jeho charakteristika

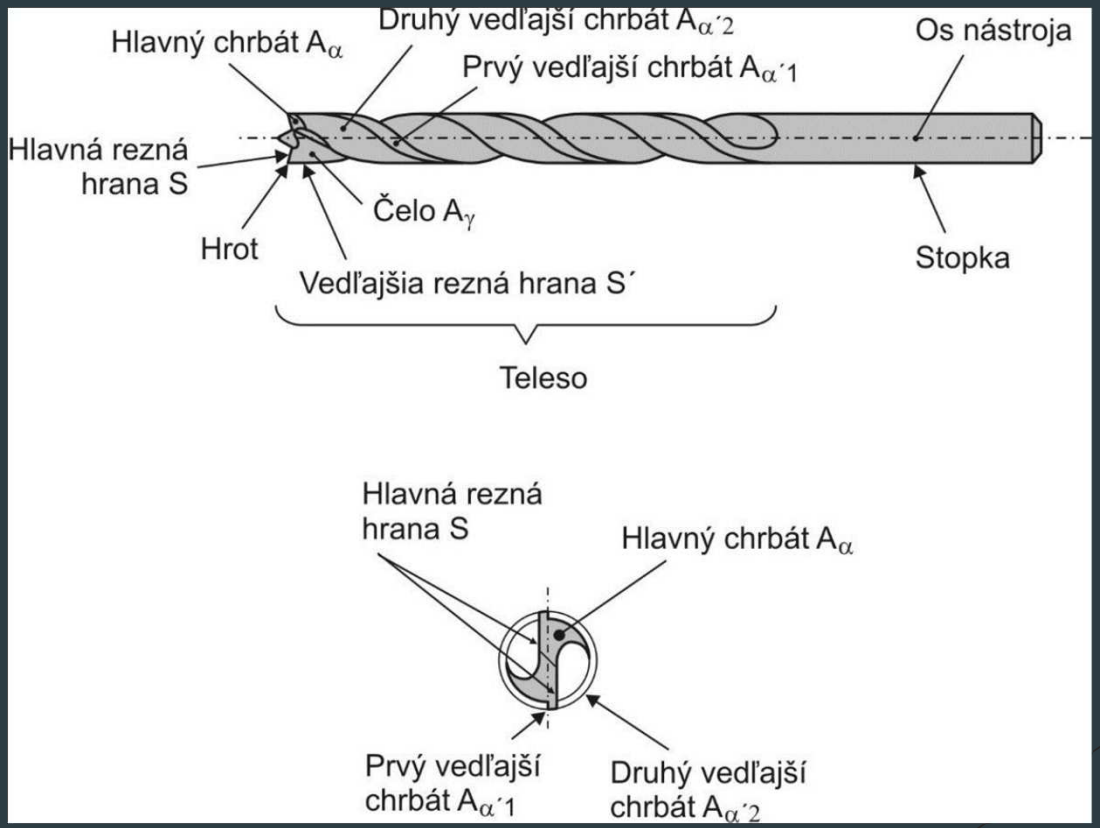




- Obráběná plocha
- Přechodová plocha
- Obrobená plocha

Nástroj a jeho charakteristika

- Těleso
- Stopka
- Upínací otvor
- Osa nástroje
- Řezná část
- Základna
- Řezný klín
- Plocha hřbetu
- Plocha čela
- Řezná hrana



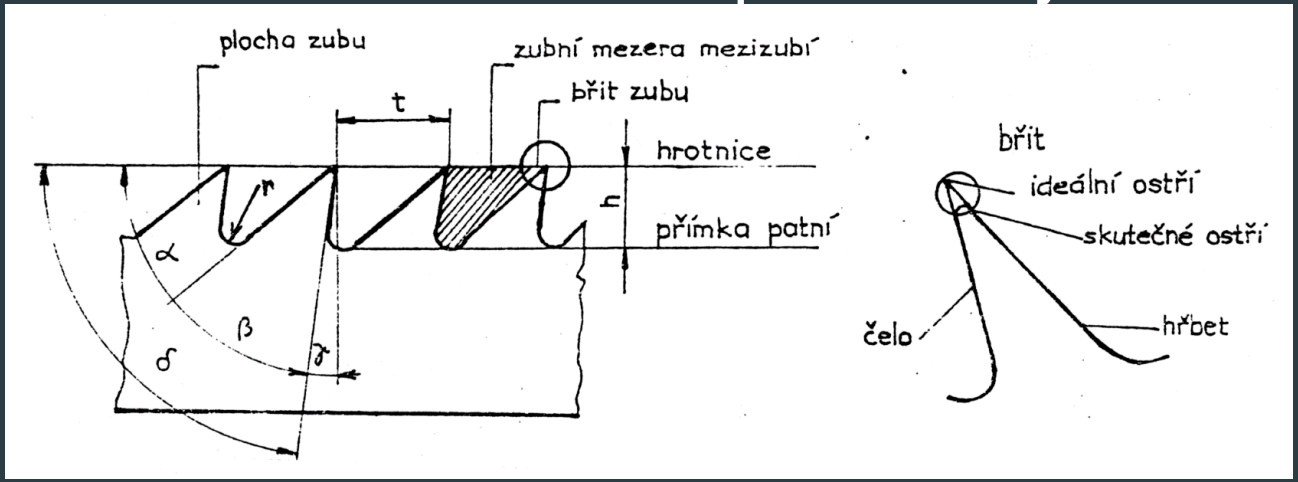
PRVKY A PARAMETRY ŘEZNÉHO NÁSTROJE

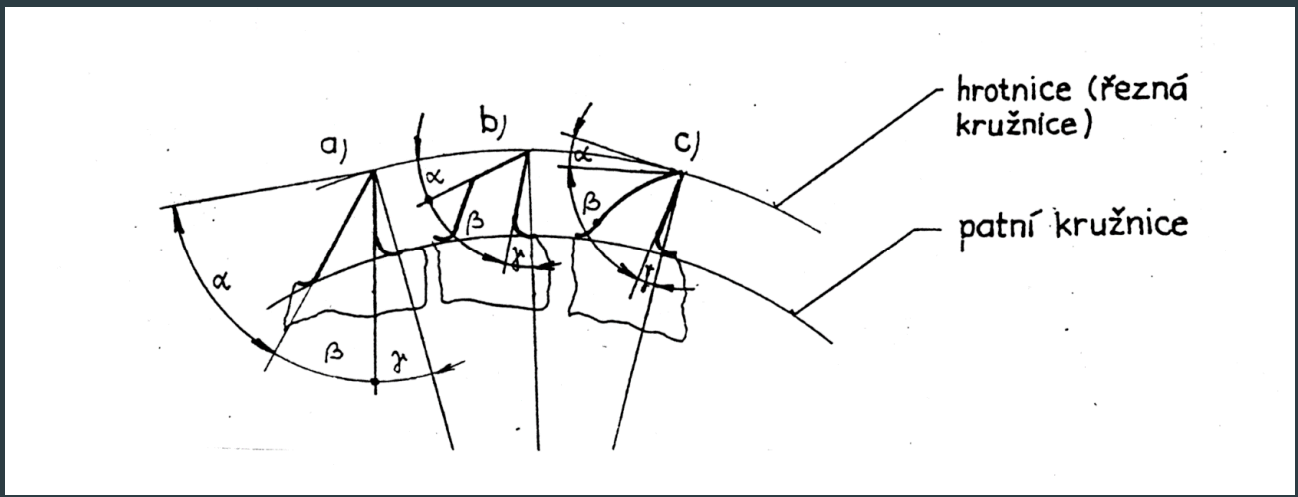
K základním charakteristikám většiny řezných nástrojů patří:

- geometrie zubů (a,b,g,d)
- rozteč zubů (t_p)
- výška zubů (h)
- poloměr zaoblení zubové mezery (R)
- tvar a plocha mezizubí (S_{zm})
- velikost rozvodu (rozšíření zubu od těla nástroje) (a)
- šířka řezné spáry (b)

  $b=s_1+2.a$
- tloušťka pilového nástroje (s_1)
- způsob úpravy zubů (rozváděné - Y, pěchované - ∇, ...)
- způsob ostření zubů (přímé, šikmé, pološikmé)

Základní parametry





α -úhel hřbetu

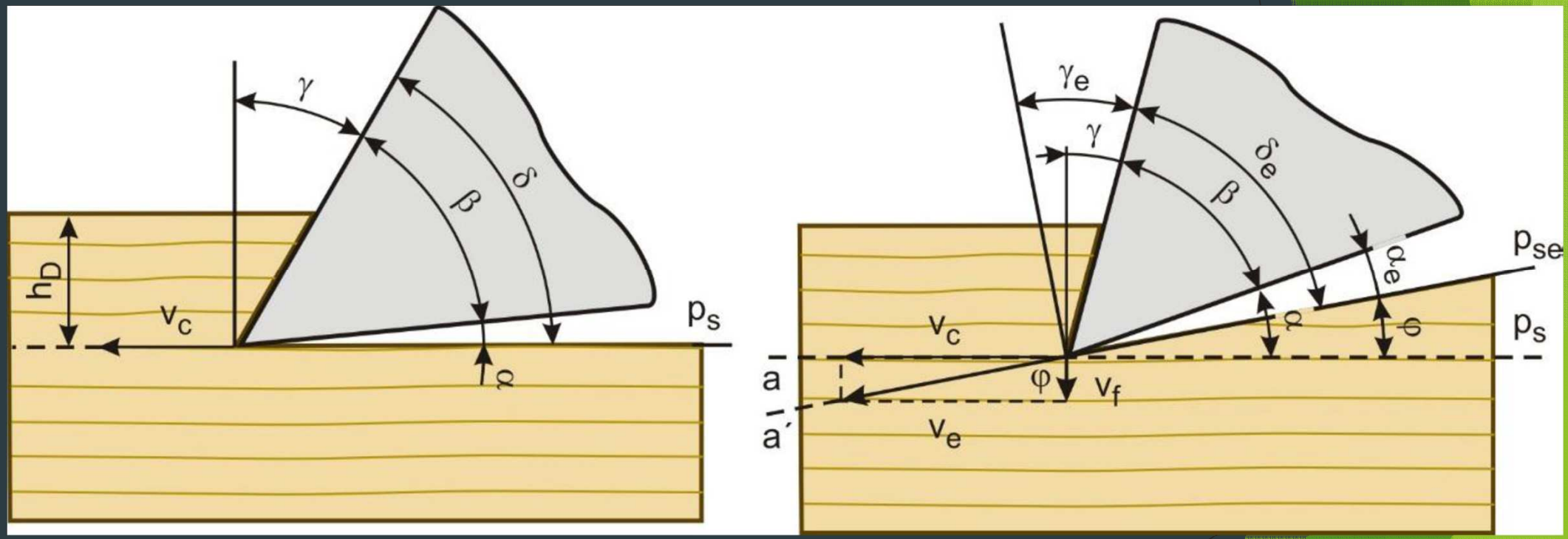
β–úhel břitu

γ –úhel čela

δ –úhel řezu

δ = α + β

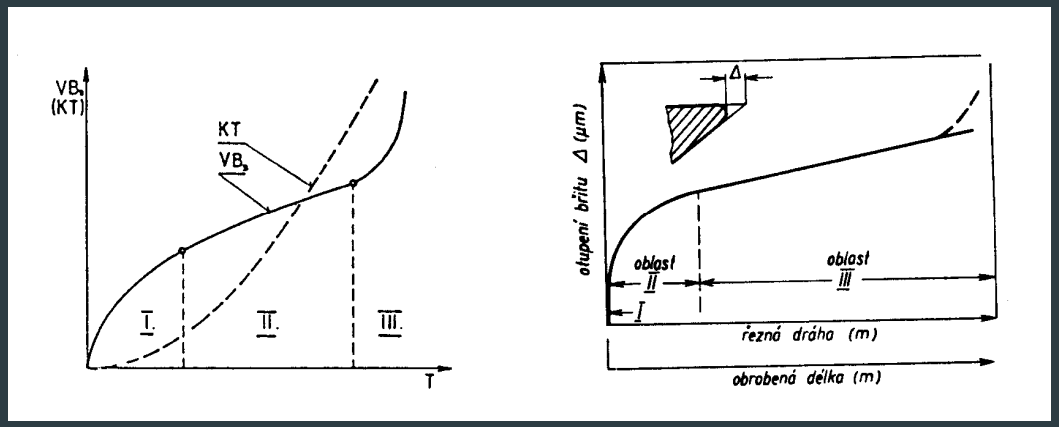
Geometrie nástroje

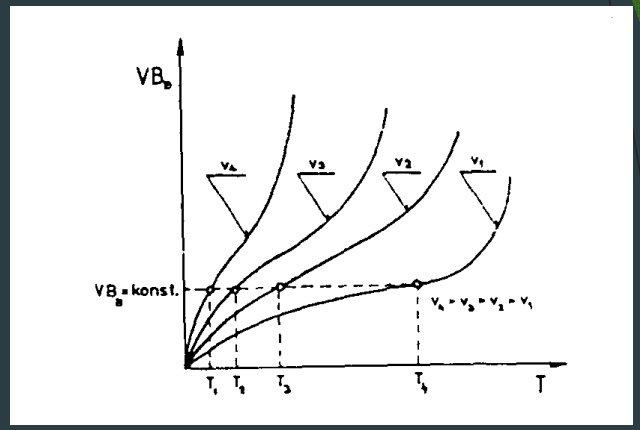


Otupování nástroje – základní pojmy

- Otupování je postupná změna mikrogeometrie břitu během procesu řezání, kdy nástroj ztrácí schopnost řezat. Nástroj je tupý tehdy, když břit dospěl do určitého kritického stavu, který je provázen nepřípustným zhoršením jakosti povrchu obrobku, nežádoucím zvýšením řezné síly, pálením a rozměrovými nepřesnostmi obrobku.
- Trvanlivost břitu je doba, po kterou je schopen naostřený břit kvalitně pracovat.
- Životnost nástroje je násobkem trvanlivosti ostří. Mezí pro životnost nástroje je ukončení požadované schopnosti plnit svou funkci.

Průběhy otupování





Účinek změny řezné rychlosti na průběh opotřebení břitu

Průběh otupování břitu sestává ze tří oblastí

Oblast I - (časově velmi krátká - většinou během prvního záběru břitu)

Ohnutí či odlomení jehly břitu. Opotřebení může být čistě mechanické.

Oblast II– (křivka otupování prudce stoupá, má však degresivní charakter)

Projev intenzity změn mikrogeometrie břitu. K rychlému úbytku materiálu břitu dochází vlivem malé stykové plochy a vysokých hodnot kontaktních napětí.

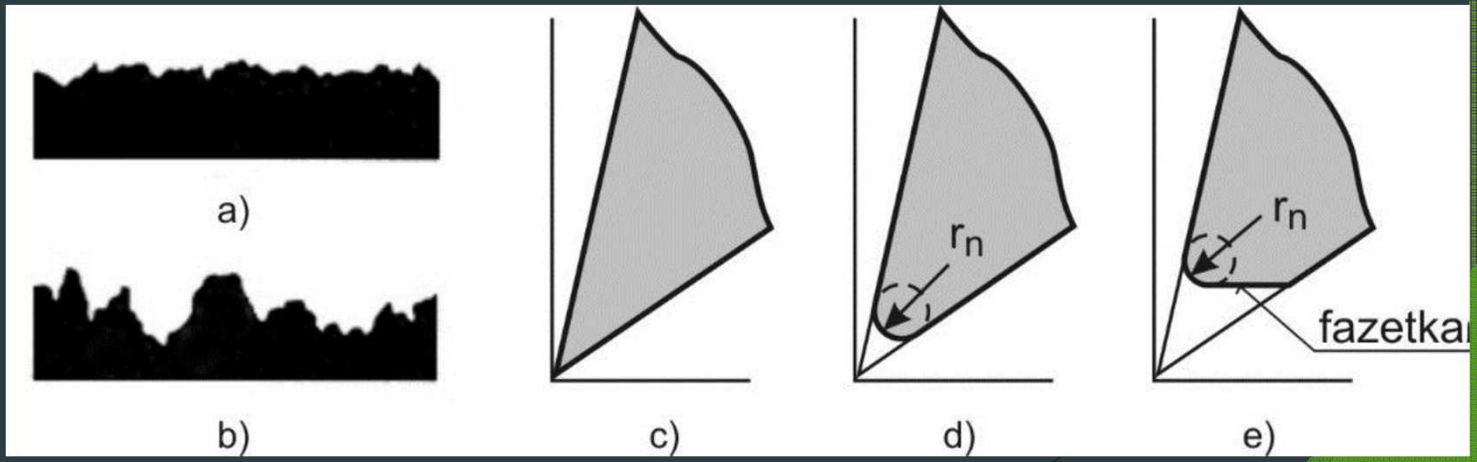
Oblast III – (lineární)

Proces opotřebení se stabilizuje a změny geometrie probíhají většinou mnohem pomaleji.

Hodnocení otupení nástroje v praxi

Nedá se měřit přímo, opotřebení obvykle zjišťujeme z parametrů zjistitelných během výrobního procesu:

- vyšší řezná síla (vyšší spotřeba energie)
- vyšší teplota (v krajním případě pálení obrobku)
- horší až špatná kvalita obrobené plochy



Jevy při řezání dřeva

- Podstata jevů řezného procesu
- Složitá struktura dřeva
- Mění se parametry mikrogeometrie řezného klínu
- Vznik tepelné, chemické a elektrické energie
- Výsledky současné vědy ukazují, že řezání dřeva a dřevěných materiálů je složitý proces, který zahrnuje:
  - mechanické,
  - fyzikální
  - a chemické jevy

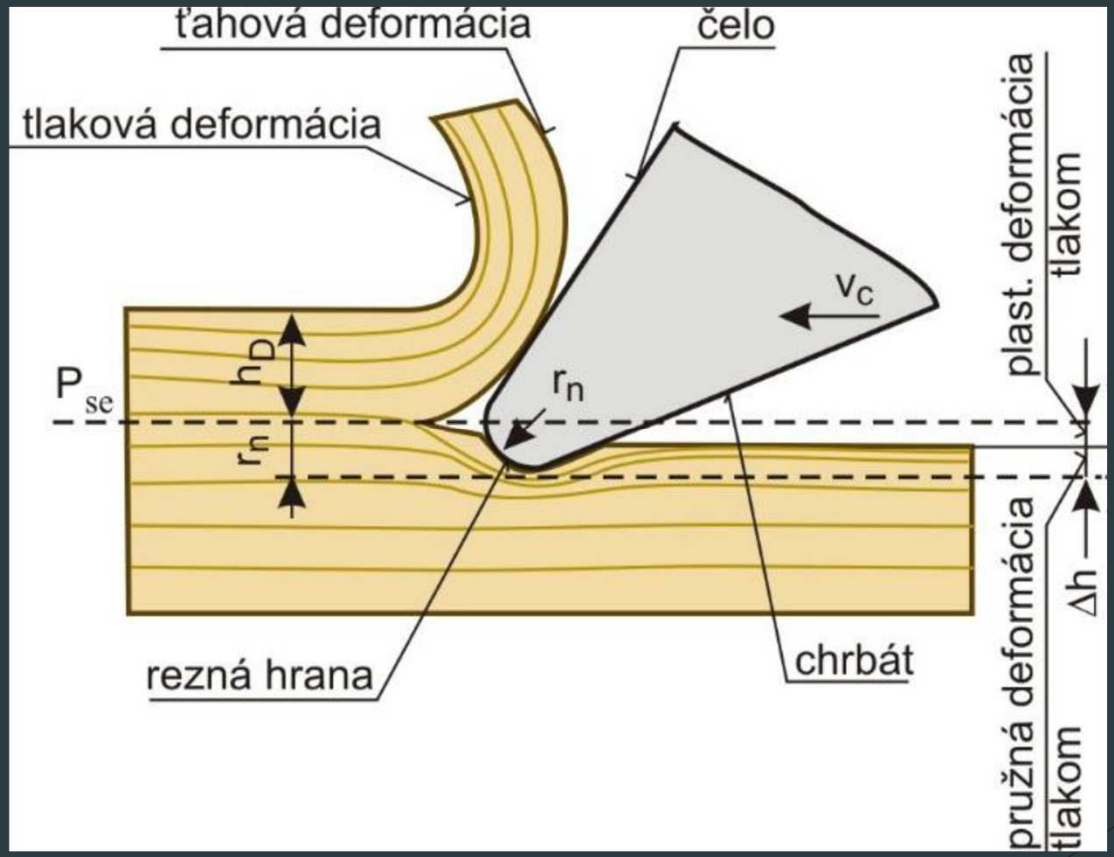
Mechanické jevy při řezání

- Mechanická energie při řezání se dělí na tvorbu nových povrchů opracovaného materiálu, deformaci materiálu řezané vrstvy a pod povrchem řezání, i k překonání smykových a třecích sil.
- Průběh řezání má následující fáze:
  - Počáteční ohybové deformace buněčné stěny v mezích pružnosti
  - Zhroucení buněk a posunutí BS k sobě
  - Postupná tlaková deformace s přechodem z pružné na plastickou s konečným přestřihnutím BS
- Nejviditelnějším přímým projevem mechanických jevů procesu je deformace odřezávané hmoty (třísky) a vytvoření řezné plochy

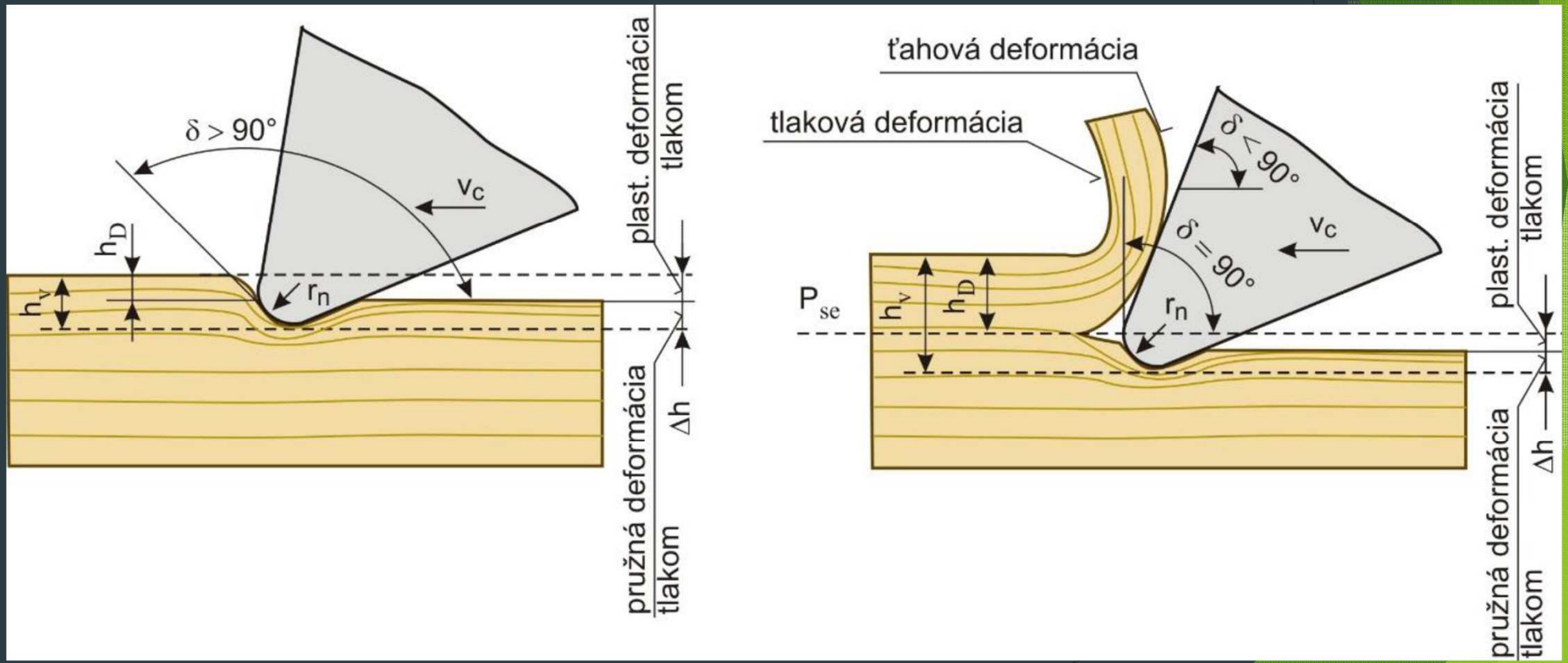
Mechanické jevy při řezání

- V třískovém procesu dochází při ohýbání třísky čelem řezného klínu ke složitým napjatostním poměrům:
  - K tlakové destrukci
  - K současnému tlaku i tahu
  - K namáhání na tah kolmo na vlákna před řeznou hranou
  - K namáhání na tlak a smyk podél vláken
  - K namáhání na tlak a smyk na části řezné hrany pod rovinou střihu a na hřbetu řezného klínu

Tahová a tlaková deformace třísky



Vliv poloměru zaoblení řezné hrany na deformaci dřeva



Fyzikální jevy při řezání

- Elektrické jevy
- Tepelné jevy

Elektrické jevy

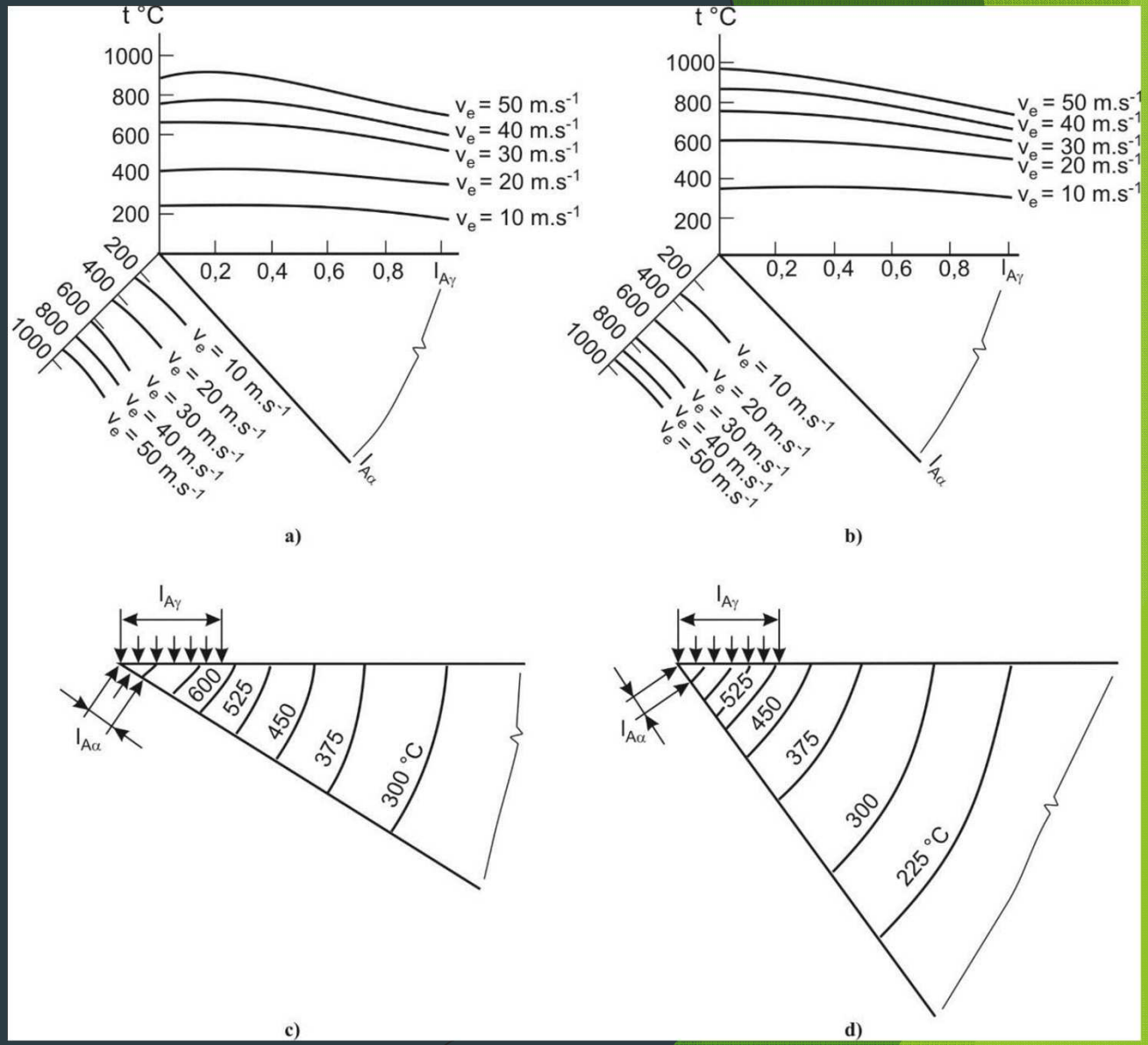
- Procesy tvoření nových povrchů, deformace a smykové tření probíhající při řezání jsou doprovázeny elektrizací povrchů při kontaktu řezného klínu s dřevem. Původ nábojů může být různý.
- Při rozrušení materiálu řeznou hranou a tvoření nových povrchů se roztrhávají molekulární spojení a odhalují se polární konce molekul
- Při klouzání dřeva po řezném klínu se tvoří tzv. tribonáboje
- Při deformaci suchého dřeva řezným klínem se projevují jeho piezoelektrické vlastnosti a objevují tzv. piezoelektrické náboje
- V souhrnu je možné říci, že tribo – piezoelektrické náboje, se sčítají a tvoří složitý elektrický systém

Elektrické jevy

- Část nábojů se zneutralizuje jiskřením, část se odnáší zachycená na povrchu třísek a část je odvedena uzemněním elektroinstalací stroje
- Elektrické jevy jsou spojené s opotřebením řezného nástroje
- Výkon elektrických výbojů není tak velký, aby způsoboval viditelné poškození materiálu nástroje. Větší poškození způsobují složité elektromechanické procesy v povrchových vrstvách nástroje

Tepelné jevy

- Řezání je typický proces spojený se ztrátou energie. Spotřebovaná mechanická energie na řezání se mění a na jiné druhy především na tepelnou energii



Tepelné jevy

- Pro odvod tepla při řezaní dřeva je jen jedna cesta a tou je řezný klín. Proto je potřebné tento fakt zohledňovat při konstrukci nástroje, jeho materiálu a geometrie.
- Tepelný vliv vede ke strukturálním změnám materiálu řezného klínu – to vyvolává rychlejší opotřebení
- Zákonitosti tepelných jevů řezného procesu poukazují na zvýšení odolnosti řezného nástroje vůči opotřebení

Chemické jevy při řezání

- Zkoumají se také ve spojení s problémem opotřebení řezného nástroje. Zkoumá se společný vliv mechanických a chemických jevů na proces řezání
- Vliv má složení okolí (plynného prostředí)
- Nejagresivnější rozpouštění ocele 16 270 způsobují extrakty dřeva v pořadí (dub, akát, jasan, buk)

Tvorba třísky

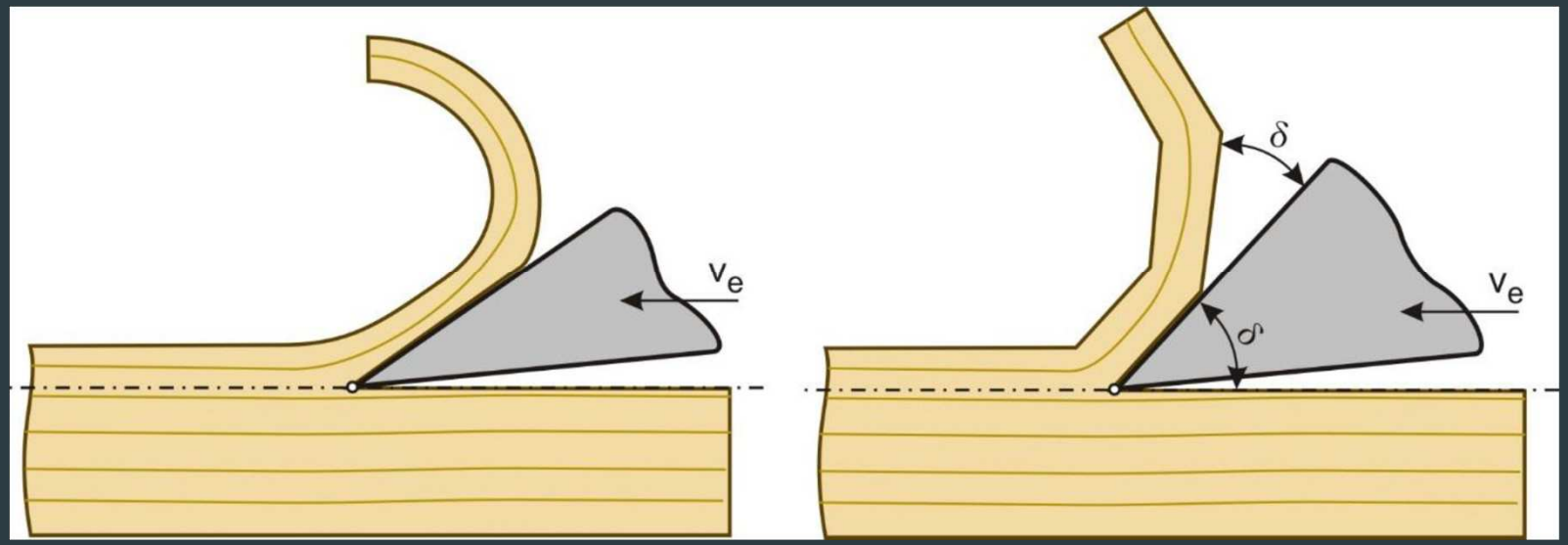
- Při styku nástroje s materiálem – obrobkem se materiál v okolí břitu nejdříve deformuje.
- Se zvyšováním tlaku břitu na materiál se deformace postupně zvětšuje.
- Po překročení meze pevnosti vnikne břit dovnitř materiálu a nastane oddělování hmoty – třísky.
- Kromě dřevného prachu vznikajícího při broušení dřeva je výsledkem (produktem) řezného procesu většinou tříska.
- Na průběh oddělování třísky (tvar, rozměry a technologickou využitelnost) má vliv několik činitelů :
  - druh materiálu a jeho vlastnosti *(vlhkost, pevnost, tvrdost),*
  - směr vláken dřeva vzhledem k pohybu břitu,
  - geometrie nástroje,
  - řezné podmínky *(řezná a posuvná rychlost).*

Tvorba třísek při podélném modelu řezání

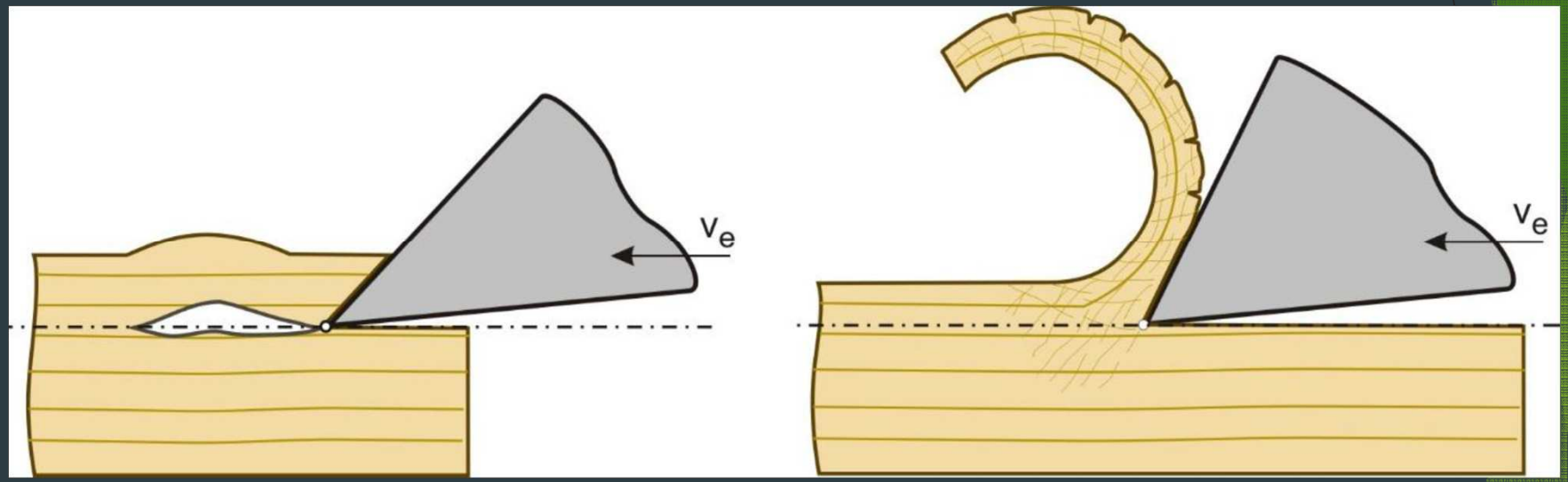
- **Souvislá spirálová tříska**
- **Částicová mnohoúhelníková**
- **Tříska souvislá spirálová** – se tvoří obyčejně při malé tloušťce zřezané vrstvy (do 0,1 ÷ 0,2 mm). Proces řezání je ustálený, hladkost obrobeného povrchu a třísky je vysoká. V důsledku stálého kontaktu řezné hrany s obrobkem dochází k rychlejšímu opotřebení.
- **Tříska částicová mnohoúhelníková** – je charakterizovaná neustáleným procesem tvoření třísek. Vzniká při větší tloušťce odebírané vrstvy a menších řezných úhlech řezání δ, většinou i se vznikem „záštěpů“ (prasklin) dřeva před řeznou hranou.

Tvorba třísek při podélném modelu řezání

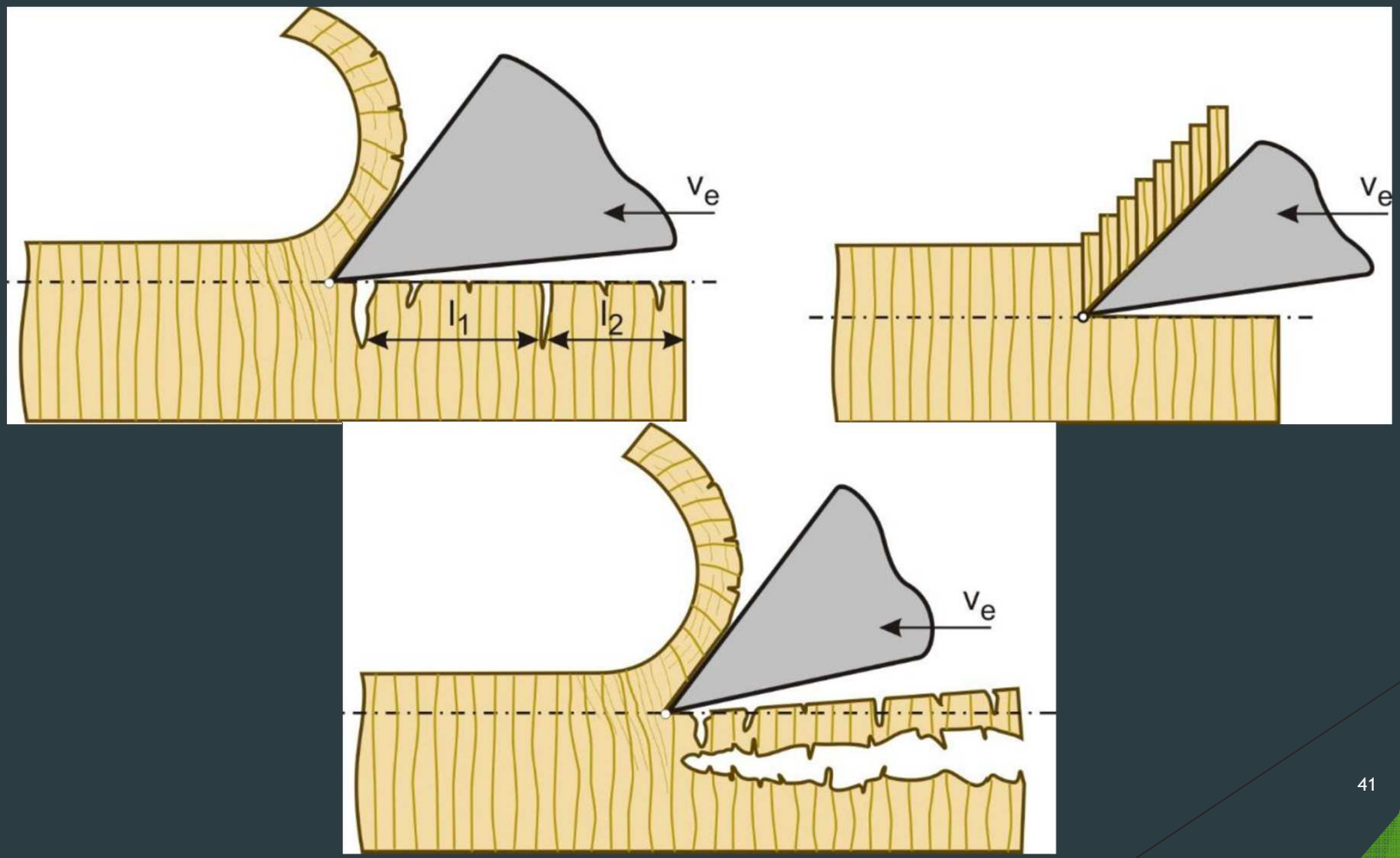
Souvislá spirálová tříska x Částicová mnohouhelníková



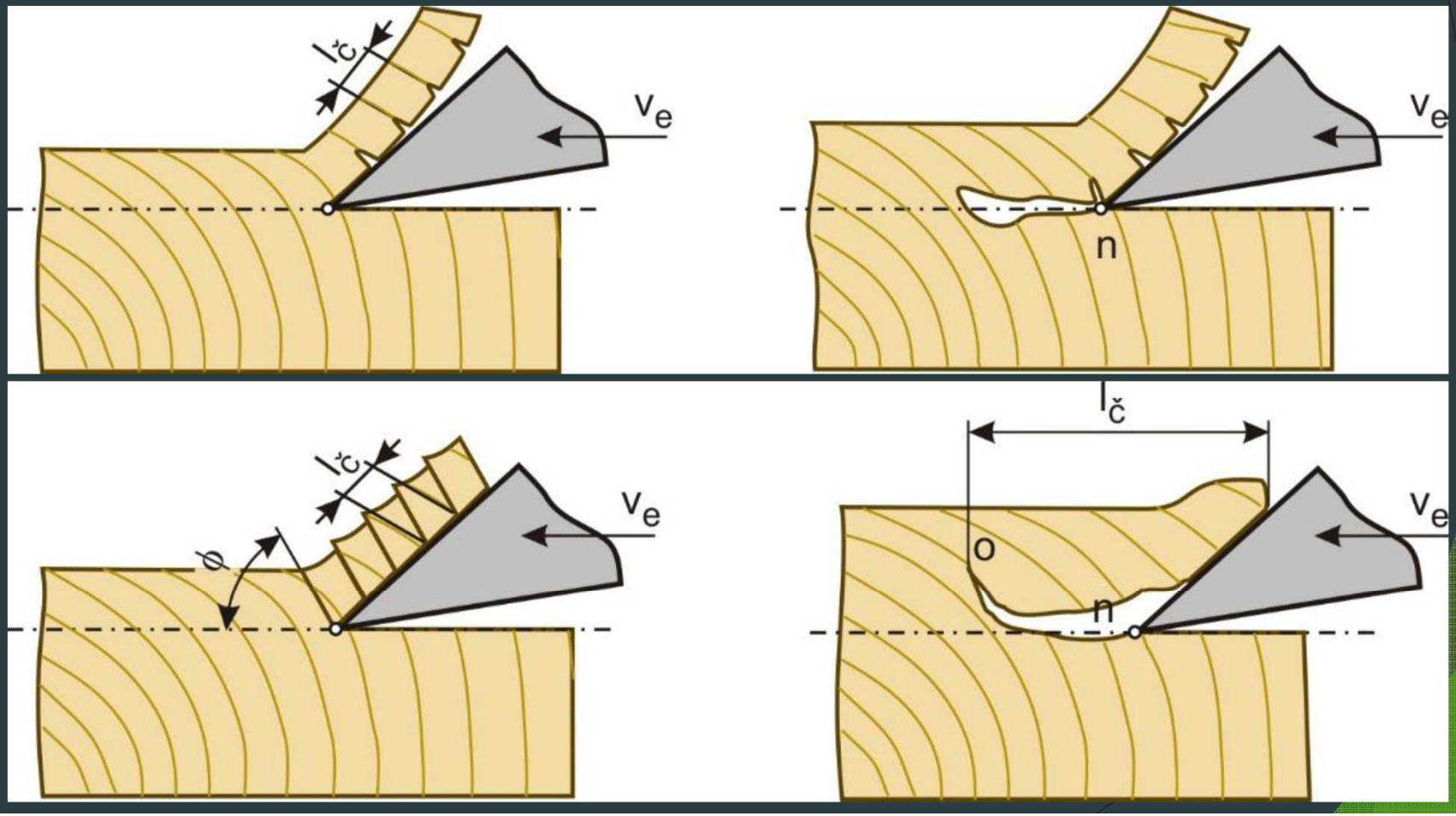
Souvislá plastická tříska zhuštěná



Tříska souvislá x Částicová tříska dělená

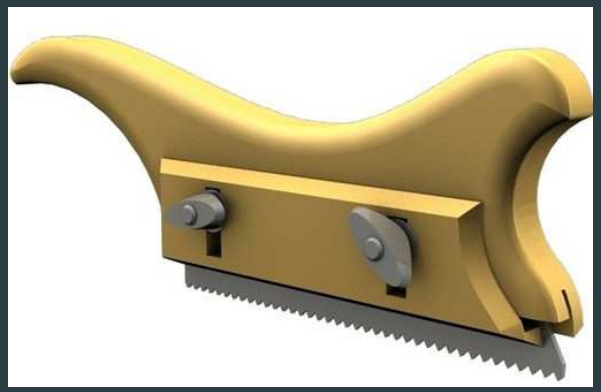


Tříska souvislá x Tříska částicová dělená x Tříska trhaná



Tvarování dřeva řezáním

- Při řezání je nutno respektovat rozdíly v řezání podélném, příčném, šikmém a křivočarém.
- Podle tohoto členění je nutno zvolit nejen správný typ pily, ale také správný tvar, sklon a rozvod pilových zubů.
- Používány jsou motorové pily řetězové (elektrické i benzínové), kotoučové pily (stabilní a ruční), pásové (nejčastěji truhlářské), ocasky, děrovky, čepovky, svlakovky a pily lupenkové.

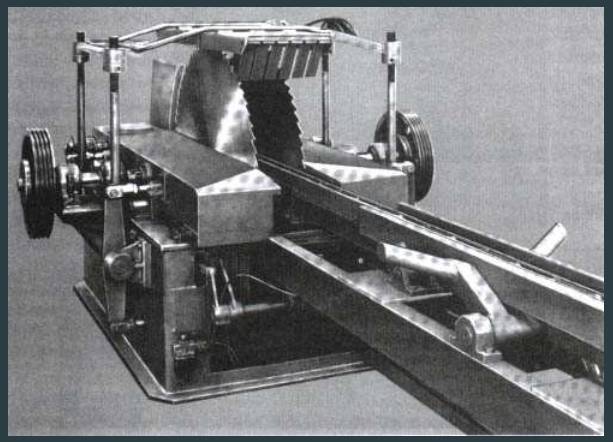


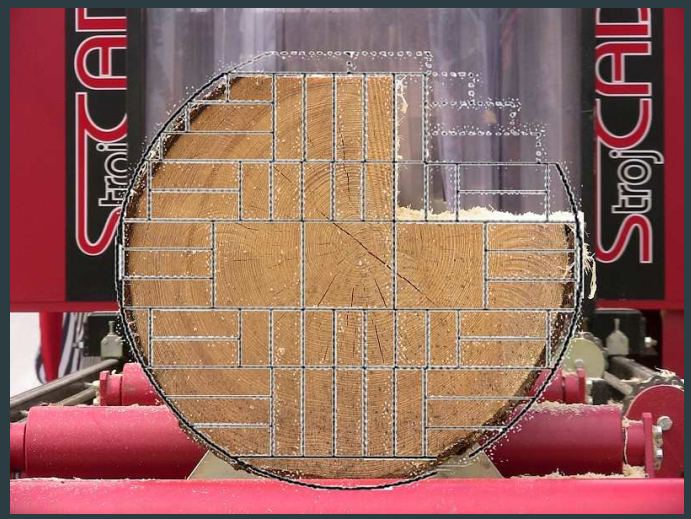
Řezbář Václav Plechatý: Řezbářský patron Svatý Šimon z orloje v Kryštofově Údolí (lípa-2007)

Kotoučové pily

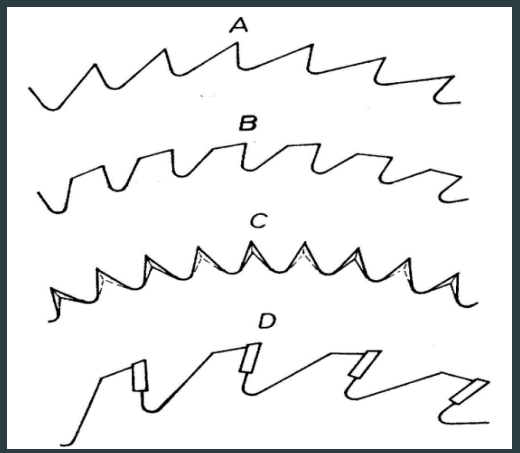
Kotoučové pily

Kmenové kotoučové pily

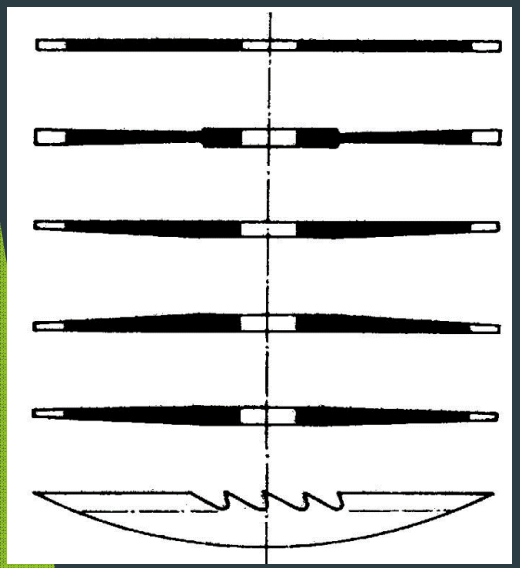




Pilové kotouče



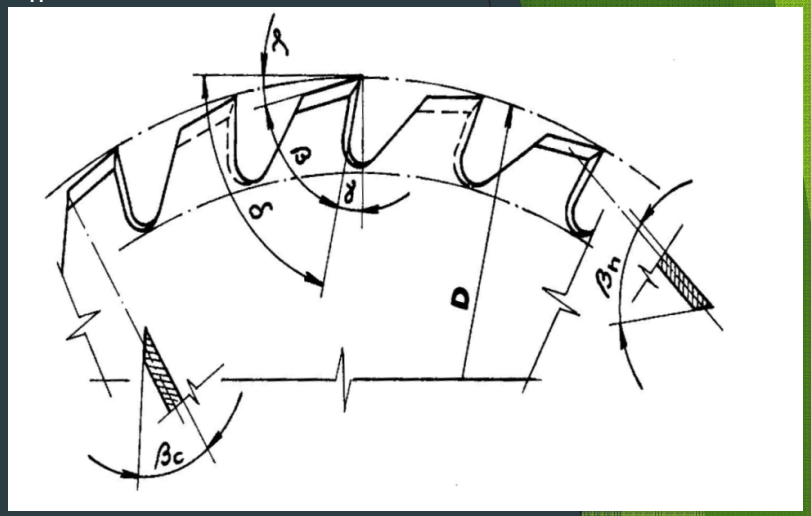
A. Trojúhelníkové nesouměrné ozubení
B. Vlčí ozubení
C. Trojúhelníkové souměrné ozubení
D. Zuby s naletovanými destičkami

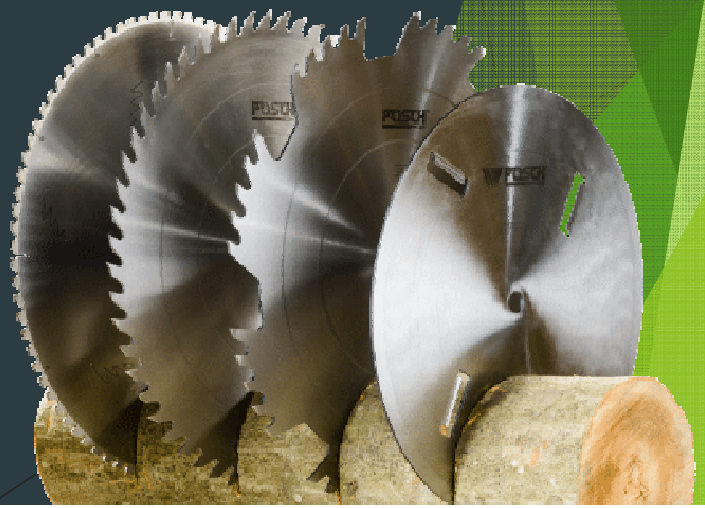


Průřezy pilových kotoučů

1. Přímý kotouč
2. Podbroušený kotouč
3. Seřezávací pravý
4. Seřezávací levý
5. Seřezávací souměrný
6. Vypuklé průřezy

β_c -úhel zbroušení hřbetu
β_h -úhel zbroušení čela





BOZP

Při práci se nesmí používat pilové kotouče:

- Tupé
- Deformované
- Poškozené (prasklé, s vylámanými zuby)
- Nesprávně rozvedené

Nikdy nesmíme odstraňovat ochranné kryty a rozvírací klín.

Při řezání dlouhých kusů musíme použít opěrné válečky. Při řezání krátkých kusů musíme na posouvání do řezu použít posouvací pomůcky. Pracoviště opouštíme až po zastavení pilového kotouče. Čištění provádíme jen je-li stroj v klidu.

V případě poruchy/výměny kotouče stroj označíme cedulí: Nezapínat – mimo provoz !

https://www.youtube.com/watch?v=x5uO3-yLE-4

Pásové pily

Pásové pily – horizontální x vertikální

Pásové pily kmenové – mobilní x stacionární

Pásové pily truhlářské x ruční

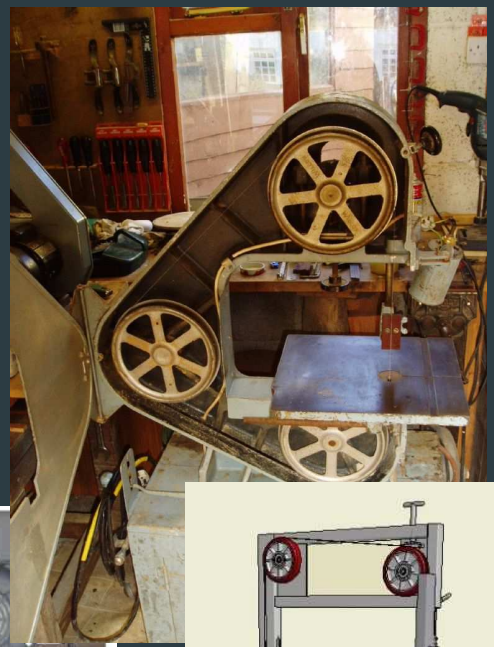
holzkraft

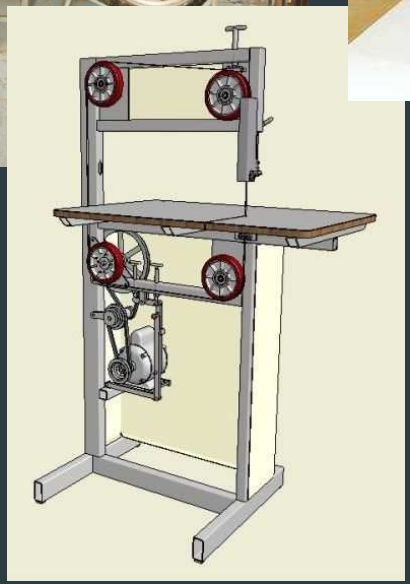
metabo®
PROFESSIONAL POWER TOOL SOLUTIONS

BOSCH

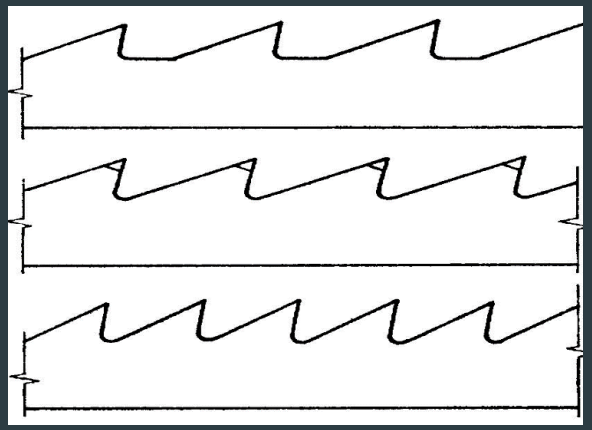
makita®

Pásové pily – počet pásnic





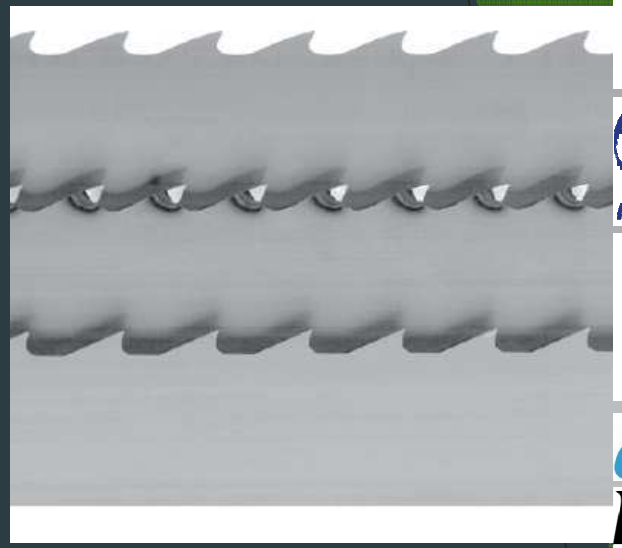
Pilové pásy

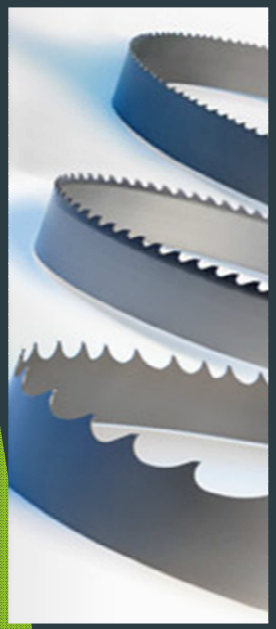


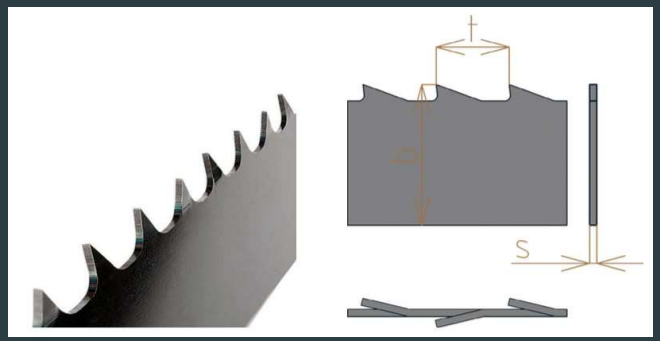
Vlčí ozubení (zuby rozváděné)

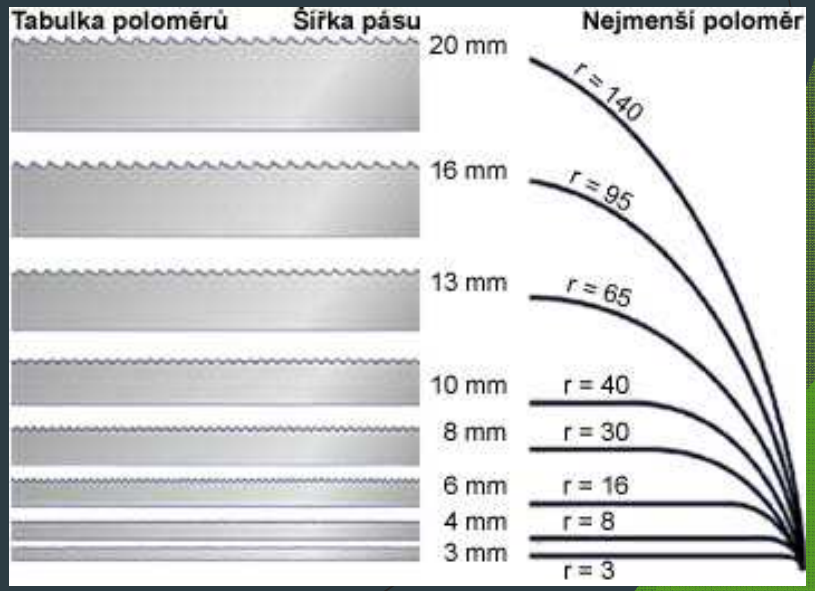
Trojúhelníkové ozubení (zuby pěchované)

Trojúhelníkové ozubení (zuby pěchované)

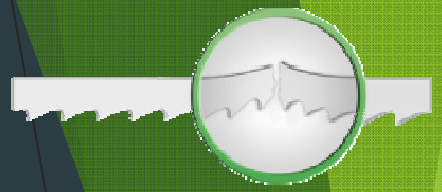








BOZP – pásové pily

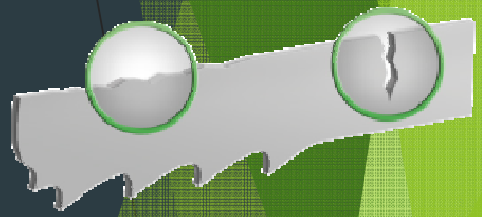


S výjimkou řezné části jsou všechny pohyblivé části zakrytovány. Při práci se nesmí používat pilové pásy:

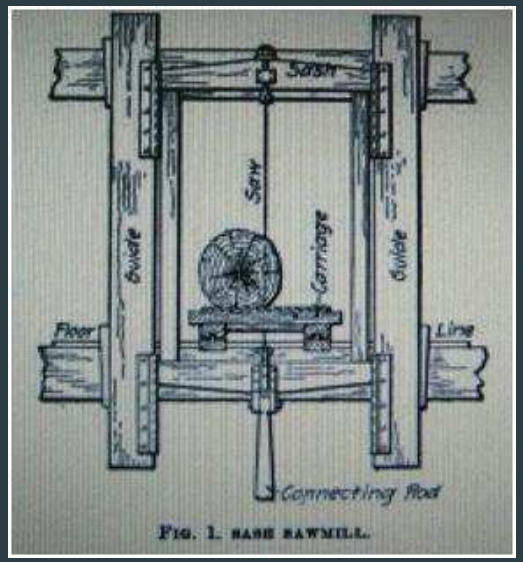
- Tupé
- Chybně svařené
- Poškozené (natržené)
- Nesprávně rozvedené

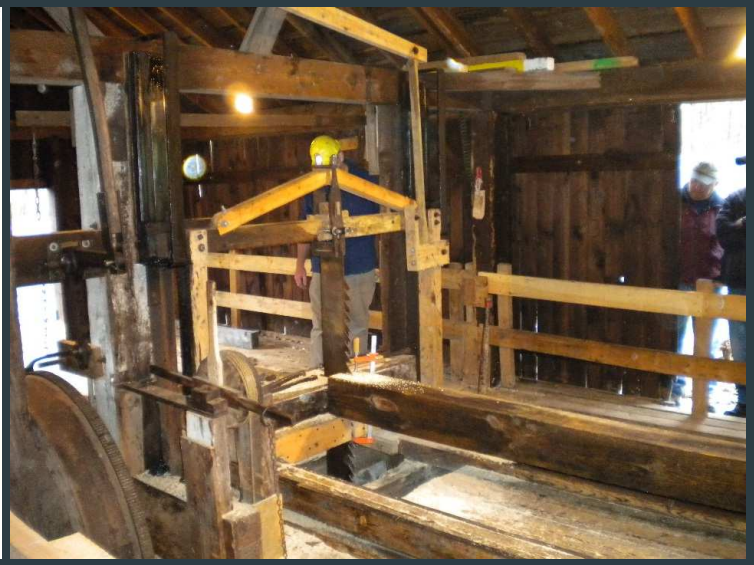
neboť se zvyšuje hlučnost a vzrůstá riziko prasknutí pásu.

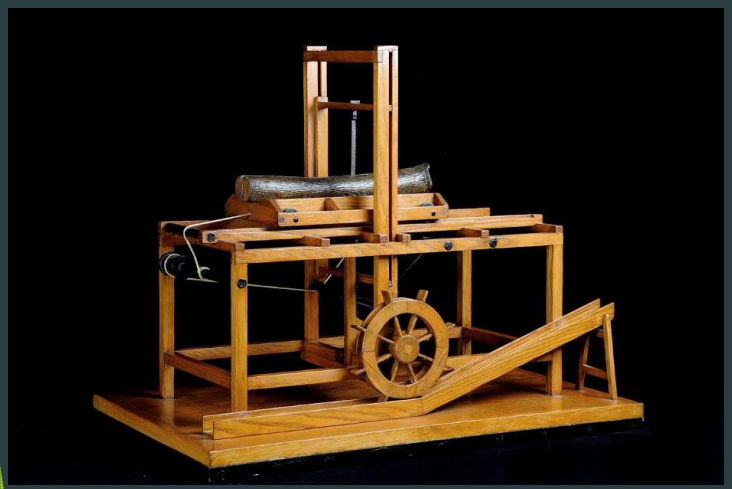
Při řezání dlouhých kusů musíme použít opěrné válečky. Při řezání kruhových průřezů musí být dílec podložen. Pracoviště opouštíme až po zastavení pásu. V případě poruchy/výměny pásu stroj označíme cedulí: Nezapínat - mimo provoz !

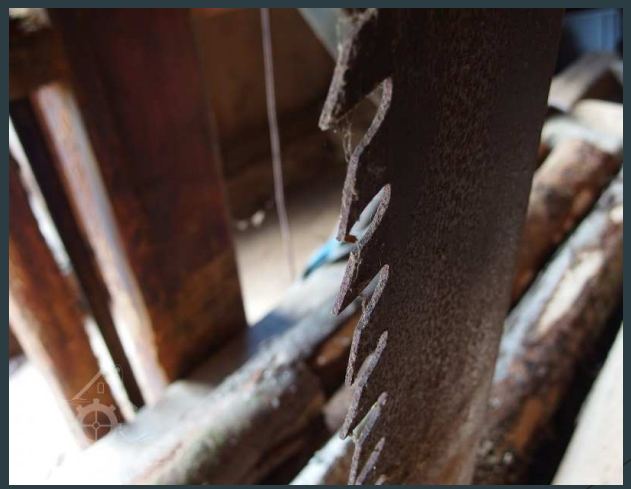


Rámové pily – jednušky

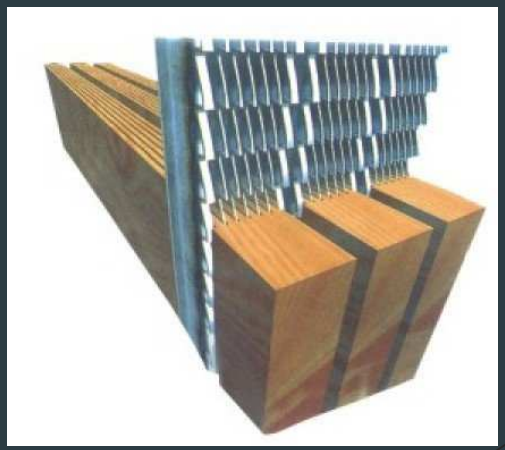




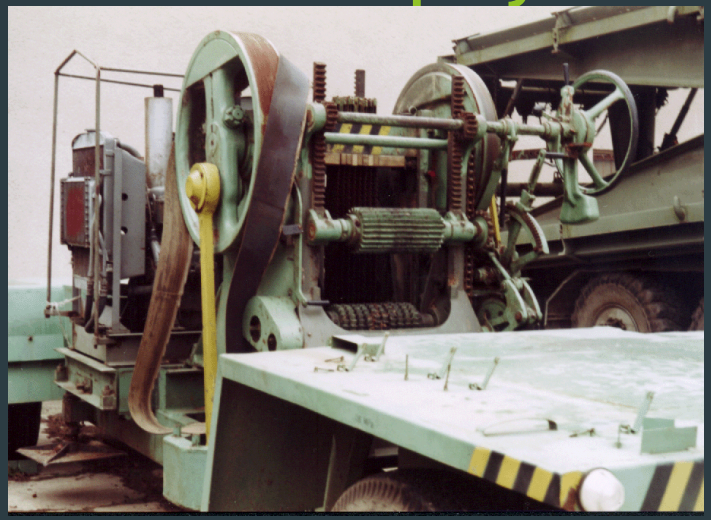




Vícelisté rámové pily

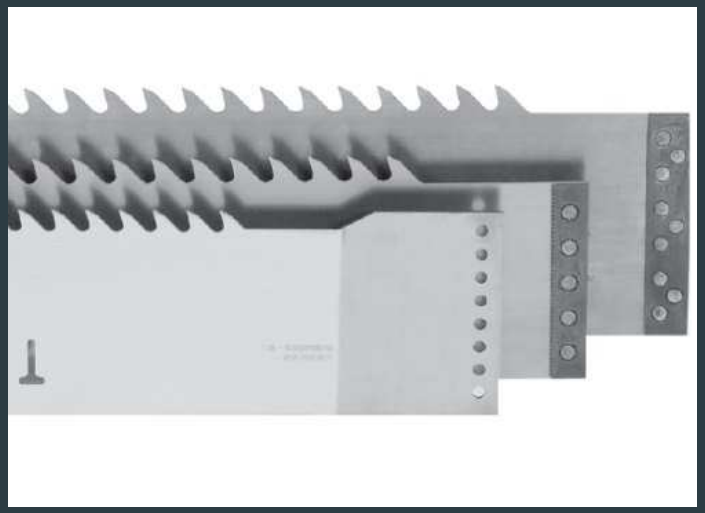


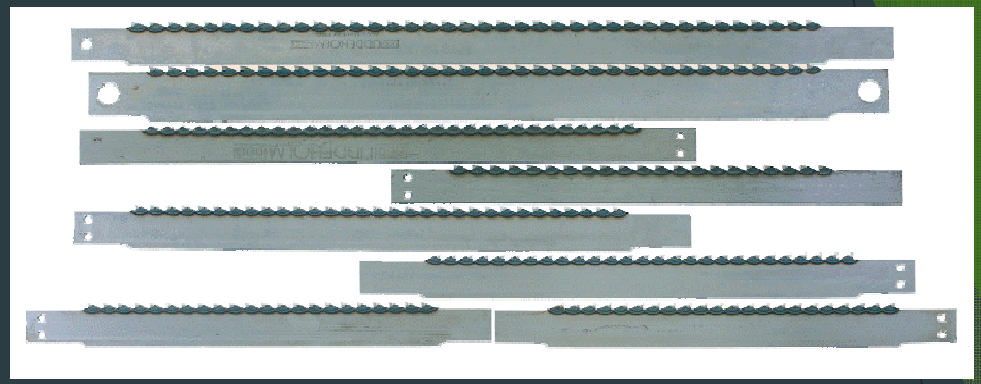
Rámové pily – mobilní x stabilní

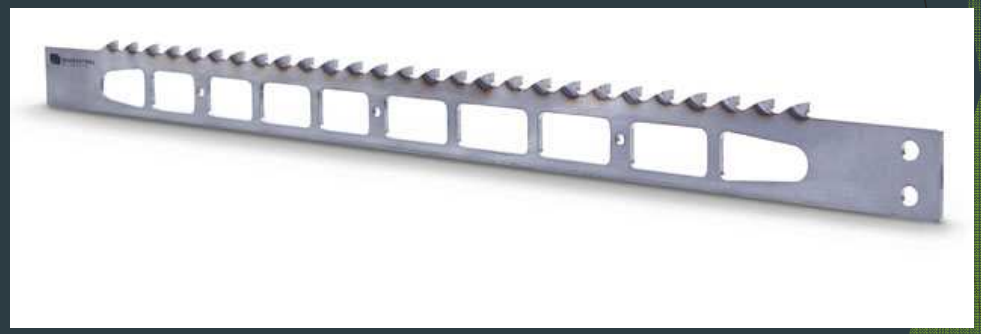


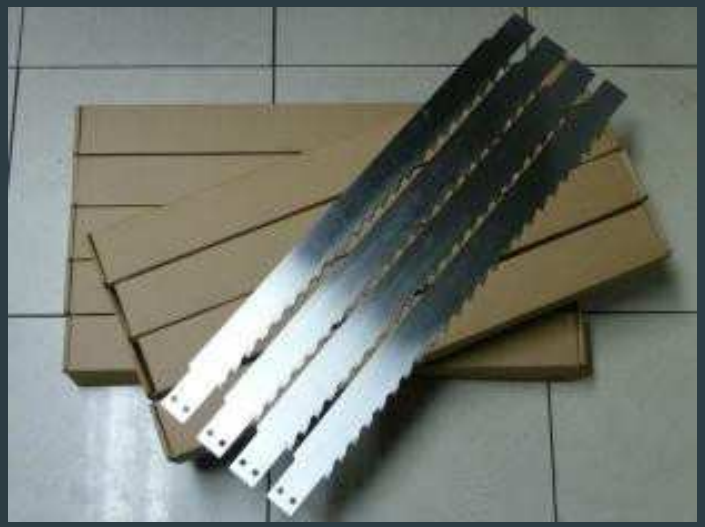
Rámové pily – horizontální x vertikální

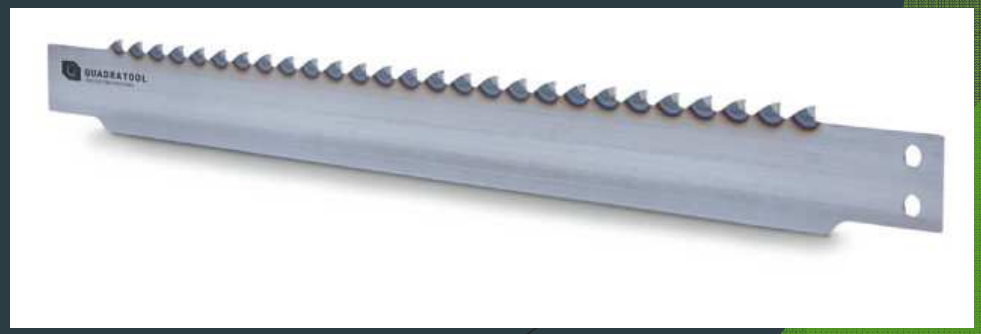
Pilové listy









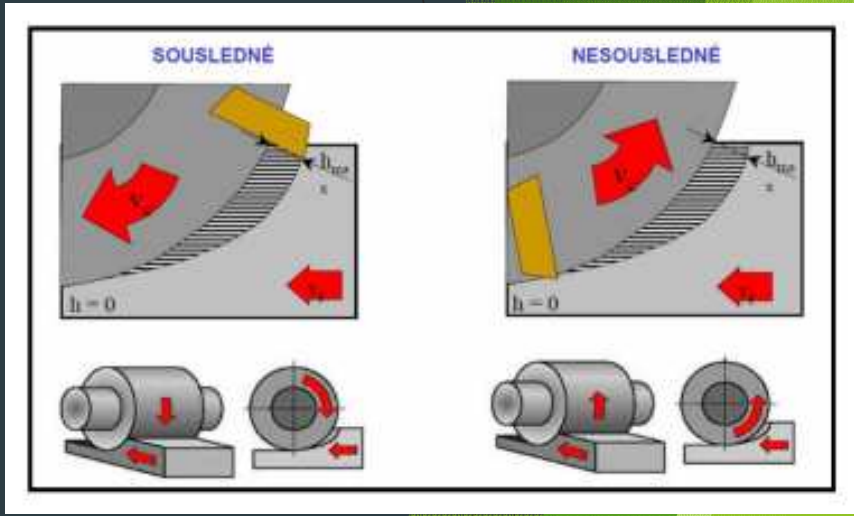


Frézování

- Proces, kdy pomocí rotujícího nástroje různého tvaru je zpracován povrch dílec na požadovaný tvar a požadovanou kvalitu povrchu.
- Podle polohy osy nástroje k obráběné ploše rozlišujeme frézy válcové s osou rovnoběžnou a frézy čelní s osou kolmou na obráběnou plochou

Frézování válcovými frézami

- Při frézování válcovými frézami je materiál odebírán zuby po obvodě frézy. Podle smyslu otáčení frézy vzhledem k posuvu rozlišujeme frézování sousledné a nesousledné.
- Nesousledné frézování – postupně se zvětšuje průřez třísky od nuly do maximální tloušťky. Zuby frézy zpočátku vlivem pružných deformací obráběného materiálu kloužou po obrobené ploše, odírají se, zahřívají a otupují.
- Sousledné frézování – zuby frézy se zařezávají do materiálu v maximálním průřezu třísky a končí nulovým průřezem na obrobené ploše, která je oproti nesouslednému frézování kvalitnější.



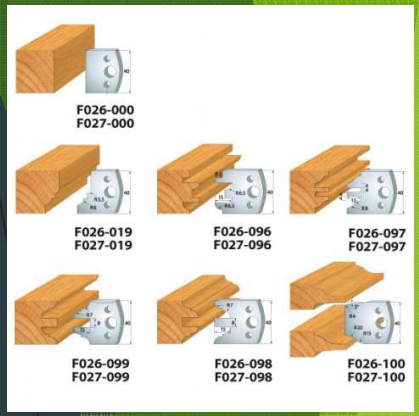
Frézování válcovými frézami

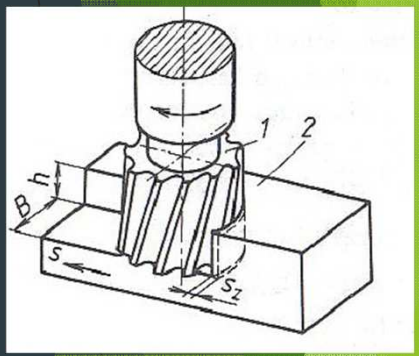
- Osa nástroje je rovnoběžná s obráběnou plochou.
- Používají se při frézování na frézkách převážně s vřetenem vodorovným. Příkladem použití v praxi jsou většinou srovnávací, tloušťkovací frézky.

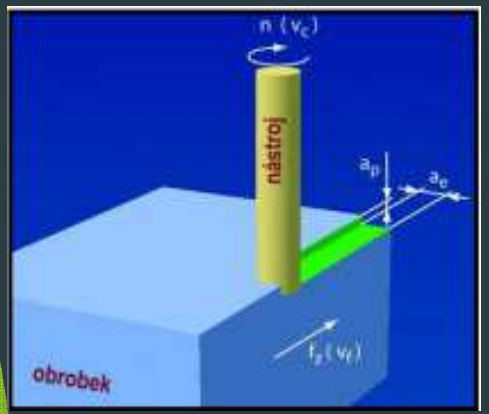
Srovnávačky, protahovačky

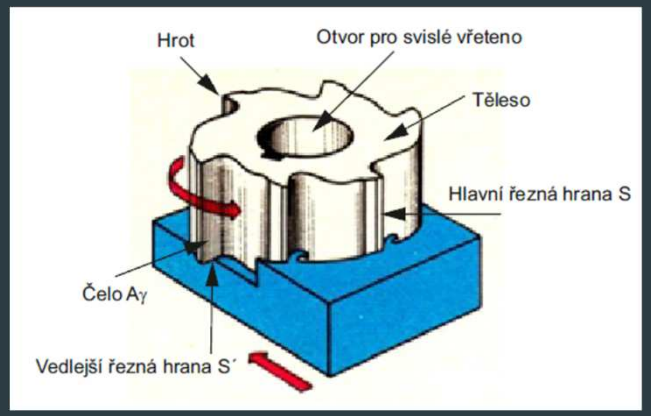
Frézování čelními frézami

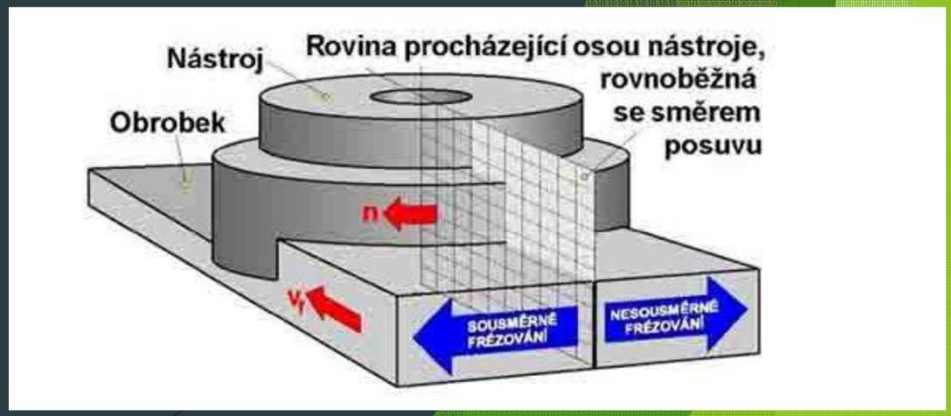
- Při tomto způsobu frézování je osa nástroje kolmá k obráběné ploše.
- Materiál je odřezáván nejen břity na obvodu, ale také břity na čelní ploše frézy.
- Tloušťka třísky se mění od minima do maxima, a to podle velikosti průměru frézy a šířky obráběné plochy.
- Čelní frézy se používají zejména při frézování na vertikálních frézkách, mohou se však používat i na frézkách s vřetenem vodorovným





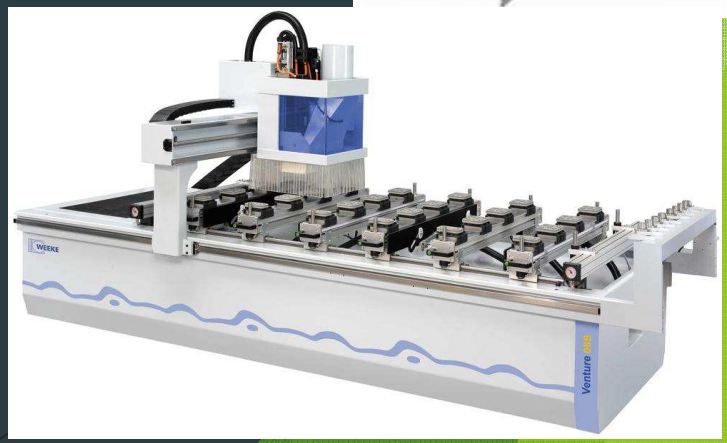






Svislá spodní frézka

Svislá horní frézka

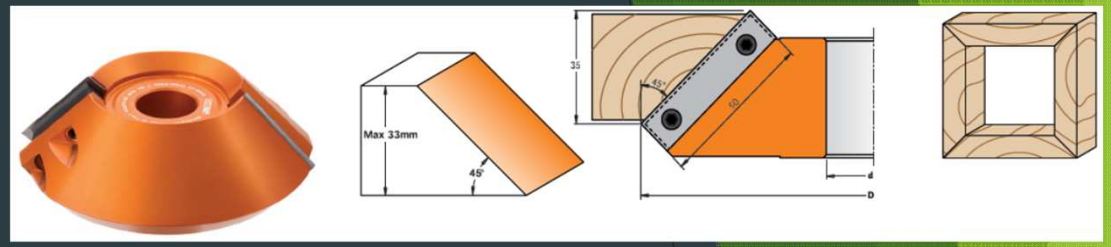


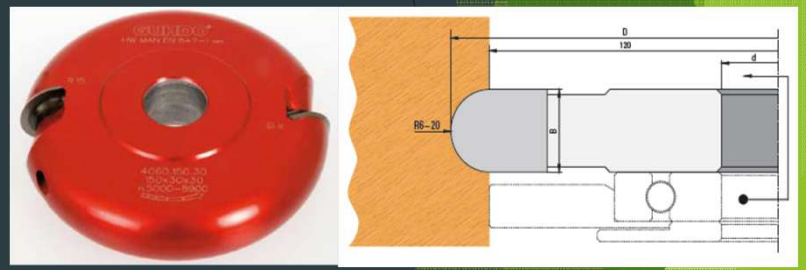
Kopírovací frézky na dřevo

https://www.youtube.com/watch?v=WJeliwU6OzU
https://www.youtube.com/watch?v=TzBM9iJa5mM

Frézy

- Podle funkce
  - Frézy k obrábění rovinných ploch
    - válcové x čelní
  - Frézy pro obrábění drážek
    - drážkovací x kotoučové
  - Frézy pro obrábění tvarových ploch
    - tvarové úhlové x zaoblení vyduté x zaoblení vypouklé





Frézy

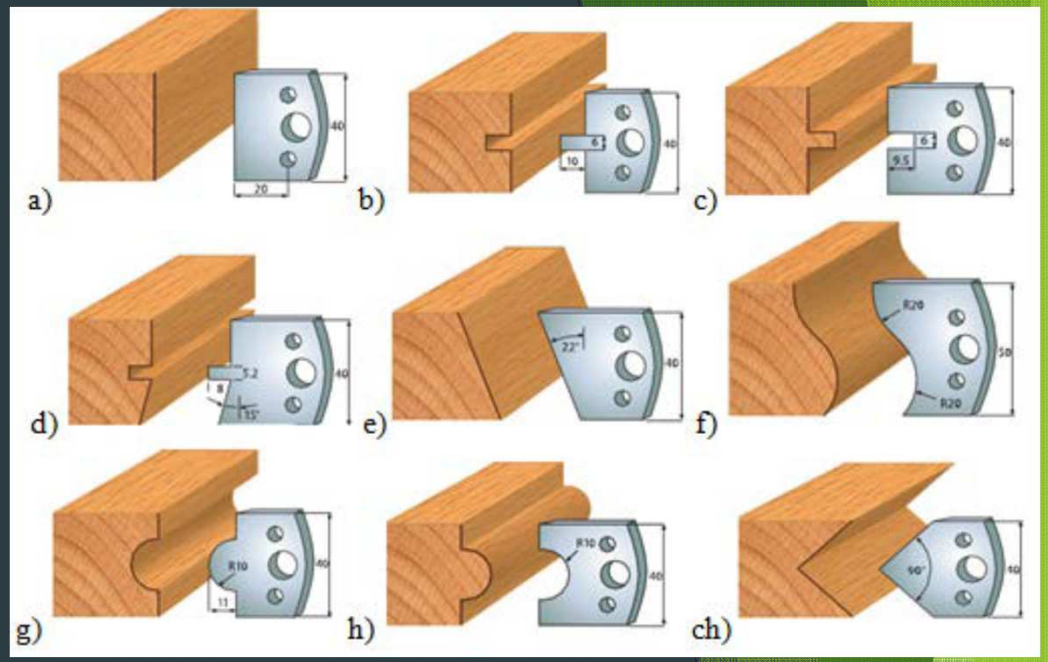
- Podle počtu dílů
  - Celistvé
  - Nerozebíratelně spojené nástroje
  - Složené
  - Nástrojové komplety

Frézy

- Podle způsobu upnutí
  - Frézy nástrčné
  - Frézy stopkové
- Podle uspořádání řezných nožů
  - S noži přímými
  - S noži po šroubovici

Frézy

- Podle tvaru obrobené plochy
  - a-srovnávací, b-drážkovací, c-pérovací, d-čepovací, e-zkosovací, f-tvarové pro frézování jednostranných profilů, např. zaoblovací čtvrtkruhové vyduté, g-vyduté, h-vypouklé, ch-profil ve tvaru V



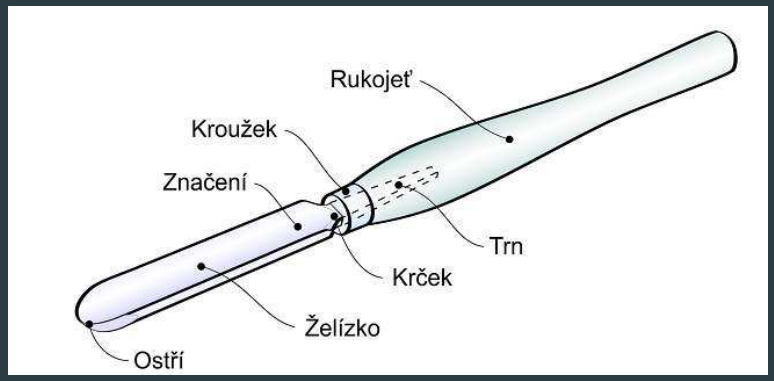
- Podle směru otáčení
  - Levotočivé a pravotočivé
  - Obousměrné

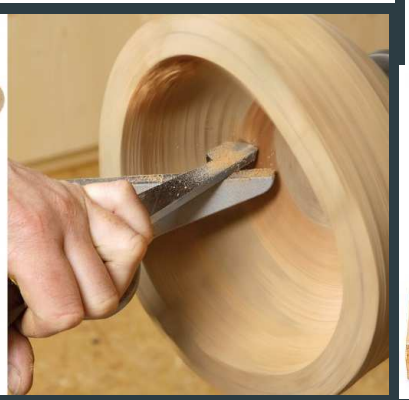
Tvarování dřeva soustružením

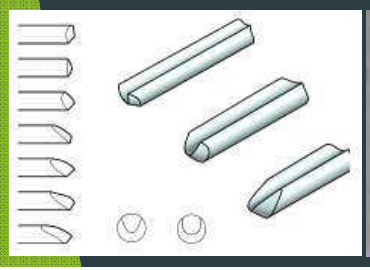
http://www.youtube.com/watch?v=dPl8qK3TBxU

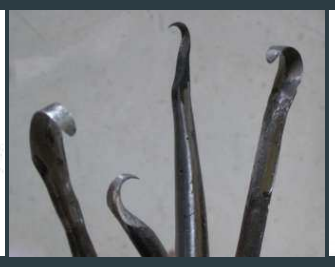
Soustružení výrobky

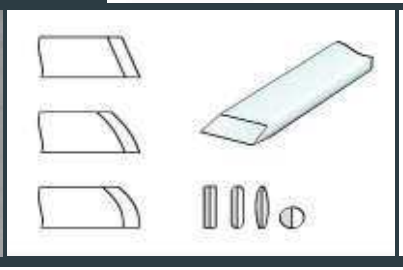
Soustružnická dláta, soustružnické nože

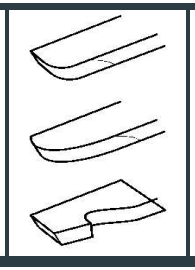


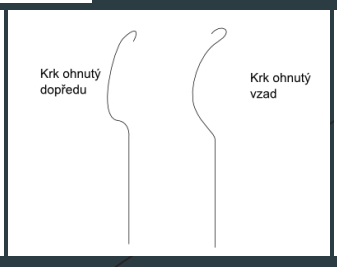


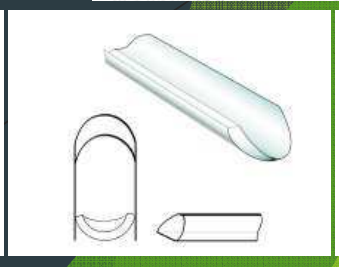


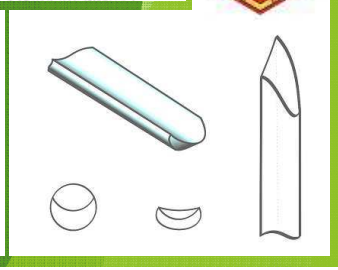






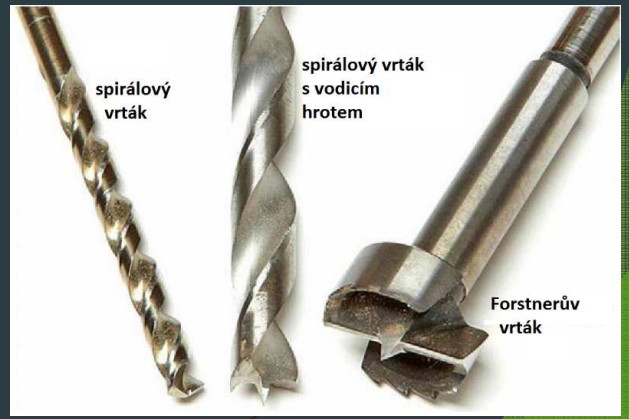




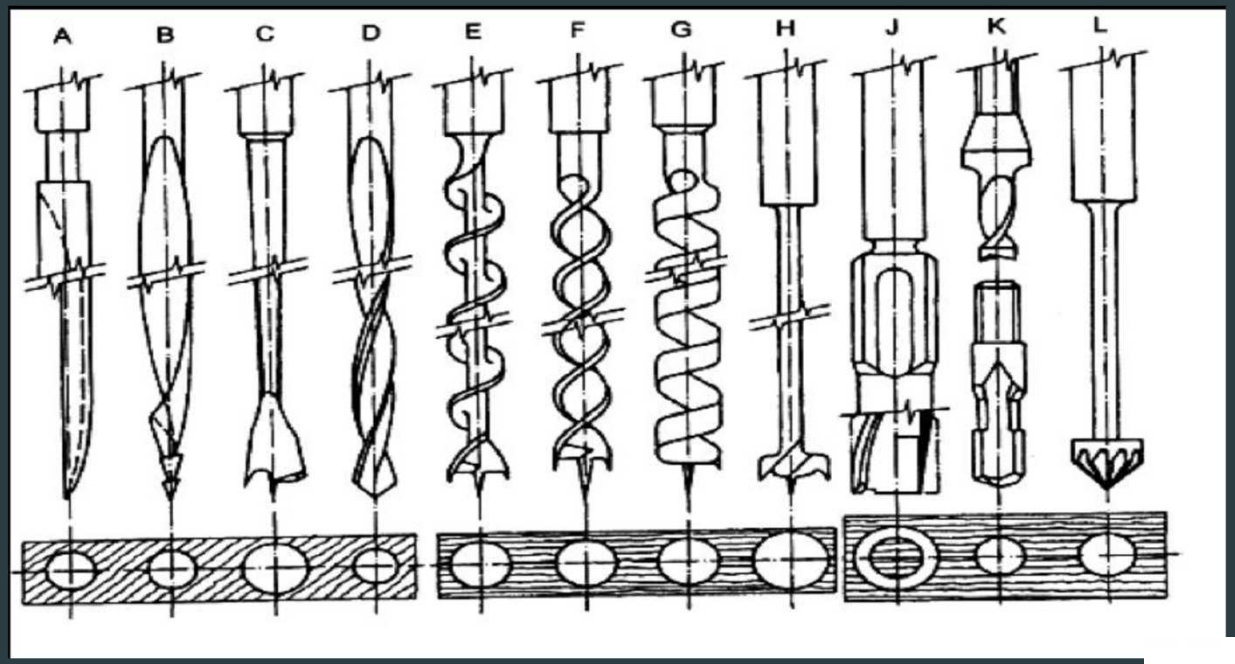


Vrtání

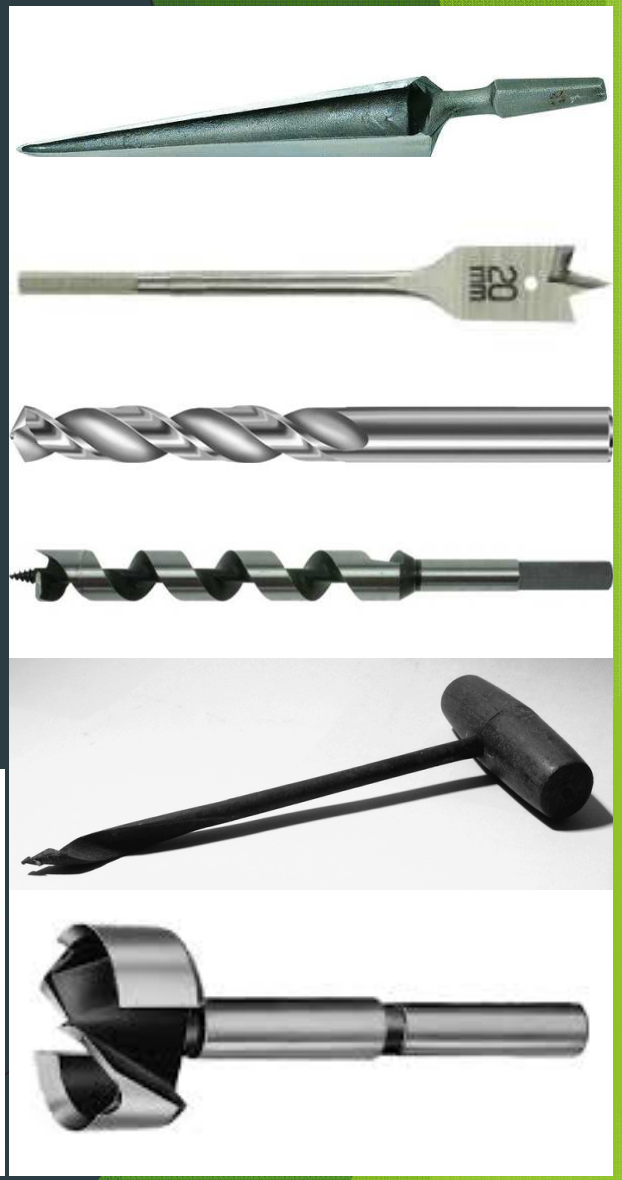
- Kruhové otvory
- Posuv – ruční, nožní nebo mechanický
- Jedno nebo více ostří
- Vrtáky se upínají do vřetena pomocí sklíčidla



Rozdělení vrtáků

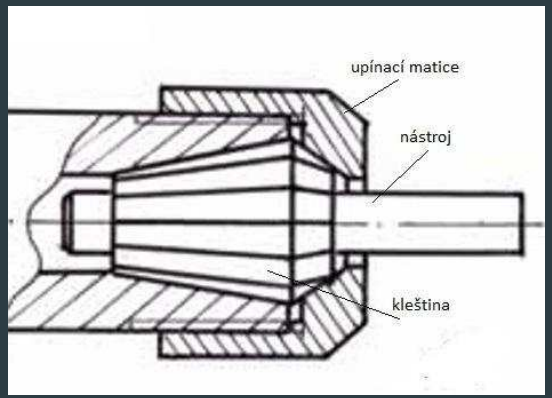


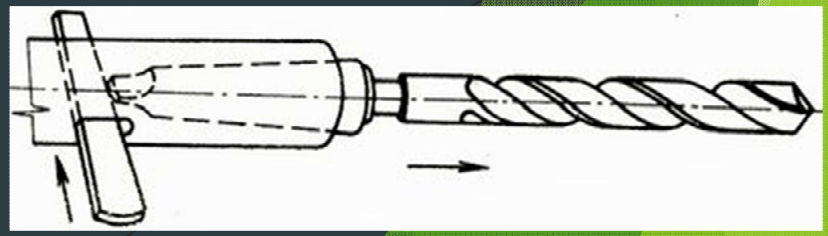
A) lžícový B) lžicovitě závitový (nebozez se stopkou) C) středový (špulíře) D) šroubovitý E) šnekové F) spirálový G) hadovité H) sukovník (Forstnerův vrták) J) zátkovník K) kolíkovací L) záhlubník



Upínání vrtáků

- Dělení upínáků z hlediska mechanismu
  - Mechanické upínače
  - Hydraulické upínače
  - Tepelné upínače

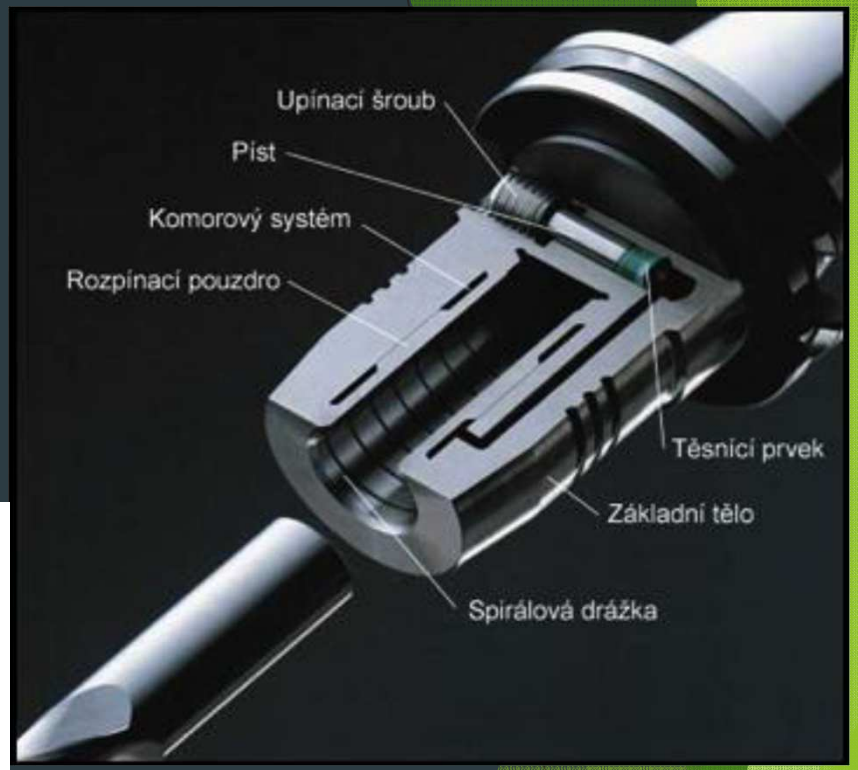




Upínání vrtáků

- Dělení upínáků z hlediska mechanismu
  - Mechanické upínače
  - Hydraulické upínače
  - Tepelné upínače

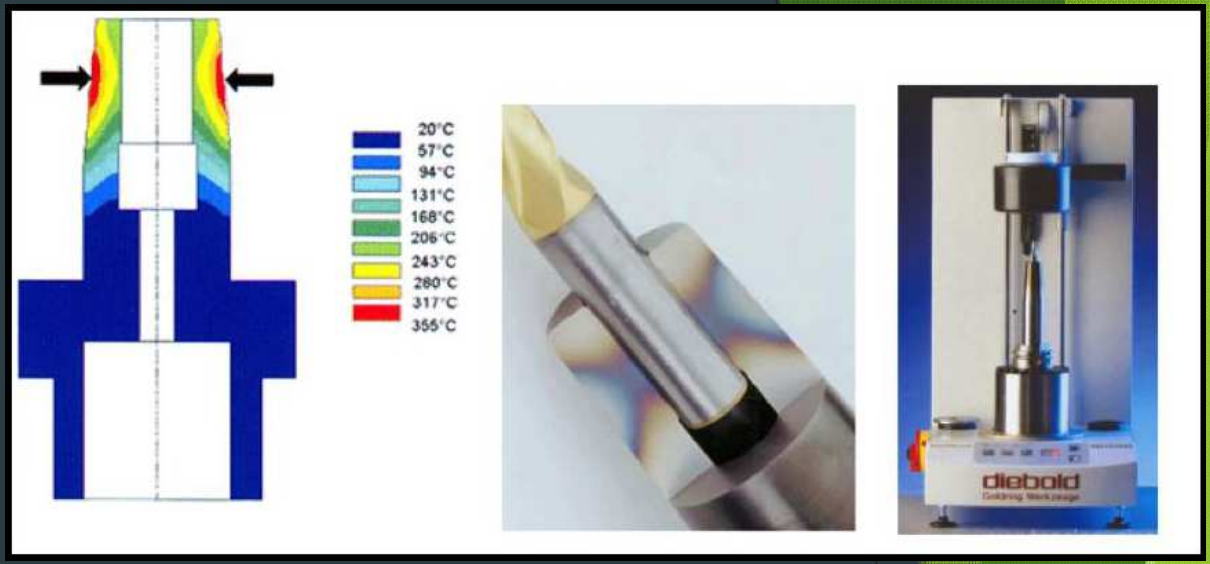
1 - tlakový šroub
2 - tlakový píst
3 - těsnění
4 - rozpínací objímka
5 - komorový systém
7 - nastavení délky šroubu
8 - nástroj
9 - drážky



https://www.youtube.com/watch?v=DtOm_HszUOo

Upínání vrtáků

- Dělení upínáků z hlediska mechanismu
  - Mechanické upínače
  - Hydraulické upínače
  - Tepelné upínače



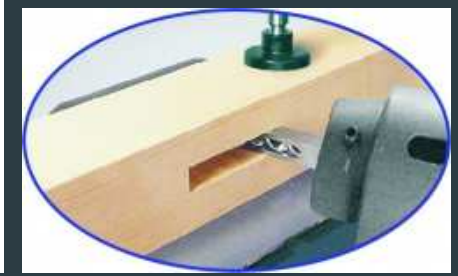
https://www.youtube.com/watch?v=fMCb9723cFk

Rozdělení vrtacích strojů

- Podle konstrukce
  - Jednovřetenové
  - Vícevřetenové
  - Mnohovřetenové
  - Mnohovřeteníkové (jednostranné a vícestranné)

Rozdělení vrtacích strojů

- Podle polohy vrtací hlavy:
  - Horizontální
  - Vertikální
  - Přenosné (ruční)



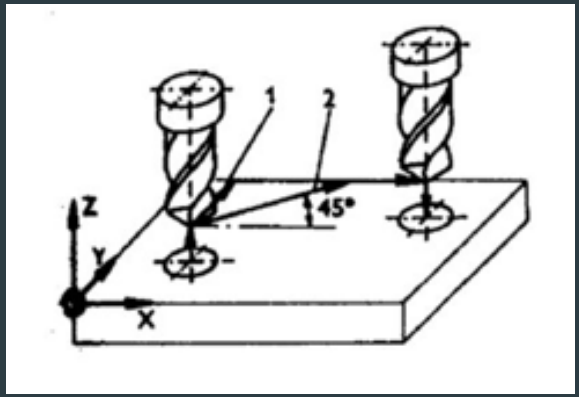
Rozdělení vrtacích strojů

- Podle druhu určení operace:
  - Kolíkovací
  - Dlabací
  - Vyspravovací
  - Na konstrukční otvory
  - Rybinovací
  - Speciální

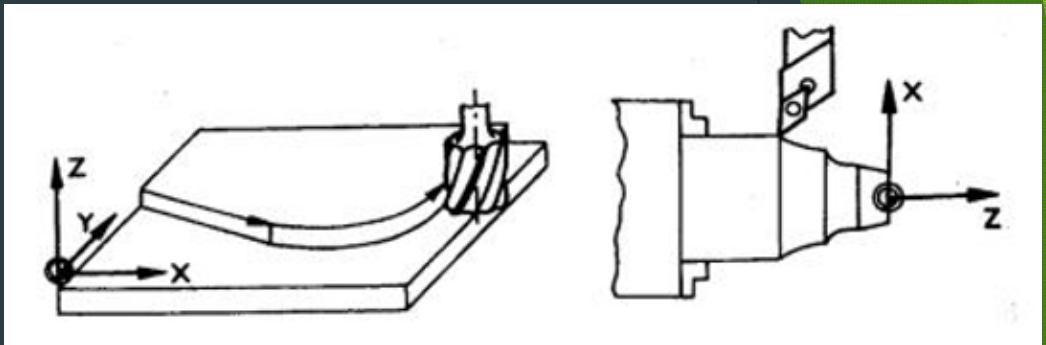
CNC obráběcí centra

http://www.youtube.com/watch?v=I2vXnxa0u98
http://www.mojevideo.sk/video/7dcd/cnc_freza.html
https://www.youtube.com/watch?v=xsZ2MY9mrM4

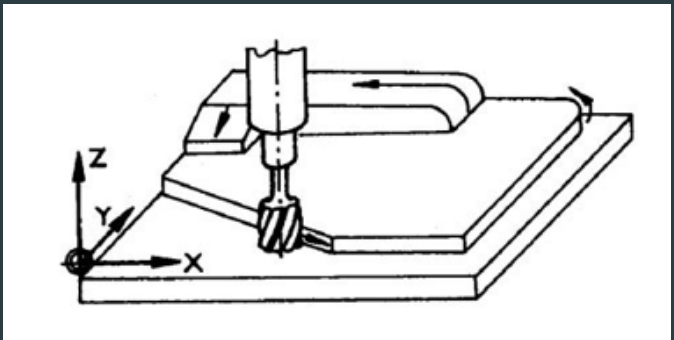
Uspořádání souřadnicového systému



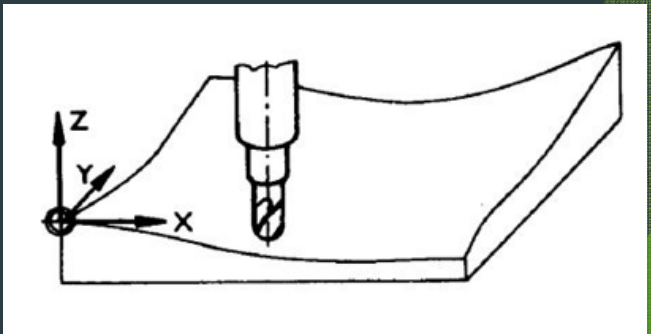
1 osé



2 osé

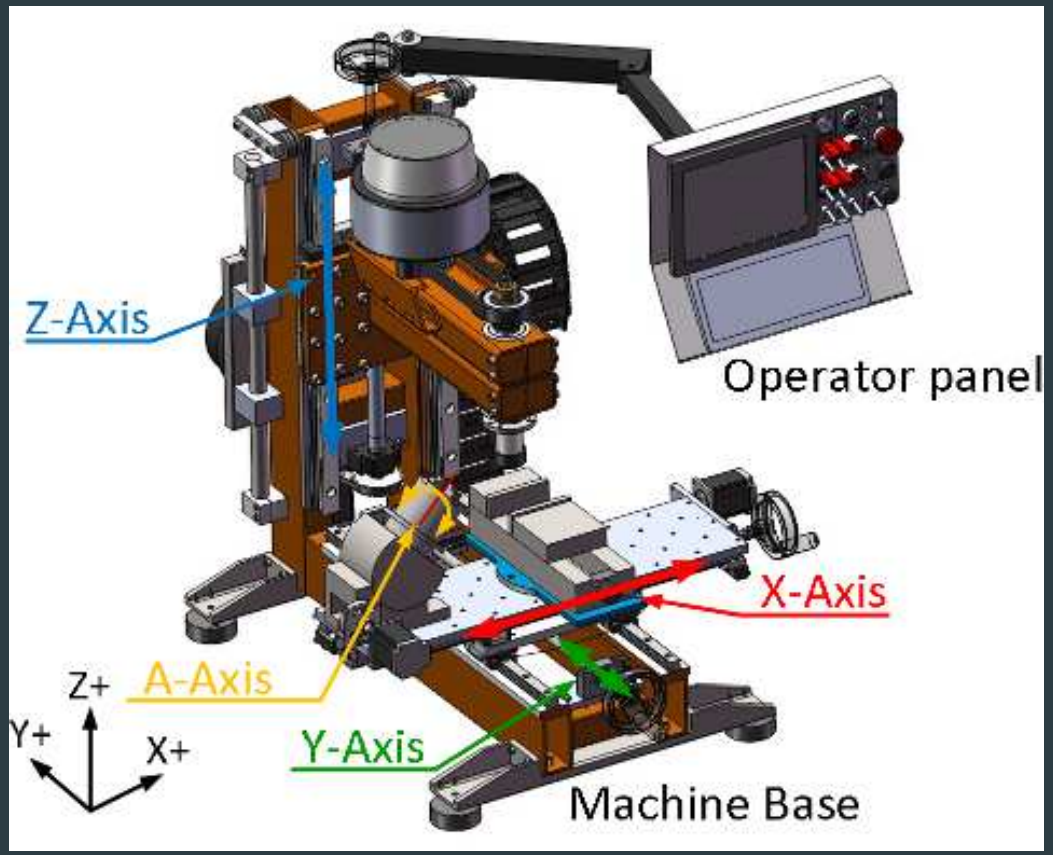


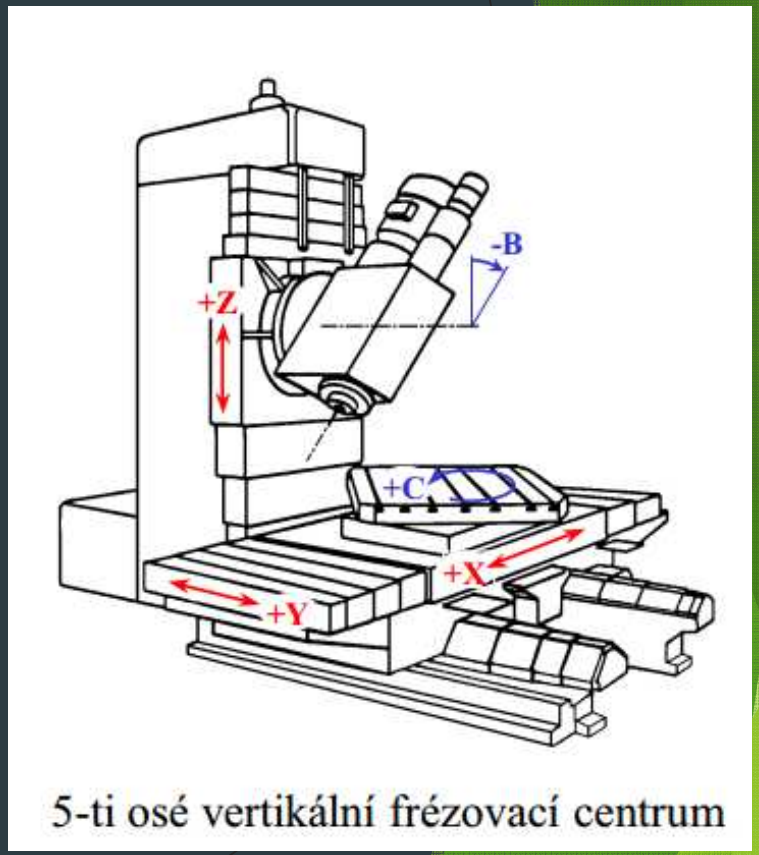
2 a půl osé



3 osé

4 osé CNC x 5 osé CNC

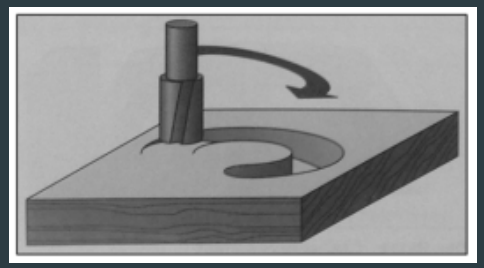


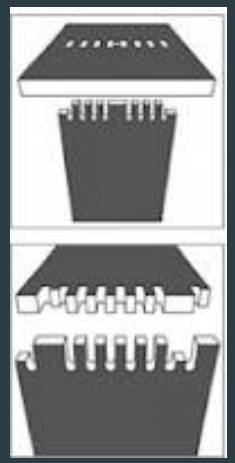


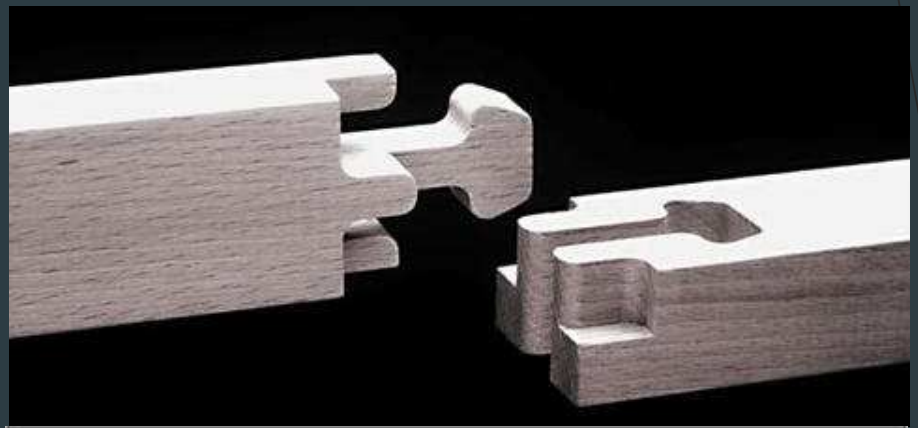
5-ti osé vertikální frézovací centrum

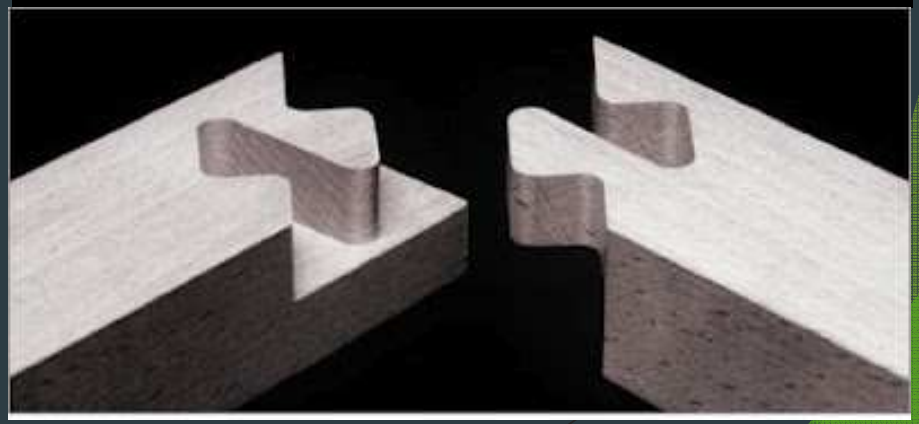
Spoje

typické svými zaoblenými hranami (rotační pohyb frézy)

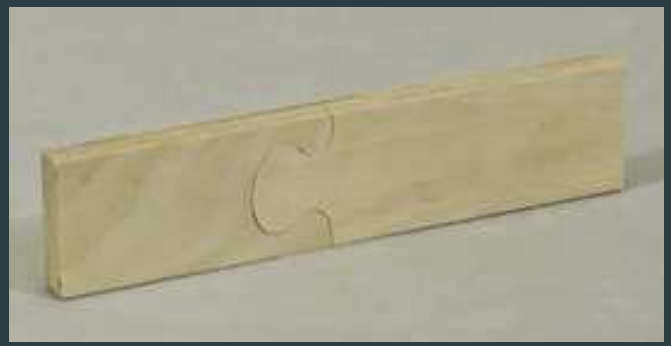


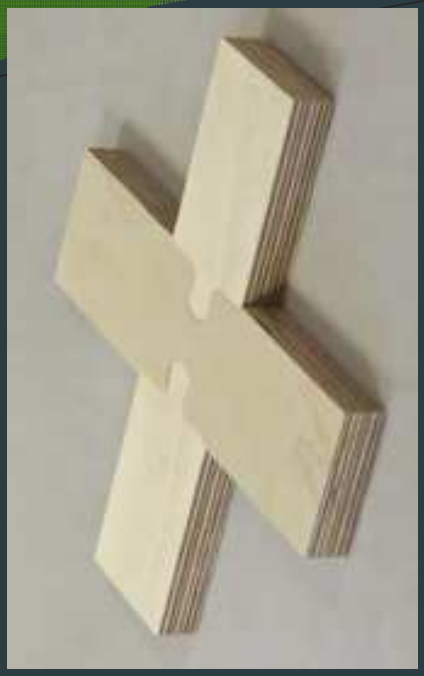


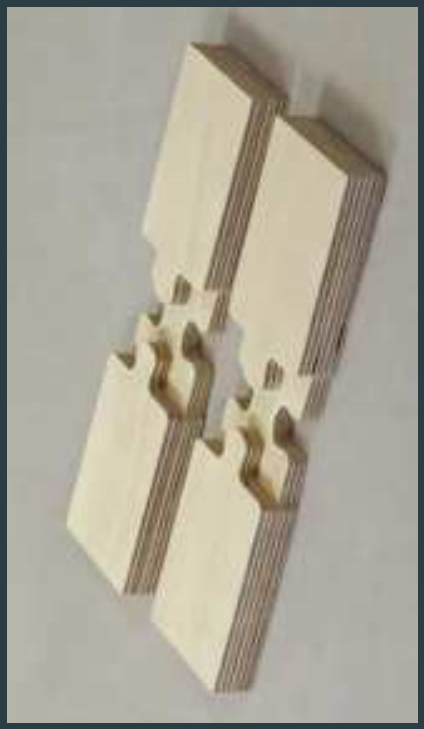




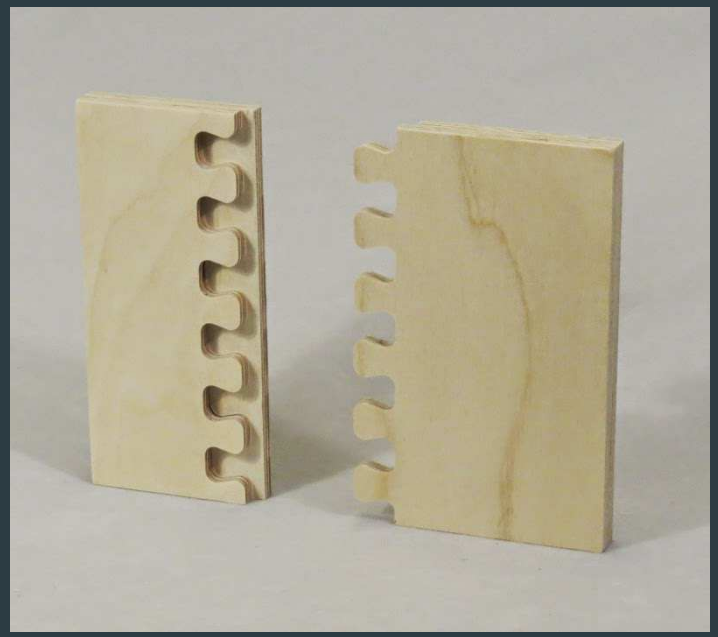
Spoje rámových konstrukcí

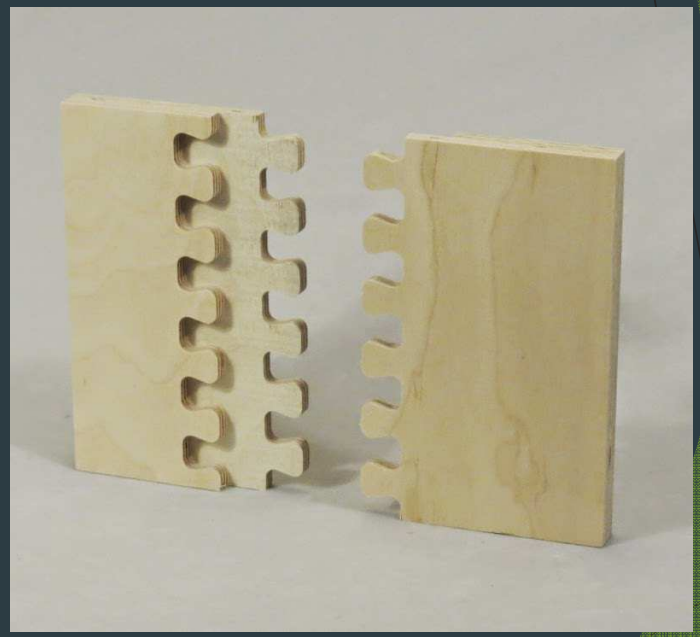


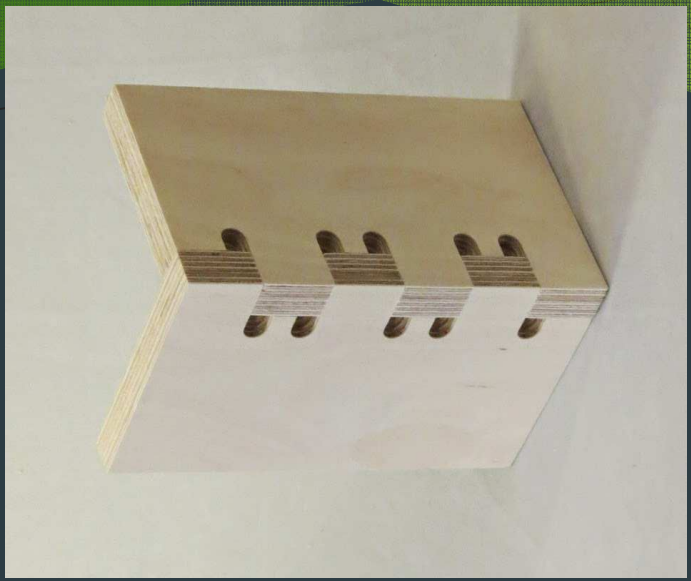


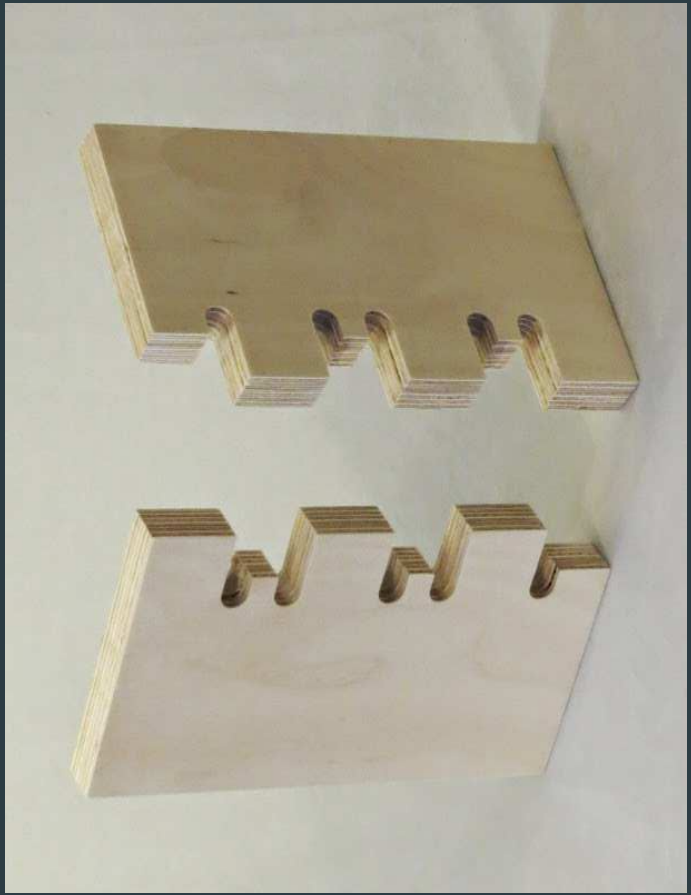


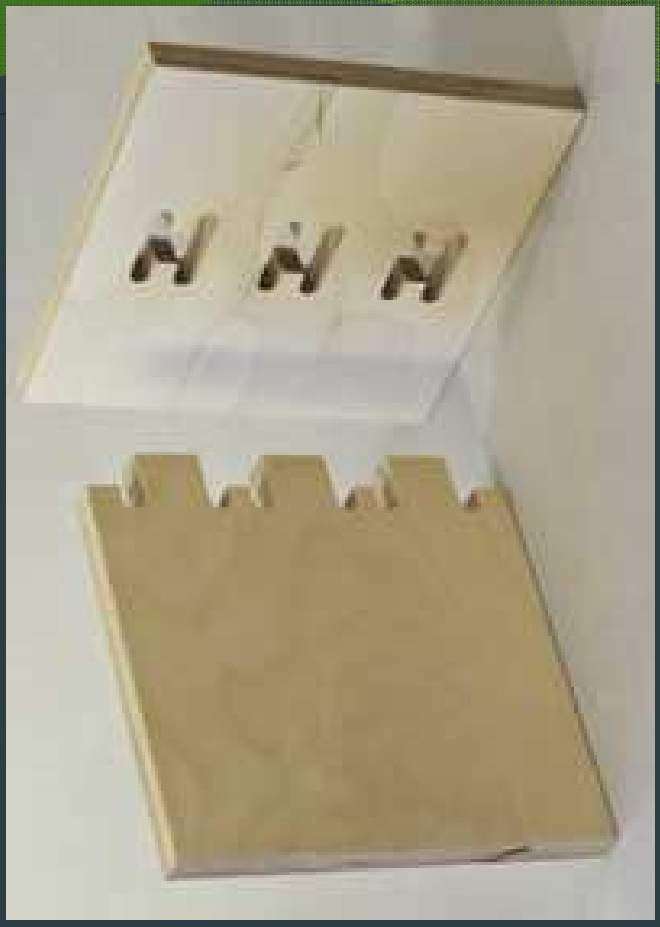
Spoje plošných konstrukcí

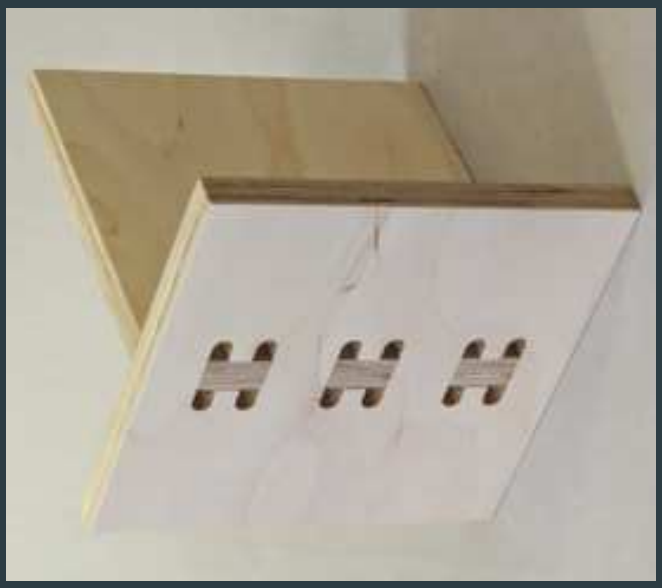




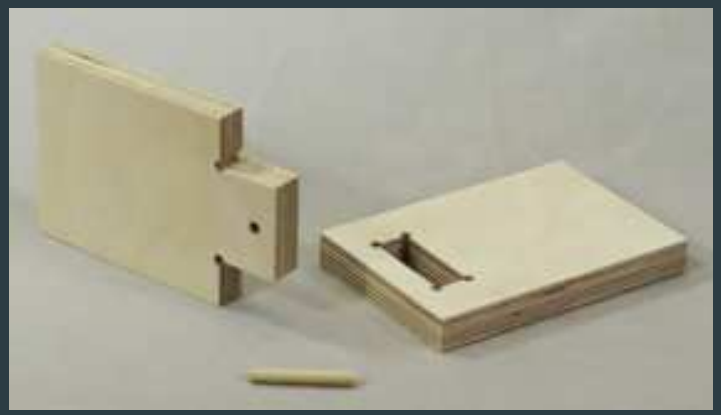


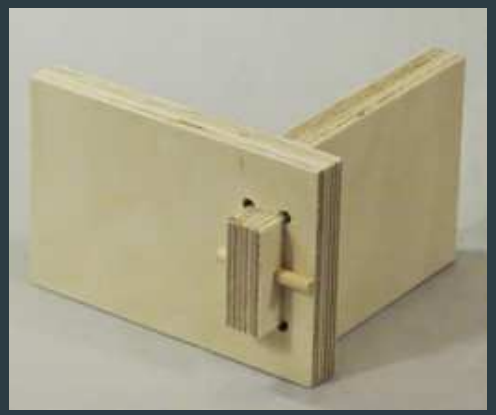


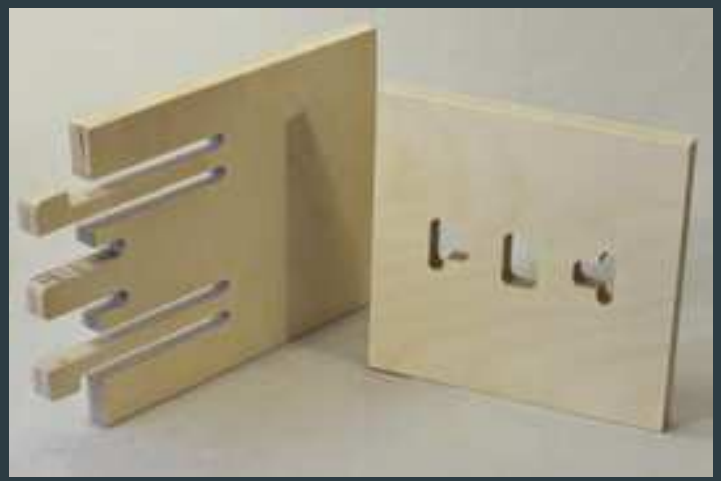

H H H


H H H

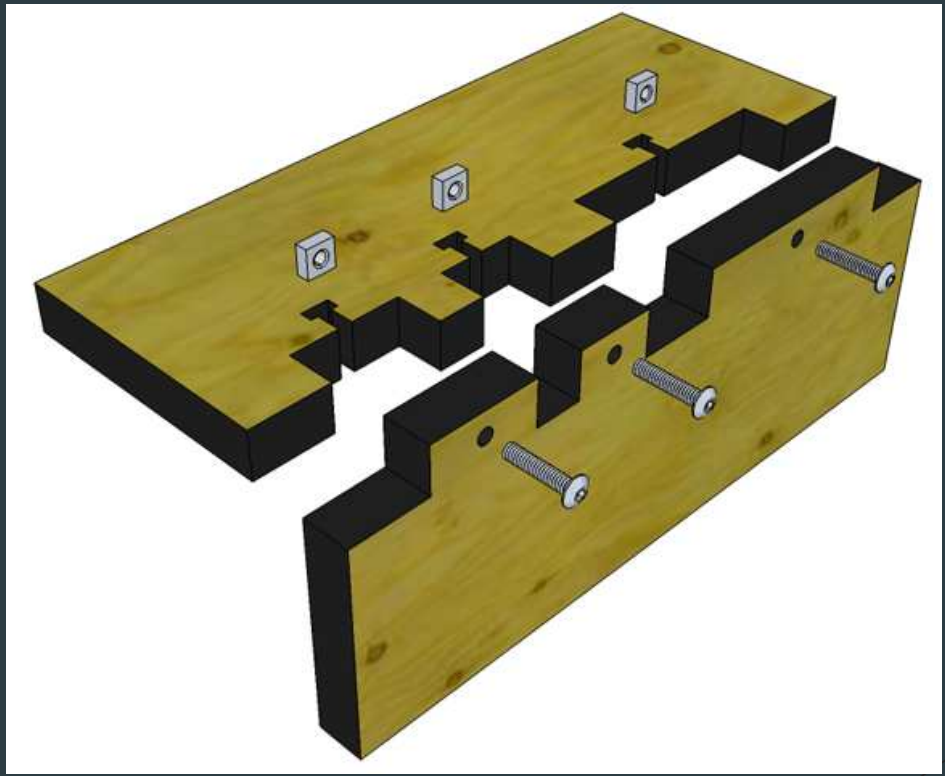
Demontovatelné



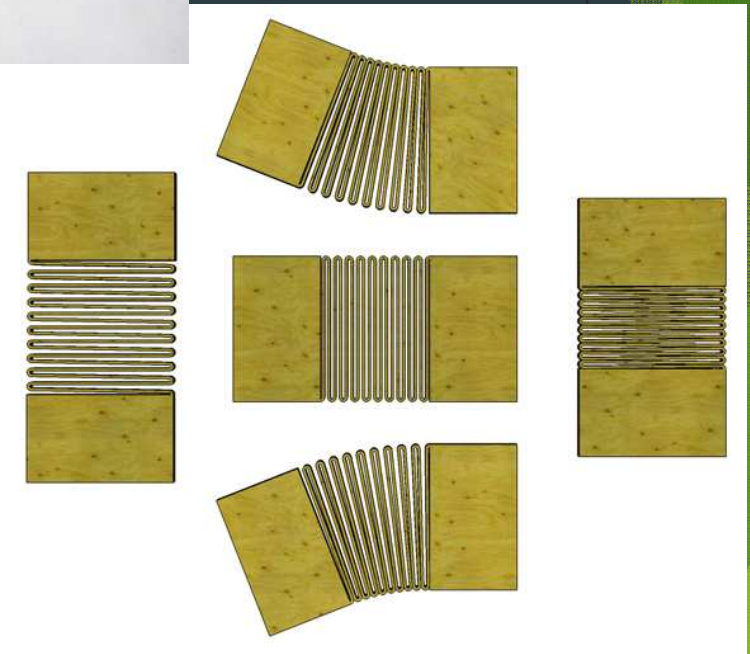




Demontovatelné s kováním



„CNC ohýbání“



CNC nábytek

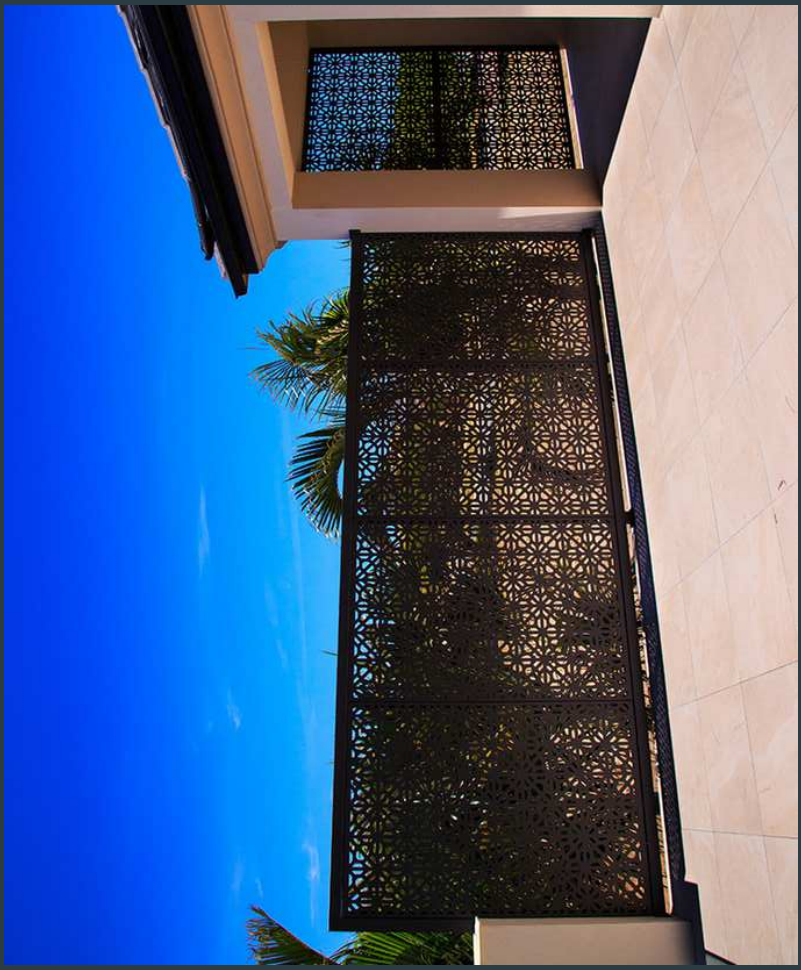
- CNC furniture
- Nejčastěji se pod pojmem CNC nábytek rozumí nábytek vyráběný z překližovaných materiálů pomocí CNC obráběcích center
- Další možností je vyfrézování tvaru křesla přímo z masivního dřeva

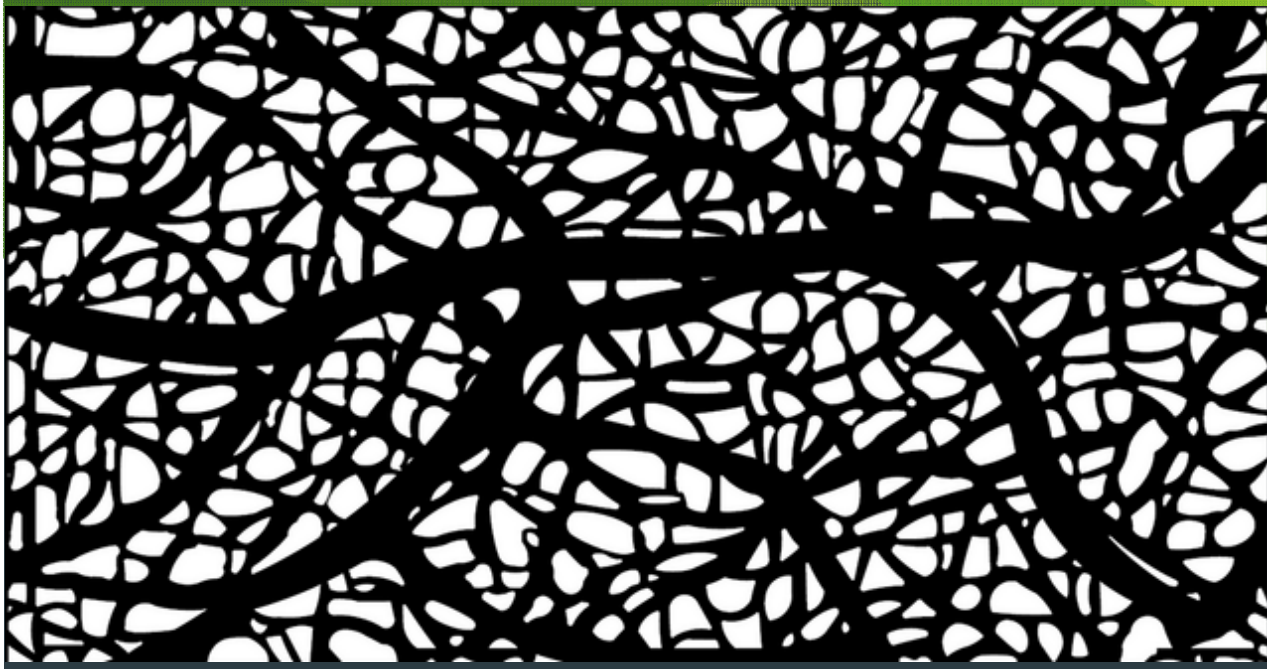
Stůl

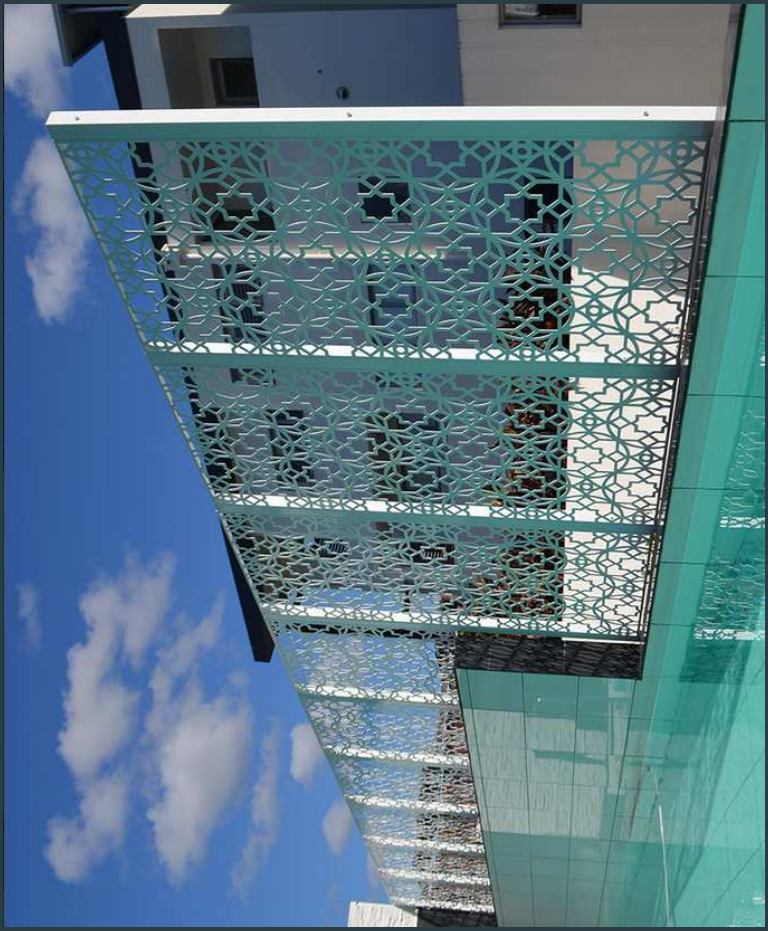
Židle

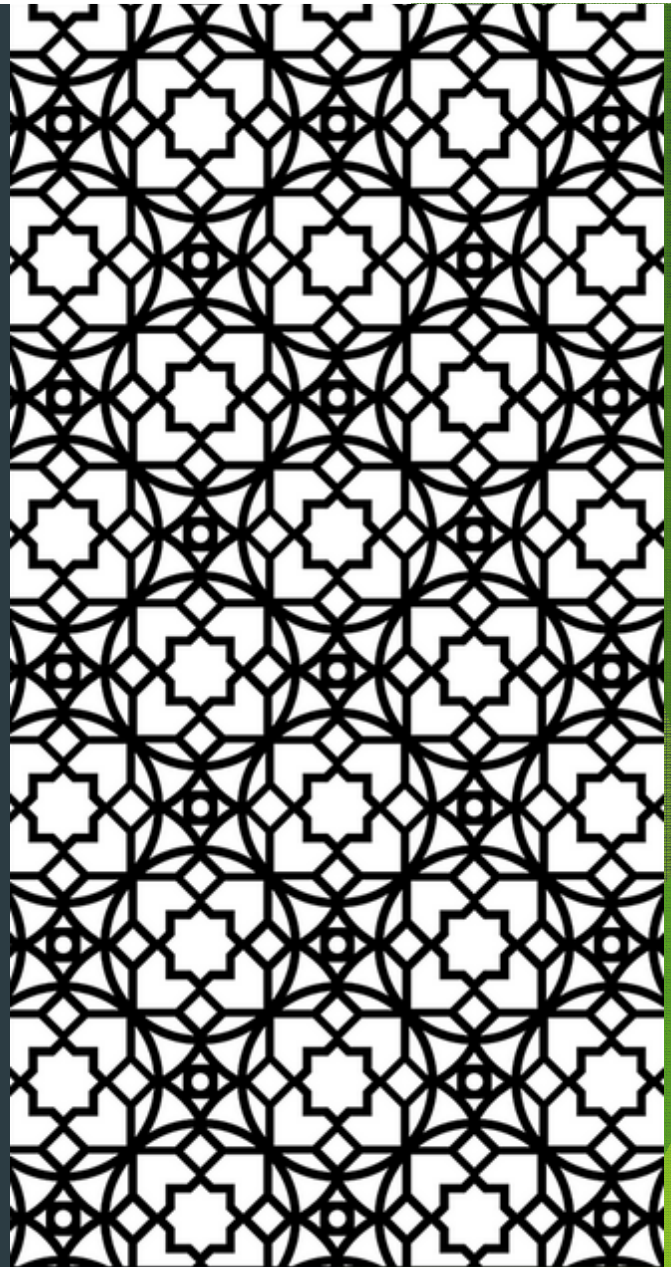
CNC panely

- Také CNC panels
- Dělící příčky
- Ploty
- Brány
- Sluneční clony
- Zástěny
- Výplně
- Obklady stěn





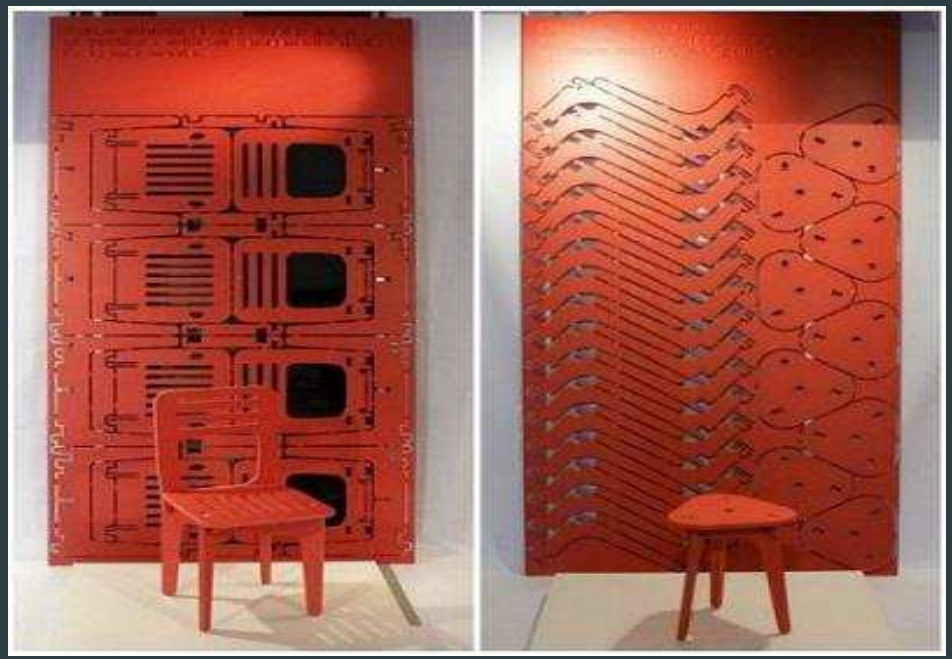




Další oblasti využití CNC

- Lodě
- Automobilový průmysl
- Hudební nástroje
- Zbraně
- Sportovní potřeby – pálky, kola
- Drobné předměty - brýle, hodinky
- Předměty do domácnosti – dekorace – vázy, misky, apod.

MAXIMÁLNÍ VYUŽITÍ MATERIÁLU



silla Cnc 38

DŘEVOŘEZBY, DŘEVĚNÉ ORNAMENTY, DŘEVĚNÉ RELIÉFY - CNC 3D frézování

dřevořezba - erb

řezba - dřevěná dvířka

řezba - kazetová výplň dveří

řezba - opěradlo židle

Děkuji za pozornost