

**Závit** je technickým prvkom strojných súčastí, ktorý zabezpečuje vytvorenie rozoberateľného spojenia alebo transformáciu otáčavého pohybu na posuvný (krútiaceho momentu na osovú silu). Vzniká pohybom závitového profilu po skrutkovici, pričom stále ostáva na ňu kolmý.

Rozoznávame závit vonkajšie, t.j. závit tvorený na vonkajšom povrchu valcovej alebo kužeľovej plochy (najčastejšie u skrutiek) a vnútorné, t.j. závit tvorený na vnútornej valcovej alebo kužeľovej ploche (najčastejšie u matíc). Závit sa podľa zmyslu vinutia delia na pravé a ľavé.

Profil závit je jeho osovým rezom. Býva trojuholníkový 60° (metrický), 55° (Whitworthov), 30°, štvorcový, lichobežníkový súmerný alebo nesúmerný, pílový, rúrkový, oblý a pod.

Základný profil je teoretický profil zhodný pre vonkajší aj vnútorný závit, určený teoretickými rozmermi a uhlami v rovine prechádzajúcej osou závit.

Základný trojuholník je trojuholník, z ktorého sú odvodené tvar a rozmery základného profilu.

Hrebeň je hmotný útvar vymedzený profilom závit.

Vybratie je priestor medzi dvoma bokmi závit.

Bok je časť skrutkovej plochy tvorená stranou základného trojuholníka, ktorá nie je rovnobežná s tvoriacou priamkou rotačnej plochy.

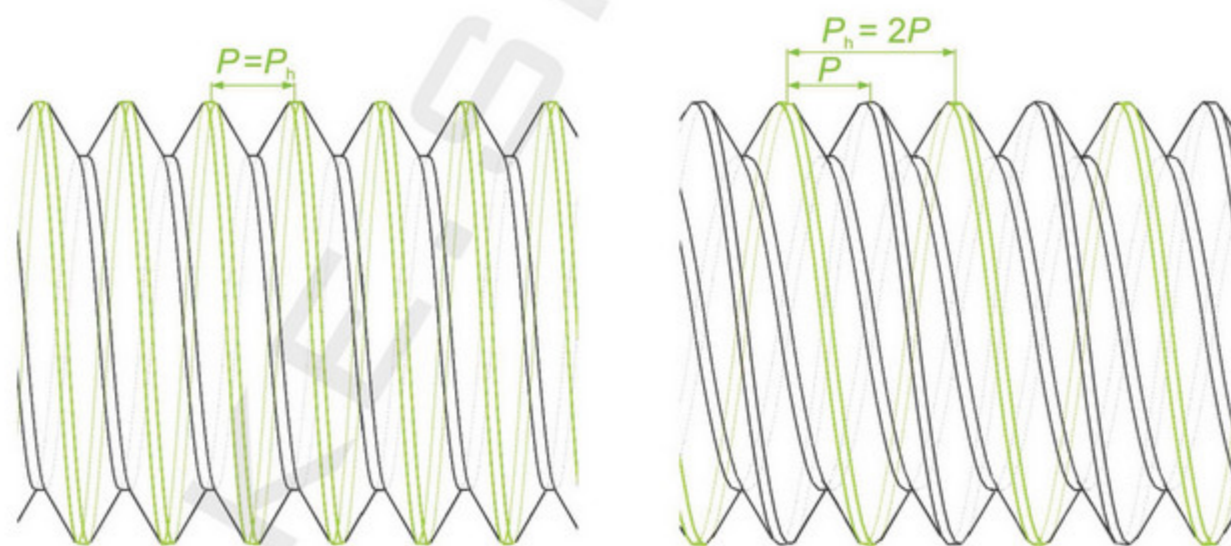
Chrbát je časť skrutkovej plochy na vrchole hrebeňa závit spájajúca dva boky závit.

Dno je časť skrutkovej plochy vo vybratí závit spájajúca dva boky závit.

Rozstup  $P$  závit je vzdialenosť medzi rovnoľahlými bokmi susedných závitov meraná v smere osi závit.

Stúpanie  $P_h$  závit je vzdialenosť, o ktorú sa posunie skrutka pozdĺž osi pri otáčke o 360° (ak je matica nepohyblivá). Ak sa v rozsahu jedného stúpania nachádza iba jeden základný profil, hovoríme o jednochodovom závite. V prípade viacerých základných profilov hovoríme o viacchodovom závite, kedy sa stúpanie rovná súčinu počtu chodov  $n$  a rozstupu  $P$  (Obr.11.1)

$$P_h = n \cdot P \quad (11.1)$$



Obr.11.1 Znárodnenie stúpania a rozstupu jednochodého (vľavo) a dvojchodého (vpravo) závit

Uhol stúpania  $\varphi$  je uhol, ktorý zvierá dotyčnica ku skrutkovici na strednom priemere závit s rovinou kolmou k osi závit.

Uhol profilu  $\alpha$  je uhol, ktorý zvierajú protíľahlé boky profilu závit v rovine prechádzajúcej osou závit.

Uhol boku  $\beta, \gamma$  je uhol, ktorý zvierá bok závit s kolmicou k osi závit v rovine prechádzajúcej osou závit (písmenom  $\gamma$  sa pri nesúmerných profiloch závit označuje menší z uhlov).

Rozstupový valec je teoretická valcová plocha pretínajúca profil závit tak, aby šírka hrebeňa bola rovnaká ako šírka vybratia závit.

Menovitý priemer je teoretický rozmer charakterizujúci veľkosť závit a používa sa k označovaniu závitov.

Veľký priemer  $d, D$  je priemer mysleneho valca opísaného chrptom vonkajšieho závit alebo vpísaného dnám vnútorného závit. Obvykle býva veľký priemer menovitým priemerom závit.

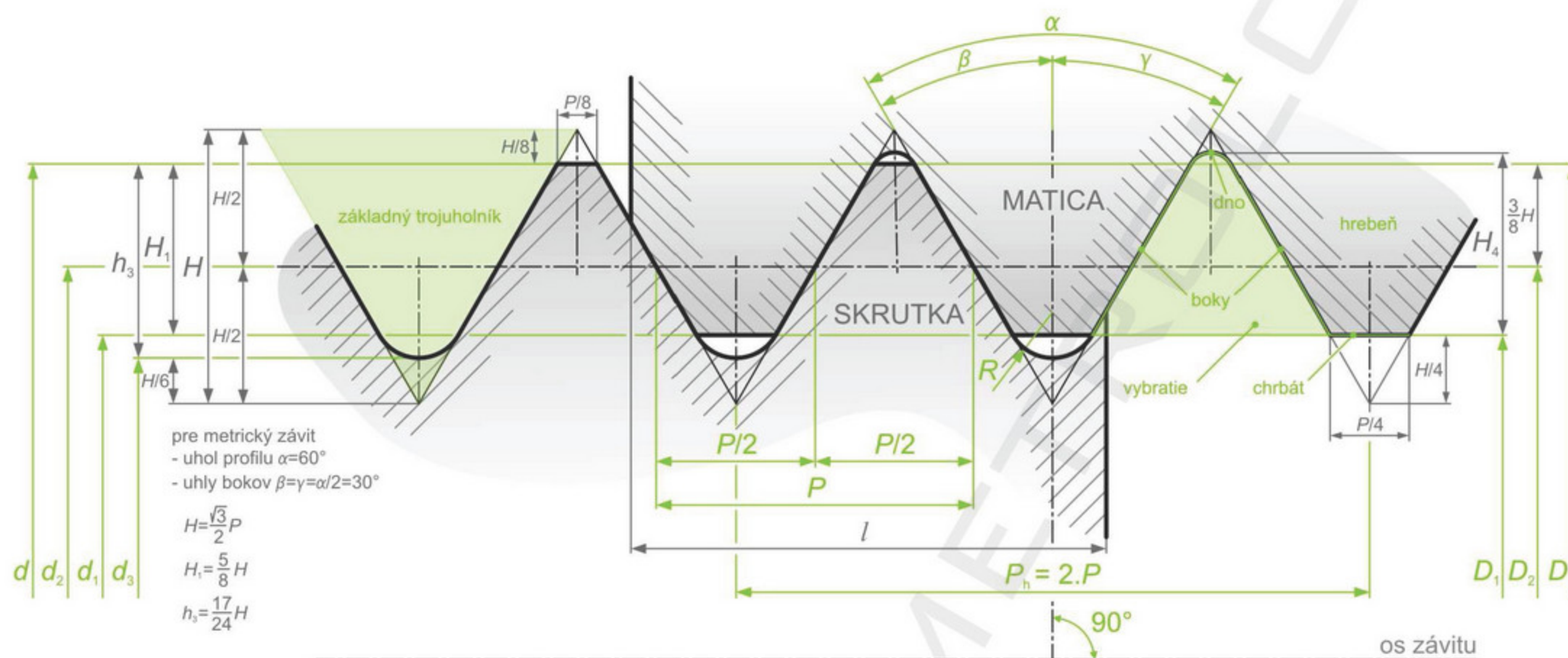
Malý priemer  $d_1, d_3, D_1$  je priemer mysleneho valca vpísaného dnám vonkajšieho závit alebo opísaného chrptom vnútorného závit.

Stredný priemer  $d_2$ ,  $D_2$  je priemer myšlieného valca súosového so závitom, ktorého každá tvoriaca priamka pretína profil závitú tak, aby sa priesečnica tvoriacej priamky s vybratím závitú premietla do osi závitú ako úsečka s dĺžkou rovnou jednej polovici rozstupú.

Výška závitú  $h_3$ ,  $H_4$  je vzdialenosť medzi chrbtom a dnom závitú v rovine osového rezu v smere kolmom na os závitú.

Nosná výška  $H_1$  je dĺžka priemetu dotýkajúcich sa profilov vonkajšieho a vnútorného závitú v rovine prechádzajúcej osou závitú do roviny k osi závitú kolmej.

Dĺžka zaskrutkovania  $l$  je rozmer v osovej rovine závitú, na ktorom sa stretávajú vonkajší a vnútorný závit. Pre účely tolerovania sa delí na tri skupiny: S – krátku, N – normálnu a L – dlhú.



Obr.11.2 Profil metrického závitú a jeho vybrané parametre

Kótovanie závitov - na závitoch sa kótuje veľký priemer a dĺžka závitú. Písmenami M, W, G, Tr, S,... sa udáva typ profilu závitú.

Metrický závit (Obr.11.2) je normalizovaný podľa STN ISO 261 (01 4008) [51]. Základný profil tvorí rovnostranný trojuholník so  $60^\circ$  uhlom profilu. Označenie závitú je zložené z písmena M, za ktorým sa uvádza menovitá hodnota veľkého priemeru, napríklad M8. Ak sa jedná o závit s jemným rozstupom, uvádza sa za týmto označením hodnota rozstupú, napríklad

$$M8 \times 0,75 \quad (11.2)$$

Pri viacchodom závitú sa za označením závitú uvádza hodnota stúpania nasledovaná hodnotou rozstupú a môže sa do zátvorky uviesť aj počet chodov, napríklad

$$M12 \times Ph3,75P1,25 \text{ (trojchodý)} \quad (11.3)$$

Metrické závitú sú tolerované podľa normy STN ISO 965 [54] v 7 stupňoch presnosti od 3 do 9. Pre vonkajší závit udáva norma polohy tolerančných zón e, f, g, h a pre vnútorný závit polohy G a H.

Tolerančná zóna závitú sa predpisuje tolerančnou značkou stredného priemeru závitú (zapisuje sa na prvom mieste) a tolerančnou značkou veľkého priemeru pre závit skrutky a malého priemeru pre závit matice. Ak sa tolerančná značka veľkého priemeru závitú skrutky alebo malého priemeru závitú matice zhoduje s tolerančnou značkou stredného priemeru závitú, zapíše sa tolerancia len jednou tolerančnou značkou, napr. 6g resp. 7H. Príklad tolerovania závitú skrutky aj s udaním dĺžky zaskrutkovania

$$M16 \times 1,5-5g6g-30 \quad (11.4)$$

Uloženie závitú skrutky a matice, napr. na výkrese zostavenia, sa označuje zlomkom. V čitateli sa uvádza tolerančná značka závitú matice a v menovateli tolerančná značka závitú skrutky, napríklad

$$M10-5H/5h4h \quad (11.5)$$

Ak je skrutka použitá pri meraní (napr. v mikrometrických meradlách) alebo sa majú skrutkou vyvodit' žiadané posuny (napr. vo vedeniach obrábacích strojov), musí byť vyrobená presnejšie ako skrutka použitá pre spájanie súčastí. Pri mikrometrických meradlách je využívaný metrický závit, pri závitoch v polohovacích mechanizmoch vedení väčších zariadení sa najčastejšie využívajú lichobežníkové závitú.

Tak ako nie je možné vyrobiť rozmer s absolútnou presnosťou nie je možné vyrobiť ani závit. Základný profil v osovom reze je možné považovať za menovitý profil a je možné definovať tolerančnú zónu na základe hraničných odchýlok čím sa stanoví dolný a horný hraničný profil medzi ktorými musí ležať skutočný profil.

Na parametroch závitú sa prejavujú nepresnosti výroby. Na schopnosť zoskrutkovania skrutky a matice najviac vplývajú nepresnosti stredného priemeru, uhla profilu, uhlov bokov profilu, rozstupu a stúpania.

Nepresnosti výroby závitú sa kontrolujú buď komplexne (súhrnne) alebo jednotlivo.

Pri komplexnej kontrole parametrov závitú bežnej v sériovej a hromadnej výrobe sa využívajú kalibre. Strmeňovým kalibrom sa kontroluje veľký priemer závitú skrutky. Valčekovým kalibrom sa kontroluje malý priemer závitú matice. Závitovým krúžkom alebo závitovým strmeňovým kalibrom sa kontroluje závitový profil skrutky. Závitovým valčekovým kalibrom sa kontroluje závitový profil matice.

Pri kontrole jednotlivých parametrov závitú je možné využiť mechanické alebo optické meracie prístroje. Pri mechanických sa jedná o rôzne meracie prístroje pre meranie dĺžok s vhodne upravenými meracími dotykmi. Pri optických sa jedná o meracie mikroskopy (predovšetkým veľký dielenský a univerzálny) pričom sa využíva uhlový okulár a meria sa buď vo svetelnom reze alebo pre presnejšie meranie v osovom reze s použitím závitových meracích nožíkov.

Pri kontrole vonkajšieho závitú sa veľký priemer môže merať všetkými meradlami vhodnými pre vonkajšie valcové plochy s dostatočne širokými meracími dotykmi na meranie cez rozstup, poprípade v kombinácii s medzimeradlom v podobe základnej rovnobežnej mierky. Malý priemer závitú sa meria tými istými meradlami iba s upravenými dotykmi (dvoma jednoduchými nožovými alebo jedným jednoduchým a dvojitým nožovým dotykmi). Rozstup sa rýchlo určuje pomocou závitových šablón [59]. Pre meranie rozstupu sa používajú dĺžkové meracie prístroje s guľovými dotykmi alebo meracie mikroskopy. Vrcholový uhol sa najvhodnejšie meria na mikroskopoch.

Pri kontrole vnútorného závitú sa postupuje podobne ako pri vonkajšom závite avšak meranie je náročnejšie a pre malé rozmery (pod 10 mm) nemožné.

Tab.11.1 Vybrané veľkosti metrických závitov podľa normy STN ISO 262 [52] a STN ISO 724 [53]

menovitý priemer $D, d$ (mm)		rozstup $P$ (mm)		stredný priemer $D_2, d_2$ (mm)
1. voľba	2. voľba	základný	jemný	
1		0,25		0,838
1,2		0,25		1,038
	1,4	0,3		1,205
1,6		0,35		1,373
	1,8	0,35		1,573
2		0,4		1,740
2,5		0,45		2,208
3		0,5		2,675
	3,5	0,6		3,110
4		0,7		3,545
5		0,8		4,480
6		1		5,350
	7	1		6,350
8		1,25		7,188
			1	7,350
10		1,5		9,026
			1,25	9,188
			1	9,350
12		1,75		10,863
			1,5	11,026
			1,25	11,188
	14	2		12,701
			1,5	13,026

menovitý priemer $D, d$ (mm)		rozstup $P$ (mm)		stredný priemer $D_2, d_2$ (mm)	
1. voľba	2. voľba	základný	jemný		
16		2		14,701	
				1,5	15,026
	18	2,5		16,376	
				2	16,701
				1,5	17,026
20		2,5		18,376	
				2	18,701
				1,5	19,026
	22	2,5		20,376	
				2	20,701
				1,5	21,026
24		3		22,051	
				2	22,701
	27	3		25,051	
				2	25,701
30		3,5		27,727	
				2	28,701
	33	3,5		30,727	
				2	31,701
36		4		33,402	
				3	34,051
	39	4		36,402	
				3	37,051

## ÚLOHA Č.11

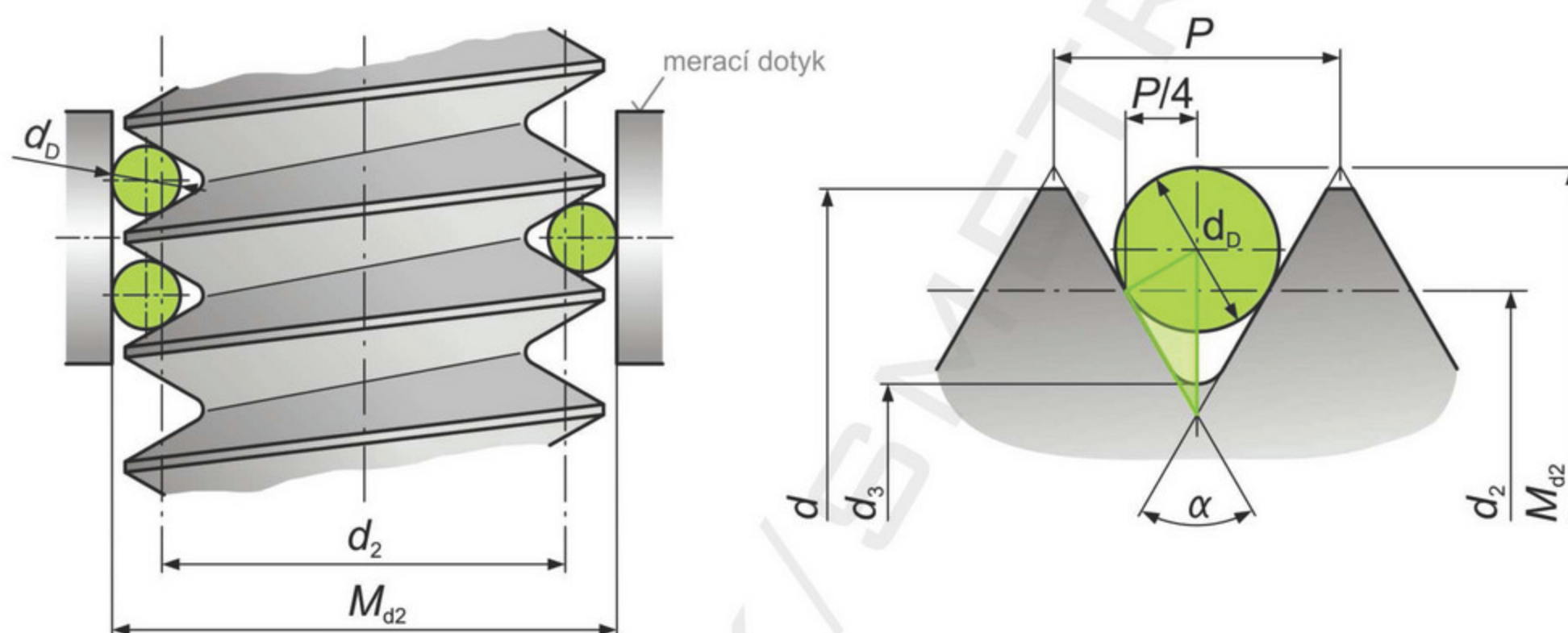
### MERANIE STREDNÉHO PRIEMERU ZÁVITU TROJDRÔTIKOVOU METÓDOU

Menovitý rozmer závitú udáva síce veľký priemer skrutky, avšak správna funkcia závitového spojenia závisí na správnom dosadnutí závitú skrutky a matice, predovšetkým na bokoch závitového profilu. Preto záleží na presnejšom dodržaní rozmerov stredného priemeru, rozstupu a vrcholového uhla. Ostatné rozmery závitú sa zvyčajne dodržia iba s takými odchýlkami, aby bolo možné obe súčasti zoskrutkovať.

Stredný priemer závitú sa kontroluje meradlami (mikrometrickými meradlami alebo dĺžkomermi – závisí od vyžadovanej presnosti) so špeciálne upravenými dotykmi vo forme vymeniteľných závitových čelusti odstupňovaných podľa rozstupu. Často sa využíva aj meranie cez drôtičky.

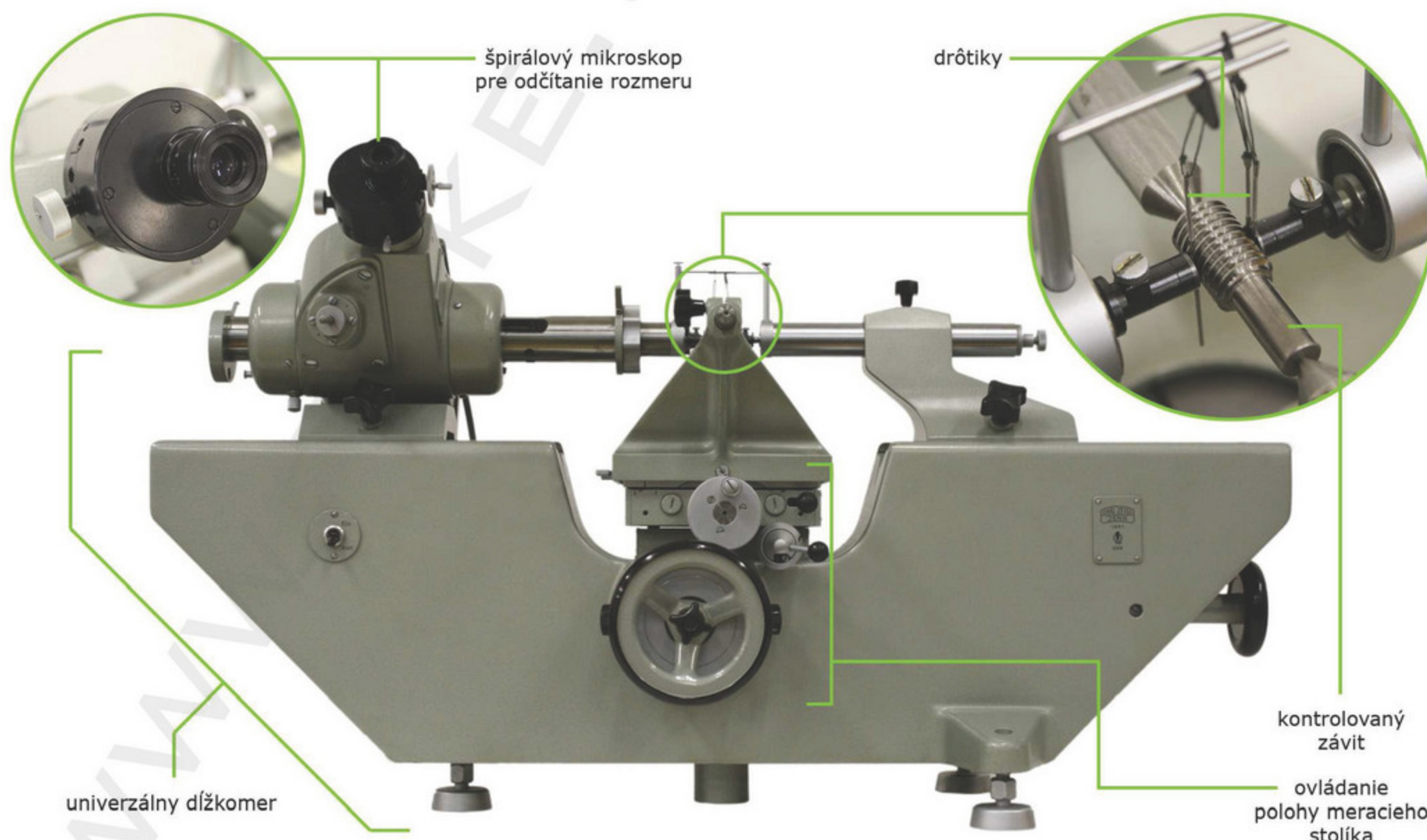
Meranie stredného priemeru na mikroskopoch sa uskutočňuje buď vo svetelnom alebo osovom reze s použitím uhlového okulára.

**Meranie stredného priemeru závitú trojdrôťkovou metódou** [57] je nepriame meranie, pri ktorom sa zisťuje stredný priemer závitú pomocou troch drôťkov ako rozmer cez drôtičky (Obr.11.3).

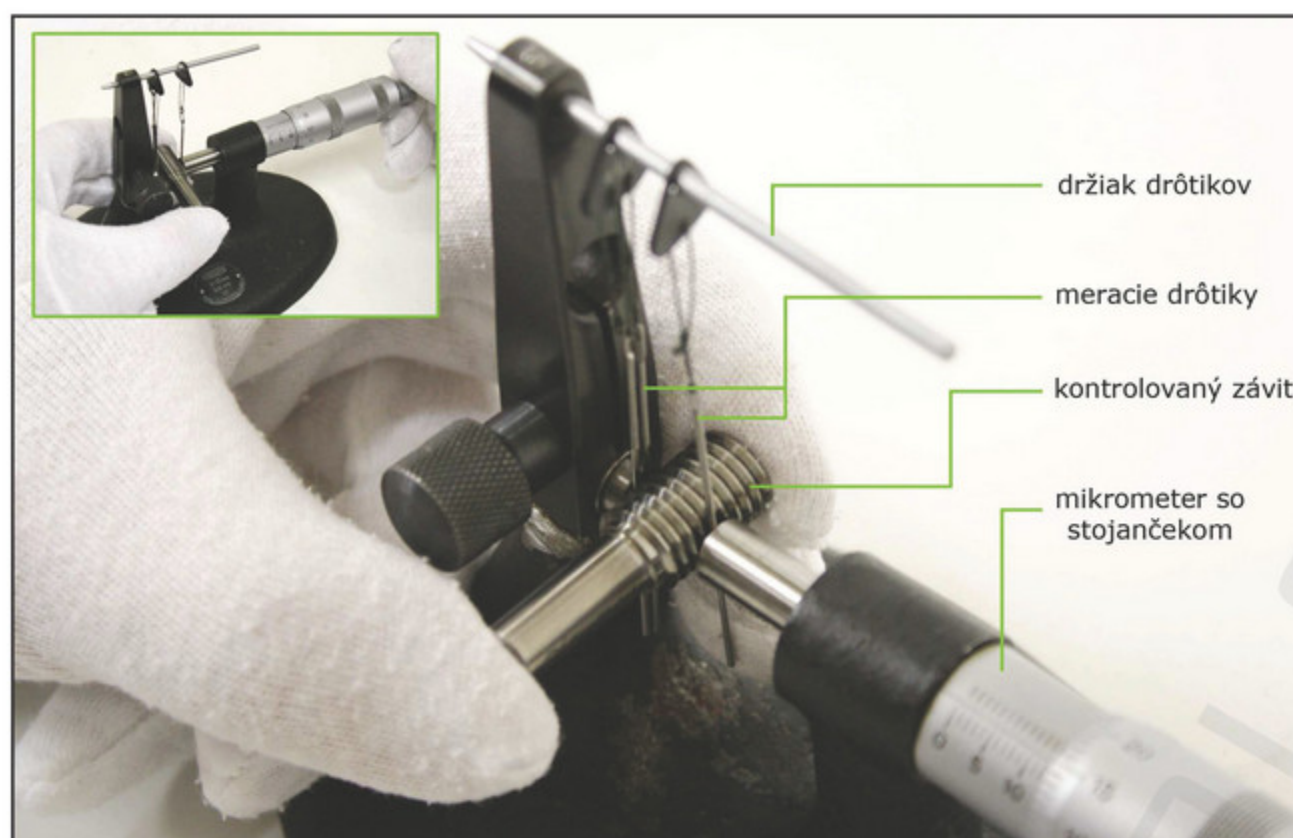


Obr.11.3 Schéma merania stredného priemeru metrického závitú trojdrôťkovou metódou

Samotné meranie sa vykonáva na univerzálnom dĺžkomere (Obr.11.4) alebo k tomu prispôsobenom mikrometri (Obr.11.5).



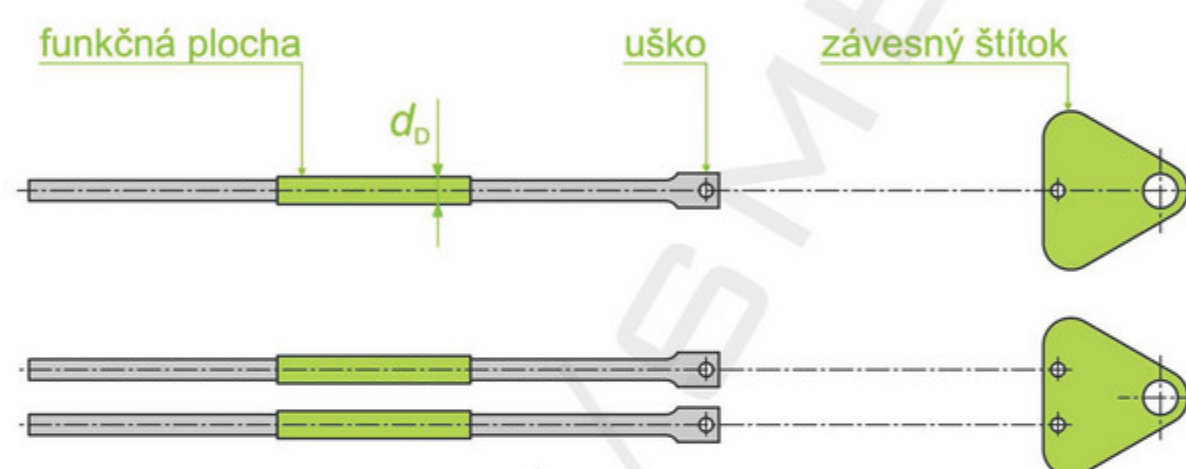
Obr.11.4 Meranie stredného priemeru závitú na univerzálnom dĺžkomere



Obr.11.5 Meranie stredného priemeru závitov na mikrometri so stojančekom

**Meracie drôtiky** [58] sú valcové meracie tyčinky presného rozmeru slúžiace ako pomôcka pri určovaní stredného priemeru závitov. Menovitý priemer drôtika je priemer zosilnenej funkčnej valcovej časti, ktorá je brúsená a lapovaná na tento priemer. Drsnosť funkčnej časti môže byť maximálne  $R_a = 0,04\mu\text{m}$ .

Súprava drôtikov sa skladá zo sád drôtikov. Sada drôtikov sa skladá z troch drôtikov rovnakého priemeru, z ktorých jeden má samostatný štítok a dva sú upevnené na štítku spoločne (Obr.11.6).



Obr.11.6 Sada meracích drôtikov

Teoretický (ideálny) priemer meracích drôtikov sa určí z podmienky aby sa drôtiky dotýkali závitov na strednom priemere (Obr.11.3 vpravo). To zaručí že nameraná hodnota rozmeru cez drôtiky bude odpovedať skutočnému (presnému) rozmeru stredného priemeru. Vypočíta sa zo vzťahu

$${}_t d_D = \frac{P}{2 \cdot \cos \frac{\alpha}{2}} \quad (11.6)$$

Pre metrický závit kde  $\alpha=60^\circ$  platí

$${}_t d_D = 0,5774 \cdot P \quad (11.7)$$

V bežnej praxi sa drôtiky teoretického priemeru nepoužívajú pretože by to znamenalo pre každý rozstup aplikovať samostatnú sadu drôtikov. Využívajú sa drôtiky doporučených priemerov, ktoré sa líšia od priemerov ideálnych drôtikov o malé hodnoty. Ako je vidieť v Tab.11.2 jednu sadu je možné použiť pre závitov rôznych rozstupov. V prípade, ak nie sú k dispozícii informácie z Tab.11.2 je potrebné na základe hodnoty teoretického priemeru vypočítanej podľa vzťahu (11.6) vybrať si zo súpravy sadu drôtikov najbližšej vyššej hodnoty.

Drôtiky sa vyrábajú v dvoch stupňoch presnosti. Drôtiky I. stupňa presnosti sa používajú pre tolerancie stredného priemeru  $T_{d_2} \leq 8\mu\text{m}$  a ich rozmer je dodržaný v rozsahu  $\pm 0,3\mu\text{m}$  (využívané pri meraní na univerzálnom dĺžkomere). Drôtiky II. stupňa presnosti sa používajú pre tolerancie  $T_{d_2} > 8\mu\text{m}$  a nepresnosť ich priemeru je  $\pm 0,5\mu\text{m}$  (využívané pri meraní na mikrometri so stojančekom).

Teoretický rozmer cez drôtiky sa určí zo vzťahu

$$M_{d_2} = d_2 + d_D \left( 1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) - \frac{P}{2} \cdot \cotg \frac{\alpha}{2} + K_1 - K_2 \quad (11.8)$$

Pre metrický závit platí

$$M_{d_2} = d_2 + 3 \cdot d_D - 0,866 \cdot P + K_1 - K_2 \quad (11.9)$$

kde  $d_2$  je teoretický stredný priemer závitu odčítaný z normy STN ISO 724 (Tab.11.1),

$d_D$  je priemer drôtika vybranej sady,

$\alpha$  je vrcholový uhol (uhol profilu) závitu,

$P$  je rozstup závitu,

Korekciu na šikmú polohu drôtikov je pre metrický závit pri uhle stúpania  $\beta < 6^\circ$  možné vyjadriť vzťahom

$$K_1 = 0,08632 \cdot \frac{d_D \cdot P^2}{d_2^2} \quad (11.10)$$

Korekciu na stlačenie meracích drôtikov je možné určiť z Tab.11.3.

Pre odchýlku stredného priemeru závitu platí

$$v_{d_{2i}} = M_{d_{2i}} - M_{d_2} \quad (11.11)$$

kde  $M_{d_{2i}}$  je nameraná hodnota rozmeru cez drôtky.

Pre posúdenie vhodnosti závitu musí platiť

$${}_D T_{d_2} \leq v_{d_{2i}} \leq {}_H T_{d_2} \quad (11.12)$$

kde  ${}_D T_{d_2}; {}_H T_{d_2}$  sú hraničné odchýlky stredného priemeru závitu určené z normy pre príslušný stupeň presnosti a uloženie.

Tab.11.2 Priradenie meracích drôtikov k rozstupu závitu podľa STN 25 4108 [57]

$P$ (mm)	$d_D$ (mm)	$P$ (mm)	$d_D$ (mm)
0,25	0,17	1,25	0,725
0,3	0,195	1,5	0,895
0,35	0,22	1,75	1,1
0,4	0,25	2	1,35
0,45; 0,5	0,29	2,5	1,65
0,6	0,335	3; 3,5	2,05
0,7; 0,75; 0,8	0,455	4; 4,5	2,55
0,9	0,53	5; 5,5	3,2
1	0,62	6	4

Tab.11.3 Korekcia na stlačenie meracích drôtikov podľa STN 25 4108 [57]

veľký priemer závitu $d$ (mm)		korekcia $K_2$ (mm)	
		pre merací tlak (kg)	
od	do	1 kg	0,2 kg
-	1,4	0,004	0,002
1,4	4	0,003	0,001
4	20	0,002	0,001
20	-	0,001	0,000