



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Pedagogická fakulta  
Katedra aplikované fyziky a techniky

Bakalářská práce

# Soustava a předepisování tolerancí dle ČSN, EN a ISO, se zaměřením na přesnost rozměrů a geometrie

Vypracoval: Jana Janová  
Vedoucí práce: PaedDr. Bedřich Veselý, Ph.D.  
České Budějovice Rok 2013

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou závěrečnou bakalářskou práci na téma „Soustava a předepisování tolerancí dle ČSN, EN a ISO, se zaměřením na přesnost rozměrů a geometrie“ jsem vypracovala samostatně, pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

Dále prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě - v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 25. 4. 2013

.....

## **Anotace**

Práce je zaměřena na způsob kontroly rozměrových i tvarových nepřesností, které jsou dány normami. V rámci úvodního výkladu je krátce zmíněna historie a vývoj technické normy u nás. Úvodní část dále obsahuje rešerši problematiky zapisování rozměrových

a tvarových nepřesností na výkresech podle EN a ISO. V navazující části jsou vysvětleny symboly, základní názvosloví, druhy tolerancí a jejich zápis na výkresech. Další část se zabývá správnou interpretací zápisu výkresu do praxe a soubor obrazných příloh. V závěru práce je uvedena drsnost povrchu.

## **Klíčová slova**

Tvarové nepřesnosti, rozměrové nepřesnosti, značení nepřesností, norma, tolerance, soustava tolerancí, výkres.

## **Abstrakt**

This work focuses on the ways of controlling the size and shape of inaccuracies, which are set by the standards. The historical background in the development of the technical standards in our country is also mentioned. Furthermore, the introductory chapter draws the attention to the problems of written interpretation of the dimensional and formative accuracy as referred to EN and ISO standards. The following part of this paper explains the symbols and basic terminology, types of tolerances and their entries on the drawings. Next chapter concentrates on the correct interpretation of the drawings and their written description. The collection of figurative pictures is also attached. Finally, at the end of this work the surface roughness is also discussed.

## **Keywords :**

inaccuracies shape, dimensional inaccuracies, marking inaccuracies standard, toleration, toleration system, drawing

**Poděkování**

Ráda bych poděkovala PaedDr. Bedřichu Veselému, Ph.D., vedoucímu práce za odborné vedení, podnětné rady a motivaci k vytvoření mé bakalářské práce.

## Obsah

Úvod.....	7
Cíl práce.....	9
1 Historie technické normalizace.....	10
2 Normalizace.....	13
2.1 Přehled norem.....	13
2.2 Systém označování a řazení českých norem.....	14
2.2.1 Co je vlastně technická norma.....	15
3 Tolerování a tolerance.....	16
3.1 Základní pojmy tolerování.....	16
3.2 Tolerování geometrických vlastností.....	19
3.2.1 Základní pojmy.....	20
3.2.2 Druhy geometrických tolerancí.....	21
3.2.3 Toleranční pole a toleranční prostor.....	23
4 Obalové plochy.....	32
4.1 Základní pojmy.....	32
5 Uložení součástí.....	36
6 Měření skutečných rozměrů.....	40
7 Lícování.....	42
7.1 Význam lícování.....	42
8 Soustava tolerancí a uložení ISO.....	42
9 Netolerované rozměry.....	45
10 Zápis geometrických tolerancí.....	46
10.1 Nepředepsané všeobecné geometrické tolerance.....	46
11 Drsnost povrchu.....	49
Závěr.....	55
Seznam použité literatury.....	57
Seznam obrázků a tabulek.....	59

## Úvod

Současné technologické postupy se řídí podle výkresových norem. Vzhledem ke kompatibilitě strojních součástí i výrobků se s postupným vývojem součástí, výrobků vyvíjely i normy samostatně. Úkolem sjednocování norem pro dílčí výrobky a výrobní postupy bylo a je dnes nemyslitelnou součástí pro obchodní a samostatnou výrobu.

V České Republice se normy nejen tvoří, ale i přejímají od jiných států. Po vstupu naší republiky do Evropské unie (dále jen „EU“) se evropské normy intenzivně přejímají a sjednocují. Dříve jsme se řídili tradičními normami DIN (německé normy) a nebo GOST (ruské normy). Nyní jsme v procesu postupném přejímání norem ISO (mezinárodní normy). Normy ISO nejsou stále zažité ve školství a ani v praxi. Tato skutečnost je podmětem pro vytvoření mé bakalářské práce.

Česká republika je členem řady mezinárodních normalizačních organizací, například Mezinárodního výboru pro normalizaci (ISO), nebo Evropského výboru pro normalizaci (CEN). Tyto organizace se zabývají sférami z oblasti norem, jako jsou například intelektuální, vědecké, technické a ekonomické činnosti. Technické normy v naší zemi upravuje zákon 22/1997 Sb., zákon o technických požadavcích na výrobky a související předpisy.[1]<sup>1</sup>

V bakalářské práci se zabývám technickými normami, které se týkají problematiky geometrické přesnosti. Konkrétně jsem se zaměřila předepisování tolerancí na výkresech. Normy předepisování přesností jsou velmi důležité pro dodržování

---

<sup>1</sup>[1]Bisová Lucie Absolventská práce Normy - speciální informační prameny Praha, Vyšší odborná škola informačních služeb v Praze,2001 S.6

správnosti a jakosti výrobků z hledisek mezinárodních požadavků na dané výrobky. Technické normy procházely složitým vývojem, proto se jejich vzniku věnuji hned v úvodní kapitole.

Dále jsem se pokusila vytvořit rozbor základních pojmů především ze soustavy tolerancí a uložení ISO a nepřesnostmi na výkresu.

Mezinárodní soustava tolerancí a uložení, převzatá nyní i jako evropská norma, má původ v podnikových směrnících pro volbu mezních úchylek respektive tolerančních polí a jejich výběru pro uložení hřídelů a děr.[2]<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> [2] Drastík, F. Přesnost strojních součástí podle mezinárodních norem, tolerování rozměru a geometrických vlastností. Ostrava: Montanex, a. s., 1996 str 9



## Cíl práce

Cílem této práce je vypracovat srozumitelný metodický text použitelný při výuce výkladu na téma soustavy předepisování tolerancí dle ČSN, EN a ISO se zaměřením na přesnost rozměrů, tvarovou přesnost a jejich značení. Pro dosažení tohoto cíle je nutno splnit následující dílčí cíle:

1. provést rešerši z dostupné literatury se zaměřením na nejnovější normy předepisování přesnosti rozměrů a geometrického tvaru.
2. provést rozbor základních pojmů z oblasti soustavy pro tolerování a uložení podle EN a ISO
3. provést rozbor a vysvětlení symbolů z oblasti značení přesnosti rozměrů a geometrického tvaru na výkresech podle EN a ISO
4. vysvětlit správnou praktickou interpretaci symbolů a číselných zápisů na výkresech podle EN a ISO
5. provést pozorování případných rozdílů mezi ČSN, DIN, EN a ISO
6. sestavit srozumitelný metodický text pro výklad zápisu rozměrové přesnosti a geometrického tvaru.

# 1 Historie technické normalizace

Československá normalizační společnost (dále jen „ČNS“) vytvořila za účasti zástupců vlády ČSR vrcholový orgán pro všeobecnou normalizaci v roce 1922. Datum oficiálního založení byl dne 28. prosince 1922. Než byla tato společnost vytvořena, vedly se četné debaty o jejím charakteru a organizaci.

Byly různé návrhy například o sjednocení normalizace na úrovni ministerstva veřejných prací. Po dohodě profesora Lista s československými podniky a profesními sdruženími prosadil jako nevýdělečnou společnost financovanou členskými podniky. Tím, že zajistili její nezávislost, objektivní práci pro všechny účastníky normalizačního řízení. V počátku bylo účastnících se podniků devět předních železáren, strojíren a elektrotechnických továren, které měly dohromady téměř čtyřicet tisíc zaměstnanců. Náplní společnosti byla tvorba a vydávání československých norem ČSN a byla zahájena 15. 3. 1923. Závody, které v ČSN byly organizovány na členském principu společné smlouvy, členové společnosti platili roční příspěvky podle počtu zaměstnanců. S počátku se zaměřili na rozměrové normy strojních součástí k zabezpečení jejich zaměnitelnosti mezi různými nezávislými výrobci. Sjednocení norem strojních součástí probíhalo u nás a soustavně i u všech průmyslových států. Jako první se normalizovali závity - vyloučily se nevhodné typy, zúžil se počet tvarů a tím bylo dosaženo zjednodušení výroby, evidence ve skladech a možnost využití výrobků v kterémkoliv podniku. ČSN zareagovala na potřeby a nároky na trhu, urychlila se normalizace železných a ocelových materiálů, barevných kovů a slitin, tím se postupně zpracovávaly

a vydávaly technické normy dokazující kvalitu a stanovující metody zkoušení. V letech 1948 - 1950 došlo k pokusům o začlenění ČS normalizaci pod státní kontrolu. V roce 1951 stát zřídil úřad pro normalizaci s úkolem řídit technickou normalizaci v plném rozsahu národního hospodářství. To ukončilo ČSN a ESČ (Elektrotechnický svaz český) založené na spolkovém principu. Řízení technické normalizace převzal stát. Následně byla sloučená všeobecná a elektronická normalizace a převedena pod ÚNMZ (Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví). Tím se technická normalizace stala centrálně řízenou částí státem plánovaného hospodářství. Technická normalizace byla zákonným předpisem vytyčena vládním nařízením č. 45/1951 Sb. o technické normalizaci. Následně byla vyhlášená závaznost norem pro každého, koho se týkala, tím byla zavedena norma ze zákonného předpisu.

Technické normalizaci stanovil jej tak, že se vytváří technické normy s taxativně vyjmenovaným předmětem normalizace (tvarů, rozměrů, kvality výrobků a podobně). Byla vyhlášena závaznost norem pro každého, koho se věcně týkají. Tím byla zavedena všeobecná návaznost norem ze zákonného předpisu. Vedle toho se ještě tolerovaly normy směrné, to znamená nezávazné. Zavedly se tyto kategorie technických norem: státní, úsekové a podnikové. Značka ČSN dostává nový obsah. Jsou jí označovány Československé státní normy, protože nebylo vždy možné z nejrůznějších důvodů například technických, ekonomických a jiných je dodržet, výjimka udělaná ÚNMZ uvedla výrobce/ dodavatele formálně do souladu se zákonem. Institut výjimek povolovaných ÚNMZ trval po celou dobu existence státních norem až do roku 1991. ÚNMZ je organizační složkou státu v rezortu Ministerstva průmyslu a obchodu ČR. Hlavním posláním ÚNMZ je zabezpečovat úkoly vyplývající ze zákonů České republiky upravujících technickou

normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví a úkoly v oblasti technických předpisů a norem uplatňovaných v rámci členství ČR v Evropské unii, které usnadňují sériovou výrobu, zrychlují vývoj, zlevňují výrobu, tím pádem snižují cenu výrobku a umožňují vzájemnou vyměnitelnost, kontrolovatelnost normalizovaných dílů.[3],[4]<sup>3</sup>

Na normalizaci navazuje lícování, které se zavedlo v 90 letech 19. století. Začalo se používat mezních rozměrů, které byly založeny nikoliv na požadavku dosažení přesného rozměru, nýbrž dovolené nepřesnosti. To nám zajistilo dokonalou vyměnitelnost součástí[4]<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup>[3]<http://www.mmspektrum.com/clanek/tendence-v-procesu-tvorby-technickych-norem.html> 24. 1.2013

<sup>4</sup>[4]Bc. Lorencová R., Diplomová práce , Masarykova univerzita Pedagogická fakulta, katedra didaktických technologií, Brno 2012 str.23

## 2 Normalizace

### 2.1 Přehled norem

- ISO (International Organization for Standardization) Mezinárodní organizace pro normalizaci
- CEN (Comité Européen de Normalisation) Evropský výbor pro normalizaci
- ČSN Česká technická norma Text kapitoly

TABULKA 1: Označování norem

#### Označování norem:

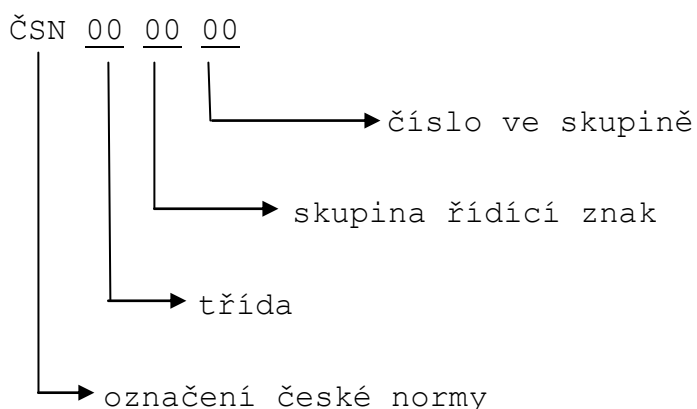
Označení	Druh normy	Příklad
	Norma, její číslo-část: datum schválení	
<b>ISO</b> ...	Mezinárodní norma	<b>ISO</b> 286:1985
<b>IEC</b> ...	Mezinárodní elektrotechnická norma	<b>IEC</b> 749:1985
<b>EN</b> ...	Evropská norma	<b>EN</b> 997-1:1995
<b>ČSN</b> ...	Česká technická norma	<b>ČSN</b> 01 3130
	Normy s převzatou normou ISO, či EN	
<b>EN</b> ...	Původní norma ISO 286	<b>EN</b> 20286:1993 (starší značení)
	Původní norma ISO 286	<b>EN ISO</b> 286:1993 (současné značení)
<b>ČSN</b> ...	Původní norma ISO 286 (přidán třídící znak podle oboru)	<b>ČSN ISO</b> 286:1996 (01 4201)
<b>ČSN</b> ...	Původní norma EN 286 (třídící znak shodný s původní ČSN)	<b>ČSN EN</b> 286:1996 (01 4201)
<b>ČSN</b> ...	Norma ISO 286 převzatá EN a pak ČSN (třídící znak shodný s původní ČSN)	<b>ČSN EN ISO</b> 286-2:1996 (01 4201) <sup>5</sup> [5]

<sup>5</sup>[5] Veselý, B. Komparace normativů v grafické komunikaci ČSN, EN a ISO., Kurz 4. České Budějovice: Vydala JU-PF České Budějovice 2008

## 2.2 Systém označování a řazení českých norem

Označování a řazení českých norem se skládá ze značky české normy (například ČSN, nebo ČSN P - předběžná, ČSN - návrh)

Dále se skládá z šestimístního čísla - tzv. třídícího číselného označení a z čísla uvedeného za pomlčkou. Pomlčkami se odděluje v případě rozdělení normy do více částí nebo pod částí, (např. ČSN 2768 - 1)



Označování převzatých norem se skládá ze značky české normy a značky normy mezinárodní nebo evropské například ČSN ISO 2768 -1 nebo kombinaci obou předchozích například ČSN 01 0172 - ISO 5964. V posledním případě, když jde o zpracování dokumentů HD nebo QC pak jejich označením je například ČSN 34 7410-3 HD 21.3S2, ČSN 723 - QC 25 0000.

V případě převzatých norem je této normě přiřazen identifikační znak, podle kterého je norma zařazena do našeho systému číselného označení nebo třídění.

Každá členská evropská země v EU musí do určitého termínu zavést evropskou normu v identické podobě jako národní normu. Evropská norma v nutných případech může obsahovat národní odchylku ve formě dodatku.[6]<sup>6</sup>

### **2.2.1 Co je vlastně technická norma**

Technická norma je dokumentovatelná dohoda, která je používána opakovaně a poskytující pravidla, směrnice a pokyny nebo charakteristické činnosti zajišťující, aby materiál, výrobek nebo postup či služba splňovaly daný účel. Dnes jsou technické normy kvalifikované doporučení a jejich použití je dobrovolné a všestranně výhodné.[7]<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup>[6][http://feil.vsb.cz/kat420/vyuka/hgf/rozvody\\_lomy/01\\_normy.pdf](http://feil.vsb.cz/kat420/vyuka/hgf/rozvody_lomy/01_normy.pdf)  
20.2.2013

<sup>7</sup>[7]PLÍŠTILOVÁ P. Bakalářská práce, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství v Brně 2012 str.14

## 3 Tolerování a tolerance

### 3.1 Základní pojmy tolerování

**Rozměr** - číselně vyjádřená hodnota délky (délkový rozměr) nebo úhlu (úhlový rozměr) v obvyklých jednotkách (na výkresech se uvádí v mm).

**Jmenovitý rozměr** - rozměr, k němuž jsou vztaženy mezní úchytky.

**Skutečný rozměr** - rozměr zjištěný měřením.

**Místní skutečný rozměr** - rozměr vzdálenosti dvou libovolných protilehlých bodů průřezu.

**Mezní rozměry** - dva krajní přípustné rozměry prvku, mezi nimiž musí ležet (nebo jim být nejvýše rovný) skutečné rozměry prvku.

**Horní mezní rozměr  $D_{\max}$**  - je největší přípustný rozměr prvku.

**Dolní mezní rozměr  $D_{\min}$**  - je nejmenší přípustný rozměr prvku.

**Úchylka** - algebraický rozdíl mezi rozměrem a jmenovitým rozměrem. Úchylka může být kladná nebo záporná, popř. nulová. Je označována písmeny  $e$  (pro prvky charakteru hřídele) nebo  $E$  (pro prvky charakteru díry).

**Horní úchylka** - algebraický rozdíl mezi horním mezním rozměrem a jmenovitým rozměrem. Označení pro hřídel  $e_s$  a díry  $E_S$ .



**Dolní úchylka** - algebraický rozdíl mezi dolním mezním rozměrem a jmenovitým rozměrem. Označení pro hřídel  $e_i$  a díry  $E_I$ .

**Rozměrová tolerance** - algebraický rozdíl mezi horním mezním rozměrem a dolním mezním rozměrem. (tolerance má vždy hodnotu větší než nula - kladnou.).

**Základní tolerance** - každá hodnota tolerance rozměru uvedená tabelárně v soustavě tolerancí a uložení podle ISO 286.

**Toleranční pole** - prostor vymezení horním a dolním mezním rozměrem. Velikost tolerančního pole je dána velikostí hodnoty tolerance, poloha tolerančního pole je udána vzhledem k nulové čáře základní úchylkou.

**Nulová čára** - čára zobrazující jmenovitý rozměr.

**Základní úchylka** - úchylka udávající polohu tolerančního pole. (v soustavě tolerancí a uložení ISO je základní úchylkou vždy úchylka bližší nulové čáře, druhá úchylka dolní nebo horní se nazývá přidružená)

**Mez maxima materiálu** - označen  $MML$ . ten z mezních rozměrů prvku, při němž má součást největší objem materiálu, tzn.:

- pro hřídel je mezní maxima materiálu horní mezní rozměr (největší průměr obalového opsaného prvku);
- pro díru je mezní maxima materiálu dolní mezní rozměr (nejmenší průměr obalového vepsaného prvku)

**Mez minima materiálu** - označen  $LML$ . ten z mezních rozměrů prvku, při němž má součást nejmenší objem materiálu tzn.:

- pro hřídel je mezní minima materiálu dolní mezní rozměr (nejmenší průměr obalového opsaného prvku);

- pro díru je mezní minima materiálu horní mezní rozměr (největší průměr obalového vepsaného prvku) [2]<sup>8</sup>

Základní pojmy tolerování jsou upraveny podle normy ISO ČSN 2768 - 1 tato norma rozděluje všeobecné tolerance do čtyř tříd přesností. Každá třída má určitou skupinu rozměrů a tyto skupiny jsou definovány konkrétními tolerancemi.

Uvedená norma obsahuje tabulky s hodnotami nepředepsaných úchylek pro délkové rozměry, dále zkosení a zaoblení hran[8]<sup>9</sup>

Vysvětlení některých zkratk

<b>D<sub>max</sub></b>	-	horní mezní rozměr díry
<b>d<sub>max</sub></b>	-	horní mezní rozměr hřídele
<b>D<sub>min</sub></b>	-	dolní mezní rozměr díry
<b>d<sub>min</sub></b>	-	dolní mezní rozměr hřídele
<b>T</b>	-	tolerance rozměru díry
<b>t</b>	-	tolerance rozměru hřídele
<b>ES, es</b>	-	horní mezní úchylka
<b>EI, ei</b>	-	dolní mezní úchylka
<b>JR</b>	-	jmenovitý rozměr

**Polohy tolerančních** polí jsou definovány písmeny abecedy. Pro polohy tolerančních polí vnějších rozměrů (například hřídele) jsou určena písmena malé abecedy a pro polohy

---

<sup>8</sup> [2]Drastík, F. Přesnost strojních součástí podle mezinárodních norem, tolerování rozměru a geometrických vlastností. Ostrava: Montanex, a. s., 1996 str.11-14;str.13-15

<sup>9</sup>[8]výkresová dokumentace <https://103.vyjmečny.cz/Download/kapt.3.pdf.pdf>. - Adobe reader - skripta Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně

tolerančních polí vnitřních rozměrů (například díry) jsou určena písmena velké abecedy. Schéma umístění jednotlivých poloh vzhledem k nulové čáře udává obrázek č. 24.

### **Udávání přesnosti rozměrů na výkresu**

Z hlediska tolerancí se rozlišují rozměry:

**Tolerované** - požadovaná přesnost se udává připsáním mezních úchylek bezprostředně za jmenovitý rozměr

**Netolerované** - přesnost je stanovena buď všeobecnou normou nebo technickými podmínkami sjednanými mezi výrobcem a zákazníkem

**Informativní** - nemají toleranci

### **Mezní úchytky tolerovaných rozměrů se zapisují**

Toleranční značkou u rozměrů, které je možno kontrolovat pevnými mezními kalibry, tj. hlavně při výrobě sériové a hromadné. Toleranční značka se píše za jmenovitý rozměr stejně vysoká jako kóta, mezi písmenem a číslicí ve značce se nedělá mezera. Toleranční značkou spolu s číselnými hodnotami úchylek nebo mezních rozměrů v případech, kdy není jasné, bude-li mít výrobce potřebné mezní kalibry. Úchytky se zapisují za značkou do závorky, horní úchytky se zapisuje vždycky nad úchytkou dolní nezávislé na tom, jedná-li se o rozměr vnější (hřídel) nebo vnitřní (díra). Úchytky se zapisují číslicemi stejně velkými jako kóta.

## **3.2 Tolerování geometrických vlastností**

Tolerováním geometrických vlastností se rozumí zejména předepsání vhodných geometrických tolerancí. Předepsané geometrické tolerance se mohou vztahovat:

- k jednomu prvku,
- ke dvěma nebo více prvkům,

### 3.2.1 Základní pojmy

**Prvek** - zobecněný název, jímž se pole okolností rozumí bod, čára, plocha (geometrické prvky) na součásti, nebo zkosená hrana, závit, středící důlek, zápich atd. (konstrukční prvky) Za jeden prvek se pro účely geometrického tolerování považují dvě rovnoběžné roviny a to i roviny tečné k válci, kouli atd.

**Profil** - průsečnice plochy s rovinou (nebo s danou plochou).

**Jmenovitý tvar (též geometrický)** - ideální tvar geometrického prvku určený výkresem nebo jiným technickým dokumentem.

**Jmenovitý povrch nebo plocha** - ideální plocha, jejíž rozměry a tvar odpovídají jmenovitým rozměrům a jmenovitému tvaru. (může být nazván též geometrický, výkresový ideální)

**Jmenovitý (geometrický) profil** - profil získaný řezem jmenovitého (geometrického) povrchu nebo plochy rovinou (nebo danou plochou).

**Skutečný povrch nebo plocha** - plocha získaná výrobou (definován jako monomolekulární vrstva ohraničující těleso a oddělující ho od okolního prostředí)

**Skutečný profil** - průsečnice skutečné plochy s rovinou (nebo danou plochou) uvádějí se bez zahrnutí mikronerovností drsnosti povrchu.

**Vztažený úsek** - plocha daných rozměrů nebo čára dané délky, na níž se vztahuje příslušná geometrická tolerance. (není-li podepsán), vztahují se geometrické tolerance na celou plochu nebo celou délku prvku.

**Základní prvek** - skutečný prvek, který slouží ke stanovení příslušné základny pro geometrické tolerance.

**Základna** - teoretický přesný geometrický prvek (rovina, přímka - též osa, bod - též střed), k němuž se vztahuje geometrická tolerance tolerovaného prvku.

**Dílčí základna** - bod, úsečka nebo omezená plocha na základě, na nichž musí být zajištěn styk součásti se základnami kontrolního (měřicího) zařízení.

### 3.2.2 Druhy geometrických tolerancí

Geometrické tolerance definují přípustné odchylky skutečných tvarů a poloh od tvarů a poloh teoreticky přesných. Předepisují se pouze tehdy, jsou-li důležité z hlediska požadavku na funkci součásti.

Mohou se vztahovat:

- k jednomu prvku,
- ke dvěma nebo více prvkům<sup>10</sup>[2]

---

<sup>10</sup> [2] Drastík, F. Přesnost strojních součástí podle mezinárodních norem, tolerování rozměru a geometrických vlastností. Ostrava: Montanex, a. s., 1996 str.68

TABULKA č. 2: Značky geometrických tolerancí [13]

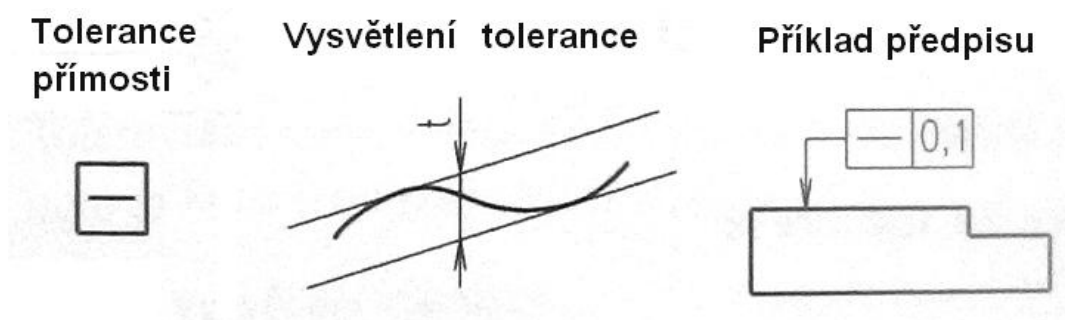
Geometrické tolerance		Značka
Tvaru	Přímosti	
	Rovinnosti	
	Kruhovitosti	
	Válcovitosti	
	Tvaru profilu	
	Tvaru plochy	
Směru	Rovnoběžnosti	
	Kolmosti	
	Sklonu	
Polohy	Umístění	
	Souměrnosti a sousostí	
	Souměrnosti	
Házení	Kruhového	
	Celkového	

### 3.2.3 Toleranční pole a toleranční prostor

Geometrické tolerance jsou definovány pomocí tolerančního pole nebo tolerančního prostoru, ve kterém musí geometrický prvek (přímka, rovina, plocha) ležet. Ukázka tolerancí na výkresu je uvedena v přílohách č. 4,6.

#### Tolerance přímosti

Každá skutečná přímka, která má ležet v rovině rovnoběžné s průmětnou, ve které je přímost označena, musí ležet mezi dvěma rovnoběžkami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance přímosti  $t$  ( $t = 0,1$  mm).



Obr.č.1:Tolerance přímosti, převzato a upraveno z[2]str. 89

#### Tolerance rovinnosti

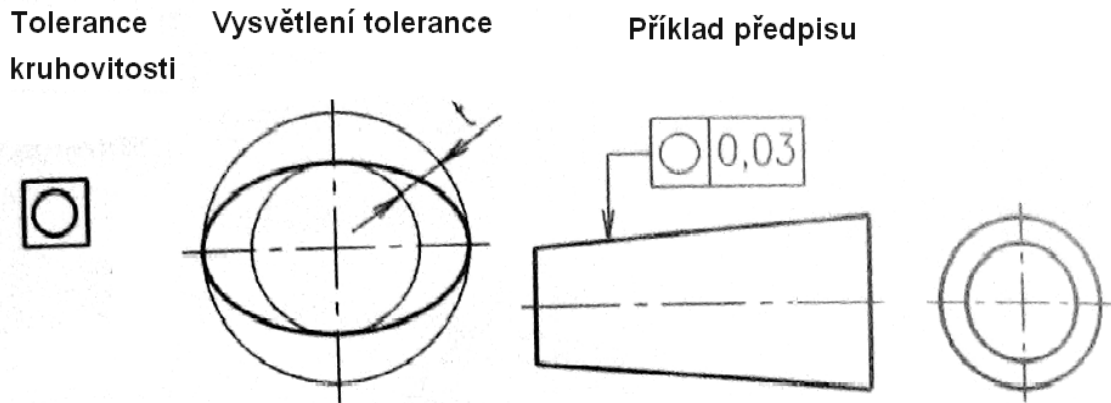
Skutečná plocha musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance rovinnosti  $t$  ( $t = 0,06$  mm).



Obr. č. 2: Tolerance rovinnosti, převzato a upraveno z [2]str. 90

## Tolerance kruhovitosti

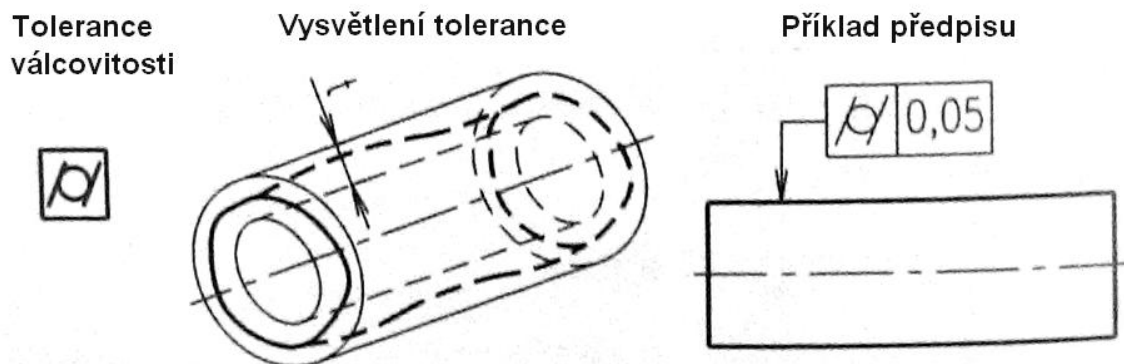
Skutečný profil v kterémkoliv průřezu musí ležet mezi dvěma soustřednými kružnicemi vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance kruhovitosti  $t$  ( $t = 0,03$  mm).



Obr. č. 3: Tolerance kruhovitosti, převzato a upraveno z [2]str.90

## Tolerance válcovitosti

Skutečná válcová plocha musí ležet mezi dvěma souosými válci vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance válcovitosti  $t$  ( $t = 0,05$  mm).



Obr. č. 4: Tolerance válcovitosti, převzato a upraveno z [2]str. 91



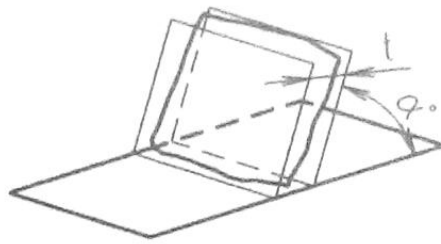
## Tolerance sklonu

Tolerovaná rovina musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance  $t$  ( $t = 0,08$  mm) a skloněnými od teoreticky přesného úhlu  $\alpha$  ( $\alpha = 35^\circ$ ) v základní rovině (A).

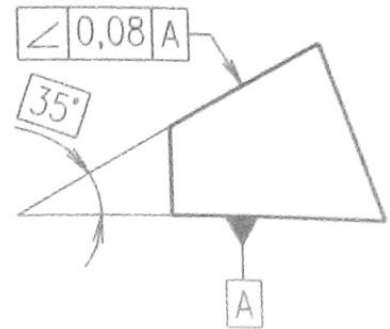
### Tolerance sklonu



### Vysvětlení tolerance



### Příklad předpisu



Obr. č. 5: Tolerance sklonu, převzato a upraveno z [2] str. 117

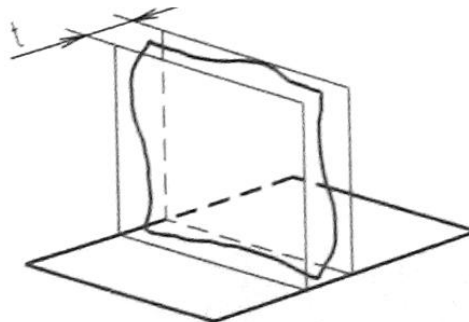
## Tolerance kolmosti

Tolerovaná rovina musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance kolmosti  $t$  ( $t = 0,06$  mm) a kolmými k základní rovině (A).

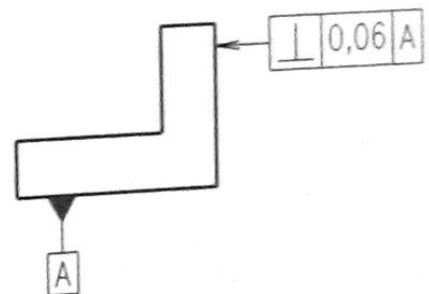
### Tolerance kolmosti



### Vysvětlení tolerance



### Příklad předpisu



Obr. č. 6: Tolerance kolmosti, převzato a upraveno z [2] str. 120

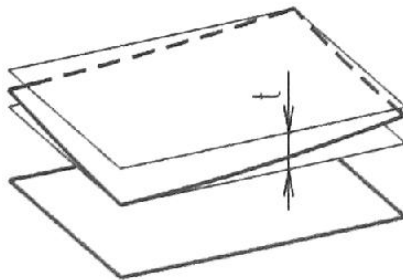
## Tolerance rovnoběžnosti

Tolerovaná rovina musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance rovnoběžnosti  $t$  ( $t = 0,02 \text{ mm}$ ) a rovnoběžnými se základní rovinou (A).

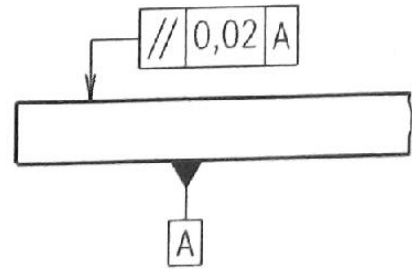
Tolerance rovnoběžnosti



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



Obr. č. 7: Tolerance rovnoběžnosti, převzato a upraveno z [2] str. 124

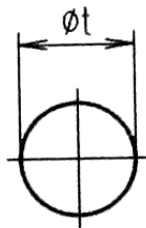
## Tolerance umístění

Osa tolerované díry musí ležet uvnitř válcového tolerančního pole o průměru rovném toleranci umístění  $t$  ( $t = 0,3 \text{ mm}$ ). Střed díry leží v teoreticky přesné poloze.

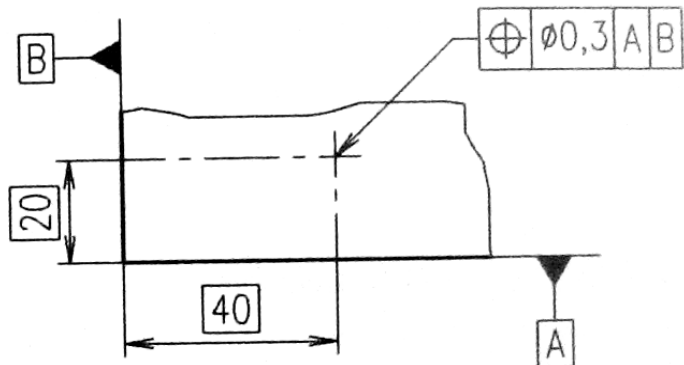
Tolerance umístění



Vysvětlení tolerance



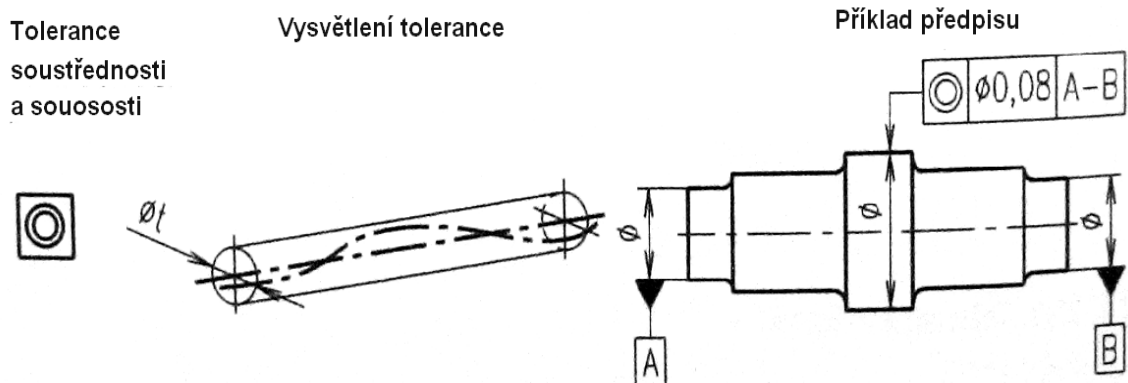
Příklad předpisu



Obr. č. 8 Tolerance umístění, převzato a upraveno z [2] str. 129

## Tolerance soustřednosti a sousosti

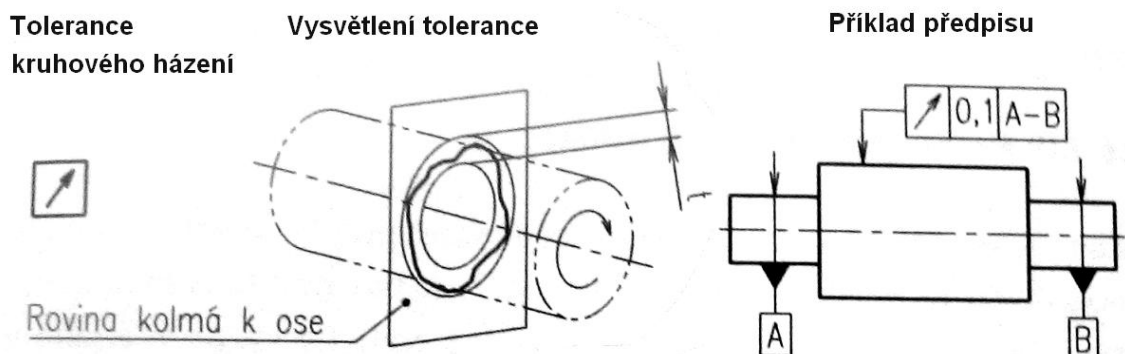
Osa tolerovaného prvku musí ležet uvnitř válcového tolerančního pole o průměru rovném toleranci sousosti  $t$  ( $t = 0,08 \text{ mm}$ ), jeho osa je shodná se základní osou (osy čepu A- B).



Obr. č. 9: Tolerance soustřednosti a sousosti, převzato a upraveno z [2] str. 129

## Tolerance kruhového házení

Kruhové házení rozdělujeme na obvodové a čelní. Kruhové obvodové házení je omezeno dvěma soustřednými kružnicemi vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance házení  $t$  ( $t = 0,1 \text{ mm}$ ). Střed y kružnic leží na základní ose (společná osa A - B).



Obr. č. 10: Tolerance kruhového házení, převzato a upraveno z [2] str. 139

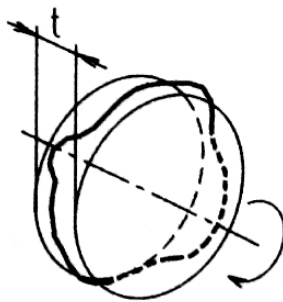
## Tolerance celkového házení

Celkové házení rozdělujeme stejně jako házení kruhové na obvodové a čelní. Celkové čelní házení je omezeno dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance házení  $t$  ( $t = 0,1 \text{ mm}$ ). Tyto roviny jsou kolmé k základní ose (A).

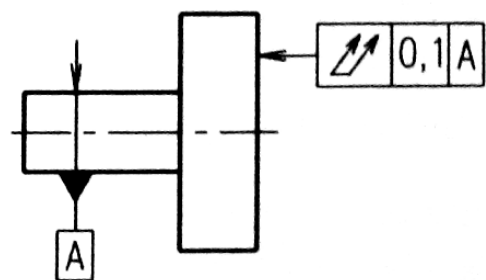
### Tolerance celkového házení



### Vysvětlení tolerance



### Příklad předpisu



Obr. č. 11: Tolerance celkového házení, převzato a upraveno z [2] str. 145

## Tolerance tvaru profilu

Skutečný profil tolerované čáry musí ležet mezi dvěma ekvidistantními čarami vzdálenými od sebe o předepsanou toleranci  $t$  ( $t = 0,04 \text{ mm}$ ).

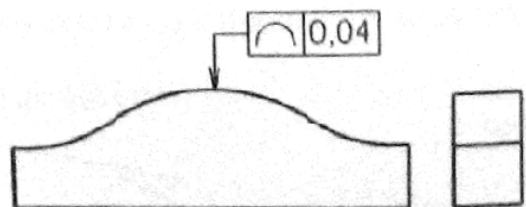
### Tolerance tvaru profilu



### Vysvětlení tolerance



### Příklad předpisu



Obr. č.12: Tolerance tvaru profilu, převzato a upraveno z [2] str.146

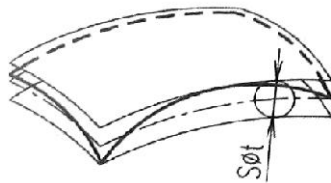
## Tolerance tvaru plochy

Skutečná plocha musí ležet mezi dvěma ekvidistantními plochami, které obalují koule o průměrech rovným toleranci

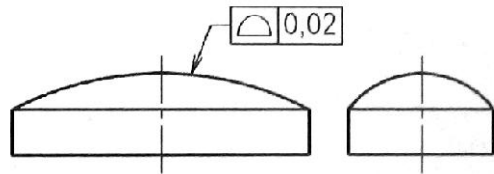
Tolerance tvaru plochy



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



tvaru plochy  $t$  ( $t = 0,02$  mm).

Obr. č. 13: Tolerance tvaru plochy, převzato a upraveno z [2] str. 146

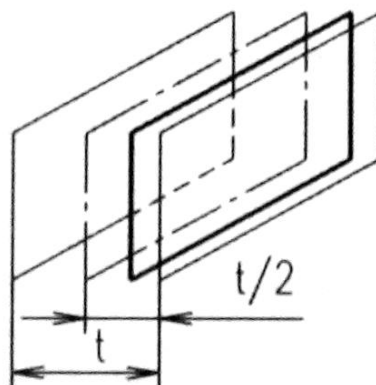
## Tolerance souměrnosti

Rovina souměrnosti musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance souměrnosti  $t$  ( $t = 0,06$  mm) a souměrně umístěnými vzhledem k základní rovině souměrnosti.

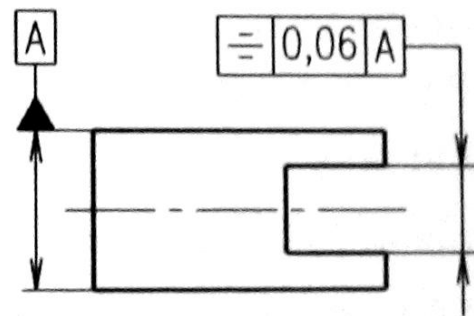
Tolerance souměrnosti



Vysvětlení tolerance



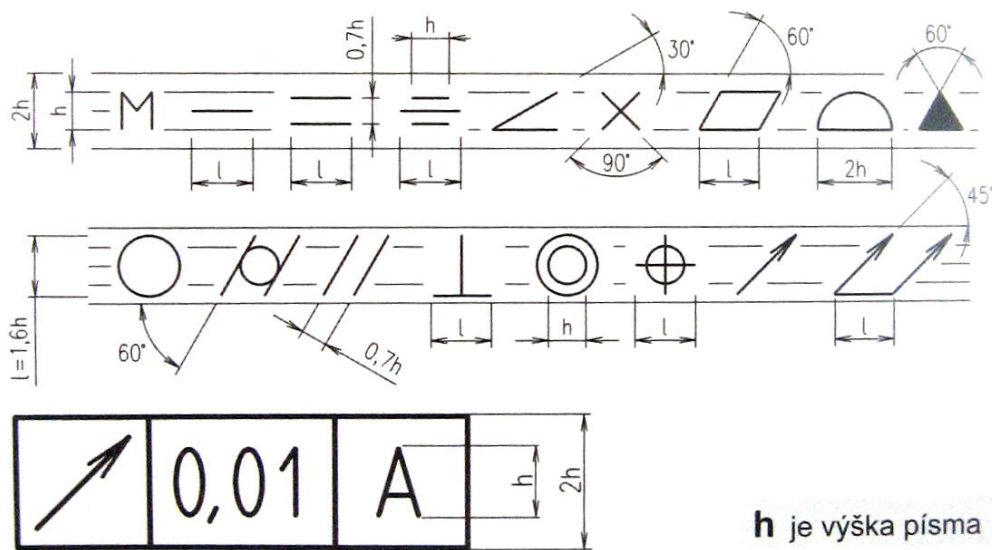
Příklad předpisu



Obr. č. 14: Tolerance souměrnosti, převzato a upraveno z [2] str. 177

## Rozměry tolerančních rámečků a značek

Rozměry tolerančních rámečků a značek jsou závislé na velikosti písma  $h$  použitého pro popisování výkresu. První pole zleva je čtvercové, délka ostatních polí se řídí délkou zápisu v nich. Rámeček se kreslí čarou stejné tloušťky jako písmo použité ve značce.<sup>11</sup> [2]



Obr. č. 15: Rozměry tolerančních rámečků a značek, převzato a upraveno z [2] str. 76-77

### Mezní úchytky tolerovaných rozměrů se zapisují

Toleranční značkou u rozměrů, které je možno kontrolovat pevnými mezními kalibry, tj. hlavně při výrobě sériové a hromadné. Toleranční značka se píše za jmenovitý rozměr stejně vysoká jako kóta, mezi písmenem a číslicí ve značce se nedělá mezera. Toleranční značkou spolu s číselnými

<sup>11</sup> [2] Drastík, F. Přesnost strojních součástí podle mezinárodních norem, tolerování rozměru a geometrických vlastností. Ostrava: Montanex, a. s., 1996 str.76-177

hodnotami úchylek nebo mezních rozměrů v případech, kdy není jasné, bude-li mít výrobce potřebné mezní kalibry. Úchytky se zapisují za značkou do závorky, horní úchytky se zapisuje vždycky nad úchytkou dolní nezávislé na tom, jedná-li se o rozměr vnější (hřídel) nebo vnitřní (díra). Úchytky se zapisují číslicemi stejně velkými jako kóta.

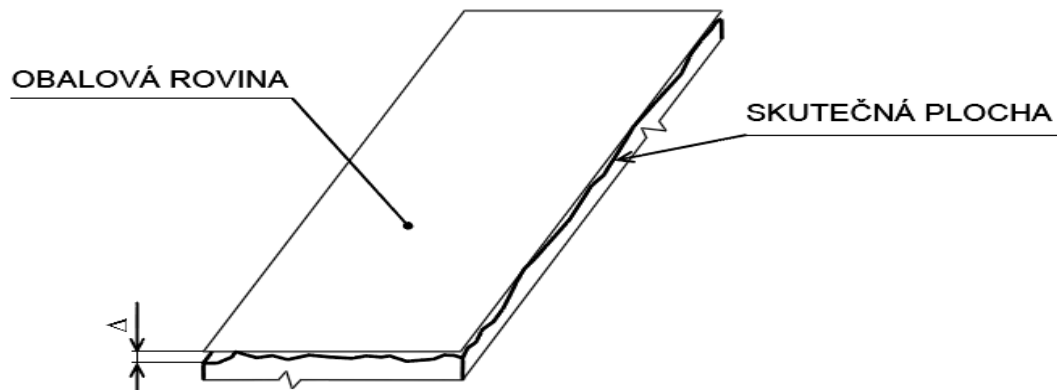
Číselnými hodnotami mezních úchylek v mm u rozměrů, které nelze kontrolovat mezními kalibry nebo se použití kalibrů nepředpokládá (kusová výroba, oprava strojů). Pokud je třeba omezit rozměr pouze v jednom směru, píše se za tento rozměr údaj max. nebo min.[9]<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> [9] <http://search.seznam.cz/zcu.yc.cz/TD/TOLEROVANI.doc> 20.12.2012

## 4 Obalové plochy

Mezní úchytky rozměrů se předepisují k přesným geometrickým tvarům součástí. Skutečně vyrobené součásti však nemají přesný geometrický tvar, stejně jako nemají absolutně přesné rozměry. Proto je třeba tolerovat i geometrický tvar a polohu ploch součástí.



Obr. č. 16: Obalové plochy, převzato a upraveno z [2]

### 4.1 Základní pojmy

**Skutečná plocha** - plocha ohraničující součást a odděluje ji od okolního prostředí

**Jmenovitá plocha** - ideální plocha, jejíž jmenovitý tvar je určen výkresem nebo jinou technickou dokumentací

**Obalová plocha** - má tvar jmenovité plochy, dotýká se skutečné plochy, leží vně materiálu součásti. Úchylka tvaru skutečné plochy od tvaru jmenovité plochy vyjadřuje největší vzdálenost bodů skutečné plochy od obalové plochy, ve směru normály k obalové ploše.

**Tolerance tvaru** - největší dovolená hodnota úchytky tvaru



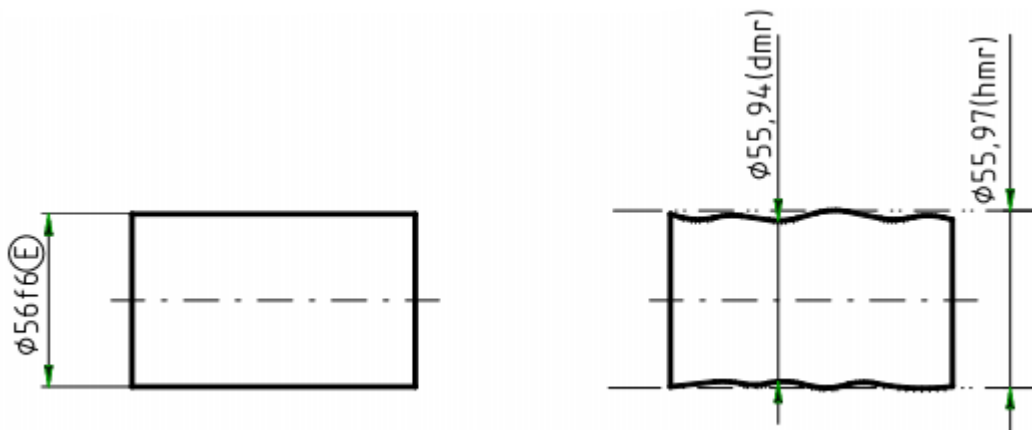
**Úchylky polohy** - vzdálenosti vyjadřující polohu posuzované plochy nebo čáry vzhledem k její jmenovité poloze, která se určí jmenovitými délkovými příp. úhlovými rozměry vzhledem ke zvoleným základnám.[2]<sup>13</sup>

Tolerance tvaru a polohy se předepisují na výkrese stanoveným označením, ale jen tehdy, je-li to nutné z funkčních nebo technologických důvodů. Většinou se provádí požadavek kontroly obalovou plochou, tam kde jsou dvě součásti (hřídel a díra) a tvoří uložení. Požadavek kontroly se umísťuje za tvarovým rozměrem a zapisuje se písmenem **E** v kroužku. Značka určuje závislost mezi rozměrem a tvarem a tím určuje rozměr prvku na mezi maxima materiálu, kde musí být dodržen geometricky správný tvar daného prvku.

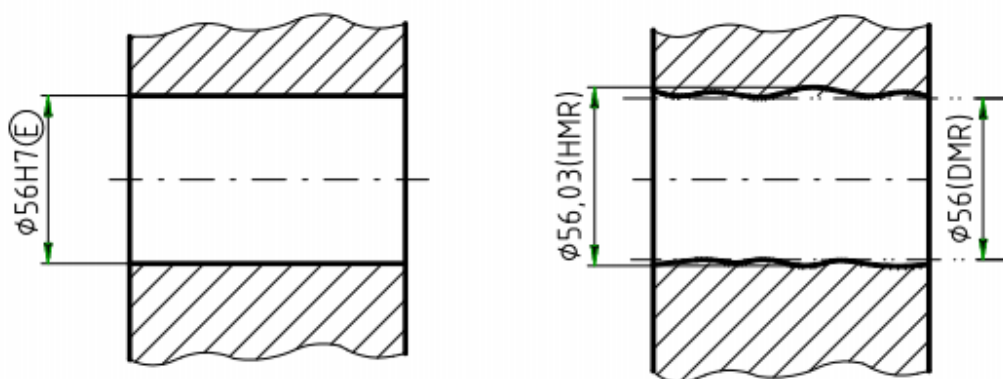
Požadavek kontroly obalovou plochou pro prvky charakteru hřídele je, že tolerovaný prvek musí ležet uvnitř obalové plochy správného geometrického tvaru o maximálním rozměru *hmr*. Prvky charakteru díry, jehož obalový válec geometricky správného tvaru vepsaný skutečné díře nesmí mít průměr menší než *DMR*.

---

<sup>13</sup> [2] Drastík, F. Přesnost strojních součástí podle mezinárodních norem, tolerování rozměru a geometrických vlastností. Ostrava: Montanex, a. s., 1996 str.

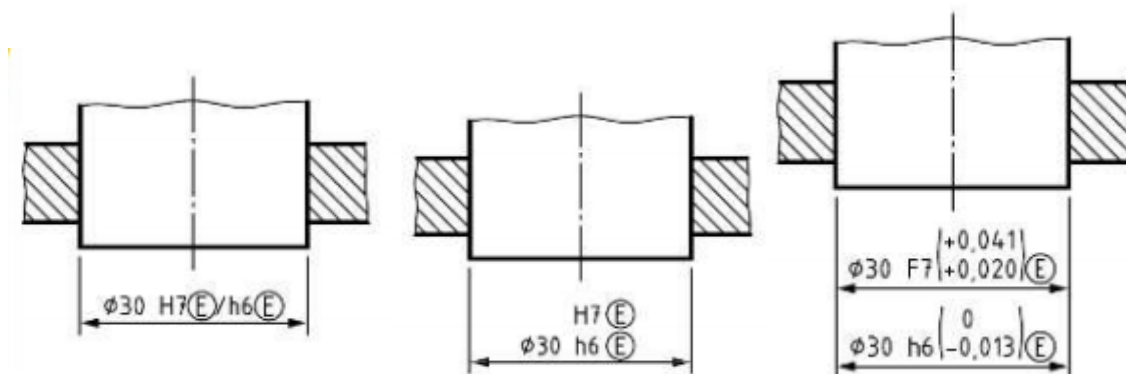


Obr. č. 17 Požadavek kontroly obalovou plochou pro hřídel převzato a upraveno z [16]



Obr. č. 18 Požadavek kontroly obalovou plochou pro díru a hřídel převzato a upraveno z [16]

Podle normy ČSN EN ISO 14405-1



Obr. č. 19 Příklady montážních výkresů s ISO kódem systémů tolerování uložení dvou prvků. [10]<sup>14</sup>

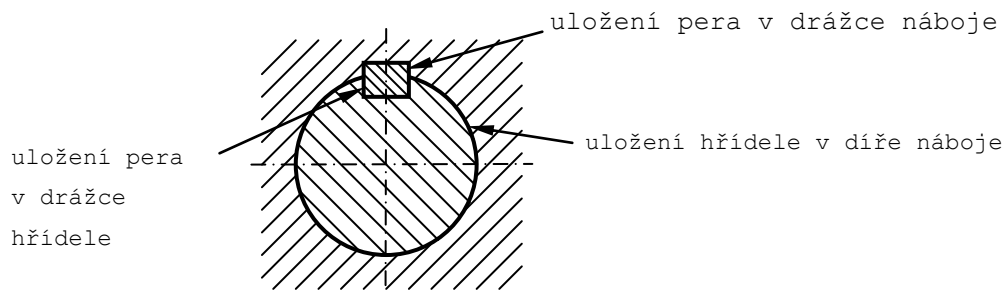
---

<sup>14</sup>[10]<http://www.347.vsb.cz/staff/Kunzova/zs-kunzova-prednaska5.pdf>  
25.5.2013

## 5 Uložení součástí

### Uložení

Uložení je vzájemný vztah mezi prvkem charakteru hřídele a prvkem charakteru díry. Přitom prvek charakteru hřídele ani prvek charakteru díry nemusí mít nutně kruhový průřez.



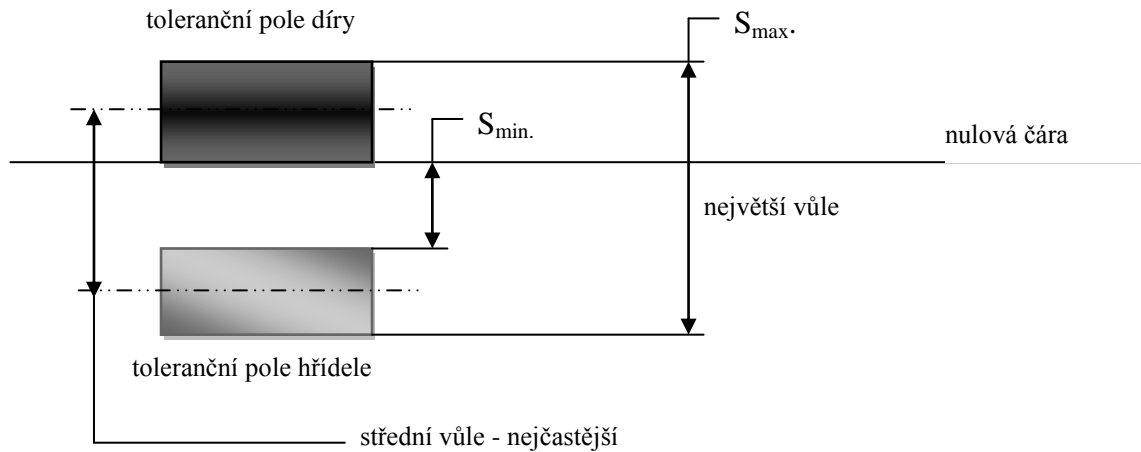
Obr. č. 20: Uložení, převzato a upraveno z [2] str. 19

Podle vzájemné polohy tolerančních polí prvků, které jsou tvořena dvěma rovnoběžnými rovinami (například hřídel a díra nebo pero a drážka v hřídeli) před montáží mohou výsledně nastat dva typy uložení:

- uložení s vůlí,
- uložení s přesahem.

## Uložení s vůlí

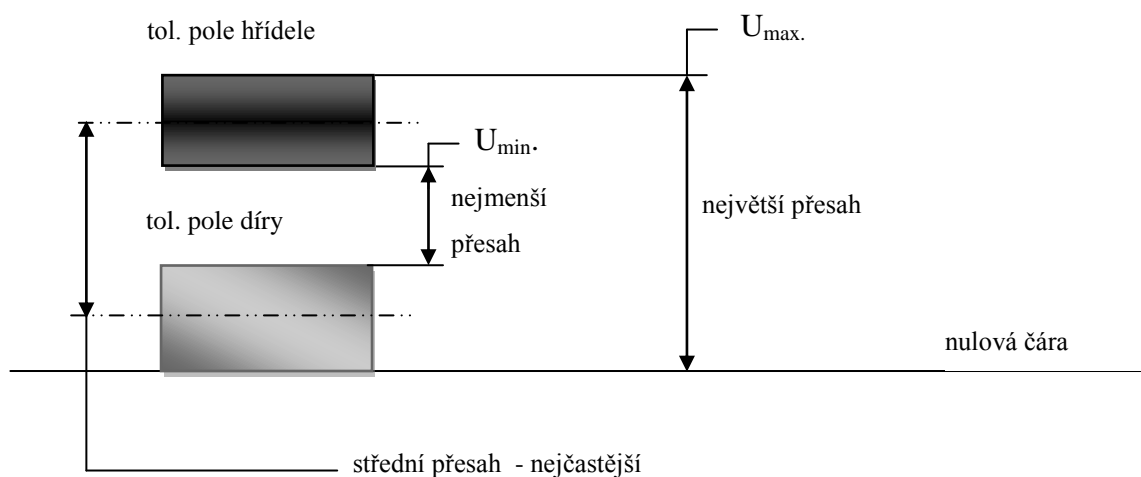
Uložení s vůlí je uložení s tak vzájemně umístěnými tolerančními poli hřídele a díry, že je vždy zajištěna při montáži vůle mezi hřídelem a dírou, viz obrázek.



Obr. č.21: Uložení s vůlí, převzato a upraveno z [2] str. 23

## Uložení s přesahem

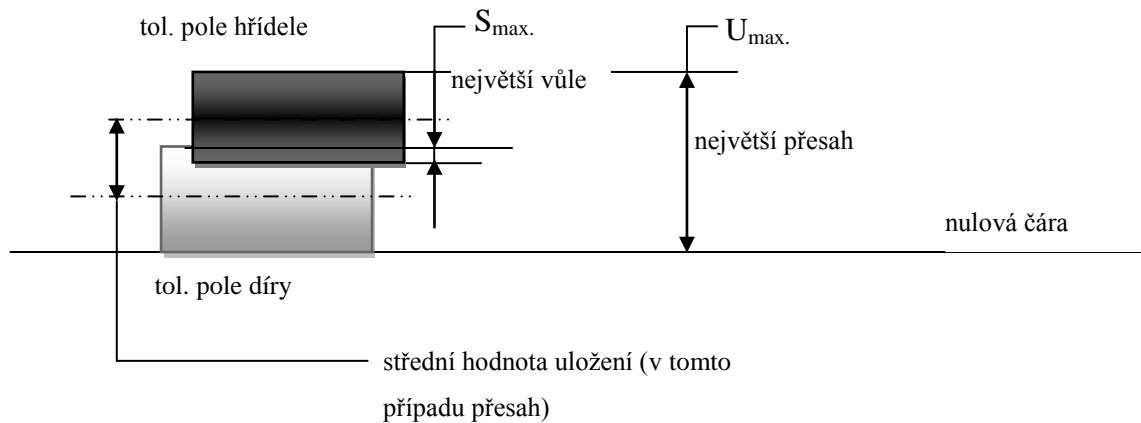
Uložení s přesahem je uložení s tak vzájemně umístěnými tolerančními poli hřídele a díry, že je vždy zajištěn před montáží přesah hřídele přes díru, viz obrázek.



Obr. č. 22: Uložení s přesahem, převzato a upraveno z [2] str. 25

### Uložení přechodné (uložení s vůlí nebo s přesahem)

Uložení s přesahem je uložení s tak vzájemně umístěnými tolerančními poli hřídele a díry, že je vždy zajištěn před montáží buď přesah hřídele přes díru nebo vůle mezi nimi, viz obrázek.<sup>15</sup>[2]



Obr. č. 23: Uložení přechodné, převzato a upraveno z [2] str. 27

<sup>15</sup>[2] Drastík, F. Přesnost strojních součástí podle mezinárodních norem, tolerování rozměru a geometrických vlastností. Ostrava: Montanex, a. s., 1996 str. 19-27

## Přehled uložení

TABULKA 3: Přehled uložení [2]<sup>16</sup>

ULOŽENÍ	CHARAKTERISTIKA	HŘÍDEL	DÍRA
<b>s vůlí</b>	největší vůle $S^{\max.} (v_{\max.})$	lml (nejmenší)	LML (největší)
	nejmenší vůle $S_{\min.} (v_{\min.})$	mml (největší)	MML (nejmenší)
<b>s přesahem</b>	nejmenší přesah $U^{\min.} (p_{\min.})$	lml (nejmenší)	LML (největší)
	největší přesah $U_{\max.} (p_{\max.})$	mml (největší)	MML (nejmenší)
<b>přechodné</b>	největší vůle $S^{\max.} (v_{\max.})$	lml (nejmenší)	LML (největší)
	největší přesah $U^{\max.} (p_{\max.})$	mml (největší)	MML (nejmenší)

Vysvětlivky k tabulce:

- $S$  nebo  $v$  je značka pro vůli,  $U$  nebo  $p$  je značka pro přesah;
- $MML$ ,  $mml$  je mez maxima materiálu,  $LML$ ,  $LML$  mez minima materiálu, přitom jsou pro díru použita písmena velké abecedy, pro hřídel písmena malé abecedy

---

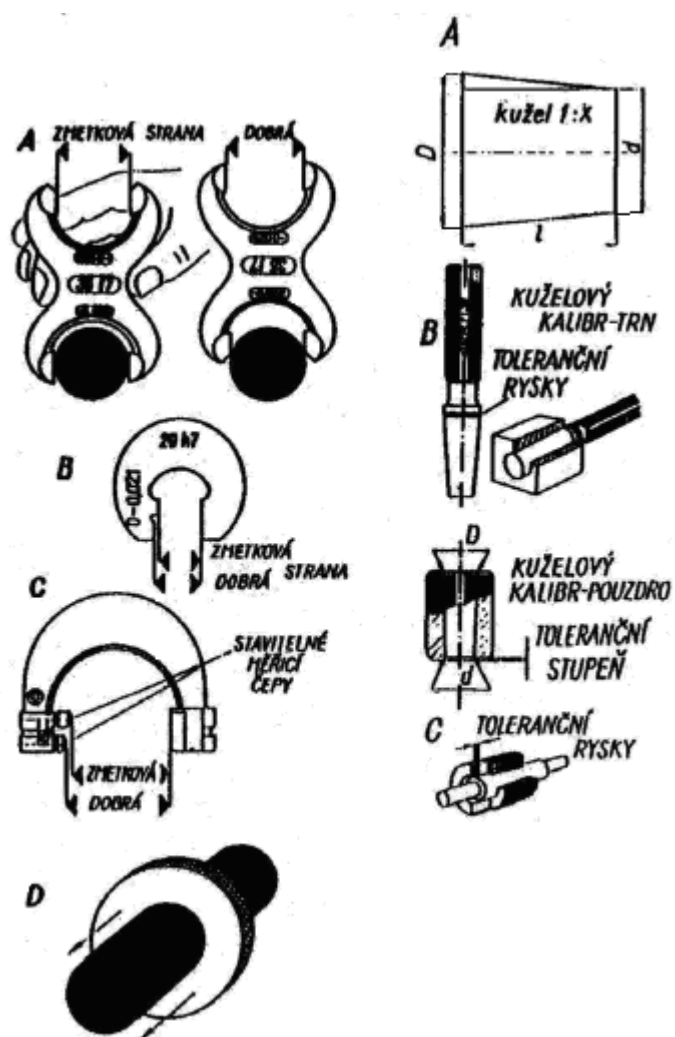
<sup>16</sup> [2] Drastík, F. Přesnost strojních součástí podle mezinárodních norem, tolerování rozměru a geometrických vlastností. Ostrava: Montanex, a. s., 1996 str. 21

## 6 Měření skutečných rozměrů

Mezní kalibry:

- nezjišťuje se skutečný rozměr,
- kontroluje se, zda je skutečný rozměr v toleranci, tj. leží-li mezi dvěma mezními rozměry.

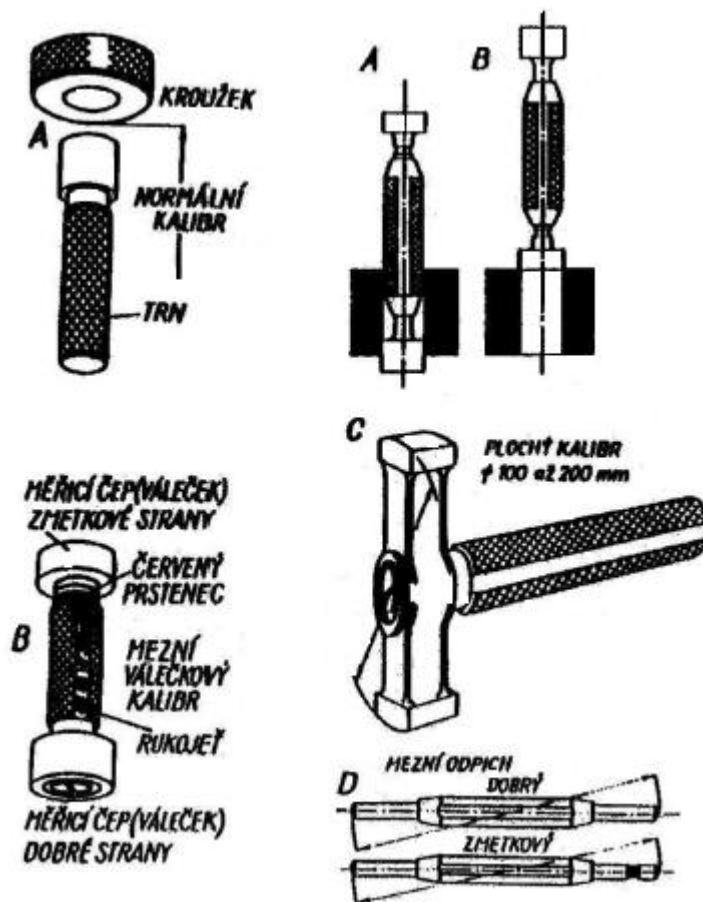
Kontrola průměru hřídele třmenovým kalibrem



Obr. č.24 Měření hřídele třmenovým kalibrem převzato a upraveno z [11]



Kontrola průměru díry válečkovým kalibrem



Obr. č. 25 Měření díry válečkovým kalibrem upraveno a převzato [11]<sup>17</sup>

<sup>17</sup> [11] Střední škola technická, Žďár nad Sázavou, Ing. Jiří Mlíka, Měřidla a měření, lícování a uložení prostorové orýsování, ruční dokončovací obrábění, učební texty, pro kurzy ve strojírenských profesích červen 2008

## 7 Lícování

### 7.1 Význam lícování

Při hromadné sériové výrobě součástí není možné dosáhnout, aby vyrobené součásti měly stejné rozměry. Skutečné rozměry jednotlivých součástí se ve skutečnosti liší v desetínách, setinách i tisícinách milimetrů. Pro vyměnitelnost jednotlivých součástí stroje nebo nástroje se musí odchylky od stanovených rozměrů pohybovat v mezích povolené nepřesnosti tzv. tolerancích.

**Lícování (uložení)** - je vzájemný vztah dvou součástí, které jsou uloženy s vůlí, přesahem. Lícováním zjišťujeme, aby náhradní díly plnily stejnou funkci jako původní součásti, i když budou vyráběné jiným výrobcem.<sup>18</sup>

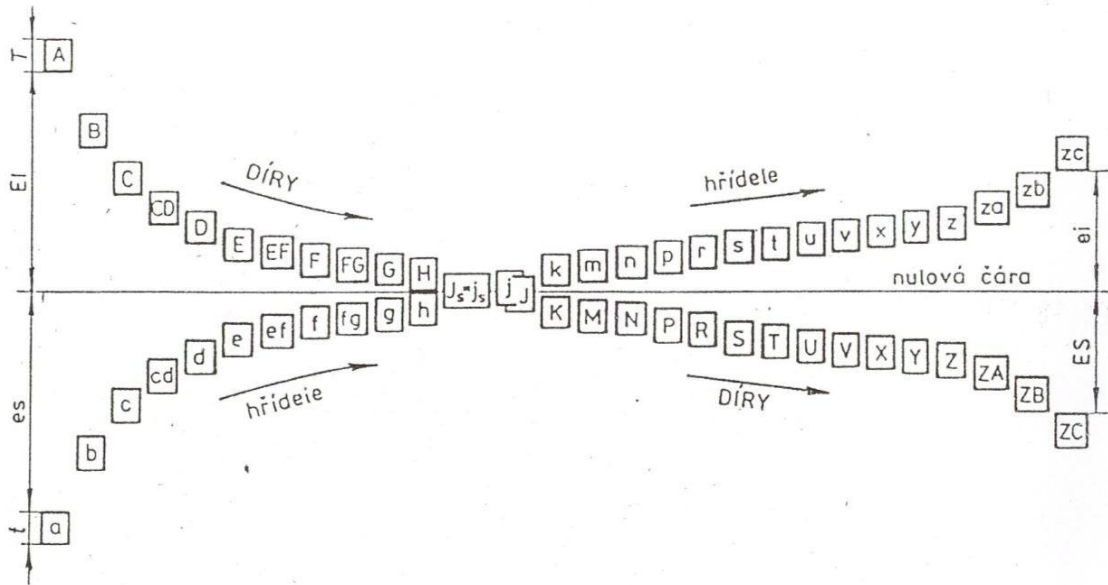
## 8 Soustava tolerancí a uložení ISO

### Všeobecně

Soustava se využívá pro určení rozměrů v hromadné výrobě, kde je vymezena tolerančním polem. Poloha tolerančního pole vůči nulové čáře je definována písmeny abecedy. Kde velká písmena abecedy jsou pro díru například A = největší díra a naopak pro hřídel jsou to písmena malé abecedy například a = nejmenší hřídel. Tolerance, tj. její velikost i poloha vůči nulové čáře, je jednoznačně určena mezními úchytkami.

---

<sup>18</sup> [11] Střední škola technická, Žďár nad Sázavou, Ing. Jiří Mlíka, Měřidla a měření, lícování a uložení prostorové orýsování, ruční dokončovací obrábění, učební texty, pro kurzy ve strojírenských profesích červen 2008



Obr. č. 26 Polohy tolerančních polí hřídelů a děr, převzato a upraveno z [2] str. 41

Soustava vychází z poznatku, že nepřesnosti strojírenské výroby rostou s třetí odmocninou tolerovaného rozměru a nepřesnosti měření rostou s rozměrem lineárně. Pro výpočet tolerancí byla proto zavedena toleranční jednotka (pro rozsah do 500 mm, pro větší rozměry jsou určeny odlišné vztahy)

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001 D \quad (1)$$

kde  $i$  je toleranční jednotka v  $\mu\text{m}$ ,  $D$  je výpočtový rozměr v mm. (geometrický průměr krajních hodnot rozsahu rozměrů, pro který se určuje tolerance  $D = \sqrt{D_1 D_2}$ ). Toleranční jednotka se tedy nevypočítává pro každý jednotlivý rozměr, ale je stanovena pro určitý rozsah rozměrů ( $D_1 \div D_2$ ) stejná.

Podle potřeby průmyslu jsou velikosti tolerančních polí odstupňovány od nejvyšší až po nejnižší ve stavbě kovových konstrukcí. Tato soustava zavádí 20 tolerančních stupňů přesnosti, které se označují od nejpřesnějších IT01 až po hrubé IT18.

Tabulka č. 4: Oblast použití jednotlivých tolerancí soustavy ISO

IT01 až IT6	pro výrobu kalibrů a měřidel
IT5 až IT12	pro uložení v přesném a všeobecném strojírenství
IT11 až IT16	pro výrobu polotovarů
IT16 až IT18	pro konstrukce
IT11 až IT18	pro stanovení mezních úchylek netolerovaných rozměrů

Pro každý stupeň jsou vypočítány velikosti tolerancí jako násobky toleranční jednotky ***k.i***, koeficient ***k*** je odstupňovaný podle řady vyvolených čísel R5. Kromě velikosti je pro každou toleranci určena ***i*** její poloha vůči nulové čáře (jmenovitému rozměru). Jednotlivé polohy jsou označeny písmeny a to velkými pro díry a malými pro hřídele. Tolerance, tj. její velikost ***i*** poloha vůči nulové čáře, je jednoznačně určena mezními úchylkami.[2]<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup>[2] Drastík, F. Přesnost strojních součástí podle mezinárodních norem, tolerování rozměru a geometrických vlastností. Ostrava: Montanex, a. s., 1996 str. 33

## 9 Netolerované rozměry

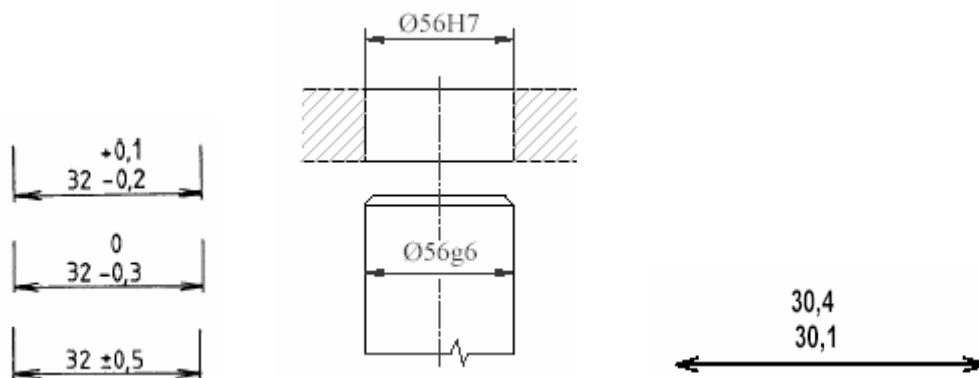
Veškeré rozměry, které nejsou na výkrese tolerovány konkrétním zápisem tolerance za hodnotu kót, podléhají přesnosti dané příslušné všeobecné toleranci. Norma ČSN ISO 2768 je rozděluje do čtyř tříd přesnosti.

Tabulka č. 5 Třída přesností[12]

Třída přesnosti		Mezní úchytky pro základní rozsah rozměrů					
Označení	Název	Přes 0,5	3	6	30	120	400
		Do 3	6	30	120	400	1000
F	Jemná	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$
M	Střední	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
C	Hrubá	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
V	Velmi hrubá	-	$\pm 0,5$	$\pm 1$	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	$\pm 4$

### Zápis na výkresu

Netolerovaný rozměr je zapsán do určeného místa v popisovém poli nebo jako textová poznámka ve formátu normy - třídy (například ISO 2768 - m) viz obrázek č.27[12]



Předpis číselných samostatná díra/hřídel Předpis mezních rozměrů mezních úchylek

Obr. č.27 Zápis na výkresu, převzato a upraveno z [12]<sup>20</sup>

## 10 Zápis geometrických tolerancí

Správná funkce mechanických součástí v sestavení je závislá nejen na dodržení přesnosti jejich rozměrů, drsnosti funkčních ploch, ale i na dodržení předepsaného tvaru ploch a jejich vzájemné polohy, tj. na dodržení geometrických tolerancí. Předpis geometrických tolerancí na výkresu se provádí v zásadě dvěma způsoby: využitím možností normy ČSN ISO 2768-2:1993 Nepředepsané geometrické tolerance předpisem konkrétní geometrické tolerance (tolerancí) na konkrétní plochy způsobem daným příslušnými normami

### 10.1 Nepředepsané všeobecné geometrické tolerance

U všech ploch technického předmětu zobrazeného na výkresu, které nemají

<sup>20</sup>[12] <http://temp.buchtic.net/cad/prednasky/pr07.pdf> 28. 2. 2012

předepsánu konkrétní geometrickou toleranci musí být dodrženy geometrické

tolerance podle ČSN ISO 2768-2:1993. Tato norma rozeznává tři třídy přesnosti: H,K,L

**H** - nejpřesnější stupeň

**K** - střední stupeň

**L** - nejméně přesný stupeň

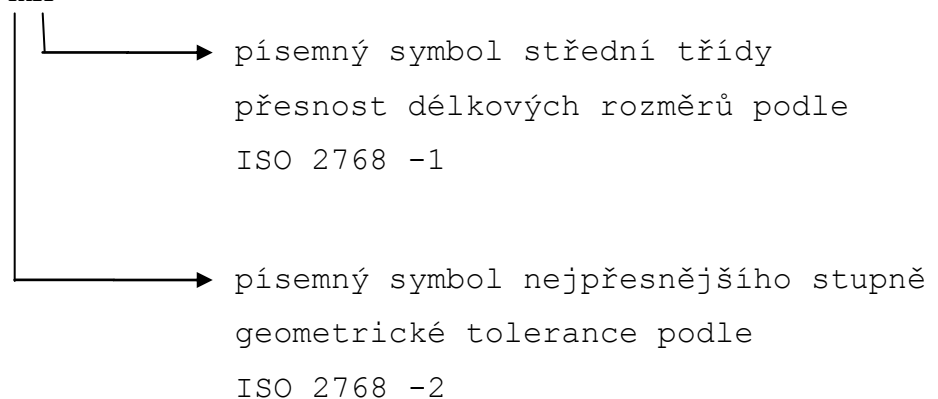
Konkrétní hodnoty jednotlivých tolerancí udávají tabulky, které jsou součástí normy.

Pro jednu součást (jeden výkres) se zpravidla volí jedna třída přesnosti nepředepsané

geometrické tolerance. Zápis předpisu třídy přesnosti se provádí písmenným symbolem třídy

společně s předpisem všeobecné tolerance délkových a úhlových rozměrů a to v příslušném místě popisového pole výkresu nebo nad ním.

#### **ISO 2768 - mH**



Kde písmeno malé abecedy vyjadřuje rozměry a písmeno velké abecedy vyjadřuje geometrii.

Všeobecné tolerance přímosti a rovinnosti viz. tabulka č. 5 (dle normy ČSN ISO 2768-2) [13]<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> [13] Stronické tabulky Jan Leinveber - Pavel Vávra třetí doplněné vydání ALBRA, 2006 str. 142

Tabulka č. 6 Tolerance přímosti a rovinnosti [13]

Tolerance přímosti a rovinnosti pro rozsah jmenovitých délek						
Třída přesnosti	do 10	přes				
		10 do 30	30 100	100 300	300 1000	1000 3000
H	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
K	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
L	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6

**Nepředepsané tolerance ve třídách přesnosti H,K,L se týkají**

Přímosti a rovinnosti

kolmosti

souměrnosti

kruhového házení.

**Všeobecná tolerance kruhovitosti** se rovná číselně toleranci průměru, nesmí překročit předepsanou nebo všeobecnou toleranci kruhového házení.

**Všeobecná tolerance válcovitosti** je dána tolerancí kruhovitosti, tolerancí přímosti površek a tolerancí rovnoběžnosti protilehlých površek.

**Všeobecná tolerance rovnoběžnosti** je číselně rovna rozměrové toleranci nebo předepsané či všeobecné toleranci rovinnosti nebo přímosti (podle toho, která z obou je větší). Přitom základním prvkem je delší z obou prvků.

**Všeobecná tolerance sousosti** je dána předepsanou nebo všeobecnou tolerancí kruhového házení.

**Z uvedeného vyplývá, že**

- a) na výkresu musí být předepsána třída přesnosti všeobecných geometrických tolerancí;
- b) i když nejsou geometrické tolerance individuálně předepsány, mohou být kontrolovány a mohou zavinit



zmetkovitost výrobku. Postačí-li pro funkci výrobku hrubší geometrické tolerance, než jsou všeobecné, musí být na výkresu předepsány. [2]<sup>22</sup>

## 11 Drsnost povrchu

### Názvosloví ISO

Názvosloví pro drsnost povrchu uvádí norma ISO 4287 - 1 a -2

**Skutečný povrch** - povrch ohraničující těleso a oddělující ho od okolního prostředí

**Geometrický povrch** - ideální povrch, jehož teoreticky přesný tvar je určen výkresem, popřípadě jiným dokumentem

**Základní povrch** - povrch, od něhož jsou vyhodnocovány hodnoty drsnosti povrchu.

Obraz obrysů na povrchu - zobrazení průsečnic skutečného povrchu s ekvidistantními plochami řezů.

**Ekvidistantní řez** - řez skutečného povrchu plochou, která má tvar geometrického povrchu a je vedena ekvidistantně k základnímu povrchu v dané vzdálenosti

**Kolmý řez** - řez skutečným povrchem provedený rovinou kolmou k základnímu povrchu

**Profil povrchu** - průsečnice povrchu s rovinou

**Skutečný profil** - průsečnice skutečného povrchu s rovinou

**Geometrický profil** - průsečnice geometrického povrchu s rovinou.

**Příčný profil** - profil vzniklý řezem povrchu rovinou kolmou ke směru nerovností

**Podélný profil** - profil vzniklý řezem povrchu rovinou rovnoběžnou se směrem nerovností

---

<sup>22</sup>[ 2] Drastík, F. Přesnost strojních součástí podle mezinárodních norem, tolerování rozměru a geometrických vlastností. Ostrava: Montanex, a. s., 1996 str.89-91

**Směr nerovností** - převažující směr charakteristický stop (např. po nástroji) napovrch

**Periodický profil** - profil, který se pravidelně opakuje a lze ho popsat matematickou periodickou funkcí, např. profil soustruženého povrchu

**Náhodný profil** - profil, který se neopakuje pravidelně, tj. profil, který není periodický např. profil broušeného nebo pískovaného povrchu

**Základní čára** - čára, k níž se vyhodnocují hodnoty drsnosti povrchu. Směr základní čáry je shodný se směrem geometrického povrchu

**Střední čára nejmenších čtverců** - základní čára umístěná tak, že v rozsahu základní délky je součet čtverců úchylek profilu  $y$  minimální a její směr je shodný se směrem geometrického profilu.

**Střední aritmetická čára profilu** - základní čára umístěná tak, že v rozsahu základní délky je součet ploch ohraničených touto čarou a profilem po obou stranách střední čáry stejný a její směr je shodný se směrem geometrického profilu.

**Výstupek profilu**  $y_p$  - část profilu mezi dvěma sousedními průsečíky se střední čarou ve směru z materiálu

**Prohlubeň profilu**  $y_v$  - část profilu mezi dvěma sousedními průsečíky se střední čarou ve směru materiálu.

**Nerovnost profilu** - výstupek a na něj navazující prohlubeň profilu

**Místní výstupek** - část profilu ležící mezi dvěma sousedními nejnižšími body profilu

**Místní prohlubeň** - část profilu ležící mezi dvěma sousedními nejvyššími body profilu

**Místní nerovnost** - místní výstupek a na něj navazující místní prohlubeň

**Drsnost povrchu** - souhrn mikronerovností povrchu vzniklých obvykle při výrobě např. jako stopy po nástroji

**Čára výstupků** - čára rovnoběžná se základní čarou, která prochází nejvyšším bodem profilu

**Čára prohlubní** - čára rovnoběžná se základní čarou procházející nejnižším bodem profilu<sup>[6]</sup>

Posuzování drsnosti určuje norma ISO 468, kde se řídí různé parametry

**R<sub>a</sub>** - střední aritmetickou úchylku profilu

**R<sub>z</sub>** - výška nerovnosti profilu

**S<sub>m</sub>** - střední rozteč nerovnosti profilu

V České republice se běžně používá **R<sub>a</sub>** pro běžné způsoby obrábění.

Skutečný povrch součásti je vrstva, která ohraničuje součást a odděluje ji od okolí. Tato vrstva se liší od ideálního povrchu různými nerovnostmi.

**Drsnosti povrchu** rozumíme část geometrických nerovností s poměrně malou vzdáleností sousedních nerovností. Tyto geometrické nerovnosti jsou způsobeny stopami nástrojů při třískovém obrábění nebo jinými vlivy při zhotovování konečného tvaru povrchu součásti - lití, lisování atd. Ukázka předpisu drsnosti na výkresu je uvedena v příloze č. 5. Základní charakteristikou drsnosti povrchu je střední aritmetická úchylka profilu **R<sub>a</sub>** tj. střední aritmetická hodnota absolutních hodnot úchylek **y<sub>i</sub>** profilu v rozsahu základní délky **l**. Absolutní hodnoty úchylek se odečítají ke střední aritmetické čáře profilu **m**, která rozděljuje skutečný profil tak, že v rozsahu základní délky jsou součty ploch po obou jejich stranách stejné.<sup>[2]</sup><sup>23</sup>

---

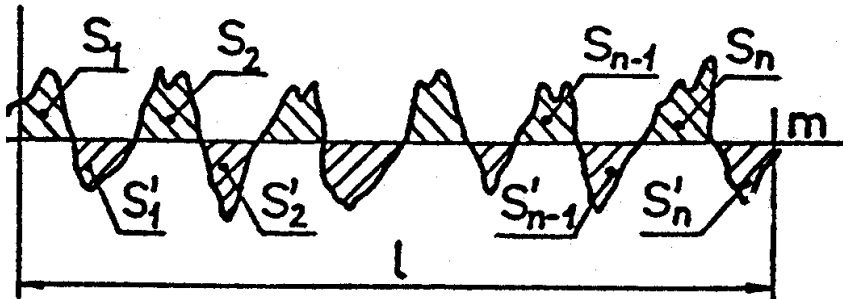
<sup>23</sup> [2] Drastík, F. Přesnost strojních součástí podle mezinárodních norem, tolerování rozměru a geometrických vlastností. Ostrava: Montanex, a. s., 1996 str. 253-257

Vztah parametru  $R_a$  a základní délky  $l$

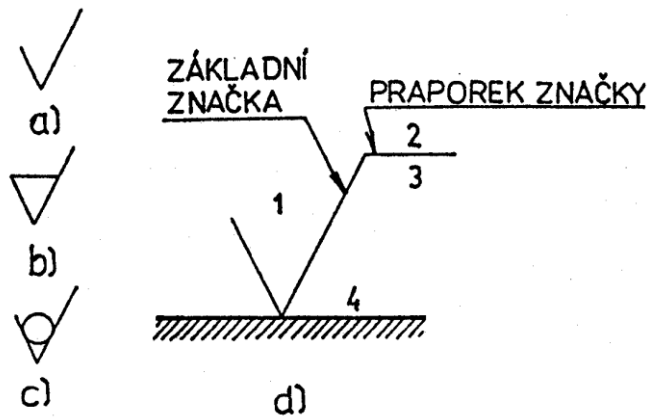
$R_a$ (v $\mu\text{m}$ )		$l$ (v $\text{mm}$ )
přes	do	
	0,025	0,08
0,025	0,4	0,25
0,4	3,2	0,8
3,2	12,5	2,5
12,5	100	8

Obr. č. 28 Vztah parametru  $R_a$  a základní délky  $l$ , převzato a upraveno z [4]

Stanovení střední čáry  $m$  zajištěného profilu



Obr. č.29 Značení drsnosti na výkresu, převzato a upraveno z [4]

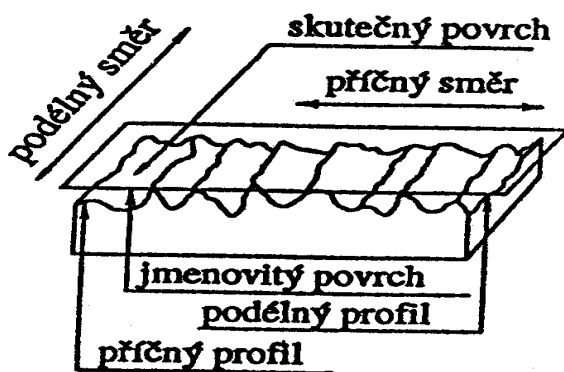


Obr. č.30 Značení drsnosti na výkresu, převzato a upraveno z [15]

- a) základní značka
- b) značka drsnosti ploch dosažené pouze obráběním
- c) značka drsnosti dosažení při konečném zpracování bez odebírání materiálu
- d) základní značka s praporečkem a s označením popisových polí

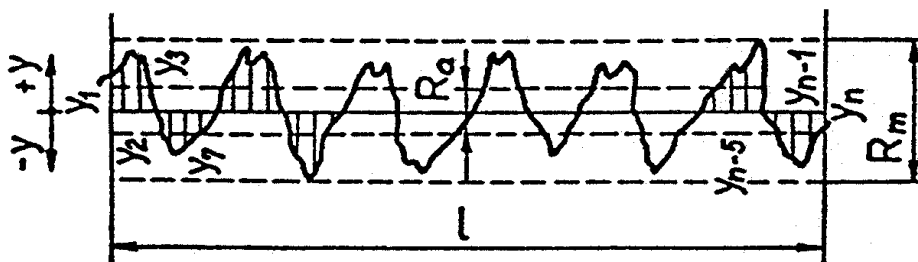
Abychom předcházeli nejasnostem, musí být na výkresu použit parametr drsnosti ( $R_a$ ,  $R_z$ ,  $S_m$ ) Uvádí se nad popisové pole nebo v příslušné rubrice popisového pole. Podle normy ISO 1302:1992. [15]

Drsnost povrchu základní příklady:



Obr. č.31 Značení drsnosti na výkresu, převzato a upraveno z [4]

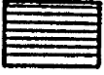



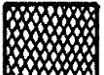



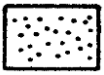

Stanovení střední aritmetické úchyvky  $R_a$  a maximální výšky nerovností  $R_m$



$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} |y(x_i)|$$

Obr. č. 32 Značení drsnosti na výkresu, převzato a upraveno z [4]

Tabulka č. 7 Značení drsnosti na výkresu, převzato a upraveno z [4]

Značka směru nerovností	Směr nerovností	Označení na výkrese
=	 Rovnoběžný s obrysovou čarou	
⊥	 Kolmý k obrysově čáře	
X	 Zkřížený ve dvou směrech šikmo k obrysově čáře	
C	 Přibližně kruhový ke středu povrchu	
P	 Bodový (např. po bodovo – jiskrovém obrábění)	

## Závěr

V práci byl vytýčen cíl vytvořit rešerši problematiky zapisování rozměrových a tvarových nepřesností na výkresech podle EN a ISO a zaměřit se přitom na nejnovější názvy předepisování přesnosti rozměrů a geometrického tvaru. Splnění uvedeného cíle v praxi bylo poměrně obtížné. Dostupná literatura se na dané téma často opakuje, protože vychází především z norem a publikační činnosti zabývající tímto tématem.

Pro pochopení celé problematiky bylo nezbytné splnit další cíle práce, a to definovat základní pojmy z oblasti soustavy pro tolerování a uložení podle EN a ISO a vysvětlit symboly z oblasti značení přesnosti rozměrů a geometrického tvaru na výkresech, rovněž podle norem EN a ISO. Objasňování základních pojmů a daných symbolů se věnuji ve třetí kapitole Tolerování a tolerance, tolerance geometrických vlastností, dále pak ve čtvrté kapitole Obalové plochy a drsnost povrchu. Například při zpracování druhů geometrických tolerancí (Tabulka č. 2. Značky geometrických tolerancí) jsem použila pokladový materiál výhradně z děl autora Františka Drastíka a internetu. Složitost zpracování takového přehledu souvisí s tím, že tyto předpisy jsou nové a v praxi nezažité.

Na základě vyložení základních pojmů a symbolů jsem mohla postupovat ke splnění dalších cílů: vysvětlit správnou praktickou interpretaci symbolů a zápisů na výkresech podle EN a ISO a sestavit srozumitelný metodický text pro výklad zápisu rozměrové přesnosti a geometrického tvaru. Potřebné informace jsem sháněla ze Strojírenských tabulek, norem a z publikace Františka Drastíka Přesnosti strojních součástí podle mezinárodních norem. Dále jsem využívala prezentace z internetu a studentské závěrečné práce kolegů, kteří

se zabývali obdobným tématem. Výsledné interpretace jsem soustředila v kapitolách šest až devět. Metodický text je součástí celé práce. Pro jeho komplexnost jsem se snažila vysvětlit toto téma jako celek a konkrétní výklad jsem provedla na příkladech z praxe (hřídele a díry). K vysvětlení značení norem a tolerancí, drsnosti povrchu napomáhají názorné obrázky v přílohách, ve kterých jsem se pokusila na příkladech z praxe interpretovat symboly, značky a používané normy v ryze českém podniku a podniku mezinárodním, který se také řídí danými normami.

Logickým vyústěním práce se nabízelo shrnutí případných rozdílů mezi novými normami ČSN, DIN, EN a ISO, kde jsem žádné podstatné rozdíly neshledala.

Během zpracování práce vznikaly další nové informace. To dokazuje, že problematika zapisování rozměrových a tvarových nepřesností na výkresech podle EN a ISO je živé aktuální téma, které zdaleka není ustáleno a zažito. Jsem přesvědčena, že vytčených cílů se podařilo v práci dosáhnout a vytvořený text bude dobře použitelný ve školní praxi při výuce technického kreslení v oblasti zapisování nepřesností rozměrů a tvarů na výkrese.



## Seznam použité literatury:

- [1]Bisová Lucie Absolventská práce Normy - speciální informační prameny Praha, Vyšší odborná škola informačních služeb v Praze,2001 S. 6
- [2]Drastík, F. Přesnost strojních součástí podle mezinárodních norem, tolerování rozměru a geometrických vlastností. Ostrava: Montanex, a. s., 1996
- [3]<http://www.mmspektrum.com/clanek/tendence-v-procesu-tvorby-technicky-norem.html> 24. 1.2013
- [4]Bc. Lorencová R., Diplomová práce, Masarykova univerzita Pedagogická fakulta, katedra didaktických technologií, Brno 2012,
- [5]Veselý, B. Komparace normativů v grafické komunikaci ČSN, EN a ISO., Kurz 4. Práce s technickým výkresem, Orientace ve výkresové dokumentaci - textová část výkresu, používané symboly a značky, způsoby kreslení a zobrazování strojních součástí, kótování, tolerance, kvalita povrchu. České Budějovice: Vydala JU-PF České Budějovice 2008
- [6]doc.ing.Václav Vrána, CSc., ing. Václav Kolár Ph.D. NORMY ČSN A TECHNICKÁ DOKUMENTACE V OBLASTI ELEKTROTECHNIKY. Fakulta HGF
- [7]PLÍŠTILOVÁ P. Bakalářská práce, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství v Brně 2012
- [8]výkresová dokumentace <https://sb103.vyjmecny.cz/Download/kapt.3.pdf.pdf>.-Adobe reader - skriptum Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně 11. 11. 2012
- [9]<http://search.seznam.cz/zcu.yc.cz/TD/TOLEROVANI.doc> 20. 12. 2012
- [10]<http://www.347.vsb.cz/staff/Kunzova/zs-kunzova-prednaska5.pdf> 28.2.2013
- [11] Ing. Jiří Mlíka, Střední škola technická, Žďár nad Sázavou, Měřidla a měření, lícování a uložení prostorové

orýsování, ruční dokončovací obrábění, učební texty, pro kurzy ve strojírenských profesích červen 2008

[12]<http://temp.buchtic.net/cad/prednasky/pr07.pdf>

28. 2. 2012

[13]Leinveber J. -Vávra P., Strojnické tabulky třetí doplněné vydání ALBRA,2006

[14]Noga M. Technický výkres zapůjčené s osobního archívu

[15]Krajčo M. Technický výkres, zapůjčené s osobního archívu

[16] PaedDr. Bedřich Veseléhý, Ph.D., Výukový materiál zapůjčen z osobního archívu

[17]<http://www.mitcalc.com/doc/tolerances/help/cz/tolerancestxt.htm>

## Seznam obrázků a tabulek:

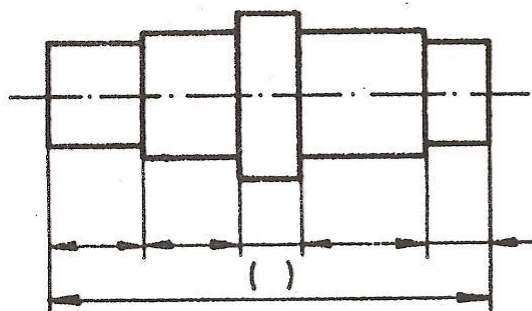
Obrázek č. 1: Tolerance přímosti str.	23
Obrázek č. 2: Tolerance rovinnosti str.	23
Obrázek č. 3: Tolerance kruhovitosti str.	24
Obrázek č. 4: Tolerance válcovitosti str.	24
Obrázek č. 5: Tolerance sklonu str.	25
Obrázek č. 6: Tolerance kolmosti str.	25
Obrázek č. 7: Tolerance rovnoběžnosti str.	26
Obrázek č. 8: Tolerance umístění str.	26
Obrázek č. 9: Tolerance soustřednosti a souososti str.	27
Obrázek č. 10: Tolerance kruhového házení str.	27
Obrázek č. 11: Tolerance celkového házení str.	28
Obrázek č. 12: Tolerance profilu str.	28
Obrázek č. 13: Tolerance plochy str.	29
Obrázek č. 14: Tolerance souměrnosti str.	29
Obrázek č. 15: Rozměry tolerančních rámečků a značek str.	30
Obrázek č. 16: Obalové plochy str.	32
Obrázek č. 17: Požadavek kontroly obalovou plochou pro hřídel str.	34
Obrázek č. 18: Požadavek kontroly obalovou plochou pro díru str.	34
Obrázek č. 19: Příklady montážních výkresů s ISO kódem systémů tolerování uložení dvou prvků str.	35
Obrázek č. 20: Uložení str.	36
Obrázek č. 21: Uložení s vůlí str.	37
Obrázek č. 22: Uložení s přesahem str.	37
Obrázek č. 23: Uložení přechodné str.	38
Obrázek č. 24: Měření hřídele třmenovým kalibrem str.	40
Obrázek č. 25: Měření díry válečkovým kalibrem str.	41
Obrázek č. 26: Polohy tolerančních polí hřídelů a děr str.	43
Obrázek č. 27: Zápis na výkresu str.	46

Obrázek č. 28: Vztah parametru $R_a$ a základní délky $l$ str.	52
Obrázek č. 29: Značení drsnosti na výkresu str.	52
Obrázek č. 30: Značení drsnosti na výkresu str.	53
Obrázek č. 31: Značení drsnosti na výkresu str.	53
Obrázek č. 32 Značení drsnosti na výkresu str.	54
Tabulka č. 1: Označování norem str.	13
Tabulka č. 2: Značky geometrických tolerancí str.	22
Tabulka č. 3: Přehled uložení str.	39
Tabulka č. 4: Oblast použití jednotlivých tolerancí soustavy ISO str.	44
Tabulka č. 5: Třída přesností str.	45
Tabulka č. 6: Tolerance přímosti a rovinnosti str.	48
Tabulka č. 7: Značení drsnosti na výkresu str.	54

## **Seznam příloh:**

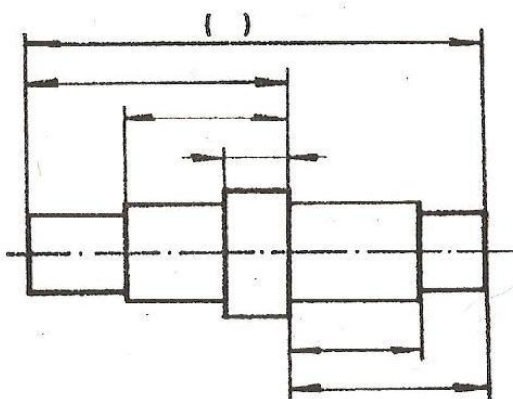
- Příloha č. 1 Ukázka výkresové dokumentace olejové nádrže
- Příloha č. 2 Razítko k olejové vaně
- Příloha č. 3 Měrné kolo
- Příloha č. 4 Vedení
- Příloha č. 5 Hřídel
- Příloha č. 6 Tabulka pro
- Příloha č. 7 Základní úchytky hřídelů
- Příloha č. 8 Toleranční rozměry hřídele
- Příloha č. 9 Toleranční pole díry

Příloha č. 1 Kótování



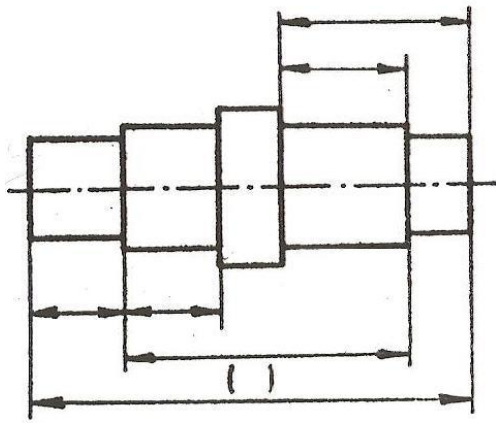
a

Kótování řetězcové, (sčítání tolerancí) převzato a upraveno z [4]



b

Kótování od základny, (nejlepší použití pro soustružníky) převzato a upraveno z [4]



**C**

Kótování smíšené, (nejlepší použití pro technology) převzato a upraveno z [4]

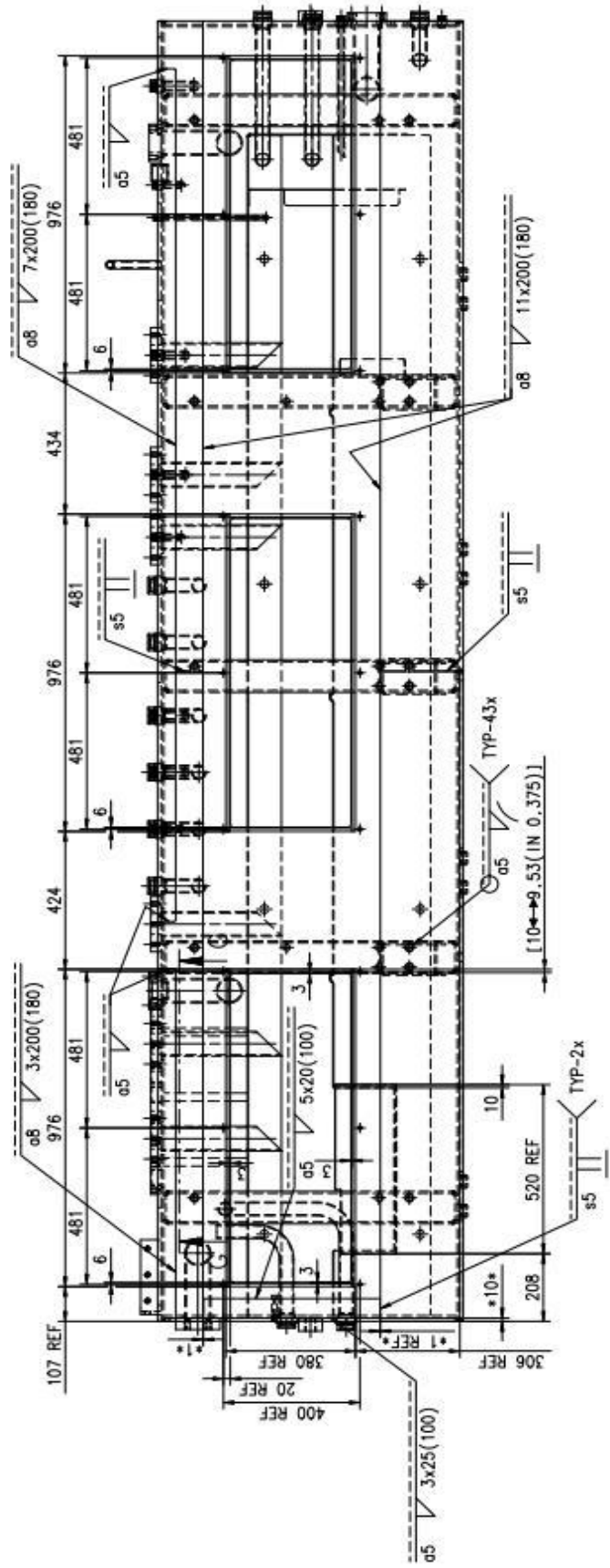
## Příloha č.2

Ukázka výkresové dokumentace olejové nádrže mezinárodní firmy působící v české republice, která se převážně řídí mezinárodními normami ISO. Na výkrese je v pravém dolním rohu razítko, které jsem si dovolila zvětšit do přílohy č. 3, kde jsou uvedeny normy a přesnosti tolerancí. Byly zde použité mezinárodní normy ISO, normy podnikové ETR a referenční čísla REF.

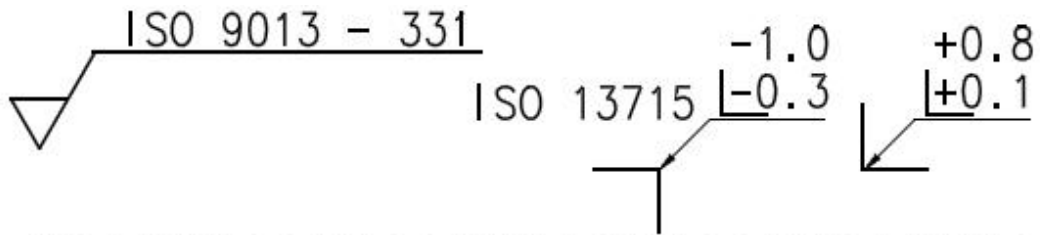
V pravém horním rohu je tabulka s tolerancemi.


Převzato a upraveno [14]





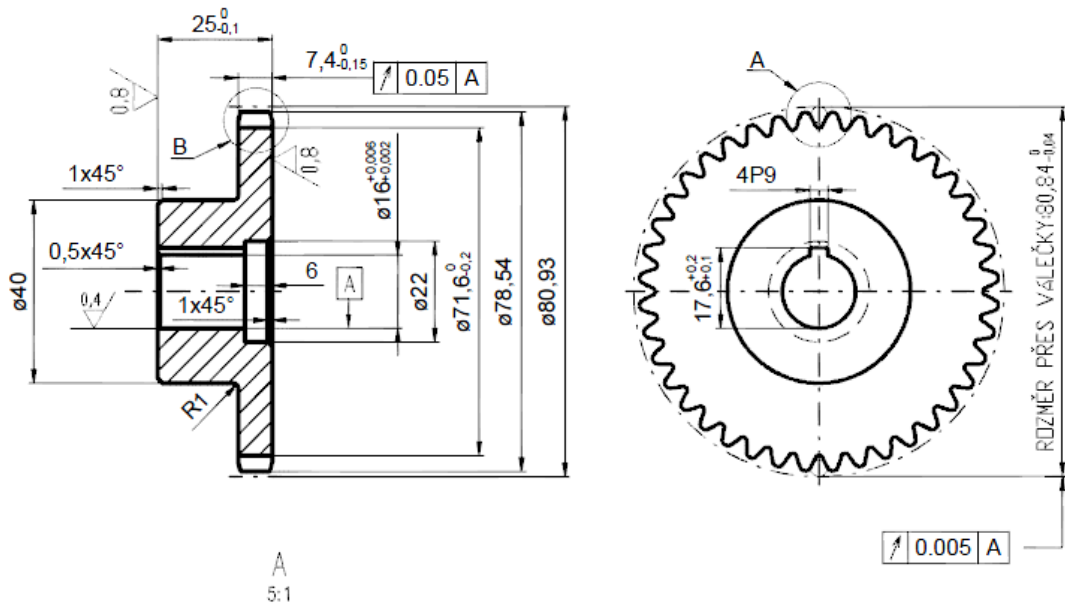
Příloha č.3 razítko k olejové vaně převzato a upraveno z [14]



DESCRIPTION/BENENNUNG		 CAD SCALE/MASSST. 1:10	
OIL-TANK BASE INJ TW02.1_11050 OELBEHAELTER RAHMEN SPR TW02.1_11050			
DRAWING NO./ZNR.		REV. NO./NR.	SHEET NO./BLATT NR.
6853-751-10-00-012		01	1/3
		DOC. STAT./DOK. STAT.	DATE/DATUM
		FR	2013-01-18
APPL. STD./MITG. NORM		OFFICE/BÜRO: NAME	
ETR10009		28124.MUEH.R	
ISO 8015		COPY FROM/URSPR. ZNR.	
ISO 2768-mK		4979-751-10-00-011	
MATERIAL/WERKST.	AUSTRIA	MATERIAL/WERKST.	NORTH AMERICA
MATERIAL/WERKST.		MATERIAL/WERKST.	KOREA
ACC. TO/GEWÄSS		ACC. TO/GEWÄSS	

Z razítka můžeme vyčíst, o jaký výrobek se jedná, jaké byly použity normy, přesnosti a drsnost která je uvedena nad razítkem.

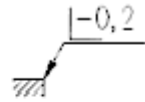
Příloha č.4 Měrné kolo převzato a upraveno z [15]



Razítko k měrnému kolu

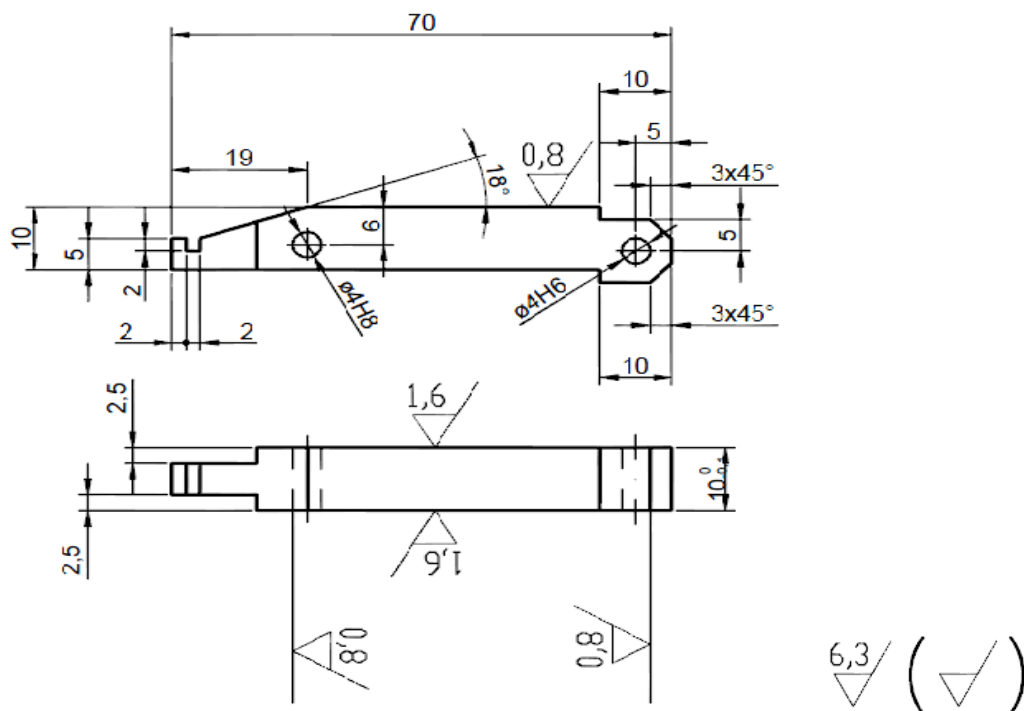
NA HRANÁCH BOKŮ ZUBŮ NESMÍ ZŮSTAT ŽÁDNÉ OTŘEPY  
KALENO NA 60±2HRC

POČET ZUBŮ: 40  
NETOLEROVANÉ ROZMĚRY ISO 2768 mK




19312		Ø85-30 ČSN 425510								005	
Materiál	Čís. uznan. rozpisů	Rozměry materiálu čísla modelu		Čís. odpisu	Čistá váha kg	Č. rozpisů		32000		Číslo	
Měřítka 1:1	Krenn	M. Krojčo	Norm. referent	Změna		Datum	Podpis				d
	Překoušel		Výr. referent								c
	Schválil	Ing. Vokáč	Datum 9.7.2010								b
Čelek				Starý výkres		Nový výkres				a	
Součást		MĚRNÉ KOLO									

Příloha č. 5 Vedení převzato a upraveno z [15]

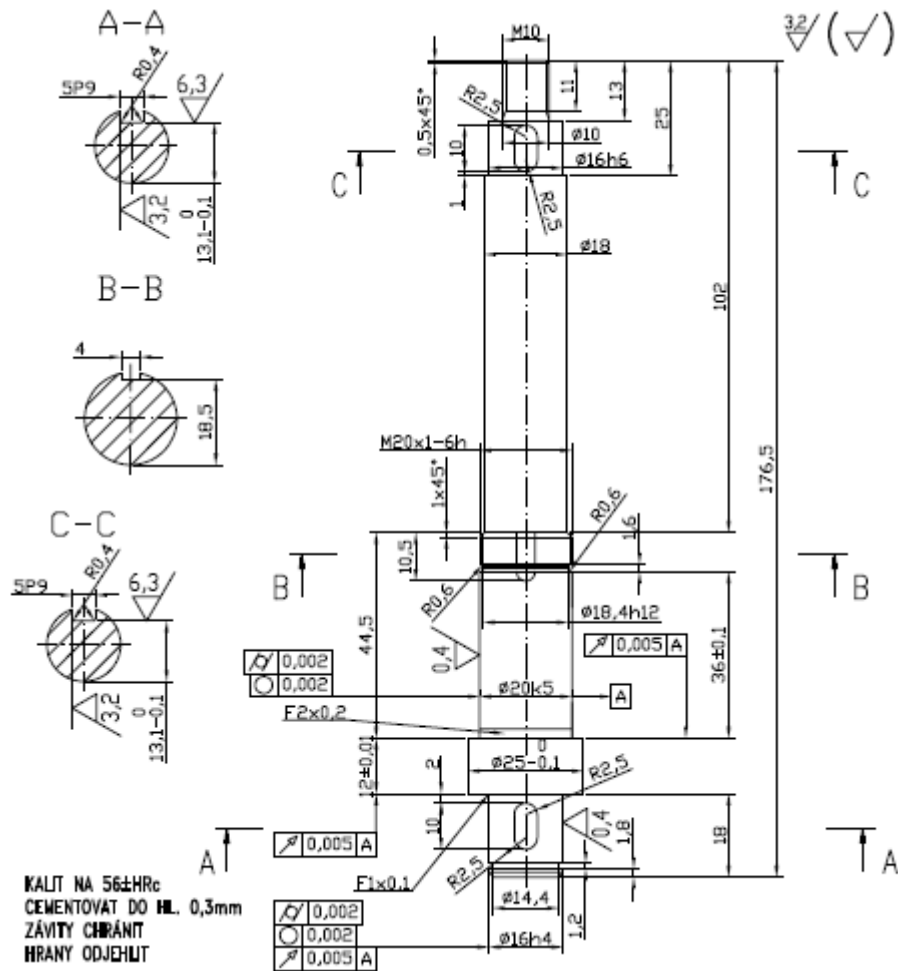


Razítko k vedení

CEMENTOVAT DO HL. 0,4mm , KALIT NA 58+2HRc  
 HRANY ODJEHLIT  
 ISO 2768-m


14220.3		OBD15x15-75 ČSN 425523						
Materiál	Čís. označ. rozpisky	Rozměry materiálu čís. modelu		Čís. odpadu	Čistá váha kg	Č. rozpisky	Řešné číslo	
Měřítko	Kreslil	M. Krajčo	Norm. referent	Změna	Datum	Podpis	Datum	d
1:1	Přezkoušel	Výr. referent						c
	Schválil	Datum	19.9.2012					b
	Celek		Starý výkres		Nový výkres		a	
	Součást		VEDENÍ					

Příloha č. 6 Hřídel převzato a upraveno z [15]



Razítko k hřídeli

ISO 2768-mk

14220.3	Ø30-180 ČSN 42 5510							
Materiál	Čís. označ. rozpisů	Rozměry materiálu čís. modelu		Čís. odpadu	Čistá váha kg	Č. rozpisů	Běžné číslo	
Měřítka 1:1	Kreslil	M.Krajčo	Norm. referent	Změna	Datum	Podpis	d	
	Přezkoušel		Výr. referent				c	
	Schválil		Datum 30.4.2008				b	
	Celek MDR-3			Starý výkres		Nový výkres		
	Součást HŘÍDEL							

Příloha č. 7 Základní úchytky hřídelů převzato a upraveno [16]

Jed- notná díra	Základní úchytky hřídelů																			
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	z
	Uložení																			
H5							H5 g4	H5 h4	H5 js4	H5 k4	H5 m4	H5 n4								
H6						H6 f6	H6 g5	H6 h5	H6 js5	H6 k5	H6 m5	H6 n5	H6 p5	H6 r5	H6 s5					
H7			H7 c8	H7 d8	H7 e7 e8	H7 f7	H7 g6	H7 h6	H7 js6	H7 k6	H7 m6	H7 n6	H7 p6	H7 r6	H7 s6 s7	H7 t6	H7 u6		H7 x6	H7 z6
H8			H8 c8	H8 d8	H8 e8	H8 f7 f8		H8 h7 h8	H8 js7	H8 k7	H8 m7	H8 n7			H8 s7		H8 u8		H8 x8	H8 z8
H9				H9 d9	H9 e8 e9	H8 f8 f9		H9 h8 h9												
H10				H10 d10				H10 h9 h10												
H11	H11 a11	H11 b11	H11 c11	H11 d11				H11 h11												
H12		H12 b12						H12 d12												
Uložení	s vůlí														přechodná				s přesahem	



