

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**  
**ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

# **MOŽNOSTI VÝROBY ZÁVITŮ V MALÉ STROJÍRENSKÉ FIRMĚ**

**PRODUCTION OF SCREW-THREAD IN SMALL ENGINEERING COMPANY**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**JIŘÍ STRAKA**

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

**ING. MILAN KALIVODA**

*BRNO 2010*

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2009/10

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Straka Jiří

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

**Možnosti výroby závitů v malé strojírenské firmě.**

v anglickém jazyce:

**Production of screw-thread in small engineering company.**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Celkový průřez metodami výroby závitů. Měření a kontrola závitů. Vybrané vzory z výroby závitů v malé strojírenské firmě. Zhodnocení v podmínkách firmy.

Cíle bakalářské práce:

Přehled metod výroby závitů. Přiblížení konkrétních procesů z prostředí firmy. Posouzení vhodnosti používaných technologií.

Seznam odborné literatury:

1. CIHLÁŘOVÁ, P., HILL, M. and PÍŠKA, M. Fundamentals of CNC Machining. [online]. Dostupné na World Wide Web: <<http://cnc.fme.vutbr.cz>>.
2. KOCMAN, K. a PROKOP, J. Technologie obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
3. ŠTULPA, M. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
4. AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o. Příručka obrábění - Kniha pro praktiky. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia s.r.o., 1997. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cutting - A Practical Handbook. ISBN 91-972299-4-6.
5. HUMÁR, A. Materiály pro řezné nástroje. 1. vyd. Praha: MM publishing s. r. o., 2008. 240 s. ISBN 978-80-254-2250-2.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/10.

V Brně, dne 20.11.2009

L.S.

  
prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu



  
doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty

# LICENČNÍ SMLOUVA POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

## 1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Jiří Straka

Bytem: Vatín 46, 591 01 Žďár nad Sázavou

Narozen/a (datum a místo): Nové Město na Moravě/5.12.1973

(dále jen „autor“)

a

## 2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta strojního inženýrství

se sídlem Technická 2896/2, 616 69 Brno

jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:

prof. Ing. Miroslav PÍŠKA, CSc.

(dále jen „nabyvatel“)

## Článek 1

### Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
  - ☐ diplomová práce
  - ☒ bakalářská práce
  - ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako .....
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Možnosti výroby závitu v malé strojírenské firmě

Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. Milan Kalivoda

Ústav: Ústav strojírenské technologie

Datum obhajoby VŠKP: .....

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v \*:

- |                                                        |   |                 |   |
|--------------------------------------------------------|---|-----------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> tištěné formě      | – | počet exemplářů | 2 |
| <input checked="" type="checkbox"/> elektronické formě | – | počet exemplářů | 2 |

---

\* hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

## Článek 2

### Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
  - ☒ ihned po uzavření této smlouvy
  - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
  - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
  - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
  - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

## Článek 3

### Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: 26.3.2010 .....

.....  
prof. Ing. Miroslav PÍŠKA, CSc.

.....  
Jiří Straka

## ABSTRAKT

V této práci vypracované v rámci bakalářského studia oboru Strojírenská technologie je uvedeno základní rozdělení druhů závitů a jejich značení. Jsou uvedeny některé možnosti výroby závitů třískovým obráběním a beztřískovým obráběním s použitím příslušných nástrojů. Dále jsou uvedeny a posouzeny metody výroby využívané na střední technické škole.

### Klíčová slova

Závit, profil závitu, vnitřní závit, vnější závit, třískové obrábění, beztřískové obrábění, nástroj.

## ABSTRACT

This work, wrought in branch of engineering technology in terms of baccalaureate studies, mentions the basic type partitioning of screw-threads and their screw-threads labelling. There are presented some possibilities of screw-threads manufacturing by chip-forming operation and by chipless-machining operation, both with using of appropriate tools. Further the methods of production used in small machine-works are described. In this case the small machine-works is represented by secondary technical school.

### Key words

Screw-thread, Screw-thread profile, internal Screw-thread, external Screw-thread, chip-forming operation, chipless-machining operation, tool.

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

STRAKA, Jiří. *Možnosti výroby závitů v malé strojírenské firmě: Bakalářská práce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. s 53., příloh 22. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Kalivoda.



## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Možnosti výroby závitů v malé strojírenské firmě vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum 24.5.2010

.....  
Jiří Straka

**Poděkování**

Děkuji tímto Ing. Milanu Kalivodovi za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.



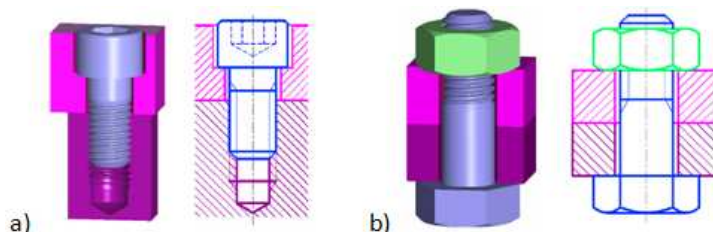
**OBSAH**

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Abstrakt .....                                               | 4  |
| Prohlášení .....                                             | 5  |
| Poděkování .....                                             | 6  |
| Obsah .....                                                  | 7  |
| Úvod .....                                                   | 9  |
| 1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O FIRMĚ .....                               | 10 |
| 1.1 Charakteristika školy .....                              | 10 |
| 1.2 Charakteristika vzdělávacího programu .....              | 11 |
| 1.3 Vybavení školy .....                                     | 11 |
| 2 DĚLENÍ, VÝZNAM A POUŽITÍ ZÁVITŮ .....                      | 13 |
| 2.1 Názvy a definice .....                                   | 13 |
| 2.2 Dělení závitů .....                                      | 13 |
| 2.3 Ostré profily .....                                      | 15 |
| 2.3.1 Metrický závit .....                                   | 16 |
| 2.4 Profily pro přenos velkých sil .....                     | 17 |
| 2.4.1 Lichoběžníkový závit rovnoramenný .....                | 18 |
| 2.5 Zvláštní profily .....                                   | 18 |
| 2.6 Vícechodé závity .....                                   | 19 |
| 2.7 Pravý a levý závit .....                                 | 20 |
| 2.8 Význam dělení .....                                      | 20 |
| 3 ZNAČENÍ A ZOBRAZOVÁNÍ ZÁVITŮ V TECHNICKÉ DOKUMENTACI ..... | 21 |
| 3.1 Zobrazování závitů .....                                 | 21 |
| 3.2 Kótování závitu .....                                    | 22 |
| 3.2.1 Tolerování závitů .....                                | 23 |
| 3.2.2 Uložení s vůlí .....                                   | 24 |
| 3.2.3 Tolerování přechodného uložení .....                   | 24 |
| 3.2.4 Tolerování pro uložení s přesahem .....                | 25 |
| 3.3 Význam značení a kreslení v technické dokumentaci .....  | 25 |
| 4 METODY VÝROBY ZÁVITŮ S POUŽITÍ JEDNOTLIVÝCH NÁSTROJŮ ..... | 26 |
| 4.1 Výroba závitů třískovým obráběním .....                  | 26 |
| 4.1.1 Frézování závitů .....                                 | 26 |
| 4.1.2 Broušení závitů .....                                  | 28 |
| 4.2 Řezání závitů .....                                      | 29 |
| 4.2.1 Ruční řezání závitů .....                              | 32 |
| 4.2.2 Strojní řezání .....                                   | 33 |
| 4.3 Soustružení závitů .....                                 | 36 |
| 4.4 Obrábění závitů na CNC obráběcích strojích .....         | 39 |
| 4.5 Výroba závitů beztřískovým obráběním .....               | 40 |
| 4.5.1 Válcování závitů .....                                 | 40 |
| 4.5.2 Elektroerozivní obrábění závitů .....                  | 42 |
| 5 KONTROLA A MĚŘENÍ ZÁVITŮ .....                             | 44 |
| 6 ZHODNOCENÍ POUŽÍVANÝCH TECHNOLOGIÍ NA SŠT .....            | 47 |
| 6.1 Používané technologie na SŠT .....                       | 47 |
| 6.2 Vzorky a způsoby výroby .....                            | 47 |
| ZÁVĚR .....                                                  | 50 |

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| Seznam použitých zdrojů .....          | 51 |
| Seznam použitých zkratk a symbolů..... | 53 |
| Seznam příloh .....                    | 54 |

## ÚVOD

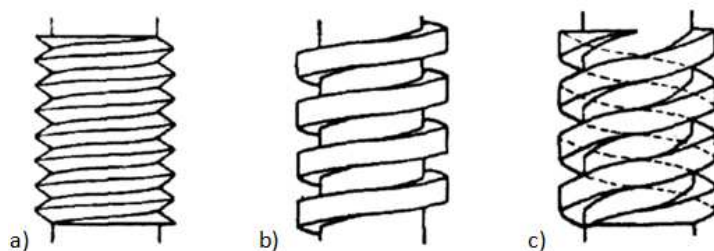
Závít je technický prvek, který je ve velkém rozsahu použitý u strojních součástí na jejich spojování, kde je nejčastěji využíván jako šroubový spoj. Jeho použití je velmi rozsáhlé, neboť spojovací součásti jsou matice, šrouby atd.. Velká většina těchto prvků je normalizována a tím je zajištěna jejich univerzálnost použití. Díky tomu, že strojní součásti se závity patří mezi rozebíratelné spoje, je docíleno snadné vyměnitelnosti součástí při poškození, opotřebení či jiném důvodu výměny.



Obr. 1. Rozebíratelné spoje

a) spojení desky (slepá závitová díra), b) spojení dvou desek pomocí šroubu a matice (25)

Závity jsou tvořeny mnoha různými profily, které jsou spirálovitě navinuty na těleso válcového tvaru. Různé tvary profilů závitů umožňují jejich všestranné použití (spojování součástí, pohybové šrouby atd.).



Obr. 2. Profily závitů (1)

a) ostrý závit používaný pro spojování součástí, b) profil pohybových šroubů jednochodý c) profil pohybových šroubů dvouchodý

Ve strojírenské výrobě se převážná část závitů vyrábí třískovým obráběním. Tento způsob je vhodný pro kusovou a malosériovou výrobu. Technologie výroby závitu třískovým obráběním nám nabízí celou řadu výhod jak ekonomických, tak i možností výroby od ručního až po strojní obrábění na klasických konvenčních strojích a moderních CNC obráběcích centrech. Při zavádění nových technologií výroby a to zejména v sériové výrobě se stále více využívá beztřísková výroba tak zvané tváření závitů.

Cílem práce je seznámení s použitím různých typů závitů, jejich značení a kreslení v technické dokumentaci a způsoby měření s ohledem na možnosti firmy. Budou uvedeny jednotlivé technologické postupy výroby s omezením na možnosti dané firmy a strojnímu vybavení.

Ekonomické zhodnocení a posouzení jednotlivých technologií výroby, bude uvažováno s ohledem na to, že se nejedná o firmu zabývající se produktivní výrobou, ale pouze o školské zařízení, kde se žáci seznamují s jednotlivými výrobními technologiemi a možnostmi výroby závitů.

## 1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O FIRMĚ

Zadané téma „Možnosti výroby závitů v malé strojírenské firmě“ je řešeno v dílenském prostředí Střední školy technické Žďár nad Sázavou, která má vybavení pro výuku žáků ve strojírenských oborech a zajišťuje výchovu žáků pro nástup do strojírenského průmyslu. (viz kap. 1.3).



Obr. 1.1 Střední škola technická Žďár nad Sázavou

### 1.1 Charakteristika školy

#### Tradice školy a její postavení v regionu:

Střední škola technická Žďár nad Sázavou je držitelem certifikátu jakosti podle ČSN EN ISO 9001:2001 a je školou s bohatou tradicí. Během své existence připravila v různých formách studia více jak 9 000 kvalifikovaných odborníků ve 30 různých oborech studia pro celou řadu podniků a firem nejen v regionu.

Střední škola technická zahájila výuku dne 1. září 1952 jako Středisko pracujícího dorostu pro nově budovaný podnik Žďárské strojírný a slévárny ve Žďáře nad Sázavou, který zahájil svoji činnost 27. srpna 1951. V prvních letech byly vyučovány obory, slévač, zámečník, nástrojař, frézař a soustružník. Největší zájem byl o vyučení v oboru slévač.

Od 1. září 1953 byla výuka organizována prostřednictvím Státních pracovních záloh. Po ukončení činnosti Státních pracovních záloh v roce 1957 byla naše škola pod názvem Odborné učiliště přičleněna ke státnímu podniku ŽDAS ve Žďáře nad Sázavou. V roce 1974 byla předána do provozu nová budova školy a v roce 1975 budova dílen a sociálního přístavku. V tomto roce byl zaveden do výuky první čtyřletý studijní obor ukončený maturitou – univerzální obráběč kovů, který je předchůdcem dnešního studijního oboru mechanik seřizovač.

Po zavedení nové koncepce učebních a studijních oborů se od 1. září 1980 mění název školy na Střední odborné učiliště strojírenské. V roce 1988 bylo do výuky zavedeno nástavbové studium pro absolventy učebních oborů, které v současné době zahrnuje dvouleté denní studium v oboru podnikání a tříleté dálkové studium v oborech elektrotechnika a provozní technika.

Pro řešení problematiky vzdělávání žáků, kteří ukončili základní školu v nižším než devátém ročníku, je zaveden dvouletý učební obor strojírenská

výroba. Z toho důvodu se k 1. září 1999 mění název školy na Střední odborné učiliště strojírenské a Učiliště.

Od 1. července 2006 nese škola název Střední škola technická Žďár nad Sázavou.

Součástí školy je domov mládeže zajišťující žákům středních škol ubytování a stravování. Jedním z úkolů je dbát o hodnotné využívání volného času ubytovaných žáků.

## 1.2 Charakteristika vzdělávacího programu

Střední škola technická ve Žďáře nad Sázavou se koncepčně zaměřuje na výuku strojírenských, metalurgických a elektrotechnických oborů. Nabízí vzdělání v tříletých učebních oborech a ve čtyřletých studijních oborech.

Vzdělávací koncepce školy umožňuje vzájemnou prostupnost mezi studijními a učebními obory, umožňuje všem žákům, kteří splní dané podmínky, získat střední vzdělání s maturitní zkouškou. Nastane-li případ, že některý z žáků ve studijním oboru nestačí tempu výuky, má možnost bez potíží přestoupit do méně náročného učebního oboru obdobného zaměření. Žáci, kteří dosahují při studiu v učebním oboru velmi dobré výsledky, mohou naopak přestoupit do studijního oboru.

Schéma organizace výuky je uvedeno v příloze č. 1.

Zájem žáků o studium na SŠT příloha č. 2.

## 1.3 Vybavení školy

Střední škola technická Žďár nad Sázavou zajišťuje teoretickou a praktickou výuku ve vlastních objektech.

V současné době má úsek teoretické výuky k dispozici celkem 22 učeben s celkovou kapacitou 630 žáků. Z celkového počtu učeben je 10 učeben velkých s kapacitou přes 30 žáků, 7 učeben středních s kapacitou přes 20 žáků a 5 malých s kapacitou do 20 žáků. V souvislosti se zaměřením výuky má škola celkem 7 specializovaných učeben – 3 PC učebny, učebny AJ a NJ, učebnu společenskovedních předmětů, učebnu pro výuku technické dokumentace a laboratoř elektro, která je společná i pro odborný výcvik. Teoretické vyučování využívá ve velké míře CNC učebnu umístěnou v prostoru dílen.

Praktické vyučování je z rozhodující části zajištěno ve vlastních dílnách, částečně na smluvně zajištěných pracovištích u dalších fyzických a právnických osob. Celkem je ve školních dílnách k dispozici 35 pracovišť, z tohoto počtu jsou 4 počítačové učebny určené k výuce programování a 2 odborné laboratoře. Na učebnách programování je k dispozici software pro programování CNC obráběcích strojů v řídicích systémech MTS (3 učebny), Sinumerik, Fanuc a Heidenhain (2 učebny) a programování PLC automatů Siemens a Moeller (1 učebna). Ve všech učebnách je možné využívat software pro konstruování AutoCAD, Autodesk Inventor, popř.

PCschematic. Výuka na ostatních pracovištích je prováděna na klasických obráběcích (soustruhy, vrtačky, frézky, aj.).



Obr. 1.2 Jednotlivá pracoviště školy

Personální zabezpečení střední školy technické má stabilizovaný, kvalifikovaný pedagogický sbor složený z učitelů všeobecně vzdělávacích a odborných předmětů, učitelů odborného výcviku a vychovatelů. Organizační struktura je zakotvena v organizačním řádu, jednotlivé organizační celky řídí zástupce ředitele pro teoretické vyučování, zástupce ředitele pro praktické vyučování, vedoucí domova mládeže a vedoucí ekonomického oddělení.

Vzdělávací koncepce školy a profil absolventa jsou blíže uvedeny v příloze č. 3.

## 2 DĚLENÍ, VÝZNAM A POUŽITÍ ZÁVITŮ

Důležitost výroby závitů ve strojírenství sahá hluboko do historie a je její nedílnou součástí. Význam jednotlivých druhů závitů je řazen do několika důležitých skupin dle jejich použití.

### 2.1 Názvy a definice

Důležité definice a jednotlivé odborné názvy týkající se výroby závitů uvedené dle ČSN 01 4001<sup>2</sup>.

|                     |                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| šroubovice          | dráha vytvořená na skutečné nebo myšlené kuželové nebo válcové ploše bodem pohybujícím se tak, že poměr mezi osovým posuvem $a$ a odpovídajícím úhlovým natočením $\epsilon$ je konstantní <sup>2</sup> |
| šroubová plocha     | plocha vytvořená křivkou (profilem závitu) ležící v osově rovině a pohybující se tak, že všechny její body opisují šroubovice o stejném poměru $a$ a $\epsilon$ <sup>2</sup>                            |
| závitový vrchol     | materiál mezi částmi šroubové plochy jednoho závitu <sup>2</sup>                                                                                                                                        |
| závit               | povrch plochy vytvořené rovinnou čarou navinutou ve šroubovici na povrch válce nebo kužele <sup>2</sup>                                                                                                 |
| vnější závit        | závit vytvořený na vnější válcové nebo kuželové ploše <sup>2</sup>                                                                                                                                      |
| vnitřní závit       | závit vytvořený na vnitřní válcové nebo kuželové ploše <sup>2</sup>                                                                                                                                     |
| jednoduchý závit    | závit vytvořený jedním profilem <sup>2</sup>                                                                                                                                                            |
| několikachodý závit | závit vytvořený dvěma nebo několika profily <sup>2</sup>                                                                                                                                                |
| pravý závit         | závit, jehož profil při pohledu podél osy při otáčení ve směru pohybu hodinových ručiček se vzdaluje od pozorovatele <sup>2</sup>                                                                       |
| levý závit          | LH – závit, jehož profil při pohledu podél osy při otáčení proti směru pohybu hodinových ručiček se vzdaluje od pozorovatele <sup>2</sup>                                                               |
| osa závitu          | osa válce nebo kužele, na němž je závit vytvořen                                                                                                                                                        |
| profil závitu       | obrys vrcholu závitu a závitové drážky v rovině osového řezu závitu <sup>2</sup>                                                                                                                        |

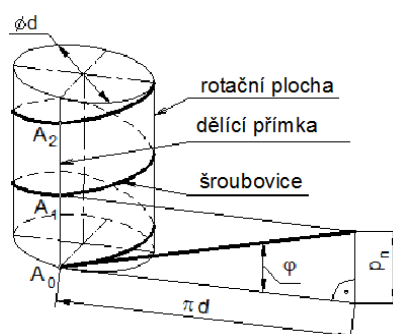
### 2.2 Dělení závitů

Jak bylo již zmíněno v úvodu, závit je tvořen profilem, který je navinut na válcovou nebo kuželovou část.

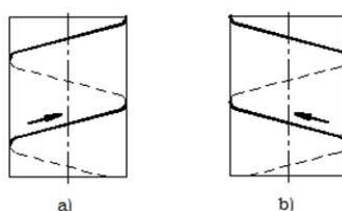
Šroubovice je dráha tvořená bodem, který při rotačním pohybu má stejný poměr mezi posunutím a příslušným úhlovým natočením (obr. 2.1). Každý bod profilu závitu tvoří vlastní šroubovici, tyto body mají stejnou osu a také



**stoupání šroubovice  $P_h$ .** Rozvinutím válcové plochy se šroubovice změní v přímku svírající s rovinou kolmou na osu **úhel stoupání  $\varphi^3$**  (obr. 2.1).



Obr. 2.1 Název obrázku nebo grafu (3)



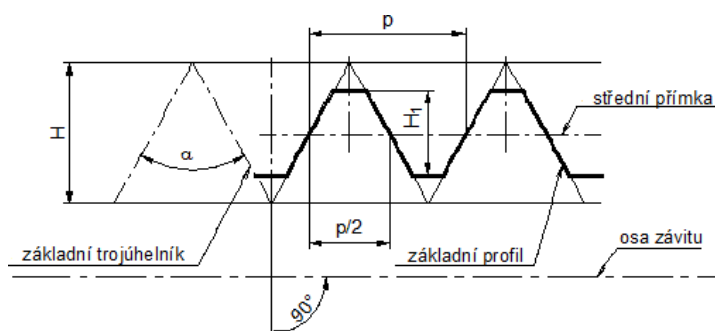
Obr. 2.2 a) Šroubovice pravá

b) Šroubovice levá (3)

Dle tvaru tohoto profilu jsou závity děleny a tím je dáno také jejich použití a uplatnění v různých oblastech.

Profil závitu se rozumí myšlená dvakrát lomená čára a ta je omezena dvěma stejnohlými body ležícími na rovnoběžce s osou závitu.

Z tohoto poznatku můžeme usoudit, že dělení závitů podle profilu (tvaru šroubovice) je prvním základním dělením závitů.



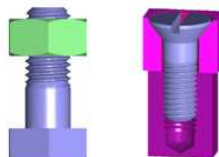
Obr. 2.3 Základní trojúhelník a základní profil (3)

Nejčastějším tvarem je tzv. **ostrý profil**. Tyto závity mají trojúhelníkový profil. Těchto ostrých závitů se nejčastěji využívá u spojovacích a upevňovacích šroubů a matic. Z pravidla se využívá několika druhů těchto ostrých závitů, které se od sebe odlišují velikostí vrcholového úhlu a tvarem vrcholu a paty závitu. Je nutné, aby profil závitu pro šroub a matici byl vždy stejný. Z tohoto důvodu je velká většina těchto závitů normalizována, aby byla zaručena jejich vyměnitelnost. Pro snadnost chodu mezi vrcholy závitu šroubu a matice je nutné ponechat vůli, a proto jsou tyto vrcholy sraženy, což je znázorněno na následujícím obrázku.



- Whitworthův závit (příloha č. 6.),
- trubkový závit (příloha č. 7.),
- palcové závity pro všeobecné použití (příloha č. 8.).

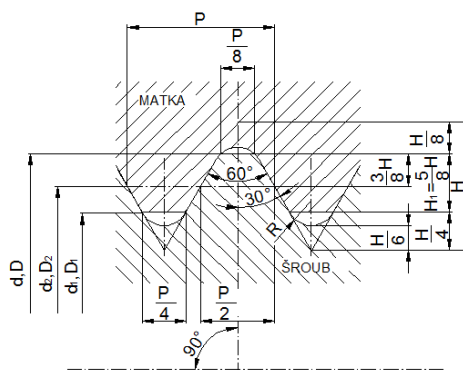
U nás je nejčastěji využívaný profil metrický (viz. kapitola 2.3.1). Ostatní druhy ostrých profilů závitu pro speciální použití jsou uvedeny v příloze č. 9.



Obr. 2.6 Možnosti spojení součástí pomocí ostrých profilů (25)

### 2.3.1 Metrický závit

Nejčastěji používaný závit. Jeho profilem je rovnostranný trojúhelník s vrcholovým úhlem  $60^\circ$ .



Obr. 2.7 Profil metrického závitu (3)

Všechny rozměry tohoto závitu jsou udávány v milimetrech. Označení závitu je velké písmeno „M“. Například metrický závit s průměrem  $D = 36$  mm se značí M 36.

Z historického hlediska se prosadil jako první metrický závit Loewenherzův závit (1890) pro průměry 1 – 10 mm a vrcholovým úhlem  $53^\circ 8'$ . V pozdějších letech v roce 1898 se zavádí pro větší průměry závitů mezinárodní soustava SI (Système internationale) s vrcholovým úhlem  $60^\circ$  pro průměry 6 – 80 mm<sup>1</sup>. V dalších letech se postupně ze soustavy SI vyvinula německá metrická soustava závitů, která navázala v malých průměrech na Loewenherzův závit, aby matice metrické soustavy šly beze změny na Loewenherzovy šrouby. Pro opačnou kompatibilitu bylo třeba Loewenherzovy matice proříznout metrickým závitníkem a tím z nich udělat metrické matice<sup>1</sup>.

Německá metrická soustava závitů byla kompletně převzata ČSN.

Rozeznáváme metrické závity základní řady, metrické závity s jemným stoupáním. Velikost profilu závitu, tedy i jeho stoupání „P“ závisí na průměru šroubu. Velmi často se však stává, že je třeba použít pro stejný průměr šroubu i menší závit. Ty jsou uvedeny v normě ČSN 01 4013 - závity se stoupáním 0,2 – 6 mm. V ČSN 01 4013 jsou uvedeny jednotlivé průměry závitu. Z toho plyne, že pro jednotlivé průměry závitu je přiřazeno dané stoupání. Například

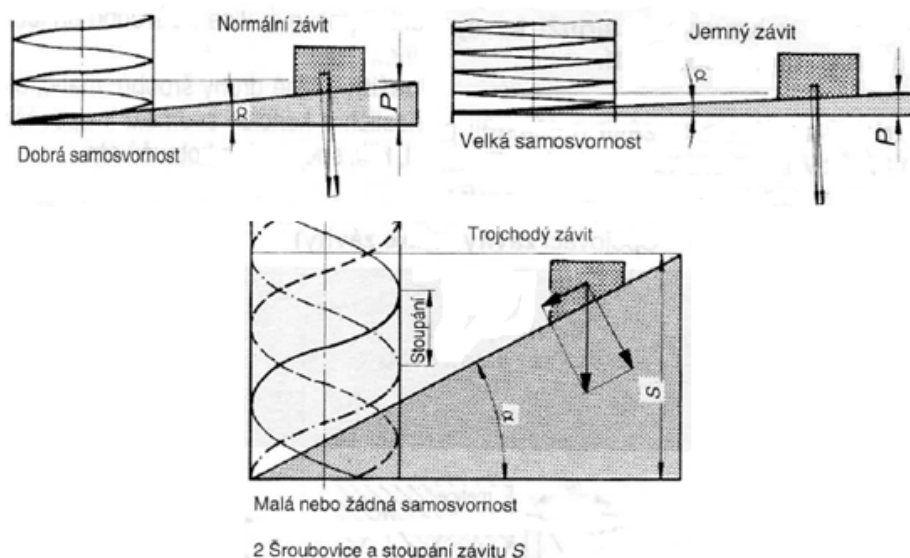
je nevhodné volit na průměr závitu 1 mm stoupání (rozteč) 6 mm, to samé platí i v opačném případě, kdy průměr je 100 mm a stoupání 0,2 mm.

Značení metrických závitů s jemnou roztečí je stejné, akorát se připsuje ještě velikost stoupání např. M 36x1,5.

Použití závitů s jemným stoupáním je hlavně v leteckém i automobilovém průmyslu a také v jemné mechanice, optice a součásti z plastů.

Velmi často se těchto jemných závitů také využívá z důvodu menšího profilu na tenkostěnné trubky, osazené hřídele, duté hřídele aj.

Výhodou jemných závitů je, že umožňují používat větší síly při spojení součástí a také jsou tyto závity lépe samosvorné.



Obr. 2.8 Samosvornost závitu v závislosti na jeho stoupání (3)

Rozměry některých metrických závitů a jejich stoupání pro všeobecné použití dle ČSN ISO 724 jsou uvedeny v příloze č. 4.

Příklady některých metrických závitů pro jemnou mechaniku a optiku dle ČSN 01 4021 jsou uvedeny v příloze č. 5.

## 2.4 Profily pro přenos velkých sil

Tyto závity patří mezi tzv. zvláštní druhy závitů. Velkou výhodou těchto závitů je využití na pohybové šrouby a matice. Profily těchto závitů mají dostatečně velké opěrné plochy a také zajišťují velkou pevnost a při vzájemném pohybu matice a šroubu dochází k poměrně malému opotřebení i přesto, že přenášejí poměrně velké síly. Z těchto důvodů nejsou vhodné na pohybové šrouby závity s ostrým profilem, neboť by nebyly schopny přenášet tak velké síly.

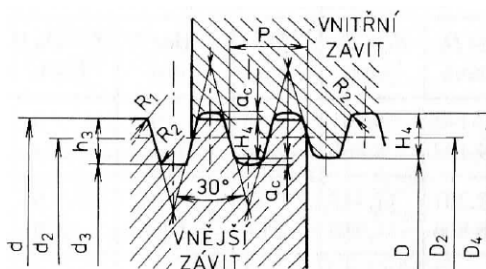
Do skupiny pohybových závitů patří:

- plochý závit (příloha č. 10),
- lichoběžníkový rovnoramenný závit,
- lichoběžníkový nerovnoramenný závit (příloha č. 11),

- oblý závit (příloha č. 12).

### 2.4.1 Lichoběžníkový závit rovnoramenný

Základním profilem tohoto závitu je rovnoramenný lichoběžník a jeho vrcholový úhel je  $\alpha=30^\circ$ . Velmi často je také nazýván závitem trapézovým. Tento závit je normalizován dle ČSN 01 4050, označení je písmenem „Tr“ s příslušným průměrem, velikostí stoupání „Pr“ (počet chodů) a roztečí „P“<sup>4</sup>.



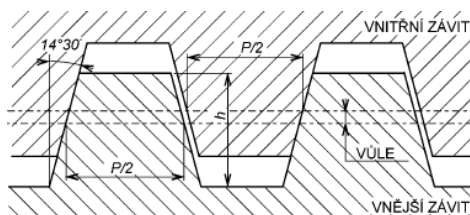
Obr. 2.22 Lichoběžníkový profil (7)

Lichoběžníkový rovnoramenný závit je nejvíce používaný na pohybových šroubech např. u soustruhu na vodícím šroubu, u pohybových šroubů příčných a podélných saní, svěráků apod.

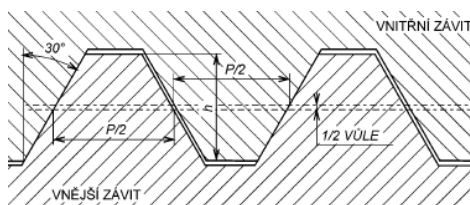


Obr. 2.23 Pohybový šroub (16)

Lichoběžníkové závity existují i s úhlem profilu  $29^\circ$  podle amerických norem viz obrázek profilu č. a americké závity s lichoběžníkovým profilem o úhlu profilu  $60^\circ$  (60 deg stub thread) viz příslušný obrázek<sup>4</sup>.



Obr. 2.24 Profil s úhlem  $29^\circ$  (4)



Obr. 2.25 Profil s úhlem  $60^\circ$  (4)

## 2.5 Zvláštní profily

Značení těchto závītů je uvedeno v normách jednotlivých druhů závītů. Tyto profily závītů jsou vyráběny pro speciální použití např. v elektrotechnice.

Některé druhy zvláštních profilů:

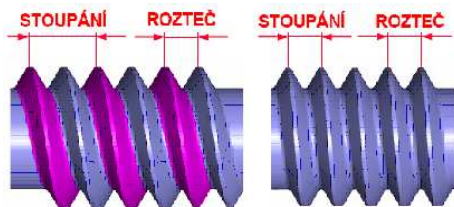
- pancéřový závit (příloha č. 13),
- Edisonův závit (příloha č. 14),
- závit pro šrouby do plechu (příloha č. 15),
- závit pro izolátory (příloha č. 16),
- kortikální závit (lékařství).

## 2.6 Vícechodé závity

Několikachodý závit je takový, který má několik závitových drážek a výstupků jdoucích po šroubovici vedle sebe.

Tak například dvouchodý závit má dvě šroubovitě drážky a dva výstupky, tříchodý tři. Šrouby s vícechodými závity mohou být daleko více namáhány než jednochodé, při stejném namáhání se méně opotřebovávají.

Stoupání jednochodého závitu se značí „**Ph**“ a je rovno rozteči „**P**“.



Obr. 2.36 Stoupání a rozteč u dvouchodého a jednochodého závitu (25)

**Stoupání pro vícechodý závit (2):**

$$P_h = n \cdot P \quad (2.2)$$

n      počet chodů  
P      rozteč

Samosvornost vícechodých závitů je malá, téměř žádná. Vícechodé závity umožňují větší axiální posuv matice, a proto se využívají jako pohybové šrouby.

Značení vícechodých např. trapézových závitů je:

Tr d x S(P) např. Tr 50 x 16(P8) – dvouchodý závit.

d      velký průměr závitu šroubu [mm]  
S      stoupání [mm]  
P      rozteč [mm]

Možnosti použití vícechodých závitů obr. 2.37.



Obr. 2.37 Pohybový závit objektivu fotoaparátu (25)

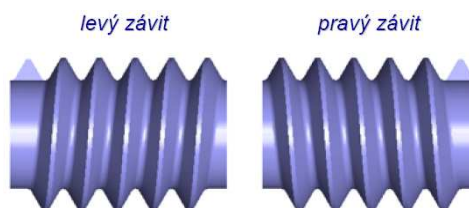
## 2.7 Pravý a levý závit

Dělení závitů podle směru stoupání (smyslu otáčení) je na pravé a levé.

Použití pravých závitů je častější, spojení se dosáhne otáčením matice ve směru pohybu hodinových ručiček a levý závit naopak.

Levý závit je využíván tam, kde je nutné zabránění uvolnění matice při otáčivém pohybu součásti např. u hřídelí kotoučových pil.

Značení levého metrického závitu je M 30x2 LH (poz. Left Hand – z angl. „levá ruka“).



Obr. 2.38 Pravý a levý závit (25)

## 2.8 Význam dělení

Dělení závitů dle jejich profilu zabírá v technické praxi širokou oblast, ať už se jedná o normované závity nebo jen o závity vyrobené pro speciální použití.

Jak bylo již zmíněno výhodou normovaných závitů je jejich snadná vyměnitelnost.

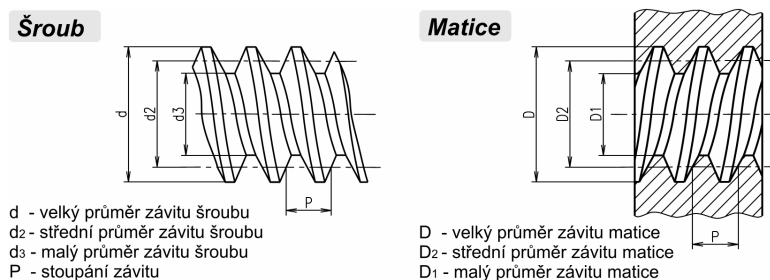
Nejčastěji jsou používány závity s ostrým profilem a to metrické.

Ostatní závity jsou využívány pro konkrétní použití a využití dané součásti.

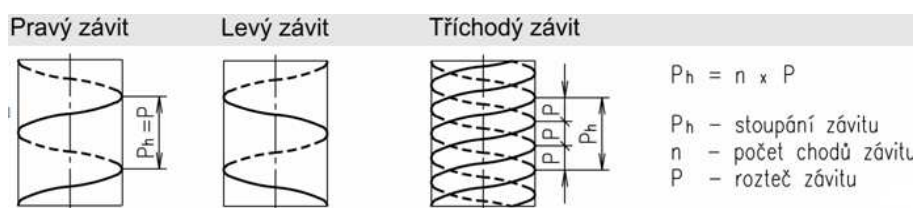
### 3 ZNAČENÍ A ZOBRAZOVÁNÍ ZÁVITŮ V TECHNICKÉ DOKUMENTACI

Zobrazování závitů a jejich správné značení na výkresech je ve strojírenství důležité a je nutné, aby toto značení a kreslení bylo jednoznačné v co nejširším měřítku, neboť pro rozsáhlou oblast výroby závitů je to důležité.

Jednotné značení a kreslení je nutné také z důvodu, že výroba probíhá ve více závodech i zahraničních (automobily). Proto značení a kreslení musí být jednoznačné a srozumitelné.



Obr. 3.1 Základní parametry šroubu a matice (8)



Obr. 3.2 Rozteč a počet chodů (8)

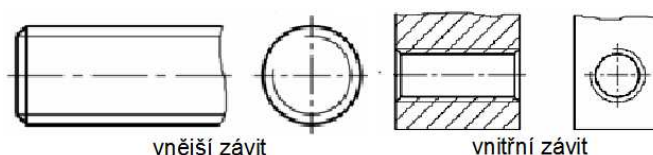
#### 3.1 Zobrazování závitů

Normované závity se zobrazí nakreslením průmětů válců odpovídajících velkému a malému průměru závitu.

Vnější závit: velký průměr  $d$  se zobrazí souvislou plnou čarou a malý tenkou.

Vnitřní závit: velký průměr  $D$  zobrazuje souvislou tenkou čarou a malý  $D_1$  tlustou.

V pohledu ve směru osy se velký průměr závitu vyznačí tenkou kružnicí více jak  $\frac{3}{4}$  obvodu<sup>8</sup>.

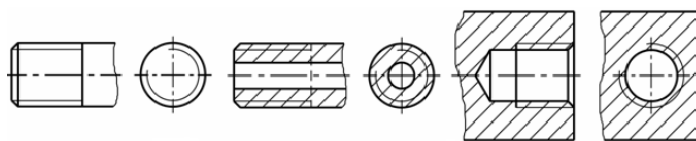


Obr. 3.3 Zobrazení vnitřního a vnějšího závitu (8)

Vyznačování funkčních dílek závitu je plnou tlustou čarou, kryté závity čárkovanou.

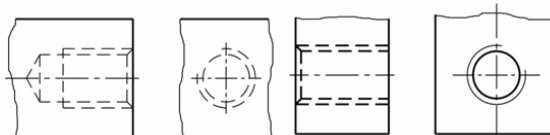
Výběhy závitu se nekreslí, není-li to nutné z důvodu znázornění nebo kótování jeho funkce (např. závrtné šrouby).





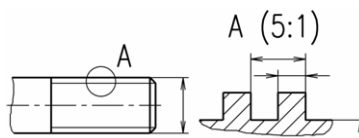
Obr. 3.4 Délky a výběhy závitů (8)

Neviditelné závity se vyznačují čárkovaně.



Obr. 3.5 Neviditelné závity (8)

Závity, které nejsou normalizované, je třeba zobrazit detail profilu a zakótovat. Na následujícím obrázku je zobrazen profil čtvercového závitu<sup>8</sup>.



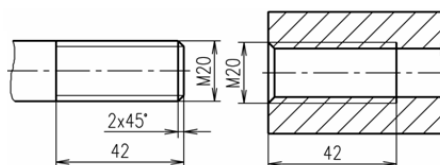
Obr. 3.6 Nenormalizovaný čtvercový závit (8)

### 3.2 Kótování závitu

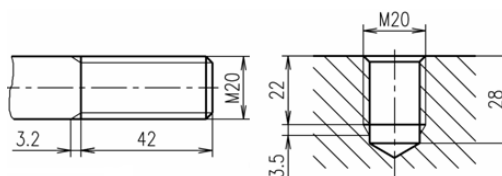
Vnější i vnitřní závity se kótují velkými průměry závitu s udáním značky druhu a funkční délka bez výběhu.

Výběhy závitu dělíme dle ČSN na obvyklý a krátký, u vnitřního závitu na obvyklý, krátký a dlouhý<sup>8</sup>.

Obvyklý výběh se nekótuje ani nekreslí, ostatní ano.



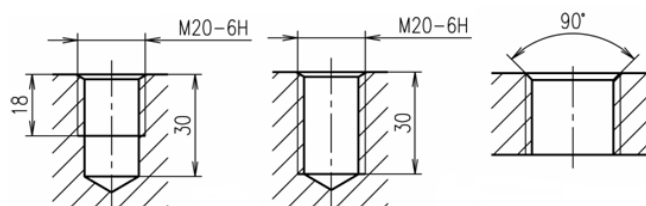
Obr. 3.7 Vnitřní a vnější závit (8)



Obr. 3.8 Kótování výběhu závitu (8)

U vnitřních závitů se nekótuje průměr předvrtané díry ani zahloubení, je-li provedeno s vrcholovým úhlem 120°. Je-li třeba zahloubení kótovat, kótuje se jen vrcholový úhel a u neprůchozích děr jejich hloubka.

Závit v neprůchozí díře s minimální možnou délkou výběhu (do dna) je jeho délka shodná s hloubkou otvoru.



Obr. 3.9 Kótování vnitřních závitů a vrcholového úhlu (8)

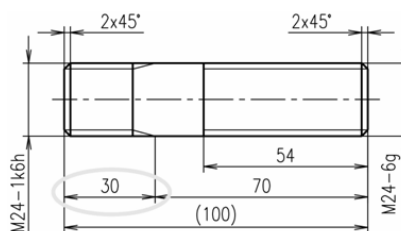
Kótování závitů s různým stoupáním např. M 30x1. U vícechodých závitů se v závorce značí rozteč závitů např. M 30x3 (P1), Tr 20x8 (P4)<sup>8</sup>.

Levé závitky se značí LH např. M 30 LH.



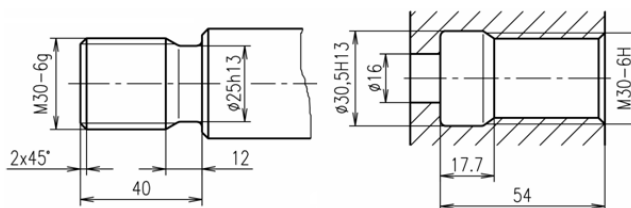
Obr.3.10 Závitky s rozdílným stoupáním (8)

Kótování závrtných šroubů tvoří výjimku v kótování funkční délky závitů.



Obr. 3.11 Kótování závrtného šroubu (8)

U závitů, které jsou ukončeny drážkou, jejichž rozměry jsou určeny dle ČSN 02 1036 a ČSN 02 1037 se šířka drážky počítá k funkční délce závitů<sup>8</sup>.



Obr. 3.12 Ukončení závitů (8)

### 3.2.1 Tolerování závitů

Tolerováním závitů se dosáhne požadované funkce závitového spojení.

Metrické závitky tolerujeme pro:

- uložení s vůlí,
- uložení přechodná,
- uložení s přesahem<sup>8</sup>.

| Matice |             | Šroub |    |    | Druh uložení | Použití                 |
|--------|-------------|-------|----|----|--------------|-------------------------|
| G      | H           | e     | g  | h  |              |                         |
|        | 4H 5H       |       |    | 4h | jemné        | Pro přesné závity       |
| 6G     | 5H 6H<br>6H | 6e    | 6g | 6h | střední      | Všeobecné použití       |
|        | 7H          |       | 8g |    | hrubé        | Pro méně přesnou výrobu |

Obr. 3.13 Toleranční pole a stupně přesnosti (8)

### 3.2.2 Uložení s vůlí

Tolerování závitů pro uložení s vůlí s uvedením tolerančního pole:

závit šroubu M 24 – 7g 6g,

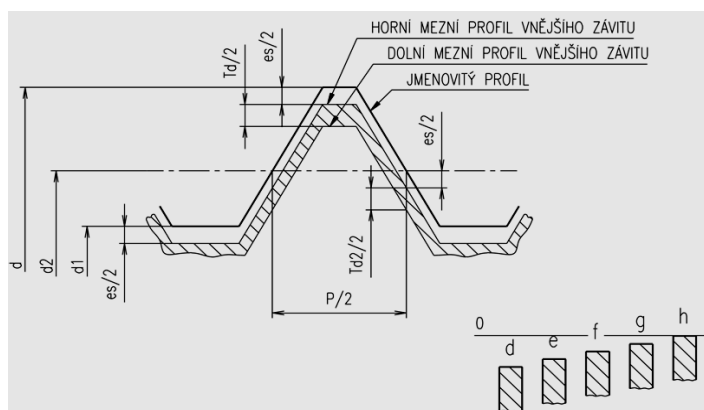
- 6g toleranční pole velkého průměru šroubu (d),
- 7g toleranční pole středního průměru závitu matice ( $D_2$ ),

závit matice M 24 – 5H 6H,

- toleranční pole malého průměru závitu matice ( $D_1$ ),
- toleranční pole středního průměru závitu matice ( $D_2$ )<sup>8</sup>.

Jestliže se tolerance velkého průměru závitu šroubu nebo malého průměru matice s označením tolerance středního průměru závitu neopakuje se označení:

- závit šroubu M 24 – 6g,
- závit matice M 24 – 6H<sup>8</sup>.



Obr. 3.14 Uložení s vůlí (8)

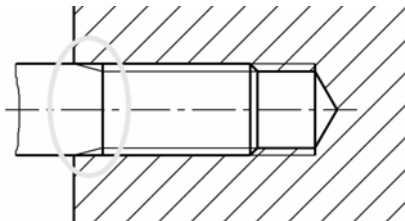
### 3.2.3 Tolerování přechodného uložení

Toleranční pole vnějšího a vnitřního závitu jsou stanoveny v příslušných normách (strojnické tabulky) a v závislosti na materiálu součásti s vnitřním závitem např. 3H 6H/2m, 2H 6H/1k 6h, 4H 6H/4j atd.<sup>8</sup>

Přechodné uložení se využívá u zašroubovaných konců závrtných šroubů. Výběh závitů závrtného šroubu je nejčastěji používaný způsob dotažení spoje, používá se u průchozích i neprůchozích děr.

### 3.2.4 Tolerování pro uložení s přesahem

Toleranční pole vnějšího a vnitřního závitu pro uložení s přesahem v závislosti na materiálu součásti s vnitřním závitem jsou stanovena v příslušných normách (strojnických tabulkách) např. 2H 5D/2r atd.<sup>8</sup>



Obr. 3.15 Dotažení spoje s výběhem závitu (8)

### 3.3 Význam značení a kreslení v technické dokumentaci

Z hlediska množství vyráběných profilů závitů je jejich přesné značení a kreslení je nezbytné.

Normalizované šrouby a matice se nakupují, proto není potřeba kreslit samostatné výrobní výkresy. Kreslí se pouze na výkresech sestavy a značí se číslem pozice a v kusovníku se uvede pod příslušnou normou s uvedením průměru a délky.

## 4 METODY VÝROBY ZÁVITŮ S POUŽITÍ JEDNOTLIVÝCH NÁSTROJŮ

Seznámení se základními metodami výroby závitů třískovou technologií „obráběním“, beztřískovou technologií „válcováním“ a použití zvláštní metody výroby „elektroerozivní obrábění“.

### 4.1 Výroba závitů třískovým obráběním

Nejčastěji používané metody výroby závitů:

- řezání závitů – ruční, strojní,
- soustružení,
- frézování,
- broušení,
- lapování.

V následující kapitole budou zmíněny metody, které nejsou používány na SŠT, neboť nemá pro tyto technologie odpovídající výrobní zařízení. S těmito metodami výroby jsou žáci seznamováni ve spolupracujících firmách.

#### 4.1.1 Frézování závitů

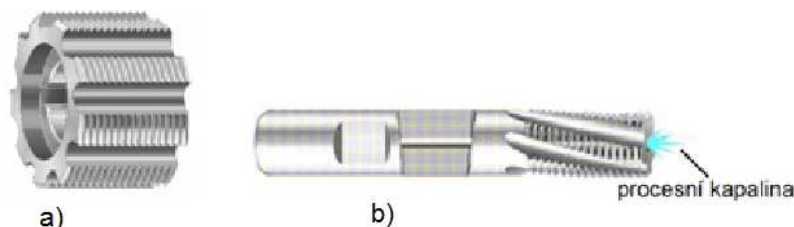
Tato metoda obrábění je využívána na výrobu vnitřních a vnějších závitů. Při tomto způsobu obrábění hlavní řezný pohyb koná nástroj a vedlejší obrobek a to ve směru vodorovném k ose nástroje. Dnes jsou u většiny frézovacích nástrojů posuvové pohyby plynule měnitelné a práci lze provádět ve všech směrech (obráběcí centra, víceosé CNC frézky)<sup>12</sup>. Materiál je z obrobku odebírán pomocí rotujícího nástroje.

Nástroje pro frézování jsou válcové (hřebenové), kotoučové, stopkové s VBD a okružovací.

Hřebenové nástrčné frézy jsou používány k frézování krátkých závitů v sériové výrobě. Podle způsobu upnutí jsou:

- stopkové (monolitní z nepovlakovaných, povlakovaných SK),
- nástrčné (obvykle z rychlořezných ocelí).

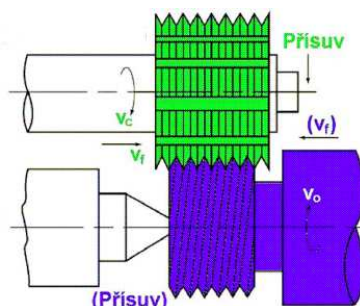
Válcová plocha má profil závitů, ten je přerušen příkými nebo šroubovitými drážkami. Dnes jsou frézy vyráběny s VBD ze SK s jedním profilem závitů nebo hřebínkem obr. 4.3<sup>11</sup> (příloha 17).



Obr. 4.1 a) Hřebenová válcová nástrčná fréza b) Hřebenová válcová stopková fréza s vnitřním přívodem procesní kapaliny (19),(17)

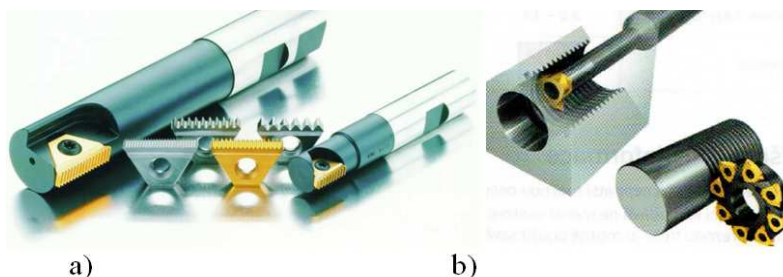
Hlavní řezný pohyb koná nástroj, obrobek se otáčí a současně posouvá ve směru osy tak, že za jednu otáčku se posune o 1 rozteč závitů.

U vícechodých závitů se posune o počet chodů. Celý závit je tedy vyfrézován na 1 a 1/4 otáčky obrobku.



Obr. 4.2 Postup frézování (17)

Pro frézování dlouhých vnějších i vnitřních závitů je využíváno závitových fréz s VBD. Frézy jsou velice produktivní a umožňují frézování levých i pravých závitů. U vnitřních závitů musí být průměr frézy menší o 2/3 průměru řezaného závitu.



a)

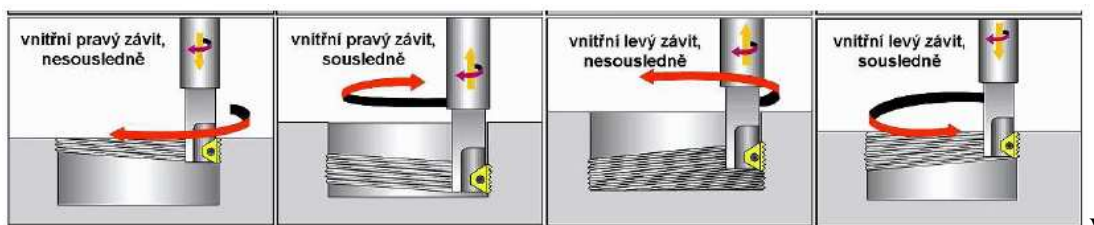
b)

Obr. 4.3 Stopkové frézy s VBD a) hřebenový profil VBD, b) jeden profil VBD (17),(13)

Při obrábění fréza koná rotační pohyb kolem vlastní osy a současně kolem osy obráběného závitu a posouvá se o 1 stoupání závitu na 1 otáčku obrobku.

Při obrábění na CNC frézkách pomocí naprogramování kruhové interpolace je závit vyroben planetovým pohybem nástroje a současně pohybem nástroje v ose obrobku.

Výhodou těchto nástrojů je, že s 1 VBD je možné vyrábět závity v určitém rozsahu průměru a délek. Omezení je pouze ve stoupání závitů a možnosti použití kruhové interpolace na CNC obráběcím stroji <sup>12</sup>.



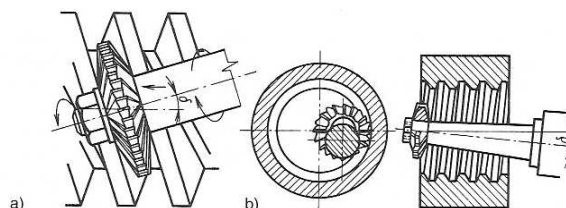
Obr. 4.4 Technologie výroby závitu pomocí frézy s VBD (17)

Kotoučové frézy jsou většinou vyráběny z RO ocelí jako jednodílné nástroje. Obvykle slouží pro frézování pohybových závitů. Fréza odpovídá svým tvarem závitové mezeře a je nakloněna o úhel stoupání šroubovice. Hlavní řezný pohyb koná fréza a to otáčivý a zároveň se posouvá ve směru

osy obrobku o stoupání závitu za 1 otáčku, obrobek se otáčí posuvovou rychlostí<sup>11</sup>.

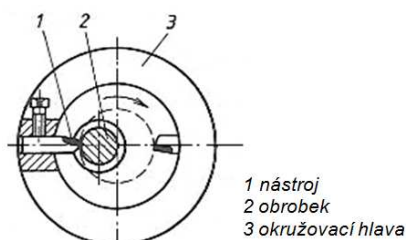
Pro frézování dlouhých pohybových šroubů se používají frézovací stroje, kratší šrouby je možné frézovat na CNC strojích nebo na universálních konzolových frézkách s využitím děličiho přístroje.

Nástroje z rychlořezných ocelí používají řezné rychlosti 15 – 45 m/min, frézy s břity z SK až 300 m/min. Obvodová rychlost obrobku je 25 – 140 m/min<sup>17</sup>.



Obr. 4.5 Frézování závitu kotoučovou jednobřitou frézou (19)

Okružovací frézy jsou vhodné pro velmi produktivní frézování dlouhých dílců. Frézovací hlava má 1 – 4 nože, které mají profil závitu. Nástroje jsou většinou ze SK, proto je řezná rychlost až 100 – 300 m/min. Hlavní řezný pohyb koná okružovací hlava nasunutá na obrobek, která se zároveň posouvá o stoupání závitu za 1 otáčku. Obrobek se zvolna otáčí posuvovou rychlostí.



Obr. 4.6 Okružovací hlavy (19)

#### 4.1.2 Broušení závitů

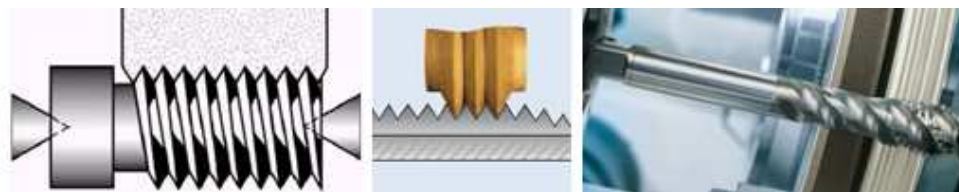
Technologie výroby závitů broušením se používá pro přesné šrouby, kde jsou kladeny vysoké požadavky na jeho přesnost, drsnost povrchu, stoupání a profil závitu. Tyto šrouby většinou bývají před broušením předřezány.

Nejčastěji je prováděno broušení vnějších závitů na speciálních bruskách pomocí jednoprofilového kotouče, který je vykloněn o úhel stoupání závitu, nastaven na plnou hloubku profilu závitu a otáčí se řeznou rychlostí. Obrobek se při tom otáčí a posouvá v axiálním směru o délku stoupání závitu na 1 otáčku obrobku.



Obr. 4.7 Broušení jednoprofilovým kotoučem (9,17)

Hřebenový kotouč se otáčí řeznou rychlostí a je nastaven rovnoběžně s osou obrobku. Obrobek se otáčí a posouvá v axiálním směru o 1 rozteč závitů na otáčku. Dosahuje se vyšší produktivity než u jednodřevového kotouče<sup>10</sup>.



Obr. 4.8 Broušení hřebenový kotouč (9,17)

Při broušení vnitřních závitů je nutné použít kotouče malých průměrů. Nastavení kotouče pro vnitřní broušení je obtížnější. Nejpresnější závit (měřidla) se brousí jednodřevovým kotoučem. Broušení hřebenovým kotoučem zapichovacím způsobem se využívá pro jemné závit do délky 20mm. Ostatní vnitřní závit jsou broušeny podélným způsobem<sup>17</sup>.

## 4.2 Řezání závitů

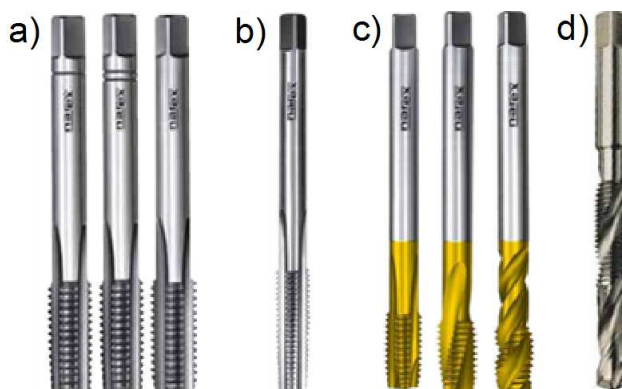
Tato technologie výroby závitů je na SŠT velmi často využívána. Metoda obrábění může probíhat ručně i strojně.

Závitořezné nástroje jsou určeny ke zhotovení vnitřních nebo vnějších závitů. Tvar a konstrukce nástrojů pro řezání jsou závislé na druhu, velikosti, přesnosti závitů a druhu obráběného materiálu apod.

Pro vnitřní závit se používají „závitníky“. Jsou to mnohobřité nástroje podobné kaleným šroubům a v jejich podélné ose jsou vyfrézovány drážky a přizpůsobeny k postupnému odebírání třísek při řezání. Drážky mohou být přímé nebo ve šroubovici.

Dělení závitníků:

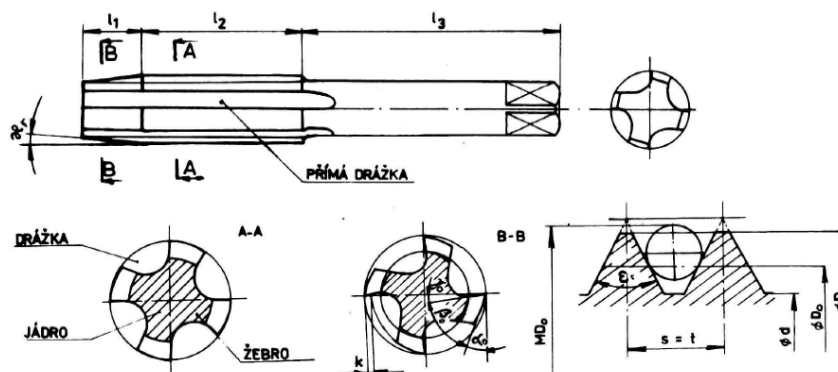
- ruční závitníky (ruční řezání závitů),
- strojní závitníky (průchozí, neprůchozí otvory),
- maticové závitníky (řezání závitů v maticích),
- kalibrovací závitníky (dokončování závitů),
- speciální závitníky (lichoběžníkové, oblé atd.).



Obr. 4.9 Některé typy závitníku a) ruční sadové, b) maticový, c) strojní, d) strojní (předvrtání a řezání) (15)

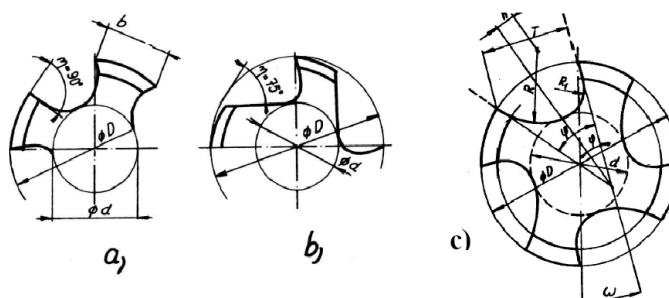


Pracovní část se skládá z řezného kužele a vodící části, která má za řezným kuželem několik kalibrovaných závitů. Velikost řezného kužele s úhlem nastavení  $K_r$  je závislá na obráběném materiálu, ovlivňuje stálost rozměrů řezaného závitu. Tvary řezných kuželů (příloha č. 18).



Obr. 4.10 Základní konstrukční parametry závitníku (11)

Při výběru závitníku je nutné brát v úvahu druh vyráběného závitu (průchozí, neprůchozí, hloubka, atd.) a s tím souvisí i volba velikosti řezného kužele a směru stoupání šroubovice. Tvar a velikost drážky pro odvod třísky má být co největší, aby byl odchod třísky plynulý a zaručoval dostatečný přívod procesní kapaliny. Jejich počet a tvar je také závislý na průměru závitníku a vyžaduje optimální poměr jádra a šířky zubu<sup>11</sup>.



Obr. 4.11 Tvar drážky závitníku a) souměrný b) nesouměrný c) základní hodnoty souměrné drážky (11)

|                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| T                 | šířka drážky [mm]               |
| h                 | vzdálenost středu zaoblení [mm] |
| R, R <sub>1</sub> | zaoblení zubové drážky [mm]     |
| D                 | jmenovitý průměr závitníku [mm] |
| d                 | průměr jádra [mm]               |

Při zeslabení průřezu nebo při pěchování třísek v malé zubové mezeře dojde k poškození závitníku.

#### Obecné stanovení šířky zubu (11):

$$b = \frac{2\pi \cdot D}{5z} [\text{mm}] \quad (4.1)$$

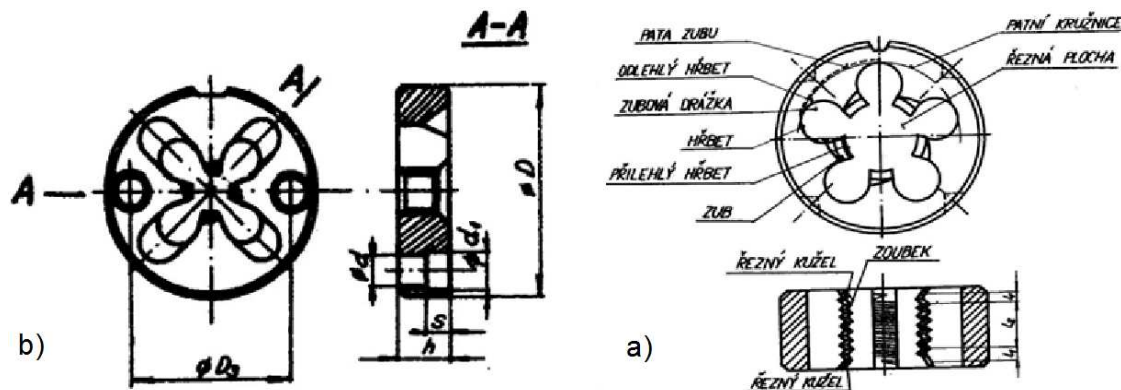
|   |                             |
|---|-----------------------------|
| D | velký průměr závitníku [mm] |
| z | počet zubů závitníku        |

Pro řezání vnějších závitů se nejčastěji využívají závitové čelisti. Podle tvaru a způsobu použití se dělí:

- závitové kruhové čelisti – ruční,
- závitové kruhové čelisti – automatové,
- závitové čelisti dělené – ruční,
- závitové čelisti radiální.

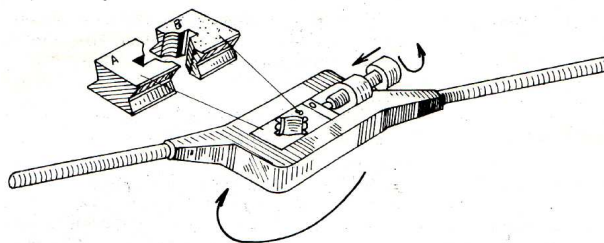
Kruhové čelisti mají tvar matice, kde je vytvořeno několik drážek, které tvoří čelist a zároveň slouží pro odvod třísky. Řezná část čelistí má opět vybroušen řezný kužel a vodící část. Velikost řezného kužele je opět závislá na druhu obráběného materiálu<sup>27</sup>.

Závitové čelisti kruhové pro automaty jsou vhodné pro strojní sériovou výrobu. Řezný kužel je pouze z jedné strany, zbývající část je vodící. Zubové drážky jsou rozšířeny pro lepší odvod třísky.



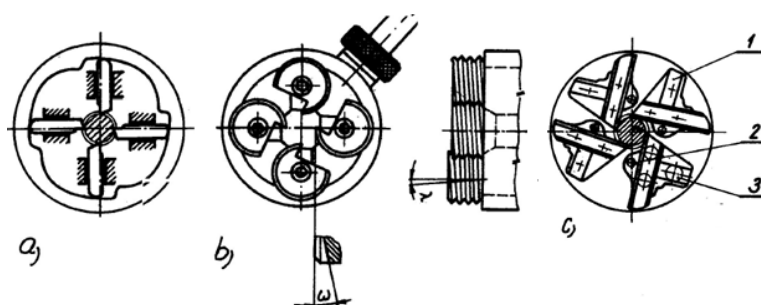
Obr. 4.12 Kruhové závitové čelisti a) pro automaty, b) kruhová závitová čelist (11)

Dělené závitové čelisti umožňují jemné nastavení, a proto je možné závit řezat na více úběrů. Těmito čelistmi se zpravidla závit předřeže a dále se pak řeže čelistmi kruhovými. Čelist je upnuta pomocí prizmatického vedení do vratidla, ve kterém jde pomocí stavěcího šroubu čelist nastavovat. Dělené závitové čelisti neumožňují řezání přesných závitů.



Obr. 4.13 Vratidlo s dělenou závitovou čelistí (18)

Radiální čelisti se používají do tzv. „závitořezných hlav“. Používají se v sériové výrobě. Tyto hlavy se používají jak pro ruční řezání např. (trubkový závit), tak pro strojní řezání. Profil vyřiznutého závitu je dle zvolené čelisti.



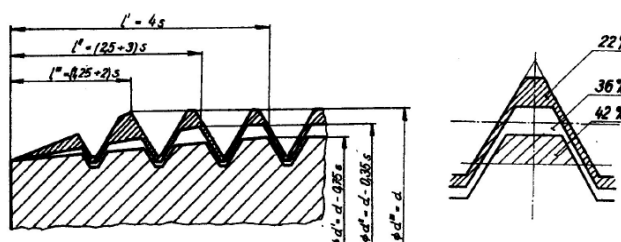
Obr. 4.14 Závitořezné čelisti, a) s radiálními noži, b) s kotoučovými noži, c) s tangenciálními noži (1 držák nožů, 2 otočný čep, 3 otočný čep držáku) (11)

Závitové hlavy mají poměrně složitou konstrukci, která je podmíněna jejich univerzálností<sup>11</sup>.

#### 4.2.1 Ruční řezání závitů

Materiál nástrojů pro ruční řezání závitů je většinou z HSS a HSSE ocelí a jsou určeny pro práci malými reznými rychlostmi.

Vnější závit řezeme pomocí sadových nebo maticových závitníků. V sadě jsou 2 až 3 závitníky předřezávací, řezací a dokončovací, které se od sebe liší délkou rezného kužele (obr.4.9a). Konstrukce je dána tím, že plný profil řeze dořezávací závitník.

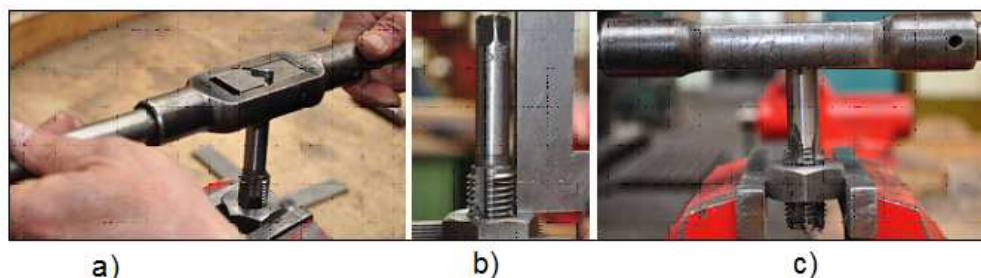


Obr. 4.15 Profil sadových závitníků s délkou rezného kužele (11)

Maticový závitník je pro řezání krátkých závitů a je charakteristický dlouhým rezným kuželem a krátkou kalibrovací částí<sup>11</sup> (obr. 4.9b).

Pro řezání vnějších závitů se používají kruhové a radiální závitové čelisti (viz. kapitola 4.2).

Při řezání musí být obrobek řádně upnut. Sražení děr musí být rovno minimálně velkému průměru závitu a u dřívků malému průměru. Při řezání se materiál částečně napěchovává, proto musí být předvrtané díry větší o  $(0,1 - 0,2) \cdot s$  a dřívky menší. Na čtyřhran maticového nebo sadového závitníku se nasadí vratidlo a závitník se zavede kolmo do díry.



Obr. 4.16 Postup řezání a) zavedení závitníku, b) kontrola souososti, c) řezání závitu

Pro uvolnění třísky se vždy vracíme zpět o 0,5 – 1 otáčku. Nedodržení kolmosti vrtaného otvoru nebo zavedeného závitníku může dojít k zalomení závitníku.

Zalomené závitníky je pak možné odstranit mechanicky nebo pomocí elektrojiskrového obrábění.

Stejný postup je u řezání vnějších závitů, s tím rozdílem, že závit je čelistí vyříznut najednou.

Při řezání závitů je nutné závitovou čelist nebo závitník mazat závitorezným olejem (kvalitnější povrch, šetření nástroje).

Pokud je nástroj tupý, je povrch zatrhaný a může dojít k zalomení. Ostření nástrojů se provádí na speciálních bruskách.



a) b) c)  
Obr. 4.17 Broušení a) závitník se šroubovými drážkami, b) s přímými drážkami, c) závitová čelist

Řezání ruční závitoreznou hlavou se používá převážně při řezání vnějších trubkových závitů. Hlavy jsou vyráběny v několika velikostech a každá velikost má ještě značný rozsah nastavení závitu.



a) b) c)  
Obr. 4.18 Závitorezná hlava, a) ruční, b) elektrická, c) závitový stroj

Metody ručního řezání závitu se využívají v kusové výrobě, montážích a opravách.

Tvar profilu závitu je závislý na použitých nástrojích.

Ruční řezání závitu je základní technologie používaná při výuce žáků ve všech oborech vyučovaných na SŠT.

#### 4.2.2 Strojní řezání

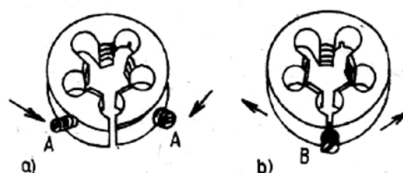
Tento způsob je obdobný ručnímu řezání s tím, že řeznou sílu nevykonává lidský faktor, ale stroj (soustruh, vrtačka, frézka, závitorezný stroj aj.).

Pro řezání vnitřních závitů se používají strojní závitníky. Charakteristické pro tyto nástroje je to, že řežou závit většinou na jeden záběr a jsou tvořeny posledním členem sadových závitníků (obr. 4.9 c, d).

Tyto závitníky jsou vyráběny z oceli HSS, HSSE, HSSE PM, s použitím celé řady povlaků, které zvyšují životnost nástroje. Povlaky nástrojů (viz. příloha č. 19).

Pro vnější závitky jsou využívány kruhové závitové čelisti automatové, mohou být využívány i ruční kruhové závitové čelisti, tvrdost řezné části dosahuje 680 – 828 HV. Tímto způsobem je možné vyrábět jakékoliv dostupné profily a to pravé i levé<sup>11</sup>.

Technologií řezání závitů na soustruhu jsou řezány závitky, které nevyžadují příliš velké nároky na přesnost. Pokud je čelist příliš opotřebená, je možné ji v naznačené drážce na vnějším obvodu rozříznout a dle potřeby její průměr upravit.



Obr. 4.19 Závitová čelist dělená a) upínací šroub, b) rozpínací šroub (11)

Po této úpravě dojde k deformaci čelisti a je vhodná pouze na méně přesné závitky.

Polotovar pro řezání závitů na soustruhu musí být připraven stejně jako pro ruční řezání. Vnitřní závitky se řežou pomocí závitníků. Podle zvolené řezné rychlosti a průměru řezaného závitku je nutné nastavit otáčky vřetena. Závitník je nasazen řezným kuželem na začátek díry a podepřen hrotem koně. Proti pootočení je zajištěn vratidlem. V neprůchozích dírách je třeba na závitníku označit délku zasunutí. Stroj je nutné zastavit včas, aby nedošlo k zalomení závitníku a závit doříznout ručně.

Pro držení a přesné vedení závitníku je možné použít i speciálního přípravku.



Obr. 4.20 Řezání závitů a) pevné držení závitníku, b) pérová hlava, c) držení kruhové čelisti, d) řezání pomocí pérové hlavy

Při častém řezání se s výhodou používají reverzní závitorezné hlavy. Funkce hlavy spočívá v tom, že pokud je na závitník zvýšen odpor nebo narazí na dno, začne se s upínacím pouzdem v hlavě otáčet a nezlomí se.



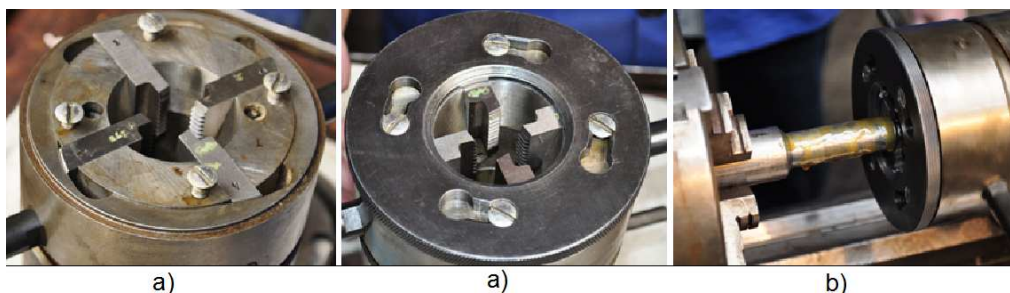


Obr. 4.21 Reverzní závitorezné hlavy (15)

Řezání závitů pomocí kruhových závitových čelistí je obdobné.

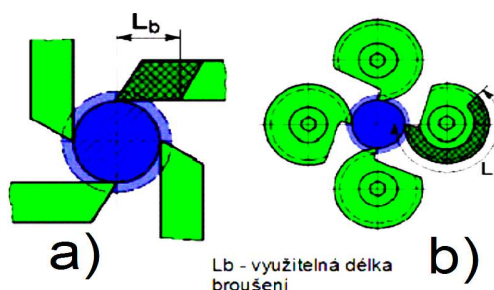
Řezání pomocí závitorezných hlav je vysoce produktivní metoda obrábění.

Druhy používaných závitorezných hlav jsou uvedeny v kapitole 4.2. Při seřizování je nutné nastavit čelisti pomocí stavěcích šroubů a natáčení objímky dle příslušného průměru závitu (šroub, kalibr). Nože závitových hlav jsou hřebínkové. Čelisti musí být vůči sobě přesazeny o podíl stoupání závitu. Posuv hlavy do řezu je pomocí strojního posuvu nebo automaticky při zařiznutí nožů do obrobku<sup>17</sup>. Po vyříznutí požadované délky se čelisti automaticky rozevřou.



Obr. 4.22 Závitorezná radiální hlava, a) nastavení nožů, b) řezání

Hlavy s kotoučovými noži jsou menší a jednodušší. Vyznačují se dlouhou životností díky možnosti velkého ostření. Nože závitových hlav jsou většinou z rychlořezných ocelí, které jsou v některých případech povlakované.



Obr. 4.23 Princip závitových hlav, a) tangenciální čelisti, b) kotoučové nože (17)

Řezání závitu na vrtačkách, vnitřních i vnějších je stejné jako při soustružení pomocí reverzních závitových hlav.



Obr. 4.24 Řezání na vrtačce

Strojní řezání závitů patří k metodám používaným na SŠT a jsou s ní seznamováni žáci všech strojírenských oborů.

### 4.3 Soustružení závitů

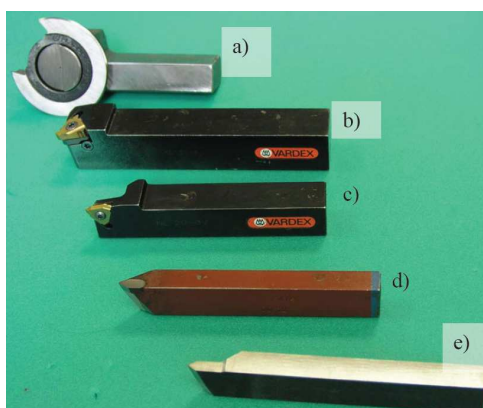
Soustružení závitů se provádí na universálních, revolverových, poloautomatických, automatických a různých speciálních soustružnických strojích<sup>10</sup>. Nástroje pro soustružení závitů jsou nože s jedním profilem nebo s hřebínkovým radiálním profilem a v současné době nejčastěji používané nože s výměnnými břitovými destičkami (VBD).

Nože s jedním profilem mohou být řešeny jako celistvé z RO nebo z držáku, do kterého je upevněna řezná destička a to pájením nebo mechanicky. Mezi tvarové závitové nože patří také nože kotoučové, kotoučové hřebínkové, tangenciální (pouze pro vnější závit).



Obr. 4.25 Uchycení břitových destiček

Značení držáků a řezných destiček dle ISO závitových nožů je uvedeno v příloze č. 20.



Obr. 4.26. Vnější soustružnické nože, a) kotoučový, b) radiální s vyměnitelnou destičkou ze slinutého karbidu s držákem typu U, c) radiální s vyměnitelnou destičkou ze slinutého karbidu s držákem typu V, d) radiální s připájenou destičkou ze slinutého karbidu, e) radiální z rychlořezné oceli (9)

Soustružení závitů pomocí jednoprofilových nožů je závislé na posuvu a na otáčkách obrobku. Břit nástroje vniká do obrobku a vytváří tak šroubovou drážku s příslušným stoupáním. Posuvový pohyb je shodný s podélnou osou obrobku. Posuvová rychlost je velmi důležitá a musí být v souladu se stoupáním závitu<sup>10</sup>.

Na universálních soustruzích je kinematika soustružení závitu dána takto:

#### Posuvová rychlost $v_f$ (17)

$$v_f = n_o \cdot s_o = n_s \cdot s_s \left[ m \cdot \min^{-1} \right] \quad (4.2)$$

$v_f$  – posunová rychlost [ $m \cdot \min^{-1}$ ]

$n_o$  – otáčky obrobku [ $\min^{-1}$ ]

$n_s$  – otáčky vodícího šroubu [ $\min^{-1}$ ]

$s_s$  – stoupání vodícího šroubu [mm]

$s_o$  – stoupání závitu obrobku [mm]

#### Celkový převod $i$ (17)

$$i = \frac{n_s}{n_o} = \frac{s_o}{s_s} = i_p \cdot i_k = i_p \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \quad (4.3)$$

$i_p$  – převod posuvové jednotky

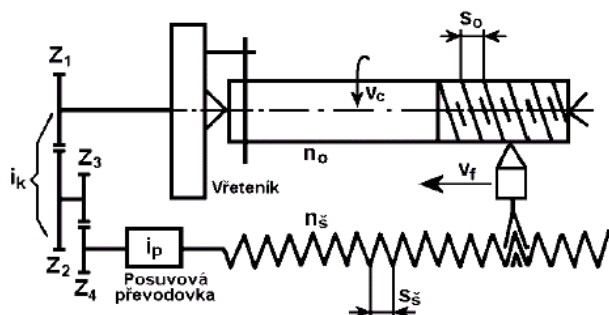
$i_k$  – převod výměnnými ozubenými koly

$z_1$  – počet zubů na hnané hřídeli (vřeteno)

$z_2$  – počet zubů kola zabírajícího s kolem na hnané hřídeli

$z_3$  – počet zubů kola zabírajícího s kolem hnací hřídele

$z_4$  – počet zubů na hnací hřídeli (převodovka)



Obr. 4.27 Kinematika soustružení na univerzálním hrotovém soustruhu (17)

Rozeznáváme tři druhy posuvů při soustružení: radiální, s omezeným opotřebením břitu a inkrementální.

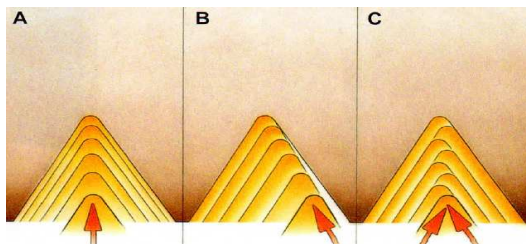
Radiální posuv je nejběžněji používaný. Nůž (destička) se posouvá v pravém úhlu k obrobku a tříska se tvoří ve tvaru „V“, opotřebením řezných hran je rovnoměrné. Metoda je vhodná pro jemná stoupání a pro materiály obrobku, které se mechanicky zpevňují<sup>13</sup>.

Posuv s omezením opotřebením břitu (boční posuv). Tuto metodu využívají moderní CNC stroje s použitím pracovních cyklů. Při tomto způsobu obrábění



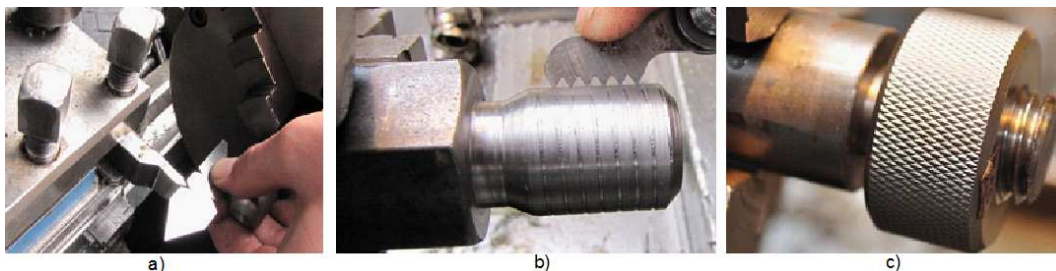
se lépe utváří tříska, proces se podobá běžnému soustružení a je možné použít VBD s lamačem třísky. Vysoká spolehlivost obrábění, vzniká menší teplota<sup>13</sup>.

Inkrementální posuv se využívá u velkých profilů závitů. VBD destičkami a řeže postupně s proměnnými posuvy. Tím vzniká silnější opotřebení VBD. Jedna strana profilu je tedy soustružena na několik průchodů, pak je nástroj přemístěn a je soustružena druhá strana, to se opakuje až do obrobení plného profilu<sup>13</sup>.

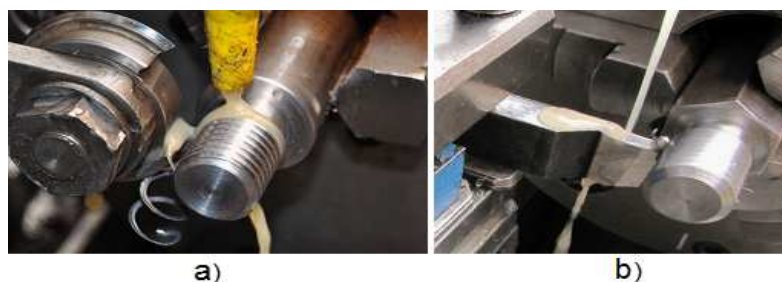


Obr. 4.28. Posuvy a) radiální, b) opotřebení boku břitu, c) inkrementální (13)

Technologie výroby závitů na universálním soustruhu nůž musí být nastaven do osy soustružení, aby nebyl měněn profil závitů. Osa profilu nože musí být kolmá k ose obrobku. Nastavení je provedeno pomocí závitové šablony. Jednoprofilové nože odebírají materiál na více úběřů. Je nutné provádět kontrolu profilu závitovými měrkami a kalibry.



Obr. 4.29 Kontrola, a) nastavení nože, b) kontrola stoupání c) hotového závitů kalibrem



Obr. 4.30 Soustružení, a) kotoučový nůž, b) nůž z RO

U soustružení vnitřních závitů je postup obdobný jak u vnějších.

Při soustružení závitů musí být použita procesní kapalina, která má i mazací účinek.

#### 4.4 Obrábění závitů na CNC obráběcích strojích

SŠT je vybavena výukovými CNC obráběcími stroji „Emco koncept TURN 105“ pro soustružení s řídicím programem „Sinumerik 810/840D a CNC obráběcími stroji pro frézování „Emco koncept MILL 105“ s řídicím programem „Sinumerik 840D MILL“. Technické parametry strojů (příloha č. 20)

##### Struktura NC programu

Je využíváno NC programování pro výrobní stroje dle DIN 660 25. NC program se skládá z řady programových vět, které jsou uloženy v řídicí jednotce. Při zpracování obrobku se tyto věty v naprogramovaném pořadí počítačem načtou a zkontrolují a předají obráběcímu stroji odpovídající řídicí signály<sup>12</sup>.

Složení obráběcího programu:

- čísla programu, NC vět, slov, adres a číselné kombinace.

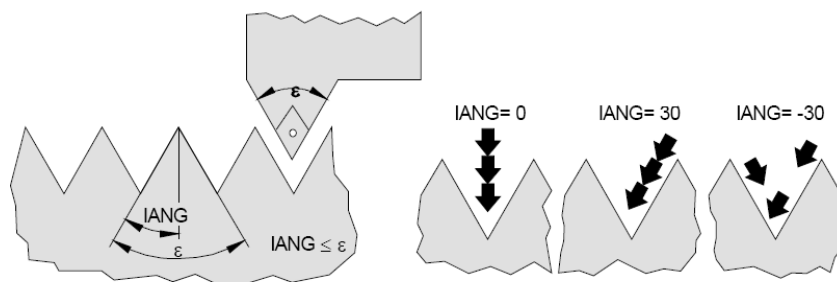
Přehled adres a funkcí příloha č. 22.

Řezání závitů na uvedeném CNC soustruhu je možné pouze na hlavním vřetenu, protože stroj nemá vybavení pro poháněné nástroje. Dle zvoleného držáku se řezou vnitřní a vnější závit. K tomu slouží pracovní cykly, (G84, G84E, CYKLE840), které musí mít zadáné přesné parametry. Řezání může být zadáno bez délkové kompenzace, tj. nástroj je upnut bez možnosti délkového pohybu v ose nástroje. Při tomto způsobu musí být přesně zadáno stoupání závitu. Stoupání a otáčky musí být synchronizované. Je vhodné pro průchozí otvory. Řezání s délkovou kompenzací, nástroj je upnut ve speciální hlavě a má možnost osového pohybu. Nevznikají velké rázy na nástroj. Tato metoda se využívá u neprůchozích děr.

##### Soustružení závitů pomocí pracovních cyklů

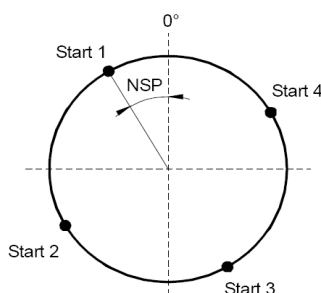
Cyklus G 97. Tímto cyklem je možné zhotovit válcové, kuželové, vnitřní nebo vnější závit s konstantním stoupáním<sup>28</sup>.

U vícechodých závitů jsou jednotlivé chody zhotoveny po sobě. Je možné zadávat buď konstantní přísuv, nebo konstantní průřez třísky.



Obr. 4.31 Možnosti posuvů (28)

U vícechodých závitů se chody rozdělí rovnoměrně po obvodu obrobku, začátek prvního chodu určuje parametr NSP viz obrázek 4.32.



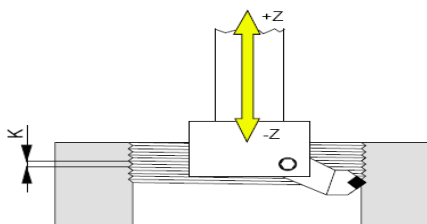
Obr. 4.32 Rozložení chodů (28)

U vícechodých závitů s nerovnoměrným rozdělením chodů se musí každý chod naprogramovat zvlášť.

Frézování závitů pomocí NC programu. Řezat závity lze obdobným způsobem pomocí závitníků s délkovou kompenzací G 63 a bez kompenzace G 331/6332. Dále pak řezání pomocí cyklů 84.

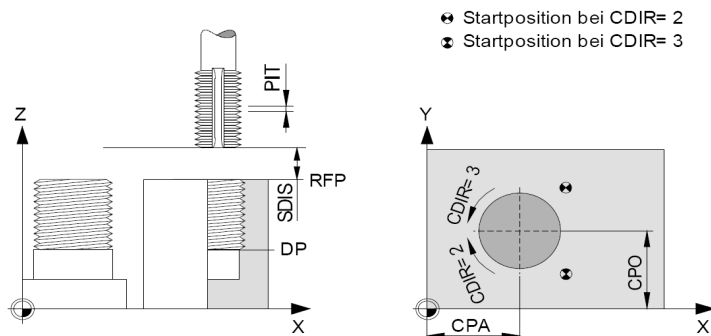
Řezání závitu pomocí funkce G 33.

Nástroje pro řezání tohoto závitu (vyvrtávací nůž, vyvrtávací hlava).



Obr. 4.33 Frézování pomocí funkce G 33 (28)

Frézování pomocí cyklu 90 je možné frézovat vnitřní i vnější závity.



Obr. 4.34 Možnosti cyklu G90 (28)

## 4.5 Výroba závitů beztrískovým obráběním

Touto metodou jsou nejčastěji obráběny závity pomocí válcování, což je velmi produktivní metoda. Beztrískově se také může obrábět pomocí elektroerozivního obrábění.

### 4.5.1 Válcování závitů

Touto metodou lze obrábět závity pomocí válcování. Je to metoda velice výkonná pro výrobu závitů. Je možné obrábět závity vnější pomocí kotoučů a válcovacích čelistí, k tváření vnitřních závitů se používají tvářecí závitníky.



Obr. 4.35 Tvářecí závitníky (15)

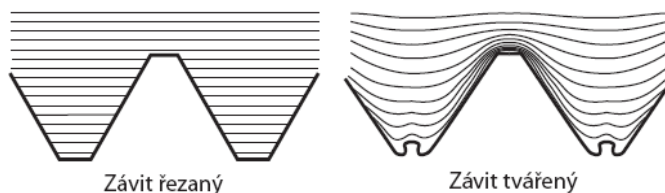
Malé průměry závitů se mohou tvářet i ručně a to vnější i vnitřní (špice jízdních kol).



Obr. 4.36 Ruční tvářecí nástroje

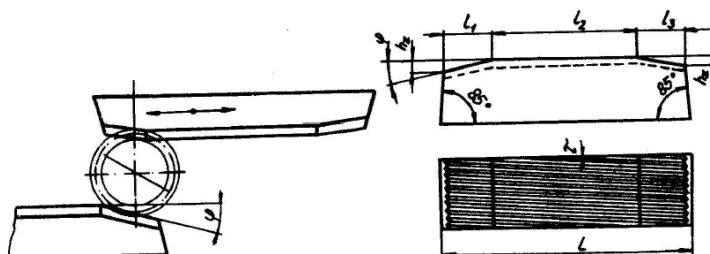
Při tomto způsobu obrábění je nutné klást důraz na přípravu polotovaru. Při vnikání válcovacích nástrojů do materiálu dochází k plastické deformaci materiálu a tím zvětšení výchozího polotovaru. Rozměr polotovaru se odvíjí od středního průměru závitu.

Válcované závity se vyznačují zpevněným a hladkým povrchem. Při válcování nedochází k porušení vláken.



Obr. 4.37 Průběh vláken (15)

Při válcování plochými čelistmi je materiál vkládán mezi dvě čelisti, které mají rozvinutý profil závitu. Horní čelist je pohyblivá. Vlastní tváření probíhá předválcováním pomocí náběhové části a kalibrací rovnou částí.



Obr. 4.38 Ploché válcovací čelisti (11)

Válcování radiálními kotouči se válcují metrické profily závitu, ale je možné i jiné. Metoda je vhodná pro válcování krátkých závitů.



Obr. 4.39 Radiální válcování (22)

Válcování axiálním (průběžným) způsobem je vhodné pro dlouhé závity při axiálním posuvu šroubů.

Častější způsob je válcování závitu na soustruzích pomocí válcovacích hlav.



Obr. 4.40 Válcování na univerzálním soustruhu

#### 4.5.2 Elektroerozivní obrábění závitů

Tato metoda je využívána při obrábění velmi tvrdých materiálů, kde by výroba závitů pomocí běžných technologií byla nevhodná. Metoda je velice nákladná z hlediska pořízení strojního vybavení, ale samotná výroba je i zdoluhavá. Pro výrobu závitů se používá výjimečně. Je možné obrábět vnitřní i vnější závity. Jako nástroj jsou používány měděné nebo grafitové elektrody.

Nástroje jsou vyráběny pro konkrétní profil závitu. Například pro vnější závit M 20 musí být vyrobena elektroda, která má malý průměr závitu o (0,2 – 0,3 mm) větší než velký průměr závitu M 20. Stoupání musí být stejné jako u požadovaného profilu závitu. Pro vnitřní závit musí mít elektroda velký průměr závitu o (0,2 – 0,3 mm) menší než malý průměr závitu M 20 a příslušné stoupání.



Obr. 4.41 Elektroda pro vnitřní a vnější závit



Podstata výroby spočívá v tom, že se elektroda vniká do materiálu předvrtaného otvoru po šroubovici (pravá, levá) a tím je závit zhotoven.

Další možnost je, že elektroda je vsunuta do otvoru v materiálu celou délkou a závit je zhotoven pulzním kmitáním elektrody (otiskování elektrody do materiálu).

Při této výrobě jsou velmi vysoké teploty, proto je celý pracovní prostor stroje zaplaven procesní kapalinou.



Obr. 4.58 Pracovní prostor stroje

## 5 KONTROLA A MĚŘENÍ ZÁVITŮ

Kontrolní metody dělíme na dvě základní skupiny a to na:

- kontrola komplexní, prováděná pomocí závitových kalibrů,
- kontrola parametrická.

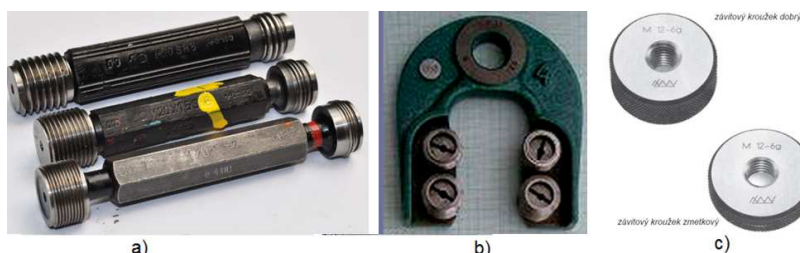
Kontrolu závitu dále dělíme na vnitřní a vnější.

Kontrola profilu a stoupání závitů se provádí pomocí závitových šablon (měrek).



Obr. 5.1 Závitové měry

V sériové a hromadné výrobě se provádí kontrola pomocí mezních závitových kalibrů, tato metoda je využívána i v kusové výrobě. Pro kontrolu vnějšího závitu musí být dva kroužky, z nichž jeden má přesné rozměry a musí jít na součást našroubovat, přičemž zmetkový se pouze zachytí. U vnitřních závitů se používají válečkové kalibry.

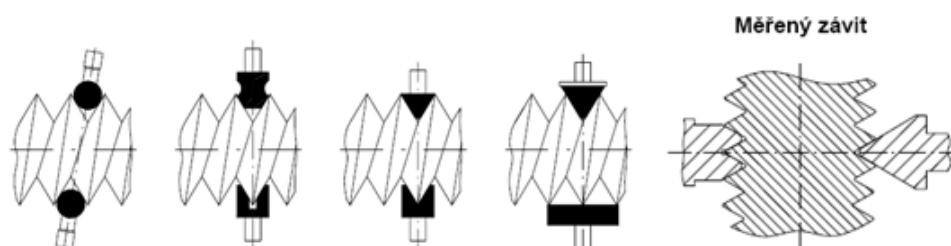


Obr. 5.2 Závitové kalibry a) vnitřní, b) třmenový, c) kalibrační kroužky

Výhodnější než závitové kroužky je použití třmenových kalibrů. Jeden pár válečků má profil závitů po celé délce. Při kontrole se dotýká závitu jen ve dvou místech, pro zjištění oválnosti se provádí kontrola na několika místech. Válečky zmetkové strany mají profil zkrácený.

Kontrola těmito kalibry je velmi rychlá a pomocí výstředníkových čepů je možné nastavit požadovaný rozměr.

Kontrola středního průměru závitu  $d_2$  mikrometrem s vyměnitelnými profilovými doteky<sup>20</sup>.



Obr. 5.3 Vyměnitelné doteky (20)



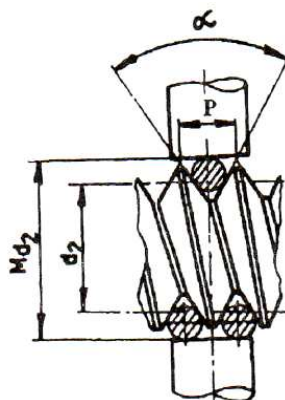
Kontrola středního průměru  $d_2$  třídrátkovou metodou. Pro danou rozteč  $P$  se vyberou drátky odpovídajícího průměru  $d_D$ .

Třmenovým mikrometrem se změří tzv. rozměr přes drátky  $M_{d2}$

#### Střední průměr závitu (14)

$$d_2 = M_{d2} - 2x \quad (5.1)$$

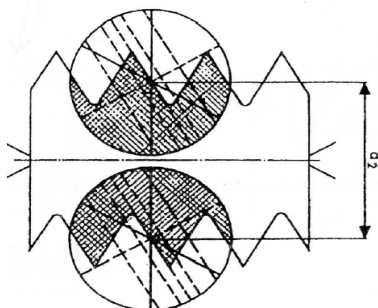
$2x$  – vypočítaná hodnota z geometrických vztahů a je udána v tabulkách



Obr. 5.4 Princip měření závitu přes drátky (14)

Kontrola pomocí mikroskopů a profiloprojektorů (pro malé průměry).

Vnější závit se promítne pomocí stínové metody a je zvětšen 10 – 50krát a je tak dostatečně zřetelný ve formě osového řezu. Poté pomocí nitkového kříže můžeme měřit všechny definované parametry ( $d$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ ,  $P$ ,  $\alpha$ ). Pomocí vyměnitelné revolverové hlavy je možná kontrola pomocí přesných tvarů profilu a rozteče.

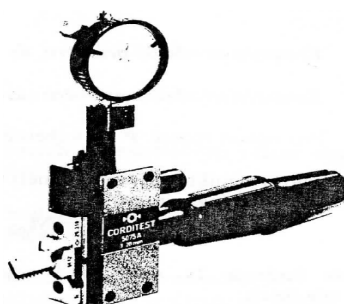


Obr. 5.5 Kontrola středního průměru  $d_2$  (14)

Měření středního průměru  $d_2$  pomocí komparátorů.

Měření vnitřních závitů oproti vnějším má omezené možnosti. Velmi často je jedinou možností použití kalibrů.

Kontrola středního průměru  $D_2$  komparačním měřidlem, stavitelným podle etalonu. Princip měření je stejný jako u vnějších závitů.

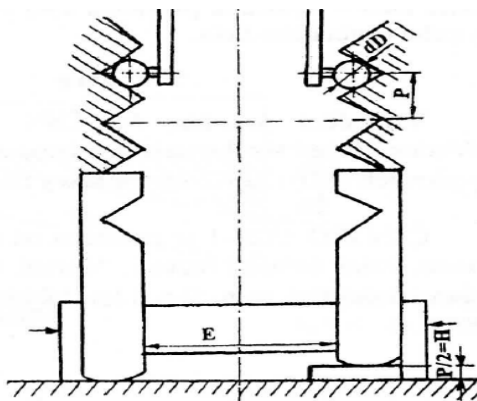


Obr. 5.6 Komparační měřidlo pro měření vnitřních závitů (14)

Kontrola  $D_2$  pomocí horizontálního délkoměru. Je použito speciálních čelistí s kulovými doteky, pro nastavení středního průměru  $D_2$  slouží šablony s tvarem profilu.

Podle tabulek se nastaví vzdálenost  $E$  pomocí koncových měrek.

Na tuto nastavenou vzdálenost se seřídí dotyky. Které odpovídají průměru  $D_2$ .



Obr. 5.7 Kontrola středního průměru  $D_2$  horizontálním délkoměrem (14)

## 6 ZHODNOCENÍ POUŽÍVANÝCH TECHNOLOGIÍ NA SŠT

Ze zmíněných používaných technologií výroby závitů jsou na střední škole využívány pouze některé.

### 6.1 Používané technologie na SŠT

Vzhledem k tomu, že střední škola technická se nezabývá produktivní výrobou, ale pouze výukou žáků, jak mají tyto jednotlivé postupy výroby provádět a to jak z praktického tak i teoretického hlediska, by bylo posouzení jednotlivých výhod pouze fiktivní. Snahou je, aby žáci získali co nejširší teoretické a praktické znalosti o výrobě závitů a byli připraveni tyto metody používat ve firmách, které se produktivní výrobou zabývají.

Jak bylo zmíněno v předchozích kapitolách, není možné žáky seznámit s veškerými technologiemi výroby. Protože škola nemá odpovídající strojní vybavení, je využíváno spolupracujících firem, které mají možnost dané technologie používat.

Používané metody výroby na SŠT jsou:

- řezání závitů – ruční, strojní,
- soustružení na konvenčních strojích,
- obrábění na CNC strojích.

Posouzení, která u z těchto metod je výhodnější není pro školu nutné, protože jak bylo již zmíněno, cílem je seznámit a naučit žáky s co nejširší oblastí způsobu výroby závitů.

Z ekonomického hlediska náklady na jednotlivé způsoby výroby závitů nejsou specifikovány, protože to není ze zmíněných důvodů nutné (škola se nezabývá produktivní činností).

### 6.2 Vzorky a způsoby výroby

Pro názornou ukázkou byly vyrobeny vzorky, některých druhů profilů závitů a to třískovým a beztrískovým obráběním s přihlédnutím na omezené možnosti SŠT.

Na vzorky byl použit dostupný materiál třídy dle ČSN 11 523.0 (ocel S 355, CR ISO 15 608) s těmito mechanickými vlastnostmi:

- $R_m$  520 až 628 [MPa],
- $R_{e\ min}$  333 [MPa],
- tvrdost HB max. 274.

Vlastnosti a použití:

Konstrukční ocel, zaručená svařitelnost, NŽ 870 až 900°C, P 670 až 700°C. Svařované konstrukce, profily, trubky, součásti strojů atd..

Tab.1.1 Druhy vzorků

| Závit                                    | Operace, stroj                                                                                                   | Nástroj, měřidla                                                                                           |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| M20<br>vnitřní,<br>vnější                | řezání: ruční                                                                                                    | kruhová závitová čelist, sadový závitník, vratidlo, kalibrický závitník, maticový                          |
| M20<br>vnitřní,<br>vnější                | řezání strojní:<br>soustruh SV18R                                                                                | kruhová závitová čelist, strojní závitník, pevné držení nástroje, reverzní hlava, kalibr (vnější, vnitřní) |
| M 20x1,5<br>vnitřní,<br>vnější           | řezání strojní:<br>soustruh SV18R                                                                                | kruhová závitová čelist, strojní závitník, pevné držení nástroje, reverzní hlava, kalibr (vnější, vnitřní) |
| M 20x1<br>vnitřní,<br>vnější             | řezání strojní:<br>soustruh SV18R                                                                                | kruhová závitová čelist, strojní závitník, pevné držení nástroje, reverzní hlava, kalibr (vnější, vnitřní) |
| P13,5<br>vnitřní,<br>vnější              | řezání strojní:<br>soustruh SV18R                                                                                | kruhová závitová čelist, strojní závitník, pevné držení nástroje, reverzní hlava, kalibr (vnější, vnitřní) |
| R1/2<br>vnější<br>(trubkový<br>kuželový) | řezání ruční,<br>strojní:<br>ruční závitová<br>JOPO hlava,<br>ruční el. závitořez<br>REMS,<br>el. závitořez MZ-2 | radiální závitové čelisti                                                                                  |
| M20<br>vnitřní,<br>vnější                | řezání strojní:<br>vrtačka SV18R                                                                                 | kruhová závitová čelist, strojní závitník, reverzní hlava, kalibr (vnější, vnitřní), sadový závitník       |
| M20<br>vnější                            | řezání strojní:<br>soustruh SV18R                                                                                | závitořezná hlava s radiálními noži                                                                        |
| M20<br>vnitřní,<br>vnější                | soustružení:<br>soustruh SV18R                                                                                   | kotoučový nůž vnitřní a vnější, kalibr (vnější, vnitřní), měrky na seřízení nože                           |
| M20<br>vnitřní,<br>vnější                | soustružení:<br>soustruh SV18R                                                                                   | nůž vnitřní a vnější s pájenou BD, kalibr (vnější, vnitřní), měrky na seřízení nože                        |
| W3/4<br>vnitřní,<br>vnější               | soustružení:<br>soustruh SV18R                                                                                   | nůž vnitřní a vnější z RO, kalibr (vnější, vnitřní), měrky na seřízení nože                                |
| G1/2<br>vnitřní,<br>vnější               | soustružení:<br>soustruh SV18R                                                                                   | nůž vnitřní a vnější z RO, kalibr (vnější, vnitřní), měrky na seřízení nože                                |
| Tr 20x4<br>vnitřní,<br>vnější            | soustružení:<br>soustruh SV18R                                                                                   | nůž z RO s daným profilem vnitřní a vnější, kalibr (vnější, vnitřní), měrky na seřízení nože               |
| Tr 20x4x2<br>vnitřní,<br>vnější          | soustružení:<br>soustruh SV18R                                                                                   | nůž z RO s daným profilem vnitřní a vnější, měrky na seřízení nože                                         |

|                           |                                              |                                                         |
|---------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| M 16x1,5<br>vnější        | soustružení CNC:<br>emco concep<br>turn105   | nůž s VBD vnější                                        |
| M 16x1<br>vnitřní         | válcování:<br>soustruh SV18R                 | válcovací závitník, reverzní hlava,<br>kontrolní kalibr |
| M20<br>vnější             | válcování:<br>soustruh SV18R                 | válcovací hlava                                         |
| M20<br>vnitřní,<br>vnější | elektroerozivní:<br>Charmiles<br>roboform 50 | měděné elektrody vnitřní a vnější                       |

## ZÁVĚR

Práce je zaměřená na možnosti výroby závitů na SŠT. Úkolem práce bylo seznámení s nejčastěji používanými profily závitů, jejich značení a kreslení v technické dokumentaci, popsat metody výroby závitů a možnost použití konkrétních metod pro danou školu.

Možností výroby závitů, které jsou obsaženy v této práci, neobsahují všechny způsoby výroby závitů, ale je dán základní přehled těchto metod, který je dostačující. Podrobnější rozbor možností výroby by příliš přesahoval rámec této práce.

Na výrobu závitu je ve strojírenství kladen velký důraz, proto je třeba vždy možnosti jeho výroby zvážit a zvolit tu správnou technologii.

V produktivní výrobě je snaha zkracování výrobních časů a zvýšení přesnosti výroby, což umožňují moderní CNC obráběcí stroje.

Vzhledem k omezeným možnostem výroby závitů na SŠT je výuka zaměřena především na třískové obrábění na klasických strojích tak i na výukových CNC obráběcích strojích. Pro tuto bakalářskou práci byly vyrobeny vzorky některých druhů profilů závitů, stoupání a chodů. Vzorky byly vyrobeny: třískovým obráběním, válcováním, elektroerozivním obráběním.

Pro malou firmu v tomto případě se jedná o SŠT, po teorii uvedené v této práci, jejíž přehled je rozsáhlý bude následovat rozbor sestavení výrobních normativů a vnitropodnikových výkonů.

**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

1. [1.http://cs.wikipedia.org/wiki/Závit](http://cs.wikipedia.org/wiki/Závit)
2. LEINVEBER, J. a VÁVRA, P. Strojnické tabulky. 1.vyd. ALBRA pedagogické nakladatelství, 2003. 865s. ISNB 80-86490-74-2.
3. <http://www.google.cz/search?q=zobrazovanie%20z%C3%A1vitov&um=1&hl=cs&ndsp=18&ie=UTF-8&sa=N&tab=iw>
4. [http://www.dashofer.cz/download/pdf/stp/11\\_strojni\\_soucasti\\_a\\_spoje.pdf?wa=W](http://www.dashofer.cz/download/pdf/stp/11_strojni_soucasti_a_spoje.pdf?wa=W)
5. JANYŠ, B. a RAFTL, K. Soustružník – Technologie pro 1.ročník OU a UŠ. 1. vyd. Praha: SNTL – nakladatelství technické literatury, 1968. 175 s. L13-C1-IV-2970-1.
6. AutoCAD 2007
7. BENEŠ, V., KLŮNA, J., ŠVERCL, J., VÁVRA, P. Dílenské tabulky. 1. vyd. Úvaly: ALBRA spol. s r. o., 2008. 880 s. ISBN 80-7361062-0
8. KLETEČKA, J., FOŘT, P. Technické kreslení. 1. vyd. BRNO: CP Books, a.s., 2005. 252 s. ISNB 80-251-0498-2
9. DLOUHÝ, M. Technologie obrábění vnějších závitů: Bakalářská práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 32 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jaroslav Prokop, CSc.
10. KOCMAN, Karel, PROKOP, Jaroslav. Technologie obrábění. Brno : Akademické nakladatelství CERM s.r.o., 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
11. ZEMČÍK, O. Nástroje a přípravky pro obrábění-učební texty vysokých škol. BRNO: Akademické nakladatelství CERM s.r.o., 2002. 193 s.
12. ŠTULPA, M. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
13. AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o. Příručka obrábění - Kniha pro praktiky. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia s.r.o., 1997. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cutting - A Practical Handbook. ISBN 91-972299-4-6.
14. ČECH, J., PERNÍKÁŘ, J., PODANÝ, K. Strojírenská metrologie. BRNO: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. 2005. 176 s.
15. NAREX Ždánice spol. s r.o. NAREX Ždánice spol. s r.o. [online]. [2006] [cit.2009-04-18]. Dostupný z WWW: <[http://www.narexzd.cz/cz/index.php?option=com\\_content&task=view&id=17&Itemid=47](http://www.narexzd.cz/cz/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=47)>.
16. [http://www.servo-drive.com/pohybove\\_trapezove\\_srouby.php](http://www.servo-drive.com/pohybove_trapezove_srouby.php)
17. HUMÁR, A.: Technologie I – Technologie obrábění – 2. část. [online]. Studijní opory pro magisterskou formu studia. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2004. 95 s. [cit. 2008-3-18]. URL: <[http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI\\_TO-2cast.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-2cast.pdf)>.



18. HUMÁR, A. Materiály pro řezné nástroje. 1. vyd. Praha: MM publishing s. r. o., 2008. 240 s. ISBN 978-80-254-2250-2.
19. HUMÁR, A.: Technologie I – Základní metody obrábění – 1. část. [online]. Interaktivní multimediální text pro magisterskou formu studia. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2004. 17 s.[cit. 2008 – 3 – 10]. URL: <[http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/zakl\\_met\\_obr/zakl\\_met\\_obr\\_1.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/zakl_met_obr/zakl_met_obr_1.pdf)>.
20. PERNIKÁŘ, J., JAROŠOVÁ, J., KRUŽÍK, M. Metrologie-Návody do laboratorních cvičení. BRNO: VUT v BRNĚ, UST, studijní opory, 2003. S. 45
21. POLÁČKOVÁ, Naděžda. Výroba závitových děr v podélných tenkostěnných profilech (třískové obrábění versus tváření na principu třecího tepla). [s.l.], 2009. 31s, 4 přílohy. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Kalivoda.
22. Tm top-maschinen.de [online]. c2009 [cit. 2009-05-20]. Příklad použití metody Flowdrill. Dostupný z WWW: <G:\\BP moje\\dodat do bakalářky\\fliesmann\\index.htm>
23. <http://www.ribe.cz/gfs.htm>
24. [http://www.noma.cz/informace/2\\_5.php](http://www.noma.cz/informace/2_5.php)
25. [http://cad.spsnome.cz/tek/tek/05\\_spoje.pdf](http://cad.spsnome.cz/tek/tek/05_spoje.pdf)
26. <http://www.coromant.sandvik.com>
27. KOČMAN, K., PROKOP, J. Výrobní technologie II, obrábění Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2002. 83 s.
28. CD\_WinNC\_SINUMERIK 840D\_MILL,TURN\_CZ-en 1844 C 2001-2.rar

**SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ**

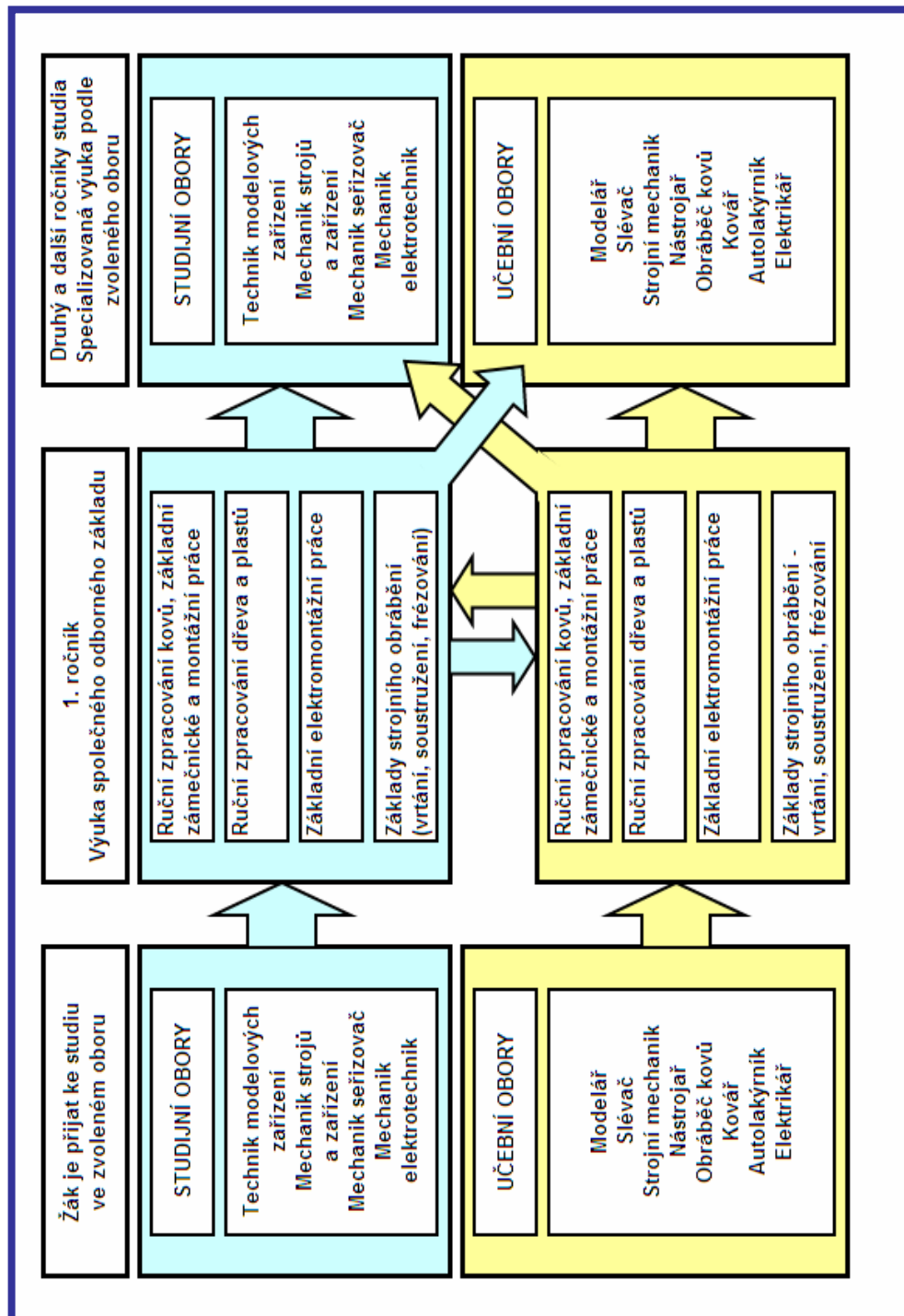
| Zkratka/Symbol                                   | Jednotka | Popis                             |
|--------------------------------------------------|----------|-----------------------------------|
| HSS, RO                                          |          | rychlořezná ocel                  |
| NC                                               |          | numeric control                   |
| CNC                                              |          | computer numeric control          |
| ČSN                                              |          | Česká státní norma                |
| EN                                               |          | Evropská norma                    |
| ISO                                              |          | certifikace – systém managementu  |
| PC                                               |          | kontroly                          |
| MTS                                              |          | počítač                           |
| Auto CAD                                         |          | řídící systém                     |
| LH                                               |          | kreslicí program                  |
| P <sub>h</sub>                                   |          | levý závit                        |
| a                                                |          | stoupání závitu (šroubovice)      |
| P                                                |          | vrcholová vůle                    |
| SK                                               |          | rozteč závitu                     |
| VBD                                              |          | slinuté karbidy                   |
| M                                                |          | výměnné břitové destičky          |
| SI                                               |          | metrický závit                    |
| P <sub>r</sub>                                   |          | systeme internationale            |
| T <sub>r</sub>                                   |          | velikosti stoupání                |
| n                                                |          | lichoběžníkový rovnoramenný závit |
| D, d, D <sub>4</sub>                             |          | počet chodů závitu                |
| D <sub>1</sub> , d <sub>1</sub> , d <sub>3</sub> |          | velký průměr závitu               |
| s                                                |          | malý průměr závitu                |
| d <sub>2</sub> , D <sub>2</sub>                  |          | stoupání                          |
| α                                                |          | střední průměr závitu             |
| B, γ                                             |          | úhel profilu                      |
| ψ                                                |          | úhly boků                         |
| R                                                |          | úhel stoupání                     |
| H                                                |          | zaoblení dna                      |
| H <sub>1</sub>                                   |          | výška základního trojúhelníku     |
| h <sub>3</sub> , H <sub>4</sub>                  |          | nosná výška                       |
| c <sub>1</sub>                                   |          | výška závitu                      |
| c <sub>2</sub>                                   |          | seřiznutí závitu matice           |
|                                                  |          | seřiznutí závitu šroubu           |

**SEZNAM PŘÍLOH**

|            |                                          |
|------------|------------------------------------------|
| Příloha 1  | Schéma organizace výuky na SŠT           |
| Příloha 2  | Zájem o studium na SŠT                   |
| Příloha 3  | Vzdělávací koncepce školy                |
| Příloha 4  | Přehled některých metrických závitů      |
| Příloha 5  | Závity pro jemnou mechaniku.             |
| Příloha 6  | Whitworthův závit                        |
| Příloha 7  | Trubkový závit                           |
| Příloha 8  | Palcový závit pro všeobecné použití      |
| Příloha 9  | Ostré profily pro speciální použití (26) |
| Příloha 10 | Ploché závit                             |
| Příloha 11 | Lichoběžníkový závit nerovnoramenný      |
| Příloha 12 | Oblý závit                               |
| Příloha 13 | Pancéřový závit                          |
| Příloha 14 | Edisonův závit                           |
| Příloha 15 | Závit pro šrouby do plechu               |
| Příloha 16 | Závity pro izolátory                     |
| Příloha 17 | Fréza s VBD (11)                         |
| Příloha 18 | Řezné kužele (15)                        |
| Příloha 19 | Povlaky nástrojů (15)                    |
| Příloha 20 | Značení držáků a VBD (11)                |
| Příloha 21 | Technické data Concept TURN, MILL 105    |
| Příloha 22 | Programové příkazy                       |

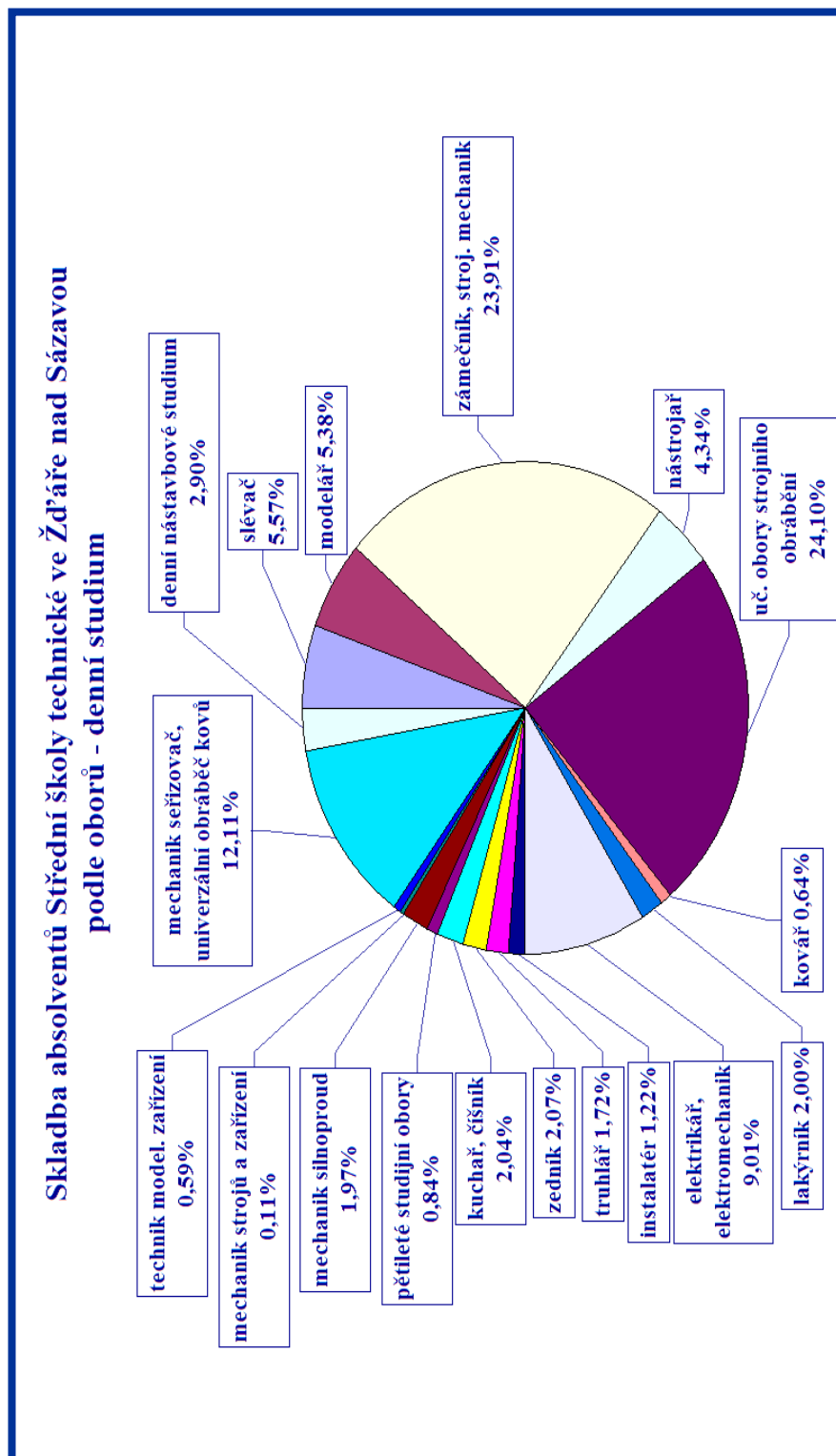
## Příloha 1

Schéma organizace výuky na SŠT



## Příloha 2

Zájem o studium na SŠT (vývoj počtu absolventů v letech 1953 – 2010)



## Příloha 3

### Vzdělávací koncepce školy

#### Hlavní zásady

- přizpůsobení obsahu učiva a potřebám podnikatelské sféry
- zavádění nejnovějších technických poznatků do výuky
- spolupráce se zaměstnavateli, hospodářskou komorou a úřadem práce při tvorbě vzdělávací koncepce školy a školních vzdělávacích programů
- spolupráce se školami podobného odborného zaměření

#### Profil absolventa

Absolvent strojíního oboru je po úspěšném vykonání maturitní zkoušky a příslušné praxi schopen se uplatnit ve strojírenské výrobě a dalších příbuzných oborech jako obsluha, seřizovač a programátor číslicově řízených obráběcích strojů, zařízení a výrobních linek. Je schopen kontrolovat, měřit obrobky a ošetřovat příslušné pracovní nástroje. Může působit ve střední technické funkci provozního charakteru.

Absolvent je vybaven těmito odbornými kompetencemi:

- ovládá práci s výpočetní technikou
- ovládá technický cizí jazyk (AJ, NJ)
- seřizuje a obsluhuje CNC obráběcí stroje
- vytváří řídicí programy pro CNC obráběcí stroje
- připravuje nástroje pro CNC obráběcí stroje
- navrhuje technologické postupy obrábění
- provádí kontrolu kvality provedené práce,
- používá různá měřicí zařízení potřebná při výrobě, kontrole a opravách
- vytváří technickou dokumentaci pomocí výpočetní techniky.

Uplatnění absolventů je směřováno hlavně do pracovních pozic, které vyžadují jak dobrou teoretickou přípravu, tak i odpovídající manuální zručnost.

Možnými uplatněními absolventů jsou:

- obsluha CNC obráběcích strojů
- seřizovač CNC obráběcích strojů
- programátor CNC obráběcích strojů
- technolog
- konstruktér
- zkušební technik, servisní technik CNC obráběcích strojů
- programátor řídicích systémů
- provozní technik
- školící technik aj.

## Příloha 4

### Přehled některých metrických závitů (2)

Pokračování

Rozměry v mm

| Jmenovitý průměr závitu |        | Rozteč<br><i>P</i>      | Průměry závitu                       |                                               |                                               |                                      | Jmenovitý průměr závitu |        | Rozteč<br><i>P</i>      | Průměry závitu                       |                                               |                                               |                                      |
|-------------------------|--------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|
| řada 1                  | řada 2 |                         | <i>d</i> = <i>D</i>                  | <i>d</i> <sub>2</sub> = <i>D</i> <sub>2</sub> | <i>d</i> <sub>1</sub> = <i>D</i> <sub>1</sub> | <i>d</i> <sub>3</sub>                | řada 1                  | řada 2 |                         | <i>d</i> = <i>D</i>                  | <i>d</i> <sub>2</sub> = <i>D</i> <sub>2</sub> | <i>d</i> <sub>1</sub> = <i>D</i> <sub>1</sub> | <i>d</i> <sub>3</sub>                |
|                         | 14,5   | 1,5<br>1<br>0,75<br>0,5 | 14,500<br>14,500<br>14,500<br>14,500 | 13,526<br>13,850<br>14,013<br>14,175          | 12,876<br>13,417<br>13,688<br>13,959          | 12,660<br>13,273<br>13,580<br>13,887 | 25                      |        | 0,75<br>0,5             | 25,000<br>25,000                     | 24,513<br>24,675                              | 24,188<br>24,459                              | 24,080<br>24,387                     |
|                         |        |                         |                                      |                                               |                                               |                                      |                         | 25,5   | 0,5                     | 25,500                               | 25,175                                        | 24,959                                        | 24,887                               |
| 15                      |        | 0,75<br>0,5             | 15,000<br>15,000                     | 14,513<br>14,675                              | 14,188<br>14,459                              | 14,080<br>14,387                     | 26                      |        | 1<br>0,75<br>0,5        | 26,000<br>26,000<br>26,000           | 25,350<br>25,513<br>25,675                    | 24,917<br>25,188<br>25,459                    | 24,773<br>25,080<br>25,387           |
|                         | 15,5   | 0,5                     | 15,500                               | 15,175                                        | 14,959                                        | 14,887                               |                         | 26,5   | 0,5                     | 26,500                               | 26,175                                        | 25,959                                        | 25,887                               |
|                         | 16,5   | 0,5                     | 16,500                               | 16,175                                        | 15,959                                        | 15,887                               | 27                      |        | 0,5                     | 27,000                               | 26,675                                        | 26,459                                        | 26,387                               |
| 17                      |        | 0,75<br>0,5             | 17,000<br>17,000                     | 16,513<br>16,675                              | 16,188<br>16,459                              | 16,080<br>16,387                     |                         | 27,5   | 0,5                     | 27,500                               | 27,175                                        | 26,959                                        | 26,887                               |
|                         | 17,5   | 0,75<br>0,5             | 17,500<br>17,500                     | 17,013<br>17,175                              | 16,688<br>16,959                              | 16,580<br>16,887                     | 28                      |        | 0,75<br>0,5             | 28,000<br>28,000                     | 27,513<br>27,675                              | 27,188<br>27,459                              | 27,080<br>27,387                     |
|                         | 18,5   | 0,5                     | 18,500                               | 18,175                                        | 17,959                                        | 17,887                               |                         | 28,5   | 0,5                     | 28,500                               | 28,175                                        | 27,959                                        | 27,887                               |
|                         | 19     | 1,5<br>1<br>0,75<br>0,5 | 19,000<br>19,000<br>19,000<br>19,000 | 18,026<br>18,350<br>18,513<br>18,675          | 17,376<br>17,917<br>18,188<br>18,459          | 17,160<br>17,773<br>18,080<br>18,387 |                         | 29     | 0,75<br>0,5             | 29,000<br>29,000                     | 28,513<br>28,675                              | 28,188<br>28,459                              | 28,080<br>28,387                     |
|                         |        |                         |                                      |                                               |                                               |                                      |                         | 29,5   | 0,5                     | 29,500                               | 29,175                                        | 28,959                                        | 28,887                               |
|                         | 19,5   | 0,5                     | 19,500                               | 19,175                                        | 18,959                                        | 18,887                               | 30                      |        | 0,5                     | 30,000                               | 29,675                                        | 29,459                                        | 29,387                               |
|                         | 20,5   | 1<br>0,5                | 20,500<br>20,500                     | 19,850<br>20,175                              | 19,417<br>19,959                              | 19,273<br>19,887                     |                         | 30,5   | 0,5                     | 30,500                               | 30,175                                        | 29,959                                        | 29,887                               |
|                         | 21     | 1,5<br>1<br>0,75<br>0,5 | 21,000<br>21,000<br>21,000<br>21,000 | 20,026<br>20,350<br>20,513<br>20,675          | 19,376<br>19,917<br>20,188<br>20,459          | 19,160<br>19,773<br>20,080<br>20,387 |                         | 31     | 1,5<br>0,75<br>0,5      | 31,000<br>31,000<br>31,000           | 30,026<br>30,513<br>30,675                    | 29,376<br>30,188<br>30,459                    | 29,160<br>30,080<br>30,387           |
|                         |        |                         |                                      |                                               |                                               |                                      |                         | 31,5   | 0,5                     | 31,500                               | 31,175                                        | 30,959                                        | 30,887                               |
|                         | 21,5   | 0,5                     | 21,500                               | 21,175                                        | 20,959                                        | 20,887                               | 32                      |        | 1<br>0,75<br>0,5        | 32,000<br>32,000<br>32,000           | 31,350<br>31,513<br>31,675                    | 30,917<br>31,188<br>31,459                    | 30,773<br>31,080<br>31,387           |
|                         | 22,5   | 0,5                     | 22,500                               | 22,175                                        | 21,959                                        | 21,887                               |                         | 32,5   | 0,5                     | 32,500                               | 32,175                                        | 31,959                                        | 31,887                               |
|                         | 23     | 1,5<br>1<br>0,75<br>0,5 | 23,000<br>23,000<br>23,000<br>23,000 | 22,026<br>22,350<br>22,513<br>22,675          | 21,376<br>21,917<br>22,188<br>22,459          | 21,160<br>21,773<br>22,080<br>22,387 |                         | 33     | 0,5                     | 33,000                               | 32,675                                        | 32,459                                        | 32,387                               |
|                         |        |                         |                                      |                                               |                                               |                                      |                         | 33,5   | 0,5                     | 33,500                               | 33,175                                        | 32,959                                        | 32,887                               |
|                         | 23,5   | 0,5                     | 23,500                               | 23,175                                        | 22,959                                        | 22,887                               |                         | 34     | 1,5<br>1<br>0,75<br>0,5 | 34,000<br>34,000<br>34,000<br>34,000 | 33,026<br>33,350<br>33,513<br>33,675          | 32,376<br>32,917<br>33,188<br>33,459          | 32,160<br>32,773<br>33,080<br>33,387 |
| 24                      |        | 0,5                     | 24,000                               | 23,675                                        | 23,459                                        | 23,387                               |                         |        |                         |                                      |                                               |                                               |                                      |
|                         | 24,5   | 0,5                     | 24,500                               | 24,175                                        | 23,959                                        | 23,887                               |                         | 34,5   | 0,5                     | 34,500                               | 34,175                                        | 33,959                                        | 33,887                               |



## Příloha 5

### Závity pro jemnou mechaniku(2)

Označení metrického závitu o průměru  $d = 32$  mm s jemnou roztečí  $P = 1$  mm:

M 32 × 1

Označení metrického závitu o průměru  $d = 70$  mm, tříchodý závit s roztečí  $P = 1$  mm a stoupáním  $P_h = 3$  mm:

M 70 × 3 (P1)

Rozměry v mm

| Jmenovitý průměr závitu |        | Rozteč<br><i>P</i> | Průměry závitu      |                                               |                                               |                       | Jmenovitý průměr závitu |        | Rozteč<br><i>P</i> | Průměry závitu      |                                               |                                               |                       |        |        |
|-------------------------|--------|--------------------|---------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------|--------------------|---------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|--------|--------|
| řada 1                  | řada 2 |                    | <i>d</i> = <i>D</i> | <i>d</i> <sub>2</sub> = <i>D</i> <sub>2</sub> | <i>d</i> <sub>1</sub> = <i>D</i> <sub>1</sub> | <i>d</i> <sub>3</sub> | řada 1                  | řada 2 |                    | <i>d</i> = <i>D</i> | <i>d</i> <sub>2</sub> = <i>D</i> <sub>2</sub> | <i>d</i> <sub>1</sub> = <i>D</i> <sub>1</sub> | <i>d</i> <sub>3</sub> |        |        |
| 3,5                     |        | 0,5                | 3,500               | 3,175                                         | 2,959                                         | 2,887                 | 9                       |        | 0,35               | 9,000               | 8,773                                         | 8,621                                         | 8,571                 |        |        |
| 4                       |        | 0,35               | 4,000               | 3,773                                         | 3,621                                         | 3,571                 | 9,5                     | 1      | 9,500              | 8,850               | 8,417                                         | 8,273                                         |                       |        |        |
|                         |        | 0,25               | 4,000               | 3,838                                         | 3,729                                         | 3,693                 |                         |        | 0,75               | 9,500               | 9,013                                         | 8,688                                         | 8,580                 |        |        |
| 4,5                     |        | 0,35               | 4,500               | 4,273                                         | 4,121                                         | 4,071                 |                         |        | 0,5                | 9,500               | 9,175                                         | 8,959                                         | 8,887                 |        |        |
|                         |        | 0,25               | 4,500               | 4,338                                         | 4,229                                         | 4,193                 |                         |        | 0,35               | 9,500               | 9,273                                         | 9,121                                         | 9,071                 |        |        |
| 5                       |        | 0,35               | 5,000               | 4,773                                         | 4,621                                         | 4,571                 | 10                      |        | 0,35               | 10,000              | 9,773                                         | 9,621                                         | 9,571                 |        |        |
|                         |        | 0,25               | 5,000               | 4,838                                         | 4,729                                         | 4,693                 | 10,5                    | 1      | 10,500             | 9,850               | 9,417                                         | 9,273                                         |                       |        |        |
|                         |        | 0,35               | 5,500               | 5,273                                         | 5,121                                         | 5,071                 |                         |        | 0,75               | 10,500              | 10,013                                        | 9,688                                         | 9,580                 |        |        |
| 5,5                     |        | 0,25               | 5,500               | 5,338                                         | 5,229                                         | 5,193                 |                         |        | 0,5                | 10,500              | 10,175                                        | 9,959                                         | 9,887                 |        |        |
|                         |        | 0,35               | 6,000               | 5,773                                         | 5,621                                         | 5,571                 |                         |        | 11                 | 0,35                | 11,000                                        | 10,773                                        | 10,621                | 10,571 |        |
| 6                       |        | 0,25               | 6,000               | 5,838                                         | 5,729                                         | 5,693                 | 11,5                    | 1      |                    |                     | 11,500                                        | 10,850                                        | 10,417                | 10,273 |        |
|                         |        | 6,5                | 0,75                | 6,500                                         | 6,013                                         | 5,688                 |                         |        |                    |                     | 5,580                                         | 0,75                                          | 11,500                | 11,013 | 10,688 |
| 0,5                     | 6,500  |                    | 6,175               | 5,959                                         | 5,887                                         | 0,5                   |                         |        |                    |                     | 11,500                                        | 11,175                                        | 10,959                | 10,887 |        |
| 0,35                    | 6,500  |                    | 6,273               | 6,121                                         | 6,071                                         | 12                    |                         |        | 0,35               | 12,000              | 11,773                                        | 11,621                                        | 11,571                |        |        |
| 0,25                    | 6,500  |                    | 6,338               | 6,229                                         | 6,193                                         |                       | 12,5                    | 1,5    |                    | 12,500              | 11,526                                        | 10,876                                        | 10,660                |        |        |
| 7                       |        | 0,35               | 7,000               | 6,773                                         | 6,621                                         |                       |                         |        |                    | 6,571               | 1                                             | 12,500                                        | 11,850                | 11,417 | 11,273 |
|                         |        | 0,25               | 7,000               | 6,838                                         | 6,729                                         |                       |                         |        |                    | 6,693               | 0,75                                          | 12,500                                        | 12,013                | 11,688 | 11,580 |
|                         | 7,5    | 0,75               | 7,500               | 7,013                                         | 6,688                                         | 6,580                 |                         |        | 0,5                | 12,500              | 12,175                                        | 11,959                                        | 11,887                |        |        |
|                         |        | 0,5                | 7,500               | 7,175                                         | 6,959                                         | 6,887                 | 13                      | 1,5    |                    | 13,000              | 12,026                                        | 11,376                                        | 11,160                |        |        |
|                         |        | 0,35               | 7,500               | 7,273                                         | 7,121                                         | 7,071                 |                         |        |                    | 1                   | 13,000                                        | 12,350                                        | 11,917                | 11,773 |        |
|                         |        | 0,25               | 7,500               | 7,338                                         | 7,229                                         | 7,193                 |                         |        |                    | 0,75                | 13,000                                        | 12,513                                        | 12,188                | 12,080 |        |
| 8                       |        | 0,35               | 8,000               | 7,773                                         | 7,621                                         | 7,571                 |                         |        | 0,5                | 13,000              | 12,675                                        | 12,459                                        | 12,387                |        |        |
|                         |        | 0,25               | 8,000               | 7,838                                         | 7,729                                         | 7,693                 | 13,5                    | 1,5    |                    | 13,500              | 12,526                                        | 11,876                                        | 11,660                |        |        |
|                         | 8,5    | 1                  | 8,500               | 7,850                                         | 7,417                                         | 7,273                 |                         |        |                    | 1                   | 13,500                                        | 12,850                                        | 12,417                | 12,273 |        |
|                         |        | 0,75               | 8,500               | 8,013                                         | 7,688                                         | 7,580                 |                         |        |                    | 0,75                | 13,500                                        | 13,013                                        | 12,688                | 12,580 |        |
|                         |        | 0,5                | 8,500               | 8,175                                         | 7,959                                         | 7,887                 |                         |        | 0,5                | 13,500              | 13,175                                        | 12,959                                        | 12,887                |        |        |

## Příloha 6

### Whitworthův závit

Patří k nejstarším ostrým závitům. Od metrického závitu se liší tím, že je udáván palcovou mírou (1 anglický palec = 1" = 25,4 mm). Stoupání závitu lze vyhledat v tabulkách závitů. Nejčastěji se udává počet závitů na 1" délky šroubu (matice) z něhož lze vypočítat stoupání závitu.

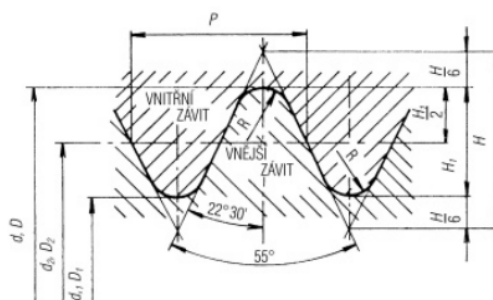
#### Stoupání závitu (3):

$$S = \frac{1''}{Z} \quad (6.1)$$

S stoupání závitu

Z počet závitů

Whitworthův závit byl jedním z prvních, pro které byla vytvořena závitová soustava, kterou sestavil výrobce nástrojů ve Spojeném království Whitworth. V průběhu 20. století byl tento závit nahrazen závitěm metrickým, stále se však používá v Británii a Austrálii. U nás a v ostatních evropských státech se tento závit používá zřídka např. (fotografické stativy W  $\frac{1}{4}$  a W  $\frac{3}{8}$ ) a na opravy<sup>1</sup>.



Obr. 2.9 Profil Whitworthova závitu (3)

V praxi se také využívá Whitworthův jemný závit, tento závit má vnější průměry odstupňované v milimetrech.

Whitworthův závit se tedy vyskytuje ve více variantách a to: British standard Whitworth (BSW), British standard Fine Thread (BSF) – jemný závit, American Unified Coarse – jako BSW s mírně odlišným profilem, British standard Cycle (BSC) – užívá se u jízdních kol<sup>1</sup>.

U nás se stále užívá bicyklových palcových závitů a trubkových závitů, které mají stejný profil, ale zcela jiné rozměry.

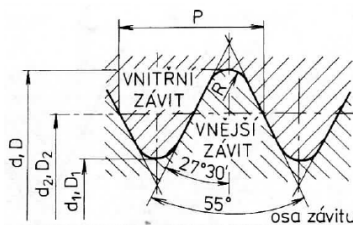
## Příloha 7 (1/3)

### Trubkový závit

Ve své podstatě je to jemný druh Whitworthova závitu. Profil je stejný jako Whitworthův závit, akorát je odlišen počtem závitů a to tak, že na 1" je jich více. Stoupání tohoto je tedy dáno počtem závitů na délku jednoho palce.

Trubkové závity rozlišujeme na vnitřní válcové nebo vnější válcové a vnější kuželové. Označení trubkového válcového závitu je velké písmeno „G“ s příslušnou hodnotou vnitřní světlosti trubky v palcích. Např. G2 znamená, že na trubce vnitřní světlosti 2" (50,8 mm) je vyříznut trubkový závit. Velký průměr závitu 59,614 mm a malý průměr 56,656 mm.

Trubkový válcový závit nemá těsnící účinek, proto je také označován dle ČSN ISO 228-1 (01 4033) „Trubkový závit pro spoje netěsnící na závitu“.



Obr. 2.10 Profil závitu pro spoje netěsnící na závitech (7)

U těchto vnějších závitů jsou stanoveny dvě třídy přesnosti:

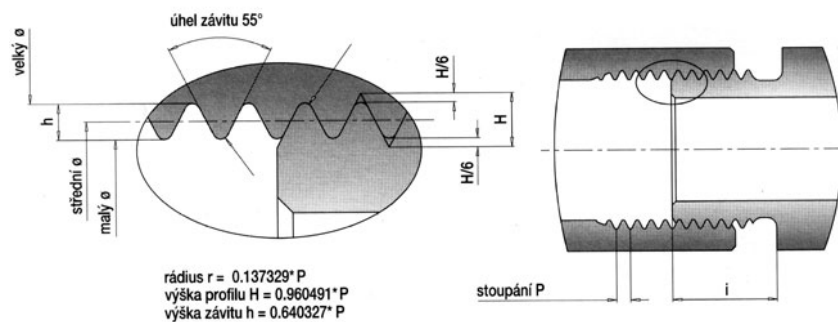
A – pouze záporné úchytky stejné velikosti jako hodnoty tolerancí pro vnitřní závity

B – hodnoty tolerancí jsou dvojnásobné oproti třídě A

Volba třídy přesnosti je vždy závislá na podmínkách použití závitu.

Dle ČSN EN ISO 228 se jedná o závity vnitřní a vnější válcové, jejich použití je určené pro mechanické připojení fitinek, kohoutů, ventilů atd.<sup>2</sup>

Těsnosti se u těchto závitů dosahuje stlačením dvou těsnících ploch, kde je použito vhodné těsnění<sup>21</sup>.



Obr. 2.11 Trubkový závit pro závitové spoje netěsnící v závitu (21)

## Příloha 7 (2/3)



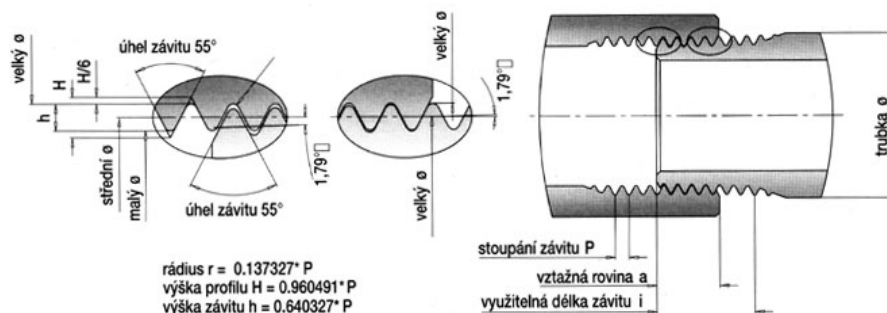
Obr. 2.12 Těsnění závitu pomocí těsnění

Toto spojení patří mezi snadno rozebíratelné spoje např. při přerušení potrubí, kdy je zapotřebí vsadit např. kohout, odvzdušňování radiátoru apod.

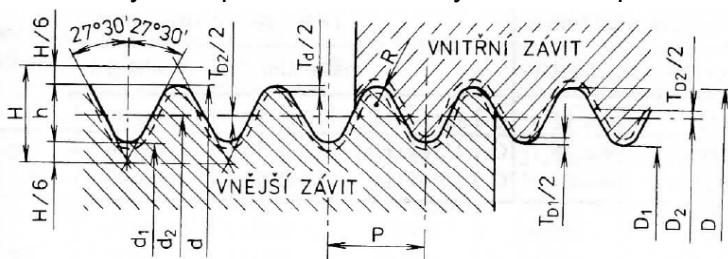


Obr. 2.13 Možnosti použití těsnění

Vnější kuželový závit na trubce má kuželovitost **1:16**. Tento závit se dělá na kuželových koncích trubek, kde je třeba zaručit těsnost spoje<sup>21</sup>.



Obr. 2.14 Trubkový závit pro závitové trubky s těsnícím prostředkem (21)



Obr. 2.15 Profil závitu pro spoje těsnící na závitech (7)

Značení kuželového závitu vnějšího je velké písmeno „R“ a příslušná číselná hodnota vnitřního průměru trubky v palcích např. R 1½.

Vnitřní kuželový závit je označen „Rc“ a příslušná hodnota v palcích vnitřní světlosti např. Rc 1½.

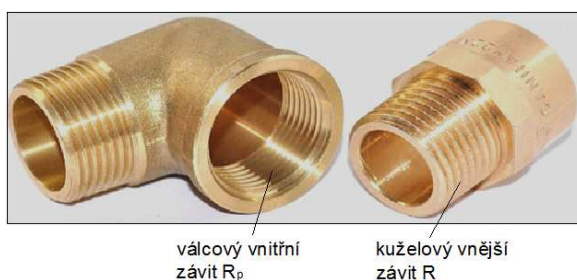
Vnitřní trubkový závit válcový pro spoje, kde je těsnosti spoje dosahováno na závitech, je označení „Rp“<sup>7</sup>.

## Příloha 7 (3/3)



Obr. 2.16 Vnitřní a vnější závit

Spojení těchto závitů je možné kombinovat a to např. Rc/R1 nebo Rp/R1.



Obr. 2.17 Kombinace spojení různých závitů

Průměr tohoto závitu se mění v závislosti již na zmíněné kuželovitosti od jeho konce (1:16). Základní normalizované rozměry jsou uvedeny dle ČSN ISO 7-1 viz. příloha č. 4. Tyto rozměry jsou uváděny ve stanovené vzdálenosti od konce trubky<sup>2</sup>.

Velmi často se využívá spojení, kdy vnitřní průměr je válcový (fitinek) a vnější je kuželový (vyříznut na trubce). Tyto závitů se využívají při montáži potrubí. Spojení se provádí pomocí fitinek, které jsou utěsněny konopím nebo PTFE páskou. Spojení je hůře rozebíratelné, proto při úpravách a opravách rozvodu potrubí se s výhodou využívá trubkový spoj netěsnící na závitech, neboť toto spojení je snadno rozebíratelné a tím je zaručena snadná výměna součástí.



Obr. 2.18 Utěsnění závitu

## Příloha 8

### Palcový závit pro všeobecné použití

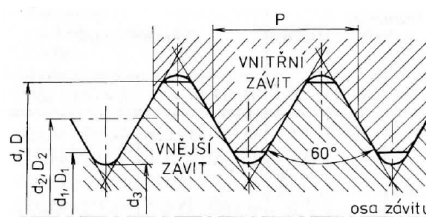
Unifikovaný palcový závit, jehož profil je stejný jako u metrického dle normy ISO 68 s vrcholovým úhlem  $60^\circ$ , ostatní rozměry jako je průměr a stoupání jsou dány v palcové míře dle ISO 725.

Tento druh závitu je převážně používán v anglosaských zemích společně s Whitworthovým.

Z historického hlediska byl tento závit schválen v roce 1948 normalizační společností Kanady, USA a Anglie. Konečný návrh byl schválen v roce 1960.

Základní řada unifikovaných závitů má označení dle ČSN „UN“.

Další označení je: UNC – coarse – hrubý, UNF – fine – jemný  
UNEF – extra fine – zvláště jemný – řady s jemnou roztečí  
UNS – řady se stálou roztečí



Obr. 2.19 profil palcového závitu (6j)

Značení a rozměry závitu jsou platné pro všechny země s palcovým systémem.

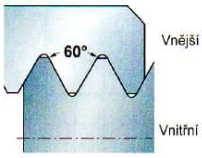
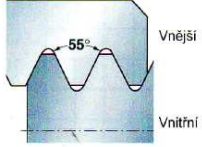
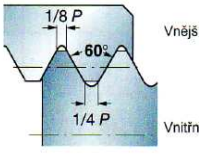
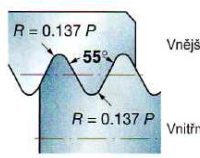
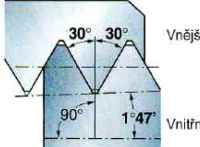
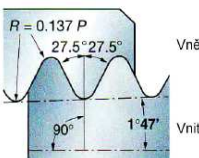
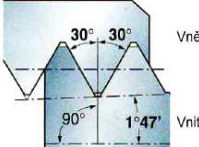
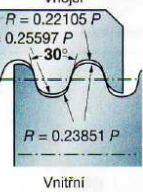
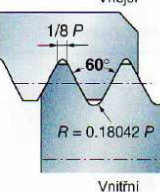
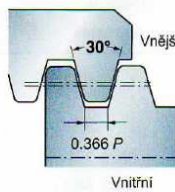
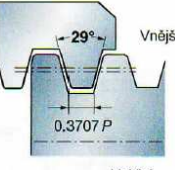
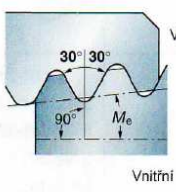
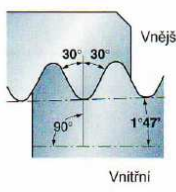
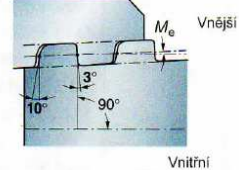
Zásadní změny oproti Whitworthovu závitu:

profil je  $60^\circ$  a Whitworth  $55^\circ$

závit do rozměru UN  $\frac{1}{4}$  " byly stanoveny v pravidelné řadě, proto nejsou označeny zlomkem, ale čísly (0 – 12). Z nich odpovídá rozměru a stoupáním Whitworthovu závitu pouze No 5 ( $\frac{1}{8}$ ). Od UN  $\frac{1}{4}$  " jsou rozměry závitů shodné s Whitworthovým.

## Příloha 9

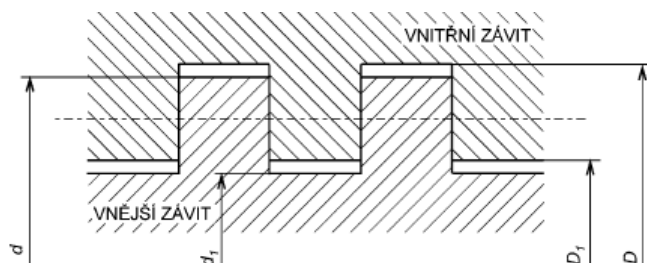
### Ostré profily pro speciální použití (26)

|                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| K všeobecnému použití ve všech oborech strojírenství.                                                                                                                                                                           | K všeobecnému použití ve všech oborech strojírenství.                                                 | Trubkové fitinky a spojky pro plyn, vodu a odpadní vody.                                                                                                                                                                         | Trubkové závit pro vedení páry, plynu a vody.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Ostrý závit V 60°</b><br><br><b>Ostrý závit V 55°</b><br> | <b>ISO MM UN</b><br> | <b>Whitworthův</b><br><br><b>NPT Kužel 1:16</b><br>         | <b>BSPT Kužel 1:16</b><br><br><b>NPTF Kužel 1:16</b><br>                                                                                                                                                      |
| Všeobecné spojky pro inženýrský průmysl a železniční účely.                                                                                                                                                                     | Závity v leteckém a kosmickém průmyslu.                                                               | Lichoběžníkové závit pro přenos pohybu.                                                                                                                                                                                          | Ropa a plyn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>DIN 405</b><br>                                                                                                                           | <b>MJ, UNJ</b><br> | <b>ISO Lichoběžníkový</b><br><br><b>ACME STUB-ACME</b><br> | <b>Kužel API V-0.038R, V-0.040, V-0.050</b><br><br><b>API Kužel 1:16 (Oblý)</b><br><br><b>API BUT Nový VAM, VAM</b><br> |

## Příloha 10

### Plochý závit

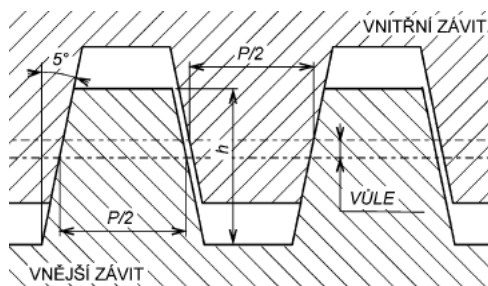
Profil tohoto závitu je nejčastěji čtvercový



Obr. 2.20 Čtvercový profil (4)

Tento závit byl dříve velice často využíván na pohybových šroubech. U těchto závitů je obtížné vymezit vůli mezi šroubem a maticí, tak se tohoto závitu dnes využívá jen zřídka. Nevýhodou je také jeho nepřesnost a špatné třecí vlastnosti při používání. Z toho důvodu není tento závit normalizován. Výrobu závitu lze provádět pouze podle výkresové dokumentace, kde musí být zakreslena část závitu v řezu a jeho potřebné rozměry musí být okótovány<sup>4</sup>.

Z profilu čtvercového závitu je odvozen v USA používaný závit modifikovaný s úhlem profilu  $10^\circ$  (modified square thread), který se však spíše blíží lichoběžníkovým závitům viz.obrázek<sup>4</sup>.



Obr. 2.21 Modifikovaný profil čtvercového závitu (4)



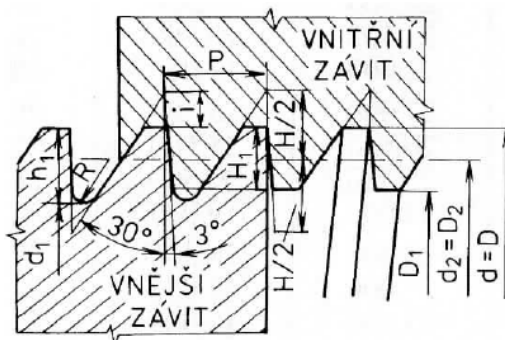
## Příloha 11

### Lichoběžníkový závit nerovnoramenný

Lichoběžníkové nerovnoramenné závity byly dříve nazývány jako pilovité. Tyto závity se využívají jen pro velmi namáhané šrouby a to tam, kde díla působí stále v jednom směru např. u vřeten šroubových lisů, zvedáků, hnací šrouby apod.

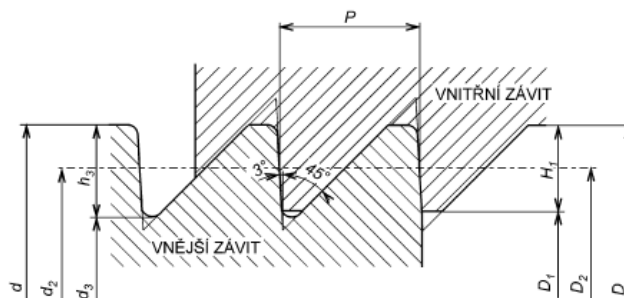
Lichoběžníkové nerovnoramenné závity jsou normalizovány dle ČSN 01 4062, značení tohoto závitu je velké „S“ s příslušnou hodnotou průměru, počtem chodů a roztečí „P“ např. S 48x8.

Vrcholový úhel je  $33^\circ$  s tím, že opěrná šroubová plocha je skloněná pod úhlem  $3^\circ$  a protilehlá šroubová plocha pod úhlem  $30^\circ$ .



Obr. 2.26 Lichoběžníkový profil nerovnoramenný (7)

V některých případech, kde namáhání je vyšší, se používá zesílený nerovnoramenný lichoběžníkový závit s úhly sklonu boků  $45^\circ$  a  $3^\circ$ .



Obr. 2.27 Lichoběžníkový profil nerovnoramenný zesílený (4)

U některých výrobců se můžeme setkat i s tím, že používají profil s úhlem sklonu jednoho boku  $0^\circ$ .

Výhodou nerovnoramenného závitu oproti rovnoramennému je vyšší pevnost a menší ztráty třením.

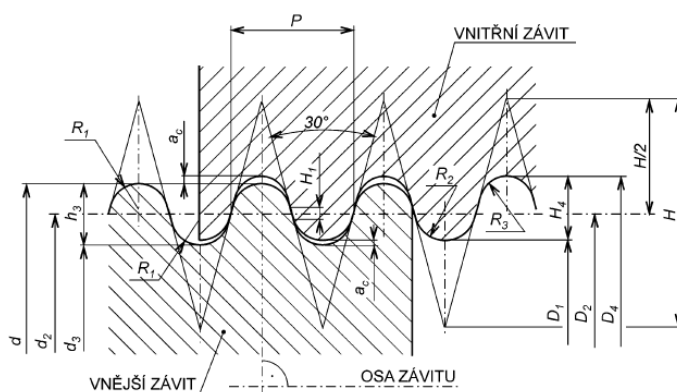
## Příloha 12

### Oblý závit

Tento závit také patří k normalizovaným závitům. Základním profilem tohoto závitu je trojúhelník s vrcholovým úhlem  $30^\circ$ , jehož vrchol i dno jsou zaobleny.

Oblý závit má velkou opěrnou plochu a používá se ho zejména u vřeten pohybových šroubů z šedé litiny, u vřeten ocelových jsou použity tam, kde jsou závity vystaveny působení nečistot (prach, písek, koroze apod.) a také u šroubů, kde ostré hrany závitu jsou ohroženy neopatrným zacházením<sup>4</sup>.

Oblé závity mají velkou opěrnou plochu, proto jsou také vhodné pro přenos rázových sil (např. šroubovky železničních vozidel, hadicové spojky, vřetena některých armatur apod.). Oblé závity se dle ČSN 014037 DIN 405 značí se „Rd“ s příslušnou hodnotou průměru např. Rd 30<sup>7</sup>.



Obr. 2.28 Profil oblého závitu (4)

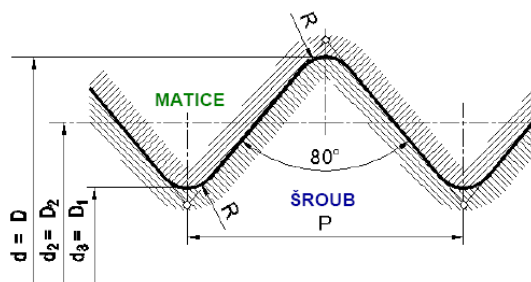
Oblý závit se také využívá pro trubkové spojky pro potravinářský průmysl a požární účely.

## Příloha 13

### Pancéřový závit

Tento závit je podobný metrickému s tím, že se liší velikostí vrcholového úhlu a ten je  $80^\circ$  a také zaoblenými vrcholy tvořícího trojúhelníku.

Označení závitu je „P“ a velikost příslušného průměru např.  $D = 18,6 \text{ mm}$  je označený P11. Počet závitu se udává na délku 1" např. P7 má 20 závitů na délku jednoho palce<sup>25</sup>.



Obr. 2.29 Profil pancéřového závitu (25)

Označení závitu je také zvláštní, nevztahuje se na vnitřní a vnější průměr ocelové elektroinstalační trubky, na které je závit vyříznut. Do trubky bývala vložena papírová trubka jako izolace a podle jejího vnitřního průměru v milimetrech je odvozeno označení tohoto palcového závitu.

Pancéřový závit je normalizovaný dle ČSN 014035, používá se pro spojování ochranných (pancéřových) trubek pro elektrické vodiče a v kabelových průchodkách<sup>25</sup>.

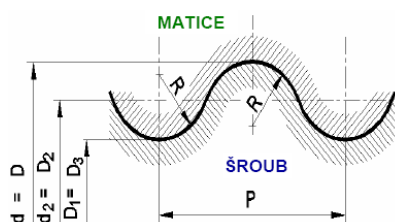


Obr. 2.30 kabelové průchodky s pancéřovým závitem (25)

## Příloha 14

### Edisonův závit

Edisonův závit také patří mezi normované závity a to dle ČSN 01 4038. Profil závitu je zaoblen, je tvořen z kruhových oblouků, proto nemá ostré hrany. Označení závitu je „E“ s příslušným průměrem závitu např. E27, což odpovídá  $D = 26,51 \text{ mm}$ . Původně byl závit palcový postupně se však přešlo na rozměry v milimetrech<sup>25</sup>.



Obr. 2.31 Edisonův profil (25)

Příklady označení: E 5,5 – kontroly chodu

E 10 – „trpasličí“ (ruční svítilny)<sup>25</sup>

E 14 – „miňon“ (pro malá svítidla)<sup>25</sup>

E 27 – standardní velikost (klasické žárovky výbojky)<sup>25</sup>

E 33 – hlavice keramických pojistek DIZED<sup>25</sup>

E 40 – „goliáš“ (výbojky)<sup>25</sup>



Obr. 2.32 Použití Edisonova závitu (25)

Edisonův závit je využíván v elektrotechnice a to na patice žárovek. Výhodou tohoto závitu je, že je samosvorný a tak se nepovoluje ani při velkém střídání teplot. Výroba je prováděna velkosériově a to lisováním dle příslušných průměrů použití.

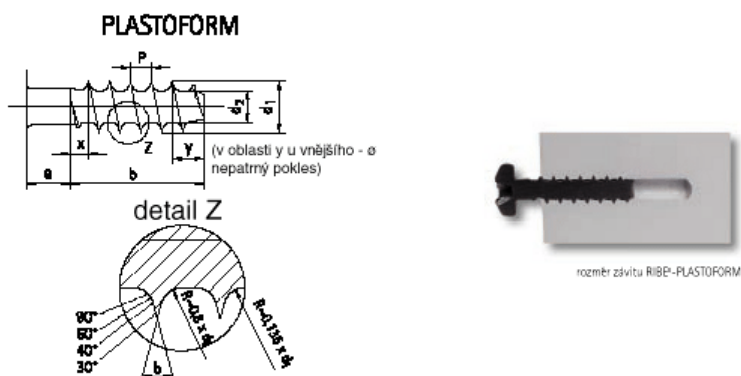
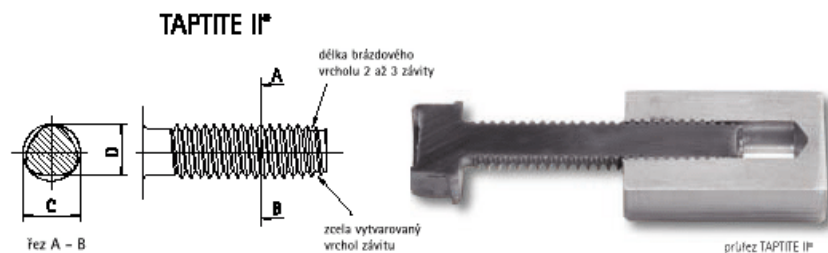
## Příloha 15

### Závit pro šrouby do plechu

Závity pro šrouby do plechu, plastů atd. jsou uvedeny v EN ISO 1478. Ve většině případů je profil závitu ostrý. Pro přímá šroubová spojení se většinou používá metrický profil závitu, což nám umožňuje při případné výměně použít metrický šroub<sup>23</sup>.

Závit v plechu je vytvořen šroubem, který bude součást spojovat.

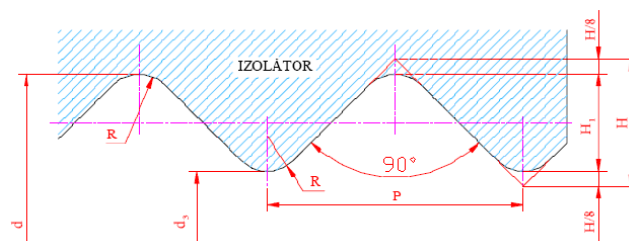
Některé typy profilu závitu jsou na následujících obrázcích.



## Příloha 16

### Závity pro izolátory

Jedná se o vnitřní závit na izolátory, základní profil závitu je rovnoměrný trojúhelník a vrcholovým úhlem  $90^\circ$ .



Obr. 2.35 Profil vnitřního závitu pro izolátory (25)

Používá se na porcelánové izolátory, má normalizovanou jen jednu velikost stoupání  $P = 4,233 \text{ mm}^{25}$ .

## Příloha 17

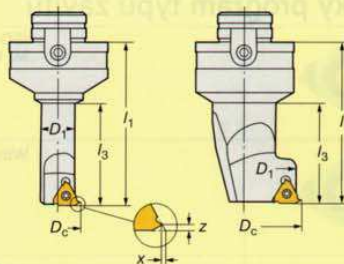
### Fréza s VBD (11)

#### Závitová fréza T-MAX U-Lock

**R331.96**



**Obráběcí stroje:** všechny NC stroje  
**Materiál:** všechny druhy  
 Rozměry x a Z viz Informace pro objednávku VBD v katalogu Soustružnické nástroje, C-1000:5.



$I_1$  = programovací délka

| Typ stopky | Objednací kód      |       |       |       |       |                          |    | Velikost VBD <sup>1)</sup> | Náhradní díly |              |             |           |
|------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|----|----------------------------|---------------|--------------|-------------|-----------|
|            |                    | $I_1$ | $I_3$ | $D_c$ | $D_1$ | Velikost spojky Varilock |    |                            | Klíč          | Šroub        | Šroub VBD   | Klíč      |
|            | R331.96-12V50-16AA | 80,31 | 50,31 | 24,10 | 17    | 50                       | 16 |                            | 5631 010-01   | 3212 010-257 | 5513 020-09 | 416.1-864 |
|            | R331.96-30V50-16AA | 80,31 | 50,31 | 60,04 | 52    | 50                       | 22 |                            | 5631 010-01   | 3212 010-257 | 5513 020-17 | 416.1-864 |
|            | R331.96-15V50-22AA | 98,5  | 63,5  | 31,50 | 22    | 50                       | 22 |                            |               |              |             |           |
|            | R331.96-31V50-22AA | 80,5  | 50,5  | 62,8  | 52    | 50                       | 22 |                            |               |              |             |           |

<sup>1)</sup> VBD se objednávají vzvlášť. Viz katalog Soustružnické nástroje, C-1000:5.

Příklad objednávky: 2 ks R331.96-12V50-16AA

VBD, které se používají: Vnější závit

L166.0G-16

Vnitřní závit

L166.0G-22

R166.0L-16

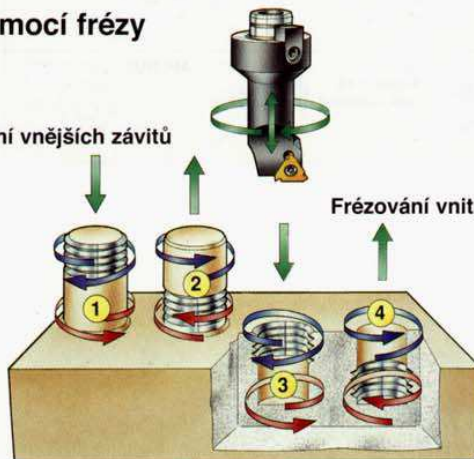
R166.0L-22



### Frézování závitů pomocí frézy T-MAX U-Lock

Frézování vnějších závitů

Frézování vnitřních závitů



① VBD typ L166.0G

**Pravý závit**  
 Posuv ve směru hodinových ručiček  
 Frézování směrem dolů

**Levý závit**  
 Posuv proti směru hodinových ručiček  
 Frézování směrem dolů

② VBD typ L166.0G

**Pravý závit**  
 Posuv proti směru hodinových ručiček  
 Frézování směrem vzhůru

**Levý závit**  
 Posuv ve směru hodinových ručiček  
 Frézování směrem vzhůru

③ VBD typ R166.0L

**Pravý závit**  
 Posuv ve směru hodinových ručiček  
 Frézování směrem dolů

**Levý závit**  
 Posuv ve směru hodinových ručiček  
 Frézování směrem dolů

④ VBD typ L166.0L

**Pravý závit**  
 Posuv ve směru hodinových ručiček  
 Frézování směrem vzhůru

**Levý závit**  
 Posuv ve směru hodinových ručiček  
 Frézování směrem vzhůru

## Příloha 18

### Řezné kužele (15)

| Tvar<br>Form<br>Form | Stoupání<br>Thread<br>Steigung | $\chi_r$ | Drážky<br>Flutes<br>Nuten                                                                      | Převážné použití<br>Recommended application<br>Anwendungsbereich                                                                                                                                       |
|----------------------|--------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A                    | 6 ÷ 8                          | 5°       | přímé drážky<br>straight flutes<br>gerade Nuten                                                | krátké průchozí otvory<br>short through holes<br>kurze Durchgangsbohrungen                                                                                                                             |
| B                    | 3,5 ÷ 6                        | 8°       | přímé drážky s lamačem<br>straight flutes with spiral point<br>gerade Nuten mit Schälanschnitt | průchozí otvory v materiálech tvořících střednědlouhou a dlouhou třísku<br>through holes in medium or long chipping materials<br>Durchgangsbohrungen in mittel- bzw. langspanenden Werkstoffen         |
| C                    | 2 ÷ 3                          | 15°      | přímé nebo šroubové drážky<br>straight or spiral flutes<br>gerade oder gedrahte Nuten          | neprůchozí nebo průchozí otvory v materiálech tvořících krátkou třísku<br>blind or through holes in short chipping materials<br>Grundlöcher sowie für Durchgangsbohrungen in kurzspanenden Werkstoffen |
| D                    | 3,5 ÷ 5                        | 8°       | přímé nebo šroubové drážky<br>straight or spiral flutes<br>gerade oder gedrahte Nuten          | neprůchozí otvory s možností dlouhého výběhu závitu nebo průchozí otvory<br>blind holes with thread exit or through holes<br>Grundlöcher mit langem Gewinde-Auslauf sowie für Durchgangsbohrungen      |
| E                    | 1,5 ÷ 2                        | 23°      | přímé nebo šroubové drážky<br>straight or spiral flutes<br>gerade oder gedrahte Nuten          | neprůchozí otvory s velmi krátkým výběhem závitu<br>blind holes with short thread exit<br>Grundlöcher mit sehr kurzem Gewinde-Auslauf                                                                  |

Velikost podbroušení řezného kužele je závislá na obráběném materiálu. Ovlivňuje stálost rozměrů řezaného závitu.

Všeobecně platí pro úhel hřbetu řezného kužele rozsah  $\alpha_p = 1^\circ$  až  $5^\circ$ .

Úhel hřbetu řezného kužele je měřený na poloviční délce řezného kužele ( $l_4/2$ ).

Depends on material of the workpiece and influences on size of the cut thread and it is measured at the middle of the lead chamfer.

$\alpha_p = 1^\circ$  to  $5^\circ$ .

Der Hinterschliff des Anschnittes ist eine werkstoffabhängige Grösse, welche die Masshaltigkeit des geschnittenen Gewindes beeinflusst.

Im Allgemeinen gilt für den Anschnitt-Rückenfreiwinkel der Bereich  $\alpha_p = 1^\circ$  bis  $5^\circ$ .

Der Anschnitt-Rückfreiwinkel wird an der halben Anschnittlänge ( $l_4/2$ ) gemessen.

U tvaru řezného kužele B (závitníky s přímou drážkou a lamačem třísek) je úhel lamače třísek  $\gamma_{fa}$  v podstatě závislý na poměru stoupání závitu k průměru jakož i na řezné geometrii závitníku.

Zpravidla platí rozsah  $\gamma_{fa} = 8^\circ$  až  $18^\circ$ .

Část závitníku za lamačem třísek má přímé drážky.

Úhel lamače třísek je měřený na poloviční délce řezného kužele ( $l_4/2$ )

The angle of lead chamfer form B depends mainly on the proportion of the pitch to the thread diameter, as well as the tap cutting geometry and it is measured at the middle of the lead chamfer  $l_4/2$ .

$\gamma_{fa} = 8^\circ$  to  $18^\circ$ .

Bei Anschnitt-Form B (Schälanschnitt) ist der Schälanschnittwinkel  $\gamma_{fa}$  im wesentlichen vom Verhältnis der Steigung zum Durchmesser sowie von der Schneidengeometrie des Gewindebohrers abhängig.

In der Regel gilt der Bereich  $\gamma_{fa} = 8^\circ$  bis  $18^\circ$ .

Der an den Schälanschnitt anschliessende Teil des Gewindebohrers ist geradegenutzt.

Der Schälanschnittwinkel  $\gamma_{fa}$  wird an der halben Anschnittlänge ( $l_4/2$ ) gemessen.



## Příloha 19

### Povlaky nástrojů (15)

#### TiN

##### **Nitrid titanu / Titanium nitride / Titannitrid**

Zlatožlutá barva / Gold colour / Goldgelbfarbe

V PVD procesu je při 500 °C dosahován povlak o tloušťce 2-4 µm a mikrotvrdosti 2300 HV. Tento povlak má dobré kluzné vlastnosti a účinně zvyšuje odolnost povrchu nástroje proti abrazivnímu a adhezivnímu opotřebení. Tento jednovrstvý povlak lze použít až do teploty 600 °C.

#### TiCN

##### **Karbonitrid titanu / Titanium carbonitride / Titancarbonitrid**

Modrošedá barva / Blue-grey colour / Blaugraufarbe

V PVD procesu je při 500 °C dosahován povlak o tloušťce 2-4 µm a mikrotvrdosti 3000 HV. Tento povlak je vysoce odolný proti opotřebení. Nízký součinitel tření chrání před vznikem studených svarů. Tento vícevrstvý gradovaný povlak lze použít až do teploty 400 °C.

#### FNT

##### **Balinit® Futura Nano Top**

Fialovošedá barva / Violet-grey colour / Violetgraufarbe

V PVD procesu je při 500 °C dosahován povlak o tloušťce 3-5 µm a mikrotvrdosti 3300 HV. Optimalizovaný poměr tvrdosti a vnitřního prnutí vrstvy povlaku zvyšuje stabilitu řezných hran nástrojů. Vynikající tepelná a chemická odolnost spolu s vynikajícími kluznými vlastnostmi umožňují zvyšování výkonu u vysoce zatěžovaných operací. Tento nanostrukturovaný povlak lze použít až do teploty 900 °C.

#### HL

##### **Balinit® Hardlube**

Tmavošedá barva / Dark grey colour / Dunkelgraufarbe

V PVD procesu je při 500 °C dosahován povlak o tloušťce 3-5 µm a mikrotvrdosti 3300 HV. Vysoká tvrdost a tepelná odolnost vrstvy TiAlN chrání řezné plochy účinně proti opotřebení, zatímco vynikající kluzné a mazací vlastnosti vrstvy WC/C zajišťují hladký odvod třísek. Výsledkem je vyšší výrobní jistota díky spolehlivému, reprodukovatelnému chování při použití. Tento vícevrstvý lamelární povlak lze použít až do teploty 800 °C.

#### OX

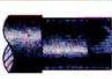
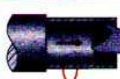
##### **Oxidace / Oxidation / Oxidieren**

Tmavošedá barva / Dark grey colour / Dunkelgraufarbe

Při chemicko-tepelném procesu ve speciálním zařízení je na povrchu zahřátých nástrojů působením suché páry a tlaku vytvářena vrstva oxidu železa. Tato vrstva oxidu zvyšuje ořezavost ostří, zvyšuje odolnost proti korozi, zlepšuje mazání nástroje.

## Příloha 20(1/2)

### Značení držáků a VBD (11)

| 1                                                                                      | 2                                                                                                 | 3                                                                                                         | 4                |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Způsob upínání                                                                         | Způsob obrábění                                                                                   | Směr řezu                                                                                                 | Způsob provedení |
| C<br> | E<br>vnější<br>  | R - pravý<br>vnější<br> | -<br>běžné       |
| P<br> | I<br>vnitřní<br> | vnitřní<br>             | X<br>univerzální |
| M<br> |                                                                                                   | L - levý<br>vnější<br>  |                  |
| S<br> |                                                                                                   | vnitřní<br>             |                  |

| 1 | 2 | 3 |   | 4 | 5    | 6 | 7  | 8 |
|---|---|---|---|---|------|---|----|---|
| S | E | R | - | X | 2525 | M | 16 | 1 |

| 5                                                     |
|-------------------------------------------------------|
| Rozměry držáku (mm)                                   |
| vnější obrábění 2525 25 x 25 mm                       |
| vnitřní obrábění 1416 14 mm - výška<br>16 mm - průměr |

| 7                 |
|-------------------|
| Velikost destičky |
| d [mm]            |
| 9,525 16          |
| 12,70 22          |

6

Celková délka

|   | $l_i$ [mm] |
|---|------------|
| H | 100        |
| J | 110        |
| K | 125        |
| L | 140        |
| M | 150        |
| N | 160        |
| P | 170        |
| Q | 180        |
| R | 200        |
| S | 250        |
| T | 300        |
| U | 350        |
| V | 400        |
| W | 450        |
| X | Spec.      |
| Y | 500        |

| 8                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Úhel $\lambda$ naklopení destičky                                                         |
| 0°                                                                                        |
| 1°                                                                                        |
| 2°                                                                                        |
| Stanoví se v závislosti na stoupání závitu a průměru obráběné součásti dle diagramu č. 1. |

## Příloha 20(2/2)

Značení VBD (11)

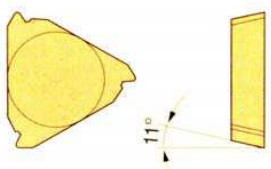
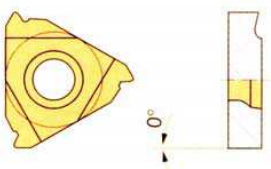
SYSTÉM  
OZNAČENÍ

**ISO**

| [1]<br>TVAR DESTIČKY                                                              | [2]<br>ÚHEL HŘBETU                                                                            | [3]<br>DĚLKA ŘEZNÉ HRANY                                                                                                                                                  | [4]<br>VNĚJŠÍ - VNITŘNÍ |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | <br><b>P</b> | <br> | vnější                  |
| <b>T</b>                                                                          | <br><b>N</b> | 16<br>22                                                                                                                                                                  | 9,525<br>12,7           |
|                                                                                   |                                                                                               |                                                                                                                                                                           | vnitřní<br><b>N</b>     |

| 1        | 2        | 3         | 4        | 5        | 6          | 7        |
|----------|----------|-----------|----------|----------|------------|----------|
| <b>T</b> | <b>P</b> | <b>16</b> | <b>E</b> | <b>R</b> | <b>175</b> | <b>M</b> |

| [5]<br>PROVEDENÍ<br>DESTIČKY | [6]<br>STOUPÁNÍ ZÁVITU                                                              | [7]<br>PROFIL ZÁVITU      |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| pravé                        | stoupání závitu                                                                     | <b>M</b> metrický 60° ISO |
| <b>R</b>                     |  | <b>W</b> whitworth 55°    |
| levé                         |                                                                                     | <b>G</b> trubkový válcový |
| <b>L</b>                     | s x 100                                                                             | <b>RA</b> obly DIN 20400  |
|                              | počet závitů na palec x 100                                                         | <b>RD</b> obly DIN 405    |

| [2]                                                                                 | ● ÚHEL HŘBETU                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| P                                                                                   | N                                                                                     |
|  |  |

## Příloha 21 (1/4)

### Technické data Concept TURN, MILL 105





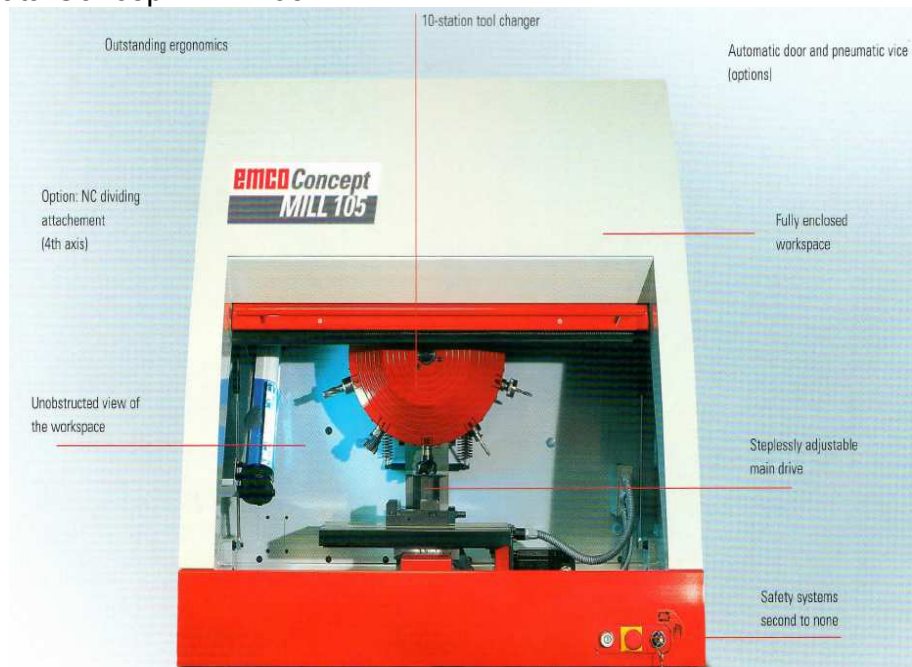
## Příloha 21(2/4)

### Technické data Concept TURN 105

| Technical Data                                      | Concept TURN 55                                | Concept TURN 105                                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>Working area</b>                                 |                                                |                                                      |
| Distance between centers                            | 335 mm (13.19")                                | 236 mm (9.29")                                       |
| Swing over bed                                      | 130 mm (5.12")                                 | 180 mm (7.09")                                       |
| Traverse paths X/Z                                  | 48/236 mm (1.89/9.29")                         | 55/172 mm (2.17/6.77")                               |
| Max. work-piece size for chuck parts with tailstock | Ø 52 mm (Ø 2.05")                              | Ø 75 mm (Ø 2.95")                                    |
| Max. turning length for chuck parts with tailstock  | 215 mm (8.46")                                 | 121 mm (4.76")                                       |
| <b>Main spindle</b>                                 |                                                |                                                      |
| Spindle bore                                        | Ø 16 mm (Ø 0.63")                              | Ø 20.5 mm (Ø 0.81")                                  |
| Bearing diameter                                    | grooved ball bearing<br>Ø 30 mm (Ø 1.18")      | taper roller bearing<br>Ø 45 mm (Ø 1.77")            |
| <b>Main drive</b>                                   |                                                |                                                      |
| Asynchronous AC motor, power                        | 0.75 kW (1.01 hp)                              | 1.9 kW (2.55 hp)                                     |
| Speed range                                         | 120–4 000 rpm                                  | 150–4 000 rpm                                        |
| <b>Feed drives</b>                                  | step motor                                     | step motor                                           |
| Positioning variation acc. to VDI 3441 (X axis)     | 0.006 mm (0.00024")                            | 0.005 mm (0.0002")                                   |
| Positioning variation acc. to VDI 3441 (Z axis)     | 0.008 mm (0.00031")                            | 0.005 mm (0.0002")                                   |
| Rapid traverse in X/Y/Z                             | 2 m/min (78.74 ipm)                            | 5 m/min (196.85 ipm)                                 |
| Max. feed force in X/Z                              | 1 000 N (224.8 lbs)                            | 2 000 N (449.6 lbs)                                  |
| <b>Tool system</b>                                  | programmable tool turret                       | programmable tool turret                             |
| Number of tool holding fixtures                     | 8                                              | 8                                                    |
| Tool holding fixture                                | works standard                                 | works standard                                       |
| Shaft height and width for external tools           | 12 x 12 mm (0.47 x 0.47")                      | 12 x 12 mm (0.47 x 0.47")                            |
| Support bore for internal tools                     | Ø 10 mm (Ø 0.39")                              | Ø 16 mm (Ø 0.63")                                    |
| <b>Driven tools</b>                                 |                                                |                                                      |
| Number of tool holding fixtures                     |                                                |                                                      |
| Power                                               |                                                |                                                      |
| Max. torque                                         |                                                |                                                      |
| Speed range                                         |                                                |                                                      |
| <b>C axis</b>                                       |                                                |                                                      |
| Resolution                                          |                                                |                                                      |
| Rapid speed                                         |                                                |                                                      |
| Max. torque                                         |                                                |                                                      |
| <b>Tailstock</b>                                    |                                                |                                                      |
| Sleeve stroke                                       | 35 mm (1.38")                                  | 120 mm (4.72")                                       |
| Quill diameter                                      | 22 mm (0.87")                                  | 35 mm (1.38")                                        |
| <b>Lubrication device</b>                           |                                                |                                                      |
| Guideways                                           | oil lubrication                                | central oil lubrication                              |
| Main spindle                                        | lifetime grease lubrication                    | lifetime grease lubrication                          |
| <b>Electrical connection</b>                        |                                                |                                                      |
| Power supply                                        | 115/230 V, 50/60 Hz                            | 230 V, 50/60 Hz                                      |
| Connection load of the machine                      | 0.85 kVA                                       | 2.3 kVA                                              |
| Max. pre-fuse of the machine                        | 12 A                                           | 16 A                                                 |
| <b>Safety devices</b>                               |                                                |                                                      |
| Fully enclosed working area, axis overtravel        |                                                |                                                      |
| Limit switches, door limit switch,                  |                                                |                                                      |
| Emergency-off switch                                | CE-complaint                                   | CE-complaint                                         |
| <b>Dimensions</b>                                   |                                                |                                                      |
| Center height above floor                           | 320 mm (12.6")                                 | 267 mm (10.51")                                      |
| Machine dimensions (L x D x H)                      | 840 x 695 x 400 mm<br>(33.07 x 27.36 x 15.75") | 1 135 x 1 100 x 1 030 mm<br>(44.69 x 43.31 x 40.55") |
| Weight                                              | 85 kg                                          | 350 kg                                               |

## Příloha 21 (3/4)

### Technické data Concep MILL 105



## Příloha 21 (4/4)

### Technické data Concep MILL 105

| Technical Data                                  | Concept MILL 55                                | Concept MILL 105                                     |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>Working area</b>                             |                                                |                                                      |
| Traverse paths X/Y/Z                            | 190/140/260 mm<br>(7.48/5.51/10.24")           | 200/150/250 mm<br>(7.87/5.91/9.84")                  |
| Effective Z-stroke                              | 120 mm (4.72")                                 | 150 mm (5.91")                                       |
| <b>Milling spindle</b>                          |                                                |                                                      |
| Bearing, front bearing                          | taper roller bearing<br>Ø 35 mm (Ø 1.38")      | spindle bearing<br>Ø 40 mm (Ø 1.57")                 |
| <b>Milling table</b>                            |                                                |                                                      |
| Clamping surface (L x W)                        | 420 x 125 mm (16.54 x 4.92")                   | 420 x 125 mm (16.54 x 4.92")                         |
| Max. table load                                 | 10 kg                                          | 10 kg                                                |
| T-stations: number/width/distance               | 2/11 mm/90 mm<br>(2/0.43"/3.54")               | 2/11 mm/90 mm<br>(2/0.43"/3.54")                     |
| <b>Main drive</b>                               |                                                |                                                      |
| Asynchronous AC motor, power                    | 0.75 kW (1.01 hp)                              | 1.1 kW (1.48 hp)                                     |
| Speed range                                     | 150–3500 rpm (14 000 rpm)                      | 150–5000 rpm                                         |
| <b>Feed drives</b>                              | step motor                                     | step motor                                           |
| Positioning variation acc. to VDI 3441 (X axis) | 0.006 mm (0.00024")                            | 0.005 mm (0.0002")                                   |
| Positioning variation acc. to VDI 3441 (Y axis) | 0.006 mm (0.00024")                            | 0.005 mm (0.0002")                                   |
| Positioning variation acc. to VDI 3441 (Z axis) | 0.008 mm (0.00031")                            | 0.005 mm (0.0002")                                   |
| Rapid traverse in X/Y/Z                         | 2 m/min (78.74 ipm)                            | 5 m/min (196.85 ipm)                                 |
| Max. feed force in X/Y/Z                        | 800/800/1 000 N<br>(179.84/179.84/224.8 lbs)   | 2 000/2 000/2 400 N<br>(449.6/449.6/539.52 lbs)      |
| <b>Tool system</b>                              | Pickup-system/manual                           | drum turret<br>with directional logic                |
| Number of tool holding fixtures                 | 8/0                                            | 10                                                   |
| Tool holding fixture                            | similar DIN 2079, SK 30                        | similar DIN 2079, SK 30                              |
| Tool tensioning                                 | automatic/manual                               | automatic                                            |
| Max. tool weight                                | 1 kg                                           | 0.7 kg                                               |
| Max. tool diameter                              | 40/60 mm (1.57/2.36")                          | 55 mm (2.17")                                        |
| Max. tool length                                | 75/100 mm (2.95/3.94")                         | 50 mm (1.97")                                        |
| <b>C axis/NC dividing attachment</b>            |                                                |                                                      |
| Resolution                                      | 0,03°                                          | 0,03°                                                |
| Max. speed                                      | 8 rpm                                          | 8 rpm                                                |
| Max. feed torque                                | 42 Nm (30.9 ft/lbs)                            | 42 Nm (30.9 ft/lbs)                                  |
| <b>Lubrication device</b>                       |                                                |                                                      |
| Guideways                                       | oil lubrication                                | central oil lubrication                              |
| Main spindle                                    | lifetime grease lubrication                    | lifetime grease lubrication                          |
| <b>Electrical connection</b>                    |                                                |                                                      |
| Power supply                                    | 115/230 V, 50/60 Hz                            | 230 V, 50 /60 Hz                                     |
| Connection load of the machine                  | 0.85 kVA                                       | 1.4 kVA                                              |
| Max. pre-fuse of the machine                    | 12 A                                           | 16 A                                                 |
| <b>Safety devices</b>                           |                                                |                                                      |
| Fully enclosed working area, axis overtravel    |                                                |                                                      |
| Limit switches, door limit switch,              |                                                |                                                      |
| Emergency-off switch                            | CE-complaint                                   | CE-complaint                                         |
| <b>Dimensions</b>                               |                                                |                                                      |
| Machine dimensions (L x D x H)                  | 960 x 1000 x 980 mm<br>(37.8 x 39.37 x 38.58") | 1 135 x 1 100 x 1 100 mm<br>(44.69 x 43.31 x 43.31") |
| Weight                                          | app. 20 kg                                     | 400 kg                                               |



## Příloha 22(1/3)

### Programové příkazy

| PŘÍKAZ    | VÝZNAM                                                                                          |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G0        | rychloposuv                                                                                     |
| G1        | posuv                                                                                           |
| G2        | kruhová interpolace ve směru hodinových ručiček                                                 |
| G3        | kruhová interpolace proti směru hodinových ručiček                                              |
| CIP       | kruhová interpolace přes mezibod                                                                |
| G4        | prodleva                                                                                        |
| G9        | přesné najetí - působí v jedné větě                                                             |
| G17       | interpolační rovina XY                                                                          |
| G18       | interpolační rovina XZ                                                                          |
| G19       | interpolační rovina YZ                                                                          |
| G25       | ohraničení minimálního pracovního pole, ohraničení počtu otáček                                 |
| G28       | ohraničení maximálního pracovního pole, ohraničení počtu otáček                                 |
| G33       | závit s konstantním stoupáním                                                                   |
| G331      | vtání závitu                                                                                    |
| G332      | zpětný pohyb při vtání závitu                                                                   |
| G40       | vypnout kompenzaci poloměru nástroje                                                            |
| G41       | zapnout kompenzaci poloměru nástroje vlevo                                                      |
| G42       | zapnout kompenzaci poloměru nástroje vpravo                                                     |
| G53       | zrušení nastavitelného posunutí nulového bodu - působí v jedné větě                             |
| G54-G57   | nastavitelné posunutí nulového bodu                                                             |
| G500      | zrušení nastavitelného posunutí nulového bodu                                                   |
| G505-G599 | nastavitelná posunutí nulového bodu                                                             |
| G80       | zpomalení rychlosti, přesné najetí                                                              |
| G801      | jemné přesné najetí                                                                             |
| G802      | hrubé přesné najetí                                                                             |
| G803      | znovu zapnout, je-li dosaženo požadované hodnoty                                                |
| G83       | řezání závitu bez synchronizace                                                                 |
| G84       | režim řízení dráhy                                                                              |
| G841      | režim řízení dráhy s programovaným přejezdem                                                    |
| G70       | programování v palcích                                                                          |
| G71       | programování v mm                                                                               |
| G90       | absolutní programování                                                                          |
| G91       | přírůstkové programování                                                                        |
| G94       | posuv v mm/min nebo Inch/min                                                                    |
| G95       | posuv v mm/ot nebo Inch/ot                                                                      |
| G96       | konstantní řezná rychlost                                                                       |
| G97       | zrušení konstantní řezné rychlosti                                                              |
| G110      | programování v polárních souřadnicích, vztažených k naposled najeté poloze                      |
| G111      | programování v polárních souřadnicích, vztažených k aktuálnímu nulovému bodu souřadného systému |
| G112      | programování v polárních souřadnicích, vztažených k poslednímu platnému pólu                    |
| G140      | měkké najetí a odjetí                                                                           |
| G141      | najetí popř. odjetí zleva                                                                       |
| G142      | najetí popř. odjetí zprava                                                                      |



## Příloha 22 (2/3)

### Programové příkazy

| PRIKAZ | VYZNAM                                                                                                          |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G143   | směr najetí příp. odjetí v závislosti na relativní poloze od počátečního popř. koncového bodu ke směru tangenty |
| G147   | najetí po přímce                                                                                                |
| G148   | odjetí po přímce                                                                                                |
| G247   | najetí po čtvrtkružnici                                                                                         |
| G248   | odjetí po čtvrtkružnici                                                                                         |
| G340   | prostorové odjetí a najetí (základní nastavení )                                                                |
| G341   | najetí a odjetí v rovině                                                                                        |
| G347   | najetí po půlkružnici                                                                                           |
| G348   | odjetí po půlkružnici                                                                                           |
| G450   | najetí na konturu a odjetí                                                                                      |
| G451   | najetí na konturu a odjetí                                                                                      |

| PRIKAZ | VYZNAM                                         |
|--------|------------------------------------------------|
| M0     | programový stop                                |
| M1     | volitelný stop                                 |
| M2     | konec programu                                 |
| M3     | start vřetena (ZAP) ve směru hod. ručiček      |
| M4     | start vřetena (ZAP) proti směru hod. ručiček   |
| M5     | stop vřetena (VYP)                             |
| M6     | výměna nástroje (musí být v samostatné větě)   |
| M8     | start chlazení (ZAP)                           |
| M9     | stop chlazení (VYP)                            |
| M10    | dělicí přístroj - zapnout zpevnění (ZAP)       |
| M11    | dělicí přístroj - vypnutí zpevnění (VYP)       |
| M17    | konec podprogramu                              |
| M25    | otevřít upínací zařízení/strojní svěrák        |
| M26    | zavřít upínací upínací zařízení/strojní svěrák |
| M27    | pootočení dělicího přístroje                   |
| M30    | konec hlavního programu                        |
| M70    | polohování vřetena s řízenou polohou           |
| M71    | zapnout ofukování (ZAP)                        |
| M72    | vypnout ofukování (VYP)                        |

## Příloha 22(3/3)

### Programové příkazy

| PŘÍKAZ    | VÝZNAM                                          |
|-----------|-------------------------------------------------|
| CYCLE 71  | čelní frézování                                 |
| CYCLE 81  | vrtání, navrtávání                              |
| CYCLE 82  | vrtání, čelní zahloubení                        |
| CYCLE 83  | vrtání hlubokých děr                            |
| CYCLE 84  | řezání závitů závitníkem bez délkové kompenzace |
| CYCLE 840 | řezání závitů závitníkem s délkovou kompenzací  |
| CYCLE 85  | vyvrtávací cyklus 1                             |
| CYCLE 86  | vyvrtávací cyklus 2                             |
| CYCLE 87  | vyvrtávací cyklus 3                             |
| CYCLE 88  | vyvrtávací cyklus 4                             |
| CYCLE 89  | vyvrtávací cyklus 5                             |
| CYCLE 90  | frézování závitů                                |
| HOLES 1   | otvory v řadě                                   |
| HOLES 2   | otvory na kružnici                              |
| LONGHOLE  | dlouhlé drážky na kružnici                      |
| POCKET 1  | frézování pravoúhlé kapsy kapsy                 |
| POCKET 2  | frézování kruhové kapsy                         |
| POCKET 3  | frézování pravoúhlé kapsy                       |
| POCKET 4  | frézování kruhové kapsy                         |
| SLOT 1    | drážky na kružnici                              |
| SLOT 2    | kruhová drážka                                  |