

REKONSTRUKCE ZAŘÍZENÍ PRO 2D RÁZOVÉ NAMÁHÁNÍ POLYMERŮ A KOMPOZITŮ

Bc. Ondřej Zbránek

Diplomová práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Ondřej ZBRANEK

Osobní číslo: T09707

Studijní program: N 3909 Procesní inženýrství

Studijní obor: Konstrukce technologických zařízení

**Téma práce: Rekonstrukce zařízení pro 2D rázové namáhání
polymerů a kompozitů**

Zásady pro vypracování:

- 1) Vypracování literární rešerže**
- 2) Návrh konstrukčního řešení**
- 3) Výkresová dokumentace**
- 4) Zprovoznění a odzkoušení zařízení**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Milan Žaludek, Ph.D.
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

14. února 2011

Termín odevzdání diplomové práce:

3. června 2011

Ve Zlíně dne 7. února 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Zbranek Ondřej

Obor: KTZ

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 9.5.2011.....

.....


¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) *Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.*

(3) *Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.*

²⁾ *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:*

(3) *Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).*

³⁾ *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:*

(1) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.*

(2) *Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.*

(3) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k vyšší výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

ABSTRAKT

Úkolem mé diplomové práce bylo konstrukční dořešení zařízení pro zkoušení dvouosého namáhání tuhých plastů, kde bylo třeba dořešit celkový chod zařízení pro bezproblémové měření v laboratoři. Teoretická část popisuje vlastnosti polymerů, jejich zkoušení. V praktické části jsou popsány jednotlivé části zařízení a popis jejich funkce.

Klíčová slova: padostroj, zkoušky polymerů, rázové zkoušky

ABSTRACT

The task of this thesis is to design devices for resolving the two-axis stress testing rigid plastics, where it was necessary to solve the overall smooth operation of equipment for measurements in the laboratory. The theoretical part describes the properties of polymers and their testing. In the practical part describes the different parts of the equipment and describe their functions.

Keywords: fallmachine, polymer testing, shockstress

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Milanu Žaludkovi, Ph.D., za odborné rady a připomínky, které mi pomáhaly při vypracování této diplomové práce.

Prohlašuji, že jsem na celé diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval a odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně dne 9.5.2011

.....

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 POLYMERNÍ HMOTY	12
1.1 HISTORIE POLYMERNÍCH HMOT	12
1.2 CHARAKTERISTIKA PLASTŮ	13
1.3 VLASTNOSTI PLASTŮ	14
1.4 POUŽITÍ PLASTŮ V PRŮMYSLU	15
1.5 RECYKLACE PLASTŮ.....	16
2 ZKOUŠENÍ POLYMERNÍCH HMOT	17
2.1 ROZDĚLENÍ ZKOUŠEK	17
2.2 MECHANICKÉ ZKOUŠKY	18
2.3 PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH TĚLES.....	20
3 METODY RÁZOVÝCH ZKOUŠEK	22
3.1 METODA CHARPY	22
3.2 METODA IZOD	24
3.3 PEVNOST V TAHU RÁZEM	25
3.4 METODA DYNSTAT	26
4 RÁZOVÉ ZKOUŠKY PÁDEM	27
4.1 POPIS ZKOUŠKY	27
5 PARAMETRY ZKOUŠKY DLE ČSN EN ISO 6603	30
5.1 PORUCHY ZKUŠEBNÍCH TĚLES	30
5.2 ZKUŠEBNÍ TĚLESA	31
5.3 ZKUŠEBNÍ ZAŘÍZENÍ	31
5.4 POSTUP ZKOUŠKY	33
5.5 PROTOKOL O ZKOUŠCE	34
6 VYSOKORYCHLOSTNÍ KAMERA	35
6.1 HISTORIE VYSOKORYCHLOSTNÍCH KAMER	36
6.2 POUŽITÍ VYSOKORYCHLOSTNÍCH KAMER	37
II PRAKTICKÁ ČÁST	38
7 KONSTRUKCE PADOSTROJE	39
7.1 RÁM PADOSTROJE	39
7.2 VODÍCÍ TRUBKA	40
7.3 POLOHOVACÍ ZAŘÍZENÍ	42
7.4 MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ.....	45
7.5 UPNUTÍ ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ	47
7.6 TLOUK A ZÁVAŽÍ	48
8 VÝROBA ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ	50

8.1	MATERIÁL ZKUŠEBNÍCH TĚLES.....	50
8.2	ZKUŠEBNÍ TĚLESO	50
8.3	VSTŘIKOVACÍ STROJ.....	52
8.4	VSTŘIKOVACÍ FORMA.....	52
8.5	VSTŘIKOVACÍ PARAMETRY	53
9	SESTAVENÍ A ODZKOUŠENÍ FUNKČNOSTI PADOSTROJE.....	54
9.1	SESTAVENÍ PADOSTROJE	54
9.2	ZKOUŠKA FUNKČNOSTI PADOSTROJE.....	56
9.3	VYHODNOCENÍ ZKOUŠKY DLE ČSN EN ISO 6603	58
9.3.1	Stupňovitá metoda výpočet	58
9.3.2	Výpočet vlastní zkoušky	59
	ZÁVĚR	61
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	62
	SEZNAM OBRÁZKŮ	66
	SEZNAM TABULEK.....	67
	SEZNAM PŘÍLOH.....	68

ÚVOD

V dnešní době se plasty hojně používají v konstrukčních řešeních nových výrobků a zařízení a díky neustálému vývoji plastů je lze použít jako adekvátní náhradu kovových materiálu. Při volbě správného materiálu je důležité zaobírat se jejich vlastnostmi, které jsou přednostně mechanické, chemické, fyzikální.

Metoda padajícího tlouku je jednou z rázových zkoušek. Provádí se na zařízeních, kde můžeme nastavit výšku padajícího závaží a také energii. Zkouška musí splňovat normu ČSN EN ISO 6603. Zkoušky mohou být zaznamenávány vysokorychlostní kamerou, pro lepší vyhodnocení zkoušky.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POLYMERNÍ HMOTY

1.1 Historie polymerních hmot

Od rané existence lidstva se člověk snaží vyvíjet umělé materiály, které mají lepší vlastnosti než látky vyskytující se běžně v přírodě. Umělé hmoty - plasty - byly poprvé vyvinuty v 19. století a dnes se s nimi setkáváme v moderní společnosti prakticky všude každý den.

První plast - nitrát celu objevil Alexandr Parkes v polovině minulého století a poprvé byl veřejnosti představen na Velké výstavě v Londýně 1862. Byly z něj vyrobeny podešve bot a biliárové koule. John W. Hyatt zlepšil vlastnosti nitrátu celulózy smícháním s kafrem a nazval nový produkt celuloid. Tento nový plast byl s oblibou používán na výrobu hřebenu, knoflíků a rukojetí.

Nové polymerní materiály ve svých počátcích představovaly modifikované přírodní látky, z nichž nejznámější je viskózní vlákno. Tento polo-přírodní polymer vyráběný z celulózy je používán v textilním průmyslu a je znám i jako transparentní film - celofán. Prvním plně syntetickým plastem byl bakelit vynalezený Leo Baekelondem v Americe roku 1909. Tento plast vyráběný z fenolu a formaldehydu se vyznačuje pevností, lehkostí, tepelnou odolností a dobrými izolačními vlastnostmi. Z těchto důvodů byl dlouhá léta používán v elektrotechnice.

Vývoj plastů pokračoval ve 20. a 30. letech, k jejich masovému využití došlo během 2. světové války a na začátku 50. let si plasty našly cestu i do našich domovů. Lze říci, že žijeme ve století plastu. Jejich výroba se výrazně zvýšila a spotřeba vzrostla z přibližně milionu tun v roce 1939 na více než 120 milionů tun v roce 1994.

Dnes plasty běžné nahrazují tradiční materiály jako dřevo, kovy, sklo, kůži, papír o pryž, protože jsou lehčí, pevnější, odolné proti korozi, trvanlivé, snadněji zpracovatelné a mají lepší izolační vlastnosti. Z těchto důvodů je použití plastů ve srovnání s klasickými materiály ekonomicky výhodnější. Jsou používány v průmyslu, domácnostech, obchodech, školách, nemocnicích, ovlivňují módu i náš život. Plasty jsou běžně známé pod různými jmény. např. nylon, polyester, polyetylén a jedním z nich je polyvinylchlorid – PVC [6].

1.2 Charakteristika plastů

Plasty jsou makromolekulární látky, které se dají formovat do požadovaného tvaru teplem nebo tlakem, popřípadě oběma činiteli současně. Jsou pevné a dobře tvarovatelné, lehké, snadno se obrábějí a většinou nepodléhají korozi, což je výhodné z hlediska trvanlivosti výrobků z nich zhotovených, ale nevýhodou z hlediska ekologického, protože odpad z plastů se v přírodě jen pomalu rozkládá [2].

Plasty dělíme na termoplasty a reaktoplasty. Termoplasty lze opakovaně ohřevem převést do stavu taveniny nebo viskozního toku a ochlazením nechat ztuhnout při teplotách, které jsou charakteristické pro daný typ termoplastu. Základ recyklačních technologií termoplastů. Reaktoplasty procházejí při zpracovatelském procesu chemickou reakcí a účinkem tepla, záření nebo síťovacích činidel vytvářejí husté, prostorově sesíťované struktury, v nichž jsou původní molekuly vzájemně pospojovány kovalentními vazbami. Tento proces se nazývá vytvrzování. Reaktoplast je ve vytvrzeném stavu netavitelný a nerozpustný. Recyklace reaktoplastů je proto obtížnější než u termoplastů a vyžaduje jiné postupy [7].

Podstatnou složkou jsou makromolekulární organické sloučeniny přírodního nebo syntetického původu, tvořené atomy uhlíku a vodíku, k nimž přistupují atomy dalších prvků. Další důležitou složkou jsou tzv. příměsi, které často označujeme přím účelem, za kterým se do makromolekulárních látek přidávají (plniva změkčovadla, ...).

Užité vlastnosti polymerů je možno v široké míře měnit plnivý. Plniva snižují cenu výrobku, ale také mění mechanické vlastnosti. Rozdělujeme je na nevyztužující, která jsou obvykle prášková (např. grafit), mající vliv na kluzné a tepelné vlastnosti a na vyztužující (vláknité, např.: sklo, tkaniny), jež zvyšují především pevnost při současném zvýšení modulu pružnosti [2].

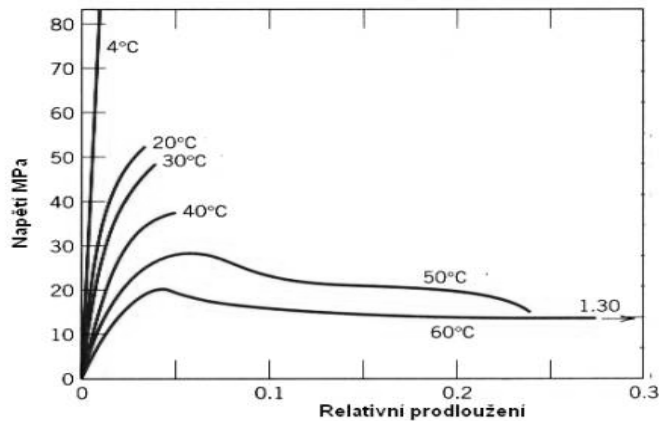
1.3 Vlastnosti plastů

Vlastnosti jsou rozhodující pro upotřebení plastů. Důležitými vlastnostmi plastů jsou především: tvrdost, pevnost, pružnost, lomivost, životnost a tvarová paměť.

Další cennou vlastností je váha plastů. Většina technických materiálů (kromě dřeva) je několikanásobně těžší než voda (železo 7,8krát, olovo 11,3krát). Polymerní hmoty jsou pouze nepatrně těžší než voda (1,05krát až 1,5krát). Můžeme ale vyrobit i polymerní hmoty, které jsou lehčí než voda. Jedná se o tzv. lehčené polymerní hmoty (pěnový polystyrén) [8].

Mnohé plasty vzdorují různým chemikáliím, vodě a povětrnostním vlivům. Stálost plastů v atmosférických podmínkách má však také své zápory. Volně pohozené obaly z plastů nebo jiné zbytky těchto hmot znečišťují životní prostředí, protože se plasty samy nerozkládají. Proto vědci pracují na výrobě takových obalů z plastů, které by se působením slunečního světla postupně rozpadávaly na prach. Ten by se činností půdních mikroorganismů měl přeměnit v látky, které rostliny mohou použít ke své výživě.

Mechanické vlastnosti plastů jsou velmi rozdílné a silně závislé na teplotě (Obr.1.). Výrazně se liší od kovových materiálů, z důvodu rozdílné strukturní stavby.



Obr. 1. Teplotní závislost mechanických vlastností polymerů [9].

Je dokázáno, že pevnostní chování plastů závisí na době zatěžování. Těleso nemůže libovolně dlouho přenášet napětí pod mezí, zjištěné krátkodobou zkouškou, aniž dojde k lomu. Čas do lomu při dané úrovni napětí, teplotě, relativní vlhkosti je při statických a dynamických zkouškách významným kritériem. Nazývá se životnost a u plastů je vedle napětí nejvíce ovlivňován teplotou.

1.4 Použití plastů v průmyslu

Rozvoj plastů ve světovém měřítku i u nás přináší výrazné změny v možnostech jejich strojírenského použití. Původní, téměř výlučné použití v elektrotechnice a ve výrobě spotřebního zboží se velmi rychle rozšiřuje i do oblasti konstrukčního využití ve strojírenství a stavebnictví. Na základě dosavadního vývoje a použití plastů lze konstatovat, že jsou plasty významným kandidátem na náhradu oceli v dalším století či tisíciletí [2].

Plasty se zejména využívají na ozubená kola, spojky, kluzná ložiska, atd. Ozubená kola z plastů jsou vhodné díky nízké hmotnosti a menší hlučnosti, než u kovových ozubených kol. Nejčastěji používanými materiály jsou polyformaldehyd (POM) a polyamid (PA).

Spojky vyrobené z plastů tlumí rázy a kmity. Jde o pružné spojky, kompenzační spojky a zubové spojky, kde využíváme komponentů z plastů. Dalším využitím je ve spojování materiálů. Díky korozní odolnosti se začínají prosazovat plastové šrouby a nýty, kterými můžeme spojit tenké plechy nebo přichytit ozdobné lišty. Tyto komponenty se nejčastěji vyrábí vstřikováním z polypropylenu (PP) a polyamidu (PA).

1.5 Recyklace plastů

Recyklací plastů se obecně rozumí opětovné využití plastů, jednak odpadajících při výrobě, jednak zbývajících po ukončení životnosti výrobků. Při recyklaci plastů se využívá buď samotný materiál nebo energie, v něm obsažená.

Při výrobě výrobků vzniká technologický odpad, což jsou například vadné výrobky, zbytky vtokových systémů při vstřikování a podobně. Tento odpad se nejčastěji zpracovává tzv. recyklací technologického odpadu, která spočívá v jeho rozdrčení, po kterém může následovat případná regranulace. Jak drť, tak regranulát se obvykle použije zpět do výroby. Uvádí se, že přídavek takového recyklátu v množství 5-15 % neovlivní zásadně vlastnosti finálního výrobku [10].

Tyto granuláty, kvalitně očištěné od špíny, nečistot a jiných příměsí jsou baleny do pytlů a připraveny pro další zpracování. Můžeme je použít na výrobu nových PET láhví, textilních vláken pro zátěžové koberce a vycpávky zimních bund, v nábytkářském průmyslu, ale i ve stavebnictví. Uplatnění těchto druhotných surovin je velmi široké.

Recyklace je důležitá hlavně k odlehčení životního prostředí, ale šetří i neobnovitelné zdroje a úsporu energií.

2 ZKOUŠENÍ POLYMERNÍCH HMOT

Z důvodu rostoucího využití plastů, je nutné i větší rozsah jejich zkoušení. U nás jsou metody zkoušení a vlastnosti plastů zařazeny v normě ČSN 64.

Mezinárodní doporučení, vydávána Mezinárodní normalizační organizací ISO, jsou u řady zkušebních metod stejné jako české normy [4].

2.1 Rozdělení zkoušek

Zkušební metody dělíme do třech základních skupin: mechanické, fyzikální a fyzikálně-chemické zkoušky.

Speciálními zkouškami chemické a fyzikálně chemické povahy jsou zkoušky korozní odolnosti, které vedle chemických degradačních procesů hodnotí odolnost proti působení nízkomolekulárních látek, obvykle zkouškami bobtnání. Speciální jsou zkoušky koroze za napětí a zkoušky odolnosti proti atmosférickým vlivům [4].

U fyzikálních metod hojně využíváme měření tokových vlastností, tzv. viskozimetrie, a také měření zatékavosti polymerů. Měření hustoty charakterizuje krystalitu polymerů. Uspořádání krystalické fáze dostáváme z určení teploty tání.

U elektrických zkoušek zjišťujeme odolnost proti elektrickému oblouku, povrchový a vnitřní izolační odpor, dielektrické vlastnosti, elektrickou pevnost a velikost statického náboje, který polymer získává kontaktem s okolím.

V poslední době nabývají na významu též zkoušky nedestruktivní. Jde například o měření silového a orientačního dvojlohu, jež umožňuje posuzovat velikost vnitřních pnutí a orientaci molekulárních segmentů. Dalšími jsou zkoušky ultrazvukem a rentgenovým zářením, které umožňují detekci vad v mechanicky namáhaných výrobcích [4].

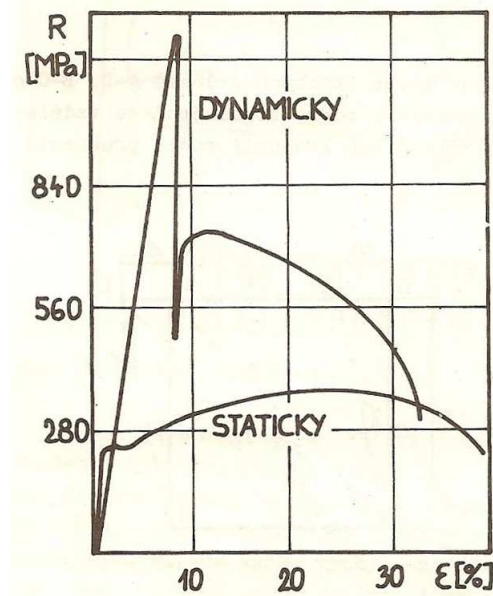
2.2 Mechanické zkoušky

Mechanické zkoušky jsou v základním pojetí stejné, jako u zkoušek kovových materiálů. Viskoelastické chování plastů vyžaduje respektovat výraznou časovou a teplotní závislost deformačního a lomového chování polymerů. Z tohoto důvodu je při zkouškách krátkodobých dávána přednost elektronickým trhacím strojům, na nichž je možno provádět zkoušky při konstantní rychlosti deformace ve velmi širokém rozsahu rychlostí a teplot [4].

Velmi důležité jsou zkoušky hotových výrobků. Tyto zkoušky jsou rozvíjeny na základě zkušeností z obdobných zkoušek kovových a jiných konstrukčních materiálů. Některé však vyžadují vývoj metodiky, přihlížející ke strukturním odlišnostem a viskoelastickému chování polymerů [5].

Mechanické zkoušky dělíme na:

- statické,
- dynamické.



Obr. 2. Porovnání pracovního diagramu při statické a dynamické zkoušce [2].

U statických zkoušek je zkušební těleso zatěžováno působením stálých sil a zpravidla pouze jednou až do porušení, kde sledujeme závislost napětí a deformace.

Nejužívanější statickou mechanickou zkoušku představuje zkouška tahem, která je normalizována v ČSN 42 0310. U této zkoušky se zjišťuje mez pevnosti R_m , mez kluzu R_e a deformační charakteristiky vyjadřující deformační schopnost zkoušeného materiálu - tažnost a kontrakce. Mezi další statické zkoušky patří zkouška tlakem, krutem a zkoušky ohybem a stříhem [5].

Při dynamických zkouškách je těleso namáháno rázově (skokovými silami) nebo cyklicky (opakovaně měnící síly). Hlavními dynamickým zkouškami jsou rázové a únavové (cyklické) zkoušky.

Při dynamickém namáhání dochází často k poruchám soudržnosti, i když zátěžné síly zdaleka nedosahují statické pevnosti materiálu. Účelem dynamických zkoušek je proto určení vlastností materiálů za působení dynamických sil.

S rychlostí zatěžování vzrůstá odpor proti přetvoření, zvyšuje se mez kluzu a pevnost. Mez kluzu stoupá přitom rychleji než pevnost. Při velké rychlosti deformace se může materiál, který se při statickém zatěžování chová jako houževnatý, porušit na mezi pevnosti bez předchozí deformace [2].

Životnost polymerů při proměnlivém namáhání je analogická jako u zkoušek statických. Časové meze únavy plastů jsou velmi malé. U nevyztužených plastů se pohybují v rozmezí 10 až 40 %, u vyztužených plastů vláknitými plnivými mezi 30 až 60 % krátkodobé pevnosti [3].

2.3 Příprava zkušebních těles

Zkušební tělesa se připravují dvojitým způsobem :

1. Přímo ze zkoušeného materiálu jejich vulkanizací, lisováním či vytvrzováním v příslušných formách zkušebního tělesa nebo vzorku, ze kterého se dále vysekává zkušební těleso.
2. Zkušební tělesa se připravují z hotových výrobků nebo polotovarů vysekáváním, vyřezáváním nebo obráběním.

Často se srovnávají vlastnosti zkušebních těles připravených oběma způsoby, aby byly získány korelace mezi podmínkami, za kterých jsou polymery zpracovány v laboratořích a ve výrobě. V laboratořích jsou podmínky modelovány hlavně z hlediska reprodukovatelnosti za zcela jiných tlakových a tepelných podmínek ve výrobě. Při rozdílnosti vlastností je nutno brát v úvahu vliv tepelného přestupu, objemu, síťovacích systémů, podmínek ochlazení apod. [5].

Kondicionování :

V zásadě platí, že zkušební tělesa, která budou podrobena mechanickým zkouškám, nesmí být předem vystaveny mechanickému, chemickému nebo tepelnému namáhání, které by mohlo výsledek zkoušek ovlivnit. Většina zkušebních vzorků a materiálů pro zkoušení prošla tepelným namáháním. Před provedením vlastní zkoušky je nutné materiál nechat odležet, až dosáhne rovnovážného stavu, hlavně z hlediska teploty a vzdušné vlhkosti. Kondicionování spočívá v tom, že se vzorky nechávají určitou dobu odležet v klimatizovaných prostorách za podmínek smluvní teploty a relativní vlhkosti.

Vzorky přejímají teplotu okolního vzduchu, vlhkost se vyrovnává, přičemž doba kondicionování je závislá na teplotě, při které byl vzorek připraven, tloušťce vzorku, tepelné vodivosti a difúzních vlastnostech hmoty.

Používají se tři normálová zkušební klimata :

A 1. Klima mírných pásem (Evropa)

Teplota : 20 ± 2 °C, relativní vlhkost : 65 ± 5 %

A 2. Klima teplejších a sušších pásem (USA)

Teplota : 23 ± 2 °C, relativní vlhkost : 50 ± 5 %

A 1. Tropických a subtropických pásem

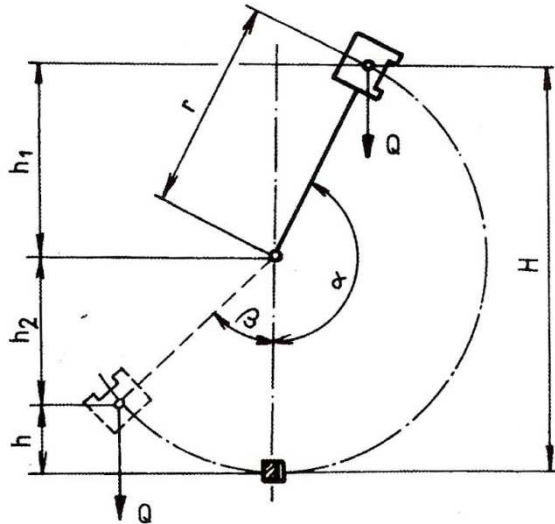
Teplota : 27 ± 2 °C, relativní vlhkost : 65 ± 5 %

Kondicionování se provádí v klimatizačních skříních, kde je regulována teplota, relativní vlhkost a cirkuluje vzduch.

Doba kondicionování pro plasty se pohybuje mezi 88-94 hodinami [5].

3 METODY RÁZOVÝCH ZKOUŠEK

3.1 Metoda Charpy



Obr. 3. Schéma zkoušky rázem v ohybu [2].

Zkouška má velký význam pro zjištění citlivosti materiálů k vrubům, které značně snižují pevnost materiálů.

Na kyvadlovém kladivu, na jehož prizmatické podložky se ukládá zkušební tyčinka, se pádem kladiva o hmotnosti G z výšky H , do níž bylo přede zkouškou zvednuto, se vyvinutou energií v dolní poloze zkušební tyčinka ohýbá, deformuje nebo případně zlomí.

Zásadou správného provedení zkoušky je přeražení nebo deformace zkušební tyčinky přebytkem energie, tj. kladivo musí přejít mezi čelistmi za rovnovážnou polohu a nabýt energie polohy dané výškou h . Tuto nespotřebovanou práci je však třeba od vynaložené práce odečíst [2].

Nárazová práce K (J) spotřebovaná k deformaci zkušební tělesa je [2] :

$$K = G \cdot (H - h) = G \cdot r \cdot (\cos \beta - \cos \alpha) \quad (1)$$

Vrubová houževnatost materiálu KC (J/cm²) [2] :

$$KC = \frac{K}{S_0} \quad (2)$$

K nárazová práce [J],

S_0 průřez zkušební tyčinky v místě vrubu [cm²].

Tato zkouška je popsána normou ČSN 64 0612.

Tab. 1. Energie nejčastěji používaných kladiv [5]

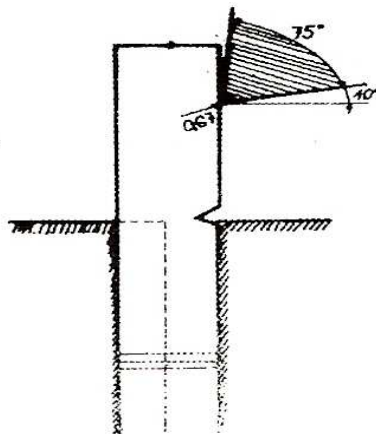
Rázová energie	Rychlost dopadu kladiva
[Nm/J]	[m/s]
0,49	2,90 ± 0,1
0,98	2,90 ± 0,1
3,92	2,90 ± 0,1
14,71	3,80 ± 0,2
49,03	3,80 ± 0,2

3.2 Metoda Izod

Metoda využívaná hlavně v USA se od metody Charpy liší způsobem přeražení zkušebního tělesa a uspořádáním. Nevýhoda této zkoušky je ta, že po přeražení kladivem brání uražená půlka tělesa v další cestě a část energie se spotřebuje na jeho odmrštění.

Při této zkoušce jsou zkušební tělesa opatřena vrubem ve tvaru V o úhlu 45° a jedním koncem pevně uchycena v upínací čelisti přístroje. Otočně uchycené kladivo naráží ze strany vrubu v určité vzdálenosti od volného konce.

Metoda má dva postupy. Při prvním se postupuje obdobně jako u metody Charpy. Energie potřebná k přeražení se však dělí šířkou zkušebního tělesa měřenou podél vrubu. Při druhém postupu se zjišťuje čistá energie potřebná k přeražení zkušebního tělesa. To znamená, že se musí zjistit energie potřebná k odmrštění uražené poloviny zkušebního tělesa. Uražená polovina se umístí na část uchycenou v čelisti a provede se úder jako při rázové zkoušce, ovšem z takové výšky, aby bylo těleso odmrštěno asi stejnou rychlostí jako při rázové zkoušce. Energie se zjistí volným kyvem z této výšky. Energie potřebná k odmrštění přeražené části se nazývá rázový faktor. Rozdíl rázové energie a rázového faktoru je čistá rázová práce [4].



Obr. 4. Schéma měření vrubové houževnatosti metodou Izod [5]

3.3 Pevnost v tahu rázem

Touto metodou se zkoušejí polymerní hmoty, které jsou buď příliš houževnaté, nebo jsou ve tvaru fólií, u nichž se nemůže zkoušet rázová houževnatost ohybem. Ke zkoušce se používá dvou rozměrů zkušebních těles, lišících se navzájem délkou měřených částí, takže lze studovat vliv prodloužení na výsledek.

Malé zkušební těleso má poměrně malé prodloužení. Dává reprodukovatelné výsledky, provádí-li se zkouška na přístrojích se stejnou energií kladiva. U zkoušky je nutno sledovat protažení zkušebního tělesa. Práce vynaložená na přetržení měřené části se rovná součinu působící síly a prodloužení. Z toho vyplývá, že lze touto zkouškou obdržet stejný výsledek u dvou různých materiálů, z nichž jeden bude mít malé protažení a velkou absorpci rázové práce, druhý zase velké protažení a malou absorpci rázové práce.

Přístroj pro zkoušku tahových vlastností rázem se skládá z otočně zavěšeného kladiva, opatřeného v těžišti čelistí na upínání vzorků. V místě největší kinetické energie jsou dvě zarážky, na kterých se zadrží nástavec uchycený na druhé straně zkušebního tělesa [4].

Energie potřebná k přetržení zkušebního tělesa [4] :

$$A = A_1 - A_2 + e \quad (3)$$

A..... korigovaná rázová práce [J],

A₁.....práce odečtená na přístroji [J],

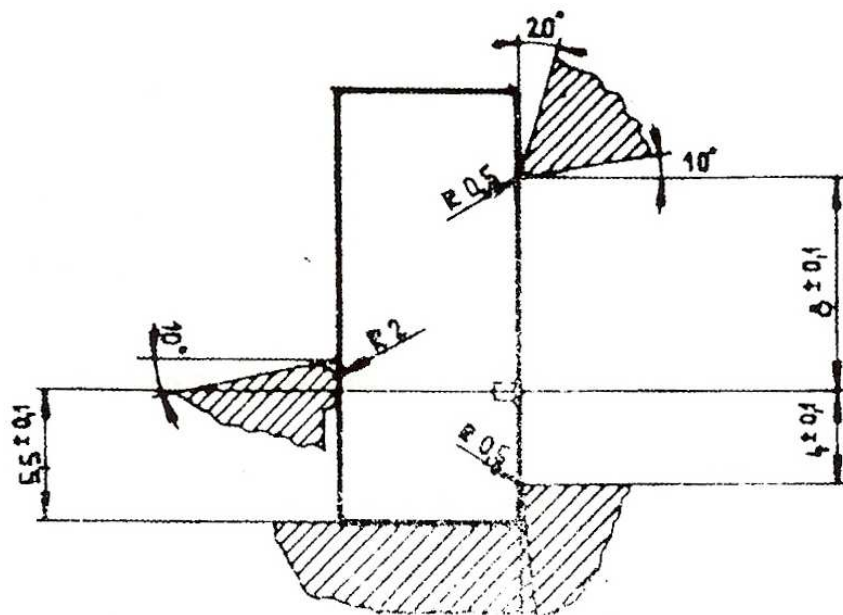
A₂.....ztráty rázové práce třením a kyvem [J],

e..... rázový korekční faktor.

3.4 Metoda Dynstat

Ke stanovení rázové, resp. Vrubové houževnatosti se používá přístroje Dynstat, který má výměnná kladiva s energiemi 0,49; 0,98; 1,96 a 3,92 Nm. Zkušební tělesa o délce 15 mm, šířce 10mm a tloušťce v rozsahu 1,5 až 4,5 mm se přerážejí podobně jako u metody Izod systémem vetknutého trámce.

Způsob výpočtu je obdobný jako u metody Charpy. Metoda je výhodná hlavně tam, že zkušební tělíska spotřebují málo hmoty a lze je připravit z destiček nebo přímo z výrobků vyříznutím předepsaného tvaru [5].



Obr. 5. Schéma rázové deformace na přístroji Dynstat [5]

4 RÁZOVÉ ZKOUŠKY PÁDEM

Přístroje s otočným kladivem mají ve svém použití určité omezení a nedostatky, hlavně pokud se týká volby energie a rychlosti. Tyto nedostatky odstraňují přístroje zvané padostroje. Jsou založeny na principu volně padajícího tělesa s libovolně volenou kinetickou energií. Velikost kinetické energie E [J] závisí na hmotě tělesa a na výchozí výšce, podle vztahu [4]:

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (4)$$

mhmotnost tělesa [kg],

hvýška dopadu [m],

vokamžitá rychlost pádu tělesa [m/s].

4.1 Popis zkoušky

Zkouška se provádí při kontrole hotových výrobků, například z laminátů, kdy necháme na vhodně upevněnou část spadnout ocelovou kuličku nebo padací čidlo, u kterého lze zvyšovat hmotnost nasazení dalšího závaží [5].

Nárazník má tvar ocelové polokoule, do níž je vetknuta tyč pro uchycení v elektromagnetu. Tyč slouží současně k uchycení přídatného závaží. Těleso je zavěšeno ve vzdálenosti 66 cm od upnuté fólie. Fólie se upíná pneumaticky do kruhového rámu o průměru asi 13cm.

Dopadne-li nárazník a zkušební těleso nepraskne, zvýší se jeho hmotnost. Praskají-li všechny vzorky, přídavné závaží se ubere. Při každé hmotě tělesa se zkouší 10 vzorků, až se najde hmotnost nárazníku, při které praskne 50 % vzorků.

Výsledky se vyhodnocují tak, že se počet prasklých vzorků při jednotlivých hmotnostech tělesa vyjádří v procentech. Hmotnost pro výpočet zahrnuje hmotnost nárazníku a součet hmotností příkládaných závaží [4].

Hmota, při které praskne 50 % vzorků se vypočte podle vzorce [4] :

$$G_{50} = G_{100} - \Delta G \cdot \left(\frac{S}{100} - \frac{1}{2} \right) \quad (5)$$

G_{50} ... hmotnost 50 % porušení [kg],

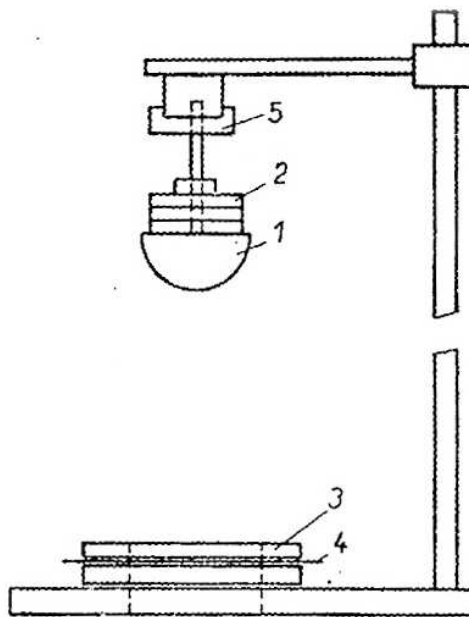
G_{100} ..nejmenší hmotnost, při které prasknou všechny vzorky [kg],

ΔG ... hmotnost přídavných závaží [kg],

Ssoučet procentních hodnot všech jednotlivých zkoušek.

Ke stejnému výsledku lze dojít též graficky. Na svislou osu se nanese hmotnost závaží a na logaritmickou vodorovnou osu počet prasklých vzorků v procentech- Nato se vede rovnoběžka se svislou osou tak, aby procházela bodem „50 %“. Rovnoběžka s logaritmickou osou vedená tímto bodem určuje hmotu rázového tělesa, které způsobí 50 % porušení.

Pomocí padostroje se měří u tvrdost desek, například Umakartu tak, že se na vzorek umístí kopírovací papír směrem k další vložce čistého papíru. Tvrdost se pak hodnotí podle průměru otisku, kde tvrdší povrch zkoušeného vzorku zanechá menší otisk než měkčí materiál [4].



Obr. 6. Schéma padostroje [4]

1 – nárazník; 2 – závaží; 3 – upínací čelist; 4 – zkušební těleso; 5 – elektrický magnet

5 PARAMETRY ZKOUŠKY DLE ČSN EN ISO 6603

Tato norma specifikuje metodu pro stanovení rázových vlastností tuhých plastů, které jsou připraveny ve formě kruhových nebo čtvercových zkušebních těles standardních rozměrů.

Metoda padajícího tlouku se používá k hodnocení plastových desek a výlisků vystavených rázovému zatížení působícímu kolmo k rovině desky. Rázová houževnatost jako odolnost zkušebního tělesa vhodných rozměrů proti porušení se stanová nárazem tlouku, který padá volným pádem ze známé výšky.

Jsou povoleny dva způsoby nastavená energie při rázu :

- změnou hmotnosti tlouku při konstantní výšce pádu (přednostní metoda),
- změnou výšky pádu při konstantní hmotnosti tlouku [1].

5.1 Poruchy zkušebních těles

Následující definice termínů pro charakter porušení popisují výsledné změny zkušebních těles způsobených padajícím tloukem. Kritéria pro charakter porušení musí být definována v mezinárodní normě pro zkoušený materiál nebo jsou předmětem dohody zúčastněných stran [1].

- a) Trhlina – každá prasklina viditelná prostým okem neprostupující celou tloušťkou zkušebního tělesa.
- b) Lom – každá prasklina prostupující celou tloušťkou zkušebního tělesa.
- c) Průraz – porušení, při kterém tlouk zcela pronikne plasticky deformovaným zkušebním tělesem.
- d) Roztříštění – rozlomení zkušebního tělesa na dvě nebo více částí.

- e) Vtlačení – nevratná plastická deformace bez vzniku trhliny, rozsah vtlačení se měří hloubkou vtlačení.

Pokud jsou pro daný materiál důležitá jiná kritéria porušení (vznik puklin, zblednutí po namáhání), je nutno je definovat a uvést v protokolu o zkoušce [1].

5.2 Zkušební tělesa

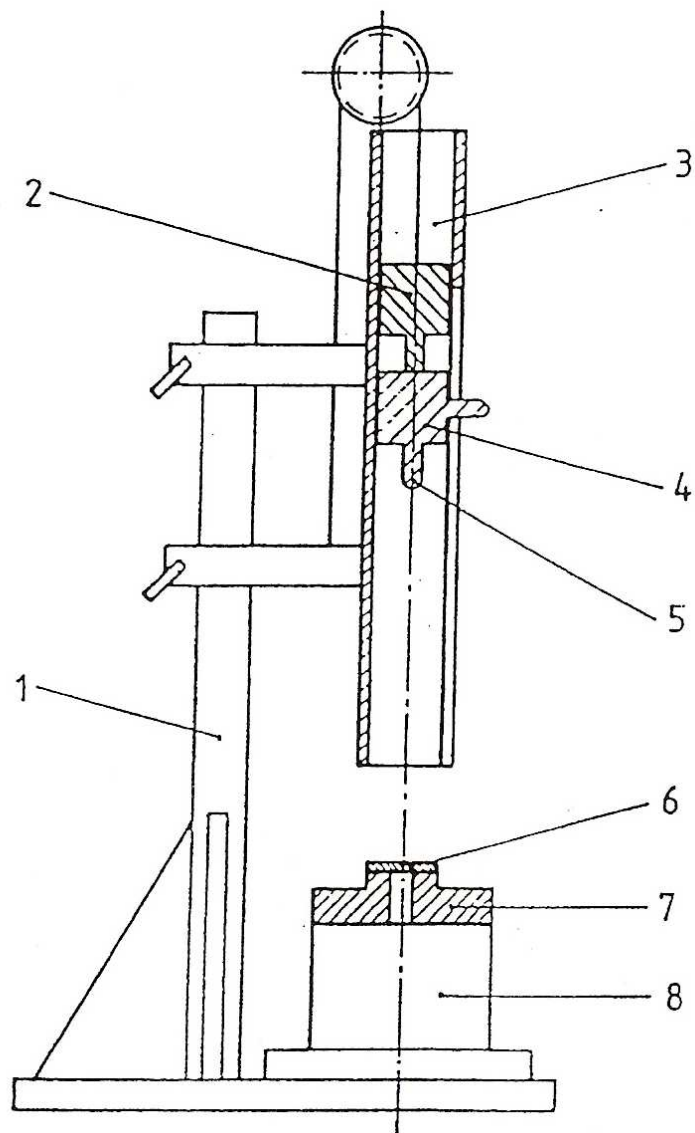
Standardní zkušební tělesa mají tvar válce o průměru (60 ± 2) mm nebo hranolu s podstavou o straně (60 ± 2) mm. Tloušťka desky je výška válce nebo hranolu. Zkušební tělesa z materiálu pro tváření mají tloušťku přednostně $(2 \pm 0,1)$ mm. Pro materiály v podobě desek musí být tloušťka zkušebního tělesa v rozmezí $(1 - 4)$ mm.

Pokud se tloušťka některého zkušebního tělesa liší od průměrné tloušťky zkušebních těles v rámci jednoho vzorku materiálu o více než 5 %, zkušební těleso se vyřadí [1].

5.3 Zkušební zařízení

Zkušební zařízení musí obsahovat tyto části [1].

- a) Podpěra pro zkušební těleso,
- b) upínací zařízení,
- c) systém padajícího tlouku,
- d) tlouk o známé hmotnosti,
- e) závaží,
- f) vhodné zařízení pro zachycení tlouku po pádu.



Obr. 7. Schéma normalizovaného padostroje [1]

1 – Držák pro systém padajícího tlouku,

2 – Zařízení pro držení a uvolňování tlouku,

3 – Vodící lišta pro padající tlouk,

4 – Tlouk o známé hmotnosti,

5 – Polokulová nárazová plocha tlouku,

6 – Zkušební těleso,

7 – Podpěra pro zkušební těleso,

8 – Vhodná tuhá základna podpěry zkuš. tělesa.

5.4 Postup zkoušky

Zkouška se dělí na dvě metody :

- stupňovitá
- statistická

Přednostně se používá metoda stupňovitá. Při tomto postupu se během zkoušky pracuje se stálou velikostí přírůstku energie. Po každém rázu na zkušební těleso se energie změní. Změnu energie během zkoušky je možno realizovat změnou hmotnosti padajícího tlouku při konstantní výšce pádu nebo změnou výšky pádu při konstantní hmotnosti tlouku. Přednostně se volí výška pádu kolem 1m.

Nejprve se provede předběžná zkouška pro odhad energie, při které dojde k porušení 50% zkušebních těles. Použije se 10 zkušebních těles [1].

Pomocí statistické metody se zkouší pořadové skupiny nejméně 10 zkušebních těles. Pro každou skupinu se použije jedna hodnota energie, která se pro každou skupinu stanoví odlišně o určitý přírůstek. Změna energie je realizována obdobně jako u stupňovité metody.

Ve zkoušení se pokračuje do té doby, až se dosaženo alespoň pěti výsledků s následujícími procenty porušení : jeden výsledek s 0 % porušení, jeden výsledek se 100 % porušení a alespoň tři výsledky mezi 0 % a 100 % porušení. Tyto výsledky v rozmezí 0 % a 100 % porušení nesmí být všechny nižší nebo všechny vyšší než 50 % [1].

Výsledky a vyjádřená výsledků zkoušek jsou popsány v normě ČSN EN ISO 6603-1.

5.5 Protokol o zkoušce

Protokol o zkoušce musí obsahovat následující údaje [1] :

- a) Odkaz na normu,
- b) typ, označení, výrobu, datum převzetí a další údaje týkající se zkoušeného materiálu,
- c) metodu přípravy zkušebních těles,
- d) aritmetický průměr hodnot tloušťek zkušebních těles,
- e) podmínky zkoušky a způsob kondicionace, je-li použita,
- f) informaci o tom, zda bylo zkušební těleso upnuto či nikoli a podrobnosti týkající se způsobu upnutí,
- g) použitou metodu a průměr tlouku,
- h) zvolenou konstantní výšku (nebo hmotnost) a velikost přírůstku proměnné veličiny,
- i) dohodnuté kritérium pro charakter porušení,
- j) energii tlouku pro 50 % porušení, v joulech, vyjádřenou na tři platné číslice a dle požadavku směrodatnou odchylku a jednotlivé výsledky zkoušky v grafické podobě.

6 VYSOKORYCHLOSTNÍ KAMERA

Vysokorychlostní (rychlostní, rychloběžná) kamera, zkráceně rychlokamera (anglicky High Speed Camera), je přenosné optoelektronické zařízení pro vytváření obrazového záznamu velmi vysokou frekvencí snímání. Soudobé moderní vysokorychlostní kamery jsou stejně jako klasické "pomalé" kamery digitální, tj. poskytují digitalizovaný záznam obrazu i zvuku. Rychlokamery mohou být jak barevné, tak černobílé. Černobílý záznam může být u rychlokamer za určitých okolností výhodnější s ohledem na menší objem zpracovávaných a přenášených dat. Rychlokamery se od běžných digitálních kamer liší i svým vzhledem. Jsou to zpravidla nevzhledné hranaté plechové "krabice" s vystupujícím objektivem, bez displeje a s minimem ovládacích prvků, neboť k nastavení parametrů záznamu a ovládní kamery slouží externí zařízení, nejčastěji řídicí panely nebo PC. O co horší je vzhled vysokorychlostní kamery, o to lepší jsou její "vnitřnosti", které obsahují špičkové optoelektronické prvky. V současné době jsou v celosvětovém měřítku používány především vysokorychlostní kamery firem Olympus a Redlake .

Alfou a omegou při použití rychlokamery je dostatečné osvětlení snímané scény. Při použití současných kamer snímajících s frekvencí řádově v desítkách tisíc obrázků za sekundu může být (z pohledu kamery) i na přímém poledním slunci šero či dokonce tma. Vysoké frekvence snímání proto vyžadují použití velmi výkonného **osvětlení scény**. Používají se halogenová, nebo výbojková svítidla o příkonu několika kilowattů. Jako nejperspektivnější se pro balistické aplikace jeví osvětlení scény pomocí série synchronizovaných výbojkových blesků. [13].

6.1 Historie vysokorychlostních kamer

Společnost filmových a televizních techniků (SMPTE) v roce 1948 definovala tzv. vysokorychlostní fotografii jako skupinu po sobě jdoucích snímků zachycených s rychlostí alespoň 128 snímků/s. Lidské oko je schopné zachytit přibližně 20–25 obrázků/s. Pokud tato čísla porovnáme, zjistíme, že základní rychlost snímání nám umožní děj pozorovat s asi šestinásobným zpomalením. Současné nejmodernější kamery pro vysokorychlostní záznam dokážou toto číslo znásobit řádově i $10\,000 \times$ [11].

Důležité milníky v historii vysokorychlostních kamer [11]:

- 1980 – První vysokorychlostní kamera využívající VHS záznam.
- 1983 – První vysokorychlostní kamera specializována pro vojenské účely.
- 1985 – První vysokorychlostní kamera specializována pro využití ve vzduchu (HVRB 200).
- 1990 – První vysokorychlostní kamera využívající S-VHS záznam.
- 1990 – První vysokorychlostní kamera využívající technologii CMOS.
- 1994 – První barevná vysokorychlostní digitální kamery.
- 1994 – První vysokorychlostní digitální kamera využívající CMOS technologii.
- 1995 – První tříčipová vysokorychlostní digitální kamera.
- 1997 – První vysokorychlostní kamerový systém schopný ukládat digitální i analogový záznam na pásku S-VHS.
- 2003 – První jednočipová vysokorychlostní digitální kamera s HD rozlišením 720p využitá v živém sportovním vysílání.
- 2005 – První tříčipová vysokorychlostní digitální kamera s full HD rozlišením 1080i využitá současně jak pro vytváření zpomalených záznamů tak pro živé vysílání během sportovních utkání.

6.2 Použití vysokorychlostních kamer

V současném rychle se měnícím výrobním i výzkumném prostředí je často nutné důkladně analyzovat i poměrně rychlé děje. Záznam potřebný k této analýze se nejnázne a nejefektivněji pořídí právě vysokorychlostní digitální videokamerou .

V průmyslové výrobě se může jednat např. o zachycení průběhu rychlého procesu na výrobní nebo balicí lince či odhalení špatného seřízení stroje. To by bez použití vysokorychlostního videozáznamu bylo téměř nemožné (obr. 2). S vysokorychlostními videokamerami se lze proto stále častěji setkat např. na výrobních linkách a dopravnících v potravinářském, papírenském, textilním, hutním či chemickém průmyslu, včetně linek vybavených roboty, ať už jsou použity kdekoliv. Vysokorychlostní videokameru lze použít jak při vlastním seřizování daného stroje nebo zařízení, tak i k odhalení příčin zvýšené zmetkovitosti v důsledku jeho špatného seřízení. Pravidelnými kontrolami strojů a zařízení s využitím této videotechniky je navíc možné předcházet jejich poruchám a následnému přerušení výroby .

Z kategorie výroby lze uvést např. nastavování a seřizování strojů a zařízení, jejich diagnostiku, prediktivní údržbu, klasickou údržbu a opravy či obecné řešení problémů. V oboru zkušebnictví lze zmínit např. zkoušky mechanických vlastností materiálů (odolnost proti nárazu a průrazu, průběh lomu) či odolnosti dílčích sestav nebo celých výrobků (působení vibrací, rázů, tlaku apod.). Z oblasti výzkumu jsou to aplikace např. v biologii a biomechanice, při zkoumání spalovacích procesů, v oboru dynamiky kapalin či v experimentální aerodynamice [12].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 KONSTRUKCE PADOSTROJE

Konstrukce zařízení vychází z normy ČSN EN ISO 6603 a dodržuje její základní podmínky. Konstrukce popisuje funkce jednotlivých částí padostroje. Vše je zpracováno ve výkresové dokumentaci, která je přílohou diplomové práce.

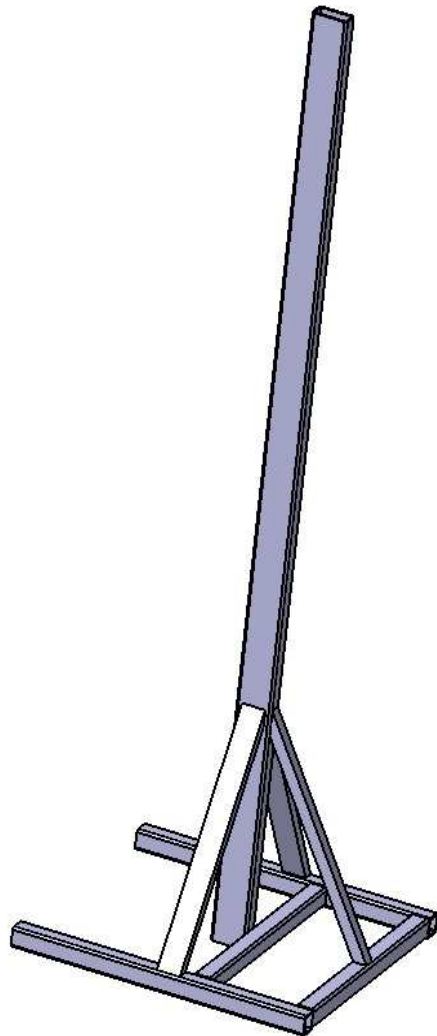
Padostroj se skládá ze základního rámu, který je napevno přišroubován do podlahy, dále z vodící trubky, která je uchycena na rámu, polohovacího zařízení, kladky, měřícího zařízení a doplňující díly pro upínání vzorků.

7.1 Rám padostroje

Rám padostroje slouží jako nosný element pro vodící trubku a je svařen z čtvercových a obdélníkových ocelových profilů.

Na základnu je použit profil 40 x 40 mm a svými rozměry 600 x 630 mm dodává dostatečnou stabilitu celého zařízení. Na základně jsou vyvrtány čtyři otvory pro šrouby ukotvené v zemi a celé rám je přišroubován pomocí matic k podlaze laboratoře.

Obdélníkový profil 70 x 35 – 1850 mm slouží pro uchycení vodící trubky. Jeho stabilita je zajištěna ještě třemi profily 50 x 20 mm a ty dodávají celkovou tuhost rámu.



Obr. 8. Rám padostroje (vpravo 3D model Catia)

7.2 Vodící trubka

Vodící trubka slouží k vedení tlouku. Je to trubka o průměru 60 mm, tloušťce 5 mm a délce 1650 mm. V celé její délce je drážka 13,6 mm, která slouží pro odvod vzduchu při padajícím tlouku a také jí bylo využito pro kolík polohovacího zařízení.

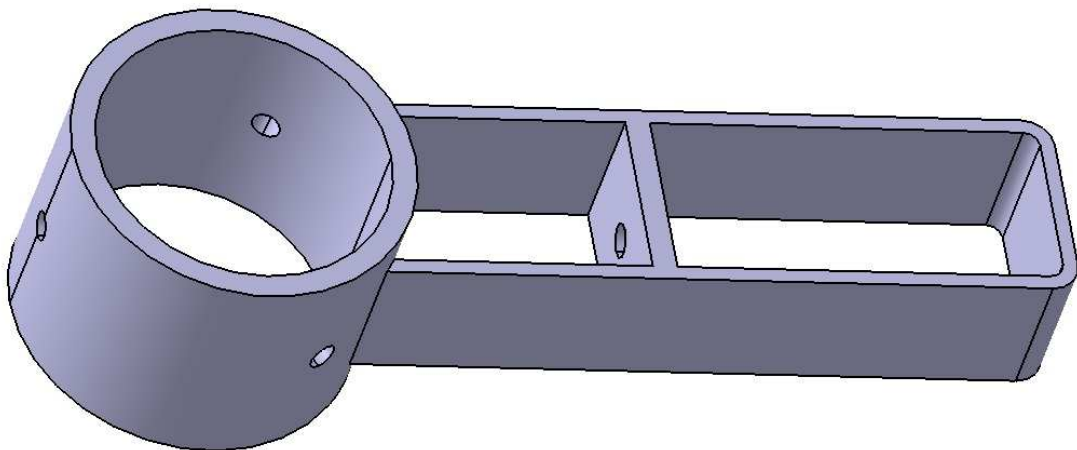


Obr. 9. Vodící trubka (vpravo 3D model Catia)

Uchycení vodící trubky je realizováno pomocí dvou držáků se šrouby pro zajištění posuvu.



Obr. 10. Držáky pro uchycení vodící trubky



Obr. 11. 3D model Catia držáku pro uchycení vodící trubky

7.3 Polohovací zařízení

Důležitým konstrukčním prvkem je polohovací zařízení, které slouží k zajištění tloučku se závažím ve zvolené výšce. Zařízení se skládá z posuvného kroužku, polohovacího kolíku a hvězdicových šroubů.

Posuvný kroužek je průměru 76 mm, tloušťky 7 mm, se třemi otvory M6 pro hvězdicové šrouby a jeden otvor o průměru 16 mm pro průchod polohovacího kolíku. Kroužek je posouvání po vodící trubce a pomocí hvězdicových matic lze snadno manipulovat s výškou kroužku.



Obr. 12. Polohovací kroužek

Polohovací kolík o průměru 16 mm je určen jako nosný element, na kterém je drženo závaží v dané výšce. Po jeho vytažení tlouk se závaží padá a provádí měření. Do kolíku je nalisován v kolmém směru kulatina průměru 6 mm, která slouží pro lepší vytažení.



Obr. 13. Polohovací kolík

Hvězdicové šrouby jsou jednoduché šrouby s plastovou hlavou, které se jednoduše ručně utahují a povolují. Proto jsou vhodné pro polohovací zařízení, s kterým se často manipuluje a použití klasických šroubů by bylo velmi zdlouhavé.



Obr. 14. Ruční šroub hvězdicový

Odměrování výšky polohovacího zařízení od zkušebního tělesa je realizováno pomocí svinovacího metru, který je připevněn na kladce.



Obr. 15. Odměrování výšky polohovacího zařízení



Obr. 16. Zajištěný tlouk se závažím

7.4 Měřicí zařízení

Slouží k nastavení výšky padajícího tlouku od zkušebního tělesa. Zařízení je namontováno na nejvyšší části padostroje, kde je připevněná kladka pro ocelové lanko. Zařízení se skládá z držáku, který je přišroubován k objímce kladky a svinovacího metru, který má funkci zafixování pásma.



Obr. 17. Držák svinovacího metru

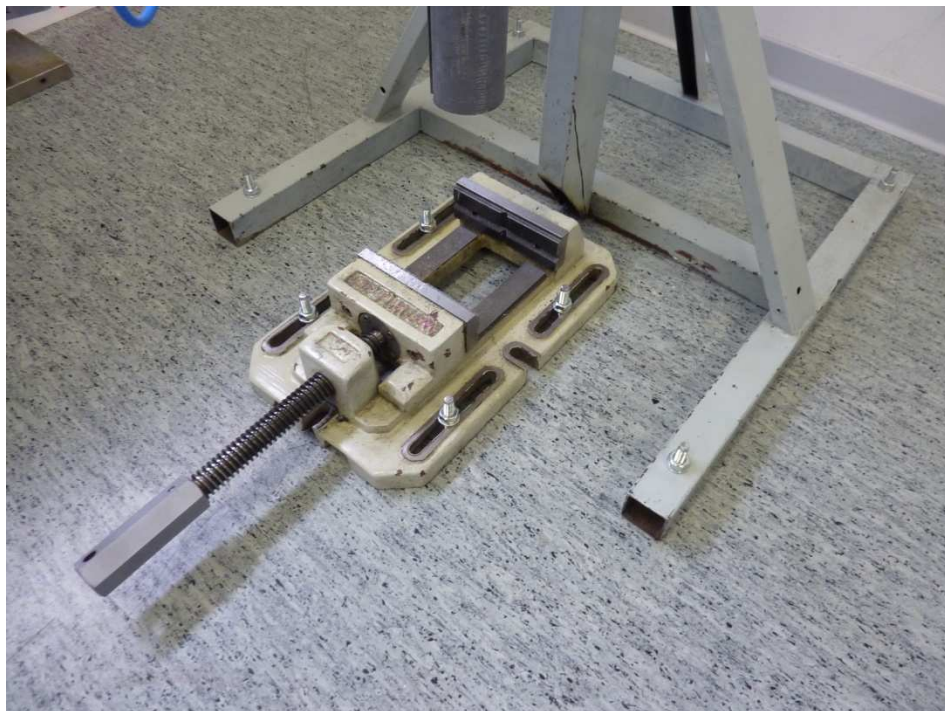
Řešení pomocí svinovacího metru je jednoduché a také není vázáno jedním typem upevnění zkušebních těles a proto jdou měřit např. i tělesa větších rozměrů.



Obr. 18. Měřící zařízení

7.5 Upnutí zkušebních vzorků

Pro upnutí zkušebních těles slouží svěrák OPTIMUM, který je pevně přichycen k podlaze pomocí šroubů, které lze povolit a nastavit svěrák podle upnutého zkušebního tělesa, tak aby tlouk směřoval doprostřed tělesa. Pevným uchycením docílíme minimální chvění vzorku při dopadu tlouku. Do svěráku lze upnout součást o maximální šířce 200 mm.



Obr. 19. Svěrák pro upínání zkušebních těles

Zkušební tělesa se nemusí upínat přímo do svěráku, ale lze použít speciální upínací zařízení pro zkušební vzorky 100 x 100 mm nebo i pro kruhové vzorky průměru 102 mm. Zařízení se upíná do svěráku a poté se musí vycentrovat poloha vůči tlouku.



Obr. 20. Upnutý adaptér na normalizované vzorky

7.6 Tlouk a závaží

Používaný tlouk vychází z normy ČSN EN ISO 6603 a skládá se ze dvou částí, z polokulového leštěného nárazníku o průměru 44 mm a na něj našroubované tyče. Tyč je dlouhá 120 mm a slouží pro navlečení závaží a je zakončena okem pro přichycení ocelového lanka.

Vnitřní průměr závaží byl stanoven na $d_z = 20$ mm a vnější $D_z = 50$ mm. Bylo třeba dopočítat výšku závaží dle rovnice 7. V tabulce 2 jsou zapsány odstupňování hmotností a rozměry jednotlivých závaží.

$$m_z = V \cdot \rho = \left[\frac{\pi}{4} \cdot (D_z^2 - d_z^2) \cdot h_z \right] \cdot \rho \quad (6)$$

$$h_z = \frac{4 \cdot m_z}{\pi \cdot \rho \cdot (D_z^2 - d_z^2)} \quad (7)$$

V_z ... objem závaží [m³],

ρhustota oceli [kg x m⁻³],

m_z ... hmotnost závaží [kg],

D_z ... vnější průměr [mm],

d_z ... vnitřní průměr [mm].

Tab. 2. Hmotnosti a rozměry závaží

m_z [kg]	h_z [mm]	D_z [mm]	d_z [mm]
0,5	38,6	50	20
0,35	27,0		
0,25	19,3		
0,15	11,6		

8 VÝROBA ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ

8.1 Materiál zkušebních těles

Zkušební těleso bylo vyrobeno z materiálu PP plněného 30% skleněných vláken.

Tento typ materiálu se vyznačuje:

- vysokou tekutostí
- vysokou teplotní odolností
- vysokou rázovou pevností
- vysokou pevností v tahu

Aplikace jsou pro tenkostěnné mechanické díly v automobilovém průmyslu.

VLASTNOSTI		NORMA	JEDNOTKA	HODNOTA
Fyzikální				
Index toku taveniny	230°C / 2,16 kg	ISO 1133	g/10 m in	25
Hustota		ISO 1183	g/cm ³	0,9
Mechanické				
Pevnost v tahu na mezi kluzu	50 mm/min	ISO 527	MPa	33
Prodloužení na mezi kluzu	50 mm/min	ISO 527	%	10
Modul pružnosti v ohybu		ISO 178	MPa	1400
Vrubová houževnatost CHARPY	+23°C	ISO 179/1eA	kJ/m ²	3,0
Tepelné				
Teplota průhybu při zatížení	0,46 MPa	ISO 75B	°C	80
Teplota měknutí Vicat	10 N	ISO 306A	°C	150

Obr. 21. Průměrné laboratorní hodnoty materiálu

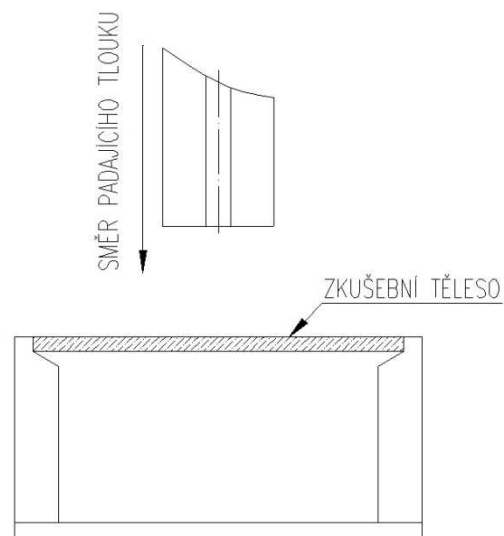
8.2 Zkušební těleso

Zkušební těleso bylo vyrobeno technologií vstřikování s bočním vtokem a jeho rozměry jsou 100 x 100 mm, o tloušťce 4 mm.



Obr. 22. Zkušební těleso s bočním vtokem

Při zkoušce je vkládán do upínacího zařízení, které je upnuto do svěráku. Zde zkušební těleso přesně doléhá do drážek a je ze všech stran podepřeno.



Obr. 23. Upnutí zkušebního tělesa

8.3 Vstřikovací stroj

Na výrobu vzorků byl použit vstřikovací stroj **Arburg ALLROUNDER 420C Advance**. Tento stroj má univerzální využití a lze jej použít pro různé vstřikovací úkoly a také i pro vícekomponentní vstřikování. Má také jednoduché ovládání technologie vstřikování a to díky řídicímu systému SELOGICA. Tento stroj máme k dispozici v dílnách na fakultě.

Tab. 3. Technické údaje stroje

Uzavírací síla	1000 kN
Maximální rozměr formy	420 x 420 x 500 mm
Průměr šneku	40 mm
Maximální vstřikovaný objem	182 cm ³



Obr. 24. Vstřikovací stroj Arburg ALLROUNDER 420C Advance

8.4 Vstřikovací forma

Byla použita forma s univerzálním rámem, která je konstruována tak, že s ní lze vyrábět zkušební tělesa jak s centrálním vtokem, filmovým nebo rohovým.

8.5 Vstřikovací parametry

V tabulkách jsou uvedeny vstřikovací parametry.

Tab. 4. Teplota vstřikovací formy

Teplota vstřikovací formy [°C]
PP + 30% GF
40

Tab. 5. Teploty pásem šneku

Teploty pásem šneku [°C]				
Tryska	Vstupní	Přechodové	Výstupní	Násypka
240	215	225	235	40

Tab. 6. Časy vstřikovacího cyklu

Čas cyklu [s]	Čas chlazení [s]	Čas dotlaku [s]
60	25	15

Vstřikovací tlak [MPa]	Dotlak [MPa]	Vstřikovací rychlost [cm ³ s ⁻¹]
170	100	50

9 SESTAVENÍ A ODZKOUŠENÍ FUNKČNOSTI PADOSTROJE

9.1 SESTAVENÍ PADOSTROJE

Zařízení se umístilo do laboratoře k trhacím strojům, kde rázy nebudou ovlivňovat nastavení těchto strojů.



Obr. 25. Kompletní padostroj

Jako první bylo třeba vyvrtat díry pro speciální mechanické kotvy do betonu, na které se připevnil celý rám a upínací svěrák. Poté se pomocí držáků připevnila vodící trubka, která se vodováhou vycentrovala do roviny. Připevnilo se polohovací zařízení a opatřilo se hvězdicovými šrouby. Ocelové lanko průměru 2 mm se připevnilo ke tlouku a zajistilo sponkou a lanko se provléklo vodící trubkou, okem objímky kladky a odměřila se potřebná délka. Konec byl zakončen úchytkou s plastovým držátkem, pro snadnou manipulaci a případným uchycením nohou na zemi, při obsluze jednou osobou. Pro lehčí zvedání závaží a tím menším opotřebování lanka slouží kladka.



Obr. 26. Manipulační úchytka



Obr. 27. Kladka

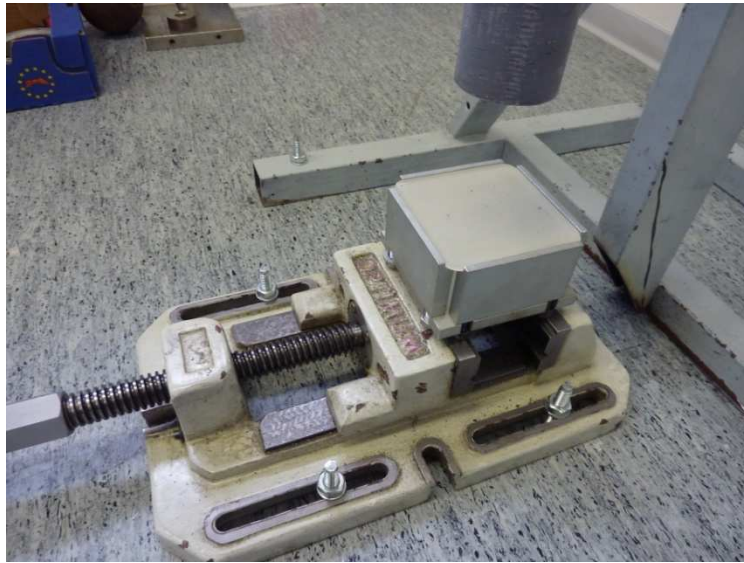
9.2 Zkouška funkčnosti padostroje

Po celkové kompletaci a umístění padostroje přišla na řadu zkouška funkčnosti. Zkouška byla provedena na zkušební tělese 100 x 100 mm. Těleso se položil na deskový upínací systém byl upnut do svěráku. Poté se svěrák vycentroval, aby tlouk padal doprostřed desky.



Obr. 28. Zkušební těleso 100 x 100 mm

Závaží bylo nastaveno na výšku 1200 mm a hmotnost závaží 1 kg. Výška byla odměřena pomocí svinovacího metru a tlouk zajištěn kolíkem.



Obr. 29. Upnutá a vycentrováná zkušební deska

Po vyjmutí kolíku byl proveden zkušební test. Náraz tlouku byla ztlumena upínacím systémem a tím nebyl náraz směřován na svěrák, čímž by se mohl poškodit. Zkušební těleso se rozpadlo na tři části. Dle těchto informací lze dále zkoumat rázová houževnatost daného materiálu. Celá zkouška lze zaznamenat na vysokorychlostní kameru, kvůli které bylo zařízení montováno s dostatečným okolním prostorem, aby mohl být děj zaznamenán z více úhlů.



Obr. 30. Zkoušené těleso po zkoušce

9.3 Vyhodnocení zkoušky dle ČSN EN ISO 6603

Byla zvolena stupňovitá metoda zkoušky, která pracuje se stálým přírůstkem energie. Po každém rázu se velikost energie měnila a to změnou výšky pádu při konstantní hmotnosti tlouku. Po každém pádu tlouku se přírůstek výšky přidává, pokud nedošlo k porušení a ubírá, pokud bylo těleso porušeno. Vše se zaznamenává do formuláře, z kterého jsou hodnoty vypsány v tabulce.

9.3.1 Stupňovitá metoda výpočet

Energie tlouku, potřebná k porušení 50% se vypočítá z rovnic 8 a 9.

$$E_{50} = M \cdot g \cdot H_{50} \quad (8)$$

$$H_{50} = H_a + \Delta H \cdot \left(\frac{A}{N} \pm 0,5 \right) \quad (9)$$

- M konstantní hmotnost padajícího tlouku, v kilogramech,
g gravitační rychlení ($9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$),
 H_a nejmenší hodnota výšky mezi výškami H_i v k úrovních, v metrech,
 ΔH je velikost přírůstku výšky, v metrech.

$$A = \sum_{i=1}^k n_i z_i \quad (10)$$

$$z_i = \frac{1}{\Delta H} \cdot (H_i - H_a) \quad (11)$$

- n_i počet zkušebních těles, u nichž došlo či nedošlo k porušení při výšce pádu H_i
 z_i počet přírůstků výšky od hodnoty H_a

Směrodatná odchylka s , v joulech, se vypočítá z rovnice 12.

$$s = 1,62 \cdot \Delta E \cdot \left[\frac{N \cdot B - A^2}{N^2} + 0,029 \right] \quad (12)$$

$$B = \sum_{i=1}^k n_i z_i^2 \quad (13)$$

9.3.2 Výpočet vlastní zkoušky

Tab. 7. Hodnoty měření stupňovitou metodou

i	Výška pádu	n_i (o)	n_i (x)	n_i	z_i	$n_i z_i$	$n_i z_i^2$
1	0,35	0	1	1	4	4	16
2	0,30	1	5	5	3	15	45
3	0,25	2	2	2	2	4	8
4	0,20	4	2	2	1	2	0
5(=k)	0,15	3	0	0	0	0	0
	$\sum_{i=1}^k$	10 (N_0)	10 (N_x)	10($N=N_x$)		25 (A)	69 (B)

- Počet zkušebních těles: 20
- Hmotnost padajícího tlouku: 1 kg
- Výška pádu: proměnná
- Velikost přírůstku výšky: 0,05 m
- Počáteční výška: 0,15 m

Platí $N_x=N_0$, proto volím pro výpočet $N=N_x$.

$$E_{50} = M \cdot g \cdot H_{50} = M \cdot g \cdot \left[H_a + \Delta H \cdot \left(\frac{A}{N} - \frac{1}{2} \right) \right]$$

$$E_{50} = 1,0 \cdot 9,81 \cdot \left[0,15 + 0,05 \cdot \left(\frac{25}{10} - \frac{1}{2} \right) \right] = 2,45 J$$

$$s = 1,62 \cdot \Delta E \cdot \left(\frac{N \cdot B - A^2}{N^2} + 0,029 \right) = 1,62(M \cdot g \cdot \Delta H) \cdot \left(\frac{N \cdot B - A^2}{N^2} + 0,029 \right)$$
$$s = 1,62 \cdot (1 \cdot 9,81 \cdot 0,05) \cdot \left(\frac{10 \cdot 69 - 16^2}{10^2} + 0,029 \right) = 0,54 J$$

Výsledkem zkoušky jsme dostali energii potřebnou k porušení 50% zkušebních těles $E_{50} = 2,45 J$ a směrodatnou odchylku $s = 0,54 J$. Byla splněna i podmínka

$0,5s < \Delta E < 2 s$. Kdyby se tak nestalo, musela by se zkouška opakovat s jinou hodnotou ΔE .

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo konstrukční dořešení zařízení pro 2D rázové namáhání polymerů, jeho sestavení a následné ozkoušení funkčnosti zařízení. Byl navržen konstrukční podklad, který byl zvolen za nejlepší řešení daného problému. Vyřešeno bylo polohování závaží do určité výšky, systém upnutí vzorků a také tuhost celé soustavy zařízení.

Teoretická část popisuje vlastnosti polymerů, zkoušení polymerů, popis rázových zkoušek aj. Dále je menší zmínka o vysokorychlostních kamerách, kterou se dá celá zkouška zaznamenat.

Praktická část je věnována popisu konstrukce zařízení, dále popis jednotlivých částí s jejich funkcí a vše je doplněno názornými obrázky. Malá zmínka patří i výrobě zkušebních těles, jejich výroba vstřikováním. V závěru je popsáno sestavená celého padostroje a o zkoušení funkčnosti zařízení a provedena zkouška dle ČSN EN ISO 6603.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČSN EN ISO 6603 – 1 : *Plasty – Stanovení chování tuhých plastů při víceosém namáhání – Část 1 : Metoda padajícího tlouku*. ČNI Praha, 1998.
- [2] LUKOVICS, I.: *Konstrukční materiály a technologie*. 1. vyd., VUT Brno 1992.
- [3] PLUHAŘ, J. a kol.: *Strojírenské materiály*. Praha, SNTL 1981.
- [4] RYBNÍKÁŘ, F. a kol.: *Analýza a zkoušení plastických hmot*. Praha, SNTL 1965.
- [5] SCHATY, M., VONDRÁČEK, P.: *Zkoušení polymerů*., VŠCHT Praha 1979.
- [6] Argona [online]. Argona, a.s., [2009] [cit. 2009-03-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.argona.cz/DataStorage/File/KR%C3%81TCE%20Z%20HISTORIE%20PLAST%C3%9A.pdf>>.
- [7] *Plasty* [online]. 2009 [cit. 2009-03-11]. Dostupný z WWW: <www.ateam.zcu.cz/plasty.pdf>.
- [8] *Rozdělení a vlastnosti plastů* [online]. 2009 [cit. 2009-04-07]. Dostupný z WWW: <<http://ucivozs.sweb.cz/plast2.html>>.
- [9] *Vlastnosti polymerů* [online]. 2009 [cit. 2009-04-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.ped.muni.cz/wphy/FyzVla/FMkomplet3.htm>>.
- [10] DVOŘÁK, Milan. *Recyklace plastů* [online]. c2006 [cit. 2009-04-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.recyklaceplastu.wz.cz/o%20recyklaci.html>>.

[11] MEJZLÍK, Tomáš . *Vysokorychlostní kamera v akci*. TV Freak [online]. 11.11.2010, 1, [cit. 2011-04-05]. Dostupný z WWW: <http://www.tvfreak.cz/art_doc-17EC4212834FEA09C12577D5005E3628.html>.

[12] SVOBODA, Štěpán. *Digitální vysokorychlostní kamery pomáhají řešit problémy chodu strojů a výrobních linek* . Automa [online]. 2004, 200, 08, [cit. 2011-04-05]. Dostupný z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=32518>.

[13] KOMENDA, Jan; NOVÁK, Miroslav. *Co je vysokorychlostní kamera?*. Ruce vzhůru [online]. 2010, 1, [cit. 2011-04-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.rucevzhuru.cz/index.php/component/content/article/53-rychllokamery/133-kamery.html>>.

Seznam použitých symbolů a zkratek

A	Korigovaná rázová práce.
A ₁	Práce odečtená na přístroji.
A ₂	Ztráty rázové práce třením a kyvem.
d ₁	Průměr nárazníku..
d ₂	Průměr závitu.
D ₃	Průměr tyče.
D ₄	Průměr závitu..
D ₅	Průměr závitu.
D _Z	Vnější průměr.
d _Z	Vnitřní průměr.
e	Rázový korekční faktor.
G ₁₀₀	Nejmenší hmotnost, při které prasknou všechny vzorky.
G ₅₀	Hmotnost 50 % porušení.
h	Výška dopadu.
K	Nárazová práce.
l ₁	Délka nárazníku.
l ₂	Délka závitu.
l ₃	Délka tyče.
l ₄	Délka závitu.
l ₅	Délka závitu.
m	Hmotnost tělesa.
m ₁	Hmotnost tlouku.
m ₂	Hmotnost tyče.
m _T	Hmotnost tlouku.
m _Z	Hmotnost závaží.

r_1	Poloměr nárazníku.
S	Součet procentních hodnot všech jednotlivých zkoušek.
S_0	Průřez zkušební tyčinky v místě vrubu.
v	Okamžitá rychlost pádu tělesa.
V_1	Objem nárazníku.
V_2	Objem tyče.
V_Z	Objem závaží.
ΔG	Hmotnost přídatných závaží.
ρ	Hustota oceli.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Teplotní závislost mechanických vlastností polymerů [9].....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 2. Porovnání pracovního diagramu při statické a dynamické zkoušce [2].....</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 3. Schéma zkoušky rázem v ohybu [2].....</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 4. Schéma měření vrubové houževnatosti metodou Izod [5].....</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 5. Schéma rázové deformace na přístroji Dynstat [5]</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 6. Schéma padostroje [4]</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 7. Schéma normalizovaného padostroje [1].....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 8. Rám padostroje (vpravo 3D model Catia)</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 9. Vodící trubka (vpravo 3D model Catia).....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 10. Držáky pro uchycení vodící trubky.....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 11. 3D model Catia držáku pro uchycení vodící trubky.....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 12. Polohovací kroužek</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 13. Polohovací kolík</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 14. Ruční šroub hvězdicový</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 15. Odměrování výšky polohovacího zařízení</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 16. Zajištěný tlouk se závažím</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 17. Držák svinovacího metru.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 18. Měřicí zařízení.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 19. Svěrák pro upínání zkušebních těles</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 20. Upnutý adaptér na normalizované vzorky.....</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 21. Průměrné laboratorní hodnoty materiálu</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 22. Zkušební těleso s bočním vtokem.....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 23. Upnutí zkušebního tělesa.....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 24. Vstříkovací stroj Arburg ALLROUNDER 420C Advance</i>	<i>52</i>
<i>Obr. 25. Kompletní padostroj</i>	<i>54</i>
<i>Obr. 26. Manipulační úchytka</i>	<i>55</i>
<i>Obr. 27. Kladka</i>	<i>56</i>
<i>Obr. 28. Zkušební těleso 100 x 100 mm.....</i>	<i>56</i>
<i>Obr. 29. Upnutá a vycentrováná zkušební deska.....</i>	<i>57</i>
<i>Obr. 30. Zkoušené těleso po zkoušce</i>	<i>57</i>

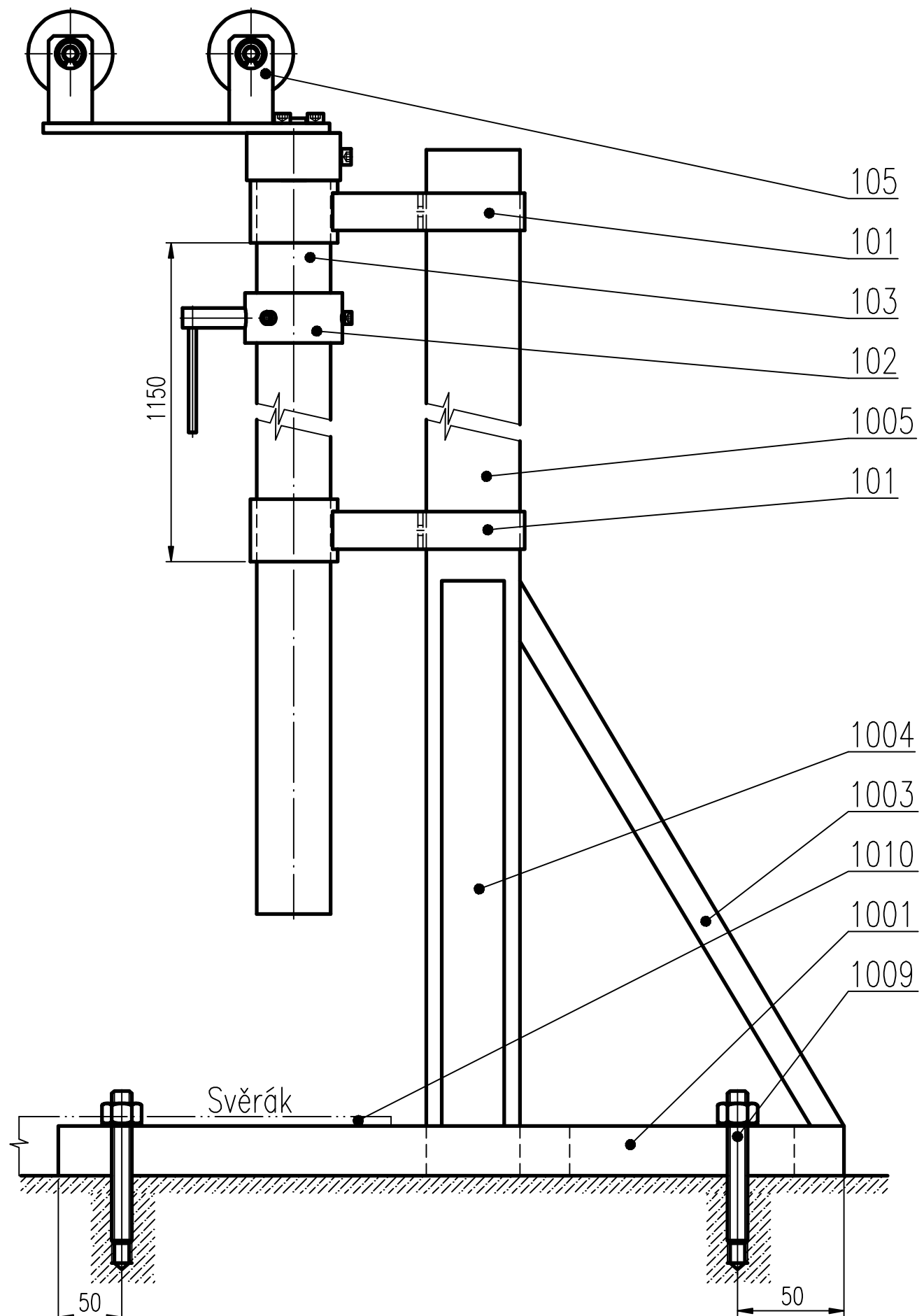
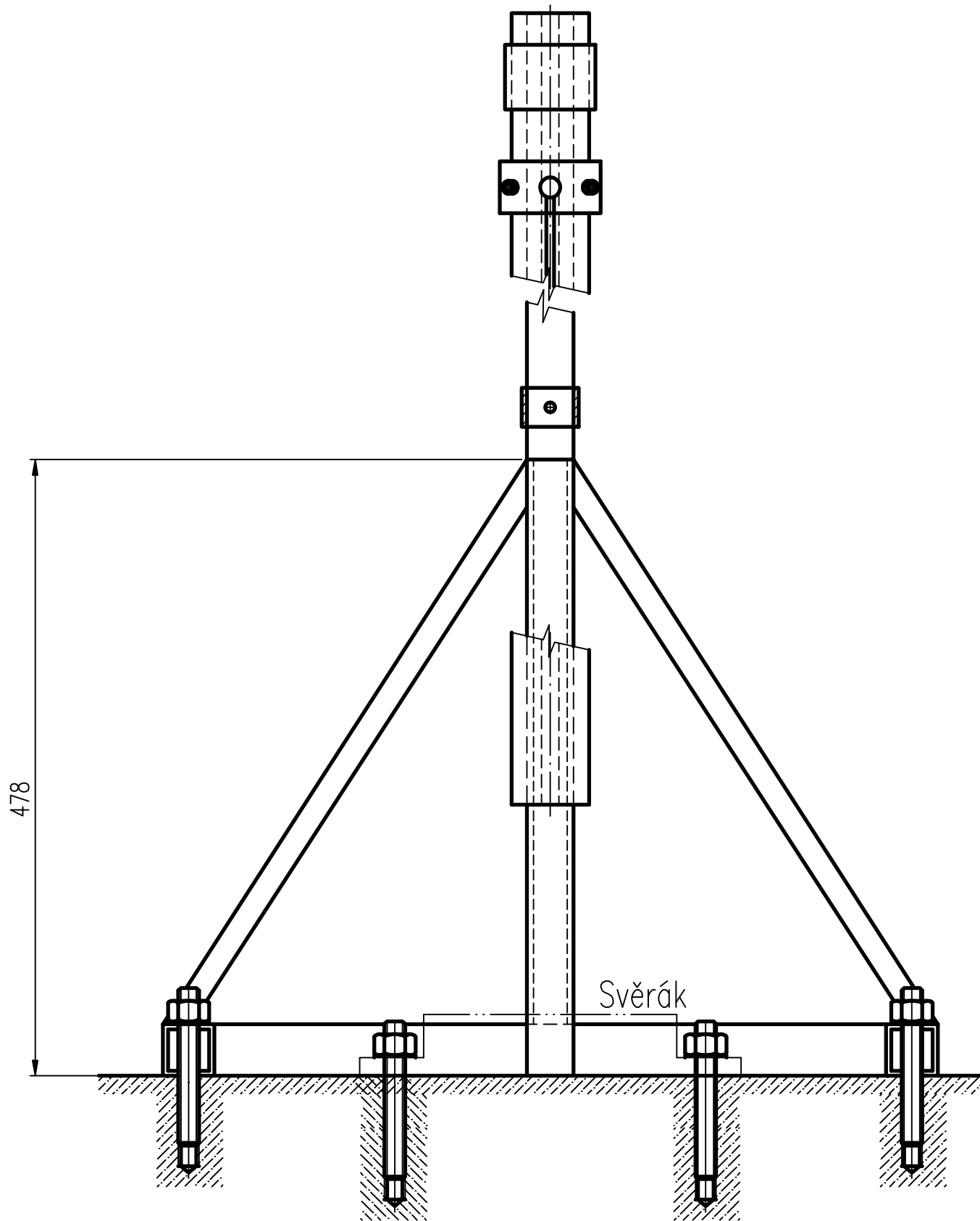
SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Energie nejčastěji používaných kladiv [5]</i>	<i>23</i>
<i>Tab. 2. Hmotnosti a rozměry závaží</i>	<i>49</i>
<i>Tab. 3. Technické údaje stroje</i>	<i>52</i>
<i>Tab. 4. Teplota vstřikovací formy</i>	<i>53</i>
<i>Tab. 5. Teploty pásem šneku</i>	<i>53</i>
<i>Tab. 6. Časy vstřikovacího cyklu</i>	<i>53</i>
<i>Tab. 7. Hodnoty měření stupňovitou metodou</i>	<i>59</i>

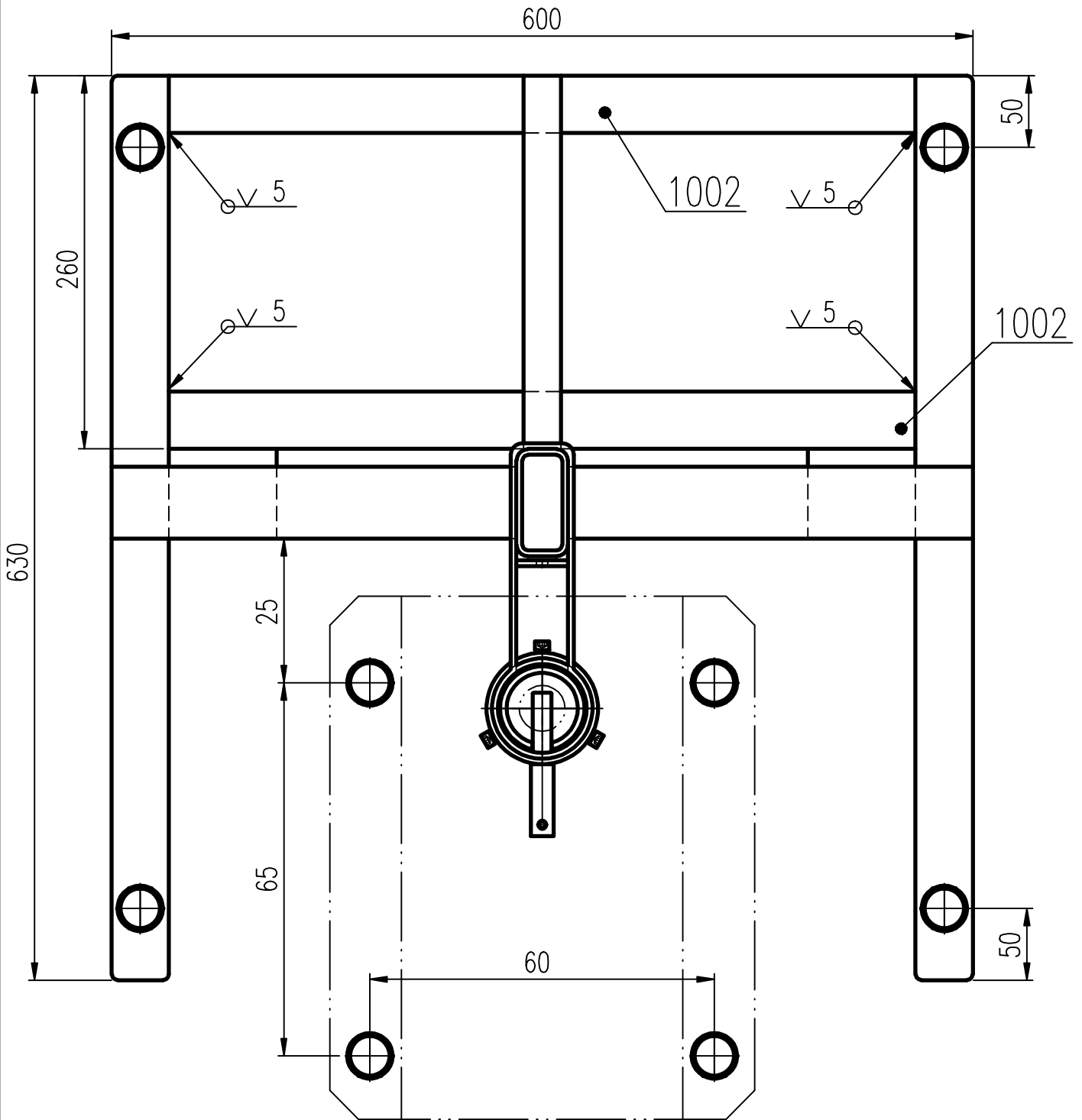
SEZNAM PŘÍLOH

I.	Výkres sestavy padostroje	PS11-00.1
II.	Výkres řezu sestavy padostroje	PS11-00.2
III.	Soupis položek sestavy padostroje	PS11-00.3
IV.	Výkres sestavy držáku	PS11-01
V.	Výrobní výkres – objímka držáku	PS11-01-A
VI.	Výrobní výkres – přepážka držáku	PS11-01-B
VII.	Výrobní výkres – rameno držáku	PS11-01-C
VIII.	Výkres sestavy polohovacího zařízení	PS11-02
IX.	Výrobní výkres – polohovací objímka.	PS11-02-A
X.	Výrobní výkres – jistící kolík	PS11-02-B
XI.	Výrobní výkres – manipulační kolík	PS11-02-C
XII.	Výrobní výkres – vodící trubka	PS11-03
XIII.	Výkres sestavy upínacího zařízení 1	PS11-04-1.1
XIV.	Soupis položek upínacího zařízení 1	PS11-04-1.2
XV.	Výkres sestavy upínacího zařízení 2	PS11-04-2.1
XVI.	Soupis položek upínacího zařízení 2	PS11-04-2.2
XVII.	Výrobní výkres – upínací deska	PS11-04-A
xviii.	Výrobní výkres - upínací čep	PS11-04-B
XIX.	Výrobní výkres – deska	PS11-04-C
XX.	Výrobní výkres – podpěra	PS11-04-D
XXI.	Výrobní výkres – trubková podpěra.	PS11-04-E
xxii.	Výkres sestavy kladky	PS11-05.1
XXIII.	Soupis položek kladky	PS11-05.2
XXIV.	Výrobní výkres – objímka kladky	PS11-05-A

XXV.	Výrobní výkres – deska kladky	PS11-05-B
XXVI.	Výrobní výkres – kladnice	PS11-05-C
XXVII.	Výrobní výkres – držák kladnice	PS11-05-D
XXVIII.	Výrobní výkres – hřídel	PS11-05-E
XXIX.	Držák metru	PS11-05-F
XXX.	Výkres sestavy tlouku	PS11-06
XXXI.	Výrobní výkres – nárazník tlouku	PS11-06-A
XXXII.	Výrobní výkres – tyč tlouku	PS11-06-B



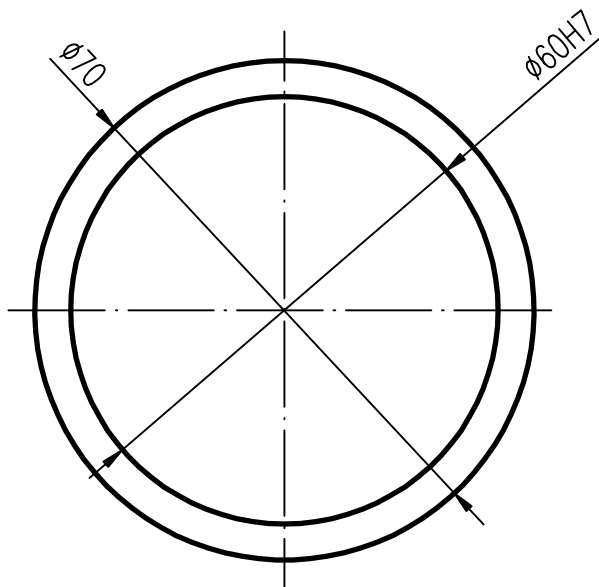
A-A



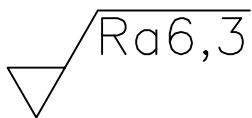
INDEX		ZMĚNA		DATUM		PODPIS		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL				T.O.	HMOTNOST kg		46,5	MĚŘ. 1:4	
ROZM.-POLOT.					ČSN		TR.Č.		
POM. ZAŘ.					POZN.		Č. KUSOVNÍKU		
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.			STARÝ V.		Č.V.		
PŘEZK.		DATUM	25.5.2009		ČÍSLO VÝKRESU		PS09-00		
TECHNOL.		SCHVÁLIL			Listů		List 2/3		
NÁZEV					PADOSTROJ				

1009	STROJNÍ SVĚŘÁK	OPTIMUS		–	1	
1009	KOTVA DO BETONU	FISCHER		–	8	0,01
1008	LIŠTA 20x10–120	ČSN 42 5522	11 600	–	3	0,19
1007	PLECH 8x370x310	ČSN 42 5315	11 373	–	1	4,5
1006	PLECH 5x25x75	ČSN 42 5315	11 373	–	2	0,35
1005	PROFIL TR OBD 70x35x3–1850	ČSN 42 6936	11 373	–	1	5,054
1004	PROFIL TR OBD 50x20x3–520	ČSN 42 6936	11 373	–	2	1,520
1003	PROFIL U 35x3–520	ČSN EN 10162	11 373	–	1	1,120
1002	PROFIL 40x3–520	ČSN 42 6935	11 373	–	2	1,674
1001	PROFIL 40x3–630	ČSN 42 6935	11 373	–	2	2,029
105	KLADKA	PS11–05		–	1	5,896
104	UPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ	PS11–04		–	1	13,35
103	VODÍCÍ TRUBKA	PS11–03	11 353	–	1	14,69
102	POLOHOVACÍ ZAŘÍZENÍ	PS11–02		–	1	0,863
101	DRŽÁK	PS11–01		–	2	0,707
POZ.	NÁZEV – ROZMĚRY POLOTOVARU	VÝKRES – NORMA	MATERIÁL	J.	MN.	HMOT. kg

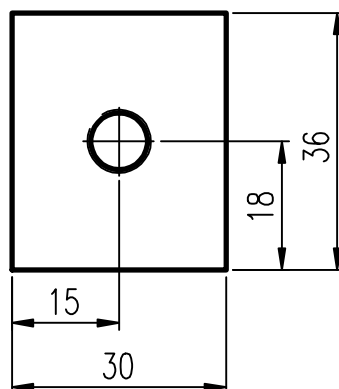
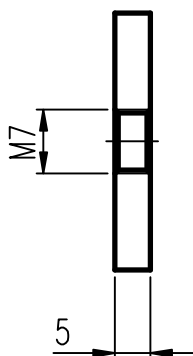
INDEX	ZMĚNA		DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství		
MATERIÁL	T.O.			HMOTNOST kg	46,5	MĚŘ.	1:4
ROZM.–POLOT.				ČSN		TR.Č.	
POM. ZAŘ.				POZN.		Č. KUSOVNÍKU	
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.		STARÝ V.		Č.V.	
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011	ČÍSLO VÝKRESU	PS11 – 00		
TECHNOL.		SCHVÁLIL		Listů		List 3/3	
NÁZEV				PADOSTROJ			



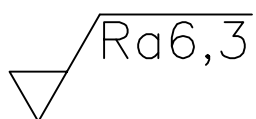
NEKÓTOVANÉ SRAŽENÍ 1x45°



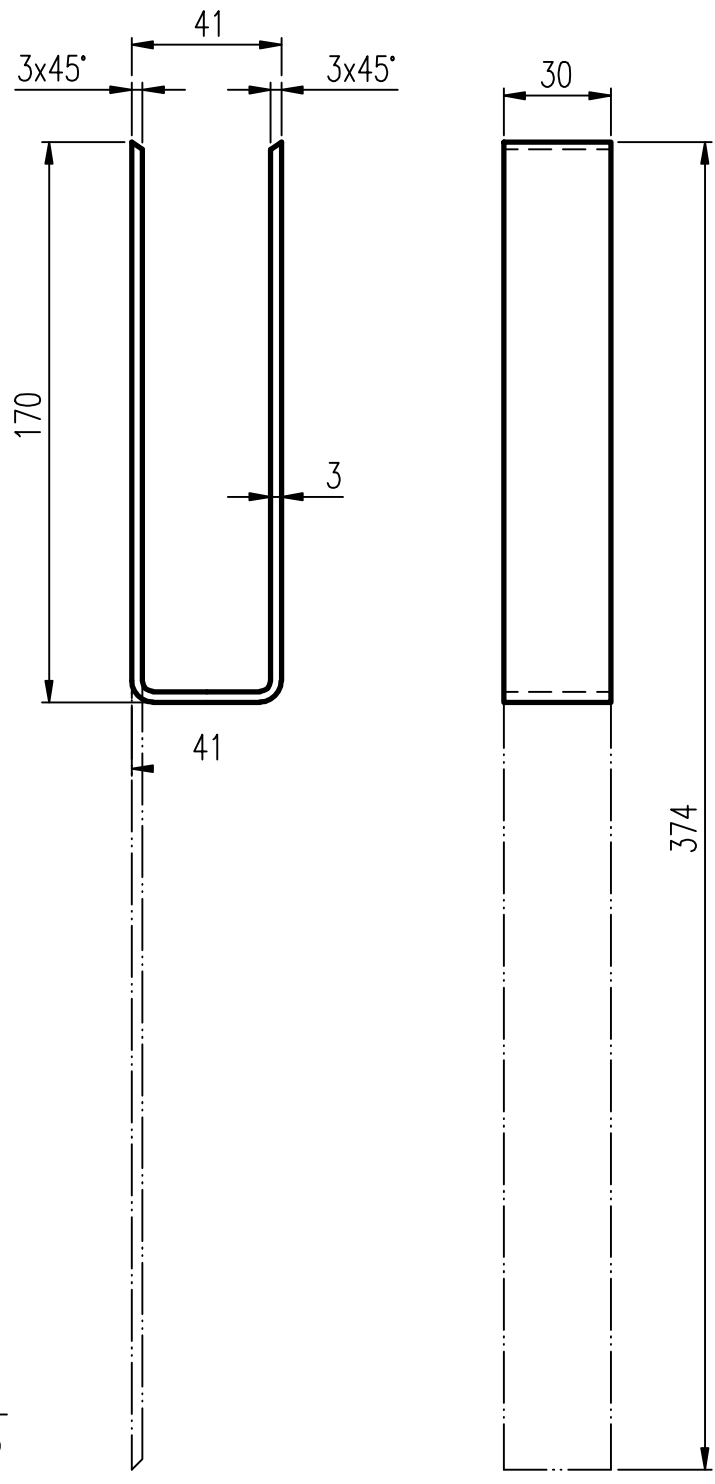
INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 353	T.O.			HMOTNOST kg	0,445	MĚŘ. 1:1
ROZM.-POLOT.	TR \varnothing 70 x 5,6 - ČSN 42 5715.01						
POM. ZAŘ.	ČSN			TŘ.Č.			
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.	POZN.			Č. KUSOVNIKU	
PŘEZK.	DATUM		1.5.2011	STARÝ V.			Č.V.
TECHNOL.	SCHVÁLIL		ČÍSLO VÝKRESU				PS11-01-A
NÁZEV	OBJÍMKA					Listů	List 1/1



NEKÓTOVANÉ SRAŽENÍ 1x45°

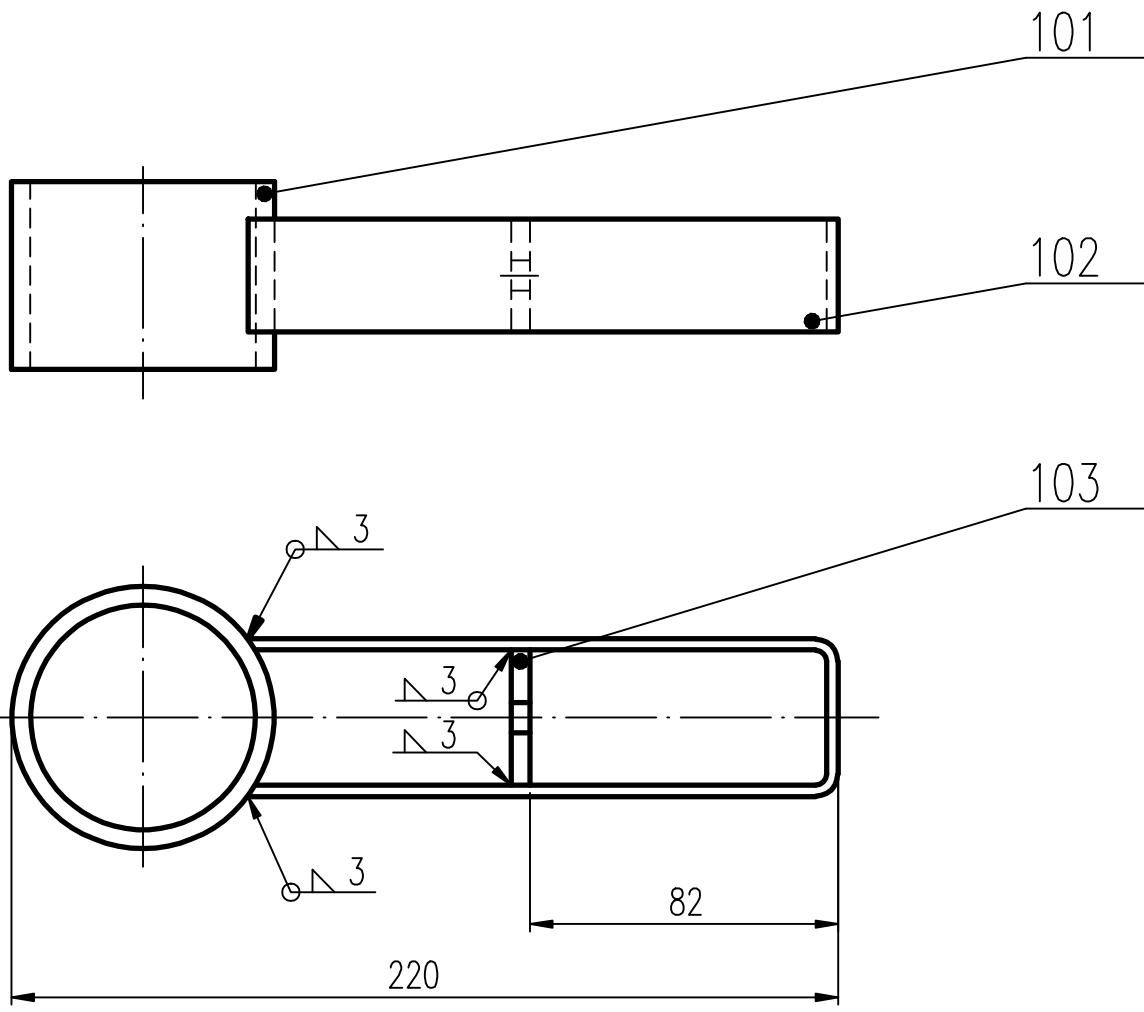


INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 600			T.O.	HMOTNOST kg	0,047	MĚŘ. 2:1
ROZM.-POLOT.	TYČ PLOCHÁ 40 x 30 Z - ČSN 42 5510.01				ČSN		TŘ.Č.
POM. ZAŘ.	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.		POZN.	Č. KUSOVNIKU		
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011	STARÝ V.	Č.V.		
TECHNOL.		SCHVÁLIL		ČÍSLO VÝKRESU	PS11-01-B		
NÁZEV	PŘEPÁŽKA			Listů	List 1/1		



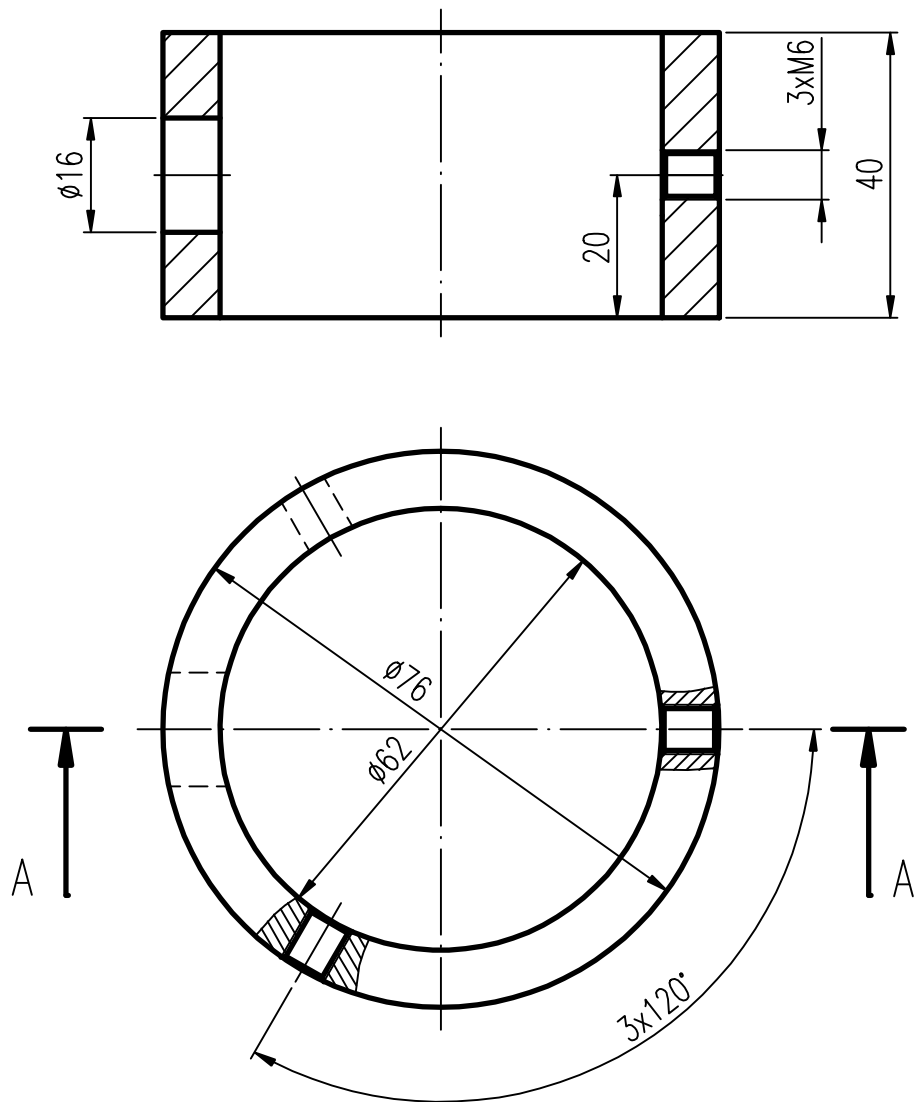
$\sqrt{Ra6,3}$

INDEX				DATUM			Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně		
ZMĚNA				PODPIS			Fakulta technologická		
							Ústav výrobního inženýrství		
MATERIÁL	11 600			T.O.			HMOTNOST kg	0,215	
ROZM.-POLOT.	PLECH 3 x 360 x 35 - ČSN EN 10131							MĚŘ.	1:2
POM. ZAŘ.						ČSN	TŘ.Č.		
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.			POZN.	Č. KUSOVNIKU			
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011						
TECHNOL.		SCHVÁLIL			STARÝ V.	Č.V.			
NÁZEV	RAMENO				ČÍSLO VÝKRESU	PS11-01-C			
					Listů	List 1/1			

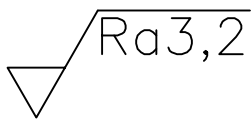


103	RAMENO	PS09-01-C	11 600	-	1	0,22
102	PŘEPÁŽKA	PS09-01-B	11 600	-	1	0,05
101	OBJÍMKA	PS09-01-A	11 600	-	1	0,46
POZ.	NÁZEV - ROZMĚRY POLOTOVARU	VÝKRES - NORMA	MATERIÁL	J.	MN.	HMOT. kg
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství		
MATERIÁL	T.O.		HMOTNOST kg	0,707	MĚŘ.	1:2
ROZM.-POLOT.			ČSN	TR.Č.		
POM. ZAŘ.	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.	POZN.	Č. KUSOVNÍKU		
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011	STARÝ V. Č.V.		
TECHNOL.		SCHVÁLIL		ČÍSLO VÝKRESU		
NÁZEV	DRŽÁK		PS11-01			
			Listů	List 1/1		

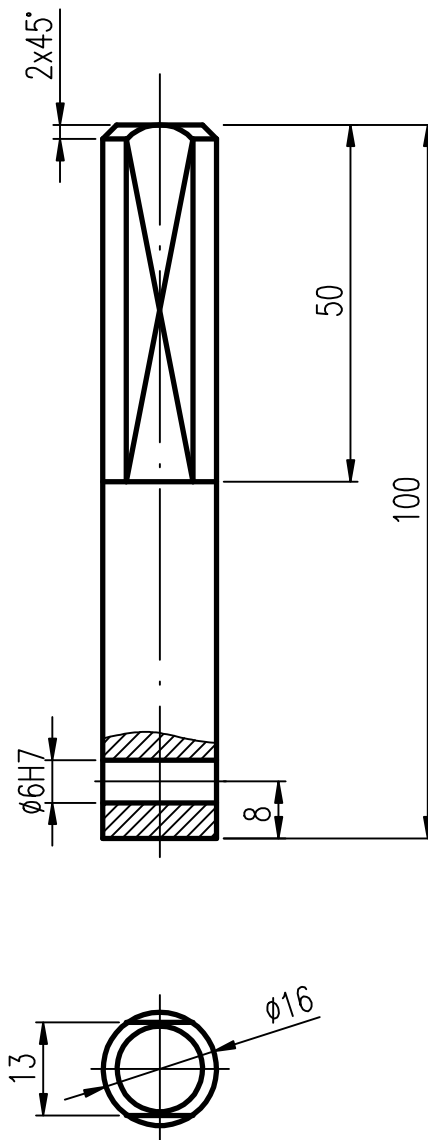
A-A



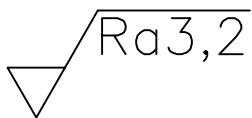
NEKÓTOVANÉ SRAŽENÍ 0,5x45°



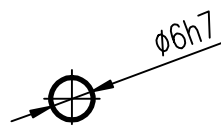
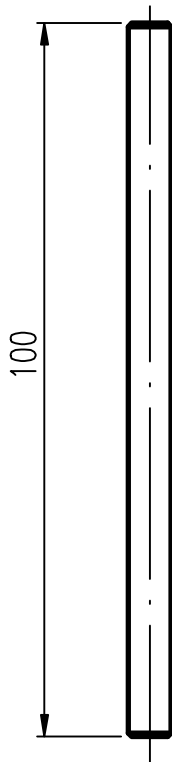
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 650	T.O.		HMOTNOST kg	0,617
ROZM.-POLOT.	TR \varnothing 82,5 x 8-42 - ČSN 42 5715.01			MĚŘ.	1:1
POM. ZAŘ.		ČSN		TŘ.Č.	
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.		POZN.	Č. KUSOVNIKU
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011	STARÝ V.	Č.V.
TECHNOL.		SCHVÁLIL		ČÍSLO VÝKRESU	PS11-02-A
NÁZEV	POLOHOVACÍ OBJÍMKA			LISTŮ	1/1



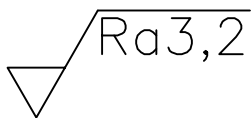
SRAZIT HRANY



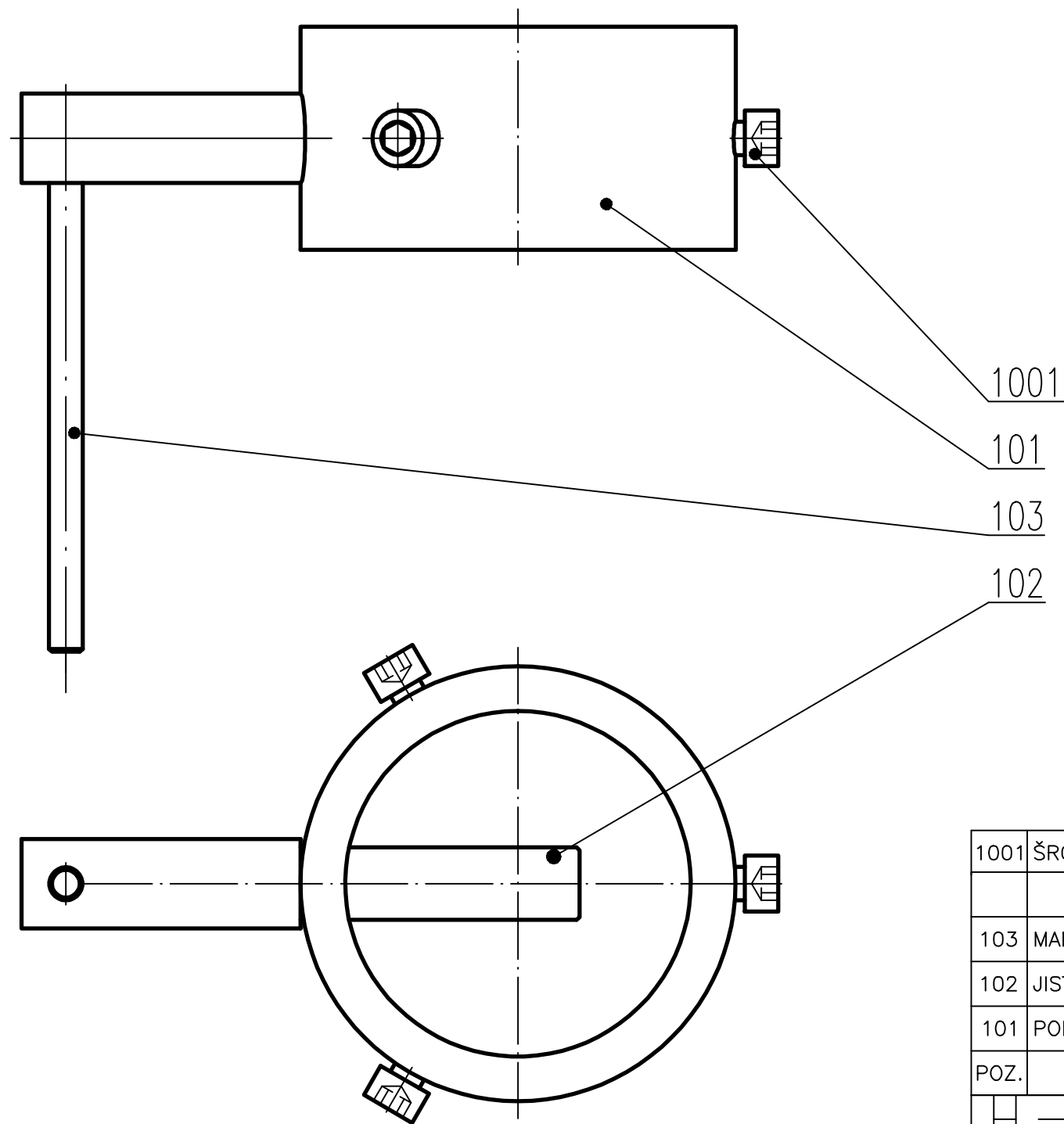
INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 600			T.O.	HMOTNOST kg	0,196	MĚŘ. 1:1
ROZM.-POLOT.	ø17-110 ČSN 42 5510.12				ČSN		TŘ.Č.
POM. ZAŘ.	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.		POZN.	Č. KUSOVNIKU		
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011	STARÝ V.	Č.V.		
TECHNOL.		SCHVÁLIL		ČÍSLO VÝKRESU	PS11-02-B		
NÁZEV	JISTÍCÍ KOLÍK			Listů	List 1/1		



NEKÓTOVANÉ SRAŽENÍ $0,5 \times 45^\circ$

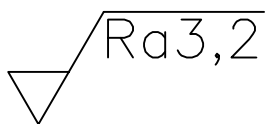
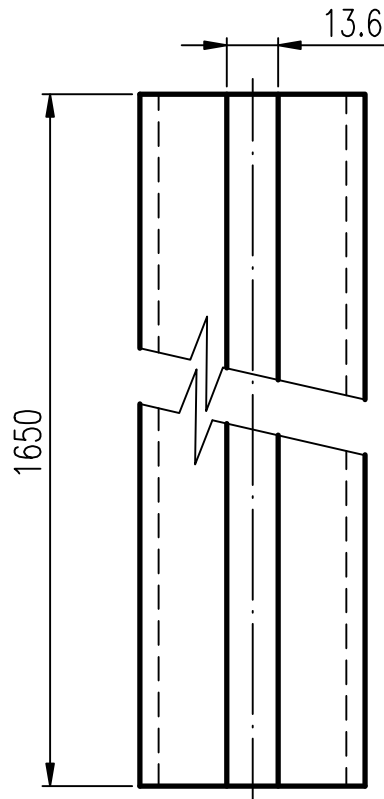
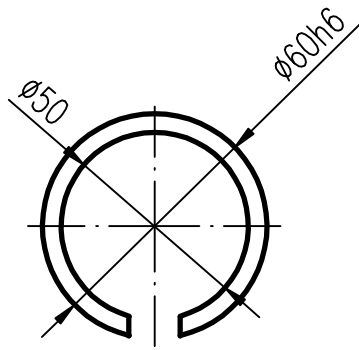


INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 600			T.O.	HMOTNOST kg 0,035		MĚŘ. 1:1
ROZM.-POLOT.	Ø 7-110 - ČSN 42 5510.12			ČSN		TŘ.Č.	
POM. ZAŘ.	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.			POZN.	Č. KUSOVNIKU	
KRESLIL		DATUM	1.5.2011		STARÝ V.	Č.V.	
PŘEZK.		SCHVÁLIL			ČÍSLO VÝKRESU		PS11-02-C
TECHNOL.						Listů	
NÁZEV	MANIPULAČNÍ KOLÍK					List 1/1	

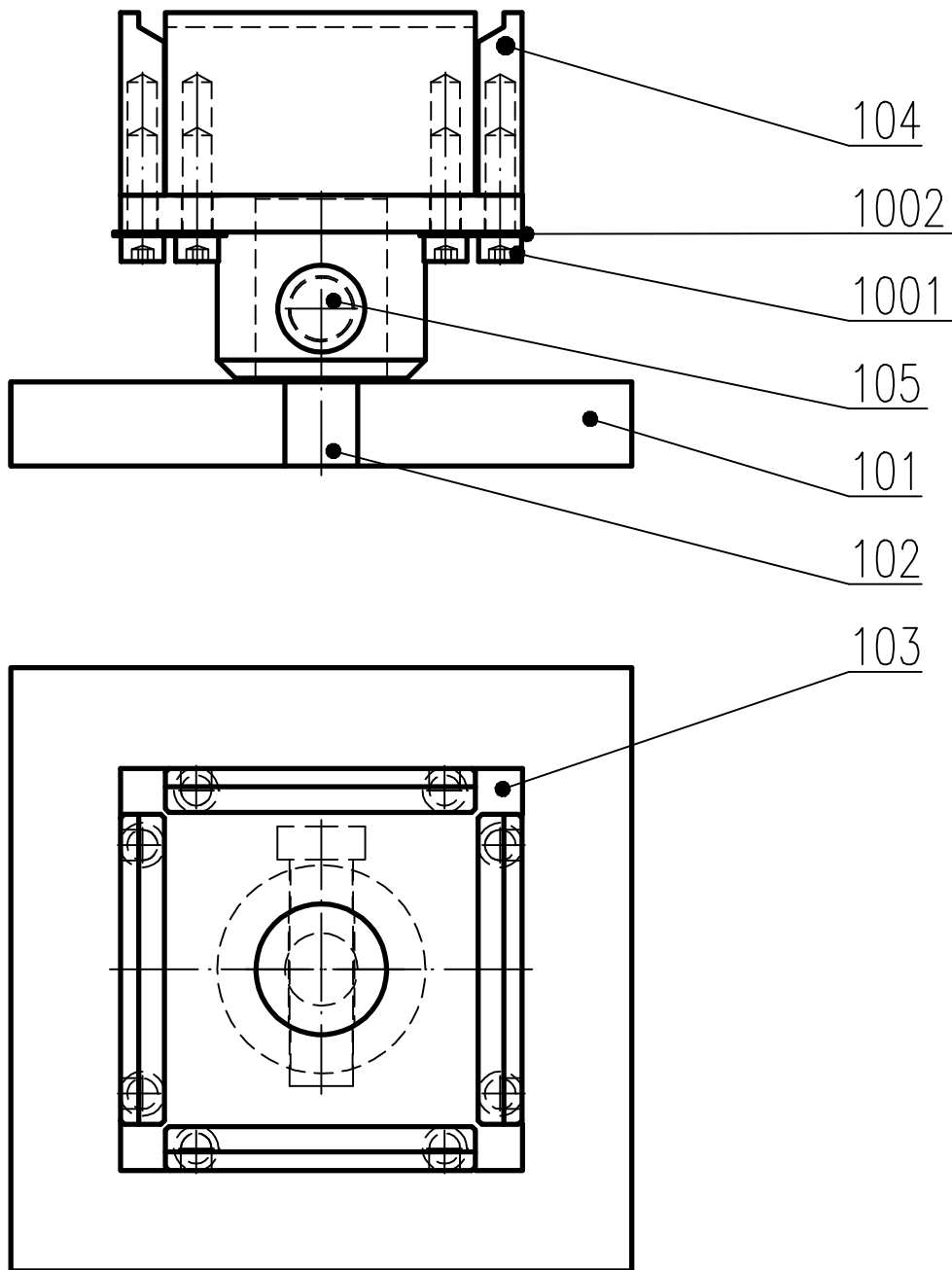


1001	ŠROUB M6	ISO 4762		-	3	0,005
103	MANIPULAČNÍ KOLÍK	PS11-02-C	11 600	-	1	0,035
102	JISTÍCÍ KOLÍK	PS11-02-B	11 600	-	1	0,196
101	POLOHOVACÍ OBJÍMKA	PS11-02-A	11 650	-	1	0,617
POZ.	NÁZEV - ROZMĚRY POLOTOVARU	VÝKRES - NORMA	MATERIÁL	J.	MN.	HMOT. kg

INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství		
MATERIÁL	T.O.		HMOTNOST kg	0,863	MĚŘ.	1:1
ROZM.-POLOT.			ČSN	TR.Č.		
POM. ZAŘ.	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.	POZN.	Č. KUSOVNIKU		
KRESLIL		DATUM	1.5.2011			
PŘEZK.		SCHVÁLIL				
TECHNOL.			STARÝ V.	Č.V.		
NÁZEV	POLOHOVACÍ ZAŘÍZENÍ		ČÍSLO VÝKRESU	PS11-02		



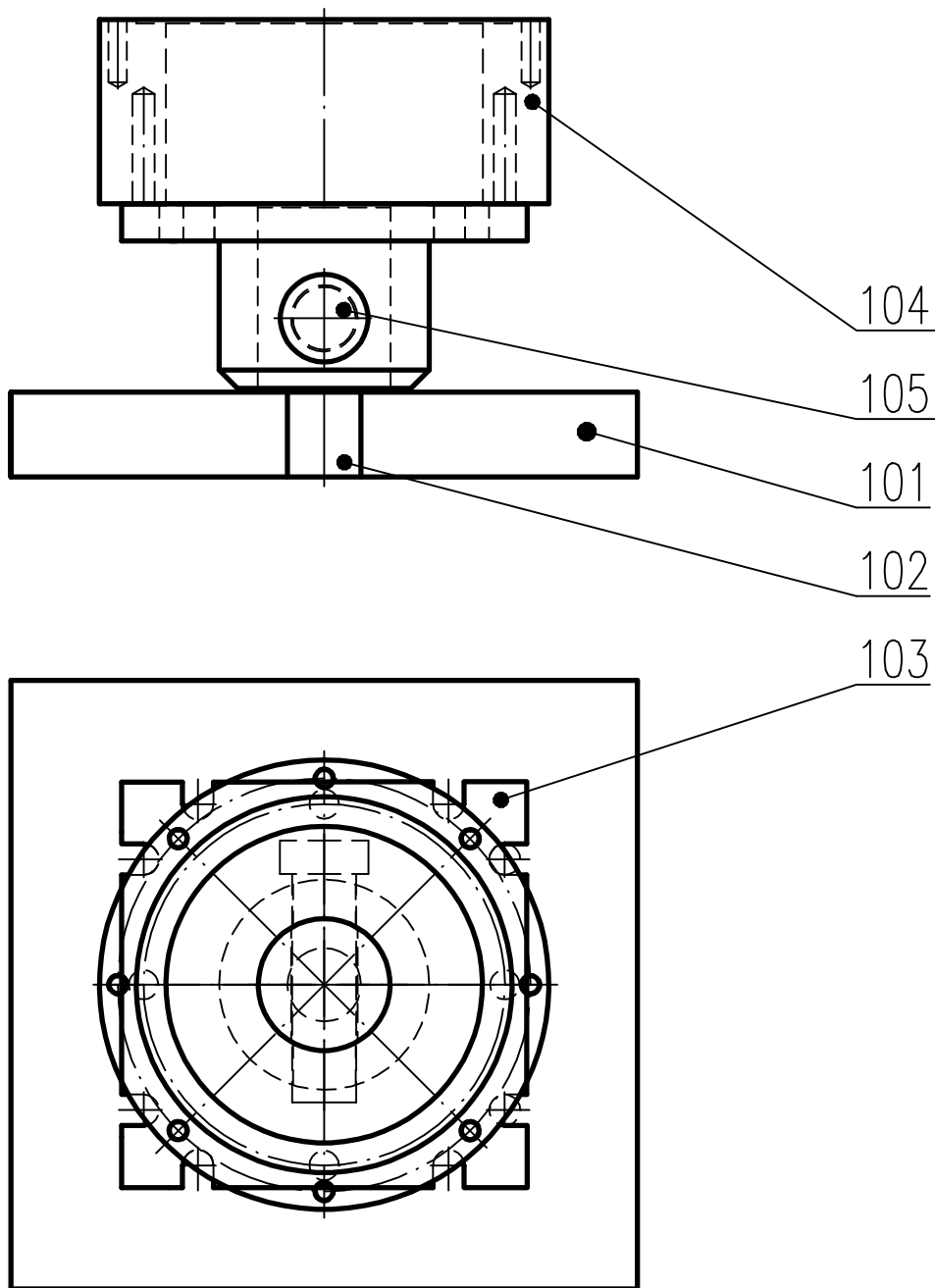
INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 353			T.O.	HMOTNOST kg	14,685	MĚŘ. 1:2
ROZM.-POLOT.	TR ø 60 x 5 - ČSN 42 5715				ČSN		TR.Č.
POM. ZAŘ.					POZN.		Č. KUSOVNÍKU
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.			STARÝ V.		Č.V.
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011		ČÍSLO VÝKRESU	PS11 - 03	
TECHNOL.		SCHVÁLIL			Listů		List 1/1
NÁZEV	VODÍCÍ TRUBKA						



INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL				T.O.	HMOTNOST kg	13,35	MĚŘ. 1:2
ROZM.-POLOT.					ČSN		TR.Č.
POM. ZAŘ.					POZN.		Č. KUSOVNÍKU
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.			STARÝ V.		Č.V.
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011		ČÍSLO VÝKRESU		PS11-04-1
TECHNOL.		SCHVÁLIL			Listů		List 1/2
NÁZEV							
UPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ							

1002	PODLOŽKA	ISO 7090		-	8	0,001
1001	ŠROUB M8	ČSN 02 1143		-	8	0,001
105	ČEP	PS11-04-E	11 600	-	1	0,27
104	PODPĚRA	PS11-04-D	11 600	-	4	0,54
103	DESKA	PS11-04-C	11 600	-	1	6,21
102	UPÍNACÍ ČEP	PS11-04-B	11 600	-	1	0,64
101	UPÍNACÍ DESKA	PS11-04-A	11 600	-	1	5,67
POZ.	NÁZEV - ROZMĚRY POLOTOVARU	VÝKRES - NORMA	MATERIÁL	J.	MN.	HMOT. kg

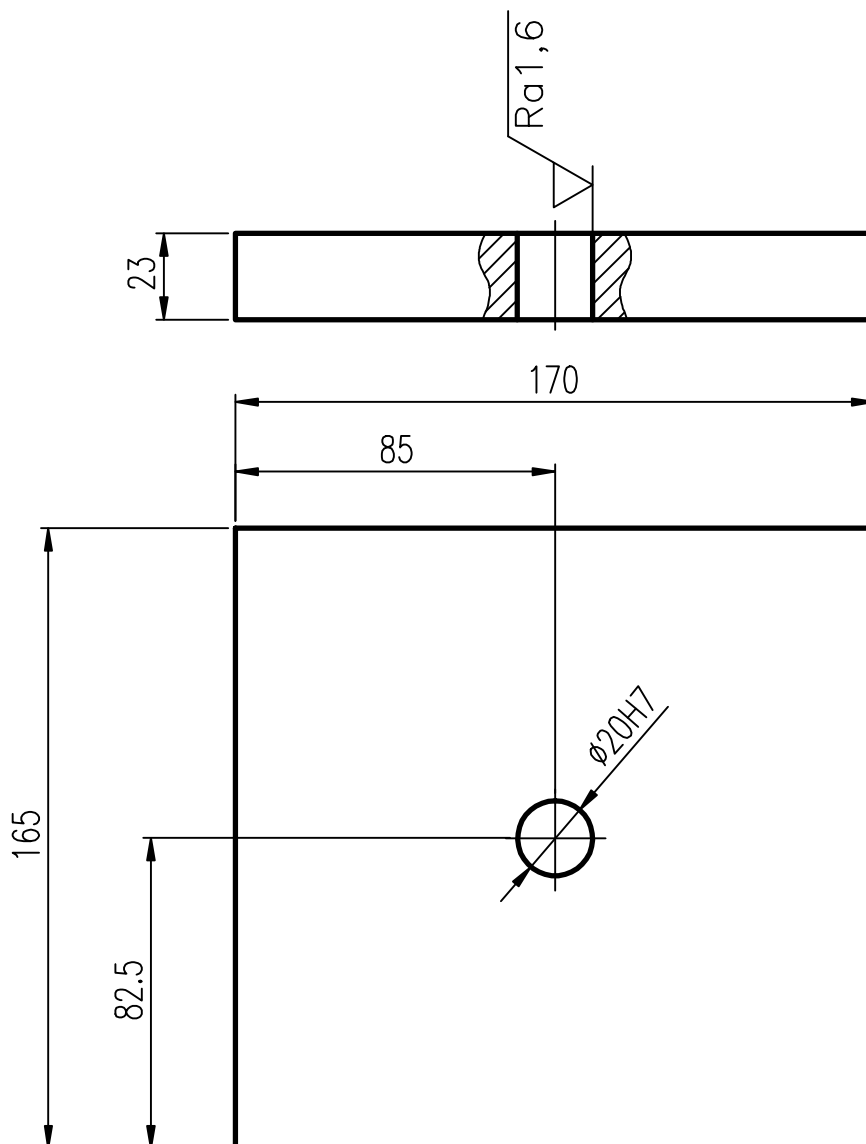
INDEX	ZMĚNA		DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství		
MATERIÁL	T.O.			HMOTNOST kg	13,35	MĚŘ.	1:2
ROZM.-POLOT.				ČSN	TR.Č.		
POM. ZAŘ.				POZN.	Č. KUSOVNÍKU		
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.			STARÝ V.	Č.V.	
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011				
TECHNOL.		SCHVÁLIL					
NÁZEV				ČÍSLO VÝKRESU			
UPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ				PS11-04-1			
				Listů			
				List 2/2			



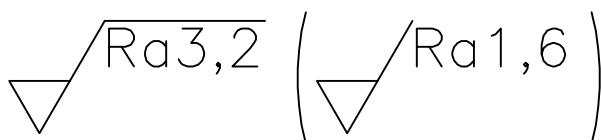
INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL				T.O.	HMOTNOST kg	14,277	MĚŘ. 1:2
ROZM.-POLOT.					ČSN		TR.Č.
POM. ZAŘ.					POZN.		Č. KUSOVNÍKU
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.			STARÝ V.		Č.V.
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011		ČÍSLO VÝKRESU		PS11-04-2
TECHNOL.		SCHVÁLIL			Listů		List 1/2
NÁZEV						UPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ	

105	ČEP	PS11-04-E	11 600	-	1	0,27
104	TRUBKOVÁ PODPĚRA	PS11-04-F	11 600	-	1	1,75
103	DESKA	PS11-04-C	11 600	-	1	6,21
102	UPÍNACÍ ČEP	PS11-04-B	11 600	-	1	0,64
101	UPÍNACÍ DESKA	PS11-04-A	11 600	-	1	5,67
POZ.	NÁZEV – ROZMĚRY POLOTOVARU	VÝKRES – NORMA	MATERIÁL	J.	MN.	HMOT. kg

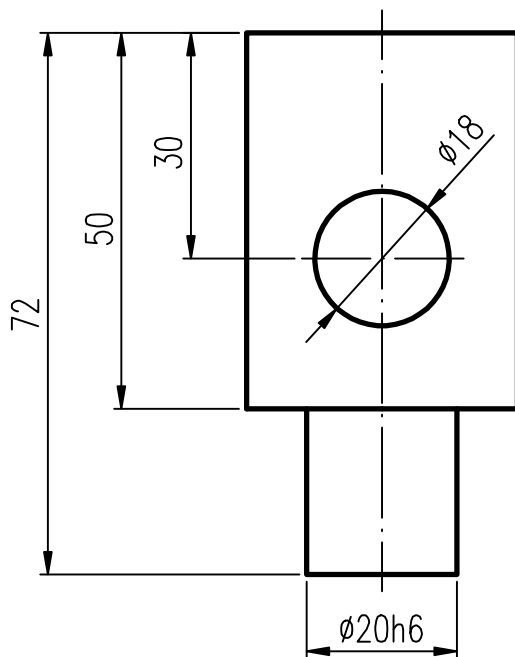
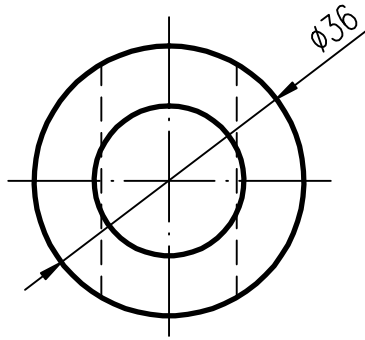
INDEX	ZMĚNA		DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství		
MATERIÁL			T.O.	HMOTNOST kg	14,277	MĚŘ.	1:2
ROZM.-POLOT.				ČSN		TR.Č.	
POM. ZAŘ.				POZN.		Č. KUSOVNÍKU	
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.		STARÝ V.		Č.V.	
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011				
TECHNOL.		SCHVÁLIL					
NÁZEV				ČÍSLO VÝKRESU			
UPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ				PS11-04-2			
				Listů			
				List 2/2			



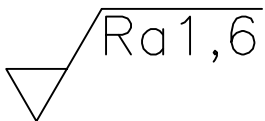
NEKÓTOVANÉ SRAŽENÍ 1x45°



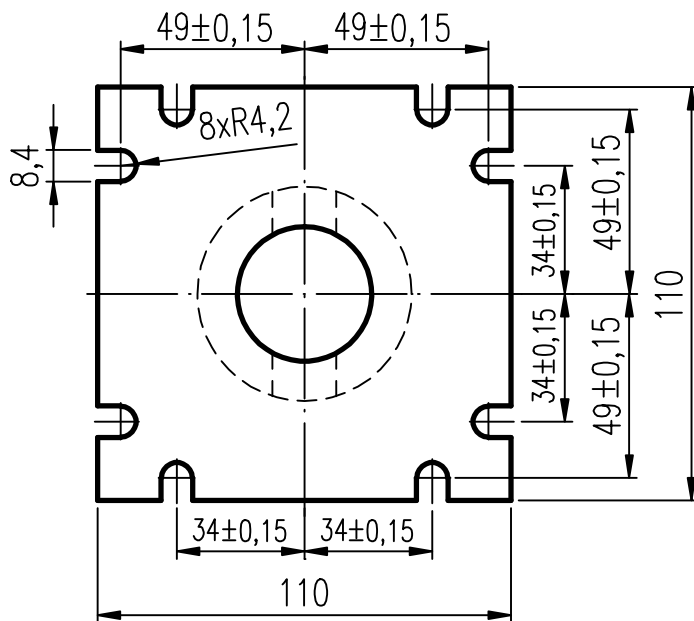
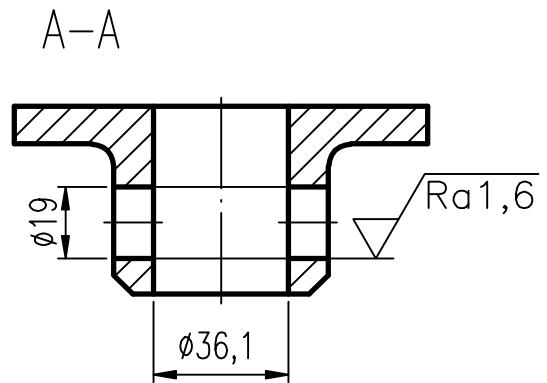
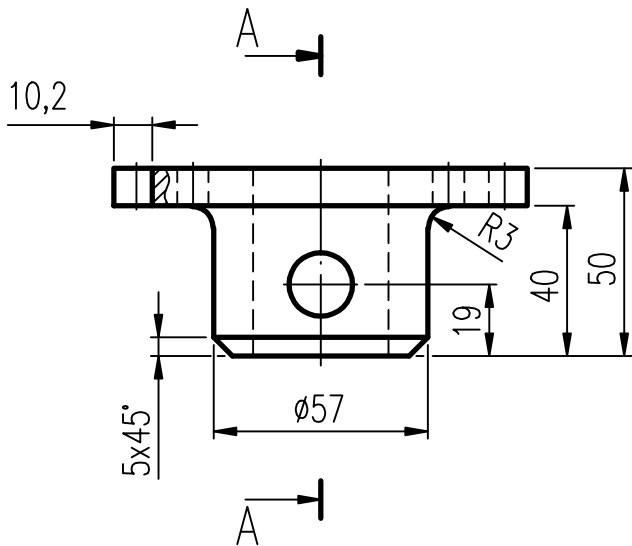
INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 600			T.O.	HMOTNOST kg	5,671	MĚŘ. 1:2
ROZM.-POLOT.	ŠO 180 x 25-170 - ČSN 42 5524				ČSN		TR.Č.
POM. ZAŘ.		NORM.REF.		POZN.	Č. KUSOVNÍKU		
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	DATUM	1.5.2011	STARÝ V.	Č.V.		
PŘEZK.		SCHVÁLIL		ČÍSLO VÝKRESU	PS11-04-A		
TECHNOL.				Listů	List 1/1		
NÁZEV	UPÍNACÍ DESKA						



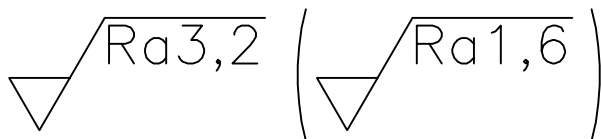
NEKÓTOVANÉ SRAŽENÍ 1x45°



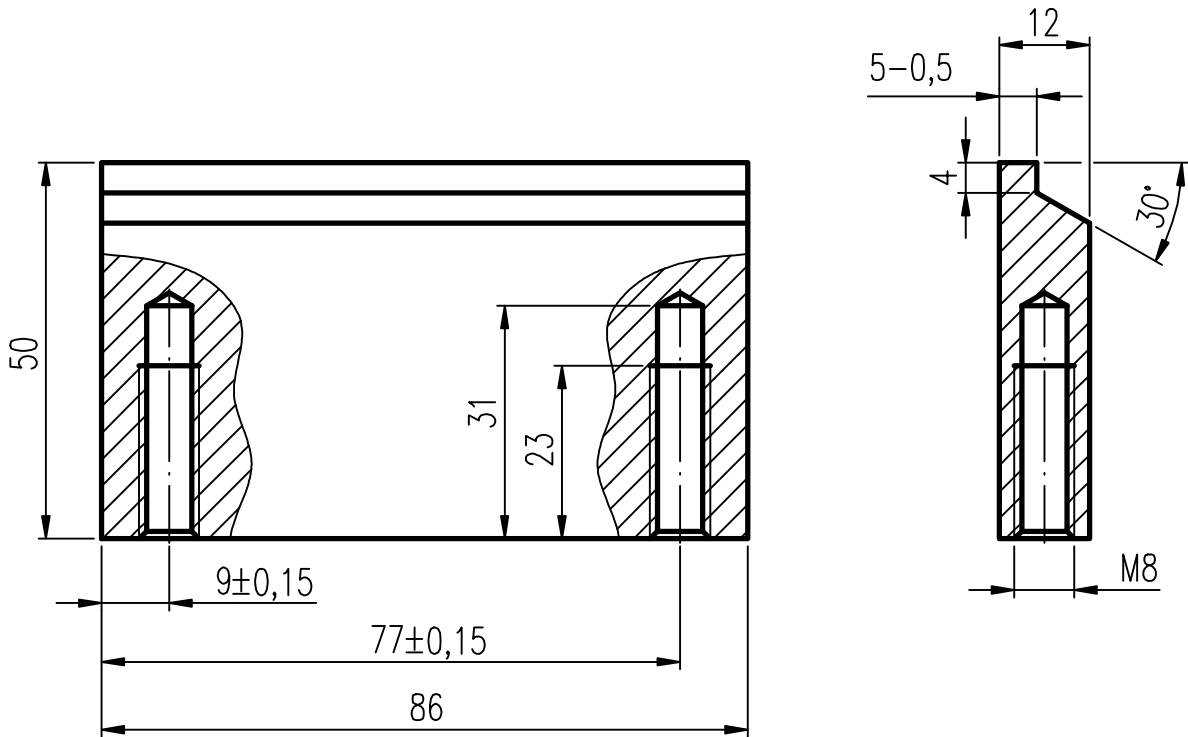
INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 600			T.O.	HMOTNOST kg	0,641	MĚŘ. 1:1
ROZM.-POLOT.	ø38-75 - ČSN 42 5510.12				ČSN		TR.Č.
POM. ZAŘ.		NORM.REF.		POZN.	Č. KUSOVNÍKU		
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	DATUM	1.5.2011	STARÝ V.	Č.V.		
PŘEZK.		SCHVÁLIL		ČÍSLO VÝKRESU	PS11-04-B		
TECHNOL.				NÁZEV	UPÍNACÍ ČEP		
				Listů	List 1/1		



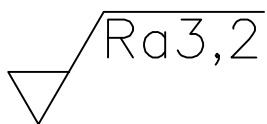
NEKÓTOVANÉ SRAŽENÍ 0,5x45°



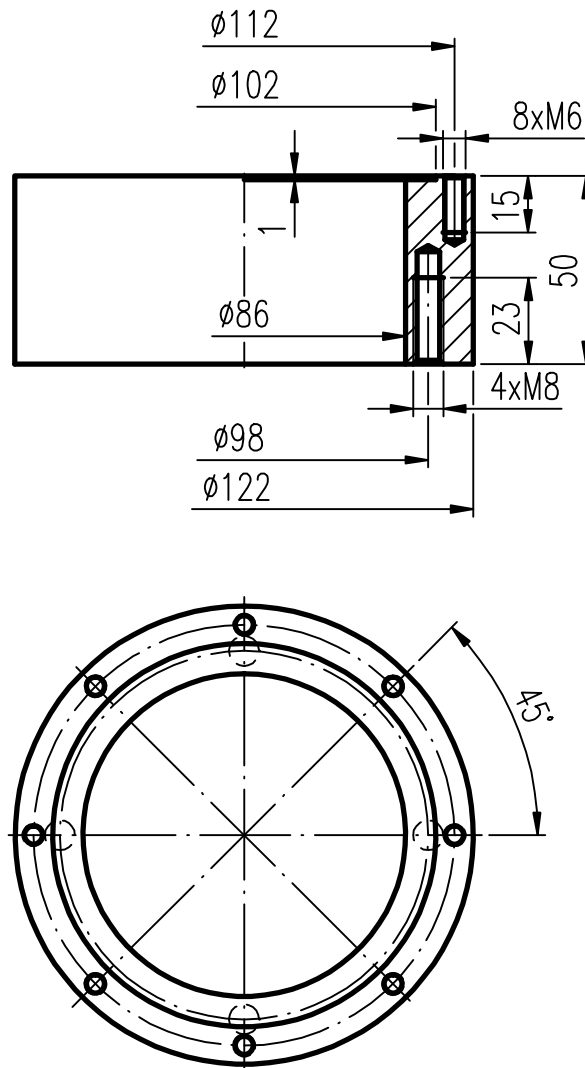
INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 600			T.O.	HMOTNOST kg 6,215		MĚŘ. 1:2
ROZM.-POLOT.	4HR 120Z-55 - ČSN 42 5520					ČSN	TR.Č.
POM. ZAŘ.						POZN.	Č. KUSOVNÍKU
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.			STARÝ V.		Č.V.
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011				
TECHNOL.		SCHVÁLIL					
NÁZEV	DESKA			ČÍSLO VÝKRESU		PS11-04-C	
Listů						List 1/1	



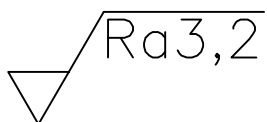
NEKÓTOVANÉ SRAŽENÍ 1x45°



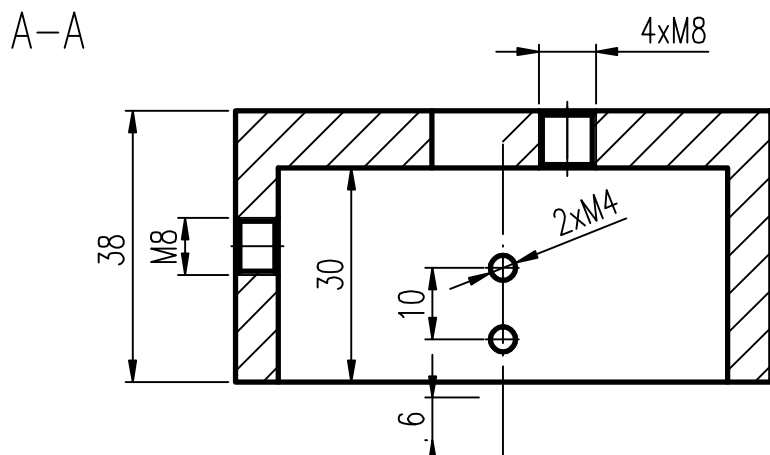
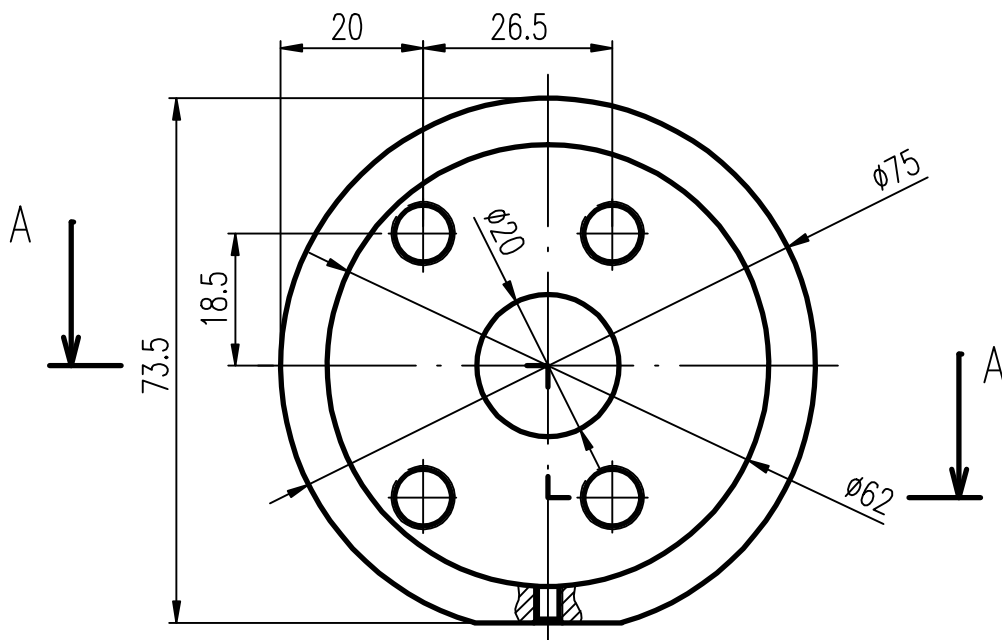
INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 600			T.O.	HMOTNOST kg 0,544		MĚŘ. 1:1
ROZM.-POLOT.	55 x 14 - 90 - ČSN 42 5522.01					ČSN	TR.Č.
POM. ZAŘ.						POZN.	Č. KUSOVNÍKU
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.					Č.V.
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011				
TECHNOL.		SCHVÁLIL			STARÝ V.		
NÁZEV	PODPĚRA			ČÍSLO VÝKRESU		PS11-04-D	
						Listů	List 1/1



NEKÓTOVANÉ SRAŽENÍ 0,5x45°



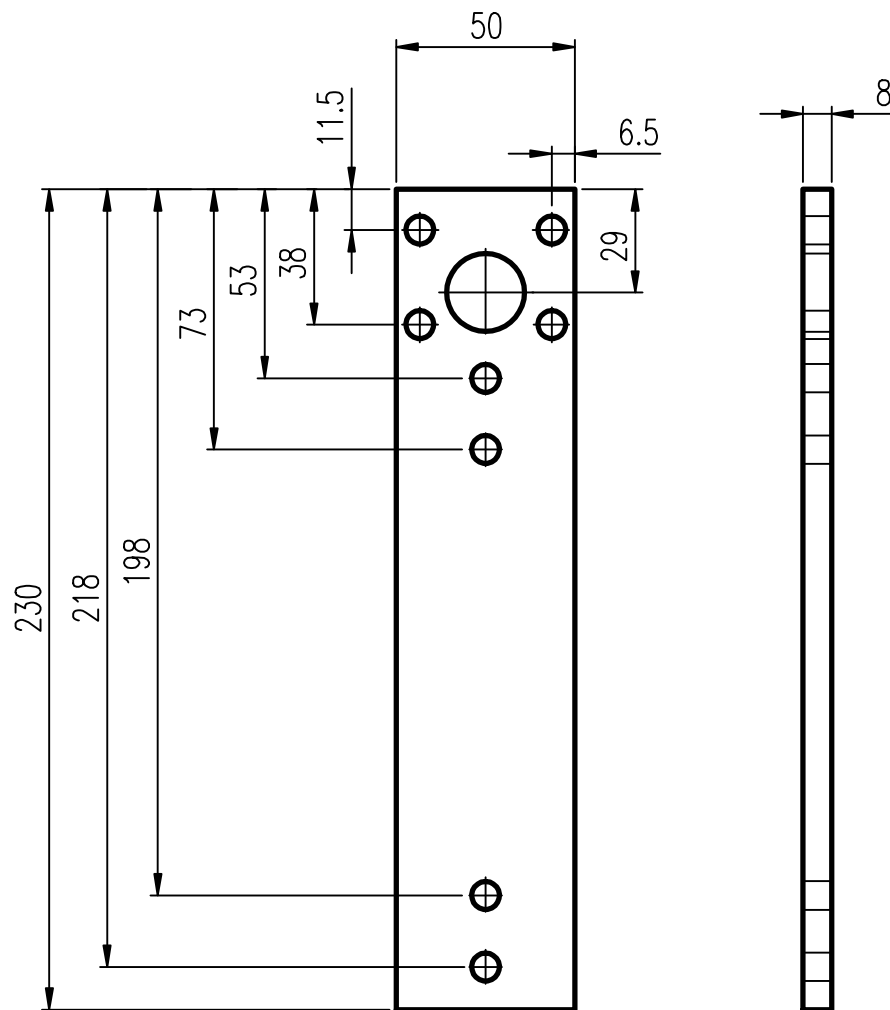
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 600	T.O.		HMOTNOST kg	1,750
ROZM.-POLOT.	TR Ø122 x 18-55 - ČSN 42 5715			MĚŘ.	1:2
POM. ZAŘ.		ČSN		TR.Č.	
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.		POZN.	Č. KUSOVNÍKU
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011	STARÝ V.	Č.V.
TECHNOL.		SCHVÁLIL		ČÍSLO VÝKRESU	PS11-04-F
NÁZEV	TRUBKOVÁ PODPĚRA			Listů	List 1/1



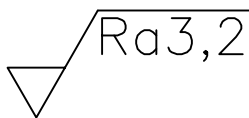
NEKÓTOVANÉ SRAŽENÍ 1x45°

$\sqrt{Ra3,2}$

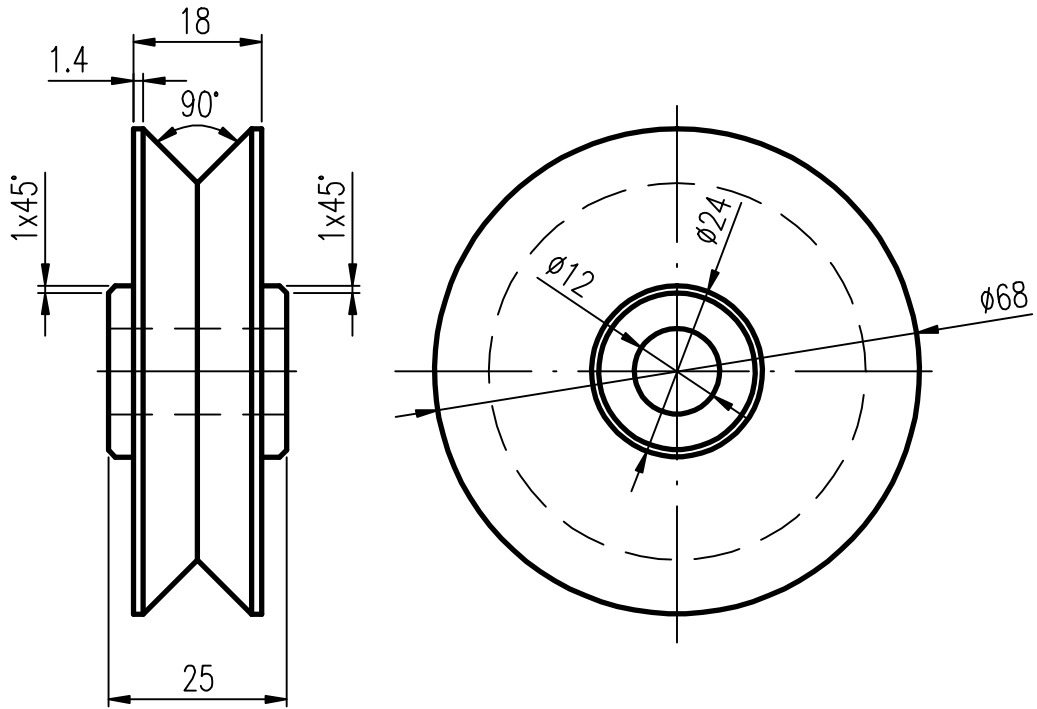
INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 650			T.O.	HMOTNOST kg	0,456	MĚŘ. 1:1
ROZM.-POLOT.	TR ϕ 76 x 8-45 - ČSN 42 5715.01						
POM. ZAŘ.					ČSN		TŘ.Č.
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.			POZN.		Č. KUSOVNIKU
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011				
TECHNOL.		SCHVÁLIL			STARÝ V.		Č.V.
NÁZEV	OBJÍMKA KLADKY				ČÍSLO VÝKRESU	PS11-05-A	
					Listů		List 1/1



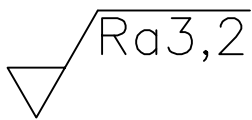
NEKÓTOVANÉ SRAŽENÍ 1x45°



INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 600			T.O.	HMOTNOST kg	0,879	MĚŘ. 1:2
ROZM.-POLOT.	PLO 56 x 8 h11 - ČSN 42 6522.12				ČSN		TŘ.Č.
POM. ZAŘ.	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.		POZN.	Č. KUSOVNIKU		
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011	STARÝ V.	Č.V.		
TECHNOL.		SCHVÁLIL		ČÍSLO VÝKRESU	PS11-05-B		
NÁZEV	DESKA			Listů	List 1/1		

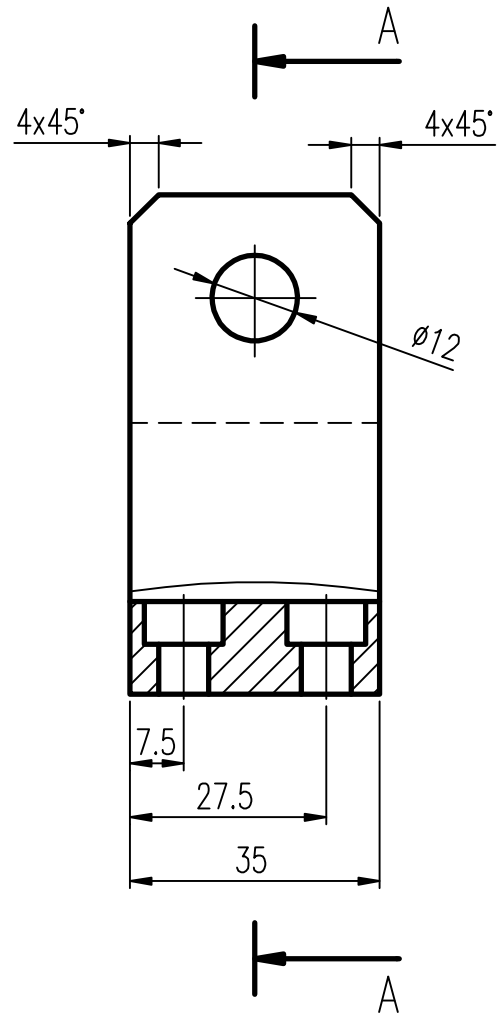
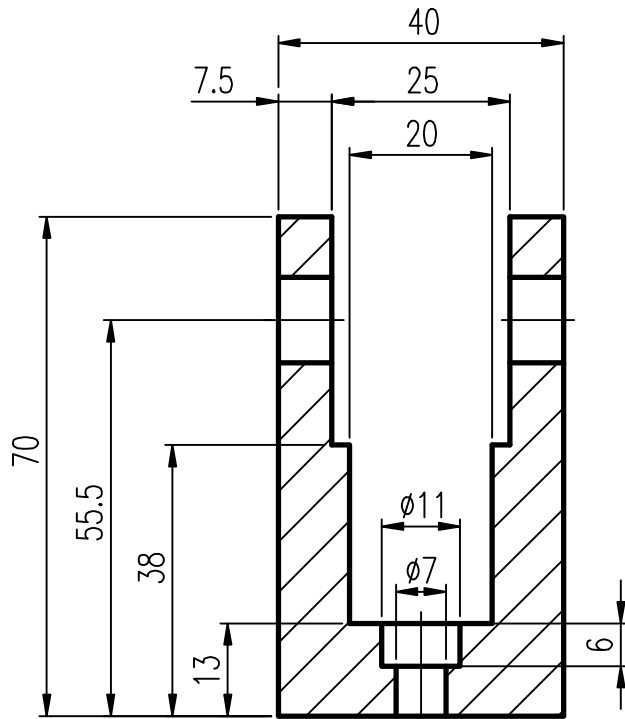


SRAZIT HRANY

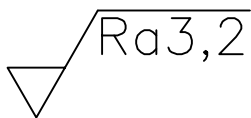


INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 600			T.O.	HMOTNOST kg 1,026		MĚŘ. 1:1
ROZM.-POLOT.	ø70 - 30 ČSN 42 5510.12					ČSN	TŘ.Č.
POM. ZAŘ.						POZN.	Č. KUSOVNIKU
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.		DATUM	1.5.2011	STARÝ V.	Č.V.
PŘEZK.		SCHVÁLIL				ČÍSLO VÝKRESU PS11-05-C	
TECHNOL.						Listů	
NÁZEV	KLADNICE					List 1/1	

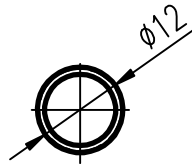
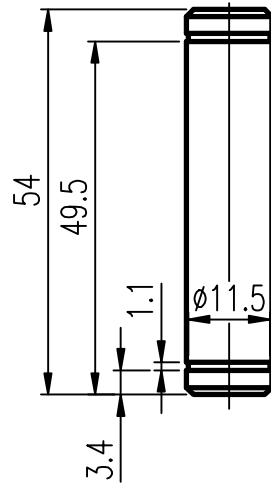
A-A



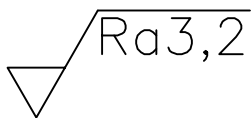
SRAZIT HRANY



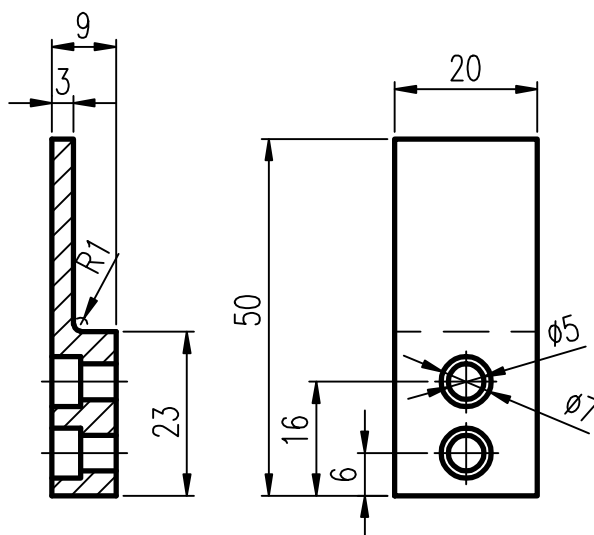
INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 600			T.O.	HMOTNOST kg 1,190		MĚR. 1:1
ROZM.-POLOT.	4HR 45 -75 Z - ČSN 42 5520.20					ČSN	TŘ.Č.
POM. ZAŘ.						POZN.	Č. KUSOVNIKU
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.					Č.V.
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011				
TECHNOL.		SCHVÁLIL			STARÝ V.		
NÁZEV	DRŽÁK Kladnice				ČÍSLO VÝKRESU	PS11-05-D	
					Listů	List 1/1	



NEKÓTOVANÉ SRAŽENÍ 1x45°



INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 600			T.O.	HMOTNOST kg 0,013		MĚŘ. 1:1
ROZM.-POLOT.	Ø13 - 55 ČSN 42 5510.12					ČSN	TŘ.Č.
POM. ZAŘ.						POZN.	Č. KUSOVNIKU
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.					
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011				
TECHNOL.		SCHVÁLIL			STARÝ V.		Č.V.
NÁZEV	HŘÍDEL			ČÍSLO VÝKRESU		PS11-05-E	
						Listů	List 1/1



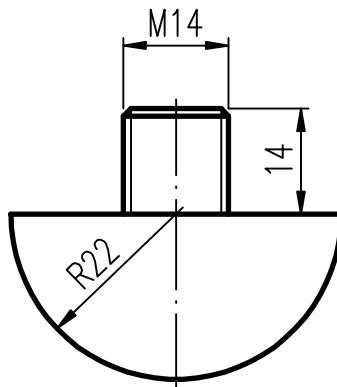
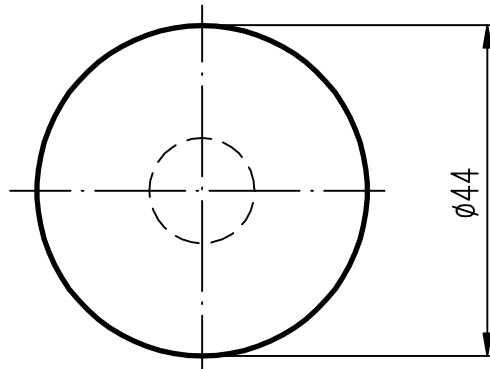
SRAZIT HRANY



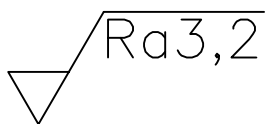
INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 600			T.O.	HMOTNOST kg	0,078	MĚŘ. 1:1
ROZM.-POLOT.	22x52-10 Z - ČSN 42 5522.01						
POM. ZAŘ.					ČSN		TŘ.Č.
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.			POZN.		Č. KUSOVNIKU
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011				
TECHNOL.		SCHVÁLIL			STARÝ V.		Č.V.
NÁZEV	DRŽÁK METRU				ČÍSLO VÝKRESU	PS11-05-F	
					Listů		List 1/1

1004	PODLOŽKA 13	ISO 7089-8		-	4	0,01
1003	POJISTNÝ KROUŽEK 12	ČSN 02 2930		-	4	0,005
1002	ŠROUB M6	ISO 4762		-	6	0,005
1001	ŠROUB M8	ISO 4762		-	5	0,005
106	DRŽÁK METRU	PS11-05-F	11 600	-	1	0,078
105	HŘÍDEL	PS11-05-E	11 600	-	2	0,013
104	DRŽÁK KLADNICE	PS11-05-D	11 600	-	2	1,190
103	KLADNICE	PS11-05-C	11 600	-	2	1,026
102	DESKA	PS11-05-B	11 600	-	1	0,879
101	OBJÍMKA KLADNICE	PS11-05-A	11 650	-	1	0,456
POZ.	NÁZEV - ROZMĚRY POLOTOVARU	VÝKRES - NORMA	MATERIÁL	J.	MN.	HMOT. kg

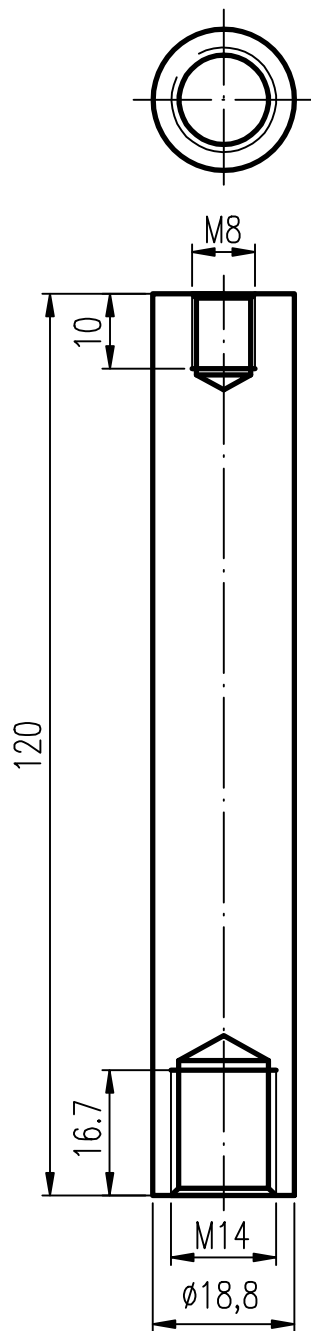
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství		
				T.O.	HMOTNOST kg 5,896	MĚŘ. 1:1
MATERIÁL				ČSN	TŘ.Č.	
ROZM.-POLOT.				POZN.	Č. KUSOVNIKU	
POM. ZAŘ.	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.		STARÝ V.	Č.V.	
KRESLIL		DATUM	1.5.2011			
PŘEZK.		SCHVÁLIL				
TECHNOL.				ČÍSLO VÝKRESU		
NÁZEV	KLADKA			PS11-05		
				Listů	List 2/2	



KALIT HRC 60

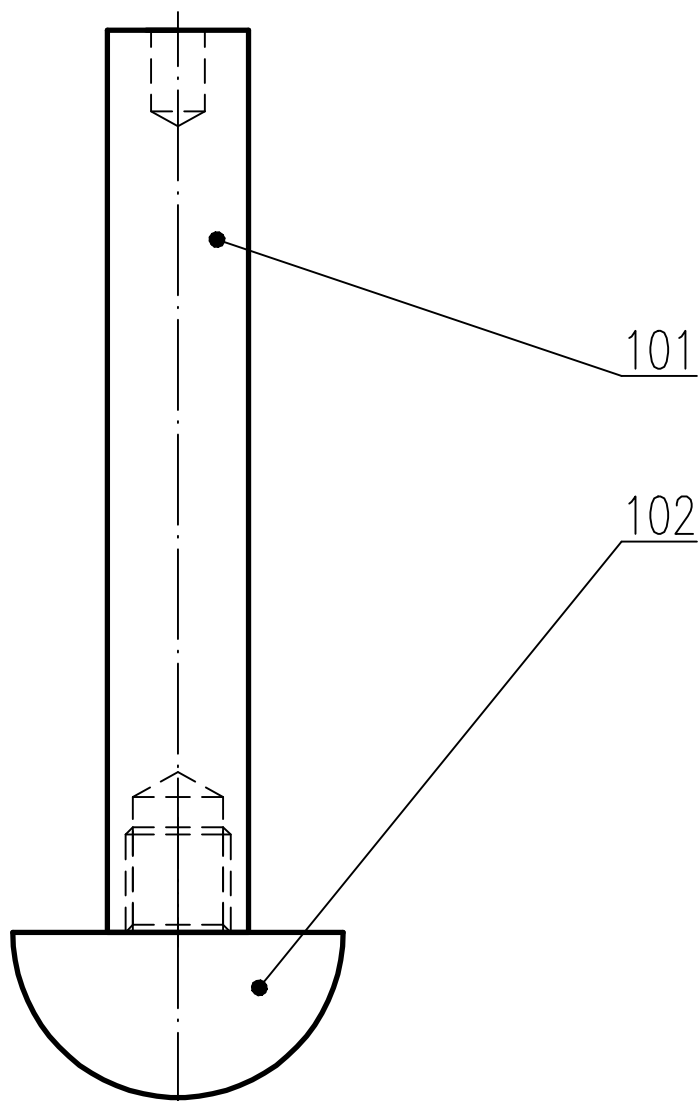


INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	12 020			T.O.	HMOTNOST kg	0,45	MĚŘ. 1:1
ROZM.-POLOT.	ø45-40 - ČSN 42 5010				ČSN		TR.Č.
POM. ZAŘ.					POZN.		Č. KUSOVNÍKU
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.			STARÝ V.		Č.V.
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011		ČÍSLO VÝKRESU	PS11-06-A	
TECHNOL.		SCHVÁLIL			Listů		List 1/1
NÁZEV	NÁRAZNÍK						



$Ra3,2$

INDEX	ZMĚNA			DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
MATERIÁL	11 600			T.O.	HMOTNOST kg	0,296	MĚŘ. 1:1
ROZM.-POLOT.	ø20-130 - ČSN 42 5510				ČSN		TR.Č.
POM. ZAŘ.					POZN.		Č. KUSOVNÍKU
KRESLIL	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.			STARÝ V.		Č.V.
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011		ČÍSLO VÝKRESU	PS11-06-B	
TECHNOL.		SCHVÁLIL			Listů		List 1/1
NÁZEV	TYČ						



102	TYČ	PS09-05-B	11 600	-	1	0,296
101	NÁRAZNÍK	PS09-05-A	11 600	-	1	0,45
POZ.	NÁZEV - ROZMĚRY POLOTOVARU	VÝKRES - NORMA	MATERIÁL	J.	MN.	HMOT. kg
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství		
MATERIÁL	11 600	T.O.	HMOTNOST kg	0,746	MĚŘ.	1:1
ROZM.-POLOT.	TR \varnothing 122 x 18-55 - ČSN 42 5715		ČSN	TR.Č.		
POM. ZAŘ.	ZBRANEK ONDŘEJ	NORM.REF.	POZN.	Č. KUSOVNÍKU		
PŘEZK.		DATUM	1.5.2011	STARÝ V.		
TECHNOL.		SCHVÁLIL		Č.V.		
NÁZEV	TLOUK		ČÍSLO VÝKRESU	PS11-06		
			Listů	List 1/1		