

# Konstrukce upínacích čelistí pro zkoušku tahem drátů a kordů

Michal Baroň

---

Bakalářská práce  
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství  
akademický rok: 2007/2008

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal BAROŇ**  
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Konstrukce upínacích čelistí pro zkoušku tahem  
drátů a kordů**

Zásady pro vypracování:

- a) Vypracování literární studie na dané téma**
- b) Zhotovení výkresové dokumentace**
- c) Výroba a zprovoznění přípravku**
- d) Ověření funkčnosti přípravku**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Lukovics, I. **Konstrukční materiály a technologie**. VUT Brno, 1992.

Dostupné z: <http://www.zwick.com>

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Milan Žaludek, Ph.D.**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**19. února 2008**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**6. června 2008**

Ve Zlíně dne 29. ledna 2008



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Práce byla vypracována na téma: Konstrukce upínacích čelistí pro zkoušku tahem drátů.

V první části jsem se zaměřil na teorii mechanických zkoušek materiálu, teorii upínání a konstrukci čelistí. Ve druhé části jsem navrhl čelisti pro zkoušku tahem drátů. Čelisti jsou navrženy k upnutí na stroj Zwick 145 665 a jsou nadimenzovány na mezní sílu snímače  $F=20\ 000\text{N}$ .

V příloze bakalářské práce jsou přiloženy výrobní výkresy vyrobených čelistí.

Klíčová slova:

upínací čelisti, drát, mechanické zkoušky, tahová zkouška

## **ABSTRACT**

My work was elaborated on the topic: Construction of clamping grips for tension test of wires and cordes.

In the first part of my work I aimed at the theory of material mechanical tests, the theory of clamping and the construction of grips. In the second part I designed grips for tension test of wires. The grips are designed for clamping to the machine Zwick 145 665 and they are dimensioned to the marginal force of sensor  $F=20\ 000\text{N}$ .

In the appendix of my work there are drawings of designed clamping grips.

Keywords:

clamping grips, wire, mechanical test, tension test

Děkuji mému vedoucímu Ing. Milanu Žaludkovi, Ph.D., za odborné vedení a ochotu, kterou mi věnoval při vypracování bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....

Podpis diplomanta

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>9</b>
<b>1 VLASTNOSTI KOVŮ A JEJICH ZKOUŠENÍ</b> .....	<b>10</b>
1.1 ZKOUŠENÍ MATERIÁLU .....	10
1.2 ZKOUŠENÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ KOVŮ.....	11
1.2.1 Rozdělení mechanických zkoušek .....	12
1.2.2 Způsob odebrání vzorků a výroba zkušebních těles .....	13
<b>2 STATICKÉ MECHANICKÉ ZKOUŠKY</b> .....	<b>15</b>
2.1 ZKOUŠKA TAHEM.....	15
2.1.1 Lomové plochy .....	19
2.1.2 Zkušební tyče pro zkoušku tahem.....	20
2.1.3 Stroje pro zkoušku tahem.....	22
2.2 ZKOUŠKA TLAKEM.....	23
<b>3 PŘEHLED OCELÍ</b> .....	<b>26</b>
<b>4 ZPŮSOBY PROTIKOROZNÍ OCHRANY</b> .....	<b>29</b>
4.1 OCHRANA POVLAKY .....	29
4.1.1 Kovové povlaky .....	29
4.1.2 Nekovové anorganické povlaky.....	29
4.1.3 Organické povlaky .....	29
<b>5 DRUHY ČELISTÍ</b> .....	<b>30</b>
5.1 UPÍNACÍ SÍLA.....	30
5.2 EXTENSOMETRY .....	32
5.3 KONSTRUKCE ČELISTÍ PRO ZKOUŠKU TAHEM DRÁTŮ .....	33
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>39</b>
<b>6 TECHNICKÉ ÚDAJE ZKUŠEBNÍHO STROJE ZWICK</b> .....	<b>40</b>
6.1 TECHNICKÉ ÚDAJE STROJE.....	41
6.2 UPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ STROJE:.....	41
<b>7 NÁVRH UPÍNACÍCH ČELISTÍ</b> .....	<b>42</b>
7.1 VARIANTA A .....	43
7.2 VARIANTA B .....	47
<b>8 SOUČÁSTI VYRÁBĚNÝCH ČELISTÍ</b> .....	<b>51</b>
8.1 KLADKA.....	51
8.1.1 Kladka na zkoušku tahem drátů.....	51
8.1.2 Kladka na zkoušku tahem pásů.....	51
8.2 ČEP UPÍNAJÍCÍ ČELISTI NA STROJ.....	52
8.3 DESKA.....	52
8.4 SPOJOVACÍ DESKA .....	53
8.5 UPÍNACÍ DESKA 1.....	53
8.6 UPÍNACÍ DESKA 2.....	54
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>55</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>56</b>

<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>57</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>59</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>61</b>

## ÚVOD

Materiály jsou vystavovány různým druhům namáhání, jakými jsou tah, tlak, ohyb, krut, stříh. V praxi většinou bývají materiály namáhány kombinací těchto druhů namáhání.

Pro použití vhodného materiálu ve výrobě je zapotřebí znát jeho vlastnosti, které se zjišťují normalizovanými zkouškami. Zkoušení kovových materiálů patří k rozsáhlé oblasti technické činnosti.

Nejrozšířenější statickou zkouškou, která se provádí téměř u všech materiálů, je zkouška tahem. Její pomocí získáváme základní charakteristické vlastnosti materiálu.

Hlavním cílem bakalářské práce je navržení upínacích čelistí pro zkoušku tahem drátů a kordů na univerzálním stroji Zwick 145 665, což umožní širší využití stroje.



## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 VLASTNOSTI KOVŮ A JEJICH ZKOUŠENÍ

Kovy mají typické vlastnosti, které jsou odrazem jejich chemického složení a struktury. Fyzikální, mechanické a technologické vlastnosti kovů umožňují jejich široké uplatnění v technické praxi.

Vlastnosti kovových materiálů je možno rozdělit na fyzikální (magnetismus, tepelná a elektrická vodivost, supravodivost, termoelektrický jev, tepelná roztažnost, měrné teplo, radiační vlastnosti), fyzikálně chemické (chemické a elektrochemické, korozní, optické, emisní, kontaktní a třecí vlastnosti), mechanické (pružnost, pevnost, houževnatost, tvrdost, odolnost proti křehkému a únavovému lomu, odolnost proti tečení) a technologické (tvárnost, obrobiteľnosť, svařitelnost, slévateľnosť).

Vlastnosti jsou kovovým materiálům dány již v prvovýrobě metalurgickými podmínkami. Při dalším zpracování materiálu se však mění v závislosti na technologickém postupu výroby, který ovlivňuje strukturu materiálu.

Podle požadavků praxe se vlastnosti kovových materiálů stále vyvíjejí. Objevují se nové poznatky o některých fyzikálních vlastnostech (supravodivost, superplasticita, tvarová paměť, amorfní stavy v kovech apod.), která mají velký význam pro speciální aplikace.

Zkoušení kovových materiálů je v technické praxi nezbytnou součástí jak vlastního výrobního postupu, tak i kontroly jakosti výrobků a polotovarů. Slouží teda jak výrobcí, tak i spotřebiteli. Zkoušení materiálu je však také důležitým prostředkem a základem vývojových a výzkumných prací. [2]

## 1.1 Zkoušení materiálu

Zkoušení materiálu poskytuje informace pro konstruktéra i technologa o vlastnostech konstrukčních materiálů, o životnosti a provozní spolehlivosti technologických zařízení. Zkoušení materiálů je velmi rozsáhlá oblast technické činnosti, kterou lze podle povahy údajů o materiálech rozdělit na:

- a) Chemické zkoušky
- b) Fyzikální zkoušky
- c) Fyzikálně-chemické zkoušky
- d) Hodnocení struktury

- e) Mechanické zkoušky
- f) Technologické zkoušky
- g) Defektoskopické zkoušky
- h) Zkoušky odolnosti proti opotřebení

Pro pevnostní výpočty strojních součástí a zařízení má rozhodující význam soubor vlastností, které se označují jako vlastnosti mechanické. Vyjadřují chování materiálu za působení vnějších sil. [1]

## 1.2 Zkoušení mechanických vlastností kovů

Mechanické vlastnosti představují napěťové a deformační charakteristiky materiálu.

Chování materiálu za působení vnějších sil je možno v některých případech vyjádřit jednoduchými vztahy. Po přepočtu na určitý tvar nebo rozměr tělesa se používají pro pevnostní výpočty (např. pevnosti, meze kluzu apod.). Některé vlastnosti vystihují chování materiálu za složitějších podmínek, zejména se zřetelem na tvar, rozměr a napjatost součástí. Některé hodnoty však vystihují chování materiálu jen za určitých podmínek a nelze je převádět na jiná zkušební tělesa (např. vrubová houževnatost). Přesto však mají pro posouzení jakosti materiálu často rozhodující význam a jsou cenné nejen pro konstruktéra, ale i pro technologa a metalurga jako kontrola dodržování technologického postupu výroby.

Při výpočtech pevnostních hodnot materiálu se pro eliminaci rozměrů vztahuje působení vnější síly na jednotku namáhaného průřezu. Zatížení jednotky průřezu se nazývá napětí. Vnějšímu napětí odporují vnitřní síly materiálu.

Před rozbořem jednotlivých mechanických zkoušek je třeba definovat základní pojmy, které vyjadřují mechanické vlastnosti. Jsou to: pružnost, pevnost, tvrdost, tvárnost a houževnatost.

Pružnost vykazuje hmota, která se působením napětí deformuje a po odstranění tohoto napětí se vrátí do původního stavu.

Pevnost je definována jako vnější napětí, kterého je třeba k rozdělení materiálu na dvě části. Podle způsobu namáhání, které vede k porušení, rozlišujeme pevnost v tahu, tlaku, ohybu, krutu a stříhu.

Tvrdotí rozumíme odolnost povrchových částí hmoty proti místnímu porušení vnikáním cizího tělesa. Tvrdotost však není fyzikálně definovatelnou vlastností, neboť je výslednicí vlastností hmoty, zejména elasticity, křehkosti a plasticity, fyzikálně chemických vlastností povrchu i vlastností chemických.

Tvárnost je schopnost hmoty měnit v tuhém stavu bez porušení soudržnosti vzájemnou polohu částic působením vnějších sil. Je typickou vlastností většiny kovů.

Houževnatost je vyjádřením velikosti práce, potřebné k rozdělení hmoty na dvě části. Křehké látky vyžadují nepatrnou práci; houževnatost je protikladem křehkosti. U kovů, které jsou většinou houževnaté, je práce potřebná k rozdělení, prací přetvárnou, neboť rozdělení musí předcházet určité plastické přetvoření. [2]

### 1.2.1 Rozdělení mechanických zkoušek

Mechanickými zkouškami získáváme údaje, které jsou podkladem pro pevnostní výpočty strojních součástí. Ke zkouškám se používá zvláštních zkušebních strojů a zařízení. Pro zajištění reprodukovatelnosti výsledků je nutno provádět zkoušky jednotným způsobem, předepsaným normou.

Mechanické zkoušky se rozdělují podle různých hledisek. Nejčastěji se dělí podle:

- způsobu zatěžování
- fyzikálních podmínek zkoušky
- stavu napjatosti

Podle způsobu zatěžování rozlišujeme zkoušky statické a dynamické. Zvláštní skupinu tvoří zkoušky tvrdosti, které se nejčastěji provádějí jako zkoušky statické.

Mezi fyzikálními podmínkami zkoušek má rozhodující význam teplota. Zkouší se nejen za normálních teplot, ale i za zvýšených teplot, kdy se sleduje jednak vliv teploty na mechanické vlastnosti zjišťované i při normálních teplotách, jednak chování materiálu při dlouhodobém zatěžování (tzv. tečení). Podle použití materiálu v provozních podmínkách se provádějí zkoušky i za nízkých teplot pod 0°C.

K fyzikálním podmínkám zkoušky patří také povaha prostředí, ve kterém zkouška probíhá. Jako příklad je možno uvést vliv korozního prostředí při statickém zatěžování nebo při zkouškách na únavu.

Značný význam při zkoušení materiálu má časový faktor. Podle doby působení zátěžné síly se zkoušky dělí na krátkodobé, kdy doba působení činí řádově minuty, příp. hodiny, a zkoušky dlouhodobé, kdy zátěžné síly působí na zkoušený materiál stovky hodin i více.

Podle druhu napjatosti dělíme mechanické zkoušky na tahové, tlakové, ohybové, krutové a stříhové. Tyto způsoby zatěžování se vyznačují různým poměrem mezi napětím normálovým a odporu proti plastické deformaci a proti křehkému lomu, ale i na stavu napjatosti, tj. na poměru mezi maximálním smykovým a normálovým napětím. [2]

### 1.2.2 Způsob odebrání vzorků a výroba zkušebních těles

Výběr a příprava zkušebních vzorků má vliv na výsledky zkoušky. Pro zajištění reprodukovatelnosti výsledků zkoušek musí být stanoven postup odběru vzorků. Pro důležité mechanické a technologické zkoušky je příprava zkušebních vzorků normalizována. Nezkoušejí se hotové výrobky ani polotovary, ale pouze vybrané zkušební vzorky. Při odběru vzorků se rozlišují pojmy zkušební kus a zkušební vzorek. Zkušební kus je výrobek nebo polotovar z určité tavby nebo série, z něhož se odebírá zkušební vzorek. Zkušební vzorek je pak část zkušebního kusu, z níž se vyrobí zkušební těleso (zkušební tyč, váleček apod.). Přesný tvar, rozměr i způsob opracování je pro většinu zkoušek předepsán normou ČSN 42 0304.

Vzhledem k tomu, že reálný kov není homogenní, jsou výsledky některých zkoušek značně závislé na místě a způsobu odběru vzorku. Platí to zejména při zjišťování strukturně citlivých vlastností materiálu.

Vzorek je třeba volit tak, aby charakterizoval zkoumané vlastnosti materiálu jako celku. Často je třeba volit větší počet vzorků, zachycuje-li zkouška vlastnosti malé oblasti sledovaného materiálu. Jindy je třeba, aby vzorek zachycoval vlastnosti těch oblastí materiálu, které jsou nejvíce exponovány z hlediska konstrukčního použití nebo technologie zpracování. V některých případech se zjišťuje průběh určitých vlastností. Podle těchto hledisek je třeba volit metodu, počet i místo odběru vzorků. [2]

Pro odběr vzorků a výrobu zkušebních těles platí tyto zásady:

- materiál vzorku musí reprezentovat průměrnou kvalitu celého množství zkoušeného materiálu (dodávky, tavby, série apod.). Počet vzorků se stanovuje podle hmotnostních skupin (např. materiál válcovaný v různých tvarech a profilech) nebo podle skupin kusových (např. výkovky a odlitky).

Při dodávkách polotovarů z hutí se musí zkoušet každá tavba zvlášť. Počet vzorků závisí na požadované přesnosti výsledků. Zpravidla nikdy nestačí jedno měření, takže např. při tahové zkoušce je třeba vyzkoušet nejméně dvě zkušební tyče, při zkoušce vrubové houževnatosti a měření tvrdosti alespoň tři atd..

- při odběru zkušební vzorku ze zkušební kusu je nutno vyhnout se místům s předpokládanými vadami a nehomogenitou materiálu (např. okraje plechu) tak, aby odebraný vzorek představoval průměrnou jakost zkušební kusu
- odběrem se nesmí ovlivnit zkoušená vlastnost (např. vyhřátím vzorku při řezání apod.). Některé polotovary a hutní výrobky se zkoušejí neopracované (tyčový materiál a trubky menších průměrů, dráty, tenké plechy, lana apod.)
- značení zkušebních těles se provádí na místě, které nebude při zkoušce plasticky deformováno, takže značky budou po zkoušce dobře čitelné. Označení nesmí poškozovat pracovní část tělesa [2]

## 2 STATICKÉ MECHANICKÉ ZKOUŠKY

Způsob statických zkoušek předpokládá působení stálých nebo pomalu spojitě se měnících sil. Zkušební těleso se většinou zatěhuje jen jednou, a to až do porušení.

Podle druhu namáhání se statické zkoušky rozdělují na zkoušky tahové, tlakové, ohybové, krutové, stříhové. Tyto zkoušky se nejčastěji provádějí za normální teploty. Ve zvláštních případech, kdy vnější fyzikální podmínky zkoušky neodpovídají podmínkám, za kterých součást pracuje, je třeba provádět mechanické zkoušky za zvláštních poměrů, např. za vysokých nebo nízkých teplot. [1]

### 2.1 Zkouška tahem

Zkouška tahem je jednou ze základních a nejdůležitějších zkoušek vůbec. Je předepsána normou ČSN 42 0310.

Při tahovém namáhání dochází k deformaci zkušební tyče, která se prodlužuje až do přetržení. Zjišťují se přitom napěťové a deformační charakteristiky, kterými jsou pevnost v tahu, mez kluzu, tažnost a kontrakce. Kromě těchto základních mechanických vlastností lze speciálním zkušebním postupem stanovit též modul pružnosti, mez úměrnosti a smluvní mez pružnosti. [2]

Zkouška se provádí na zkušebních tyčích, které se upínají do čelistí zkušebního stroje tak, aby osa zkušební tyče ležela přesně v ose čelistí stroje. Během zatěžování plynule rostoucí silou se tyč deformuje, až při určitém tahovém zatížení dojde k destrukci. Při zkoušce se registruje zátěžná síla  $F$  a odpovídající deformace. Zkušební tyč, zatěžována silou  $F$ , se prodlužuje z počáteční měřené délky  $L_0$  na konečnou délku  $L_u$ . Počáteční plocha příčného průřezu zkoušené části zkušební tyče  $S_0$  se přitom mění na konečnou plochu  $S_u$ . Působící síla  $F$  se vztahuje na jednotku plochy a nazývá se napětí. Vzhledem k tomu, že osově tahové zatížení působí kolmo k ploše příčného průřezu, jedná se o napětí normálové. Označuje se  $R$ . V průběhu zkoušky je tedy možno stanovit napětí jako podíl zatížení  $F$  a plochy původního průřezu  $S_0$ . Nazývá se smluvní jmenovité napětí:

$$R = \frac{F}{S_0} \quad [MPa] \quad (1)$$

Absolutní prodloužení zkušební tyče po přetržení je dáno:

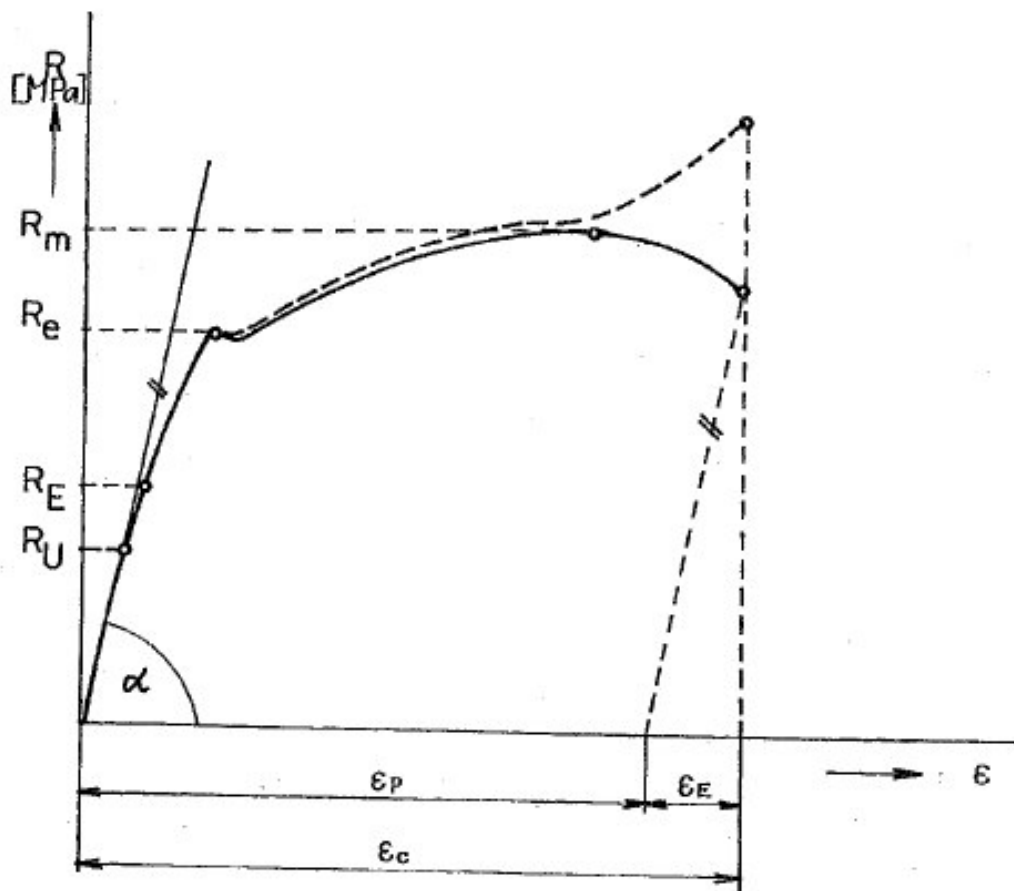
$$\Delta L = L_u - L_0 \quad [mm] \quad (2)$$

což je možno přepočítat a vyjádřit též jako poměrné prodloužení:

$$\varepsilon = \frac{L_u - L_o}{L_o} \quad (3)$$

tato veličina však není normována.

Z uvedených vztahů vyplývá, že zaznamenaná závislost  $(F-\Delta L)$  odpovídá zároveň závislosti  $(R-\varepsilon)$ . Nazývá se smluvním nebo pracovním diagramem zkoušky tahem. Tvar tohoto diagramu uvádí obr.1. [2]



Obr. 1: Pracovní diagram zkoušky tahem

Počáteční přímkový úsek diagramu přísluší pružné deformaci a vyjadřuje úměrnost napětí a deformace podle Hookeova zákona:

$$R = E \cdot \varepsilon \quad [MPa] \quad (4)$$

kde  $E$  označuje modul pružnosti v tahu. Geometricky odpovídá směrnici přímkové části diagramu. Mezní hodnota platnosti Hookeova zákona se označuje jako mez úměrnosti ( $R_U$ ). Pojem “mez úměrnosti“ není normován. Nad mezí úměrnosti roste pak deformace



rychleji a křivka se odchyluje od přímkového průběhu. Přitom však po zrušení vnější tahové síly se zkušební tyč znovu zkrátí na původní délku. To znamená, že se deformovala pružně. Předpokládá se, že ve stavu pružných deformací je zkušební tyč až do mezní hodnoty napětí, označována jako mez pružnosti ( $R_E$ ). Tato fyzikální hodnota, tj. mezní napětí, které po odlehčení nezanechá trvalé deformace, se u polykrystalických materiálů prakticky nevyskytuje, neuvádí ji proto ani ČSN. Pro reprodukovatelné zachycení napětí způsobujícího první plastické deformace se určuje tzv. smluvní mez pružnosti. [1]

Z fyzikálně metalurgického hlediska vyjadřuje mez pružnosti odpor proti vzniku plastické deformace v namáhaných materiálech. Její velikost závisí na strukturních a substrukturních faktorech, které ovlivňují kritické kluzové napětí, a na teplotě a rychlosti deformace.

U některých materiálů (zejména u měkkých uhlíkových ocelí) se objevuje na počátku oblasti plastické deformace úsek rychlejšího prodlužování, který je možno v průběhu zkoušky zřetelně zaregistrovat. Tato část diagramu je charakterizována mezí kluzu  $R_e$ . Mez kluzu je tedy nejmenší napětí, při němž dochází k podstatné deformaci, která někdy dočasně pokračuje, aniž se současně zvyšuje napětí. Tento charakteristický úsek na diagramu zkoušky se u některých materiálů nemusí vůbec objevit, neboť je vázán na určitý strukturní stav. U měkkých uhlíkových ocelí je však velmi dobře zřetelný a mívá často maximum a minimum, což se označuje jako horní mez kluzu  $R_{eH}$  a dolní mez kluzu  $R_{eL}$ . Praktický význam má vždy nejvyšší hodnota napětí před náhlým poklesem, tj. horní mez. Nedá-li se u některých materiálů mez kluzu zjistit přímo z diagramu jako fyzikální hodnota, určuje se pak z určité přesné hodnoty deformace jako tzv. smluvní mez kluzu. Mez kluzu je pro materiál velmi důležitou charakteristikou, která se používá jako základní kritérium pro výpočet dovoleného namáhání (pro části strojů a konstrukce je nepřípustný vznik plastické deformace). [2]

Hodnota meze kluzu závisí na chemickém složení, struktuře a substruktuře kovu. U polykrystalických materiálů závisí výrazně na velikosti zrna. Zmenšováním střední velikosti zrna se její hodnota zvyšuje.

Výrazná mez kluzu zaniká se zvyšující se teplotou. V těchto případech je nutno měřit smluvní hodnotu.

Při dalším vzrůstu napětí nad mez kluzu se zkušební tyč plasticky deformuje po celé délce. Na diagramu napětí se to projevuje stoupající větví křivky, která končí v okamžiku,

kdy tahová síla dosahuje nejvyšší hodnoty před přetržením zkušební tyče. Z tohoto maximálního zatížení se určuje pevnost v tahu  $R_m$ :

$$R_m = \frac{F_{\max}}{S_o} \quad [MPa] \quad (5)$$

Po překročení této maximální hodnoty u tvárného materiálu křivka tahového diagramu klesá až do okamžiku destrukce. Deformace, která byla až do meze pevnosti rovnoměrná po celé délce zatěžované zkušební tyče, se nakonec soustřeďuje do jednoho místa. Průřez tyče se v tomto místě začne rychle zmenšovat, na zkušební tyči se objeví krček. Zátěžná síla začíná klesat, i když se skutečné napětí v tyči vztažené na plochu skutečného průřezu zvyšuje. Tyč se přetrhne v místě nejmenšího průřezu. [2]

Kovy a slitiny, které vykazují při tahové zkoušce v poslední fázi charakteristické zúžení tyče (krček), mají pevnost v tahu  $R_m$ , která neodpovídá skutečnému maximálnímu napětí, neboť síla se vztahuje na počáteční průřez  $S_o$ . Proto diagram získaný z trhacího stroje je diagramem smluvním. Průběh skutečných napětí, odpovídajících měnícímu se průřezu, je na obr. 1 vyznačen čárkovanou čarou. Mez pevnosti je základní charakteristikou, podle níž se klasifikují a porovnávají materiály. Závisí na chemickém složení a struktuře materiálu. Její hodnota je ovlivněna vnitřními procesy, které probíhají ve struktuře při plastické deformaci. Jedná se zejména o deformační zpevnění, strukturní zpevnění a opevňovací procesy, které mohou v kovu probíhat v závislosti na teplotě, rychlosti a stupni deformace.

Kromě uvedených mezních hodnot napětí lze z diagramu určit jak celkovou deformaci  $\epsilon_C$ , tak i podíl pružné (elastické) a plastické deformace  $\epsilon_E$  a  $\epsilon_p$  (obr. 1). Plocha, omezená pracovním diagramem zkoušky, je pak úměrná práci, spotřebované na změnu tvaru zkušební tyče při tahové zkoušce. Její velikost vzrůstá s houževnatostí zkoušeného materiálu. [2]

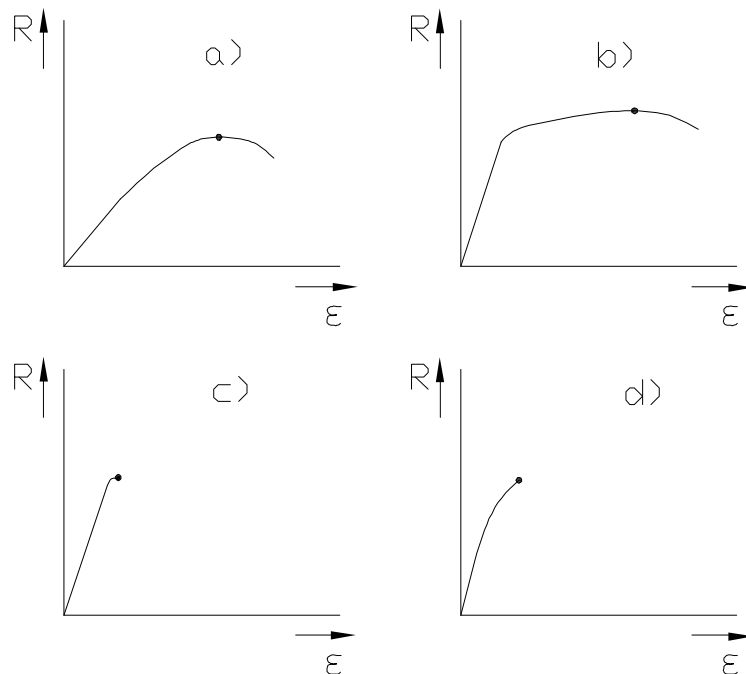
Po přetržení zkušební tyče lze z poměrného prodloužení vypočítat tažnost materiálu  $A$ , která je měřítkem tvárnosti:

$$A = \frac{L_u - L_o}{L_o} \cdot 100 \quad [\%] \quad (6)$$

Další charakteristikou tvárnosti je kontrakce  $Z$ . Určuje se ze změny průřezu zkušební tyče před zkouškou a po zkoušce:

$$Z = \frac{S_o - S_u}{S_o} \cdot 100 \quad [\%] \quad (7)$$

Tvar pracovního diagramu tahové zkoušky závisí na druhu materiálu.

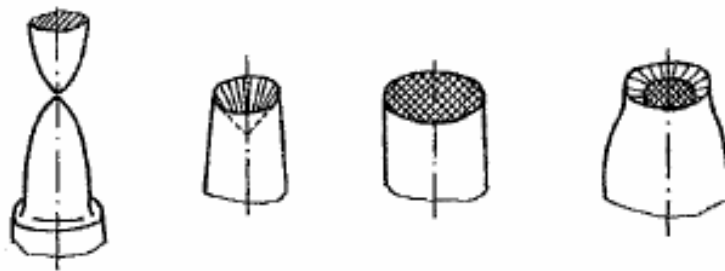


**Obr. 2: Různé typy pracovních diagramů tahové zkoušky**

Diagram na obr. 2a je charakteristický pro většinu tvárných kovů, jako je měď, železo a slitiny lehkých kovů. Tvar na obr. 2b, který má zpočátku přímkový průběh, je typický pro uhlíkové oceli po zušlechtnění a slitiny lehkých kovů po vytvrzení. Diagram na obr. 2c je podobný typu a i b, má však jen malé protažení a po dosažení maximální hodnoty napětí se tyč přetrhne. Tento diagram vykazuje křehký materiál, jako např. šedá i bílá litina. U těchto materiálů nastává při zkoušce pouze pružná deformace. Zkouškou tahem se tedy určuje pouze pevnost v tahu  $R_m$ . Tvrdé zakalené oceli mají pracovní diagram s počáteční přímkovou částí, na níž navazuje mírné zakřivení viz obr. 2d. [2]

### 2.1.1 Lomové plochy

Vlastnosti zkoušeného materiálu ovlivňují nejen tvar pracovního diagramu, ale také vzhled lomové plochy. Z makroskopického hlediska je lom charakterizován velikostí a homogenitou plastické deformace v místě lomu, vzhledem a morfologií lomové plochy a místa lomu a orientací lomové plochy ke směru působení zatěžování. V kovových materiálech vznikají při tahové zkoušce lomy bodové, smykové, křehké a dutinové (obr.3).



Obr. 3: Základní druhy lomů při tahové zkoušce

a) lom bodový b) lom smykový c) lom křehký d) lom dutinový

Bodový lom je charakterizován velkou plastickou deformací a kontrakcí průřezu, která dosahuje až  $Z=100\%$ . Porušení nastává u velmi čistých a vysokoplastických kovů při zkušební teplotě, při níž už nedochází k deformačnímu zpevnění. Smykový lom vzniká v rovinách maximálního smykového napětí. Při jeho vzniku se netvoří krček, protože smykové porušení má bezdeformační, tj. křehký charakter. Před destrukcí však dochází k určité plastické deformaci zkušební tyče v podélném směru. Tyto lomy vznikají zřídka. Křehký lom vzniká v materiálech, v nichž v průběhu zatěžování nedochází k makroplastické deformaci a porušení nastává těsně po překročení meze kluzu. Lomová plocha má lesklý zrnitý vzhled. Vzniká v křehkých materiálech (zakalené oceli, litiny). Dutinový lom vzniká tehdy, nastanou-li ve střední části tyče vhodné podmínky pro tvorbu a šíření mikroskopických dutin. Tento lom se také označuje jako kalíškový. Vzniká u houževnatých a tvárných kovů (měkká ocel, měď, hliník). [2]

### 2.1.2 Zkušební tyče pro zkoušku tahem

Vzhledem k nerovnoměrnému prodlužování zkušební tyče v různých místech měřené délky (zaškrcování) závisí hodnota tažnosti  $A$  na měřené délce. Protože se tyč v místě zaškrcování prodlužuje nejvíce, je zřejmé, že hodnota tažnosti bude tím větší, čím kratší měřenou délku zvolíme. Mají-li být výsledky měření tažnosti houževnatých materiálů vzájemně srovnatelné, je třeba zachovat geometrickou podobnost tyčí. U křehkých materiálů, které se porušují bez místní plastické deformace, se tažnost neurčuje a podmínka geometrické podobnosti není významná. [1]

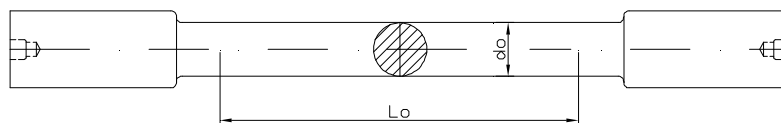
Zkušební tyče pro zkoušku tahem předepisuje norma, podle níž se rozlišují tyče dlouhé ( $L_0=10d$ ) a krátké ( $L_0=5d$ ), kde  $d$  je průměr tyče kruhového průřezu. Měřená délka tyčí

jiných průřezů se stanoví ze vztahů  $L_o = 11,3 \cdot \sqrt{S_o}$ , příp.  $L_o = 5,65 \cdot \sqrt{S_o}$  pro dlouhou, příp. krátkou zkušební tyč. Druh použité tyče se uvádí u hodnoty tažnosti jako index ( $A_5$  pro krátkou tyč,  $A_{10}$  pro dlouhou tyč). Tažnost je závislá na poměru délky a průměru zkušební tyče.

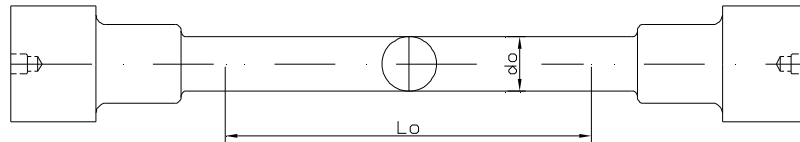
Přetrhne-li se zkušební tyč mimo střední třetinu měřené délky, není možno vypočítat tažnost podle známého vztahu, neboť je zakreslena větší deformací oblasti přilehlé k měřené délce. Způsob přepočtu, který zakreslení tažnosti vyloučí, uvádí norma. [1]

Tvar zkušební tyče pro zkoušku tahem se volí s ohledem na vlastnosti materiálu, způsob upnutí ve zkušebním stroji a v neposlední řadě s ohledem na účel měření. Tvar a podmínky provedení zkušebních tyčí včetně typů a tvarů upínacích hlav jsou normovány.

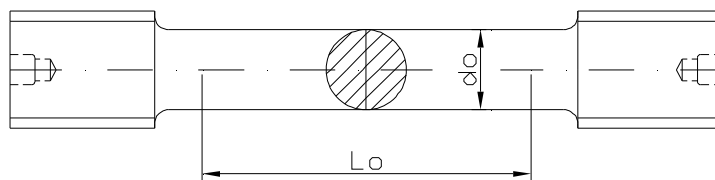
Zkušební tyče kruhového průřezu s válcovými hlavami se upínají do rychloupínacích samosvorných čelistí trhacího stroje. Jsou vhodné pouze pro materiály do pevnosti cca 900MPa. Pro materiály vyšších pevností se obvykle užívá tyčí s hlavami osazenými, které se upínají do dělených kroužků čelistí. Pro přesná měření délkových změn, kdy je třeba vyloučit prokluzu v upnutí, se používá tyčí se závitovými hlavami. Zkušební tyče pro zkoušení šedé litiny nemají pracovní část válcovou, ale jsou kruhově vybrány, aby se vytvořilo místo minimálního průřezu. Tyto tyče se upínají vždy do závitových upínacích hlav, nebo se používá zvláštních pouzder. [2]



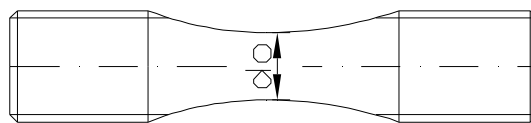
Obr. 4: Zkušební tyč kruhového průřezu s válcovými hlavami k upínání do rychloupínacích čelistí



Obr. 5: Zkušební tyč kruhového průřezu pro upínání do kroužků



Obr. 6: Zkušební tyč kruhového průřezu se závitovými hlavami



Obr. 7: Zkušební tyč pro zkoušení šedé litiny

### 2.1.3 Stroje pro zkoušku tahem

Zkouška tahem se provádí na zkušebních strojích různé konstrukce. Nejčastěji se užívá univerzálních mechanických nebo hydraulických strojů, které jsou vybaveny zařízením k upnutí tyče a jejímu zatěžování i k měření a záznamu zátěžné síly a velikosti deformace zkušební tyče. [7]

## 2.2 Zkouška tlakem

Statická zkouška tlakem má význam zejména pro hodnocení křehkých materiálů, které jsou v praktických podmínkách provozu namáhány na tlak (ložiskové materiály, kompozice, šedá litina, bronz). Používá se též pro zkoušení stavebních materiálů. U tvárných kovů dochází při zatěžování k postupnému zvětšování deformace a porušení nenastane. V takových případech má zkouška význam jako zkouška technologická.

Vzhledem k tomu, že zkouška tlakem není předepsána normou, neexistují ani jednotné předpisy pro zkušební tělesa. Většinou se používá válečků o průměru 20 až 30 mm a stejné výšky.

Zkušební vzorky se postupně zatěžují tlakovou silou mezi rovnoběžnými deskami buď až do rozdrčení (u křehkých materiálů), nebo až do dosažení určité deformace (u materiálů plastických). [2]

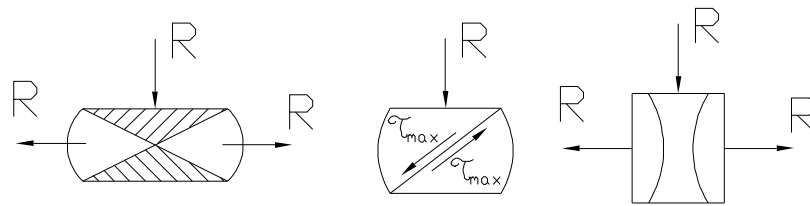
Zkouška se provádí na univerzálních trhacích strojích, kde se zkušební vzorek položí mezi podložky, z nichž jedna je uložena v kulovitěm sedle pro dosažení centrického zatížení.

Pevnost v tlaku se určuje pouze u materiálů křehkých, a to podle vztahu:

$$R_{mt} = \frac{F_{\max}}{S_o} \quad [MPa] \quad (8)$$

kde  $F_{\max}$  je maximální zátěžná síla,  $S_o$  je průřez tělesa před zkouškou.

U těchto materiálů dochází k destrukci prakticky bez trvalé deformace (těleso se rozdrťí). U polokřehkých materiálů dochází k porušení smykem v rovinách maximálního smykového napětí (po úhlopříčce obrysu válečku). Velmi křehké materiály se porušují příčným normálovým tahovým napětím. Lomové plochy jsou pak rovnoběžné s osou válečku. [2]



**Obr. 8: Mechanismus porušení při zkoušce tlakem**

U tvárných materiálů nedochází při namáhání tlakem k porušení. Při plastické deformaci zkušebního tělesa nastává zvětšování průřezu kolmého na směr zatěžování a současně probíhá v materiálu deformační zpevnění. Při stlačování se na čelech válečku vytvářejí tlakové kužele, po nichž materiál klouže do stran. Pokračuje-li deformace dále, tlakové kužele se k sobě přiblíží a odpor proti stlačení se zvětšuje. Průběh zátěžné síly má po dosažení určité deformace inflexní bod, nad nímž síla stoupá až k nekonečným hodnotám.

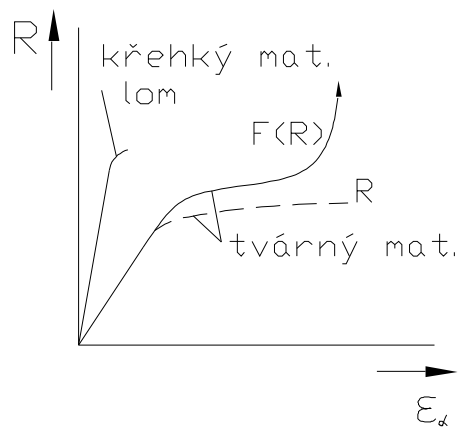
Z diagramu je možno podobně jako u zkoušky tahem určit mez kluzu v tlaku  $R_{et}$ . Pro určitou deformaci neporušených těles se také stanovuje poměrné zkrácení  $\varepsilon_t$  a poměrné rozšíření  $\psi_t$ :

$$\varepsilon_t = \frac{h_o - h}{h_o} \cdot 100 \quad [\%] \quad (9)$$

$$\psi_t = \frac{S - S_o}{S_o} \cdot 100 \quad [\%] \quad (10)$$

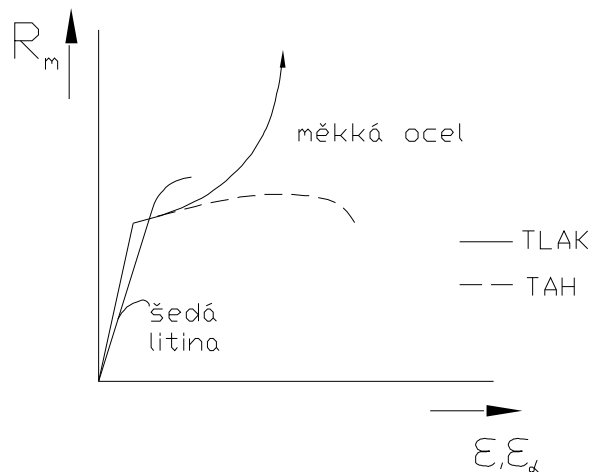
kde  $h_o$ ,  $h$  je měřená výška počáteční a po zatížení a  $S_o$ ,  $S$  je průřez zkušebního tělesa počáteční a po zatížení. [2]





**Obr. 9: Tlakový diagram křehkého a tvárného materiálu**

Některé materiály vykazují rozdíl pevnosti v tlaku a tahu. Tato skutečnost souvisí se strukturou. Pokud kov obsahuje takové strukturní složky, příp. nečistosti, které při namáhání tahovým napětím působí jako iniciátory porušení (např. grafit v šedé litině, trhliny aj.), vzniká rozdíl v hodnotách pevnosti v tlaku a v tahu. [2]



**Obr. 10: Rozdíl v hodnotách pevnosti v tahu a tlaku pro měkkou ocel a šedou litinu**

### 3 PŘEHLED OCELÍ

#### Oceli třídy 10

- jsou konstrukční oceli obvyklých jakostí a vlastností, které nemají obvykle zaručeno chemické složení. Z chemických vlastností se u ocelí této skupiny zaručuje pevnost a tažnost, pouze u některých vybraných druhů i mez kluzu. [7]

#### Oceli třídy 11

- jsou konstrukční oceli obvyklých jakostí, u kterých se již zaručuje maximální obsah uhlíku. Protože však není zaručena jeho spodní hranice, oceli třídy 11 se nedoporučují k zušlechťování. Dodávají se převážně jako neuklidněné, takže je nutno počítat s větší chemickou nestejnorodostí a s rozptylem mechanických vlastností. Hlavní skupinu ocelí třídy 11 tvoří opět konstrukční oceli s pevností v tahu odstupňovanou od 340 do 900 MPa. Oceli této třídy jsou nejpoužívanější oceli pro díly technologických zařízení. Nejčastěji se používají oceli s pevností kolem 500 MPa a při náročných, výrazně zatížených součástích do pevnosti 900 MPa. Pokud tyto materiály budeme obrábět, doporučuje se je normalizačně žíhat. Po mechanickém zpracování je lze také zušlechťovat. [7]

#### Oceli třídy 12

- v porovnání s oceli třídy 10 a 11 mají nižší obsah fosforu a síry, obsah uhlíku je od 0,06 do 0,9 %. Jedná se o oceli nelegované. V současnosti uvádí naše normy 24 značek ocelí třídy 12. Jsou to jedny z nejpoužívanějších ocelí a tvoří několik podskupin:

- oceli k cementování- mají nízký obsah uhlíku ( do 0,2 %), to znamená, že po následujícím kalení je při poměrně velké pevnosti v tahu zachována dostatečná houževnatost jádra. Velké tvrdosti povrchu se dosahuje obohacením povrchových vrstev uhlíkem před kalením. Tvrdost cementované vrstvy po zakalení a popouštění je asi 62 HRC. Patří sem např. oceli 12 010, 12 020 a 12 024. Oceli s nižším obsahem uhlíku používáme na součásti strojů a silničních motorových vozidel jako čepy, řetězová kola apod. Oceli s vyšším obsahem uhlíku používáme na součásti s vyšší pevností v jádře, např. vodítka.
- Oceli k zušlechťování- mají obsah uhlíku od 0,4 do 0,6 %, což jim zaručuje dostatečnou tvrdost po zakalení. Jsou prokalitelné do průměru 40 mm. Po kalení se popouští na vyšší teploty (do 660°C), aby se dosáhlo vysoké

houževnatosti při zachování vhodné pevnosti. Některé oceli dosahují pevnosti v tahu až 1 200 MPa ( 12 042). Dosahují i vysoké meze kluzu a meze únavy. Typické oceli k zušlechťování jsou oceli 12 040, 12 050, 12 060 a 12 061.

- Oceli k povrchovému kalení- jsou to oceli, u nichž se požaduje vysoká tvrdost povrchu. Obsah uhlíku bývá od 0,4 do 0,6%, což znamená, že jsou již kalitelné na značnou tvrdost, a přitom mají ještě vyhovující houževnatost a pevnost jádra. Hodí se zejména na čepy, čelisti, šoupátka, ozubená kola, kladky, vahadla, vidlice apod. Nejčastěji se na tyto součásti volí oceli 12 040, 12 050, 12 051, 12 060 a 12 061.
- Oceli na patentované dráty- pro běžná lana mají obsah uhlíku 0,3 až 0,9 %, pro těžná lana 0,7 až 0,8 %, pro jehly 0,9 až 1 %. Na výrobky z patentovaného drátu jsou vhodné zejména oceli 12 040, 12 061, 12 071 a 12 090. [7]

### **Oceli třídy 13**

- jsou legované Si, Mn, V, a nehodí se proto k cementování. Křemík totiž brání nasycování povrchu uhlíkem, mangan při dlouhodobé výdrži na vysoké teplotě způsobuje hrubnutí austenitického zrna. Jsou vhodné pro zušlechťování, zejména oceli 12 141, 13 151, 13 240. Používáme je na středně namáhané součásti silničních motorových vozidel, kde se vyžaduje odolnost proti opotřebení jako hřídele, ojnice, ozubená kola, nápravy, čepy kol aj.

### **Oceli třídy 14**

- jsou to oceli legované Cr, Mn, Si, popř. ještě Ni, Al, Ti. Jsou vhodné k cementování, zušlechťování nebo povrchovému kalení. Mají zvýšenou prokalitelnost. Patří mezi nejdůležitější legované oceli.

### **Oceli třídy 15**

- u těchto ocelí se používá k legování velký počet kombinací legur. Přesto však se jedná o nízkolegované oceli, mají však své specifické vlastnosti. Jsou to: velmi dobrá prokalitelnost a vhodnost k zušlechťování, vysoká mez pevnosti v tahu a mez kluzu při normální teplotě, zaručena mez tečení, zvýšená odolnost proti korozi. Většina ocelí této

třídy se používá na součásti tepelných energetických zařízení a tlakových nádob, na součásti vystavené vysokým teplotám a na tlakové nádoby v chemickém průmyslu. [7]

#### **Oceli třídy 16**

- jsou to oceli legované hlavně niklem (až 5 %) a v kombinaci s chromem. Patří mezi nízko a středně legované oceli. ČSN uvádí 22 druhů těchto ocelí.

#### **Oceli třídy 17**

- jsou to oceli středně a vysoko legované. Součet obsahu legovaných prvků je vyšší než 10 %. Podle účelu použití je dělíme na oceli korozivzdorné, žárovzdorné, žárovevné, odolné proti opotřebení, pro nízké teploty a se zvláštními fyzikálními vlastnostmi.

#### **Oceli třídy 19**

- jsou to oceli nástrojové. Požaduje se u nich vysoká tvrdost a pevnost, dostatečná houževnatost, odolnost proti opotřebení, vhodná prokalitelnost a leštitelnost. Různým chemickým složením a vhodným tepelným zpracováním lze u nástrojových ocelí měnit jejich vlastnosti v širokém rozsahu. [7]

## 4 ZPŮSOBY PROTIKOROZNÍ OCHRANY

Rychlost koroze výrobků lze omezit několika způsoby již při jejich navrhování. Jsou to: volba materiálu, konstrukční, technologické a povrchové úpravy, úprava prostředí, elektrochemická ochrana a ochrana výrobků povlaky.

### 4.1 Ochrana povlaky

-je to nejrozšířenější způsob protikorozní ochrany kovových výrobků. Umožňuje konstruktérovi volit materiál s požadovanými mechanickými vlastnostmi bez ohledu na jeho odolnost proti korozi.

#### 4.1.1 Kovové povlaky

-pro hodnocení ochranných kovových povlaků je rozhodující tloušťka povlaku a jeho pórovitost. S tloušťkou povlaku roste jeho životnost, protože se současně snižuje počet korozně významných pórů. Podle použité technologie vytváření povlaku se kovové povlaky dělí na: chemicky, elektrochemicky, ponořením do taveniny povlakového kovu, stříkáním roztaveného povlakového kovu, mechanicky.

#### 4.1.2 Nekovové anorganické povlaky

- jsou to uměle vytvořené povlaky (vrstvy) oxidů, fosforečnanů a chromanů kovů. Jejich podstatou je vytvoření tenké vrstvy z povrchu vlastního (základního) kovu nebo povlaku v příslušné lázni chemickou, popř. elektrochemickou reakcí. Zvyšujeme tím odolnost povrchu předmětu proti korozi, přilnavost nátěrových nebo konzervačních hmot k základnímu kovu a využívá se k dekoračním úpravám povrchu předmětu.

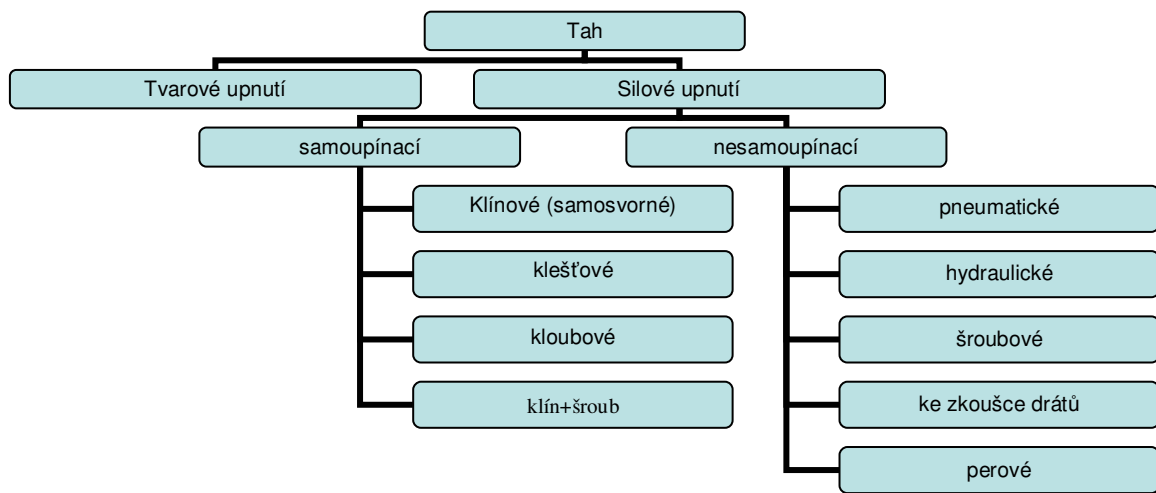
#### 4.1.3 Organické povlaky

-jsou nejrozšířenější způsoby povrchových úprav a ochran kovových, dřevěných a jiných výrobků. Výhodou tohoto způsobu je široký sortiment druhů, kvality a barevných odstínů, možnost jejich přesného namíchání a poměrně jednoduchá technologie zpracování. [8]

## 5 DRUHY ČELISTÍ

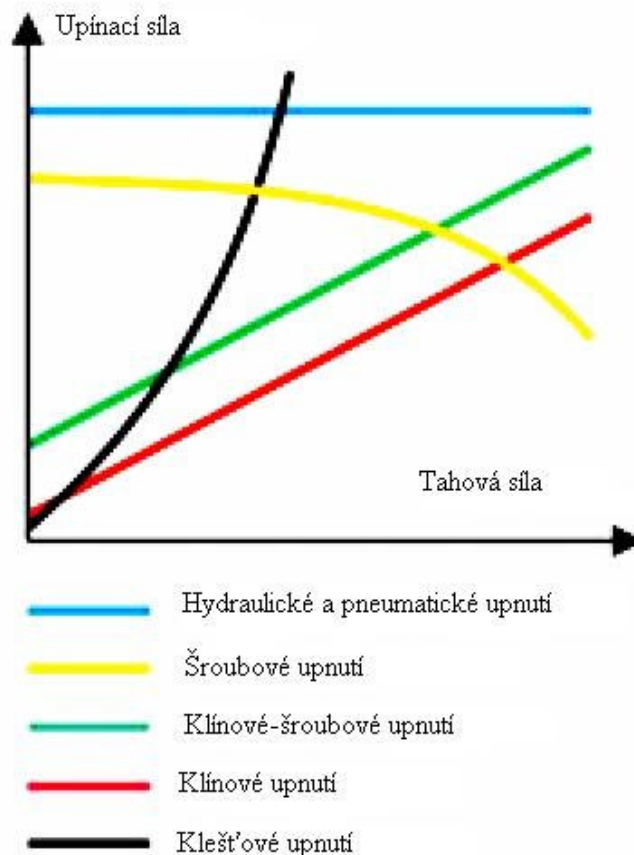
Kvůli odlišnosti tvaru vzorků se vyrábí různá škála upínacích zařízení ke zkoušce tahem.

Druhy čelistí ke zkoušce v tahu: [3]



### 5.1 Upínací síla

Pro upnutí zkušebního vzorku v čelistech můžeme použít hydraulického, pneumatického, šroubového, klínového nebo klešťového upnutí.



**Obr. 11: Závislost upínací síly na tahové síle**

Jestliže použijeme hydraulické nebo pneumatické upnutí vzorku, tak upínací síla zůstane během zkoušky konstantní, protože stlačený vzduch či kapalina udržují stále stejný tlak.

Při použití šroubového upnutí se upínací síla vlivem zvětšení tahové síly zmenšuje. Velikost zmenšení upínací síly je závislé na pružnosti a tuhosti zkušebního vzorku.

V případě samoupínacích způsobů upnutí vzorku je nejprve malá upínací síla, která se v závislosti na působení tahové síly zvětšuje. Tenhle způsob se používá u klínových a klešťových upínacích zařízení.

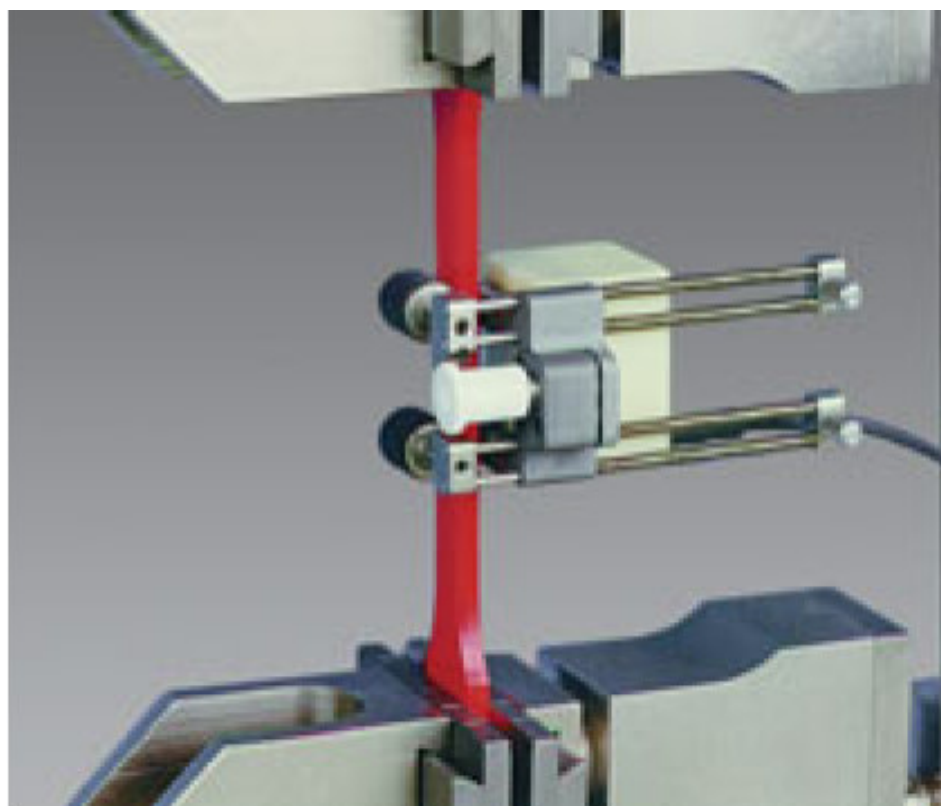
Třecí síla nezávisí pouze na upínací síle, ale také na koeficientu tření upínacích povrchů čelistí. Z tohoto důvodu se používají vyměnitelné upínací čelisti nebo plochy s odlišným typem upínacího povrchu (tvarem, materiálem). [3]

## 5.2 Extensometry

U tahových zkoušek musí být změřeno prodloužení vzorku vůči tahové síle a ve speciálních případech se měří i zúžení vzorku. U ohybových zkoušek se měří vychýlení vzorku. K měření těchto hodnot se používají extensometry.

### 1. Digital clip-on extensometr

-tyhle extensometry jsou ručně připevnitelné ke vzorku a mají vysoké rozlišení a poměrně velký rozsah pohybu. Proto se používají k přesnému určení modulu pružnosti zkoušeného materiálu (plasty, pryže, kovy). [3]



Obr. 12: Digital clip-on extensometr

### 2. Macro extensometr

-tyhle extensometry se používají ke zkouškám tahu, tlaku, ohybu a k cyklickým zkouškám u vzorků s menším prodloužením. Také se používají pro tenké plechy a folie. [3]





Obr. 13: Macro extensometr

### 5.3 Konstrukce čelistí pro zkoušku tahem drátů

*Použití:*

-uvedené čelisti se používají pro zkoušku tahem drátů vyrobených z kovů, plastu a přírodních vláken

*Konstrukce:*

-čelisti se skládají z kladky a zařízení pro upnutí konce zkoušeného vzorku

*Obsluha:*

-zkoušený vzorek je ovinut okolo kladky a jeho konec je upnut pomocí hydraulického, pneumatického, šroubového, klínového upínacího zařízení. [3]

Na následujících obrázcích jsou příklady konstrukcí čelistí pro zkoušku tahem drátů od firem Zwick a Instron. [3,4]



Obr. 14: Čelisti s hydraulicko-mechanickým systémem upnutí pro zkoušku tahem drátů



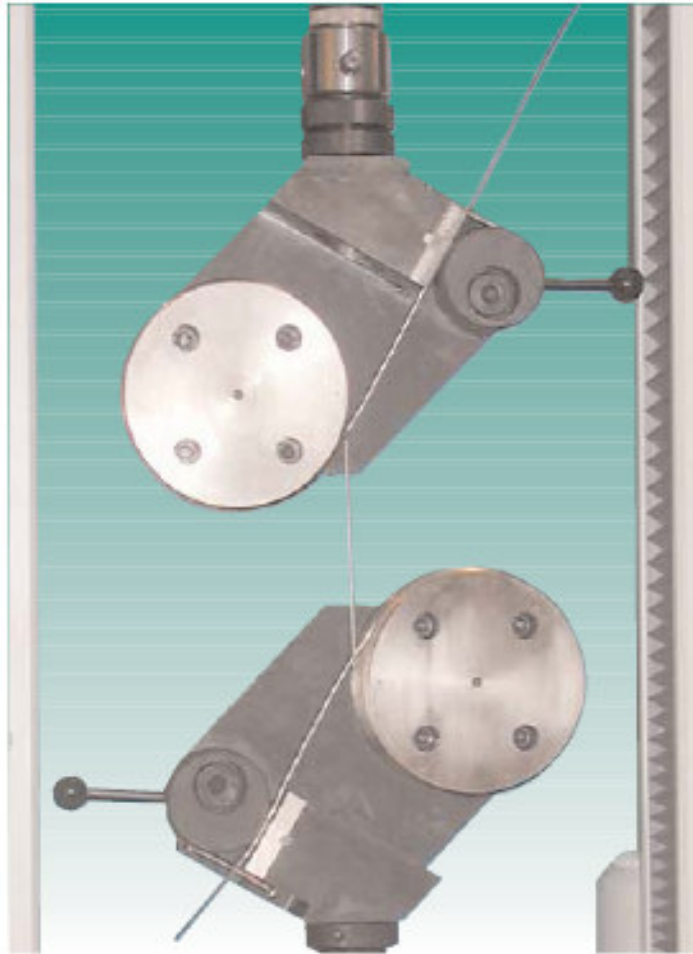
Obr. 15: Čelisti se šroubovým systémem upnutí pro zkoušku tahem drátů



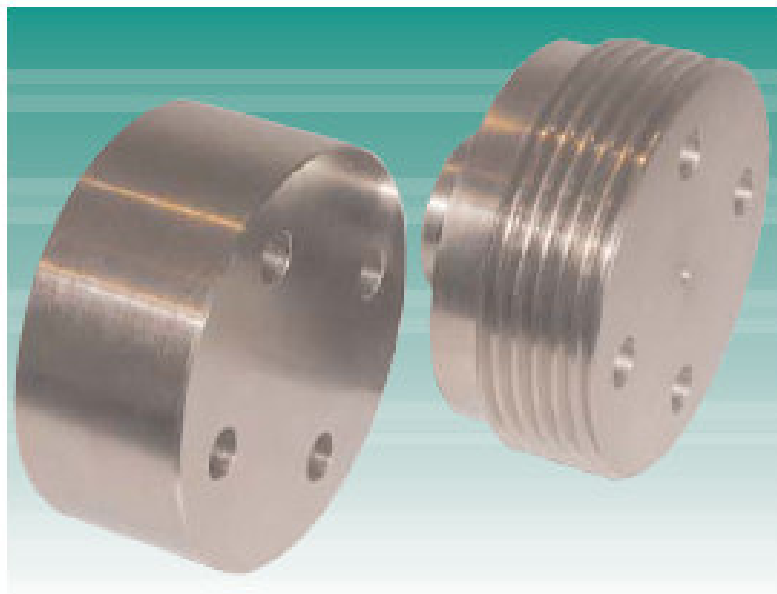
Obr. 16: Čelisti se šroubovým systémem upnutí pro zkoušku tahem drátů



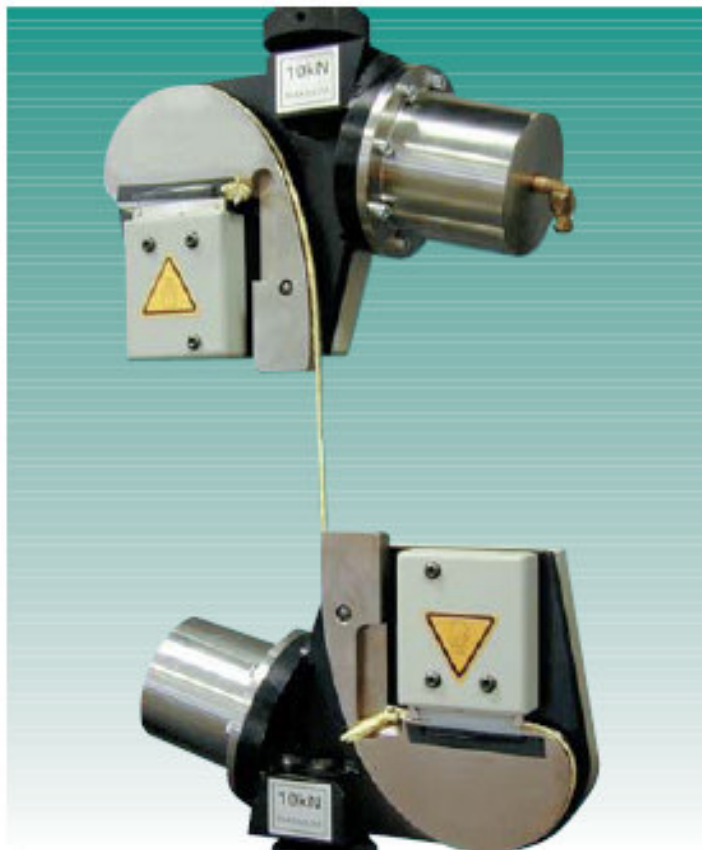
Obr. 17: Čelisti s mechanickým upnutím konce drátu



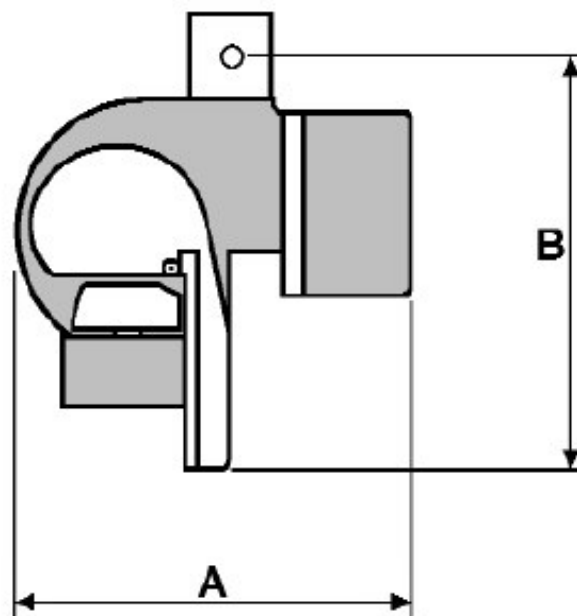
Obr. 18: Čelisti s mechanickým systémem upnutí (vačka) pro zkoušku tahem drátů



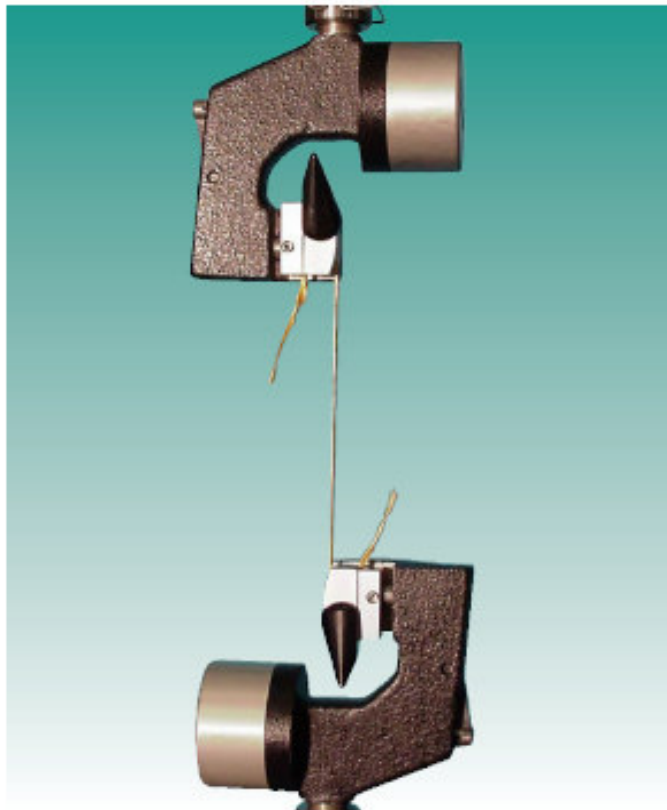
Obr. 19: Kladka



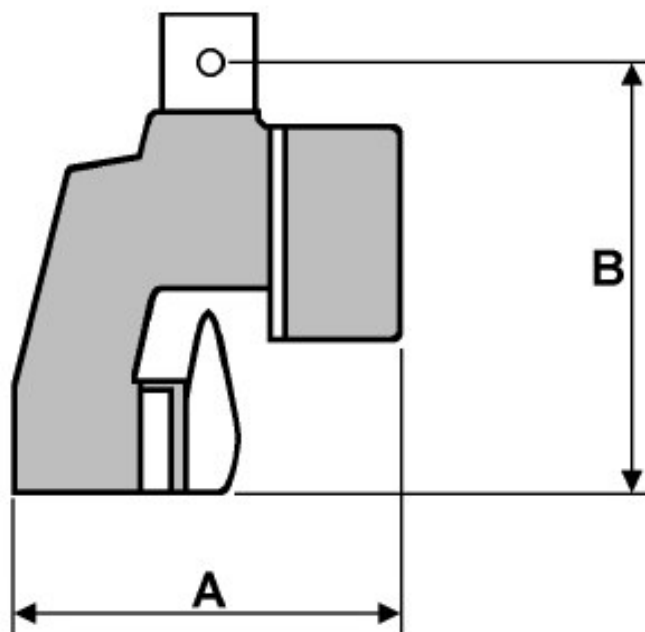
Obr. 20: Pneumatické čelisti pro zkoušku tahem kordů a vláken(10kN)



Obr. 21: Schéma upnutí konce drátu



Obr. 22: Pneumatické čelisti pro zkoušku tahem kordů a vláken (50N)



Obr. 23: Schéma upnutí konce drátu

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 6 TECHNICKÉ ÚDAJE ZKUŠEBNÍHO STROJE ZWICK

Zkušební stroj Zwick 145 665 se používá pro praktické zkoušení vzorků. Provádí se na něm testování tahem, tlakem a ohybem různých materiálů (plastů, kompozitů, laminátů, textilií, pěnových materiálů, lepenek, papírů aj.).



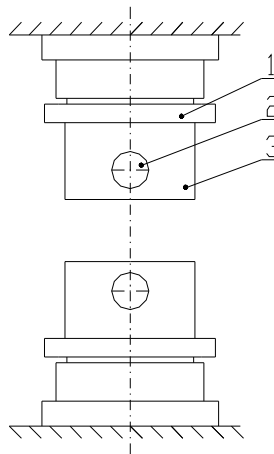
Obr. 24: Zkušební stroj Zwick 145 665



## 6.1 Technické údaje stroje

- maximální zkušební síla	20kN
- celková výška	2012mm
- celková šířka	630mm
- strojová výška	1284mm
- šířka pracovního prostoru	420mm
-hmotnost	150kg

## 6.2 Upínací zařízení stroje:



Obr. 25: Upínací zařízení stroje

1...Utahovací matice

2...Otvor pro pojistný kolík

3...Spojovací čep

Upínací čelisti se nasazují na spojovací čep a zajistí kolíkem. Pro zajištění pevného upnutí čelistí na stroji se dotáhnou utahovací maticí.

## 7 NÁVRH UPÍNACÍCH ČELISTÍ

### **Princip funkce:**

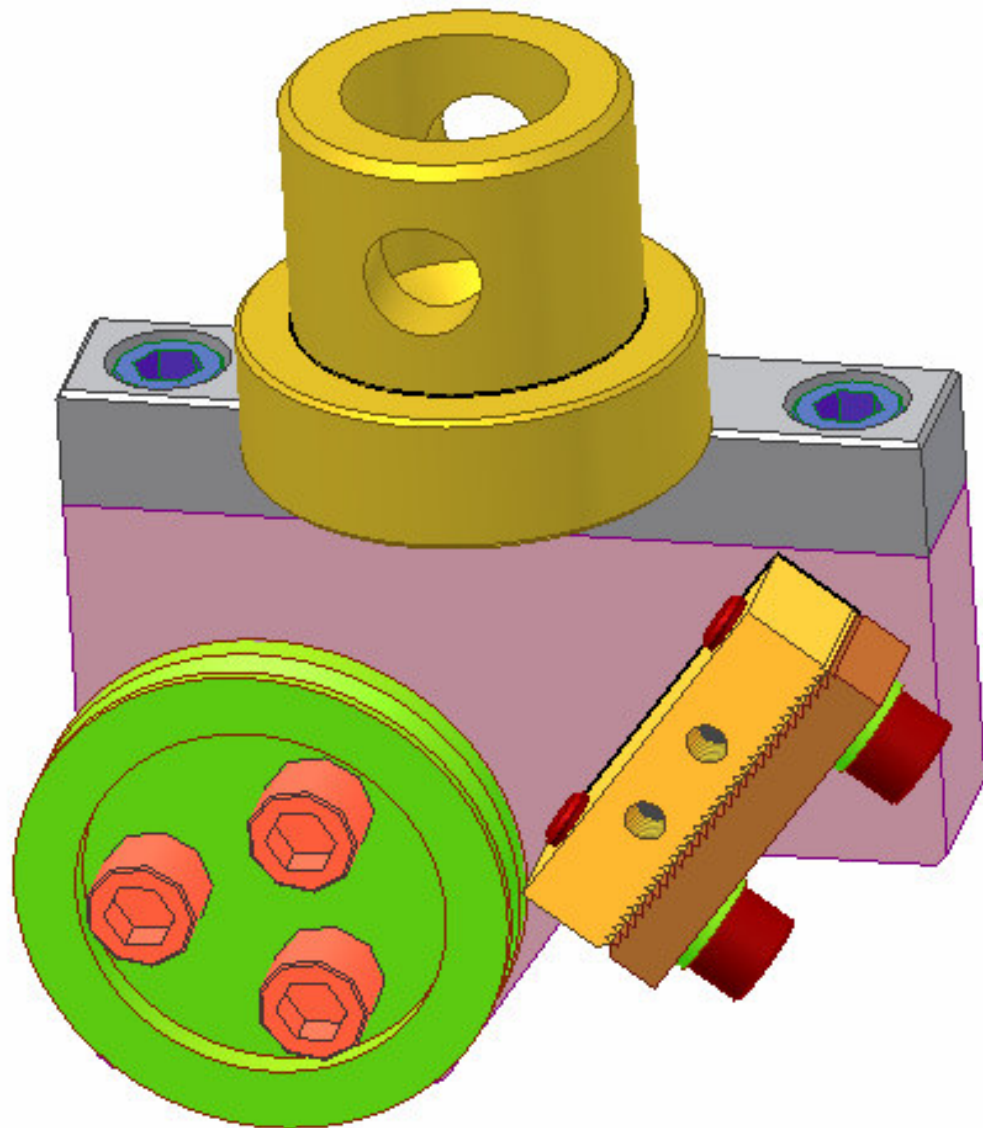
Při tahové zkoušce se zkušební vzorek ve formě drátu či kordu upne mezi čelisti zkušebního stroje. S plynule vzrůstající zatěžující silou se čelisti od sebe oddalují a dochází tak k prodlužování vzorku, až nastane přetržení. Vlastnosti zkoušeného materiálu jsou vyhodnocovány jako závislost síly na prodloužení.

### **Konstrukční řešení:**

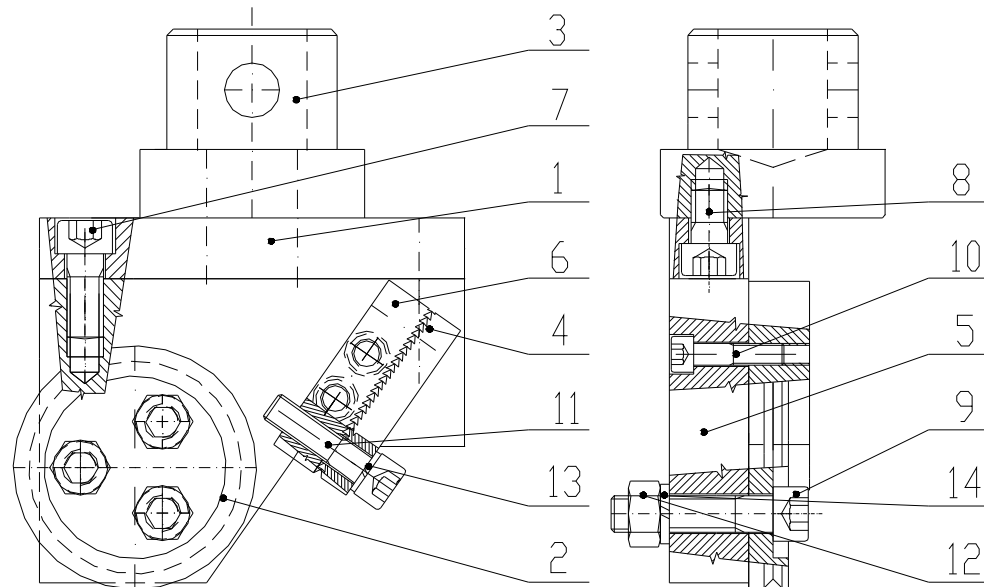
Při konstrukci upínacích čelistí byly navrženy dvě varianty upínacích čelistí, které se od sebe liší ve způsobu upnutí konce drátu.

K návrhu upínacích čelistí jsem se inspiroval návrhy od firem Zwick a Instron, které jsou uvedeny na obrázcích (14-23).

## 7.1 Varianta A



Obr. 26: 3D schéma varianty A



Obr. 27: Konstrukce navržených čelistí

Soupis jednotlivých dílů:

1...spojovací deska

2...kladka

3...čep

4...upínací deska 2

5...deska

6...upínací deska 1

7-11...šrouby s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem

12...šestihránná matice

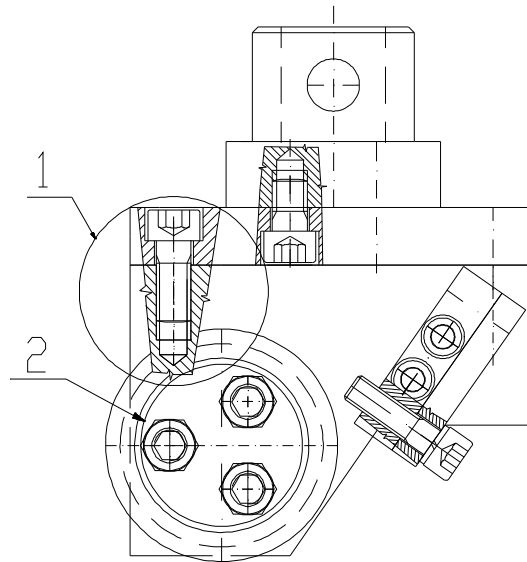
13-14...pružné podložky

Deska (pozice 5) je přes spojovací desku (p. 1) připojena pomocí šroubů s válcovou hlavou (p. 7,8) k čepu (p. 3), který je upnut pomocí pojistného kolíku ke spojovacímu čepu zkušebního stroje. K desce je pomocí tří šroubů připevněna kladka (p. 2). Poloha kladky je navržena tak, že osa zkušebního drátu leží v ose čepu stroje. Při zkoušce se zkušební drát omotá přes kladku a konec drátu se uchytlí mezi dvě upínací desky (p. 4,6) a upínací síla se vyvede pomocí dvou šroubů s válcovou hlavou (p. 11) pod kterými jsou umístěny pružné

podložky (p.13). Pro vyvození větší upínací síly je povrch upínacích desek opatřen vyfrézovanými drážkami.

Sestava čelistí a výrobní výkresy jednotlivých částí jsou uvedeny v příloze bakalářské práce.

### Dimenzování čelistí pro mezní sílu snímače:



Obr. 28: Dimenzování čelistí

Dimenzování čelistí pro maximální přenášenou sílu  $F=20000\text{N}$  je provedeno ve spojení spojovací desky a desky pomocí šroubu s válcovou hlavou (odkaz 1), kde se provede kontrola na tah. Při spojení kladky k desce (odkaz 2) je provedena kontrola šroubů s válcovou hlavou na stříh.

#### 1.Kontrola na tah

materiál šroubů...11 500 →  $\sigma_{Dt}=140\text{-}210\text{MPa}$

velikost šroubů...M12 →  $d_2=10,863\text{mm}$   $d_3=9,853\text{mm}$

počet šroubů... 2

velikost síly... $F=20000\text{N}$

$$\sigma = \frac{F}{2 \cdot S} = \frac{F}{2 \cdot \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2} \quad \sigma = \frac{20000}{2 \cdot \frac{\pi}{4} \left( \frac{10,863 + 9,853}{2} \right)^2} = 118,7\text{MPa} \quad (11)$$

$$\sigma_t \leq \sigma_{Dt} \rightarrow \text{vyhovuje} \quad (12)$$

## 2. Kontrola na stříh

materiál šroubů...11 500 →  $\tau_{DS}=85-125\text{MPa}$

velikost šroubů...M12 →  $d_3=9,853\text{mm}$

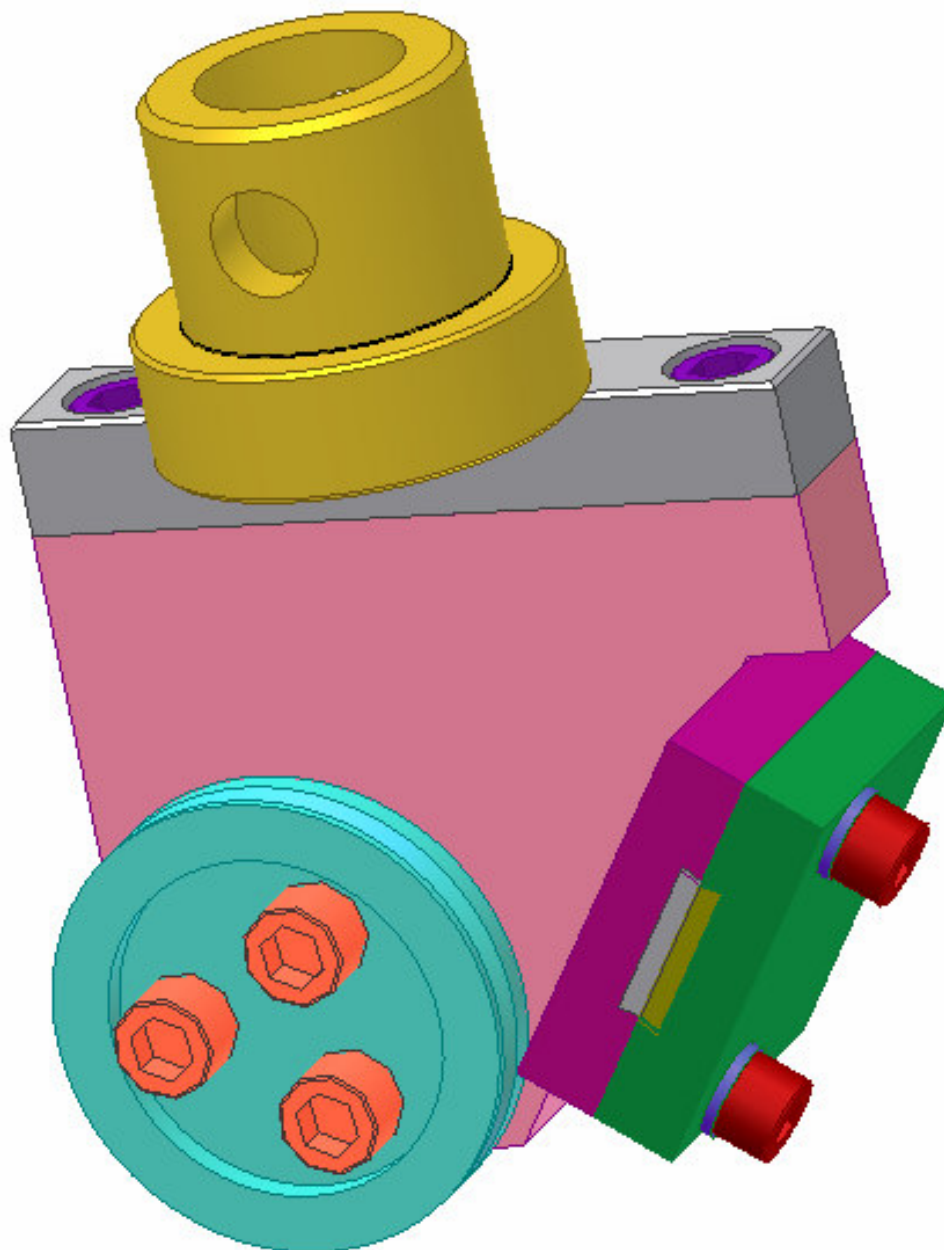
počet šroubů... 3

velikost zatěžující síly... $F=20000\text{N}$

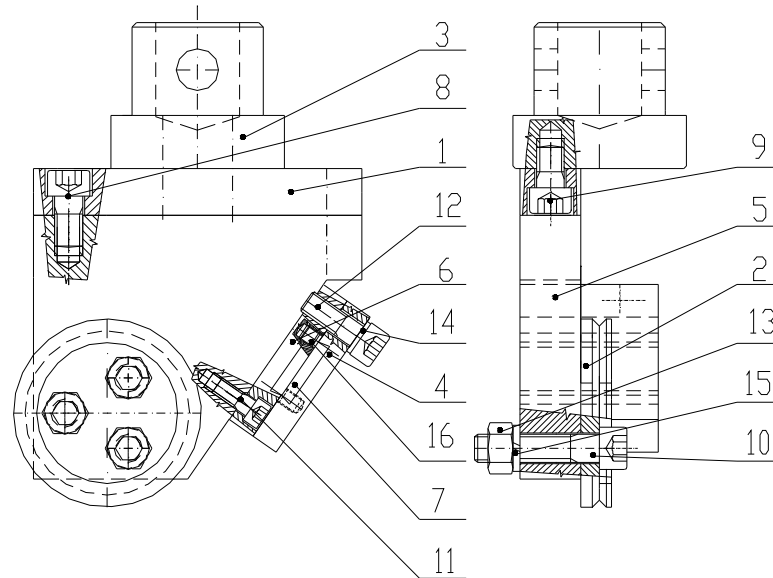
$$\tau_s = \frac{F}{3 \cdot S} = \frac{F}{3 \cdot \frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} \qquad \tau_s = \frac{20000}{3 \cdot \frac{\pi \cdot 9,853^2}{4}} = 87,4\text{MPa} \qquad (13)$$

$$\tau_s \leq \tau_{DS} \rightarrow \text{vyhovuje} \qquad (14)$$

## 7.2 Varianta B



Obr. 29: 3D schéma varianty B



**Obr. 30: Konstrukce navržených čelistí - varianta B**

Soupis jednotlivých dílů:

- 1...spojovací deska
- 2...kladka
- 3...čep
- 4...upínací deska 2
- 5...deska
- 6...upínací deska 1
- 7...rybinová deska
- 8-12...šrouby s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem
- 13...šestihránná matice
- 14-15...pružné podložky
- 16...stavěcí šroub s drážkou

Konstrukce varianty B se odlišuje od varianty A pouze zajištěním upnutí konce drátu. V tomto případě jsou v upínacích deskách (pozice 4,6) vyfrézovány rybinové drážky, do kterých se vsunou již dříve vyrobeny destičky s rybinovým profilem (p. 7). Destičky jsou po celé ploše křížně rádlované pro vyvození většího koeficientu tření. Zajištění posuvu

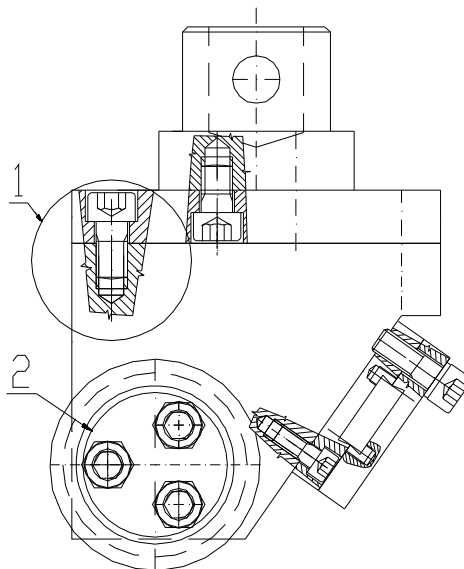


rybin je pomocí stavěcích šroubů (p. 16), které jsou zašroubovány v upínacích deskách a brání posunu rybinových desek v rybinové drážce.

Sestava čelistí a výrobní výkresy jednotlivých částí jsou uvedeny v příloze bakalářské práce.

pozn. Jelikož spojovací deska, čep, kladka jsou rozměrově stejné jako u varianty A jsou v příloze uvedeny jen 1x.

### Dimenzování čelistí pro mezní sílu snímače:



Obr. 31: Dimenzování čelistí

Dimenzování čelistí pro zadanou sílu  $F=20000\text{N}$  je provedeno ve spojení spojovací desky a desky pomocí šroubu s válcovou hlavou (odkaz 1), kde se provede kontrola na tah. Při spojení kladky k desce (odkaz 2) je provedena kontrola šroubů s válcovou hlavou na stříh.

#### 1.Kontrola na tah

materiál šroubů...11 500  $\rightarrow \sigma_{Dt}=140-210\text{MPa}$

velikost šroubů...M12  $\rightarrow d_2=10,863\text{mm} \quad d_3=9,853\text{mm}$

počet šroubů... 2

velikost síly... $F=20000\text{N}$

$$\sigma = \frac{F}{2 \cdot S} = \frac{F}{2 \cdot \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2} \quad \sigma = \frac{20000}{2 \cdot \frac{\pi}{4} \left( \frac{10,863 + 9,853}{2} \right)^2} = 118,7 \text{ MPa} \quad (15)$$

$$\sigma_t \leq \sigma_{Dt} \rightarrow \text{vyhovuje} \quad (16)$$

## 2. Kontrola na stříh

materiál šroubů...11 500  $\rightarrow \tau_{DS}=85\text{-}125\text{MPa}$

velikost šroubů...M12  $\rightarrow d_3=9,853\text{mm}$

počet šroubů... 3

velikost zatěžující síly... $F=20000\text{N}$

$$\tau_s = \frac{F}{3 \cdot S} = \frac{F}{3 \cdot \frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} \quad \tau_s = \frac{20000}{3 \cdot \frac{\pi \cdot 9,853^2}{4}} = 87,4 \text{ MPa} \quad (17)$$

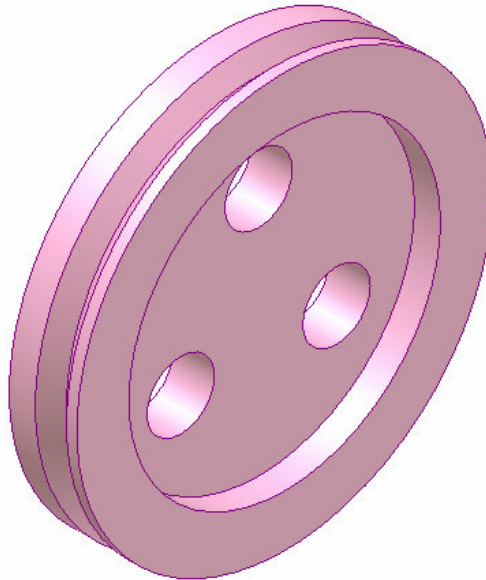
$$\tau_s \leq \tau_{DS} \rightarrow \text{vyhovuje} \quad (18)$$

Pro snadnější výrobu se bude vyrábět varianta A.

## 8 SOUČÁSTI VYRÁBĚNÝCH ČELISTÍ

### 8.1 Kladka

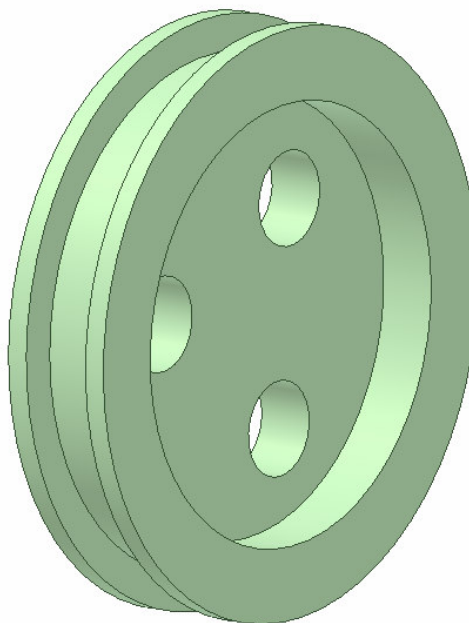
#### 8.1.1 Kladka na zkoušku tahem drátů



Obr. 32: 3D schéma kladky na dráty

Výrobní výkres kladky je uveden v příloze bakalářské práce.

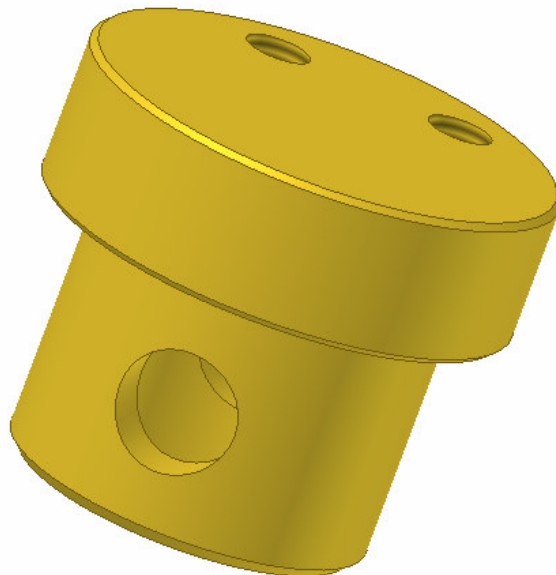
#### 8.1.2 Kladka na zkoušku tahem pásů



Obr. 33: 3D schéma kladky na pásy

Výrobní výkres kladky je uveden v příloze bakalářské práce.

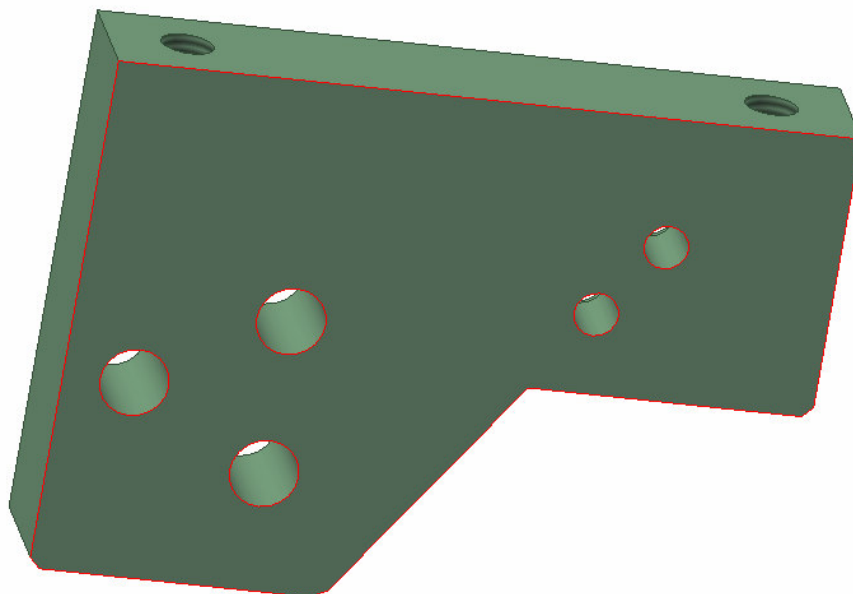
## 8.2 Čep upínající čelisti na stroj



Obr. 34: 3D schéma čepu

Výrobní výkres čepu je uveden v příloze bakalářské práce.

## 8.3 Deska



Obr. 35: 3D schéma desky

Výrobní výkres desky je uveden v příloze bakalářské práce.

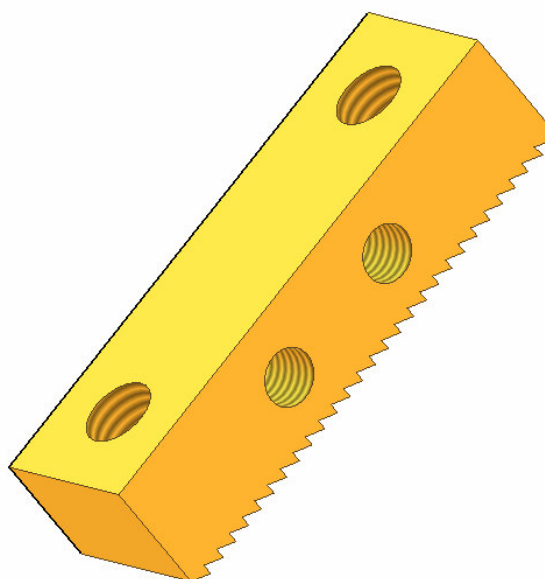
## 8.4 Spojovací deska



Obr. 36: 3D schéma spojovací desky

Výrobní výkres spojovací desky je uveden v příloze bakalářské práce.

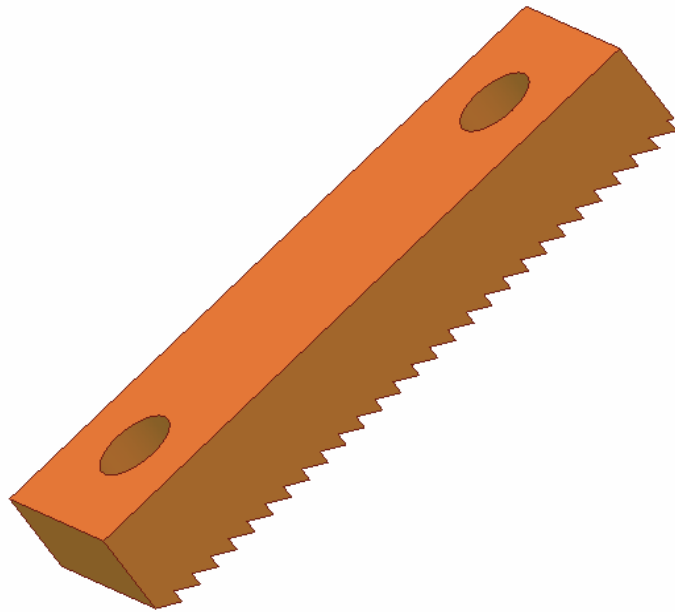
## 8.5 Upínací deska 1



Obr. 37: 3D schéma upínací desky 1

Výrobní výkres upínací desky 1 je uveden v příloze bakalářské práce.

## 8.6 Upínací deska 2



**Obr. 38: 3D schéma upínací desky 2**

Výrobní výkres upínací desky 2 je uveden v příloze bakalářské práce.

## ZÁVĚR

V teoretické části jsem se zaměřil na rozbor problematiky provádění mechanických zkoušek. Největší pozornost jsem přitom věnoval podrobnému seznámení s prováděním tahových zkoušek. Součástí teoretické části bylo rovněž seznámení s problematikou upínání zkoušených vzorků na stroj, což bylo jedním z dílčích cílů této práce.

V praktické části nejprve uvádím parametry stroje Zwick 145 665 pro který jsem dle zadání bakalářské práce měl vypracovat upínací čelisti ke zkoušce drátů a kordů. V průběhu zpracování práce jsem navrhl dvě různá konstrukční řešení, které se od sebe liší ve způsobu upínání konce zkoušeného drátu. Z důvodu náročnosti výroby byl vybrán k výrobě první typ čelistí. Možnost využití čelistí se zvýšila tím, že jsem navrhl dvě konstrukční řešení kladek, kdy jeden typ slouží pro zkoušení drátů a druhý pro zkoušení pásů.

Výkresovou dokumentaci upínacích čelistí jsem vypracoval v programu AutoCad 2002 a je přiložena v příloze bakalářské práce.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Lukovics, I. Konstrukční materiály a technologie. VUT Brno, 1992
- [2] Skálová, J., Kovařík, R., Benedikt, V. Základní zkoušky kovových materiálů. Fakulta strojní Plzeň, 2005
- [3] Dostupné z: <http://www.zwick.com>
- [4] Dostupné z: <http://www.instron.com>
- [5] Lukovics, I., Sýkorová, L., Volek, F. Části a mechanismy strojů. Fakulta technologická ve Zlíně 1999
- [6] Leinveber, J., Řasa, J., Vávra, P. Strojnické tabulky. Scientia s.r.o. Praha, 1999
- [7] Hluchý, M., Kolouch, J. Strojírenská technologie 1 - Nauka o materiálu 1. díl. Scientia, Praha, 1999
- [8] Hluchý, M., Haněk, V. Strojírenská technologie 2 – Koroze, základy obrábění, výrobní postupy 2.díl. Scientia, Praha, 2001



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

R	(MPa)	Normálové napětí
F	(N)	Zátěžná síla
S <sub>o</sub>	(mm <sup>2</sup> )	Počáteční plocha příčného průřezu
ΔL	(mm)	Absolutní prodloužení
L <sub>u</sub>	(mm)	Konečná délka
L <sub>o</sub>	(mm)	Počáteční měřená délka
ε	(-)	Poměrné prodloužení
E	(MPa)	Modul pružnosti v tahu
R <sub>u</sub>	(MPa)	Mez úměrnosti
R <sub>E</sub>	(MPa)	Mez pružnosti
R <sub>e</sub>	(MPa)	Mez kluzu
R <sub>eH</sub>	(MPa)	Horní mez kluzu
R <sub>eL</sub>	(MPa)	Dolní mez kluzu
R <sub>m</sub>	(MPa)	Pevnost v tahu
A	(%)	Tažnost materiálu
Z	(%)	Kontrakce
F <sub>max</sub>	(N)	Maximální zatěžující síla
ε <sub>t</sub>	(%)	Poměrné zkrácení
h <sub>o</sub>	(mm)	Počáteční výška
h	(mm)	Výška po zatížení
ψ <sub>t</sub>	(%)	Rozšíření
F	(N)	Mezní síla snímače
σ <sub>Dt</sub>	(MPa)	Dovolené napětí v tahu
d <sub>2</sub>	(mm)	Střední průměr závitu šroubu

$d_3$	(mm)	Malý průměr závitu šroubu
$\tau_s$	(MPa)	Napětí ve střihu
$\tau_{DS}$	(MPa)	Dovolené napětí ve střihu

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1: Pracovní diagram zkoušky tahem.....	16
Obr. 2: Různé typy pracovních diagramů tahové zkoušky .....	19
Obr. 3: Základní druhy lomů při tahové zkoušce .....	20
Obr. 4: Zkušební tyč kruhového průřezu s válcovými hlavami k upínání do rychloupínacích čelistí.....	21
Obr. 5: Zkušební tyč kruhového průřezu pro upínání do kroužků .....	22
Obr. 6: Zkušební tyč kruhového průřezu se závitovými hlavami .....	22
Obr. 7: Zkušební tyč pro zkoušení šedé litiny.....	22
Obr. 8: Mechanismus porušení při zkoušce tlakem.....	24
Obr. 9: Tlakový diagram křehkého a tvárného materiálu .....	25
Obr. 10: Rozdíl v hodnotách pevnosti v tahu a tlaku pro měkkou ocel a šedou litinu .....	25
Obr. 11: Závislost upínací síly na tahové síle .....	31
Obr. 12: Digital clip-on extensometr .....	32
Obr. 13: Macro extensometr.....	33
Obr. 14: Čelisti s hydraulicko-mechanickým systémem upnutí pro zkoušku tahem drátů..	34
Obr. 15: Čelisti se šroubovým systémem upnutí pro zkoušku tahem drátů.....	34
Obr. 16: Čelisti se šroubovým systémem upnutí pro zkoušku tahem drátů.....	35
Obr. 17: Čelisti s mechanickým upnutím konce drátu.....	35
Obr. 18: Čelisti s mechanickým systémem upnutí (vačka) pro zkoušku tahem drátů.....	36
Obr. 19: Kladka .....	36
Obr. 20: Pneumatické čelisti pro zkoušku tahem kordů a vláken(10kN) .....	37
Obr. 21: Schéma upnutí konce drátu .....	37
Obr. 22: Pneumatické čelisti pro zkoušku tahem kordů a vláken (50N) .....	38
Obr. 23: Schéma upnutí konce drátu .....	38
Obr. 24: Zkušební stroj Zwick 145 665 .....	40

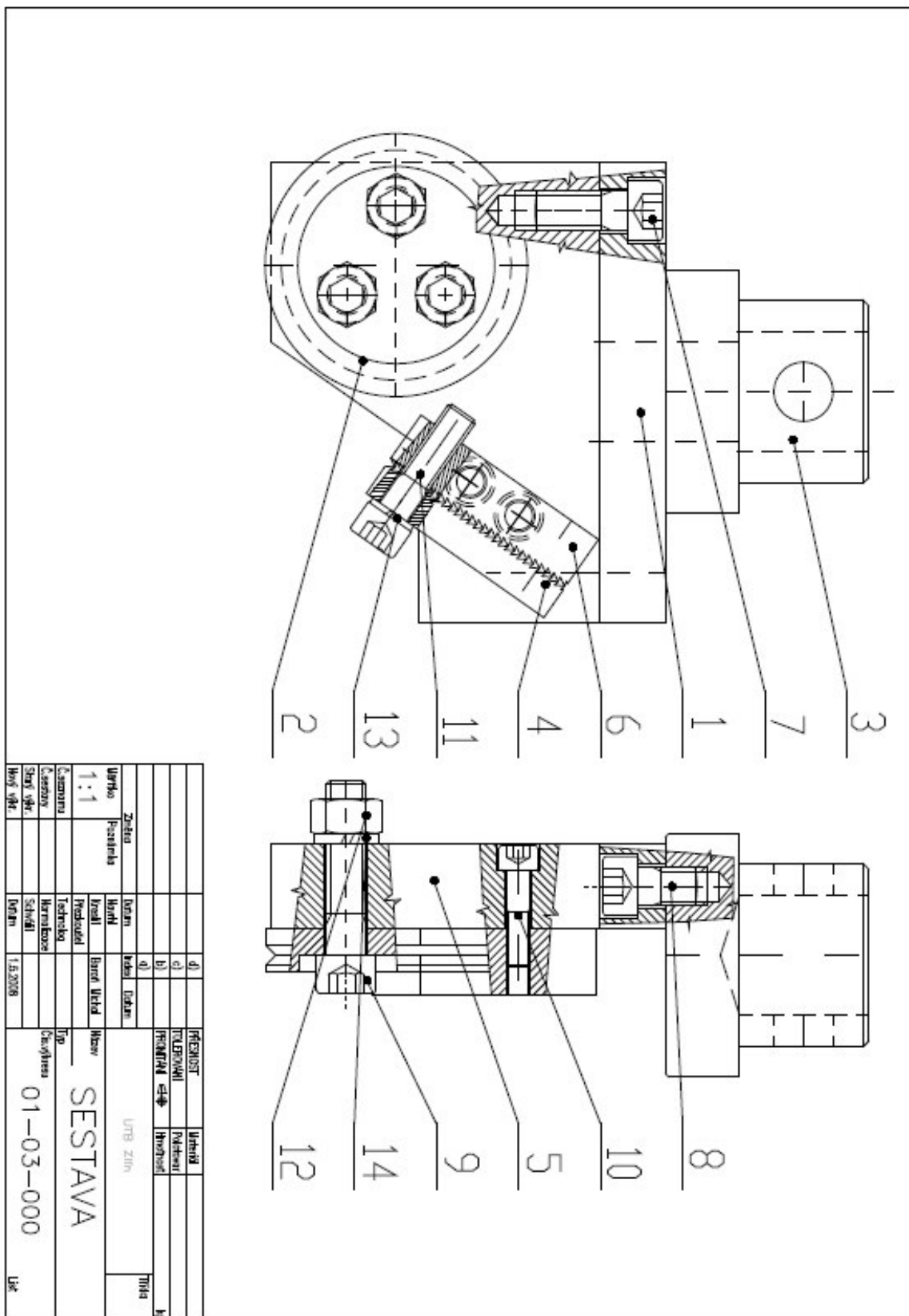
---

Obr. 25: Upínací zařízení stroje.....	41
Obr. 26: 3D schéma varianty A.....	43
Obr. 27: Konstrukce navržených čelistí.....	44
Obr. 28: Dimenzování čelistí.....	45
Obr. 29: 3D schéma varianty B.....	47
Obr. 30: Konstrukce navržených čelistí - varianta B.....	48
Obr. 31: Dimenzování čelistí.....	49
Obr. 32: 3D schéma kladky na dráty.....	51
Obr. 33: 3D schéma kladky na pásy.....	51
Obr. 34: 3D schéma čepu.....	52
Obr. 35: 3D schéma desky.....	52
Obr. 36: 3D schéma spojovací desky.....	53
Obr. 37: 3D schéma upínací desky 1.....	53
Obr. 38: 3D schéma upínací desky 2.....	54

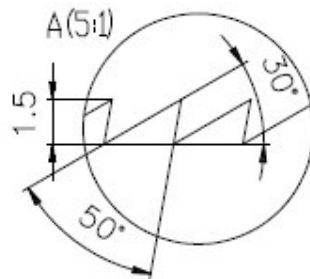
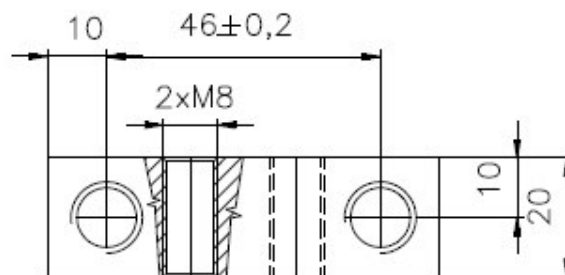
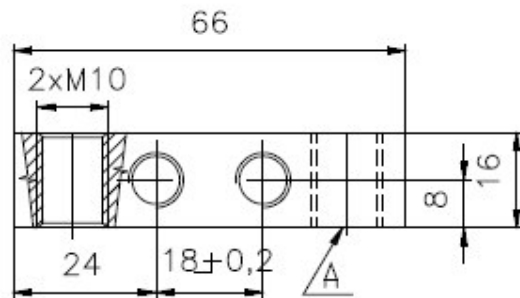
**SEZNAM PŘÍLOH**

- P 1: Sestava čelistí – varianta A, číslo výkresu 01-03-000
- P 2: Soupis položek – varianta A, číslo výkresu 01-04-000
- P 3: Výrobní výkres spojovací desky, číslo výkresu 01-04-001
- P 4: Výrobní výkres kladky na dráty, číslo výkresu 01-04-002/A
- P 5: Výrobní výkres kladky na pásy, číslo výkresu 01-04-002/B
- P 6: Výrobní výkres čepu, číslo výkresu 01-04-003
- P 7: Výrobní výkres upínací desky 2 – varianta A, číslo výkresu 01-04-004
- P 8: Výrobní výkres desky – varianta A, číslo výkresu 01-03-005
- P 9: Výrobní výkres upínací desky 1 – varianta A, číslo výkresu 01-04-006
- P 10: Sestava čelistí – varianta B, číslo výkresu 02-03-000
- P 11: Soupis položek – varianta B, číslo výkresu 02-04-000
- P 12: Výrobní výkres upínací desky 2 – varianta B, číslo výkresu 02-04-004
- P 13: Výrobní výkres desky – varianta B, číslo výkresu 02-03-005
- P 14: Výrobní výkres upínací desky 1 – varianta B, číslo výkresu 02-04-006
- P 15: Výrobní výkres rybinové desky – varianta B, číslo výkresu 02-04-007

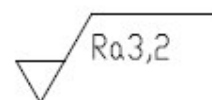
**Přílohy:**



14	PODLOŽKA 12	ČSN 02 1740		-	6	-
13	PODLOŽKA 10	ČSN 02 1740		-	4	-
12	MATICE M12	ISO 4032		-	6	-
11	ŠROUB M10-30	ISO 4762		-	4	-
10	ŠROUB M8-30	ISO 4762		-	4	-
9	ŠROUB M12-55	ISO 4762		-	6	-
8	ŠROUB M12-18	ISO 4762		-	4	-
7	ŠROUB M12-28	ISO 4762		-	4	-
6	UPÍNACÍ DESKA 1 20x16-66	01-04-006	12 060	-	2	-
5	DESKA 100x26-140	01-03-005	12 060	-	2	-
4	UPINACÍ DESKA 2 20x10-66	01-04-004	12 060	-	2	-
3	ČEP ø74-63	01-04-003	12 060	-	2	-
2	KLADKA 1-2 ø80-13	01-04-002	12 060	-	2	-
1	SPOJOVACÍ DESKA 26x20-140	01-04-001	12 060	-	2	-
POZ.	NÁZEV - ROZMĚRY POLOTOVARU	VÝKRES - NORMA	MATERIÁL	J.	MN.	HMOT. kg
		d)	PŘESNOST	Materiál		
		c)	TOLEROVÁNÍ	Polotovár		
		b)	PROMĚTÁNÍ 	Hmotnost		kg
		a)				
	Změna	Datum	Index	Datum	UTB Zlín	
Měřítko	Poznámka	Navrhl			Třída	
1:1		Kreslil	Baroň Michal	Název	SOUPIS POLOŽEK	
Č.seznamu		Přezkoušel		Typ		
Č.sestavy		Technolog		Čís.výkresu	01-04-000	
Starý výkr.		Normalizace				
Nový výkr.		Schválil				
		Datum	1.5.2008		List	

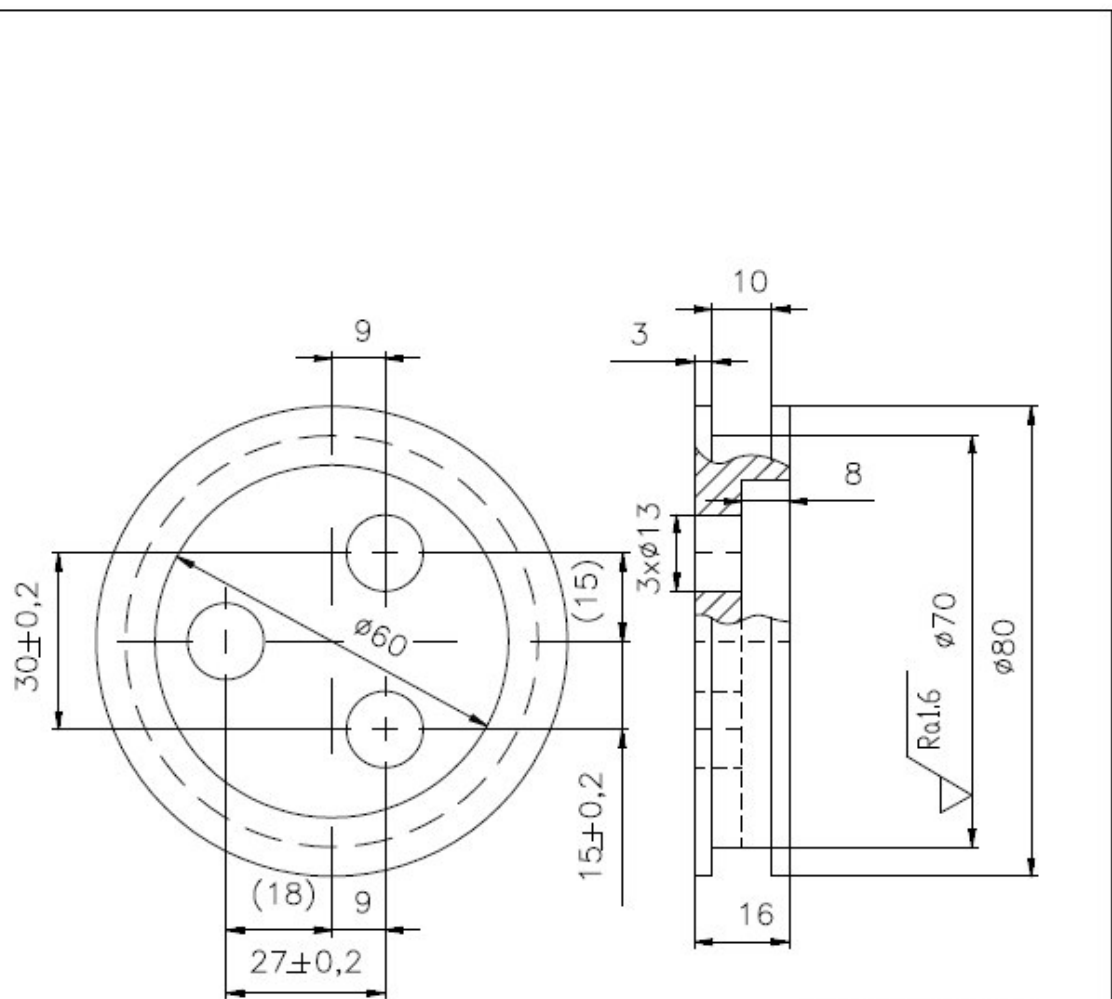


POZINKOVANO



		d)		PŘESNOST	Materiál	12 060
		c)		TOLEROVÁNÍ	Polotovar	PL0 25x20-70 ČSN 42 5522
		b)		PROMĚTÁNÍ	Hmotnost	kg
		a)		UTB Zlín		Trída
Měřítka	Změna	Datum	Index	Datum		
1:1	Poznámka	Navrhl	Kreslil	Baroš Michal	Název	UPINACI DESKA 1
Č.seznamu		Technolog	Přezkoušel		Typ	
Č.sestavy		Normalizace			Čís.výkresu	01-04-006
Starý výkr.		Schválil				
Nový výkr.		Datum	1.5.2008			List



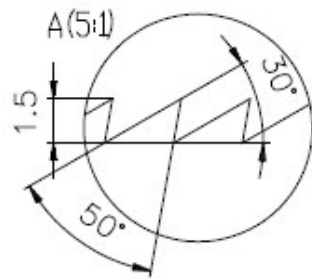
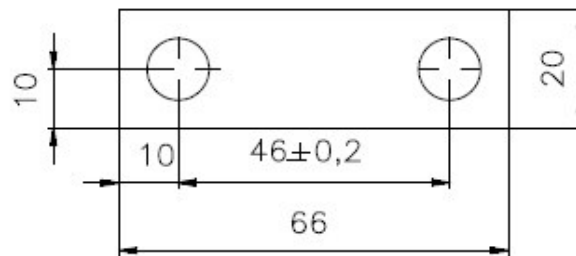
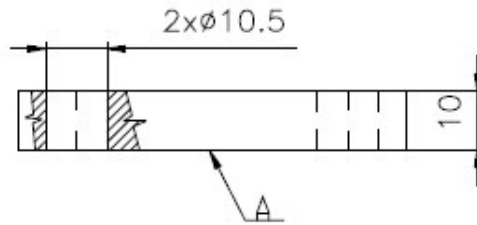


POZINKOVANO  
KALENO,CEMENTOVÁNO HRC56

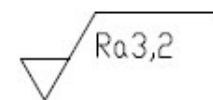


		d)		PŘESNOST	Materiál	12 060	
		c)		TOLEROVÁNÍ	Polotovar	Ø85-21 ČSN 42 5510	
		b)		PROMĚTÁNÍ	Hmotnost		kg
		a)		UTB Zlín			Trída
	Změna	Datum	Index	Datum			
Měřítko	Poznámka	Navrhl			Název		
1:1		Kreslil	Baroň Michal		KLADKA		
		Přezkoušel			Typ		
Č.seznamu		Technolog			Čís.výkresu		
Č.sestavy		Normalizace			01-04-002/B		
Starý výkr.		Schválil			List		
Nový výkr.		Datum	1.5.2008				

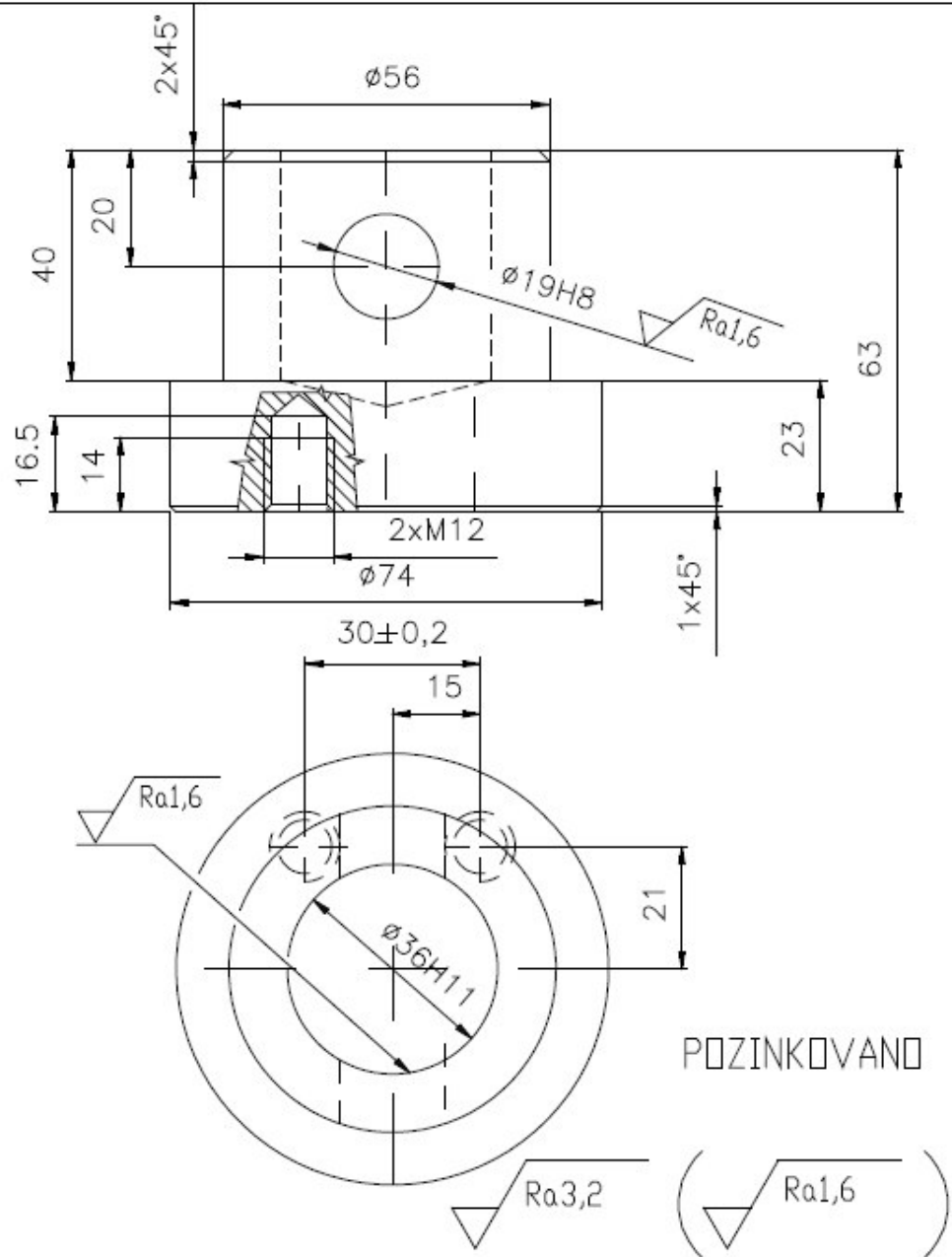




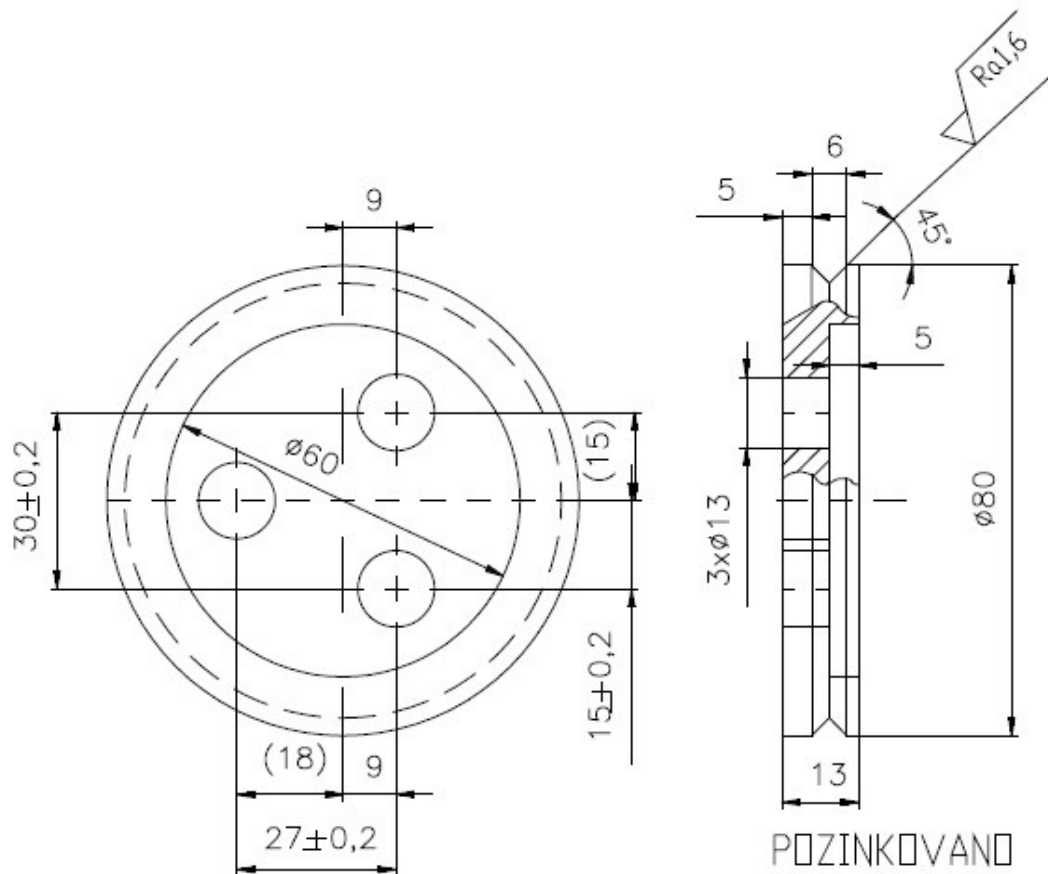
POZINKOVANO



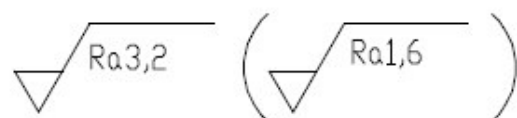
		d)		PŘESNOST	Materiál	12 060
		c)		TOLEROVÁNÍ	Polotovar	PL0 22x14-70 ČSN 42 5522
		b)		PROMĚTÁNÍ	Hmotnost	kg
		a)		UTB Zlín		Trída
Změna	Datum	Index	Datum			
Měřítko	Poznámka	Navrhl		Název		
1:1		Kreslil	Baroš Michal	UPÍNACÍ DESKA 2		
Č.seznamu		Přezkoušel		Typ		
Č.sestavy		Technolog		Čís.výkresu		
Starý výkr.		Normalizace		01-04-004		
Nový výkr.		Schválil		List		
		Datum	1.5.2008			



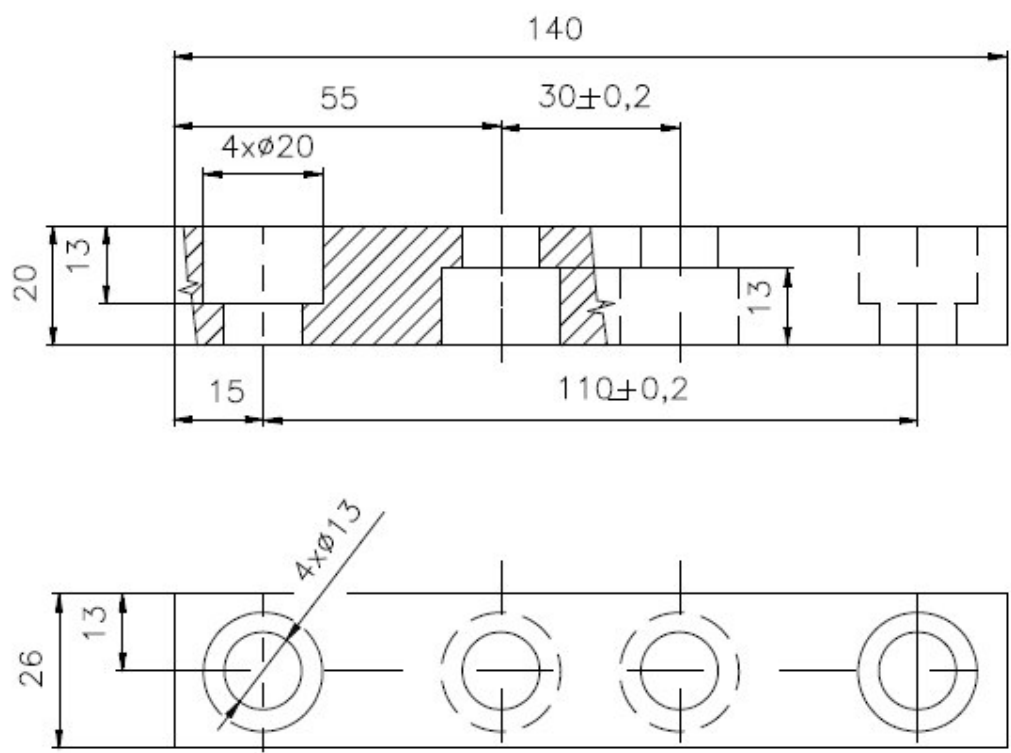
		d)		PŘESNOST	Materiál	12 060
		c)		TOLEROVÁNÍ	Polotovár	$\varnothing 60-67$ ČSN 42 5510
		b)		PROMĚTÁNÍ	Hmotnost	kg
		a)				
	Změna	Datum	Index	UTB Zlín		Trída
Měřítko	Poznámka	Navrhl		Název	ČEP	
1:1		Kreslil	Baroň Michal	Typ		
Č.seznamu		Přezkoušel		Čís.výkresu	01-04-003	
Č.sestavy		Technolog				
Starý výkr.		Normalizace				
Nový výkr.		Schválil				
		Datum	1.5.2008		List	



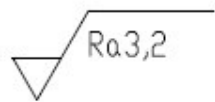
POZINKOVANO  
KALENO, CEMENTOVANO HRC56



		d)		PŘESNOST	Materiál	12 020
		c)		TOLEROVÁNÍ	Polotovar	$\phi 85-16$ ČSN 42 5510
		b)		PROMĚTÁNÍ	Hmotnost	kg
		a)		UTB Zlín		Trída
Měřítko	Poznámka	Navrhl		Název		
1:1		Kreslil	Baroň Michal	KLADKA		
Č.seznamu		Přezkoušel		Typ		
Č.sestavy		Technolog		Čís.výkresu		
Starý výkr.		Normalizace		01-04-002/A		
Nový výkr.		Schválil		List		
		Datum	1.5.2008			

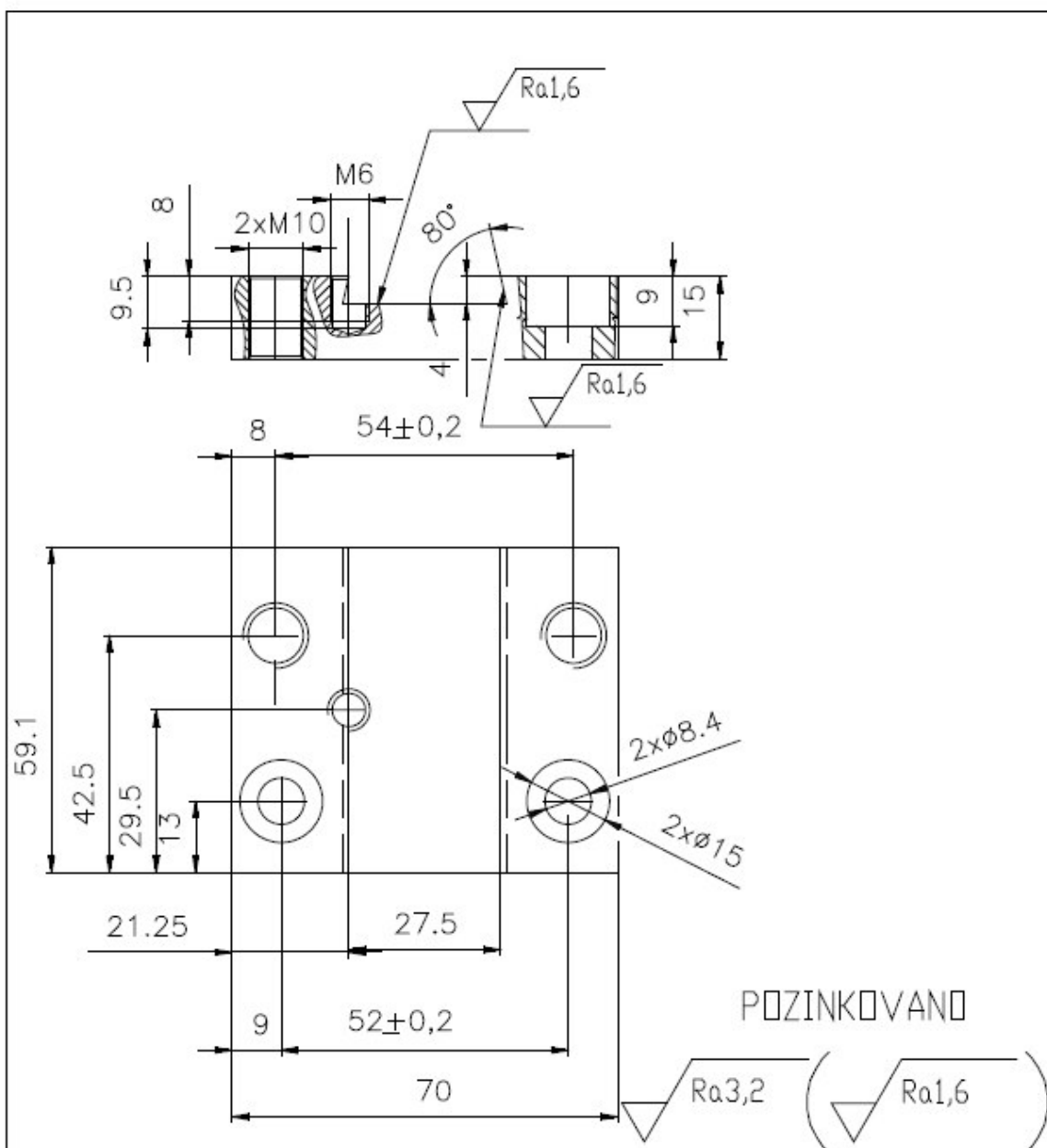


POZINKOVANO



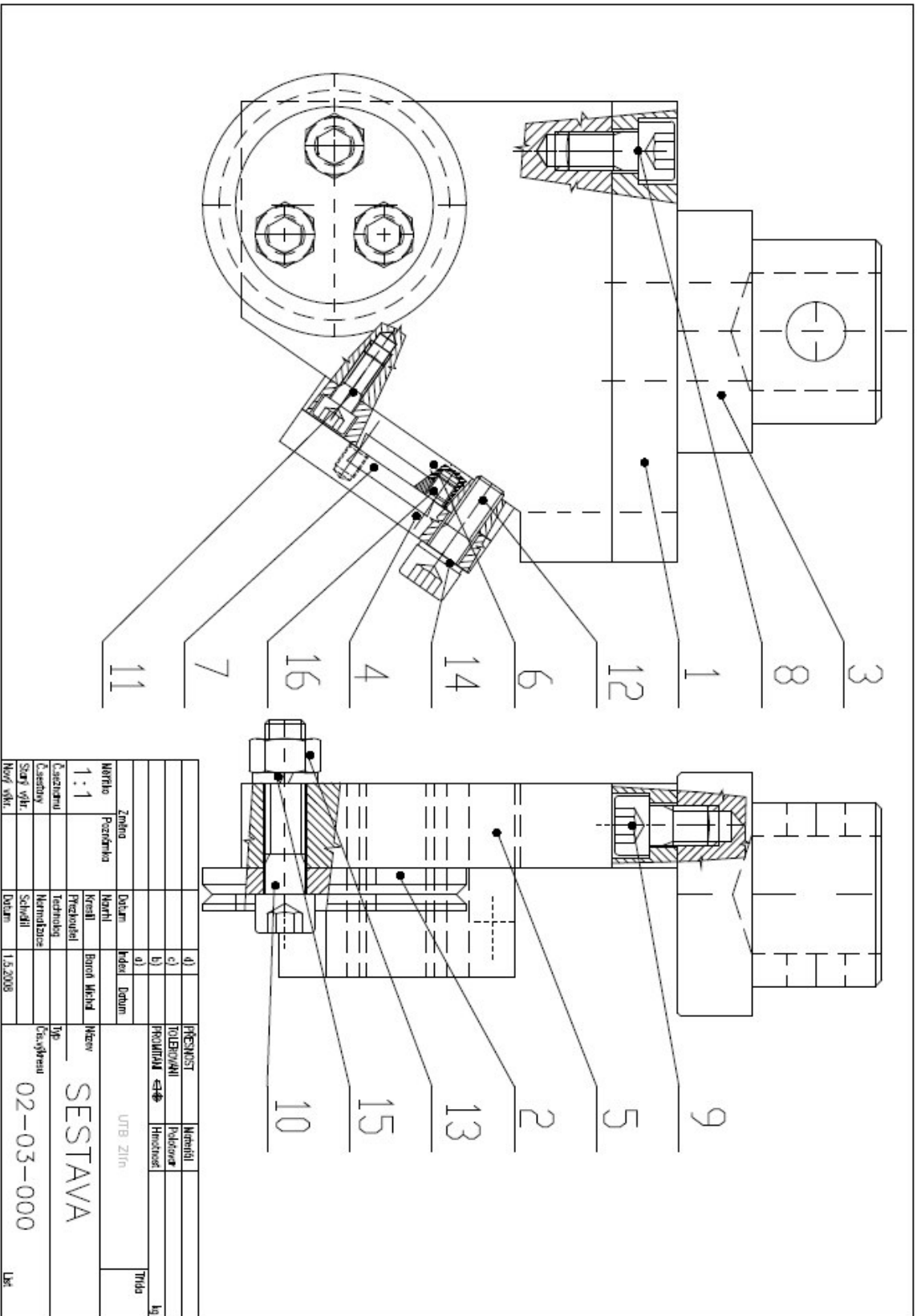
		d)		PŘESNOST	Materiál	12 020
		c)		TOLEROVÁNÍ	Polotovar	150x25-30 ČSN 42 5522
		b)		PROMĚTÁNÍ	Hmotnost	kg
		a)		UTB Zlín		Trída
Měřítka	Poznámka	Navrhl		Název		
1:1		Kreslil	Baroň Michal	SPOJOVACÍ DESKA		
Č.seznamu		Přezkoušel		Typ		
Č.sestavy		Technolog		Čís.výkresu		
Starý výkr.		Normalizace		01-04-001		
Nový výkr.		Schválil		List		
		Datum	1.5.2008			

16	ŠROUB M6x7	ISO 4766		-	2	-
15	PODLOŽKA 12	ČSN 02 1740		-	6	-
14	PODLOŽKA 10	ČSN 02 1740		-	4	-
13	MATICE M12	ISO 4032		-	6	-
12	ŠROUB M10-30	ISO 4762		-	4	-
11	ŠROUB M8-18	ISO 4762		-	4	-
10	ŠROUB M12-55	ISO 4762		-	6	-
9	ŠROUB M12-18	ISO 4762		-	4	-
8	ŠROUB M12-22	ISO 4762		-	4	-
7	RYBINOVÁ DESKA 29,7x4,1-59,1	02-04-007	12 060	-	2	-
6	UPÍNAČÍ DESKA 1 59.1x15-70	02-04-006	12 060	-	2	-
5	DESKA 112.5x26-140	02-03-005	12 060	-	2	-
4	UPÍNAČÍ DESKA 2 59.1x15-70	02-04-004	12 060	-	2	-
3	ČEP Ø74-63	02-04-003	12 060	-	2	-
2	KLADKA 1-2 Ø80-13	02-04-002	12 060	-	2	-
1	SPOJOVACÍ DESKA 26x20-140	02-04-001	12 060	-	2	-
POZ.	NÁZEV - ROZMĚRY POLOTOVARU	VÝKRES - NORMA	MATERIÁL	J.	MN.	HMOT. kg
		d)	PŘESNOST	Materiál		
		c)	TOLEROVÁNÍ	Polotovary		
		b)	PROMÍTÁNÍ $\leftarrow \oplus$	Hmotnost		kg
		a)				
Změna	Datum	Index	Datum	UTB Zlín		Třída
Měřítko	Poznámka	Navrhl		Název <b>SOUPIS POLOŽEK</b>		
1:1		Kreslil	Baroň Michal			
		Přezkoušel				
Č.seznamu		Technolog		Typ		
Č.sestavy		Normalizace		Čís.výkresu		
Starý výkr.		Schválil		02-04-000		
Nový výkr.		Datum	1.5.2008	Líst		



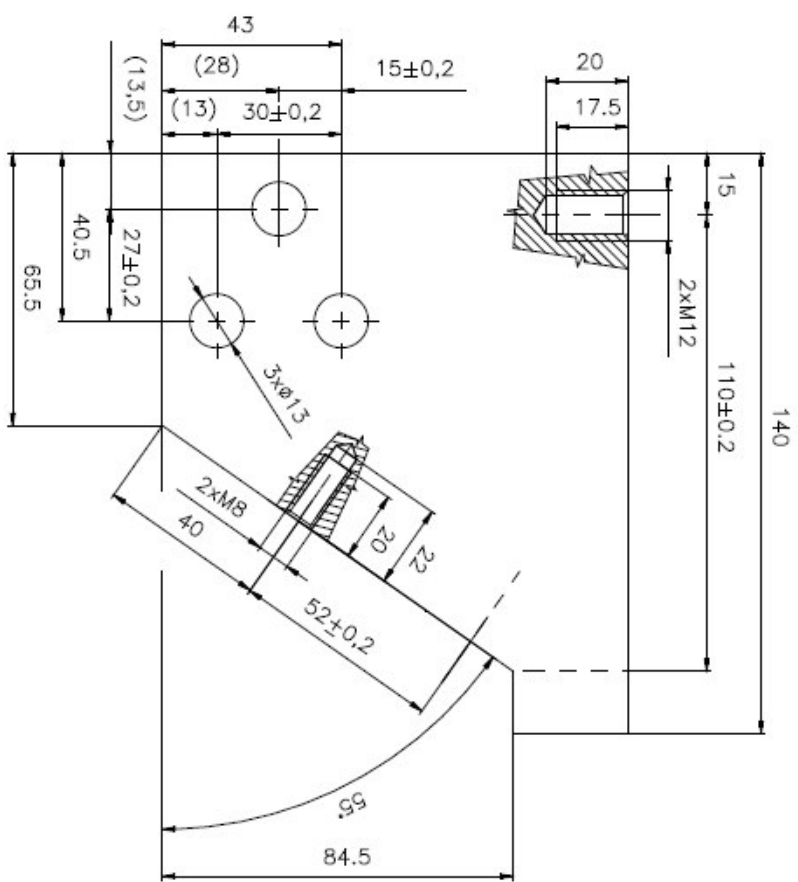
		d)		PŘESNOST	Materiál	12 060
		c)		TOLEROVÁNÍ	Polotovár	PL0 65x18-75 ČSN 42 5522
		b)		PROMĚTÁNÍ	Hmotnost	kg
		a)				
	Změna	Datum	Index	Datum	UTB Zlín	
Měřítko	Poznámka	Navrhl			Třída	
1:1		Kreslil	Baroň Michal	Název	UPINACI DESKA 1	
Č.seznamu		Přezkoušel		Typ		
Č.sestavy		Technolog		Čís.výkresu	02-04-006	
Starý výkr.		Normalizace				
Nový výkr.		Schválil				
		Datum	1.5.2008		List	





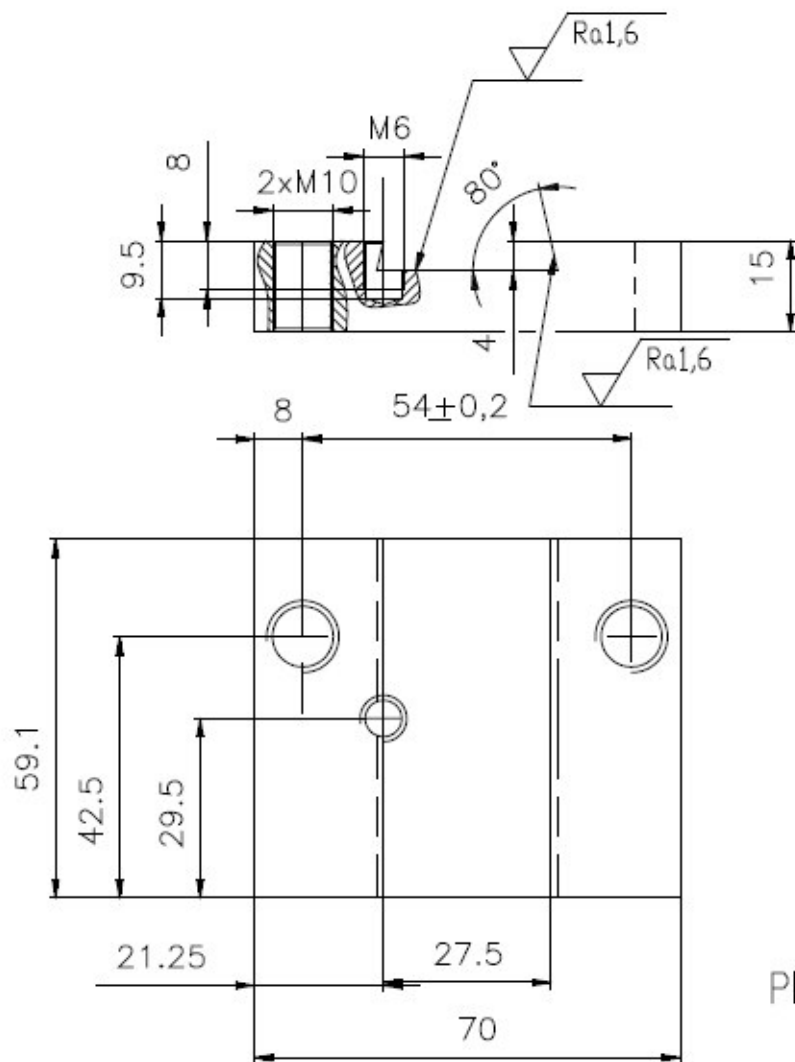
Материал	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Толеранс	h7	h8	h9	h10	h11	h12	h13	h14	h15	h16	h17	h18	h19	h20	h21	h22
Точность	IT9	IT8	IT7	IT6	IT5	IT4	IT3	IT2	IT1	IT0	IT0.1	IT0.2	IT0.3	IT0.4	IT0.5	IT0.6
Состояние	Чистота	Чистота	Чистота	Чистота	Чистота	Чистота	Чистота	Чистота	Чистота	Чистота	Чистота	Чистота	Чистота	Чистота	Чистота	Чистота
Срок вкл.	1.5.2008															
Имя	1.5.2008															
Создатель	1.5.2008															
Тип	1.5.2008															
Состояние	1.5.2008															
Срок вкл.	1.5.2008															

**SESTAVA**  
 02-03-000  
 UK



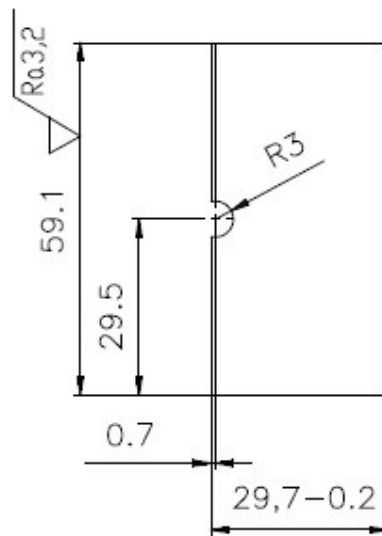
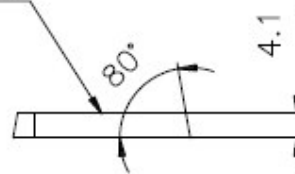
POZINKOVANO  
 Ra 3.2

Naziv: <b>DESKA</b>		Materijal: 12 080		PREKINOST	
Tip: <b>02-03-005</b>		Podloga: H4070x30-146 (SN 42 5522)		TOLERANCIJE	
Dok. št.: <b>1.5.2008</b>		Hidroizol:		PROJEKCIJA	
Datum: <b>1.5.2008</b>		Tvrda:		a) b) c) d)	
Zona: <b>UTB Z1/n</b>		Datum: <b>1.5.2008</b>		Klasifikacija: <b>1:1</b>	
Pozicija: <b>UTB Z1/n</b>		Ime: <b>DESKA</b>		C. osiguranje: <b>1:1</b>	
Materijal: <b>12 080</b>		Prethodni: <b>UTB Z1/n</b>		C. sredstvo: <b>1:1</b>	
Klasifikacija: <b>1:1</b>		Sredstvo: <b>1:1</b>		Sredstvo: <b>1:1</b>	
Materijal: <b>12 080</b>		Sredstvo: <b>1:1</b>		Materijal: <b>12 080</b>	
Datum: <b>1.5.2008</b>		Sredstvo: <b>1:1</b>		Datum: <b>1.5.2008</b>	



		d)		PŘESNOST	Materiál	12 060
		c)		TOLEROVÁNÍ	Polotovar	PLO 65x18-75 ČSN 42 5522
		b)		PROMĚTÁNÍ	Hmotnost	kg
		a)		UTB Zlín		Třída
Měřítko	Změna	Datum	Index	Datum		
1:1	Poznámka	Navrhl			Název	
		Kreslil	Baroň Michal		UPINACÍ DESKA 2	
		Přezkoušel			Typ	
Č.seznamu		Technolog			Čís.výkresu	
Č.sestavy		Normalizace			02-04-004	
Starý výkr.		Schválil			List	
Nový výkr.		Datum	1.5.2008			

křížně rádlováno



POZINKOVANO



		d)		PŘESNOST	Materiál	12 020
		c)		TOLEROVÁNÍ	Polotovar	30x5-64 ČSN 42 5522
		b)		PROMĚTÁNÍ $\text{⊕}$	Hmotnost	kg
		a)		UTB Zlín		Třída
Měřítko	Změna	Datum	Index	Datum		
1:1	Poznámka	Navrhl			Název	
		Kreslil	Baroň Michal		RYBINOVÁ DESKA	
		Přezkoušel			Typ	
Č.seznamu		Technolog			Čís.výkresu	
Starý výkr.		Normalizace			02-04-007	
Nový výkr.		Schválil			List	
		Datum	1.5.2008			