

Konstrukce stolu pro optické pozorování kontaktních dějů

Stanislav Hének

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Stanislav HÉNEK**
Osobní číslo: **T07338**
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Konstrukce stolu pro optické pozorování kontaktních dějů**

Zásady pro vypracování:

1.Studie

- tření jako kontaktní proces mezi polymerem a pevným povrchem
- metody měření a způsoby vyhodnocování tření
- podmínky pro optické pozorování tření

2.Praktická část

- konstrukční návrh zařízení
- výpočet sil a napětí v konstrukčním návrhu

3.Závěr aplikace pro praxi

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] MOORE, D. F. The Friction and Lubrication of Elastomers. 1st ed. Braunschweig: Pergamon Press, 1972. 288 s. ISBN 0-08-016749-7

[2] MOORE, D. F. Principles and Applications of Tribology. 1st ed. Oxford: Pergamon Press, 1975. 388 s. ISBN 0-08-019007-3

[3] VOCEL, M., DUFEK, V. Tření a opotřebení strojních součástí. 1.vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1976. 376 s. ISBN

[4] LUKOVICS, I., SÝKOROVÁ, L. Části strojů. Zlín: VUT Brno, Fakulta technologická, 1991.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Zdeněk Dvořák, CSc.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **13. února 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **25. května 2012**

Ve Zlíně dne 13. února 2012


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: HÉNEK STANISLAV

Obor: TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ

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 obhajoby ¹⁾;
- 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. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 § 60 ³⁾ 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 25.5.2012

Henk Stanislav

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 nevýdělečně 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 přihledne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

V této bakalářské práci se zabývám konstrukčním návrhem stolu pro optické pozorování kontaktních dějů. V teoretické části řeším:

- tření jako kontaktní proces mezi polymerem a pevným povrchem
- podmínky pro pozorování tření (vysokorychlostní kamera)
- metody měření a způsoby vyhodnocování tření

Praktická část zahrnuje konstrukční návrh, který je zpracován pomocí školního programu Catia ve formě výkresu a 3D modelu. Dále jsou vypočteny síly a napětí, které na danou konstrukci působí.

Klíčová slova:

Konstrukční návrh stolu, tření jako kontaktní proces, metody měření a vyhodnocování tření, podmínky pozorování tření (vysokorychlostní kamera), výpočty sil a napětí.

ABSTRACT

This Bachelor work is focused on product design table for optical observation of contact processes.

The theoretical part deals with:

- friction as the contact process between polymer and solid surface
- Conditions for observation of friction (speed camera)
- methods of measurement and assessment methods friction

The practical part involves the design, which is processed using Catia school program in the form of drawings and 3D models. Furthermore, the statistical power and voltage of the construction work.

Keywords:

Engineering design of table, friction as a contact process, methods of measurement and evaluation of friction, the friction condition monitoring (speed camera), calculations of forces and stresses.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc.Ing.Zdeňku Dvořákovi, CSc. za odborné vedení, pomoc při konstrukčním navrhování a za čas, který mi věnoval při kontrole a realizaci mé bakalářské práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 TŘENÍ JAKO KONTAKTNÍ PROCES MEZI POLYMEREM A PEVNÝM POVRCHEM	12
1.1 ROZDĚLENÍ TRIBOLOGICKÉHO PROCESU	12
1.1.1 Kontaktní procesy.....	12
1.1.1.1 Rozdělení kontaktních procesů.....	13
1.1.2 Procesy tření	14
1.1.3 Procesy opotřebení	15
1.1.4 Procesy mazání.....	15
1.2 POLYMER	16
1.2.1 Rozdělení.....	16
1.3 TŘENÍ ELASTOMERŮ	17
2 METODY MĚŘENÍ A ZPŮSOBY VYHODNOCOVÁNÍ TŘENÍ	18
2.1 GEOMETRICKÝ POVRCH TŘECÍCH TĚLES	18
2.2 METODY MĚŘENÍ OPOTŘEBENÍ PŘI TŘENÍ.....	20
2.3 VYHODNOCENÍ POVRCHU	22
3 PODMÍNKY PRO POZOROVÁNÍ	23
3.1 VKS OLYMPUS E-SPEED	23
3.1.1 Připojení pomocí přenosného počítače	23
3.1.2 Stativ	24
3.1.3 Světelný zdroj.....	24
3.2 PODMÍNKY POZOROVÁNÍ	25
3.2.1 Osvětlení	25
3.2.2 Objektiv	25
3.2.3 Příprava snímání.....	26
II PRAKTICKÁ ČÁST	27
4 CÍL PRAKTICKÉ ČÁSTI	28
5 KONSTRUKČNÍ NÁVRH	29
5.1 PRACOVNÍ STŮL.....	30
5.2 PODÉLNÉ ÚSTROJÍ.....	31
5.2.1 Krokový motor ASX66A	31

5.3	PATKA S KOTEVNÍM ŠROUBEM.....	32
5.4	PNEUMATIKA S RÁFKEM	32
5.5	DRŽÁK PNEUMATIKY	33
5.6	HŘÍDEL S LOŽISKEM	34
5.7	KULIČKOVÝ ŠROUB S PŘÍSLUŠENSTVÍM	36
5.7.1	Hvězdicová spojka	36
5.7.2	Domeček pro přírubovou matici	36
5.7.3	Přírubová matice	37
5.7.4	Kuličkový šroub	37
6	VÝPOČET SIL A NAPĚTÍ V KONSTRUKČNÍM NÁVRHU.....	39
6.1	VÝPOČET KOUTOVÉHO SVARU NAMÁHANÝ NA OHYB	39
6.2	NAPĚTÍ ZATÍŽENÉHO NOSNÍKU.....	41
7	ZÁVĚR APLIKACE PRO PRAXI.....	42
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	44
	SEZNAM OBRÁZKŮ	48
	SEZNAM PŘÍLOH.....	50

ÚVOD

Řada studií a výzkumných prací se zabývá fyzikálním chováním konstrukčních prvků a to z hlediska tření. Teoretických variant o tření, jejich využití, minimalizací nebo potlačení existuje mnoho. Tento problém je stále aktuální. Zájem o chování konstrukčních prvků se nejvíce zvýšil s nástupem výpočetní techniky, kdy je možné vzniklé modely realizovat. Z tohoto pohledu není zkoumání tohoto jevu ještě zdaleka ukončeno.

Problematika tření je v současné době a byla i v minulosti považována za nežádoucí vliv hlavně v oblasti strojírenství. Konstrukteři se snaží navrhovat takové součástky, s co nejmenšími třecími silami, aby zvýšili jejich životnost. Naopak vědci tření zkoumají, snaží se je popsat a vyhodnotit.

V současné době se používají pro sledování chování elastomerů výsledky měření prováděné rychlostní kamerou, kdy je sledován pohyb nebo statické podmínky zatěžovaného vzorku na skleněných površích, se speciálně k tomuto účelu připravenými deskami. Výsledky těchto měření vyvracejí nebo potvrzují řadu dříve provedených experimentálních prací. [2]

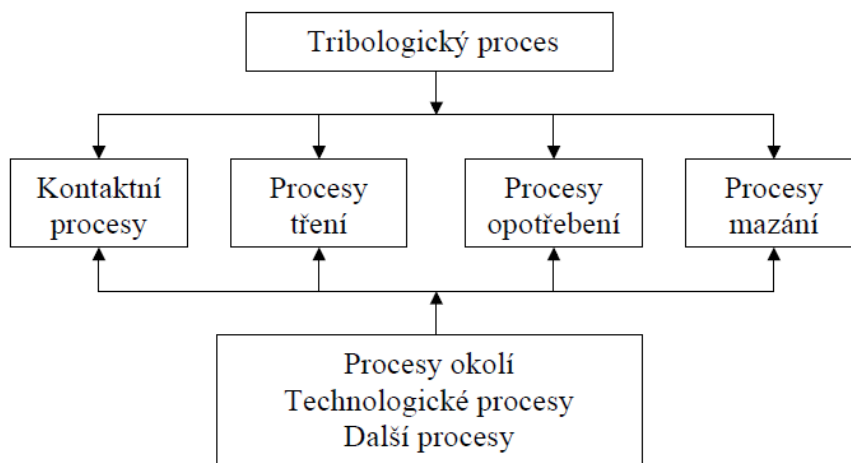
V této bakalářské práci se zabývám teoretickou částí kontaktů mezi polymerem a pevným povrchem, způsoby vyhodnocování mezi těmito kontakty a podmínkami pro optické pozorování. V praktické části předkládám konstrukční návrh pracovního stolu, který bude v praxi sloužit už ke zmiňovaným zátěžovým zkouškám vzorku na skleněném povrchu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TŘENÍ JAKO KONTAKTNÍ PROCES MEZI POLYMEREM A PEVNÝM POVRCHEM

Třením dotýkajících se povrchů ve vzájemném pohybu, a nebo při pokusu o vzájemný pohyb se zabývá vědní obor Tribologie, který pochází z řeckého slova τριβω – třít. [4]

Pohyb může být obecně kluzný, valivý nárazový nebo kmitavý. Ve skutečnosti se často uplatňují více druhů pohybu současně. [7]



Obrázek 1 - Zařazení tribologického procesu a vzájemné vazby [1]

1.1 Rozdělení tribologického procesu

1.1.1 Kontaktní procesy

Při kontaktu nebo dotyku mezi aktivními členy tribologického systému musíme uvažovat základní tvarové, rozměrové a materiálové vlastnosti dotýkajících se prvků. Vzhledem k velkým možnostem kontaktních situací je třeba zvažovat následující hlediska:

- počet zúčastněných těles
- vnější rozměry těles (makrogeometrii, mikrogeometrii)
- fyzikální, chemické, mechanické vlastnosti těles
- převládající druh deformace
- velikost normálového, tangenciálního napětí
- typ a rychlost vzájemného relativního pohybu. [1]

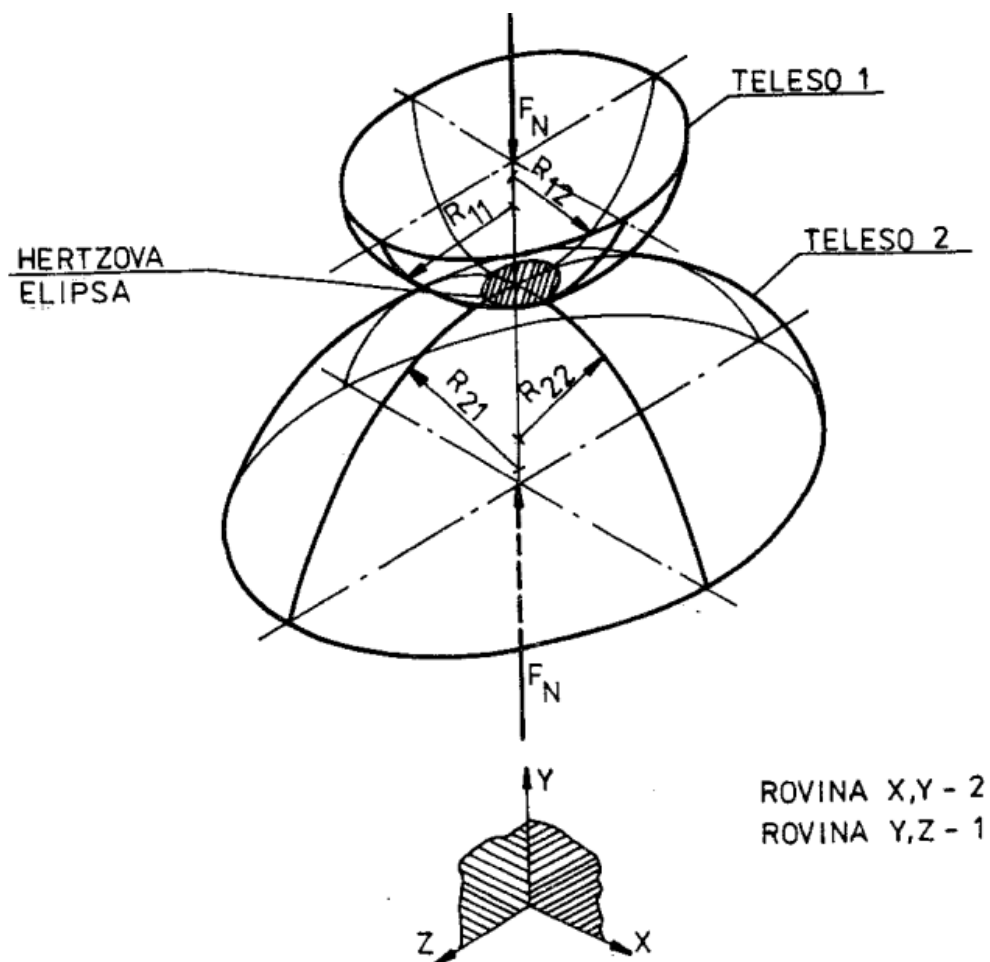
1.1.1.1 Rozdělení kontaktních procesů

a) Plastický kontakt

Má z makrogeometrického hlediska menší význam. Při prvním zatížení vznikají plastické deformace na tělese. U opětovného zatížení se může plastický kontakt změnit na pružný za předpokladu, když je zatížení větší, jaké bylo původní.

b) Elastický kontakt

Hertz roku 1865 publikoval model na výpočet napětí v dotyku těles, na bodový nebo přímkový styk dvou elastických těles s libovolnou formou zakřivení. [1]



Obrázek 2 - Kontakt dvou tuhých těles [1]

1.1.2 Procesy tření

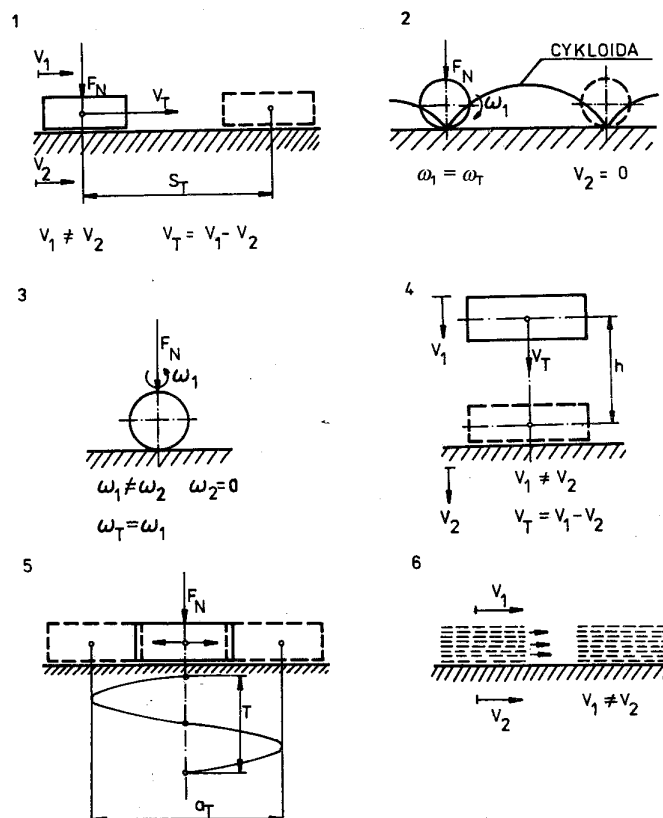
Tření je přírodní jev, který vzniká při pohybu tělesa v těsném kontaktu s jiným tělesem.

Máme čtyři základní stavy tření:

- tření tuhých těles
- kapalné
- plynné
- plazmatické

Dále tření rozdělujeme podle pohybu:

- pohybové kinetické
- klidové (statické nebo adhezní)
- nárazové [1]



Obrázek 3 – Druhy pohybu třecích povrchů [1]

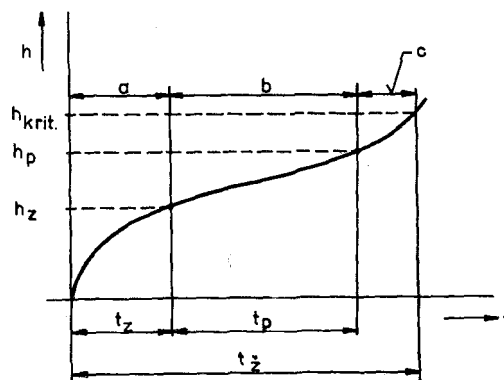
1 – kluzný pohyb, 2 – valivý pohyb, 3 – rotační pohyb, 4 – nárazový pohyb, 5 – oscilační pohyb, 6 – tečení

1.1.3 Procesy opotřebení

Při analýze opotřebení vycházíme z tribologického systému, který má základní třecí těleso, druhé třecí těleso a okolí. Také na opotřebení pohlížíme z makroskopického a mikroskopického pohledu. [1]

Makroskopické chápeme jako opotřebení zodpovědná globálnímu pozorování, takže k zachycení vyšších nebo menších změn v materiálových a tvarových dvojic. [1]

Mikroskopické chápeme jako opotřebení zodpovědné vzhledem na struktuře krystalické mřížky, působení dislokace, které vedou ke vzniku trhlin. [1]



Obrázek 4 – Křivka časového průběhu opotřebení [1]

A – záběh, b – provoz, c – dožívání (havarijní situace), h – hodnota opotřebení, h_{krit} – kritická hodnota opotřebení, h_p – předvahová hodnota opotřebení, h_z – záběhová hodnota opotřebení

1.1.4 Procesy mazání

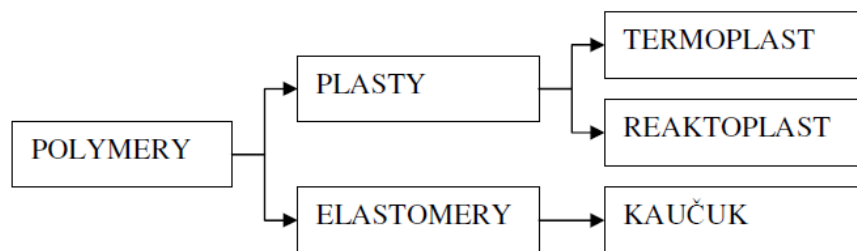
Mazání je nejúčinnějším prostředkem na snížení tření a omezování nebo až téměř úplné potlačení projevů opotřebení tuhých těles. Mazivo je rovnocenný, plnohodnotný, aktivní prvek systému, protože jeho vlastnosti působí a určují funkční závislosti, vytvářejí strukturu systému a zároveň ovlivňují velikost mechanických a materiálových ztrát, tím zvyšují životnost tribologického systému. [1]

Podle stavu v jakém se maziva nacházejí, rozdělujeme maziva na tuhá, plastická, kapalná, plynná. [1]

1.2 Polymer

Je látka s velkými molekulami, které obsahují většinou atomy C, H, O často N, Cl a jiných prvků. V určitém stádiu zpracování se polymer nachází v kapalném stavu. Většinou se nalézá v tuhém stavu. [10]

1.2.1 Rozdělení



Obrázek 5 - Rozdělení polymerů [10]

Plasty – jsou za běžných podmínek tvrdé, často křehké. Za zvýšených teplot jsou plastickými a tvarovatelnými.

Termoplasty – jsou teplem vratně převeditelné do plastického a ochlazením opět do tuhého stavu.

Reaktoplasty – jsou chemickou reakcí nevratně převeditelné z plastického do tuhého stavu

Elastomery – jsou polymery, které lze za běžných podmínek malou silou značně deformovat bez porušení, přičemž deformace je převážně vratná.

Kaučuky – jsou elastomerní polymery, které se po smíchání se síťovacími činidly a dalšími látkami stávají gumou, která má schopnost být vulkanizací převedena na pryž.

[10]

1.3 Tření elastomerů

U viskoelastických materiálů jsou fyzikální vlastnosti vysoce závislé na teplotě, čase a chemickém působení okolního prostředí. Při kontaktu mezi elastomerem a hrubým povrchem je styčná plocha charakterizována vrstvou elastomeru, který je deformován kolem jednotlivých nerovností pevného podkladu. [2]

V této vrstvě vzniká od makronerovností deformační složka tření. Adhezní složka třecí síly může být znakem molekulárních vazeb atomů jak povrchu, tak i daného elastomeru, a to dle protažení, zlomu a relaxačního cyklu. [2]

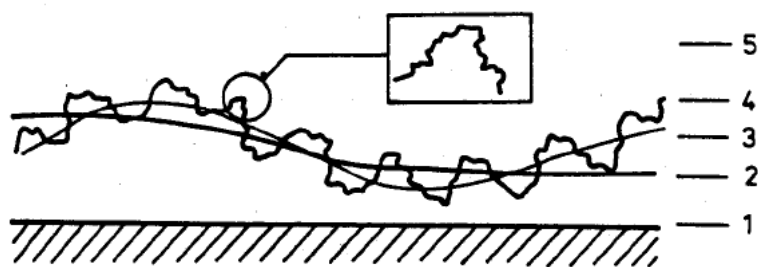
Při klouzání přes jednu nerovnost se třecí síla rozkládá na složku adhezní a na složku deformační. Deformační složka vzniká vlivem zvýšené doby zotavení elastomeru po jeho překonání dané drsnosti se zvyšuje složka tření, která se obecně nazývá hystereze. [2]

Při vzájemném posouvání elastomerů po tvrdém povrchu se jednotlivé řetězce v povrchové vrstvě snaží spojit s molekulami. Elastomer má při pohybu po základním povrchu tendenci se shromažďovat nebo narůstat na hlavním okraji nerovností a tím přerušit kontakt v nejvyšším bodě. [2]

2 METODY MĚŘENÍ A ZPŮSOBY VYHODNOCOVÁNÍ TŘENÍ

2.1 Geometrický povrch třecích těles

Tribologické procesy tření probíhají ve vrstvách, které vytvářejí povrch dotýkajících se těles. Povrch tělesa je vnější ohraničení od okolí a zároveň vymezuje namáhané povrchové a podpovrchové vrstvy od základního nenamáhaného materiálu. Povrch třecích těles, jako prvků tribologického systému, musí mít určité geometrické, fyzikální, chemické a další vlastnosti, které souhrnně vyjadřujeme jako kvalita povrchu. [1]



Obrázek 6 - Schématické znázornění geometrie povrchu [1]

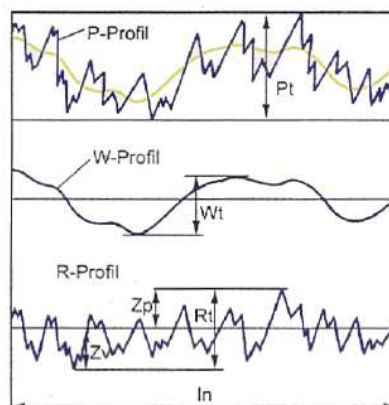
1- ideálně rovný povrch, 2- odchylky tvaru a polohy, 3- vlnitost povrchu, 4- mikroskopické drsnosti, 5- sub-mikroskopické nerovnosti

Jedním ze základních způsobů vyhodnocení kvality povrchu je měření drsnosti povrchu.

Drsnost sledované plochy je pak většinou charakterizována pomocí normou daných veličin.

Základní parametry drsnosti pro vyhodnocení povrchu jsou:

1. Profil povrchu – pohybem snímače (drsnoměru) se získá dvojdimenzionální profil jako obraz zkoumaného povrchu. [7]

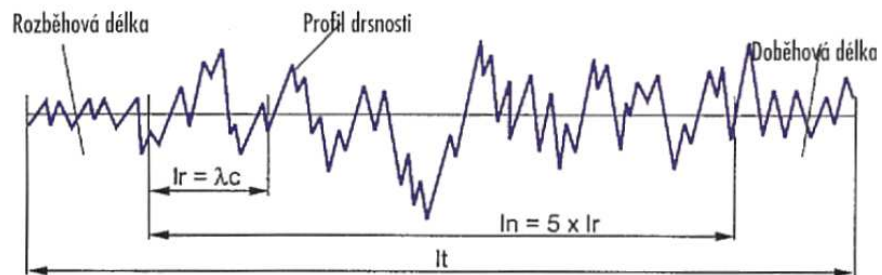


Obrázek 7 - Profil povrchu [7]

2. Měřené délky – mezní vlnové délky – charakterizují způsob vyhodnocování vlnitosti a drsnosti. [7]

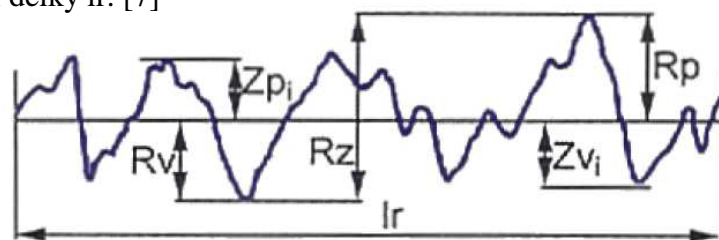
Celková délka l_t je délka pohybu snímače během kterého se snímají úchyly tvaru povrchu.

Měřená délka l_n , ze které se pomocí vyhodnocení získá profil drsnosti. [7]



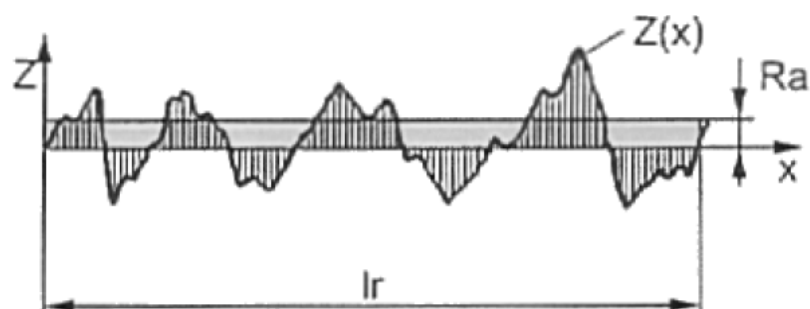
Obrázek 8 - Schématické vyjádření měření délek [7]

3. Maximální výška profilu R_z – je součet nejvyššího výstupku R_p a hloubky nejnižší rýhy R_v uvnitř základní délky l_r . [7]



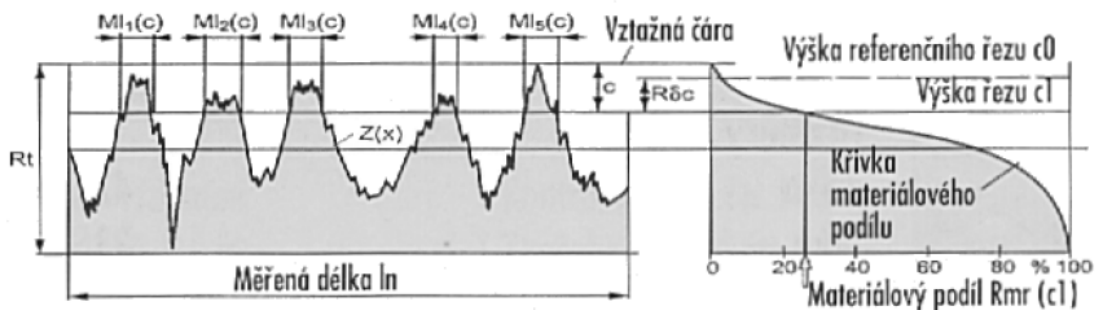
Obrázek 9 - Schématické vyjádření maximální výšky profilu R_z . [7]

4. Střední aritmetická hodnota R_a – je aritmetický střed absolutních odchylek filtrovaného profilu drsnosti od střední čáry uvnitř základní délky l_r . [7]



Obrázek 10 - Schématické vyjádření střední aritmetické hodnoty R_a [7]

5. Materiálový podíl drsnosti profilu R_{mr} – vyjadřuje procentuální podíl součtu délek materiálových přímek $MI(c)$ v dané výšce profilu k měřené délce l_n . Křivka podílu materiálu udává pak podíl materiálu jako funkci hladiny v řezu. [7]



Obrázek 11 - Křivka materiálového podílu drsnosti povrchu [7]

Ukazuje se, že hodnocení povrchu z tribologického hlediska nestačí. Podle norem nelze hodnotit velikost styčné plochy, její změnu při zatížení, vliv technologických parametrů. Představu o reálném povrchu lze získat pomocí vrstevnicových map a případným axonometrickým zobrazením naměřených hodnot. [7]

2.2 Metody měření opotřebení při tření

Velikost opotřebení v některých případech lze měřit následujícími metodami: změnou hmotnosti, lineárních rozměrů, objemu, profilografování, využití různých snímačů. [1]

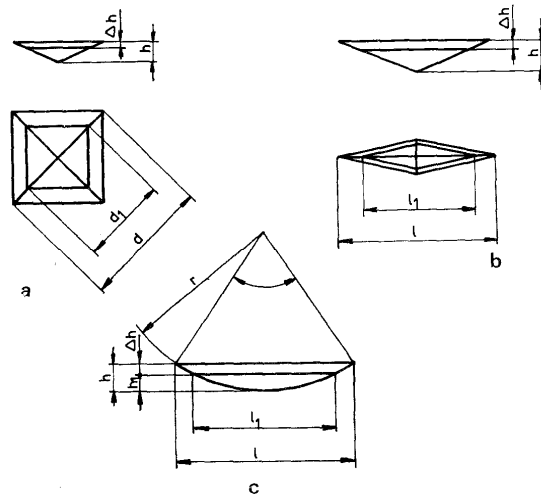
a) Změnou hmotnosti – principem této metody je určení hmotnosti v jednotlivých fázích zkoušky. Rozdíl hmotnosti vztáhnutý na třecí dráhu práci nebo čas. Čím je rozdíl ve změně hmotnosti větší tím můžeme použít méně citlivou metodu měření. Tato metoda je přesná, jednoduchá, ale neumí posoudit rovnoměrnost. [1]

b) Určení velikosti opotřebení změnou lineárních rozměrů

Zakládá se na měření rozměrů zkoumaného prvku před opotřebením a po opotřebením.

Přesnost závisí od použitých měřidel (posuvné měřidlo, mikrometr, optické přístroje).

K této metodě můžeme zařadit „Metodu měření změn přesně definovaných vtlačováním a vypovídáním“. Také tato metoda pracuje na opotřebovaném povrchu před a po opotřebením. Vrchol výtlačku je východiskový bod měření. Z naměřených rozměrů vyhodnocuje lineární úbytek materiálu. [1]



Obrázek 12 - Geometrické změny vtláčování a vrypování [1]

a - Vickersov vtláčování, b - Knoopov vtláčování, c - vrypování

c) Určení velikosti opotřebení změnou objemu a hmotnosti

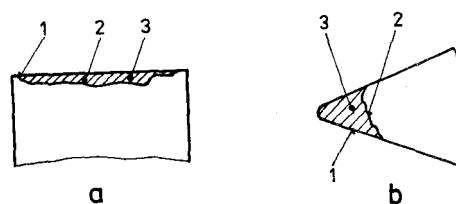
Měření objemu určuje celkové opotřebení součástky, při nerovnoměrném opotřebení.

Metoda měření změny hmotnosti je často praktičtější, operativnější, než u objemového. [1]

d) Určení velikosti opotřebení profilografováním

Při této metodě se vyhotovuje profilograf před a po zkoušce a následně se porovnávají.

Přesnost závisí na výrobě profilografu. Mechanické jsou méně přesné jako optické. [1]



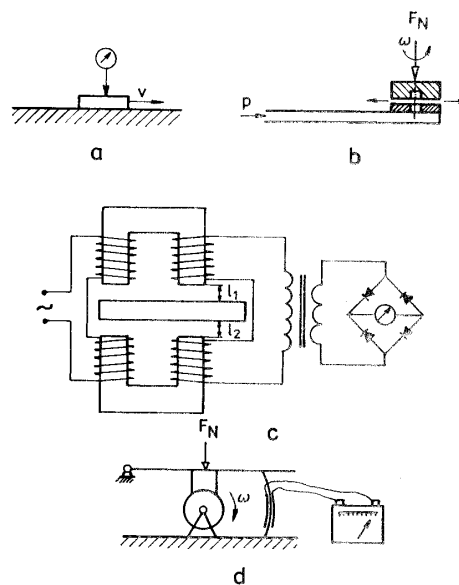
Obrázek 13 - Příklady využití profilografu [1]

a - určení velikosti opotřebení, b - změna geometrického tvaru, 1 - původní profil, 2 - profil po opotřebení,

3 - opotřebení

e) Určení velikosti opotřebení využitím různých snímačů

Na určení velikosti opotřebení se využívají snímače, které se zakládají na mechanických, pneumatických, elektrických-indukčních, tenzometrických principech. [1]

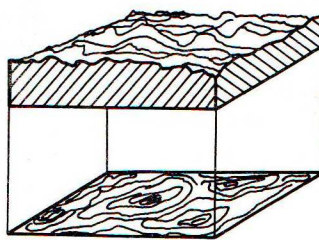


Obrázek 14 - Princip snímací velikosti opotřebení [1]

a - mechanický, b - pneumatický, c - indukční, d - tenzometrický

2.3 Vyhodnocení povrchu

V posledních letech se uplatňuje pro měření a vyhodnocení povrchu systém kvantitativního hodnocení mikrogeometrie povrchu, který se zakládá ze statistické analýzy a úplně definuje profil povrchu. Představu o reálném povrchu získáme z obrázku 15, kde je možné získat vrstevnicové mapy z axonometrického zobrazení naměřených hodnot. [1]



Obrázek 15 – Axonometrické zobrazení a vrstevnicová mapa povrchu [1]

3 PODMÍNKY PRO POZOROVÁNÍ

Konstrukční stůl, který navrhují, bude sloužit k měření a vyhodnocování tření mezi dvěma tělesy, které se budou sledovat vysokorychlostní kamerou. Proto zde popíšeme vysokorychlostní kameru VKS Olympus e-Speed a popíšeme podmínky pozorování.

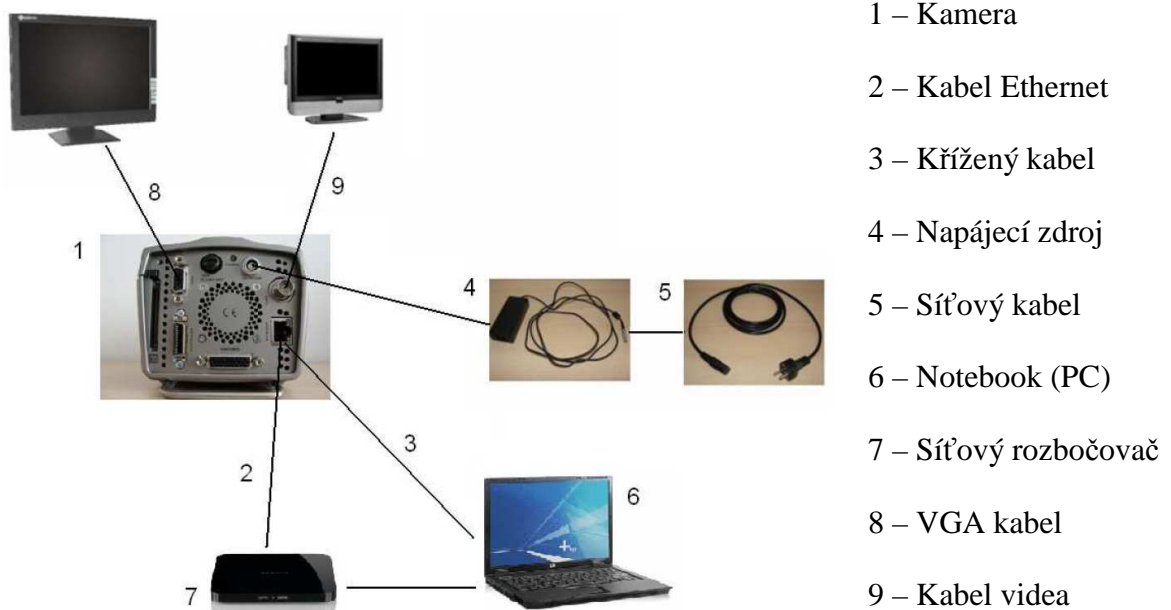
3.1 VKS Olympus e-Speed

Používáme ji tam, kde potřebujeme provést analýzu extrémně rychlých dějů. Výhodou vysokorychlostní kamery je možnost zpomaleného přehrávání, krokové přehrávání snímků po snímku a následnou analýzu. [11]



Obrázek 16 – Vysokorychlostní kamerový systém Olympus e-Speed [11]

3.1.1 Připojení pomocí přenosného počítače



Obrázek 17 – Připojení vysokorychlostní kamery k počítači [11]

3.1.2 Stativ

Slouží k ustavení kamery. Je vybaven obvykle třemi stavitelnými nohama. Centrální tyč slouží k nastavení ve svislém směru. [3]



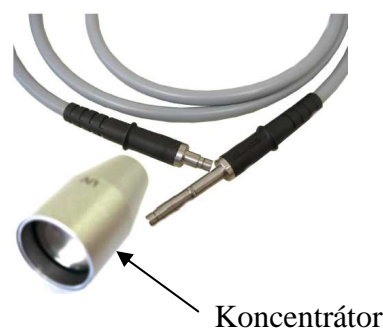
Obrázek 18 – Stativ pro Olympus e-Speed [3]

3.1.3 Světelný zdroj

Používá se pro optimální nasvícení scény. Například od firmy Olympus je u světelného zdroje použit optický kabel ukončený světelným koncentrátorem, který umožňuje přesné nasměrování světla. [3]



Obrázek 20 – Světelný zdroj Olympus [3]



Obrázek 19 – Optický kabel [3]

3.2 Podmínky pozorování

3.2.1 Osvětlení

Osvětlení hraje důležitou roli při pořizování snímku. Například při použití uzávěrky nám klesá množství světla dopadající na povrch snímače a tím dochází ke ztmavení záznamu. Proto se používá světelných zdrojů, které nám danou scénu dostatečně přisvítí. [3]



Obrázek 21 – Nasvícení scény [3]

3.2.2 Objektiv

Správný objektiv je nutné vybírat vždy k daným podmínkám snímání. Jsou navrženy s malou ohniskovou vzdáleností tak, aby bylo možné snímanou scénu zvětšit. Na běžné scény jsou voleny s větší ohniskovou vzdáleností, jejíž zorný úhel a perspektiva se blíží lidskému zraku. [3]



Obrázek 22 – Objektivy [3]

3.2.3 Příprava snímání

Scénu pro snímání si připravíme ve vhodné vzdálenosti a poloze. Stativ se připevní na vysokorychlostní kameru tak, aby zabíral nahrávaný objekt. Ke kameře se připojí příslušenství, které budeme potřebovat (napájecí kabel, světelný zdroj, notebook...). [3]

Kamera se zapne a zkontroluje, zda je správně nasměrována a zaostřená. V softwaru kamery provedeme nastavení způsobu snímání (počet snímku...). Zkontrolujeme správnost nasvícení scény a objektu, případně provedeme dosvícení. Při ustavení kamery musíme brát na zřetel úhel snímání, který by měl být 90° . Tak, aby byly zaručeny nezkreslené záznamy. Je nutné si v záběru zvolit etanol, u kterého známe rozměry, které použijeme pro pozdější kalibraci rozměrů na obrazovce. [3]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRAKTICKÉ ČÁSTI

V praktické části bude řešen konstrukční návrh, ve kterém popisují: návrh pohonu, patky s kotevním šroubem, pracovní stůl a další konstrukční prvky potřebné ke správnému, přesnému vyhodnocování na laboratorním stole.

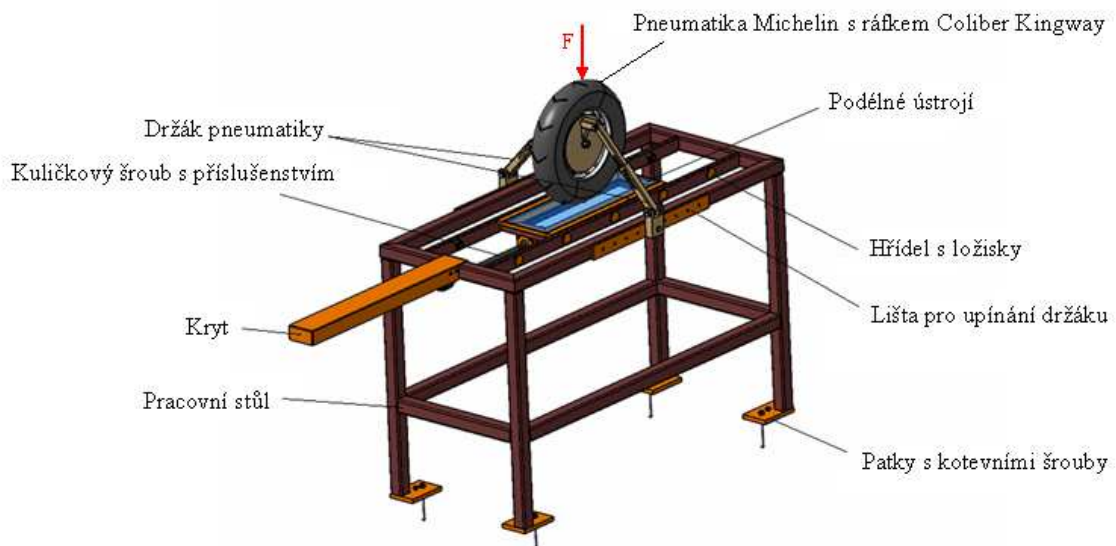
Dále budou vypočítány síly a napětí na předem dohodnutém konstrukčním prvku.

Závěrem se zabývám praktickými aplikacemi pro použití v praxi.

5 KONSTRUKČNÍ NÁVRH

Při návrhu jsem vycházel z těchto zadaných podmínek:

- tuhost konstrukce
- pozorovací plocha
- držák pneumatik s bočním vychýlením
- velká podélná rychlost pohybujícího se ústrojí
- tlak, kterým je působeno na toto ústrojí ve svislém směru tj. $F = 1000$ [N]



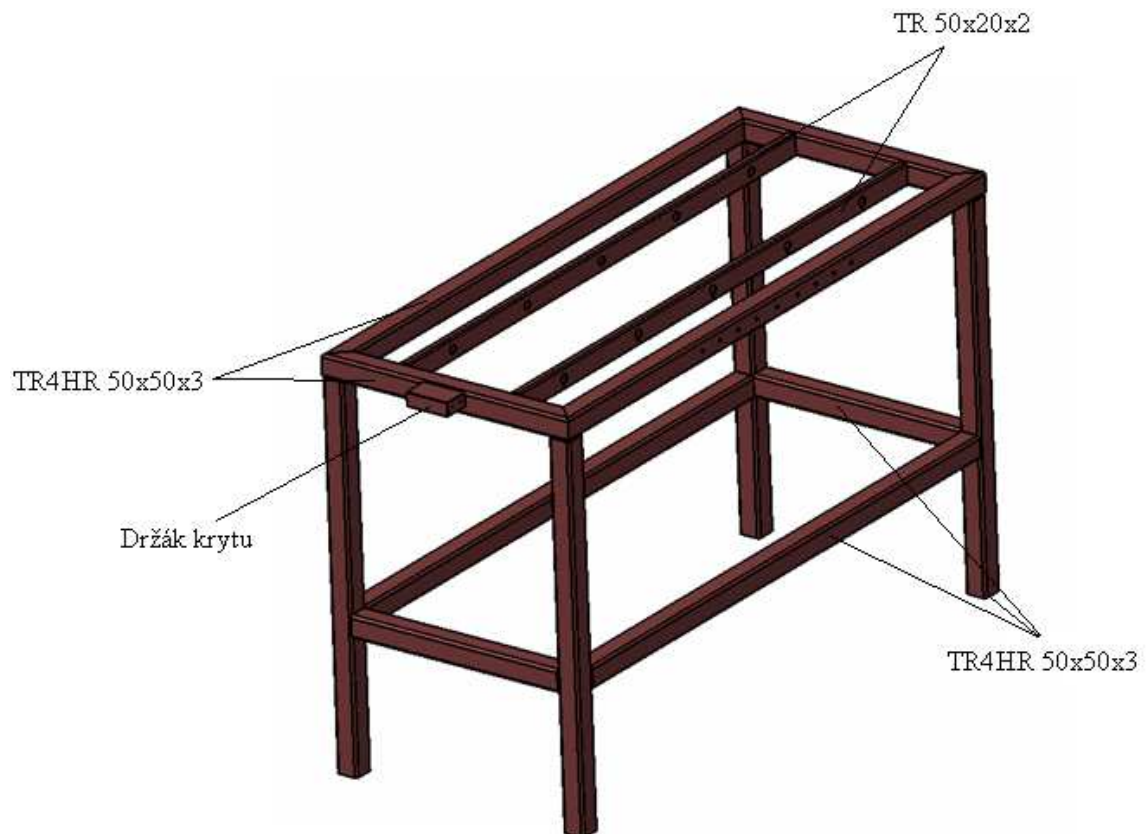
Obrázek 23 – Axonometrický pohled na konstrukční návrh

5.1 Pracovní stůl

Pracovní stůl je složen z profilu TR4HR 50x50x3, TR 50x20x2 a držáku krytu.

Profily jsou navzájem spojeny koutovým svarem 5mm.

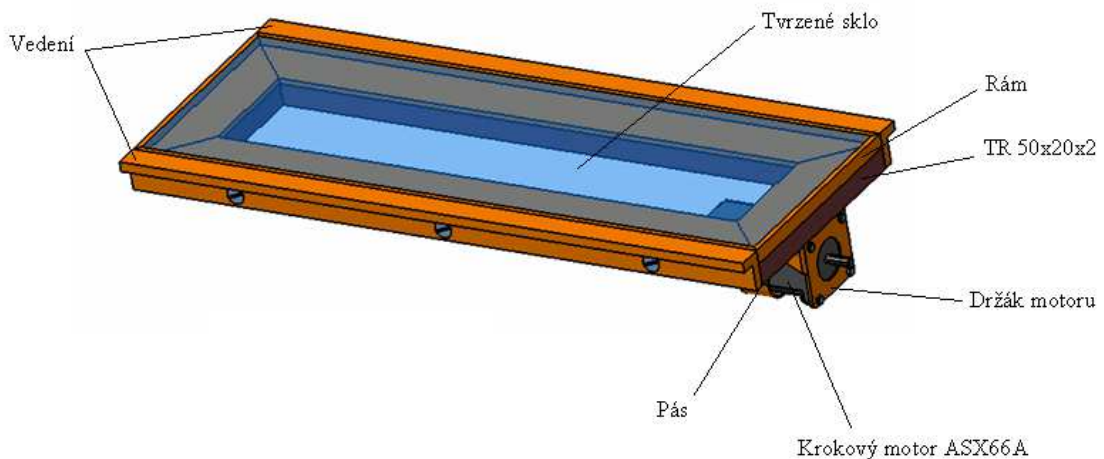
Materiál jsem použil podle strojnických tabulek – 11 320.



Obrázek 24 – Pracovní stůl

5.2 Podélné ústrojí

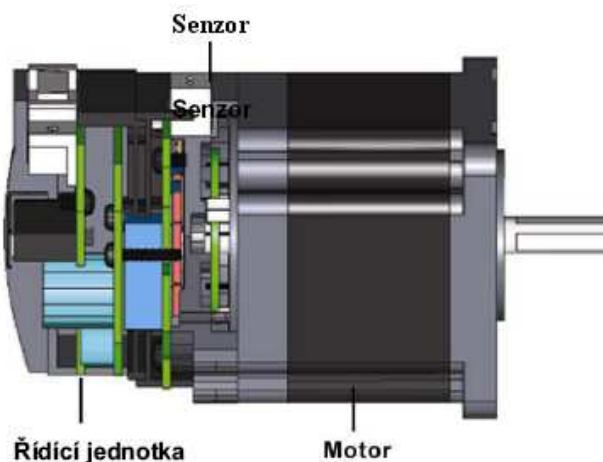
Při navrhování jsem vycházel z požadavku, aby na pozorovací ploše nic nezavazelo kvalitním záběrům z vysokorychlostní kamery, proto na podélné ústrojí je připevněn krokový motor. Komponenty kromě tvrzeného skla, krokového motoru a vodících vedení jsou přivařeny koutovým svarem 5mm. Tvrzené sklo je nalepeno na rám. Vodící lišty, pás a krokový motor jsou přichyceny šrouby.



Obrázek 25 – Podélné ústrojí

5.2.1 Krokový motor ASX66A

Pohon tvoří: řídicí jednotku, samotný pohon, zpětnou vazbu. Motor disponuje rozlišení 51 200 kroků na otáčku. Je určen do 5000 ot/min [12]

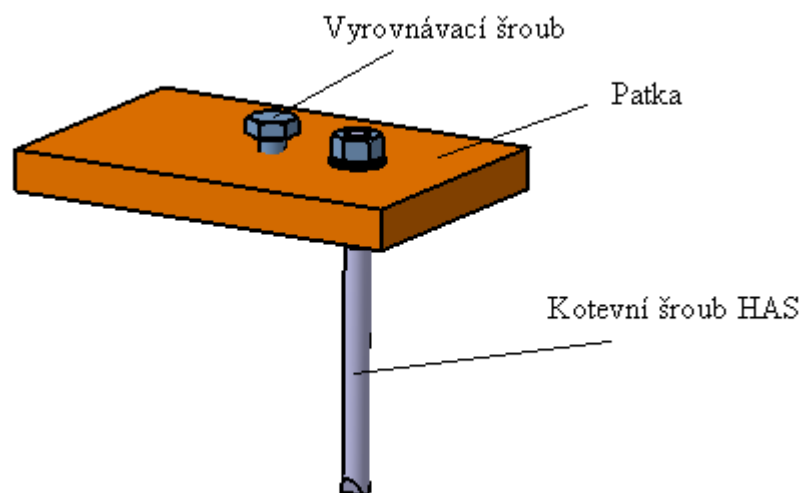


Obrázek 26 – Krokový motor ASX66A [12]

5.3 Patka s kotevním šroubem

Slouží k ustavení pracovního stolu a minimalizuje vibrace při měření.

Kotevní šroub HAS je galvanický pozinkovaný. [13]



Obrázek 27 – Patka s kotevním šroubem

5.4 Pneumatika s ráfkem

Pro můj případ byla použita pneumatika Michelin S1 100/90 R10 J56.

A ráfek přední na skútr Jazz xyst50 o velikosti 10”.

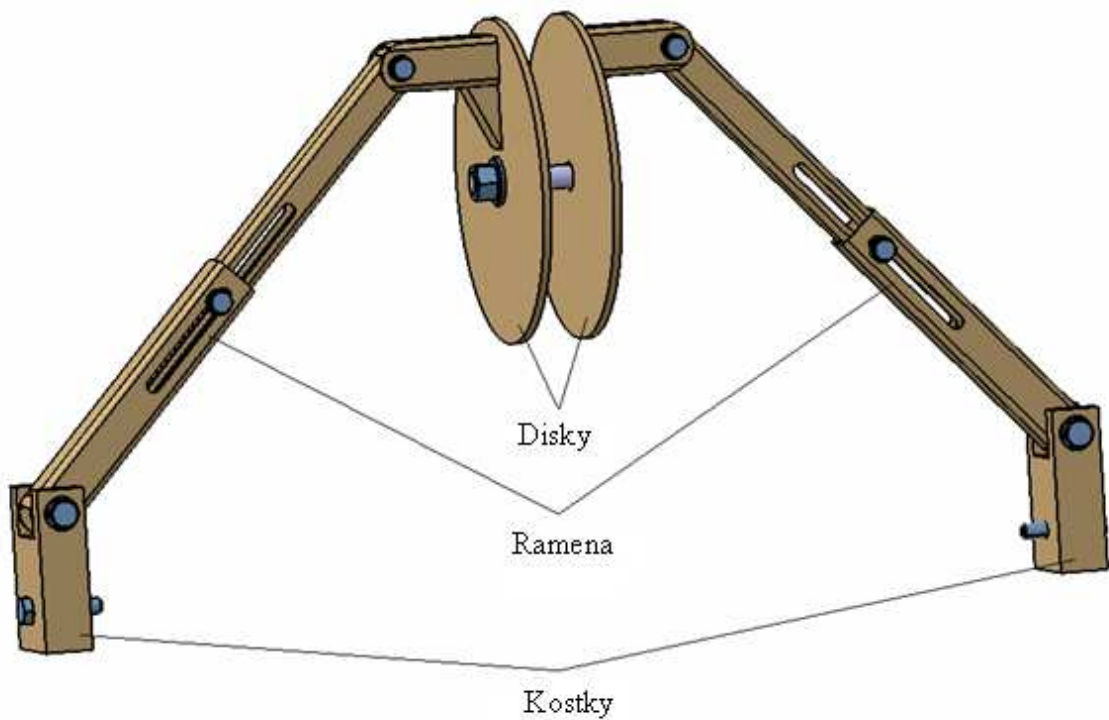


Obrázek 28 – Pneumatika Michelin [15]

Obrázek 29 - Přední ráfek Jazz xyst50 [14]

5.5 Držák pneumatiky

Držák byl navrhnout pro boční vychýlení pomocí nastavitelných ramenem, a zároveň umožňuje šikmé nastavení pomocí kostek, které jsou přimontovány k pracovnímu stolu. Disky pevně drží pneumatiku, aby se nepohybovala.

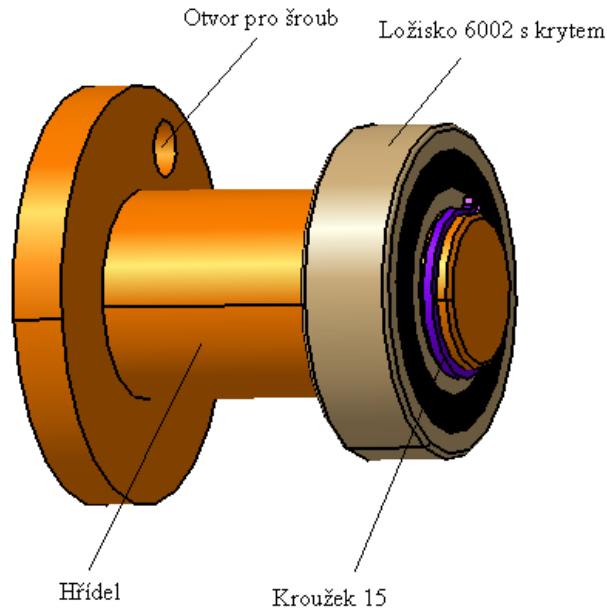


Obrázek 30 – Držák pneumatiky

5.6 Hřídel s ložiskem

Na pracovním stole je uchyceno 10 hřídelí s ložisky, tak aby byly vždy 6 ložisek v záběru.

Síla, která na podélné ústrojí působí je 1000 N. Pak na jedno ložisko působí síla v radiálním směru 166,7 N a v axiálním 0 N. Jelikož jsou ložiska zatížena při rychlém otáčení, mluvíme tedy o dynamické únosnosti, která je pro ložisko 6002 - 4300 [N].



Obrázek 31 – Hřídel s ložiskem

Výpočet dynamického ekvivalentního zatížení kuličkového ložiska 6002

$V=1$ – rotační součinitel, $X=1$, $Y=0$ – ložisko není zatíženo axiální silou

$$F_v = X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad [N] \quad (5.1)$$

$$F_v = 1 \cdot 1 \cdot 166,7 + 1 \cdot 0 = \underline{\underline{166,7}} \quad [N]$$

Výpočet trvanlivosti ložiska

- pro bodový styk $m = 3$

$$L_n = \left(\frac{C}{F_v} \right)^m \quad (5.2)$$

$$L_n = \left(\frac{4300}{166,7} \right)^3 = \underline{\underline{17163,2}} \quad [\text{milionů otáček}]$$

Trvanlivost v provozních hodinách

$$n_{\max} = 30\,000 \text{ [min}^{-1}] = 500 \text{ [s}^{-1}]$$

$$L_h = \frac{L_n \cdot 10^6}{3600 \cdot n} \text{ [hod.]} \quad (5.3)$$

$$L_h = \frac{17163,2 \cdot 10^6}{3600 \cdot 500}$$

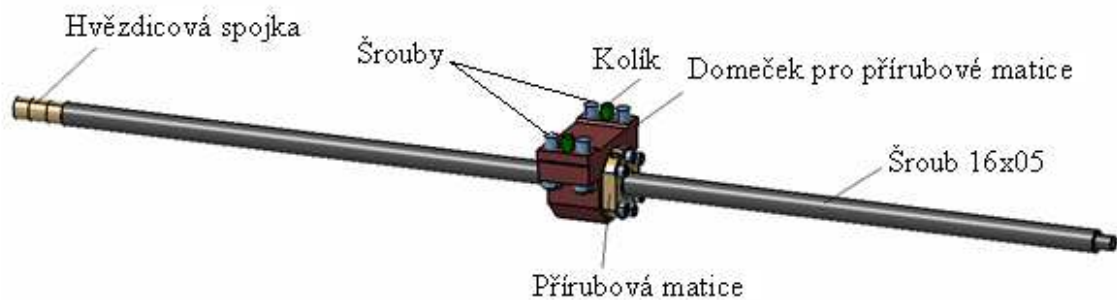
$$L_h = \underline{\underline{9\,535 \text{ [hodin]}}}}$$

Poměrná únosnost ložiska

$$C_n = \sqrt{\frac{L_h}{500}} \cdot F_v \quad (5.4)$$

$$C_n = \sqrt{\frac{9535}{500}} \cdot 166,7 = \underline{\underline{727,9 \text{ [N]}}}}$$

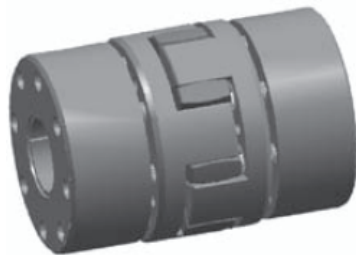
5.7 Kuličkový šroub s příslušenstvím



Obrázek 32 – Kuličkový šroub s příslušenstvím

5.7.1 Hvězdicová spojka

Pro pevné spojení krokového motoru a kuličkového šroubu jsem použil hvězdicovou spojku GAS/CCE (14/16).



Obrázek 33 – Hvězdicová spojka GAS/CCE (14/16) [17]

5.7.2 Domeček pro přírubovou matici

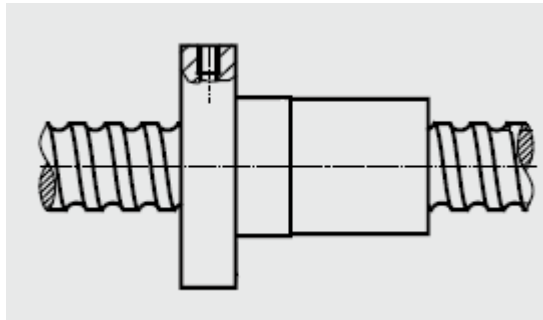
Domeček je upevněn šrouby k pracovnímu stolu a kolíky je ustaven do polohy.

V mém návrhu laboratorního stolu mám použít domeček GFD – 16, pro šroub 16x05.



Obrázek 34 – Domeček pro přírubovou matici [18]

5.7.3 Přírubová matice



Obrázek 35 - Přírubová matice R16-05T3-FSIDIN [18]

5.7.4 Kuličkový šroub



Obrázek 36 – Šroub 16x05 [18]

Kontrola šroubu na maximální otáčky

$$n_k = k_d \cdot \frac{d_k}{L_K^2} \cdot 10^8 \text{ [ot / min]} \quad (5.5)$$

$$n_k = 0,42 \cdot \frac{16}{769^2} \cdot 10^8 = \underline{\underline{1136}} \text{ [ot / min]}$$

$$n_{\max} = n_k \cdot 0,8 = \underline{\underline{909}} \text{ [ot / min]} \quad (5.6)$$

Výrobce doporučuje maximální otáčky n_{\max} by neměly přesáhnout 80% kritických otáček n_k . [18]

1136.....100%

909.....x%

$$\frac{909}{1136} = \frac{x}{100} \Rightarrow x = \underline{\underline{80\%}}$$

Kontrola vzpěrné tuhosti

Kuličkový šroub může být zatěžován axiální silou pouze do té míry, aby nedošlo k jeho deformaci. Maximální axiální zatížení šroubu F_{\max} může být nejvýš 50% zatížení F_k . [18]

$$F_k = k_k \cdot \frac{d_k^4}{l_k^2} \cdot 10^5 \quad (5.7)$$

$$F_k = 0,26 \cdot \frac{16^4}{769^2} \cdot 10^5 = 2881 [N] \Rightarrow \underline{\underline{2,9 [kN]}}$$

$$F_{k \max} = F_k \cdot 0,5 = 2881 \cdot 0,5 = \underline{\underline{1441 [N]}} \Rightarrow 1,4 [kN] \quad (5.8)$$

2881.....100%

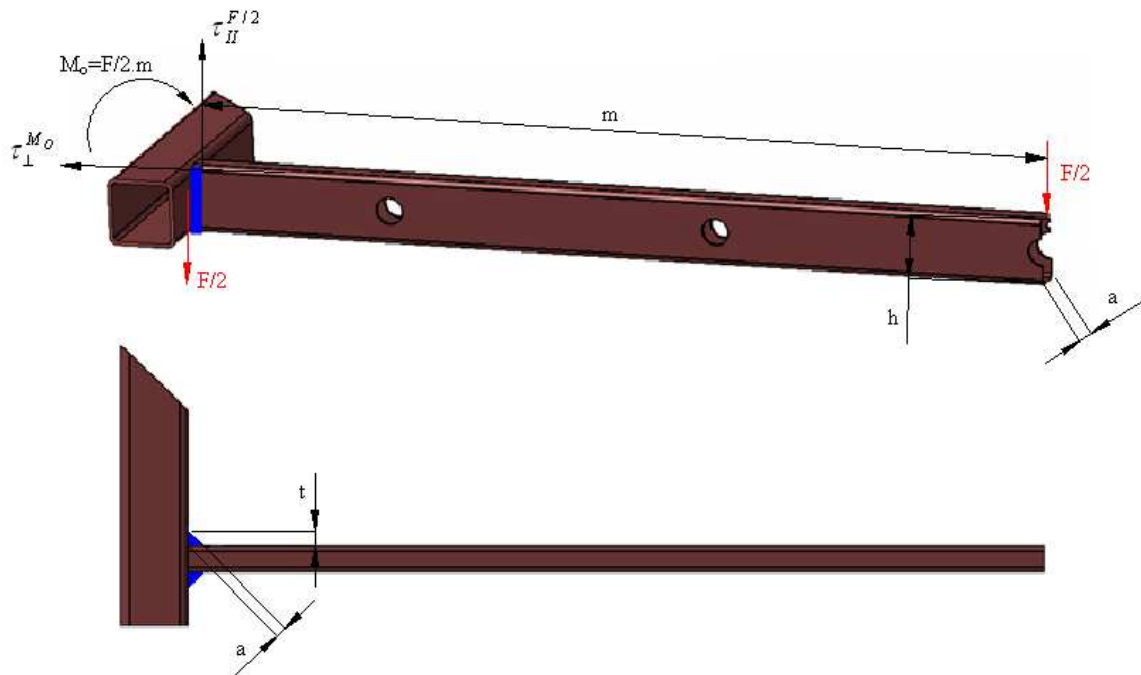
1441.....x%

$$\frac{1441}{2881} = \frac{x}{100} \Rightarrow x = \underline{\underline{50\%}}$$

6 VÝPOČET SIL A NAPĚTÍ V KONSTRUKČNÍM NÁVRHU

6.1 Výpočet koutového svaru namáhaný na ohyb

$F=1000\text{N}$, $m=650\text{mm}$, $a=20\text{mm}$, $h=50\text{mm}$, $t=5\text{mm}$



Obrázek 37 – Výpočet koutového svaru na nosníku

Síla $F/2$ namáhá svar na tah, ve svaru vznikne smykové napětí

$$\tau_{II}^{F/2} = \frac{F/2}{2 \cdot h \cdot a} \leq \tau_D \quad (6.1)$$

$$\tau_{II}^{F/2} = \frac{500}{2 \cdot 50 \cdot 20} = \underline{\underline{0,25}} \text{ [MPa]} \leq \tau_D$$

Dovolené napětí materiálu 11 343 $\sigma_D = 90 \text{ [MPa]}$

Dovolené napětí ve svaru

$$\tau_D = 0,65 \cdot \sigma_D \quad (6.2)$$

$$\tau_D = 0,65 \cdot 90 = \underline{\underline{58,5}} \text{ [MPa]}$$

Modul průřezu v ohybu

$$W_{os,x} = 2 \cdot \frac{1}{6} \cdot h^2 \cdot a \text{ [mm}^3\text{]} \quad (6.3)$$

$$W_{os,x} = \frac{2 \cdot 50^2 \cdot 20}{6} = \underline{\underline{16666,7}} \text{ [mm}^3\text{]}$$

Ohybový moment vyvolá napětí

$$\tau_{\perp}^{M_o} = \frac{M_o}{W_{os,x}} \text{ [MPa]} \quad (6.4)$$

$$\tau_{\perp}^{M_o} = \frac{500 \cdot 650}{16666,7} = \underline{\underline{19,5}} \text{ [MPa]} \leq \tau_D$$

Výsledné napětí

$$\tau_s = \sqrt{\left(\frac{\tau_{II}^{F/2}}{k_4}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\perp}^{M_o}}{k_3}\right)^2} \text{ [MPa]} \leq \beta \cdot \sigma_D, \text{ kde } \underline{k} - \text{ je převodní součinitel} \quad (6.5)$$

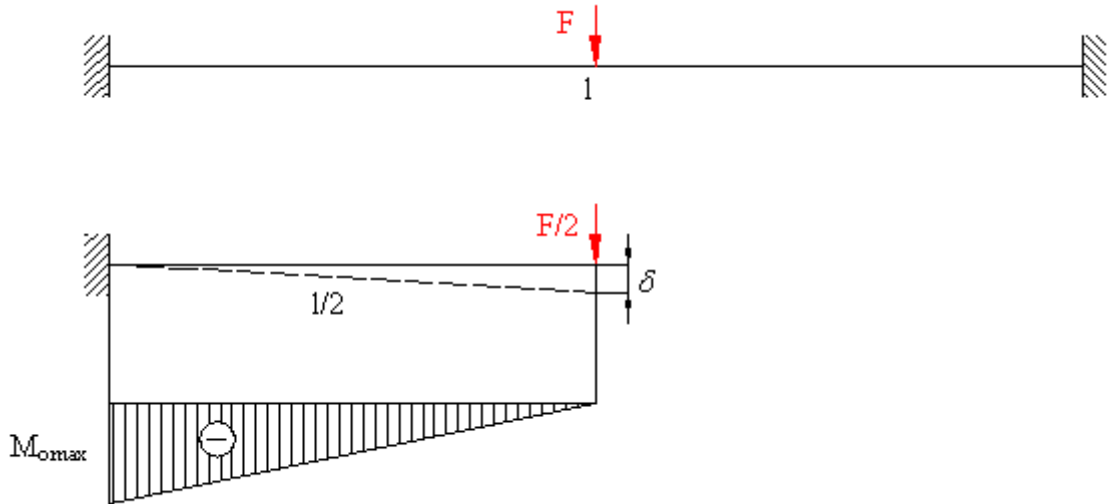
Pevnostní řada 37 $\Rightarrow k_3 = 0,86$ a $k_4 = 0,7$ | pro $t < 10\text{mm}$ je $\beta = 1,3 - 0,3 \cdot t$

$$\tau_s = \sqrt{\left(\frac{0,25}{0,7}\right)^2 + \left(\frac{19,5}{0,86}\right)^2} \leq (1,3 - 0,3 \cdot 5) \cdot 90$$

$$\tau_s = \underline{\underline{22,67}} \leq \underline{\underline{103,5}} \text{ [MPa]} \Rightarrow \text{svar vyhovuje.}$$

6.2 Napětí zatíženého nosníku

$F=1000\text{N}$, $l=1300\text{mm}$, $a=20\text{mm}$, $b=50\text{mm}$



Obrázek 38 – zatížení nosníku a jeho uvolnění

Výpočet napětí v ohybu

$$\sigma_{o\max} = \frac{|M_{o\max}|}{J_z} \cdot e_{\max} \quad [MPa] \quad (6.6)$$

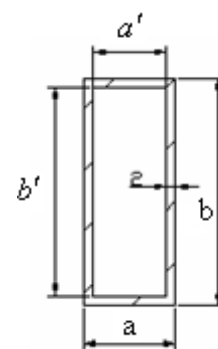
$$\sigma_{o\max} = \frac{F \cdot l \cdot 12 \cdot 50}{8 \cdot (a \cdot b^3 - a' \cdot b'^3)} = \underline{\underline{103,4}} \quad [MPa]$$

Výpočet kvadratického momentu

$$J_z = \frac{a \cdot b^3}{12} - \frac{a' \cdot b'^3}{12} \quad [mm^4]$$

$$J_z = \underline{\underline{78\,552}} \quad [mm^4]$$

$$e_{\max} = \frac{b}{2}$$



$$(6.7)$$

$$(6.8)$$

Obrázek 39 – kvadratický moment obdélníku

Deformační práce

Pro posuv dostáváme vztah

$$A = \frac{1}{2 \cdot E \cdot J} \cdot \left(\int_0^{l/2} (F/2 \cdot l/2)^2 \cdot dx \right) \quad (6.9)$$

$$\delta = \frac{2 \cdot A}{F} \quad (6.10)$$

7 ZÁVĚR APLIKACE PRO PRAXI

První teoretická část bakalářské práce je zaměřena na tribologické procesy a jeho rozdělení. Dále základní rozdělení polymerů a tření mezi elastomery. Druhá teoretická část obsahuje geometrii povrchu třecích těles, zkušební metody pro hodnocení opotřebení a vyhodnocování povrchu. Ve třetí teoretické části jsou uvedeny podmínky, které budou sloužit ke snímání a statickému vyhodnocování elastomerů v praxi. Budou snímány vysokorychlostní kamerou VKS Olympus E-SPEED a data budou přenášena do počítače.

V praktické části bylo zpracováno konstrukční řešení. Zařízení se skládá z rámu, je řešen jako svařovaná konstrukce, dále pohyblivého stolu a zařízení pro ovládání pohybu. Pro zajištění stability jsou navrženy kotevní šrouby k ukotvení v betonovém základě.

Ze zadaných vstupních podmínek, kde síla má velikost 1000 [N] ve svislém směru mezi pneumatikou a skleněným povrchem a rychlosti pohybu stolu byly vypočteny tyto hodnoty:

- trvanlivost ložiska v provozních hodinách je 9 535 [hodin], maximální únosnost ložiska činí 727,9 [N] a skutečné zatížení ložiska 166,7 [N]
- maximální otáčky šroubu jsou 909 [ot/min] a maximální zatížení šroubu v axiálním směru 1,4 [kN]
- dále byly vypočteny kontroly výsledného napětí, které působí na koutový svar namáhaný na ohyb, jehož hodnota je 22,67 [MPa] ve srovnání s dovoleným napětím v ohybu, jehož hodnota činí maximálně 103,4 [MPa]

Technická data:

- pracovní stůl 1400x915x600 [mm]
- pozorovací plocha 590x190 [mm]
- max. rychlost pohybu stolu 0,5 [m.s⁻¹]
- max. zatěžovací síla 1 [kN]
- max. tahová síla 1,4 [kN]

V praxi by mělo zařízení sloužit ke studiu a pozorování kontaktních dějů pryžových dílů, vzorků pneumatiky, při podmínkách tření, simulovaném na skleněném povrchu při využití

vysokorychlostní kamery. Například lze opticky sledovat a vyhodnocovat chování dezénu pneumatiky na rovném povrchu, při zátěži v zatáčkách při náklonu, při brzdění, smyku apod. Výsledky těchto zkoušek by měly vést ke studiu chování elastomerního materiálu a zlepšení jeho vlastností.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BLAŠKOVIČ, P., BALLA, J., DZIMKO, M. *Tribolória*. 1.vyd. Bratislava: Alfa. 1990. ISBN 80-05-00 633-0.
- [2] DVOŘÁK, Z., JAVOŘÍK, J. *Konstrukce výrobků konstrukční materiály elastomerní a formy pro jejich výrobu*. UTB Zlín. 2009.
- [3] ŘEZNÍČEK, M. *Návrh polohovacího zařízení pro VKS*. UTB Zlín. 2010.
- [9] HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. *Fyzika - vysokoškolská učebnice obecné fyziky*. Vysoké učení technické v Brně: VUTIUM. 2000. ISBN 80-214-1869-9.
- [10] ŠEDIVÁ, I. *Studie dynamického součinitele tření polymerních materiálů*. UTB Zlín. 2008.
- [11] BAROŇ, M. *Měření a vyhodnocení vysokorychlostních dějů pomocí vysokorychlostního kamerového systému Olympus i-SPEED 2*. UTB Zlín. 2010.
- [16] VOLEK, F. *Základy konstruování a části strojů I*. 1. vydání. UTB Zlín. 2009. ISBN 978-80-7318-654-8.

INTERNETOVÉ STRÁNKY:

- [4] *Tribologie*. [online]©2011, poslední revize 7.2.2011 [cit. 17.3.2011]. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Tribologie>>.
- [5] VÁVRA, V., ŠTELCL, J. *Konstrukce a základní komponenty digitálních přístrojů*. [online] ©2008 [cit. 5.2.2011]. Dostupné z:<<http://is.muni.cz/elportal/estud/prif/ps08/digitech/web/kapitola1/3.html>>.
- [6] HOFMANN, J., URBANOVÁ, M. *Fyzika I*. [online] ©2005 [cit. 15.2.2011]. Dostupné z:<http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_ekniha-001/pages-img/004.html>.
- [7] SOLFRONK, P. *Tribologie*. [online] ©2008, poslední revize 26.11.2008 [cit.20.3.2011]. Dostupné z:<http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/ttv/tribologie.pdf>.
- [8] *Tření*. [online]©2011, poslední revize 2.3.2011 [cit.20.4.2011]. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/T%C5%99en%C3%AD>>.

- [12] *Krokový motor série ASX ON LINE ALPHASTEP*. [online] ©2011. [cit. 25.3.2011].
Dostupné z:<<http://www.opis.cz/orientalmotor/pdf/ASX-flyer.pdf>>.
- [13] *HAS – Přehled kotevních šroubů*. [online] ©2010. [cit. 25.2.2011]. Dostupné z:<http://www.hilti.cz/data/editorials/-8324/08_kotevni%20technika_26.pdf>.
- [14] *Ráfek přední na skútr Jazz XYST50 Coliber Kingway velikost 10"*. [online] ©2010. [cit. 23.3.2011]. Dostupné z: <<http://www.pneu-ctyrkolky.cz/?291,rafek-predni-na-skutr-jazz-xyst50-coliber-kingway-velikost-10->>.
- [15] *Michelin S 1 100/90 R10 J 56*. [online] ©2011. [cit. 5.4.2011]. Dostupné z: <<http://pneu-pro-motocykly.heureka.cz/michelin-s-1-100-90-r10-j-56/>>.
- [17] *Organi di trasmissione OMC / OMC DRIVING PARTS*. [online] ©2011, [cit.20.4.2010]. Dostupné z:<<http://www.opis.cz/omc/pdf/gas.pdf>>.
- [18] *Kuličkové šrouby & příslušenství*. [online] ©2009, [cit. 25. 4. 2010]. Dostupné z:<www.hiwin.cz/cs/kulickove-srouby/file.html?id=765>.

Seznam použitých symbolů a zkratk

F_v – dynamické ekvivalentní zatížení ložiska [N]

F_r – radiální zatížení [N]

X – součinitel radiálního zatížení [-]

V – rotační součinitel [-]

Y – součinitel axiálního zatížení [-]

L_n – základní trvanlivost v otáčkách [milionů otáček]

C – základní dynamická únosnost [N]

n_{\max} – maximální otáčky [ot.min⁻¹]

L_h – základní trvanlivost v hodinách [hodin]

C_n – poměrná únosnost ložiska při daném počtu n otáček za sekundu [N]

n_k – kritické otáčky [ot.min⁻¹]

k_d – koeficient uložení [-]

d_k – průměr hřídele [mm]

l_d – vzdálenost mezi ložisky [mm]

F_k – maximální dovolená axiální síla [N]

$F_{k\max}$ – maximální provozní axiální síla [N]

k_k – koeficient závislosti na uložení [-]

l_k – nepodepřená délka hřídele [mm]

J_z – kvadratický moment [mm⁴]

$W_{os,x}$ – modul průřezu v ohybu [mm³]

Řecká písmena

$\tau_{II}^{F/2}$ – smykové napětí, síla F/2 namáhá svar na tah [MPa]

σ_D – dovolené napětí materiálu [MPa]

τ_D – dovolené napětí svaru [MPa]

$\tau_{\perp}^{M_o}$ – ohybový moment vyvolá napětí [MPa]

τ_s – výsledné napětí [MPa]

$\sigma_{o_{\max}}$ – maximální napětí v ohybu [MPa]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Zařazení tribologického procesu a vzájemné vazby [1].....	12
Obrázek 2 - Kontakt dvou tuhých těles [1].....	13
Obrázek 3 – Druhy pohybu třecích povrchů [1]	14
Obrázek 4 – Křivka časového průběhu opotřebení [1]	15
Obrázek 5 - Rozdělení polymerů [10]	16
Obrázek 6 - Schématické znázornění geometrie povrchu [1].....	18
Obrázek 7 - Profil povrchu [7].....	18
Obrázek 8 - Schématické vyjádření měření délek [7].....	19
Obrázek 9 - Schématické vyjádření maximální výšky profilu Rz. [7].....	19
Obrázek 10 - Schématické vyjádření střední aritmetické hodnoty Ra [7]	19
Obrázek 11 - Křivka materiálového podílu drsnosti povrchu [7].....	20
Obrázek 12 - Geometrické změny vtláčováním a vrypováním [1].....	21
Obrázek 13 - Příklady využití profilografu [1]	21
Obrázek 14 - Princip snímací velikosti opotřebení [1].....	22
Obrázek 15 – Axonometrické zobrazení a vrstevnicová mapa povrchu [1].....	22
Obrázek 16 – Vysokorychlostní kamerový systém Olympus e-Speed [11].....	23
Obrázek 17 – Připojení vysokorychlostní kamery k počítači [11].....	23
Obrázek 18 – Stativ pro Olympus e-Speed [3]	24
Obrázek 19 – Optický kabel [3].....	24
Obrázek 20 – Světelný zdroj Olympus [3].....	24
Obrázek 21 – Nasvícení scény [3]	25
Obrázek 22 – Objektivy [3]	25
Obrázek 23 – Axonometrický pohled na konstrukční návrh	29
Obrázek 24 – Pracovní stůl	30
Obrázek 25 – Podélné ústrojí.....	31
Obrázek 26 – Krokový motor ASX66A [12].....	31
Obrázek 27 – Patka s kotevním šroubem.....	32
Obrázek 28 – Pneumatika Michelin [15].....	32
Obrázek 29 - Přední ráfek Jazz xyst50 [14].....	32
Obrázek 30 – Držák pneumatiky	33
Obrázek 31 – Hřídel s ložiskem.....	34

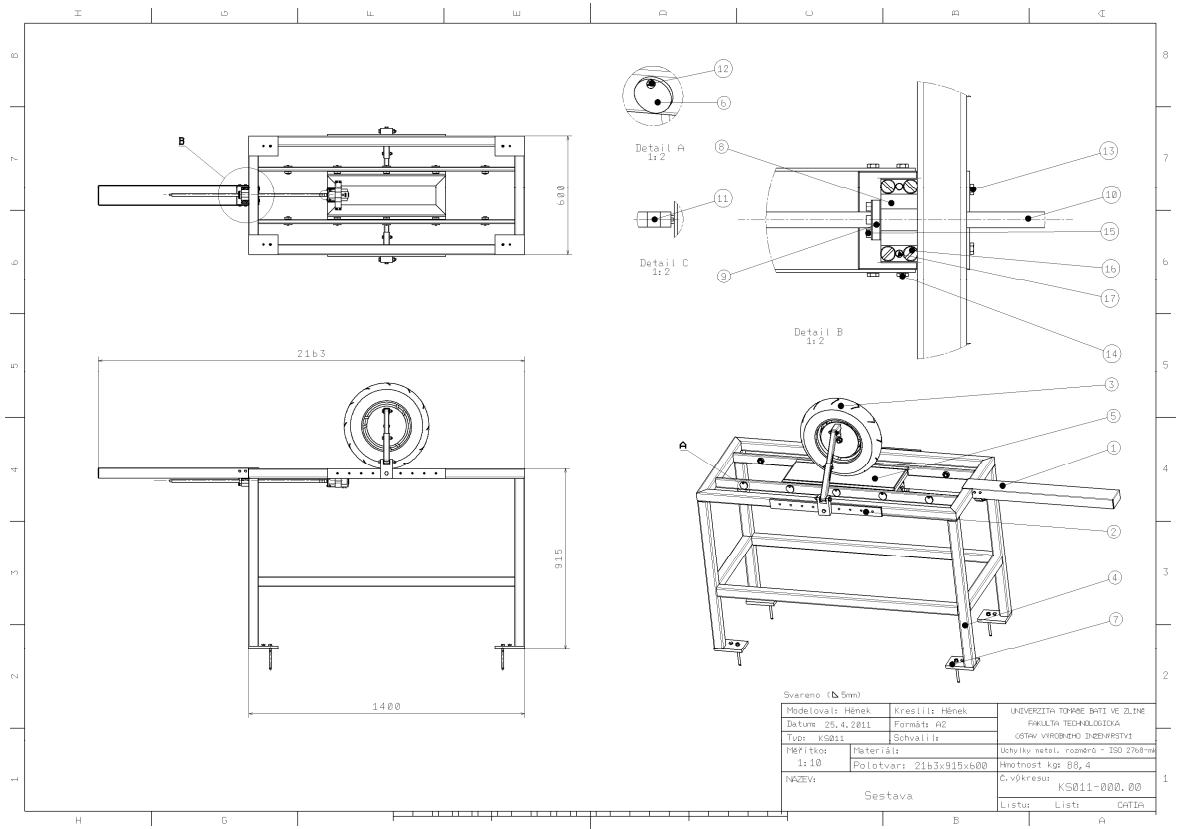
Obrázek 32 – Kuličkový šroub s příslušenstvím	36
Obrázek 33 – Hvězdicová spojka GAS/CCE (14/16) [17]	36
Obrázek 34 – Domeček pro přírubovou matici [18].....	36
Obrázek 35 - Přírubová matice R16-05T3-FSIDIN [18]	37
Obrázek 36 – Šroub 16x05 [18].....	37
Obrázek 37 – Výpočet koutového svaru na nosníku.....	39
Obrázek 38 – zatížení nosníku a jeho uvolnění	41
Obrázek 39 – kvadratický moment obdélníku	41

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA I: Sestava.....	52
PŘÍLOHA II: Kusovník Sestava.....	53
PŘÍLOHA III: KRYT.....	54
PŘÍLOHA IV: LIŠTA M10	55
PŘÍLOHA V: DRZAK PNEU SESTAVA	56
PŘÍLOHA VI: KUSOVNÍK DRZAK PNEU	57
PŘÍLOHA VII: KOSTKA.....	58
PŘÍLOHA VIII: RAMENO1	59
PŘÍLOHA IX:RAMENO2.....	60
PŘÍLOHA X: SPOJ1	61
PŘÍLOHA XI: ZEBRO1	62
PŘÍLOHA XII: DISK2.....	63
PŘÍLOHA XIII: STRED1	64
PŘÍLOHA XIV: STŮL SESTAVA	65
PŘÍLOHA XV: KUSOVNÍK STOLU	66
PŘÍLOHA XVI: PROFIL 50X50X3_600.....	67
PŘÍLOHA XVII: PROFIL 50X50X3_1400.....	68
PŘÍLOHA XVIII: PROFIL 50X50X3_850	69
PŘÍLOHA XIX: pROFIL 50X50X3_1300.....	70
PŘÍLOHA XX: pROFIL 50X50X3_500	71
PŘÍLOHA XXI: PROFIL 50X20X2_1300.....	72
PŘÍLOHA XXII: DRZAK	73
PŘÍLOHA XXIII: PROFIL 50X50X3_600_1	74
PŘÍLOHA XXIV: SKLO SESTAVA	75
PŘÍLOHA XXV: KUSOVNÍK SKLA SESTAVA	76
PŘÍLOHA XXVI: PROFIL 50X20X2	77
PŘÍLOHA XXVII: PROFIL 50X20X2_600.....	78
PŘÍLOHA XXVIII: VEDENÍ.....	79
PŘÍLOHA XXIX: RAM 50X13X5	80
PŘÍLOHA XXX: RAM 50X13X5_600.....	81
PŘÍLOHA XXXI: SKLO	82

PŘÍLOHA XXXII: DRZAK 2	83
PŘÍLOHA XXXIII: PAS	84
PŘÍLOHA XXXIV: PROFIL 50X20X2_600_1	85
PŘÍLOHA XXXV: HRIDEL SESTAVA	86
PŘÍLOHA XXXVI: KUSOVNÍK HRIDEL SESTAVA	87
PŘÍLOHA XXXVII: HŘÍDEL.....	88
PŘÍLOHA XXXVIII: PATKA SESTAVA.....	89
PŘÍLOHA XXXIX: KUSOVNIK PATKA SESTAVA	90
PŘÍLOHA XL: PATKA.....	91

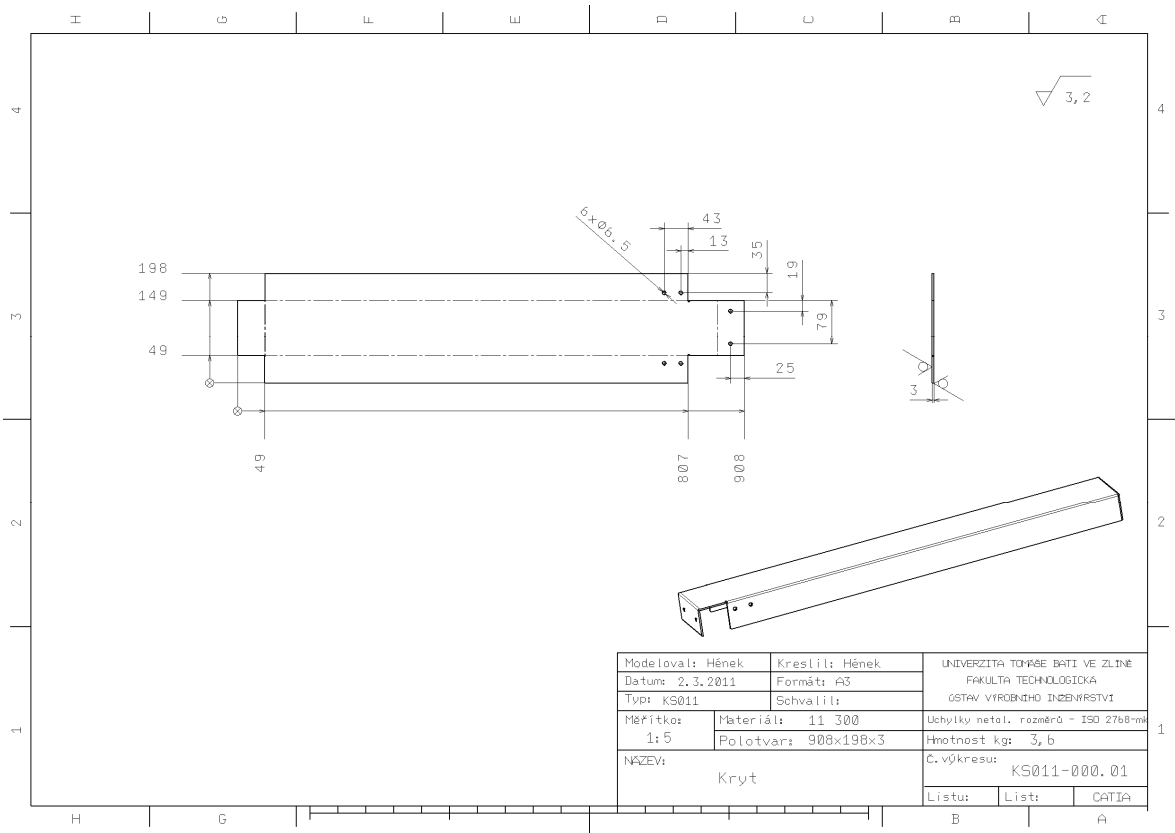
PŘÍLOHA I: SESTAVA



PŘÍLOHA II: KUSOVNÍK SESTAVA

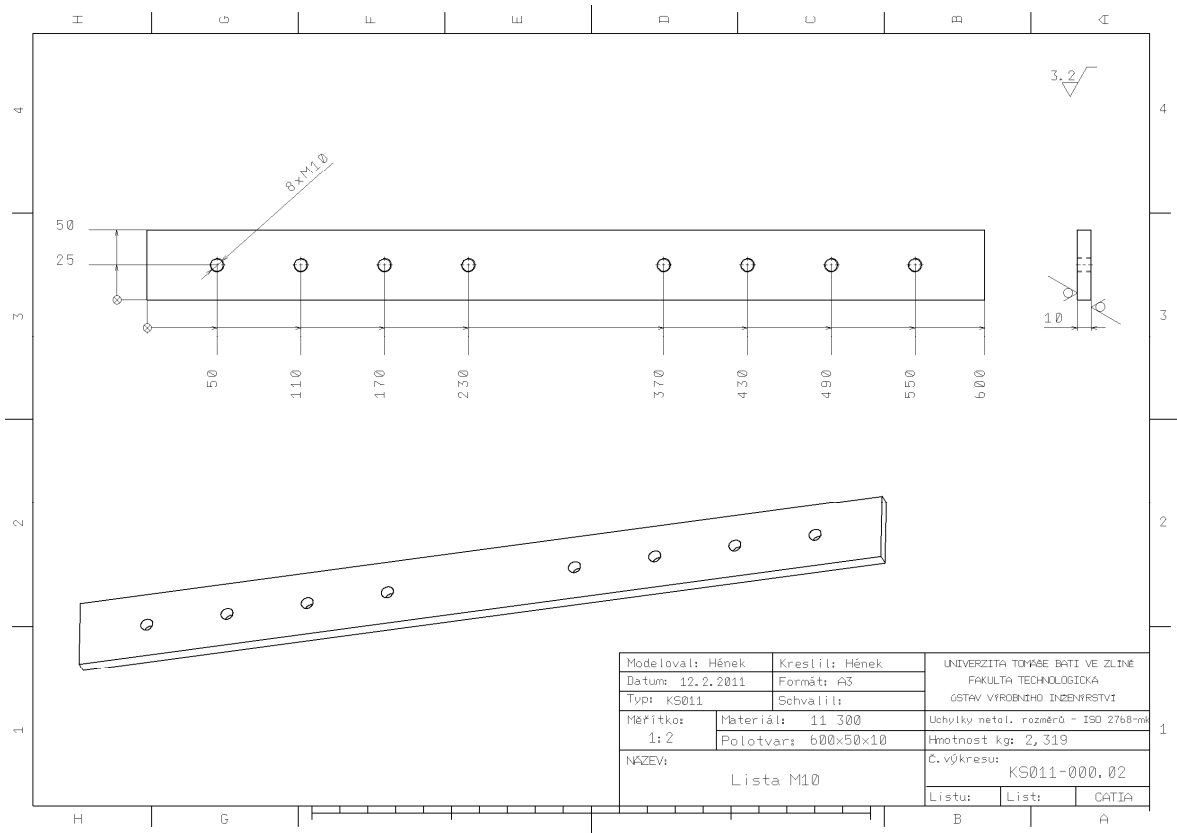
Pozice	Název	Rozměr/Norma	Číslo výkresu	Material	P.kusů
1	Kryt	908x198x3	KS011-000.01	11 300	1
2	Lista M10	600x50x10	KS011-000.02	11 300	2
3	Držák pneu	680x392	KS011-140.00		1
4	Stul sestava	1400x500x600	KS011-100.00		1
5	Sklo sestava	600x244x93	KS011-110.00		1
6	Hřidel sestava	40xø40	KS011-120.00		10
7	Patka sestava	150x130x100	KS011-130.00		4
8	GFD-16				1
9	R16-05T3-FSIDIN				1
10	Kuličkový šroub R16				1
11	GAS/CCE Gr.01	ø14-16			1
12	Šroub M5x8	ČSN 02 1131.20			10
13	Šroub M6x12	ČSN 02 1103.52			2
14	Šroub M6x20	ČSN 02 1103.52			4
15	Šroub M5x20	ČSN 02 1143.52			6
16	Šroub M10x30	ČSN 02 1131.20			4
17	Kolík 8x32	ČSN 02 2150.2			2
Modeloval: Hének		Kreslil: Hének		UNIVERZITA TOMÁŠE BÁTĚV ZLÍNE FAKULTA TECHNOLOGICKÁ ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ	
Datum: 25.4.2011		Formát: A4			
Typ: KS011		Schválil:			
Měřítko:	Materiál:		Uchylky netol.rozměrů - ISO 2768-mk		
	Polo tvar:		Hmotnost kg:		
Název:		C.výkresu:			
Kusovník sestava		KS011-000.00			
		Listu:		List: CATIA	

PŘÍLOHA III: KRYT

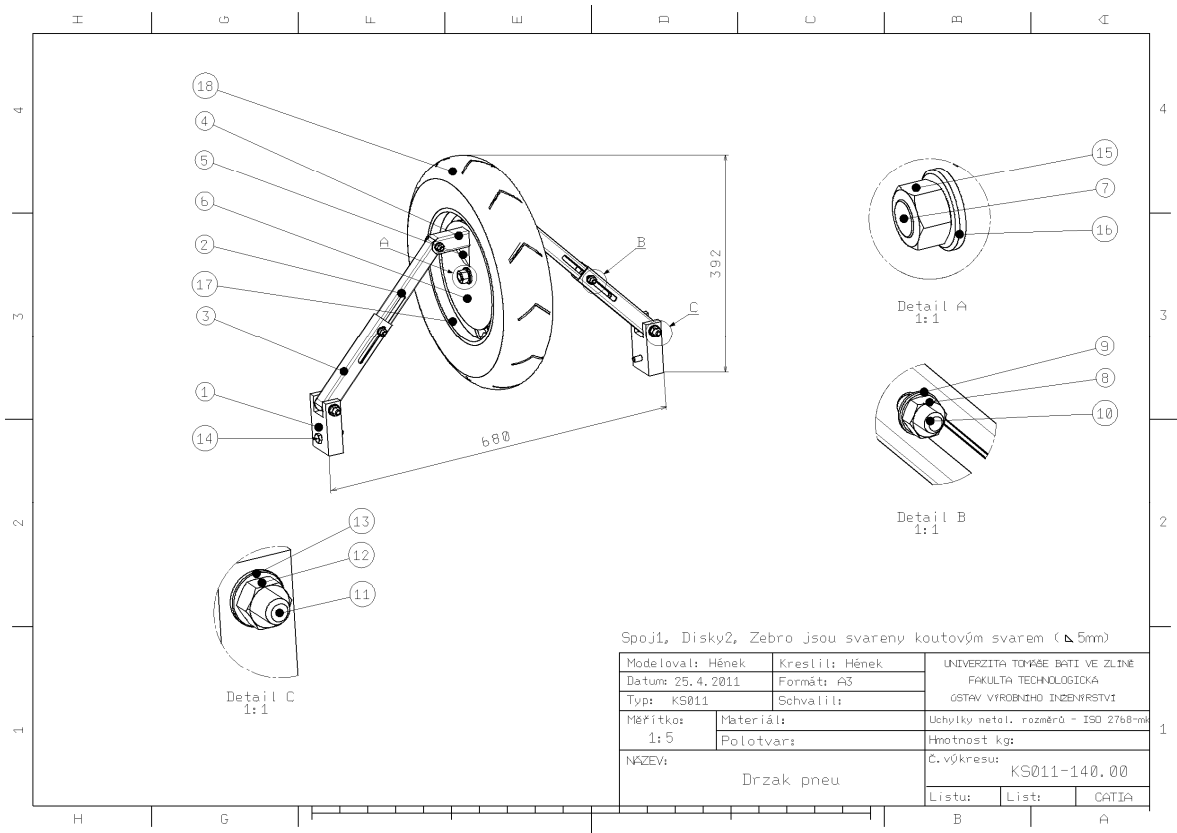


Modeloval: Hének	Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ
Datum: 2.3.2011	Formát: A3	FAKULTA TECHNOLOGICKÁ
Typ: KS011	Schválil:	ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ
Měřítko: 1:5	Materiál: 11 300	Uchytky netal. rozměrů - ISO 2768-mS
	Polotvar: 908x198x3	Hmotnost kg: 3,6
NÁZEV: Kryt		C. výkresu: KS011-000.01
		Listu: List: CATIA

PŘÍLOHA IV: LIŠTA M10



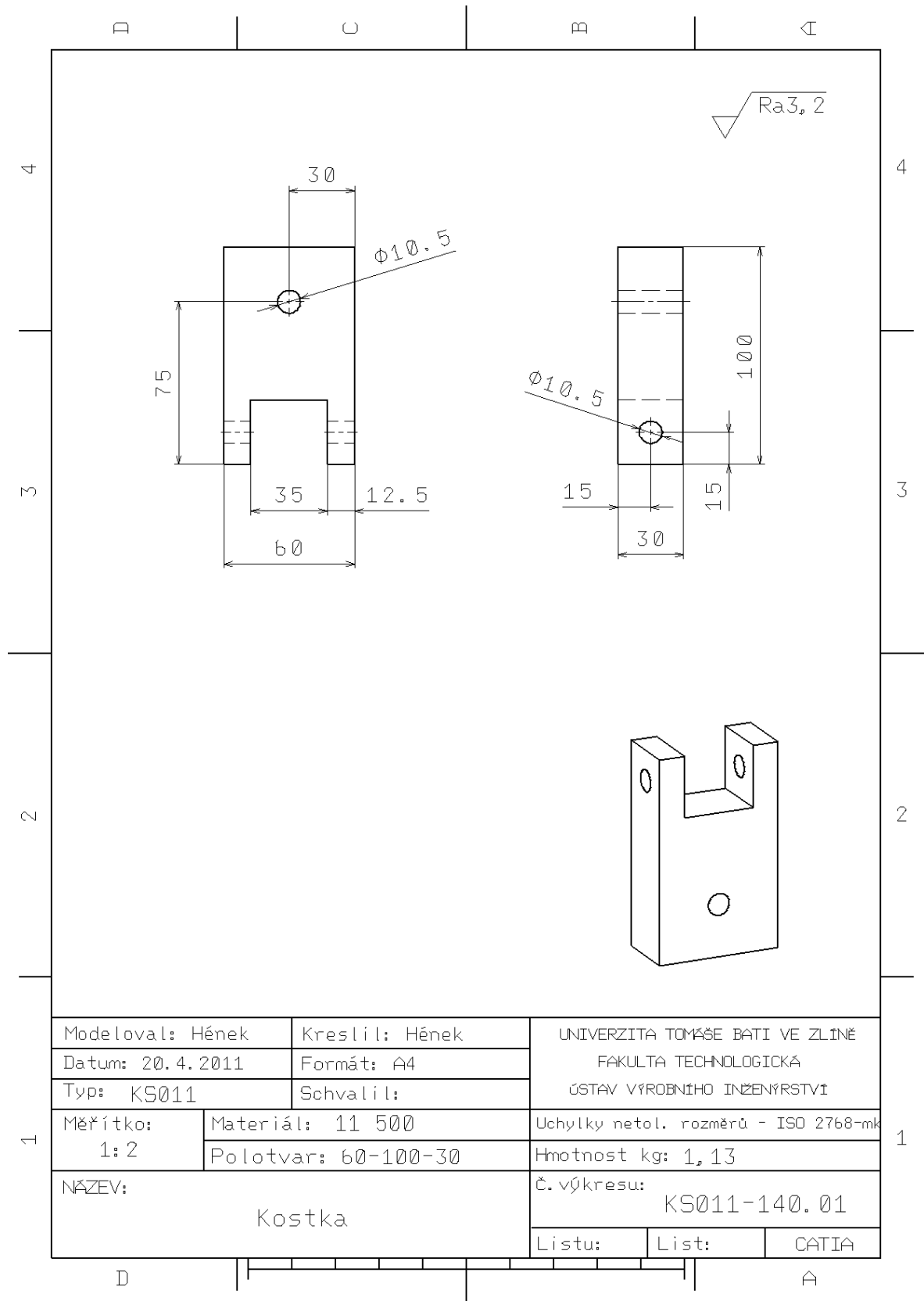
PŘÍLOHA V: DRZAK PNEU SESTAVA



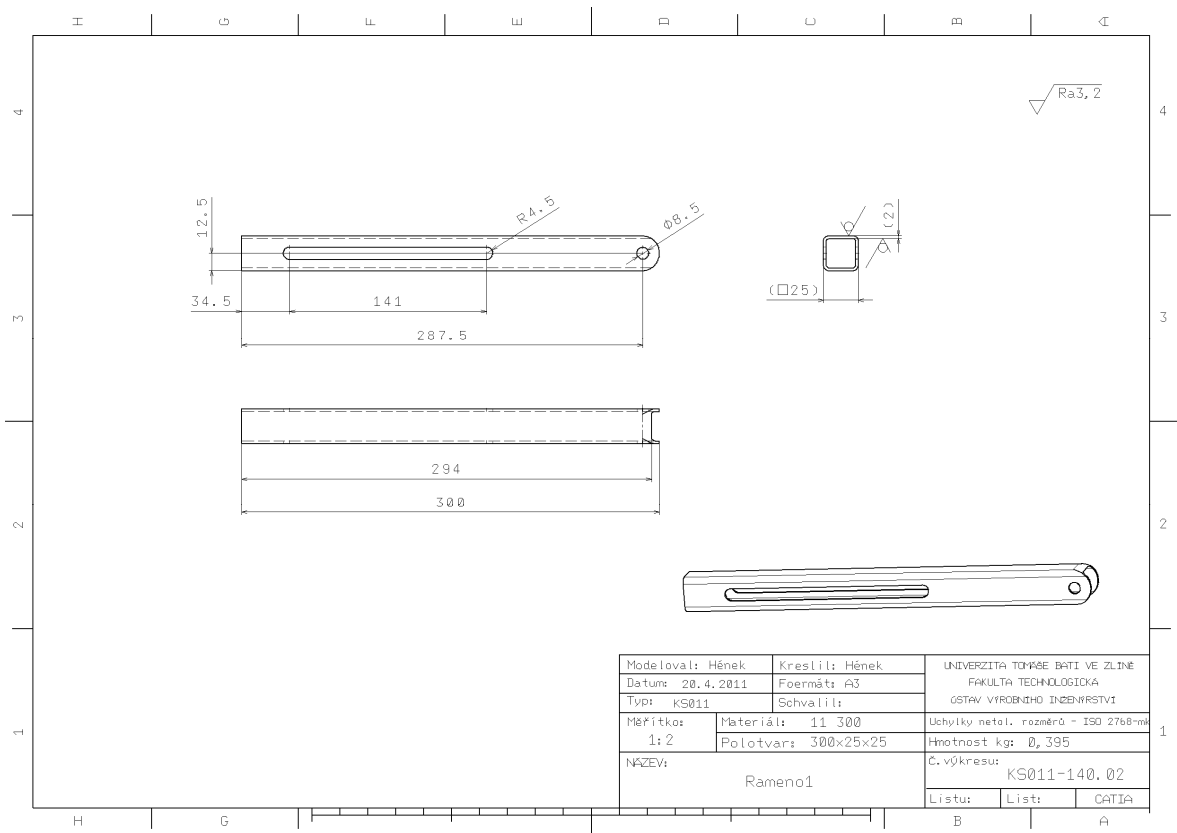
PŘÍLOHA VI: KUSOVNÍK DRZAK PNEU

Pozice	Název	Rozměr/Norma	Číslo výkresu	Material	P.kusů
1	Kosťka	60x100x30	KS011-140.01	11 500	2
2	Rameno1	300x25x25	KS011-140.02	11 300	2
3	Rameno2	200x30x30	KS011-140.03	11 300	2
4	Spoj1	75x30x30	KS011-140.04	11 300	2
5	Zebro1	20x40x22	KS011-140.05	11 500	2
6	Disk2	ø200x5	KS011-140.06	11 500	2
7	Stred1	ø24x85	KS011-140.07	11 500	1
8	Matice M8	ČSN 02 1401.40			4
9	Podložka 8	ČSN 02 1703.10			8
10	Šroub M8x45	ČSN 02 1103.52			4
11	Šroub M10x80	ČSN 02 1103.52			2
12	Matice M10	ČSN 02 1401.40			2
13	Podložka 10,5	ČSN 02 1703.10			8
14	Šroub M10x45	ČSN 02 1103.52			2
15	Matice M14	ČSN 02 1401.40			2
16	Podložka 16	ČSN 02 1703.10			2
17	Přední ráfek	Jazz xyst50			1
18	Michelin	S1 100/90 R10			1
Modeloval: Hének		Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMÁŠE BÁTĚ VE ZLÍNĚ		
Datum: 25.4.2011		Formát A4	FAKULTA TECHNOLOGICKÁ		
Typ: KS011		Schválil:	ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ		
Měřítko:	Material:	Uchytky netol.rozměrů - ISO 2768-mk			
	Polotvar:	Hmotnost kg:			
Název:		C.vykresu:			
Kusovník drzak pneu		KS011-140.0			
		Listu:	List:	CATIA	

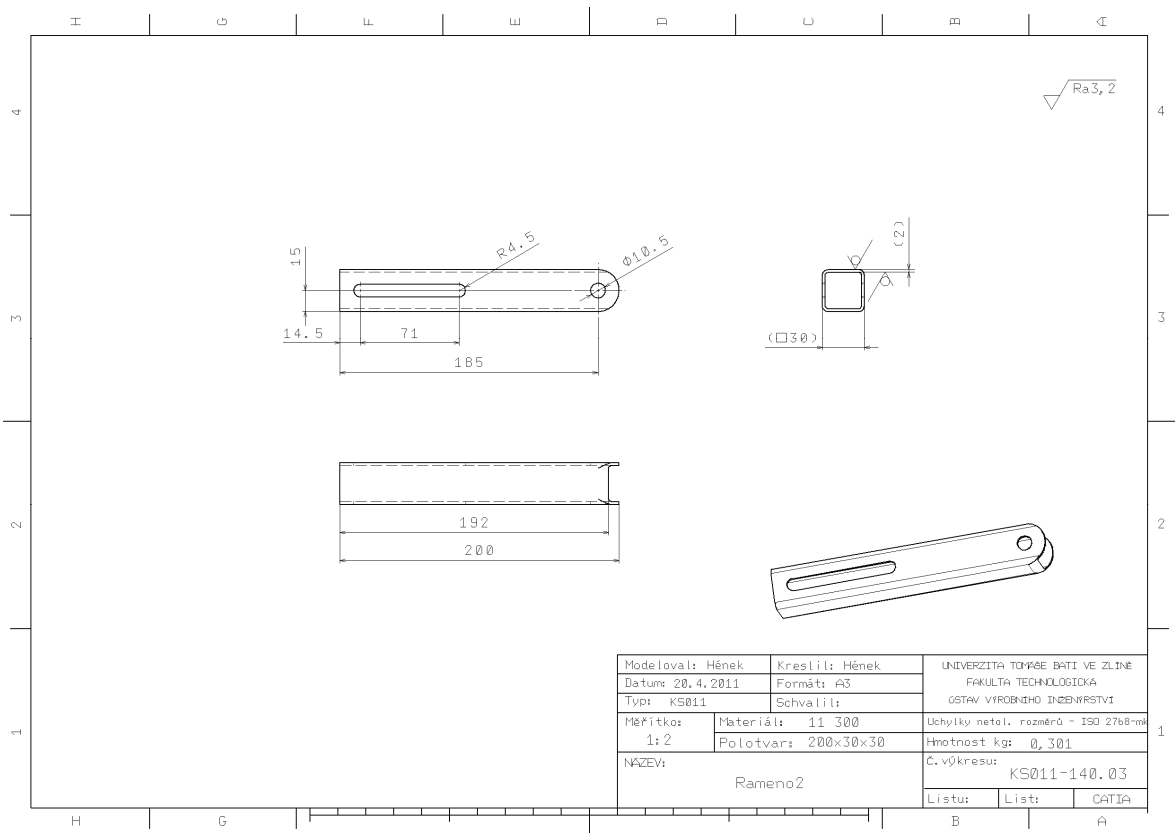
PŘÍLOHA VII: KOSTKA



PŘÍLOHA VIII: RAMENO1

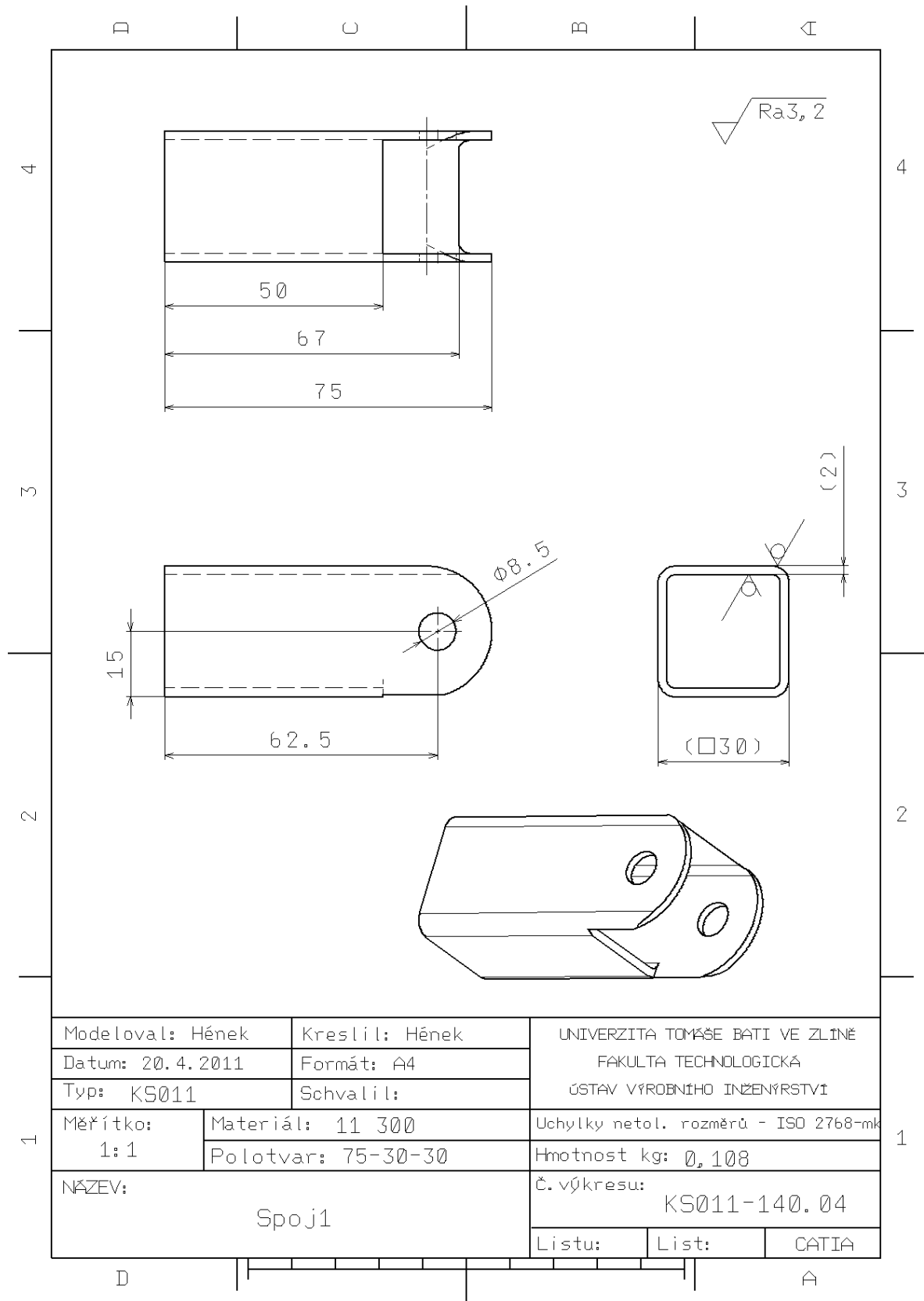


PŘÍLOHA IX:RAMENO2



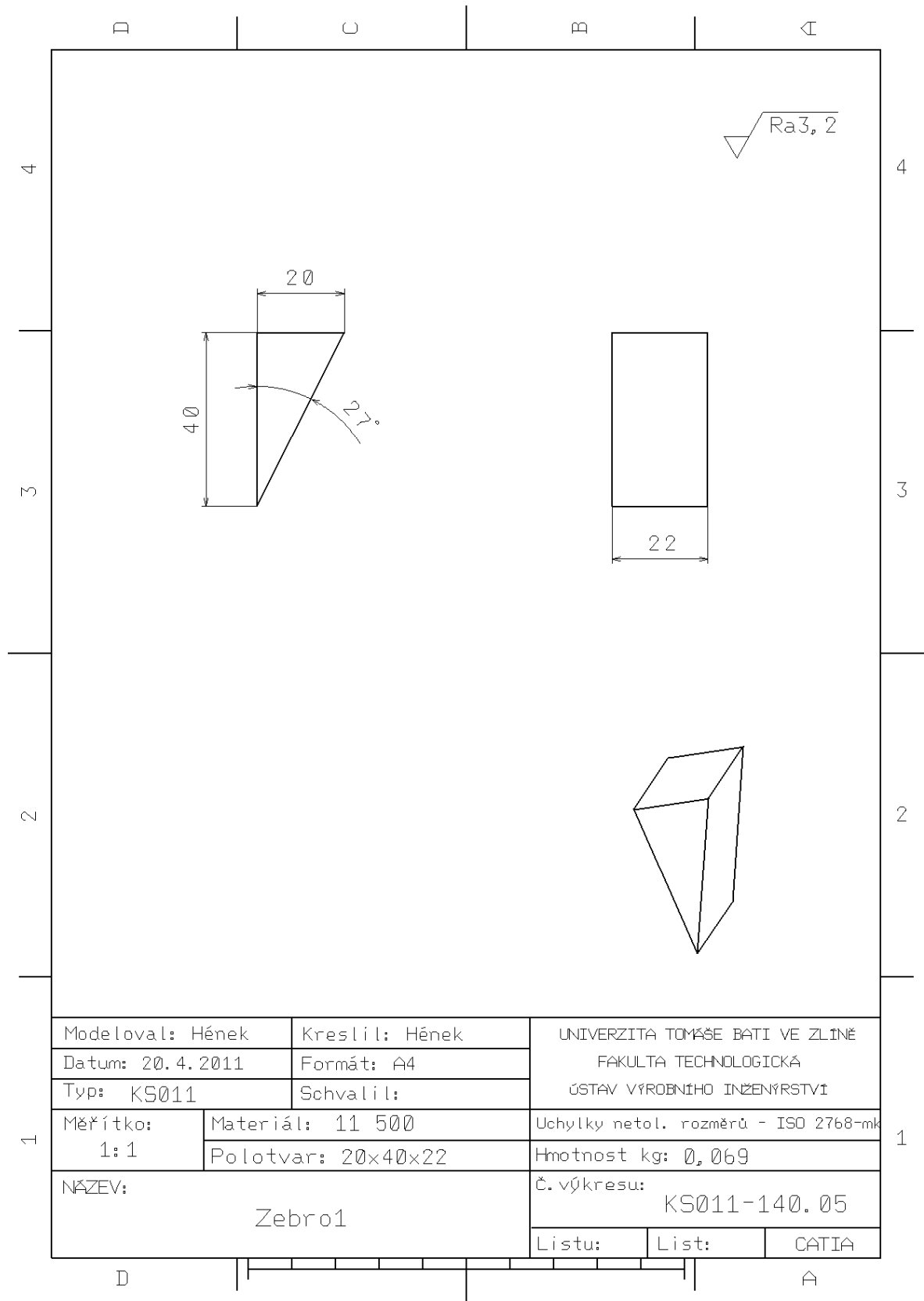
Modeloval: Hének	Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ
Datum: 20.4.2011	Formát: A3	FAKULTA TECHNOLOGICKÁ
Typ: KS011	Schválil:	ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ
Měřítko: 1:2	Materiál: 11 300	Uchytky netol. rozměry - ISO 2768-mS
	Polotvar: 200x30x30	Hmotnost kg: 0,301
NÁZEV: Rameno2		C. výkresu: KS011-140.03
		Listu: List: CATIA

PŘÍLOHA X: SPOJ1



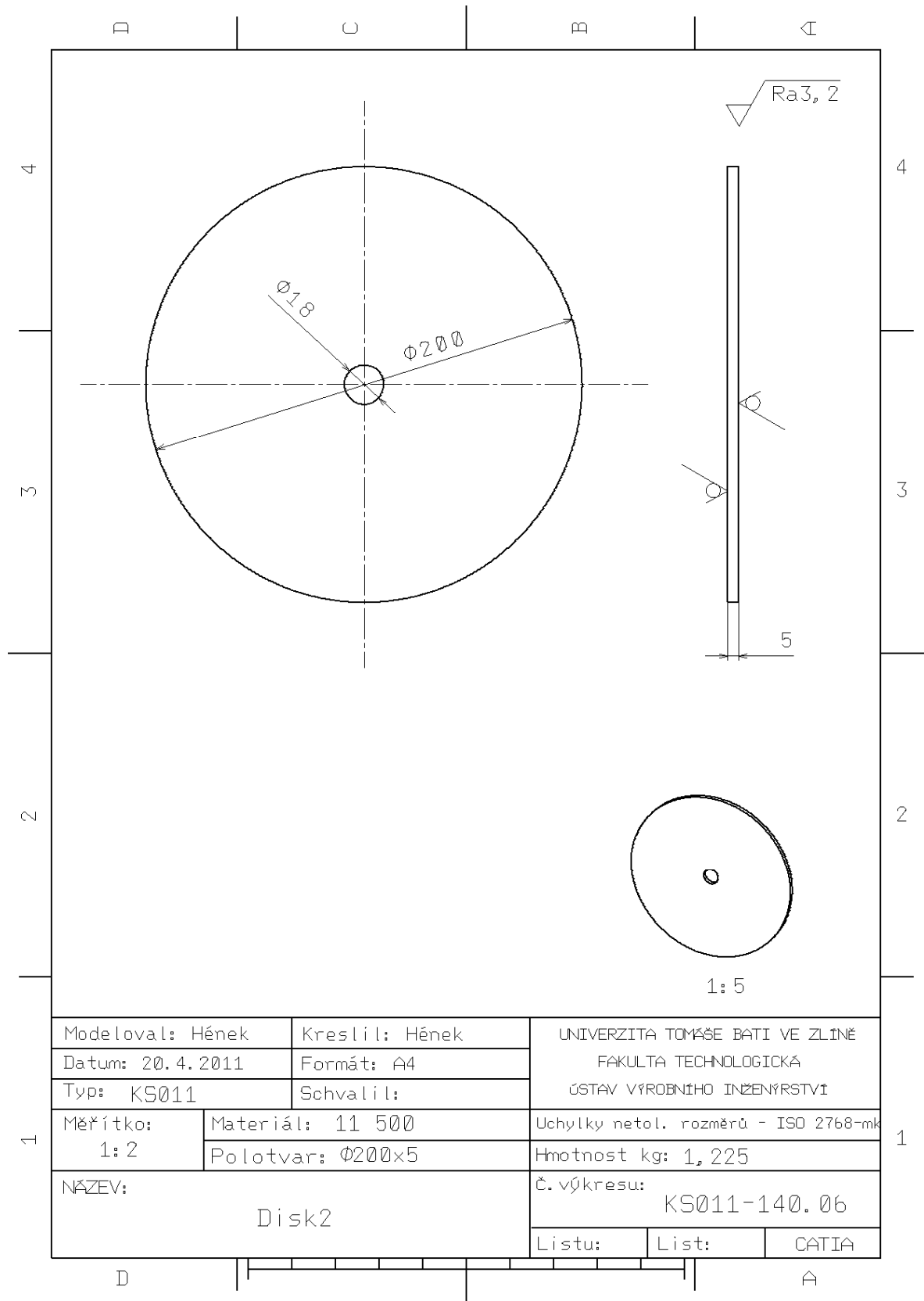
Modeloval: Hének		Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ FAKULTA TECHNOLOGICKÁ ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ	
Datum: 20.4.2011		Formát: A4		
Typ: KS011		Schválil:		
Měřítko: 1:1	Materiál: 11 300	Uchylky netol. rozměrů - ISO 2768-mk		
	Polotvar: 75-30-30	Hmotnost kg: 0,108		
NÁZEV: Spoj1		Č. výkresu: KS011-140.04		
	Listu:	List:	CATIA	

PŘÍLOHA XI: ZEBRO1



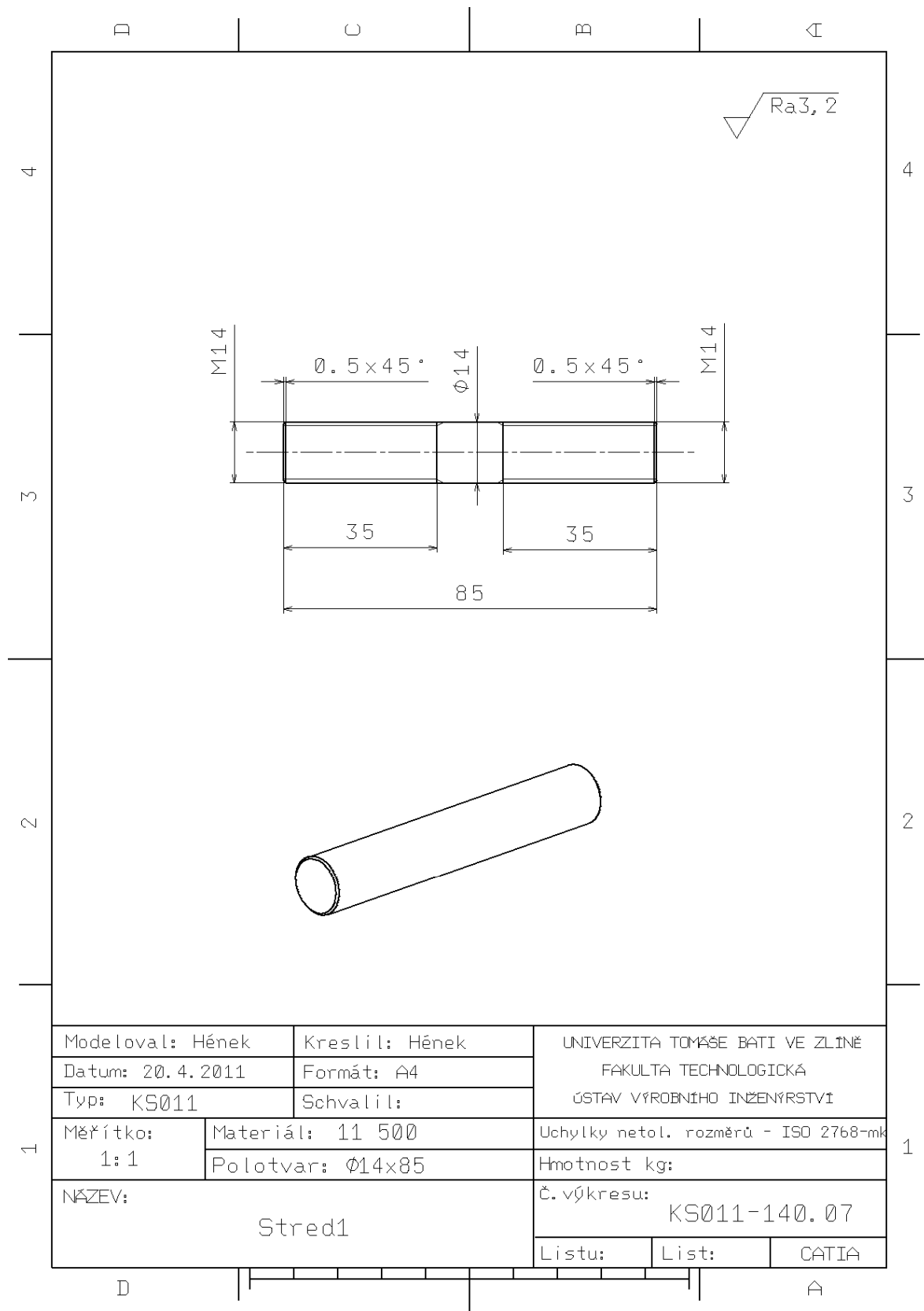
Modeloval: Hének		Kreslil: Hének		UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ FAKULTA TECHNOLOGICKÁ ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ	
Datum: 20.4.2011		Formát: A4			
Typ: KS011		Schválil:			
Měřítko: 1:1	Materiál: 11 500		Uchylky netol. rozměrů - ISO 2768-mk		
	Polotvar: 20x40x22		Hmotnost kg: 0,069		
NÁZEV: Zebro1			Č. výkresu: KS011-140.05		
			Listu:	List:	CATIA

PŘÍLOHA XII: DISK2



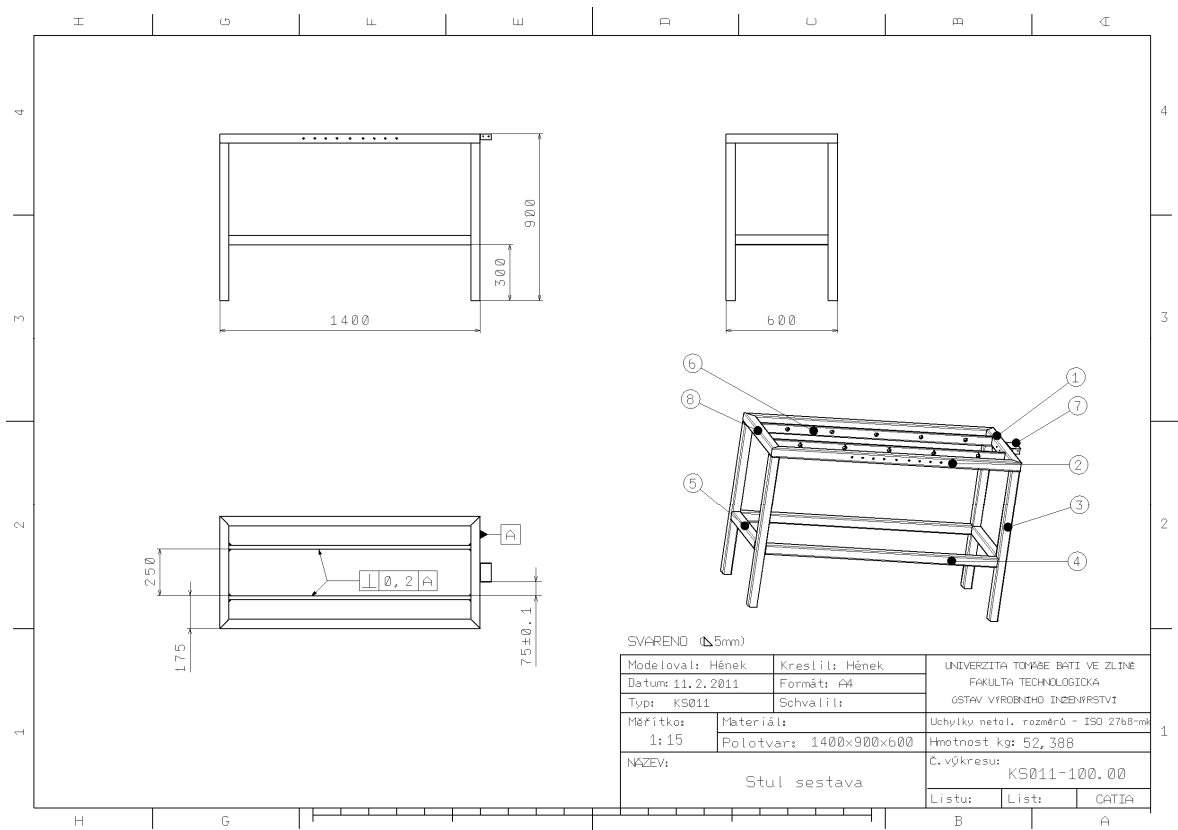
Modeloval: Hének		Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ	
Datum: 20.4.2011		Formát: A4	FAKULTA TECHNOLOGICKÁ	
Typ: KS011		Schválil:	ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ	
Měřítko: 1:2	Materiál: 11 500		Uchylky netol. rozměrů - ISO 2768-mk	
	Polotvar: Ø200x5		Hmotnost kg: 1,225	
NÁZEV: Disk2			Č. výkresu: KS011-140.06	
Listu:		List:	CATIA	

PŘÍLOHA XIII: STRED1



Modeloval: Hének	Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ	
Datum: 20.4.2011	Formát: A4	FAKULTA TECHNOLOGICKÁ	
Typ: KS011	Schválil:	ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ	
Měřítko: 1:1	Materiál: 11 500	Uchylky netol. rozměrů - ISO 2768-mk	
	Polotvar: Ø14x85	Hmotnost kg:	
NÁZEV: Stred1		Č. výkresu: KS011-140.07	
	Listu:	List:	CATIA

PŘÍLOHA XIV: STŮL SESTAVA

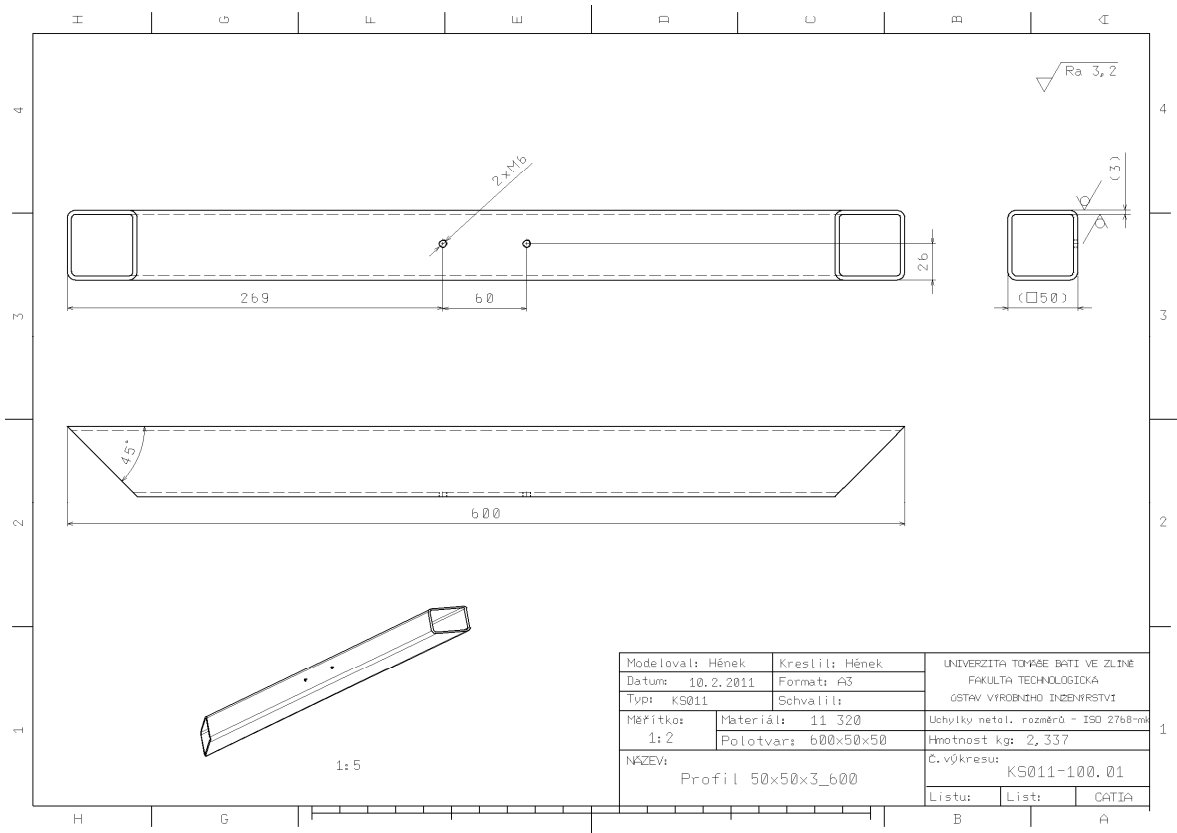


PŘÍLOHA XV: KUSOVNÍK STOLU

Pozice	Název	Rozměr/Norma	Číslo výkresu	Material	P.kusů
1	Profil 50x50x3 600	50x50x600	KS011-100.01	11 320	1
2	Profil 50x50x3 1400	50x50x1400	KS011-100.02	11 320	2
3	Profil 50x50x3 850	50x50x850	KS011-100.03	11 320	4
4	Profil 50x50x3 1300	50x50x1300	KS011-100.04	11 320	2
5	Profil 50x50x3 500	50x50x500	KS011-100.05	11 320	2
6	Profil 50x20x2 1300	50x20x1300	KS011-100.06	11 320	2
7	Drzak	100x60x31	KS011-100.07	11 500	1
8	Profil 50x50x3 600 1	50x50x600	KS011-100.08	11 320	1

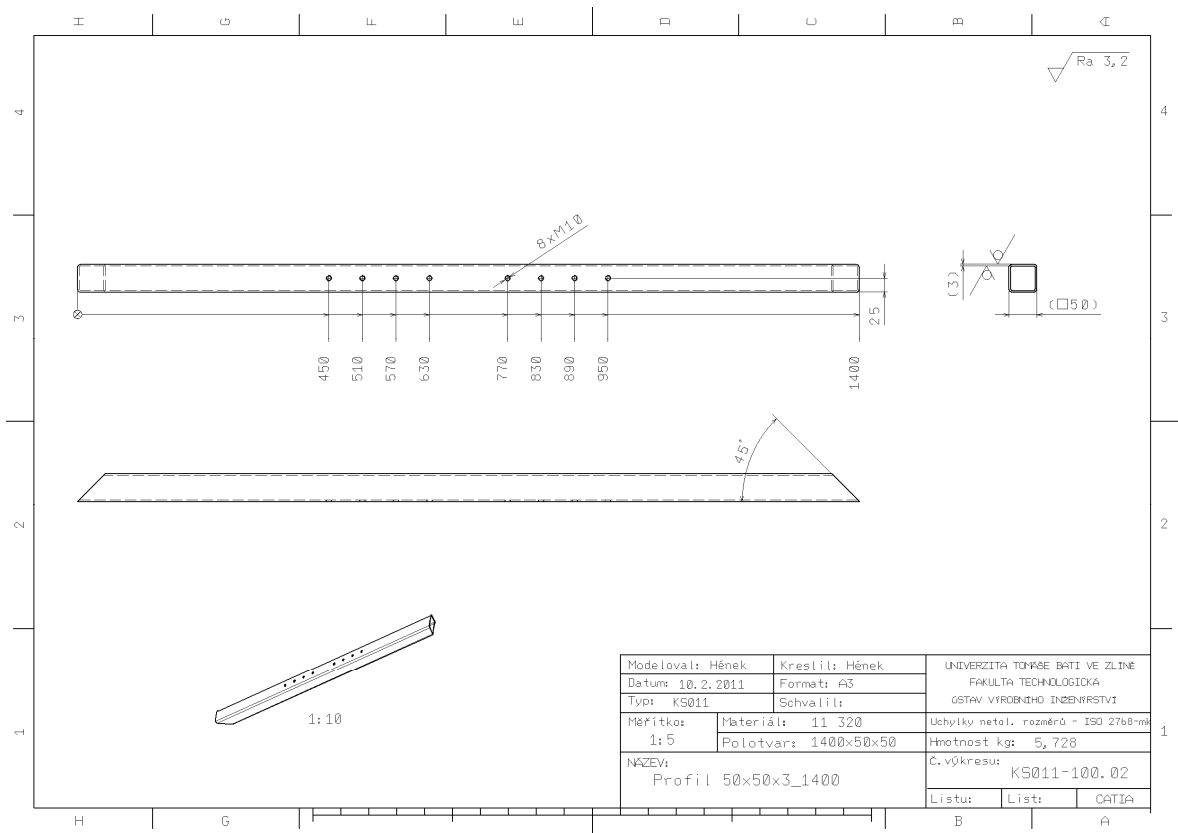
Modeloval: Hének		Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMASE BATIVE ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKÁ ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ		
Datum: 11.2.2011		Formát A4			
Typ: KS011		Schválil:			
Měřitko:	Material:	Uchytky netol.rozměrů - ISO 2768-mk			
	Polotvar:	Hmotnost kg:			
Název:		C.výkresu:			
Kusovník stolu		KS011-100.0			
		Listu:	List:	CATIA	

PŘÍLOHA XVI: PROFIL 50X50X3_600



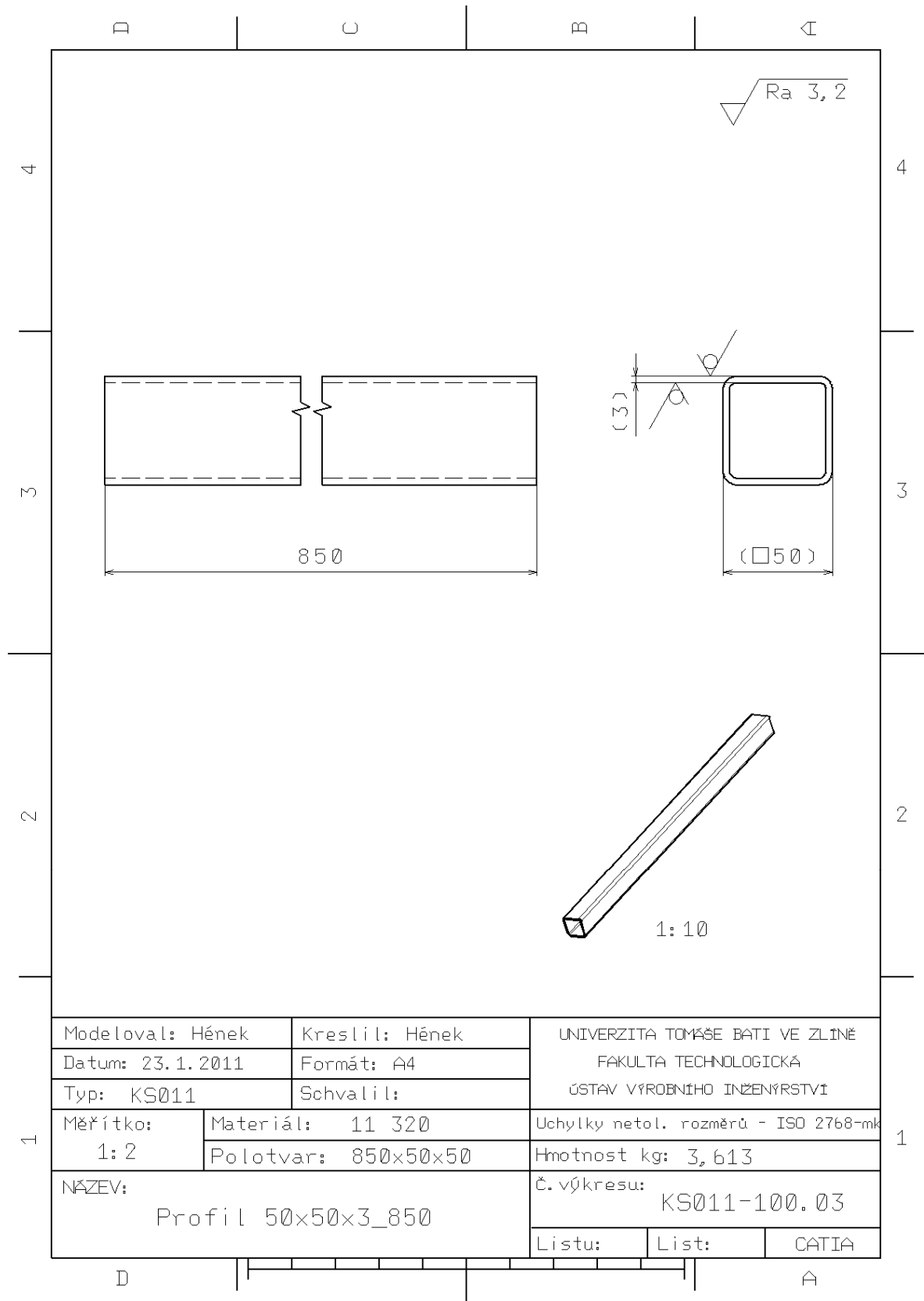
Modeloval: Hének	Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ
Datum: 10.2.2011	Format: A3	FAKULTA TECHNOLOGICKÁ
Typ: KS011	Schválil:	ÚSTAV VÝROBNĚHO INŽENÝRSTVÍ
Měřítko: 1:2	Materiál: 11 320	Uchytky netol. rozměrů - ISO 2768-mS
	Polotvar: 600x50x50	Hmotnost kg: 2,337
NÁZEV: Profil 50x50x3_600		C. výkresu: KS011-100.01
		Listu: List: CATIA

PŘÍLOHA XVII: PROFIL 50X50X3_1400



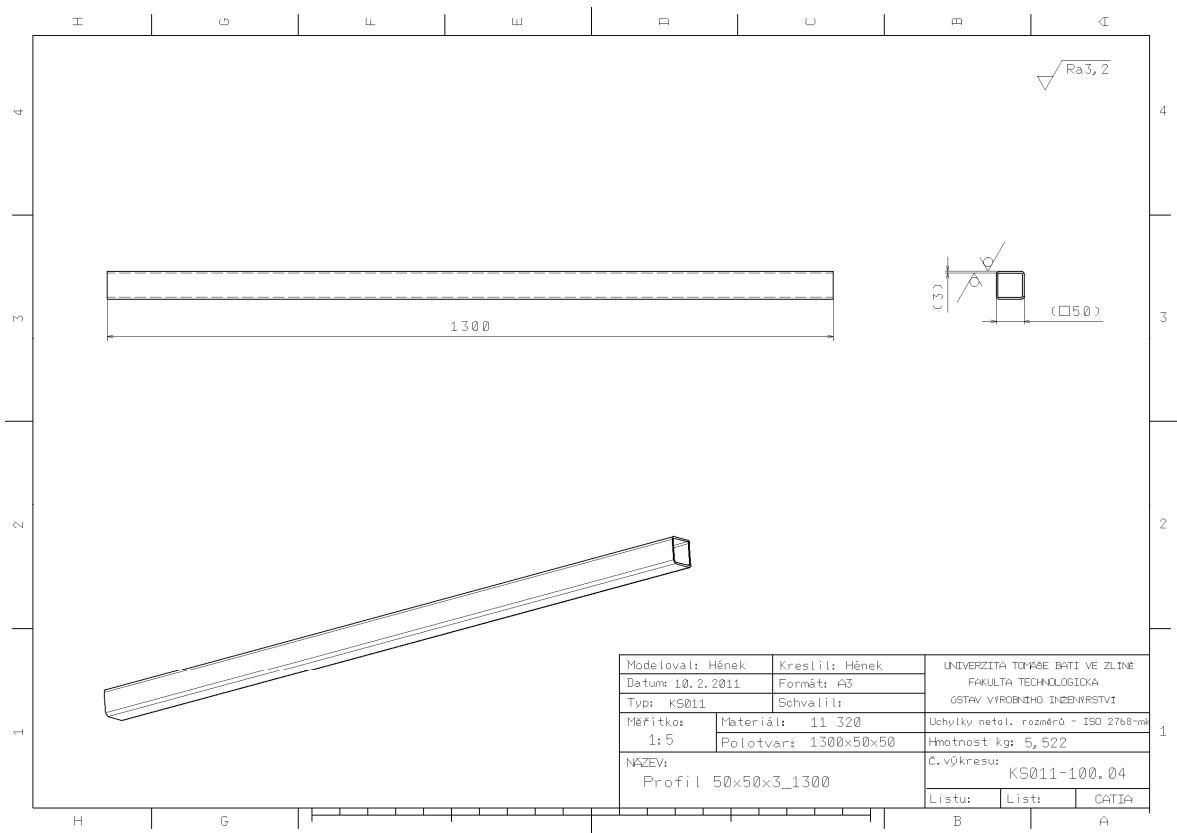
Modeloval: Hének	Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMÁŠE BATEJ VE ZLÍNĚ
Datum: 10. 2. 2011	Format: A3	FAKULTA TECHNOLOGICKÁ
Typ: KS011	Schválil:	ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ
Měřítko: 1:5	Materiál: 11 320	Uchylky netol. rozměru = ISO 2768-mS
	Polotvar: 1400x50x50	Hmotnost kg: 5,726
NÁZEV: Profil 50x50x3_1400		C. výkresu: KS011-100.02
		Listu: List: CATIA

PŘÍLOHA XVIII: PROFIL 50X50X3_850

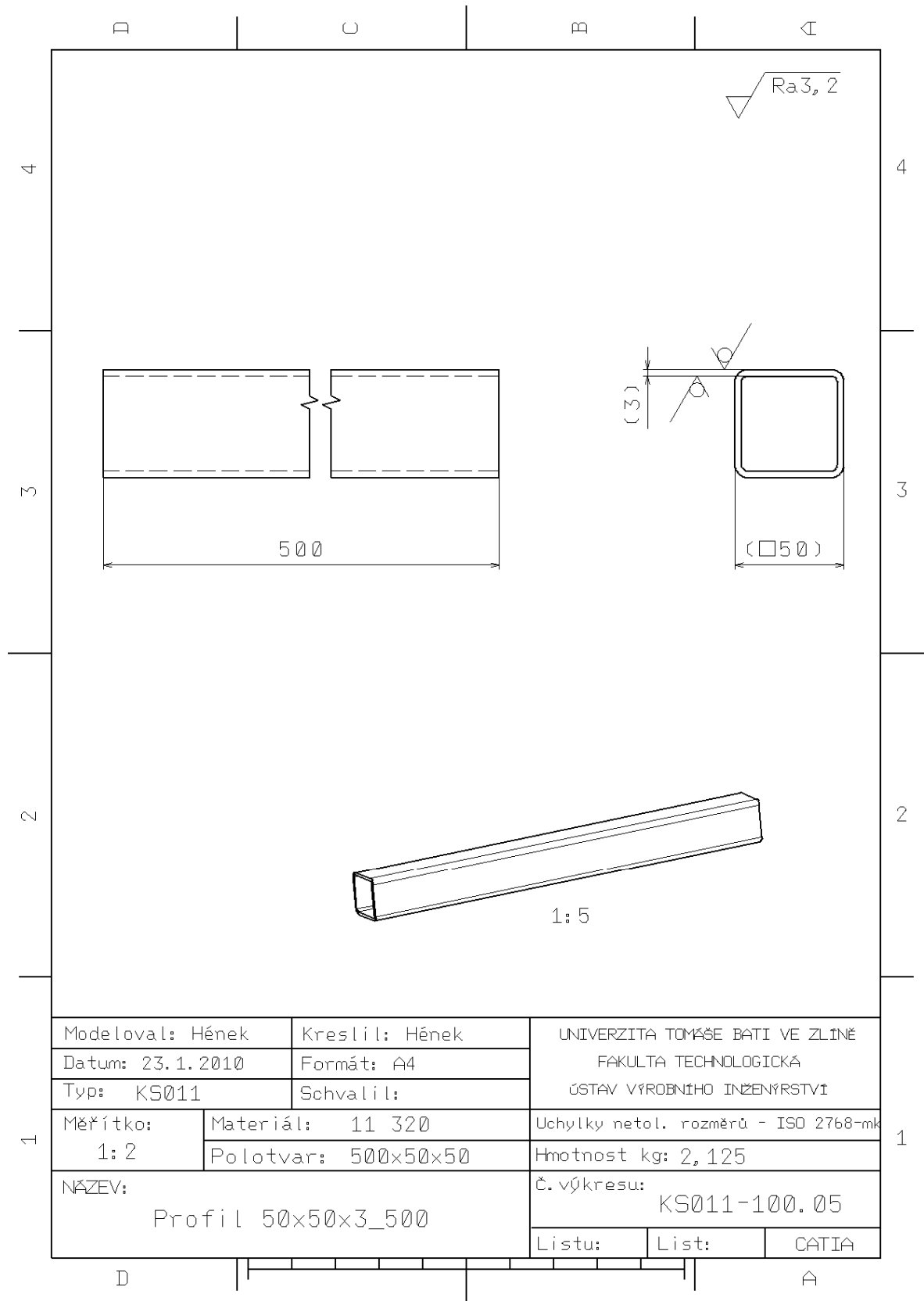


Modeloval: Hének		Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ	
Datum: 23.1.2011		Formát: A4	FAKULTA TECHNOLOGICKÁ	
Typ: KS011		Schválil:	ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ	
Měřítko: 1:2	Materiál: 11 320	Uchylky netol. rozměrů - ISO 2768-mk		
	Polotvar: 850x50x50	Hmotnost kg: 3,613		
NÁZEV: Profil 50x50x3_850		Č. výkresu: KS011-100.03		
		Listu:	List:	CATIA

PŘÍLOHA XIX: PROFIL 50X50X3_1300

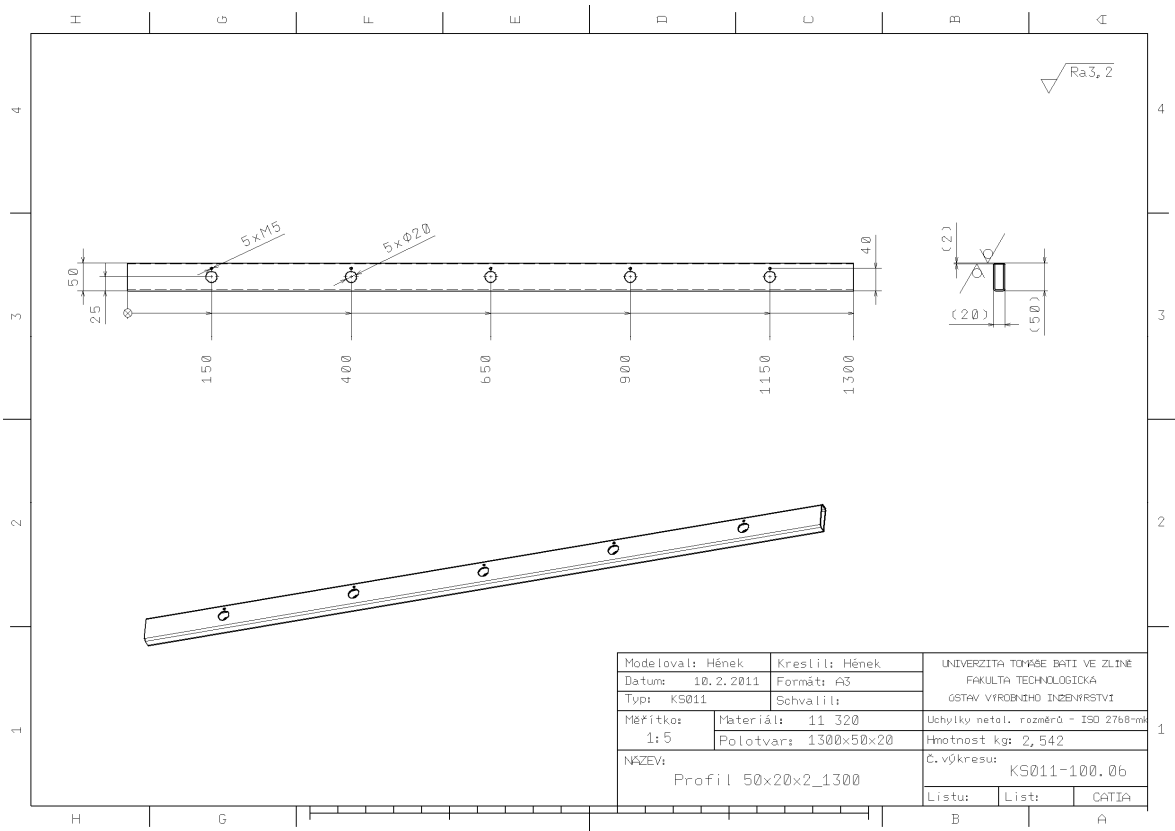


PŘÍLOHA XX: PROFIL 50X50X3_500



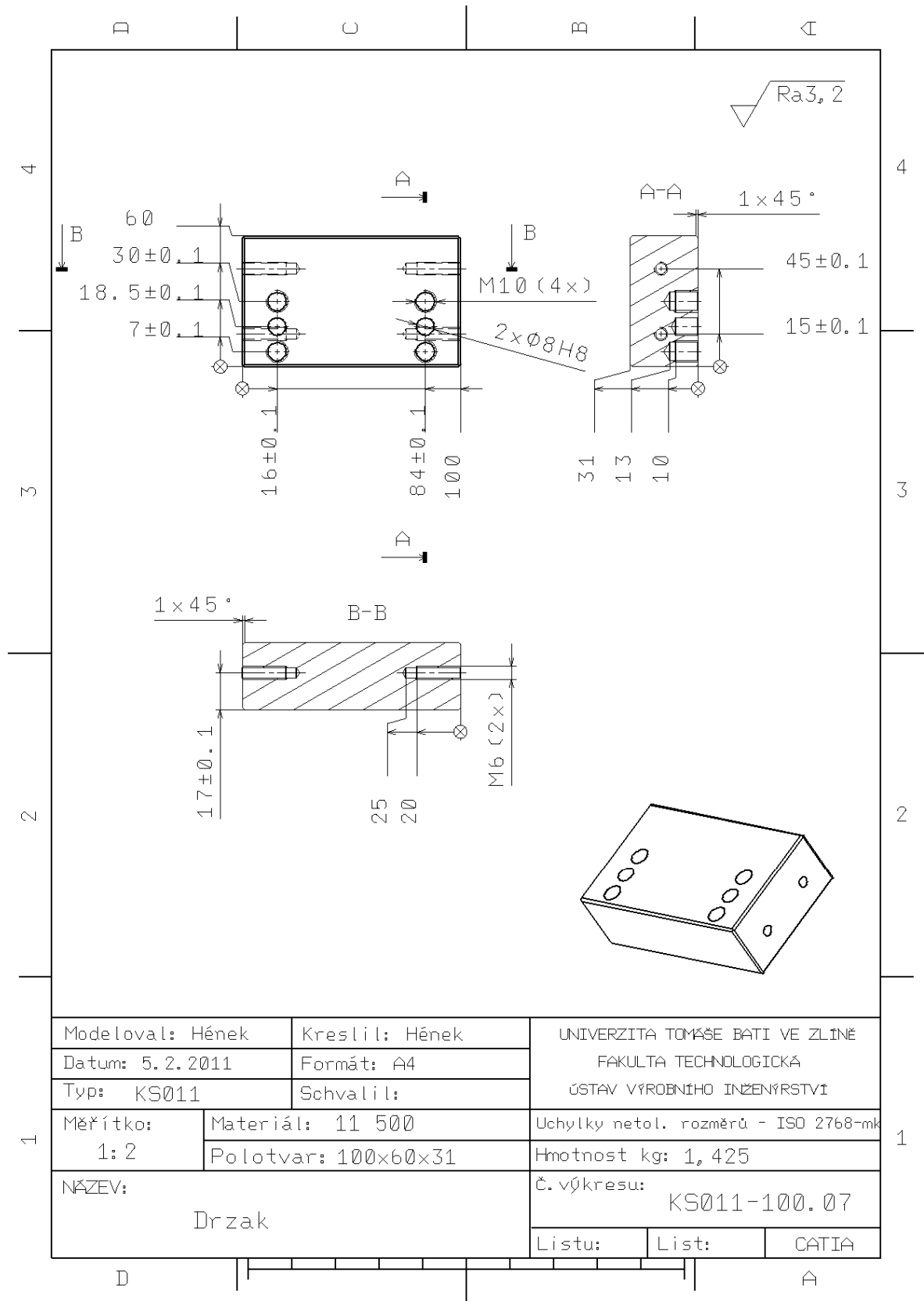
Modeloval: Hének		Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ FAKULTA TECHNOLOGICKÁ ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ	
Datum: 23.1.2010		Formát: A4		
Typ: KS011		Schválil:		
Měřítko: 1:2	Materiál: 11 320	Uchylky netol. rozměrů - ISO 2768-mk		1
	Polotvar: 500x50x50	Hmotnost kg: 2,125		
NÁZEV: Profil 50x50x3_500		Č. výkresu: KS011-100.05		
	Listu:	List:	CATIA	

PŘÍLOHA XXI: PROFIL 50X20X2_1300

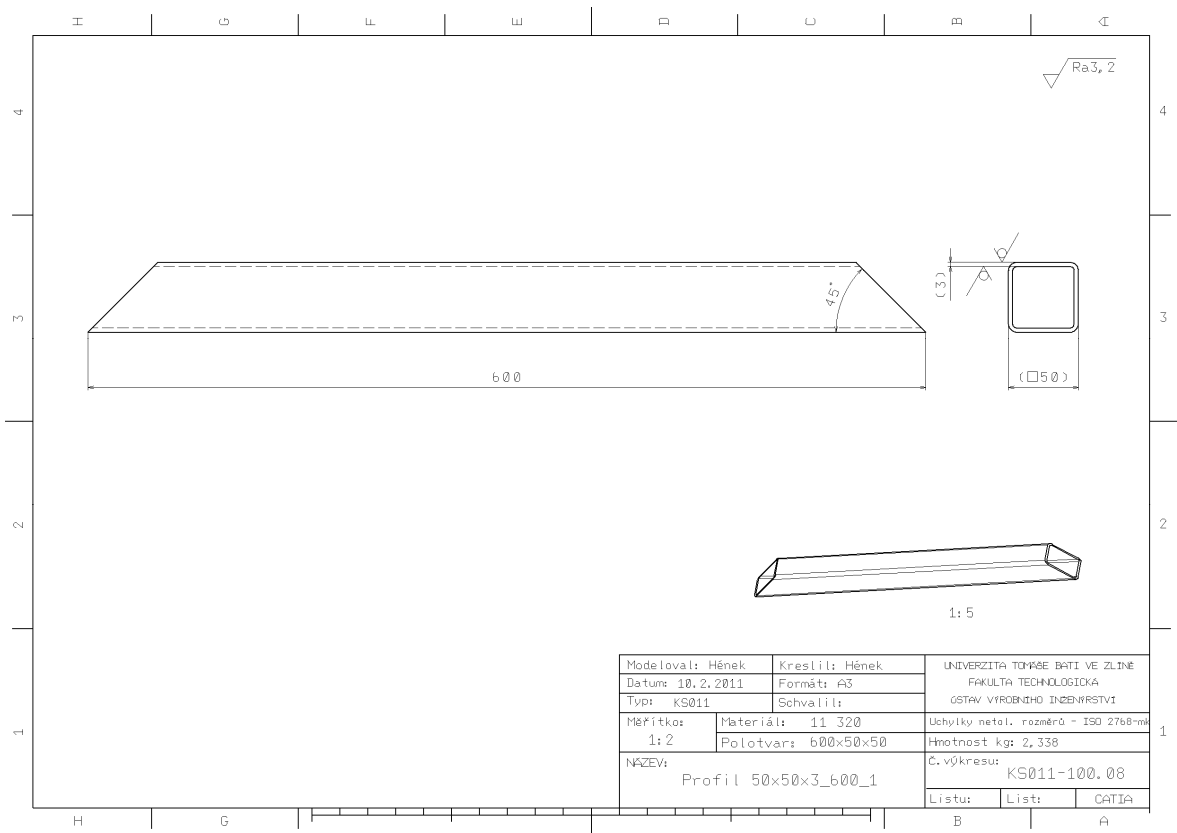


Modeloval: Hének	Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMÁŠE BATEJ VE ZLÍNĚ
Datum: 10. 2. 2011	Formát: A3	FAKULTA TECHNOLOGICKÁ
Typ: KS011	Schválil:	ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ
Měřítko: 1:5	Materiál: 11 320	Uchylky netol. rozměrů = ISO 2768-mS
	Polotvar: 1300x50x20	Hmotnost kg: 2,542
NÁZEV: Profil 50x20x2_1300		C. výkresu: KS011-100.0b
		Listu: List: CATIA

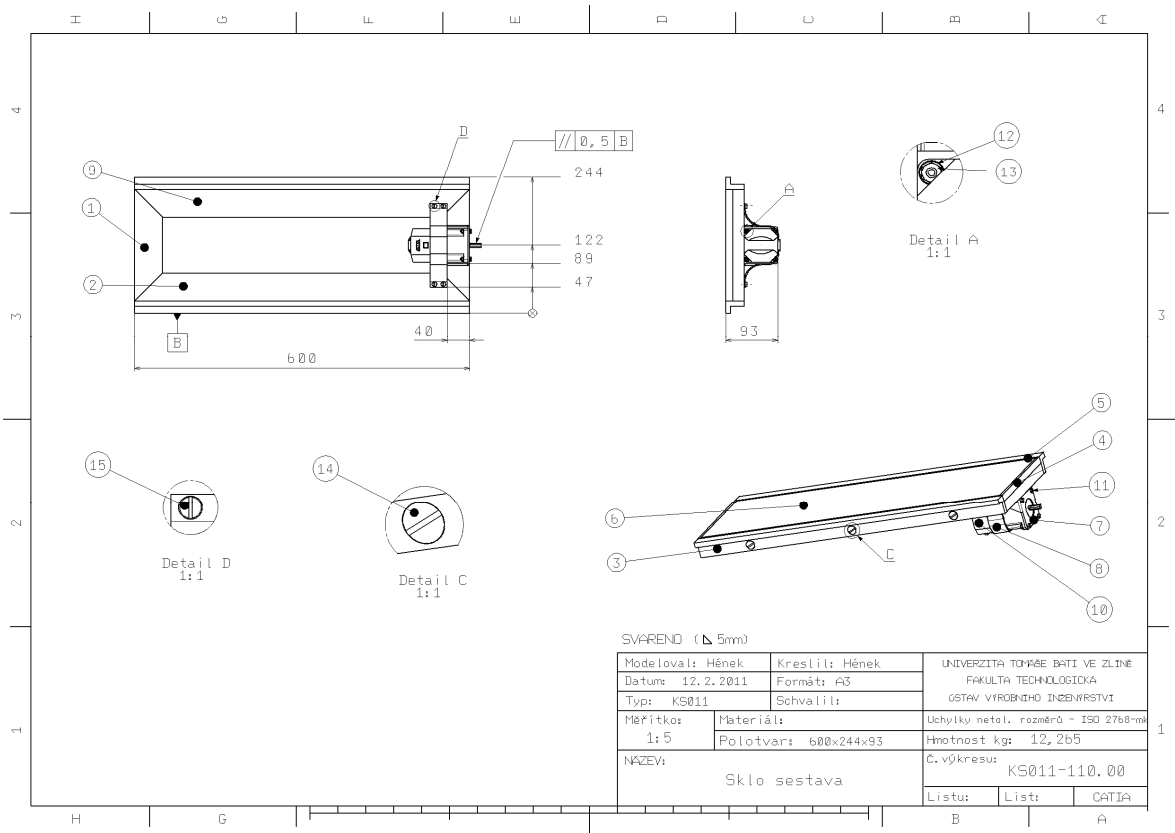
PŘÍLOHA XXII: DRZAK



PŘÍLOHA XXIII: PROFIL 50X50X3_600_1



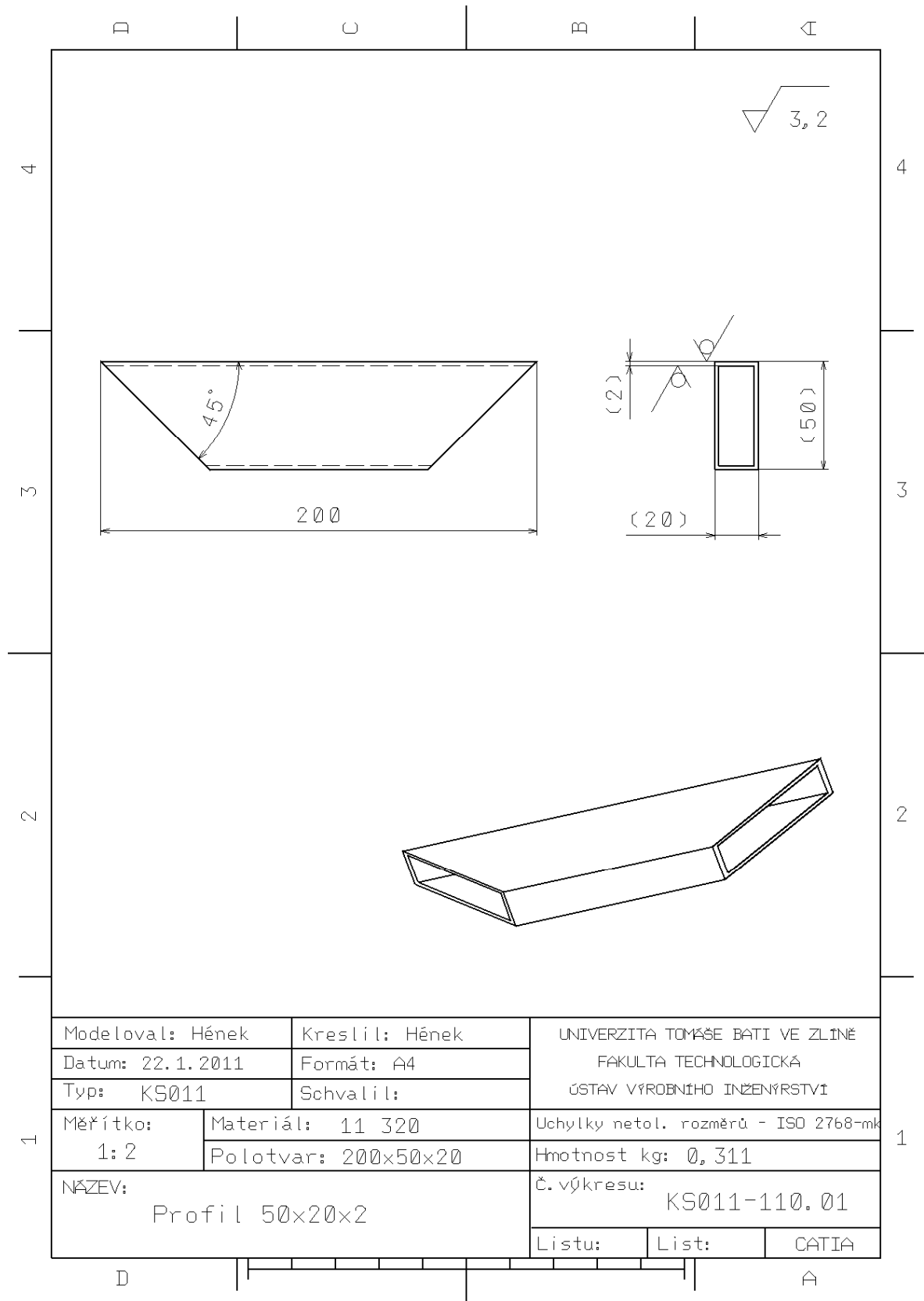
PŘÍLOHA XXIV: SKLO SESTAVA



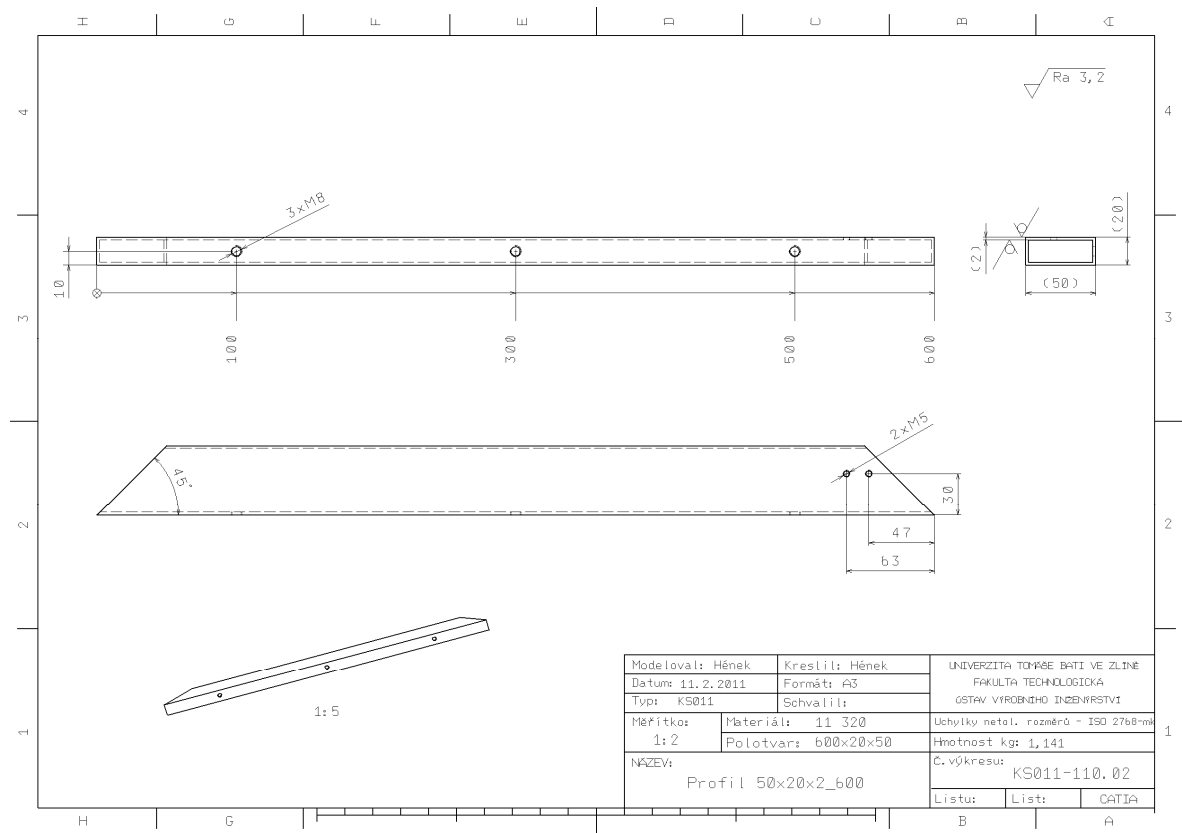
PŘÍLOHA XXV: KUSOVNÍK SKLA SESTAVA

Pozice	Název	Rozměr/Norma	Číslo výkresu	Material	P.kusů
1	Profil 50x20x2	200x50x20	KS011-110.01	11 320	2
2	Profil 50x20x2_600	600x20x50	KS011-110.02	11 320	1
3	Vedení	600x33x22	KS011-110.03	11 300	2
4	Ram 50x13x5	200x50x13	KS011-110.04	11 300	2
5	Ram 50x13x5_600	600x50x13	KS011-110.05	11 300	2
6	Sklo	590x190x8	KS011-110.06	GL 70	1
7	Drzak 2	148x60x3	KS011-110.07	11 300	1
8	Pas	221x30x2	KS011-110.08	11 300	1
9	Profil 50x20x2_600_1	600x20x50	KS011-110.09	11 320	1
10	Krokový motor ASX66A				1
11	Šroub M4x16	ČSN 02 1101.10			4
12	Podložka 4,3	ČSN 02 1703.10			4
13	Matice M4	ČSN 02 1401.40			4
14	Šroub M8x12	ČSN 02 1151.15			6
15	Šroub M5x6	ČSN 02 1131.20			4
Modeloval: Hének		Kreslil: Hének		UNIVERZITA TOMASE BATI VE ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKÁ ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ	
Datum: 12.2.2011		Formát: A4			
Typ: KS011		Schválil:			
Měřitko:	Material:	Uchytky netol.rozměru - ISO 2768-mk			
	Polotvar:	Hmotnost kg:			
Název: Kusovník skla sestava			C.výkresu: KS011-110.00		
		Listu:	List:	CATIA	

PŘÍLOHA XXVI: PROFIL 50X20X2

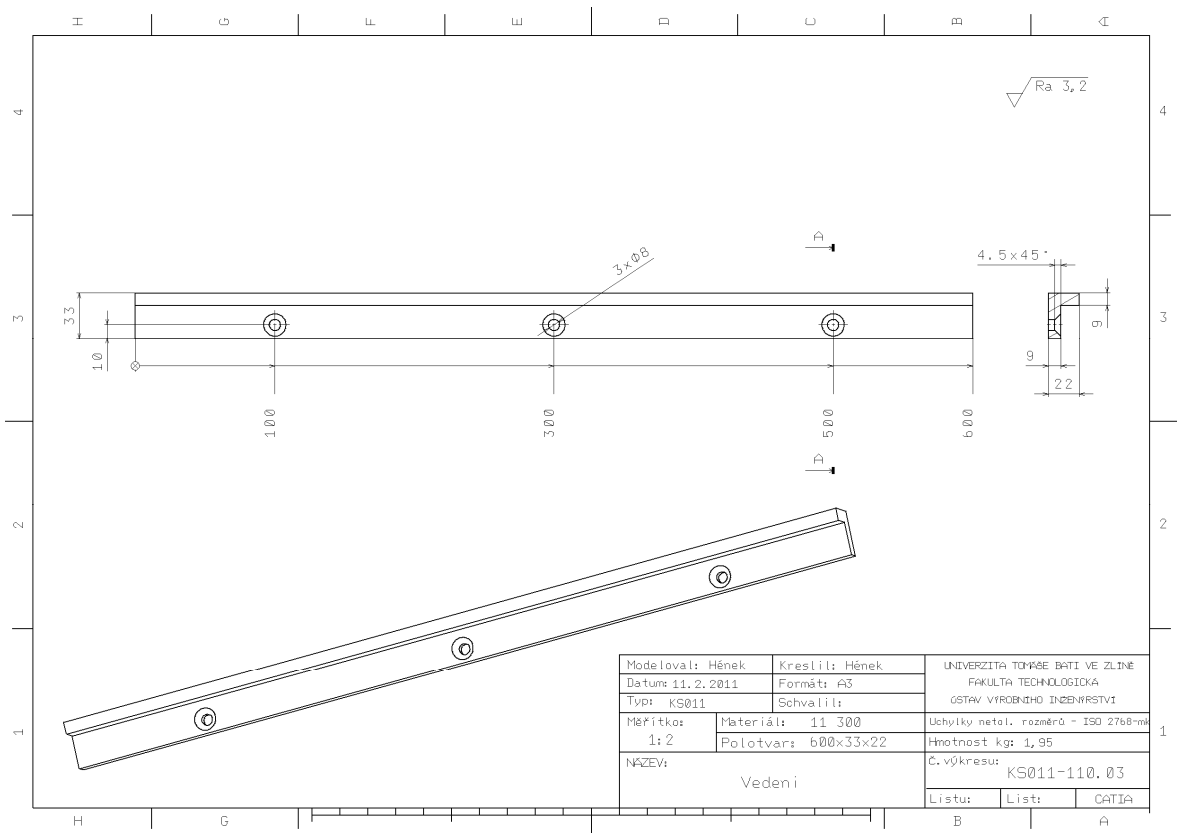


PŘÍLOHA XXVII: PROFIL 50X20X2_600

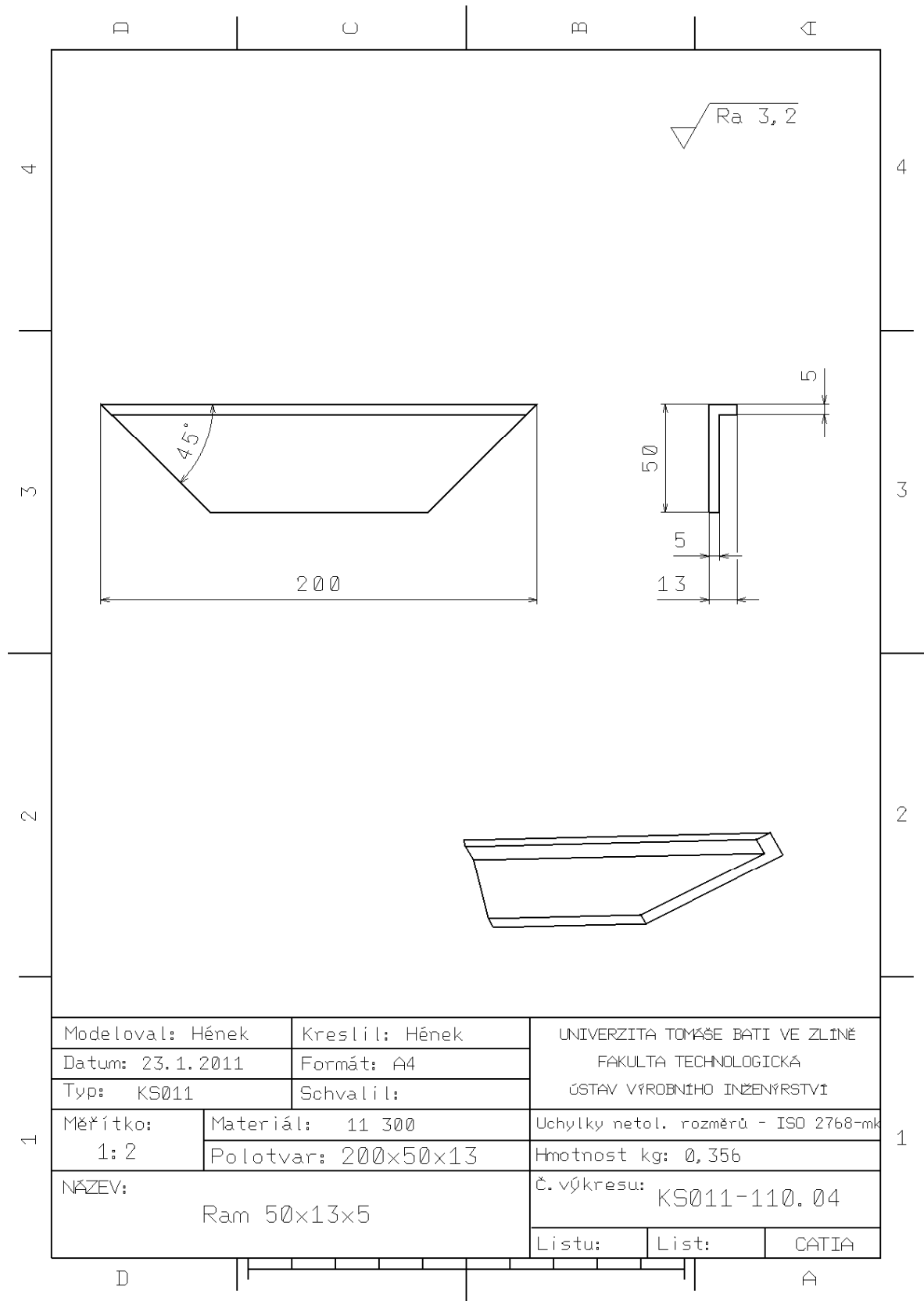


Modeloval: Hének	Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ
Datum: 11.2.2011	Formát: A3	FAKULTA TECHNOLOGICKÁ
Typ: KS011	Schválil:	ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ
Měřítko: 1:2	Materiál: 11 320	Uchytky netol. rozměrů = ISO 2768-mS
	Polotvar: 600x20x50	Hmotnost kg: 1,141
NÁZEV: Profil 50x20x2_600		C. výkresu: KS011-110.02
		Listu: List: CATIA

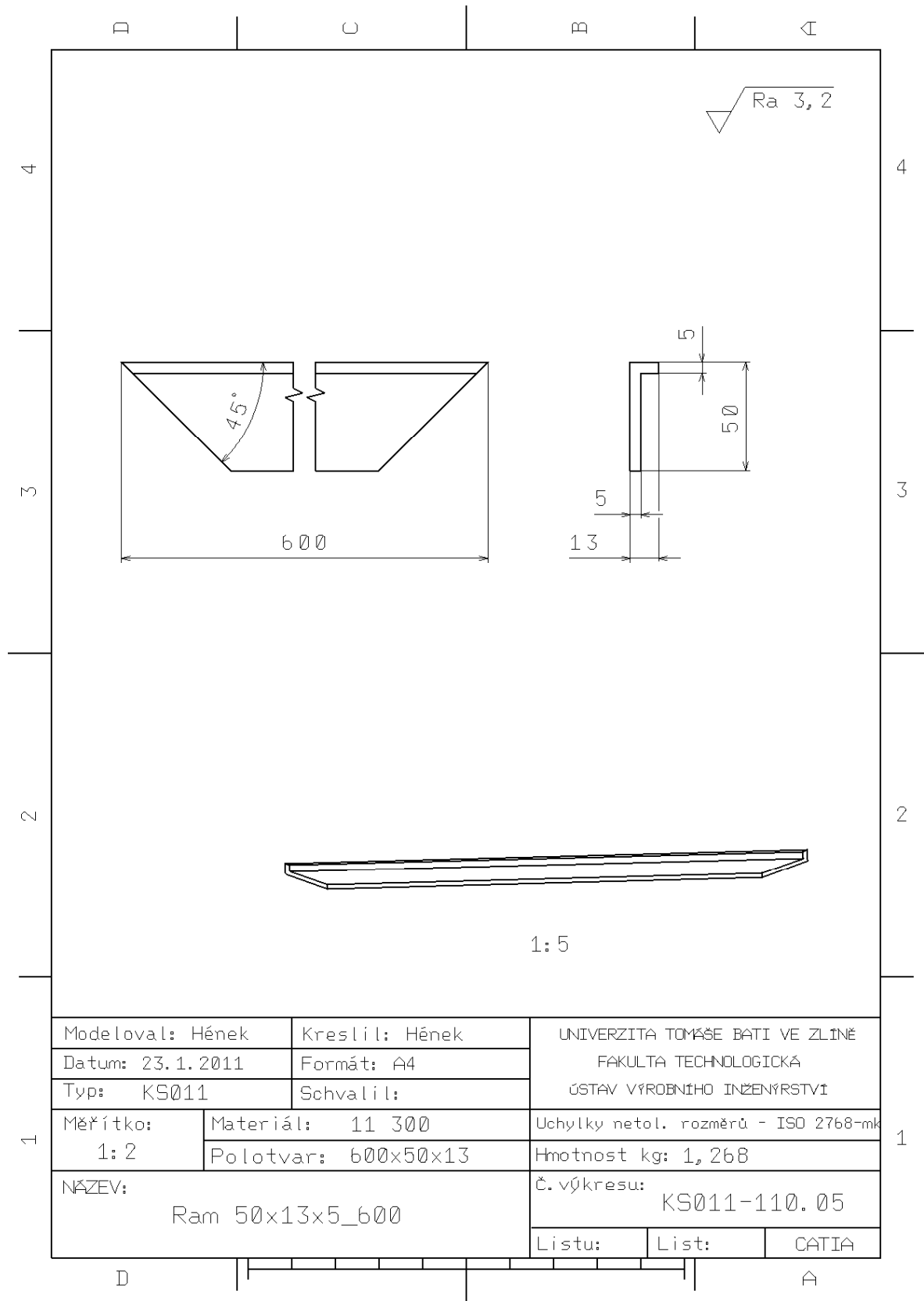
PŘÍLOHA XXVIII: VEDENÍ



PŘÍLOHA XXIX: RAM 50X13X5

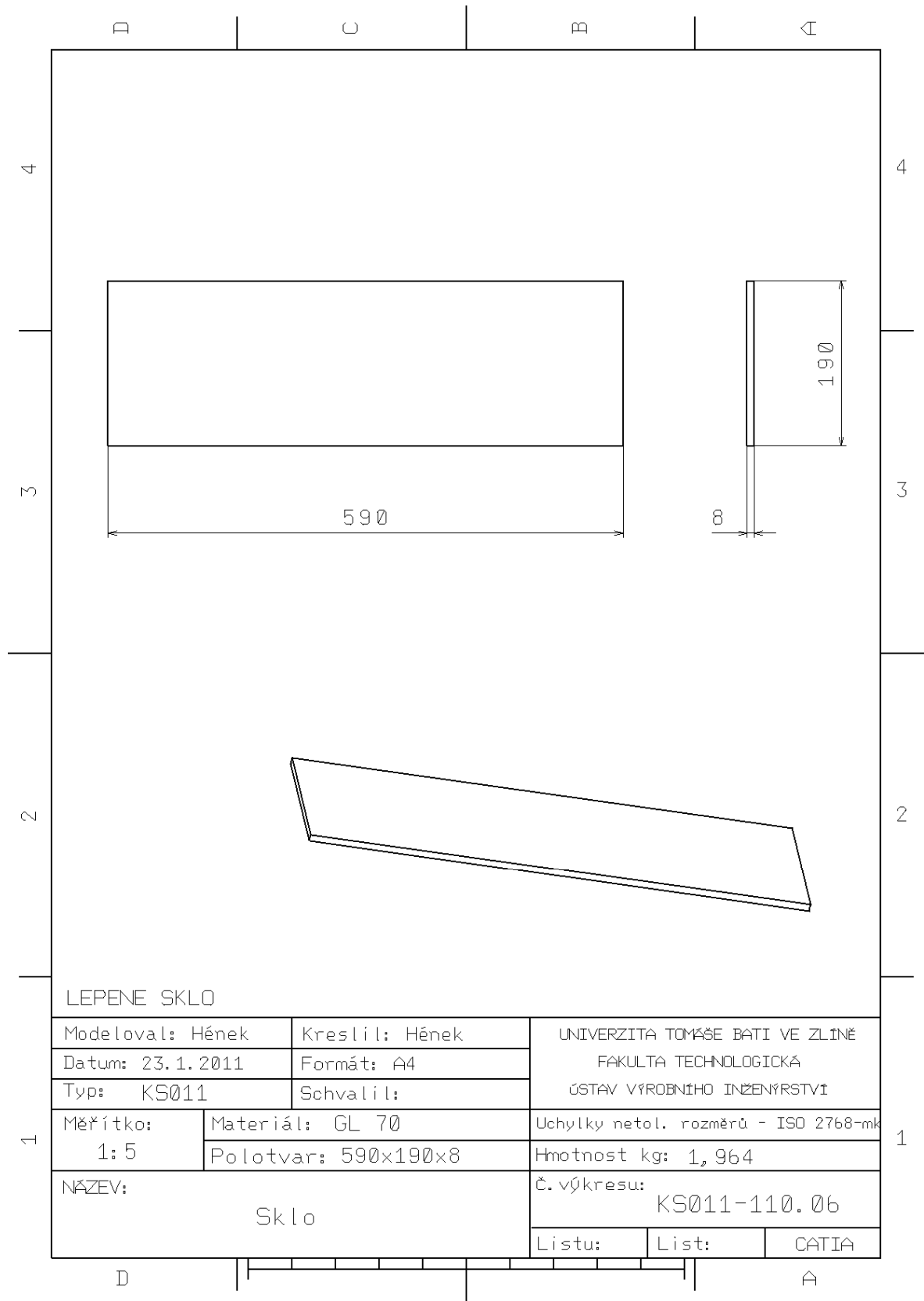


PŘÍLOHA XXX: RAM 50X13X5_600



Modeloval: Hének	Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ	
Datum: 23.1.2011	Formát: A4	FAKULTA TECHNOLOGICKÁ	
Typ: KS011	Schválil:	ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ	
Měřítko: 1:2	Materiál: 11 300	Uchylky netol. rozměrů - ISO 2768-mk	
	Polotvar: 600x50x13	Hmotnost kg: 1,268	
NÁZEV: Ram 50x13x5_600		Č. výkresu: KS011-110.05	
		Listu:	List: CATIA

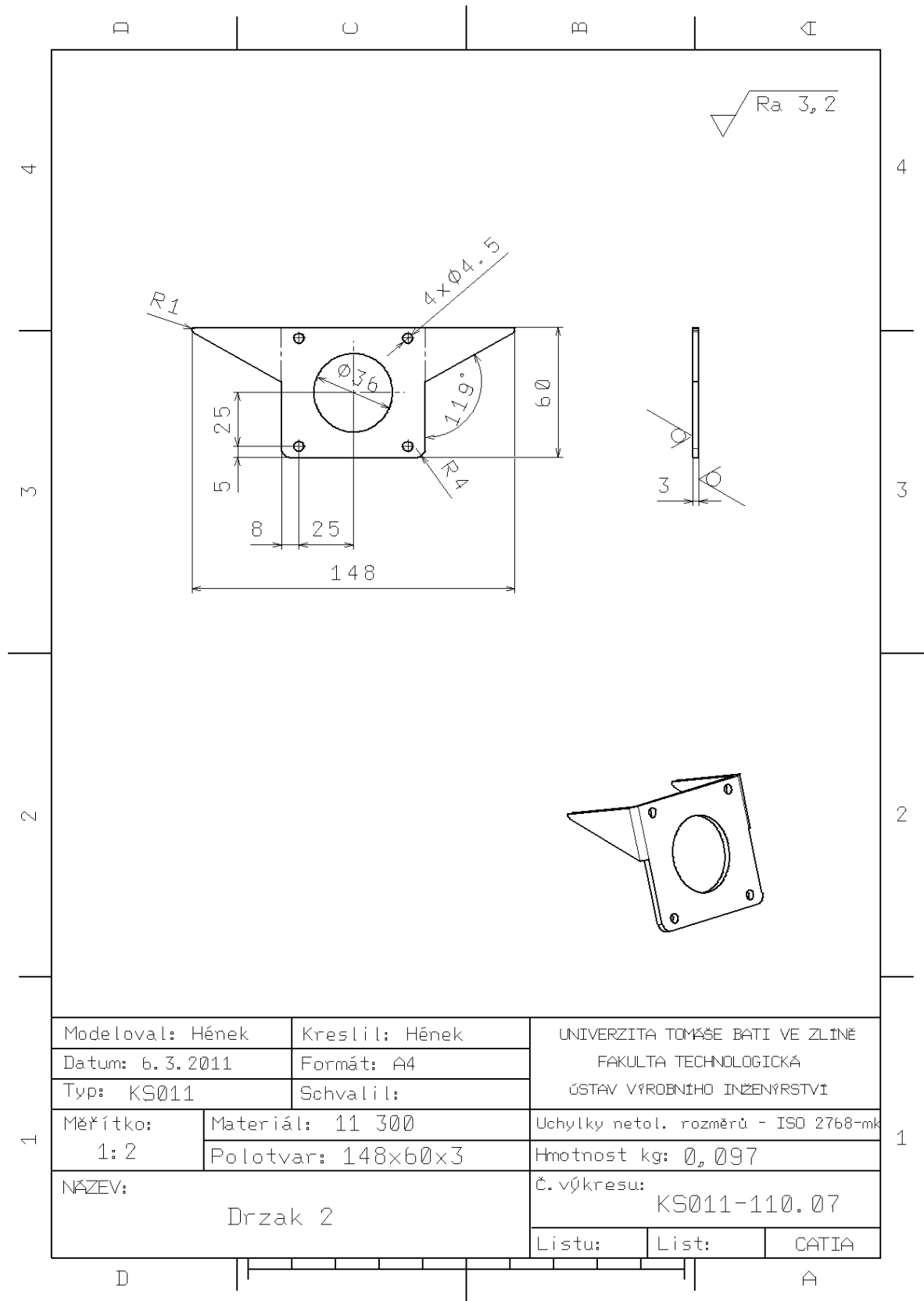
PŘÍLOHA XXXI: SKLO



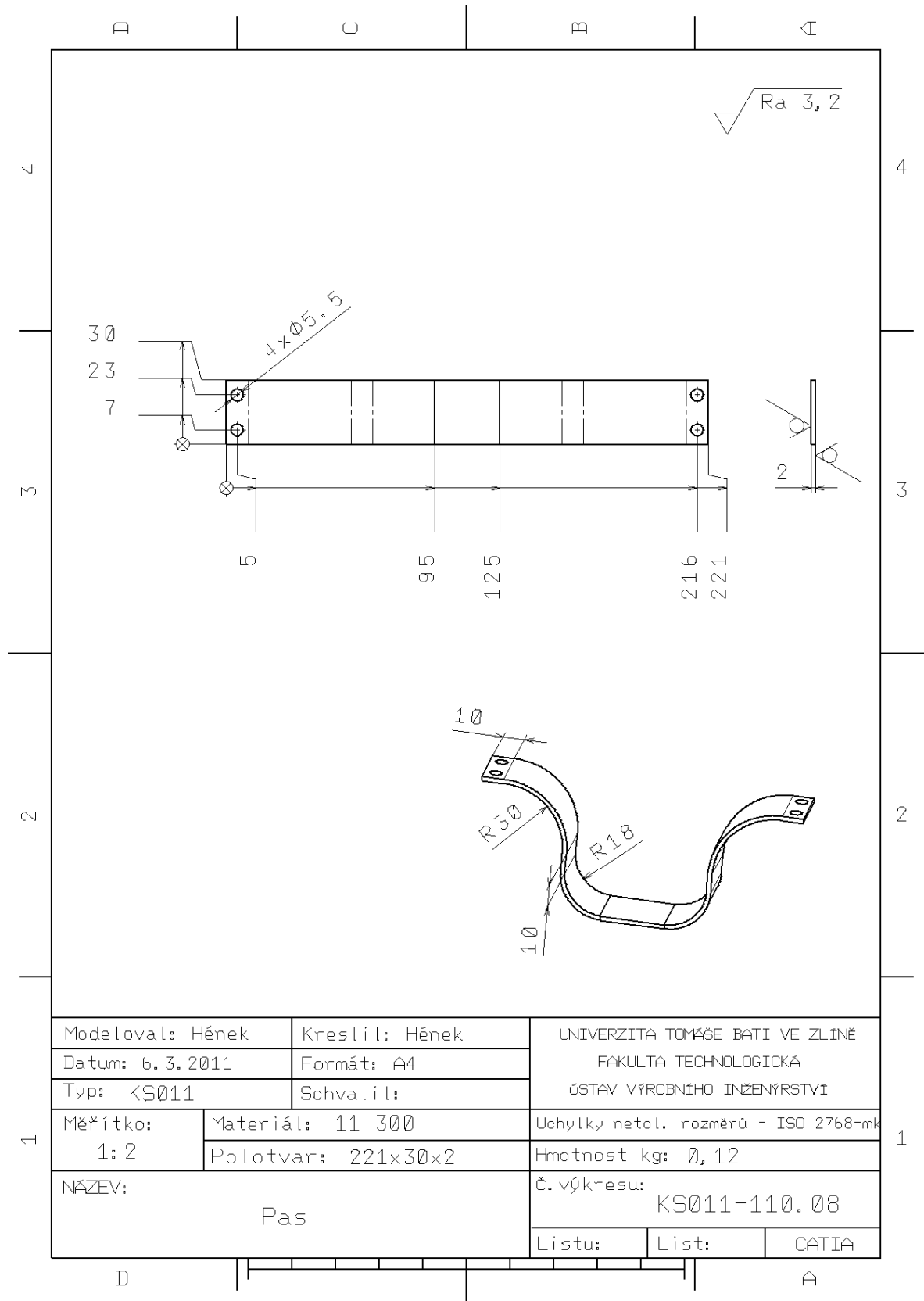
LEPENE SKLO

Modeloval: Hének	Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ	
Datum: 23.1.2011	Formát: A4	FAKULTA TECHNOLOGICKÁ	
Typ: KS011	Schválil:	ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ	
Měřítko: 1:5	Materiál: GL 70	Uchylky netol. rozměrů - ISO 2768-mk	
	Polotvar: 590x190x8	Hmotnost kg: 1,964	
NÁZEV: Sklo		Č. výkresu: KS011-110.06	
	Listu:	List:	CATIA

PŘÍLOHA XXXII: DRZAK 2

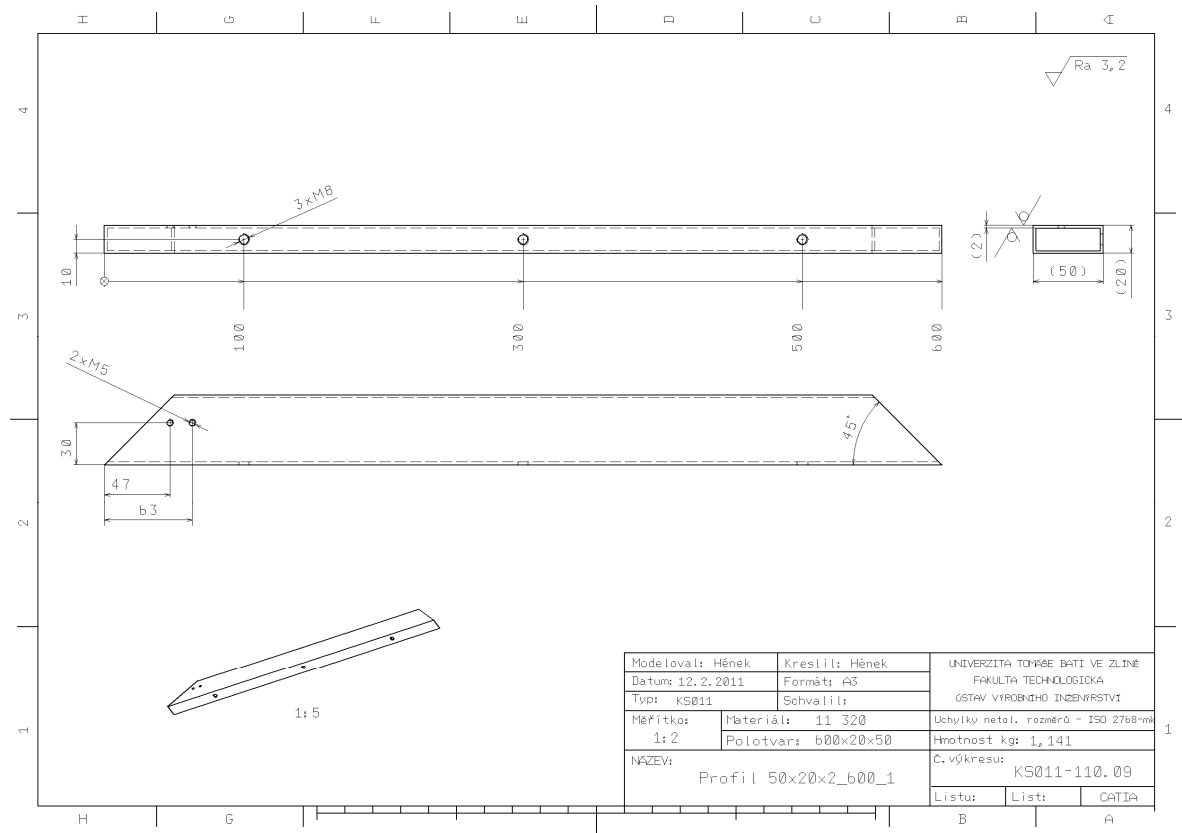


PŘÍLOHA XXXIII: PAS

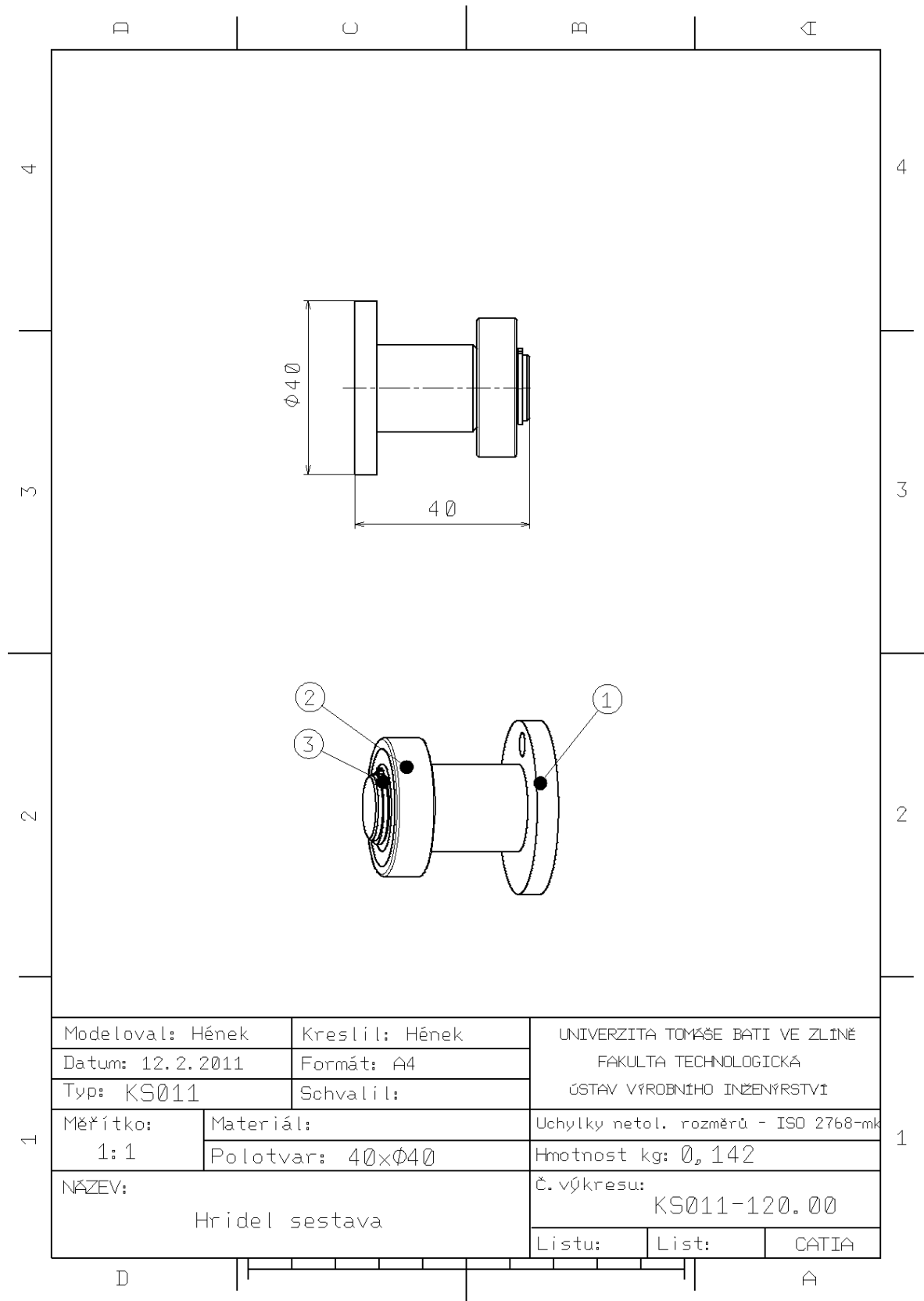


Modeloval: Hének		Kreslil: Hének	UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ	
Datum: 6.3.2011		Formát: A4	FAKULTA TECHNOLOGICKÁ	
Typ: KS011		Schválil:	ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ	
Měřítko: 1:2	Materiál: 11 300		Uchylky netol. rozměrů - ISO 2768-mk	
	Polotvar: 221x30x2		Hmotnost kg: 0,12	
NÁZEV: Pas			Č. výkresu: KS011-110.08	
Listu:		List:	CATIA	

PŘÍLOHA XXXIV: PROFIL 50X20X2_600_1



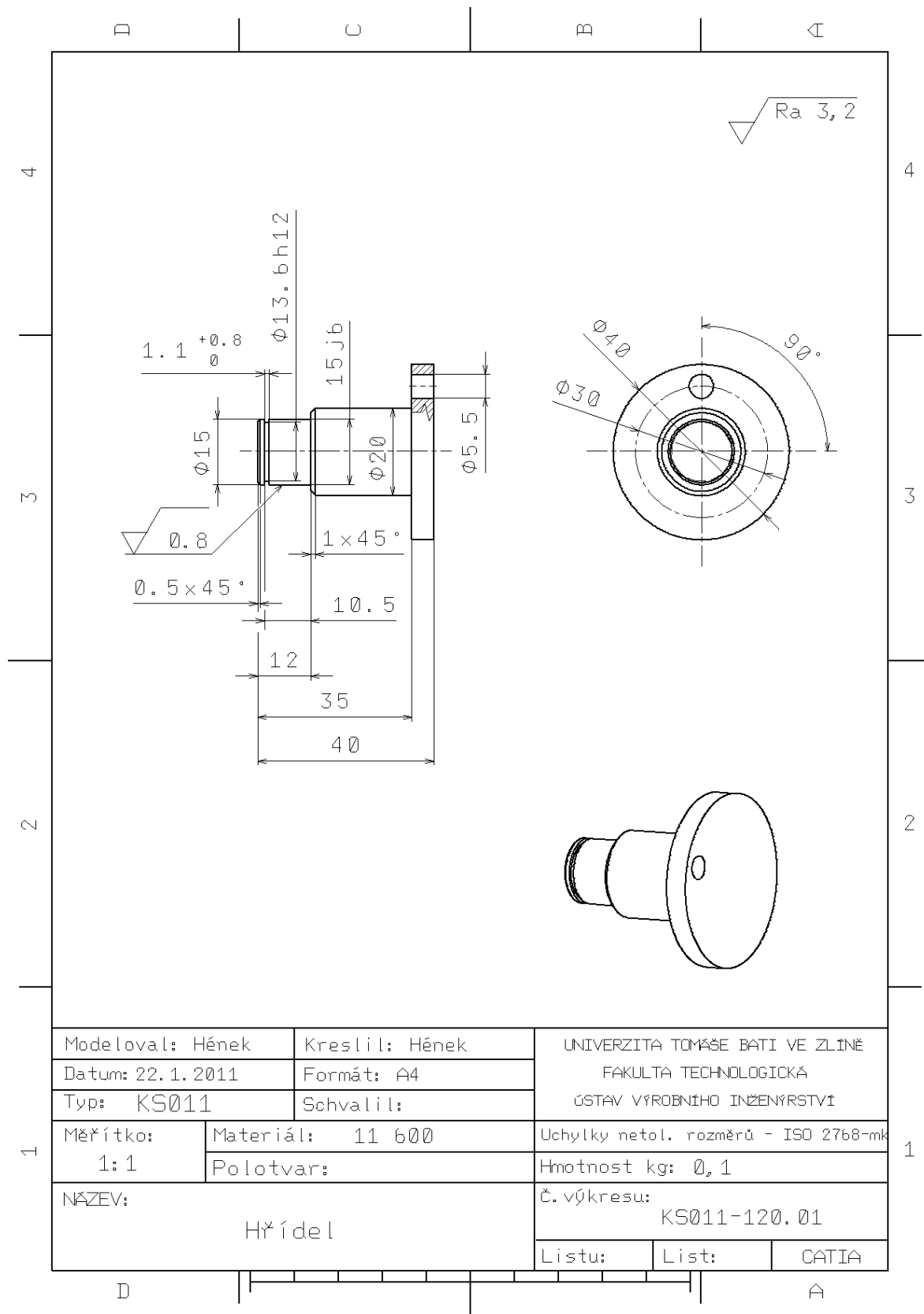
PŘÍLOHA XXXV: HRIDEL SESTAVA



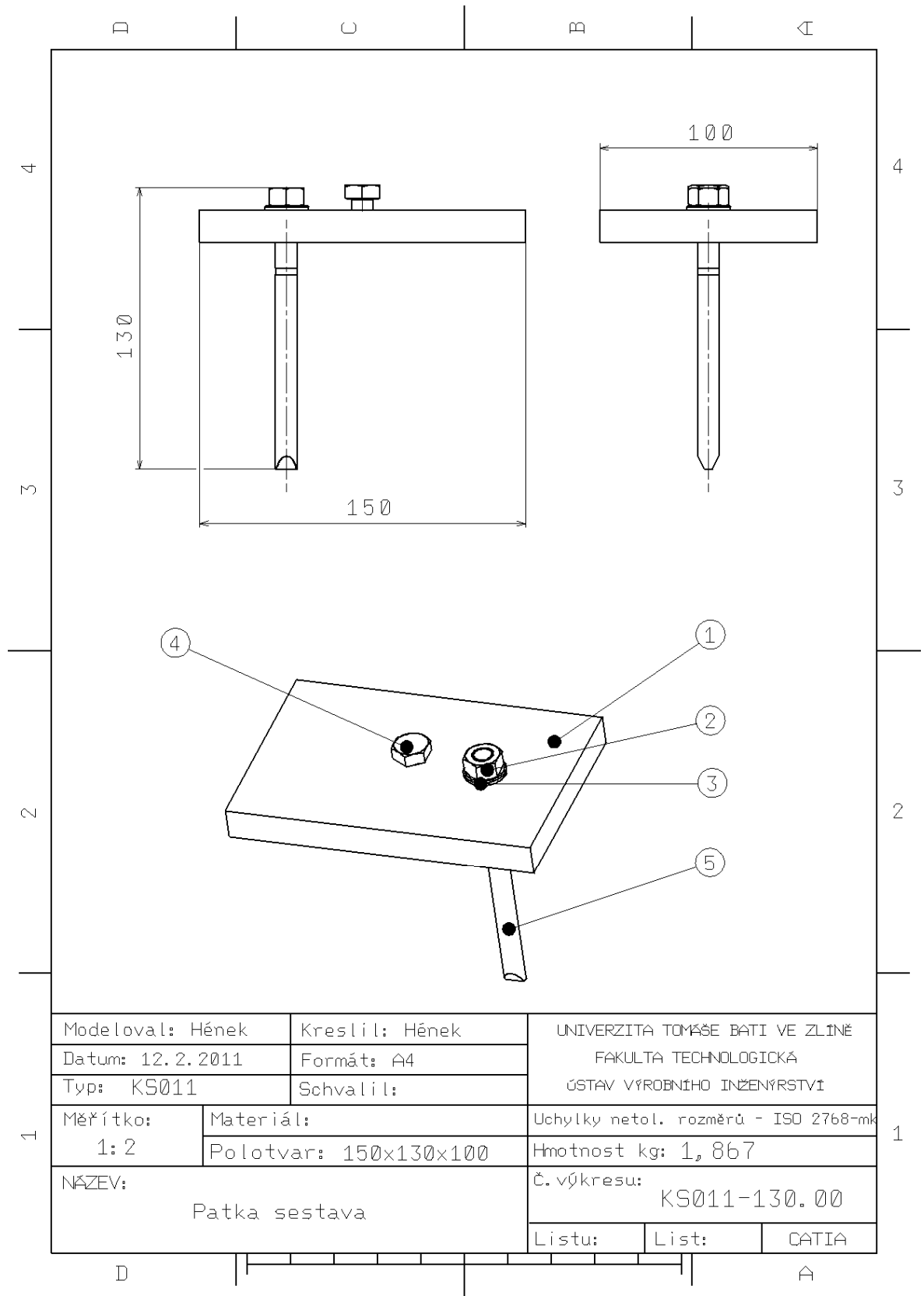
PŘÍLOHA XXXVI: KUSOVNÍK HRIDEL SESTAVA

Pozice	Název	Rozměr/Norma	Číslo výkresu	Material	P.kusů
1	Hřídel		KS011-120.01	11 600	10
2	Ložisko 6002	ČSN 02 4630			10
3	Kroužek 15	ČSN 02 2930			10
Modeloval: Hének		Kreslil: Hének		UNIVERZITA TOMÁŠE BÁTĚVZE ZLÍN FAKULTA TECHNOLOGICKÁ ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ	
Datum: 12.2.2011		Formát: A4			
Typ: KS011		Schválil:			
Měřítko:	Materiál:		Uchylky netol.rozměrů - ISO 2768-mk		
	Polo tvar:		Hmotnost kg:		
Název: <div style="text-align: center;">Kusovník hřidel sestava</div>			C.výkresu: <div style="text-align: center;">KS011-120.00</div>		
			Listu:	List:	CATIA

PŘÍLOHA XXXVII: HŘÍDEL



PŘÍLOHA XXXVIII: PATKA SESTAVA



Modeloval: Hének		Kreslil: Hének		UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ FAKULTA TECHNOLOGICKÁ ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ	
Datum: 12.2.2011		Formát: A4			
Typ: KS011		Schválil:			
Měřítko: 1:2	Materiál: Polotvar: 150x130x100		Uchylky netol. rozměrů - ISO 2768-mk		
NÁZEV: Patka sestava			Hmotnost kg: 1,867		
			Č. výkresu: KS011-130.00		
Listu:		List:		CATIA	

PŘÍLOHA XXXIX: KUSOVNIK PATKA SESTAVA

Pozice	Název	Rozměr/Norma	Číslo výkresu	Material	P.kusů
1	Patka	150x100x15	KS011-130.01	11 600	4
2	Matice M10	ČSN 02 1401.40			4
3	Podložka 10,5	ČSN 02 1703.10			4
4	Šroub M10x26	ČSN 02 1101.10			4
5	HAS M10x130				4
Modeloval: Hének		Kreslil: Hének		UNIVERZITA TOMASE BATIVE ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKÁ ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ	
Datum: 12.2.2011		Formát: A4			
Typ: KS011		Schválil:			
Měřitko:	Material:	Uchylky netol.rozměru - ISO 2768-mk		Hmotnost kg:	
	Polotvar:				
Název: Kusovník patka sestava			C.výkresu: KS011-130.00		
Listu:		List:		CATIA	

PŘÍLOHA XL: PATKA

