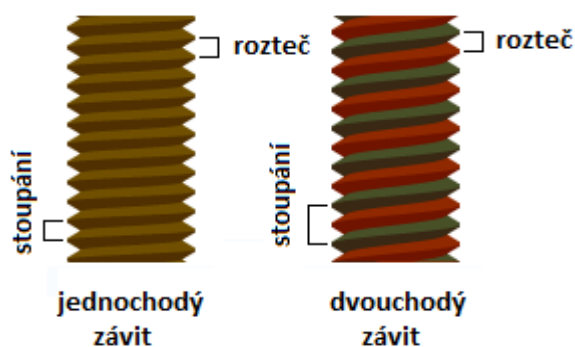


# Měření a kontrola závitů

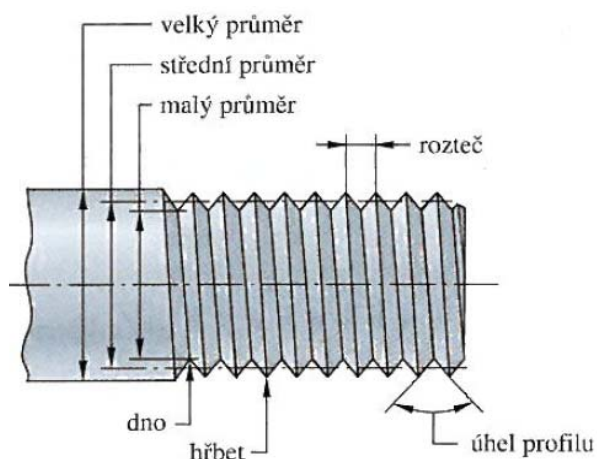
## Základní pojmy

Závity jsou funkční části šroubů a matic. Nejčastěji vznikají vyříznutím šroubovitě drážky určitého profilu do dřívku šroubu nebo díry matice. Závit je obvykle vinut v pravé šroubovici (tzv. pravý závit). Nejčastěji se používá závit jednochodý, v některých případech pak závitů dvou – nebo i vícechodých. Řez závitu vedený rovinou procházející osou šroubu nebo matice se nazývá profil závitu. Přehled rozdělení závitů dle profilu uvádí tabulka 1.

Rozteč závitu ( $P$ ) je vzdálenost mezi vrcholy (stejnolehlými boky) sousedních závitů. Stoupání ( $P_h$ ) je vzdálenost dvou vrcholů (stejnolehlých boků) jednoho závitu ve směru osy – tedy vzdálenost, o kterou se posune matice (nebo šroub) při jednom otočení o  $360^\circ$ .

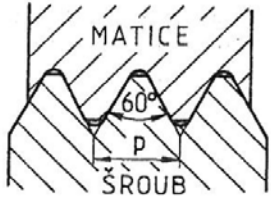
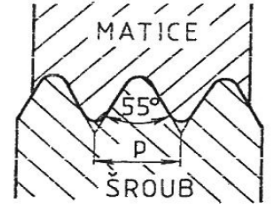
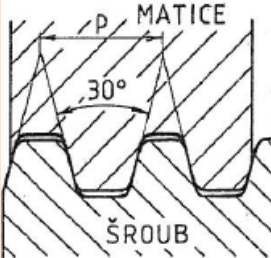
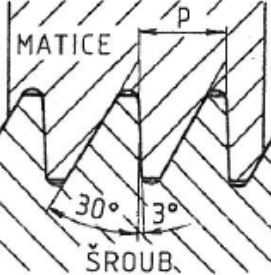
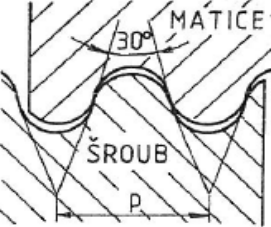


Obr. 1. Rozdíl mezi roztečí a stoupáním závitu



Obr. 2. Základní termíny používané u závitů

Tab. 1. Rozdělení závitů

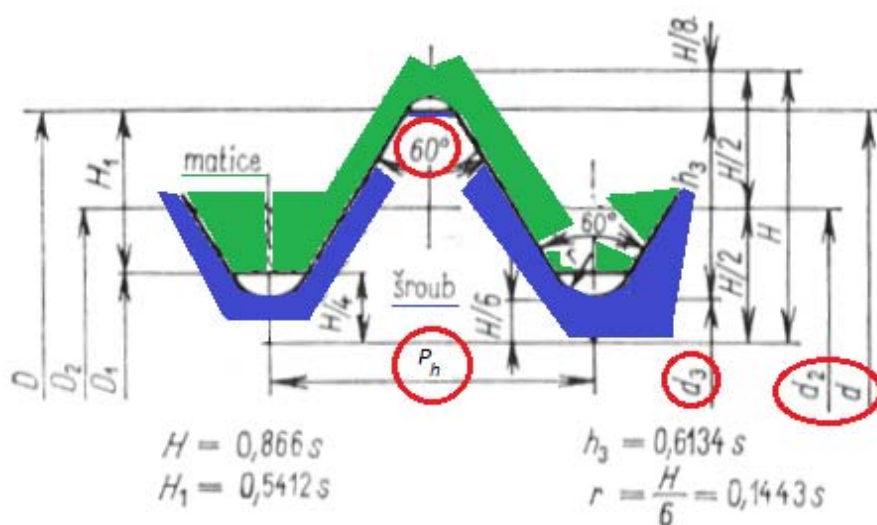
Název	Vrcholový úhel	Schéma	Příklad označení	Číselně se označuje
<b>Metrický</b>	60°		M 20 M 20 x 1,5	velký průměr závitu v mm (popř. velký průměr a rozteč)
<b>Witworthův</b>	55°		W 7/16	velký průměr závitu v palcích
<b>Trubkový válcový</b>	55°		G 2	světlost trubky v palcích
<b>Trubkový kuželový vnější</b>	55°		R 1 ½	světlost trubky v palcích
<b>Lichoběžníkový rovnoramenný</b>	30°		Tr 20 x 4	velký průměr závitu a rozteč v mm
<b>Lichoběžníkový nerovnoramenný</b>	30° a 3°		Tr 20 x 8 (P4)	velký průměr závitu, stoupání a v závorce rozteč v mm
<b>Oblý</b>	30°		Rd 40	velký průměr závitu v mm

## Měření závitů

Požadavkem na výrobu šroubu a matic je, že musí být vyrobeny přesně (bez radiální vůle), to znamená, že závit šroubu se musí celou svou plochou dotýkat vnitřního závitu matice, čímž zamezíme tzv. strhnutí závitu při montáži. **Závity šroubů a matic, u nichž se kladou zvláštní požadavky na přesnost rozměrů a jejichž vzájemný vztah musí být zaručen vůlí nebo přesahem závitů, se lícují.** U lícovaného závitu se tolerují tyto jmenovité rozměry profilu:

- střední průměr závitu matice  $D_2$  a šroubu  $d_2$ ,
- malý průměr závitu matice  $D_1$ ,
- velký průměr závitu šroubu  $d$ .

Lícování závitů je stanoveno normou ČSN a přednostně se používá 6H/6g.<sup>1</sup>



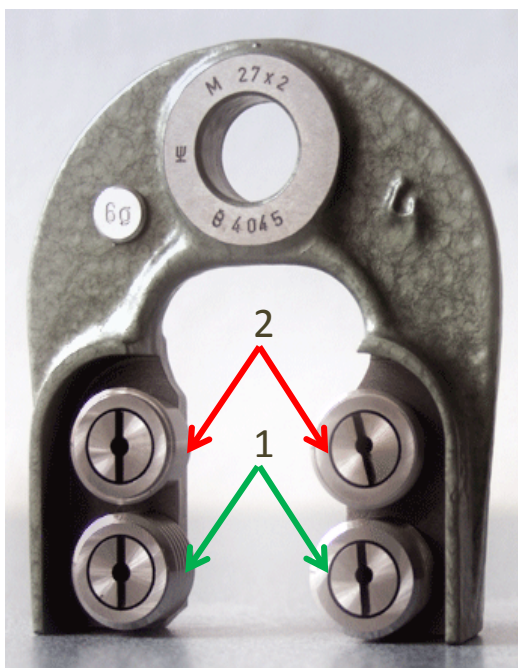
Obr. 3. Základní profil metrického závitu v osovém řezu

<sup>1</sup> 6H – toleranční pole středního a malého průměru závitu matice  
6g – toleranční pole středního a velkého průměru závitu šroubu

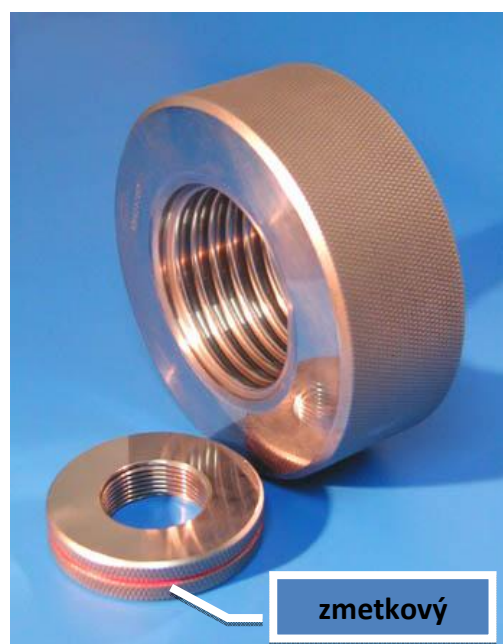
## Způsoby měření a kontroly šroubu

Při hromadné a sériové výrobě se zjišťuje, zda vyrobený závit je dobrý či zmetkový. U šroubu se kontroluje:

- Velký průměr závitu posuvným měřítkem, mikrometrem nebo mezním třmenovým kalibrem.
- Závitový profil šroubu mezním závitovým třmenovým kalibrem (obr. 4) nebo mezním závitovým kroužkem (obr. 5).



Obr. 4. Třmenový závitový kalibr (1 - dobrá strana, 2 - zmetková strana)



Obr. 5. Závitové kroužky

Dobrý závitový kroužek se musí lehce přešroubovat po celé délce šroubu. Zmetkový závitový kroužek se může dát našroubovat bez násilí nejvýše na 1,5 závitu.

Třmenové závitové kalibry mají na výstředníkových vložkách rolničky s profilem měřeného závitu odpovídající stoupání závitu, který však není zhotoven ve šroubovici. Natáčením výstředníkových vložek se třmenové mezní kalibry seřizují a to za pomoci porovnávacích kalibrů. Takto se vymezuje vůle

vzniklá opotřebením. Oproti závitovým kroužkům mají třmenové kalibry tyto výhody:

- Úsporu času při měření – zvláště u dlouhých závitů.
- Součásti se dají měřit i mezi hroty (u obráběcích strojů).
- Jedním měřidlem lze měřit levé i pravé závity.
- Mají dobrou i zmetkovou stranu.
- Snadno se seřizují a mají i menší opotřebením.
- Jsou přestavitelné podle potřebné tolerance.

## Způsoby měření a kontroly matice

Měření vnitřních závitů je náročné a provádí se zřídka. Používáme dva způsoby: závitové válečkové kalibry (obr. 6) nebo porovnávací měřicí přístroje. Závitový válečkový kalibr má dobrou a zmetkovou stranu. Zmetková strana má zkrácený profil, takže měří jen malou část boku závitu. Dobrá strana se musí nechat volně zašroubovat do kontrolovaného závitu, zmetková strana se nechá zašroubovat nejvíce na 3 závity.



Obr. 6. Závitový kalibr na vnitřní závity

## Měření jednotlivých rozměrů vnějších závitů

U závitů měříme tyto hodnoty:

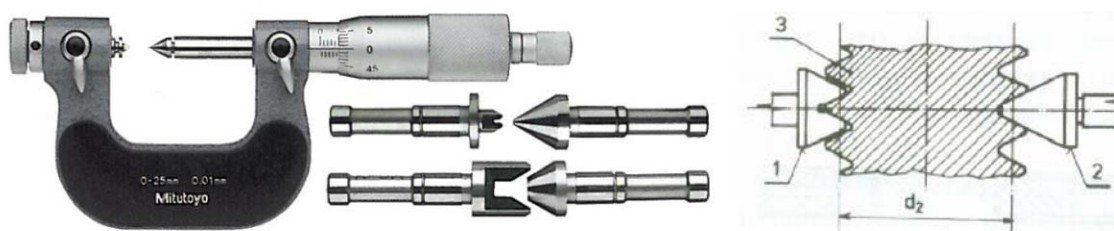
- velký průměr,
- malý průměr,
- střední průměr,
- stoupání,
- profil (vrcholový úhel).

### Velký a malý průměr závitu

Velký a malý průměr závitu se měří délkovými měřidly (posuvné měřidlo, mikrometr, komparátor, optimetr apod.). Malý průměr se kontroluje pomocí nástavců připevněných na dotyky přístroje.

### Střední průměru závitu

Střední průměr závitu se měří závitovým mikrometrem s vyměnitelnými měřicími dotyky (obr. 7.), které odpovídají danému stoupání a profilu závitu. Protože jsou měřicí dotyky ve styku s velkou částí boku profilu závitu, má na přesnost měření vliv úchylka vrcholového úhlu  $\alpha$ . Střední průměr závitu se odečítá přímo na bubínku mikrometru.

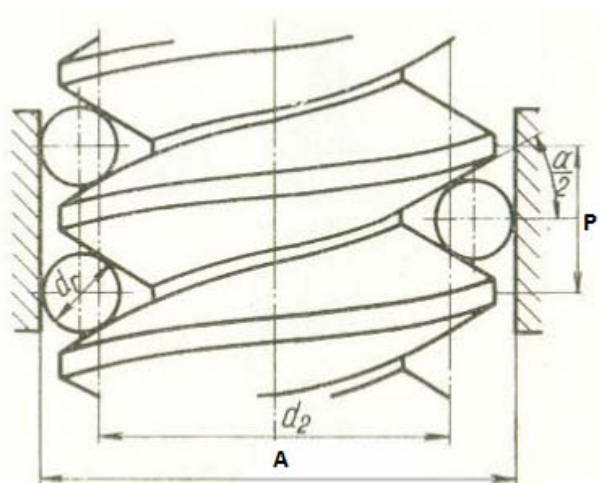


Obr. 7. Mikrometr s vyměnitelnými dotyky pro měření vnějších závitů (vlevo) a způsob měření (vpravo, 1, 2 – vyměnitelné dotyky mikrometru, 3 – kontrolovaný šroub,  $d_2$  – střední průměr závitu)

Střední průměr lze přesněji určit pomocí tzv. tří drátkové metody. Jsou to válcové měřicí tyčinky přesného průměru, z nichž jedna má samostatný štítek a dvě jsou upevněny na společném štítku. Souprava drátků se skládá ze sady 21 drátků různých průměrů a držáku se dvěma raménky. Měřicí drátky se vkládají do závitového profilu proti sobě, viz obr. 9. Drátky se uchycují nití a závěsným štítkem na věšáček nebo jsou uloženy do držáků, které se upevňují na měřicí dotyky.



Obr. 8. Sada měřících drátků



Obr. 9. Měření středního průměru závitu přes drátky      Obr. 10. Měřicí drátky

Na základě hodnoty naměřené přes drátky mikrometrem nebo komparačním přístrojem se vypočítá střední průměr závitu nebo se vyhledá v tabulce. Průměr drátku se volí podle tabulek tak, aby drátky dosedly na boky ve středním průměru závitu, nebo v jeho těsné blízkosti. Při měření tří drátkovou metodou

nedostaneme přímo velikost středního průměru závitu, ale rozměr přes drátky podle ČSN 25 4108, kde jsou uvedené doporučené průměry drátků.

Pro symetrické závity (M, W, Tr) platí následující vztah pro výpočet teoretické míry přes drátky:

$$M = d_2 + d_r \left( 1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) - \frac{P_h}{2} \cdot \cotg \frac{\alpha}{2}$$

M [mm] – míra přes drátky

$d_2$  [mm] – teoretický střední průměr závitu (z tabulek)

P [mm] – rozteč závitu

$P_h$  [mm] – stoupání závitu

$\alpha$  [°] – vrcholový úhel závitového profilu

$d_r$  [mm] – průměr měřicího drátku

Pro závity M, W, Tr se nevhodnější průměr drátku určí ze vztahu:

$$d_r = \frac{P_h}{2 \cos \frac{\alpha}{2}}$$

Použijeme-li takto stanovenou hodnotu průměru drátku, pak střední průměr závitu šroubu lze určit ze vztahu:

$$d_2 = M - 0,86603 \cdot P_h \cdot d_r = A - 0,86603 \cdot P \quad (\text{pro metrický závit})$$

$$d_2 = M - 0,82397 \cdot P_h \cdot d_r = A - 0,82397 \cdot P \quad (\text{pro Witworthův závit})$$

$$d_2 = A - 0,65167 \cdot P \quad (\text{pro lichoběžníkový závit})$$

U velmi přesných výpočtů se k vypočtené hodnotě středního průměru přidávají korekce na posunutí drátku (nastavení pod úhlem stoupání šikmo k ose šroubu) a na otlačení drátků.



## Stoupání závitu

Stoupání závitů lze měřit několika různými způsoby podle požadované přesnosti. Pro běžnou kontrolu se používá závitových šablon, posuvného měřidla nebo rovnoběžných koncových měrek.



Obr. 11. Zvitové měřky

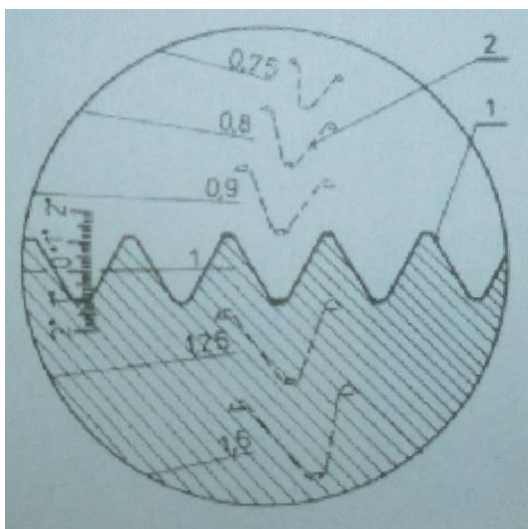
Pro přesné měření se používá mikroskopů. Mikroskopem se závitů kontroluje správnost profilů závitů, střední průměr závitů, stoupání závitu a úhel závitového profilu. Při měření se uplatňuje průmětová metoda nebo metoda osového řezu.



Obr. 12. Mikrometr pro měření závitů

Přístroj umožňuje efektivní měření různých profilů, např. vaček, ozubených kol, závitů, tvarových fréz, atd. Přístroj má široké uplatnění v různých odvětvích strojírenského průmyslu.

Průmětová metoda – profil závitů kontroluje revolverovým okulárem porovnáváním ideálního profilu, na skleněné destičce okuláru, se skutečným profilem.



Obr. 13 Zorné pole mikroskop

# Název úlohy:

## Měření a kontrola závitů

---

### Zadání úlohy

- U daného šroubu změřte velký průměr šroubu  $d$  a stoupání  $P_h$  (rozteč  $P$ ).
- Proveďte kontrolu středního průměru závitu  $d_2$  metodu přes drátky a zjistěte radiální vůli.
- Proveďte kontrolu středního průměru závitu  $d_2$  závitovým mikrometrem.

### Použitá měřidla a pomůcky

U měřidel uveďte rozsah a přesnost.

- Posuvné měřítko
- Závitová šablona
- Závitový mikrometr
- Mikrometr s talířovými dotyky
- Sada měřících drátků
- Stojánek na mikrometr

### Nákres součásti

Nakreslete a zakótujte šroub.

## Postup měření

### a) Měření velkého průměru šroubu $d$ a stoupání $P_h$ .

- Posuvným měřítkem změřte velký průměr závitu  $d$ . Měření proveďte 5krát, hodnoty zapište do tabulky a vypočítejte aritmetický průměr  $d$ .

Tab. 2. Tabulka naměřených hodnot velkého průměru závitu

Měření	$d_i$ (mm)	$\bar{d}$ (mm)
1		
2		
3		
4		
5		

- Hodnotu aritmetického průměru  $\bar{d}$  porovnejte s teoretickým průměrem závitu  $d$ , který vyhledáte ve strojnických tabulkách a vypočítejte odchylku.

Výpočet odchylky měření

$$\Delta = d - \bar{d}$$

- Pomocí závitové šablony určete stoupání závitu  $P_h$ , to tak, že budete přikládat jednotlivé listy šablony k šroubu tak dlouho, až se bude šablona shodovat se závitovým profilem šroubu.



Obr. 14. Závitová šablona

- Zjištěné stoupání  $P_h$  zkontrolujte s teoretickou hodnotou, vyhledanou ve strojnických tabulkách.

*b) Kontrola středního průměru závitu  $d_2$  přes drátky.*

- Vypočítejte průměr drátku  $d_r$ .

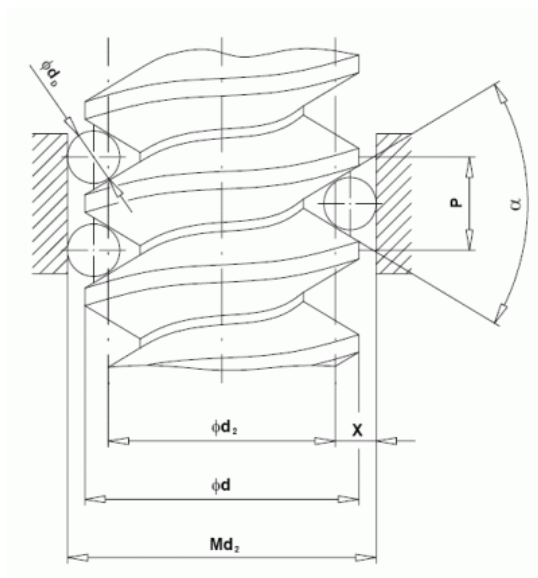
$$d_r = \frac{P_h}{2 \cos \frac{\alpha}{2}}$$

- Pokud v kazetě s drátky nenaleznete vypočítaný rozměr, zvolte nejbližší vyšší průměr drátku z kazety.
- Pro měření použijete sadu tří drátků stejného průměru.



Obr. 15. Sada tří drátků

- Talířkový mikrometr upněte do stojáčku.
- Na straně pevného dotyku mikrometru nasuňte držák pro jehlu a zajistěte šroubem.
- Do otvoru v držáku zasuňte jehlu.
- Na jehlu nasuňte tři drátky vybrané ze soupravy a to tak, že na straně pevného dotyku budou dva drátky a na straně pohyblivého dotyku jeden drátek.
- Nyní vložte mezi drátky šroub a změřte rozměr M mikrometrem a naměřenou hodnotu zapište.



Obr. 14. Měření středního průměru závitu přes drátky



Obr. 15. Měření středního průměru závitu

- Vypočítejte míru přes drátky M.

Vzorec:

$$M_{\text{vypoč.}} = d_2 + d_r \cdot \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}\right) - \frac{P_h}{2} \cdot \cot g \frac{\alpha}{2}$$

$\alpha$  – úhel stoupání šroubovice

$d_2$  – střední průměr závitu

$d_r$  – průměr drátku

$P_h$  – stoupání

- Vypočítejte střední průměr šroubu  $d_2$ .

$$d_2 = M_{\text{naměa.}} - 0,86603 \cdot Ph \quad (\text{pro metrické závity})$$

- Vypočítejte radiální vůli  $v$ .

$$v = d_{2\text{tab.}} - d_{2\text{naměa.}}$$



## c) Kontrola středního průměru závitu $d_2$ mikrometrem

- Podle stoupání závitu vyberte ze sady výměnných dotyky dotyky hřebene a hrot.
- Do pevného dotyku závitového mikrometru vsuňte hřebene a do pohyblivého dotyku vložte hrot.
- Mikrometr vynulujte.



Obr. 16. Mikrometr na měření středního průměru závitu

- Dřík – závitovou částí šroubu vložte mezi dotyky a změřte.
- Měření provedte 5krát po celé závitové délce šroubu a vypočítejte aritmetický průměr  $d_2$ .
- Naměřené hodnoty запиšte do tabulky.

Měření	$d_{2i}$ (mm)	$\bar{d}$ (mm)
1		
2		
3		
4		
5		

Tab. 3. Tabulka naměřených hodnot středního průměru závitu

## Závěr

- Vyhledejte ve strojnických tabulkách mezní úchyly velkého průměru  $d$  a středního průměru  $d_2$  měřeného závitu, vypočítejte jeho mezní hodnoty. Porovnejte se skutečnými naměřenými hodnotami  $d$  a  $d_2$  a posuďte zda leží oba průměry v oblasti tolerance.
- Proveďte zhodnocení jednotlivých metod měření.

## Použité zdroje

archiv autora

BUMBÁLEK, Leoš. *Kontrola a měření pro SPŠ strojní*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 2009, 206 s. ISBN 978-80-7333-072-9.

DILLINGER, Josef. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. Vyd. 1. Praha: Europa-Sobotáles, 2007, 608 s. ISBN 978-80-86706-19-1.

Divize NÁŘADÍ společnosti PILSEN TOOLS Plzeň. *PILSEN TOOLS Plzeň* [online]. 2012 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://www.pilsentools.cz/naradi/hlavni-nar.htm>

DOLEČEK, Josef a Zdeněk HOLOUBEK. *Strojnictví I pro 1. ročník středních odborných učilišť*. 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, 1994, 162 s. ISBN 80-710-5081-4.

LEINVEBER, Jan. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 1. vyd. Úvaly: ALBRA, 2003, 865 s. ISBN 80-864-9074-2.

MITUTOYO. *Messgerätekatalog 2005/2006*. Nuess, 2005.

PE 038 - Sada měřících drátků na závity 0,17 až 6,35 mm. *Kalibrační laboratoř ZINDLER* [online]. 2012 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: [http://www.klz.cz/navaznost\\_full.php?soubor=024etalony\\_PE038\\_mericidratky.jpg&adresar=Delka](http://www.klz.cz/navaznost_full.php?soubor=024etalony_PE038_mericidratky.jpg&adresar=Delka)

Screw thread. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Screw\\_thread](http://en.wikipedia.org/wiki/Screw_thread)

Servis, garážová technika | Závítové měrky-šablony | Motorkářské oblečení - moto boty, moto bundy, moto kalhoty, moto kombinézy, moto přilby, moto rukavice. *MOTOZEM* [online]. 2011 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://www.motozem.cz/motorkarske-obleceni/eshop/41-1-Servis-garazova-technika/0/5/2733-Zavitove-merky-sablony>

SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R MISCHKE a Richard G BUDYNAS.  
*Konstruování strojních součástí*. 1. vyd. Editor Martin Hartl, Miloš Vlk. Brno:  
VUTIUM, 2010, 1159 s. ISBN 978-80-214-2629-0.

SPŠ KARVINÁ. *Strojní a technologická měření: Návod k řešení úloh pro SPŠ*.  
Karviná, 2006.

SVOBODA, Pavel, Jan BRANDEJS a František PROKEŠ. *Základy  
konstruování*. Vyd. 3., přeprac. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005,  
202 s. ISBN 80-720-4405-2.

Závitové třmenové kalibry. *KALIBR GROUP s.r.o* [online]. (c) 2008 [cit. 2012-  
05-22]. Dostupné z: <http://www.kalibrgroup.cz/zavitove/trmenove.html>

Závitový kalibr trn/1.1/8-12 UNF 2B/speciál - 387000 1.1/8-12UNF :: Verko  
s.r.o. *Verko* [online]. (c) 2011 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z:  
<http://www.verko.cz/zavitovy-kalibr-trn-10780/>