

Konštrukcia Prístroja Pre Skúšku Polymérov Žhavou Smyčkou Podľa Normy ČSN EN 60695-2-10

Bc. Tomáš Dycha

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš DYCHA**
Studijní program: **N 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Konstrukce technologických zařízení**
Téma práce: **Konstrukce přístroje pro zkoušku polymerů žhavou smyčkou dle ČSN EN 60696-2-10**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární reserzi na dané téma
2. Návrh konstrukce přístroje žhavou smyčkou podřa ČSN EN 60696-2-10
3. Připravte skúšobné telieska vstrekováním
4. Vyhodnoťte namerané výsledky skúšok

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Podľa doporučenia vedúceho

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Zdeněk Holík

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

19. února 2010

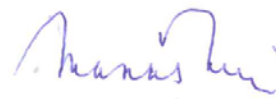
Termín odevzdání diplomové práce:

19. května 2010

Ve Zlíně dne 20. ledna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
vedoucí katedry

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že:

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové 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 práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou 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 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 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 práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové 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, 19. 5. 2010

.....

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 vzdělávacího 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 výtěžku 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 přihlédne k výši výtěžku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práca sa zaoberá konštrukciou prístroja pre skúšanie polymérov žhavou smyčkou, podľa normy ČSN EN 60695-2-10. Práca bola rozdelená na teoretickú a praktickú časť. V teoretickej časti boli popísané zloženie polymérov, ich vlastnosti a druhy testovania polymérov. V praktickej časti bola riešená konštrukcia prístroja pre testovanie žhavou smyčkou. Boli navrhnuté a vymodelované dva rozdielne návrhy prístroja v programe CATIA V5R18.

Kľúčová slova: polymér, žhavá smyčka, k - článok, testovacie teliesko

ABSTRACT

Diploma thesis deals with the construction of the glow wire machine according to norm ČSN EN 60695-2-10. The thesis is divided into theoretical part and practical part. In the theoretical part there is described a composition of polymers, their properties and types of testing polymers. In the practical part there is solved construction of glow wire machine. In the program CATIA V5R18 were designed and molded two different projects.

Keywords: polymer, glow wire, k - thermometer, specimen

PodĎakovanie:

Ďakujem vedúcemu diplomovej práce Ing. Zdeněku Holíkovi, za odborné vedenie, cenné rady a sústavnú pozornosť, ktorú mi venoval pri vypracovávaní diplomvej práce.

Prehlasujem, že som na diplomovej práci pracoval samostatne a použitú literatúru som citoval. V prípade publikácie výsledkov, ak je to uvoľnené na základe licenčnej zmluvy, budem uvedený ako spoluautor.

V Zlíne,

.....

Podpis

OBSAH

ÚVOD	7
I TEORETICKÁ ČÁST	8
1 POLYMERY	9
1.1 HISTÓRIA POLYMÉROV	9
1.2 ZÁKLADNÉ DEFINÍCIE	10
1.2.1 Polymér	10
1.2.2 Monomér	11
1.3 DELENIE POLYMÉRU	11
1.3.1 Homopolyméry	11
1.3.2 Kopolymér.....	12
1.3.3 Termoplasty.....	12
1.3.4 Reaktoplasty	12
1.3.5 Elastoméry.....	13
1.4 FORMY POLYMÉRU	13
1.4.1 Lineárne reťazce polyméru	13
1.4.2 Rozvetvené polymérne reťazce.....	14
1.4.3 Zosieťované polyméry	15
2 POLYMERNÉ PRÍSADY	16
2.1 ANTIOXIDANTY	16
2.1.1 Primárne antioxidanty	17
2.1.2 Sekundárne antioxidanty	17
2.2 SVETELNÉ STABILIZÁTORY	18
2.2.1 UV Absorbéry	18
2.2.2 Terminátory voľných radikálov	19
2.3 RETARDÉRY HORENIA	19
2.3.1 Typy retardérov horenia.....	20
2.4 ANTISTATICKÉ A VODIVÉ PRÍSADY	21
2.4.1 Antistatické príslady.....	21
2.4.2 Vodivé príslady	22
2.5 TEPELNÉ STABILIZÁTORY	23
2.5.1 Primárne tepelné stabilizátory	23
2.5.2 Sekundárne tepelné stabilizátory.....	24
2.6 ANTIBLOKOVÉ A ŠMYKOVÉ PRÍSADY	25
2.7 NÁRAZOVÉ MODIFIKÁTORY.....	25
2.8 NUKLEAČNÉ PRÍSADY.....	26
2.8.1 Druhy nuklečných príslad	26
3 PROCES HORENIA A UZAVRETÉ HORENIE	27
3.1 VŠEOBECNÝ POPIS RASTU POŽIARU V UZAVRETOM PRIESTORE.....	27
3.2 FAKTORY OVPLYVNÚJÚCE VÝVOJ OHŇA V UZAVRETOM PRIESTORE	29
3.2.1 Zdroje zapálenia	30
3.2.2 Palivo.....	30
3.2.3 Geometria uzavretého priestoru	30

3.2.4	Vlastnosti materiálu	30
4	METÓDY POŽIARNÝCH SKÚŠOK.....	31
4.1	SKÚŠOBNÉ METÓDY ZAPALOVANIA.....	31
4.1.1	Prvá metóda stanovenia teploty vznietenia [ASTM D 1929]	31
4.1.2	Druhá metóda stanovenia teploty vznietenia [ASTM D 3713].....	32
4.2	METÓDY DYMOVÝCH SKÚŠOK.....	32
4.2.1	Test hustoty dymu [ASTM D 2843]	33
4.2.2	Špecifická optická hustota dymu [ASTM E 662]	33
4.2.3	Gravimetrické stanovenie častí dymu z horiacich plastov [ASTM D 4100]	33
4.3	UVOLENIE TEPLA	34
4.4	TEST HORKOU SMYČKOU.....	34
4.4.1	Index horľavosti žhavého drôtu [GWFI].....	35
4.5	TEST KORÓZIE	35
II	PRAKTICKÁ ČASŤ	36
5	CIELE DIPLOMovej PRÁCE.....	37
6	POPIS TESTOVACIEHO ZARIADENIA.....	38
6.1	HORKÁ SMYČKA.....	38
6.2	TEPLOTNÝ MERACÍ SYSTÉM.....	38
6.3	ŠPECIFICKÁ PODLOŽKA	39
6.4	SKÚŠOBNÁ KOMORA	39
6.5	AKLIMATIZÁCIA	39
6.6	SKÚŠOBNÝ POSTUP.....	39
6.7	VYHODNOTENIE VÝSLEDKU SKÚŠKY	40
7	SKÚŠOBNÉ VZORKY.....	41
8	POUŽITÝ PROGRAM PRI NÁVRHU ŽHAVEJ SMYČKY	42
8.1	CATIA V5R18	42
9	POUŽITÝ MATERIÁL PRE VÝROBU ŽHAVEJ SMYČKY	43
9.1	MOSADZ.....	43
9.2	DURAL	43
9.3	POLYTETRAFLUÓRETYLÉN (TEFLÓN)	44
9.4	NIKEL – CHRÓM (Ni/Cr 80/20)	45
10	NÁVRH ŽHAVEJ SMYČKY S POSUVOM VOZÍKA	47
10.1	UPÍNACIE ZARIADENIA	47
10.1.1	Upínacie zariadenie číslo 1	48
10.1.2	Upínacie zariadenie číslo 2	50
10.1.3	Upínacie zariadenie číslo 3	52
10.1.4	Zhrnutie	55

10.2	NÁVRH TERMOČLÁNKU	55
10.3	NÁVRH VOZÍKA	57
10.4	NÁVRH DRŽIAKA PRE ŽHAVÚ SMYČKU	58
10.5	DOSKA PRE UPEVNENIE ŽHAVEJ SMYČKY	59
10.6	PTFE (TEFLÓNOVÉ) PUZDRO	60
10.7	DRŽIAK TEFLÓNOVÉHO PUZDRA	61
10.8	DRŽIAK K-ČLÁNKU	62
10.9	NÁVRH PRÍSTROJA S POSUVOM POMOCOU VOZÍKA	62
11	NÁVRH PRÍSTROJA.....	67
11.1	ZÁKLADNÁ DOSKA	67
11.2	KOSTRA PRÍSTROJA	68
11.2.1	Kostra spodná.....	68
11.2.2	Kostra horná.....	68
11.2.3	Kostra smyčky.....	69
11.3	OTOČNÉ RAMENO	69
11.4	MANIPULAČNÉ RAMENO.....	71
11.5	VÝPOČET VEKOSTI ZÁVAŽIA.....	72
11.6	KONTROLA NÁVRHU MECHANICKÁ ANALÝZA	72
11.7	NÁVRH PRÍSTROJA.....	73
12	POROVNANIE NÁVRHU ŽHAVEJ SMYČKY S POSUVOM VOZÍKA A OTOČNÉHO RAMENA.....	77
13	POUŽITIE ELEKTRICKÝCH ČASTÍ.....	78
13.1	TEPELNÝ REGULÁTOR	78
13.2	MERAČ PRÚDU	78
13.3	TRANSFORMÁTOR	79
13.4	KROKOVÝ MOTOR	79
13.4.1	Programovateľná jednotka pre krokový motor	80
13.4.2	Kontrolór M 1486	81
13.4.3	Napájací zdroj PS35	81
13.4.4	Programovanie krokového motora.....	82
13.5	TRIAKOVÝ REGULÁTOR VÝKONU	83
13.6	MENIČ PRÚDU	85
13.7	ZAPOJENIE.....	86
	ZÁVER	87
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	88
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	91
	SEZNAM OBRÁZKŮ	92
	SEZNAM TABULEK.....	94
	SEZNAM PŘÍLOH.....	95

ÚVOD

Plasty sú základné materiály novodobého života.

Žijeme v modernej dobe a plasty sú všade okolo nás. Používajú sa v automobilovom, v leteckom, chemickom, potravinárskom, v strojárskom priemysle a atď. Plasty sa spracovávajú vstrekovaním, valcovaním, vyfukovaním, vytlačovaním atď. Plasty môžeme obrábať, zvärať, farbiť, recyklovať atď. Môžeme prevádzať rôzne skúšky plastov. Pridaním rôznych prísad môžeme meniť vlastnosti plastov. Horľavosť plastov je veľmi dôležitá, pretože ročne sa zraní vplyvom horľavosti plastov tisíce ľudí.

Táto diplomová práca sa zaoberá konštrukciou prístroja pre žhavú smyčku ako vyplýva podľa názvu práce.

Na začiatku diplomovej práce v prvej kapitole je opísaná históriou polymérnych materiálov, základné definície (polymér, monomér), delenie polyméru na homopolymér, kopolymér, termoplasty, elastoméry a podľa tvaru molekúl.

V druhá kapitola je venovaná prísadám. Prísady sa pridávajú do materiálu za účelom úprav vlastností daného materiálu, zmien fyzikálnych a mechanických vlastností. Polymérne prísady sú dôležitou vlastnosťou plastov. Prísadami môžeme meniť vlastnosti plastov.

Tretej kapitole je opísaný proces horenia a požiar v uzavretom priestore. Táto kapitola sa venuje vzniku a šíreniu ohňa v uzavretých priestoroch. Faktory ovplyvňujúce vývoj ohňa sa delí do dvoch kategórii.

V poslednej kapitole sú opísané metódy požiarnych skúšok. Metódy požiarnych skúšok delíme: skúšky metódy zapalovania, dymové skúšky, test korózie a test žhavou smyčkou.

V praktickej časti sa zaoberám konštrukciou prístroja žhavej smyčky. Táto metóda je veľmi dôležitá a udáva horľavosť plastov pri rôznych teplotách či sa dokážu sami zhasiť alebo nie. Podľa horľavosti plastu môžeme určiť v akých podmienkach sa môže výrobok použiť.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POLYMERY

1.1 História polymérov

Polyméry existujú v prírode odkedy život začal a tie sú DNA, RNA, proteíny a polysacharidy zohrávajú kľúčovú rolu v živote rastlín a zvierat. Od najstarších čias, človek využíva prirodzene sa vyskytujúce polyméry ako materiál pre oblečenie, dekorácie, prístrešie, náradie, zbrane, písacie pomôcky a ďalšie vecí. [1]

V roku 1820 Thomas Hancock objavil, že keď rozkúsaný (predmet sa podrobí opakovanej vysokej šmykovej sile), prírodný kaučuk sa stáva viacej tekutým, ľahšie sa zmiešava s prísadami a formuje. [1]

Charles Goodyear v roku 1839, zlepšil elastické vlastnosti prírodného kaučuku a vulkanizáciou síry eliminoval lepkavosť. [2]

Nelson Goodyear v roku 1851 patentoval z vulkanizovaný kaučuk s veľkým množstvom síry na výrobu tvrdých materiálov viac známych ako guma, ebonit alebo vulkanit. [1]

Vo Švajčiarsku bol vyvinutý nitrát celulózy Christianom Schoenbeinom v roku 1846. Spočiatku bol vedený ako výbušný, ale neskôr si uvedomili, že nitrát celulózy je taktiež elastický, ktorý by mohol byť formovaný do rôznych tvarov za pôsobenia tepla a tlaku. [2]

Alexander Park v roku 1862 zmiešal polyméry s zmäkčovadlom a vynašiel Parkesin, kde celulóza bola modifikovaná kyselinou dusičnou. O niekoľko rokov neskôr John a Isaiah Hyeattovi vynašli celuloid (nitrát celulózy zmiešaný s gáforom), ktorý bol podobný, ale ľahšie spracovaný. [3]

Charles Cross, Edward Bevan a Clayton Beadlev roku 1892 patentovali “viskózny proces”, na rozpúšťanie a neskôr na regeneráciu celulózy. Tento proces bol prvý krát použitý na výrobu viskózneho hodvábného textilného vlákna a následne pre výrobu celofánu.

Leo Baekeland v roku 1905 nechal zreagovať fenol s formaldehydom a získal teplo-odolný materiál, ktorý bol na trh uvedený ako Bakelit. Tento polymér dosiahol komerčných úspechov a stal sa široko používaný pre domácnosť a rozvoj elektronického a automobilového priemyslu. [2]

Prvý synteticky vyrábaný kaučuk bol metyl kaučuk, ktorý bol vyrábaný z 2, 3-dimetylbutadiénu v Nemecku počas prvej svetovej vojny ako náhrada za prírodný kaučuk. [1]

Makromolekulový návrh bol formulovaný Hermannom Staudingerom v roku 1920. Myšlienka bola prezentovaná Staundingerom v roku 1917 na prednáške. V tej dobe nebol koncept veľkých molekúl žiadnou novinkou. Švédsky chemik Peter Klason v roku 1897 napísal, že lignín v dreve bol tvorený hlavne z koniferyl alkoholovej jednotky pripojenej éterovými väzbami k veľkým molekulami. [3]

V roku 1930 bol vývoj komerčne dôležitých materiálov významný. (2) Wallace Carothers, výskumný chemik v DuPontu (USA), študoval polyester, a neskôr viac dôležitý polychloropren a polyamid 6,6 (silon). [3]

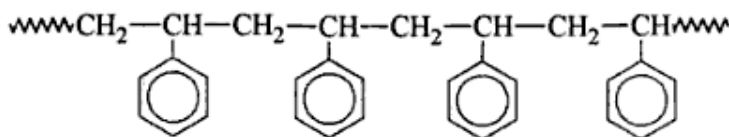
Počas druhej svetovej vojny bolo vyvinutých veľa syntetických polymérov, polystyrénov a polyvinylchlorid sa stal široko dostupným materiálom a súčasť každodenného života. Od tohto obdobia, polyméry boli vyvíjané a začlenené do mnohých oblastí života - všetko od inžinierstva k medicíne. [2]

1.2 Základné definície

1.2.1 Polymér

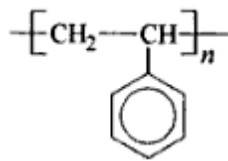
Polyméry sú veľké molekuly skladajúce sa z veľkého množstva malých molekúl. [2]

Slovo polymér pochádza z gréckeho slova poly (mnoho) a meros (časť). Slovo polymér znamená veľa častí a označuje molekuly tvorené z tých istých jednoduchých opakovaných jednotiek nazývaných mer. Polyméry obsahujú tisíce až milióny atómov v molekule, ktoré sú makromolekuly. Polyméry sa skladajú z veľkého počtu malých molekúl nazývaných monoméry. [4]



Obrázok 1 Príklad jednotky polyméry (polystyrén) [4]

Hodnota n sa pohybuje v rozmedzí sto až niekoľko tisíc, v závisia na molekulárnej hmotnosti polyméru. Molekulová hmotnosť polyméru sa môže predĺžiť na dlhšej strane na niekoľko miliónov. Polymerizácia je proces, keď sa menia fyzické vlastnosti polyméru. [4]



Obrázok 2 Jednotka meru [4]

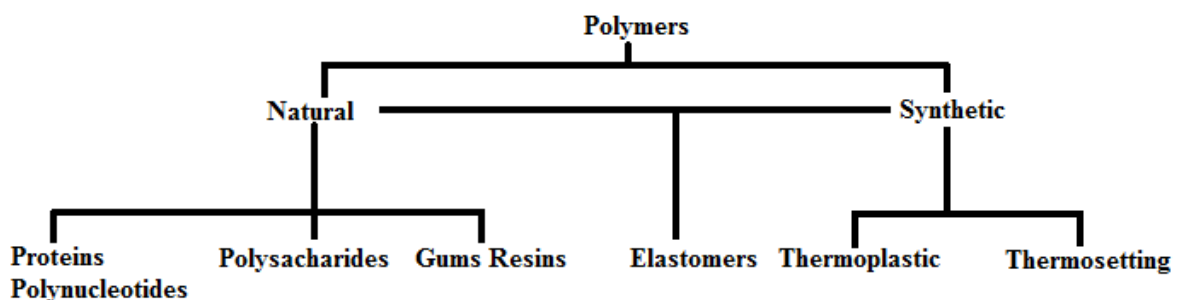
1.2.2 Monomér

Monomér je jednoduchá organická molekula, z ktorej je vyrobená polymérna molekula. Štruktúra opakovacej jednotky polyméru, podstate úzko súvisí s monomérnymi molekulami.

Opakujúca sa jednotka lineárneho polyméru je malá časť makromolekuly, spojením týchto jednotiek za sebou vedie k rovnici celej molekuly. Opakujúca sa jednotka môže byť jedinou zložkou. [4]

1.3 Delenie polyméru

Existuje mnoho spôsobov delenia polyméru. Jedným z nich je delenie podľa tepelného spracovania na termoplasty a termosety. Termoplasty sú polyméry, ktoré sa topia pri zahrievaní a tuhnú pri chladnutí, zatiaľ čo termosety sa topia pri dostatočne vysokých teplotách a rozkladajú sa natrvalo. Tento systém je výhodný v chemickom rozdelení medzi dvomi skupinami. Termoplasty zahŕňajú v podstate lineárne, alebo málo rozvetvené molekuly polyméru, zatiaľ čo termosety sú v podstate zosieťované materiály, ktoré sa skladajú trojrozmernej siete kovalentnej chemickej väzby. [5]



Obrázok 3 Rozdelenie polymérov [5]

1.3.1 Homopolyméry

Homopolymér je makromolekula vyrobená z jedného druhu monoméru. Termín homopolymér je často široko používaný k popisu polymérov, ktorých štruktúra je

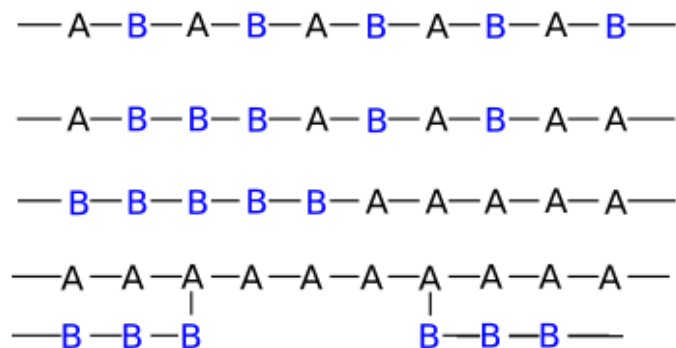
znázornená ako opakovanie jedného typu jednotky, ktoré obsahujú jeden alebo viac druhov. Hypotetický polymér $(AB)_n$ z A a B druhov je homopolymér. [4]

1.3.2 Kopolymér

Ak sú reťazce zložené z dvoch typov monomérnych jednotiek, je materiál známy ako kopolymér. Keď tri rôzne monoméry sú začlenené do jedného reťazca výsledkom je terpolymér. [6]

Kopolymér pripravený z bi funkčných monomérov je možné rozdeliť do štyroch hlavných skupín:

- Štatistický kopolyméry – rozdelenie dvoch monomérov v reťazci, je ovplyvnené jednotlivými reaktivitami monomérov,
- Striedavý kopolymér – s pravidelným umiestneným reťazca,
- Blokový kopolymér – zložený zo sekvencií alebo z jednotlivých blokov,
- Rubovaný kopolymér – v ktorých sú bloky z jedného monoméru, rubované z hlavného reťazca ako vetvy. [6]



Obrázok 4 Rozdelenie kopolymérov [14]

1.3.3 Termoplasty

Termoplasty tvoria prevažnú časť polymérov. Skladajú sa z lineárnych alebo rozvetvených molekúl a mäknú, alebo sa tavia pri zohrievaní, môžu byť tavené a pretvárané teplom. [7]

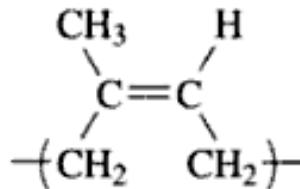
1.3.4 Reaktoplasty

Reaktoplasty sú silne zosieťované polyméry, ktoré dávajú trojdimenzionálnu hustú sieť, sú tuhé. Pri zohrievaní sa netavia a rozkladajú sa až pri dostatočne vysokej teplote. Pomenovanie sa začalo používať, pretože pre sieťovanie polymérov bol nutný ohrev.

V dnešnej dobe je termín používaný k popisu tohto druhu materiálu aj keď teplo nie je nutné pre zo sieťovanie. Príklad reaktoplastov sú epoxidové živice, ako napríklad Aral – dices, a fenol alebo močovino – formaldehydové živice. [7]

1.3.5 Elastoméry

Elastoméry alebo gummy sú polyméry, ktoré keď sú namáhané môžu meniť rozmery. Keď namáhanie prestane pôsobiť, polymér sa vráti do pôvodného tvaru. Ako prvý objavený elastomér bol prírodný kaučuk. Získava sa zo stromu *Hevea brasiliensis*. Tento materiál sa skladá hlavne z póly (cis-izoprénu) zmiešaným s malým množstvom ostatných zložiek vrátane proteínov a tukov. Štruktúrne opakovaná jednotka poly (cis-izoprén) je nasledujúca:



Obrázok 5 Jednotka poly cis izoprén [2]

Poly (trans-izoprén) izomér je veľmi krehký materiál. K tomu, aby výtlačok z prírodného kaučuku bol vo forme elastoméru musí byť prevedená vulkanizácia ako sieťovací proces. Vulkanizácia je proces, pri ktorom sú elastoméry ľahko sieťované s cieľom znížiť elasticitu a rozvinúť pružnosť. Prírodný kaučuk nie je elastický pokiaľ nie je zo sieťovaný. Keď je prírodný kaučuk zohrievaný sírou, tvorí sa zo sieťovanie medzi polyizoprénovými reťazcami. [2]

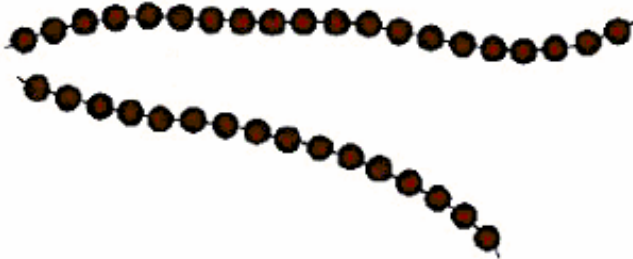
1.4 Formy polyméru

Polyméry môžu byť triedené podľa ich geometrických tvarov.

1.4.1 Lineárne reťazce polyméru

Polyméry, ktoré sú tvorené navzájom spojenými monomérmi tvoriacimi dlhý priamy reťazec, sa nazývajú polyméry s lineárnym reťazcom, alebo polyméry s priamym reťazcom. Lineárne reťazce polyméru sú naskladané jeden na druhom a dávajú dobre zabalenú štruktúru, tieto polyméry majú:

- Vysokú hustotu,
- Vysoký bod topenia,
- Vysokú pevnosť v ťahu. [8]

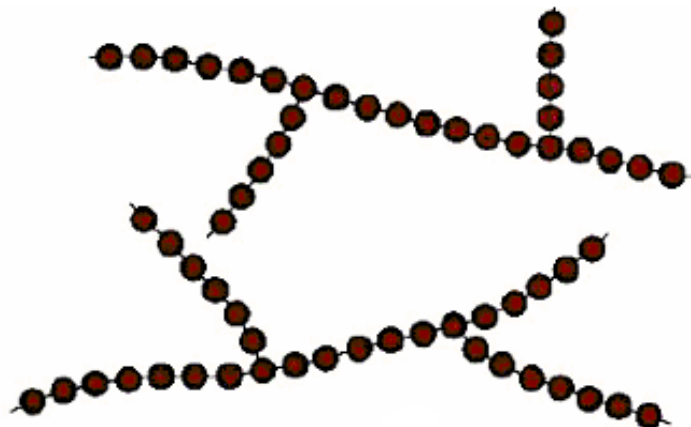


Obrázok 6 Lineárny reťazec [13]

1.4.2 Rozvetvené polymérne reťazce

Tieto polyméry majú veľa vedľajších reťazcov monomérov spojených s hlavným polymérnym reťazcom na rôznych miestach. Tieto vedľajšie reťazce by mohli byť buď krátke alebo dlhé. Molekuly polyméry sa kvôli vetveniu zle balia a vďaka nepravidelnému baleniu tieto polyméry majú:

- Nižšiu pevnosť v ťahu,
- Nižší bod topenia. [8]

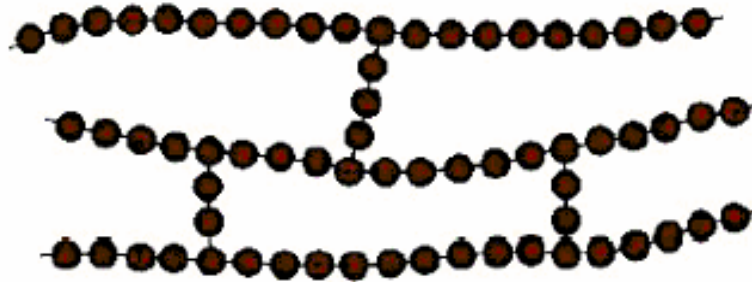


Obrázok 7 Rozvetvený reťazec [13]

1.4.3 Zosieťované polyméry

Polymérne molekuly sú navzájom spojené v ich koncových miestach, vytvárajú zosieťovanie v týchto miestach a troj rozmernú sieť. Takéto polyméry nazývame zosieťované polyméry. Zosieťované polyméry sú:

- Tvrdý,
- Pevný,
- Krehký. [8]



Obrázok 8 Zosieťovaný reťazec [13]

2 POLYMERNÉ PRÍSADY

Objemové vlastnosti polyméru môžu byť často menené prísadami. Pravdepodobne najviac dobre - známe príklady sa nachádzajú v gumárenskej technológii, kde zmena vo výbere polymérnej prísady môže vyrábať rozdielne výrobky, ako pneumatiky, krabice batérii, latexové peny, čalúnenie, gumičky, gumy a ďalšie. Je tiež možné dosiahnuť zmeny, tak rozsiahle ako, v plastických materiáloch, najmä s PVC, z ktorých vyrábame dažďové potrubie, dopravné pásy, futbalové lopty a domáce izolačné káble to všetko môže byť vyrobené z PVC. [10]

V niektorých prípadoch môžu byť prísady sretávané s rôznymi polymérmi pre ich široký rozsah použitia, napríklad antioxidanty. V iných prípadoch prísady môžu byť veľmi špecifické pre určité polyméry, pre konkrétne konečné použitie. Z hľadiska funkcie sú najviac dôležité tieto prísady:

- Antioxidanty,
- Svetelné stabilizátory,
- Retardéry horenia,
- Antistatické a vodivé prísady,
- Tepelné stabilizátory,
- Antiblokové a šmykové prísady,
- Vplyvové modifikátory,
- Nukleačné prísady. [10]

2.1 Antioxidanty

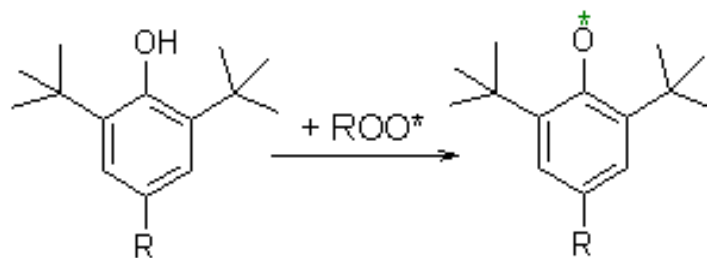
Antioxidanty sú vzhľadom k ich mechanizmu prerušenia degradačného procesu delené do dvoch tried: primárne antioxidanty a sekundárne antioxidanty.

Je možné dostať požadovaný výsledok použitím viacej ako jedného druhu antioxidantov. Súčinnosťou medzi dvomi stabilizátormi môžeme často dosiahnuť lepšie výsledky ako jedného systému pri tej istej koncentrácii. Celkový efekt súčinnosti môže zlepšiť účinnosť antioxidantov až o 200 %. [10]

2.1.1 Primárne antioxidanty

Primárne antioxidanty reagujú rýchlo a sú označované ako „radikálne čističe“. Najdôležitejšie sú sterické hindered fenoly a sekundárne aromatické amíny. [10]

- Hindered fenoly – sú to antioxidanty o vysokej molekulárnej hmotnosti, ktoré sú citlivé na tepelnú a oxidačnú degradáciu, spôsobené voľnou radikálovou a peroxidovou formáciou. Sú chránené proti degradácii pri vysokých teplotách spracovanie, majú nízku tekavosť, sú účinné vo veľmi nízkych dávkach (0,01-0,1%). Použitím ďalších antioxidantov môžeme zvýšiť účinnosť. Používajú sa v nízko a vysoko hustotných polyetylénoch, v polypropylénoch, vysoko hustotný polystyrén, ABS a MBS a v polyamidoch. Môžu byť dané do PVC (v ktorých môžu byť rozpustné) na potlačenie oxidácie a krehkosti PVC a izolácie káblov. [10]



Obrázok 9 Hindered fenol [15]

2.1.2 Sekundárne antioxidanty

Sekundárne antioxidanty reagujú s hydroperoxidmi, aby boli vyrobené neradikálne výrobky, a sú preto často označované ako „hydroxidové rozkladače“. Líšia sa od primárnych amínov a fenolov v tom, že sa rozložia po reakcii s hydroperoxidom. S primárnymi antioxidanty sú obzvlášť užitočné v synergetickej kombinácii. [10]

Systémy, ktoré neobsahujú fenoly, môžu poskytnúť dobrú farebnú stabilitu a odolnosť proti unikaniu plynu, ktoré sú dôležité vlastnosti v polypropylénových vlákien a v iných aplikáciách.

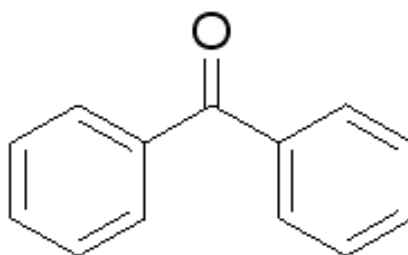
- **Fosfity/ fosfony** - sú bežne považované ako najviac účinné stabilizátory počas spracovania, chránia polymér a primárne antioxidanty. Hydrolyticky stále fosfity sú najčastejšie používanými stabilizátormi vo vysoko účinných zmesiach prísad.

2.2 Svetelné stabilizátory

Svetelné stabilizátory sa používajú k ochrane plastov, predovšetkým polyolefínov, proti zmenám farby, krehkosti a degradácii UV svetlom. Tri hlavné triedy svetelných stabilizátorov sú pohlcovače UV svetla, tlmič excitovaných stavov a terminátor voľných radikálov. Každá trieda je pomenovaná podľa mechanizmu, ktorá zabraňuje rozkladu. [11]

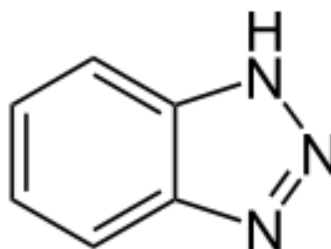
2.2.1 UV Absorbéry

- **Benzofenon** – Benzofenonové *UV absorbéry* sú vyspelé produkty a sú používané veľa rokov v polyolefínoch, PVC, a ostatných plastoch. Tieto produkty majú široké použitie v kozmetických prípravkoch ako ochrana proti slnečnému žiareniu.[11]



Obrázok 10 Benzofenon [16]

- **Benzotriazol** – Benzotriazol *UV absorbéry* sú veľmi efektívne vo vysokých teplotách kaučuku, ako akryl a polykarbonát. Benzotriazoly majú široký rozsah použitia a nájdeme ich aj mimo použitia plastov ako sú povlaky (nátery). [11]



Obrázok 11 Benzotriazol [17]

- **Benzoáty a salicyláty** – pri pôsobení UV žiarenia môžu pracovať ako absorbéry ultrafialového žiarenia.[11]

2.2.2 Terminátory voľných radikálov

- **Ochranné amíno svetelné stabilizátory (HALS)** – Ochranné amíno svetelné stabilizátory sú najnovším typom UV svetelných stabilizátorov. Boli predstavené v roku 1975. HALS neclonia ultrafialovému svetlu, ale stabilizujú kaučukové terminátory voľných radikálov. HALS sa používajú na nízkej úrovni ako benzofenoly a benzotriazoly, a sú široko využívané v polyelefínoch pre ich nízku cenu a vlastnosti. Úspešného rastu HALS priamo súvisí s ich náhradou za benzofenoly a benzotriazoly v mnohých aplikáciách, rovnako ako ich miešanie s benzofenolmi. [11]

2.3 Retardéry horenia

Prísady retardérov horenia tvoria základnú zložku bezpečnosti materiálov. Doprava, budovy, elektronický priemysel používajú reterdéry horenia, aby sa zabránilo zraneniu ľudí alebo smrti a chránia majetok pred poškodením požiarom. Podstatou retardérov horenia je, že s'ťažujú zapálenie a rýchlosť horenia plastov. Spomaľovače horenia delíme na organické a anorganické a zvyčajne obsahujú bróm, chlór, fosfor, antimón alebo hliník. Výrobky môžu byť ďalej delené na reaktívne a prídavné látky. [11]

- Reaktívne reterdéry horenia – sa chemicky viažu s hositeľským kaučukom,
- Prídavné typy – sú fyzicky zmiešané s kaučukom a nie sú chemicky viazané s polymérom.

Retardéry horenia sa používajú ako plnivo od niekoľko málo percent na viac ako 60 % celkovej hmotnosti spracovaných kaučukov. Rozkladajú prirodzené fyzikálne vlastnosti polyméru, niektoré druhy výrazne viacej ako ostatné. [11]

Retardéry horenia môžeme ďalej rozdeliť na:

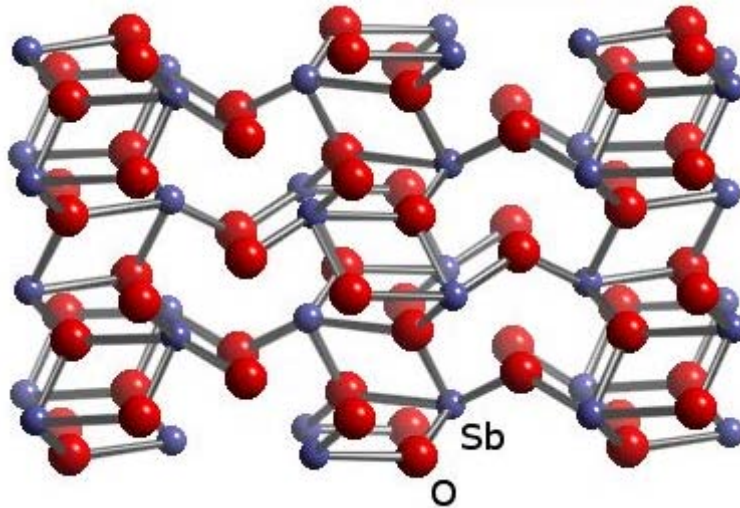
- **Char formel** – sú to zlúčeniny fosforu, majú uhlíkový zdroj paliva a poskytujú izolačnú vrstvu proti teplu,
- **Tepelné absorbéry** – zvyčajne hydráty kovov ako je trihydrát hlinitý (ATH) alebo hydroxid horečnatý, ktorý odstraňuje teplo pomocou odstránenia vody v štruktúre,
- **Plameňové zhášadlá** – zvyčajne bróm alebo chlór založený na halogénových systémoch, ktoré rušia plameň,

- **Synergenty** – zvyčajne zlúčenina antimónu, ktorá zvyšuje výkon zhášania plameňa.

Pre kaučuky a ich prípravky musíme vybrať vhodné retardéry horenia, ktoré sú fyzikálne aj ekonomicky výhodné. Je bežné kombinovať kaučuky s viacerými typmi retardérov horenia. Niekoľko stoviek rôznych retardérov horenia sa používa v plastovom priemysle. [11]

2.3.1 Typy retardérov horenia

- **Brómové uhľovodíky** - Brómové uhľovodíky predstavujú najväčší objem používania na celom svete, medzi všetkými retardérmi horenia. Hlavné prídavné typy sú dekabromované kysličníky (DBDPO) a deriváty Tetrabromobisfenolu (TBA). TBA je reaktívny typ. Zvyčajne sa používajú zlúčeniny brómu so synergentami ako oxid antimónu v pomere 3:1, [10]
- **Fosfátové estery** - Fosfátové estery sa delia na halogénové a nehalogénové typy. Halogénové zlúčeniny, zvyčajne chlóralkylové estery sa veľmi často používajú v polyuretánových penách. Nehalogénne výrobky sú najčastejšie triaryl fosfát a sa používajú ako retardéry horenia, alebo ako plastifikátory v PVC. Fosfátové estery sa používajú taktiež v textile a v mazacích aplikáciách. Zvyčajne sa nepoužívajú fosfátové estery so synergentami, [10]
- **Chlórované uhľovodíky** - Chlórované uhľovodíky tvoria tri hlavné kategórie. Prvú kategóriu chlórovaných uhľovodíkov sú chlórované parafíny. Sú najpočetnejšie používajú sa ako retardéry horenia alebo ako plastifikátory pre PVC a pre polyuretánové peny. Ďalšiu kategóriu tvorí Dechlorane Plus, produkt firmy Occidental. Je to vysoko výkonný výrobok používaný najmä v polyolefínových drôtoch a kábloch a v nylone. Poslednú kategóriu Chlorendic anhydride/kyselina (HET kyselina), reaktívny produkt, ktorý je používaný v nenasýtených polyesteroch, [10]
- **Oxid antimony** - Rôzne zlúčeniny antimónu, vrátane tri oxid antimónu, oxid antimonitný a antimonit sodný, spadajú do kategórie oxidov antimónu. Jedná sa o synergenty použité v pomere 1:3 s halogénovými retardérmi horenia v typických formuláciách, [10]



Obrázok 12 Oxid Antimony [18]

- **Tri hydrát hliníka** - Tri hydrát hliníka je lacný, ktorá sa používa vo veľkých podieloch (50 – 60% na plasty) ako retardér horenia. Je účinný v plastoch, ktoré sa spracovávajú pri nižších teplotách. Hlavnými užívateľmi sú akryli, polyolefíny, PVC a nenasýtené poly estery. Jedna tretina všetkých ATH sa používa mimo plasty ako retardéry horenia v elastoméroch, v kobercových podkladoch, a v textiloch. [10]

Ďalej máme ďalšie retardéry horenia ako anorganický fosfát, melamín, hydroxid horečnatý, boritan zinočnatý, zlúčeniny molybdénu.

2.4 Antistatické a vodivé prísady

2.4.1 Antistatické prísady

Antistatické prísady sa môžu deliť podľa spôsobu aplikácie na vnútorné a vonkajšie a podľa spôsobu chémie na aniónové, kationové a neiónové.

- **Vnútorné činitele** - sa pravidelne miešajú s 0,1-3,0% hmotnosti a majú nepatrnú kompatibilitu s polymérom, ale molekula má hydrofilnú časť, ktorá ju nabáda migrovať k povrchu a priťahuje vlhkosť prostredia, ktorá zvyšuje povrchovú vlhkosť. Sú ľahko použiteľné a majú nízku cenu, často poskytujú ďalšie výhody ako lepšia spracovateľnosť a lepšie liatie do foriem, [10]
- **Vonkajšie prísady** - majú v podstate ten istý druh molekuly ako vnútorné, ale sa používajú na povrch spracovaných produktov, ako voda, alebo roztok na báze

alkoholu, postrekom, alebo máčaním. Majú okamžitý účinok, ale sú náchylné na náhodné odstránenie a antistatický efekt nemôže byť znovu nanesený, [10]

- **Kationovými antistatickými prípravkami** - sú alkyl amóniové soli. Sú široko použiteľné s PVC, ale majú sklón, byť citlivé na teplo. Ostatné antistatické látky sú glycerol stearát, kyselinové estery, amíny etoxilánu, a ďalšie, ktoré pôsobia v kvôli migrácii na povrchu, ktoré priťahuje vlhkosť a ióny zo vzduchu a tak vytvoria vodivú cestu, [10]
- **Aniónové antistatické prípravky** - sú zvyčajne alkalické soli, alkyl sulfónová a niekedy fosfóniová alebo karboxylová kyselina, [10]
- **Neiónové antistatické prísady** - sú najviac dôležitou skupinou, ktorá zahŕňa etoxilovaný alkylamín, alebo amídy, estery mastných kyselín, a estery alebo étery polyólov. Glycerol monostearát (GMS) a etoxilované amíny (EA), tvoria viac ako 50% celkového antistatického trhu. Používajú sa hlavne v polyelefínoch a styrénoch. [10]

2.4.2 Vodivé prísady

Vodivé prísady pochádzajú väčšinou vo forme granúl alebo vlákien, ktoré ponúkajú široký rozsah vodivosti, podľa ich charakteru a úrovne zaťaženia. Kompatibilita s hostiteľským polymérom je kľúčovým kritériom, ako je spracovateľnosť. [10]

Termoplasty majú vysoký odpor [typický 10^{14} - 10^{16} Ω], a sú náchylné na vytváranie statickej elektriny. Pre zníženie antistatických vlastností je najjednoduchšie pridať sadze, nevýhodou je, že materiály budú čierne. Pre väčšinu elektrických aplikácií, existujú dva druhy zloženia, ktoré súvisia s vlastnosťami:

- **Zlúčeniny elektrostatického výboja (ESD)** – tieto zlúčeniny majú odpor 10^6 - 10^{12} Ω/m^2 a sú navrhnuté pre použitie, kde je požadované pomalé a riadené rozptýlenie statickej energie. Typickými aplikáciami sú krabice a manipulačné kontajnery pre elektronické súčiastky, alebo chemikálie, kde je riziko výbuchu z iskry. Zdravotnícke výrobky čoraz častejšie majú ESD špecifikáciu, najmä pre použitie na operačnom sále. Obaly výrobkov, ktoré majú flexibilné povlaky, tiež vyžadujú antistatické úpravy a to buď pomocou látky, alebo pomocou externého poľa generátorov. [10]

- **Zlúčeniny elektromagnetického rušenia (EMI)** – tieto zložky vylučujú nežiaduce elektrické frekvencie pomocou prísad, ktoré tvoria ochranní štít. Typickými aplikáciami sú puzdrá náchylné na EMI. Podľa vlastnosti ochrannej látky, môžu mať špeciálne spracovanie. [10]

2.5 Tepelné stabilizátory

Tepelné stabilizátory sa používajú na prevenciu proti tepelnému rozkladu kaučukov počas vystavenia vysokým teplotám. Takmer všetky tepelné stabilizátory sa používajú na stabilizáciu PVC, polyvinylidenchlorid (PVDC), kopolymér vinylchloridu (napr. vinylchlorid/ vynilacetát) a PVC zmesi (napr. PVC a ABS). Tepelnej degradácii je zabránené nielen počas priebehu spracovania, ale aj počas doby životnosti hotových výrobkov. Existujú tri hlavné typy primárnych tepelných stabilizátorov, ktoré zahŕňajú:

- Zmesi solí kovov,
- Organické zlúčeniny,
- Zlúčeniny olova.

Teplotné stabilizátory patria jednej z dvoch hlavných skupín: primárne a sekundárne tepelné stabilizátory.

2.5.1 Primárne tepelné stabilizátory

Primárne tepelné stabilizátory fungujú spomalením dehydrochlorácie a to tak, že reagujú s uvoľňovaním HCl, tak že oneskorujú postupnú degradáciu. Keď zmesi solí kovov sú použité ako primárne tepelné stabilizátory, kovové chloridy sú formulované s nestabilnou reakciou Cl. Tieto materiály majú destabilizačný účinok, ktorý niekedy vedie k tvorbe farieb v kaučuku.

- **Zmiešané kovové stabilizátory** - sa používajú predovšetkým pre pružné alebo polo pevné výrobky z PVC. Najbežnejšie sú to soli kovov bária/zinku. Typické kvapalné výrobky barových, kadmiových a zinkových stabilizátor sa skladajú zo solí ako sú alkylfenoly, benzoáty. Typické tuhé výrobky báriových, kadmiových, a zinkových stabilizátorov sa skladajú zo solí mastných kyselín ako sú stearáty a lauráty. Všeobecne platí, že výrobky bária a kadmia poskytujú najlepšiu tepelnú stabilitu, potom nasleduje bárium a zinok a nakoniec vápnik a zinok. [10]
- **Organické tepelné stabilizátory** - sa používajú predovšetkým pre pevné výrobky z PVC. Organické stabilizátory môžu byť rozdelené na výrobky obsahujúce a neobsahujúce síru. Výrobky obsahujúce síru poskytujú vynikajúce stabilizačné vlastnosti, ale celkovo zapáchajú. Nesírové tepelné stabilizátory majú menšiu účinnosť, ale nezapáchajú a poskytujú lepšiu svetelnú stabilitu. [10]
- **Olovené tepelné stabilizátory** - Olovené tepelné stabilizátory sú používané pre drôty a káble. Poskytujú efektívnu stabilizáciu a zároveň poskytujú vynikajúce elektro izolačné vlastnosti. Väčšina olovených stabilizátorov sú nerozpustné vo vode, môžu byť organické alebo anorganické. [10]

2.5.2 Sekundárne tepelné stabilizátory

Sekundárne tepelné stabilizátory sa používajú na odstránenie uvoľnených HCl z PVC alebo k reakcii s chloridy kovov, ktoré vznikajú reakciou primárnych stabilizátorov zmesi kovov s chloridy PVC. [10]

- **Alkyl/aryl organofosfáty** - sa často používajú na stabilizáciu PVC kaučukov s tekutinovými kovovými stabilizátory. Zabraňujú zafarbeniu. Použitie fosfátov ako sekundárnych tepelných stabilizátorov má mnoho výhod. Znižujú viskozitu taveniny, ktorá prispieva k lepšiemu a k jednoduchšiemu spracovaniu a taktiež fungujú ako antioxidanty. [10]

- **Epoxidové zložky** - fungujú ako zmäkčovadla a stabilizátory v pružných a polo pevných PVC. Ako stabilizátory epoxidy reagujú s uvoľneným HCl. Najviac epoxidových stabilizátorov je odvodených z nenasýtených mastných olejov a estery mastných kyselín. Bežné používané produkty sú sójové bôby, ľanové oleje a epoxidové talate. Epoxidové talate taktiež zvyšujú svetelné stabilizátory. [10]
- **Beta dikotény** - sú sekundárne tepelné stabilizátory používané v kombinácii s Ca/Zn a Ba/Zn kovovými tepelnými stabilizátormi pre zlepšenie pôvodnej farby. Beta dikotény zvyčajne vyžadujú prítomnosť iných sekundárnych tepelných stabilizátorov ako sú epoxidové pleje a organofosfáty. [10]

2.6 Antiblokové a šmykové prísady

- **Antiblokové prísady** - zabranujú plastickým fóliám od spolu zlepenia kvôli studenému prúdeniu alebo k nahromadeniu statickej energie. Môžu byť použité ako externe a interne. Antiblokové prísady zahŕňajú prírodné a výrobné vosky, kovové soli mastných kyselín, zlúčeniny oxidu kremičitého, alebo polyméry ako sú polyvinyl alkohol, polyamidy, polyetylén, polysiloxány a fluoroplasty. [11]
- **Šmykové prísady** - Šmykové prísady sa používajú v plastových fóliách a povlakoch pre poskytnutie mazivosti povrchu počas spracovania a okamžite po spracovaní. Majú obmedzenú kompatibilitu s polymérom a vylučujú sa k povrchu, poskytujú povlak, ktorý znižuje koeficient trenia. Šmykové prísady redukujú lepenie plastov k sebe, minimalizujú smer a uľahčujú spracovanie na vysoko rýchlostnom baliacom zariadení. Môžu taktiež zlepšiť antistatické vlastnosti, nižšiu elasticitu, a pôsobia ako vstrekovacie mazadlo. Šmykové prísady sú zvyčajne pripravené z esterov mastných kyselín, používajú sa v koncentrácii 1-3 dielov na sto častí polyméru (phr) amínov mastných kyselín, najmä erucamidy a oleamidy. [11]

2.7 Nárazové modifikátory

Nárazové modifikátory sa používajú v širokej rozmanitosti s termoplastickými kaučukmi k absorbovaniu vyžiarenej energie pri náraze a rozptýleniu sa v nedeštruktívnom spôsobe. Chovanie a definícia nárazových modifikátorov sú zložité. Výber nárazových modifikátorov závisí na kompatibilite, fyzikálnej rozpustnosti, nárazovej výkonnosti a

cene. Nárazové modifikátory sa predovšetkým používajú v PVC, polyolefínoch. Úroveň použitia nárazových modifikátorov sa výrazne líši v závislosti na modifikátoroch, typu matice a požadovaných vlastnosti. [10]

2.8 Nukleačné prísady

Nukleačné systémy sa používajú v polymérnych systémoch pre zvýšenie rýchlosti kryštalizácie. Tieto prísady sa pridávajú do čiastočne kryštalických polymérov a menia teplotu kryštalizácie polyméru, kryštál sferolitických rozmerov, hustoty, jas, účinok a ťahové vlastnosti.

Nukleačné prísady sa bežne pridávajú do postreaktora a sa používajú primárne v aplikáciách vstrekovania. Taktiež, môžu byť nájdené vo vyfukovaní, vo vytlačovaní a v tvarovaní. Sú začlenené do materiálov ako sú nylon, Pp, kryštalický polyetylén tereftalát (CPET), a PET tvarované termoplastických zlúčenín na úrovni použitia zvyčajne nižšej ako 1%, aj keď CPET použitie pri vyšších úrovniach. Začlenenie týchto nukleačných prísad môžeme vykonať niekoľkými spôsobmi, vrátane práškových zmesí, suspenzií, roztokov. Musí byť dosiahnutý dobrý rozptyl nukleačných prísad v celom polyméru k dosiahnutiu optimálnych účinkov. Pridávanie nukleačných prísad do polymérov prináša výhody, ako je vyššia produktivita a lepšie optické vlastnosti.

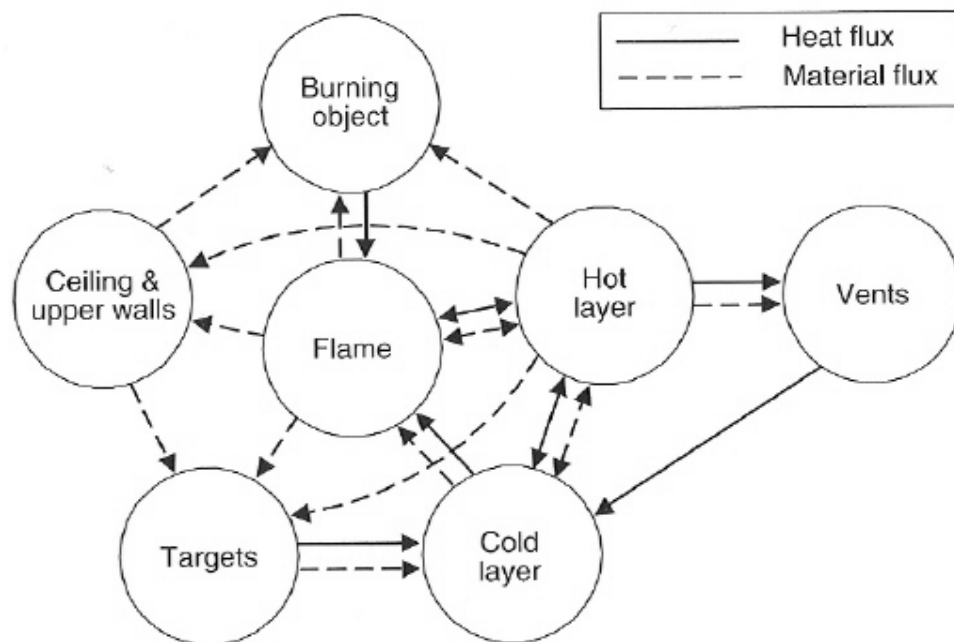
Nukleačné prísady môžu skrátiť dobu cyklu vstrekovania, tým že znížia čas vstrekovania, ale musíme dbať na to, aby zmrštenie a nárazové vlastnosti neboli negatívne ovplyvnené. [10]

2.8.1 Druhy nukleačných prísad

Niekoľko rôznych druhov nukleačných prísad sa používajú v špeciálnych polyméroch. Štyri hlavné kategórie chemických nukleačných prísad sú substitučné sorbity, nízko molekulárnymi polyolefínmi, benzoanom sodným a ionomerovými živcami. Okrem toho sú rôzne minerálne plnivá, výstuže a pigmenty používané v nylonoch a ďalších polyméroch. Tieto nechemické nukleačné prísady sa ľahko rozptyľujú, sú lacné, a zvyčajne sú k dispozícii, pretože sa bežne používajú na primárne zosilnenie a plniacu funkciu. [10]

3 PROCES HORENIA A UZAVRETÉ HORENIE

Oheň je fyzikálny a chemický fenomén, ktorý je od prírody silne interaktívny. Interakcia medzi plameňom, palivom a okolím môže byť silne nelineárna a kvantitatívny odhad zúčastnených procesov je často zložitý. Proces horenia a procesy zúčastňujúce sa uzavretého ohňa zahŕňajú hlavne toky hmoty a tepelné toky do a od paliva a okolia. Obrázok. 13 ukazuje schematický tieto interakcie, naznačuje zložitosť hmoty a proces prenosu tepla. [12]



Obrázok 13 Interakcie horenia [12]

3.1 Všeobecný popis rastu požiaru v uzavretom priestore

Požiar v uzavretom priestore môžeme vyvinúť mnohými rôznymi spôsobmi, väčšinou závisí na geometrii priestoru, ventilácie, druhu paliva a množstve. Nasleduje všeobecný popis rôznych fenoménov, ktoré môžu nastať v priebehu vývoja typického požiaru v uzavretom priestore. [12]

- **zapálenie** – po zapálení, oheň rastie a produkuje zvyšujúce sa množstvo energie, väčšinou dôsledku šírenia plameňa. V skorších štádiách zabránenia nemá žiadny vplyv na oheň, ktorý je potom riadený palivom. Okrem toho uvoľňujú energiu rôzne toxické a netoxické plyny a tuhé látky sú produkované. [12]

- **Brýdy** – horúce plyny v plameni sú obklopané studenými a teplejšími plynmi, menšia hustota hmotnosti bude stúpať hore kvôli rozdielnej hustote, alebo skôr kvôli vztlaku. Vztlakový prúd, vrátane všetkých plameňov sa označujú ako ohnivé brýdy. [12]

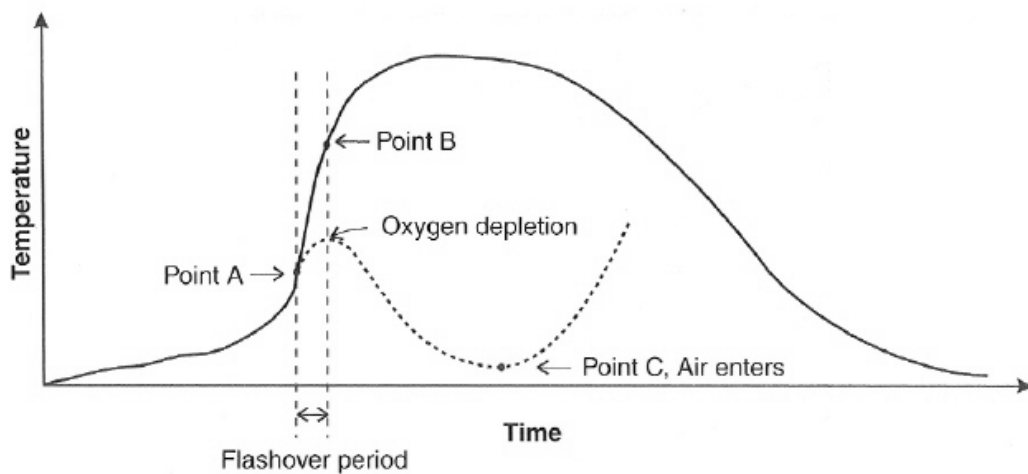
Keď stúpajú horúce plyny, studený vzduch je strhávaný brýdovými parami. Táto zmes spalín a vzduchu bude narážať na hornú časť ohňa a vyvolané hladiny horúcich plynov sú vytvorené. Len malá časť hmotnosti dopadá na hornú stenu pochádzajúca z paliva, najväčšie množstvo pochádza z chladného vzduchu postranne strhávaného brýdovými parami, ktoré poháňajú plyny smerom k hornej stene.

Výsledkom je, že celková hmotnosť prúdenia zvyšuje o brýdové pary a priemerná teplota a koncentrácia splodín sa znižujú s výškou. [12]

- **Stropové trysky**– keď prúd brýdových pár naráža na hornú hranicu, plyny sa šíria cez to ako impulz riadený kruhovým lúčom. Rýchlosť a teplota tohto lúča je dôležitá, pretože znalosť kvalitatívnych vlastností týchto premenných dovoľia odhadnúť odozvy všetkých dymových a tepelných detektorov a postrekovačov spojených v blízkosti stropu. [12]
- **Teploty plynu** – experimenty ukazujú pre široký rozsah časti ohňa, že je rozumné predpokladať, že priestor sa rozdelí do dvoch odlišných vrstiev: vrchná horúca vrstva sa skladá zo zmesi splodín vzduchu a chladnej spodnej vrstvy pozostávajúcej zo vzduchu. Ďalšie vlastnosti plynov sa menia v čase v každej hladine, ale predpokladá sa, že sú jednotné v každej vrstve. [12]
- **Horúca vrstva**– brýdové páry vstupujú do vzduchu z nižšej vrstvy a stúpajú k stropu. Preto rastie horúca horná vrstva objem a vrstva rozhrania klesá smerom k podlahe. [12]
- **Prestup tepla** – keď horúca vrstva klesá a zvyšuje sa teplota procesy prestupu tepla sú rozšírené. Teplo je prenášané radiáciou a sálaním z vrstvy horúceho plynu k stropu a ku stenám, ktoré sú v kontakte s horúcim plynom. Teplo z horúcej vrstvy je taktiež vyžarované smerom k zemi a k spodným stenám, a nejaké teplo bude pohltené vzduchom v spodnej vrstve. [12]

- **Vzplanutie** – oheň môže ďalej rásť, buď zvýšením rýchlosti horenia, rozšírením plameňa po prvý bod vzplanutia, alebo zapálenia sekundárneho paliva. Horná vrstva má zvýšenú teplotu a môže byť veľmi horúca. Výsledkom žiarenia z horúcej vrstvy smerom k ostatným horľavým materiálom v uzavretom priestore môže nastať chvíľa, ktorá všetky horľavé materiály v uzavretom priestore zapáli s veľmi rýchlym nárastom uvoľnenia energie. Toto je veľmi rýchle a náhly prechod z rastúceho ohňa na plne rozvinutý oheň sa nazýva vzplanutie. [12]

Plná čiara na obrázku 14 ukazuje počiatok prechodného obdobia v bode A, majúci za následok plne rozvinutý oheň v bode B.



Obrázok 14 Popis rastu požiaru [12]

- Plne rozvinutý oheň – v plne rozvinutom štádiu sa plamene rozšíria cez otvor a všetky výbušné materiály v uzavretom priestore sa zapália. Plne rozvinutý oheň môže horieť až niekoľko hodín, tak dlho ako je dostatok paliva a kyslíka na horenie. [12]

3.2 Faktory ovplyvňujúce vývoj ohňa v uzavretom priestore

Faktory ovplyvňujúce vývoj ohňa v uzavretom priestore môžu byť rozdelené do dvoch hlavných kategórií: tie, ktoré majú do činenie s uzavretým priestorom a tie, ktoré majú do činenie s ohňom. Sú to:

- Veľkosť a umiestnenie zdroja zapálenia,
- Typ, množstvo, umiestnenie, miesto, orientácia a palivo,
- Geometria uzavretého priestoru,

- Vlastnosti materiálu.

3.2.1 Zdroje zapálenia

Zdroj zapálenia môže pozostávať z iskry s veľmi nízkym obsahom energie, z ohriatej plochy, alebo z plameňov. Zdrojom energie je chemikálie, električka alebo mechanika. Pri väčších energetických zdrojov nasleduje rýchlejšie horenie. Plamene zvyčajne produkujú priame spaľovanie, čo vedie k šíreniu plameňa a rastu požiaru. Miesto zdroja zapálenia je tiež dôležité. [12]

3.2.2 Palivo

Typ a množstvo horľavého materiálu je s jedným z hlavných faktorov určujúcich rozvoj požiaru v uzavretom priestore. Pozícia paliva môže mať značný vplyv na vývoj požiaru. To spôsobuje nielen vyššie teploty ale taktiež vysoké plamene, ako spaľovanie musí prebiehať vo väčšej vzdialenosti. Vzdialenosť a orientácia paliva je tiež dôležitá. Palivo na veľkej ploche bude horieť oveľa rýchlejšie ako palivo na malej ploche. [12]

3.2.3 Geometria uzavretého priestoru

Vrstvy horúceho dymu a horné ohraničujúce plochy uzavretého priestoru vyžarujú smerom k horiacemu palivu a zvyšujú rýchlosť horenia. Iné horľavé predmety v miestnosti sa taktiež budú zahrievať. Teplota, hrúbka horúcej vrstvy a teplota v horných plochách tiež majú významný účinok na rast ohňa.

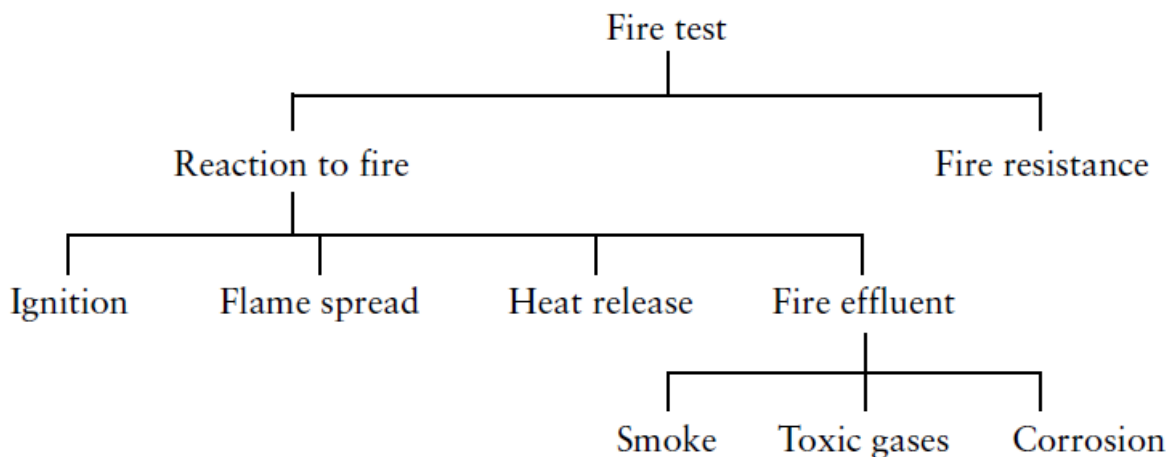
Palivo horiace v malej miestnosti spôsobí relatívne vysoké teploty a rýchly rast ohňa. Vo veľkom priestore rovnaké horiace palivo spôsobí nižšiu teplotu plynu, dlhšiu dobu dymenia a pomalý rast ohňa. [12]

3.2.4 Vlastnosti materiálu

Materiál ohraničený v uzavretom priestore môže ovplyvniť teplotu horúceho plynu a tým tepelný tok horenia paliva a iných horľavých predmetov. Nejaké materiály navrhnuté k zachovaniu energie, ako je minerálna vlna obmedzujú množstvo tepelného toku na povrch. Vlastnosti materiálu kontrolované prúdením tepla cez konštrukciu sú vodivosť, hustota a tepelná kapacita. [12]

4 METÓDY POŽIARNÝCH SKÚŠOK

Existuje veľké množstvo požiarnych skúšok, ktoré môžu byť rozdelené do rôznych kategórií. Požiarne skúšky sú:



Obrázok 15 Požiarne skúšky [9]

4.1 Skúšobné metódy zapalovania

Vlastnosti vznietenia plastov sú veľmi dôležité, keď si uvedomíme, že bez vznietenia nevznikne oheň a nepotrebujeme požiarnu izoláciu. Vznietenie je definované ako ľahké zapálenie alebo jednoduchá iniciácia horenia. Teplota vzplanutia je najnižšia počiatková teplota vzduchu prúdiaceho okolo vzorku, v ktorom je dostatočné množstvo horľavého plynu vyvinutého vznietením sa malého množstva vonkajšieho ohňa. Teplota samovznietenia je najnižšia počiatková teplota vzduchu prúdiaceho okolo vzorku, pri ktorom v neprítomnosti zdroja zapálenia vlastnosti samovznietenia vzorku vedú k vznieteniu alebo nastáva vznietenie samo sebou.

Boli vyvinuté dve základné testovacie metódy pre meranie vznietenia. [9]

4.1.1 Prvá metóda stanovenia teploty vznietenia [ASTM D 1929]

Táto teplota sa vzťahuje na laboratórne stanovenie samovznietenia a teploty vznietenia plastov pomocou vznietenia horúcim plynom. Prístroj sa skladá z horúcej trubky a z vnútornej keramickej trubky umiestnenej vnútri horúcej trubky, ktorá je schopná odolávať teplote 750 °C.

Postup skúšky: Na začiatok skúšky sa prietok vzduchu nastaví na 5ft/min na 400 °C. Ako náhle je dosiahnutá konštantná teplota vzduchu, vzorok sa umiestni do pece. Po umiestnení

vzorku sa spustí časovač a oheň sa zapáli. Mierny výbuch horľavých plynov alebo iskra naznačuje zapálenie. Toto je zvyčajne nasledované kontinuálnym horením vzorku. Ak sa vzorok vznieti pred uplynutím 5 minút, sa test opakuje pri nižšej teplote za použitia nového vzorku. Ak nedošlo k vznieteniu po 5 minútach, teplota sa zvyšuje a test sa opakuje. Najnižšia teplota vzduchu, ktorá ja pozorovaná na iskru sa je zaznamenaná ako minimálna teplota vznietenia. Teplota samovznietenia je stanovená rovnakým spôsobom, bez plameňa horáka. Najnižšia teplota vzduchu, pri ktorej horí vzorok je zaznamenaná ako minimálna teplota samovznietenia. Vizuálne pozorovanie ako je tavenie, bublanie a dymenie sú taktiež zaznamenané. Tento test je užitočný pri porovnávaní relatívnych vlastností vznietenia rôznych materiálov. Skúšku nemôžeme považovať, ako jediné kritérium pre nebezpečenstvo požiaru.

4.1.2 Druhá metóda stanovenia teploty vznietenia [ASTM D 3713]

Tento postup skúšky sa používa predovšetkým na charakterizáciu reakcie plastov, zdroj zapálenia sa skladá z malého kontrolovaného ohňa. Skúška sa vykonáva na vzorkách pri štandardnom plameni. Plameň sa zvyšuje v 5 sekundových intervaloch, maximálne do 60 sekúnd, nový vzoroch sa použije pri každom zvýšení intervalu. Keď nastane koncový bod klesne doba použitia pokiaľ 10 testovaných vzoriek za sebou v tom istom čase uspejú pri testovaní. Tento čas spolu s hrúbkou vzorky a s písmenom označujúci spôsob reakcie je zaznamenaný ako index citlivosti vzplanutia. Index citlivosti vzplanutia (IRI) je definovaný hrúbkou testovaného vzorku alebo tvarom tepelnej energie produkované malým plameňom. Použitie testu je obmedzené meraním a opisovaním reakcií materiálov, výrobkov. [9]

4.2 Metódy dymových skúšok

Rastie naliehavosť týkajúca sa potrebu študovať a vyvíjať realistické dymové skúšky.

Dym pochádzajúci z horenia plastov, je tak veľmi nebezpečný, ako plamene z horiacich budov, pretože dym zahalí viditeľnosť a vážne zhorší schopnosti človeka uniknúť nebezpečenstvu požiaru. Veľké množstvo malých a veľkých laboratórnych testov bolo vyvinutých poslednú dobu. Avšak existujú značné spory o praktickosti, užitočnosti a spoľahlivosti týchto skúšobných metód. Niektoré testy vyžadujú veľký počet skúšobných vzorkov, zatiaľ čo ostatné sú nepohodlné a časovo náročné. Niektoré sú veľmi drahé, niektoré sú mäťúce. [9]

4.2.1 Test hustoty dymu [ASTM D 2843]

Tento test meria stratu priepustnosti svetla prostredníctvom nazbieraného množstva dymu vyrobeného za kontrolovaných a štandardizovaných podmienok. Fotoelektrický článok a svetelný zdroj sa používajú na meranie absorpcie svetla. Percento absorbovaného svetla fotoelektrického článku sa meria a zaznamenáva každých 15 sekúnd po dobu 4 minút. Dátum absorpcie sa vynesie do grafu záznamu. [9]

4.2.2 Špecifická optická hustota dymu [ASTM E 662]

Tento test meria špecifickú optickú hustotu dymu na testovacom teliesku, ktoré je vo vertikálnej polohe umiestnené v dymovej komore. Fotometrický systém sa používa na meranie meniacich sa prestupov svetla ako nahromadený dym z expozície testovacích teliesok na skúšky horľavosti a nehorľavosti. Meranie zoslabeného svetelného lúča dymom sa vykonáva pomocou svetelného zdroja a fotodetektora. Takto vertikálne umiestnený fotodetektor a svetelný zdroj minimalizujú rozdiely v meraní, kvôli dymovej stratifikácii, ktorá by mohla nastať s horizontálnym umiestneným fotometra. Meranie prestupu svetla sa používa k výpočtu špecifickej optickej hustoty plynu vzniknutého v priebehu časového obdobia za účelom dosiahnutia maximálnej hodnoty. Výsledky testu sú ovplyvňiteľné malými zmenami v geometrii, v polohe testovacieho telieska, v povrchu orientácie, v hrúbke vzorku a v malých rozdieloch v klimatizácii. [9]

4.2.3 Gravimetrické stanovenie častí dymu z horiacich plastov [ASTM D 4100]

Táto testovacia metóda bola vyvinutá pre gravimetrické stanovenie dymových častíc vyrobených zo spaľovania alebo pyrolýzy plastových materiálov. Tento gravimetrický test je ako protichodný test k optickému testu v zmysle, že vývoj dymu je meraný gravimetrickou hmotnosťou dymu čo je presnejšie ako optickým svetelným zatienením spôsobené s časticami. Tento test poskytuje jednoduchú, rýchlu a opakovateľnú techniku pre meranie dymu z horiacich plastov. Skúšobné teliesko je vystavené plameňu na 30 sekúnd, na konci 30 sekúnd je horák vypnutý a skúšobné teliesko je uhasené. Dym vytvorený horením testovacieho telieska je vákuovo odsávaný a nečistoty sa usadzujú na filtračný papier. Váha dymového nánosu je určená váhou filtračného papiera. Hodnota hmotnosti dymového nánosu je zaznačená v percentách. [9]

4.3 Uvoľnenie tepla

Uvoľnenie tepla sa vyžaduje takmer pre všetky horľavé materiály a výrobky týkajúce sa s potenciálnym uvoľňovaním tepla. Požiadavky závisia na konečnom použití výrobku.

Rýchlosť uvoľneného tepla sa určuje s kužeľovým kalorimetrom podľa normy ISO 5660-1. Skúšobné vzorky o rozmeroch (100x100)mm sú umiestnené horizontálne pod kužeľovým topným telesom. Iskra vznikne vznietením plynov. Rýchlosť prúdu plynu je $0,024 \text{ m}^3/\text{s}$ v rozpore s normou ISO 5660-1 sa údaje získavajú každé 2 sekundy.

Podľa CEN TS 45545-2 sú predpísané 2 rôzne úrovne ožiarenia elektrickým ohrievačom:

- $25\text{kW}/\text{m}^2$
- $50\text{kW}/\text{m}^2$

Skúška trvá 20 minút. [22]

4.4 Test horkou smyčkou

Test horkou smyčkou sa zaoberá horľavosťou a šírením plameňa. Bezpečnosť s ohľadom na riziko požiaru je dôležitým aspektom pri navrhovaní elektrických výrobkov. Najlepšia metóda pre testovanie elektrických výrobkov s ohľadom na nebezpečenstvo vzniku požiaru sa simuluje čo najbližšie k skutočným účinkom vyskytujúcich sa v praxi. Za účelom posúdenia nebezpečenstva požiaru IEC 60695-2 je určený test horkou smyčkou a jednoduchý postup testovania simulovaných účinkov tepelného namáhania, ktoré môžu byť vyrábané tepelnými zdrojmi, ako sú žeravé prvky alebo preťažené rezistory na krátku dobu. Skúšobné teliesko sa upevní do držiaku na vozíku. Horká smyčka je smyčka z odolného drôtu, ktorý je elektricky vyhrievaný na určitú teplotu od $550 \text{ }^\circ\text{C}$ do $960 \text{ }^\circ\text{C}$. Skúšobný vzorok sa privedie do kontaktu so špičkou horkej smyčky na dobu 30 sekúnd. Závažie sa používa na ťahanie vozíka smerom k horkej smyčke za použitia prítlačnej sily. Rozsah pozorovania a merania sa vykonáva na určenie nebezpečenstva požiaru. Pozorovania a merania s hodnotia podľa IEC 60695-2-10:2000. Vzorok v teste obstál, keď splnil tieto podmienky:

- Vzorok nehorí alebo nie je žeravý
- Keď sa plamene alebo horiaci vzorok uhasia do 30s po oddialený žhavej smyčky.

Výška plameňa počas testu by mala byť zaznačovaná. [12]

4.4.1 Index horľavosti žhavého drôtu [GWFI]

GWFI je všeobecne vhodný test pre plasty, ktoré sú v kontakte s elektrickými časťami. Najvyššia skúšobná teplota je stanovená, pri ktorom behom troch po sebe nasledujúcich skúšok je splnená jedna z týchto podmienok:

- Vzorok sa nezapáli
- Keď plamene alebo horiaci vzorok uhasnú behom 30s po oddialený smyčky.

4.5 Test korózie

Podľa DIN 50900-2, korózia je definovaná ako reakcia kovových materiálov s okolím, čo má za následok merateľné zmeny materiálov a ich funkcie. Vyššie použitá definícia sa nevzťahuje na plasty. Avšak v prípade požiaru, všetky spálené organické materiály, vrátane plastov vytvoria druh s koróznym potenciálom, ako voda a kyselina sú vždy súčasťou ohňového výtoku. Preto po požiarnych nehodách, človek musí konať tak, aby sa zabránilo atmosférickej korózii v chemickej alebo elektrochemickej reakcii na povrchu kovových materiálov.

Metódy testov korozivity môžeme rozdeliť na priame a nepriame.

- Nepriame metódy merania- sú založené na princípe, že korozivita je spôsobená buď obsahom iónov vodíka alebo kovovými iónmi tvoria vo vodnom prostredí, spôsobené výtokmi vytvorené z ohňa.
- Priame metódy meranie – kovové straty sú spôsobené koróznym potenciálom ohňových výtokov. [12]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CIELE DIPLOMOVEJ PRÁCE

Pre túto diplomovú prácu boli stanovené tieto ciele:

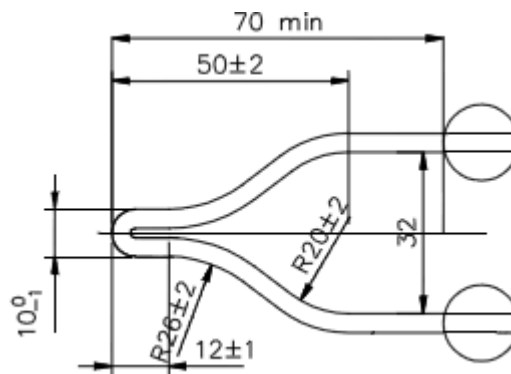
1. Vypracujte literárnu reserči na dané téma
2. Návrh konštrukcie prístroja žhavej smyčky podľa normy ČSN EN 60695-2-10
3. Príprava skúšobných teliesok vstrekováním
4. Vyhodnotenie nameraných výsledkov skúšok

Cieľom praktickej diplomovej práce je navrhnuť konštrukciu prístroja žhavej smyčky. Boli navrhnuté dve rôzne konštrukcie žhavej smyčky. Prvý návrh prístroja žhavej smyčky je realizovaný pomocou vozíka a druhý návrh prístroja žhavej smyčky je realizovaný pomocou otočného ramena. Boli vygenerované výrobné výkresy pre obidva návrhy a zostrojené 3D modely návrhu a boli tiež nakreslené 2D zostavy prístroja žhavej smyčky s kusovníkom. Pre návrhu konštrukcie žhavej smyčky bol použitý program Catia V5R18. Pri návrhu konštrukcie žhavej smyčky sme postupovali podľa doporučených noriem ČSN EN 60695-2-10, ČSN EN 60695-2-11, ČSN EN 60695-2-12, ČSN EN 60695-2-13. Pri testovaní sa budú používať testovacie telieska o veľkosti 75x75mm o hrúbkach 0,8, 1,6 a 3,2mm. Kvôli neskorému objednaníu a v dobe písania diplomovej práce sme nemali všetky súčiastky a sme nemohli zostrojiť prístroj a sme nesplnili posledný bod cieľa diplomovej práce vyhodnotenie nameraných výsledkov skúšky.

6 POPIS TESTOVACIEHO ZARIADENIA

6.1 Horká smyčka

Horká smyčka je vyrobená z nikel/ chrómového (80/20) drôtu, s celkovým menovitým priemerom 4mm. Drôt sa sformuje do slučky ako je na obrázku.



Obrázok 16 Drôt žhavej smyčky

Horúcim drôtom prechádza elektrický prúd, ktorý ho zahrieva a musí si udržať stálu teplotu. Testovacie zariadenie musí byť navrhnuté tak, aby horúci drôt bol v horizontálnej polohe aby behom pôsobenia na vzorok vyvíjal silu $1,0 \text{ N} \pm 0,2\text{N}$. Sila musí byť udržiavaná pri tejto hodnote, keď sa presunie horúci drôt alebo skúšobná vzorka. Prienik drôtu do testovaného materiálu je $7\text{mm} \pm 0,5 \text{ mm}$.

Prístroj musí byť navrhnutý tak, aby horúce alebo žeravé častice padajúce zo vzorku mohli zapáliť špecifickú podložku. [23]

6.2 Teplotný merací systém

Teplota hrotu horúcej smyčky sa meria termočlánkom triedy 1 z jemného drôtu v kovovom plášti s minerálnou izoláciou a s izolovaným spojom. Termočlánok musí mať vonkajší priemer 1,0 mm alebo 0,5 mm a drôty napr. z NiAl a z NiCr, vhodné pre nepretržitú prevádzku pri teplotách do $960 \text{ }^\circ\text{C}$. Plášť je tvorený kovom, ktorý odoláva dlhodobému pôsobeniu teploty najmenej $1050 \text{ }^\circ\text{C}$. Termočlánok je tesne umiestnený za koncom horúcej smyčky. Medzi hrotom termočlánku a horúcou smyčkou sa musí udržiavať tepelný kontakt. [23]

6.3 Špecifická podložka

Pod horúcu smyčku sa umiestňuje špecifická podložka. Používa sa jedna vrstva hodvábného baliaceho papiera položená tesne na hornom povrchu rovnej hladkej dosky z dreva o hrúbke najmenej 10mm. Podložka sa umiestni do vzdialenosti $200 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ pod miesto, kde horúca smyčka pôsobí na vzorok. Hodvábný baliaci papier je mäkký a pevný, ľahký baliaci papier, ktorého hustota je medzi 12 g/m^2 a 30 g/m^2 . [23]

6.4 Skúšobná komora

Zariadenie musí byť umiestnené s obmedzením prúdením vzduchu. Objem komory má byť minimálne o objeme $0,5 \text{ m}^3$. Vzorok musí byť umiestnený najmenej 100 mm od najbližšieho povrchu komory. Osvetlenosť vzorku nesmie prevýšiť 20 lx a pozadie musí byť tmavé. [23]

6.5 Aklimatizácia

Drevená doska a hodvábný papier sa pred skúškou uloží na 24 h do prostredia o teplote medzi $15 \text{ }^\circ\text{C}$ - $35 \text{ }^\circ\text{C}$ a relatívna vlhkosť medzi 45 % - 75 %. Vzorok sa aklimatizuje po dobu 48 h pri teplote $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ a pri relatívnej vlhkosti medzi 45 % - 55 %. Vzorky sa testujú o teplote medzi $15 \text{ }^\circ\text{C}$ - $35 \text{ }^\circ\text{C}$ a relatívnej vlhkosti medzi 45 % - 75 %. [25]

6.6 Skúšobný postup

Vzorok sa upevní alebo upne tak, aby:

- Straty tepla spôsobené podperami alebo upevňovacím prípravkom boli zanedbateľné,
- Rovinná časť povrchu bola zvislá,
- Hrot horúcej smyčky pôsobí na stred rovinatej časti povrchu.

Horúca smyčka sa zahreje na špecifickú teplotu, ktorá sa meria kalibrovaným systémom meranej teploty. Predtým než sa hrot horúcej smyčky dotne vzorku, sa venuje pozornosť tomu, aby:

- Teplota sa po dobu najmenej 60 s nemení o viac ako 5 K,
- Tepelné žiarenie behom tejto doby neovplyvňovalo vzorok, čo sa zaistí dostatočnou vzdialenosťou smyčky od vzorku,

- Do ukončenia skúšky sa už horúci prúd ani napätie znovu nenastavuje.

Hrot horúcej smyčky sa potom pomaly privedie do kontaktu so vzorkom na dobu $30 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$. Vyhovujúca je rýchlosť približovania a oddaľovania približne $10 \text{ mm/s} - 25 \text{ mm/s}$. Rýchlosť približovania sa však pred dotykou musí znížiť takmer na nulu, aby sila pôsobiaca pri dotyku neprekročila $1,0 \text{ N} \pm 0,2 \text{ N}$. Ak sa materiál od tavi od horúcej smyčky, nemusí byť horúca smyčka udržiavaná v dotyku so vzorkom. Po uplynutí doby pôsobenia sa horúca smyčka a vzorok pomaly od seba oddelia, pričom sa zabraňuje ďalšiemu zahrievaniu vzorku a pohybu vzduchu, ktoré by mohli ovplyvniť výsledky skúšky. Preniknutie hrotu je obmedzené na $7 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$. [23]

6.7 Vyhodnotenie výsledku skúšky

Vzorok pri skúške úspešne odolal, pokiaľ sa buď nezapáli, alebo sú splnené obe tieto podmienky:

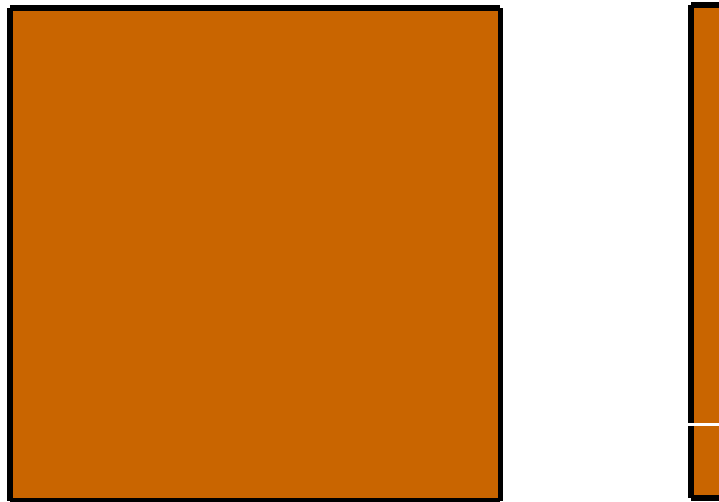
- Plamene alebo horenie vzorku sa uhasí do 30 s po oddialení horúcej smyčky
- Nedošlo k zapáleniu hodvábného baliaceho papiera.

Pokiaľ je splnená len jedna alebo nie je splnená žiadna z týchto podmienok, skúška sa opakuje s novým vzorkom pri nižšej skúšobnej teplote uvedené v tabuľke 1. [24]

7 SKÚŠOBNÉ VZORKY

Skúška sa prevádza na zvisle umiestnených skúšobných teliesok s dostatočnou veľkou rovinnou plochou.

Skúšobné telieska sa zhotovujú lisovaním, vstrekovaním, odlievaním alebo odrezávaním z dosiek či z častí konečných výrobkov s dostatočnou rovinnou plochou. Skúšobné telieska sú o veľkosti 75 x 75 mm o hrúbkach 0,8 mm, 1,6 mm a 3,2 mm.



Obrázok 17 Testovacie teliesko

8 POUŽITÝ PROGRAM PRI NÁVRHU ŽHAVEJ SMYČKY

8.1 Catia V5R18

Catia je výrobok francúzskej spoločnosti Dassault Systems, je to software pre 3D počítačové konštruovanie v oblastiach CAD, CAM, CAE a PDM.

Catia pokrýva celý proces od návrhu, cez konštrukciu, simuláciu, analýzy až po vlastnú údržbu a výrobu. Vďaka integrácii procesov a jeho simulácii sa skracuje vývojový cyklus, znižujú sa náklady a zvyšuje sa kvalita konečného výrobku.

Catia kombinuje v jednom modely plošné ako aj objemové elementy. Práve táto voľnosť pri výbere modelárskych technik a možnosti robí Catiu veľmi účinným systémom. Všetky moduly a modelárske techniky sú integrované, takže zmeny jednotlivých modelov či elementov sa okamžite prejaví.

Catia sa používa v automobilovom priemysle, v leteckom priemysle, v strojárskom priemysle, vďaka svojim schopnostiam je široko rozšírená a používaná.

9 POUŽITÝ MATERIÁL PRE VÝROBU ŽHAVEJ SMYČKY

9.1 Mosadz

Je to zliatina medi a zinku s obsahom Cu nižším ako 80%. Mosadze majú svetložltú až tmavožltú farbu. S rastúcim obsahom medi v zliatine prechádza ich farebný odtieň až k červenej. Tepelná a elektrická vodivosť mosadzí klesá s rastúcim obsahom zinku. Mosadze majú veľmi dobrú pevnosť a ťažnosť. Možno ich tvárniť za studena, niektoré aj za tepla. Za studena sa tvárnia valcovaním, ťahaním alebo lisovaním. Mosadze tvárnené majú lepšie mechanické vlastnosti ako mosadze odlievané.

Okrem hlavných kovov obsahuje každá zliatina ešte určité množstvo iných prvkov (Al, Sn, Ni, Mn, Fe, Si), obvykle sa označujú podľa tretej zložky. Prísada ďalších prvkov zlepšuje mechanické vlastnosti, ale aj odolnosť proti korózii, zlievateľnosť, obrábiteľnosť. Podľa spôsobu výroby môžu byť zliatiny tiež tvárnené a zlievarenské. Špeciálne mosadze rozdeľujeme na hliníkové, mangánové, cínové, atď.

Tabuľka 1 Mosadz

Vlastnosti mechanické	Hodnota	Vlastnosti fyzikálne	hodnota
Youngov modul pružnosti	90-110 GPa	Tepelná vodivosť	100–130 W/m.K
Pevnosť v ťahu	310-550 MPa	Merné teplo	372 – 383 J/kg.K
Medza sklzu	95-500 MPa	Tep. súčiniteľ rozťažnosti	17–20,7 · 10 ⁻⁶ .K ⁻¹
Ťažnosť	5-60 %	Teplota tavenia	882–967 °C
Tvrdosť Vickers	65–220 HV	Elektrický odpor	8–10 μΩ.cm
Lomová húževnatosť	30 –60 MPa.m ^{1/2}		

9.2 Dural

Dural má vynikajúce mechanické vlastnosti v spojení s nízkou mernou hmotnosťou, ktorá je takmer trikrát nižšia ako u ocelí. Dobrú obrábiteľnosť, zvariteľnosť, vysoká odolnosť voči korózii a v neposlednej rade možnosť recyklácie.

9.3 Polytetrafluóretylén (Teflón)

Teflon má obchodný názov polytetrafluóretylén, je to kryštalický polymér bielej farby, parafínového vzhľadu.

Teflon má vysokú molekulovú hmotnosť a obsahuje len atómy uhlíka a flóru. Používa sa na výrobu súčastí armatúr, k výrobe trubiek, piestnych krúžkov, membrán, k výrobe izolácie pre drôty a kable vystavené vysokým teplotám. Jeho charakteristické vlastnosti:

- Vynikajúca chemická odolnosť,
- Výborná odolnosť proti vysokým teplotám,
- Výborné dielektrické vlastnosti,
- Odolnosť proti starnutiu – nízka nasiakavosť a odolnosť proti rozpúšťadlám,
- Dobré klzné vlastnosti.

Teflon má veľmi dobré elektroizolačné vlastnosti, ktoré sú len málo závislé na teplote a frekvencii. Elektrická pevnosť je vyššia než 10 kV/mm, merný povrchový odpor dosahuje hodnôt vyšších než 10^{10} ohm a merný vnútorný odpor je vyšší než 10^{13} ohm.cm. permitivita je menšia než 3 a stratový činiteľ je menší než 10^{-2} .

Tabuľka 2 Vlastnosti teflónu

Vlastnosti teflonu	Hodnota	Jednotky
Farba	Biela	
Hustota	2,15 – 2,17	g.cm^{-3}
Absorpcia vody (po 24 hod)	0,01	%
Bod topenia	327	$^{\circ}\text{C}$
Tepelná vodivosť	0,26	W/mk
Koeficient lineárnej tepelnej rozťažnosti.	13 - 17	$10^{-5}/^{\circ}\text{C}$
Maximálna provozná teplota	+300	$^{\circ}\text{C}$
Medza pevnosti	25	MPa
Modul pružnosti v ťahu	400 – 700	MPa
Priet'ážnosť	300	%
Vrubová húževnatosť	16	Kj/m^2
Tvrdosť (shore)	50 - 60	D
Dielektrická pevnosť	>20	kV/mm
Povrchový odpor	>1017	Ohm
Dielektrická konštanta pri 1 MHz	2,1	

9.4 Nikel – chróm (Ni/Cr 80/20)

Nichrom je obchodný názov pre nikel - chróm odporový drôt, nemagnetické zlatitny niklu a chrómu. Je to zliatina striebristo – šedej farby, je odolná voči korózii, a má vysoký bod topenia asi 1400°C . Vzhľadom k jeho relatívne vysokej odolnosti a odolnosti voči oxidácii za vysokých teplôt, je široko používaný vo vykurovacích telesách napríklad v sušičke vlasov, v elektrických rúrach atď.

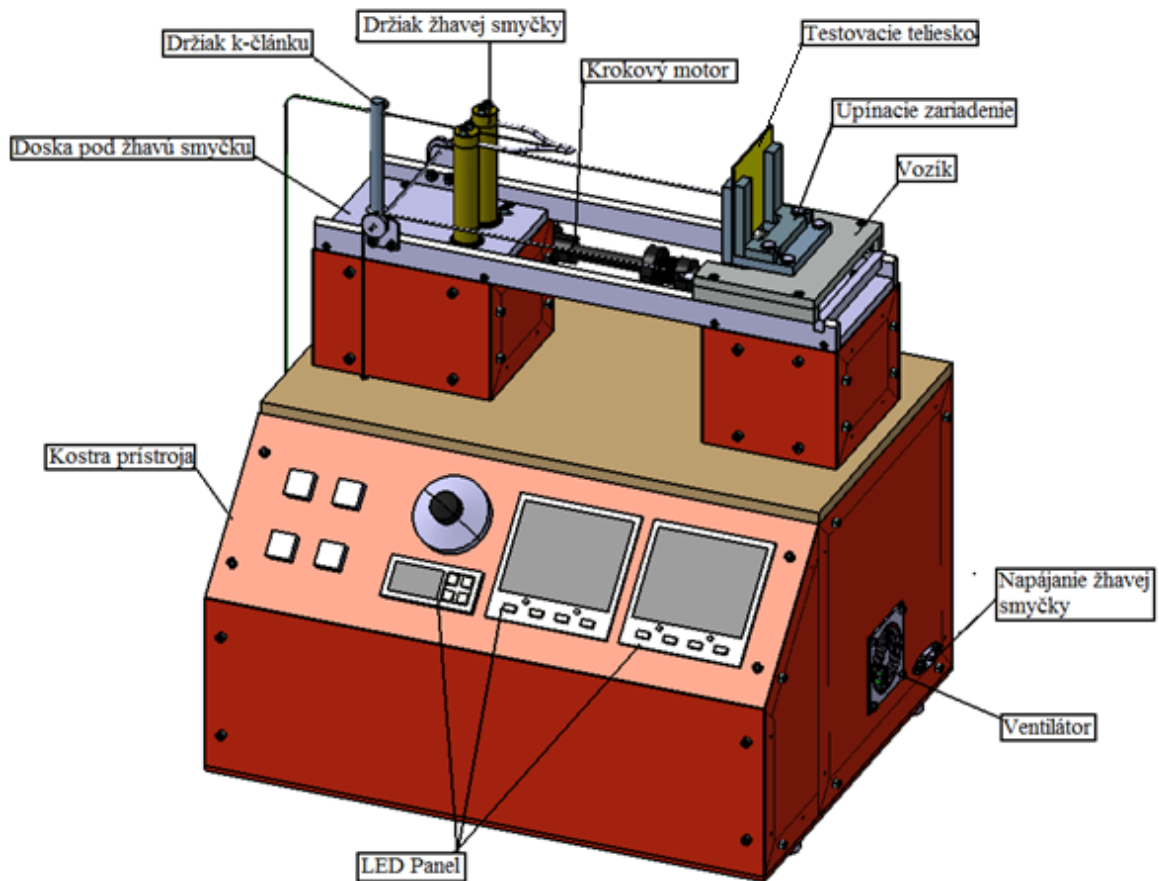
Nichrom sa používa v odbore výbušnín a v priemysle zábavnej pyrotechniky ako spoľahlivý systém zapalovania. Ďalšie oblasti využitia sú motocyklové tmiče, a v niektorých mikrobiologických laboratóriách. Zliatina je drahšia vďaka jej obsahu niklu.

Tabuľka 3 Vlastnosti Ni/Cr 80/20

	Quantity	Hodnota	jednotky
Mechanické vlastnosti	Youngov modul	214000	MPa
	Pevnosť v ťahu	730	MPa
	Medza klzu	350	MPa
Fyzikálne vlastnosti	Tepelná rozťažnosť	13	e^{-6}/K
	Tepelná vodivosť	13	W/m.K
	Merné teplo	450	J/Kg.K
	Teplota topenia	1390-1425	°C
	Hustota	8300	Kg/m ³
	Odpor	1,1	Ohm.mm ² /m
	Elektrochemický potenciál	-0,26	V

10 NÁVRH ŽHAVEJ SMYČKY S POSUVOM VOZÍKA

V programe Catia V5R18 sme navrhli rozmery žhavej smyčky, kde sme ďalej vygenerovali výrobné výkresy k jednotlivým častiam.



Obrázok 18 Žhavá smyčka s vozíkom

10.1 Upínacie zariadenia

Pri návrhu upínacieho zariadenia vychádzame zo skutočnosti, že je potrebné zabezpečiť bezchybného upnutia výrobku. Ďalej je potrebné, aby koniec horkej smyčky bol v strede skúšobného telesa a plocha testovacieho vzorku bola kolmá na žhavú smyčku. Smyčku sme do stredu vzorku umiestnili, preto aby tepelné neovplyvňovala materiál upínacieho zariadenia.

Rozmery upínacieho zariadenia sme volili podľa:

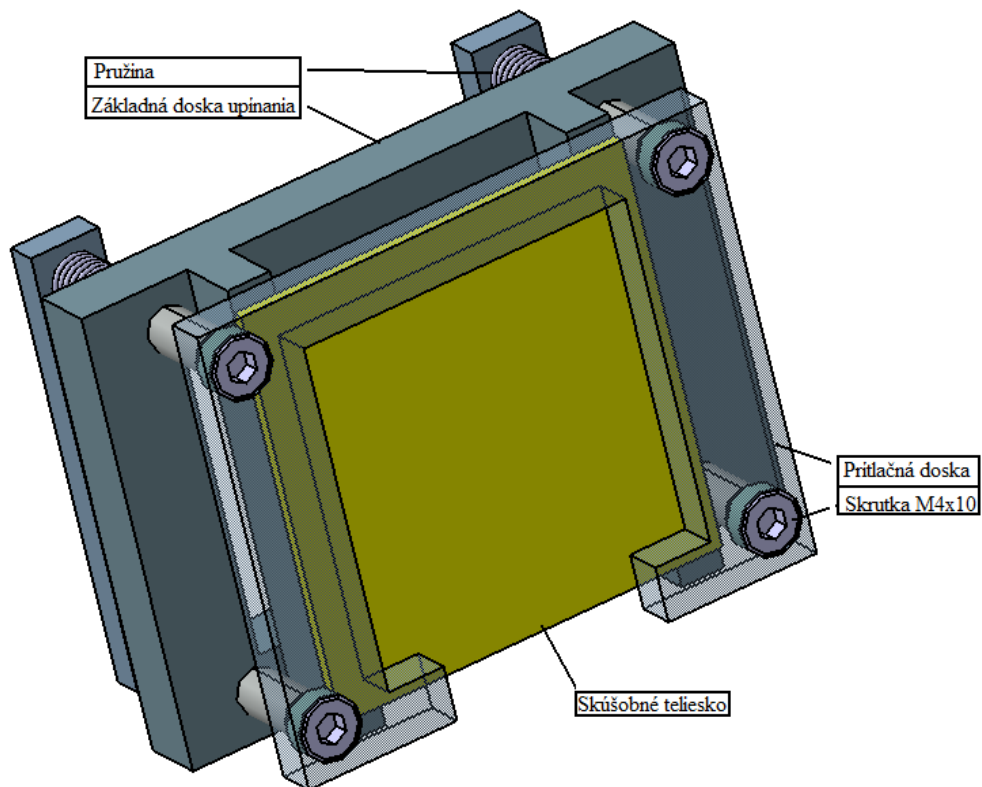
- rozmerov skúšobného telieska,
- efektívnosti a jednoduchosti upnutia,
- univerzálnosti upnutia,

- rýchle upnutie a vybratie testovaného vzorku.

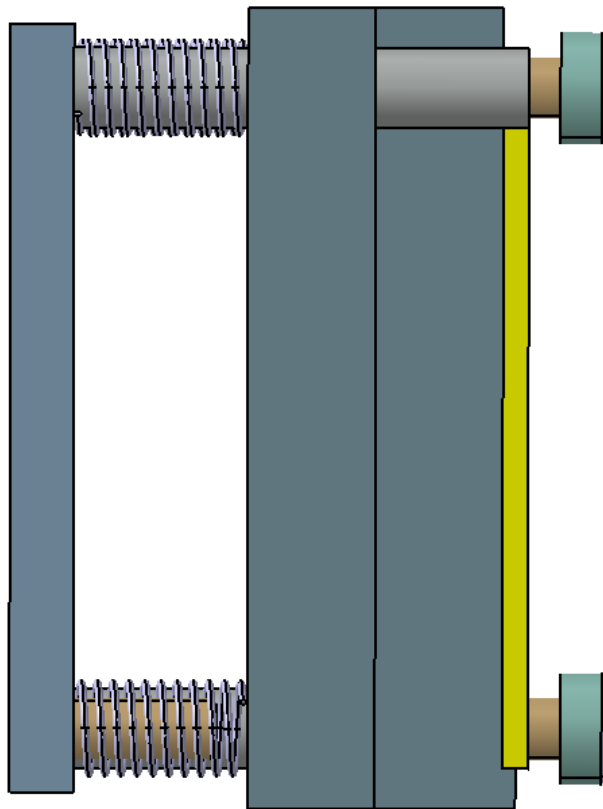
Bolo navrhnutých 11 upínacích zariadení v programe Catia V5R18 a z toho sme vybrali 3 najlepšie návrhy, ktoré splňujú všetky nami stanovené podmienky.

10.1.1 Upínacie zariadenie číslo 1

Materiál a konštrukcia upínacieho zariadenia bola volená tak, aby žhavá smyčka neovplyvňovala konštrukciu upínania a aby len pôsobila na testovacie teliesko. Testovacie teliesko sa upne medzi základnou upínacou doskou a pritlačí sa pritlačnou doskou. Zamedzeniu pohybu a pritlačnú silu nám zabezpečujú pružiny, zároveň je skúšobné teliesko opreté o podstavu základnej dosky (viac obrázok 20), ktorá nám zamedzí po prípadnému spadnutiu telieska. Takto navrhnuté upínacie zariadenie nám umožňuje upnúť všetky tri hrúbky telieska (o veľkosti 0,8, 1,6 a 3,2 mm).



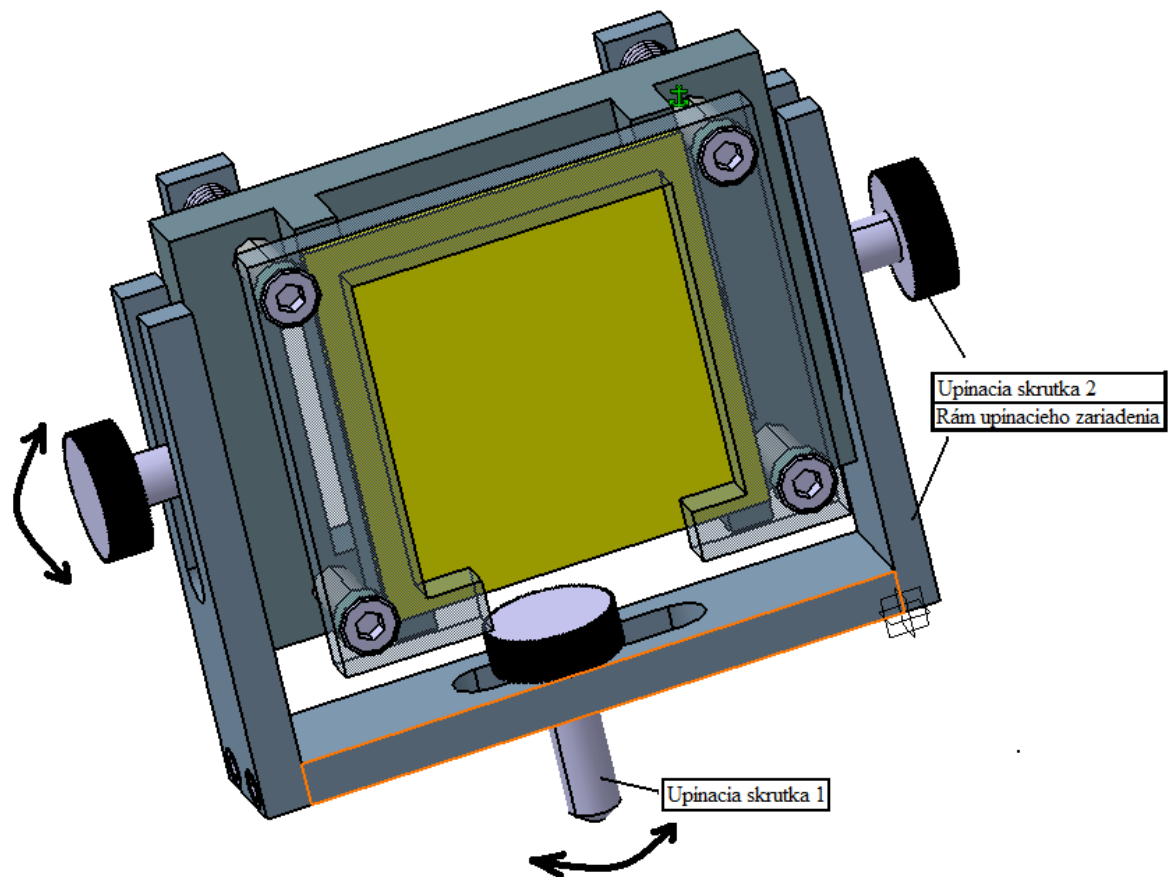
Obrázok 19 3D pohľad upínacieho zariadenia 1



Obrázok 20 Bočný pohľad

Prítlačná doska bola navrhnutá s jedným otvoreným koncom, kvôli tečeniu plastu.

Vďaka drážke a upínacej skrutke, ktorá je na spodnej hrane rámu upínacieho zariadenia môžeme celé upínacie zariadenie otáčať a posúvať vo vodorovnej polohe (v smere nakreslenej šípky). Pomocou upínacej skrutky 2 môžeme testovacie teliesko natáčať a posúvať v horizontálnej polohe.

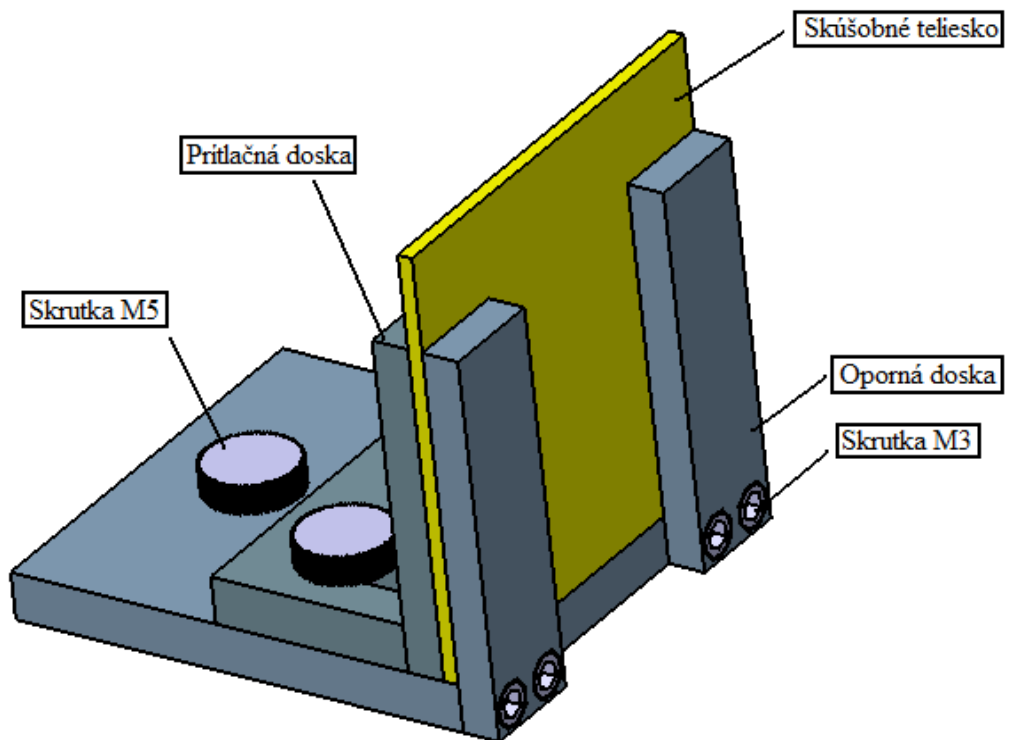


Obrázok 21 Upínacie zariadenie

Pomocou týchto dvoch skrutiek zabezpečíme kolmé a presné upnutie vzorku voči žhavej smyčke.

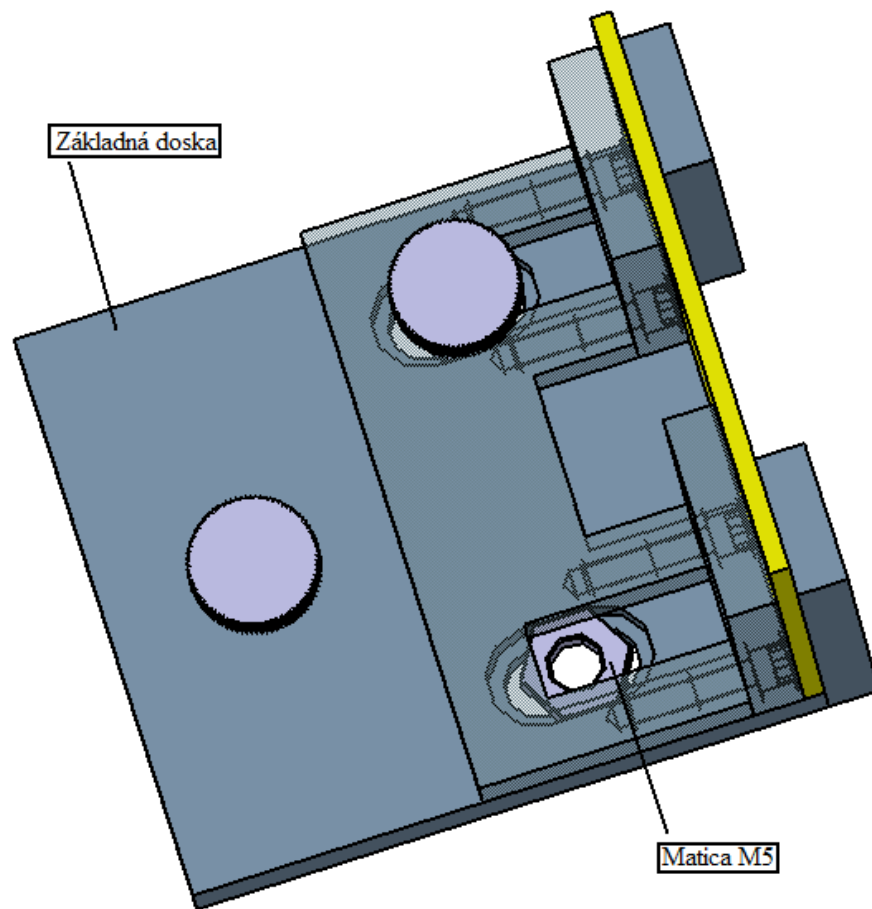
10.1.2 Upínacie zariadenie číslo 2

Skúšobné telieska sa vkladajú do upínacieho zariadenia z hora a sú opreté o základnú dosku. Na prítlačnej doske sú dve skrutky, ktoré nám zaistia pevné upnutie vzorku. Posuvom prítlačnej dosky smerom k oporným doskám regulujeme veľkosť upínania (0,8, 1,6 a 3,2 mm).



Obrázok 22 3D pohľad upínacieho zariadenia 2

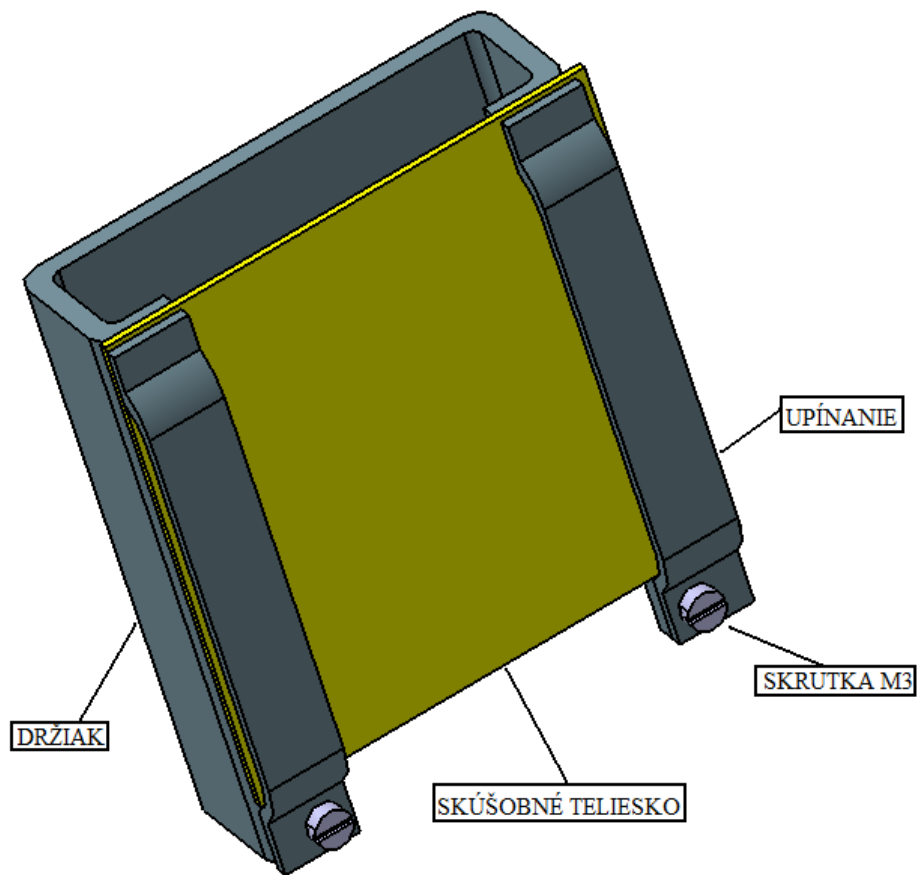
Na základnej doske vo vyfrézovaných drážkach sú umiestnené matice, ktoré nám slúžia pre presné a pevné upnutie testovaného telieska. Šírka drážok je rovnaká ako veľkosť matice, aby bolo zabránené pootáčaniu matíc v drážkach. Matice sú v drážkach umiestnené tak, aby nebránili posuvu prítlačnej dosky. Po vložení telieska zamedzíme posuvu prítlačnej dosky pomocou dvoch skrutiek, ako vidíme na obrázku 23.



Obrázok 23 Detail upnutia

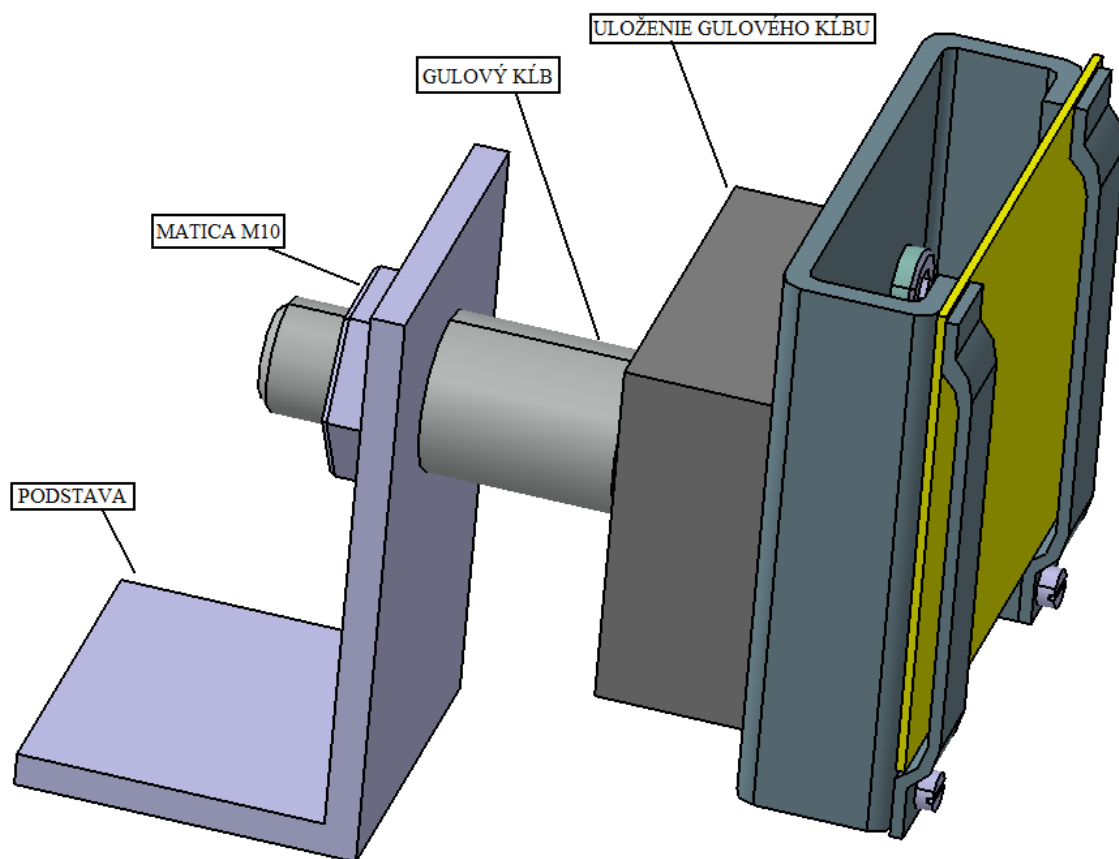
10.1.3 Upínacie zariadenie číslo 3

Testovacie teliesko sa vloží medzi držiak a upínanie. Do takto navrhnutého upínacieho zariadenia môžeme vkladať rôzne hrúbky testovacích teliesok v našom prípade o veľkostiach (0,8, 1,6 a 3,2 mm). Upínanie ako vidíme na obrázku 24 vyvodí samo potrebnú upínaciu silu a teliesko je zamedzené proti posuvu a pootočeniu. Aby sme zabránili prepadnutiu telieska, tak je opreté o spodnú časť upínacieho zariadenia.

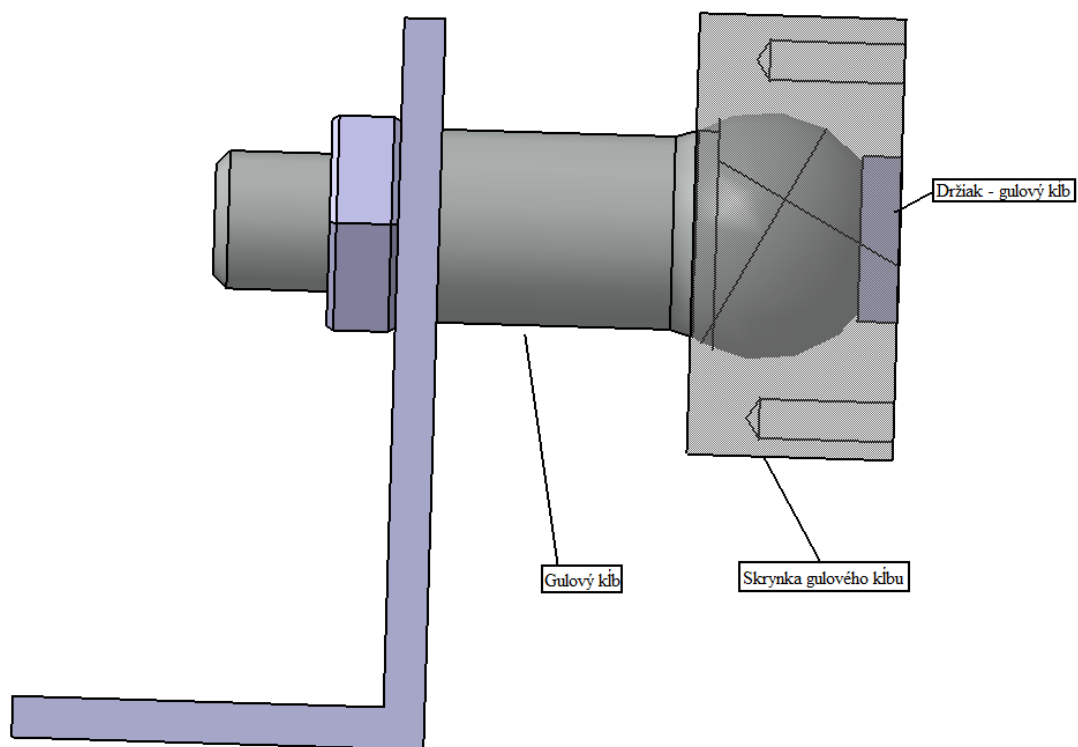


Obrázok 24 3D pohľad upínacieho zariadenia 3

Držiak bol navrhnutý tak, aby pri skúške žhavou smyčkou materiál tiekol smerom dole (gravitačne). Pre nastavenie kolmosti testovacieho telieska ku žhavej smyčke, sme navrhli kĺbové uloženie. Kĺbové uloženie nám dovolí otáčať výrobkom všetkými smermi. Guľový kĺb je upnutý pomocou matice o podstavu, ktorá nám dáva pevné upnutie a presné upnutie celého upínacieho zariadenia (viac obrázok 25). Aby nám držiak s testovacím telieskom držal požadovanú polohu, tak sme použili držiak guľového kĺbu, ktorý tlačí dostatočnou silou na guľový kĺb a zabraňuje samovoľnému posuvu viac obrázok 26. Vďaka prítláčnej sile držiak drží svoju polohu.



Obrázok 25 Upínacie zariadenie číslo3



Obrázok 26 Pohľad z prava

10.1.4 Zhrnutie

Upnutie musí byť kolmé na žhavú smyčku a musí zabezpečiť presné a pevné upnutie testovacieho telieska. Použitie prístroja bude zriedkavé a preto nemusíme voliť zložitejšie a drahšie upínacie zariadenia, v našom prípade postačí jednoduché, ale účinné upínacie zariadenie.

Nami navrhnuté upínacie zariadenia slúžia na upnutie vyššie uvedeného testovacieho telieska, ale môžeme použiť aj iné tvary testovacích teliesok. Klieštiny upínacieho zariadenia zaisťujú pevné a presné upnutie.

Pre občasné testovanie boli navrhnuté všetky upínacie zariadenia manuálne. V našom prípade postačujú a nepotrebuje zložitejšie upínacie zariadenia.

10.2 Návrh termočlánku

Termočlánok je k dispozícii v rôznych kombináciách kovov alebo kalibrácie. Poznáme štyri najbežnejšie používané termočlánky, ktoré sú značené ako J, K, T, E a ďalšie. Každé označenie má iný teplotný rozsah a maximálna teplota sa mení s priemerom drôtu termočlánku. Termočlánok nesmie dosiahnuť plného rozsahu teplôt.

Pri výbere termočlánku sme postupovali podľa nasledujúcich kritérií:

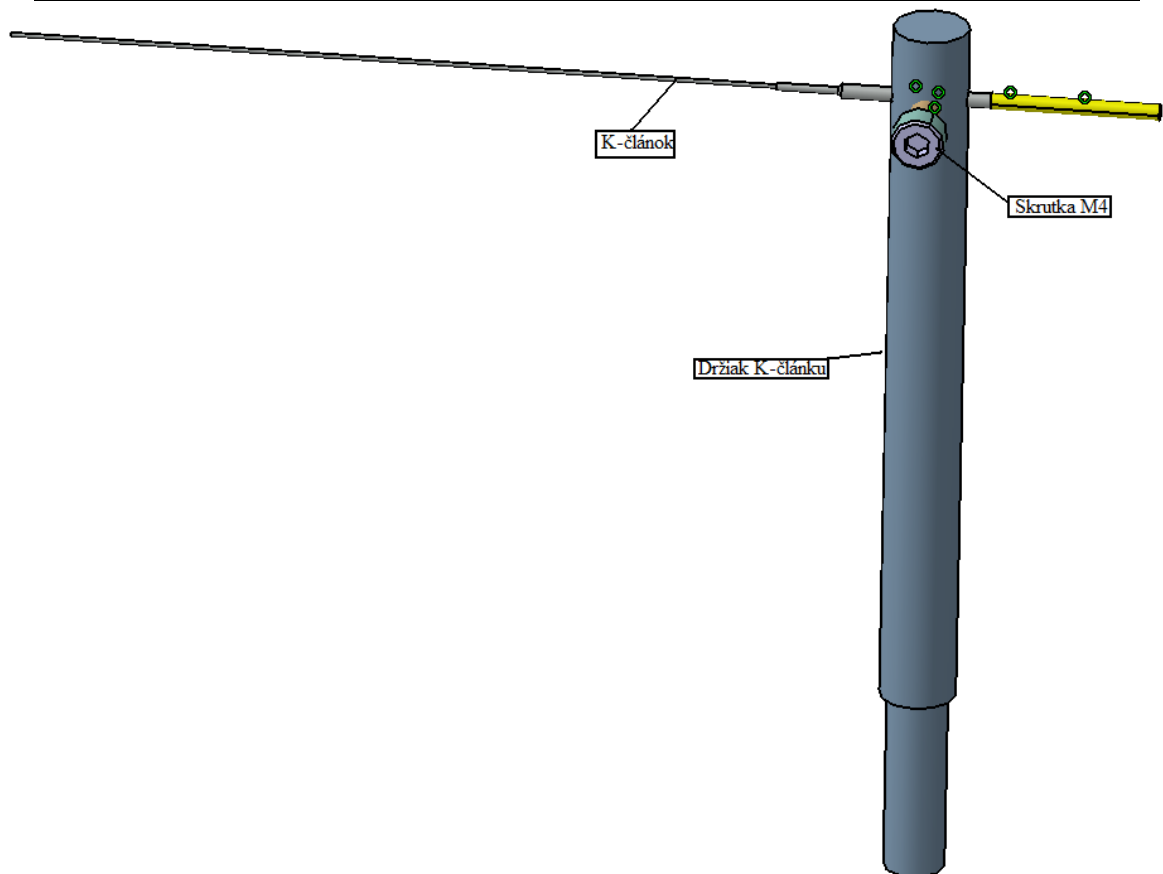
- Norma,
- Teplotný rozsah,
- Chemická odolnosť termočlánku alebo plášťa materiálu,
- Odolnosť proti oderu a odolnosť proti vibráciám,
- Požiadavky na inštaláciu (neexistujúce otvory môžu stanoviť priemer sondy),
- Odolnosť proti korózii,
- Závislosť termoelektrického napätia na teplote blížila lineárnemu priebehu,
- Výstupné termoelektrické napätie má byť čo najväčšie.

Na meranie teploty žhavej smyčky sme použili termočlánok, ktorý podľa normy musí odolávať teplote minimálne do 1050 °C a sa skladá z dvoch rozdielnych kovov (NiAl alebo NiCr), ktoré sú spojené na jednom konci.

Pri výbere termočlánku sme sa snažili splniť základné požiadavky preto sme zvolili K – termočlánok. K – termočlánky sú najčastejšie používané priemyselné termočlánky, pretože sú všestranné a sú farebne označené žltou farbou. Môžu byť použité v oxidačnej alebo v internej atmosfére pri teplotách do 1250 °C, vynikajúca dlhodobá stálosť pri vysokých teplotách. K - článok je vyrobený z vysoko kvalitného materiálu.

Tabuľka 4 Parametre K - termočlánku

Parametre K – článku	
Rozsah teplôt	-200 do 1350 °C
Štandardná hodnota chýb	Väčšia o 2,2°C alebo 0,75%
Špeciálna hodnota chýb	Väčšia o 1,1°C alebo 0,4%
Termoelektrické napätie v závislosti na teplote	-6,458 do 54,886 mV/°C



Obrázok 27 K-článok s držiakom

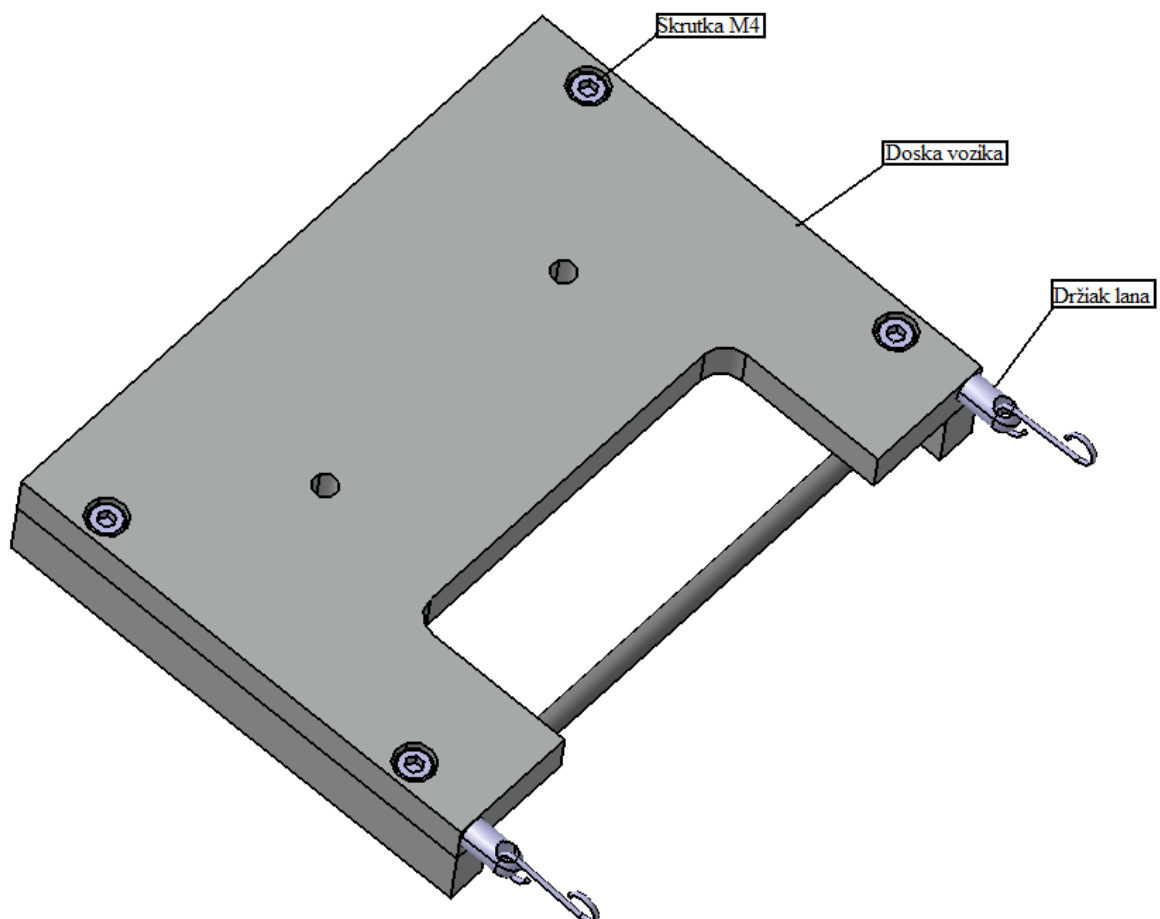
Nami zvolená sonda má priemer 0,5 mm a dĺžku 150 mm s neuzemneným koncom, ktorý má pomalšiu odozvu než uzemnený spoj, ale je odolnejšia proti rušeniu.

K – článok sa uchyťí pomocou skrutky v stojane i priemere 10mm, ktorý je upevnení na základnej doske (obrázok. 27).

10.3 Návrh vozíka

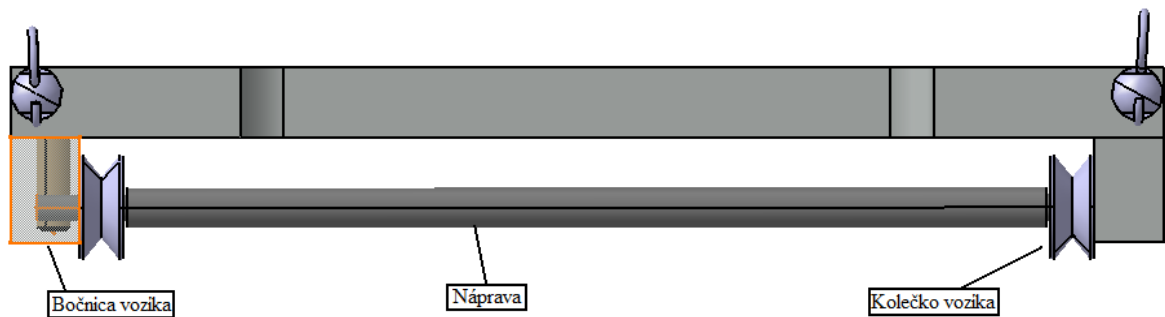
Pri návrhu vozíka sme počítali s nasledujúcimi kritériami:

- Veľkosťou vzorku a polohovacieho zariadenia,
- Rozmermi priestoru medzi smyčkou a polohovacím zariadením,
- Možnosťou kolmého natáčania testovacieho telieska.



Obrázok 28 3D pohľad vozíka

Na základnej doske vozíka je vyvŕtaný otvor pre upevnenie upínacieho zariadenia, ktoré sme umiestnili do stredu vozíka kvôli ťažisku. Na jednej strane vozíka sme spravili vybratie, kvôli tečeniu plastu.



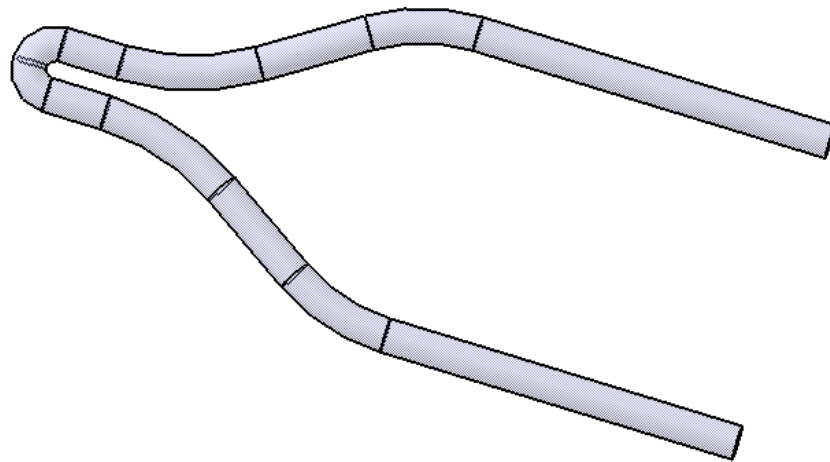
Obrázok 29 Predný pohľad

Vozík sa pohybuje smerom k smyčke pomocou štyroch koliesok, ktoré sa odvalujú po vodiacich saniach. Kolieska a vodiace sane majú len malú styčnú plochu, kvôli šmykovému treniu. Čím menšia styčná plocha tým menšie trenie. Kolieska sú uložené na náprave, ktorá je upevnená medzi ľavou a pravou bočnicou. Bočnice k základnej doske sú upevnené pomocou skrutiek. Vozík prisúvame ručne k žhavej smyčke a potom vozík sa ďalej pohybuje pomocou závaží, ktoré je uchytené v držiakoch na prednej strane vozíka viac obrázok 28.

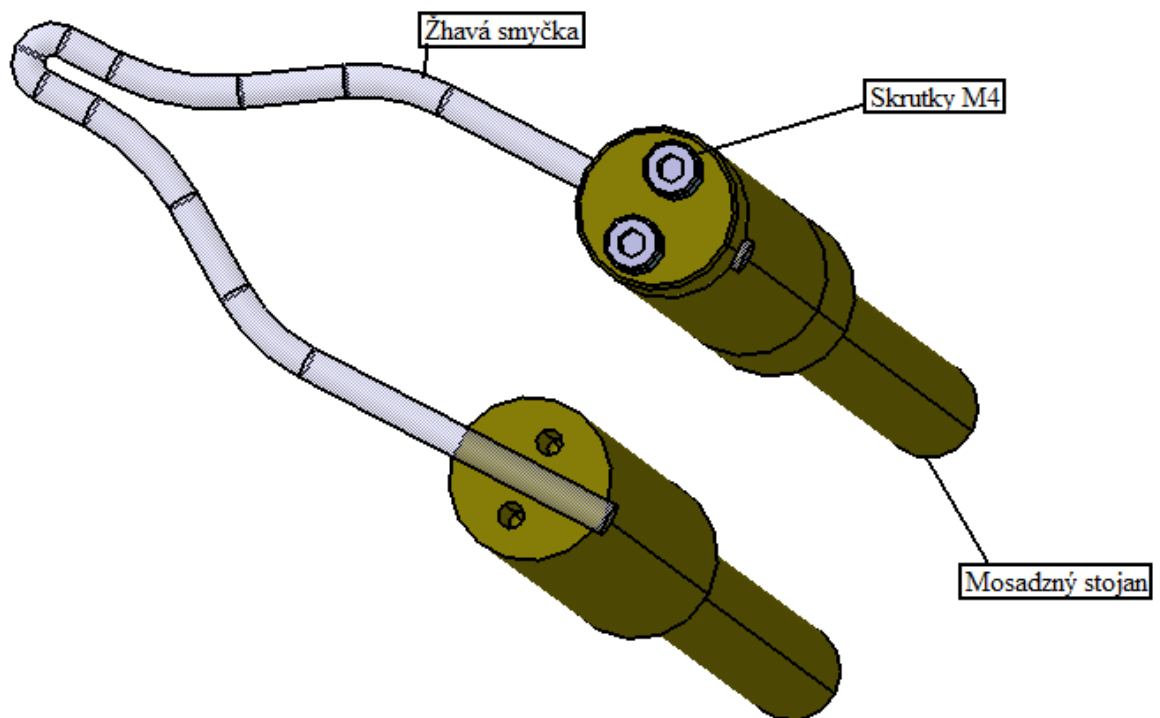
10.4 Návrh držiaka pre žhavú smyčku

Pri návrhu držiaku pre žhavú smyčku sme postupovali podľa veľkosti žhavej smyčky a veľkosti prístroja. V mosadznom držiaku je drážka o veľkosti 4 mm. Mosadzné tyče majú veľkosť $\Phi 20 - 245\text{mm}$. Mosadz sme vybrali preto lebo veľmi dobre vedie elektrický prúd, má zanedbateľné straty a odoláva teplote do $967\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na konci žhavej smyčky je maximálna teplota $960\text{ }^{\circ}\text{C}$, ktorá klesá vzdialenosťou od špičky. Upnutie žhavej smyčky musí byť presné a pevné, aby bol čo najmenší tepelný odpor. Drôt žhavej smyčky je upevnení dvomi skrutkami, ktoré nám zaručujú pevné a presné upnutie. Na obrázku 30 môžeme vidieť žhavú smyčku. Na špičke žhavej smyčky je otvor o veľkosti 0,5mm, kde sa vkladá K-článok, ktorý nám meria teplotu na konci žhavej smyčky. Veľkosť a tvar žhavej smyčky bol zvolený podľa normy.

Na obrázku 31 môžeme vidieť žhavú smyčku so stojanom.



Obrázok 30 Žhavá smyčka



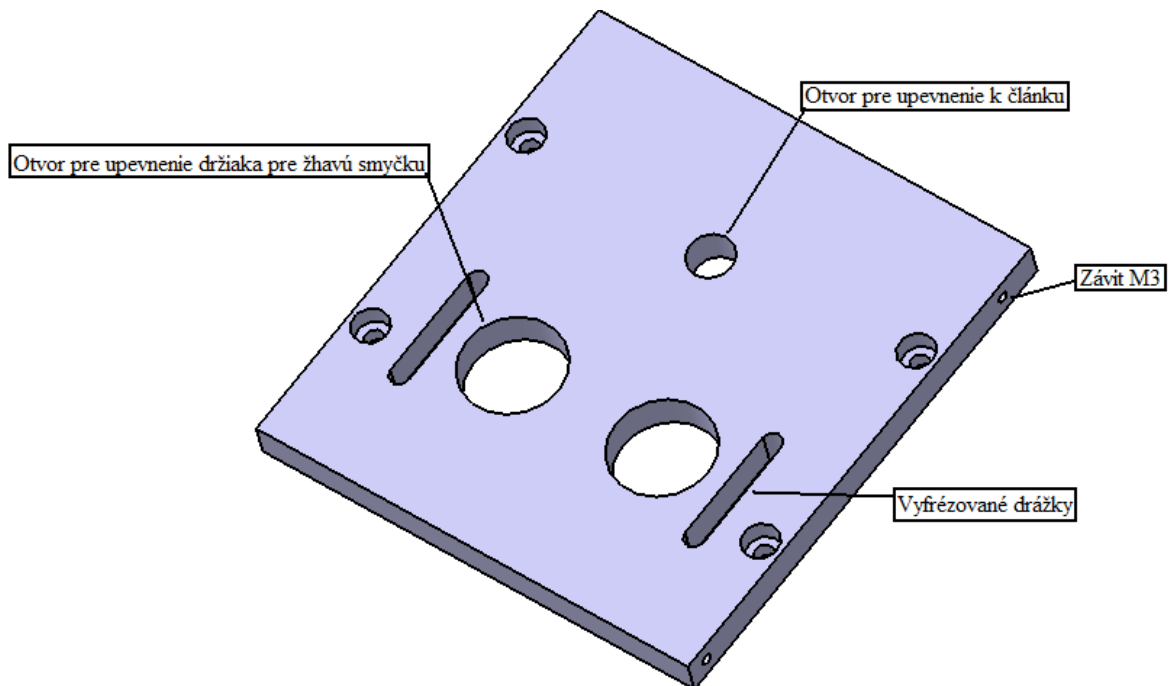
Obrázok 31 Upevnenie žhavej smyčky

Pretože stojanom prechádza určité napätie, tak sme mosadzný stojan na základnej doske dali do polytetrafluóretylénového puzdra, ktoré zabráni aby napätie šlo na konštrukciu prístroja. Teflón má veľmi dobré dielektrické vlastnosti.

10.5 Doska pre upevnenie žhavej smyčky

Základnú dosku pre upevnenie žhavej smyčky sme volili podľa rozmerov držiaka pre žhavej smyčku, podľa rozmeru k článku. Doska má rozmery 110x104x8. Základná doska

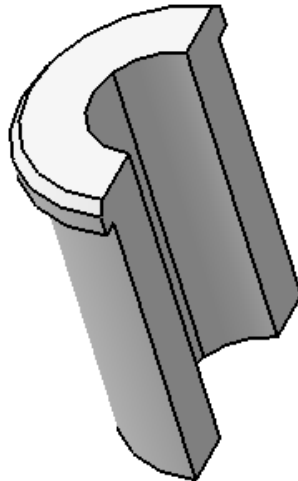
je vyrobená z nerezovej ocele. Po stranách sú v doske štyri otvory so závitmi o veľkosti M3. Tieto otvory slúžia k uchyteniu a k priskrutkovaniu saní pre vedenie vozíka. Ďalej sú v doske vyvítané dva otvory o rozmeroch $\phi 22$, ktoré sú vzdialené od seba na rozteč 36mm, kde sú vložené teflónové puzdrá, ktoré slúžia ako elektrický izolant a otvor pre upevnenie k článku. Po bokoch otvorov pre žhavú smyčku sú vyfrézované 2 drážky, ktoré slúžia pre pevné a presné upnutie teflónových puzdier. Na obrázku 32 vidíme dosku pre žhavú smyčku.



Obrázok 32 Doska pre upevnenie žhavej smyčky

10.6 PTFE (teflónové) puzdro

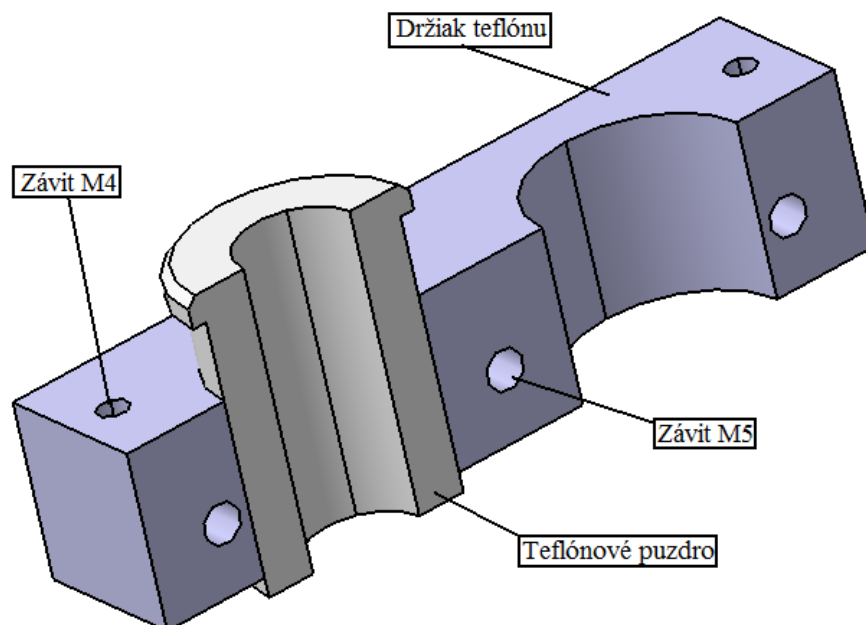
Na obrázku 33 vidíme teflónové puzdro, ktoré slúži, ako elektrický izolant a zabraňuje prechodu prúdu do základnej dosky z mosadzného držača žhavej smyčky. Pre pevné zovretie mosadzného držača sme použili dve teflónové puzdrá, ktoré sú rozrezané na polovicu. Na jednej strane puzdra je osadenie.



Obrázok 33 Teflónové puzdro

10.7 Držiak teflónového puzdra

Pre pevné upnutie puzdra sme použili hliníkový blok, v ktorom sú vyfrézované otvory pre teflónové puzdro. Tento blok slúži k pevnému zovretiu a uchyteniu mosadznej tyče s teflónovým puzdrom (obrázok 34). Hliníkové bloky sú k sebe navzájom uchytené pomocou 3 skrutiek o veľkosti M5.



Obrázok 34 Držiak teflónu s teflónom

Tieto skrutky nám slúžia k pevnému uchyteniu mosadznej tyče s puzdrom a zamedzujú vodorovnému posuvu. Na hornej strane bloku sú vyvítané dva závity o veľkosti M5 na

každom bloku, ktoré slúžia k uchyteniu bloku k doske pre žhavú smyčku a tým zamedzíme zvislému posuvu. Vďaka takto navrhnutému bloku odoberieme všetky stupne voľnosti mosadznej tyči s teflónovým puzdrom a vyvineme pevné a presné upnutie.

10.8 Držiak k-článku

Pre upnutie termočlánku sme použili hliníkovú tyč, v ktorej je vyvŕtaný otvor pre k-článok. Pevne upnutie k – článku dosiahneme pomocou skrutky M4 viac obrázok 27. (kapitola návrh termočlánku). Na konci držiaka je závit M8. Držiak k-článku je uchytený k doske pomocou podložky a matice.

10.9 Návrh prístroja s posuvom pomocou vozíka

Pomocou programu Catia V5R18 bol navrhnutý konečný návrh prístroja pre žhavú smyčku. Pri návrhu prístroja sme sa riadili normami ČSN EN 60695-2-10, ČSN EN 60695-2-11, ČSN EN 60695-2-12, ČSN EN 60695-2-13. Rozmery prístroja sme volili podľa doporučenia normy. Prístroj môže pracovať s manuálnym alebo s automatickým posuvom. K automatickému posuvu slúži krokový motor.

Prístroj sa skladá z troch častí. Prvá časť je kostra prístroja s elektrickými súčiastkami, druhá časť je zariadenie pre testovanie žhavou smyčkou a posledná časť je vozík s upínacím zariadením.

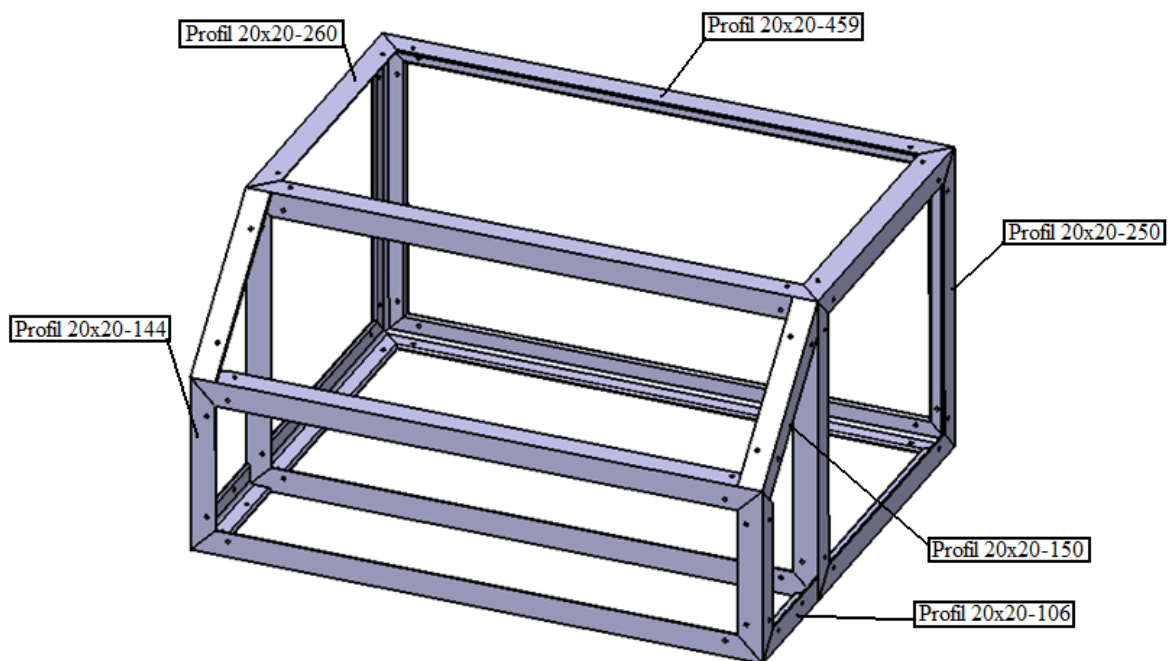
Kostra prístroja sa skladá z L profilov o veľkosti 20x3, ktoré sú k sebe prizvarované. Do týchto profilov sú po stranách vyvŕtané závit M4, ktoré nám slúžia k upevneniu plechov o hrúbke 1mm. Všetky plechy sú vyrobené z nerezovej ocele. Pre lepšiu odvod tepla je na jednej strane umiestnený ventilátor. V strede je umiestnený elektrický transformátor, na jednej strane je umiestnené napájanie pre krokový motor a na druhej strane sa vodorovne pohybuje závažie, ktorý je umiestnené v trubke.

Drôt žhavej smyčky je pevne a presne upnutý v mosadzných tyčiach. Diera pre žhavý drôt je veľmi presná, aby nevznikali zbytočné straty. Mosadzné tyče spolu s teflónovými puzdrami sú pevne a presne uchytené pomocou držiakov pre teflónové puzdrá. Na konci mosadzných tyčí je závit, kde sú umiestnené matice s podložkami, ktoré pevne zvierajú drôty, ktorými prechádza elektrický prúd. Zamedzeniu elektrického prúdu do konštrukcie prístroja slúžia teflónové puzdrá. Pre meranie teploty na konci drôtu sme použili k-článok

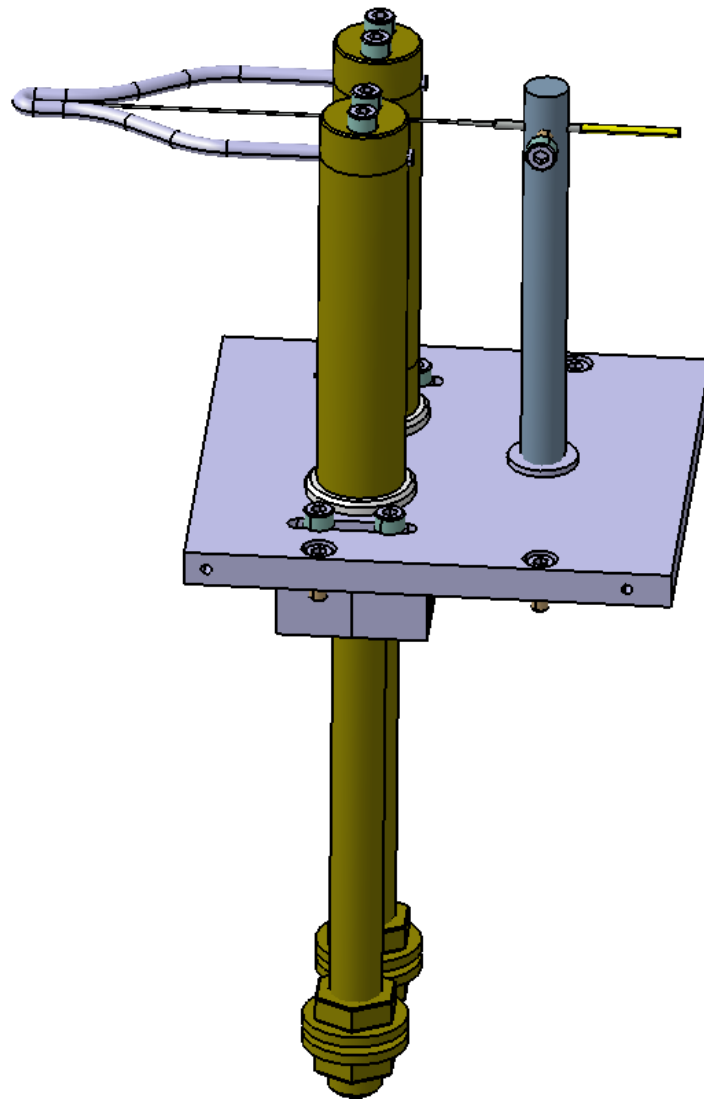
(NiCr, NiAl), ktorý má teplotu použitia do 1250 °C. K-článok je upnutý v držiaku a držiak je k základnej doske upevnený pomocou podložky a matice.

Testovacie teliesko je upnuté v upínacom zariadení. Upínacie zariadenie je kolmé na žhavú smyčku a je upevnené na vozíku. Vozík sa posúva k drôtu žhavej smyčky kolieskami. Vozík sa posúva:

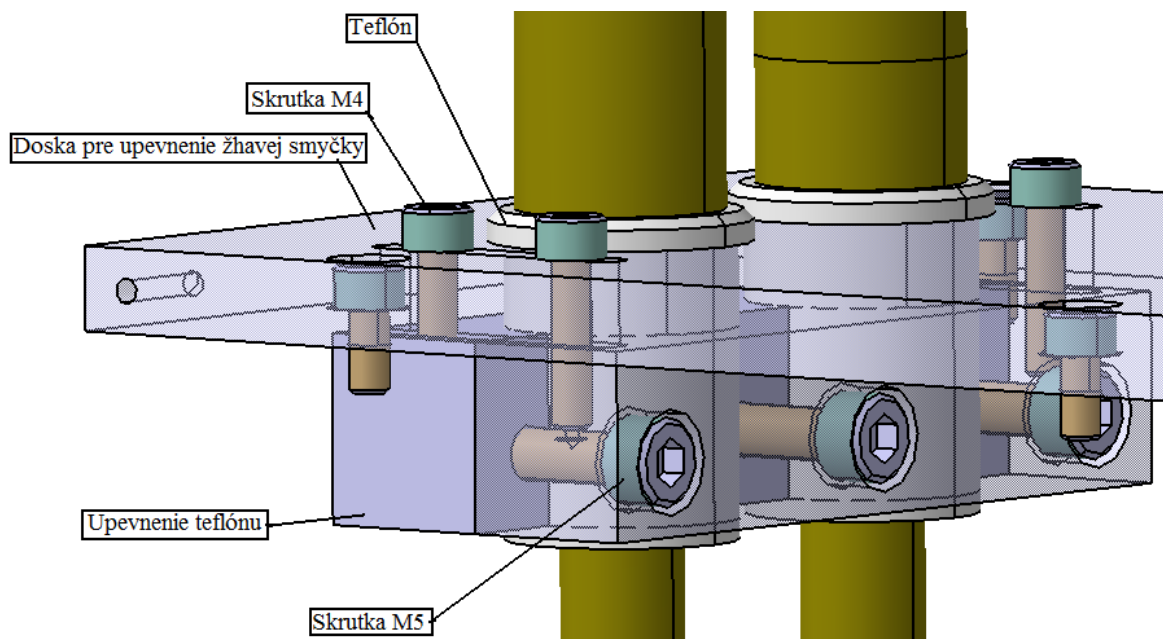
- Manuálne – vozík sa rukou prisunie k žhavej smyčke a ďalej pokračuje pomocou závažia. Po uplynutí 30s sa vráti do pôvodnej polohy.
- Automaticky – vozík sa posúva pomocou krokového motora na začiatku rýchlo a potom sa pohyb spomalí tesne pred dotknutím konca smyčky. Ďalej pokračuje posuv vozíka pomocou závažia. Po uplynutí 30 sekúnd sa zapne motor, ktorý nám vráti vozík do pôvodnej polohy.



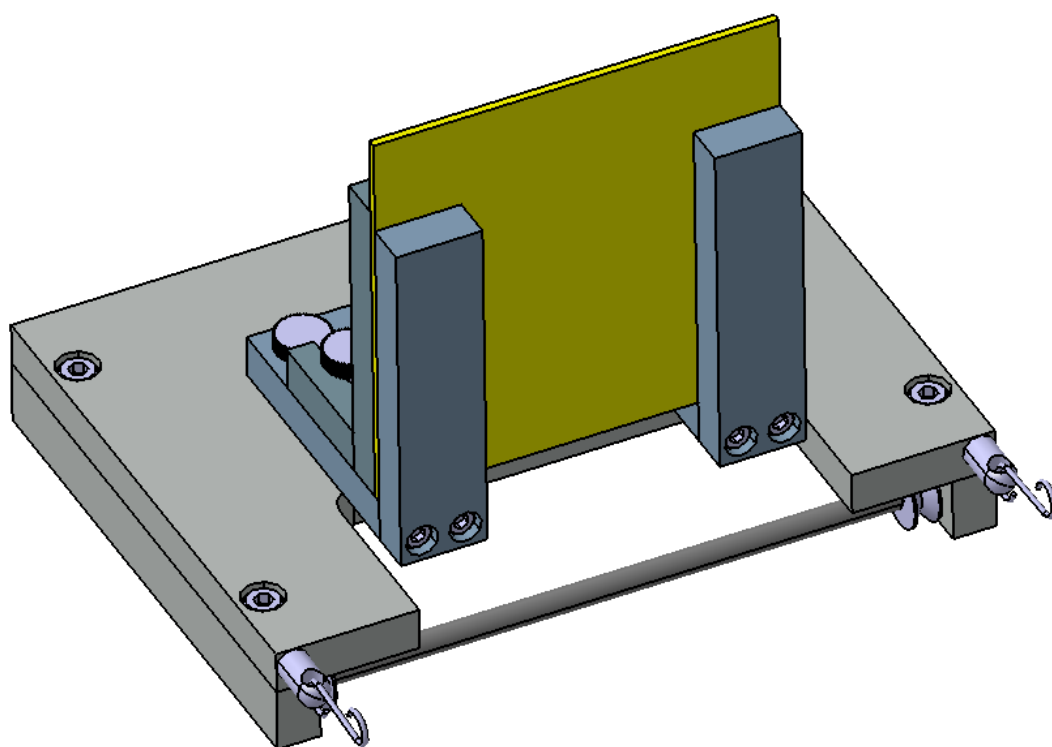
Obrázok 35 Kostra žhavej smyčky



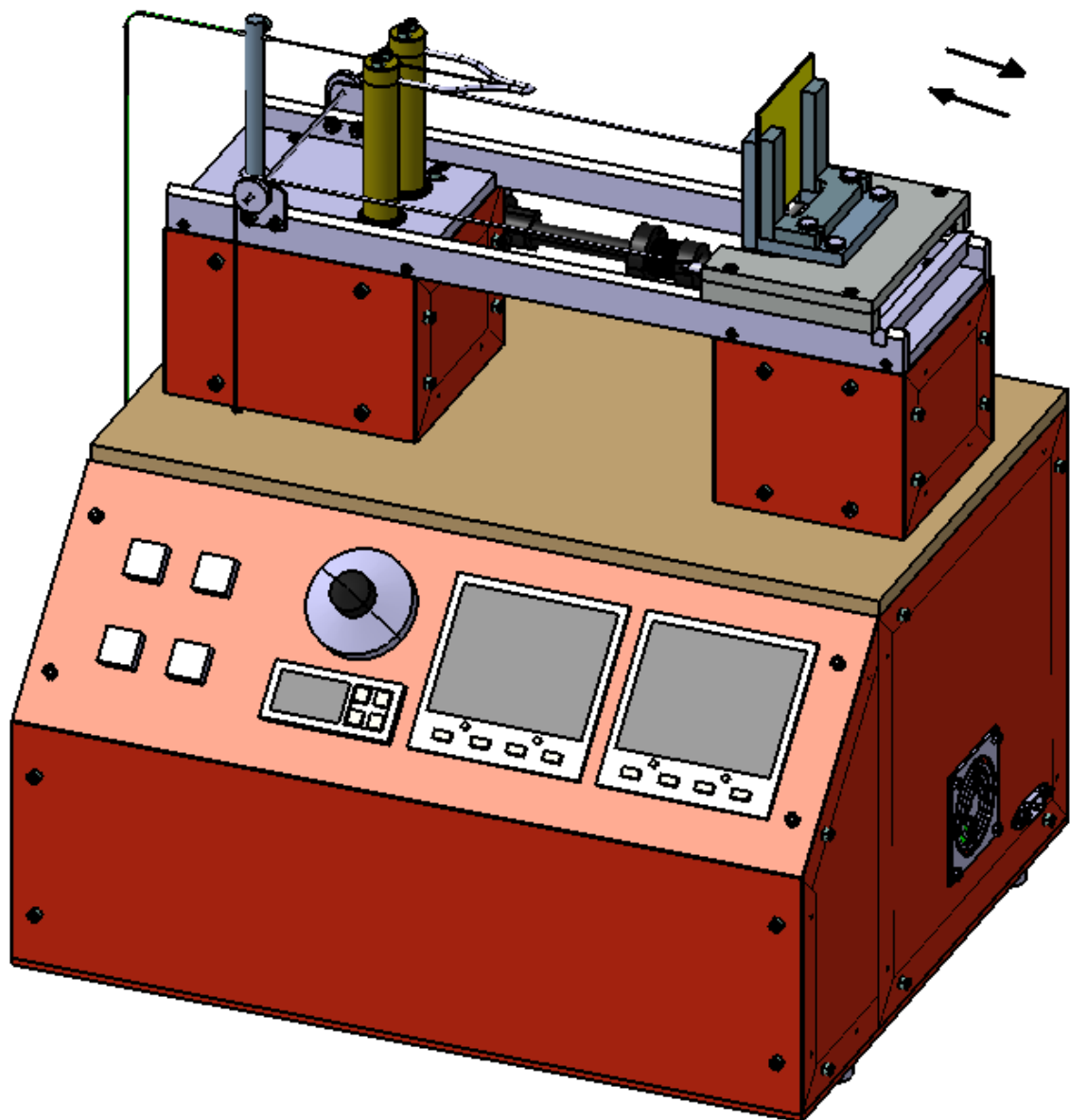
Obrázok 36 Zobrazenie upnutia



Obrázok 37 Detailné zobrazenie upnutia tyčí s teflónom



Obrázok 38 Vozík

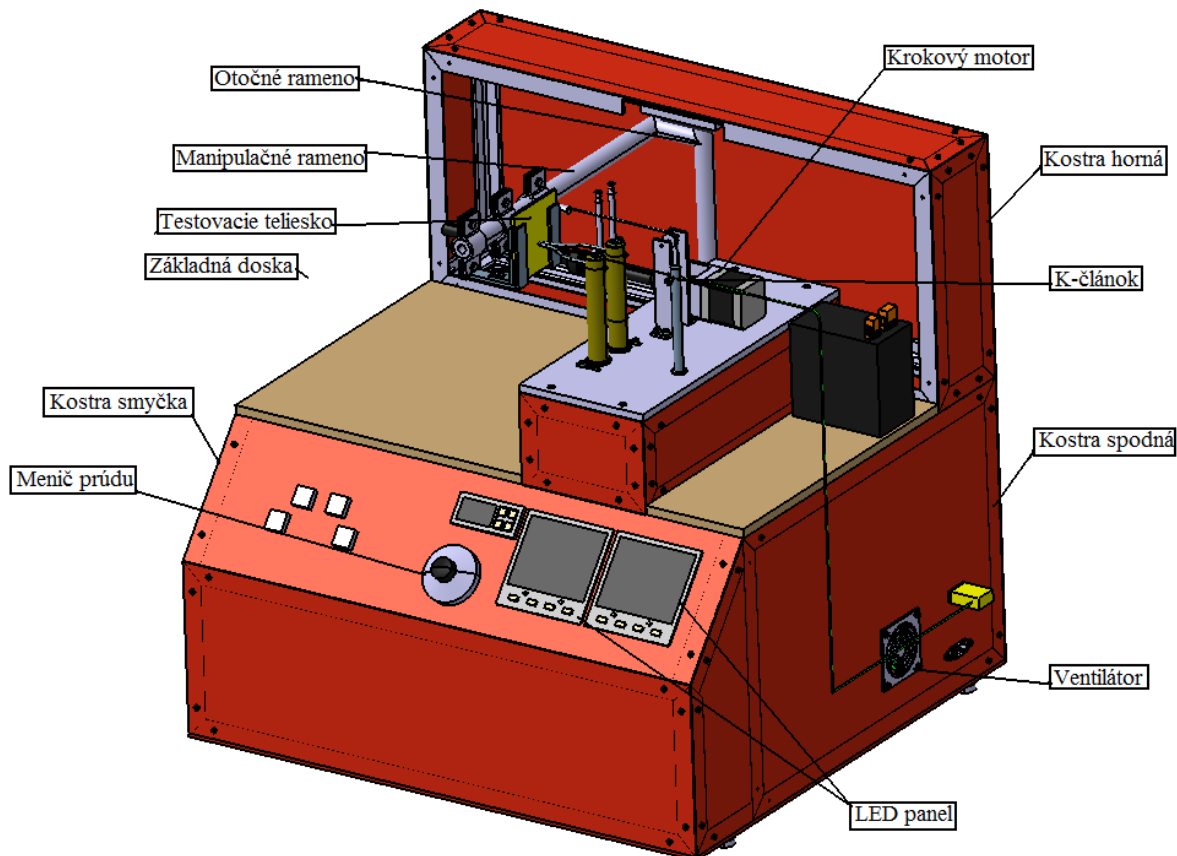


Obrázok 39 Celkové zobrazenie prístroja

Šípky na obrázku 39 naznačujú pohyb vozíka. Vozík sa pohybuje pomocou krokového motora k žhavej smyčke najprv rýchloposuvom a potom rýchlosť postupne klesá a pri dotknutí testovacieho telieska a drôtu žhavej smyčky sa už vozík pohybuje pomocou závažia. Po uplynutí 30 sekúnd sa vozík rýchloposuvom vráti do pôvodnej pozície. Výrobné výkresy a detailná zostava je priložená v prílohe 1 i s kusovníkom.

11 NÁVRH PRÍSTROJA

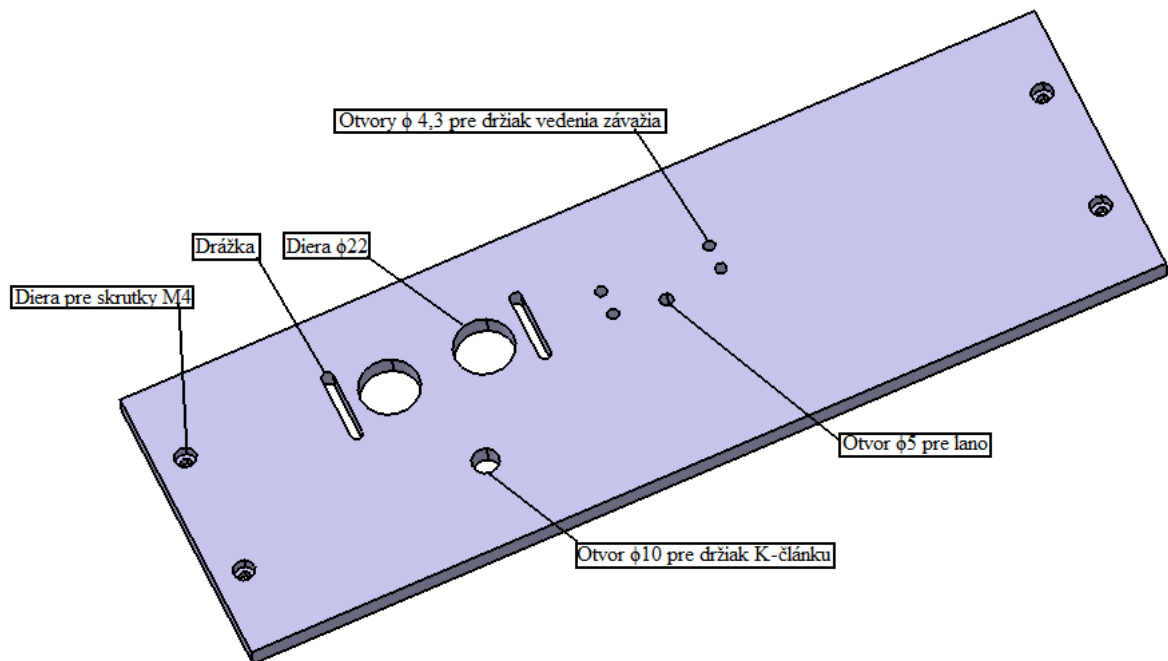
Druhý návrh je jednoduchší ako prvý. Pre efektívnosť používame čo najmenej materiálu, ale dosiahneme rovnakých účinkov ako pri prvom návrhu. Výrobne aj technologicky je druhý návrh lepší a jednoduchší.



Obrázok 40 Žhavá smyčka s otočným ramenom

11.1 Základná doska

Základná doska je vyrobená z nerezovej ocele o rozmeroch 112x348x8mm. Doska je priskrutkovaná ku konštrukcii štyrmi skrutkami M4. Na základnej doske sú vyvrtané dva otvory o veľkosti $\phi 22\text{mm}$ pre teflónové puzdrá s mosadzným držiakom žiavej smyčky, vyvrtaný otvor pre upnutie držiaka pre K-článok o veľkosti $\phi 10\text{mm}$, štyri otvory pre upnutie držiakov pre vedenie závažia o veľkosti $\phi 4,3\text{mm}$ a otvor o veľkosti $\phi 5\text{mm}$, ktorým prechádza lano závažia. Po bokoch otvorov pre žhavú smyčku sú vyfrézované 2 drážky, ktoré slúžia pre pevné a presné upnutie teflónových puzdier. Po krajoch dosky sú vyvrtané štyri otvory pre skrutky M4, ktoré upevnia dosku ku kostre prístroja. Na obrázku 41 vidíme dosku pre žhavú smyčku.



Obrázok 41 Základná doska

11.2 Kostra prístroja

Prístroj sa skladá z L profilov 20x3 o rôznych dĺžkach. Profily boli zvarené k sebe, aby sme zabezpečili dostatočnú tuhosť. Do profil sú vyvítané závitky pre skrutky M4. Celá kostra prístroja je zakrytovaná plechmi o hrúbke 1mm.

11.2.1 Kostra spodná

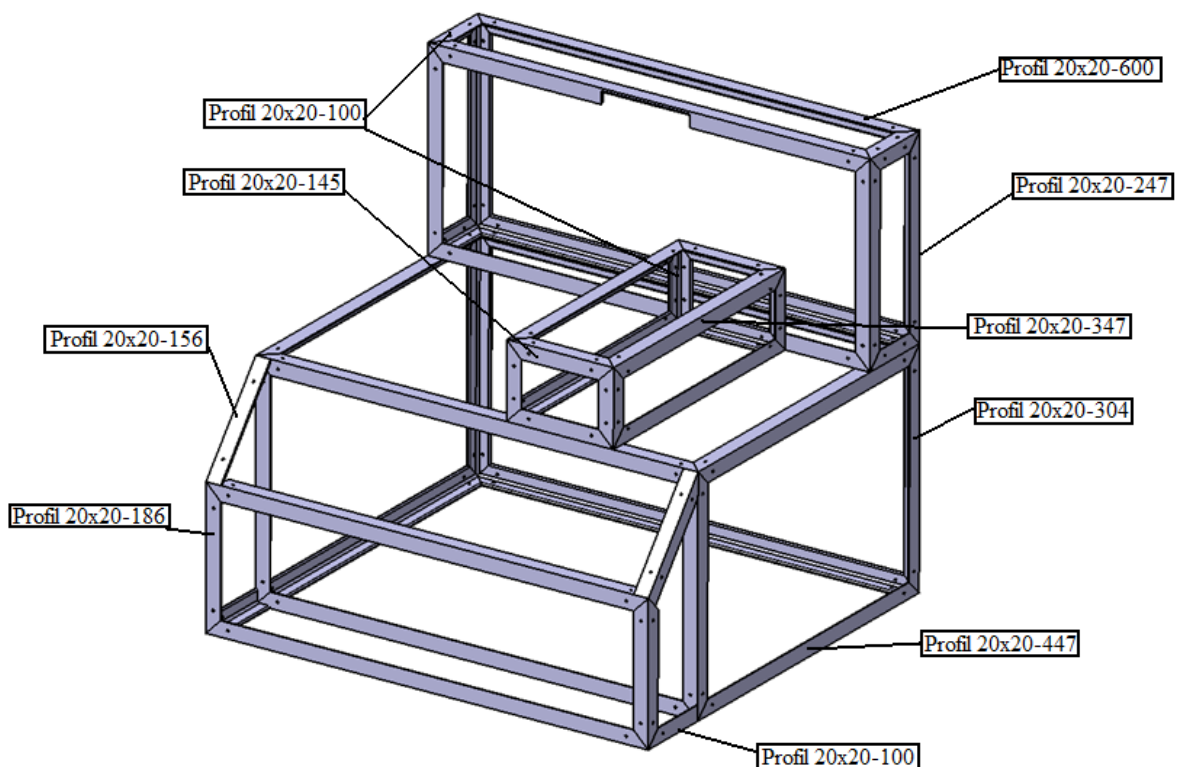
Spodná kostra sa skladá z najdlhších profilov a je zakrytovaná plechmi o hrúbke 1mm po bokoch a z predu a zo spodu je plech o hrúbke 4mm. Sú tu umiestnené všetky elektrické prístroje a súčiastky. Na bočnej strane je umiestnený ventilátor pre odvod tepla, ktorý vznikne z elektrických súčiastok a z prístrojov. Na prednej strane sú umiestnené prístroje pre ovládanie a meranie.

11.2.2 Kostra horná

Kostra horná je umiestnená a upevnená na spodnej kostre. V plechu, ktorý je bližší k žhavej smyčke sú dva otvory. Jeden otvor slúži pre manipuláciu ramena k priblíženiu a k oddialeniu testovacieho telieska od žhavej smyčky a druhý otvor je pre kostru smyčky. V tejto kostre je schované otočné rameno, ktoré je upevnené pomocou skrutiek k hornej aj k spodnej konštrukcii.

11.2.3 Kostra smyčky

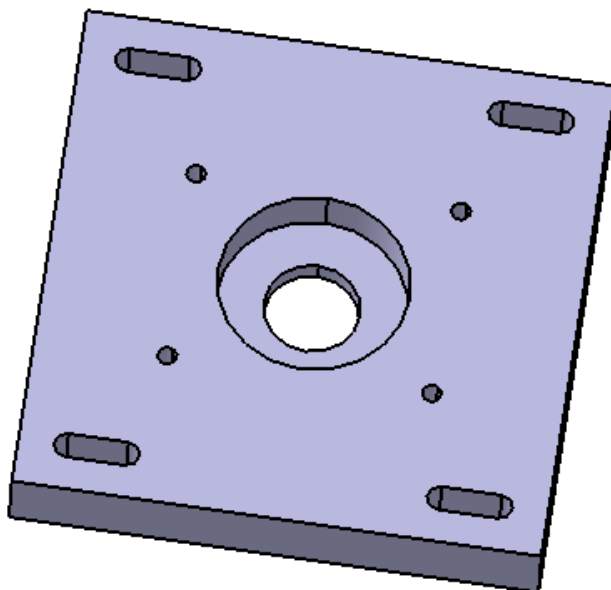
Na tejto kostre je upevnená doska žhavej smyčky. Táto kostra je spojená so spodnou kostrou a taktiež z hornou kostrou. Takto zabezpečíme dostatočnú tuhosť kostry. Na hornej strane kostry je základná doska so žhavou smyčkou a na spodnej strane kostry je upevnená doska s teflónmi. Takto zamedzíme prestupu elektrického prúdu do kostry prístroja a prípadné poranenie.



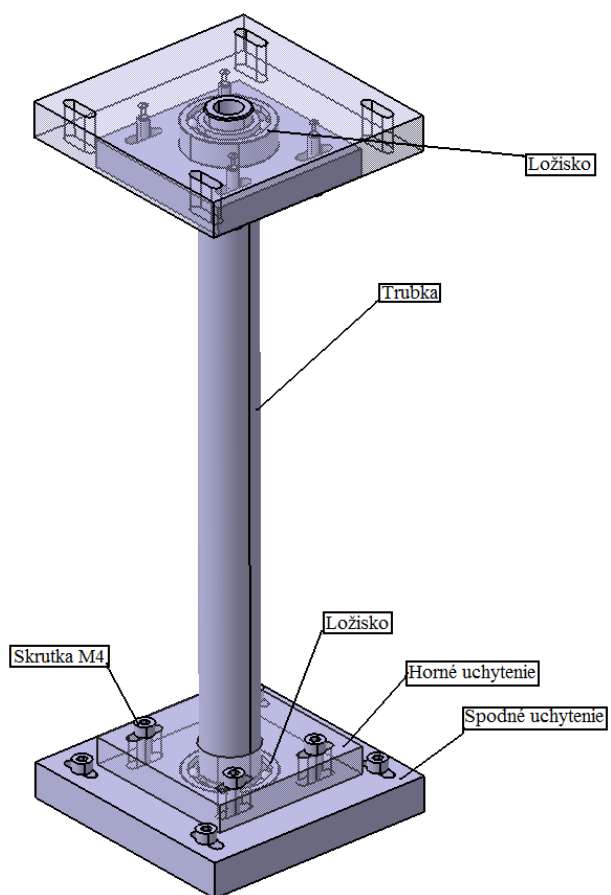
Obrázok 42 Kostra prístroja

11.3 Otočné rameno

Otočné rameno sa skladá z trubky o priemere 20mm a hrúbke steny 5mm. Na každej strane trubky je vybratie o veľkosti 13,5mm. Trubka je na každej strane uložená v ložisku. Vnútorňý priemer ložiska je 15mm. Ložiska je uložené v puzdre. Puzdro sa skladá zo spodnej a hornej časti. V spodnej časti je vyfrézovaný presný otvor pre ložisko a vrchná časť zabraňuje vypadnutiu ložiska. Na obrázku 43 môžeme vidieť spodnú časť ložiska a na obrázku 44 môžeme vidieť zostavu otočného ramena. Trubka je vyrobená z nerezovej ocele a puzdro pre ložiská je vyrobené z duralu.



Obrázok 43 Spodná časť puzdra pre ložisko

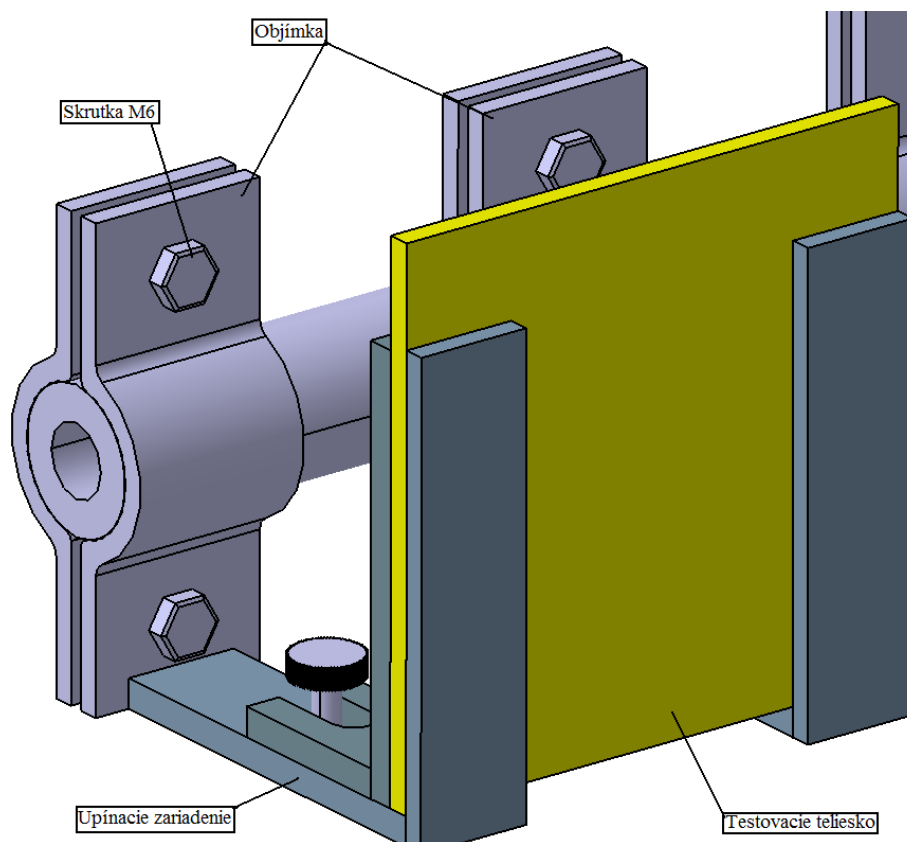


Obrázok 44 Zostava

11.4 Manipulačné rameno

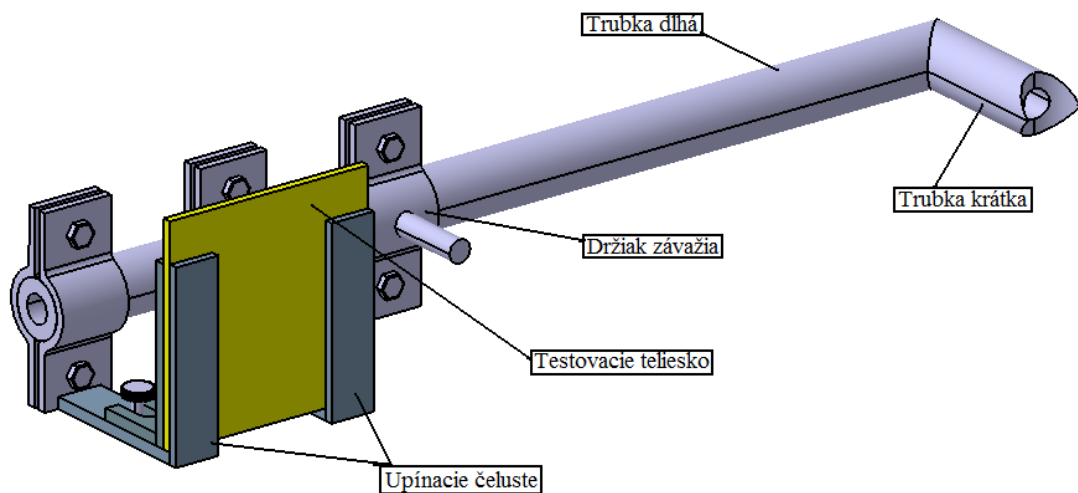
Manipulačné rameno sa skladá z malej a veľkej trubky o vonkajšom priemere 20mm a vnútornom priemere 10mm. Veľká trubka má dĺžku 350mm a malá trubka má dĺžku 70mm. Trubky sú vyrobené z nerezovej ocele a sú k sebe prizvarované viac obrázok 45.

Na konci dlhej trubky sú upevnené tri objímky. Tie nám obopínajú tyč a sú k sebe upevnené pomocou skrutiek. Skrutkami vyvineme dostatočnú silu a tuhosť, aby sme zamedzili posunutiu objímok.



Obrázok 45 Upínacie zariadenie s objímkou

Dve objímky nám slúžia ako držiaky pre upínacie zariadenie a tretia objímka slúži na upnutie lana pre vedenie závažia. Taktiež tieto upínacie zariadenia sú z nerezového materiálu. Objímky sa skladajú z dvoch častí. Na jednej časti objímky je prizvarované upínacie zariadenie. Týmto zabezpečíme dostatočnú tuhosť.



Obrázok 46 Manipulačné rameno

11.5 Výpočet veľkosti závažia

Sila 1N pôsobí v strede drôtu žhavej smyčky. Pretože sme neumiestnili závažie do stredu drôtu, ale sme závažie posunuli ďalej od žhavej smyčky musíme jeho hmotnosť prepočítať. Veľkosť hmotnosti prepočítame jednoducho pomocou trojčlenky.

Výpočet hmotnosti závažia:

1N.....294mm

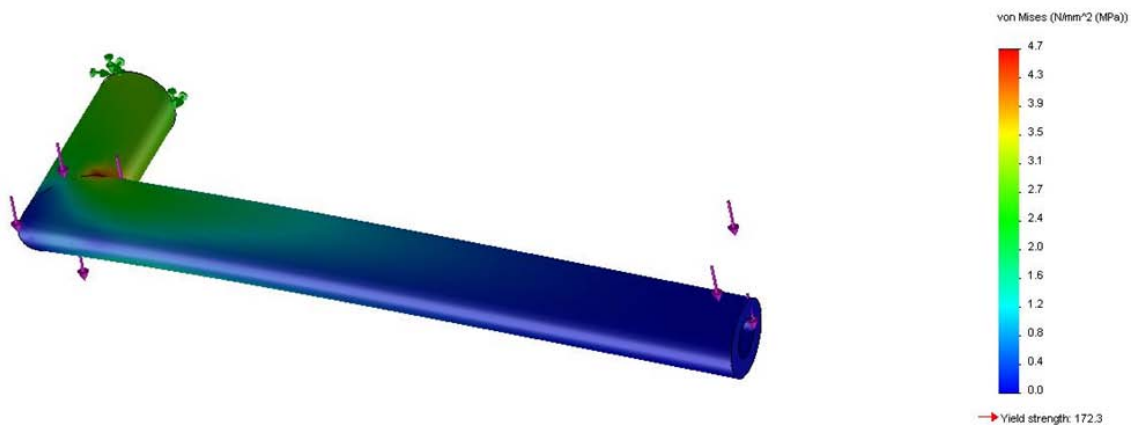
↑xN.....210mm↓

$$x = \frac{294}{210} = 1,4N$$

Na dĺžke ramena 210mm musí pôsobiť závažie o hmotnosti 1,4N

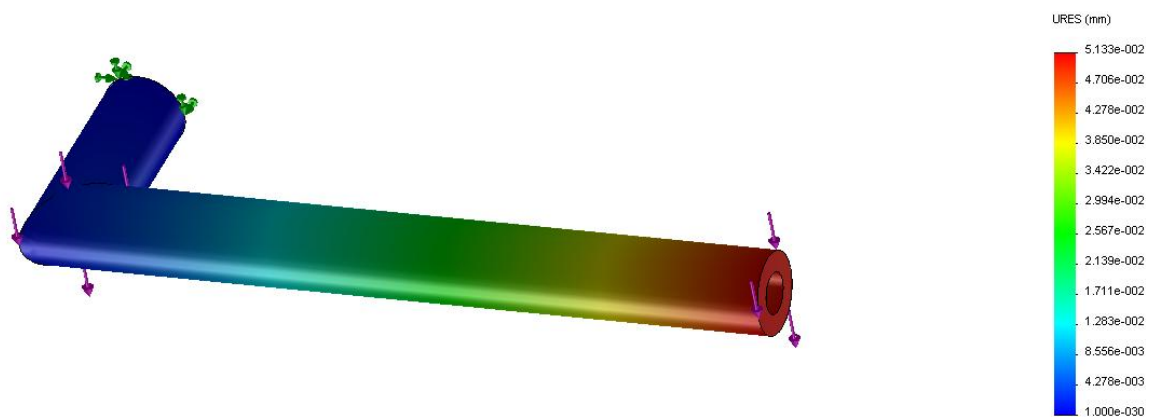
11.6 Kontrola návrhu mechanická analýza

Program SolidWorks sme použili pre zaťaženie nosníky. Takto sme získali predbežný nadhľad či nami navrhnutý prierez trubky vydrží zaťaženie. V programe SolidWorks sme nakreslili nami zvolený prierez trubky. Potom sme si zvolili materiál výrobku (nerezová oceľ). Jeden koniec sme votkli a druhý koniec sme zaťažili silou. Sila záťaže bola niekoľkonásobne vyššia ako sila v skutočnosti, ktorá bude pôsobiť. Silu záťaže sme zvolili 10 N.



Obrázok 47 Von Mises

Podľa Von Misesovho napätia bude na nami zaťažený nosník pôsobiť napätie maximálne 4,7MPa, ktoré pôsobí podľa obrázku 47 v spoji malej a dlhej trubky.



Obrázok 48 Posunutie

Posunutie pri zaťažení 10N je 0,05133mm. Posunutie je veľmi malé a nás predovšetkým zaujíma posunutie, kvôli vychýleniu testovacieho telieska.

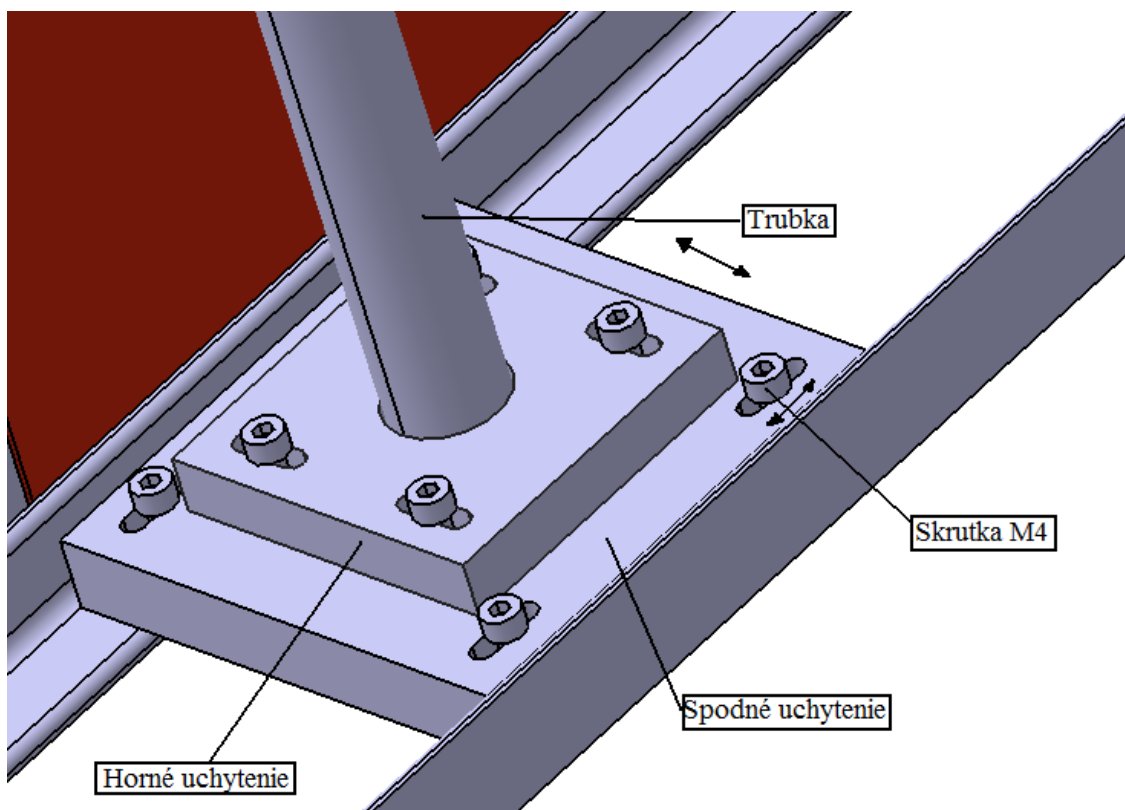
11.7 Návrh prístroja

Pri druhom návrhu prístroja pre žhavú smyčku sme použili program Catia V5R18. Pri návrhu sme sa riadili normami ČSN EN 60695-2-10, ČSN EN 60695-2-11, ČSN EN 60695-2-12, ČSN EN 60695-2-13. Rozmery prístroja sme volili podľa normy. Prístroj môže pracovať s manuálnym alebo s automatickým posuvom. K automatickému posuvu slúži krokový motor.

Prístroj sa skladá zo štyroch častí. Prvá časť je kostra prístroja s elektrickými súčiastkami, druhá časť je otočné rameno, tretia časť je manipulačné rameno a štvrtá časť je doska pre žhavá smyčka.

Kostra prístroja sa skladá z L profilov o veľkosti 20x3, ktoré sú k sebe prizvarované. Kostra prístroja sa skladá z troch menších kostier (kostra spodná, kostra horná a kostra smyčky). V spodnej kostre sú umiestnené elektrické prístroje a zariadenia (transformátor, tepelný regulátor, merač času, regulátor prúdu, atď). Kostru smyčky môžeme vidieť na obrázku 42. Na zakrytie kostry prístroja sme použili nerezové plechy o hrúbke 1mm a 4mm plech na zakrytie zo spodu. Pre lepšiu odvod tepla sme použili ventilátor, ktorý je na bočnej strane. Na spodnú kostru je upevnená horná kostra aj kostra smyčky. V hornej kostre je upevnené otočné rameno a na kostre smyčky je upevnená žhavá smyčka.

Otočné rameno je umiestnené v hornej kostre. Otočné rameno sa skladá z trubky o priemere 20mm, z dvoch ložísk a z dvoch puzdiel pre uloženie ložiska. Tieto puzdrá sú priskrutkované k hornej kostre. V týchto puzdrách sú vyfrézované drážky, čo nám umožní presné nastavenie otočného ramena pomocou skrutiek M4. Na obrázku 49 je detail uloženia puzdra a šípky ukazujú smer nastavenia puzdra.

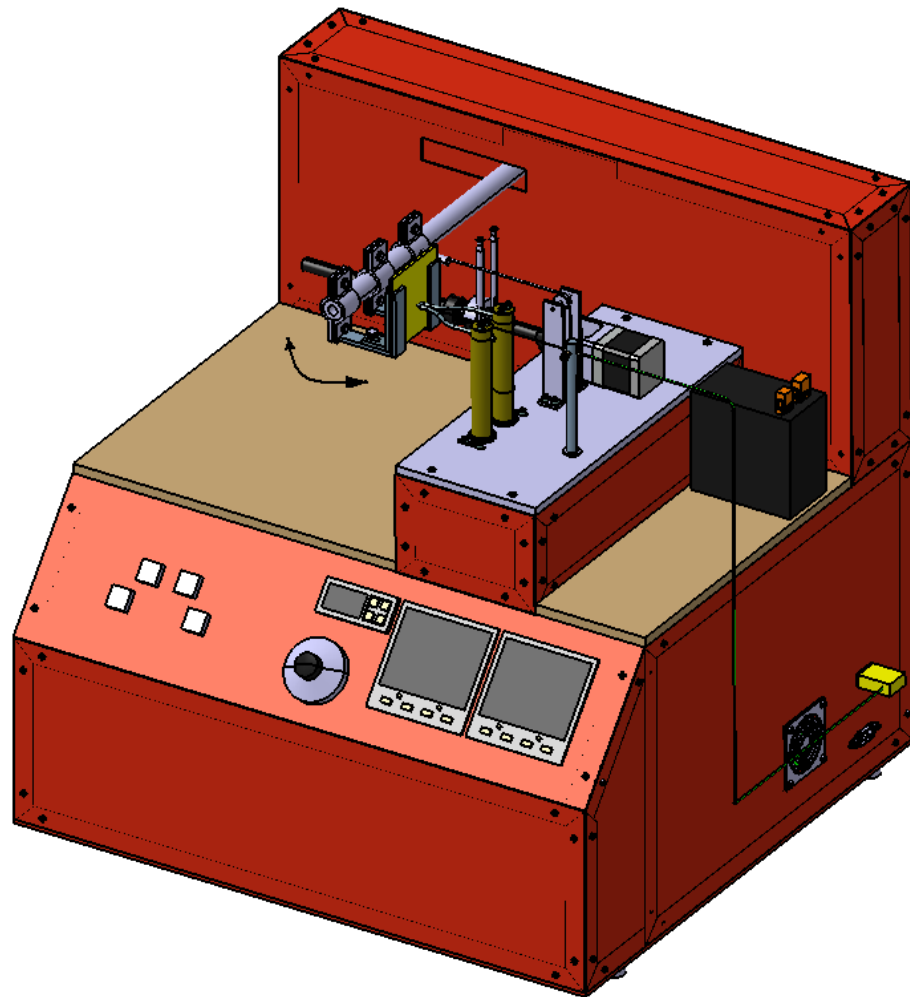


Obrázok 49 Detail uchytenia otočného ramena

Na otočnom rameni je prizvarované manipulačné rameno. Manipulačné rameno sa skladá z malej a veľkej trubky o vonkajšom priemere 20mm a vnútornom priemere 10mm, z dvoch objímok, na ktorých je upínacie zariadenie a z tretej objímky, ktorá slúži ako vedenie pre závažie. Tieto trubky sú k sebe prizvarované a zároveň sú prizvarované k otočnému rameni. Na konci veľkej trubky sú dve objímky, na ktorých je upínacie zariadenie prizvarované k objímkam. Pevné upnutie testovacieho telieska docielime pomocou skrutky a matice. Na obrázku 46 môžeme vidieť detailne zobrazené manipulačného ramena.

Doska pre žhavú smyčku sa upevňuje na kostru pre žhavú smyčku pomocou skrutiek. Upnutie žhavej smyčky je rovnaké ako v prvom návrhu. Mosadzné tyče s teflonovými puzdrami sa upnú medzi držiaky pre teflonové puzdra. Na konci mosadzných tyčí je závit, na ktorom sú skrutky a matice a tie pevne zvierajú drôty, ktorými prechádza prúd. Upnutie drôtu žhavej smyčky musí byť veľmi presné a pevné, aby nevznikali žiadne straty a nevznikalo teplo. Držiak k-článku je pomocou skrutky a matice upevnený k základnej doske. V držiaku je pomocou skrutky pevne a presne upevnený drôt k-článku, ktorý je vyrobený z NiCr alebo z NiAl materiálu a odoláva teplote do 1250°C. Základná doska je vyrobená z nerezovej ocele. Doska je pomocou skrutiek pripevnená ku kostre smyčky. Na základnej doske sú upevnené držiaky pre vedenie závažia pomocou skrutky a matice. Taktiež je pomocou skrutiek upevnený krokový motor, ktorý posúva manipulačné rameno po skončení testovania.

Tento prístroj môže pracovať s krokovým motorom alebo aj nemusí s krokovým motorom pracovať.



Obrázok 50 Prístroj pre žhavú smyčku

Testovacie teliesko sa upne v upínacích čeľustiach. Potom manipulačné rameno sa priblíži ku kontaktu zo žhavou smyčkou pomocou závažia a po uplynutí 30s sa manipulačné rameno posunie pomocou krokového motora do pôvodnej polohy. Šípka nám ukazuje smer otáčania manipulačného ramena.

12 POROVNANIE NÁVRHU ŽHAVEJ SMYČKY S POSUVOM VOZÍKA A OTOČNÉHO RAMENA

Pri návrhu konštrukcie žhavej smyčky pomocou vozíka sme použili nerezovú oceľ na funkčné časti a na časti, ktoré môžu byť zašpinené od plastu. Veľkou nevýhodou je, že väčšina funkčných častí pri testovaní môže byť ušpinená. Pri návrhu sa s týmto faktorom počítalo a sme sa snažili navrhnúť čo najjednoduchšie tvary prístroja, aby sa čo najmenej súčiastok dostalo do kontaktu s materiálom. Ďalšou nevýhodou je, že vozík sa posúva po koľajniciach a má väčšie trenie v porovnaní s druhým návrhom, kde sa testovacie teliesko ku kontaktu so žhavou smyčkou dostáva pomocou otáčania ramena, ktoré je uložené v ložiskách. Do nerezových dosiek sme museli vyvrtáť závit, kvôli priskrutkovaniu vodiacich saní, po ktorých sa posúva vozík. Výhodou je, že na vozík môžeme upnúť rýchlo a presne rôzne druhy upínacích zariadení, taktiež rýchlo a presne upneme testovacie teliesko.

Pri konštrukcii žhavej smyčky pomocou otočného ramena sme použili nerezovú oceľ na otočné a manipulačné rameno, na upínacie zariadenie a na základnú dosku, kde je uchytený držiak žhavej smyčky, krokový motor. Z výrobného hľadiska sú v tejto doske len vyvrtané a vyfrézované drážky a nie sú tu žiadne závit. Testovacie teliesko sa k drôtu žhavej smyčky otáča pomocou otočného ramena. Trenie je minimálne a môžeme ho obmedziť druhom použitého ložiska. Pri testovaní sa teliesko pootočí približne o 2° čo v prepočte robí 7mm, ktoré je dané normou. Pri tomto návrhu môžu byť ušpinené len čeluste upínacieho zariadenia a natavený materiál padá do misky, ktorá je umiestnená pod žhavou smyčkou.

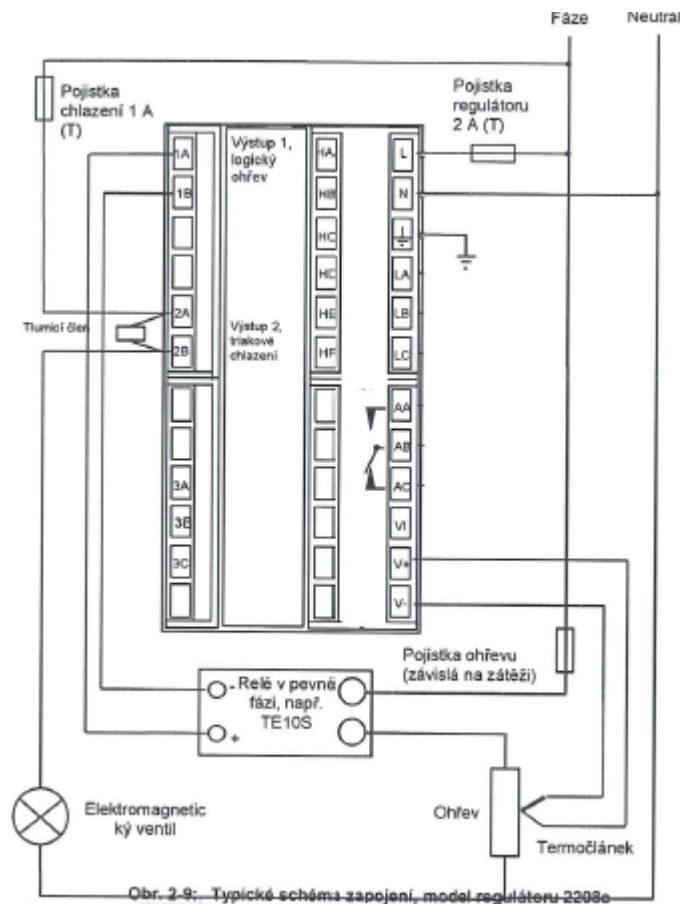
Pri porovnaní oboch návrhom nám lepšie vychádza návrh konštrukcie pomocou otočného ramena. Výhodou je menšie trenie, rýchlejšie a jednoduchšie čistenie, nerezová oceľ bola použitá len na otočné a manipulačné rameno, potom na základnú dosku a na upínacie čeluste, jednoduchšia konštrukcia a výroba prístroja.

Nevýhodou prístroja pomocou otočného ramena je, že na manipulačné rameno pôsobí napätie 4,7 MPa a priehyb je približne 0,051mm čo je minimálne.

13 POUŽITIE ELEKTRICKÝCH ČASTÍ

13.1 Tepelný regulátor

Pre meranie teploty na K-článku sme použili teplotný regulátor od firmy Eurotherm, rady 2404. Je to vysoko stabilný tepelný regulátor s automatickým a adaptívnym chladením. Majú modulárnu hardwarovú konštrukciu, ktorá vyhovuje širokému spektru požiadaviek na reguláciu. Na obrázku 51 môžeme vidieť zapojenie tepelného regulátora.



Obrázok 51 Schéma Tepelného regulátora

13.2 Merač prúdu

Pre meranie veľkosti prúdu použijeme ampérmeter, ktorý je sériovo zapojený kobvodu žhavej smyčky, aby sme mohli merať napätie k žhavej smyčke.

Postačí nám jednoduchý ampérmeter, pretože potrebujeme merať a zobrazovať len prúd, ktorý tečie k žhavej smyčke bez ďalšieho ovládania, ktorý nám ukáže priamu hodnotu napätia. Ampérmeter musí mať malý vnútorný odpor, aby ukazovaná hodnota bola čo

najpresnejšia. Môžeme použiť digitálne alebo analógové meracie prístroje. Napájanie a meraný signál sa pripájajú pomocou zásuvných svorkovnic v zadnej časti prístroja.

13.3 Transformátor

Transformátor je zariadenie, ktoré mení amplitúdu striedavého napätia. Skladá sa z primárnej a sekundárnej cievky. Vinutie primárnej cievky je pripojené ku zdroju striedavého prúdu (230V) a vinutie sekundárnej cievky je pripojené k žhavej smyčke, kde dosiahneme maximálny prúd (150A). Transformátor má výkon 500VA. Z toho vyplýva, že na primáre je prúd približne 2,2A. Výkon transformátora sme volili podľa výstupných hodnôt, ktoré boli namerané na žhavej smyčke.

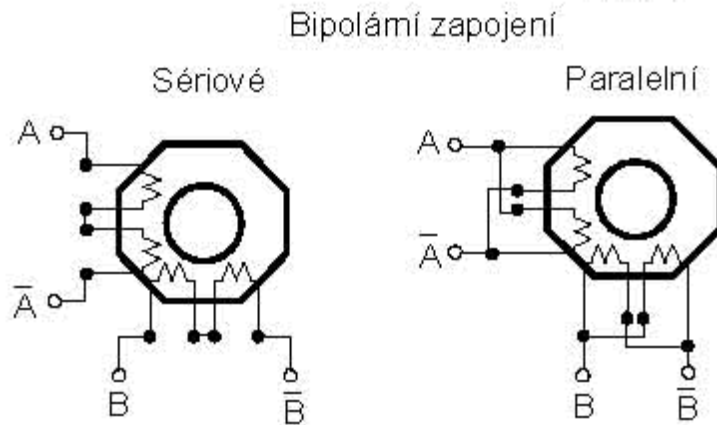
13.4 Krokový motor

Krokový motor sme volili, pretože sme potrebovali presné riadenie polohy vozíka voči žhavej smyčke s reguláciou rýchlosti. Pre automatický pohon vozíka sme použili krokový motor od firmy Microcon, typu SX17-1705. Tieto krokové motory sa vyznačujú vysokými momentmi pri zachovaní malých rozmerov. Štandardná dĺžka kroku je $1,8^\circ$ s toleranciou $\pm 0,1^\circ$. Technické parametre krokového motora môžeme vidieť v tabuľke 5.

Tabuľka 5 Technické parametre krok. motora SX17/1705

Statický moment (Nm)	0,5
Menovitý prúd (A) sériovo/paralelne	1,7/3,4
Indukčnosť (mH) sériovo/paralelne	3,2/0,8
Odpor (Ω) sériovo/paralelne	2,4/0,6
Zbytkový moment (Nm)	0,026
Moment zotrvačnosti rotora ($\text{g}\cdot\text{cm}^2$)	68
Hmotnosť (kg)	0,35

Zapojenie vinutia krokového motora je v prílohe 3. Na obrázku 52 môžeme vidieť schému zapojenia krokového motora.



Obrázok 52 Zapojenie krokového motora

Krokový motor je pripojený k lineárnej skrutke cez pružnú spojku typu Oldham, ktorá sa skladá z dvoch hlavíc a z plastového stredu. Spojka voľne kompenzuje v prípade nesúosovosti pri minimálnom zaťažení ložísk motora, tlmí hluk, vibrácie a rezonancie. V našom prípade sme použili spojku typu Oldhame XY19 (2x453H19+stred). Spojka má špičkový výkon 1,7 Nm a nominálny moment 0,57 Nm.

13.4.1 Programovateľná jednotka pre krokový motor

Pre krokový motor sme zvolili programovateľnú jednotku od tej istej firmy ako je krokový motor, rady CD30x od firmy Microcon. Programovateľná jednotka obsahuje kontrolór M 1486. Pre napájanie CD30x sme použili napájací zdroj PS35. CD30x má veľmi malé rozmery a môžeme ju upnúť na DIN lištu. Uživatelské vstupy a výstupy sú vyvedené na zasúvacej pružinovej svorkovnici (10 galvanických oddelených uživatelských vstupov a 4 galvanicky oddelené uživatelské výstupy). Parametre CD30x môžeme vidieť v tabuľke 6.

Tabuľka 6 Vlastnosti CD30x

Napájacie napätie (VDC)	12-48
Amplitúda prúdu (A)	0,4-3,3
Nastavenie prúdu	v 16-stupňoch
Delenie celo kroku	Nastavenie pomocou spínača SIP
Doporučený počet mikrokrokov na celo krok	4, 8, 16
Automatické zníženie prúdu po zastavení motora	Ano
Možnosť programového vypnutia koncového stupňa	Ano
Statické momenty vhodných krok. motorov (Nm)	0,8 - 8,5
Rozmery (mm)	105x57x47
Napájací zdroj	PS 35
Sériové rozhranie	RS232, galvanicky od. Sériová linka
Počet jednotiek na jedno ser.rozhranie	až16
Počet galvanicky oddelených vstup./výstup.	10/4

13.4.2 Kontrolór M 1486

Kontrolór M 1486 integruje v jednom obvode plne programovateľné riadenie krokového motora i univerzálne riadiace funkcie (vstupy/výstupy) a umožňuje tak realizovať kompletné riadenie stroja či zariadenia.

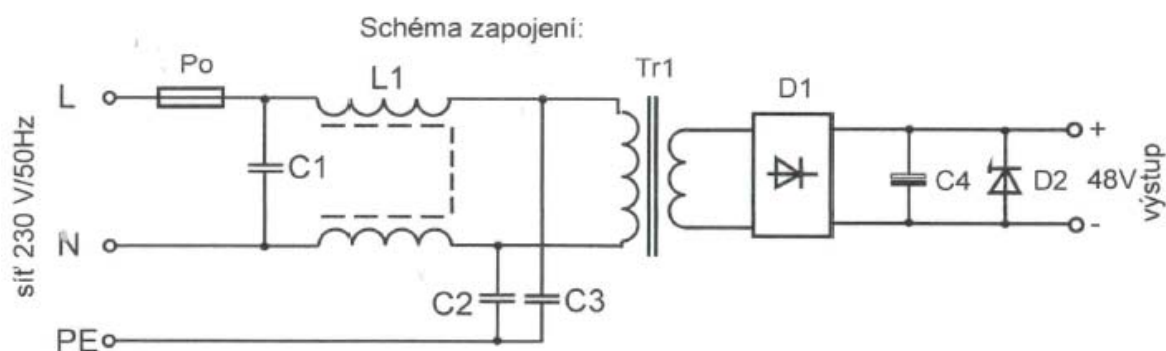
Kontrolór má vlastný povelový jazyk, poskytujúci výkonný súbor 50ti povelov pre riadenie pohonu s krokovými motory. Vnútna pamäť umožňuje, aby predprogramované povelové sekvencie boli prevádzkané samostatne i pri rozpojení sériovej linky.

13.4.3 Napájací zdroj PS35

Je to nestabilný napájací zdroj jednosmerného napätia. Obsahuje toroidný transformátor, odrušovací filter, prepŕovú ochranu a výstupný kondenzátor. Zdroj môžeme upnúť na DIN lištu, obsahuje prepŕovú diódu so špičkovým výkonom 5 kW. Technické parametre PS 35 môžeme vidieť v tabuľke 7.

Tabuľka 7 Technické parametre zdroja PS35

Menovité napájacie napätie	230 VAc, 50 Hz
Výstupné napätie (pri zaťažení 0,5A)	až 47 VDC výstupný kondenzátor 4G4
Menovitý výstupný prúd	3 A (5A max. v špičke)
Rozsah pracovných teplôt	-10 – +40 °C
Rozmery	120x60x104mm

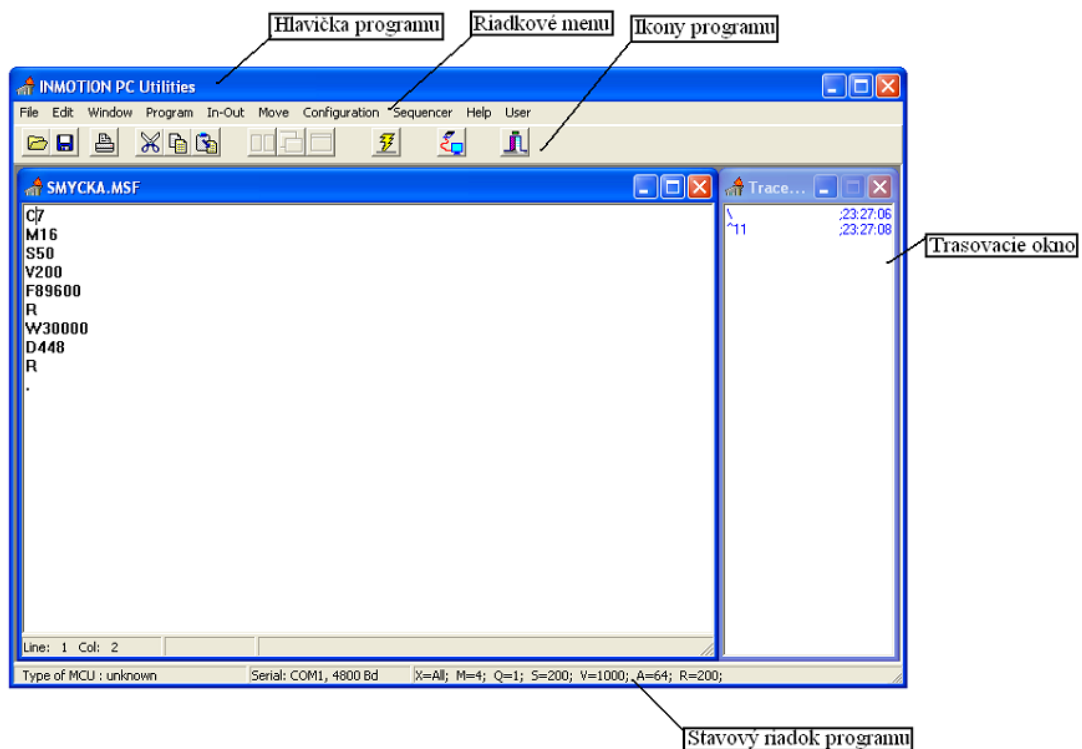


Obrázok 53 Schéma zapojenia krokového motora

13.4.4 Programovanie krokového motora

Pre programovanie krokového motora sme použili program Inmotion PC Utilities. Tento program je určený pre vytváranie, editovanie a overovanie užívateľského programu kontroloru M1486. Program kontroluje formát a parametre každého povelu pred vyslaním a komunikuje s kotrolórom M1486 cez sériové rozhranie RS232.

Program umožňuje vysielanie jednotlivých povelov z ponuky v menu a utváranie uceleného povelového súboru s následným vyslaním.



Obrázok 54 Programovanie krokového motora

13.5 Triakový regulátor výkonu

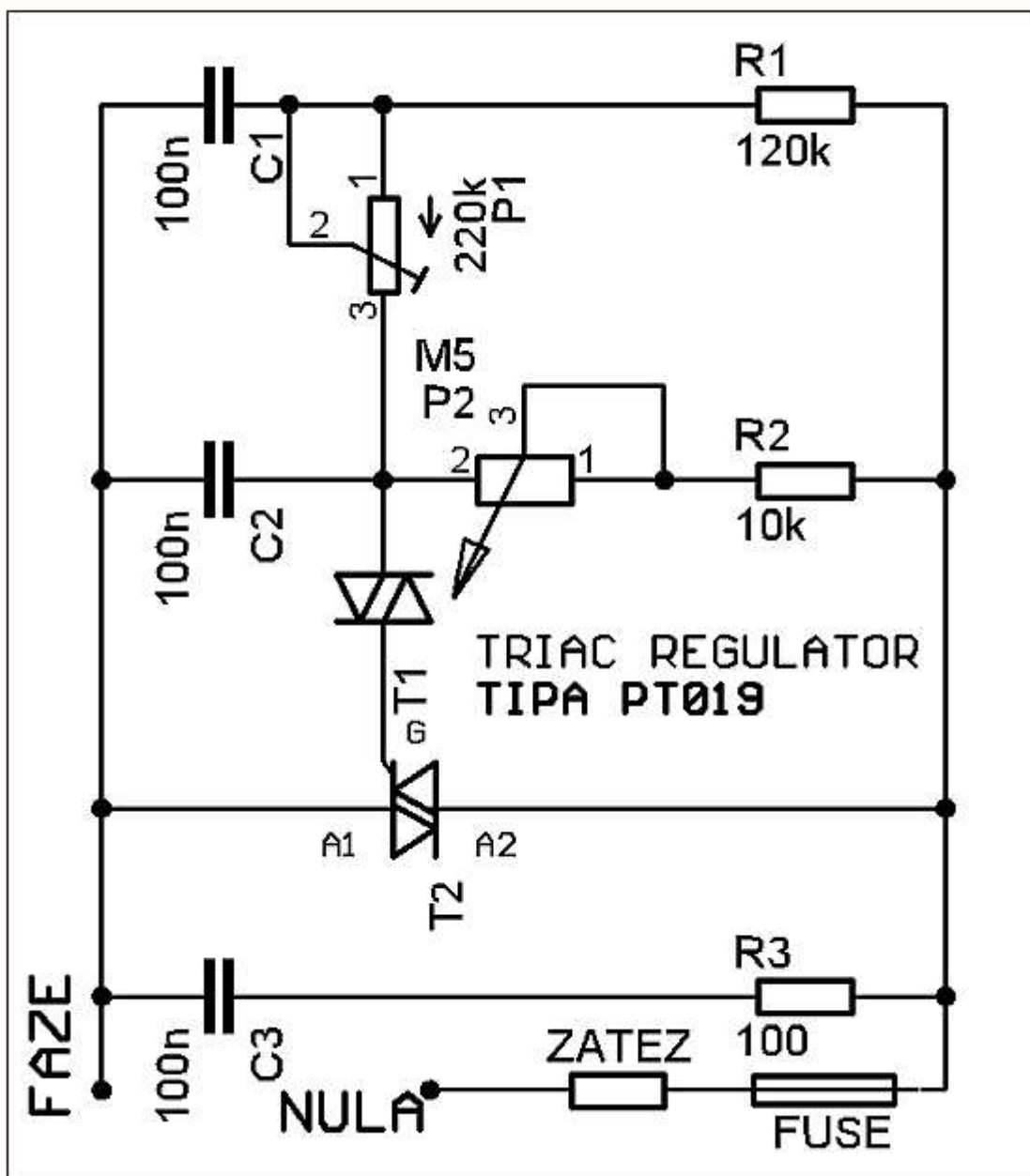
Pre reguláciu žhavej smyčky bola použitá triaková regulácia bez spätnej väzby. Nejde regulovať jednofázové asynchrónne motory s kondenzátorom. Takýmto zapojením môžeme regulovať tepelné spotrebiče, zdroje svetla, otáčky motorov. Pri použití chladiaceho zariadenia môžeme regulovať prúd o 12A a bez použitia môžeme regulovať prúd do 3,5A. V našom prípade bude na primári prúd o výške okolo 2,2A. Nami zvolenú reguláciu môžeme, ale aj nemusíme použiť s chladičom.

Zapojenie vychádza z katalógového zapojenia triaku KT729/700 bývalého koncernu TESLA a bol upravený pre výkonnejší obvod. Potenciometrom nastavujeme regulovaný výkon v nastavenom rozsahu od 0 do 100%.

Plošný spoj je navrhnutý pre univerzálne použitie. Pri spájkovaní je dôležité rozliať cín po cínových častiach spojov kvôli lepšiemu odvádzaniu tepla do vodivých ciest. Sieťové napätie privedieme na krajné svorky fáze a nuly. Pre správnu funkciu je dôležité fáze neprehodiť s nulou. Tabuľke 8 sú vypísané súčiastky na stavbu triakového regulátora výkonu. Na obrázku 55 máme schému zapojenia triakového regulátora výkonu.

Tabuľka 8 Zoznam súčiastok

Názov súčiastky	Parametre	Názov súčiastky	Parametre
R1	120k	C1	TC 100n/250V
R2	10k	C2	TC 100n/250V
R3	100	C3	TC 68n/630V
P1	150k-220k/N	T1	DB3
P2	330k-500k/N	T2	BT138
FUSE	Držiak. pois.	Poistka	10A
CON1	AK500/2,3	DPS	Pt019



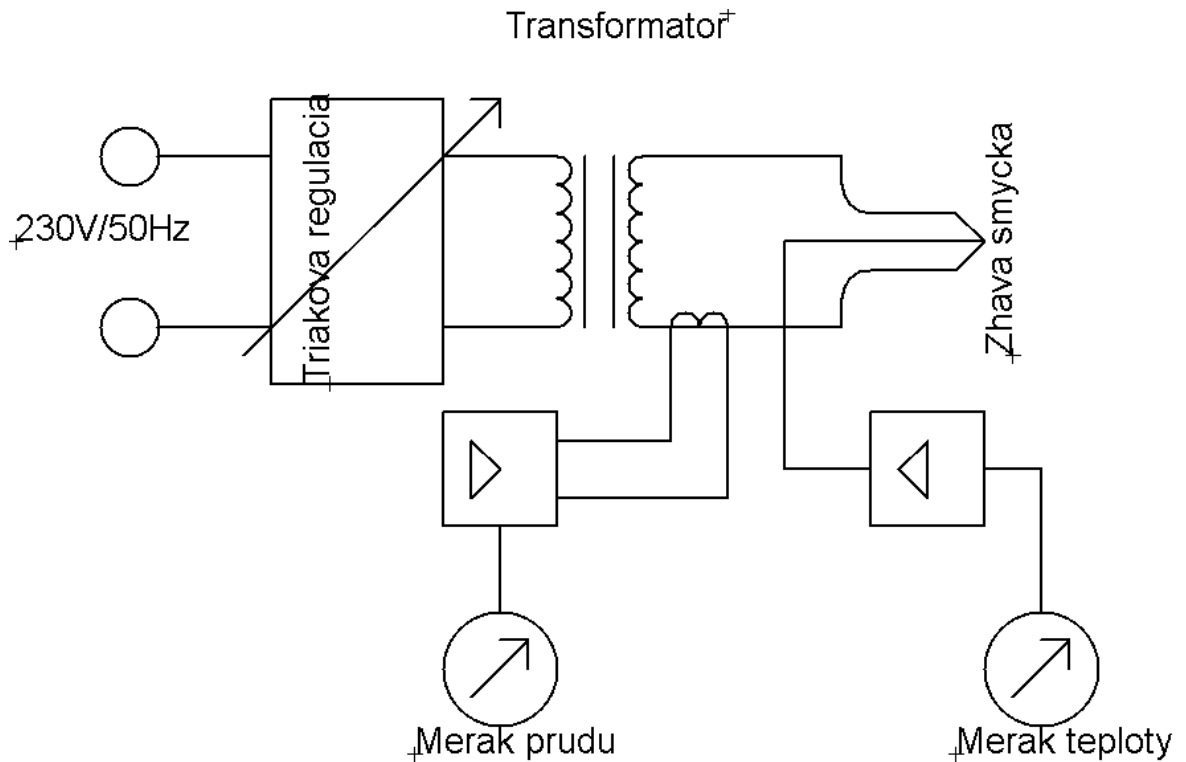
Obrázok 55 Schéma zapojenia triakového regulátora výkonu

13.6 Menič prúdu

Pre menenie prúdu transformátora použijeme násuvný menič. Meniče prúdu sú zapuzdrené v plastovom kryte z čierneho samo zhášajúceho makrolonu, zvarného ultrazvukom. Sekundárne svorky sú osadené skrutkami pre pripojenie vonkajšieho obvodu vodiča o priereze do 10 mm². Zvolený menič vyhovuje primárnemu menovitému prúdu do 200A a má menovitý výkon 2,5A.

13.7 Zapojenie

Na primárne vinutie transformátora privedieme elektrickú energiu zo siete a na sekundárne vinutie transformátora zapojíme žhavú smyčku. Tepelný regulátor pripojíme na primárne vinutie a snímame s ním teplotu v hrote žhavej smyčky pomocou k-článku. Napätie na sekundárnom vinutí riadime pomocou tyristorového regulátora, ktorý je zapojený na primárnom vinutí. Schému zapojenia žhavej smyčky vidíme na obrázku 56.



Obrázok 56 Schéma zapojenia žhavej smyčky

ZÁVER

Táto diplomová práca bola zhotovená podľa požiadaviek oficiálneho zadania a stanovenia cieľov diplomovej práce.

Diplomová práca bola rozdelená na teoretickú a praktickú časť. V teoretickej časti sa autor zaoberá základnými vlastnosťami a deleniami polymérov, ktoré boli detailne rozpísané. Potom v teoretickej časti boli detailne rozpísané plnivá polyméru, ktoré výrazne ovplyvňujú mechanické, fyzikálne vlastnosti a spracovanie polymérov. Najviac nás zaujímajú plnivá retardérov horenia a tepelné stabilizátory. V tretej kapitole teoretickej časti bol rozpísaný proces horenia v uzavretom priestore, všeobecný popis vzniku a rastu požiaru a aké faktory ovplyvňujú vznik a vývoj požiaru. V poslednej kapitole teoretickej práce boli rozpísané metódy požiarnych skúšok. Existuje veľké množstvo požiarnych skúšok ako sú: skúšky metódy zapalovania, ktoré popisujú vlastnosti vznietenia, dymové skúšky, skúšky uvoľňovania tepla a test žhavou smyčkou, ktorá nám udáva riziko vzniku požiaru a simulácia vzniku požiaru je čo najbližšia skutočným účinkom.

V praktickej časti sa autor zaoberá návrhom konštrukcie prístroja žhavej smyčky. Pri návrhu konštrukcie prístroja žhavej smyčky sme postupovali podľa doporučenia noriem ČSN EN 60695-2-10, ČSN EN 60695-2-11, ČSN EN 60695-2-12, ČSN EN 60695-2-13. Hlavným cieľom bol návrh konštrukcie prístroja, čo sme splnili. Boli spracované dva návrhy konštrukcie. Prvý návrh konštrukcie prístroja pre žhavú smyčku pozostáva z posuvu testovacieho telieska pomocou vozíka k drôtu žhavej smyčky. Druhý návrh konštrukcie prístroja pre žhavú smyčku pozostáva z otočného ramena, ktoré je uložené v ložiskách a na ktorom je prizvarované upínacie rameno. Testovacie teliesko sa ku kontaktu s drôtom žhavej smyčky dostane otáčaním otočného ramena. V tejto časti sú popísané dva návrhy konštrukcie žhavej smyčky. Pri testovaní budú použité testovacie telieska o rozmeroch 75x75mm a hrúbkach 0,8, 1,6 a 3,2mm. Celý prístroj bude vložený do digestora, kvôli splodinám a zápachu, ktorý vzniká pri testovaní.

Bohužiaľ sme nesplnili posledný bod cieľa diplomovej práce, ktorý sa týkal vyhodnotenia výsledkov skúšky. Tento bod nebol splnený v dôsledku čakania na potrebné súčiastky, ktoré pri písaní tejto práce ešte neboli.

Boli navrhnuté dva prístroje a ku každému návrhu boli vygenerované výrobné výkresy a zostavy s kusovníkom.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Introduction to Polymers: [online]. [cit. 2009-10-02]. Dostupné z WWW: <http://books.google.com/books?id=-IhIzD4NQXAC&pg=PA2&dq=polymers&lr=#v=onepage&q&f=false>
- [2] Polymer analyses: [online]. [cit. 2009-09-15]. Dostupné z WWW: <http://books.google.com/books?id=3e3byVqikfEC&printsec=frontcover&dq=polymer&lr=#v=onepage&q=&f=false>
- [3] Polymer Physics: [online]. [cit. 2009-09-15]. Dostupné z WWW: <http://books.google.com/books?id=Iem3fC7XdnkC&pg=PA15&dq=history+of+polymers&hl=sk#v=onepage&q=history%20of%20polymers&f=false>
- [4] Introduction to Polymer Science and Chemistry: [online]. [cit. 2009-10-02]. Dostupné z WWW: <http://books.google.com/books?id=lxJgE-Fj18YC&pg=PA23&dq=classification+of+polymers&hl=sk#v=onepage&q=classification%20of%20polymers&f=false>
- [5] The Chemistry of Polymers: [online]. [cit. 2009-09-20]. Dostupné z WWW: <http://books.google.com/books?id=FnniJ4MZciQC&printsec=frontcover&dq=polymers&lr=#v=onepage&q=&f=false>
- [6] Polymers: Chemistry & Physics of Modern Materials: [online]. [cit. 2009-10-01]. Dostupné z WWW: <http://books.google.com/books?id=Dt1QAwbXfE0C&printsec=frontcover&dq=polymers#v=onepage&q=&f=false>
- [7] An Introduction to Polymer Physics: [online]. [cit. 2009-10-03]. Dostupné z WWW: <http://books.google.com/books?id=bL4RrYCy5yAC&pg=PA1&dq=polymer&lr=#v=onepage&q=&f=false>
- [8] Essential Chemistry: [online]. [cit. 2009-10-05]. Dostupné z WWW: http://books.google.com/books?id=ZSQ6QRiYH_wC&pg=PA1-IA688&dq=classification+of+polymers&lr=&hl=sk#v=onepage&q=classification%20of%20polymers&f=false
- [9] Handbook of Plastics Testing and Failure Analyses: [online]. [cit. 2009-10-06]. Dostupné z WWW: <http://books.google.cz/books?id=f->

FtvwwbMAUC&printsec=frontcover&dq=plastic+test+methods&lr=&cd=22#v=onepage&q=plastic%20test%20methods&f=false

- [10] Plastics Materials: [online]. [cit. 2009-10-08]. Dostupné z WWW: <http://books.google.cz/books?id=rka3nPiiRi4C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- [11] Modern Plastics Handbook: [online]. [cit. 2009-10-10]. Dostupné z WWW: <http://books.google.cz/books?id=9ee4Qf0HaBwC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- [12] Jurgen Troitzsch. Plastics Flammability Handbook. 3rd edition. Munich: Hanser Publisher,2004.748s. ISBN 1-56990-356-5
- [13] Pedagogická Fakulta Masarykovej Univerzity: [online]. [cit. 2009-10-04]. Dostupné z WWW: www.ped.muni.cz/wphy/FyzVla/FMkomplet3.htm
- [14] Wikipédia: [online]. [cit. 2009-11-02]. Dostupné z WWW: http://www.peptide2.com/peptide/Wikipedia_Polymer_files/400px-Copolymers.png
- [15] SpecialChem: [online]. [cit. 2009-11-02]. Dostupné z WWW: <http://www.specialchem4adhesives.com/tc/antioxidants/index.aspx?id=hinderedphenols>
- [16] Massachusetts Institute of Technology: [online]. [cit. 2009-11-03]. Dostupné z WWW: <http://web.mit.edu/clubchem/images/benzophenone.png>
- [17] Wikipedia: [online]. [cit. 2009-10-12]. Dostupné z WWW: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/de/Benzotriazol_BKChem.svg/197px-Benzotriazol_BKChem.svg.png
- [18] WebElements: [online]. [cit. 2009-10-15]. Dostupné z WWW: http://www.webelements.com/_media/compounds/V/O1V1-12035982.jpg
- [19] Wikipedia: [online]. [cit. 2009-10-30]. Dostupné z WWW: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/36/Melamine.png>
- [20] Wikipedia: [online]. [cit. 2009-10-25]. Dostupné z WWW: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/archive/3/3e/20070124231948!Sodium-benzoate-skeletal.png>
- [21] Current Performance for the Chemical Industry: [online]. [cit. 2009-12-02]. Dostupné z WWW:

http://www.currenta.com/medien/allgemein/downloads/E_prCENTS455452_Heat_release_200802_200804.pdf

- [22] Plastics Materials and Processes: [online]. [cit. 2009-12-04]. Dostupné z WWW: <http://books.google.cz/books?id=oe5YJmRmxQMC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- [23] Technická Norma ČSN EN 60695-2-10
- [24] Technická Norma ČSN EN 60695-2-12
- [25] Technická Norma ČSN EN 60695-2-13

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PVC	polyvinylchlorid.
HALS	Ochranné amíno světelné stabilizátory.
ATH	Tri hydrát hlinitý.
DBDPO	Dekabromované kysličníky.
TBA	Tetrabromobisfenol.
GMS	Glycerol monostearát.
EA	Etoxilované amíny.
ESD	Zlúčeniny elektrostatického výboja.
EMI	Zlúčeniny elektromagnetického výboja.
PVDC	Polyvinylidenchlorid.
Ni/Cr	Nikel / chróm.
Al	Hliník.
Cu	Meď

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázok 1 Príklad jednotky polyméry (polystyrén) [4]</i>	10
<i>Obrázok 2 Jednotka meru [4]</i>	11
<i>Obrázok 3 Rozdelenie polymérov [5]</i>	11
<i>Obrázok 4 Rozdelenie kopolymérov [14]</i>	12
<i>Obrázok 5 Jednotka poly cis izoprén [2]</i>	13
<i>Obrázok 6 Lineárny reťazec [13]</i>	14
<i>Obrázok 7 Rozvetvený reťazec [13]</i>	14
<i>Obrázok 8 Zosieťovaný reťazec [13]</i>	15
<i>Obrázok 9 Hindered fenol [15]</i>	17
<i>Obrázok 10 Benzofenon [16]</i>	18
<i>Obrázok 11 Benzotriazol [17]</i>	18
<i>Obrázok 12 Oxid Antimony [18]</i>	21
<i>Obrázok 13 Interakcie horenia [12]</i>	27
<i>Obrázok 14 Popis rastu požiaru [12]</i>	29
<i>Obrázok 15 Požiarne skúšky [9]</i>	31
<i>Obrázok 16 Drôt žhavej smyčky</i>	38
<i>Obrázok 17 Testovacie teliesko</i>	41
<i>Obrázok 18 Žhavá smyčka s vozíkom</i>	47
<i>Obrázok 19 3D pohľad upínacieho zariadenia 1</i>	48
<i>Obrázok 20 Bočný pohľad</i>	49
<i>Obrázok 21 Upínacie zariadenie</i>	50
<i>Obrázok 22 3D pohľad upínacieho zariadenia 2</i>	51
<i>Obrázok 23 Detail upnutia</i>	52
<i>Obrázok 24 3D pohľad upínacieho zariadenia 3</i>	53
<i>Obrázok 25 Upínacie zariadenie číslo3</i>	54
<i>Obrázok 26 Pohľad z prava</i>	54
<i>Obrázok 27 K-článok s držiakom</i>	56
<i>Obrázok 28 3D pohľad vozíka</i>	57
<i>Obrázok 29 Predný pohľad</i>	58
<i>Obrázok 30 Žhavá smyčka</i>	59
<i>Obrázok 31 Upevnenie žhavej smyčky</i>	59
<i>Obrázok 32 Doska pre upevnenie žhavej smyčky</i>	60

<i>Obrázok 33 Teflónové puzdro</i>	61
<i>Obrázok 34 Držiak teflónu s teflónom</i>	61
<i>Obrázok 35 Kostra žhavej smyčky</i>	63
<i>Obrázok 36 Zobrazenie upnutia</i>	64
<i>Obrázok 37 Detailné zobrazenie upnutia tyči s teflónom</i>	65
<i>Obrázok 38 Vozík</i>	65
<i>Obrázok 39 Celkové zobrazenie prístroja</i>	66
<i>Obrázok 40 Žhavá smyčka s otočným ramenom</i>	67
<i>Obrázok 41 Základná doska</i>	68
<i>Obrázok 42 Kostra prístroja</i>	69
<i>Obrázok 43 Spodná časť puzdra pre ložisko</i>	70
<i>Obrázok 44 Zostava</i>	70
<i>Obrázok 45 Upínacie zariadenie s objímkou</i>	71
<i>Obrázok 46 Manipulačné rameno</i>	72
<i>Obrázok 47 Von Mises</i>	73
<i>Obrázok 48 Posunutie</i>	73
<i>Obrázok 49 Detail uchytienia otočného ramena</i>	74
<i>Obrázok 50 Prístroj pre žhavú smyčku</i>	76
<i>Obrázok 51 Schéma Tepelného regulátora</i>	78
<i>Obrázok 52 Zapojenie krokového motora</i>	80
<i>Obrázok 53 Schéma zapojenia krokového motora</i>	82
<i>Obrázok 54 Programovanie krokového motora</i>	83
<i>Obrázok 55 Schéma zapojenia triakového regulátora výkonu</i>	85
<i>Obrázok 56 Schéma zapojenia žhavej smyčky</i>	86

SEZNAM TABULEK

Tabuľka 1 Mosadz	43
Tabuľka 2 Vlastnosti teflónu	45
Tabuľka 3 Vlastnosti Ni/Cr 80/20	46
Tabuľka 4 Parametre K - termočlánku	56
Tabuľka 5 Technické parametre krok. motora SX17/1705	79
Tabuľka 6 Vlastnosti CD30x	81
Tabuľka 7 Technické parametre zdroja PS35.....	82
Tabuľka 8 Zoznam súčiastok.....	84

SEZNAM PŘÍLOH

P1 Výrobná dokumentácia pre návrh žhavej smyčky s posuvom pomocou vozíka

P2 Výrobná dokumentácia pre návrh žhavej smyčky s otočným ramenom

P3 Zapojenie vinutia krokového motora

**PŘÍLOHA P I: VÝROBNÁ DOKUMENTÁCIA PRE NÁVRH ŽHAVEJ
SMYČKY S POSUVOM POMOCOU VOZÍKA**

**PŘÍLOHA P 2: VÝROBNÁ DOKUMENTÁCIA PRE NÁVRH ŽHAVEJ
SMYČKY S OTOČNÝ M RAMENOM**

PŘÍLOHA P 3: ZAPOJENIE VINUTIA KROKOVÉHO MOTORA

KROKOVÝ MOTOR SX17-1705

ZAPOJENÍ VINUTÍ

zapojení vinutí bipolární	sériové	paralelní
spojeno (nepřipojovat k výkonovému zesilovači)	červený s hnědým	
spojeno (nepřipojovat k výkonovému zesilovači)	žlutý se zeleným	
A (1. fáze)	oranžový	oranžový + hnědý
– A (1. fáze)	černý	červený + černý
B (2. fáze)	modrý	modrý + zelený
– B (2. fáze)	bílý	žlutý + bílý

zapojení vinutí unipolární	proud 2,4 A, statický moment při dvoufázovém unipolárním napájení 0,35 Nm
+V	červený s hnědým, žlutým a zeleným
A	oranžový
B	černý
C	modrý
D	bílý

H G F E D C B A

4

4

3

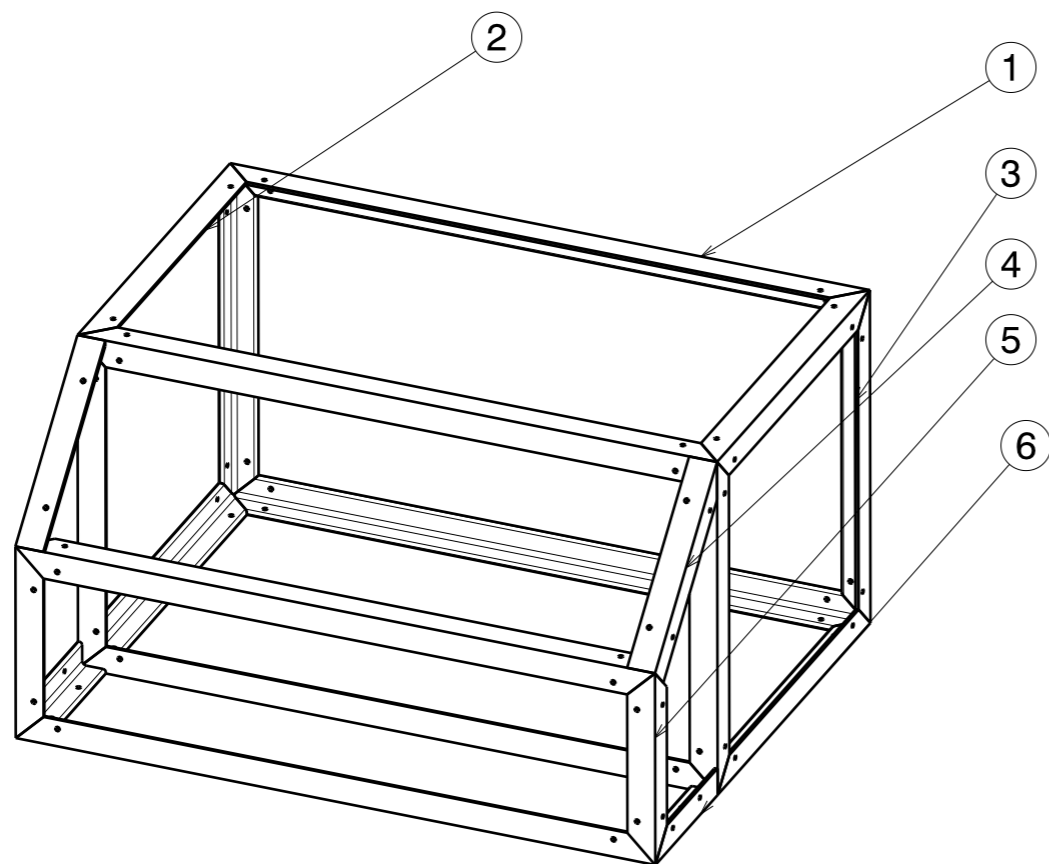
3

2

2

1

1



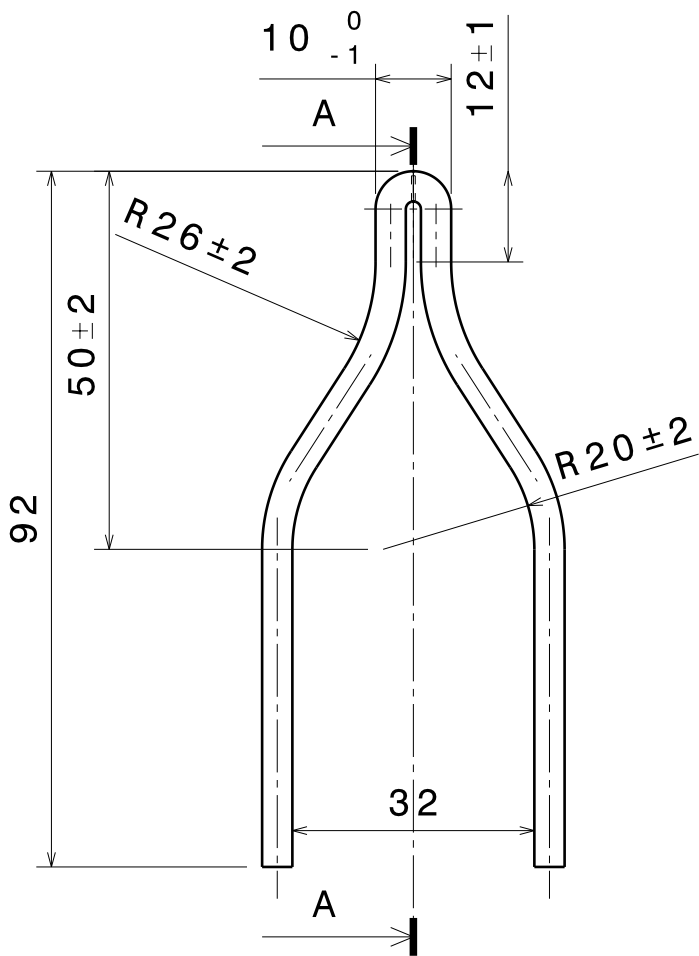
9					
8					
7					
6	L 20x3-106	CSN 42 5541		11373	2
5	L 20x3-145	CSN 42 5541		11373	2
4	L 20x3-150	CSN 42 5541		11373	2
3	L 20x3-250	CSN 42 5541		11373	4
2	L 20x3-200	CSN 42 5541		11373	4
1	L 20x3-435	CSN 42 5541		11373	6
Poz	Nazov	Norma/velkost	C.vykresu	Material	Ks

UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/19/2010		DRAWING TITLE ZOSTAVA KOSTRA	
CHECKED BY XXX		DATE xxx		SIZE A3	DRAWING NUMBER 00000
DESIGNED BY XXX		DATE xxx		SCALE 1:1	WEIGHT(kg) XXX
				SHEET	1/1

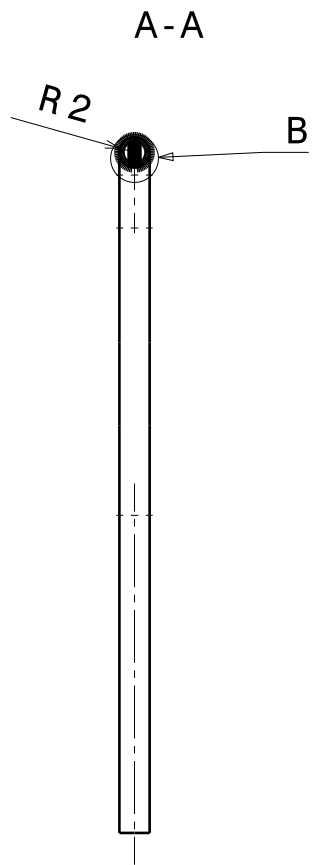
H G B A

D C B A

4



4

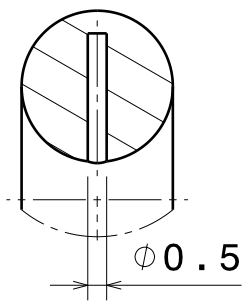


3

3

2

2



Detail B
Scale: 5:1

1

1

UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE ZHAVA SMYCKA			
DRAWN BY DYCHA	DATE 4/8/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00039		REV X
CHECKED BY Ni/CR	DATE xxx	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0.00	SHEET 1/1	
DESIGNED BY XXX	DATE xxx				

D A

D

C

B

A

4

4

3

3

2

2

1

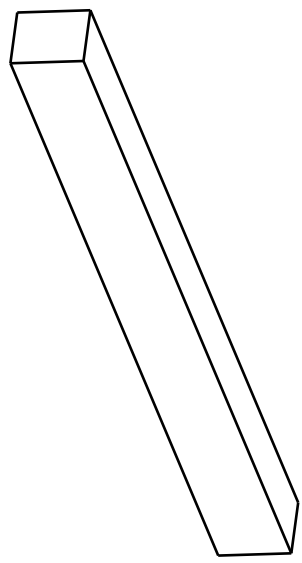
1

120

10

8

Ra 3.2

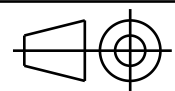


Isometric view
Scale: 1:1

DESIGNED BY:
Dycha
DATE:
4/7/2010

MATERIAL
Hlinik
POCET KUSOV
1

SIZE
A4



DASSAULT SYSTEMES

SCALE
1:1

WEIGHT (kg)
0.01

DRAWING NUMBER
ZARAZKA

SHEET
1 / 1

I	—
H	—
G	—
F	—
E	—
D	—
C	—
B	—
A	—

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

D

C

B

A

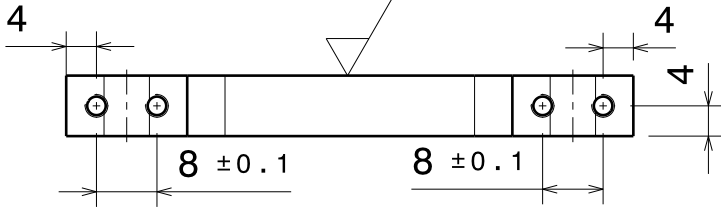
Ra 1.6

Ra 0.4

Ra 0.4

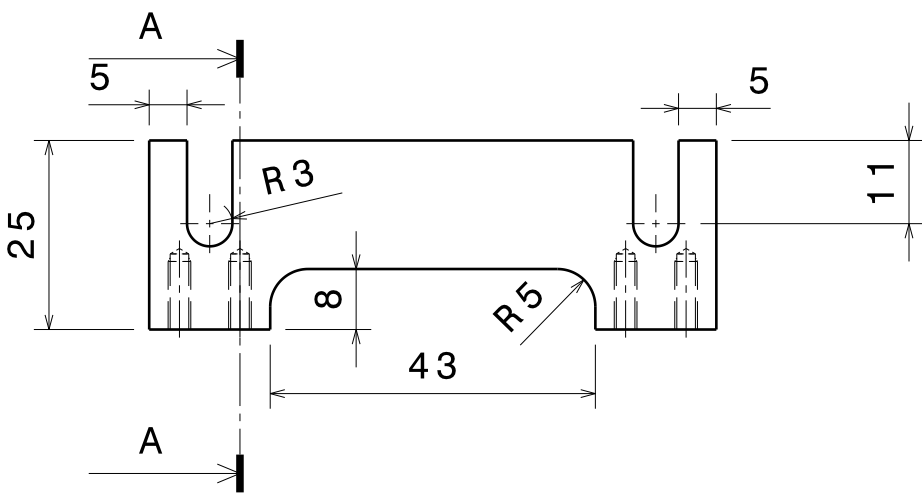
4

4

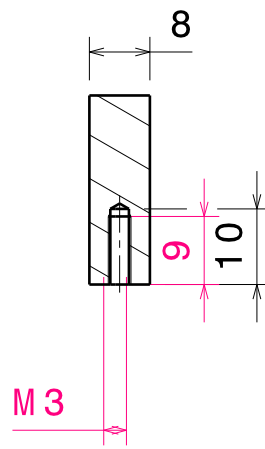


3

3



A-A



2

2

UNVIERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

ZAKLADNA DOSKA UPINANIE

DRAWN BY
DYCHA

DATE

5/15/2010

MATERIAL
NEREZ.OCEL

DATE

xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

00019

REV

X

POCET KUSOV
1

DATE

xxx

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0.00

SHEET

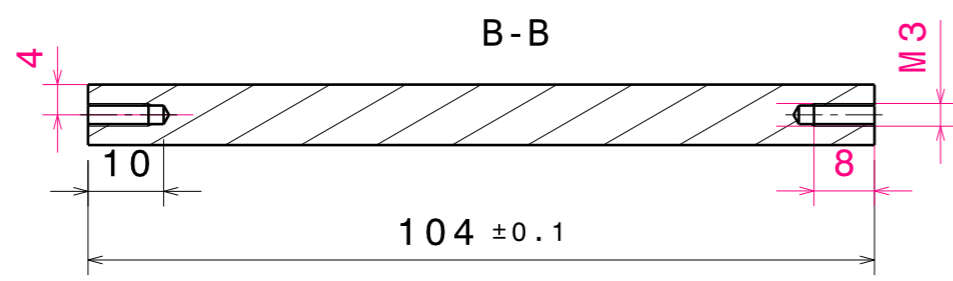
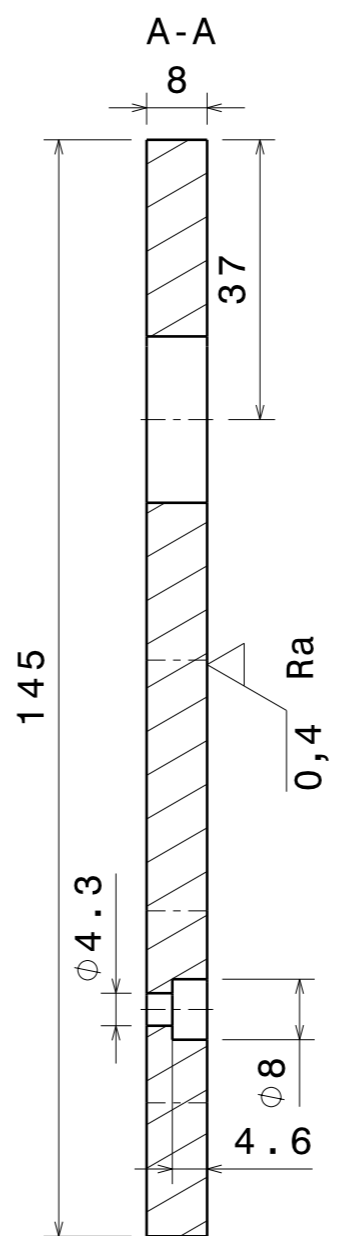
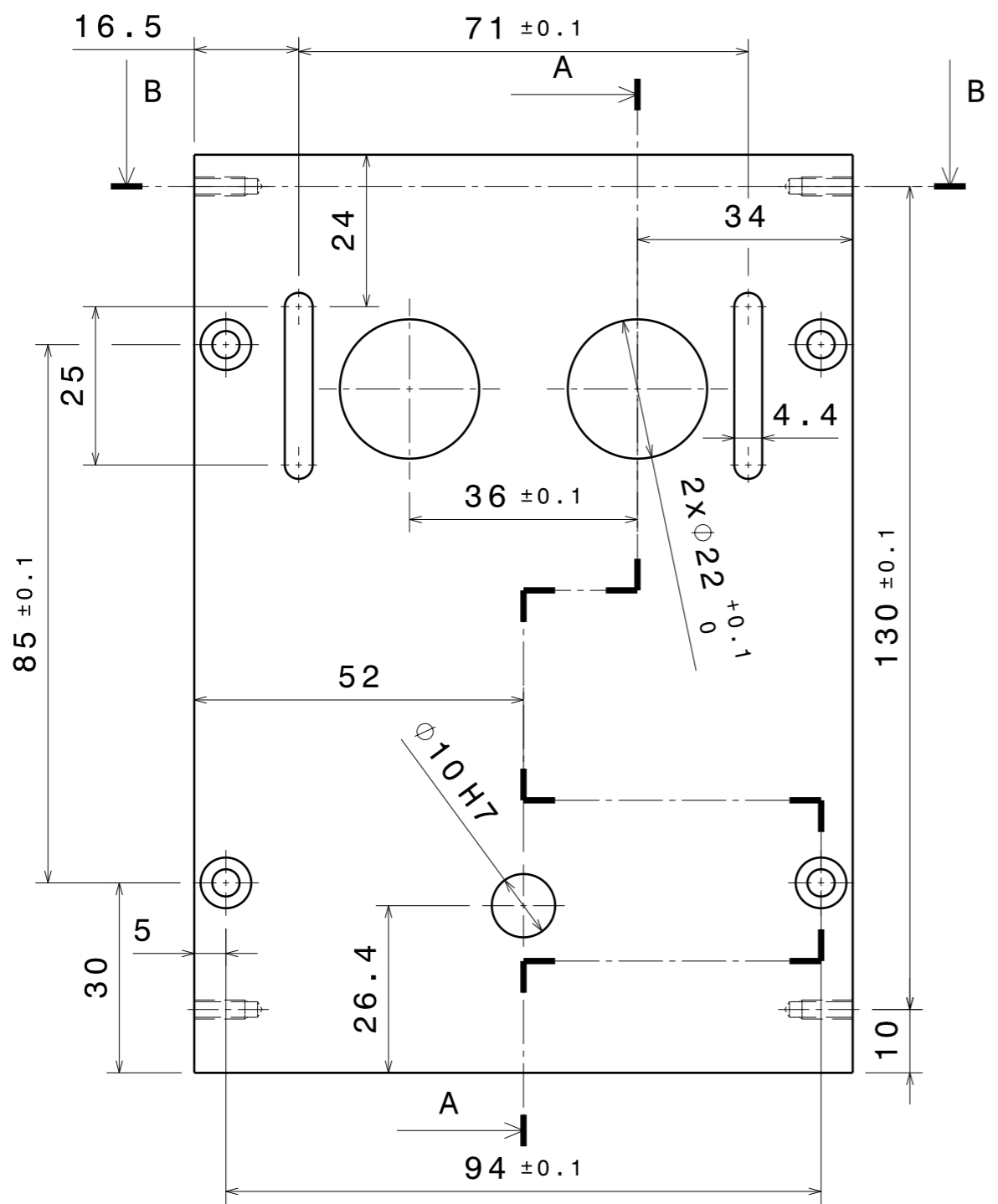
1/1

D

A

1

1

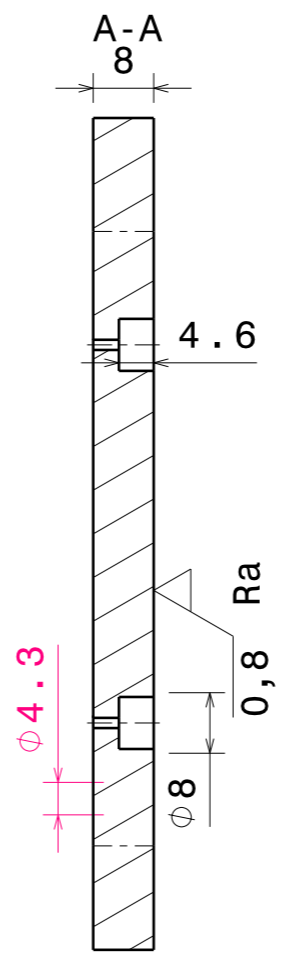
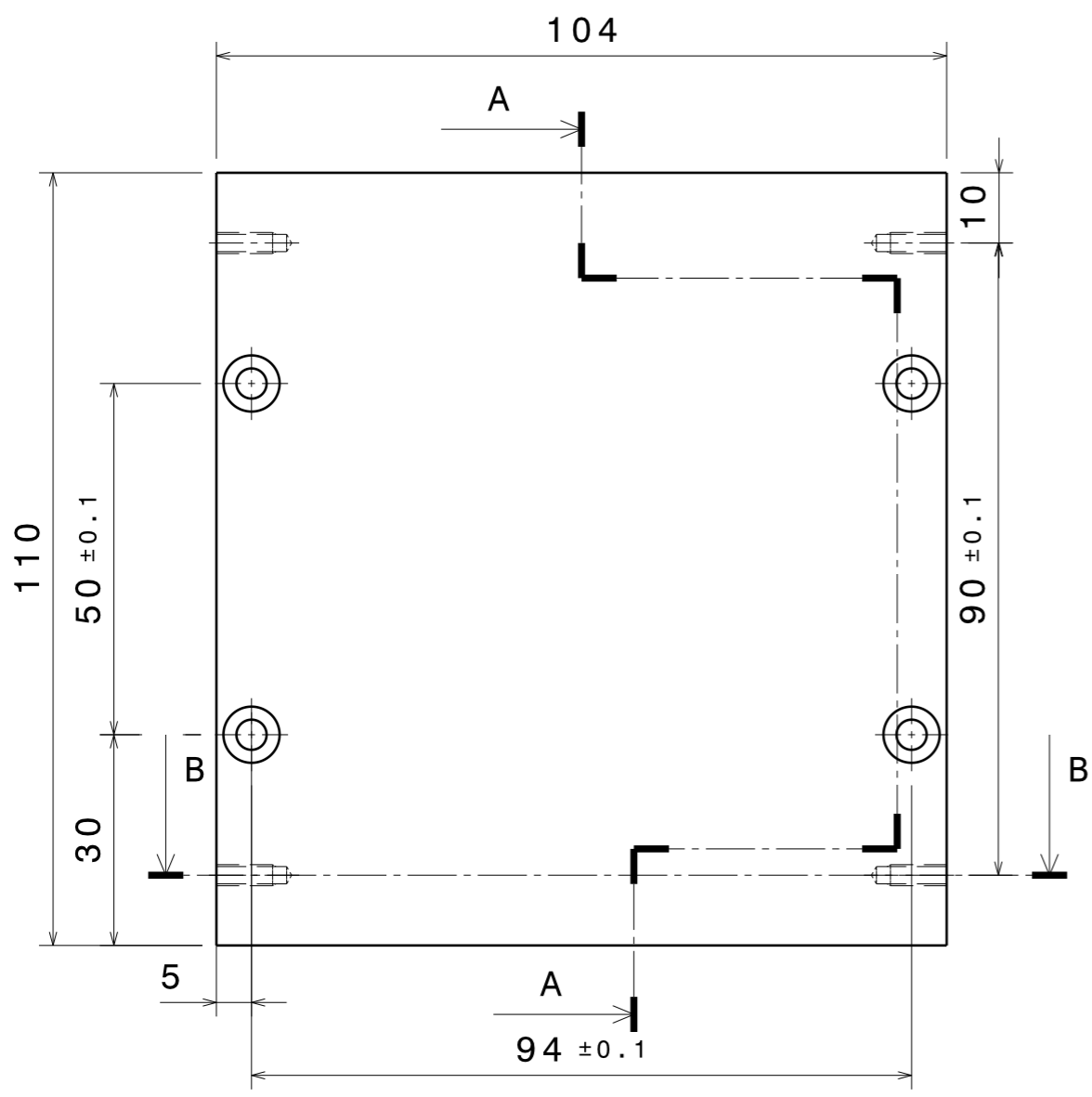


$Ra 3.2$ $Ra 0.4$

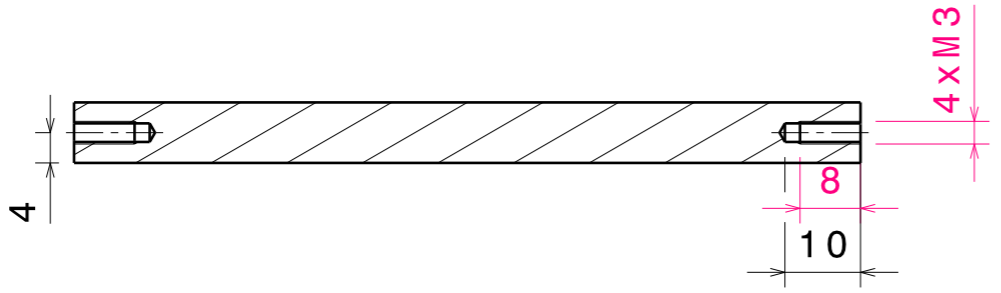
UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWING TITLE					
ZAKLADNA DOSKA - SMYCKA					
DRAWN BY DYCHA	DATE 4/8/2010	SIZE A3	DRAWING NUMBER 00020	REV X	
MATERIAL NEREZ. OCEL	DATE xxx	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0.04	SHEET 1/1	
POCET KUSOV 1	DATE xxx				

H G F E D C B A

Ra 3,2 Ra 0,8

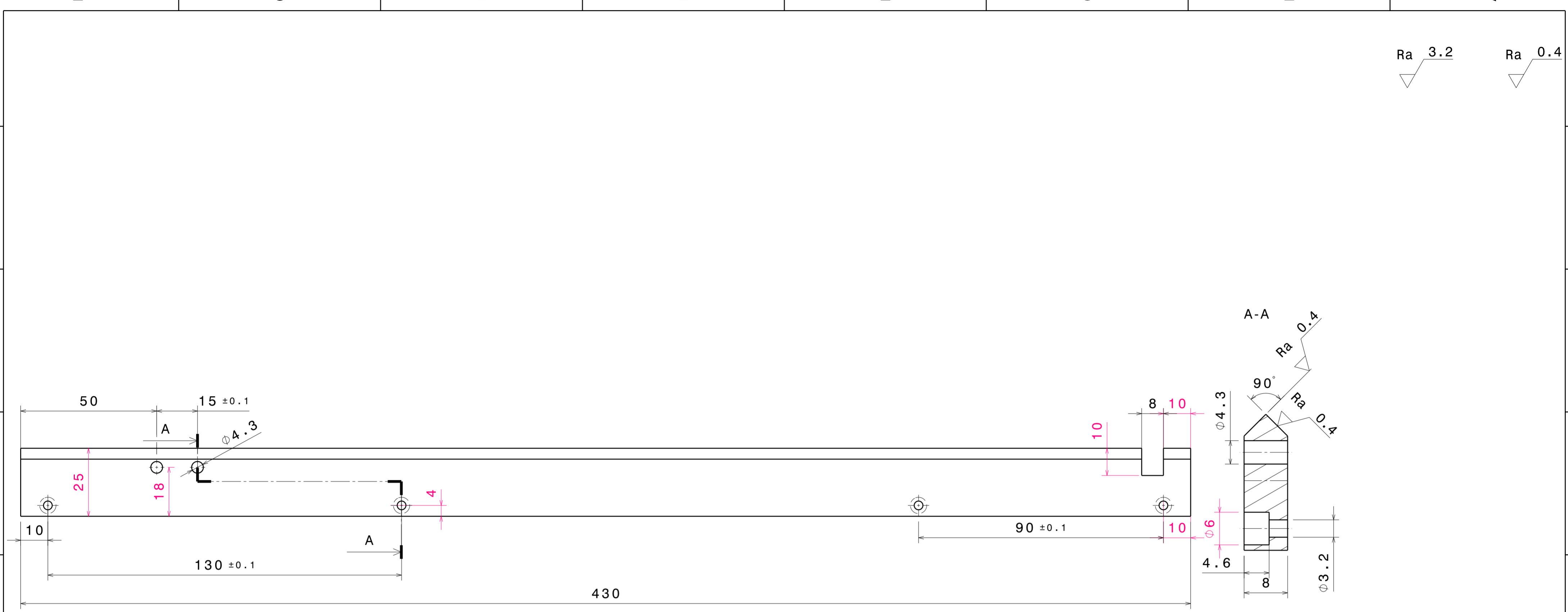


B-B

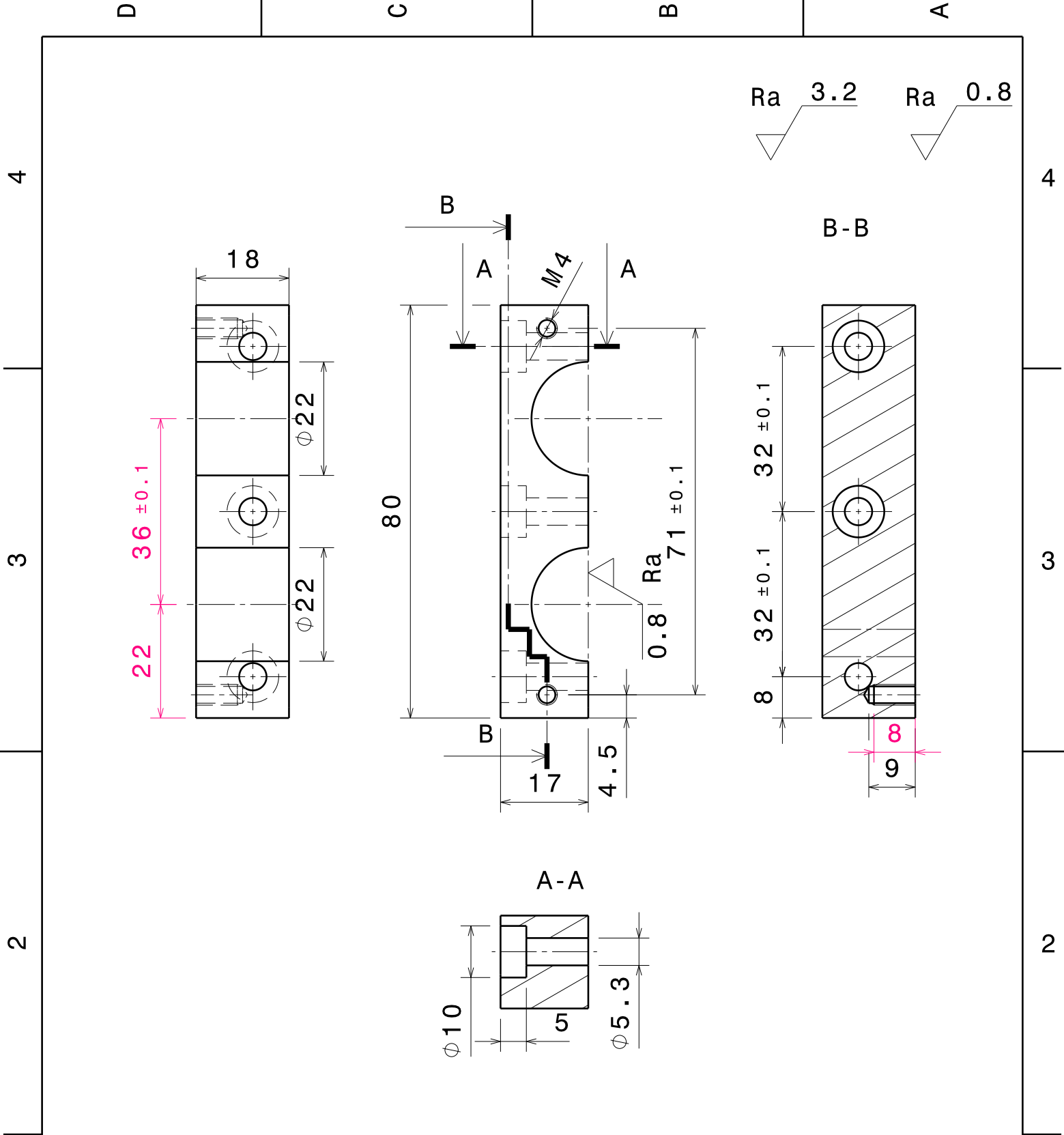


UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DRAWING TITLE ZAKLADNA DOSKA			
DATE 4/7/2010	MATERIAL Hlinik	DATE xxx	SIZE A3	DRAWING NUMBER 00021	REV X
POCET KUSOV 1	DATE xxx	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0.05	SHEET 1/1	

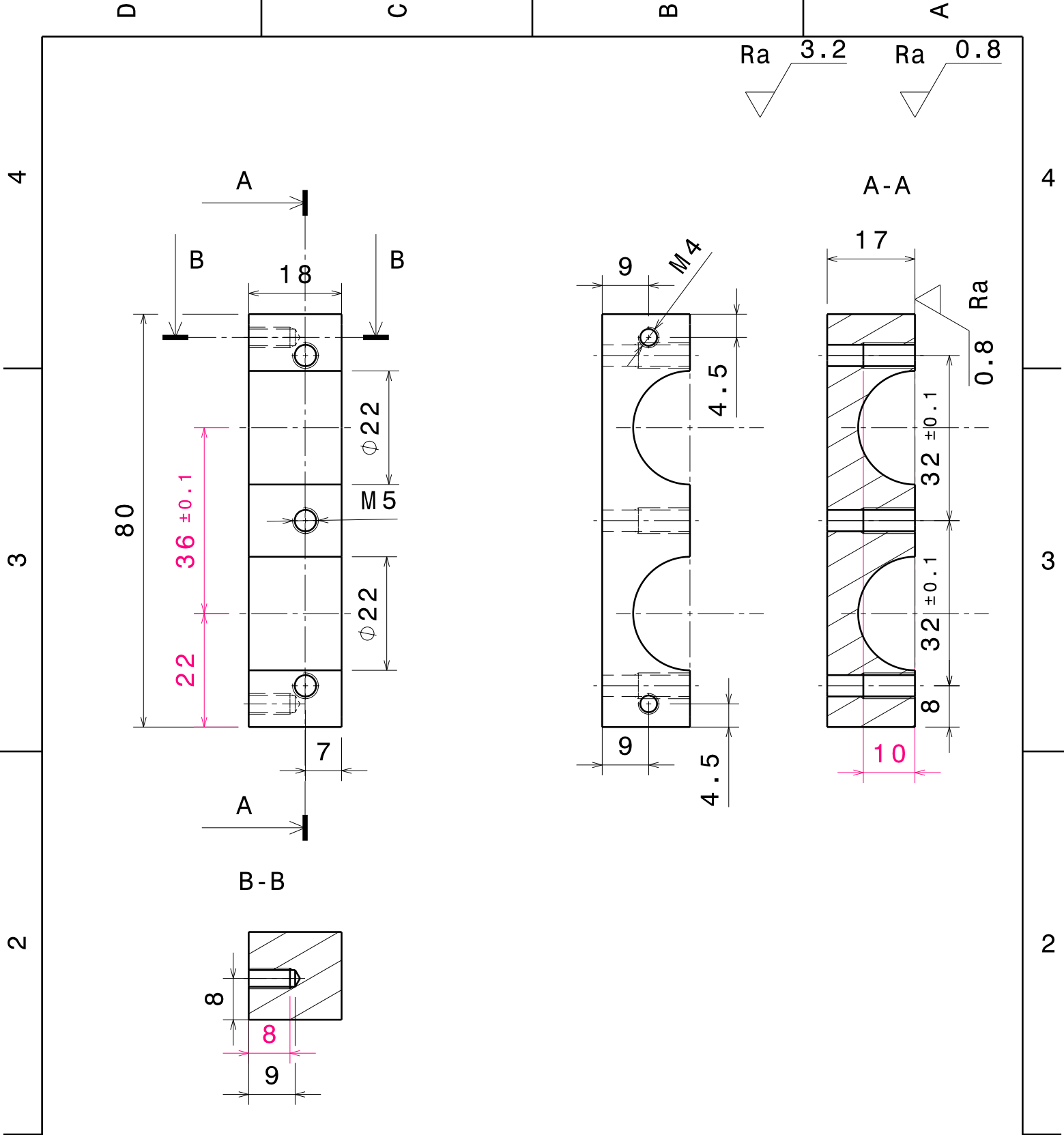
H G B A



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES		
DRAWN BY DYCHA		DRAWING TITLE VODIACA DOSKA PRE VOZIK		
DATE 4/8/2010	DATE xxx	SIZE A2	DRAWING NUMBER 00022	REV X
MATERIAL NEREZ. OCEL	DATE xxx	SCALE 1:1	WEIGHT(kg) 0.08	SHEET 1/1
POCET KUSOV 1	DATE xxx			



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWING TITLE		Upevnenie teflonu-lave			
DRAWN BY DYCHA	DATE 4/28/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00024		REV X
MATERIAL Hlinik	DATE xxx	SCALE 1:1		WEIGHT (kg) 0.02	SHEET 1/1
PCOET KUSOV 1	DATE xxx				



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE Upevnenie teflonu-prave			
DRAWN BY DYCHA	DATE 4/28/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00025		REV X
MATERIAL Hlinik	DATE xxx	SCALE 1:1		WEIGHT (kg) 0.02	SHEET 1/1
POCET KUSOV 1	DATE xxx				

4
3
2
1

4
3
2
1

D

A

D

C

B

A

Ra 3.2



4

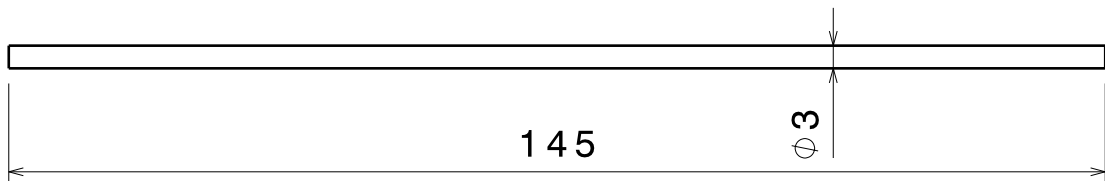
4

3

3

2

2



1

1

UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

TYCKA VOZIK

DRAWN BY
DYCHA

DATE

4/15/2010

MATERIAL
Hlinik

DATE

xxx

SIZE

A4

DRAWING NUMBER

00026

REV

X

POCET KUSOV
1

DATE

xxx

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0.00

SHEET

1/1

D

A

D

C

B

A

Ra 3.2



4

4

3

3

2

2

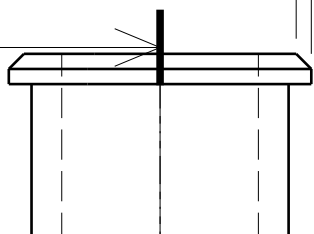
1

1

A-A

A

1 × 45°



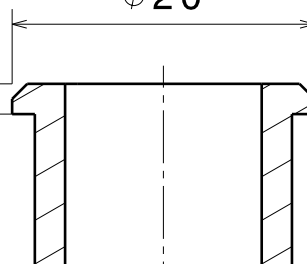
A



∅ 20

12

10



∅ 13

∅ 17

UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

TEFLON SPODNY

DRAWN BY
DYCHA

DATE

4/28/2010

MATERIAL
PTFE - TEFLON

DATE

xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

00027

REV

X

POCET KUSOV
2

DATE

xxx

SCALE

2:2

WEIGHT (kg)

xxx

SHEET

1/1

D

A

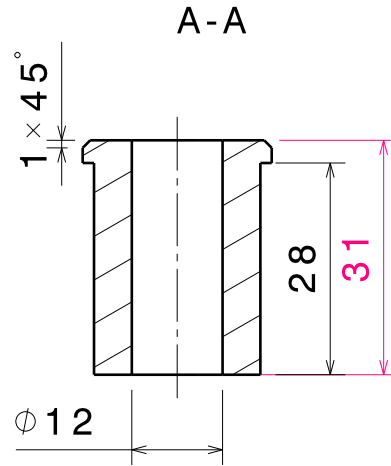
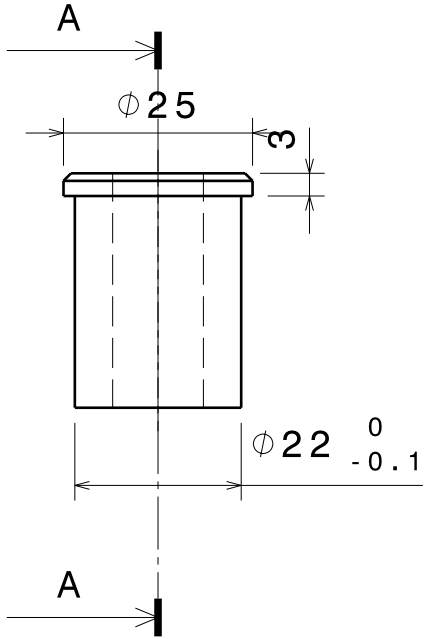
D

C

B

A

Ra 3.2



4

4

3

3

2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

TEFLONOVA PODLOZKA

DRAWN BY
DYCHA

DATE

4/8/2010

MATERIAL
PTFE - TEFLON

DATE

xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

00028

REV
X

POCET KUSOV
2

DATE

xxx

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0.00

SHEET

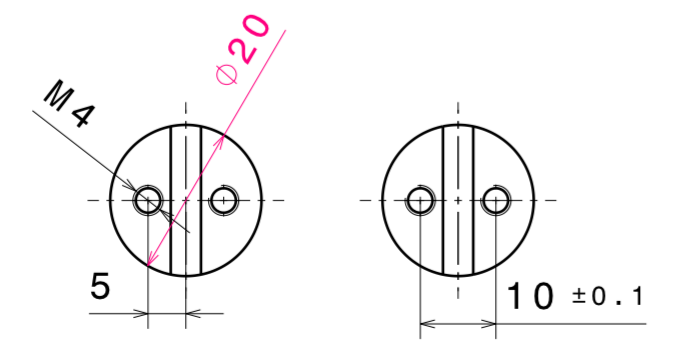
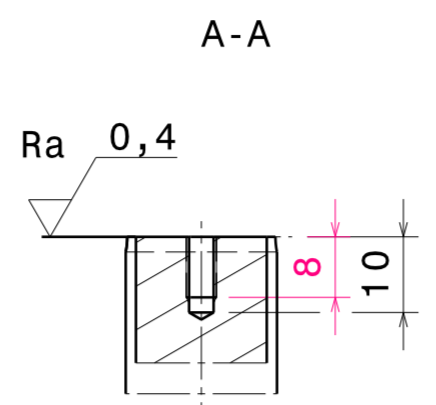
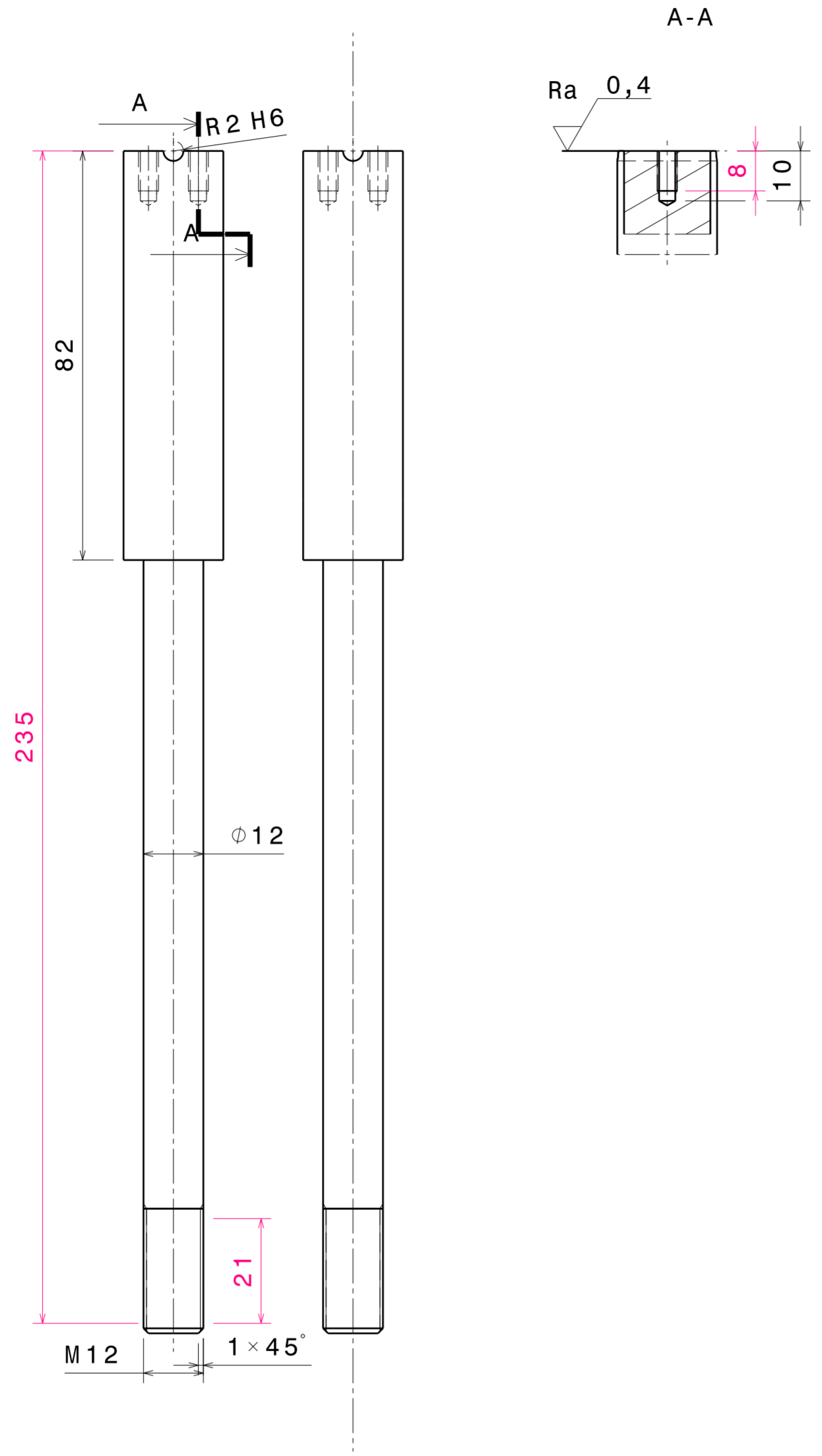
1/1

D

A

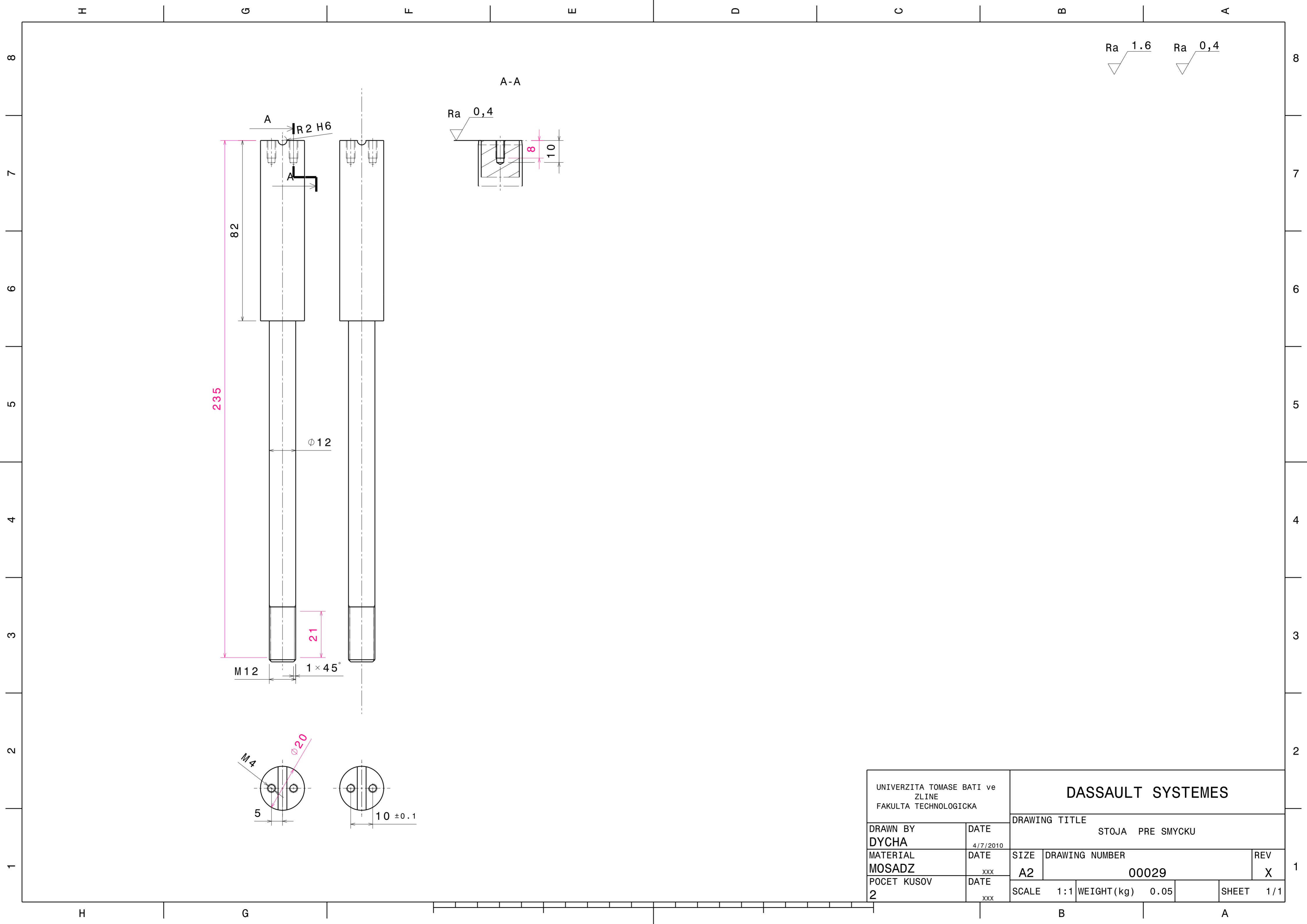
1

1



Ra 1.6 Ra 0,4

UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 4/7/2010		DRAWING TITLE STOJA PRE SMYCKU	
MATERIAL MOSADZ		DATE xxx		SIZE A2	DRAWING NUMBER 00029
POCET KUSOV 2		DATE xxx		SCALE 1:1	WEIGHT(kg) 0.05
				SHEET	1/1



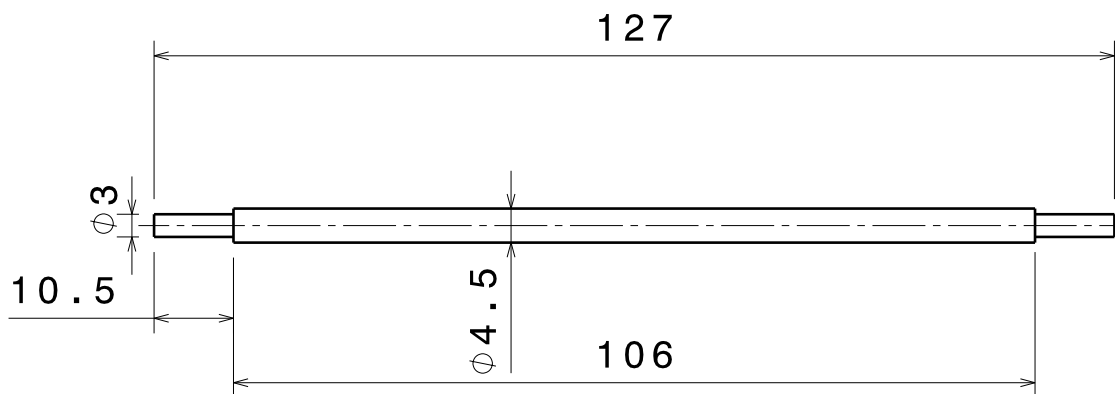
D

C

B

A

Ra 1.6



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE
Rozpera pre vozik

DRAWN BY
Dycha

DATE
4/12/2010

MATERIAL
Hlinik

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00030

REV
X

POCET KUSOV
2

DATE
xxx

SCALE 1:1 WEIGHT (kg) 0.00

SHEET 1/1

D

A

4

4

3

3

2

2

1

1

D

C

B

A

Ra 1.6

Ra 0.8

4

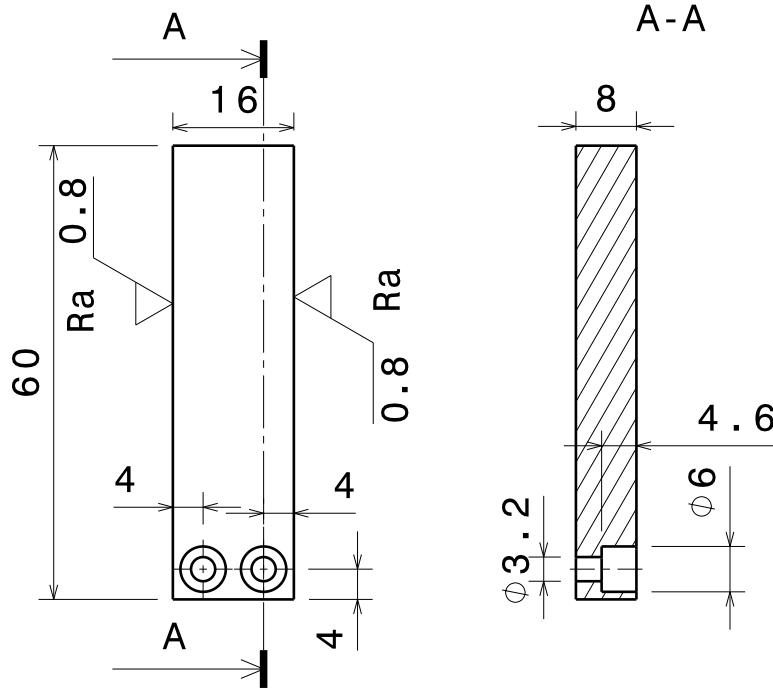
4

3

3

2

2



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE
PRITLACNA DOSKA

DRAWN BY
DYCHA

DATE
4/22/2010

MATERIAL
NEREZ. OCEL

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00031

REV
X

PCOET KUSOV
2

DATE
xxx

SCALE 1:1 WEIGHT (kg) 0.00

SHEET 1/1

D

A

1

1

H G F E D C B A

4

3

2

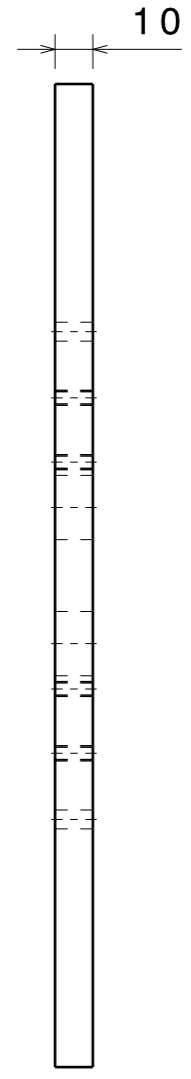
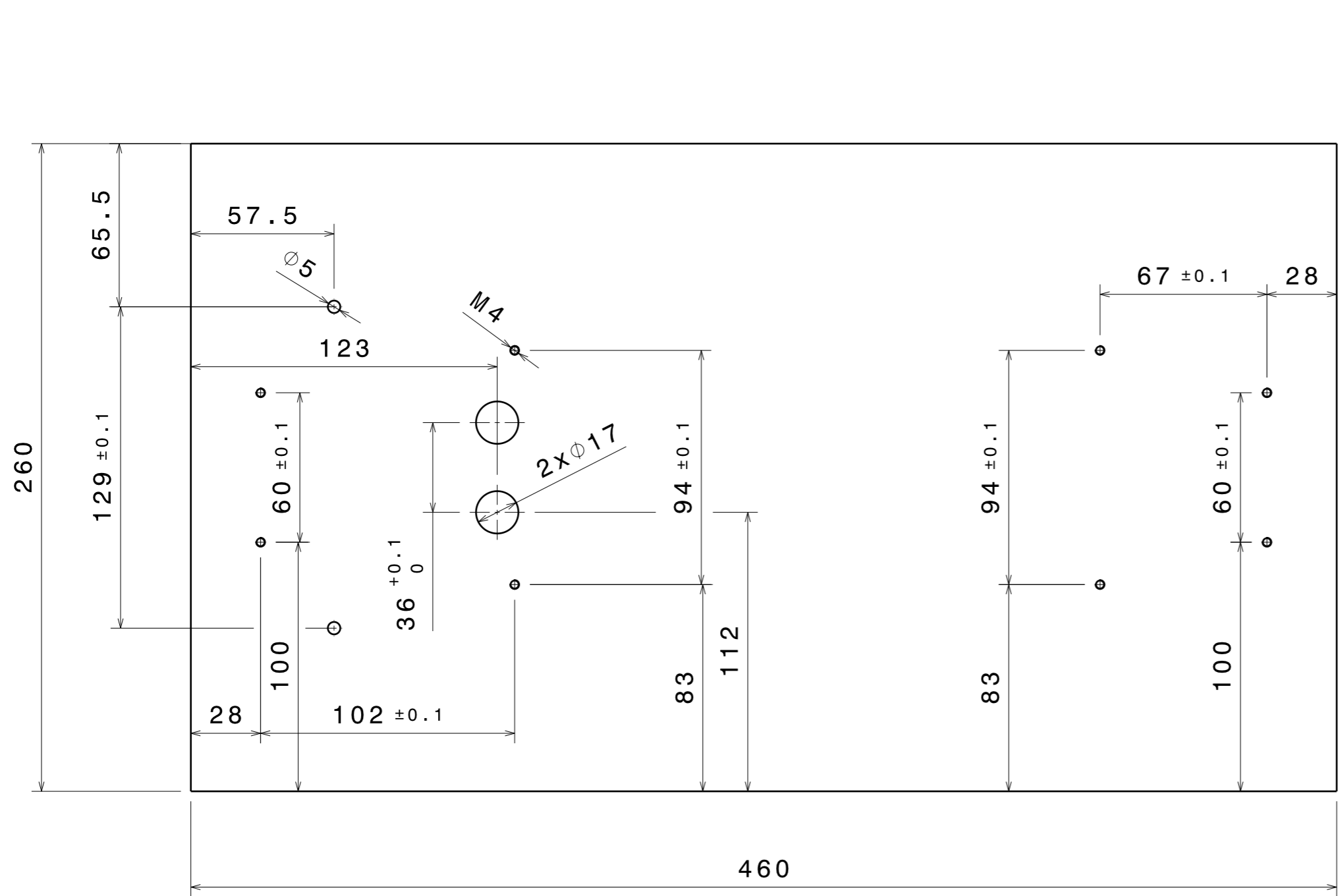
1

4

3

2

1



UNVIERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/15/2010		DRAWING TITLE DREVENA PODLOZKA	
MATERIAL DREVO		DATE xxx		SIZE A3	DRAWING NUMBER 00032
POCET KUSOV 1		DATE xxx		SCALE 1:2	WEIGHT (kg) 0.00
				SHEET	1/1

H G B A

H G F E D C B A

4

3

2

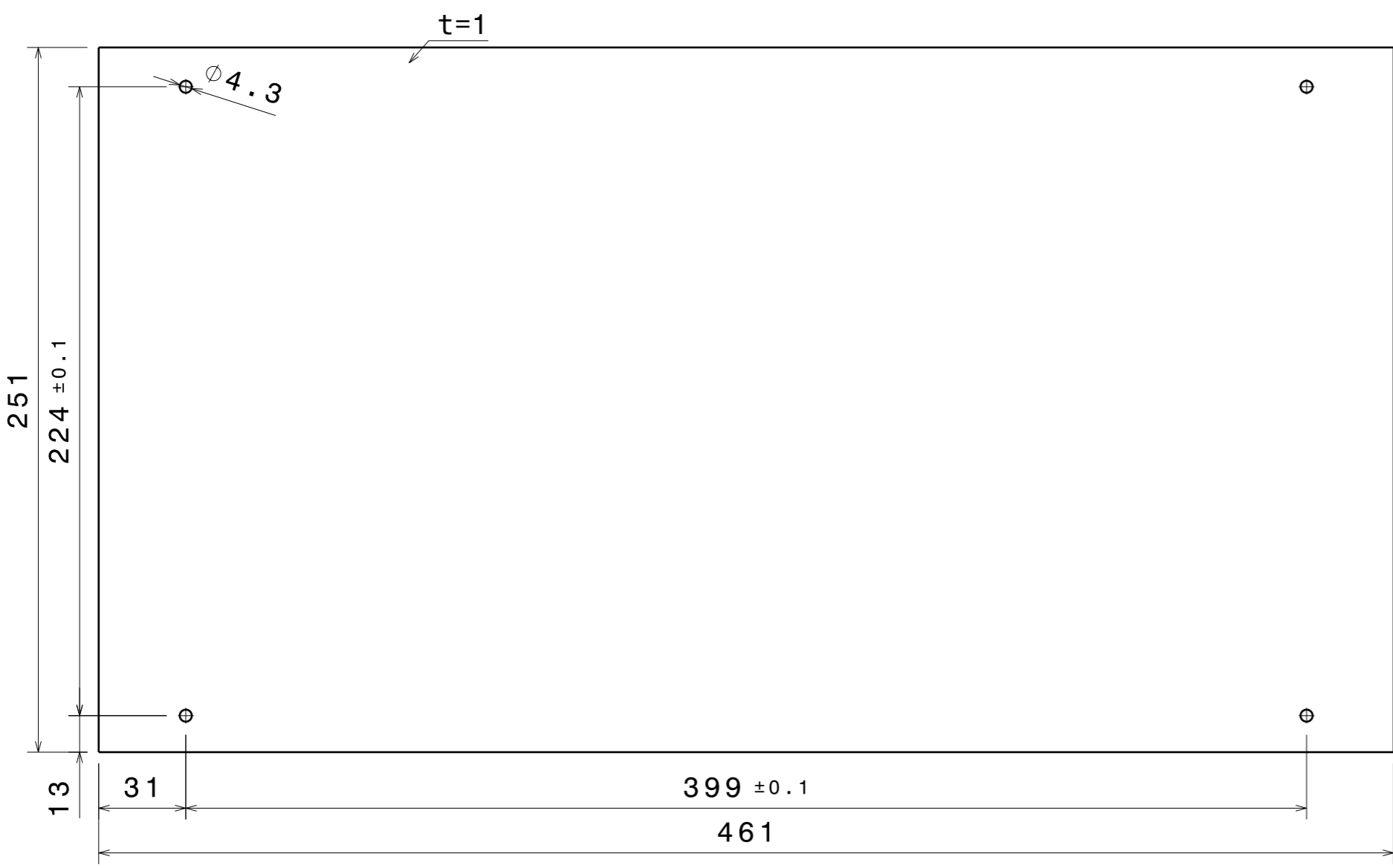
1

4

3

2

1



UNVIERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/15/2010		DRAWING TITLE PLECH 461x251	
MATERIAL NEREZ. OCEL		DATE xxx		SIZE A3	
POCET KUSOV 1		DATE xxx		DRAWING NUMBER 00001	
		SCALE 1:2		DRAWING NUMBER 00001	
		WEIGHT(kg) 0.12		REV X	
		SHEET 1/1			

H G B A

H G F E D C B A

4

3

2

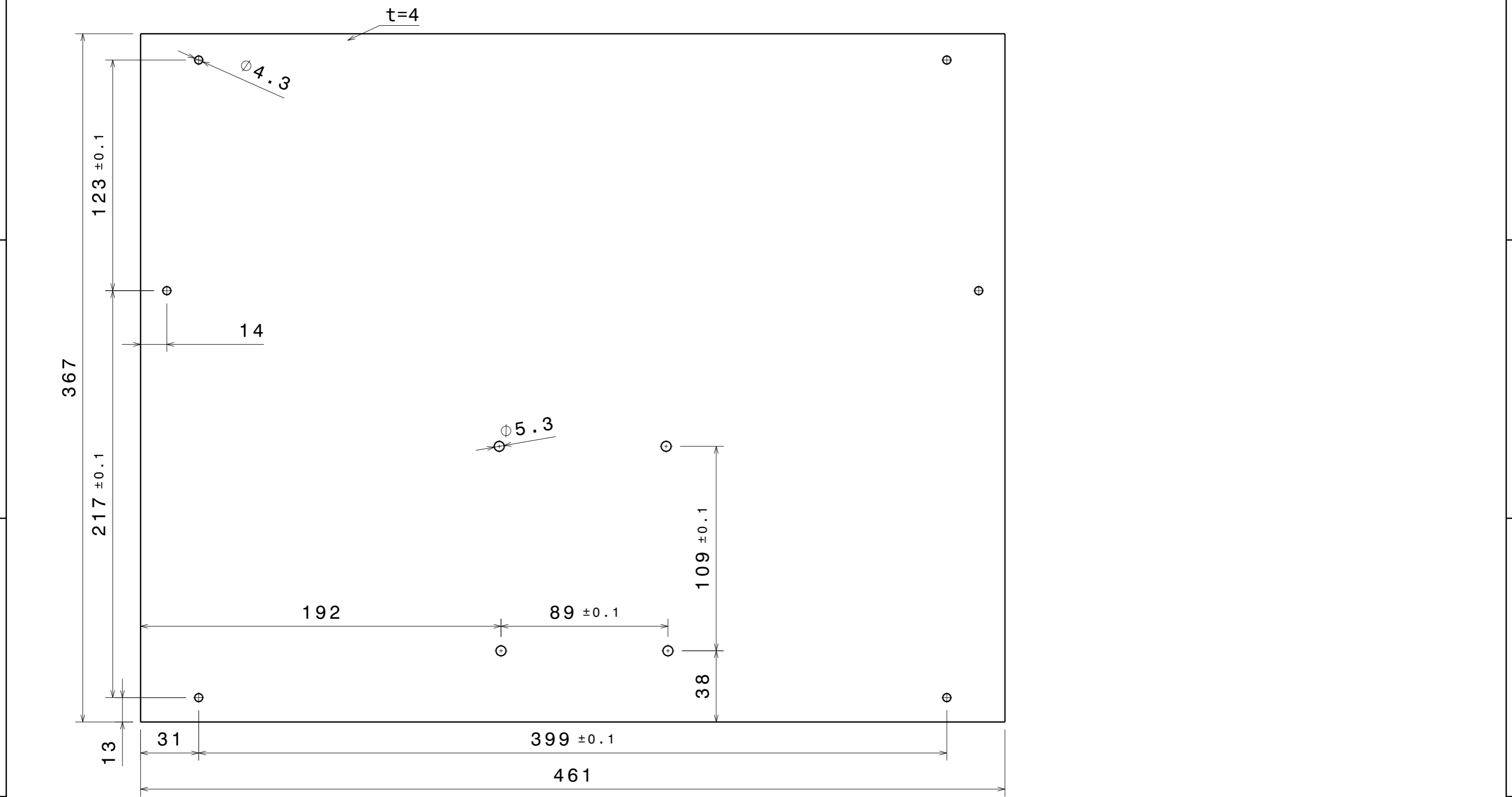
1

4

3

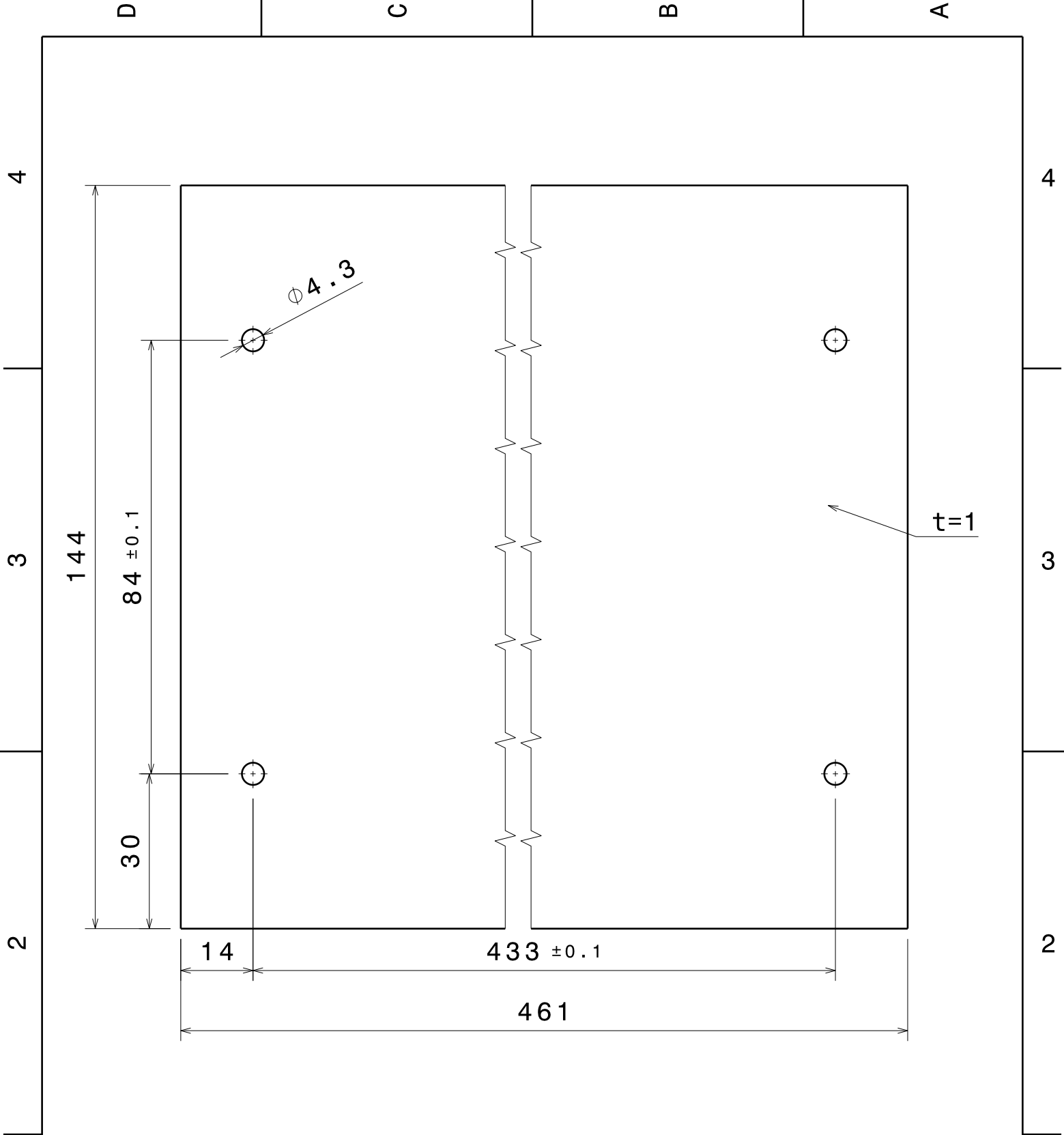
2

1



UNVIERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/15/2010		DRAWING TITLE PLECH 461x367	
MATERIAL NEREZOVA OCEL		DATE xxx		SIZE A3	DRAWING NUMBER 00002
POCET KUSOV 1		DATE xxx		SCALE 1:2	WEIGHT(kg) 0.00
				SHEET	1/1

H G B A



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE PLECH 437x144			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/9/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00003		REV X
MATERIAL NEREZ. OCEL	DATE xxx	SCALE 1:1		WEIGHT (kg) 0.06	SHEET 1/1
POCET KUSOV 1	DATE xxx				

D

C

B

A

4

4

3

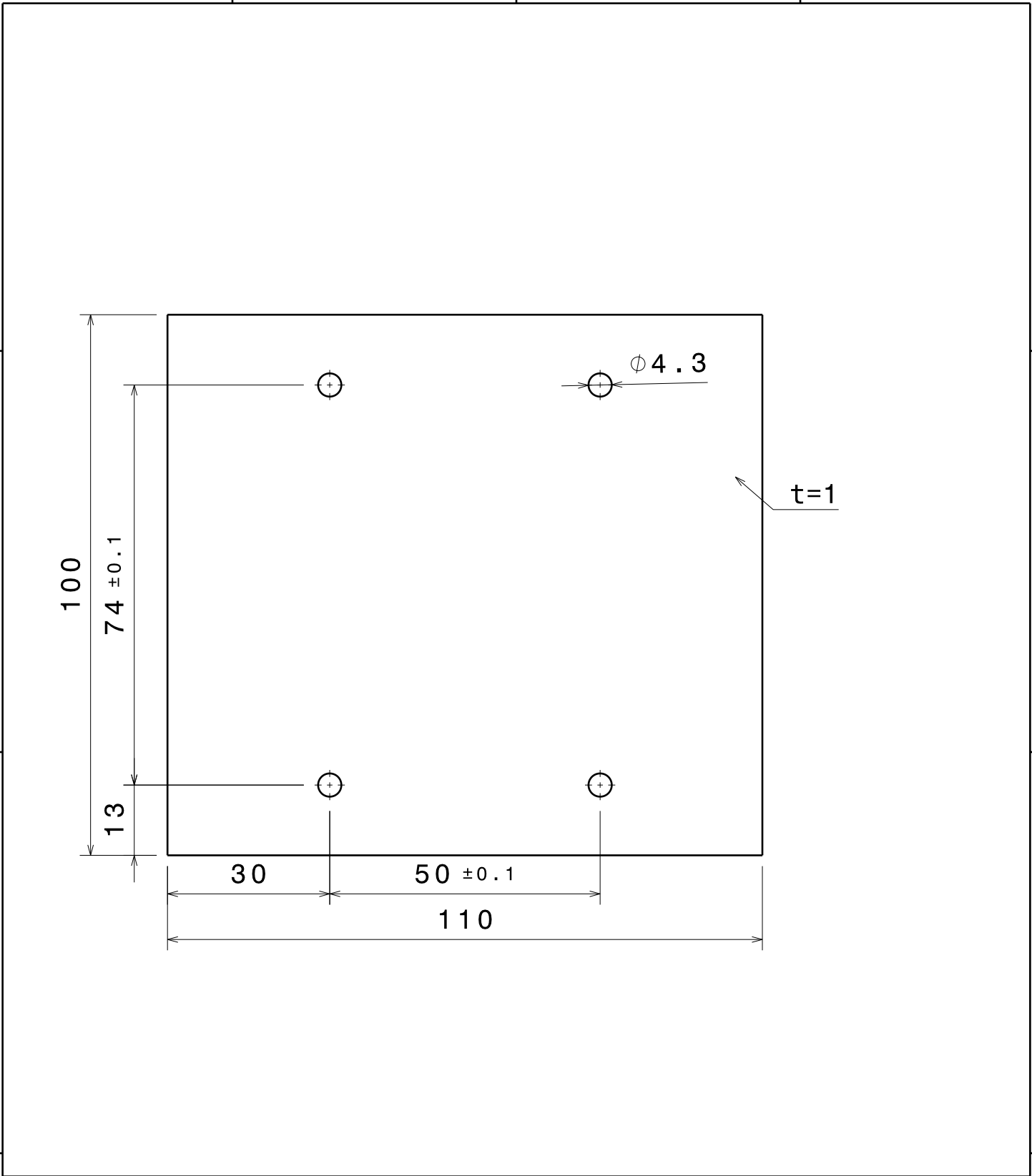
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE PLECH 110x100			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/8/2010	SIZE A4		DRAWING NUMBER 00004	
MATERIAL NEREZ. OCEL	DATE xxx	REV X			
POCET KUSOV 4	DATE xxx	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0.01	SHEET 1/1	

D

A

D

C

B

A

4

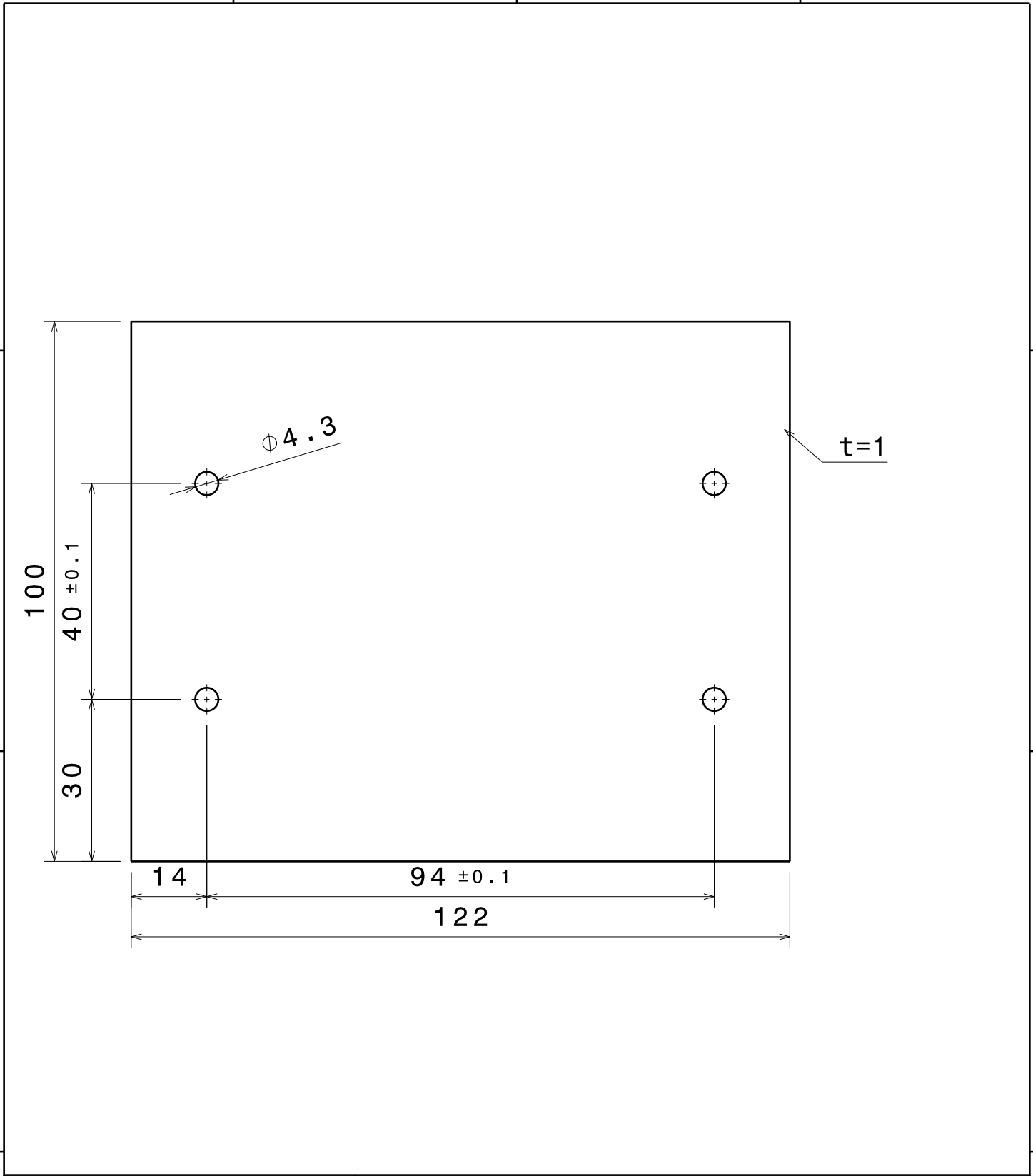
4

3

3

2

2



1

1

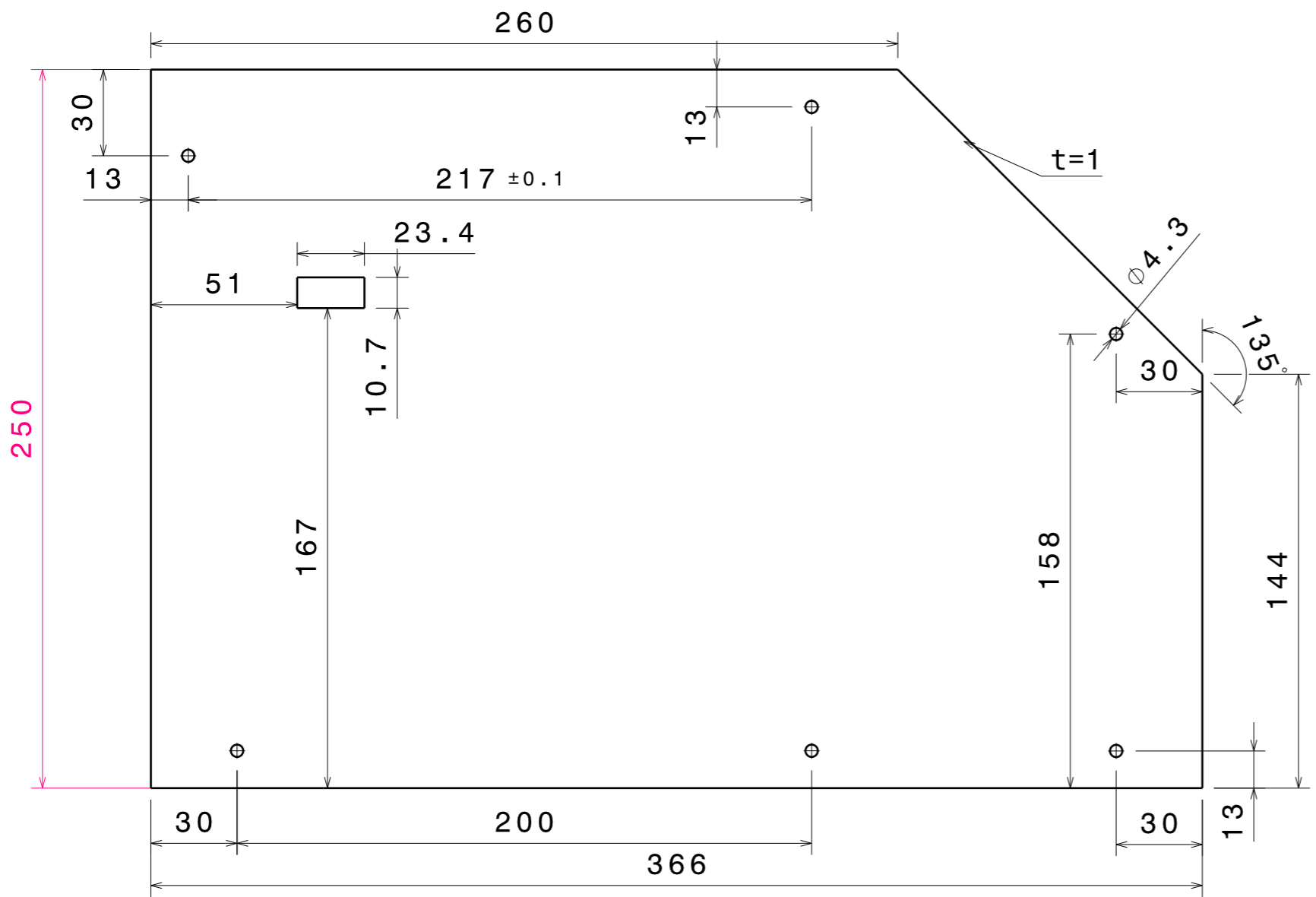
UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE PLECH 122x100			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/8/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00005		REV X
MATERIAL NEREZ. OCEL	DATE xxx	SCALE 1:1		WEIGHT (kg) 0.01	SHEET 1/1
POCET KUSOV 4	DATE xxx				

D

A

H G F E D C B A

4
3
2
1



UNVIERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/15/2010		DRAWING TITLE PLECH 366x250 LAVY	
MATERIAL NEREZ.OCEL		DATE xxx		SIZE A3	DRAWING NUMBER 00007
POCET KUSOV 1		DATE xxx		SCALE 1:2	WEIGHT(kg) 0.09
				SHEET 1/1	REV X

H G B A

D

C

B

A

Ra 1.6

Ra 0.8

4

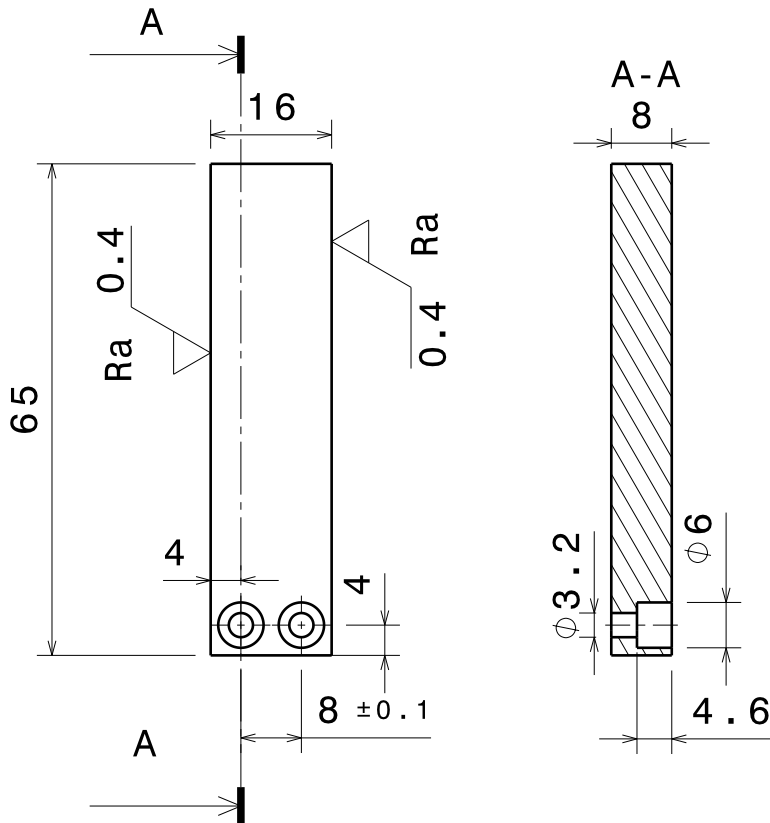
4

3

3

2

2



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE
OPORNA DOSKA

DRAWN BY
DYCHA

DATE
4/22/2010

MATERIAL
NEREZ. OCEL

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00033

REV
X

POCET KUSOV
2

DATE
xxx

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0.00

SHEET

1/1

D

A

1

1

D

C

B

A

4

4

3

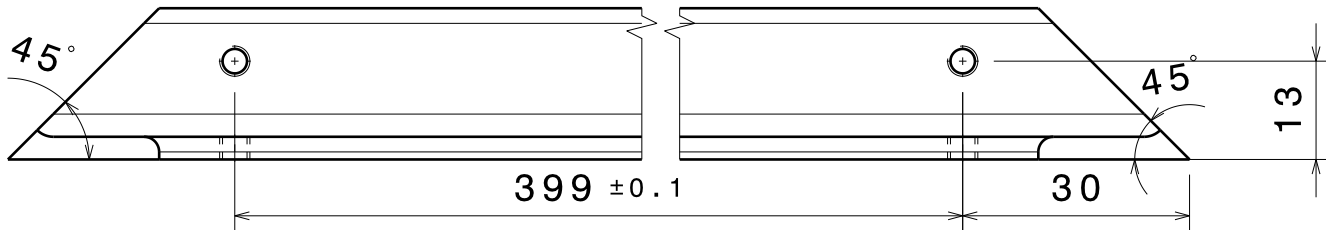
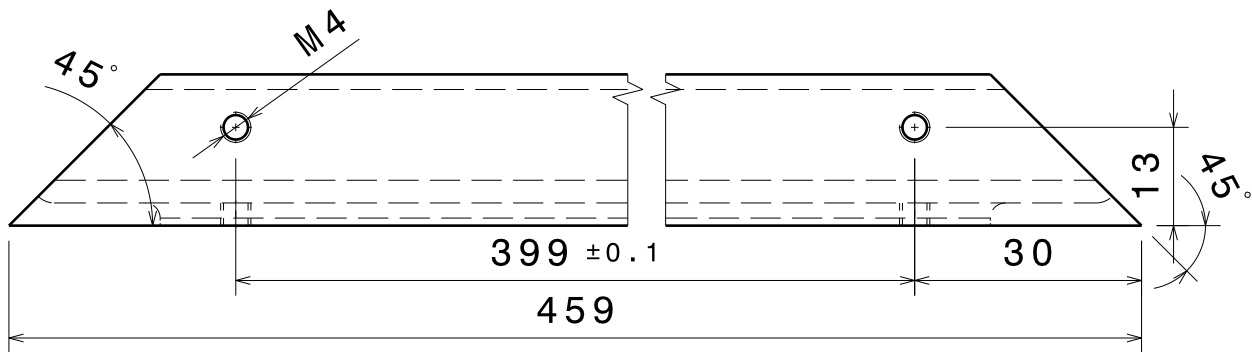
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

L PROFIL 20x3-459

DRAWN BY
DYCHA

DATE

5/8/2010

MATERIAL
11373

DATE

xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

00008

REV
X

POCET KUSOV
6

DATE

xxx

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0.05

SHEET

1/1

D

A

D

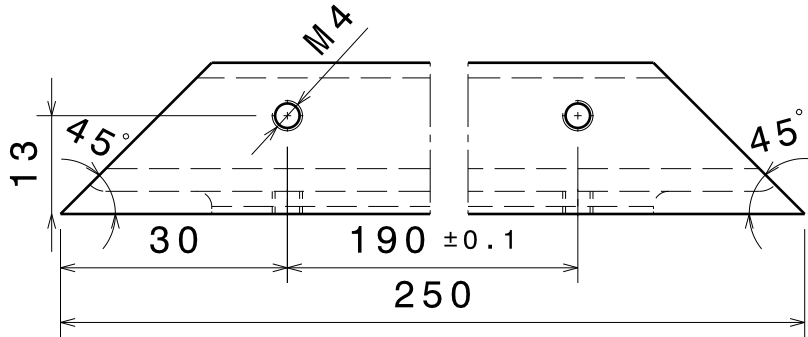
C

B

A

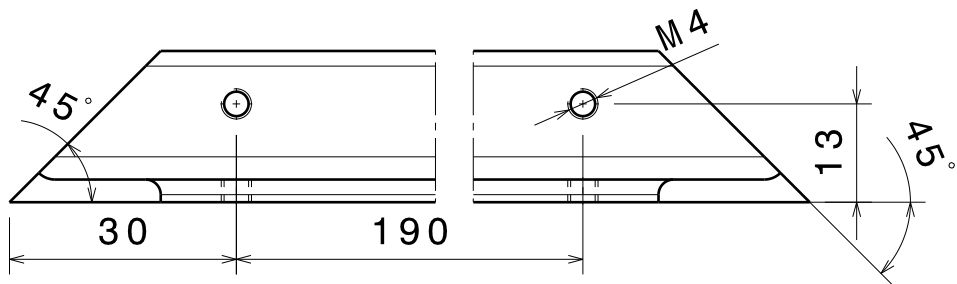
4

4



3

3



2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE L PROFIL 20x3-250			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/8/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00009		REV X
MATERIAL 11373	DATE xxx	SCALE 1:1		WEIGHT (kg) 0.03	SHEET 1/1
POCET KUSOV 4	DATE xxx				

1

1

D

A

D

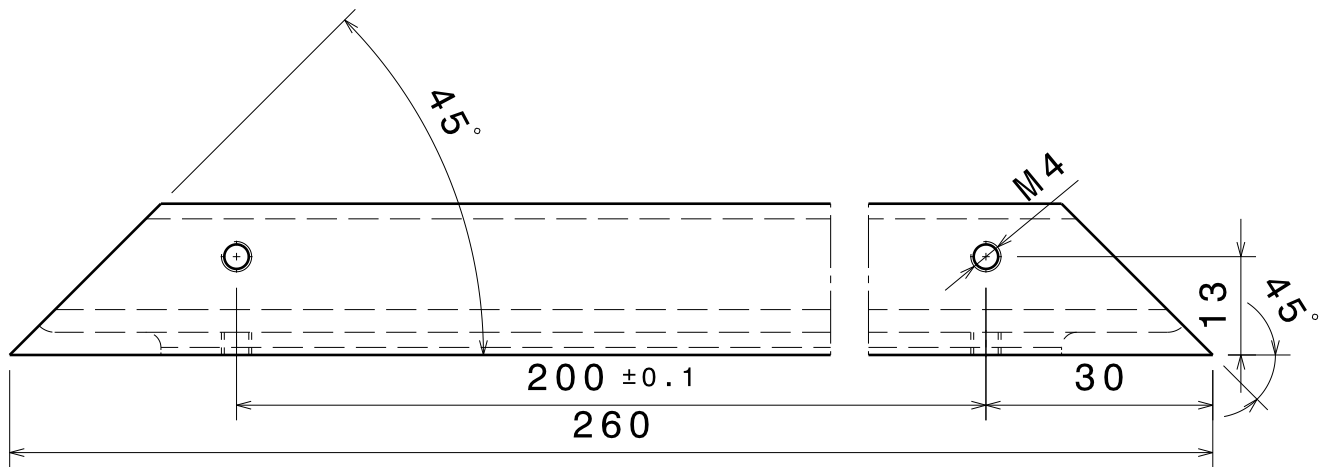
C

B

A

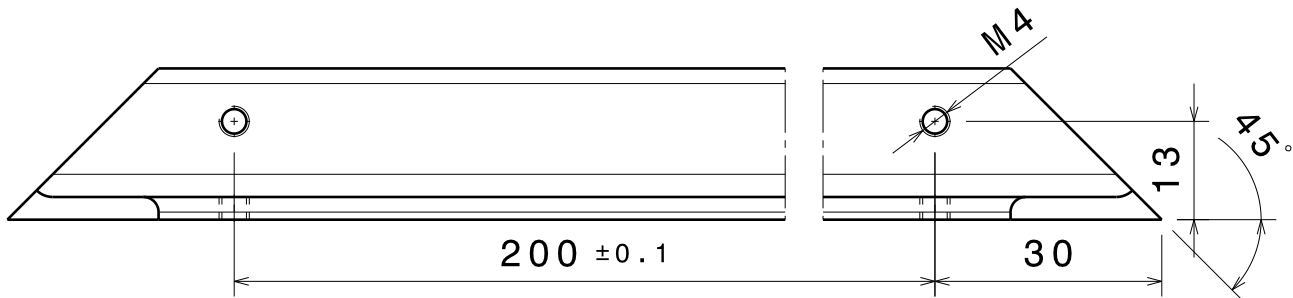
4

4



3

3



2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE
L PROFIL 20x3-260

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/8/2010

MATERIAL
11373

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00010

REV
X

POCET KUSOV
4

DATE
xxx

SCALE 1:1 WEIGHT (kg) 0.02

SHEET 1/1

D

A

1

1

D

C

B

A

4

4

3

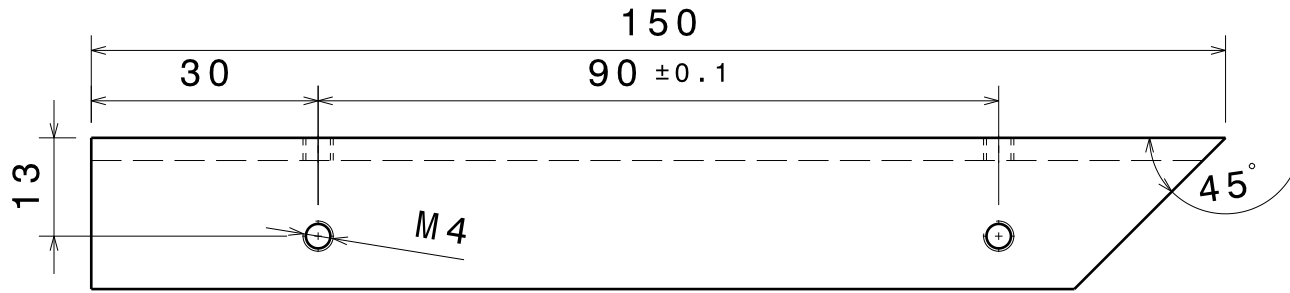
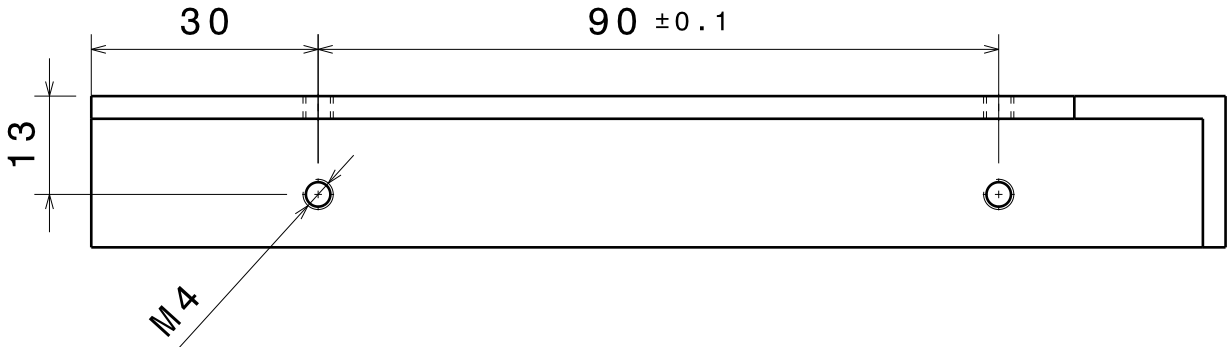
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE
L PROFIL 20x3-150

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/8/2010

MATERIAL
11373

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00011

REV
X

PCOET KUSOV
2

DATE
xxx

SCALE 1:1

WEIGHT (kg) 0.02

SHEET 1/1

D

A

D

C

B

A

4

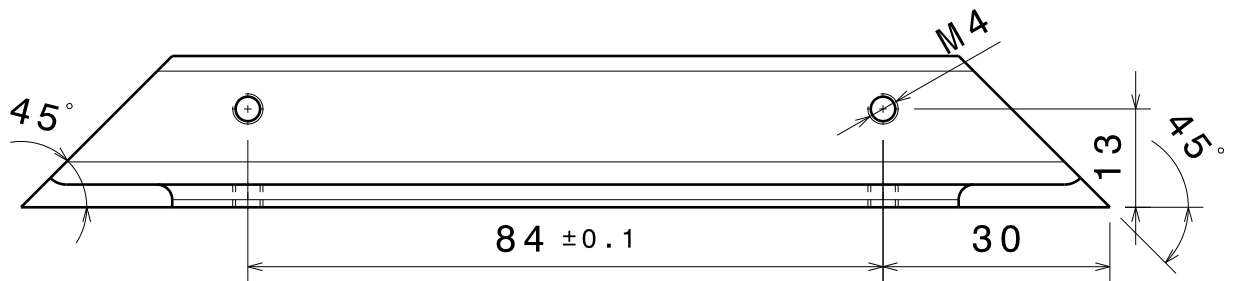
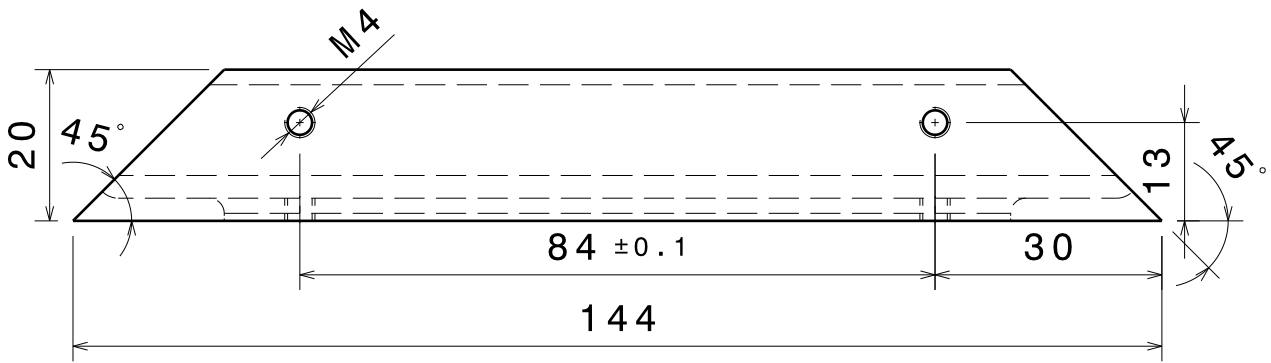
4

3

3

2

2



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

L PROFIL 20x3-144

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/8/2010

MATERIAL
11373

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

00012

REV
X

PCOET KUSOV
2

DATE
xxx

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0.01

SHEET

1/1

D

A

1

1

D

C

B

A

4

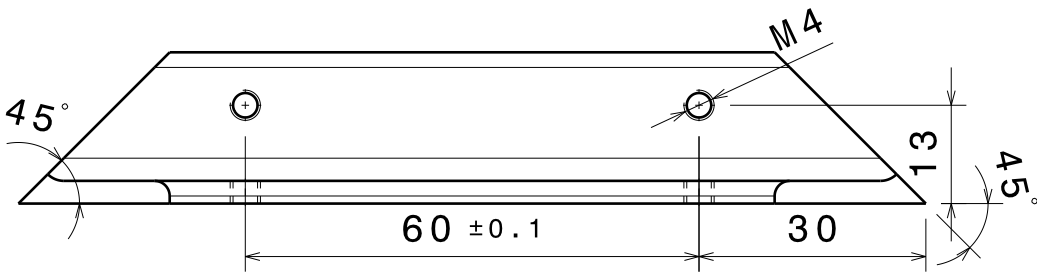
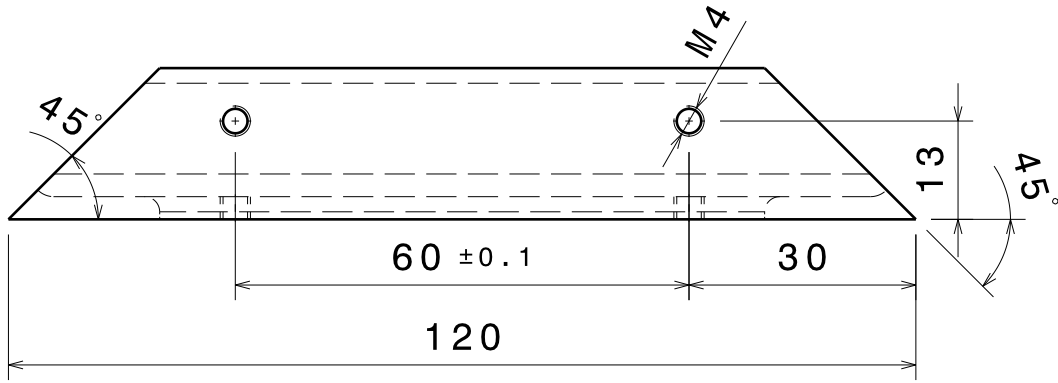
4

3

3

2

2



1

1

UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		L PROFIL 20x3-120			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/8/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00013		REV X
MATERIAL 11373	DATE xxx	SCALE 1:1		WEIGHT (kg) 0.01	SHEET 1/1
POCET KUSOV 8	DATE xxx				

D

A

D

C

B

A

4

4

3

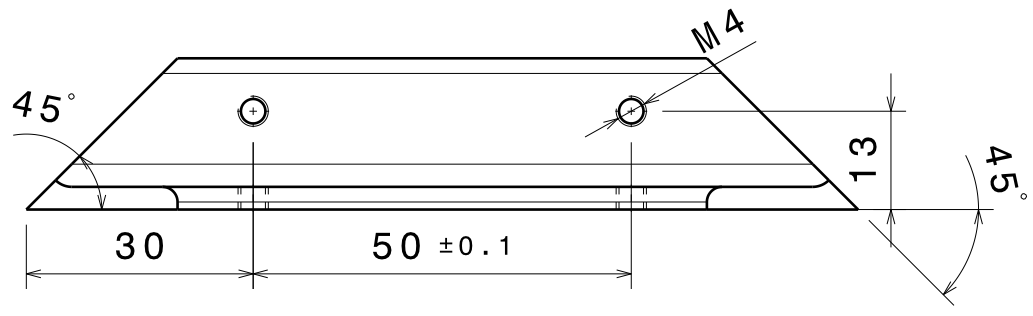
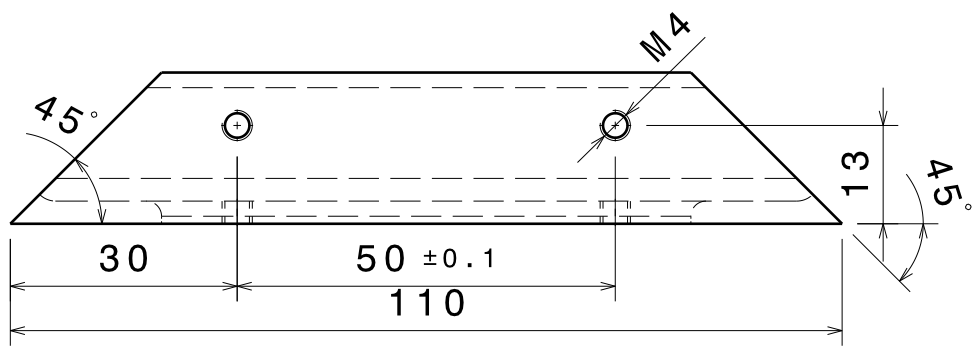
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE
L PROFIL 20x3-110

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/8/2010

MATERIAL
11373

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00014

REV
X

POCET KUSOV
8

DATE
xxx

SCALE 1:1

WEIGHT (kg) 0.01

SHEET

1/1

D

A

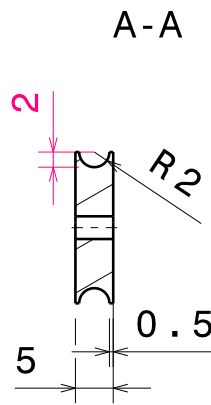
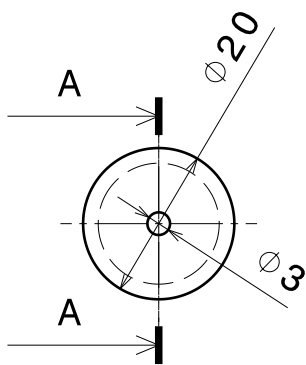
D

C

B

A

Ra 1.6



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

KOLECKO PRE ZAVAZIE

DRAWN BY
DYCHA

DATE
4/12/2010

MATERIAL
HLINIK

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

00035

REV
X

PCOET KUSOV
2

DATE
xxx

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0.00

SHEET

1/1

D

A

4

4

3

3

2

2

1

1

D

C

B

A

4

4

3

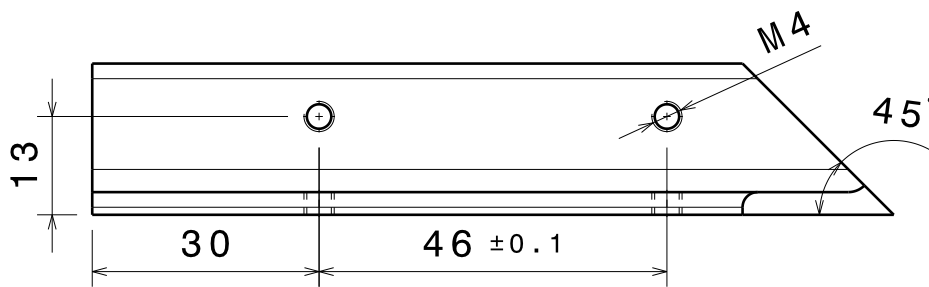
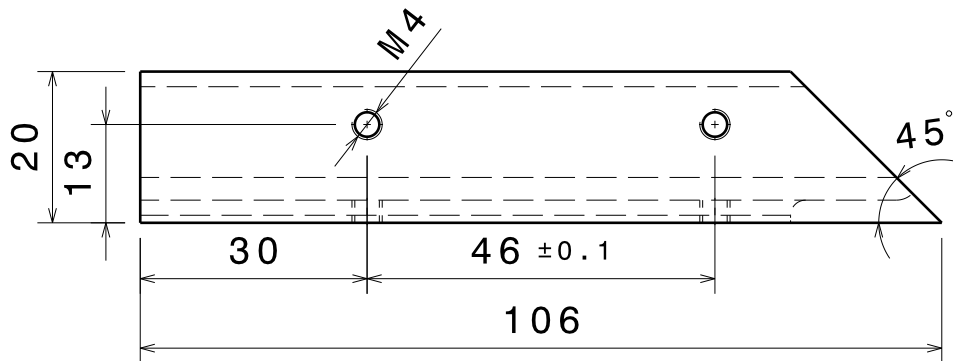
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

L PROFIL 20x3-106

DRAWN BY
DYCHA

DATE

5/8/2010

MATERIAL
11373

DATE

xxx

SIZE

A4

DRAWING NUMBER

00015

REV

X

POCET KUSOV
2

DATE

xxx

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0.01

SHEET

1/1

D

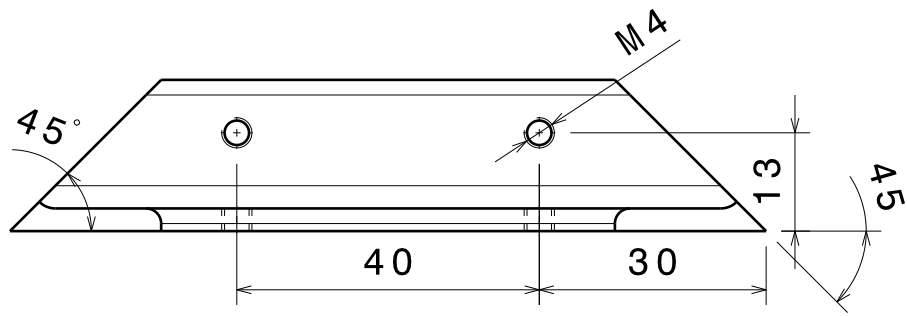
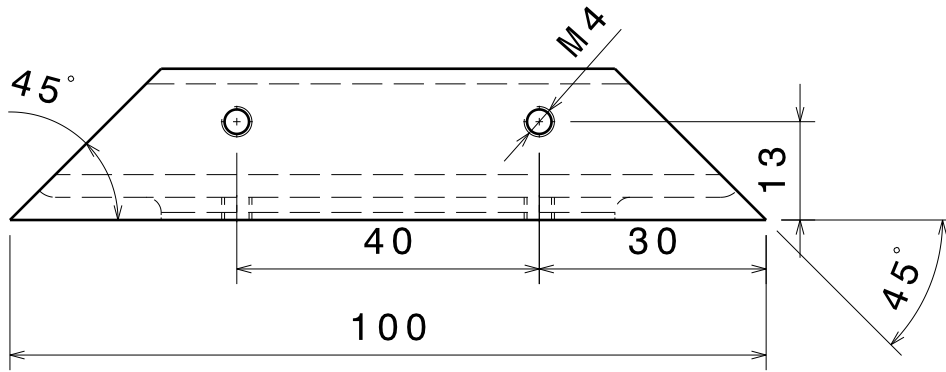
A

D

C

B

A



4

4

3

3

2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE
L PROFIL 20x3-100

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/8/2010

MATERIAL
11373

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00016

REV
X

POCET KUSOV
8

DATE
xxx

SCALE 1:1 WEIGHT (kg) 0.01

SHEET 1/1

1

1

D

A

D

C

B

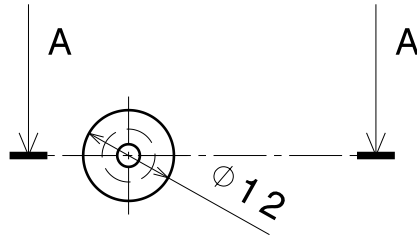
A

Ra 1.6

Ra 0,4

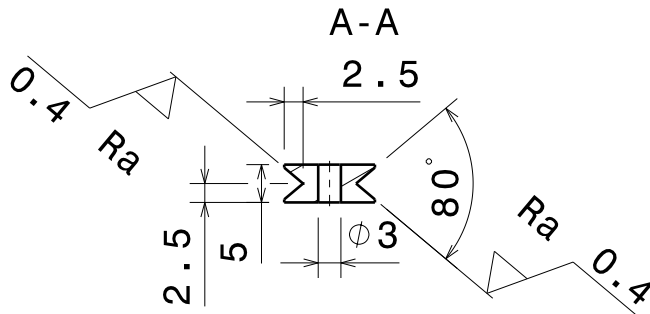
4

4



3

3



2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE
KOLECKO VOZIKA

DRAWN BY
DYCHA

DATE
4/12/2010

MATERIAL
HLINIK

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00034

REV
X

PCOET KUSOV
4

DATE
xxx

SCALE 1:1 WEIGHT (kg) 0.00

SHEET 1/1

1

1

D

A

D

C

B

A

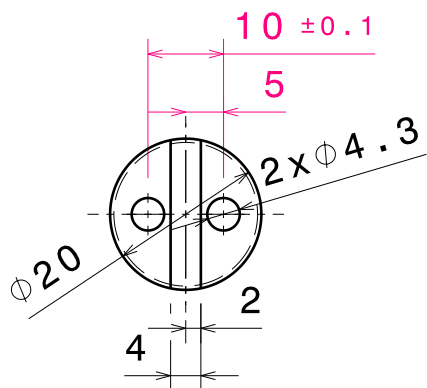
Ra 1.6

Ra 0,4



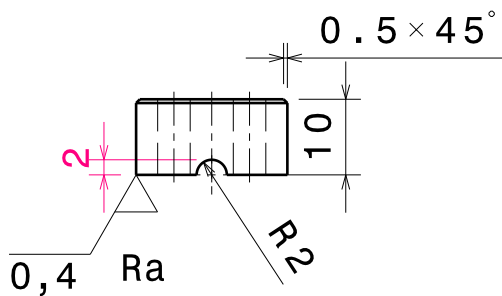
4

4



3

3



2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

HORNA CAST STOJANA

DRAWN BY
DYCHA

DATE
4/8/2010

MATERIAL
MOSADZ

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

00036

REV
X

POCET KUSOV
2

DATE
xxx

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0.00

SHEET

1/1

D

A

1

1

D

C

B

A

Ra 3.2

4

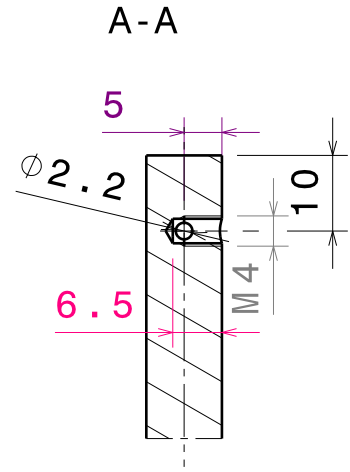
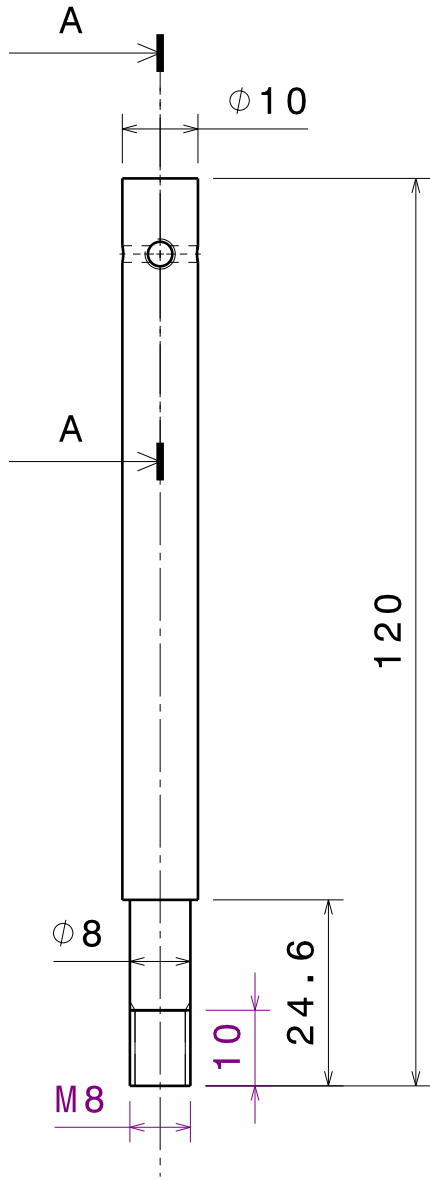
4

3

3

2

2



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

DRZIAK PRE K-CLANOK

DRAWN BY
DYCHA

DATE
4/8/2010

MATERIAL
DURAL

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
0000000

REV
X

POCET KUSOV
1

DATE
xxx

SCALE 1:1

WEIGHT (kg) xxx

SHEET 1/1

D

A

1

1

D

C

B

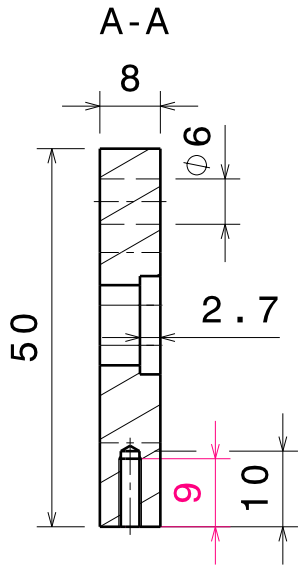
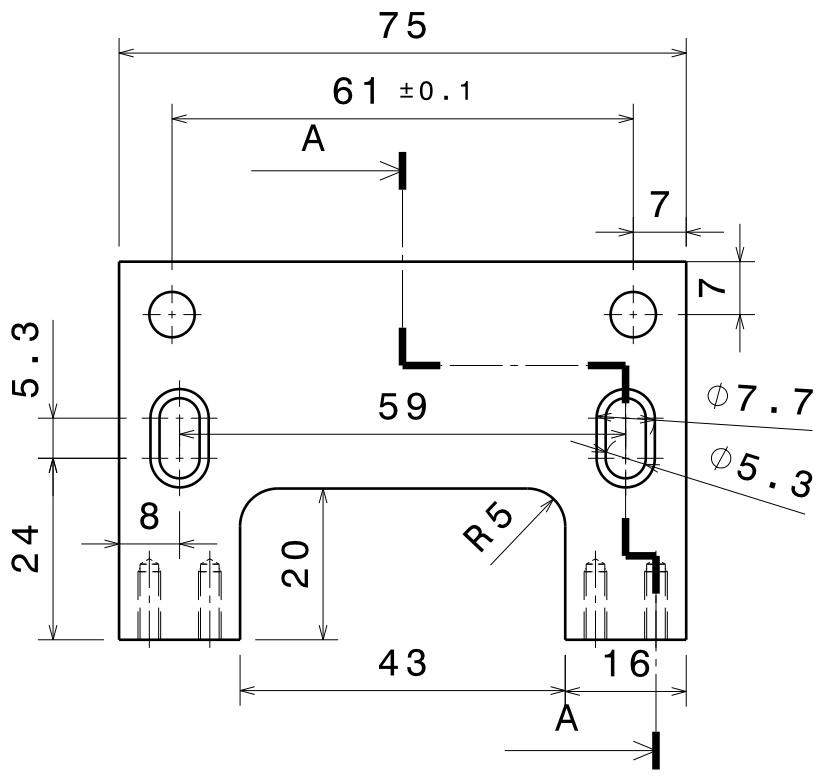
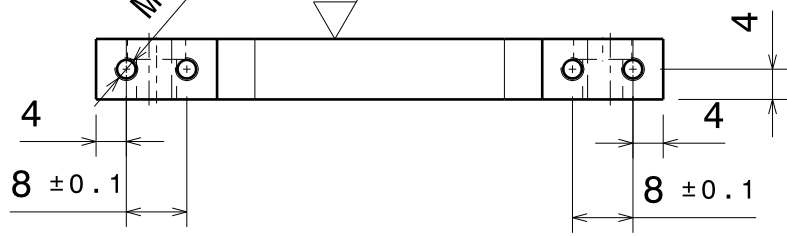
A

Ra 1.6

Ra 0.4

Ra 0.8

M3



UNVIERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE
ZAKLADNA DOSKA - UPINANIE

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/15/2010

MATERIAL
NEREZ. OCEL

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00037

REV
X

POCET KUSOV
1

DATE
xxx

SCALE 1:1 WEIGHT (kg) 0.00

SHEET 1/1

D

A

4

4

3

3

2

2

1

1

D

C

B

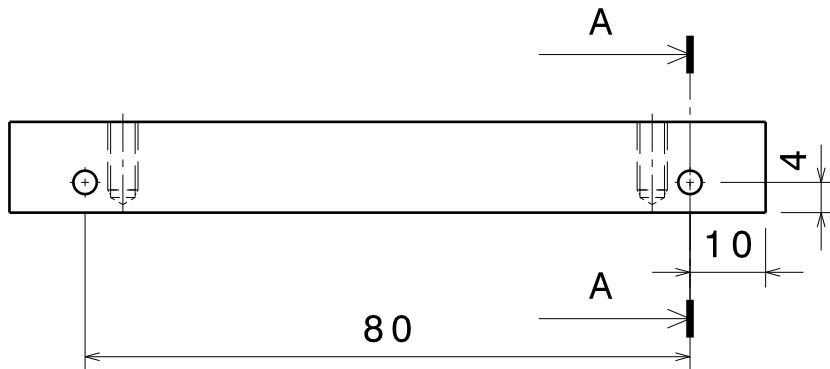
A

Ra 3.2



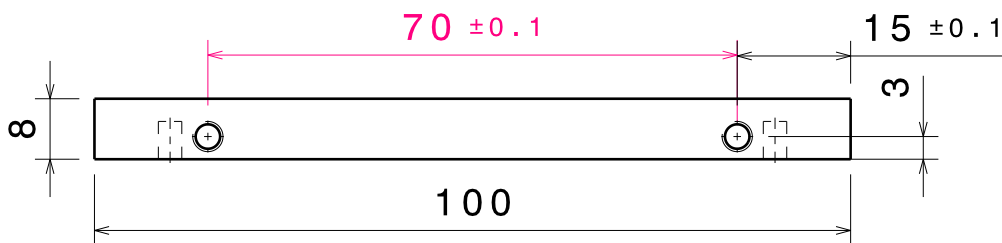
4

4



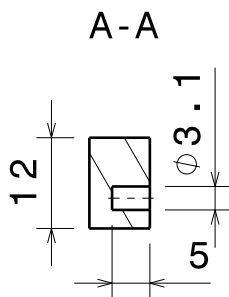
3

3



2

2



UNVIERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

BOCNICE VOZIKA

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/15/2010

MATERIAL
HLINIK

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00038

REV
X

POCET KUSOV
2

DATE
xxx

SCALE 1:1 WEIGHT (kg) 0.00

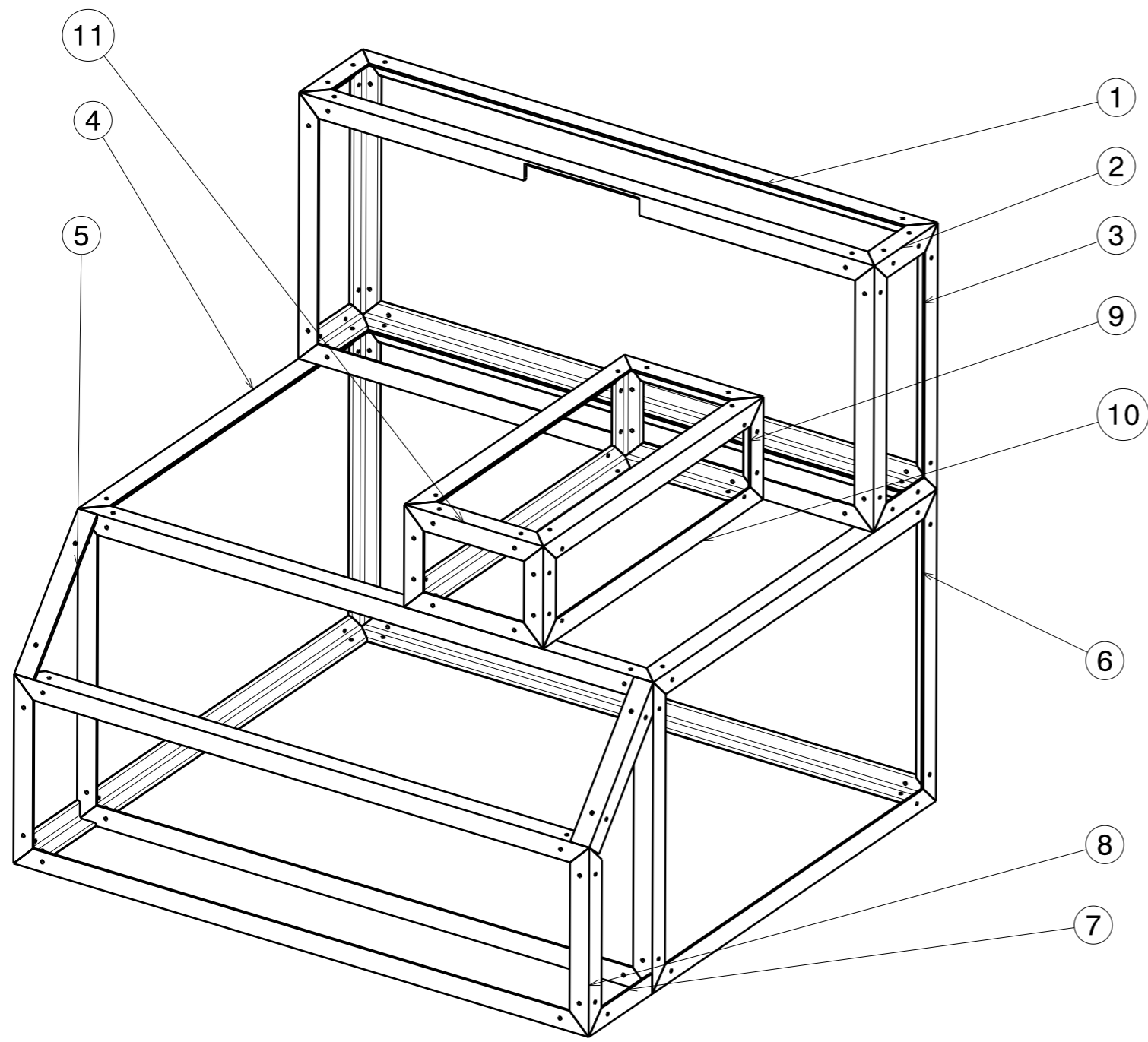
SHEET 1/1

D

A

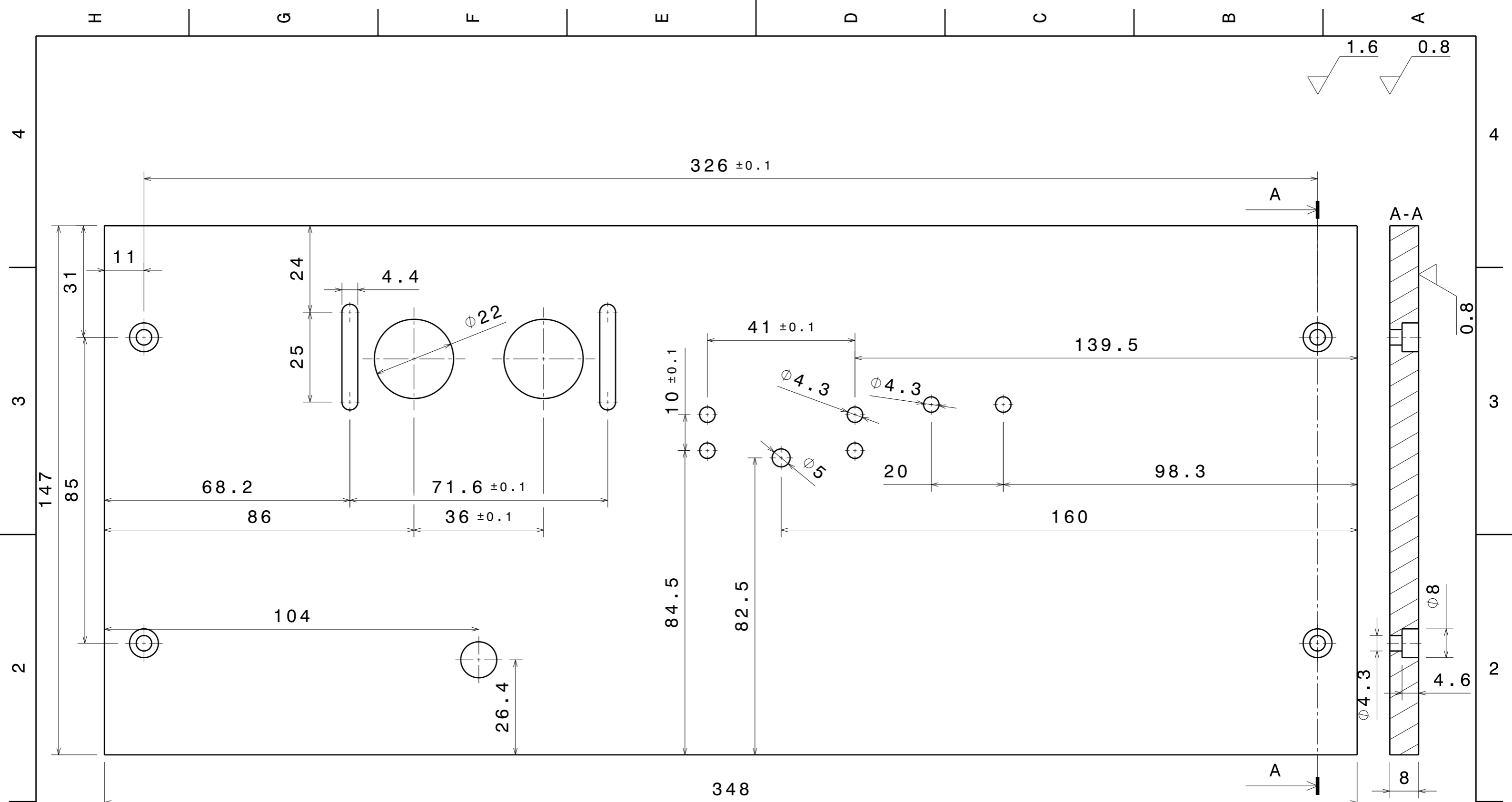
1

1



13					
12					
11	L 20x3-145	CSN 42 5541		11373	4
10	L 20x3-347	CSN 42 5541		11373	4
9	L 20x3-100	CSN 42 5541		11373	4
8	L 20x3-186	CSN 42 5541		11373	2
7	L 20x3-100	CSN 42 5541		11373	2
6	L 20x3-304	CSN 42 5541		11373	4
5	L 20x3-156	CSN 42 5541		11373	2
4	L 20x3-447	CSN 42 5541		11373	4
3	L 20x3-247	CSN 42 5541		11373	4
2	L 20x3-100	CSN 42 5541		11373	4
1	L 20x3-600	CSN 42 5541		11373	10
Poz.	Nazov	Norma/velkost	C.vykresu	Mater.	KS

Univerzita Tomase Bati ve Zline		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWING TITLE		Zostava			
DRAWN BY Dycha	DATE 5/18/2010	SIZE A3	DRAWING NUMBER 00000		REV X
CHECKED BY XXX	DATE xxx	SCALE 1:5	WEIGHT (kg) XXX	SHEET 1/1	
DESIGNED BY XXX	DATE xxx				



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWING TITLE ZADKLADNA DOSKA					
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/8/2010	SIZE A3	DRAWING NUMBER 00001		REV X
MATERIAL NEREZ. OCEL	DATE xxx	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0.30	SHEET 1/1	
POCET KUSOV 1	DATE xxx				

D

C

B

A

1.6

0.8

4

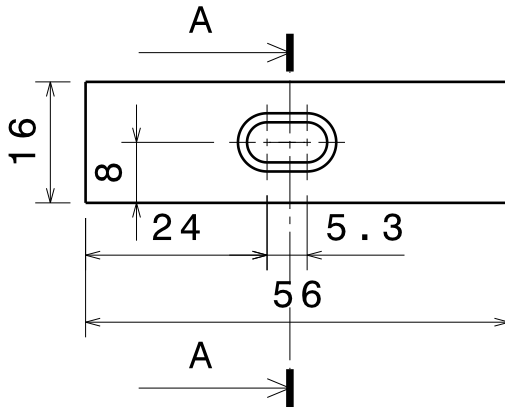
4

3

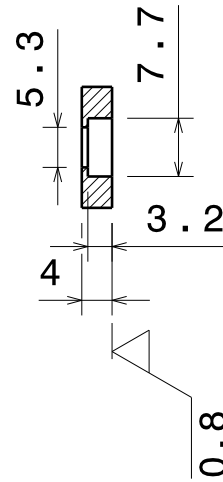
3

2

2



A-A



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

ZAKLADNA DOSKA

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/8/2010

MATERIAL
NEREZ. OCEL

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00002

REV
X

PCOET KUSOV
2

DATE
xxx

SCALE 1:1 WEIGHT (kg) 0.00

SHEET 1/1

D

A

1

1

D

C

B

A

4

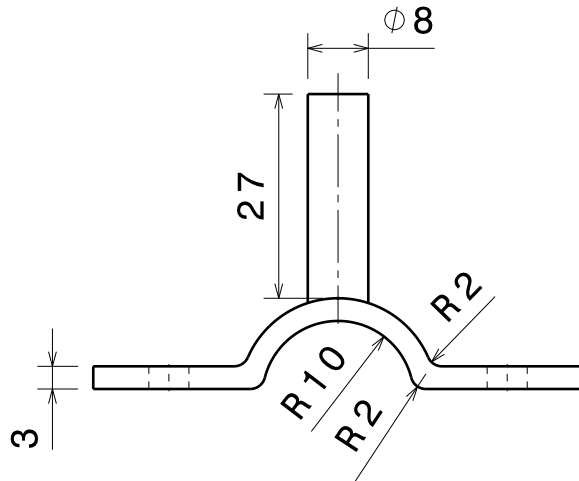
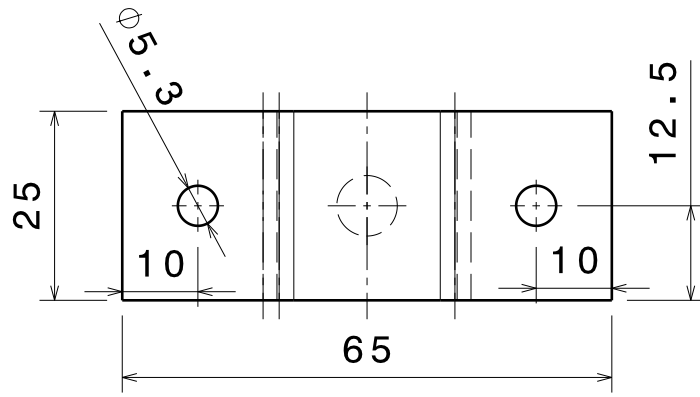
4

3

3

2

2



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

UPINACIE ZAVAAZIE RPAVE

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/8/2010

MATERIAL
NEREZ. OCEL

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

00000

REV
X

POCET KUSOV
1

DATE
xxx

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0.01

SHEET

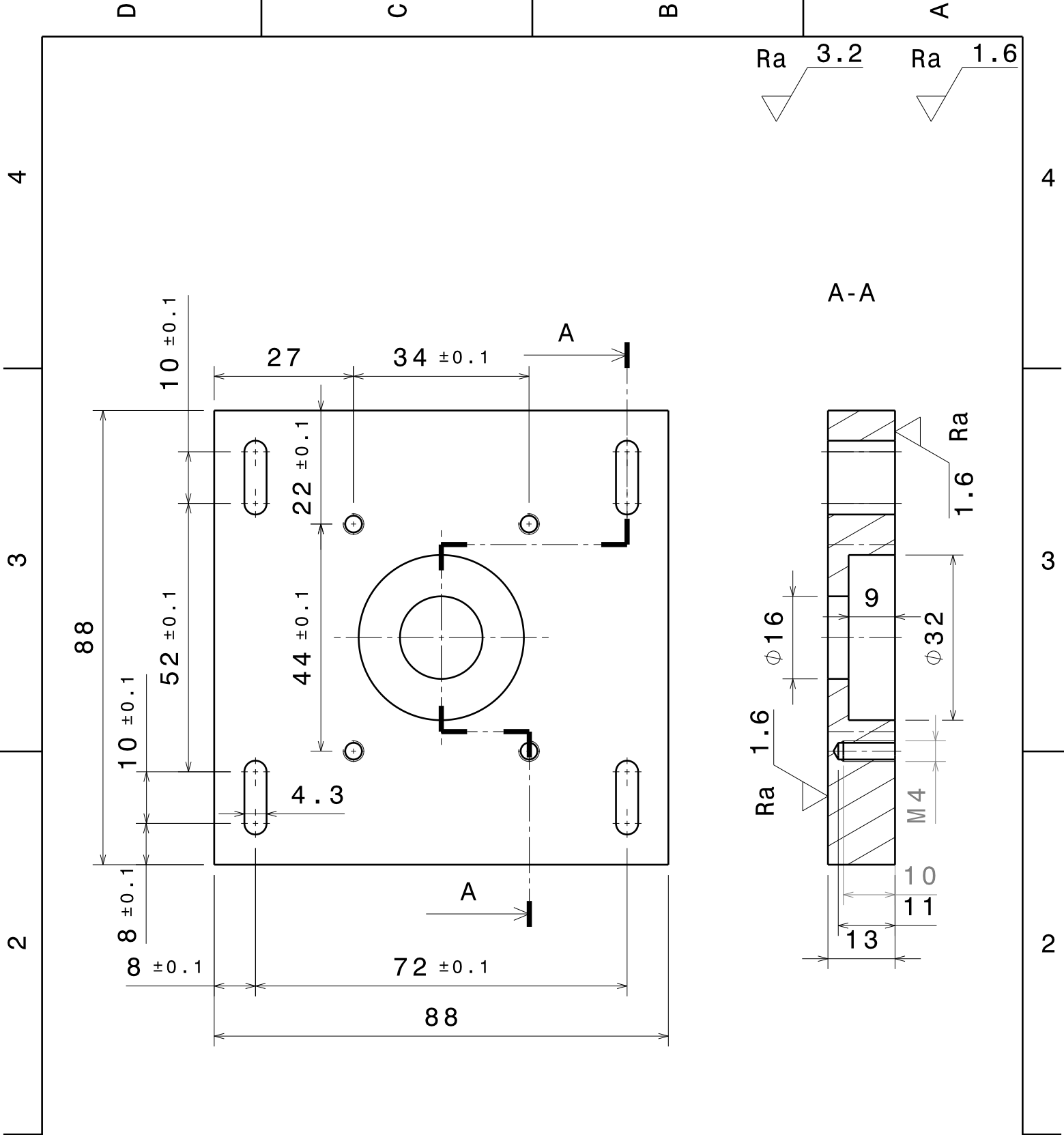
1/1

D

A

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE UCHYTENIE SPODNE			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/8/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00003		REV X
MATERIAL HLINIK	DATE xxx	SCALE 1:1		WEIGHT (kg) 0.09	SHEET 1/1
POCET KUSOV 2	DATE xxx				

1

1

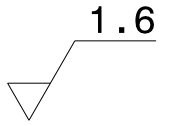
DA

D

C

B

A

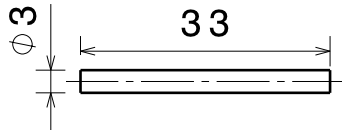


4

4

3

3



2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE TYC PRE ZAVAZIE			
DRAWN BY DCYHA	DATE 5/8/2010				
MATERIAL Hlinik	DATE xxx	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00004		REV X
POCET KUSOV 1	DATE xxx	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0.00		SHEET 1/1

1

1

D

A

D

C

B

A

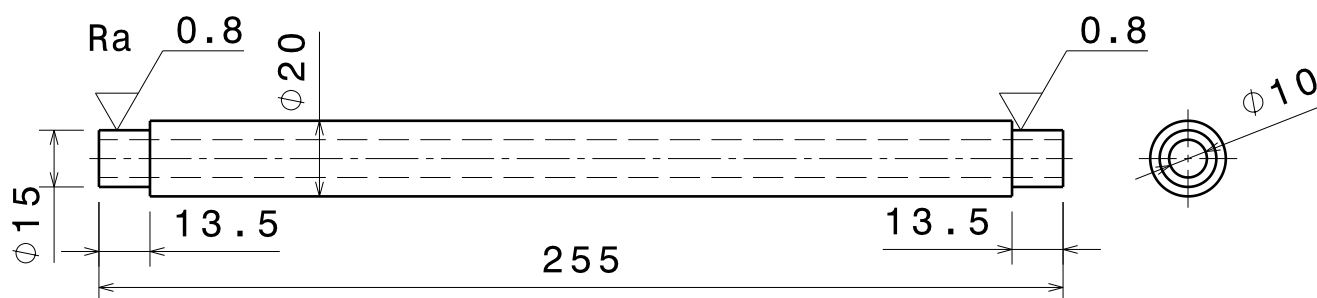
1.6 0.8

4

4

3

3



2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE
TRUBKA SPODNA

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/8/2010

MATERIAL
NEREZ. OCEL

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00005

REV
X

POCET KUSOV
1

DATE
xxx

SCALE 1:1 WEIGHT (kg) 0.06

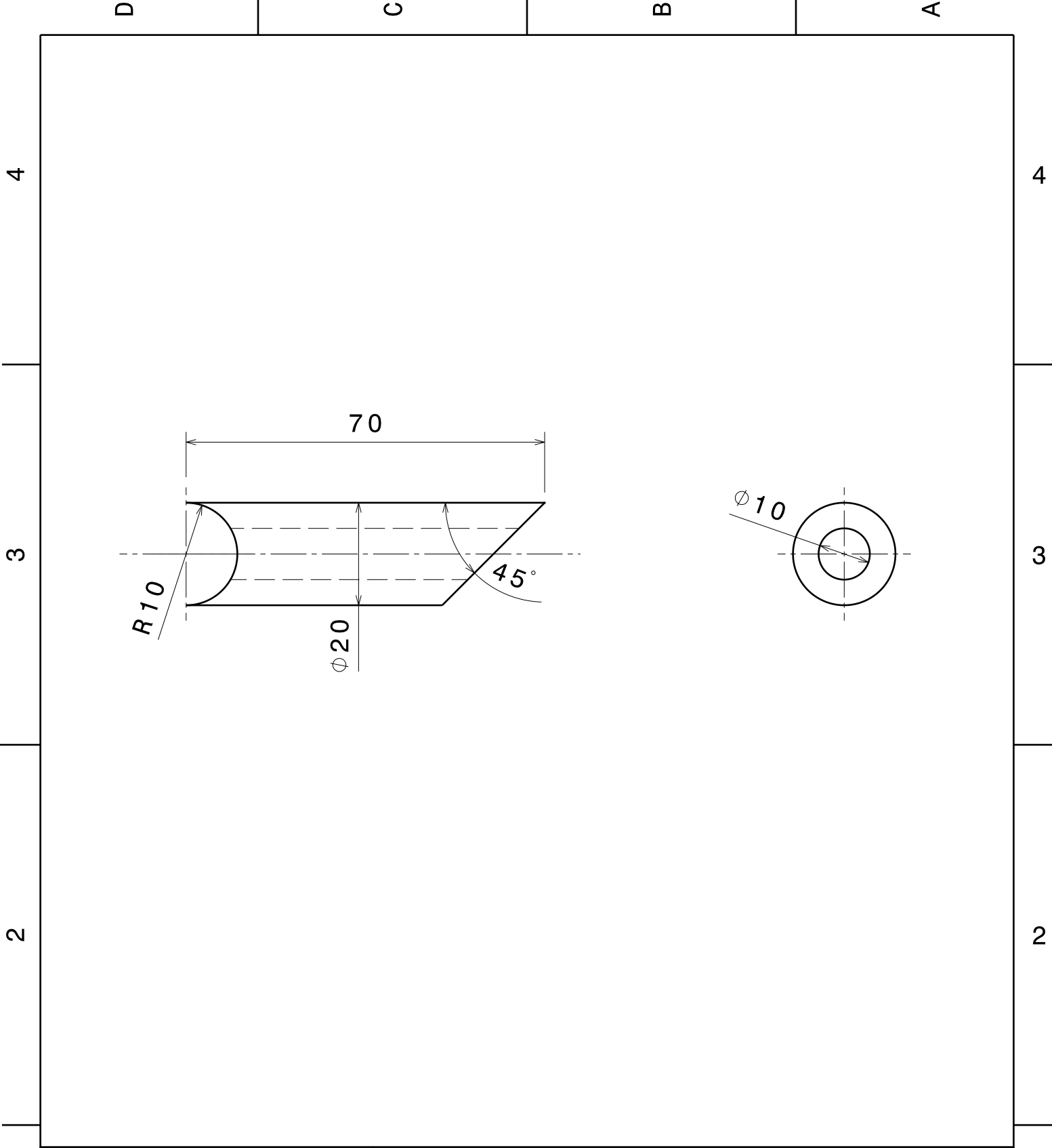
SHEET 1/1

D

A

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/8/2010		DRAWING TITLE TRUBKA MALA	
MATERIAL NEREZ. OCEL		DATE xxx	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00006	
POCET KUSOV 1		DATE xxx	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0.01	REV X
			SHEET 1/1		

D

C

B

A

4

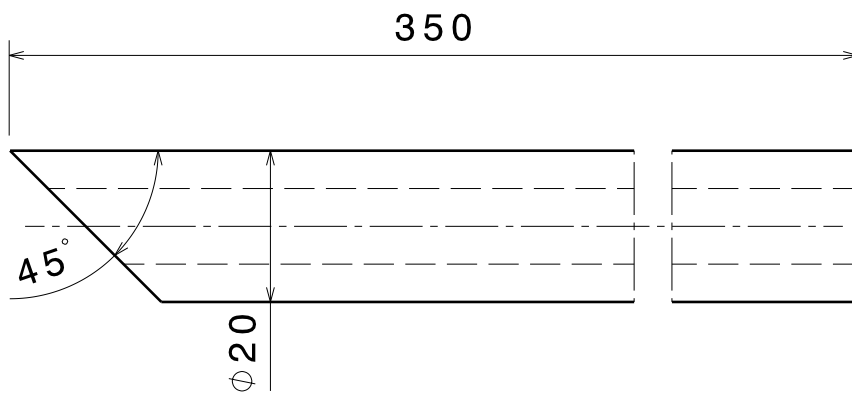
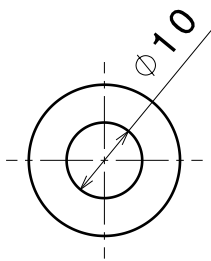
4

3

3

2

2



1

1

UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

TRUBKA DLHA

DRAWN BY
DYCHA

DATE

5/8/2010

MATERIAL
NEREZ OCEL

DATE

xxx

SIZE

A4

DRAWING NUMBER

00007

REV

X

POCET KUSOV

1

DATE

xxx

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0.08

SHEET

1/1

D

A

D

C

B

A

3.2

4

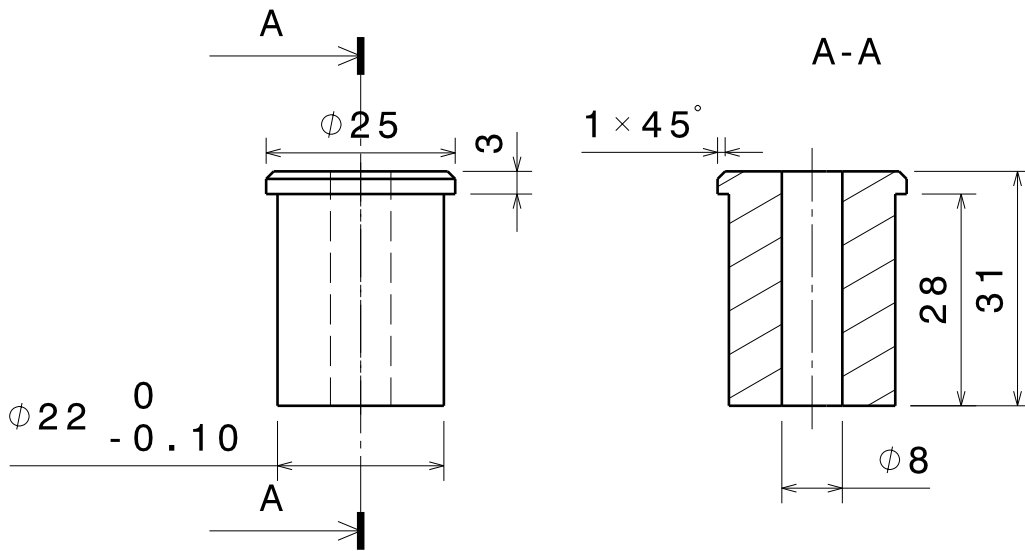
4

3

3

2

2



1

1

UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE TEFLONVOA PODLOZKA			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/8/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00008		REV X
MATERIAL TEFLON	DATE xxx	SCALE 1:1		WEIGHT (kg) 0.01	SHEET 1/1
POCET KUSOV 2	DATE xxx				

D

A

D

C

B

A

3.2

4

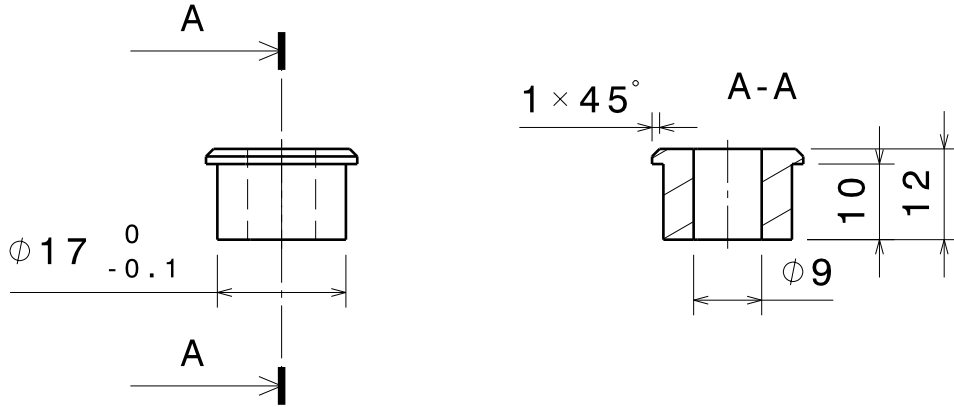
4

3

3

2

2



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE
TEFLON SPODNY

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/19/2010

MATERIAL
PTFE

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

00040

REV
X

POCET KUSOV
2

DATE
xxx

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0.00

SHEET

1/1

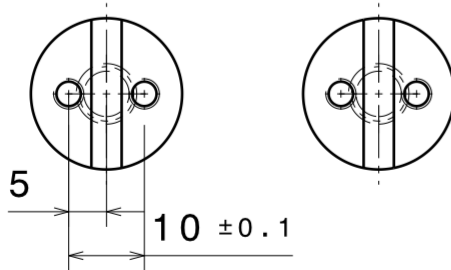
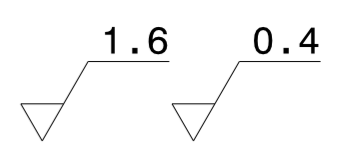
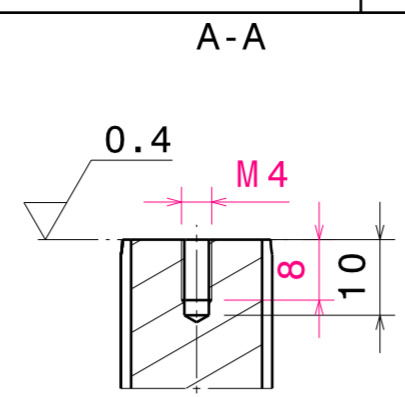
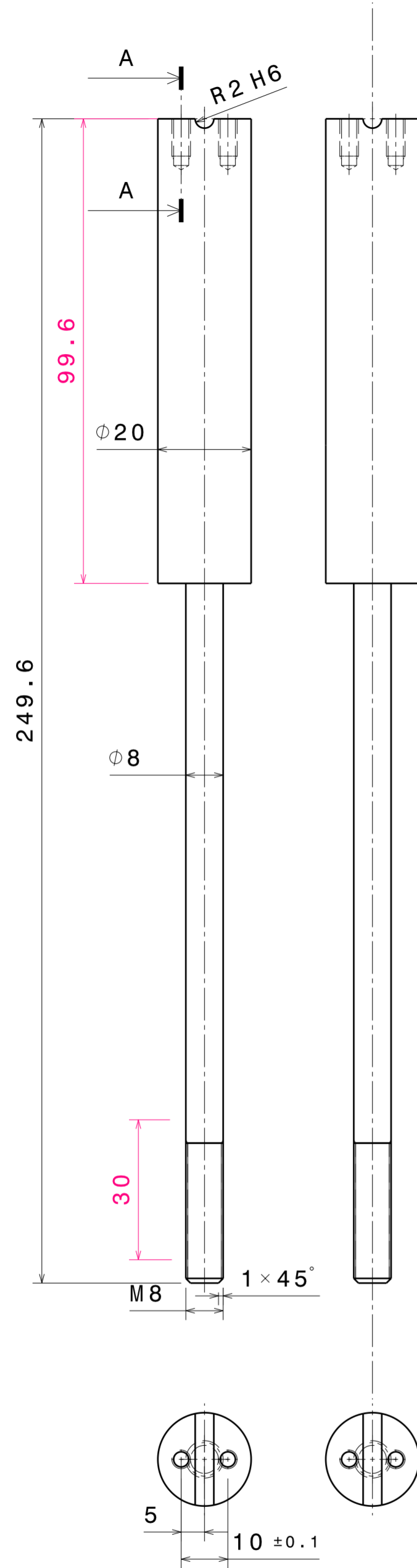
D

A

1

1

H G E D C B A



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/8/2010		DRAWING TITLE STOJAN PRE SMYCKU	
MATERIAL MOSADZ		DATE xxx		SIZE A2	DRAWING NUMBER 00009
POCET KUSOV 2		DATE xxx		SCALE 1:1	WEIGHT(kg) 0.09
				SHEET	1/1
				REV	X

H G B A

D

C

B

A

1.6
0.8

4

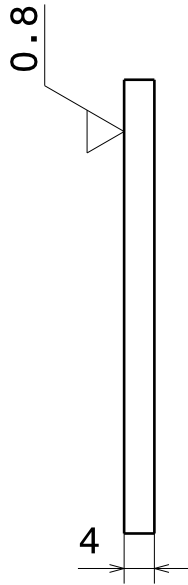
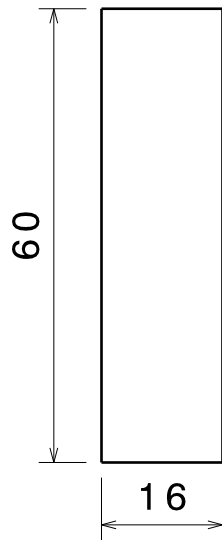
4

3

3

2

2



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE
PRITLACNA DOSKA

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/8/2010

MATERIAL
NEREZ. OCEL

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00010

REV
X

POCET KUSOV
2

DATE
xxx

SCALE
1:1

WEIGHT (kg) **0.00**

SHEET **1/1**

D

A

1

1

D

C

B

A

4

4

3

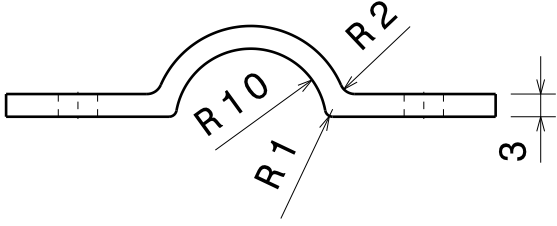
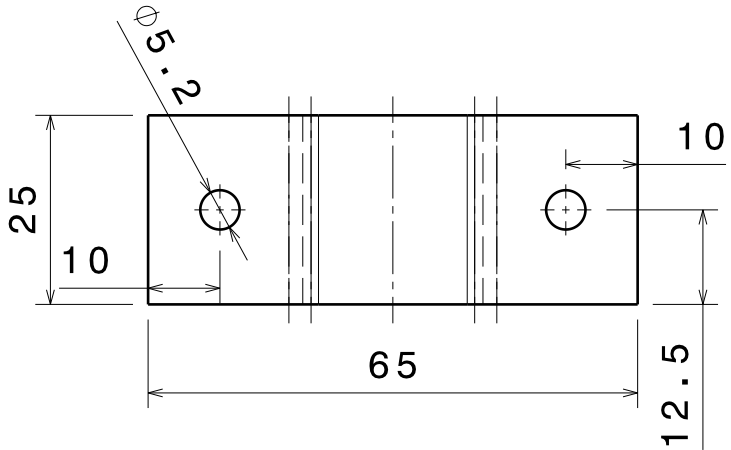
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWN BY
DYCHA

DRAWING TITLE
PRAVA CAST UPNUTIA

MATERIAL
NEREZ. OCEL

DATE
5/8/2010

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00000

REV
X

POCET KUSOV
5

DATE
xxx

SCALE
1:1

WEIGHT (kg)
0.01

SHEET
1/1

D

A

H G F E D C B A

4

4

3

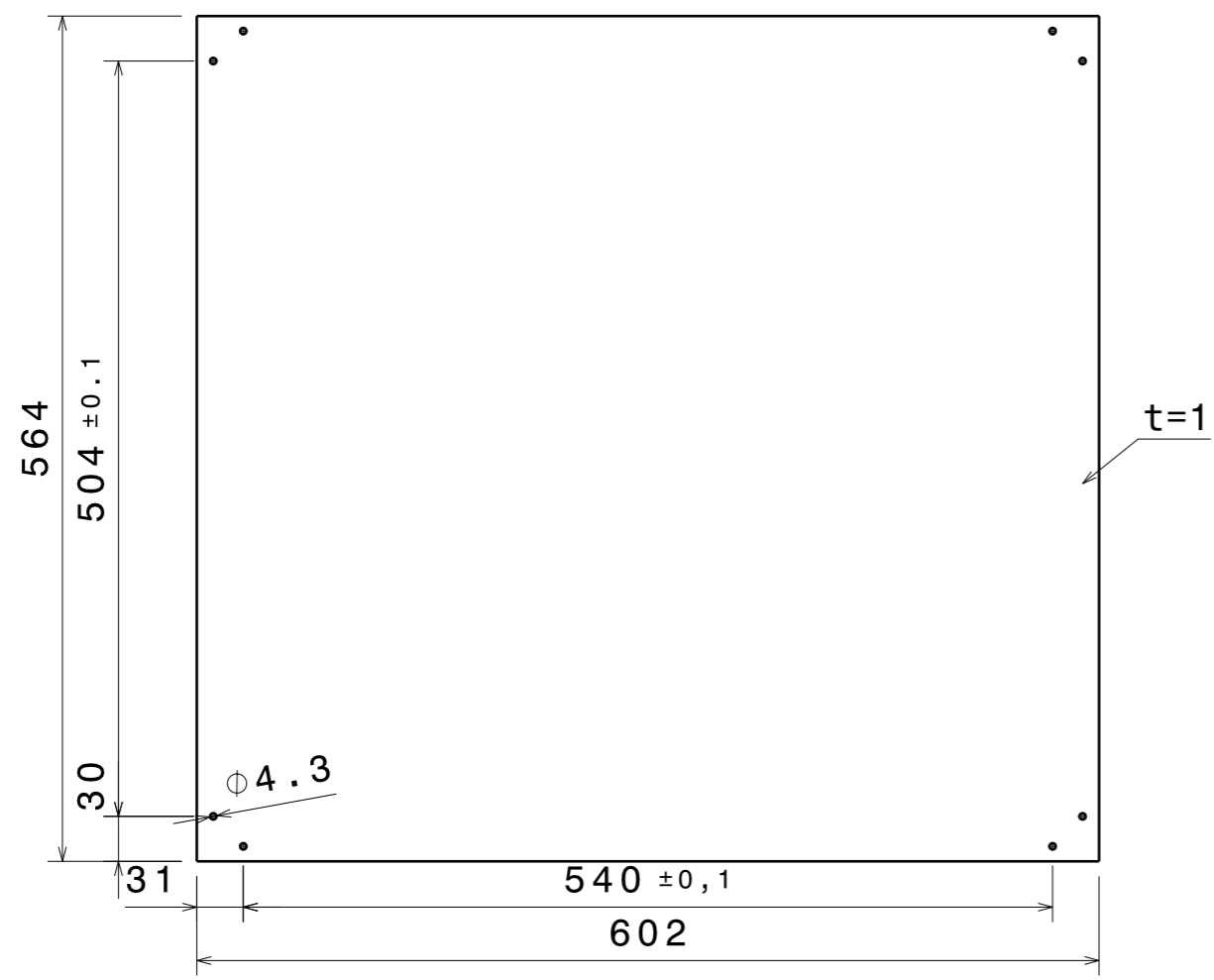
3

2

2

1

1

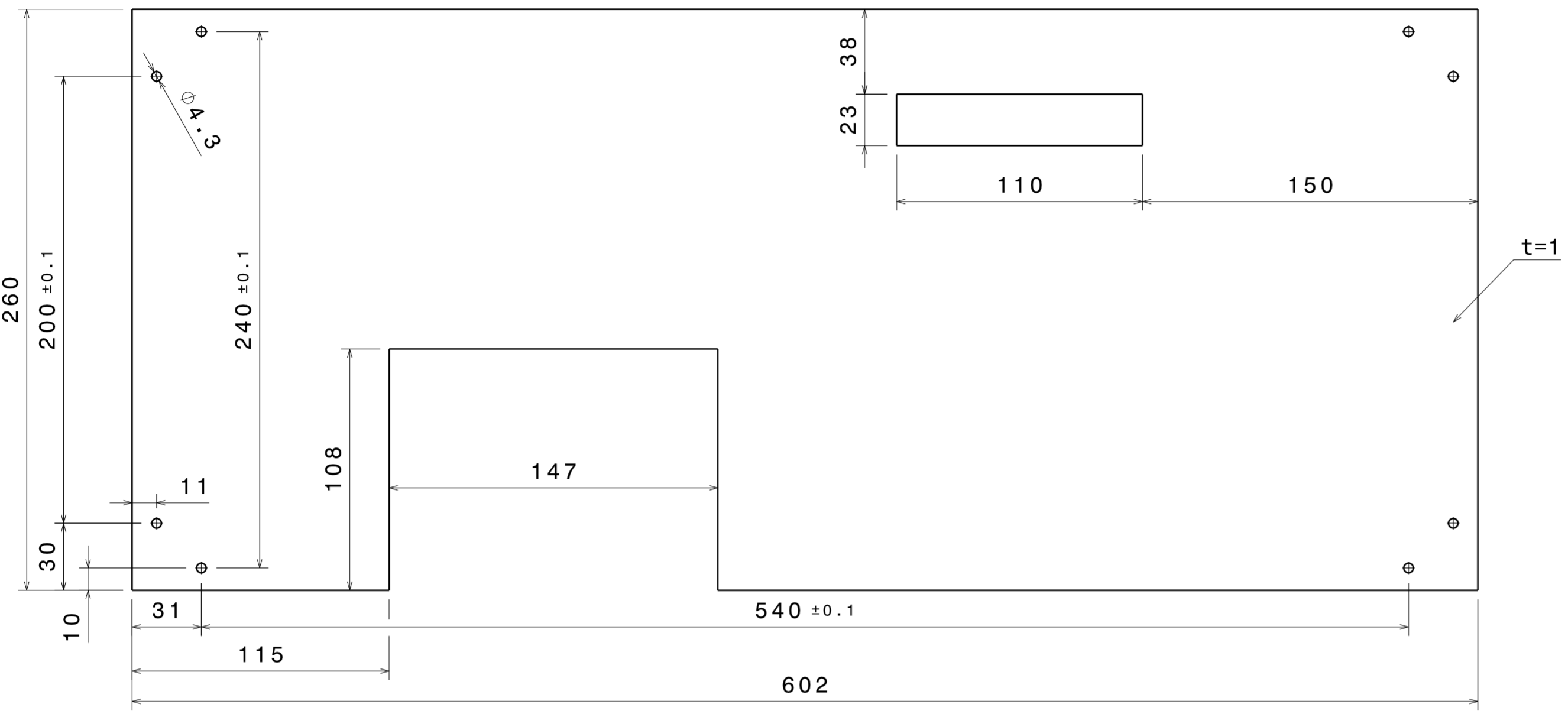


UNVIERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/15/2010		DRAWING TITLE PLECH 602x564	
MATERIAL NEREZ. OCEL		DATE xxx		SIZE A3	
POCET KUSOV 1		DATE xxx		DRAWING NUMBER 00011	
		SCALE 1:5		WEIGHT(kg) 0.34	
		SHEET		1/1	

H G B A

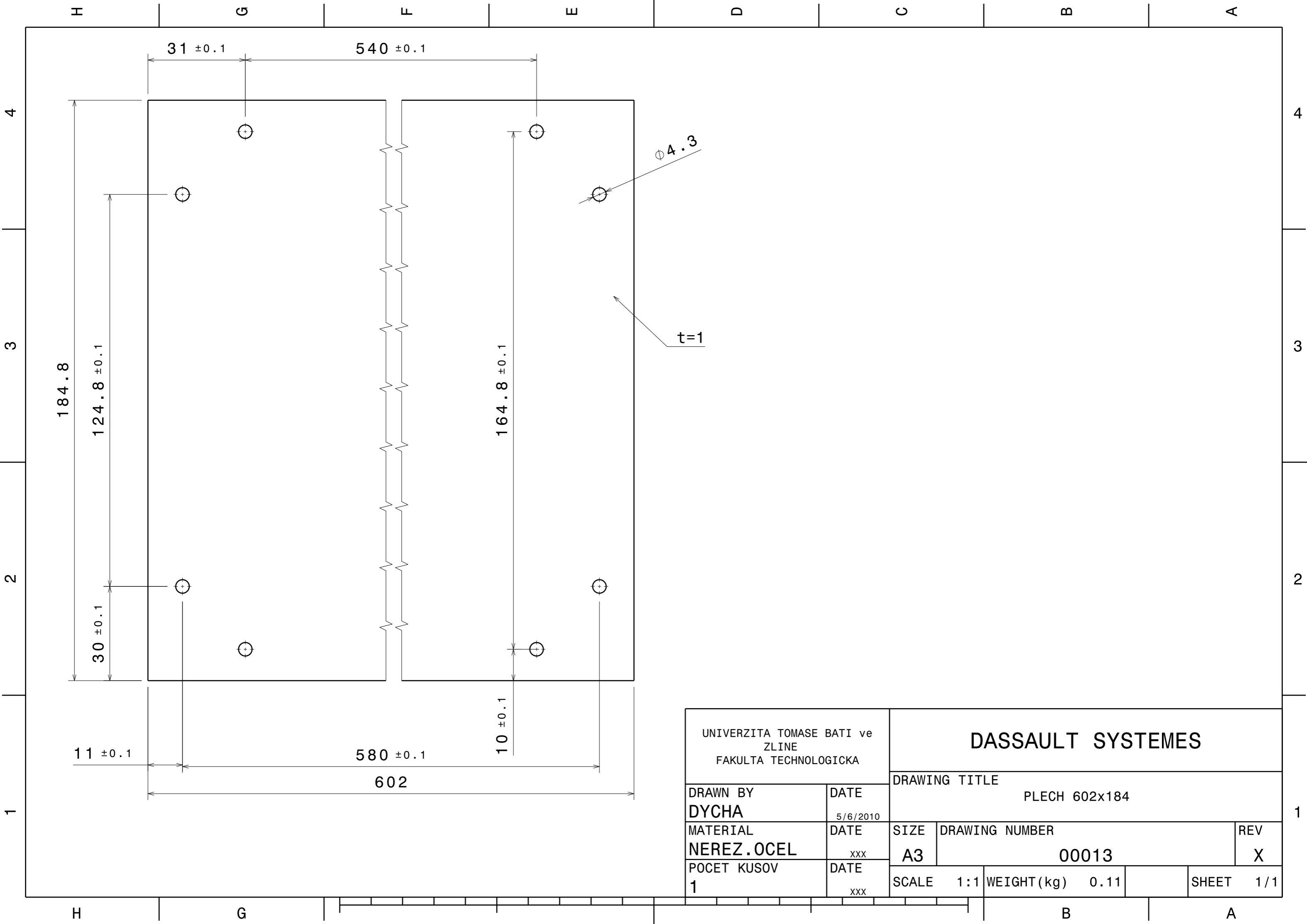
H G F E D C B A

8
7
6
5
4
3
2
1



UNVIERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/6/2010		DRAWING TITLE PLECH 602x260	
MATERIAL NEREZ.OCEL		DATE xxx		SIZE A2	DRAWING NUMBER 00012
POCET KUSOV 1		DATE xxx		SCALE 1:1	WEIGHT(kg) 0.14
				SHEET 1/1	REV X

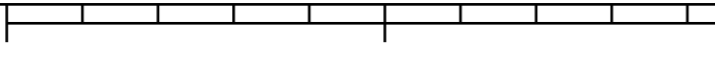
H G F E D C B A



31 ± 0.1
 540 ± 0.1
 184.8
 124.8 ± 0.1
 30 ± 0.1
 164.8 ± 0.1
 10 ± 0.1
 11 ± 0.1
 580 ± 0.1
 602

$\phi 4.3$
 $t=1$

UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/6/2010		DRAWING TITLE PLECH 602x184	
MATERIAL NEREZ.OCEL		DATE xxx		SIZE A3	
POCET KUSOV 1		DATE xxx		DRAWING NUMBER 00013	
		SCALE 1:1		WEIGHT(kg) 0.11	
		SHEET 1/1			



H G F E D C B A

4

4

3

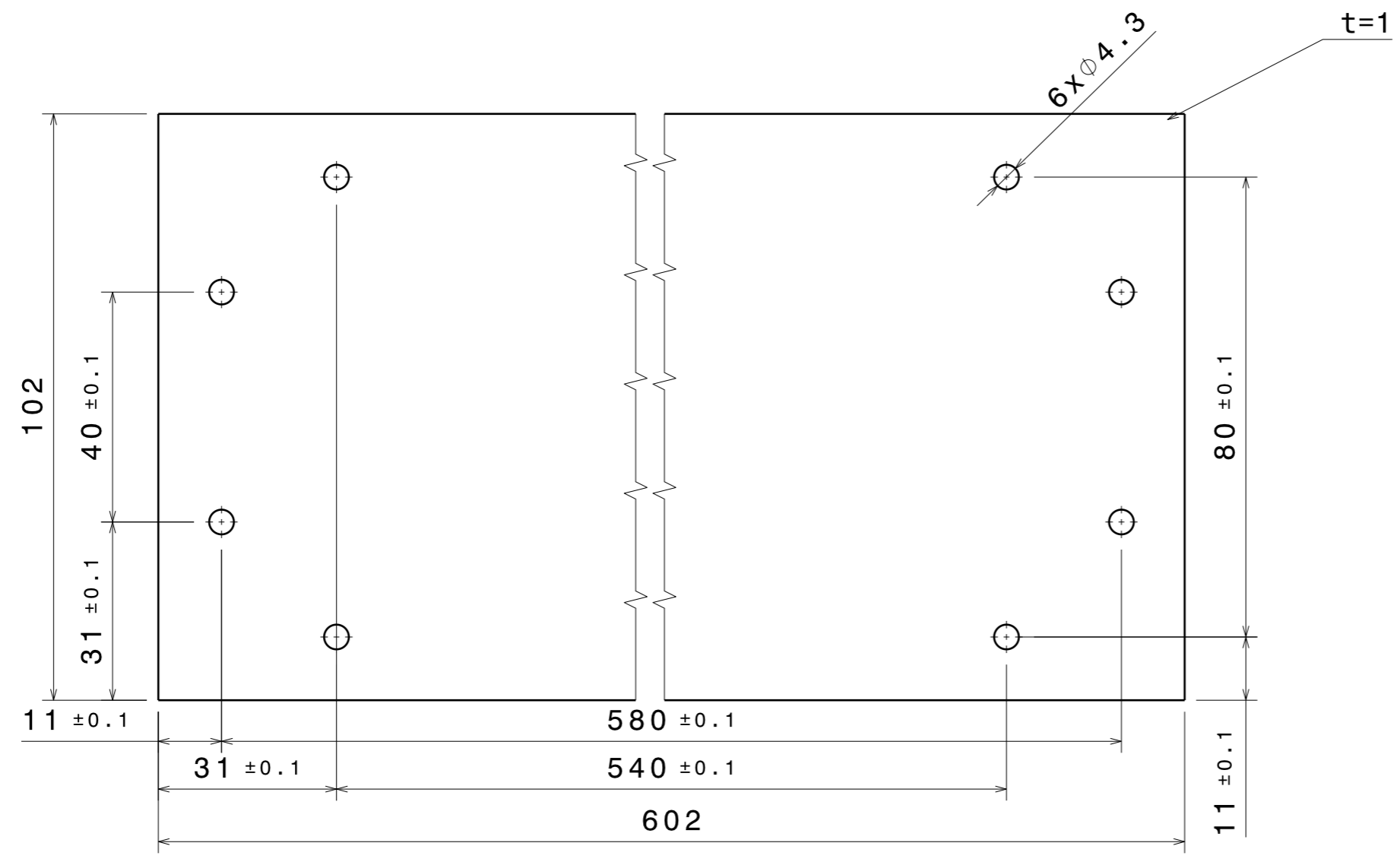
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/6/2010		DRAWING TITLE PLECH 602x102	
MATERIAL NEREZOVA OCEL		DATE xxx		SIZE A3	DRAWING NUMBER 00014
POCET KUSOV 1		DATE xxx		SCALE 1:1	WEIGHT(kg) 0.06
				SHEET 1/1	REV X

H G B A

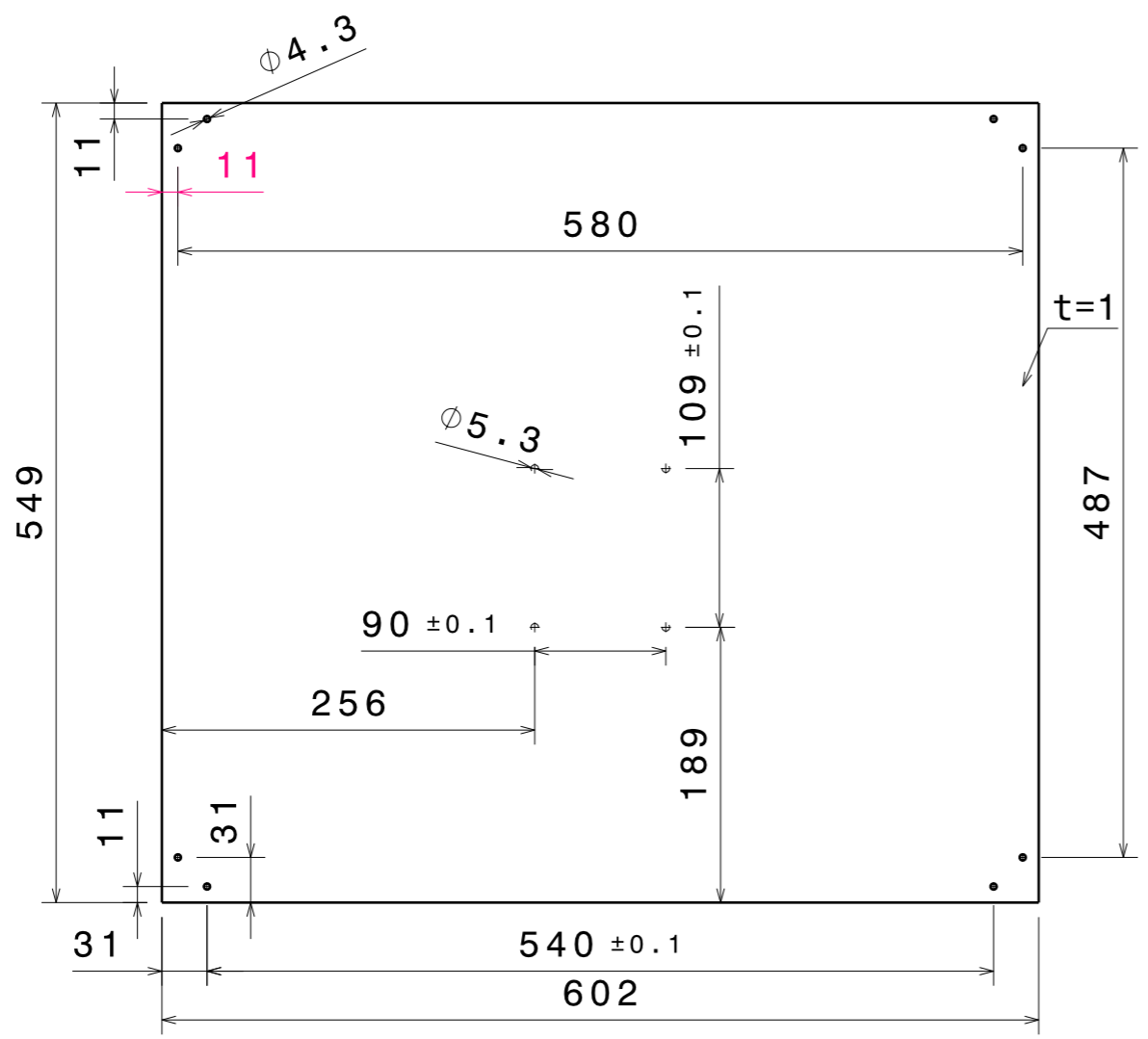
H G F E D C B A

4

3

2

1



H G B A

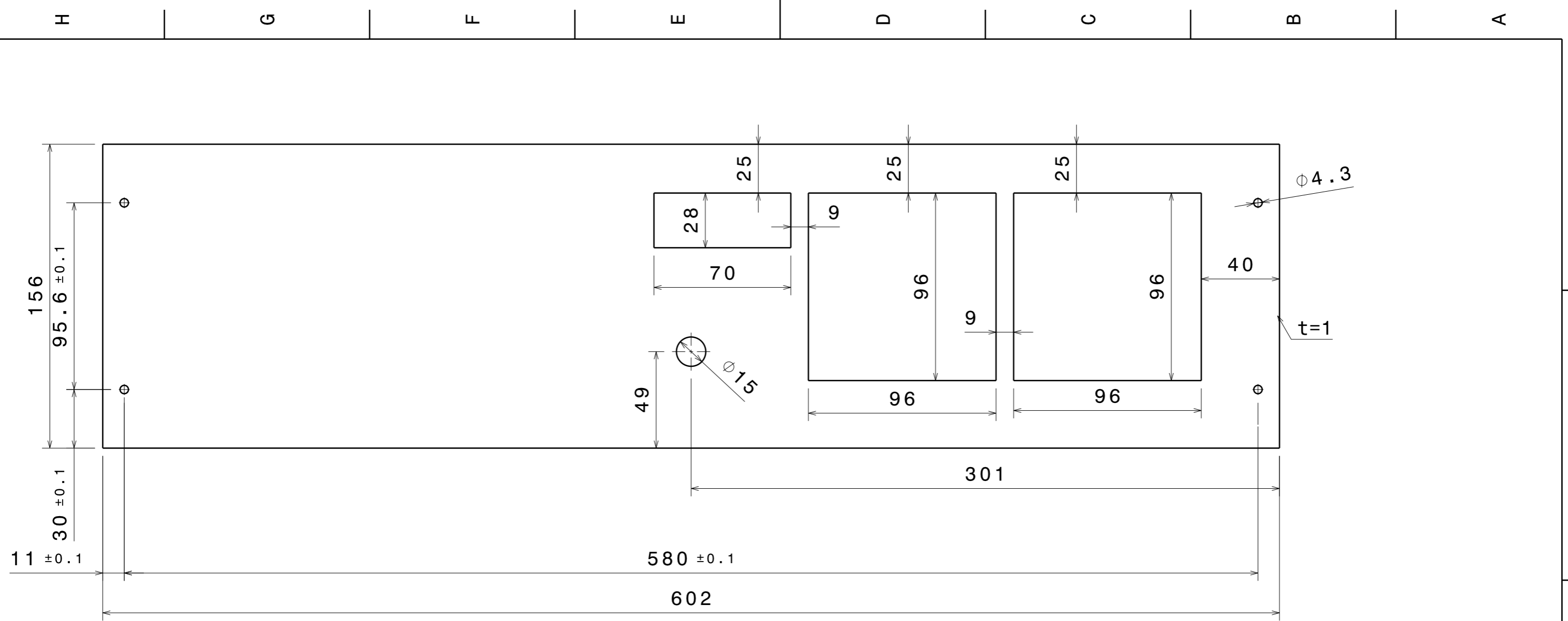
4

3

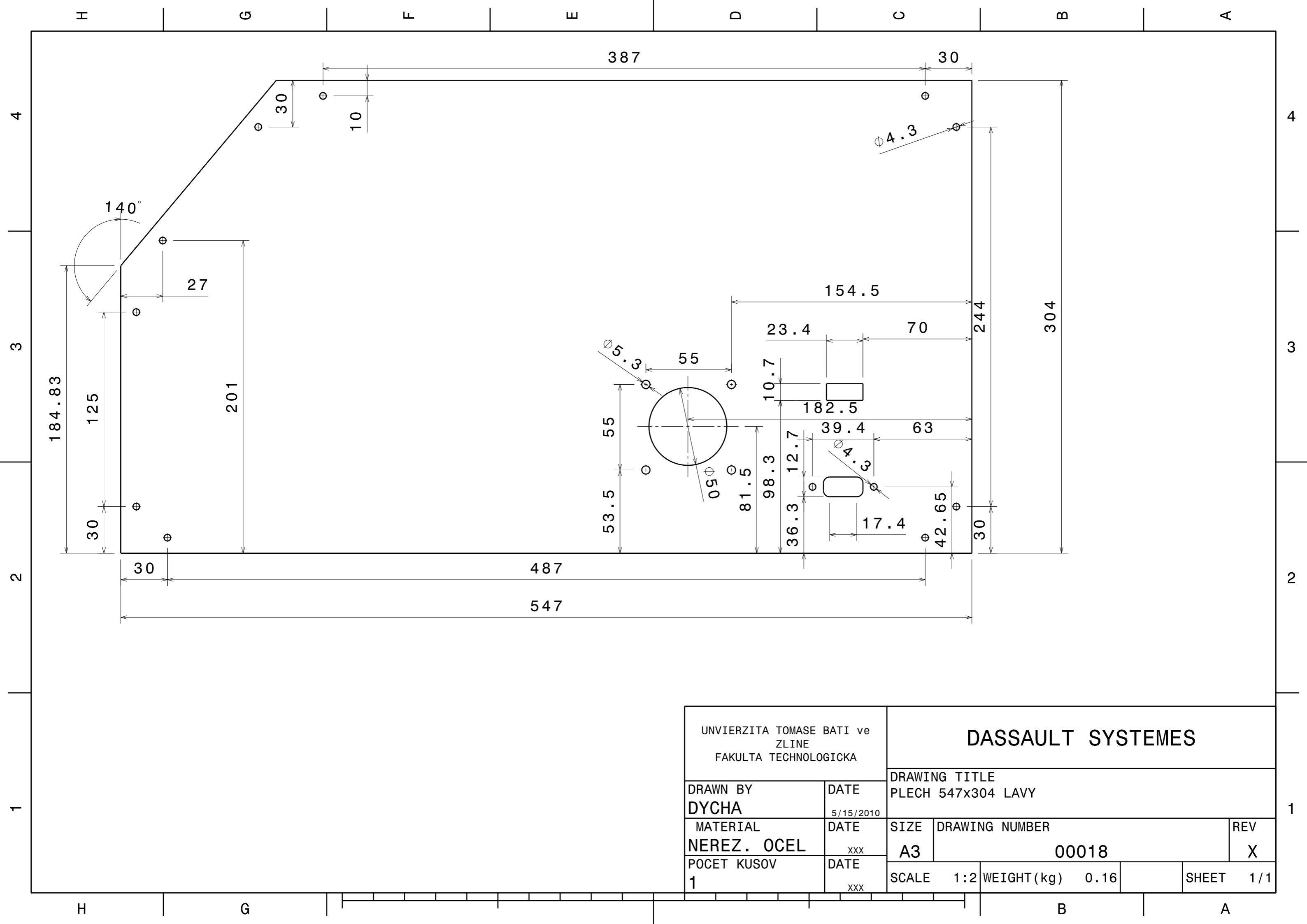
2

1

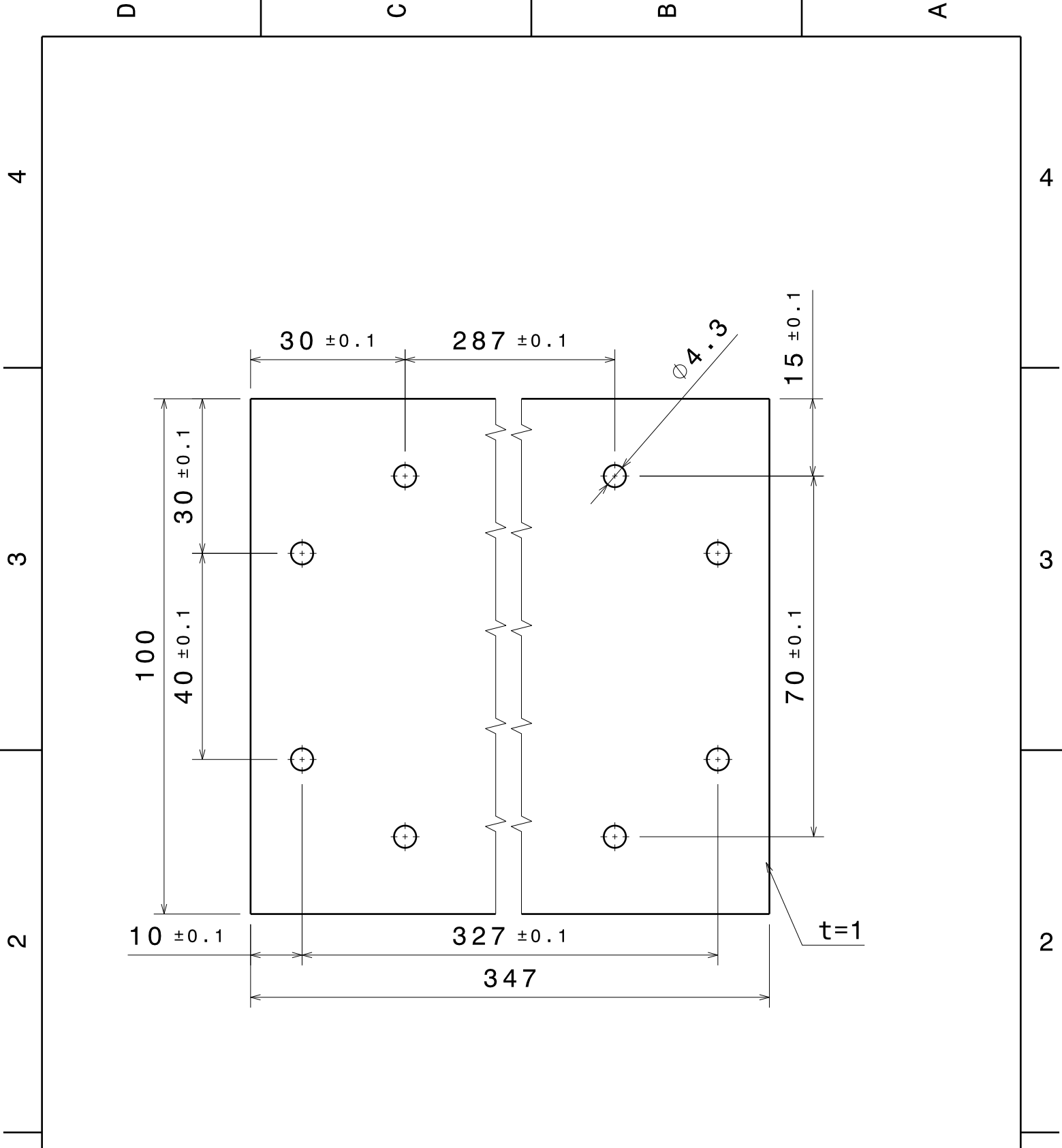
UNVIERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/15/2010		DRAWING TITLE PLECH 602x549	
MATERIAL NEREZ.OCEL		DATE xxx		SIZE A3	DRAWING NUMBER 00015
POCET KUSOV 1		DATE xxx		SCALE 1:2	WEIGHT(kg) 1.32
				SHEET 1/1	REV X



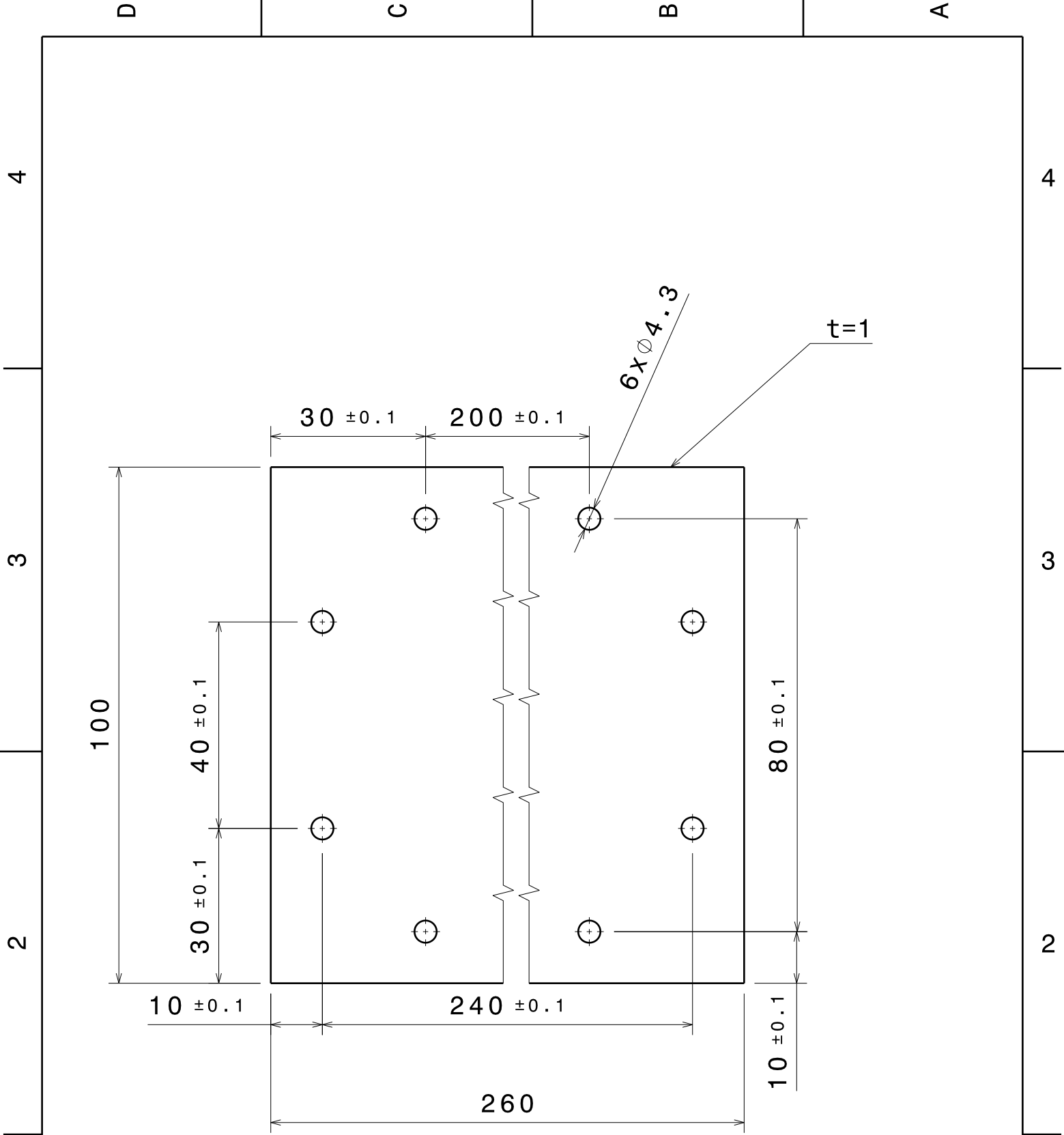
UNVIERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/15/2010		DRAWING TITLE PLECH 602x156	
MATERIAL NEREZ.OCEL		DATE xxx	SIZE A3		DRAWING NUMBER 00016
POCET KUSOV 1		DATE xxx	SCALE 1:2		WEIGHT(kg) 0.07
			SHEET 1/1		REV X



UNVIERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/15/2010		DRAWING TITLE PLECH 547x304 LAVY	
MATERIAL NEREZ. OCEL		DATE xxx		SIZE A3	DRAWING NUMBER 00018
POCET KUSOV 1		DATE xxx		SCALE 1:2	WEIGHT (kg) 0.16
				SHEET 1/1	REV X



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE PLECH 347x100			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/6/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00019		REV X
MATERIAL NEREZ.OCEL	DATE xxx	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0.03	SHEET 1/1	
POCET KUSOV 2	DATE xxx				



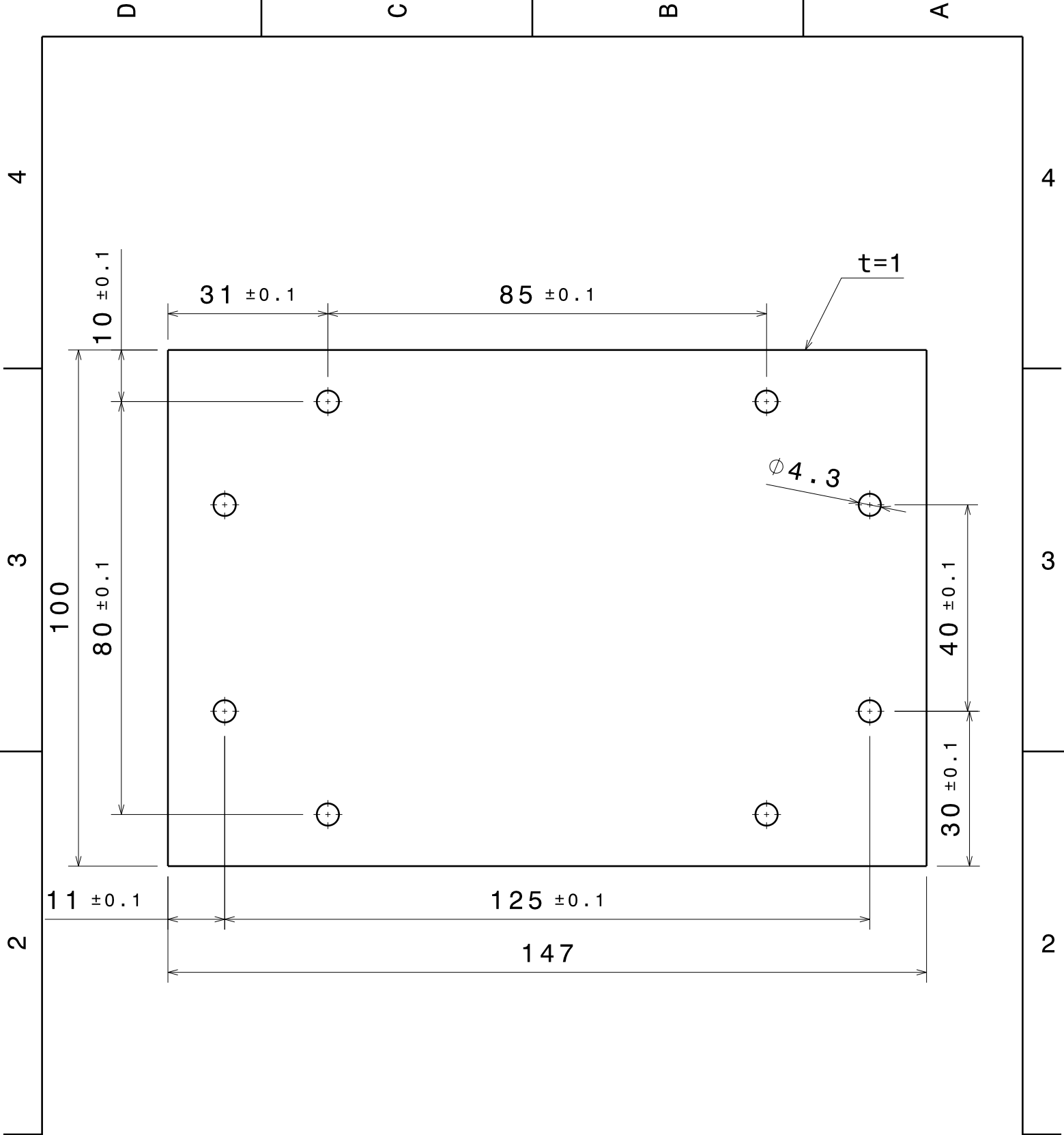
UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWING TITLE PLECH 260x100					
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/6/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00020		REV X
MATERIAL NEREZ.OCEL	DATE xxx	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0.03	SHEET 1/1	
POCET KUSOV 2	DATE xxx				

4
3
2
1

4
3
2
1

D

A



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE PLECH 147x100			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/6/2010	SIZE A4		DRAWING NUMBER 00021	
MATERIAL NEREZ.OCEL	DATE xxx	SCALE 1:1			REV X
POCET KUSOV 1	DATE xxx	WEIGHT (kg)	0.01	SHEET	1/1

D

C

B

A

1.6

0.8

4

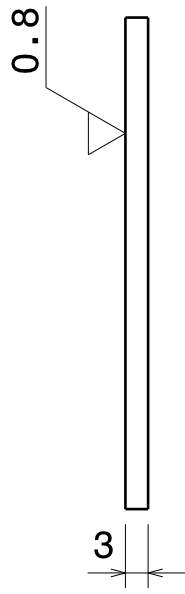
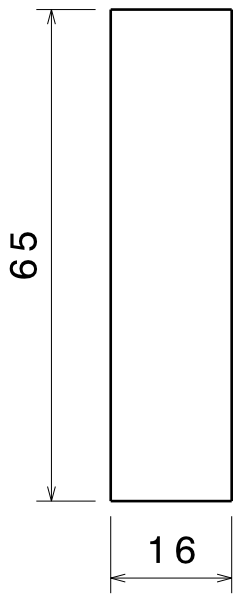
4

3

3

2

2



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

OPORNA DOSKA

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/8/2010

MATERIAL
NEREZ. OCEL

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00022

REV
X

POCET KUSOV
2

DATE
xxx

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0.00

SHEET

1/1

D

A

1

1

D

C

B

A

4

4

3

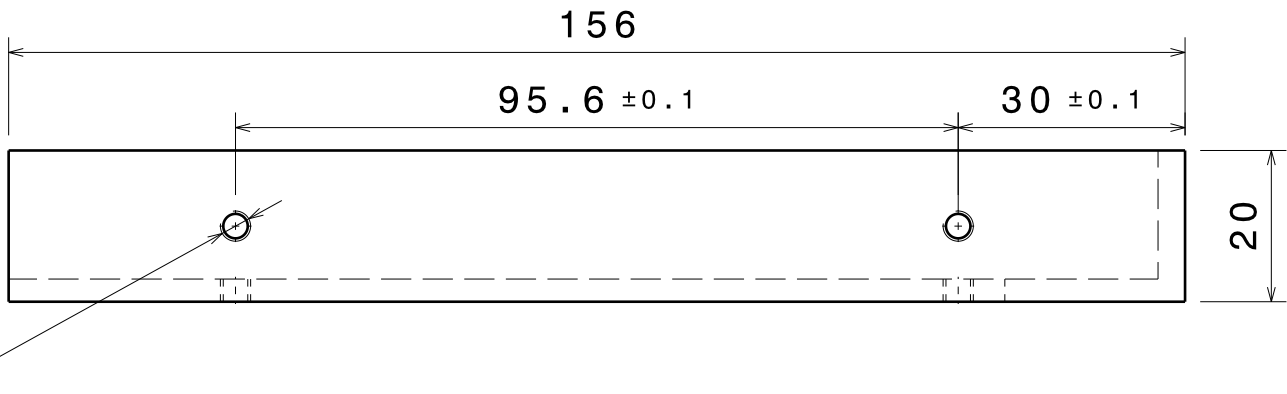
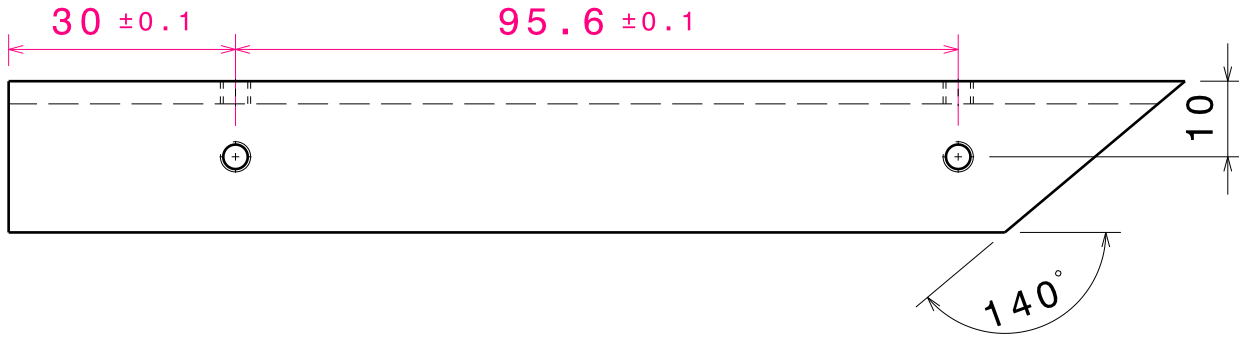
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE L PROFIL PRAVY L 20x3-156			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/6/2010	SIZE A4		DRAWING NUMBER 00023	
MATERIAL 11373	DATE xxx	REV X			
POCET KUSOV 1	DATE xxx	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0.02	SHEET 1/1	

D

A

D

C

B

A

4

4

3

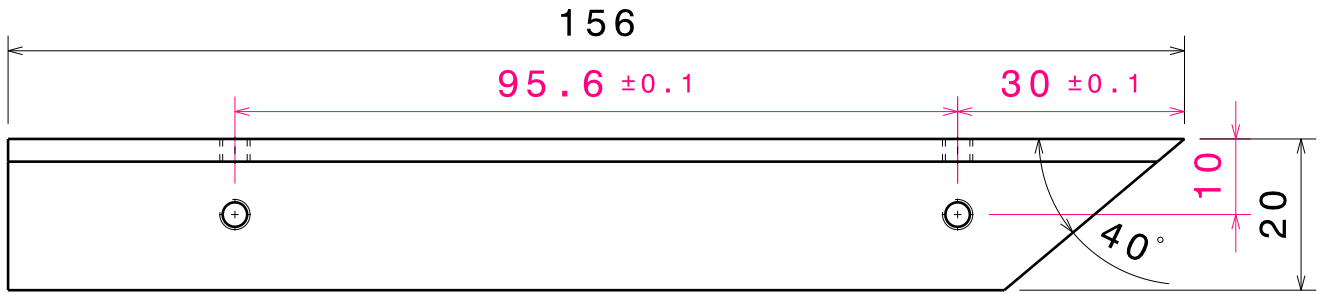
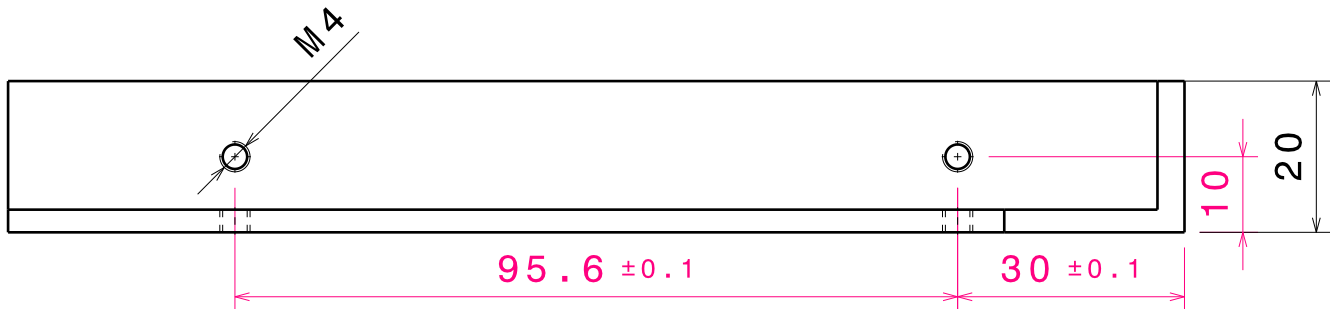
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE
L PROFIL LAVY L 20x3-156

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/6/2010

MATERIAL
11373

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00024

REV
X

POCET KUSOV
1

DATE
xxx

SCALE 1:1 WEIGHT (kg) 0.02

SHEET 1/1

D

A

D

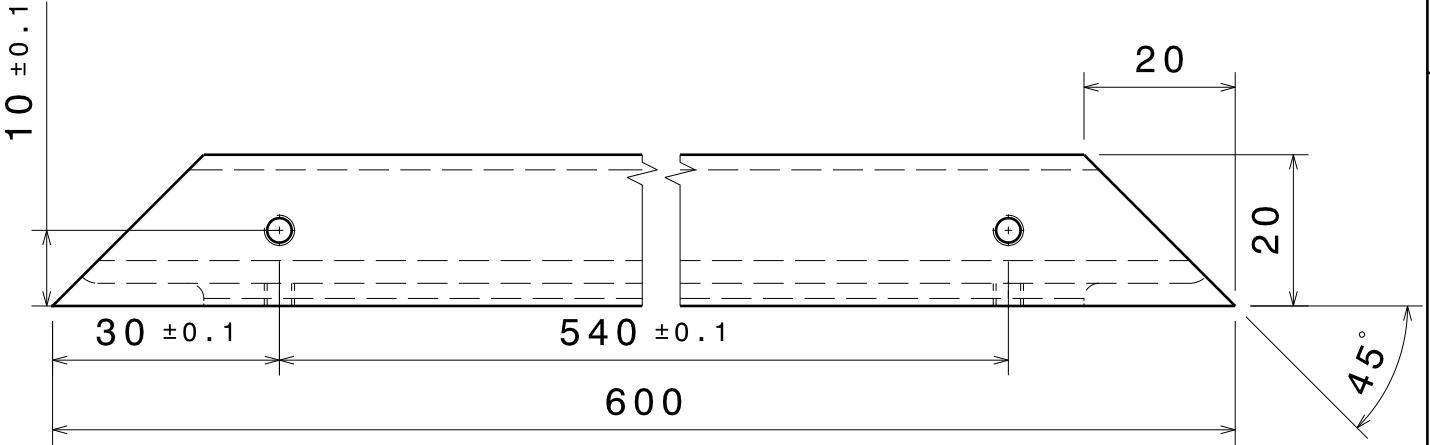
C

B

A

4

4

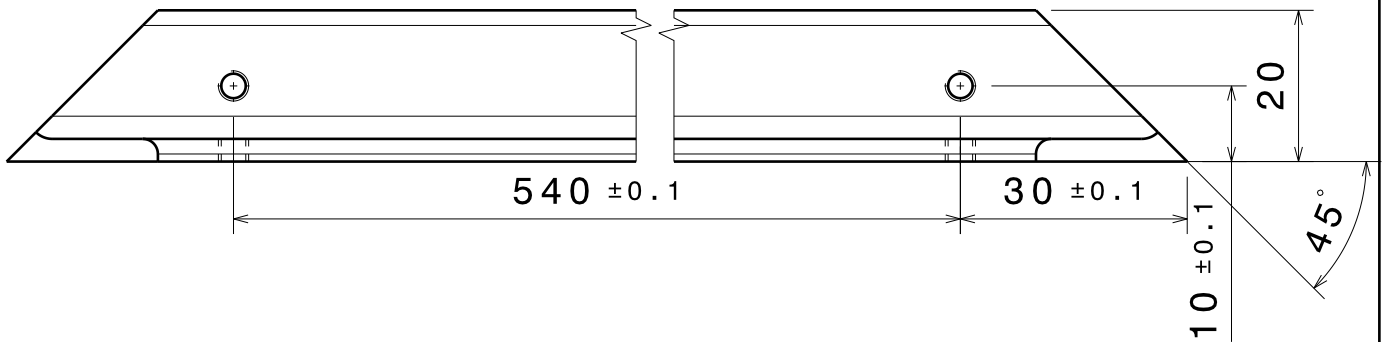


3

3

2

2



1

1

UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE L PROFIL 20x3-600			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/6/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00024		REV X
MATERIAL 11373	DATE xxx	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0.06	SHEET 1/1	
POCET KUSOV 9	DATE xxx				

D

A

D

C

B

A

4

4

3

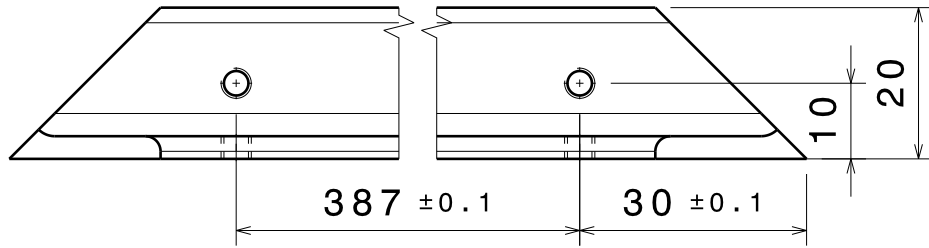
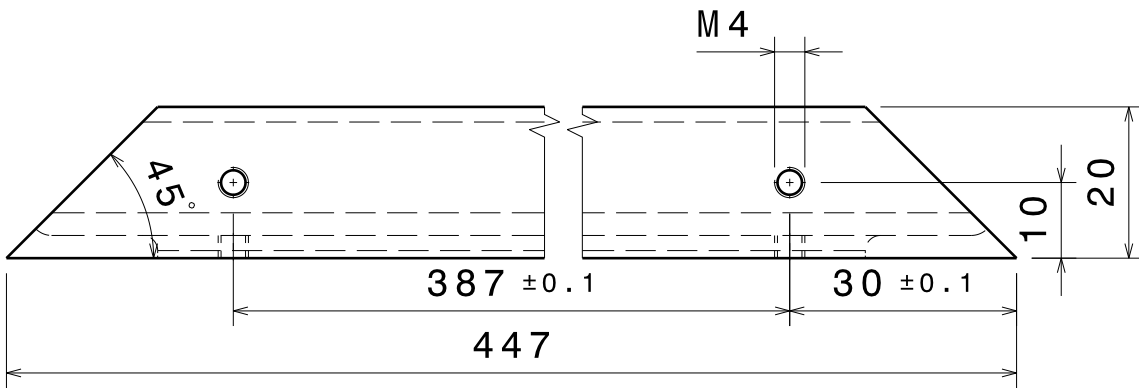
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE L PROFIL 20x3-447			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/6/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00024		REV X
MATERIAL 11373	DATE xxx	SCALE 1:1		WEIGHT (kg) 0.05	SHEET 1/1
PCOET KUSOV 4	DATE xxx				

D

A

D

C

B

A

4

4

3

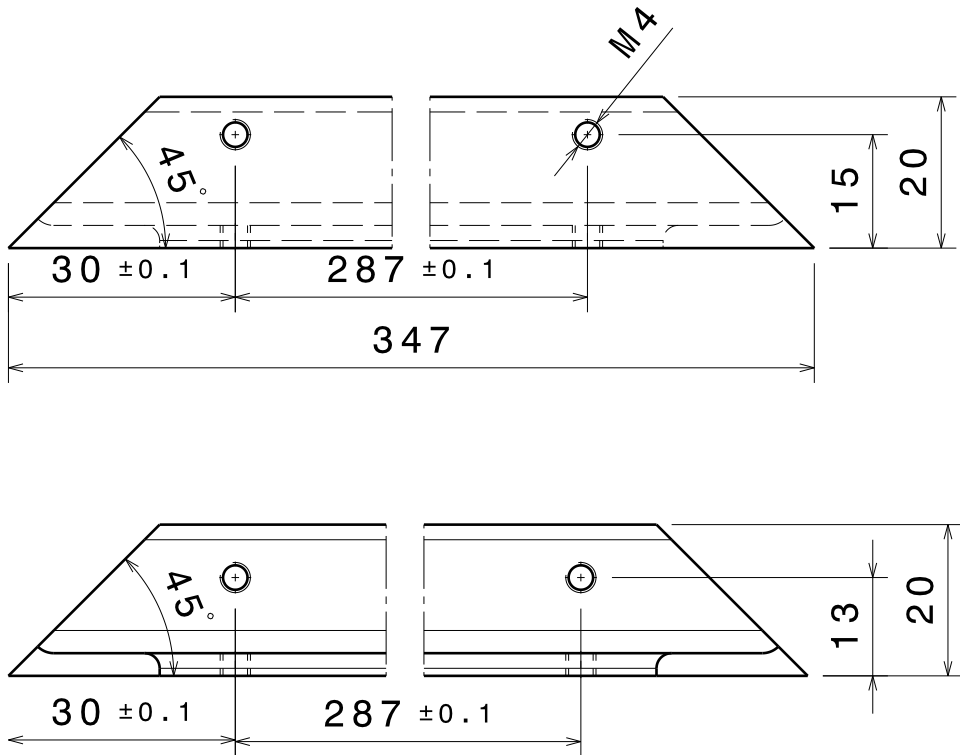
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/6/2010

DRAWING TITLE
L PROFIL 20x3-347

MATERIAL
11373

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00025

REV
X

POCET KUSOV
4

DATE
xxx

SCALE 1:1

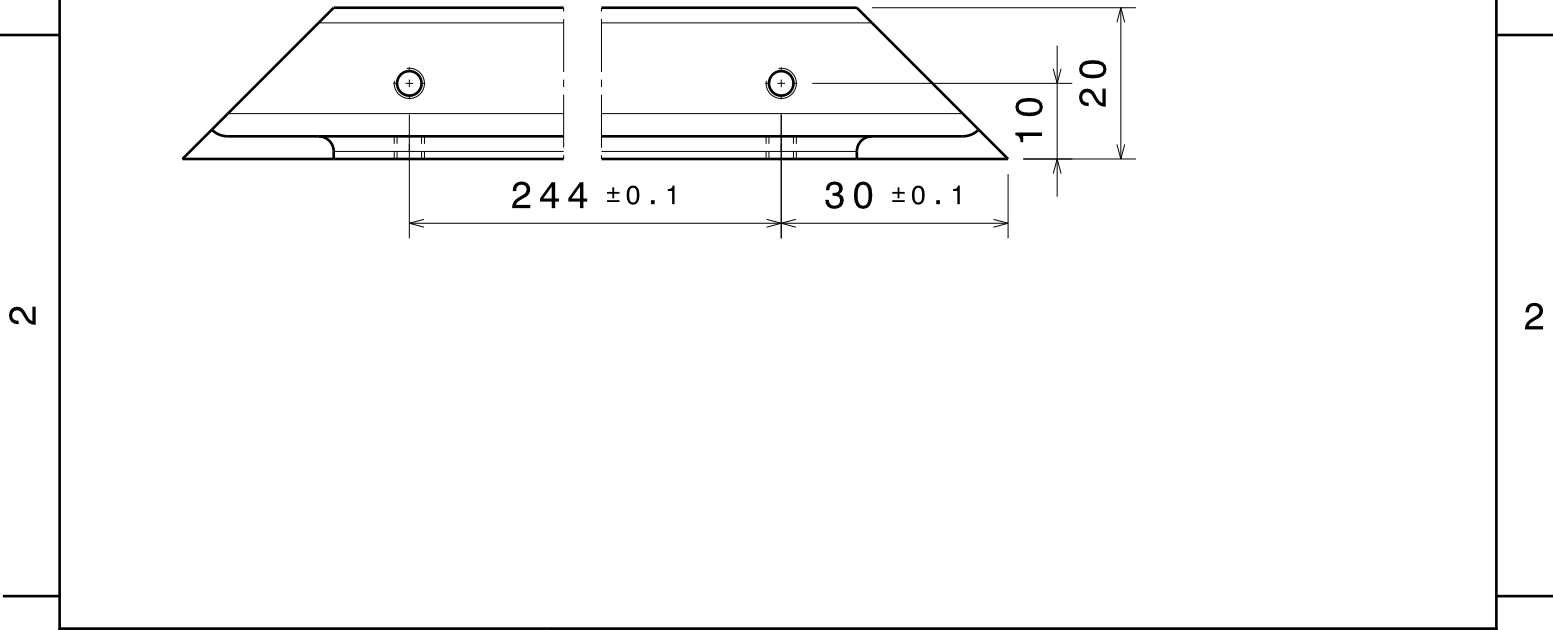
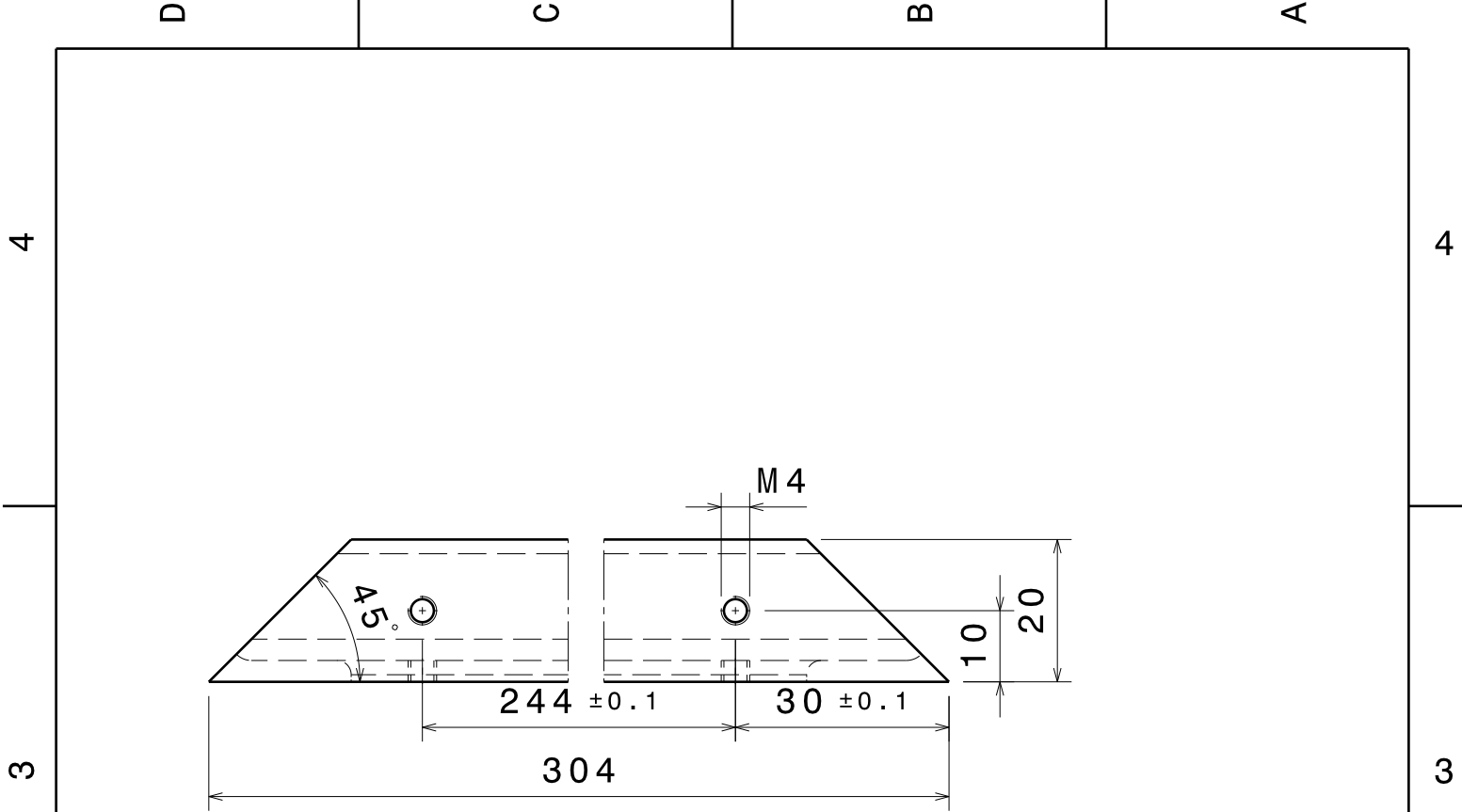
WEIGHT (kg) 0.04

SHEET

1/1

D

A



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE L PROFIL 20x3-304			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/6/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00026		REV X
MATERIAL 11373	DATE xxx	SCALE 1:1		WEIGHT (kg) 0.03	SHEET 1/1
POCET KUSOV 4	DATE xxx				

D

C

B

A

4

4

3

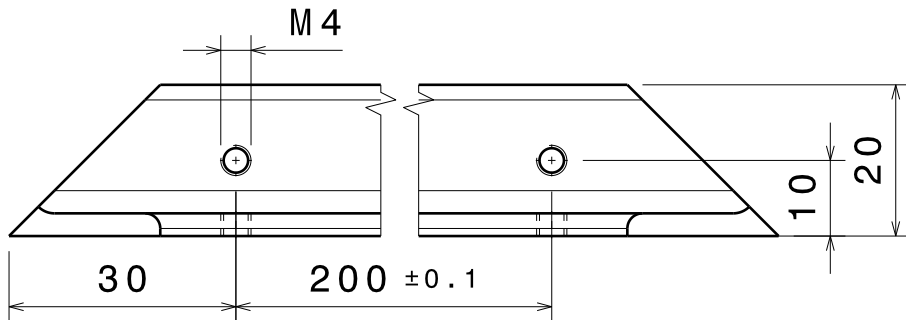
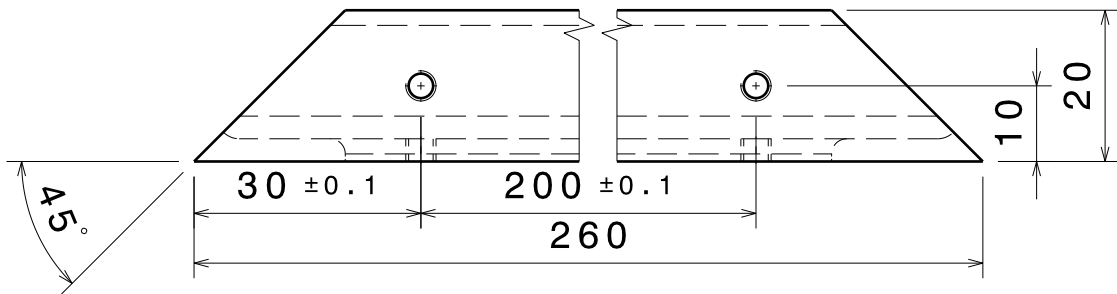
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWING TITLE L profil 20x3-260					
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/6/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00027		REV X
MATERIAL 11373	DATE xxx	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0.03	SHEET 1/1	
POCET KUSOV 4	DATE xxx				

D

A

D

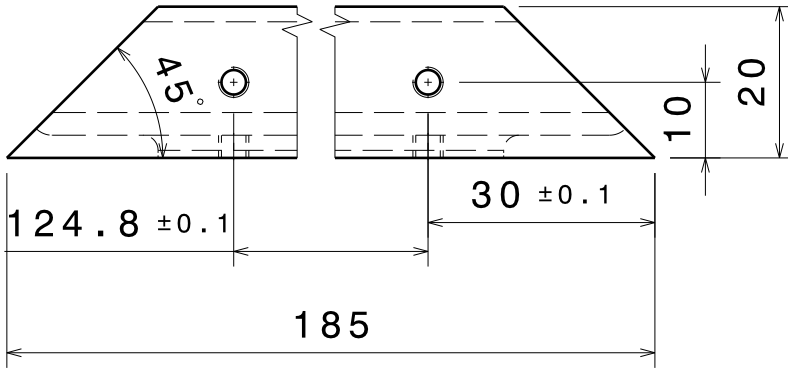
C

B

A

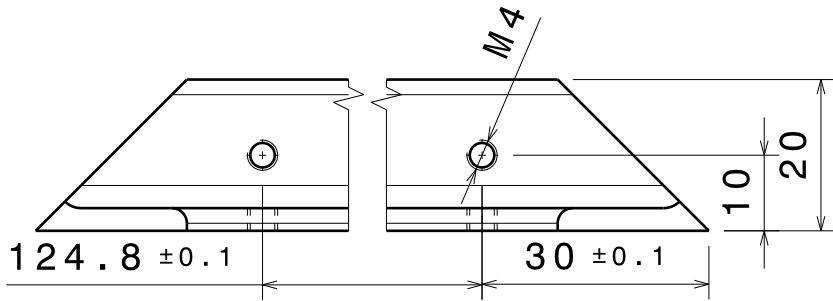
4

4



3

3



2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE L PROFIL 20x3-185			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/6/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00028		REV X
MATERIAL 11373	DATE xxx	SCALE 1:1		WEIGHT (kg) 0.02	SHEET 1/1
POCET KUSOV 2	DATE xxx				

1

1

D

A

D

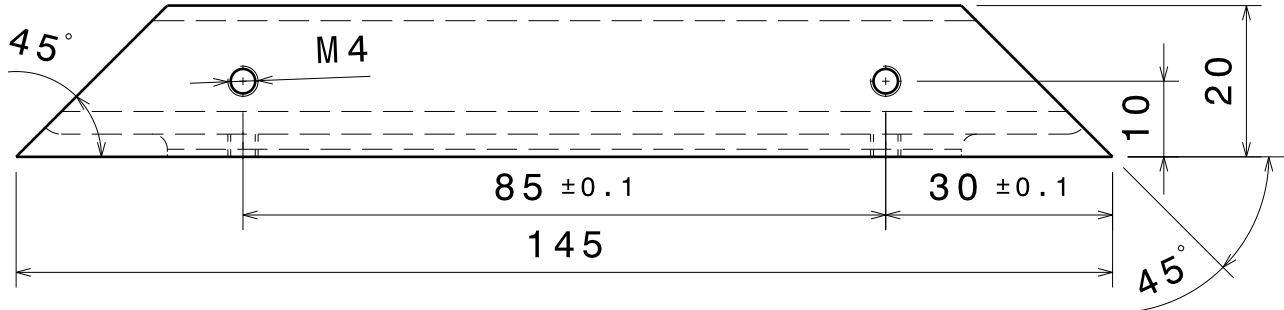
C

B

A

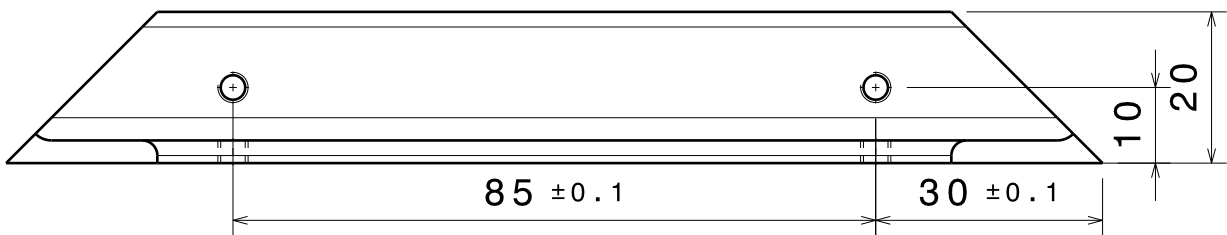
4

4



3

3



2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE
L PROFIL 20x3-145

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/6/2010

MATERIAL
11373

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00029

REV
X

POCET KUSOV
4

DATE
xxx

SCALE 1:1 WEIGHT (kg) 0.01

SHEET 1/1

D

A

1

1

D

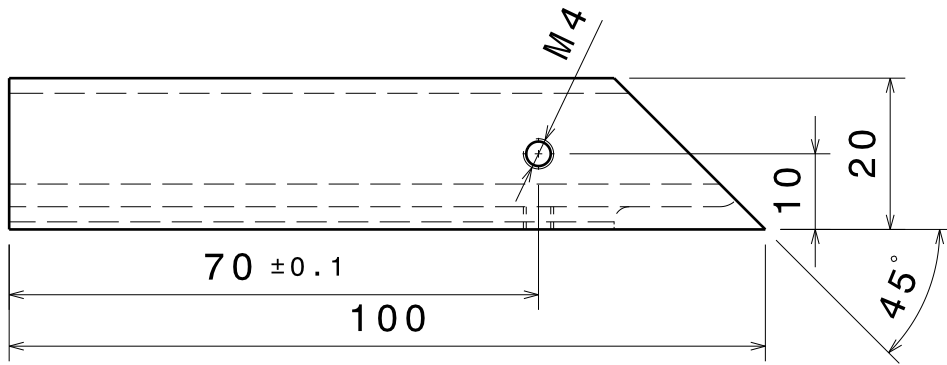
C

B

A

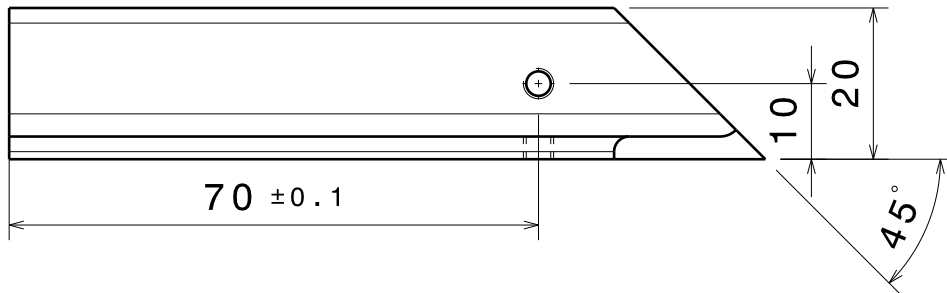
4

4



3

3



2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE L PROFIL 20x3-100			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/6/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00030		REV X
MATERIAL 11373	DATE xxx	SCALE 1:1		WEIGHT (kg) 0.01	SHEET 1/1
POCET KUSOV 4	DATE xxx				

1

1

D

A

D

C

B

A

4

4

3

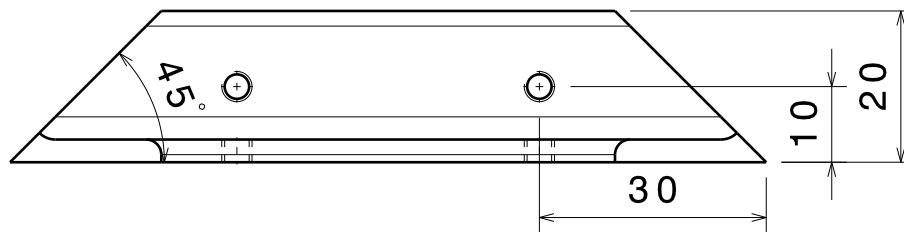
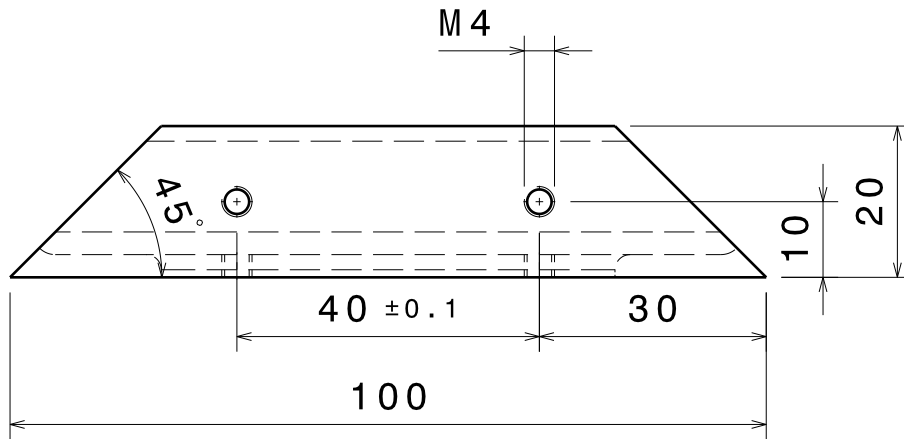
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

L PROFIL 20x3-100

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/6/2010

MATERIAL
11373

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

00031

REV
X

POCET KUSOV
8

DATE
xxx

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0.01

SHEET

1/1

D

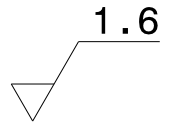
A

D

C

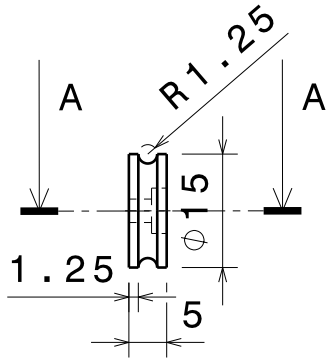
B

A



4

4



3

3

A-A



2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

KOLECKO ZAVAZIE

1

1

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/8/2010

MATERIAL
HLINIK

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00032

REV
X

POCET KUSOV
1

DATE
xxx

SCALE 1:1 WEIGHT (kg) 0.00

SHEET 1/1

D

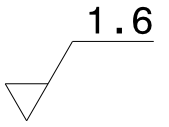
A

D

C

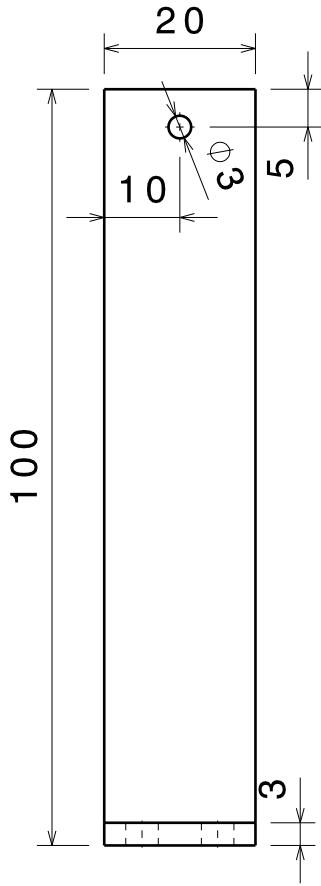
B

A



4

4

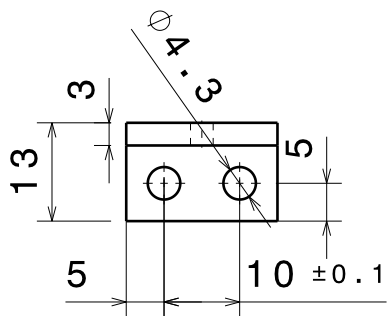


3

3

2

2



1

1

UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE
DRZIAK ZAVAZIA

DRAWN BY
DYCHA

DATE
5/8/2010

MATERIAL
HLINIK

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
00033

REV
X

POCET KUSOV
2

DATE
xxx

SCALE 1:1

WEIGHT (kg) 0.01

SHEET 1/1

D

A

D

C

B

A

3.2

4

4

3

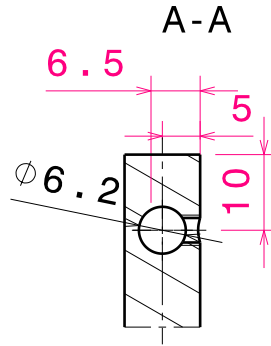
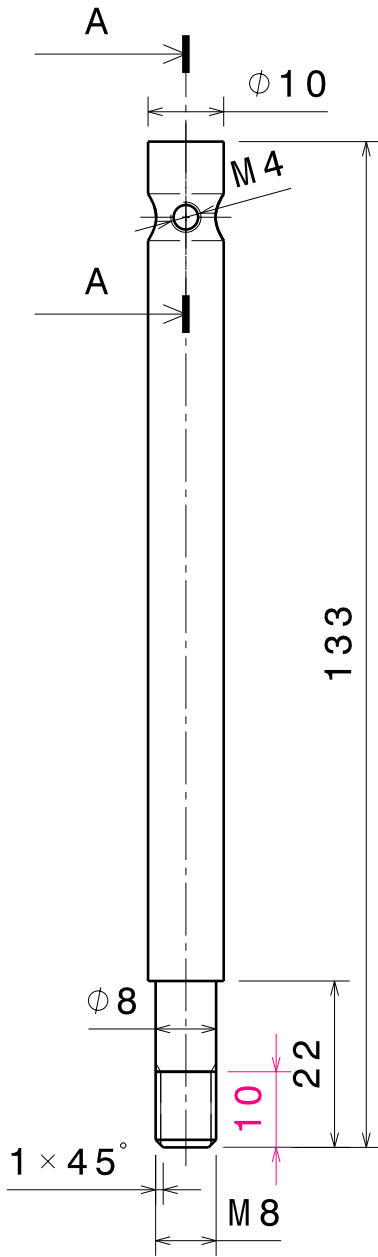
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve
ZLINE
FAKULTA TECHNOLOGICKA

DASSAULT SYSTEMES

DRAWING TITLE

DRZIAK k-CLANOK

DRAWN BY
DYCHA

DATE

5/8/2010

MATERIAL
HLINIK

DATE

xxx

SIZE

A4

DRAWING NUMBER

00034

REV

X

POCET KUSOV

1

DATE

xxx

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0.01

SHEET

1/1

D

A

H G F E D C B A

4

3

2

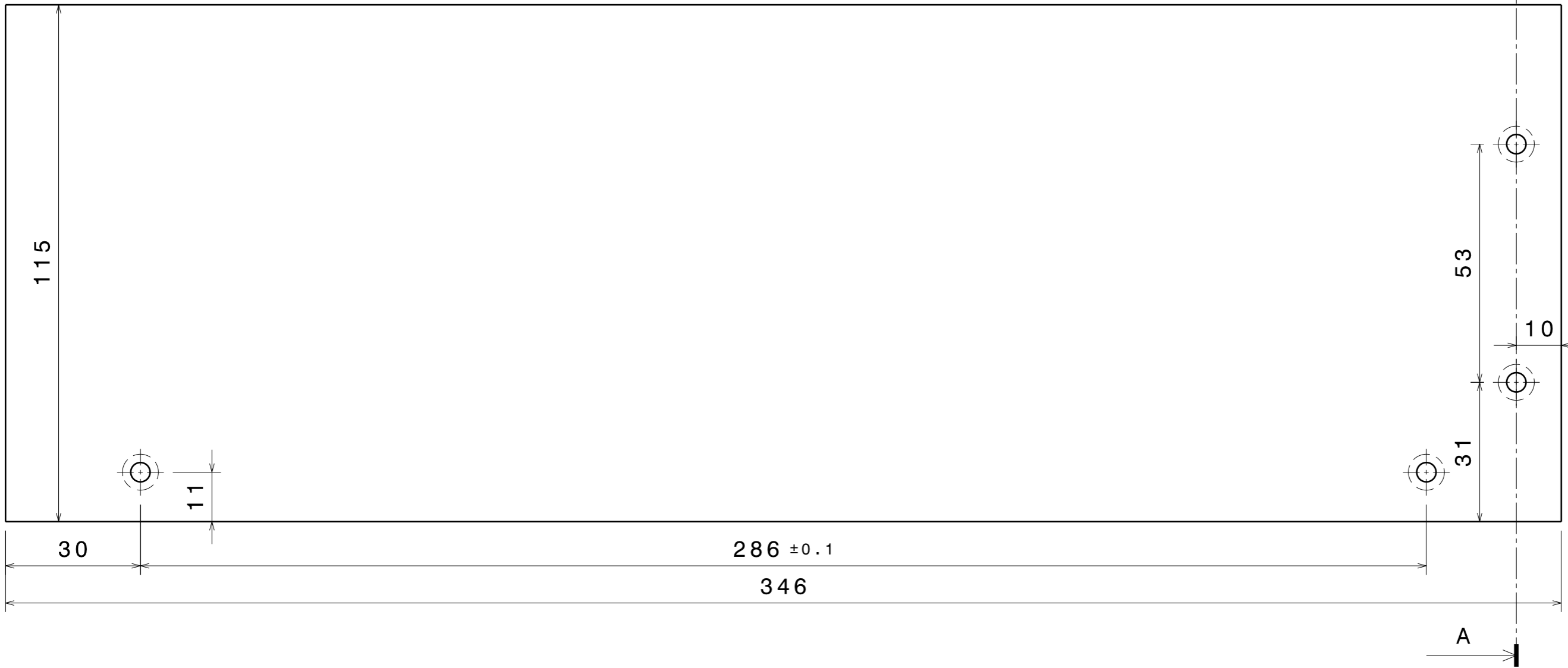
1

4

3

2

1



UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/8/2010		DRAWING TITLE DREVENA DOSKA PRAVA	
MATERIAL DREVO		DATE xxx		SIZE A3	DRAWING NUMBER 00035
POCET KUSOV 1		DATE xxx		SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0.52
				SHEET 1/1	REV X

H G B A

H G F E D C B A

4

3

2

1

4

3

2

1

346

31

10

278 ±0.1

340

A

A

11

286 ±0.1

30

A-A

∅ 8

4

10

∅ 4.3

UNVIERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/15/2010		DRAWING TITLE DREVENA DOSKA LAVA	
MATERIAL DREVO		DATE xxx		SIZE A3	
POCET KUSOV 1		DATE xxx		DRAWING NUMBER 00035	
		SCALE 1:1		DRAWING NUMBER 00035	
		WEIGHT (kg) 1.18		REV X	
		SHEET 1/1			

H G B A

D

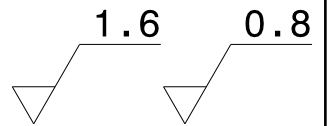
C

B

A

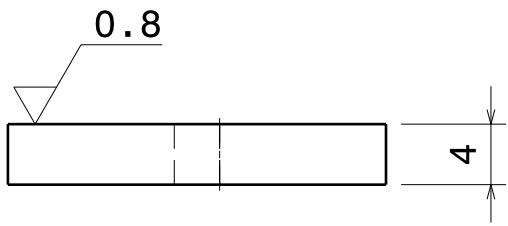
4

4



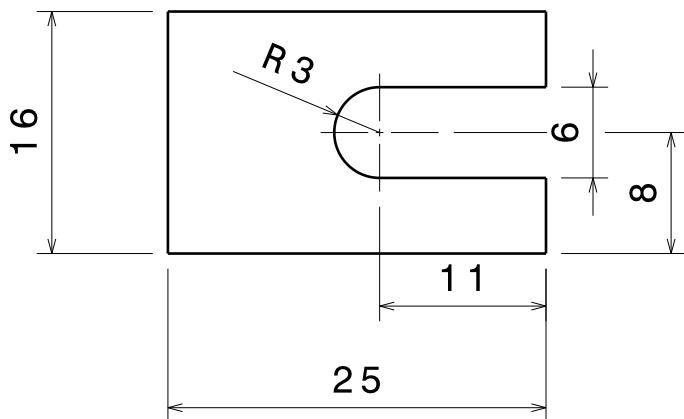
3

3



2

2



1

1

UNIVERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
		DRAWING TITLE DOSKA UPINANIE			
DRAWN BY DYCHA	DATE 5/8/2010	SIZE A4	DRAWING NUMBER 00036		REV X
MATERIAL NEREZ. OCEL	DATE xxx	SCALE 2:1	WEIGHT (kg) 0.00	SHEET 1/1	
POCET KUSOV 2	DATE xxx				

D

A

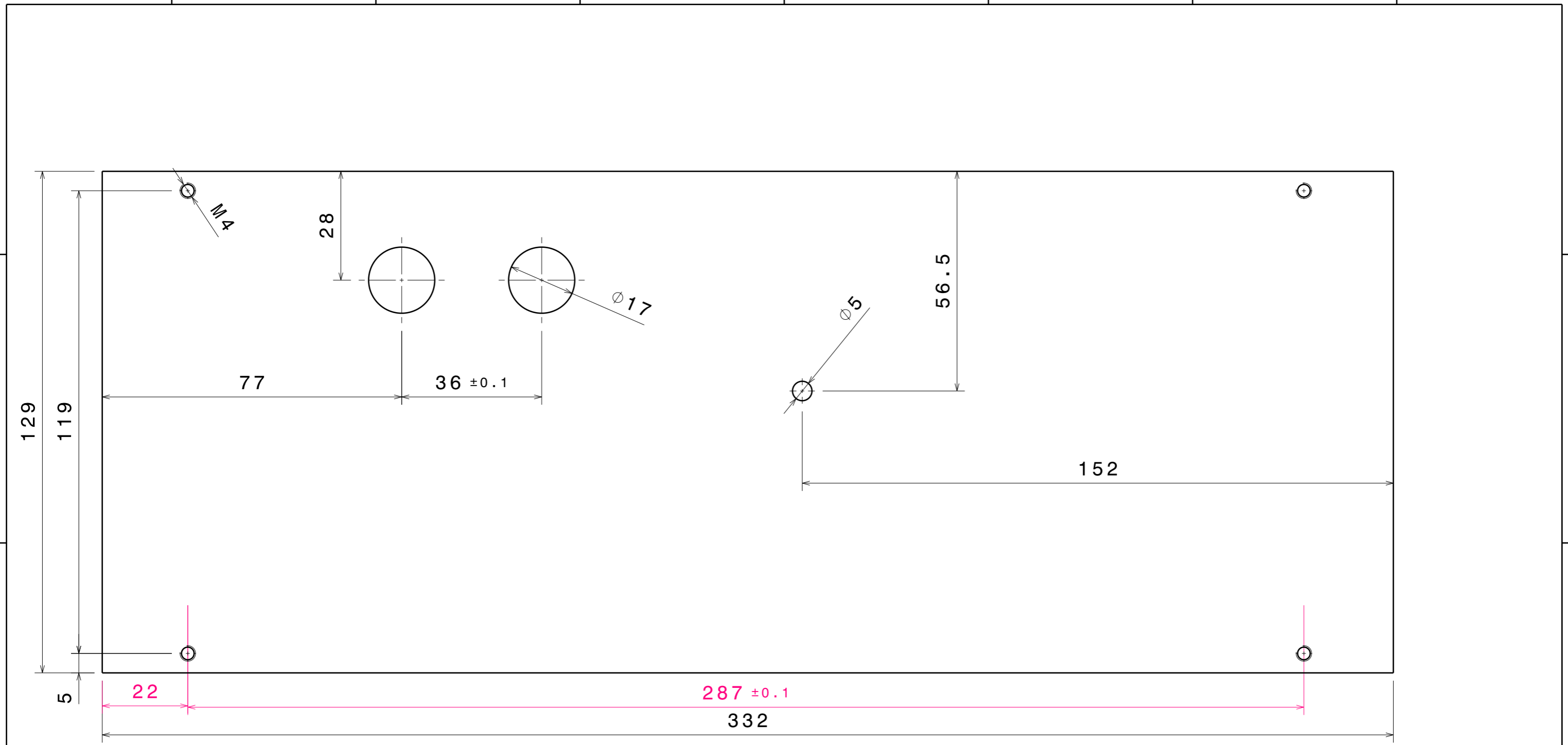
H G F E D C B A

4

3

2

1



H G B A

UNVIERZITA TOMASE BATI ve ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA		DASSAULT SYSTEMES			
DRAWN BY DYCHA		DATE 5/14/2010		DRAWING TITLE DOSKA SPODNA	
MATERIAL Drevo		DATE xxx		SIZE A3	
PCOET KUSOV 1		DATE xxx		DRAWING NUMBER 00037	
		SCALE 1:1		REV X	
		WEIGHT (kg) 0.00		SHEET 1/1	

4

3

2

1