

Digitalizace polohování os frézky TOS FA3

Bc. Marek Sedlář

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. Marek SEDLÁŘ**
Studijní program: **N 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Konstrukce technologických zařízení**
Téma práce: **Digitalizace polohování os frézky TOS FA3**

Zásady pro vypracování:

1. Teoretický úvod do problematiky odměřování pomocí digitálních systémů snímání.
2. Vyhledání vhodných výrobců, vzájemná komparace jejich produktů.
3. Návrh digitalizace jednotlivých os a způsobu přenosu dat.
4. Praktická realizace.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Dr. Ing. Vladimír Pata**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **19. února 2010**

Termín odevzdání diplomové práce: **19. května 2010**

Ve Zlíně dne 21. ledna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
vedoucí katedry

Příjmení a jméno: ...SEDLÁČEK MAREK.....

Obor: ...KTZ.....

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně ...12.5.2010.....

..........

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

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlášení 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 odevzdaním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

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

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

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

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

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

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělků 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 přihlídí k výši výdělků dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je digitalizovat odměřování polohy os frézky TOS FA3. Vybrat nejvhodnější, ale i cenově dostupný odměřovací systém na českém trhu a realizovat jej na stávající konvenční stroj. Jedním z důvodů této rekonstrukce je částečná eliminace vůlí v posuvových šroubech. Druhým aspektem je snadnější odečítání polohy stolu frézky.

Klíčová slova: frézka, odměřování, digitalizace

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is the digitalization of remuneration of axis positions on the milling machine TOS FA3. Choosing the most suitable as well as reasonable prices of remuneration on the Czech trade and putting it into practise as existing conventional machine. One reason of this reconstruction is partial elimination of clearances in sliding screws. Second aspect is deduction of the position of the table on the milling machine that is more straightforward.

Keywords: Milling Machine, Admeasure, Digitalization

Zde bych chtěl poděkovat mému vedoucímu panu doc. Dr. Ing. Patovi za podnětné rady, připomínky a ochotu při vypracování této práce.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 POPIS A FYZIKÁLNÍ PRINCIPY ELEKTRICKÝCH SNÍMAČŮ	12
1.1 INDUKČNOSTNÍ SNÍMAČE	12
1.1.1 Transformátorový indukčnostní snímač.....	13
1.1.2 Lineární induktosyn.....	14
1.2 OPTOELEKTRONICKÉ SNÍMAČE	15
1.3 ELEKTRICKÉ SNÍMAČE S DIGITÁLNÍM VÝSTUPEM	16
1.3.1 Inkrementální snímače polohy	16
1.3.1.1 Optoelektronický snímač polohy	17
1.3.1.2 Magnetický snímač polohy	21
1.3.2 Snímače absolutní polohy	22
2 VÝROBCI ODMĚŘOVACÍCH SYSTÉMŮ NA TRHU A JEJICH PRODUKTY	24
2.1 JIRKA A SPOL., S.R.O.	24
2.1.1 Vestavná posuvná měřítka	24
2.1.2 Digitální indikace	25
2.1.3 Magnetické snímače.....	27
2.1.4 Magnetické pásky.....	27
2.1.5 Optické snímače	28
2.2 LIMAT v.o.s.	28
2.2.1 Lineární snímače SPIRO	29
2.2.2 Digitální indikace	30
2.3 ESSA S.R.O.	31
2.3.1 Lineární snímače	32
2.3.2 Digitální indikace	33
2.4 VZÁJEMNÁ KOMPARACE DODÁVANÝCH PRODUKTU OD JEDNOTLIVÝCH FIREM	34
II PRAKTICKÁ ČÁST	36
3 NÁVRH DIGITALIZACE JEDNOTLIVÝCH OS A ZPŮSOB PŘENOSU DAT	37
3.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE, POPIS FRÉZKY FA3	37
3.2 VÝBĚR DIGITÁLNÍHO SYSTÉMU ODMĚŘOVÁNÍ	38
3.3 UMÍSTĚNÍ ZOBRAZOVACÍHO ZAŘÍZENÍ A POLOHA SNÍMAČŮ	39
3.3.1 Vhodnost umístění zobrazovacího zařízení s pohledu ergonomie	39
3.3.2 Návrh umístění snímačů v jednotlivých osách.....	44
3.4 ZPŮSOB PŘENOSU DAT	45
4 PRAKTICKÁ REALIZACE	46

4.1	INSTALACE INDIKACE ODMĚŘOVÁNÍ	46
4.2	ODMĚŘOVÁNÍ OSY X	48
4.2.1	Instalace ochranného profilu a magnetické pásky osy X	48
4.2.2	Instalace magnetického snímače osy X	51
4.3	ODMĚŘOVÁNÍ OSY Y	53
4.3.1	Instalace ochranného profilu a magnetické pásky osy Y	54
4.3.2	Instalace magnetického snímače osy Y	55
4.4	ODMĚŘOVÁNÍ OSY Z	57
4.4.1	Instalace ochranného profilu a magnetické pásky osy Z	57
4.4.2	Instalace magnetického snímače osy Z	58
4.5	ZAJIŠTĚNÍ POLOHY KABELŮ	60
4.6	PŘÍDAVNÉ KRYTÍ JEDNOTLIVÝCH OS	62
4.7	DODATEČNÉ ÚPRAVY	65
4.8	PROBLÉMY A JEJICH ODSTRANĚNÍ	67
	ZÁVĚR	69
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	71
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	72
	SEZNAM OBRÁZKŮ	73
	SEZNAM TABULEK	76
	SEZNAM PŘÍLOH	77

ÚVOD

V současné době je již digitální odměřování nezbytnou součástí novodobých obráběcích strojů. S výhodou lze tyto systémy použít i na klasické konveční stroje a tím zvětšit jejich produktivitu a přesnost výroby. S postupným zvyšováním požadavků na přesnost výroby a tím spojenou přesnost strojů je v dnešní době nutné zajistit i na klasickém stroji, a to zejména staršího data výroby, snadnější obsluhu a zvýšit přesnost výroby. Cílem této práce by mělo být nainstalování vhodného typu odměřovacího systému na konveční stroj – frézku TOS FA3.

V teoretické části práce budou popsány jednotlivé způsoby a principy odměřování a jejich dostupnost na českém trhu. Frézka je už poměrně staršího typu, není tedy nutné volit nejpresnější odměřovací systém a tím i spojenou vyšší cenu. Vůle v posuvových šroubech a ve vedení jednotlivých os by se dalo označit jako vyhovující, pro větší přesnost by bylo nutné zajistit generální opravu těchto šroubů a vedení. Stávající konveční stroj by se tedy dal po stránce přesnosti zařadit do třídy hobby. Důraz při výběru vhodného odměřování typu bude především na jednoduchost, funkčnost a příznivou cenu odměřovacího systému.

V praktické části bude vybrán nejvhodnější systém odměřování vzhledem k zmiňovaným aspektům, návrh a vhodné umístění na stroji a popis praktické realizace odměřování na konveční stroj. Ke všem zhotoveným dílům typu držáky, lišty, nenormalizované šrouby atd. bude zhotovena příslušná technická dokumentace, která případně umožní uskutečnit podobnou realizaci na jiném stroji stejného typu.

V závěru se objeví stručné zhodnocení a hlavní přínos či vzniklé problémy této rekonstrukce odměřování na frézce TOS FA3.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POPIS A FYZIKÁLNÍ PRINCIPY ELEKTRICKÝCH SNÍMAČŮ

Základem měření technických veličin jsou fyzikální jevy a zákonitosti, které zprostředkovávají transformaci vstupní – měřené – neelektrické veličiny na výstupní elektrickou veličinu. Snímače, přístroje na měření fyzikálních veličin, umožňují tuto transformaci z jedné fyzikální podstaty na jinou. Měřenou veličinu tak může na výstupu snímače reprezentovat elektrický signál různého typu:

- Analogový nebo digitální
- Stejnoseměrný nebo střídavý
- Napěťový, proudový nebo frekvenční

Typické blokové schéma snímačů obsahuje citlivou část snímače, měřící obvody a obvody pro zpracování signálu, A/D převodník, mikropočítač nebo rozhraní pro připojení počítače. [1]

Níže jsou popsány principy snímání snímačů vhodných pro lineární odměřování polohy.

1.1 Indukčnostní snímače

Indukčnostní snímače představují převodníky neelektrické veličiny na změnu vlastní nebo vzájemné indukčnosti. Podstatnou část indukčního snímače tvoří cívka, případně systém cívek bez jádra nebo s feromagnetickým či neferomagnetickým elektricky vodivým jádrem. Působením neelektrické veličiny dochází k posuvu jednotlivých částí, resp. změně jejich magnetických a elektrických vlastností. [1]

Podle uspořádání cívek a magnetického obvodu a podle toho, na kterou konstrukční část působí měřená neelektrická veličina, indukčnostní snímače dělíme na:

- Snímače s malou vzduchovou mezerou
- Snímače s otevřeným magnetickým polem
- Snímače se stálým magnetickým obvodem a s pohyblivou cívkou
- Snímače s potlačeným polem
- Snímače bez feromagnetika

Snímače se mohou řešit jako posuvné nebo otočné, jednoduché nebo diferenční, parametrické nebo transformátorové. [1]

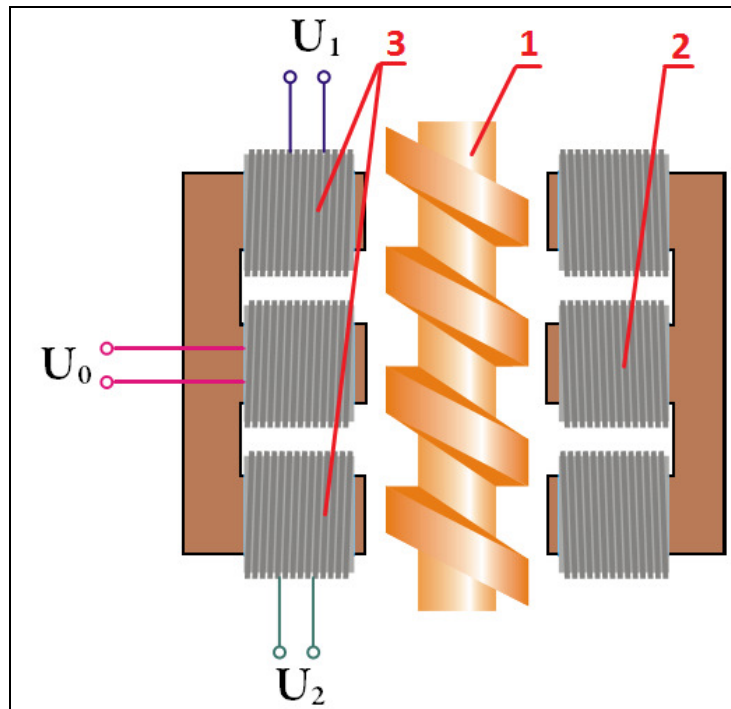
Parametrické snímače využívají změnu indukčnosti cívky působením měřené veličiny a bývají zapojené do obvodů s pomocným střídavým napětím. Indukčnost cívky se definuje jako konstanta úměrnosti mezi proudem protékajícím vinutím cívky a magnetickým tokem procházejícím průřezem vinutí. [1]

Transformátorové snímače pracují na principu transformátoru, tedy změna vzájemné indukčnosti mezi primárním a sekundárním vinutím a tím i změna výstupního indukovaného napětí.

Indukčnostní snímače se řadí mezi významnou skupinu elektrických snímačů polohy. Využívají množství konstrukčních schémat a způsobů zapojení. Mohou se jimi měřit vzdálenosti řádově od mikrometrů až po stovky milimetrů. Změna polohy anebo posunutí vstupní části snímače se vždy projeví změnou vlastní indukčnosti cívky, resp. změnou vzájemné indukčnosti soustavy cívek. [1]

1.1.1 Transformátorový indukčnostní snímač

Indukčnostní snímač uvedený na Obr. 1 se využívá na měření posuvu obráběcích stojů. Jeho základem je přesný měřicí šroub 1, který se otáčí. Poloha závitu se snímá transformátorovým indukčnostním snímačem. Na magnetickém jádru tvaru E je ve středu umístěna budící cívka 2, na okrajích se nacházejí dvě snímací cívky 3. Jak se roztočí měřicí šroub, tedy posune se závit proti objímce, naruší se rovnováha magnetických toků mezi budící a snímací cívkou. To má za následek změnu napětí U_1 a U_2 . Aby se odstranil vliv házení měřicího šroubu na výstupní signál, poloha závitu se zjišťuje dvěma protilehlými snímacími hlavami. Obě dvě hlavy jsou konstruované tak, že vytvářejí poloviční válec, takže těsně obepínají měřicí šroub. Při stoupání měřicího šroubu o 10 mm dosahuje v rozsahu do 1000 mm chyba měřidla pouze 4 μm . [1]



Obr. 1. Indukční snímač na měření posuvu

1.1.2 Lineární induktosyn

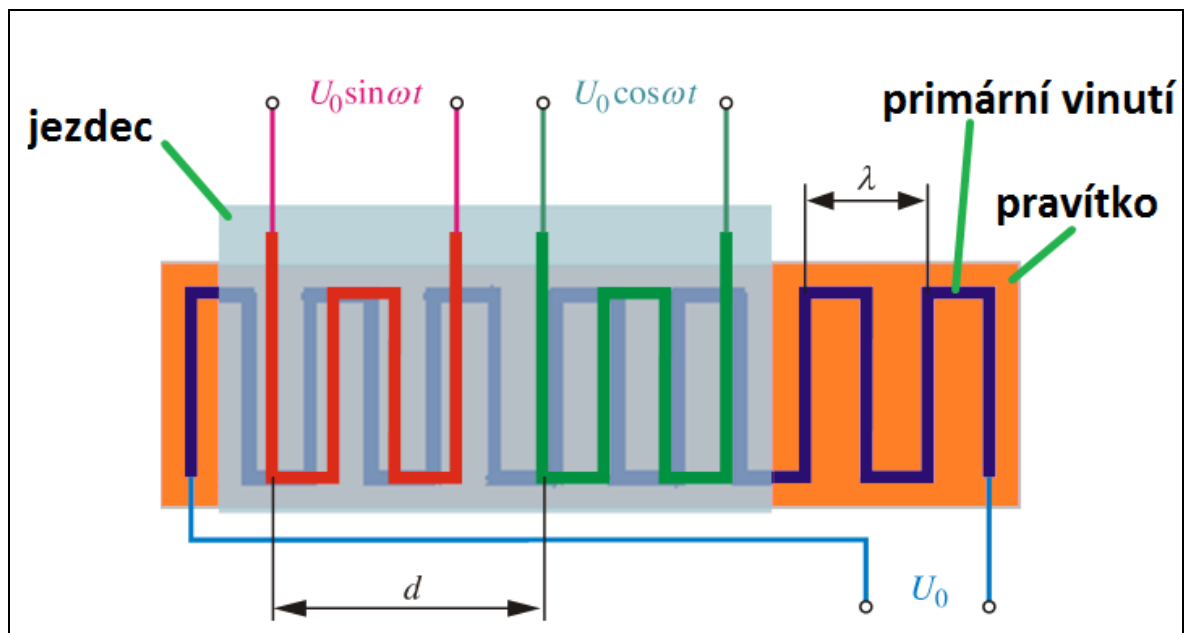
Na měření velkých posuvů, až do vzdálenosti 3m se velmi často používá lineární induktosyn. Z konstrukčního hlediska jde o polohový indukčnostní snímač v transformátorovém zapojení. Nad pevnou částí (pravítkem) se ve vzdálenosti 0,25 mm pohybuje snímací část (jezdec). Pravítka a snímací část se vyrábí ze skla, z keramiky, resp. z plastických hmot. Na tomto podkladě jsou vyleptané vinutí ve tvaru pravoúhlých závitů. Rozstup závitů je v celém rozsahu konstantní. Vinutí na pevné části pravítka má stejný tvar, jak na snímací části, kde se nachází dvojice cívek (vinutí). [1]

Vzájemná poloha dvojice cívek se určuje podle vztahu $d = \lambda(n + 1/4)$, kde

- d je vzájemné přesazení obou vinutí
- λ je jednotkový krok vinutí pevné části (pravítka)
- n je libovolné kladné celé číslo

Při posuvu snímací části (jezdce) po pravítku se mění vzájemná indukčnost M mezi každou z cívek jezdce a pravítka. Indukované napětí bude největší, když se dosáhne úplného překrytí cívek jezdce a cívky na pravítku. Nulová hodnota indukovaného napětí $u(t) = 0$ bude při vzájemném posuvu o hodnotu $\pi/4$. [1]

Měření neznámého posunutí jezdce x se vztahuje k referenčnímu bodu, např. k nulovému bodu souřadnice. Od referenčního bodu se pomocí čítače spočítají jednotlivé kroky. Při vzdalování jezdce od referenčního bodu se impulzy připočítávají, při přibližování se odčítají. Tedy registruje se počet překročení úhlu 2π . Říkáme, že jde o hrubé měření posuvu $x > \lambda$. Jemné měření se vykonává v rámci jednoho kroku měřením fáze. V praxi se používají kombinace několika induktosynů paralelně pracujících vedle sebe, přičemž každé z měřidel má jinou velikost kroku. Při použití jednotkového kroku na pravítku $\lambda = 2 \text{ mm}$ dosahuje chyba induktosynu jen $2 \text{ }\mu\text{m}$. [1]



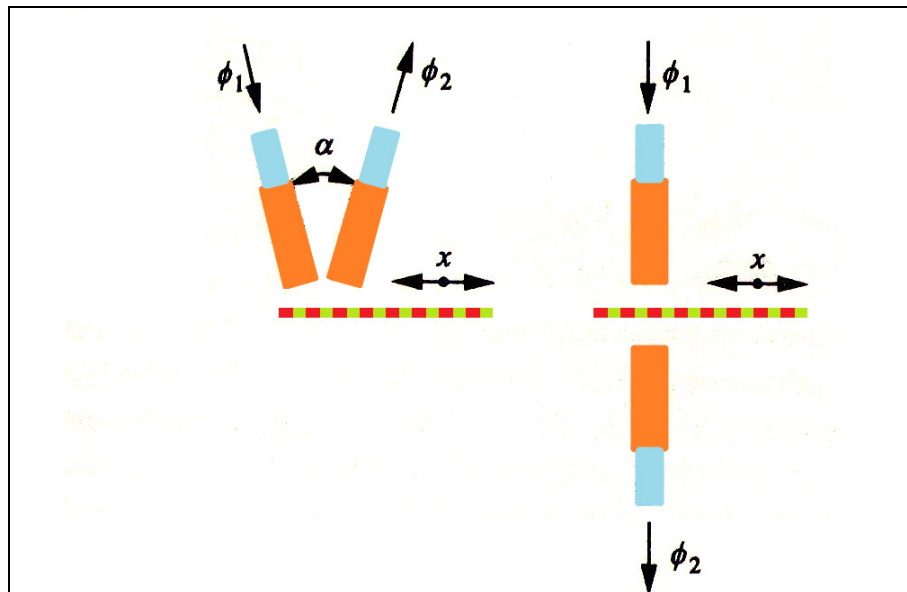
Obr. 2. Lineární induktosyn

1.2 Optoelektronické snímače

Optoelektronické snímače polohy patří mezi velmi citlivé bezdotykové snímače. V současnosti se používají nejvíce tam, kde se klade důraz na miniaturizaci snímače a jeho malou hmotnost, přičemž se zaručují jejich metrologické vlastnosti.

Na měření velkých vzdáleností se používají optoelektronické snímače s digitálním výstupem. Konstruují se jako přírůstkové (inkrementální) nebo absolutní. Využívá se odrazu světelného paprsku od šablony anebo přechodu přes šablonu. [1]

Viz snímače s digitálním výstupem.



Obr. 3. Optoelektronické snímače s digitálním výstupem, s odraženým paprskem a paprskem procházejícím přes šablonu

1.3 Elektrické snímače s digitálním výstupem

Elektrické snímače s digitálním výstupem mají široké uplatnění v robotice a v oblasti programově řízených obráběcích strojů. Jejich velkou výhodou je možnost přímého zpracování naměřené polohy v digitální formě, nezávislost výstupního signálu na vnější fyzikální vlivy, vysoká rozlišovací schopnost, vysoká spolehlivost získaného signálu a jeho dalšího přenosu. [1]

Elektrické snímače s digitálním výstupem se dají rozdělit na dvě základní skupiny:

- inkrementální (přírůstkové) snímače, resp. číslicové odměřovací systémy
- absolutní snímače, resp. číslicové absolutní systémy

Inkrementální snímače všeobecně měří změnu polohy pohyblivé části snímače proti stejnému vztažnému bodu a ne jeho absolutní polohu. To znamená, že absolutní bod se může zvolit jako libovolný bod z měřicího rozsahu snímače. Naproti tomu absolutní snímače odměřují polohu pohyblivé části proti určenému vztažnému bodu. [1]

1.3.1 Inkrementální snímače polohy

Nejjednodušší způsob číslicového odměřování polohy představuje rozdělení měřicího rozsahu na určitý počet stejně velkých dílků. Pokud každému dílku odpovídá jeden elektrický impuls snímače, měření polohy se mění podle napočítaných impulsů. Když označíme

vzdálenost dvou sousedících dílků λ , potom momentální vzdálenost pohyblivé části snímače od zvoleného počátečního bodu d můžeme určit z počtu impulzů. [1]

$$d = (N_1 - N_2) \cdot \lambda$$

kde

N_1 je počet impulzů při pohybu pohyblivé části snímače v kladném směru

N_2 je počet impulzů při pohybu pohyblivé části snímače v záporném směru

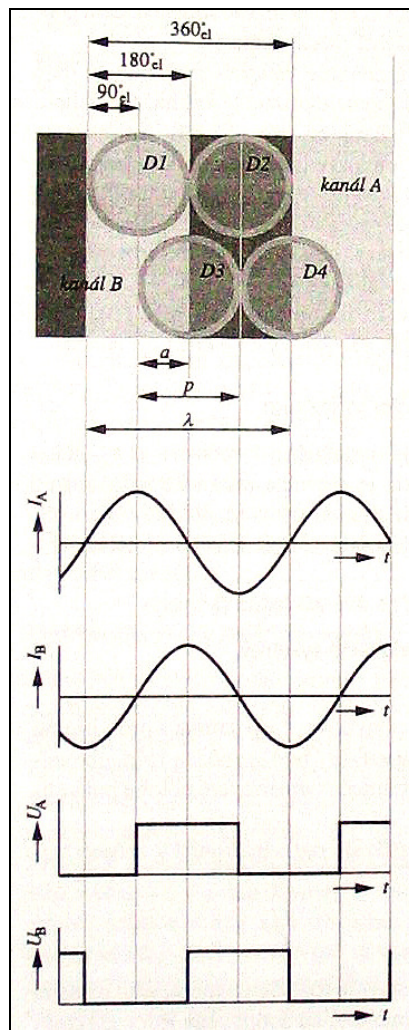
Z toho vyplývá, že počáteční bod se dá vzdálit v libovolném místě měřicího rozsahu snímače a odměřovací vzdálenost se vztahuje k němu. Největší chybou je fakt, že všechny chyby se po čas měření sčítají a celková chyba se tak neustále zvětšuje. Přitom takovouto chybou může být přebytečný nebo naopak chybějící impulz, vznikající v důsledku okolních rušivých vlivů. [1]

1.3.1.1 Optoelektronický snímač polohy

V zásadě se dají tyto snímače konstruovat dvěma způsoby a to jako průsvitové nebo odrazové. Všeobecný mechanismus získávání a vyhodnocování impulzů, odpovídajících přírůstku dráhy, zůstává stejný. [1]

Na skleněném pravítku jsou fotochemicky vytvořené pravidelné paralelní rysky, které rozdělují tuto plochu na světlé a tmavé proužky. Vzdálenost dvou sousedních světlých, resp. tmavých proužků se nazývá krok a jeho hodnota se označuje znakem λ . Velikost kroku bývá různá, obvykle 20 μm .

Pravítko se osvětlí zdrojem světla. Fotodiodou se vyhodnocuje dopadající světelný tok, který se mění v závislosti, jestli světlo projde přes světlý nebo tmavý proužek. Odpovídajícím způsobem se tedy mění i výstupní proudový signál z fotodiody. V praxi se na získávání elektrických impulzů nepoužívá jen jedna dioda, ale nejčastěji jde o dvě dvojice fotodiody, které tvoří dva měřicí kanály A a B (Obr. 4). [1]



Obr. 4. Princip snímače

Dvě diody $D1$ a $D2$ měřicího kanálu A , umístěné vedle sebe, jsou vzájemně posunuté o vzdálenost p

$$p = n \cdot \lambda \pm \frac{\lambda}{2}$$

kde

n je celé číslo

λ je vzdálenost vrypů (krok)

Takové uspořádání, vhodná geometrie optické cesty a diferenční zapojení fotodiód, zabezpečí generování proudového signálu I_A resp. I_B . [1]

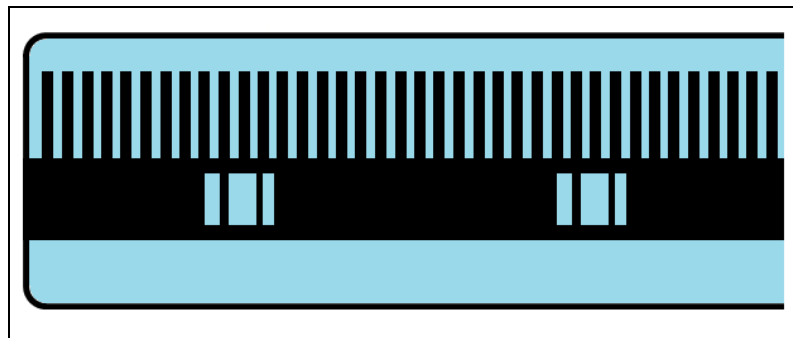
Dvojice diód $D3$ a $D4$ měřicího kanálu B je posunutá proti dvojici diód měřicího kanálu A o hodnotu a

$$a = n \cdot \frac{\lambda}{2} \pm \frac{\lambda}{4}$$

Výstupem z kanálu B je opět sinusový proudový signál I_B , který je posunutý proti signálu z kanálu I_A z kanálu A o 90° . Následně se oba dva signály upravují na pravoúhlé napěťové signály s úrovněmi TTL. Interpolací těchto signálů, využívající všechny hrany TTL, umožňuje až 200 krát elektricky rozdělit krok snímaných impulzů a tím zlepšit rozlišovací schopnost snímače až na $0,05 \mu\text{m}$. [1]

Na konstrukci snímače a tím i spojeného uspořádání logických obvodů pro vyhodnocování signálů z kanálu A a B je závislé zjištění směru vzájemného pohybu pravitka a pohyblivé části snímače.

Většina inkrementálních snímačů polohy obsahuje kromě dvou dvojic fotodiód i pátou fotodiodu, určenou na snímání referenčních značek. Tyto značky slouží na zjištění absolutní pohyblivé části snímače proti výrobcem určenému bodu na začátku měřicího rozsahu (Obr. 5). [1]



Obr. 5. Příklad umístění referenčních značek

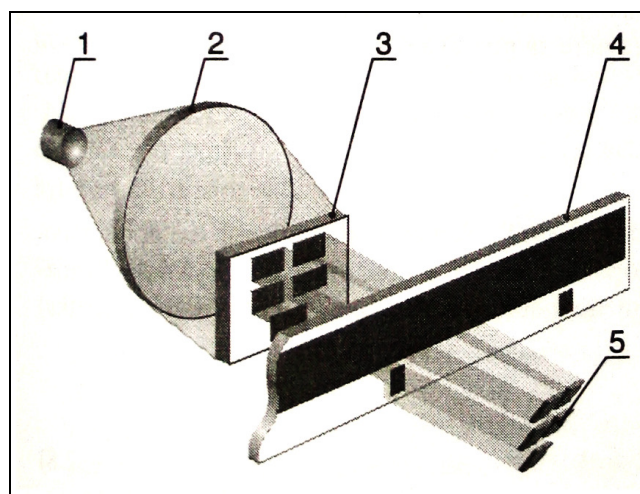
Pozn.

TTL (transistor-transistor-logic; tranzistorově-tranzistorová logika) je standardem používaným pro implementaci digitálních (také logických) integrovaných obvodů, vycházejícím z použití technologie bipolárních křemíkových tranzistorů. Obvody technologie TTL používají napájecí napětí 5 V , z čehož vyplývá pro logickou jedničku napětí přibližně 5 V , pro logickou nulu napětí přibližně 0 V . [2]

Prosvětlovací způsob snímání

V případě prosvětlovacího způsobu snímání fotoelektrických impulzů se používá průsvitné, nejčastěji skleněné pravítko (Obr. 6). Světlo ze zdroje 1 přechází přes kondenzační čočku 2, rýhovanou šablonu 3 a skleněné pravítko 4 na snímací fotodiody 5. [1]

Zmenšováním vzdálenosti mezi vrypy λ se zpřesňuje měření. Pravítko se vyrábí z jednoho kusu v délce 1200 mm. Pro větší měřicí rozsahy se musí skládat z více kusů. Důležitou podmínkou správné činnosti je dodržení konstantní vzdálenosti mezi pravítkem a rýhovanou šablonou. Tato vzdálenost musí být menší jak krok λ . [1]

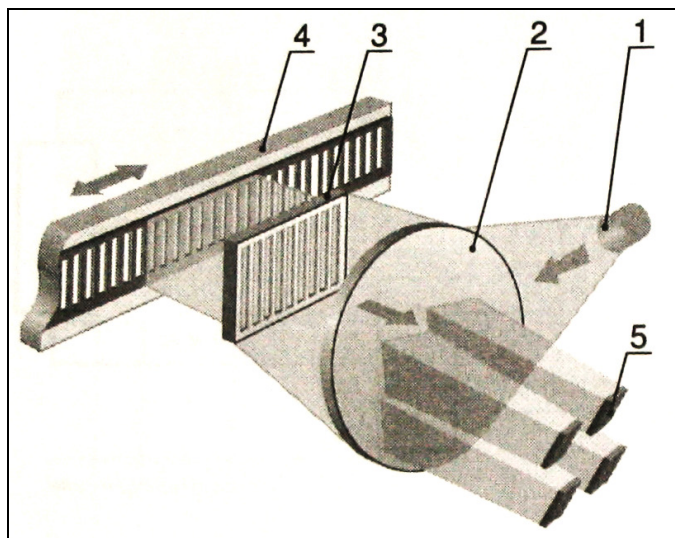


Obr. 6. Prosvětlovací způsob snímání

Odrasový způsob snímání

V tomto případě (Obr. 7) se pravítko vyrábí z opticky vysoko odrazového materiálu, např. z leštěné oceli, v kterém jsou vyleptané rysky. Světlo ze zdroje 1 přechází přes polopropustnou kondenzační čočku 2, rýhovanou šablonu 3, odráží se od pravítka 4 a dopadá na fotodiody 5. [1]

Odrasový způsob snímání má výhody oproti prosvětlovacímu způsobu v tom, že pravítko nemusí být průhledné, proto je méně citlivé na nečistoty. Jeho tepelná roztažnost se natolik neliší od tepelné roztažnosti odměřovacího strojního zařízení a snáze se montuje.

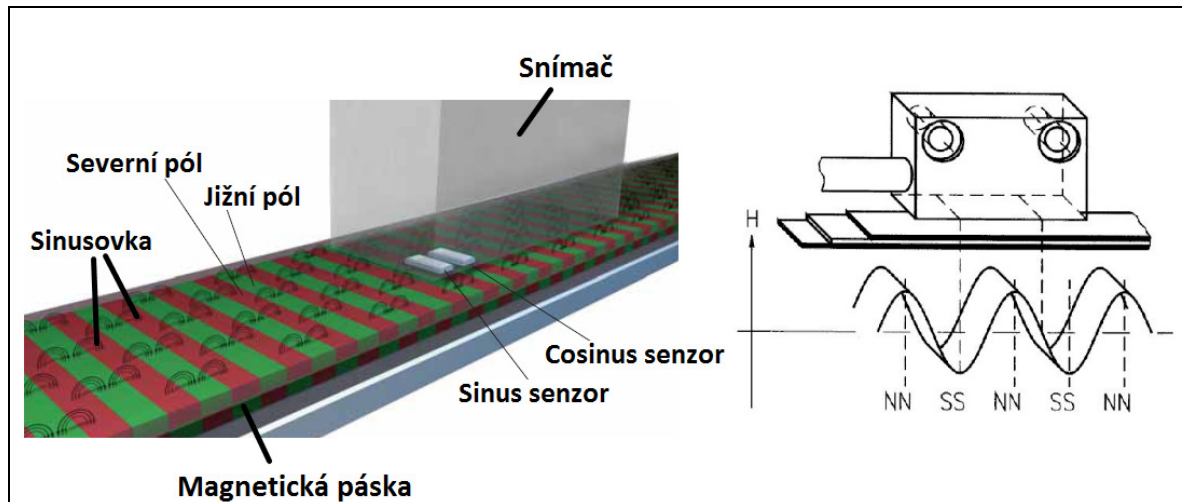


Obr. 7. Odrazový způsob snímání

1.3.1.2 Magnetický snímač polohy

Tyto snímače pracují na podobném principu sčítání impulzů, jako optoelektronické, s tím rozdílem, že impulz není dán optikou, ale pracuje na magnetickém principu.

Snímače používají pružný plastický pás plněný magnetickými částicemi, které jsou magnetizovány střídavě ve tvaru sinusovky s rovnoměrnou periodou magnetickými póly opačné polarity. Podél pásu se v malé vzdálenosti bezdotykově pohybuje magnetický senzor. Magnetický senzor snímá magnetické pole pásu a přenáší analogové signály do vyhodnocovací elektroniky, kde jsou signály tvarovány a jsou z nich vyhodnoceny údaje o směru pohybu a přírůstku dráhy. Pro vyhodnocení polohy je nutno mít referenční polohu, od které se vyhodnocují přírůstky polohy. [3]



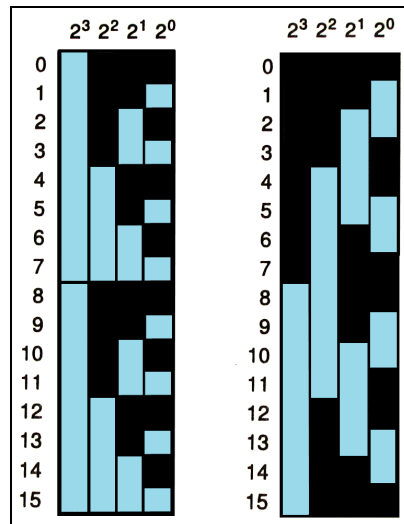
Obr. 8. Princip magnetického snímání

1.3.2 Snímače absolutní polohy

Snímač absolutní polohy dává v každém okamžiku informaci o absolutní poloze vzdálenosti pohyblivé části snímače (jezdce) od pevného vztažného bodu. Pro zjištění absolutní polohy jezdce se používá vícestopé pravítko, rozdělené na tmavé a světlé oblasti. Každý řádek (stopa) pravítka se snímá osobitým snímacím kanálem a představuje jeden řád výsledného čísla, udávající momentální polohu. Příslušné vyhodnocovací zařízení potom zpracovává přicházející impulzy z jednotlivých stop jako jeden celek, na rozdíl od počítání impulzů v případě inkrementálního snímače. [1]

Z konstrukčního hlediska platí obdobné zásady a používají se podobné řešení jako v případě přírůstkových snímačů polohy. Využívá se magnetické anebo optoelektrické snímání tmavých a světlých oblastí pravítka. Optoelektrické snímání se opět může realizovat jako prosvětlovací nebo odrazové. Na rozdělení tmavých a světlých ploch na pravítku se používá různé kódování:

- binární kód
- Grayův kód
- rozšířený Grayův kód [1]



Obr. 9. Binární a Grayův kód

2 VÝROBCI ODMĚŘOVACÍCH SYSTÉMŮ NA TRHU A JEJICH PRODUKTY

Výrobci na našem, ale i světovém trhu se svými produkty příliš neodlišují. Důležitým parametrem je, na jakém principu digitální systémy odměřování pracují a v neposlední řadě také přesnost a kvalita zpracování jednotlivých komponentů. Od toho se samozřejmě odvíjí cena těchto produktů. Níže jsou popsány vybrané firmy a jejich systémy odměřování vhodné pro realizaci digitalizace odměřování os na diskutovanou frézku.

2.1 Jirka a spol., s.r.o

Tato firma dodává na trh výrobky v nižší cenové kategorii srovnatelné kvality i s dražšími produkty konkurenčních firem. Vyrábí a zároveň i distribuuje lineární magnetické snímače polohy v rozlišení 0,5 a 0,25 mikronů a zobrazovací jednotky typu BC-01 a BC-A01. Ostatní nabídka měřicí techniky a CNC strojů je nabízena na českém trhu jako distribuce zahraničních výrobců. Na většinu komunálních měřidel firma dodává certifikát – Záznam o kontrole měřidla. Ve vlastní kalibrační laboratoři firma zaznamenává jak nominální, tak i skutečně naměřené hodnoty konkrétního měřidla. Samotný certifikát však nenahrazuje kalibrační protokol.

2.1.1 Vestavná posuvná měřítka

Vestavná měřidla jsou uzpůsobena jak na vertikální, tak i na horizontální montáž na stroji. Jejich předností je snadné ovládání, kompaktnost a relativní jednoduchost principu odměřování. Mezi funkce patří možnost rychlého nalezení min. a max. hodnoty měření, nulování v libovolné pozici, konverze mezi mm/inch, funkce HOLD zastavení naměřených hodnot a přednastavení hodnot na displeji. [4]

Nevýhodou vůči jiným typům odměřování je umístění displeje přímo na měřicím pravítku a tím spojené obtížnější odečítání měřených hodnot. Tento problém se dá však vyřešit přídatným LCD displejem. Dalším negativem je snadné poškození při obrábění a vliv mazacích medií na funkčnost odměřování. Jirka a spol. dodává různé varianty provedení těchto měřidel. Rozsahy měřidel se pohybují od 0 – 1000 mm.



Obr. 10. Vestavné měřidlo s LCD výstupem

2.1.2 Digitální indikace

Indikace BC-01

Indikace typu BC-01 jsou výrobkem již zmíněné firmy. Obsahují 6-ti místný LED displej a zobrazovací znaménka. Mezi funkce patří inkrementální nebo absolutní odměřování, nastavení směru odměřování, konverze jednotek mm/inch, vynulování, možnost zablokování kteréhokoli tlačítka na indikaci, možnost zvolení referenčního bodu, trvalá paměť po vypnutí, výstup pro ovládání relé aj. Indikace zobrazuje pouze jednu osu.



Obr. 11. Indikace BC-01

Indikace Pearl V3

Indikace Pearl V3 má textové menu v českém jazyce, umožňuje zobrazovat 2 až 4 osy najednou. Je vhodná pro kombinaci s magnetickými nebo optickými snímači. Funkce jsou obdobné jako u typu BC-01. Mezi rozšířené možnosti této indikace můžeme zařadit výpočet středu na přímce, volba průměru nebo poloměru, vrtání děr po kružnici (přímce, rámečku, kosé přímce, atd.), nastavení kompenzace nástroje (až 10 nástrojů), 100 programových kroků (referenční, nulové body), lineární korekce snímače, releové výstupy, výstup pro komunikaci s PC (port RS232) a další. Řada digitálních indikací IAP pearl je výsledkem intenzivního výzkumu a vývoje společnosti Innovative Automation Products. Firma Jirka a spol. je pouze dodavatelem této indikace.



Obr. 12. Indikace Pearl V3

Indikace SDS6-3V

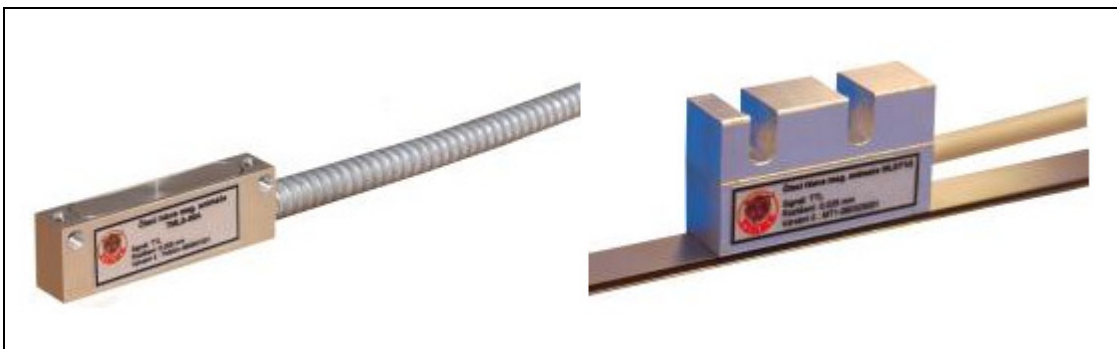
Indikace SDS6-3V je srovnatelná svými parametry jako typ Pearl V3, nemá však releové výstupy.



Obr. 13. Indikace SDS6-3V

2.1.3 Magnetické snímače

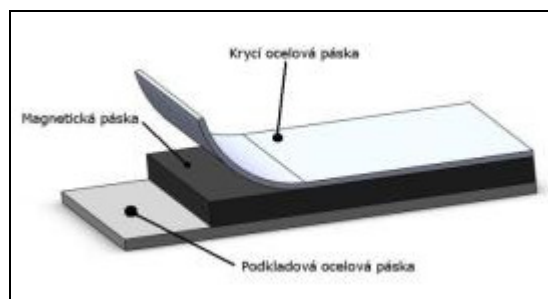
Magnetické lineární snímače řady TMLS25 a TMLS05A mají rozlišení 25 mikronů, respektive 5 mikronů. Tyto snímače umožňují využití vzduchové mezery mezi magnetickou páskou a snímačem 1mm (2,5mm u TMLS05A). Výhodou snímačů je jejich odolnost vůči mechanickému poškození, mají velmi malé rozměry a umožňují měřit velké rozsahy. Snímače se používají společně s magnetickými páskami řady MT-25 respektive MT-05. Přesnost snímání je $\pm 0,04\text{mm/m}$. [4]



Obr. 14. Magnetické snímače

2.1.4 Magnetické pásky

Magnetická páska řady MT představuje základní řešení odměřování pozice snímače. Dodávka pásky se skládá ze samolepící magnetické pásky (šířka 10 mm, tloušťka 1,4 mm, max. délka 25 m) a dále krycí, samolepící ocelové pásky (šířka 10 mm, tloušťka 0,2 mm). Výhodou je snadná instalace, nevýhodou pak neexistující ochrana proti emulzím, které mohou způsobit odlepení pásky. Toto se dá odstranit vhodnou krycí lištou. [4]



Obr. 15. Složení magnetické pásky

2.1.5 Optické snímače

Tyto snímače jsou charakterizovány maximální přesností a dvojitou gumovou manžetou zabraňující vniknutí vody a nečistot do snímače. Jsou určeny zejména pro instalaci na bruskách (právě z důvodu svého lepšího krytí) a dále pro přístroje a strojní zařízení vyžadující vysokou přesnost měření. Snímače jsou dodávány v rozlišení 0,5 μm , 1 μm a 5 μm . Firma dodává i miniaturní lineární snímače (20 x 18 mm) pro instalaci ve stísněných podmínkách (např. příčné posuvy soustruhů). [4]



Obr. 16. Optické snímače

2.2 LIMAT v.o.s.

Firma Limat působí na trhu od roku 1995. Byla založena na základě dlouholetých zkušeností s vývojem odměřovacích a automatizačních zařízení pro československý průmysl obráběcích strojů. Všechny funkční principy snímačů a technologie jejich výroby jsou výsledkem původního vývoje. Základní charakter výrobků firmy Limat je robustní konstrukce a nejvyšší stupeň ochrany proti vlivům prostředí. Díky originální konstrukci je možné docílovat u výrobků výborný poměr výkonů a ceny. [5]

Dodávané snímače jsou absolutně prachotěsné. Prach, kovové třísky a nečistota nemají na funkci snímače žádný vliv. Fungují bezchybně i ponořeny do vody, mohou pracovat i v proudu řezné kapaliny. Případné čištění stroje stlačeným vzduchem nezpůsobí poruchu odměřování. Tyto snímače jsou vyrobeny z nemagnetické nerezí a umožňují jednoduchou a bezproblémovou montáž. Fa Limat dodává snímače v provedení s rozlišením 1 μm a 5 μm , tyto nabízejí robustnost a odolnost, která je pro optické snímače nedosažitelná. [5]

2.2.1 Lineární snímače SPIRO

Lineární snímače SPIRO, jsou z funkčního hlediska induktivní lineární resolvery. Hlavními částmi snímače jsou měřítko ve formě válcové tyče, po které se posouvá snímací hlavice - jezdec. Měřítka obsahuje velmi přesnou spirálu z feromagnetického materiálu v trubce z nemagnetické nerezové oceli. Jezdec obsahuje systém budicího a dvou snímacích vinutí a zesilovače. Je-li budicí vinutí napájeno střídavým proudem, indukují se ve snímacích vinutích střídavá napětí, jejichž amplituda se mění podle sinusové, resp. kosinusové funkce, v závislosti na poloze jezdece vůči stoupání (2 mm) budicího vinutí. Buzení měřítka i digitalizaci výstupních signálů obstarává digitalizační elektronika, která tvoří se snímačem funkční celek. Digitalizační elektronika je obsažena v indikacích polohy AXICA, nebo MAXI.

Při návrhu snímače byl kladen zvláštní důraz na robustnost a odolnost proti vlivu prostředí. Jezdec je zcela vodotěsný a je vybaven pryžovými stěrači, které chrání pracovní mezeru proti vniknutí kapaliny a nečistot. Povrch měřítka je z nerezové oceli a těleso jezdece z duralu. Tato opatření umožňují bezchybnou funkci i ve vlhkém a prašném prostředí. Snímače umožňují snadnou dodatečnou montáž na stroje, které původně odměřováním nebyly vybaveny. [5]

Snímače řady SPIRO, jsou schopny měřit v délkách 0 až 2m, rozlišení je už od 1 μ m, přesnost snímání je $\pm 0,01$ mm/m.



Obr. 17. Lineární snímač SPIRO

2.2.2 Digitální indikace

Indikace AXICA M

Univerzální indikace AXICA M, slouží k zobrazování vzdálenosti, měřené snímači SPIRO. Tato indikace je vybavena všemi funkcemi, které jsou účelné při použití na obráběcích strojích. Pro spolupráci se snímači SPIRO, je vybavena převodníkem, který obsahuje všechny obvody, nutné pro buzení a digitalizaci snímačů. Indikace je standardně vybavena výstupem polohových impulzů proudovými budiči s úrovní TTL. Indikaci lze pomocí vnitřního jumperu přepojit tak, že indikace přijímá kvadrurní signály TTL, takže může zobrazovat polohu měřenou jakýmkoli inkrementálním snímačem. Indikace je zabudována v duralové skřínce. Klávesnice je foliová s pěti ovládacími tlačítky. Indikace je vybavena trvalou pamětí dat po vypnutí a všechny parametry lze nastavit z klávesnice v režimu SETUP. Indikace disponuje lineární korekcí. V soustavě INC má indikace paměť 16 posunutí nuly. Indikace je vybavena možností vložit dvě nezávislé limity, tj. dvě hodnoty, při kterých dojde k sepnutí jednoho ze dvou optočlenů, vyvedených na konektor POWER. Limity lze přiřadit ABS i INC soustavě. Tyto limity lze využít jako dvě volně programovatelné narážky. Indikaci lze použít jako volně stojící přístroj, nebo pro zabudování do panelu. [5]



Obr. 18. Indikace AXICA M

Digitální indikace MAXI 3

MAXI 3 je komfortně vybavená indikace, určená pro použití u všech typů obráběcích strojů. Je určena pro připojení snímačů SPIRO. Její funkční vybavení je velmi komplexní a obsahuje všechny funkce, které jsou pro použití u obráběcích strojů ještě účelné. Její kon-

cepcce je však zvolena tak, aby základní použití nebylo přítomností složitějších funkcí komplikováno a její obsluha byla jednoduchá a intuitivní s textovou nápovědou na alfanumerických displejích. Indikace disponuje dvěma nezávislými spínači (limitami) pro každou osu, které lze využít jako programovatelné koncové spínače, možnost využití dotykové sondy a připojením k PC pomocí rozhraní RS232. Indikace disponuje pamětí až 99 souřadnic bodu, pamětí až 99 konstant, výpočty bodů na roztečné kružnici, kruhovém úseku, přímce, výpočtem polárních souřadnic, podporou při výrobě táhlých kuželů u soustruhu, konverzí mm/inch, STAND-BY režimem, k dispozici je program pro zálohování všech dat do PC. Lze volit sestavy funkcí pro soustruhy a frézovací stroje. Indikace umožňuje v každé souřadnici korekci lineární i nelineární. Mezi dvěma úseky je přítom korekční hodnota lineárně interpolována. Přidáním dekodéru a reléové jednotky je možno pomocí této indikace realizovat automatické najíždění na souřadnice (99 bodů v prostoru). [5]



Obr. 19. Indikace MAXI 3

2.3 ESSA s.r.o.

Firma ESSA byla založena v roce 1990. Cílem firmy ESSA je pomoci řešit svým zákazníkům problémy spojené s modernizací strojového parku, vybavením kontrolních pracovišť, řešením konkrétních aplikací pro jednoúčelové stroje a obecně všude tam, kde je třeba měřit délku, úhel natočení či otáčky. Pracovníci firmy ESSA mají více než 20 let zkušeností s vývojem a výrobou rotačních a lineárních snímačů. Rotační a lineární snímače pracují na optoelektronickém transparentním nebo reflexním principu. Technologie výroby snímačů je výsledkem původního vývoje firmy OPTEN. [6]

2.3.1 Lineární snímače

Snímač řady SL 1xx

SL 1xx je optoelektronický inkrementální snímač, určený pro přesné odměřování ve velkém rozsahu odměřovacích délek od 50 mm do 1440 mm. SL 1xx převádí informace o lineárních změnách polohy na elektrické pulsy. Počet těchto pulsů odpovídá změně polohy, jejich frekvence rychlosti pohybu. Snímač je složen ze dvou částí, které se vůči sobě lineárně pohybují. Jednou částí je Al profil s průřezem 30 x 19 mm uvnitř se skleněným pravítkem, druhou částí je snímací hlava s osvětlovacím systémem s diodou LED, vyhodnocovací elektronikou a kabelem. Vnitřní části snímače jsou zakryté pružnými chlopněmi. Transparentní systém odměřování využívá skleněné pravítko s ryskami (25 nebo 50 rysek / 1 mm) a volitelnými referenčními značkami po 50 mm, nebo s referenčními značkami kódovanými. Kódované referenční značky jsou pouze na skleněném pravítku s 25 ryskami / 1 mm vždy tak, že sudé referenční značky jsou v kroku 20 mm a liché referenční značky v kroku 20,04 mm. S ohledem na menší průřez Al profilu se doporučuje standardně využívat tyto snímače do odměřovacích délek 1 440 mm. [6]



Obr. 20. Snímač řady SL 1xx

Snímač ILCR

ILCR je optoelektronický inkrementální snímač, určený pro přesné odměřování ve velkém rozsahu odměřovacích délek od 50 mm do 1840 mm. Pracuje podobně jako SL1xx. Je složen ze dvou částí, které se vůči sobě lineárně pohybují. Jednou částí je Al profil s průřezem 55 x 32 mm, uvnitř je přesný převodový mechanismus, který převádí lineární pohyb snímací hlavy na pohyb rotační, ten je snímán inkrementálním rotačním snímačem, druhou částí je pohyblivá snímací hlava. Vnitřní části snímače jsou zakryté pružnými chlopněmi.

Transparentní systém odměřování rotačním snímačem využívá skleněný kotouč s ryskami (100, 1000 a 2500 rysek/ 1 ot.). Požadovaná odměřovací jednotka není s ohledem na přepočítání lineárního pohybu na rotační nikdy celé číslo, proto je podmínkou připojení ILCR k vyhodnocovacímu zařízení např. číslicová indikace s volitelnou délkovou přepočtovou konstantou. Snímač ILCR je vhodný pro zařízení s velkým vibračním namáháním. [6]



Obr. 21. Snímač ILCR

2.3.2 Digitální indikace

Indikace ADP - 1

ADP 1 je elektronický přístroj určený pro zpracování dat z inkrementálních snímačů a jejich zobrazování na číslicovém displeji LED. Inkrementální snímače mohou být buď s pravidelnými anebo kódovanými referenčními značkami. Tuto indikaci firma vyrábí a dodává v provedení stolním nebo pro zástavbu do panelu. V obou případech se jedná o kompaktní, krytý přístroj. Na předním panelu je umístěn číslicový displej s osmi sedmissegmentovými diodami LED a ovládací klávesnice se šesti tlačítky. Zadní panel je osazen konektory pro připojení inkrementálních snímačů a sériového kanálu RS232. Mezi pevně definované a volitelné funkce patří počáteční nastavení, nastavení referenční značky, změna směru čítání, vypínání s pamětí polohy, přepínání mezi absolutním a přírůstkovým zobrazování, nulování, předvolba hodnot, přepínání poloměr/průměr, půlení intervalu, přepínání inch /mm, vysílání dat na RS232, připojení dotykové sondy aj. Indikace ADP1 snímá pouze jednu osu. [6]



Obr. 22. Indikace ADP-1

Indikace řady ADL

ADL je obdobná indikace jako typ ADP 1, ale umožňuje zpracování a zobrazování tří souřadnic s inkrementálními snímači. Řada ADL má oproti ADP komunikační dvouřádkový, prosvětlený displej LCD s 32 znaky, LED zobrazení tří souřadnic a ovládací klávesnici s 20 tlačítky. Má taky rozšířené funkce typu výpočet bodů na roztečné kružnici, výpočet parametrů kružnice, výpočet parametrů dvou přímek, lineární korekce, nelineární korekce, aj.



Obr. 23. Indikace řady ADL

2.4 Vzájemná komparace dodávaných produktu od jednotlivých firem

Každá z uvedených firem nabízí podobné, i když odlišné produkty vhodné pro uvedenou realizaci odměřování. Jedním z faktorů ovlivňující výběr, je principiální funkce, odolnost vůči mechanickým nečistotám, rozšířené funkce indikace a v neposlední řadě taky cena. Firma Jirka má ve své výrobní a distribuční nabídce výše popsaná vestavná posuvná

měřítka vhodná pro řešení 3osého odměřování. Nevýhodou je obtížnější odečítání z displeje, vycházející z umístění na konkrétním stroji. Byla by možnost tyto tři displeje – 3 osy zobrazit na jeden centrální, to by však znamenalo zdražení celého kompletu odměřování pro 3 osy. Dalším negativem je vyšší náchylnost k nečistotám. Cenová kalkulace tohoto řešení bez centrálního LCD displeje je cca 12000,-. Výhodou je relativně příznivá cena. Po zhodnocení výhod a nevýhod je ale tento druh odměřování pro realizaci na frézce méně vhodný.

Dalším řešením systému odměřování na tuto frézku je použití určitého druhu lineárních snímačů s jednotlivými nebo centrální indikací. Těmito produkty 3 zmíněné firmy disponují a liší se hlavně v principu systému snímání a jejich navazující celkovou cenou.

Firma Jirka a spol. dodává na trh různé typy indikací od zahraniční firmy Innovative Automation Products a vlastní výrobky typu BC-01, spolu s magnetickými nebo optickými snímači. Magnetické snímače jsou odolné vůči mazacím mediím a nečistotám, optické jsou přesnější avšak méně odolné vůči nečistotám. Vlastní rozdělení již bylo výše popsáno. Cenová kalkulace magnetických snímačů spolu s centrální indikací se pohybuje kolem 18000,-

Firma Limat má trochu odlišný systém snímání, založený na indukčnostním principu. Tyto snímače, ve srovnání s ostatními produkty dvou zbývajících firem, jsou svou konstrukcí nejodolnější vůči mechanickým vlivům a nečistotám. Mohou pracovat i pod vodou. Firma dává na odměřovací tyče záruku 10 let. Digitální indikace je principiálně shodná s produkty firmy Jirka. Cenová kalkulace je cca 28000,-.

Firma Essa používá výhradně optické snímače spolu s digitálními indikacemi. Výhodou je velká přesnost, nevýhodou pak náchylnost na nečistoty a vyšší cena. Cenová kalkulace se pohybuje kolem 50000,-.

Uvedené ceny mi byly poskytnuty oslovením již zmíněných firem a vztahují se k datu 10.11.2009.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 NÁVRH DIGITALIZACE JEDNOTLIVÝCH OS A ZPŮSOB PŘENOSU DAT

Při vlastním návrhu odměřování je brán zřetel na co možná nejvíce jednoduchou instalaci, vhodnost umístění odměřovacího systému na stroji s ergonomického hlediska, maximální využití rozsahu posuvů frézky a zabezpečení vhodného krytí vůči chladicím mediím.

3.1 Základní informace, popis frézky FA3

Frézka TOS FA3 je koncipována jako konzolová univerzální s otočným stolem. Je vhodná pro opracování středních a menších dílců do hmotnosti 250 kg. Pohon stroje je zabezpečen dvěma elektromotory. Pohon vřetena má samostatný motor s přímým ozubeným soukolím bez řemenů. Pohon posuvů má rovněž samostatný motor s převodoozubeným soukolím bez řemenů. Vlastním motorem je poháněno čerpadlo mazání a chlazení. Základna stroje je vytvořena jako nádrž chladicí kapaliny. Řazení otáček rychlostní skříně je provedeno dvěma pákami, posuvové skříně jednou pákou. Pracovní posuv má vlastní páku a lze jej zapnout jen při chodu vřetena, rychloposuv lze zapnout i za klidu vřetena toutéž pákou. Mimo běžné frézování je možné na stroji za pomoci zvláštního příslušenství frézovat kruhové části, provádět dělicí práce za použití dělicího přístroje nebo otočného stolu. Pro menší provozy lze využít obrážecí hlavu, která nahrazuje obrážecí stroj. [7]

tab. 1. Technická data stroje

Technická data stroje:	
Maximální přípustné zatížení stolu	250 kg
Rozměry stolu - šířka	300 mm
- délka	1250 mm
Podélný pohyb stolu	800 mm
Příčný pohyb stolu	225 mm
Svislý pohyb stolu	350 mm
Natočení stolu oboustranně o úhel	45°
Rozsah otáček vřetena	45-2000 ot/min
Rozsah posuvů - podélný, příčný	14-900 mm/min
- svislý	4-250 mm/min
Rychloposuv - podélný, příčný	2800 mm/min
- svislý	800 mm/min
Kužel ve vřetenu	strmý 40
Hmotnost stroje	1850kg



Obr. 24. Frézka TOS FA3

3.2 Výběr digitálního systému odměřování

Jak bylo popsáno výše, na trhu je nepřehledné množství a různé typy měřících systémů vhodných pro realizaci odměřování na frézce. Po zhodnocení veškerých aspektů dodávaných výrobků zmíněných firem, byl vybrán jako nejvhodnější systém odměřování od firmy Jirka a spol. Jeho výhody spočívají především v příznivé ceně, ale i slušné kvalitě zpracování jednotlivých komponentů a vlastního systému - principu odměřování. Tato firma byla vybrána i z důvodu rozsáhlých možností využití funkcí digitální indikace Pearl V3, která obsahuje i releové výstupy. Tento systém je firmou dodáván jako kompaktní, obsahující digitální indikaci Pearl V3, magnetické snímače, magnetickou pásku a ochranný hliníkový profil (viz Obr. 25). Součástí indikace je i držák, který umožňuje připevnění na stroj.

Ochranný hliníkový profil je přizpůsobený tvaru magnetické pásky. Délkové rozměry se přizpůsobí dle konkrétního stroje. Magnetický snímač je dodáván i s kabelem, jeho délka se opět přizpůsobí dle konkrétního stroje. Vlastní osazení systému odměřování na konkrétní stroj je individuální, viz níže.



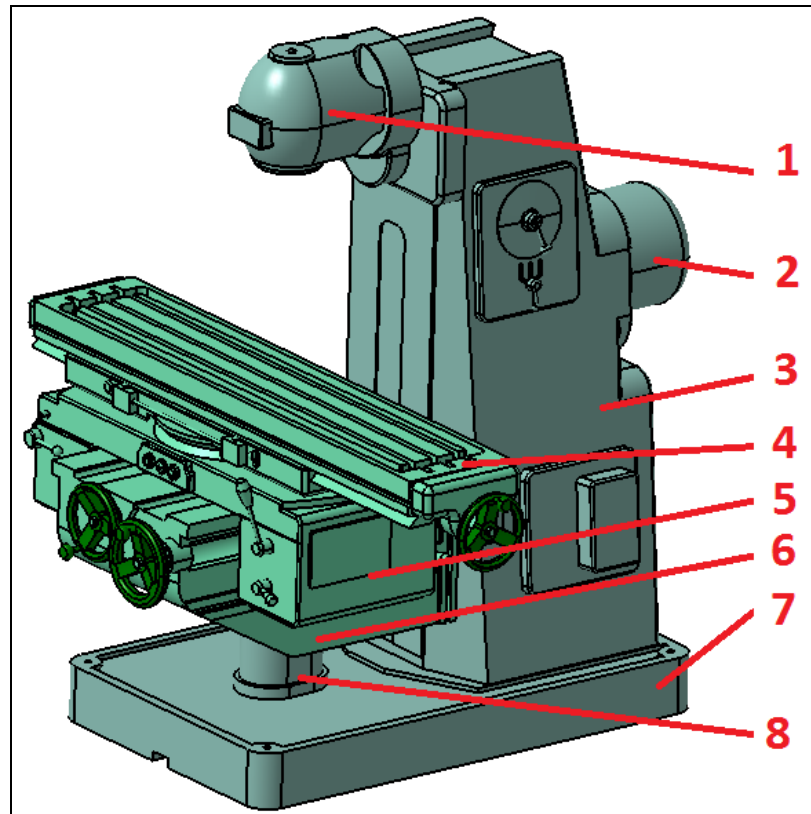
Obr. 25. Indikace Pearl V3, magnetický snímač, magnetická páska a ochranný hliníkový profil

3.3 Umístění zobrazovacího zařízení a poloha snímačů

3.3.1 Vhodnost umístění zobrazovacího zařízení s pohledu ergonomie

Ergonomie je důležitou otázkou v osazení digitální indikace. Obsluha stroje musí na displej vidět co možná s nejvíce úhlů a také ovládání této indikace musí být pohodlné. Pro určení vhodné polohy bylo použito software Catia V5R18, modul Ergonomics Design and Analysis. Pro snazší práci v tomto softwaru byl nakreslen model celé frézky. Měřítka byla za-

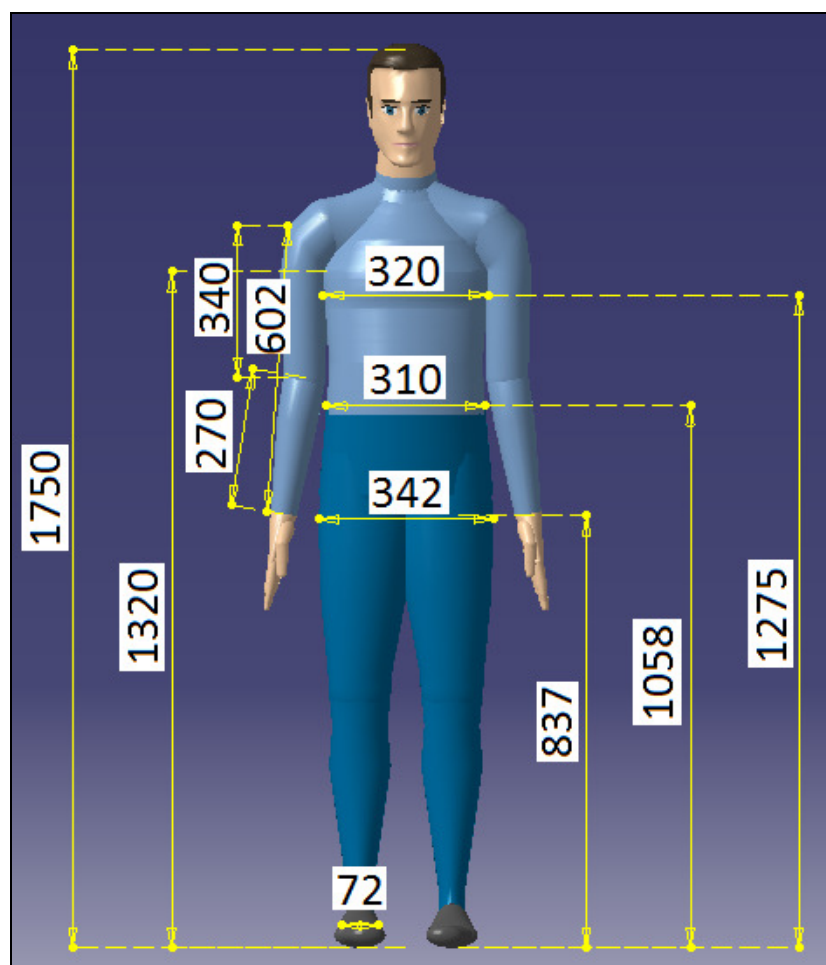
chováno jen v důležitých částech, jako je hlavní rozměr frézky, rozměr a výška pracovního stolu, poloha frézovací hlavy atd. Ostatní detaily jsou jen přibližných rozměrů.



Obr. 26. Model frézky FA3 – základní popis:

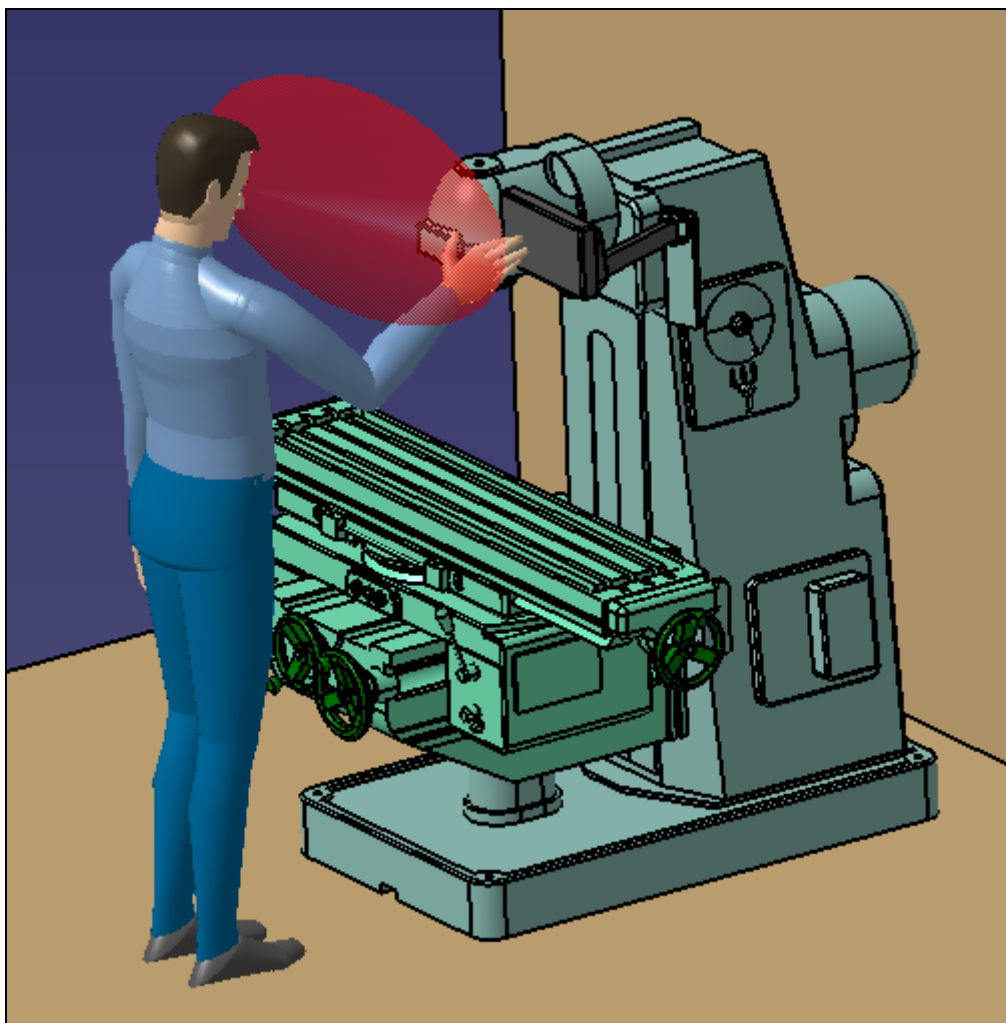
1 – frézovací hlava, 2 – hlavní motor, 3 – stojan, 4 – podélný stůl, 5 – příčný stůl, 6 – konzola, 7 – základová deska, 8 – svislý šroub

Použitá figurína člověka v softwaru má průměrné rozměry. Výška je 175cm, váha 80kg, ostatní rozměry viz Obr. 26.

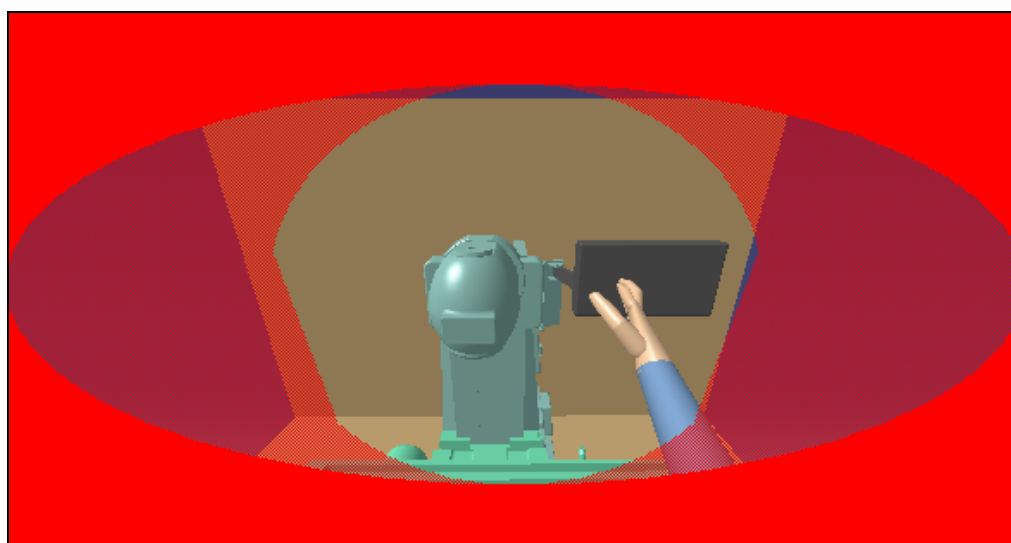


Obr. 27. Rozměry figuríny v mm

Z výsledků (Obr. 28, Obr. 29) vyplývá, že nejvhodnější umístění indikace z pohledu viditelnosti je na pravou případně na levou stranu od frézovací hlavy. Pro praváka je to výhodnější napravo.

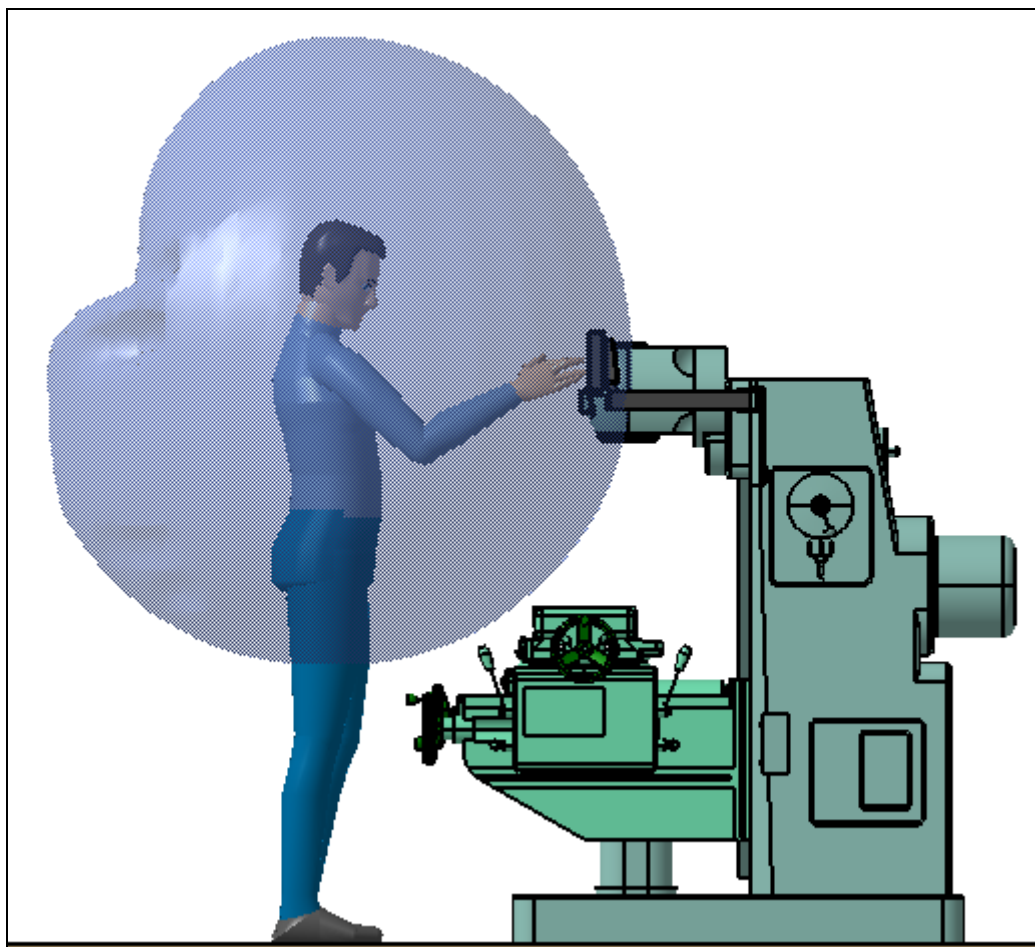


Obr. 28. Umístění indikace



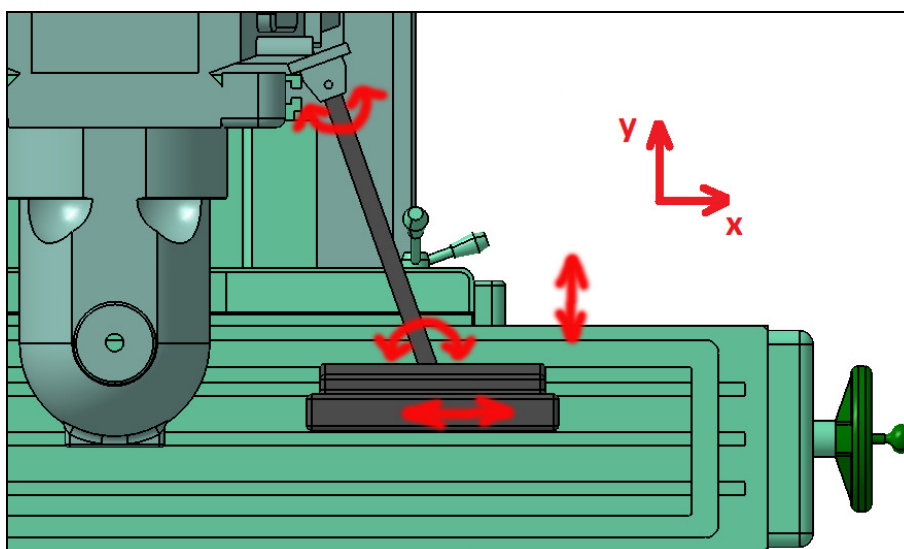
Obr. 29. Pohled očima figuríny - obsluhy

Obr. 30 znázorňuje dosažitelnou vzdálenost pravé ruky figuríny. Je zřejmé, že ovládání indikace je snadno dostupné.



Obr. 30. Dosažitelná vzdálenost pravé ruky

Výška indikace od podlahy je 135cm. Bude připevněna pomocí dvou čepů, které umožňují natočení kolem osy Z a tím i posunutí ve směru X, respektive Y.

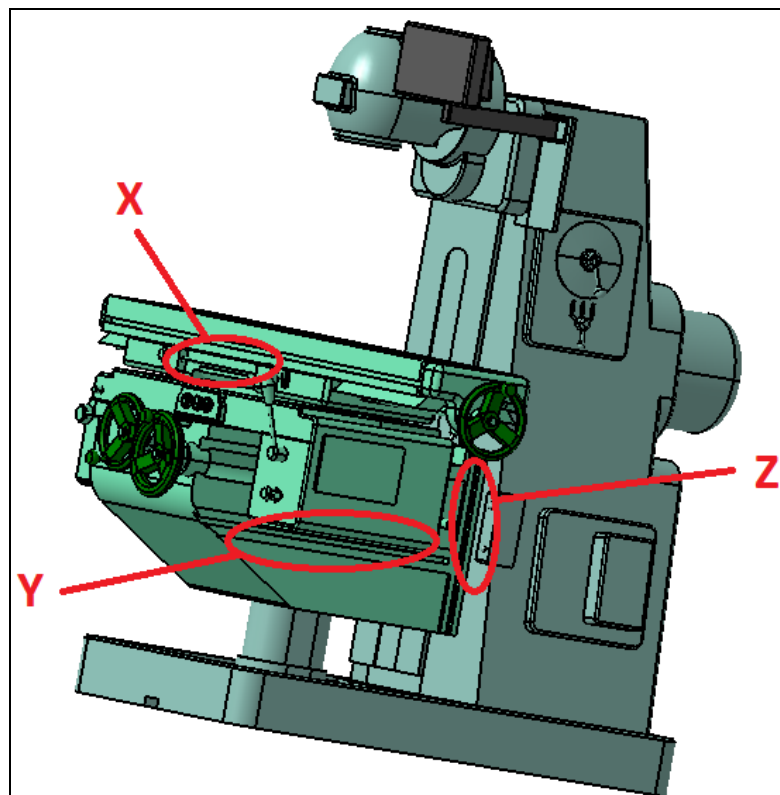


Obr. 31. Pohyby indikace

3.3.2 Návrh umístění snímačů v jednotlivých osách

Magnetické snímače budou umístěny s ohledem na jejich bezporuchovost, odolnost vůči chladicímu mediu a v neposlední řadě aby neomezovaly prostor pro upínání a manipulaci s obrobkem. Každá snímaná osa se sestává z magnetického snímače, magnetické pásky a ochranného hliníkového profilu. V ose X bude magnetická páska umístěna na podélném stole v hliníkovém profilu a snímač na části příčného stolu. Kabel povede pod podélným stolem k indikaci. Snímání osy Y budou zabezpečovat snímač umístěný ze spodní strany příčného stolu a magnetická páska umístěná ze strany na konzole. Kabel povede směrem nahoru k indikaci. Osu Z bude měřit snímač umístěný na stojanu frézky a magnetická páska přišroubovaná na konzolu. Kabel povede opět směrem nahoru k indikaci. Všechny kabely budou vhodnou úpravou zajištěny proti pohybu a případnému vniknutí do obráběcího či manipulačního prostoru frézky.

Poloha všech tří snímačů a magnetických pásek na stroji je vlastní návrh autora se zřetelem na výše zmíněné vlastnosti snímačů a kritéria umístění. Konkrétní umístění bude popsáno v praktické realizaci.

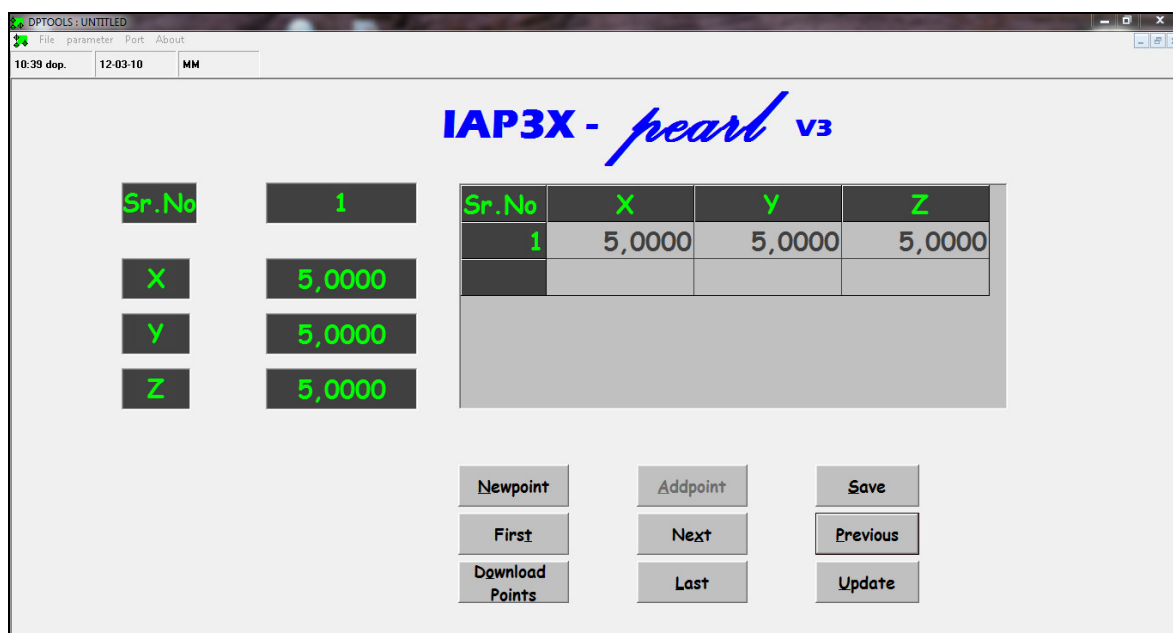


Obr. 32. Návrh umístění snímačů jednotlivých os

3.4 Způsob přenosu dat

Data z jednotlivých snímačů jsou přenášena pomocí 8žilového kabelu do indikace (řídící jednotky) i nazpět. Řídící jednotka vyhodnocuje získaný signál a převádí jej na konkrétní číselnou hodnotu na displej. Tento kabel je stíněný kvůli interferenci s různými elektrickými okruhy na frézce.

Indikace obsahuje výstup RS232 pro vzájemnou komunikaci s počítačem. Firma Jirka a spol. dodává k systému odměřování taky software DPTOOLS - určený k rychlému a snadnějšímu nastavení a vyhodnocení hodnot.



Obr. 33. Software DPTOOLS

4 PRAKTICKÁ REALIZACE

Všechny práce byly zhotoveny vlastním přičiněním za pomoci běžně dostupného nářadí a materiálů v hobby dílně.

4.1 Instalace indikace odměřování

Indikace je dodávána spolu s otočným držákem. Tento držák je namontován na pomocnou desku, která je přišroubována na frézku. Pomocná deska (rozměry viz P1) obsahuje několik otvorů pro přišroubování k frézce, umístění držáku indikace a pomocné díry.

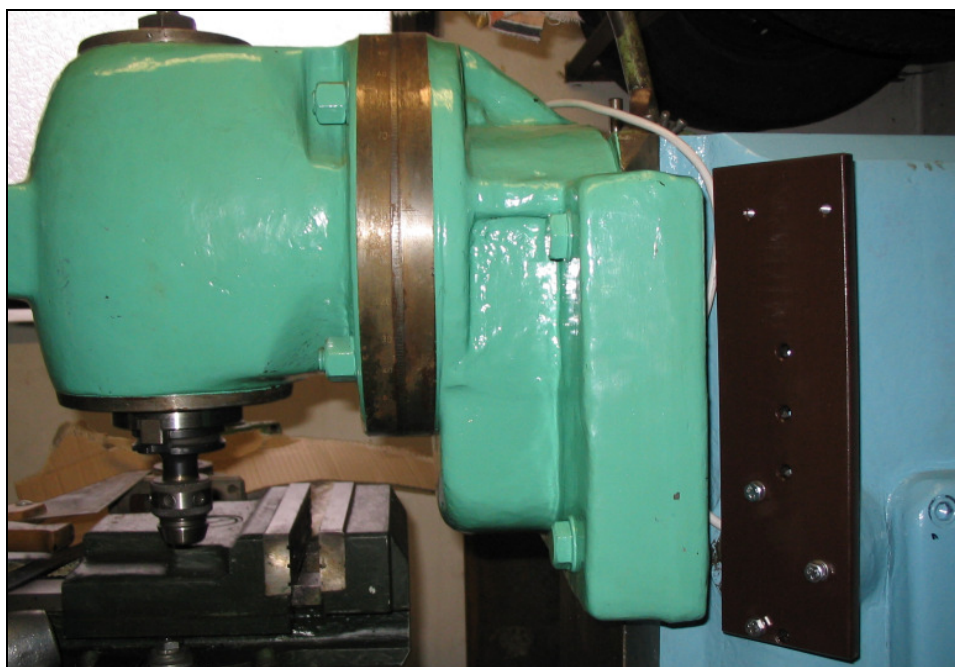


Obr. 34. Pomocná deska

Pro připevnění pomocné desky na frézku bylo využito otvoru (výstupku) pro Ampérmetr, který se dodával ke stroji v továrním provedení (Obr. 35). Pomocná deska je tedy přišroubována pomocí tří šroubů M6 x 25 (ČSN 021103) ve vertikální poloze (Obr. 36). Pro tyto šrouby byly zhotoveny díry se závitem v již zmíněném otvoru pro ampérmetr. Konkrétní rozměry korespondují s otvory na výkrese pomocné desky (P1), hloubka děr na stroji je cca 20 mm.



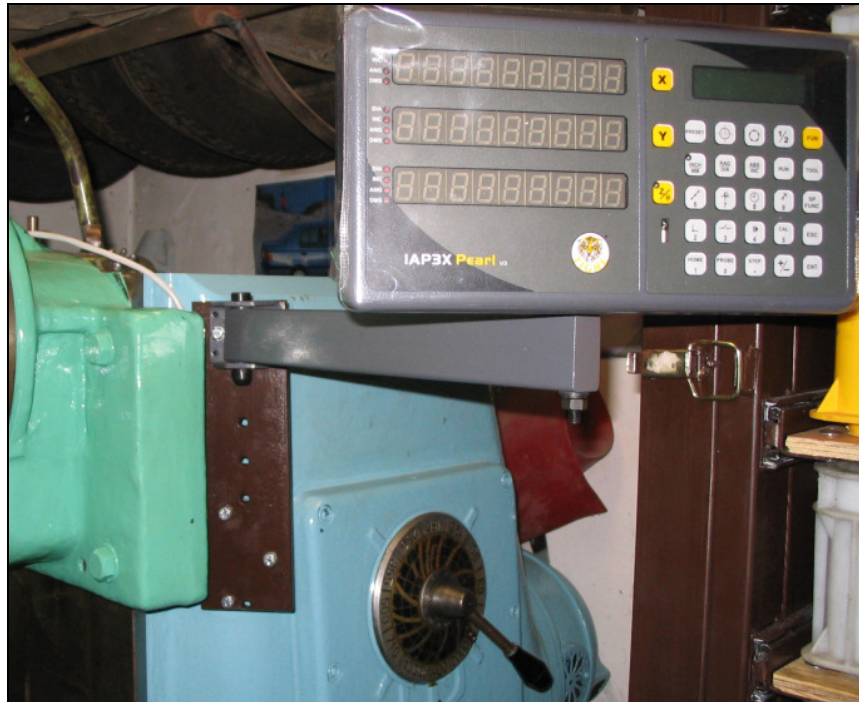
Obr. 35. Otvor pro ampérmetr - díry se závitem M6



Obr. 36. Pomocná deska pro připevnění držáku indikace

Na pomocnou desku je přišroubovaný držák indikace pomocí dvou šroubů M5 x 25 mm (ČSN 021103), pro šrouby jsou opět v pomocné desce zhotoveny otvory se závitem. Ostat-

ní otvory v desce jsou pro případné zajištění kabelů pomocí stahovacích pásků. Povrchová úprava pomocné desky je hnědý nátěr. Jak bylo výše zmíněno, indikace se může pohybovat kolem dvou čepů - šroubů v ose Z. Tím je dosaženo různé polohy v ose X, Y v závislosti na vyhovující poloze indikace pro obsluhu stroje.



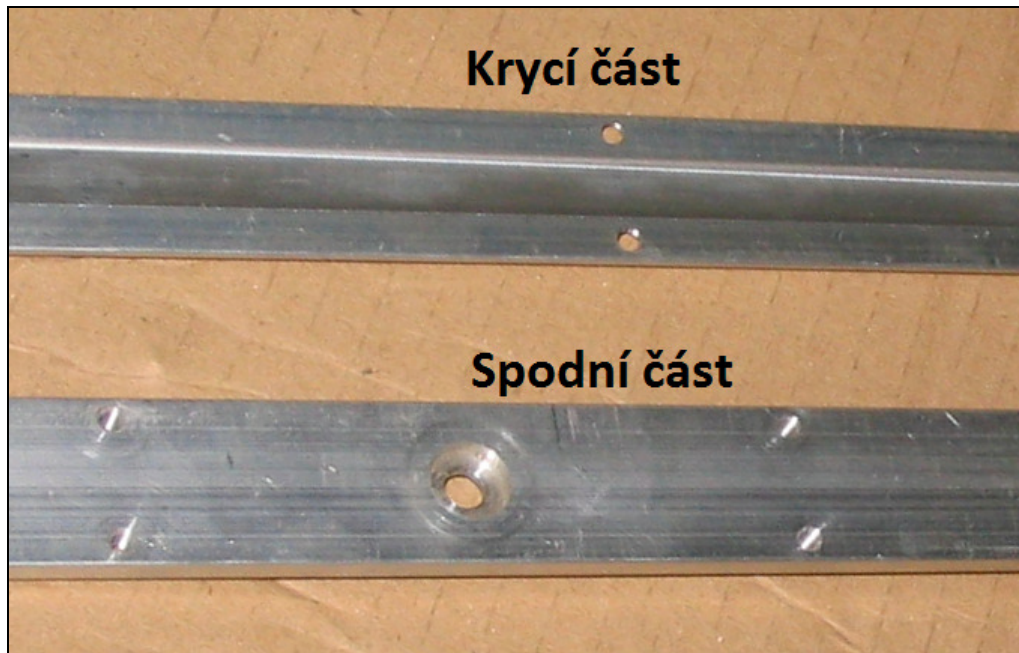
Obr. 37. Upevnění indikace na frézce.

4.2 Odměrování osy X

Jak již bylo řečeno, každé odměrování jednotlivých os se sestává ze snímače, magnetické pásky a ochranného hliníkového profilu. Je nutné zajistit vhodným umístěním na stroji vzájemnou pohyblivost mezi snímačem a magnetickou páskou a tím realizovat vlastní odměrování.

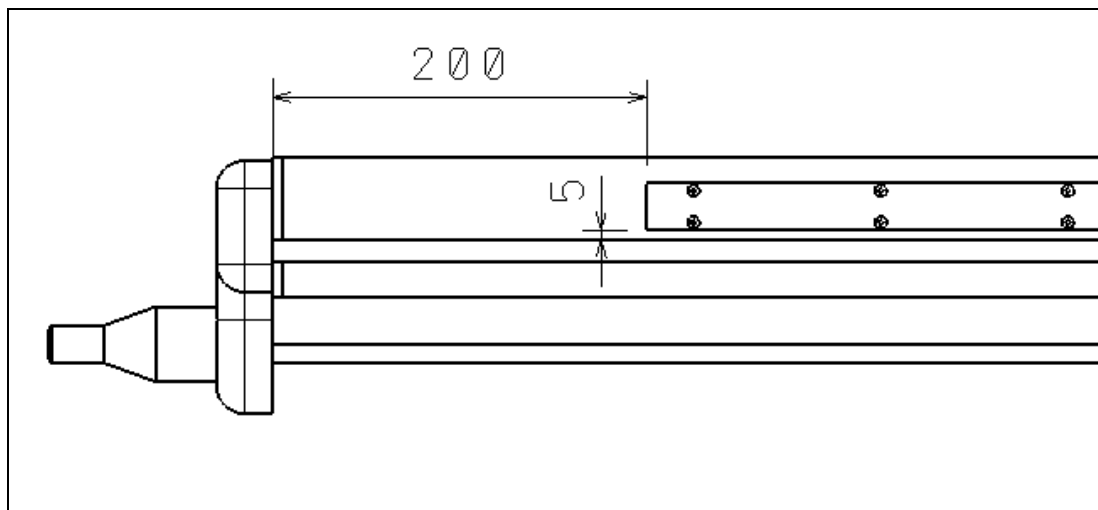
4.2.1 Instalace ochranného profilu a magnetické pásky osy X

Pro osu X je zapotřebí snímat dráhu o vzdálenosti 800 mm. Ochranný hliníkový profil, skládající se ze dvou částí - spodní a krycí (Obr. 38), byl upraven na délku 850 mm a vyvrtány díry pro připevnění na stroj a sešroubování obou částí. Konkrétní rozměry a rozteče děr pro připevnění jsou na výkrese viz P2 a P3.



Obr. 38. Ochranný hliníkový profil magnetické pásky

Spodní část hliníkového profilu se přišroubuje rovnoběžně s drážkou na boku podélného stolu dle rozměrů Obr. 39. Pro přišroubování je na stole zhotoveno 8 děr se závitem M6, které korespondují s roztečemi děr spodního ochranného profilu, hloubka těchto děr je cca 20 mm. Je použito šroubů s válcovou hlavou M6 x 15 mm (ČSN 021131).

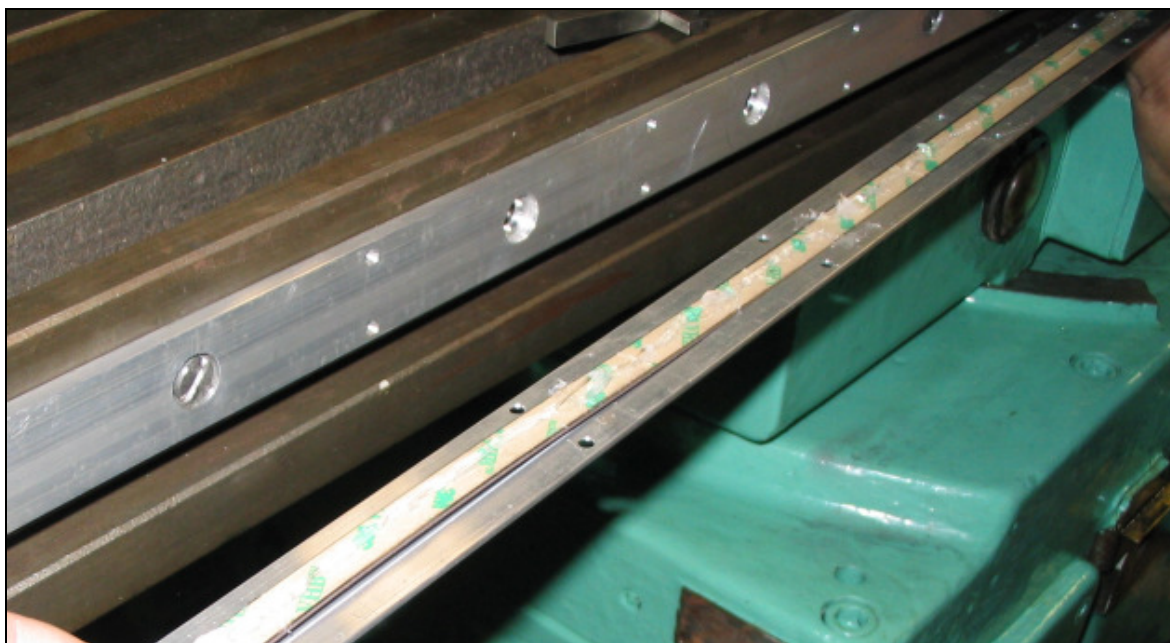


Obr. 39. Umístění magnetické pásky – ochranného profilu

Do krycí části se vloží magnetická páska, která se z jedné strany (pozor na orientaci) tmelem zajistí proti posunutí (Obr. 40). Takto připravená krycí část se přišroubuje na předem upevněnou spodní část hliníkového profilu (Obr. 41, Obr. 42).



Obr. 40. Zajištění magnetické pásky proti posuvu v hliníkovém profilu



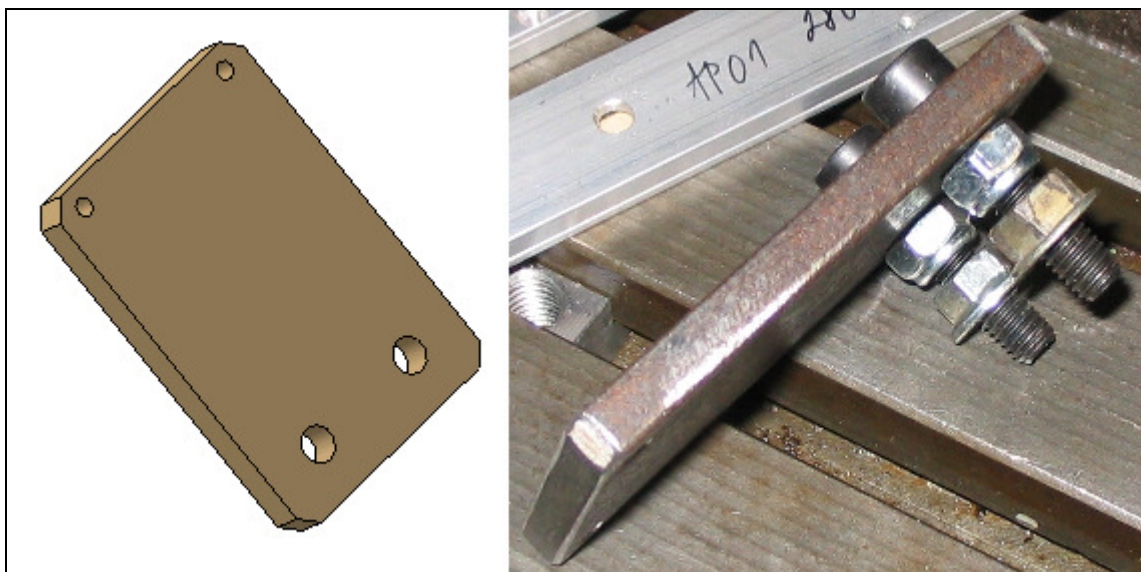
Obr. 41. Spodní a krycí část ochranného hliníkového profilu s magnetickou páskou



Obr. 42. Sešroubování dvou částí hliníkového profilu

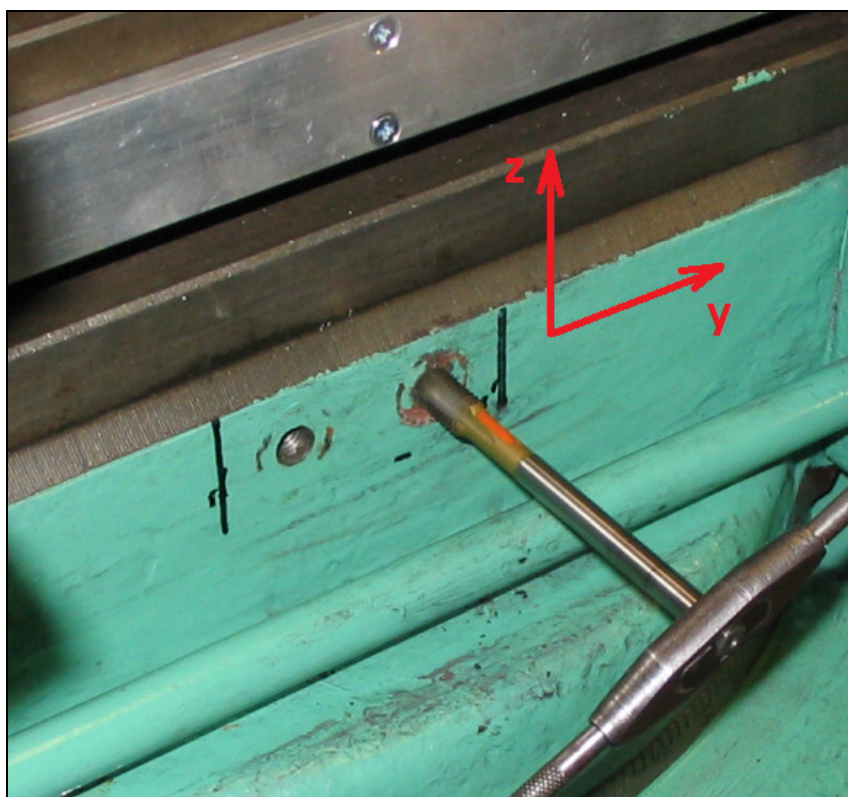
4.2.2 Instalace magnetického snímače osy X

Pro snímač osy X je zhotoven držák o rozměrech 86 x 60 x 8 mm (Obr. 43). Výkres držáku viz P4, povrchová úprava držáku je hnědý nátěr. Snímač je přišroubován na držák pomocí dvou šroubů M4 x 25 mm (ČSN 021138). Pro přišroubování držáku na stroj je využito dvou šroubů M8 x 45 mm (ČSN 021143) a čtyř matic M8 pro aretaci v příslušné poloze.



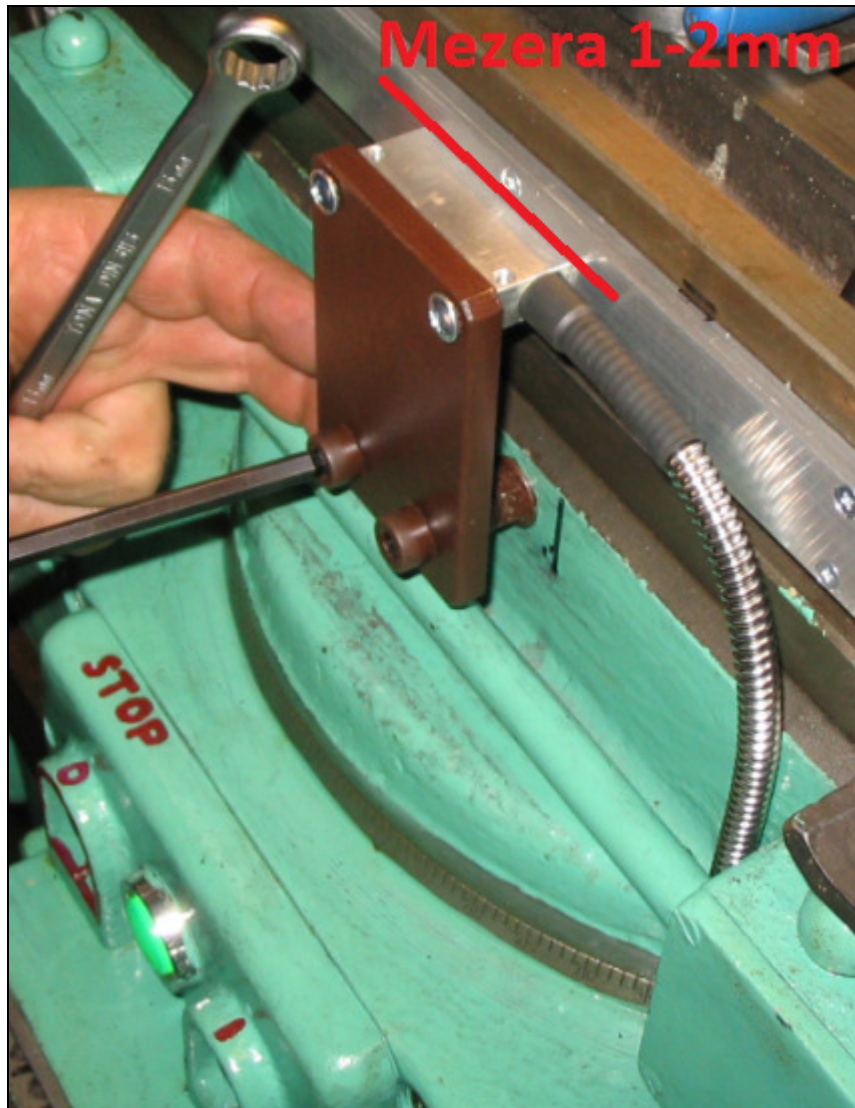
Obr. 43. Držák snímače osy X

Díry se závitem M8 jsou na stroji vytvořeny tak, aby snímač byl uprostřed hliníkového profilu v ose Z, a celý držák uprostřed frézky v ose Y. Hloubka těchto děr je cca 20 mm (Obr. 44).



Obr. 44. Dírky pro držák snímače osy X

Mezi snímačem a hliníkovým profilem se nastaví rovnoběžná mezera 1 až 2 mm a zajistí poloha držáku snímače pomocí zmíněných aretačních matic M8 (Obr. 45). Kabel od snímače je veden pod podélným stolem směrem dozadu k indikaci.



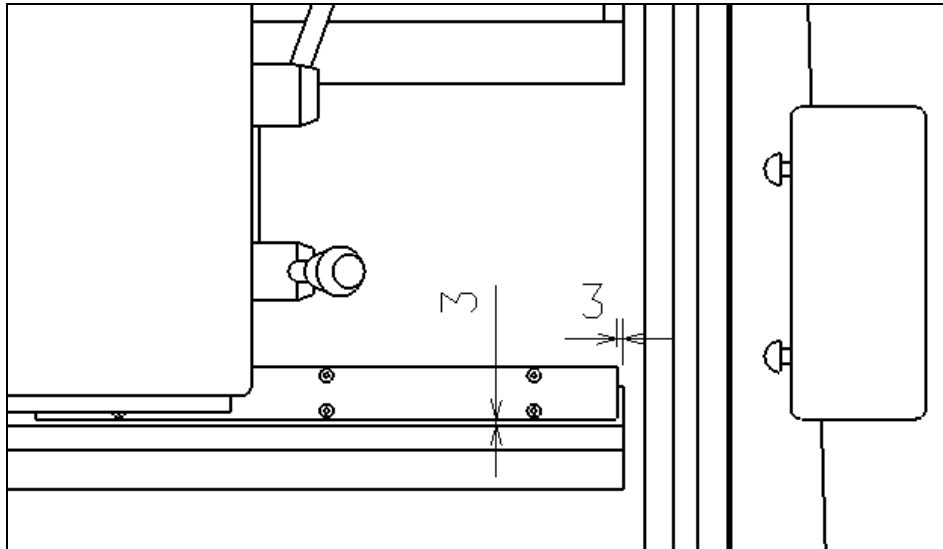
Obr. 45. Nastavení mezery mezi snímačem a hliníkovým profilem

4.3 Odměrování osy Y

Při odměrování osy Y je opět zapotřebí instalovat magnetickou pásku a snímač. Místo pro instalaci je mezi příčným stolem a konzolou.

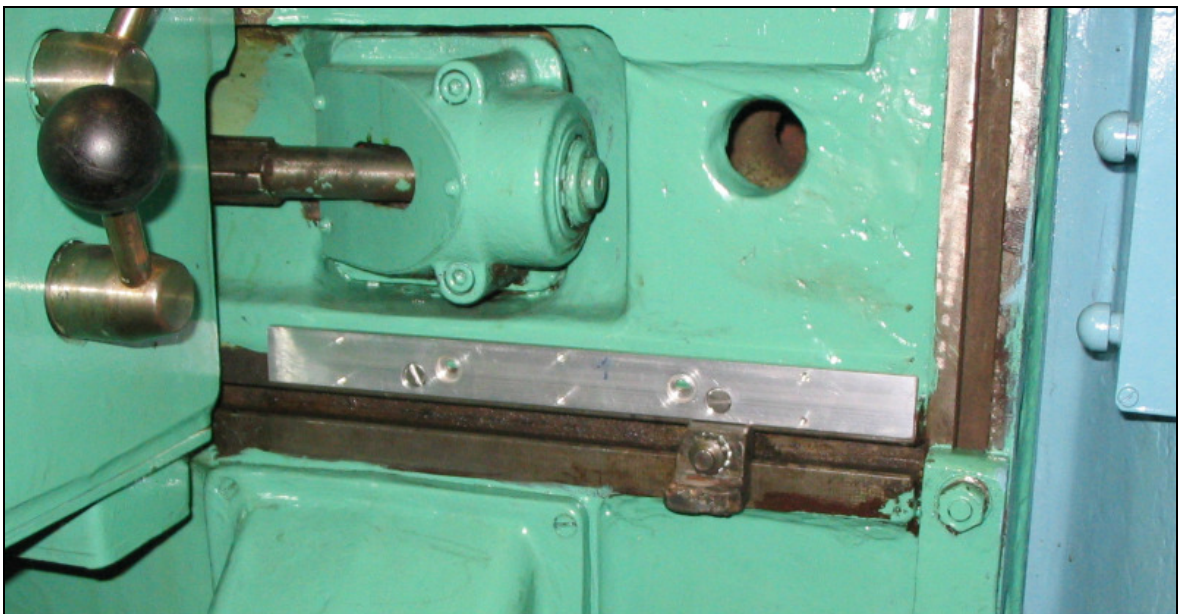
4.3.1 Instalace ochranného profilu a magnetické pásky osy Y

Pro odměřování osy Y je nutné snímat dráhu 230 mm. Hliníkový profil je upraven na délku 280 mm. Konkrétní rozměry jsou na výkrese – viz P5, P6. Spodní část hliníkového profilu je přišroubována na konzolu dle Obr. 46.



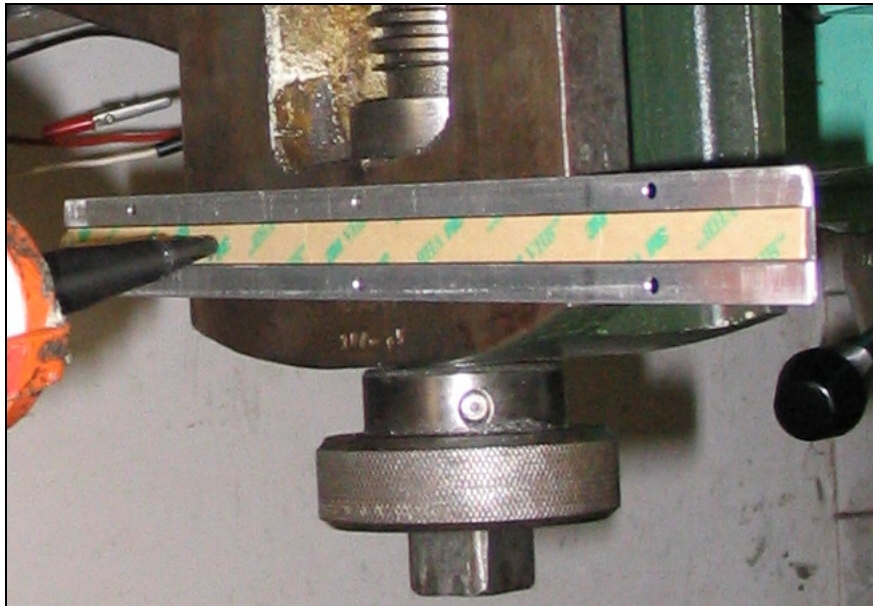
Obr. 46. Umístění hliníkového profilu na konzole

Na konzole jsou vytvořeny dvě díry se závitem M6, které korespondují s rozměry (viz P5) hliníkového profilu. Hloubka děr na stroji je cca 20 mm. Je použito dvou šroubů s válcovou hlavou M6 x 15 mm (ČSN 021131).



Obr. 47. Umístění hliníkového profilu osy Y

Magnetická páska je opět vložena do krycí části hliníkového profilu a zabezpečena tmelem proti pohybu.

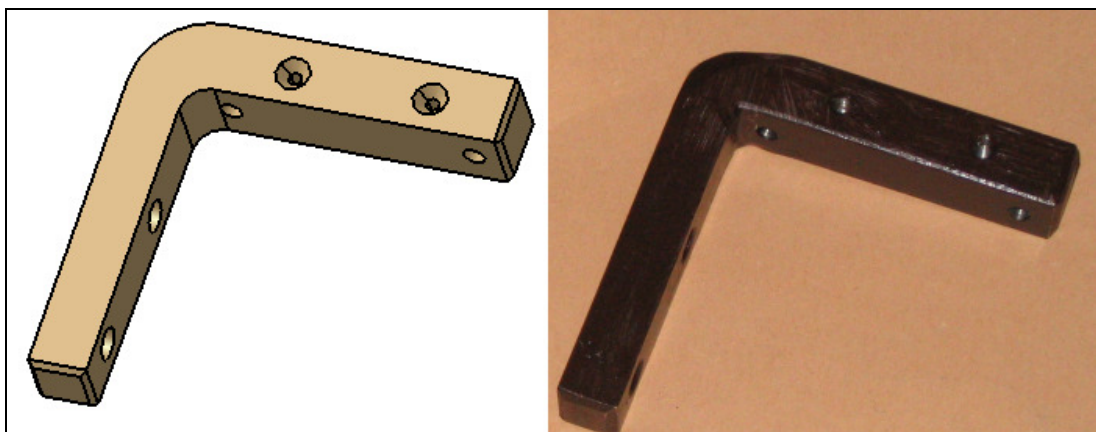


Obr. 48. Magnetická páska osy Y – tmelení

Takto připravená krycí část hliníkového profilu s magnetickou páskou se přišroubuje pomocí šesti šroubů M3 x 5 mm (ČSN 021152) na spodní část hliníkového profilu.

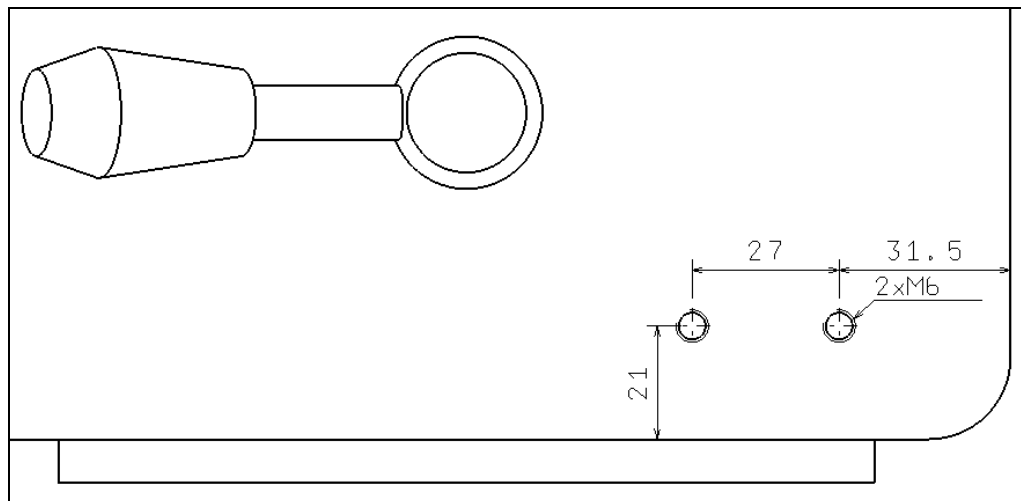
4.3.2 Instalace magnetického snímače osy Y

Pro magnetický snímač je vyroben držák Obr. 49, technický výkres viz P7. Držák je vyroben z tyče čtvercového profilu o rozměrech 15 x 15 mm, povrchová úprava je hnědý nátěr.



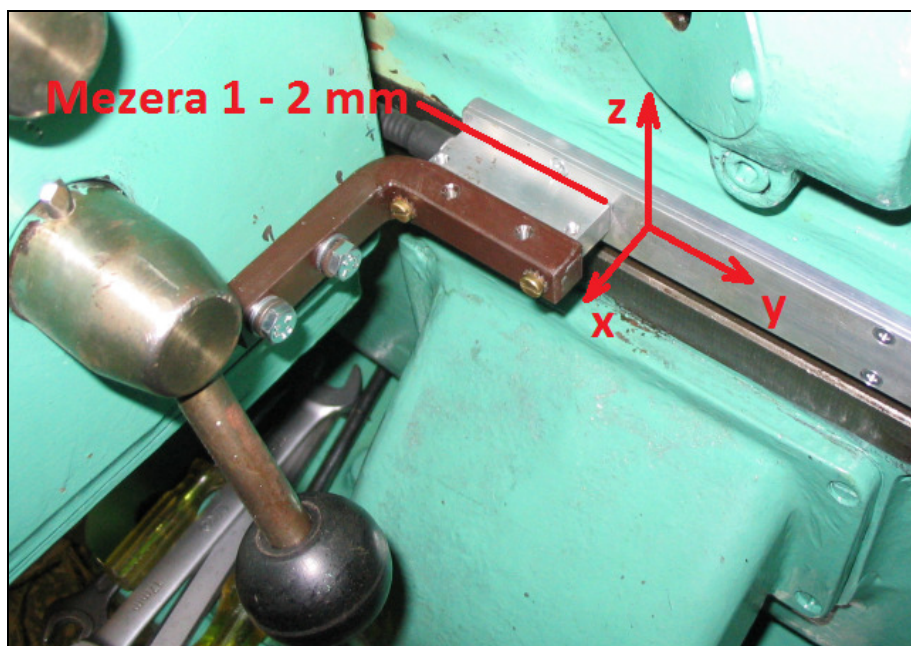
Obr. 49. Držák magnetického snímače osy Y – model a originál

Magnetický snímač je na držák přišroubovaný pomocí dvou šroubů M4 x 25 mm (ČSN 021131). Na konzole jsou vytvořeny dvě díry se závitem M6 o rozměrech viz Obr. 50. Hloubka děr je cca 25 mm.



Obr. 50. Umístění děr na konzole

Držák má pro přišroubování na konzolu navrtány díry o průměru 7,5 mm, což umožňuje nastavení snímače v příslušné poloze a sice tak, aby vznikla mezera 1 až 2 mm mezi snímačem a krycí lištou hliníkového profilu v ose X. V ose Z je snímač nastavený do středu hliníkového profilu – magnetické pásky. Pro přišroubování je použito dvou šroubů M6 x 35 mm (ČSN 021103), dvou podložek a dvou pérových podložek.



Obr. 51. Nastavení polohy snímače osy Y

4.4 Odměrování osy Z

Odměrování osy Z je instalováno obdobným způsobem jako předchozí osy.

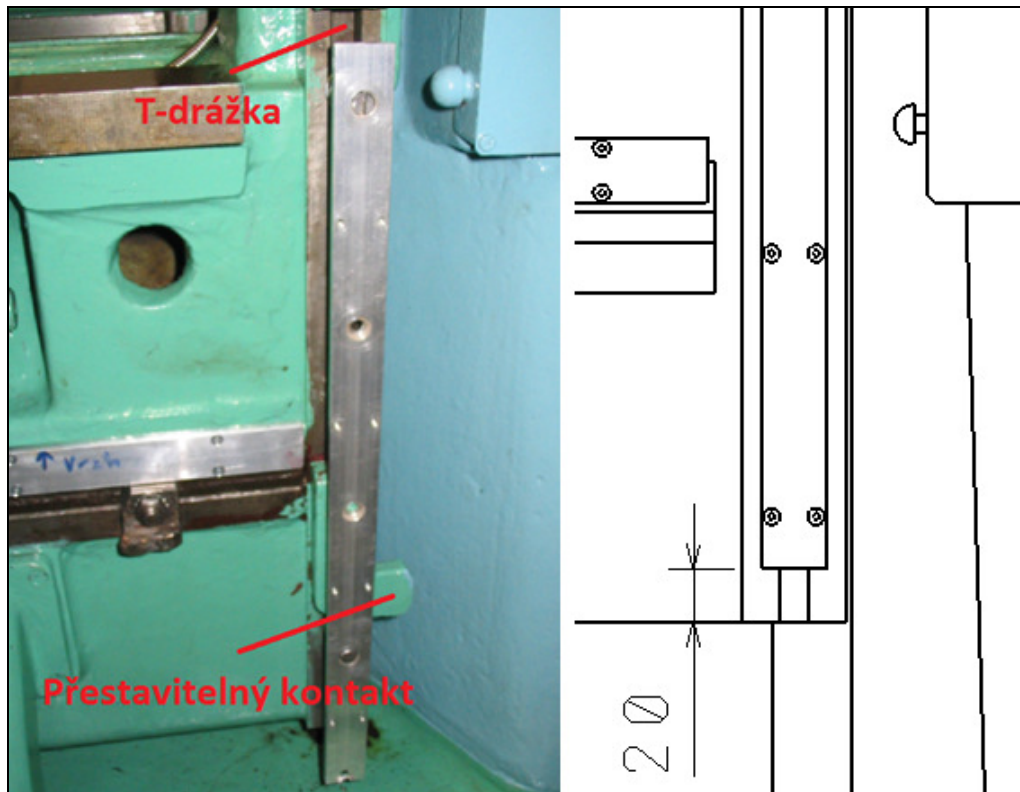
4.4.1 Instalace ochranného profilu a magnetické pásky osy Z

Potřebná snímaná délka osy Z je 380 mm. Hliníkový profil je upraven na délku 430 mm, konkrétní rozměry a díry viz P8 a P9. Pro instalaci na stojan jsou zhotoveny dva šrouby M10 a dvě „T-kostky“ (Obr. 52) dle výkresu P10 a P11. Je nutné hliníkový profil (magnetickou pásku) odsadit od stojanu z důvodu využití přestavitelných kontaktů pro spínání koncových spínačů polohy, uložených v T-drážce.



Obr. 52. Šrouby pro instalaci hliník. profilu osy Z

Tyto kostky se vsadí do T-drážky na stojanu a zajistí maticemi proti posunutí ve směru Z ve stanovené poloze (vzdálenost ve směru X se nastaví dodatečně až po naistalování magnetického snímače, viz níže). Na šrouby M10 se přišroubuje spodní část hliníkového profilu pomocí dvou šroubů M6 x 15 mm (ČSN 021131). Vzdálenost od spodní části konzoly je 20 mm (Obr. 53).

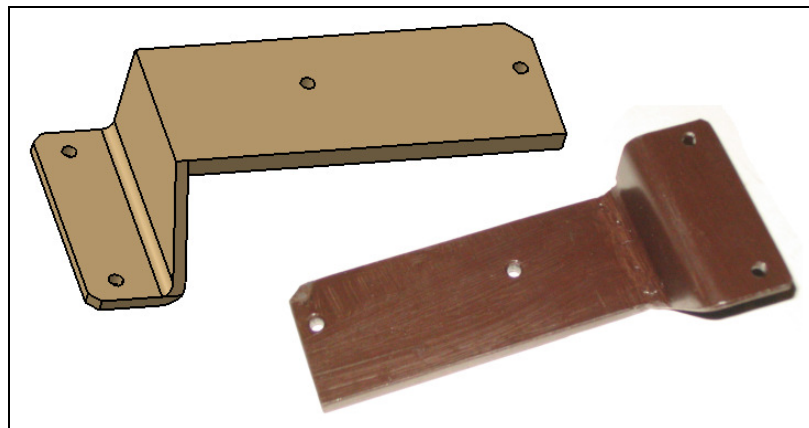


Obr. 53. Umístění spodní části hliníkového profilu osy Z

Magnetická páska se opět vloží do krycí části hliníkového profilu, zajistí proti pohybu tmelem a přišroubuje se na spodní část profilu, je využito 8 šroubů M3 x 5mm (ČSN 021152).

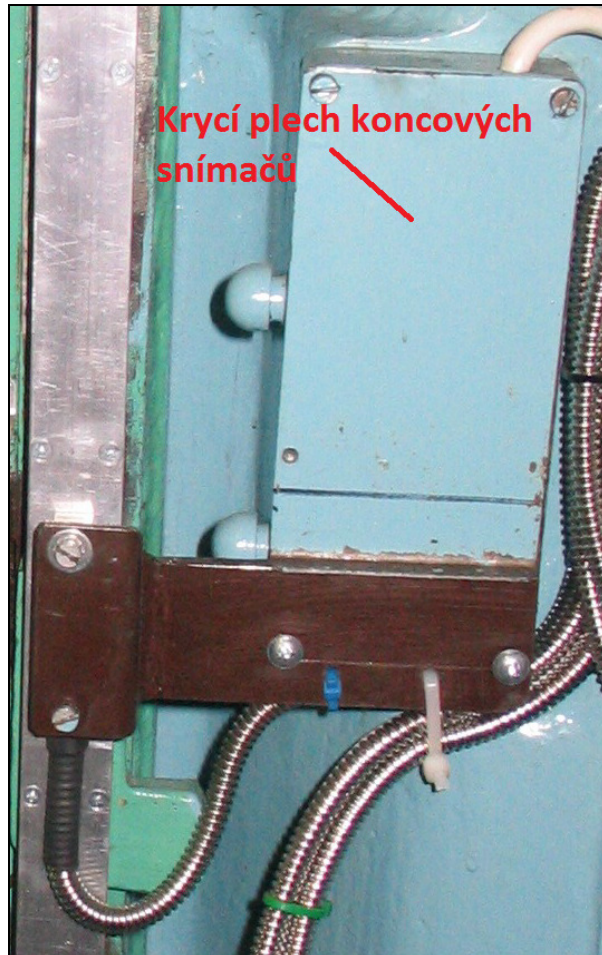
4.4.2 Instalace magnetického snímače osy Z

Pro instalaci magnetického snímače byl zhotoven držák Obr. 54, konkrétní rozměry viz výkres P12, povrchová úprava je hnědý nátěr. Magnetický snímač je přišroubován na tento držák pomocí dvou šroubů M4 x 25 mm.



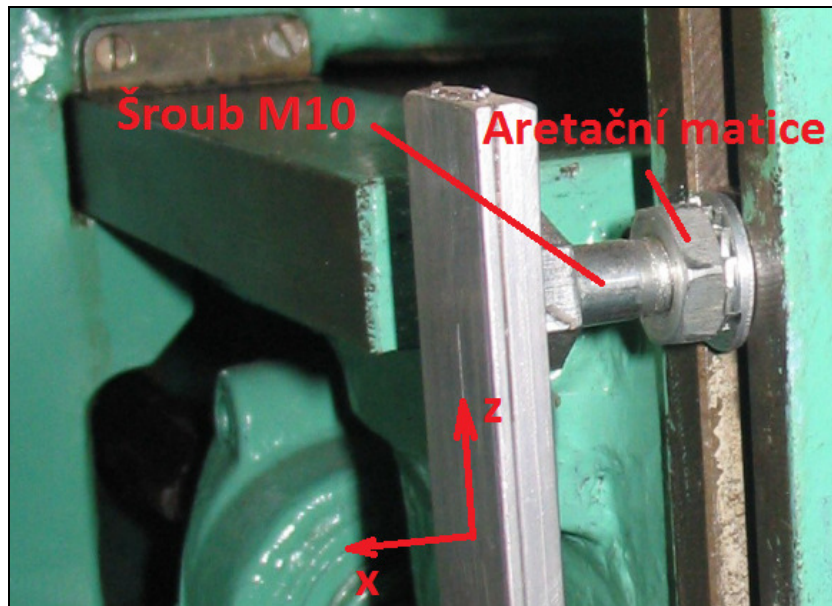
Obr. 54. Držák magnetického snímače osy Z

Držák je přišroubován na stojan, konkrétně na část, kde jsou umístěny koncové spínače polohy stolu. Je využito dvou děr M5, které byly spolu s dalšími dvěma dírami součástí krycího plechu koncových spínačů. Tento plech je tedy následně upraven a dopasován (zkrácen a ohnut) k držáku magnetického snímače.



Obr. 55. Magnetický snímač osy Z

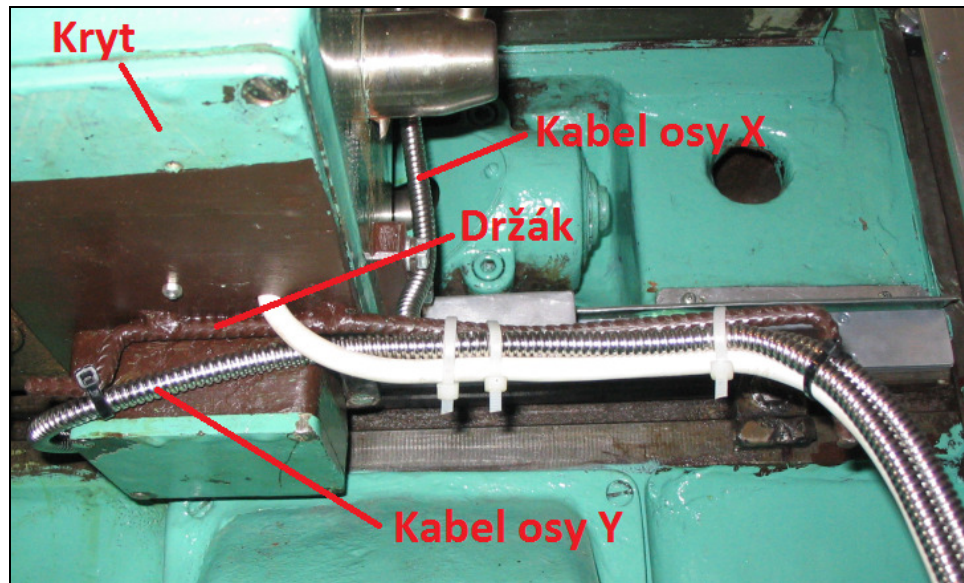
Vzájemná vzdálenost hliníkového profilu a magnetického snímače ve směru osy X se nastaví pomocí šroubů M10 a aretačních matic, které drží hliníkový profil – magnetickou pásku v T-drážce (Obr. 56). Je nutné zabezpečit mezeru mezi snímačem a hliníkovým profilem 1 až 2 mm, ale také rovnoběžnost s T-drážkou.



Obr. 56. Nastavení vzdálenosti hliníkového profilu v ose X

4.5 Zajištění polohy kabelů

Všechny kabely od jednotlivých snímačů musí být zabezpečeny proti pohybu a případnému vniknutí do obráběcího či manipulačního prostoru frézky. Pro kabely magnetických snímačů osy X a Y byl vytvořen držák. Je to ohnutá tyč o průměru 6 mm, navařená na kryt rozvodné svorkovnice, který je přišroubován na příčný stůl. Rozměry držáku jsou přibližné, protože nejde o funkční díl (viz Obr. 57, délka cca 300 mm), slouží pouze k fixaci kabelu. Tvar držáku je přizpůsobený požadované poloze kabelu. Povrchová úprava držáku je hnědý nátěr.



Obr. 57. Držák kabelů

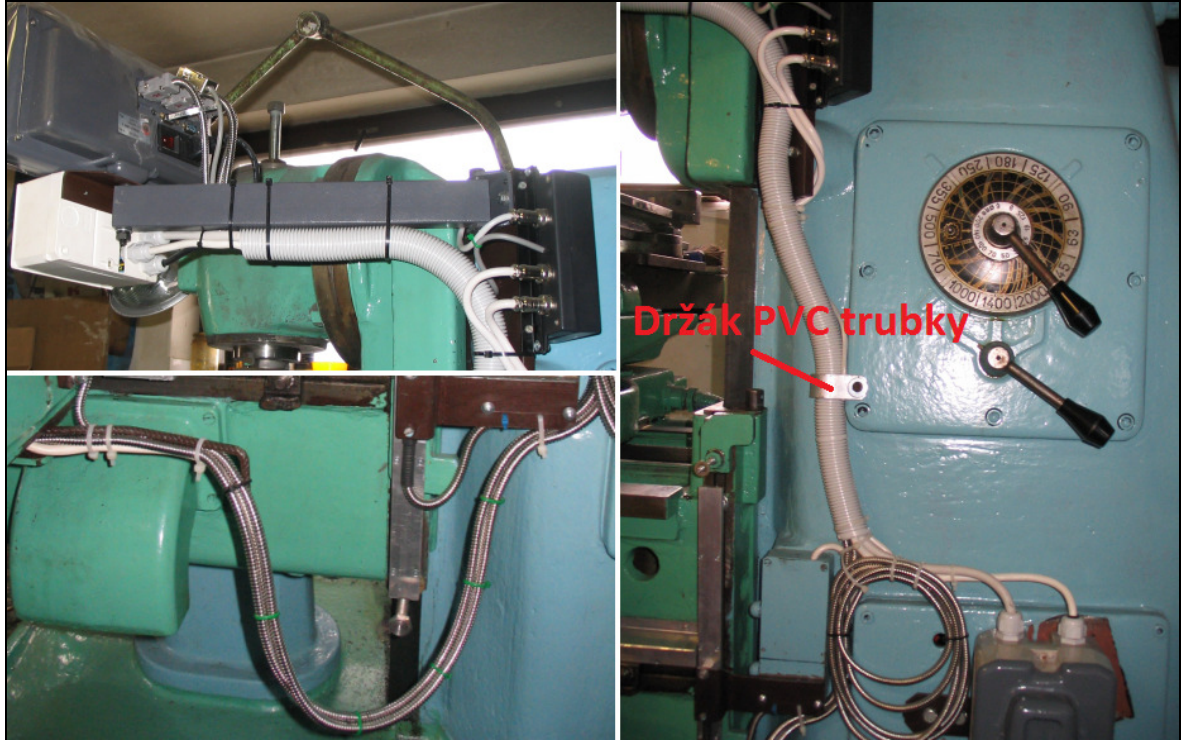
Kabely jsou k držáku zajištěny pomocí plastových stahovacích pásků. Kabel osy X je dále zajištěn pomocí přichytky (držáku) na kabel viz P13 a šroubu M4 x 10 mm (ČSN 021131) na příčném stole. Pro tuto přichytku je vyvrtaná díra se závitem M4, hloubka cca 15 mm.



Obr. 58. Přichytka kabelu

Všechny kabely vedou k indikaci společně v plastové ohebné trubce (elektroinstalační PVC trubka) o průměru 30 mm. Pro tuto PVC trubku je vytvořen držák z hliníku viz P14, který

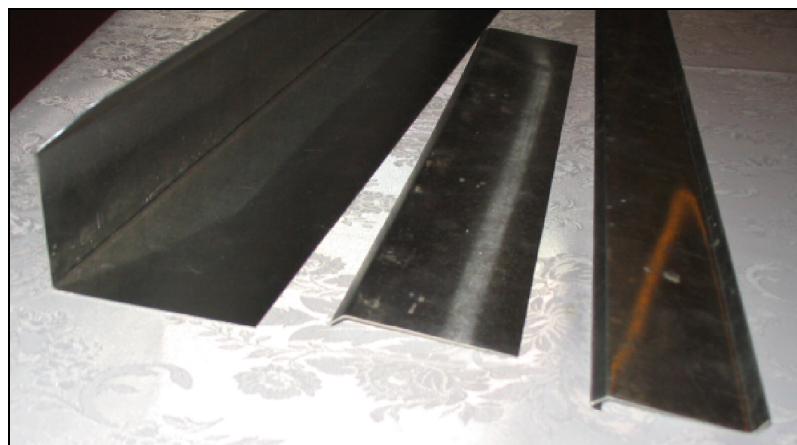
je přišroubován pomocí šroubu M8 x 15 mm (ČSN 021103), pro který je zhotovena díra se závitem na stojanu frézky. Délka všech kabelů je zachována tak, jak ji dodává výrobce. Opět jsou použity plastové stahovací pásky pro fixaci polohy kabelu a PVC trubky.



Obr. 59. Držák PVC trubky, fixace kabelů

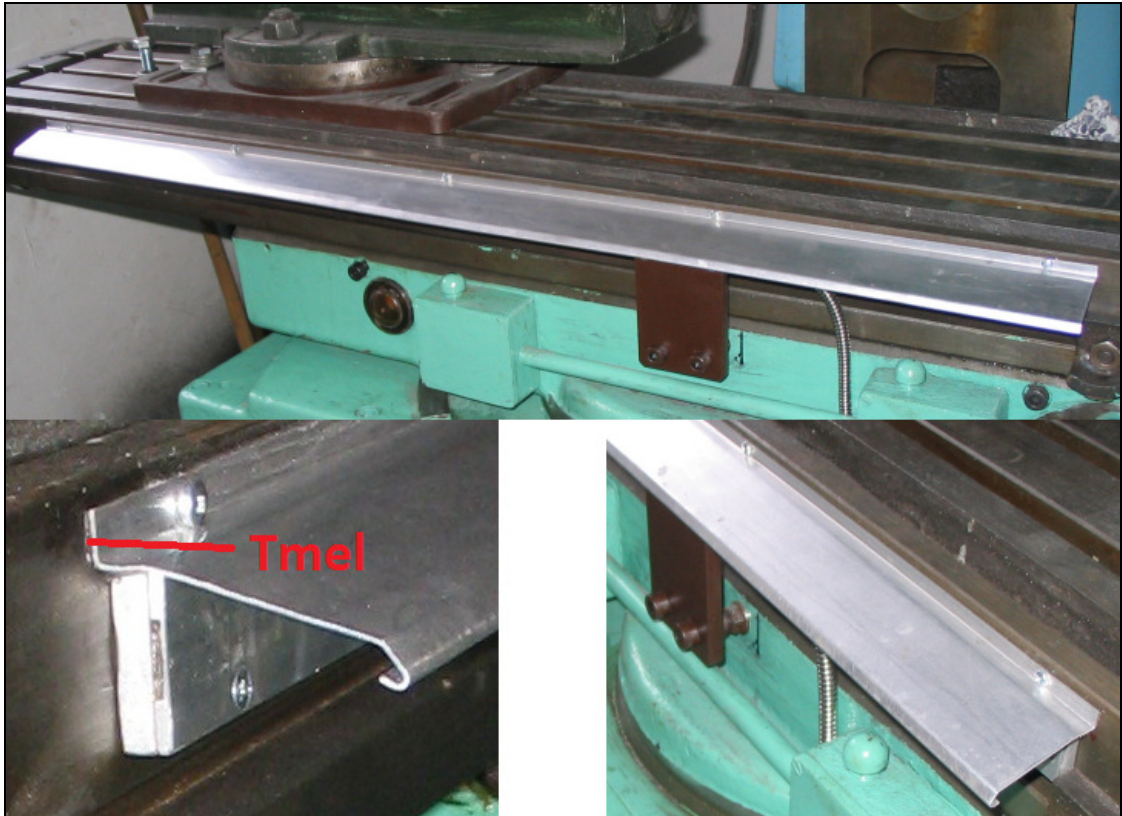
4.6 Přídavné krytí jednotlivých os

Pro zajištění úplného krytí snímačů a magnetických pásek jsou zhotoveny jednotlivé kryty z hliníku. Jsou to ohnuté plechy požadovaných rozměrů. Tloušťka použitého plechu je 0,5 mm.



Obr. 60. Přídavné krytí jednotlivých os

Pro osu X je přídavná krycí lišta o rozměrech P15. Je přišroubována těsně nad hliníkový profil pomocí 5 šroubů M3 x 5 mm (ČSN 021152), pro které jsou zhotoveny díry se závitem na podélném stole. Hloubka vrtaných děr je cca 10 mm. Ve směru osy X je lišta osazena na střed hliníkového profilu (přesazení vůči hliníkovému profilu je cca 5 mm z každé strany). Doteková část krycí lišty s podélným stolem je po celé její délce natřena tmelem, proti vniknutí chladicí kapaliny na odměřovací zařízení.

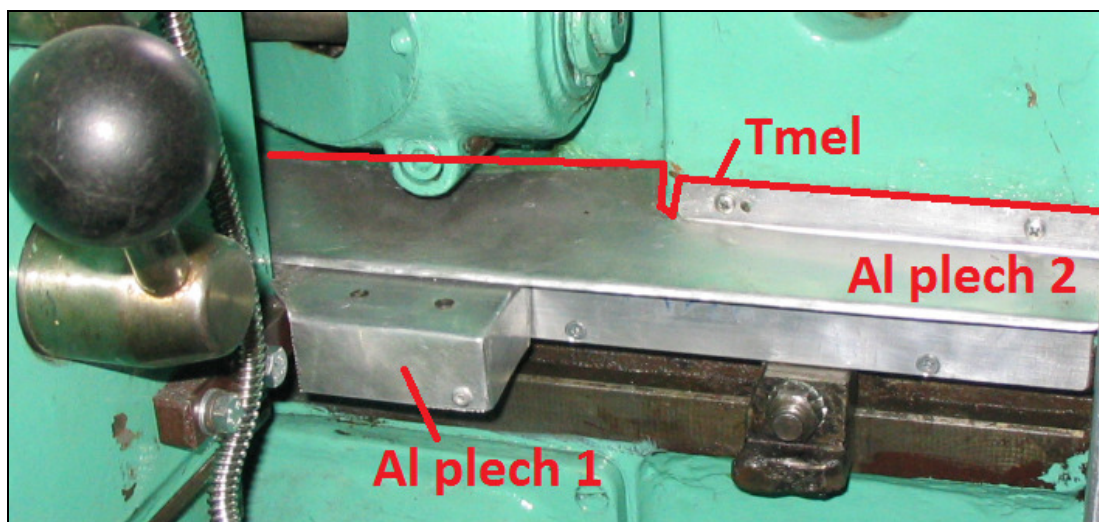


Obr. 61. Přídavná krycí lišta osy X

Pro osu Y jsou vyrobeny dva krycí plechy, viz P16 a P17. Al plech 1 je po ohnutí snýtván trhacím nýtem o průměru 3 mm, vnitřní plochy tohoto spoje jsou natřeny tmelem proti vniknutí chladicí kapaliny. Plech je přišroubován pomocí 2 šroubů M3 x 5 mm (ČSN 021103) na držák magnetického snímače osy Y.

Krycí plech 2 je přišroubován nad Al profil osy Y pomocí dvou šroubů M3 x 5 mm (ČSN 021138), opět jsou zhotoveny korespondující díry se závitem M3 na konzole. Hloubka děr je cca 10 mm. Poloha krycího plechu 2 souvisí s tvarem konzoly. Plech je dopasovaný a dodatečně upravený (dodatečně ohnutí, přistříhnutí atd.) na konzolu tak, aby byl zakrytý hliníkový profil magnetické pásky a nedocházelo k žádnému vzájemnému střetnutí Al pro-

filu, magnetického snímače a příčného stolu. Ta část krycího plechu, která se dotýká konzoly, je opět zabezpečena proti vniknutí chladicí kapaliny tmelem.



Obr. 62. Přídavné krycí plechy osy Y

Osa Z má krytí složené ze dvou kusů plechů viz P18 a P19. Pro Al plech 01 jsou zhotoveny dva šrouby *A* a *B* (viz P20 a P21) pro usazení na stojanu.

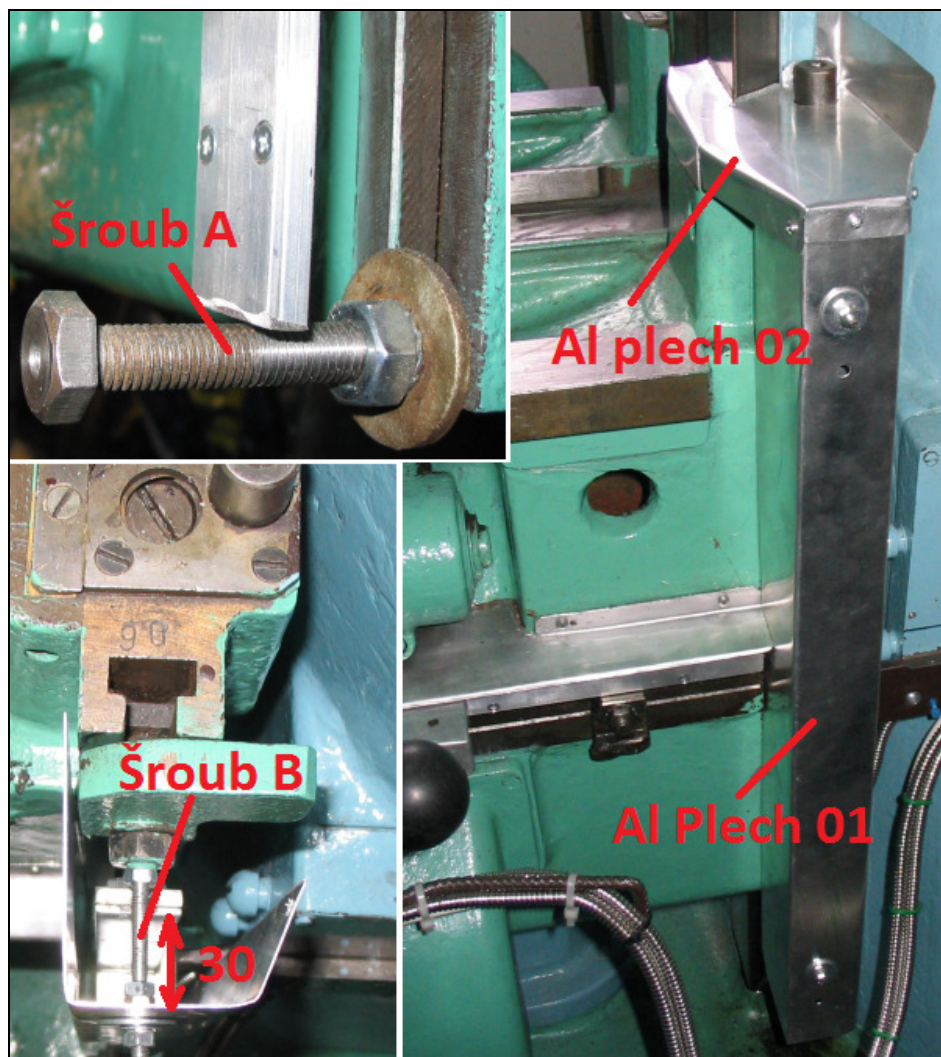
Šroub *A* je upraven z normalizovaného šroubu M10 x 85 mm (ČSN 021103), je zde vytvořena díra se závitem M5 pro upevnění Al plechu 01. Šroub *A* je na stojanu našroubovaný do kostky (viz P11) v T- drážce tak, aby dosedací plocha (hlava šroubu) byla ve vzdálenosti 30 mm od hliníkového profilu magnetické pásky osy Z. Zajištění šroubu v této poloze, je pomocí podložky a matice.

Pro Šroub *B* je vytvořena díra se závitem M5 na přestavitelném kontaktu na stojanu frézky. Do této díry je Šroub *B*, vyrobený z normalizované závitové tyče M5 (DIN 975), našroubován a zajištěný maticí proti pohybu. Pro dosedací plochu Al plechu 01 jsou na tento šroub našroubovány další dvě matice s podložkou (Obr. 63) a zajištěny vzájemnou aretací tak, aby podložka byla ve vzdálenosti 30 mm od hliníkového profilu magnetické pásky osy Z.

Al plech 01 se přišroubuje na takto vzniklé dosedací plochy pomocí podložky a šroubu M5 x 10 mm (ČSN 021103) - šroub *A* a podložky matice M5 - šroub *B*.

Al plech 02 je nasazen na horní část Al plechu 01 a sešroubován pomocí 3 samořezných šroubů o rozměru 3 x 10 mm (ČSN 021235). Tento plech je dopasovaný a upravený (doda-

tečné ohnutí, přistříhnutí atd.) tak, aby byla zajištěna těsnost vůči chladicí kapalině a vzájemná pohyblivost konzoly na stojanu.

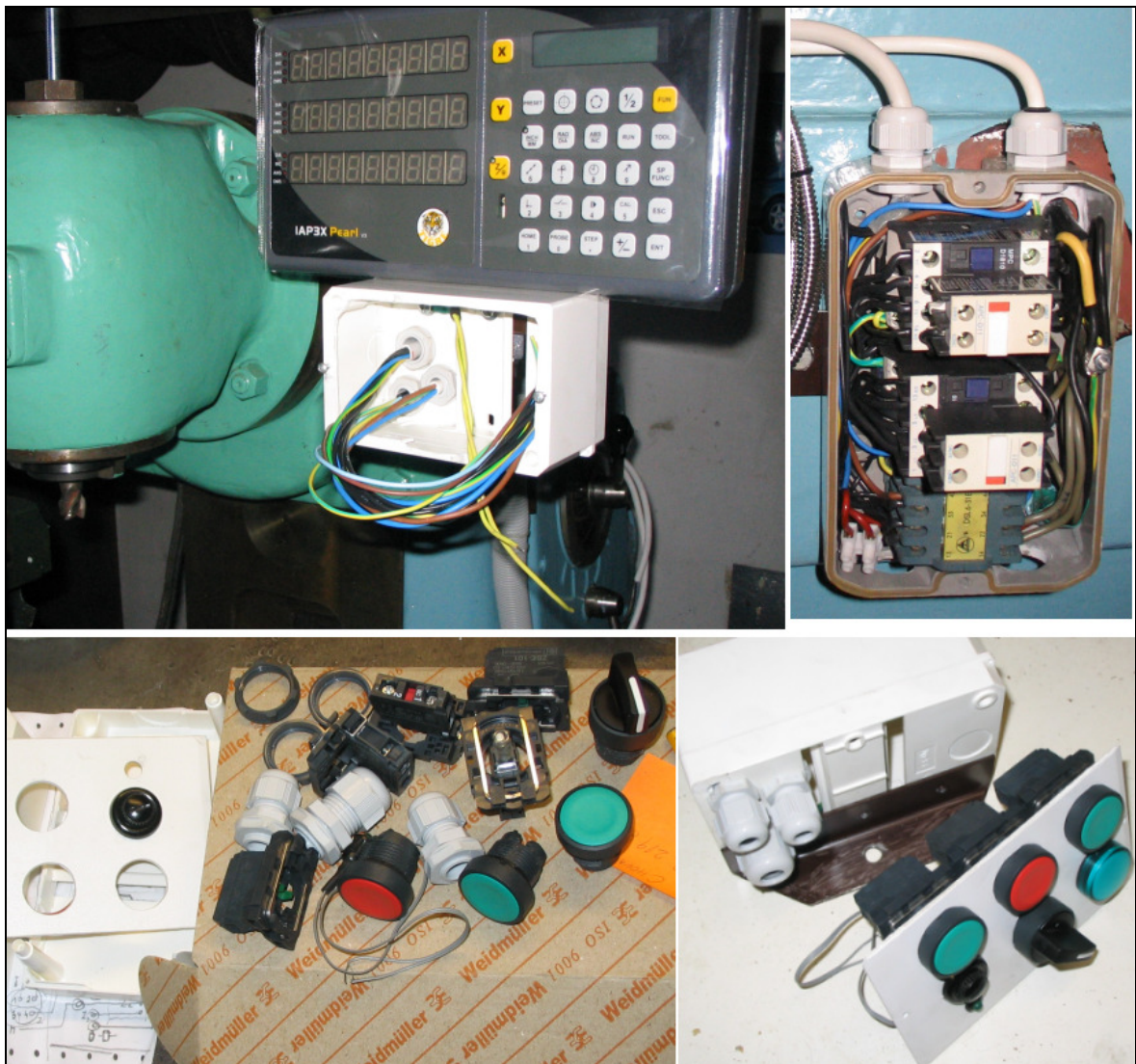


Obr. 63. Přídavné krytí osy Z

4.7 Dodatečné úpravy

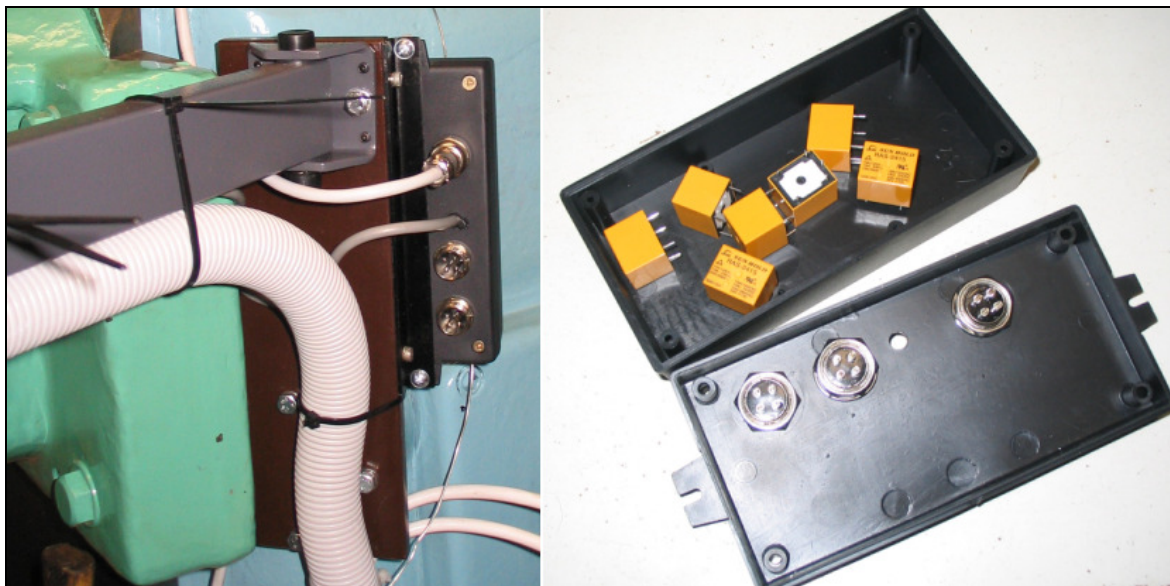
Dodatečné úpravy, které už se netýkají vlastního odměřování, byly na frézce zhotoveny kvůli snadnější obsluze, kompletnosti a kompaktnosti celého stroje.

Dodatečnou úpravou byl zhotoven celý ovládací panel spolu s relé, ovládající celý stroj. Tento ovládací panel byl umístěn pod indikaci pro lepší ovládatelnost stroje. Lze jím zapínat a vypínat stroj, přepínat levotočivé a pravotočivé otáčky vřetena, spouštět a vypínat čerpadlo pro chladicí medium. Spínací a ovládací relé tohoto panelu jsou umístěny na stojan frézky.



Obr. 64. Ovládací panel, spínací a ovládací relé

Další úpravou je přidání 6 relé pro ovládání posuvu stroje. Tyto relé jsou ovládané přes digitální indikaci a měly by sloužit k zastavení či najetí do přesně stanovené polohy. Tímto se dá využít automatického vypnutí v určené poloze pro rozšířené funkce indikace, jako je např. rozdělení úsečky na stejné díly, možnost vytvoření děr po kružnici atd.



Obr. 65. Relé ovládající posuvy stroje

4.8 Problémy a jejich odstranění

Po zkompletování celého systému odměřování se objevil problém špatného odečítání polohy. Displej ukazoval při každém „cvaknutí“ jakéhokoli relé na stroji jinou hodnotu. V manuálu odměřovacího systému jsou zmíněny možné problémy, způsobující podobnou chybu měření. Avšak všechny popsané možnosti odstranění v tomto manuálu např. resetování indikace nepomohly vyřešit tento problém. Nicméně výrobce v poznámce uvádí použít napěťový stabilizátor, pokud je to nutné. Řešení bylo nalezeno až po delším zkoumání a zjišťování možných příčin.

Nejvíce vhodná příčina se tedy jevila jako napěťová špička, či nějaké zakolísání v napájecí síti, jak uvádí výrobce. Z tohoto předpokládaného důvodu bylo nutné zabezpečit kolísání napětí v síti nebo nějak odfiltrovat napěťovou špičku, která vzniká spouštěním relé na stroji.

Prvotním nápadem, jak odstranit tuto chybu bylo vyzkoušet napájení indikace z jiného zdroje. Původní napájení bylo zapojeno na společnou fázi za přístrojovými pojistkami. To se mohlo jevit jako možná příčina celého problému, proto bylo vyzkoušeno zapojení napájení indikaci postupně na ostatní fáze, z důvodu zjištění, zda se chyba stále vyskytuje i na jiných fázích. Tato varianta nepomohla.

Další variantou byl návrh dokoupit napěťový stabilizátor. To by však sebou neslo další investici a shánění vhodného typu. Toto řešení by bylo vzato k úvaze až jako poslední

možnost. Nicméně problém chyby zobrazování se v zápětí vyřešil dalším zkoušením. Napájení bylo zapojeno na samostatný jistič v domovním rozvodu a problém byl tímto odstraněn. To by však v provozu samostatného výrobního celku např. frézovny asi nebylo možné řešení a bylo by nutné vyzkoušet již zmíněný stabilizátor napětí, případně napájet indikaci z transformátoru.

Výrobce by měl tuto možnou závadu brát k úvaze a vyřešit ji už přímo ve vnitřním zapojení indikace.



Obr. 66. Konečný stav po instalaci odměřovacího systému

ZÁVĚR

V teoretické části této práce jsou uvedeny vybrané systémy odměřování a jejich základní principy měření. Jedná se o indukční, optické a jiné typy měřicích systémů. Dále jsou uvedeni výrobci a distributoři zmíněných systémů na českém trhu a jejich nabídka vhodných produktů pro odměřování. Vzájemná komparace, srovnání ceny a funkcí jednotlivých typů odměřování, je také součástí práce.

Jako nejvhodnější systém odměřování byl vybrán produkt od firmy Jirka a spol. s.r.o.. Jsou to magnetické snímače spolu s digitální indikací Pearl V3, která se vyznačuje větším množstvím využitelných funkcí, např. zjištění středu kružnice dle průměru, dělení přímky na různé vzdálenosti, výpočet děr po kružnici, oblouku aj. Další nespornou výhodou pro výběr této indikace byla možnost dokoupení releových výstupu pro ovládání spínacích kontaktů - posuvů. Důležitou informací pro vhodný výběr systému odměřování byla taky cena. Celková investice na tuto rekonstrukci frézky byla cca 19500,-

V praktické části je uveden již zmíněný výběr vhodného systému odměřování, návrh umístění, možný způsob přenosu dat a praktická realizace. Při návrhu vhodného umístění byl využit software Catia V5R18 modul Ergonomics Design and Analysis, pro určení polohy indikace na stroji. Jednotlivé snímače spolu s magnetickými páskami jsou umístěny se zřetelem na maximální využití obráběného prostoru, vliv chladicí kapaliny a zejména zabezpečení správné funkce odměřování vzhledem k vzájemné poloze snímačů a pojezdových prvků.

Pro praktickou realizaci byla zhotovena řada držáků a pomocných prvků. Tyto byly vyrobeny svépomocí v hobby dílně za použití běžně dostupného materiálu. Ke všem vyráběným dílům je zhotovena výkresová dokumentace, pro případné nainstalování odměřovacího systému na stejný typ stroje. Výkresová dokumentace je přílohou této práce. V praktické části je dále popsán celý postup realizace odměřování na konvenční stroj. Jsou zde i částečně zmíněny další úpravy frézky, které však už nejsou hlavním cílem této práce. Jde o rekonstrukci ovládacího panelu frézky a proběhla i příprava na releové ovládání koncových spínačů. Po celkové úpravě následovala zkouška všech funkcí a testování. Vyskytl se problém s napájením, který se však v zápětí vyřešil jiným zapojením ze sítě. Jinak vše pracovalo podle očekávání a bez problémů.

K nesporným výhodám této rekonstrukce patří snazší, přesnější a přehlednější práce se strojem. Využitím přidavných funkcí indikace se rozšířily možnosti práce na frézce. Je zde snadný výpočet děr po kružnici, nalezení středu kružnice nebo oblouku, rozdělení přímky na různý počet částí aj. Závěrem lze říct, že celá rekonstrukce je jen přínosem pro dané možnosti využití stroje.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CHUDÝ, Vladimír, et al. *Meranie technických veličín*. 1. vyd. Bratislava : Tlač Vydavateľstvo STU v Bratislavě, 1999. 688 s. ISBN 80-227-1275-2.
- [2] Příspěvatelé Wikipedie, *TTL (logika)* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2009, Datum poslední revize 29. 09. 2009, 15:53 UTC, [citováno 4. 12. 2009] <[http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=TTL_\(logika\)&oldid=4448334](http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=TTL_(logika)&oldid=4448334)>
- [3] NOSKIEVIČ, Petr. *Měření polohy u servopohonů velkých zdvihů* [online]. 1999 , 17.11.1999 [cit. 2009-12-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.fs.vsb.cz/akce/1999/ASR99/Proceedings/papers/57/57.htm>>.
- [4] *Jirka a spol. ,s.r.o.* [online]. 1999 [cit. 2009-11-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.jirkapol.cz/>>.
- [5] *Limat, s.r.o.* [online]. 1997 , 2009 [cit. 2009-10-21]. Dostupný z WWW: <<http://limat.cz/>>.
- [6] *ESSA, s.r.o.* [online]. 2006 [cit. 2009-10-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.essapraha.cz/>>.
- [7] TOS. *Technický pasport frézek FA3*. [s.l.] : [s.n.], [1955?]. 49 s.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

TTL Tranzistorově-tranzistorová logika

LCD Displej z tekutých krystalů

INCH Palec – jednotka délky

PC Osobní počítač

INC Inkrementální

ABS Absolutní

PVC Polyvinylchlorid

Al Aluminium - hliník

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Indukční snímač na měření posuvu	14
Obr. 2. Lineární induktosyn	15
Obr. 3. Optoelektronické snímače s digitálním výstupem,	16
Obr. 4. Princip snímače.....	18
Obr. 5. Příklad umístění referenčních značek	19
Obr. 6. Prosvětlovací způsob snímání	20
Obr. 7. Odrazový způsob snímání.....	21
Obr. 8. Princip magnetického snímání.....	22
Obr. 9. Binární a Grayův kód.....	23
Obr. 10. Vestavné měřidlo s LCD výstupem	25
Obr. 11. Indikace BC-01	25
Obr. 12. Indikace Pearl V3.....	26
Obr. 13. Indikace SDS6-3V	26
Obr. 14. Magnetické snímače	27
Obr. 15. Složení magnetické pásky.....	27
Obr. 16. Optické snímače.....	28
Obr. 17. Lineární snímač SPIRO	29
Obr. 18. Indikace AXICA M	30
Obr. 19. Indikace MAXI 3	31
Obr. 20. Snímač řady SL 1xx.....	32
Obr. 21. Snímač ILCR	33
Obr. 22. Indikace ADP-1	34
Obr. 23. Indikace řady ADL.....	34
Obr. 24. Frézka TOS FA3	38
Obr. 25. Indikace Pearl V3, magnetický snímač, magnetická páska a ochranný hliníkový profil.....	39
Obr. 26. Model frézky FA3 – základní popis:	40
Obr. 27. Rozměry figuríny v mm.....	41
Obr. 28. Umístění indikace	42
Obr. 29. Pohled očima figuríny - obsluhy.....	42
Obr. 30. Dosažitelná vzdálenost pravé ruky	43

Obr. 31. Pohyby indikace.....	43
Obr. 32. Návrh umístění snímačů jednotlivých os.....	44
Obr. 33. Software DPTOOLS	45
Obr. 34. Pomocná deska	46
Obr. 35. Otvor pro ampérmetr - díry se závitem M6	47
Obr. 36. Pomocná deska pro připevnění držáku indikace	47
Obr. 37. Upevnění indikace na frézce.....	48
Obr. 38. Ochranný hliníkový profil magnetické pásky.....	49
Obr. 39. Umístění magnetické pásky – ochranného profilu.....	49
Obr. 40. Zajištění magnetické pásky proti posuvu v hliníkovém profilu	50
Obr. 41. Spodní a krycí část ochranného hliníkového profilu s magnetickou páskou.....	50
Obr. 42. Sešroubování dvou částí hliníkového profilu	51
Obr. 43. Držák snímače osy X.....	52
Obr. 44. Díry pro držák snímače osy X	52
Obr. 45. Nastavení mezery mezi snímačem a hliníkovým profilem.....	53
Obr. 46. Umístění hliníkového profilu na konzole	54
Obr. 47. Umístění hliníkového profilu osy Y	54
Obr. 48. Magnetická páska osy Y – tmelení	55
Obr. 49. Držák magnetického snímače osy Y – model a originál.....	55
Obr. 50. Umístění děr na konzole	56
Obr. 51. Nastavení polohy snímače osy Y.....	56
Obr. 52. Šrouby pro instalaci hliníkov. profilu osy Z.....	57
Obr. 53. Umístění spodní části hliníkového profilu osy Z.....	58
Obr. 54. Držák magnetického snímače osy Z	58
Obr. 55. Magnetický snímač osy Z	59
Obr. 56. Nastavení vzdálenosti hliníkového profilu v ose X.....	60
Obr. 57. Držák kabelů.....	61
Obr. 58. Přichytka kabelu	61
Obr. 59. Držák PVC trubky, fixace kabelů.....	62
Obr. 60. Přídavné krytí jednotlivých os	62
Obr. 61. Přídavná krycí lišta osy X.....	63
Obr. 62. Přídavné krycí plechy osy Y	64
Obr. 63. Přídavné krytí osy Z.....	65

Obr. 64. Ovládací panel, spínací a ovládací relé.....	66
Obr. 65. Relé ovládající posuvy stroje.....	67
Obr. 66. Konečný stav po instalaci odměřovacího systému	68

SEZNAM TABULEK

tab. 1. Technická data stroje	37
-------------------------------------	----

SEZNAM PŘÍLOH

- P1: Výkres pomocné desky
- P2: Výkres Al profilu X - spodní část
- P3: Výkres Al profilu X - krycí část
- P4: Výkres držáku snímače osy X
- P5: Výkres Al profilu Y - spodní část
- P6: Výkres Al profilu Y - krycí část
- P7: Výkres držáku snímače osy Y
- P8: Výkres Al profilu Z - spodní část
- P9: Výkres Al profilu Z - krycí část
- P10: Výkres šroubu M10
- P11: Výkres kostky – T drážka
- P12: Výkres držáku snímače osy Z
- P13: Výkres držáku kabelu X
- P14: Výkres držáku PVC trubky
- P15: Výkres Al plechu / křicí lišta X
- P16: Výkres Al plechu 1 / křicí lišta Y
- P17: Výkres Al plechu 2 / křicí lišta Y
- P18: Výkres Al plechu 01 / křicí lišta Z
- P19: Výkres Al plechu 02 / křicí lišta Z
- P20: Výkres šroubu A
- P21: Výkres šroubu B

D

C

B

A

4

4

3

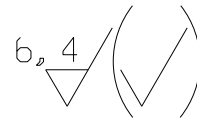
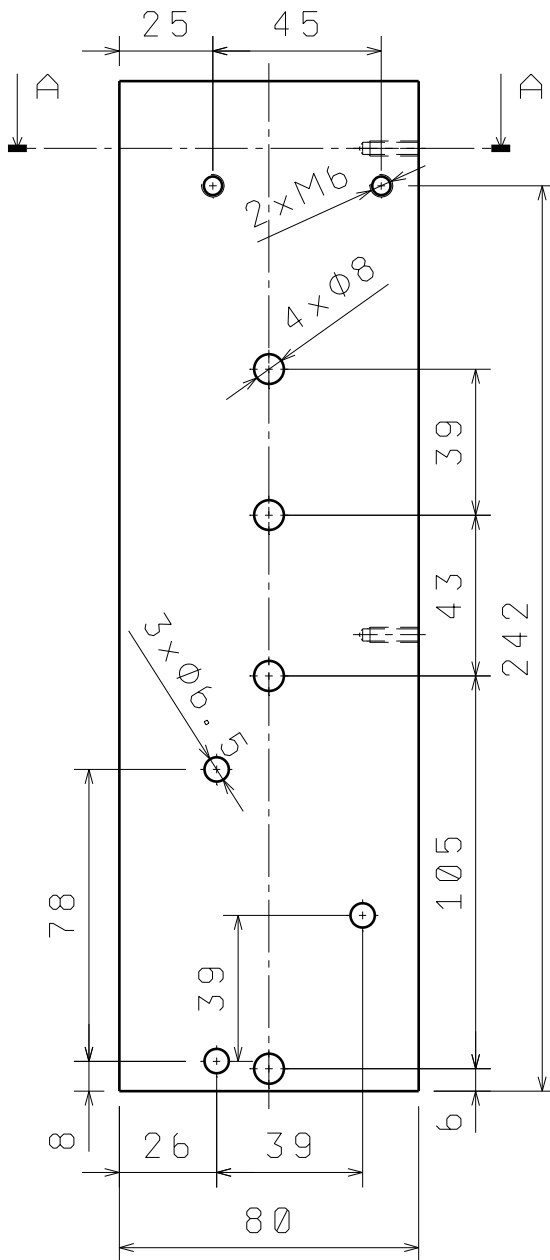
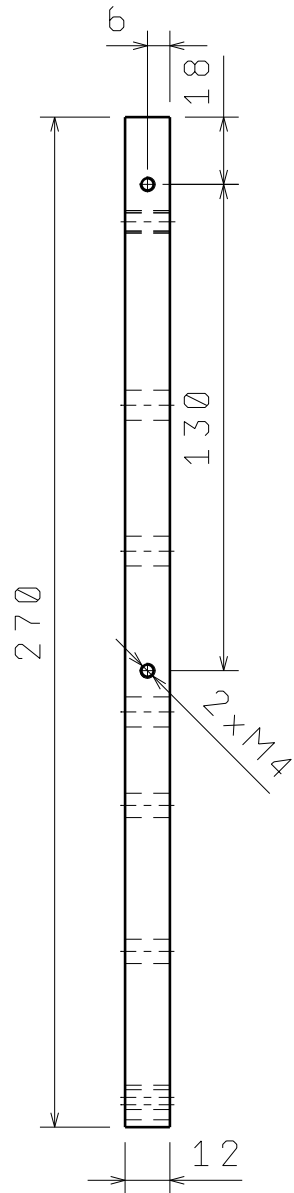
3

2

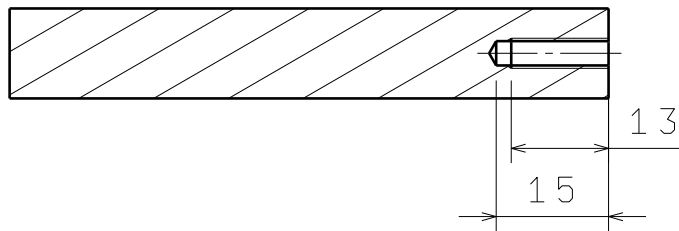
2

1

1



A-A (1:1)



Vypracoval

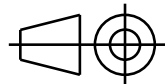
Marek Sedlář

Datum

30. 3. 2010

Velikost

A4



Měřítko

1: 2

Příloha

P1

Číslo výkresu

P1-004-2010-01

Material (CSN):

11600

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

UTB-FT ve Zlíně

Pomocná deska

D

A

D

C

B

A

4

4

3

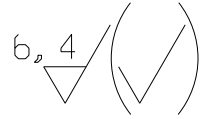
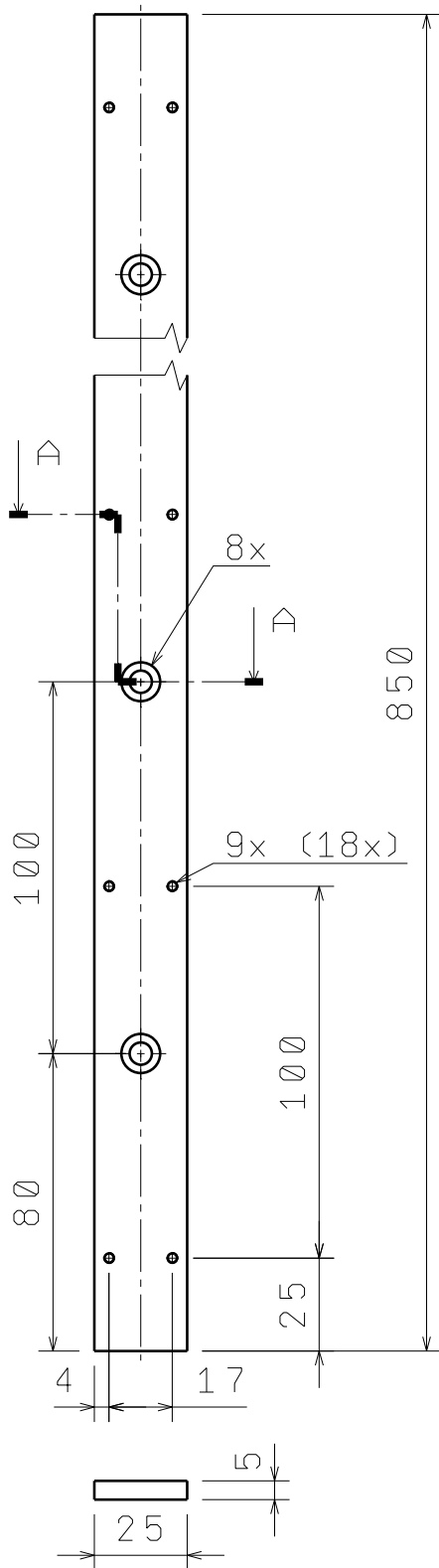
3

2

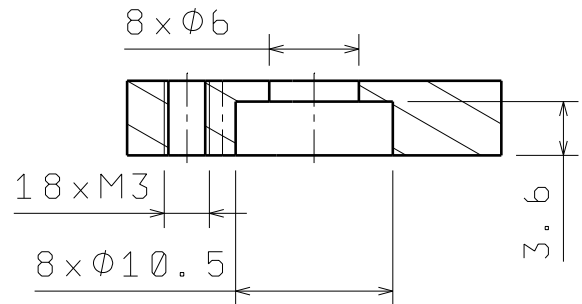
2

1

1



A-A (2:1)



Vypracoval

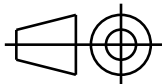
Marek Sedlář

Datum

30. 3. 2010

Velikost

A4



A1 profil X - spodní část

Měřítko

1: 2

Příloha

P2

Číslo výkresu

P2-004-2010-02

Material (CSN):

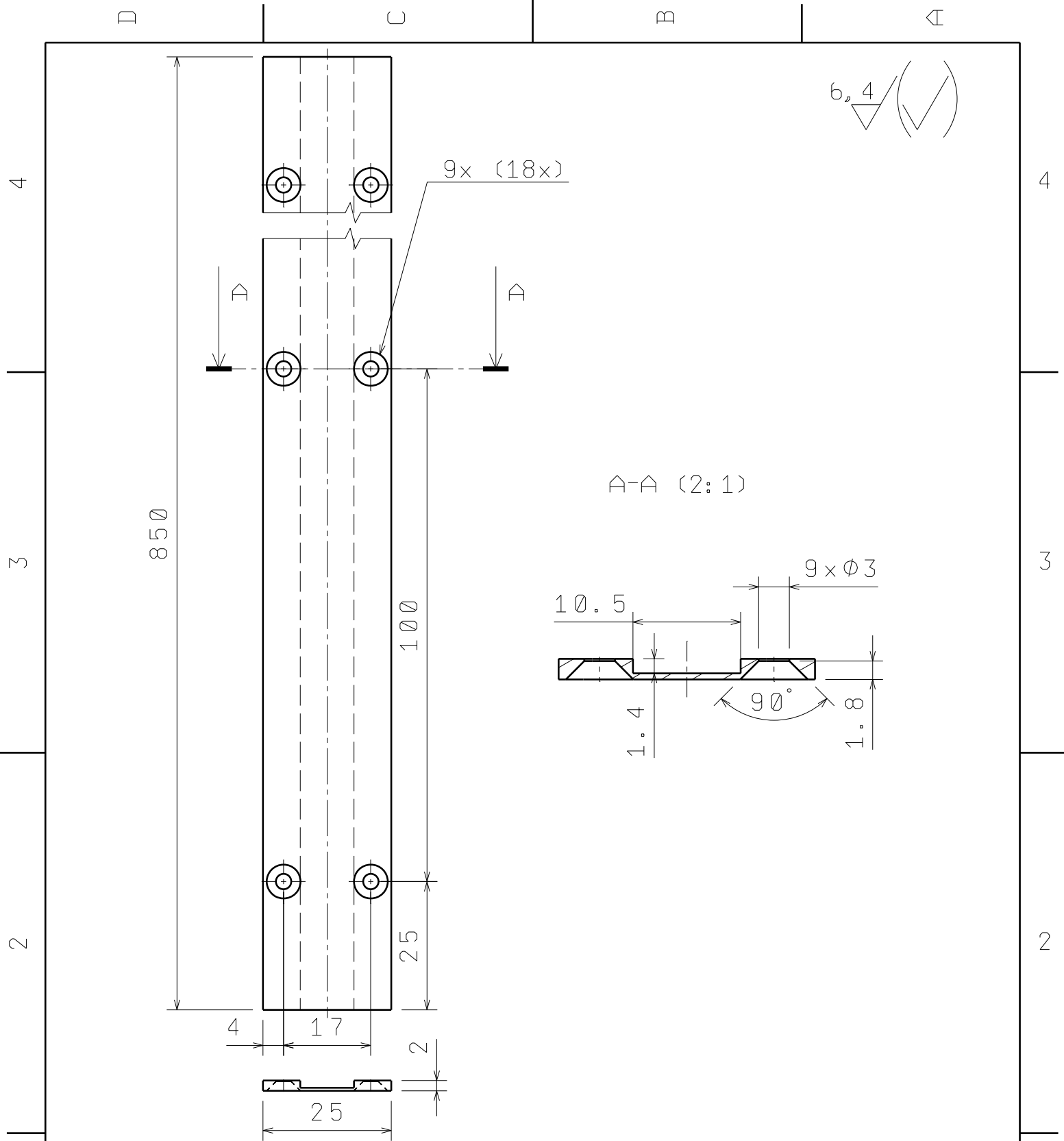
424005

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

D

A

UTB-FT ve Zlíně



Vypracoval
Marek Sedlář

Datum
30. 3. 2010

Velikost
A4

Měřítko
1:1

Příloha
P3

UTB-FT ve ZLíně

Al profil X - krycí část

Číslo výkresu
P3-004-2010-03

Material (CSN):
424005

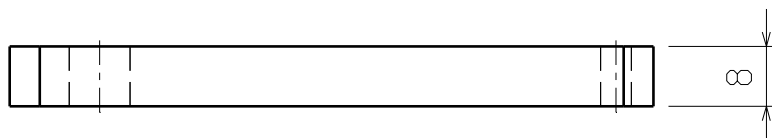
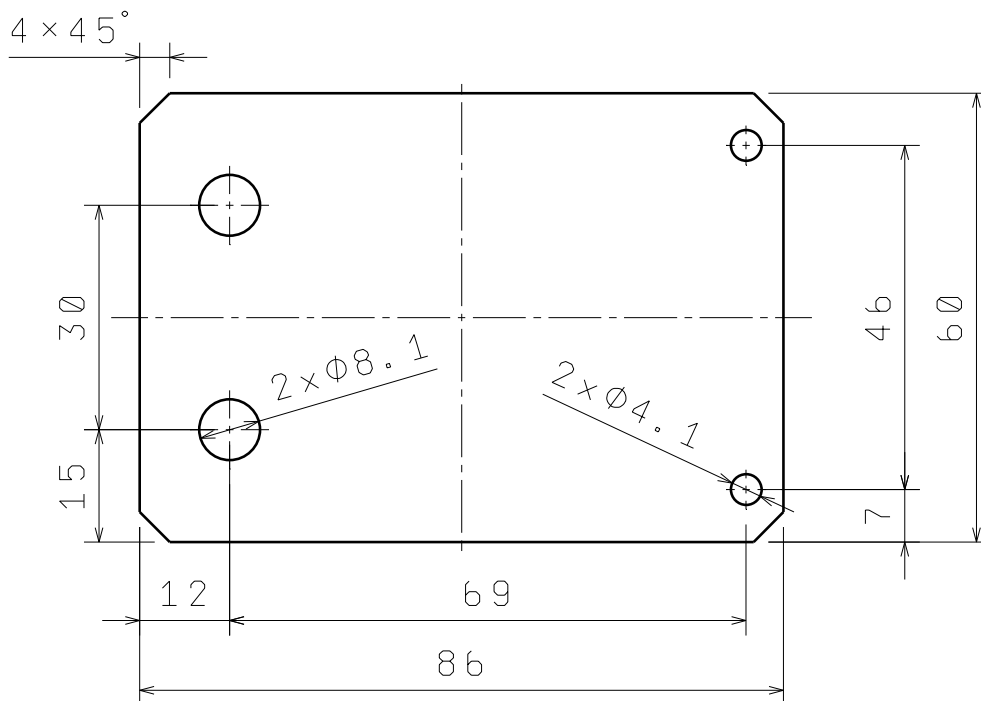
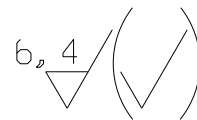
I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

D

C

B

A



Vypracoval

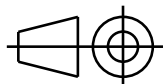
Marek Sedlář

Datum

30. 3. 2010

Velikost

A4



UTB-FT ve Zlíně

Držák snímače osy X

Měřítko

1: 1

Příloha

P4

Číslo výkresu

P4-004-2010-04

Material (CSN):

11600

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

D

A

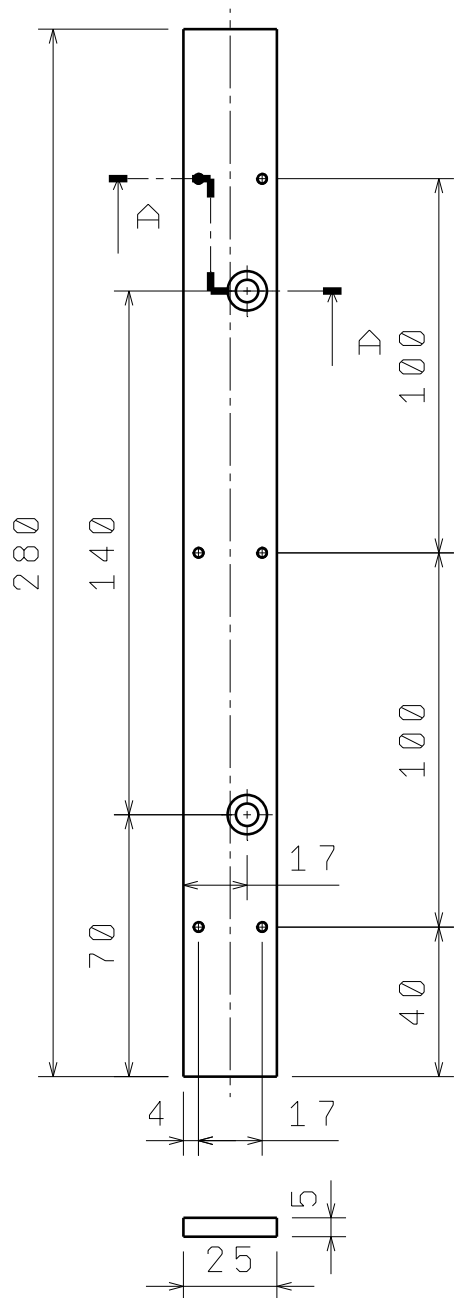
D

C

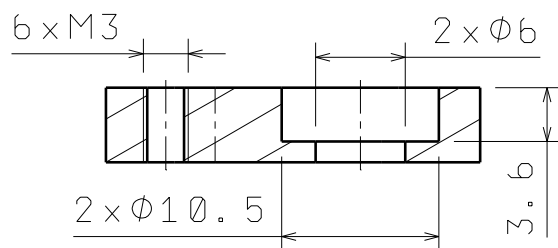
B

A

6,4 (✓)



A-A (2:1)



Vypracoval

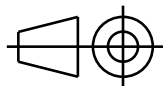
Marek Sedlář

Datum

1. 4. 2010

Velikost

A4

UTB-FT ve Zlíně
A1 profil Y - spodní část

Měřítko

1:2

Příloha

P5

Číslo výkresu

P5-004-2010-05

Material (CSN):

424005

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

D

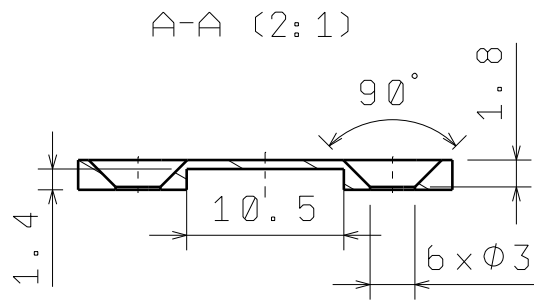
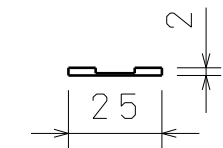
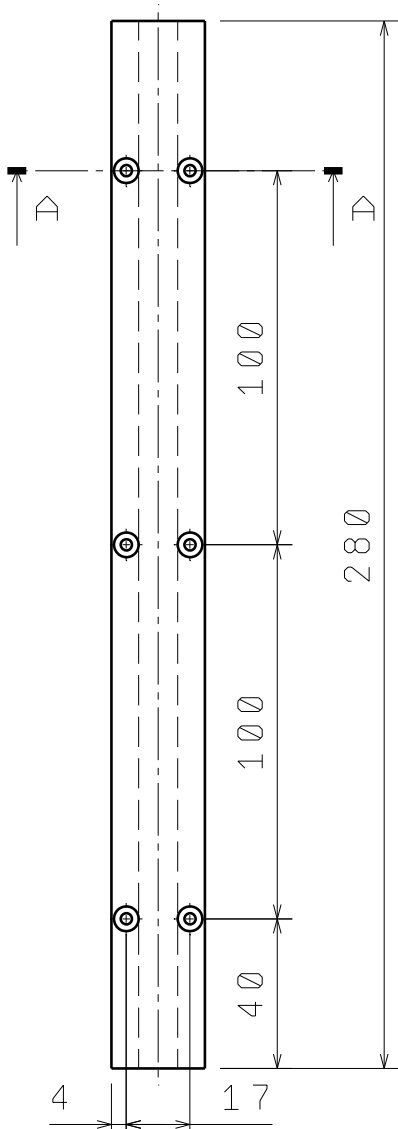
A

D

C

B

A

 $b, 4$ (✓)


Vypracoval

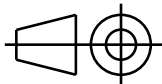
Marek Sedlář

Datum

1. 4. 2010

Velikost

A4



Měřítko

1: 2

Příloha

P6

Číslo výkresu

P6-004-2010-06

Material (CSN):

424005

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

UTB-FT ve Zlíně

Al profil Y - krycí část

D

A

4

3

2

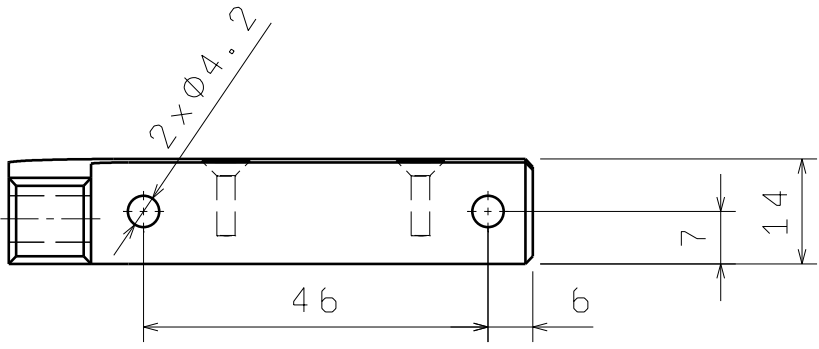
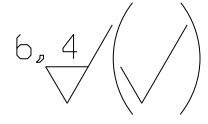
1

D

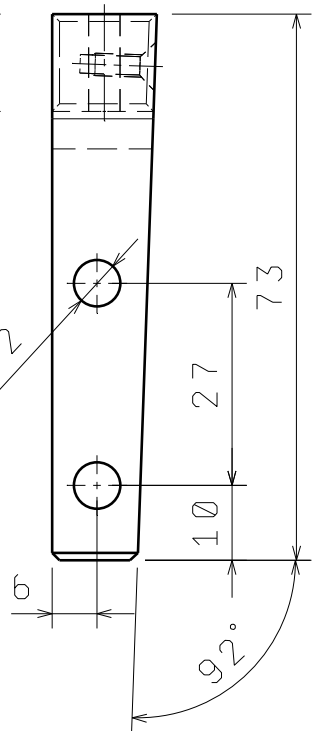
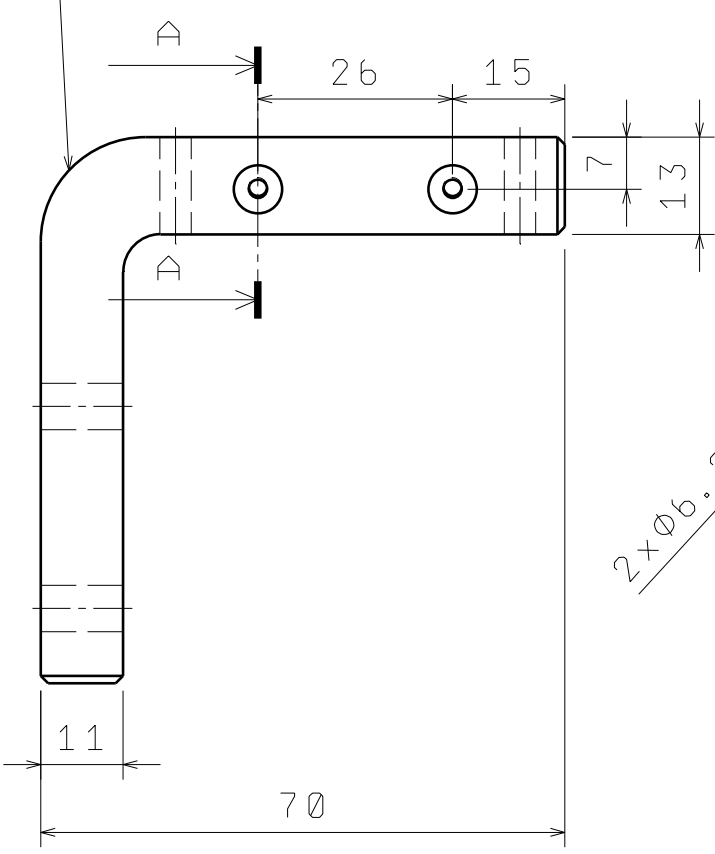
C

B

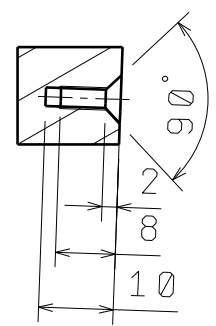
A



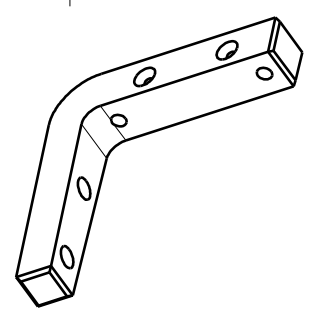
radius dle ohybu



A-A



3D pohled (1:2)



Nekótované sražení hran 1x45°

Vypracoval Marek Sedlář		UTB-FT ve Zlíně		I	-
Datum 1.4.2010				H	-
Velikost A4		Držák snímače osy Y		G	-
Měřítko 1:1				F	-
Příloha P7	Císlo výkresu P7-004-2010-07	Material (CSN): 11600		E	-
				D	-
				C	-
				B	-
				A	-

D

A

4

3

2

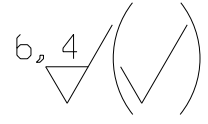
1

D

C

B

A



4

4

3

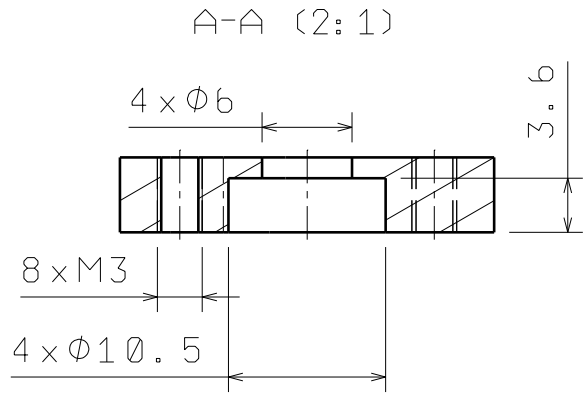
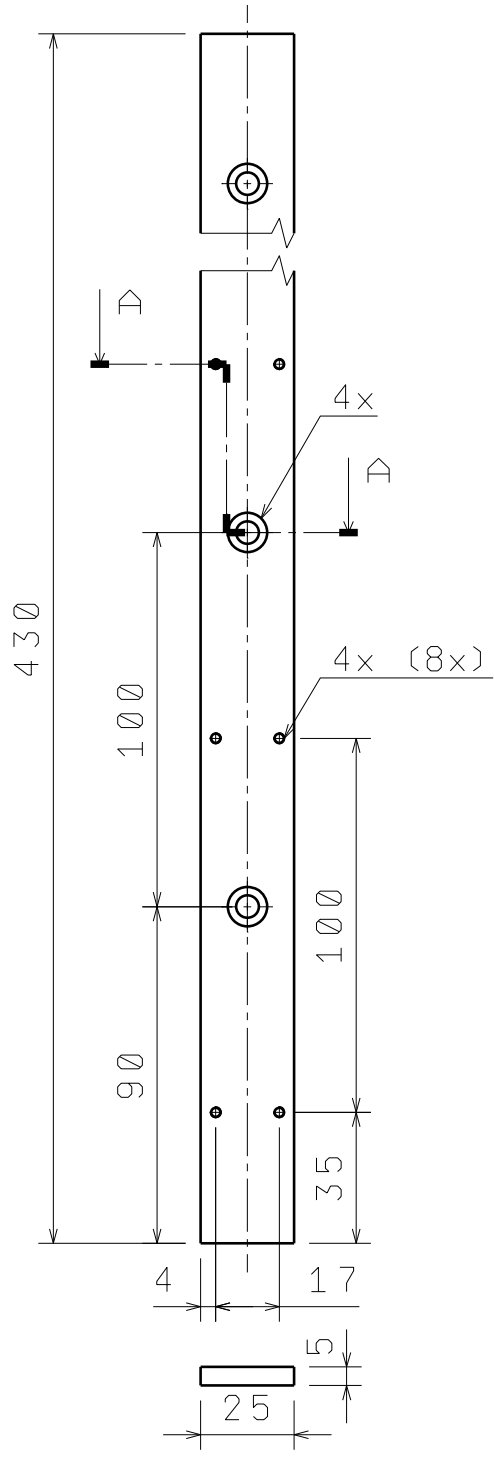
3

2

2

1

1



Vypracoval Marek Sedlář		UTB-FT ve Zlíně		I	-
Datum				H	-
2.4.2010				G	-
Velikost A4		Al profil Z - spodní část		F	-
Měřítko 1:2	Příloha P8	Číslo výkresu P8-004-2010-08		E	-
		Material (CSN): 424005		D	-
				C	-
				B	-
				A	-

D

A

D

C

B

A

4

4

3

3

2

2

1

1

430

100

35

4

17

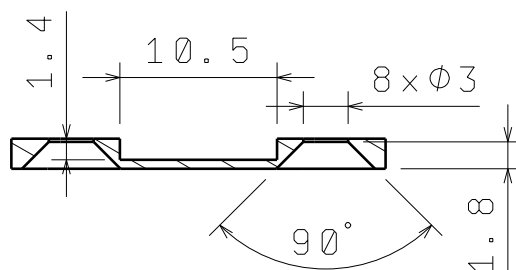
25

2

4x (8x)

6,4 (✓)

A-A (2:1)



Vypracoval

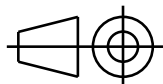
Marek Sedlář

Datum

1.4.2010

Velikost

A4



Měřítko

1:1

Příloha

P9

Číslo výkresu

P9-004-2010-09

Material (CSN):

424005

I

-

H

-

G

-

F

-

E

-

D

-

C

-

B

-

A

-

UTB-FT ve Zlíně

Al profil Z - krycí část

D

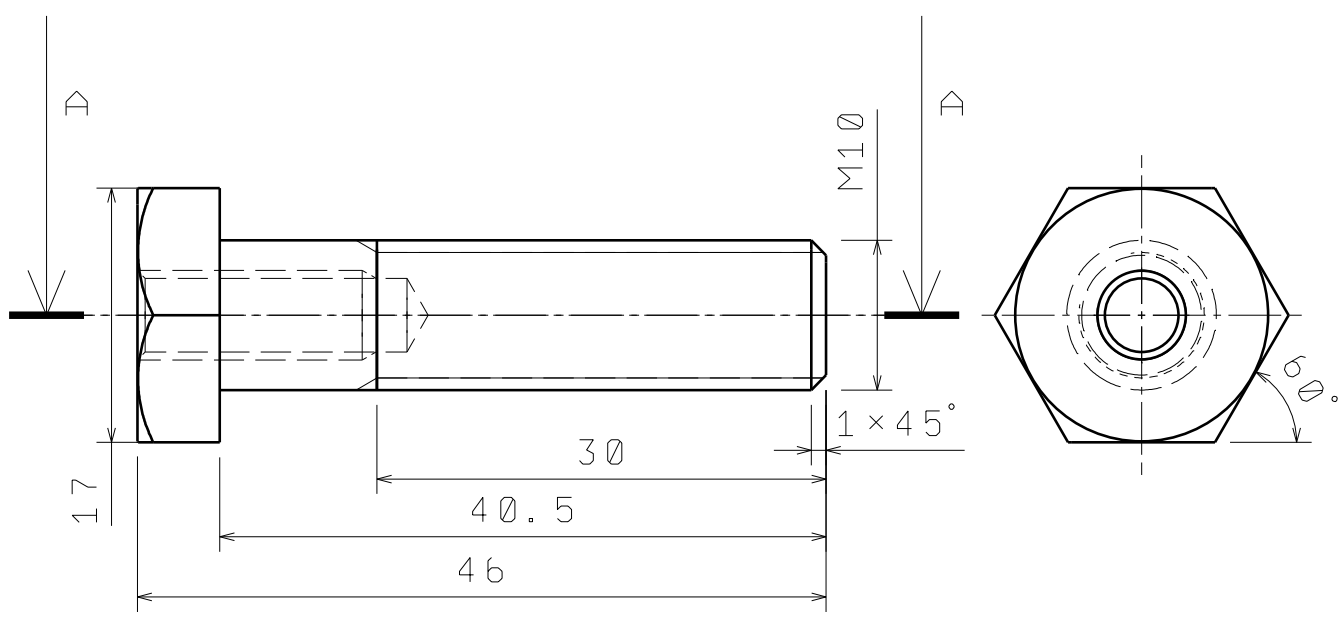
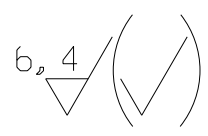
A

D

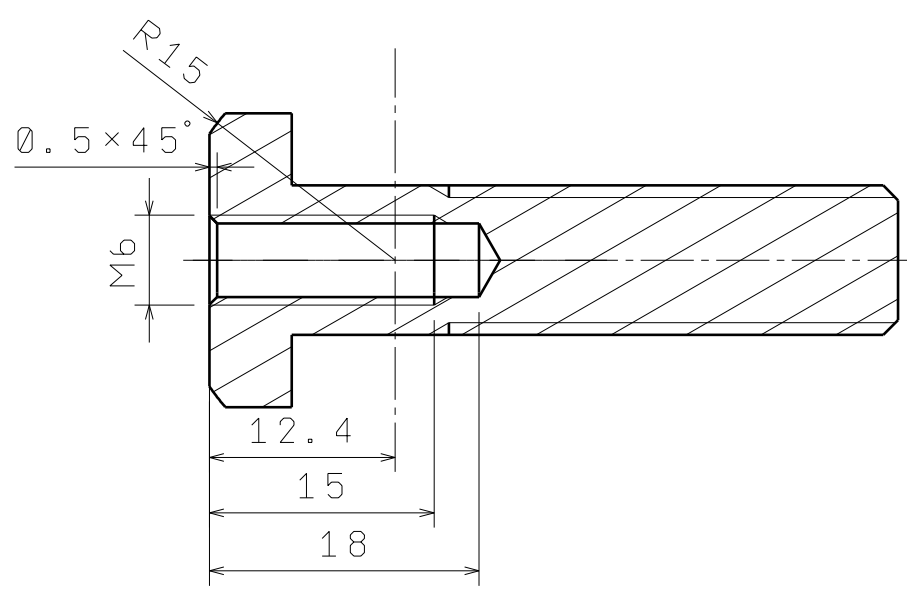
C

B

A



A-A



Vypracoval
Marek Sedlář

Datum
4. 4. 2010

Velikost
A4

Měřítko
2:1

UTB-FT ve Zlíně

Šroub M10

Číslo výkresu
P10-004-2010-010

Material (CSN):
11500

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

D

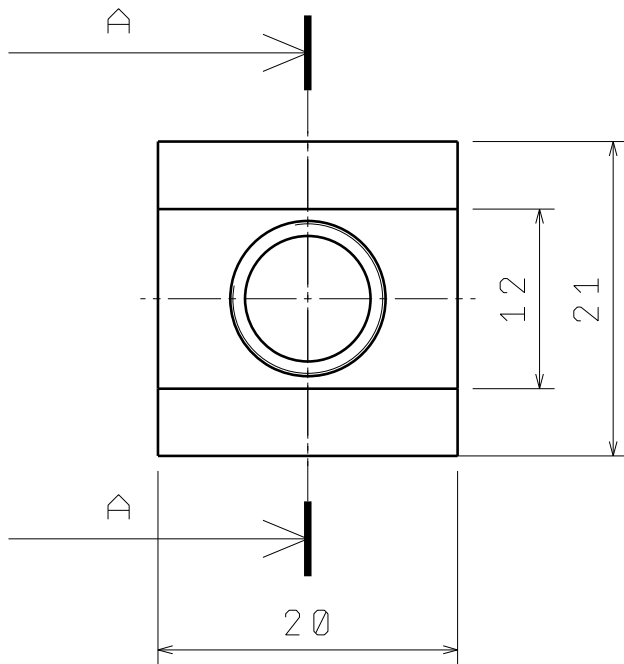
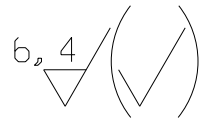
A

D

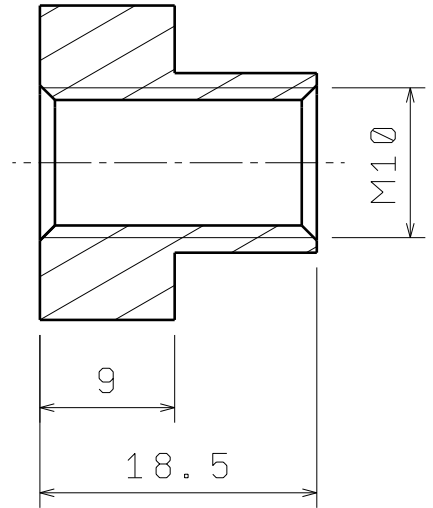
C

B

A



A-A (2:1)

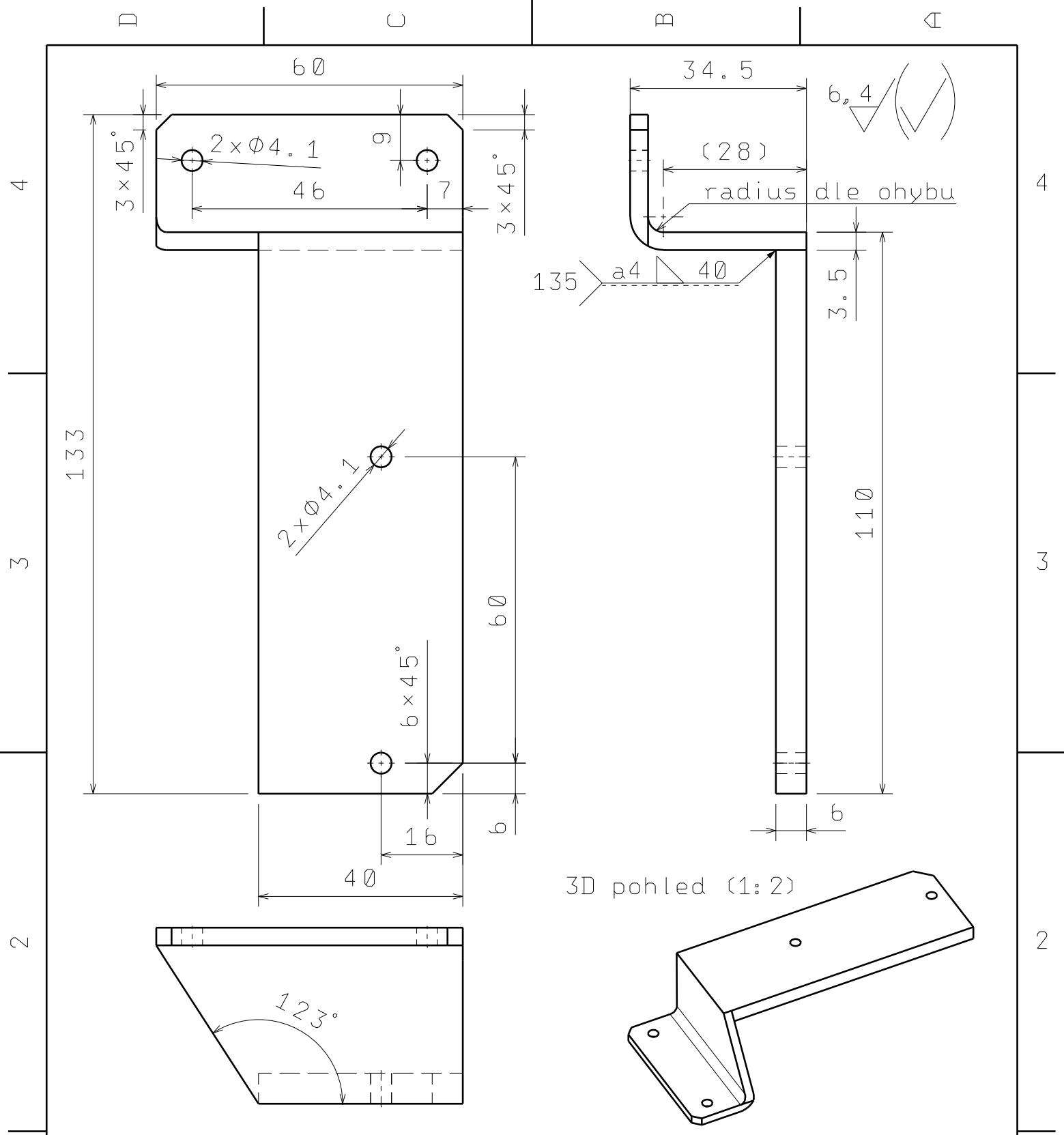


Nekótované sražení hran 1x45°

Vypracoval Marek Sedlář		UTB-FT ve Zlíně		I	-
Datum 4. 4. 2010				H	-
Velikost A4				G	-
Měřítka 2:1		Kostka - T drážka		F	-
Příloha P11	Číslo výkresu P11-004-2010-011		Material (CSN): 11600	E	-
				D	-
				C	-
				B	-
				A	-

D

A



3D pohled (1:2)

Vypracoval Marek Sedlář		UTB-FT ve ZLíně		I	-
Datum				H	-
4. 4. 2010		Držák snímače osy Z		G	-
Velikost A4				F	-
Měřítko 1:1		Příloha P12		E	-
Číslo výkresu P12-004-2010-012				D	-
Materiál (ČSN): 11600				C	-
				B	-
				A	-

1
2
3
4

1
2
3
4

D

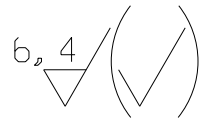
A

D

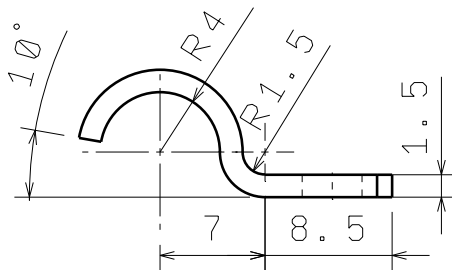
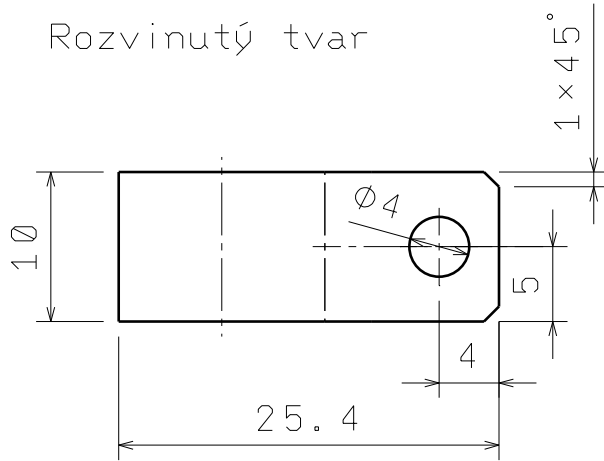
C

B

A



Rozvinutý tvar



Vypracoval

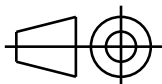
Marek Sedlář

Datum

4. 4. 2010

Velikost

A4



Měřítko

2:1

Příloha

P13

Číslo výkresu

P13-004-2010-013

Material (CSN):

424005

I -

H -

G -

F -

E -

D -

C -

B -

A -

UTB-FT ve Zlíně

Držák kabelu X

D

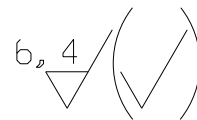
A

D

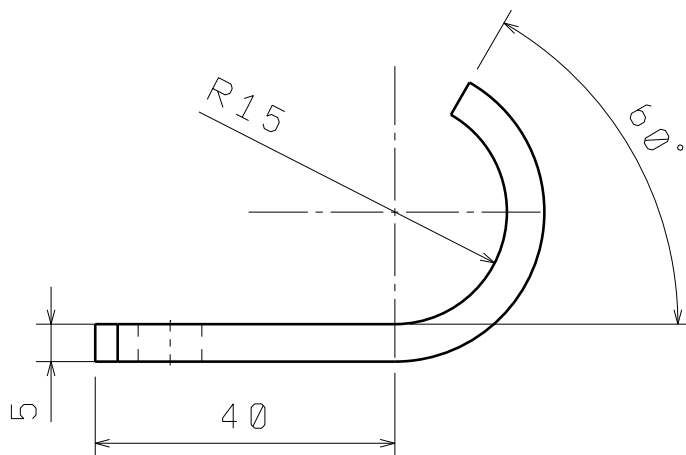
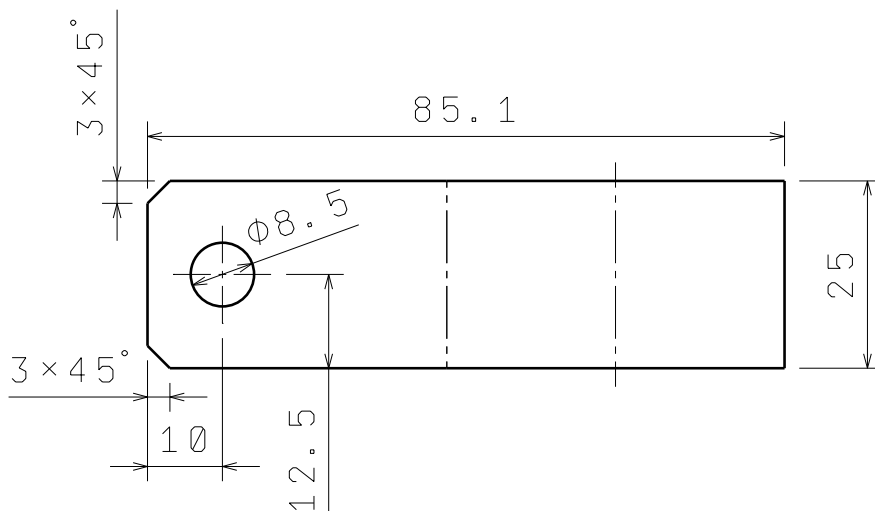
C

B

A



Rozvinutý tvar



Vypracoval

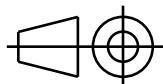
Marek Sedlář

Datum

7. 4. 2010

Velikost

A4



Měřítko

1:1

Příloha

P14

Číslo výkresu

P14-004-2010-014

Material (CSN):

424005

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

UTB-FT ve Zlíně

Držák PVC trubky

D

A

D

C

B

A

Rozvinutý tvar (1:2)

55.4

4

4

(2:1)

5xØ3

860

202

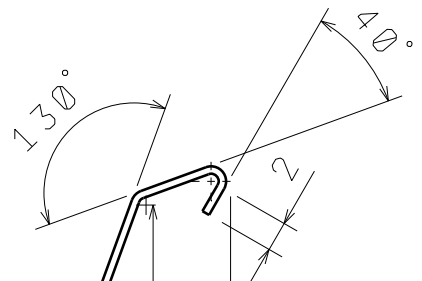
T0.5

25

(46.9)

(52.6)

Poloměr ohnutí R0.5



3

3

2

2

1

1

Vypracoval

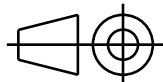
Marek Sedlář

Datum

7.4.2010

Velikost

A4



UTB-FT ve Zlíně

Al plech/krycí lišta X

Měřítko

1:2

Příloha

P15

Číslo výkresu

P15-004-2010-015

Material (CSN):

424005

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

D

A

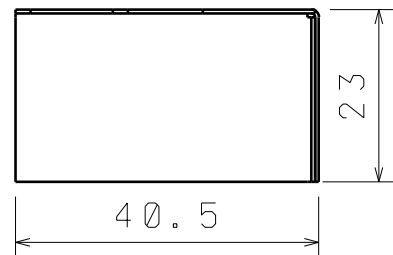
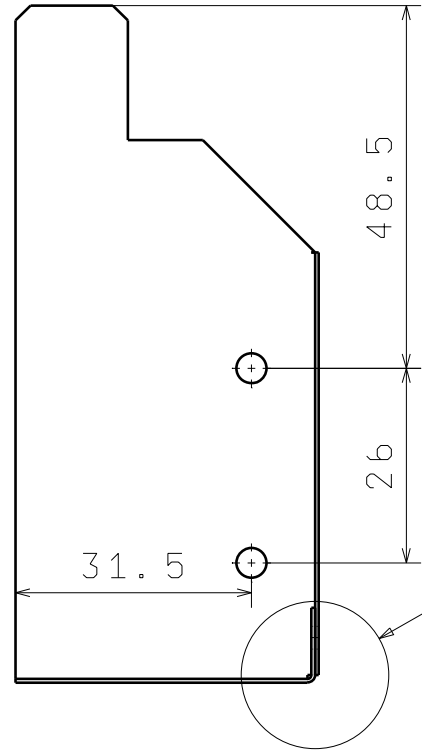
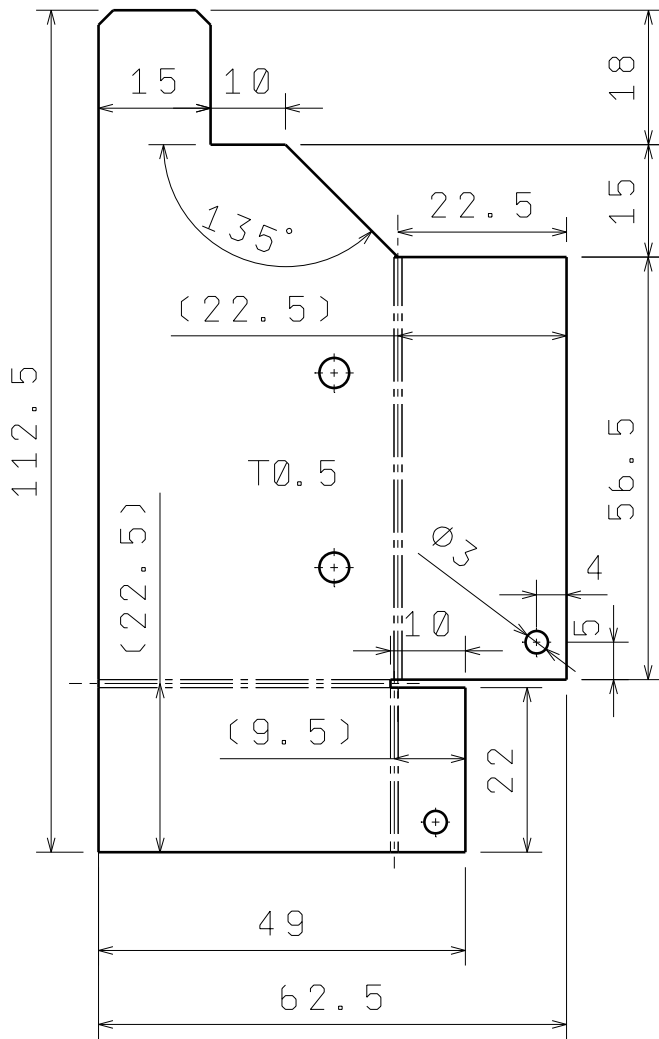
D

C

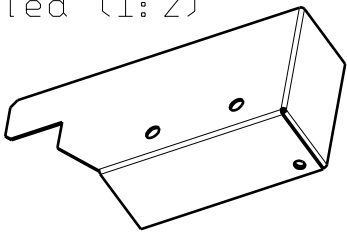
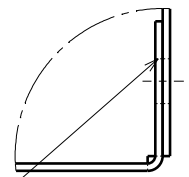
B

A

Rozvinutý tvar



3D pohled (1:2)

Detail A
(2:1)

Svrtáno po ohnutí

Poloměr ohnutí R0.5
Nekótované sražení hran 2x45°

Vypracoval

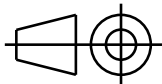
Marek Sedlář

Datum

7. 4. 2010

Velikost

A4



Al plech 1/krycí lišta Y

Měřítko

1:1

Příloha

P16

Číslo výkresu

P16-004-2010-016

Material (CSN):

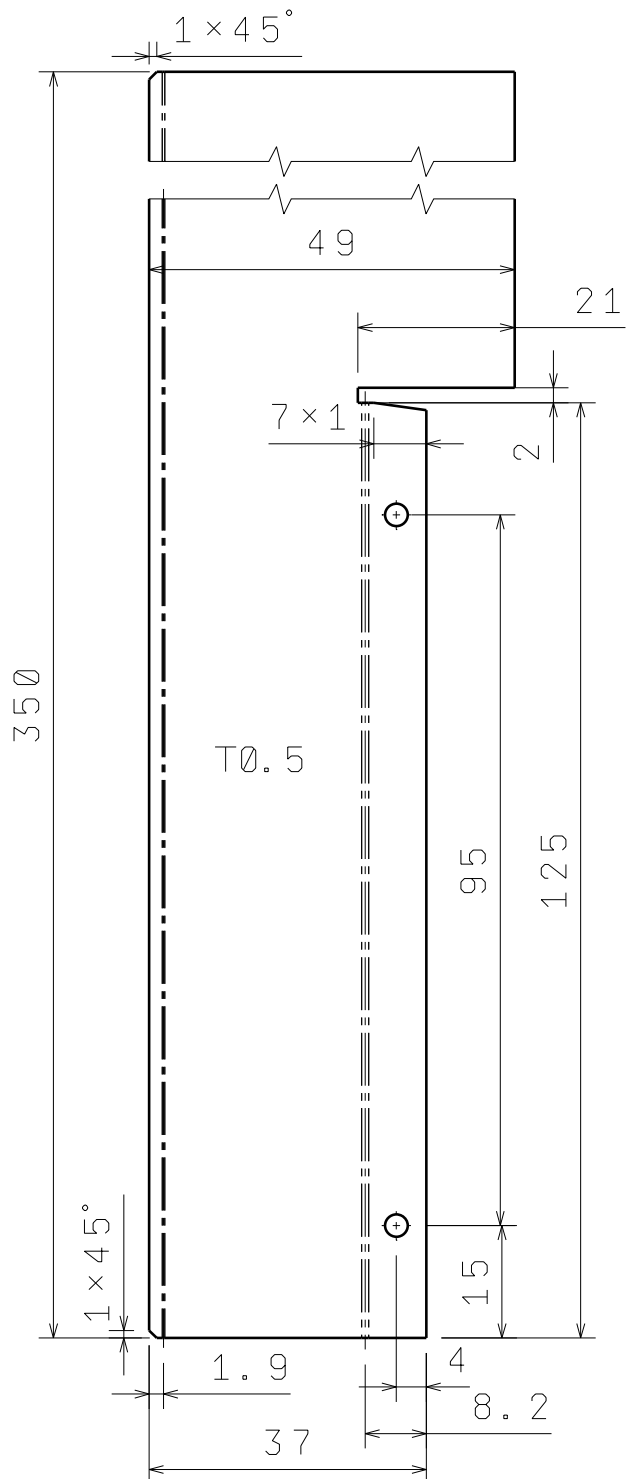
424005

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

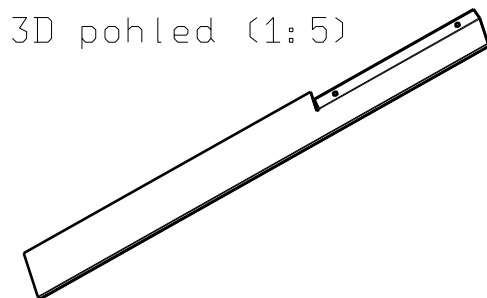
D

A

Rozvinutý tvar (1:2)

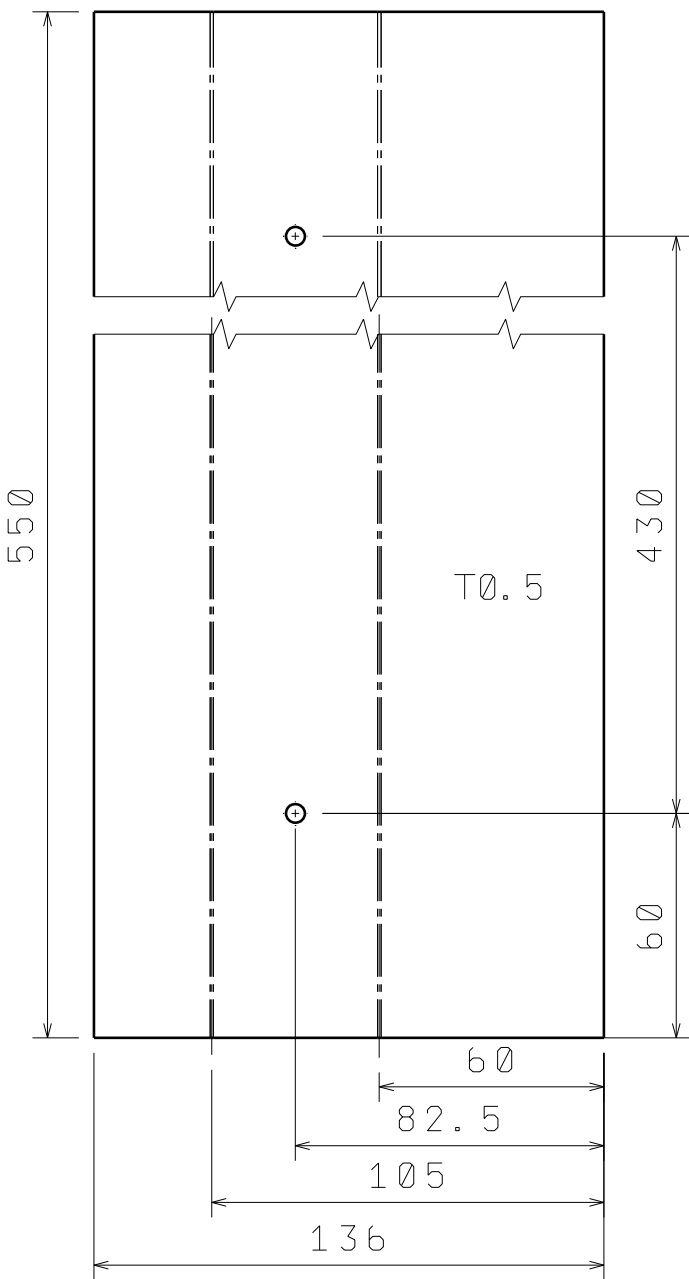


Poloměr ohnutí R0.5

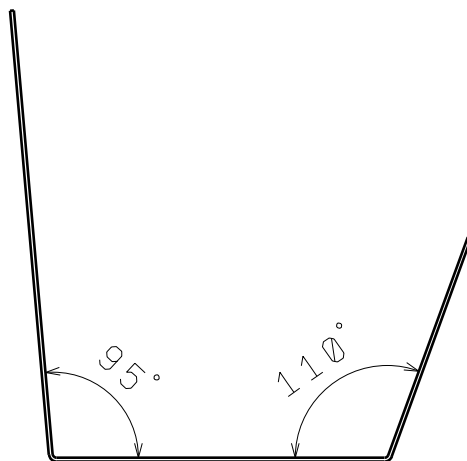


Vypracoval Marek Sedlář		UTB-FT ve Zlíně	I	-
Datum 10. 4. 2010			H	-
Velikost A4		Al plech 2/krycí lišta Y	G	-
Měřítka 1:2			F	-
Příloha P17	Císlo výkresu P17-004-2010-017	E	-	
Material (CSN): 424005		D	-	
		C	-	
		B	-	
		A	-	

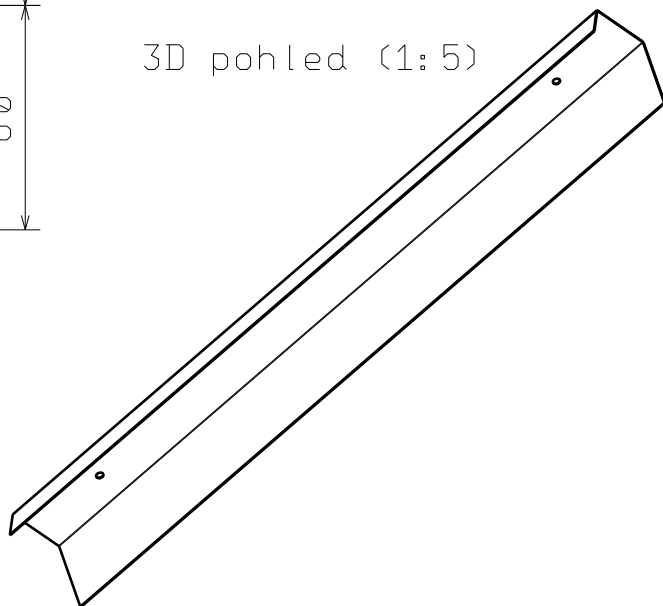
Rozvinutý tvar (1:2)



(1:1)



3D pohled (1:5)



Poloměr ohnutí R0.5

Vypracoval Marek Sedlář		UTB-FT ve Zlíně		I	-
Datum				H	-
10. 4. 2010				G	-
Velikost		Al plech 01/krycí lišta Z		F	-
A4		C	-		
Měřítko	Příloha	Číslo výkresu	Material (CSN):	D	-
1:2	P18	P18-004-2010-018	424005	E	-
				B	-
				A	-

D

A

D

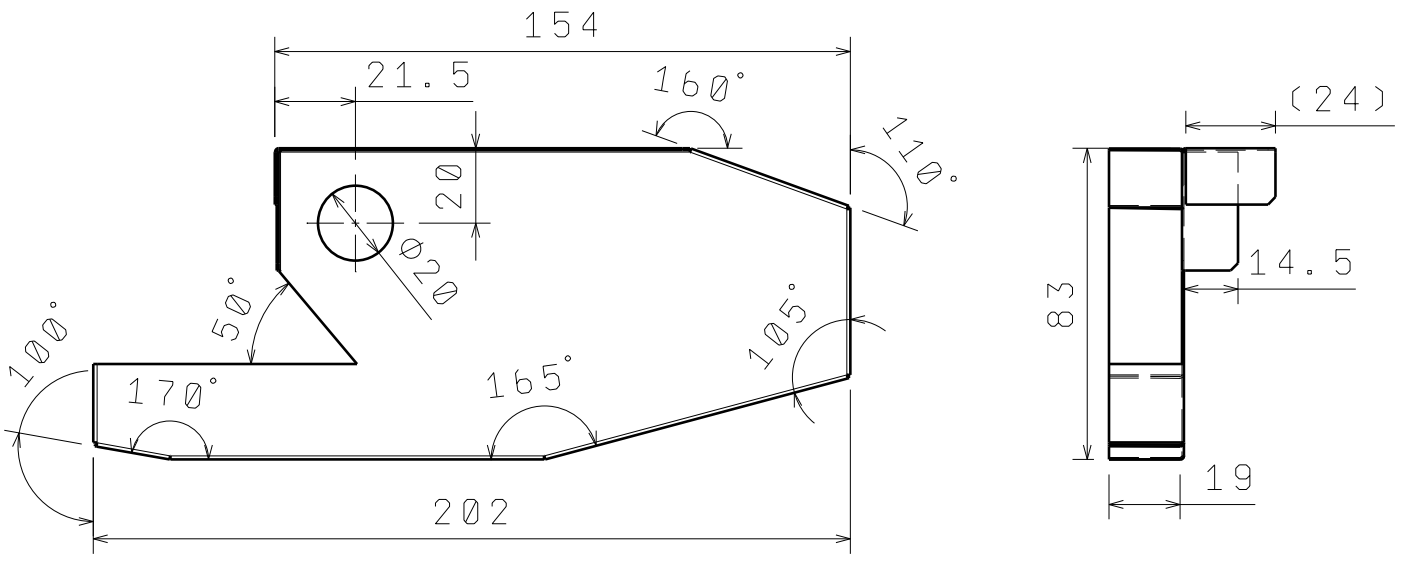
C

B

A

4

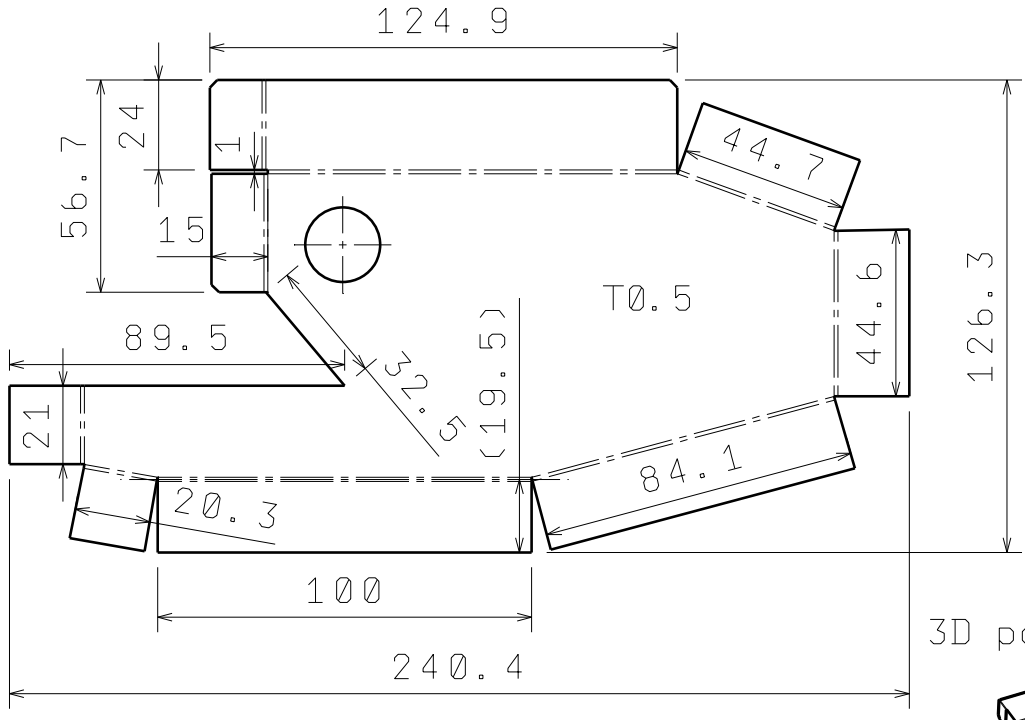
4



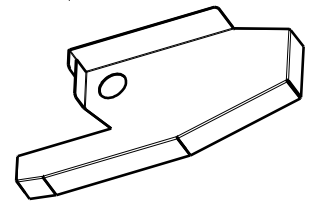
Rozvinutý tvar (1:2)

3

3



3D pohled (1:5)



Poloměr ohnutí R0.5
Nekótované sražení hran 2x45°

2

2

1

1

Vypracoval Marek Sedlář		UTB-FT ve Zlíně		I	-
Datum				H	-
12.4.2010				G	-
Velikost A4		Al plech 02/krycí lišta Z		F	-
Měřítko 1:2	Příloha P19	Cislo vykresu P19-004-2010-019	Material (CSN): 424005	E	-
				D	-
				C	-
				B	-
				A	-

D

A

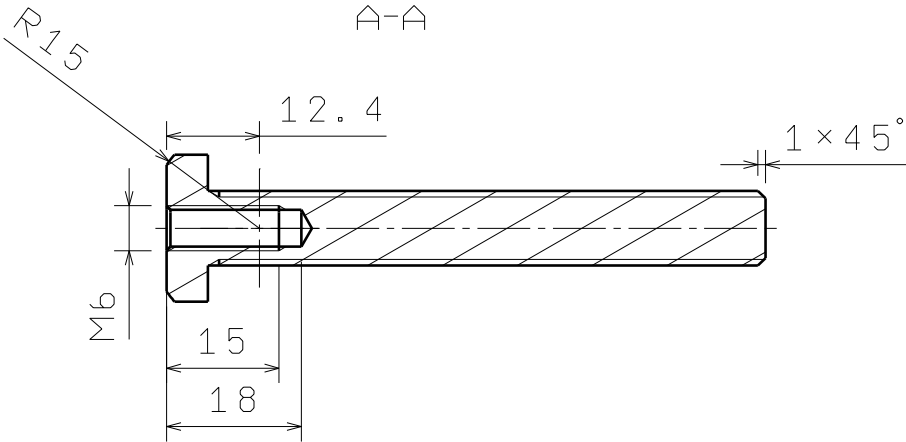
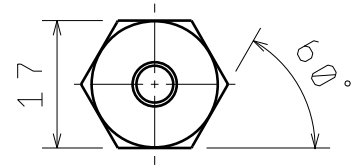
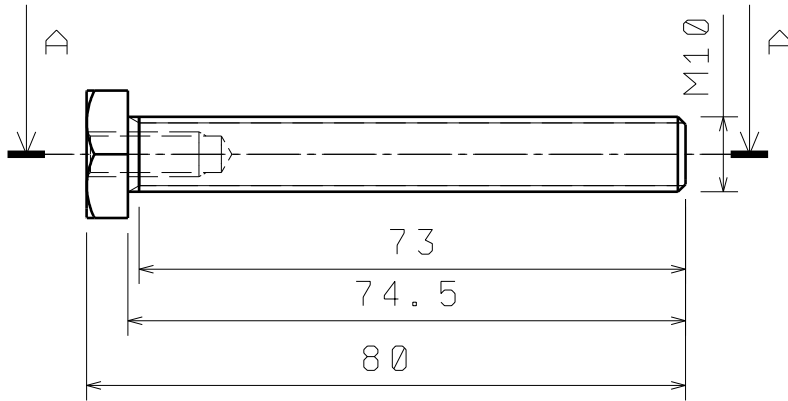
D

C

B

A

6,4 (✓)



Nekótované sražení hran 0.5x45°

Vypracoval Marek Sedlář		UTB-FT ve Zlíně		I	-
Datum 12. 4. 2010				H	-
Velikost A4				G	-
Měřítka 1:1		Šroub A		F	-
Příloha P20		Číslo výkresu P20-004-2010-020		E	-
		Material (CSN): 11500		D	-
				C	-
				B	-
				A	-

D

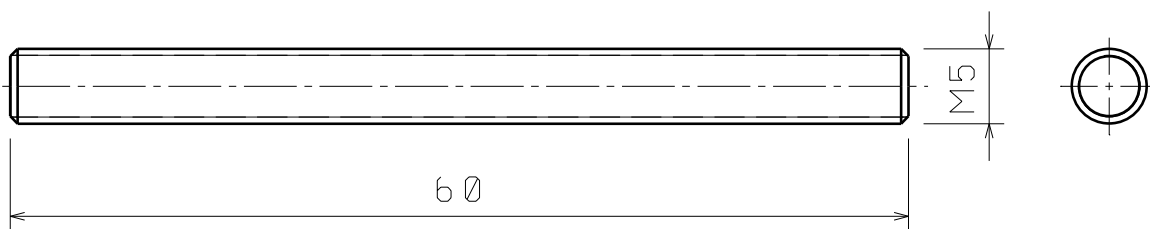
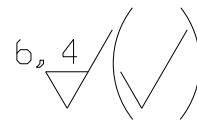
A

D

C

B

A



Nekótované sražení hran $0.5 \times 45^\circ$

Vypracoval Marek Sedlář		UTB-FT ve Zlíně	I	-	
Datum 12. 4. 2010			H	-	
Velikost A4			G	-	
Měřítka 2:1			F	-	
Příloha P21		Šroub B		E	-
Číslo výkresu P21-004-2010-21				D	-
Material (CSN): 11500				C	-
				B	-
				A	-

D

A