



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



# Příloha komplexní úlohy



Národní pedagogický institut České republiky  
Projekt Modernizace odborného vzdělávání (MOV)  
Senovážné nám. 872/25, 110 00 Praha 1  
[www.projektmov.cz](http://www.projektmov.cz)



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Výroba závitů

Závity se ve strojírenské výrobě používají především k vytváření rozebíratelných spojení různých součástí a dále jako pohybové šrouby strojů a zařízení či měřidel.

Principem výroby závitů je vytváření šroubovitě drážky na základním válcovém tělese dříku šroubu nebo v díře matice. Podle toho rozdělujeme závity na **vnější** a **vnitřní**.

Drážky můžeme vytvářet:

-  Obráběním - odstraňováním materiálu ze závitové drážky.
-  Tvářením - vytlačováním materiálu ze závitové drážky.

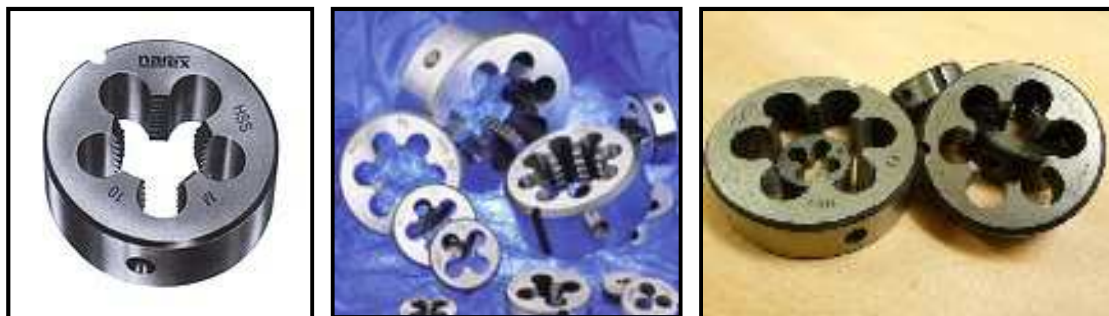
Závity šroubů se v průmyslu vyrábějí sériově nebo hromadně strojním obráběním nebo tvářením. Při kusové výrobě a opravárenství se používá ruční výroba závitů.

### Řezání závitů závitníky a závitovými čelistmi

Tento způsob řezání závitů se používá pro převážně ruční řezání závitů malých průměrů. Pro vnější závity používáme závitové čelisti, pro vnitřní závity závitníky.

**Závitové čelisti** mohou být buď **dělené** pro řezání méně přesných závitů, nebo **kruhové**. Kruhové závitové čelisti mají tvar matice s vrtanými otvory, které tvoří drážky pro odvod třísek. Podle počtu vrtaných děr mají závitové čelisti tři a více zubů. První zuby mají vybroušený řezný kužel v délce rovné 1,5 až 2 stoupání závitu, další zuby jsou jen vodící. Závitové čelisti se vyrábí pro rozměry závitu M1 až M60.

Obr. č. 1: Závitové čelisti.



**Závitníky** se používají pro výrobu vnitřních závitů do děr průchozích i do dna. Mají tvar šroubu s drážkami pro odvod třísek, které mohou být přímé, nebo ve šroubovici. Tvar drážek určuje zároveň geometrii nástroje. Postupné odeírání třísek je dáno tvarem řezného kuželu s řeznými zuby. Vodící část závitníku je válcová a vede závitník v díře.

Podle použití rozlišujeme závitníky:

-  Ruční
-  Strojní
-  Maticové
-  Speciální
-  Tvářecí

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Ruční závitníky** se vyrábí v sadách zpravidla třech kusů. Každý odebírá pouze část průřezu závitů a mají rozdílnou délku řezného kuželu. První délky 4 násobku, druhá 2,5 a třetí pouze 1,25 až 2 násobku stoupání závitů. Stopka závitníku je zakončena čtyřhranem, za který se upíná do vratidla.





**Obr. č. 2: Sada závitových čelistí a ručních závitníků s vratidly a závitovými měrkami.**



**Strojní závitník** je na rozdíl od ručních pouze jeden a má kratší řezný kužel délky 3 až 4 násobku stoupání závitů. Jsou velmi produktivní při dostatečné jakosti řezaných závitů. Závitníky pro závity do M40 se vyrábí **celistvé**, pro větší závity se strojní závitníky vyrábí podobně jako výhrubníky a výstružníky **nástrčné**.

**Maticové závitníky** se používají pro výrobu krátkých závitů do délky  $1,5D$ , především pro výrobu matic na speciálních strojích pro výrobu matic. Mají dlouhý řezný kužel a dlouhou stopku, na kterou se hotové matice navlékají.

### Speciální závitníky

-  **Kalibrovací** pro dokončování závitů
-  **Čelistníky** pro řezání závitů závitových čelistí
-  **Lichoběžníkové** se zahnutou stopkou
-  **Sdružené** pro předvrtání děr a řezání závitů jedním nástrojem

**Obr. č. 3: Závitníky: strojní, strojní krátké, tvářecí, maticový a sadové ruční.**






## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Řezání závitů závitořeznými hlavami

**Závitořezné hlavy** jsou vhodné pro výrobu vnějších závitů do rozměru M64. Jsou velmi produktivní. Závitořezné hlavy mají pohyblivé čelisti, které se postupně zařezávají do materiálu až na jmenovitý průměr závitu. Po jeho dořezání se rozevrou a hlava se ze závitu stáhne.

Podle tvaru nožů rozlišujeme závitořezné hlavy s:

-  Prismatickými radiálními noži
-  Prismatickými tangenciálními noži
-  Kotoučovými noži

Řezání závitů se provádí na speciálních závitořezných strojích nebo na univerzálních, revolverových či automatických soustruzích.



**Obr. č. 4: Závitořezné hlavy a závitořez.**



### Řezání závitů na soustruhu

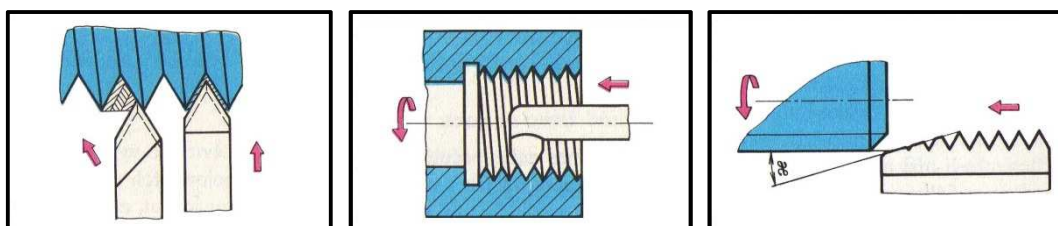
Pro řezání závitů na soustruhu se používají soustružnické nože, které mají profil shodný s tvarem závitové mezery. Na soustruhu řezeme nejčastěji závity přesných pohybových šroubů, závitníků, závitových kalibrů a závity strojních součástí vysoké přesnosti. Přesnost výroby je zajištěna pomocí posuvového šroubu soustruhu s lichoběžníkovým závitem. Jeho otáčení je synchronizováno s otáčením vřetene s obrobkem.

Na soustruhu můžeme řezat závity vnější i vnitřní. Pro jejich výrobu používáme nože:

-  Radiální
-  Tangenciální
-  Kotoučové

**Radiální závitové nože** jsou vhodné pro řezání vnějších závitů. Mohou být vyrobeny z RO, s pájenou nebo výměnnou břitovou destičkou ze SK. Závit se řeže postupně na několik záběrů. Nůž se posouvá ve směru osy vřetene o jedno stoupání za otáčku. Přisuv nože do záběru se při hrubování provádí šikmo tak, aby tříska byla oddělována jen jedním břitem. Při dokončování se posouvá nůž do záběru kolmo na osu obrobku.

**Obr. č. 5: Řezání závitů radiálními noži – přímý, vnitřní a hřebenový nůž.**





## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Tangenciální závitové nože** se vyrábějí jako víceprofilové a umožňují vyřezat závit na jeden záběr na plnou hloubku. Na hřbetní ploše nože mají přesný profil závitů, ostří se pouze přebroušením na čele. Jejich náběhová část je zbrušena pod úhlem nastavení  $\chi$ .

**Kotoučově závitové nože** mají podobně jako nože tangenciální profil závitů po celém obvodu. Jejich použití je shodné s tangenciálními noži.

**Obr. č. 6: Soustružení závitů**



## Frézování závitů

Frézování závitů je velmi produktivní způsob výroby závitů větších průměrů. Závitů se frézují na frézkách, které umožňují kromě hlavního řezného pohybu otáčivého nástroje zároveň i posuv nástroje ve směru osy obrobku o stoupání závitů za jednu otáčku obrobku a otáčení obrobku posuvovou rychlostí.

Závitů se frézují:

- ✚ Tvarovými kotoučovými frézami
- ✚ Závitovými nástrčnými (hřebenovými) nebo stopkovými frézami
- ✚ Okružovacím frézováním
- ✚ Vrtacími závitoreznými frézami

**Frézování závitů kotoučovými frézami** se nejčastěji používá pro lichoběžníkové závit. Fréza má tvar závitové mezery a je natočena vůči obrobku o úhel stoupání šroubovice. To způsobuje zaoblení boků závitů, závit nemá ideální tvar a proto se tímto způsobem závitů většinou jen hrubují. Frézovat můžeme jak vnější tak i vnitřní závitů větších průměrů.

**Závitovými nástrčnými nebo stopkovými frézami** se frézují krátké závit, fréza je zpravidla o tři závitů delší než frézovaný závit. Frézy mají profil závitové mezery přerušované zubovými mezerami. Osa frézy je rovnoběžná s osou obrobku a posouvá se do plného záběru během čtvrtiny otáčky obrobku. Celý profil se pak vyfrézuje za 1,25 otáčky obrobku.

**Okružovací frézování** se používá k výrobě dlouhých přesných závitů velkých stoupání. Nástrojem je okružovací hlava, která má 1 – 4 nože s profilem závitové mezery. Okružovací hlava je skloněna vůči ose obrobku o úhel stoupání šroubovice, je nasunuta na obrobek a otáčí se kolem obrobku mimoběžně s jeho osou. Obrobek se otáčí posuvovou rychlostí.

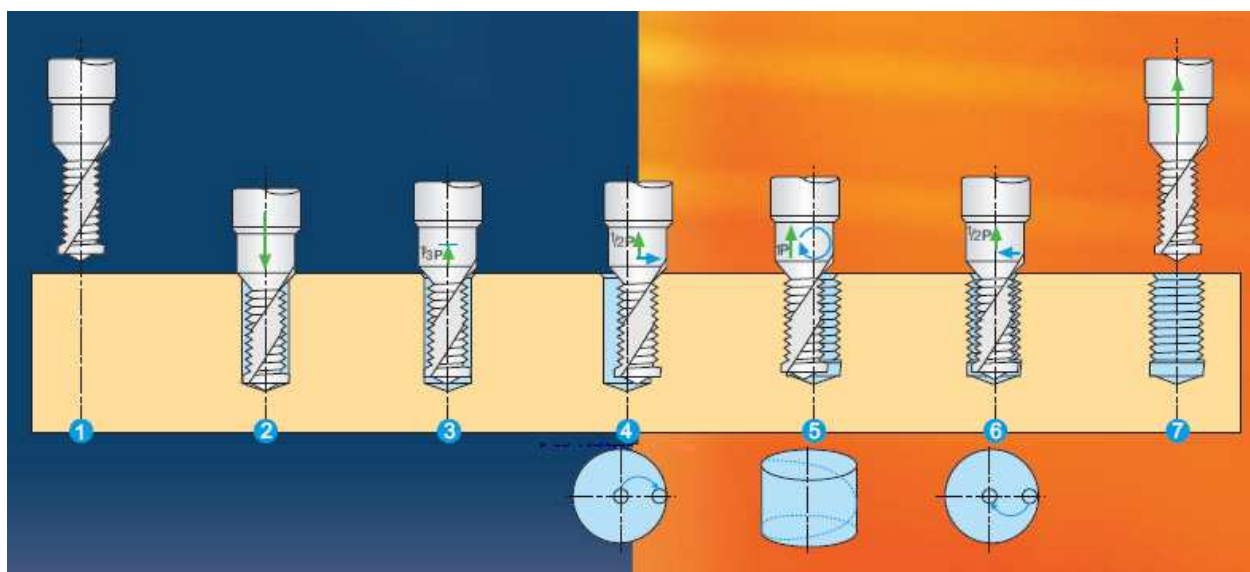
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Obr. č. 7: Produktivní metody frézování závitů**



**Frézování závitů vrtacími závitořeznými frézami** je velmi produktivní metoda umožňující vyrobit závit kompletně v jedné operaci, tj. vyvrtat a zahloubit díru a vyřezat závit. Tím dochází k časové úspoře. Metoda nahrazuje klasické řezání závitů závitníky.

**Obr. č. 8: Princip frézování závitů vrtacími závitořeznými frézami.**



**Obr. č. 9: Závitořezné frézy**



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Broušení závitů

Broušením vyrábíme přesné závity pohybových šroubů, šroubů měřidel, závitořezných nástrojů apod. Metoda je obdobná jako u frézování závitů. Broušení se používá buď jako dokončovací operace vyhrubovaných závitů, nebo se vybrušují závity do plného materiálu bez předchozího předřezání. Brusné kotouče se používají nejčastěji z kubického nitridu bóru KBN.

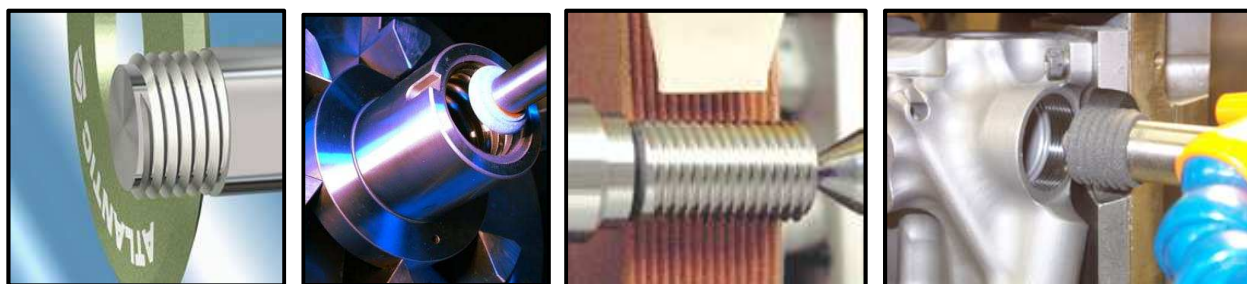
Podle tvaru brusného kotouče a požadované přesnosti rozlišujeme:

- ✚ Podélné broušení
- ✚ Zapichovací broušení

**Podélné broušení** jednoduchým plochým tvarovým kotoučem se provádí kotoučem skloněným vůči ose obrobku o úhel stoupání šroubovice. Kotouč má profil jedné závitové mezery broušeného závitu a koná hlavní řezný pohyb otáčivý. Obrobek se otáčí a posouvá o jedno stoupání za otáčku obrobku.

**Zapichovací broušení** širokým víceprofilovým kotoučem se podobá frézování hřebenovými frézami. Brusný kotouč má na obvodě drážky profilu a rozteče broušeného závitu a je širší, než délka závitu. Kotouč se přisouvá radiálně a vyrobí všechny závity zapichovacím způsobem najednou.

**Obr. č. 10: Podélné a zapichovací broušení vnějších a vnitřních závitů.**



### Tváření závitů

**Vnější závity** se tváří válcováním za studena. Ke tváření používáme **ploché válcovací čelisti**, nebo **válcovací kotouče**. Metoda je vhodná především pro závity spojovacích šroubů a je velmi produktivní.

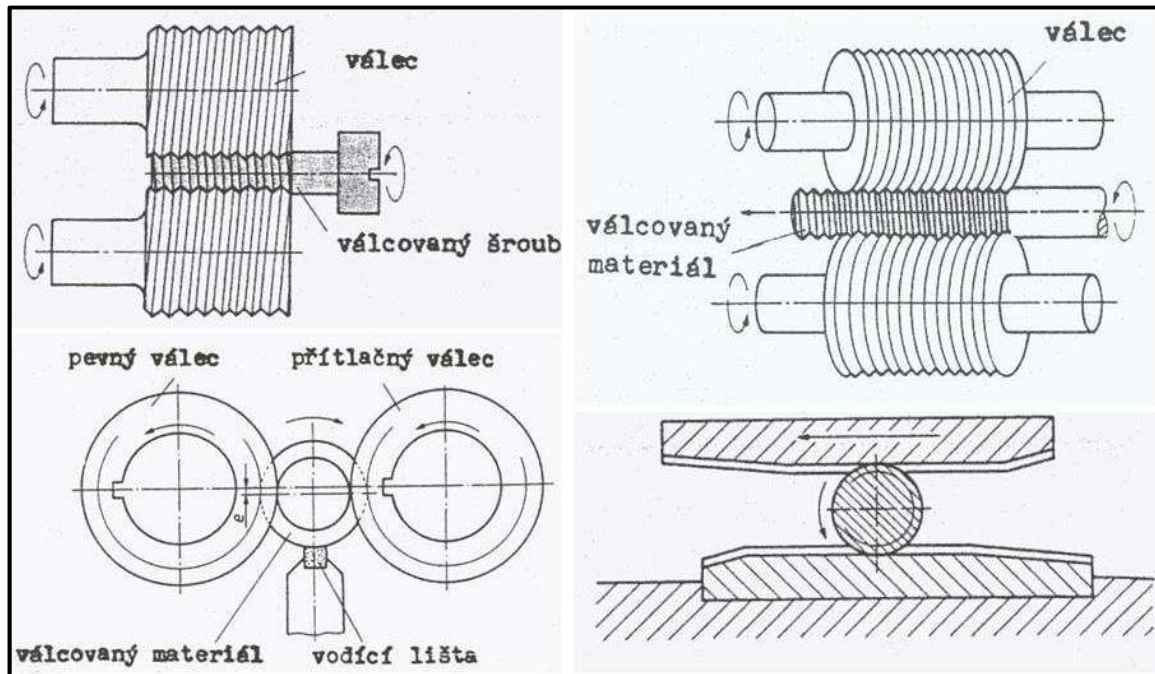
**Obr. č. 11: Válcování závitů - ploché hřebenové čelisti a válcovací závitové hlavy s kotouči.**





## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

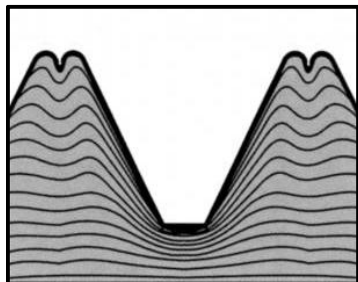
Obr. č. 12: Princip tváření závitů



Válcované závitů mají oproti řezaným závitům mnoho výhod:

- ✚ Vlivem zpevnění po tváření mají závitů větší pevnost v tahu
- ✚ Mez únavy se zvyšuje až na dvojnásobek
- ✚ Jakost povrchu tvářených závitů je vyšší
- ✚ Tlakem při tváření se zhušťuje povrch závitů a tím se zvyšuje odolnost proti otěru
- ✚ Tvářením se nepřerušují vlákna vzniklá v polotovaru při jeho tváření

Obr. č. 13: Průběh vláken u tvářeného závitů.



Pro válcované závitů musíme zvolit vhodný průměr polotovaru. Materiál vytlačený ze závitové mezery musí mít stejný objem jako materiál doplňující profil závitů.

**Vnitřní závitů** vyrábíme tvářecími závitníky. Stejně jako u vnějších tvářených závitů mají závitů neporušená vlákna, zpevněný a kvalitní povrch. Vzhledem k velkému krouticímu momentu se používají především u tvárných materiálů z neželezných kovů, např. hliníku.

Obr. č. 14: Tváření závitů tvářecím závitníkem.










## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

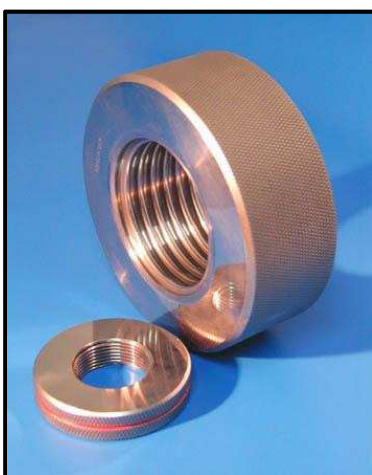
### Kontrola a měření závitů

Na kvalitu vyrobeného závitu má vliv zejména:

-  Geometrie břitu nástroje
-  Řezná rychlost
-  Kvalita naostření řezného nástroje
-  Míra opotřebení nástroje
-  Chladicí a řezná kapalina apod.

Přesnost vyrobeného závitu se kontroluje především **závitovými kalibry** na vnější i vnitřní závity. Pro určení druhu a velikosti závitu používáme **závitové měrky**. Pro kontrolu rozměrové přesnosti středního průměru vyrobených závitů používáme metodu **nepřímého měření pomocí drátků** přesných průměrů.

**Obr. č. 15: Závitové kalibry – trny a kroužky, závitové šablony.**



### Otázky a úkoly k procvičení tématu:

1. Popište princip výroby závitů, jaké znáte způsoby?
2. Jak provádíme ruční řezání závitů malých průměrů?
3. Jak rozlišujeme závitníky?
4. Jak rozlišujeme závitořezné hlavy a jaké jsou jejich výhody?
5. Popiš řezání závitů na soustruhu.
6. Jaké znáte způsoby frézování závitů?
7. Popiš podélné broušení a zapichovací broušení závitů.
8. Popiš způsoby tváření závitů.
9. Jaké mají výhody tvářené závity?
10. Co ovlivňuje kvalitu vyrobených závitů?
11. Jak můžeme kontrolovat závity?