

Délkové měřidlo - konstrukce a validace

Michal Konečný

Bakalářská práce
2015

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal Konečný**
Osobní číslo: **T12656**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Délkové měřidlo - konstrukce a validace**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracování literární rešerše v dané oblasti
2. Návrh konstrukčního řešení
3. Zhotovení výkresové dokumentace
4. Výroba přípravku a ověření funkčnosti

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

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

Datum zadání bakalářské práce:

30. ledna 2015

Termín odevzdání bakalářské práce:

22. května 2015

Ve Zlíně dne 9. února 2015


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




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

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 20.5.2015


.....

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá konstrukcí dvouosého délkového měřidla fungujícího pomocí digitální indikace BC-02. Měřidlo bude sloužit pro měření při výrobě dřevěných konstrukcích o maximálních rozměrech 1 300 mm x 2 500 mm.

Klíčová slova:

Délkové měřidlo, měření délek....

ABSTRACT

This work deals with the construction of two axis measuring device which will work with digital indication BC-02. Measuring device will be used for measuring wood constructions with maximum size 1300 mm x 2 500 mm.

Keywords:

Lengthgauge, length measurement....

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

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 9 |
| I TEORETICKÁ ČÁST | 10 |
| 1 ÚVOD DO METROLOGIE | 11 |
| 1.1 HISTORIE..... | 11 |
| 1.2 MĚRNÉ SOUSTAVY | 13 |
| 1.3 METROLOGIE..... | 14 |
| 1.4 ZÁKON Č. 505/1990 SB., O METROLOGII Z POHLEDU ZÁKLADNÍHO ČLENĚNÍ..... | 15 |
| 1.5 ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE Z METROLOGIE | 15 |
| 2 ÚVOD DO PROBLEMATIKY MĚŘENÍ | 19 |
| 2.1 CHYBY MĚŘENÍ..... | 19 |
| 2.2 NEJISTOTA MĚŘENÍ..... | 22 |
| 2.3 METODY MĚŘENÍ..... | 26 |
| 2.4 POŽADAVKY NA KONSTRUKCI MĚŘIDEL | 27 |
| 3 DRUHY DÉLKOVÝCH MĚŘIDEL | 28 |
| 3.1 PEVNÁ MĚŘIDLA..... | 28 |
| 3.2 STAVITELNÁ MĚŘIDLA | 32 |
| 3.3 ÚCHYLKOMĚRY | 37 |
| 3.4 ŠABLONY PRO KONTROLU TVARU A KALIBRY..... | 38 |
| 3.5 ELEKTRONICKÁ MĚŘIDLA | 42 |
| 3.6 OPTICKÁ MĚŘIDLA..... | 43 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 47 |
| 4 POŽADAVKY ZE STRANY ZADAVATELE | 48 |
| 4.1 KOMPONENTY DIGITÁLNÍ INDIKACE..... | 48 |
| 4.2 NOSNÁ KONSTRUKCE MĚŘIDLA | 52 |
| 4.3 KONSTRUKCE POSUVNÉHO DOTEKU..... | 56 |
| 4.4 SESTAVENÍ MĚŘIDLA | 60 |
| 4.5 PRVNÍ SPUŠTENÍ INDIKACE | 62 |
| ZÁVĚR | 67 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 68 |
| SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK | 70 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 71 |
| SEZNAM TABULEK | 73 |
| SEZNAM PŘÍLOH | 74 |

ÚVOD

Tato práce se zabývá konstrukcí dvouosého délkového měřidla, fungujícího na principu digitální indikace vzdálenosti pomocí čtení z magnetického pásku.

V první části práce je okrajově popisována historie délkových měřidel na našem území i ve světě. Současně popisuje následný vznik jednotného systému délek - metrické soustavy. Dále je provedeno srovnání dvou celosvětově používaných délkových soustav.

V druhé části je soupis nejčastěji se vyskytujících výrazů v oboru metrologie. Ke konci této části jsou popsány chyby měření a nastíněny požadavky na konstrukci měřidel.

V třetí části je provedený rozbor nejčastěji používaných měřidel ve strojírenské a stavební praxi.

Ve čtvrté, praktické části, je provedený konstrukční návrh dvouosého délkového měřidla pro měření délek o maximálních rozměrech 1 300 mm x 2 500 mm.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ÚVOD DO METROLOGIE

1.1 HISTORIE

Metrologie je jedna z nejstarších činností v historii lidstva. Pro potřeby směnného obchodu bylo nutné určit hodnoty pro vyjádření množství, nebo velikosti daného zboží. Již u prvních starověkých národů jako byly Egypťané a Babyloňané, docházelo k prvnímu měření ploch a délek pro stavební účely, k měření hmotnosti zboží při výměnném obchodu a k měření času pro určování periodičnosti záplav apod. Z Babylónské kultury se dochovalo šedesátinné dělení, které se dodnes používá u úhlů a času. Dle archeologických nálezů lze říci, že Babyloňané byly první národ, který používal etalony. Z Egyptské kultury je známou délkovou hodnotou 1 egyptský královský loket, který přibližně odpovídal nynějším $\bar{53}$ cm.

Postupem času docházelo k převzetí metrologických poznatků národem Řeckým a Římským. Tyto národy dále rozvíjely měření hmotnosti, délky a objemu, jelikož byly využívány při obchodování a budování. Některé z v této době vzniklých jednotek se užívají dodnes v angloamerické měrné soustavě.

V období středověku byl v určování jednotek hmotnosti, délek, času a objemu chaos. Míry byly v regionech nedokonalé a nejednotné. Do užívání vstupovaly měrné jednotky dle potřeby lidí, aniž by byly mezi sebou vázány. Průběhem času se nicméně ukázalo, že existují veličiny základní, které nejsou mezi sebou vázány. Proto se čas a délka, začali považovat za základní veličiny, jelikož vše probíhá v prostoru a čase. Z tohoto období stojí za zmínku například užívaná délková hodnota na našem území „pražský loket“ který vznikl v roce 1268 n. l., po vydání rozhodnutí krále Přemysla Otakara II. Jeho délka odpovídala přibližně nynějším $\bar{59,1}$ cm a etalon byl umístěn za vraty Novoměstské radnice v Praze.

V Novověku došlo k pozvednutí úrovně metrologie toskánským filosofem, fyzikem a astronomem Galileem Galilei (1564 – 1642 n. l.) který svým výrokem " *Měřit vše co je měřitelné a co měřitelné není, měřitelným učinit* " povýšil samotné měření na prostředek k získávání faktických poznatků potřebných k budování kvantitativních vědeckých teorií. Jeho výrok platí dodnes.

Průběhem času docházelo k různým změnám etalonů délek na našem území i po celém světě. Za zmínku opět stojí změna délky 1 lokte, která proběhla v 2. polovině 18. století kdy byl v Čechách zaveden "Vídeňský loket" který přibližně odpovídal délce $\mp 77,8$ cm.

K počátku řešení problému s nejednotností jednotek došlo v roce 1790 n. l. ve Francii. Po nátlaku vědců a politiků, kteří požadovali uzákoněné sjednocení délky, vznikla ve Francii vědecká komise, která dostala za úkol vytvořit novou soustavu jednotek, která by se odvíjela od pevně daných přírodních veličin, které se nemění s časem. Ostatní jednotky by se odvíjely od základních jednotek a dílčí jednotky by tvořily pomocí celistvých mocnin deseti. Návrh byl nazván „desetinná metrická soustava“ a za metr se považovala 10^{-7} část zemského kvadrantu. Dále došlo k zavedení předpon kilo, hekto, deka, deci, centi a mili.

Komise v čele s Josephem-Louisem Lagrangem a Pierrem Laplaccem. Měření vzdálenosti od pólu k rovníku měřené podél poledníku v nulové nadmořské výšce proběhlo na území Francie (Obr. 1.). Poté v roce 1899 n. l. došlo k představení etalonu délky jednoho metru z H-profilu 20x20 vyrobeného ze slitiny 90% Platiny a 10% Iridia (Obr. 2.) který je dodnes uložen v té době vzniklém Mezinárodním úřadu měř a vah ve Francouzském Sevres. Od té doby každý stát, který přecházel na metrickou soustavu, dostal kopii etalonu.

Z důvodu zpřesňujících se délkových rozměrů došlo v roce 1952 n. l. k vzniku vědecké komise, která měla posoudit možnost zpřesnění délky jednoho metru pomocí vlnové délky světla. O osm let později v roce 1960 n. l. došlo k přijetí dané možnosti s vznikem nové definice jednoho metru, a to jako: 1 650 763,73 násobek vlnové délky oranžovo-červené čáry kryptonu ve vakuu.

Poslední změnou k zpřesnění délky došlo v roce 1983 n. l. na konferenci CGMP k odsouhlasení nové definice metru jako: délka dráhy, kterou proběhne světlo ve vakuu za $1/299792458$ sekundy. Tato definice platí dodnes.

[6,5]



Obr. 1: Nákres měření [17]



Obr. 2: Etalon jednoho metru [17]

Tabulka 1: Přehled nejčastěji používaných jednotek délek ve strojírenské praxi:

| Jednotka | Zkratka | Přepočet na metr |
|-----------|-------------------|------------------|
| Metr | [m] | 1m |
| Decimetr | [dm] | 1/10 m |
| Centimetr | [cm] | 1/100 m |
| Milimetr | [mm] | 1/1000 m |
| Mikrometr | [μm] | 1/1000 000 m |

1.2 MĚRNÉ SOUSTAVY

Na světě se primárně užívají dvě měrné soustavy, metrická a angloamerická.

Metrická soustava byla odvozena po vzniku etalonu jednoho metru a postupem času byla implementována do nyní používané základní soustavy jednotek SI. Proto se tato soustava používá v zemích, které pro ujednocení základních jednotek zákonem převzaly základní soustavu jednotek SI.

Angloamerická (Imperiální) soustava délek se dříve používala v Anglicky mluvících zemích, především Británii, Britských koloniích a Americe. Nyní však hlavním zástupcem používajícím tuto měrnou soustavu je Amerika, která primárně používá angloamerickou soustavu, ale v zákonech nevyklučuje užívání metrické soustavy ve vědeckých pracích.

Británie od roku 1965 započala přechod z angloamerické soustavy na metrickou s dokončením přechodu v roce 1995.

Tabulka 2: Převodová tabulka soustav délek.

| Angloamerická soustava | | | |
|------------------------|---------|---------|----------------------------|
| Jednotka (anglicky) | Zkratka | Překlad | Odpovídající délka [mm] |
| Inch | In | palec | 25,4 |
| Feet | Ft | stopa | 304,8 |
| Yard | Yd | yard | 914,4 |
| Mile | mi,m | míle | 1 609 344 |

1.3 METROLOGIE

Je vědní obor, který se zabývá kontrolou a měřením veličin. Pro svou funkci používá všechny činnosti a poznatky z celého okruhu měření. Kontrola a měření veličin je vědní obor zasahující skoro do všech oblastí života. Měření veličin se netýká jen strojírenské praxe. Určování hodnot veličin se používá například v lékařství, sportu, dopravě, stavebnictví, obchodu atd. Pro všechny výše uvedené obory platí základní předpoklady správného měření, jako je znalost zákonů a vyhlášek platných dle legislativy České republiky. Zákony ošetřující jednotnost, správnost a přesnost měření vydává a kontroluje Ministerstvo obchodu a průmyslu. Metrologie se dělí na tři základní úrovně:

Vědecká metrologie:

Vědecká metrologie je odvětví metrologie fungující na mezinárodní úrovni a pečuje o definování mezinárodních jednotek měření a zabývá se stanovováním základních fyzikálních konstant apod.

Legální metrologie:

Legální metrologie je legislativní částí metrologie fungující na státní úrovni a bývá upravována normou, zákonem, nařízením a vyhláškou. Dané předpisy dávají úkoly i povinnosti

státní i podnikové metrologii. Legální metrologie je definována jako část metrologie, která je vztažena k měřidlům, měřeným jednotkám a předepsaným metodám technických a právních náležitostí. Její funkcí je poskytnout veřejnou záruku bezpečnosti a vhodnosti přesnosti měření.

Praktická metrologie:

Praktická metrologie je odvětví fungující na podnikové úrovni a má za úkol dodržování norem a přesností při výrobě. [5]

1.4 ZÁKON Č. 505/1990 Sb., O METROLOGII Z POHLEDU ZÁKLADNÍHO ČLENĚNÍ

Jedná se o zákon fungující na mezinárodní úrovni v oblasti řízení metrologie. Cílem je objasnění metod a zpracování naměřených hodnot při řízení procesů, jednotek a spolupráci na podnikové, národní a mezinárodní úrovni

Základem je mezinárodní zákon OIML č. 1 o metrologii. V české republice se metrologie řídí zákonem č. 505/1990 Sb., o metrologii ve znění novel 4/1993 Sb., 20/1993 Sb., 119/2000 Sb., 137/2002 Sb., 13/2002 Sb., 226/2003 Sb., 444/2005 Sb., 481/2008 Sb., 223/2009 Sb., 155/2010 Sb., 18/2012 Sb., [4]

[5, 15]

1.5 ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE Z METROLOGIE

Měření:

„Proces experimentálního získávání jedné nebo více hodnot veličiny, kterou mohou být důvodně přiřazeny veličině“

[1, s.8]

Princip měření:

„Je fyzikální jev, nebo souhrn fyzikálních jevů, na kterých je měření založeno. (Např. Dopplerův jev pro měření rychlosti)“

[14]

Měřicí metoda:

„Logický sled po sobě následujících genericky posloupně popsaných činností, které jsou používány při měření“

[3, s.48]

Podmínky měření:

Jsou určeny postupem měření

- 1) **Referenční podmínky:** jsou předepsány pro funkční přezkoušení přístroje, kalibraci a cejchování nebo pro zjištění vzájemné srovnatelnosti výsledků měření.
- 2) **Pracovní podmínky:** jsou předepsány pro použití daného měřicího zařízení a jejich dodržení zaručuje, že specifikované metrologické charakteristiky použitého měřicího zařízení se nacházejí v rozsahu daných mezních hodnot

[14]

Měřená veličina:

Veličina, která má být měřena.

[3]

Výsledek měření:

„Hodnota získaná měřením přisouzena měřené veličině“

[3, s8]

Nejistota měření:

„Parametr přidružený k výsledku měření, který charakterizuje rozptyl hodnot, které by mohly být přisuzovány k měřené veličině“

[3, s.8]

Přesnost měření:

Těsnost shody mezi výsledku měření a pravou hodnotou měřené veličiny.

[3]

Měřicí systém:

Je soustava představující veškeré měřidla, etalony, referenční materiály, instrukce a příslušenství, které jsou nutné pro tvoření naměřených hodnot veličin. [1]

Měřidlo:

Měřidlo můžeme charakterizovat jako přístroj užívaný pro samotné měření, nebo pro měření s dalšími zařízeními.

[1]

Ztělesněná míra - ETALON:

Ztělesněná míra neboli etalon je prvek, přístroj nebo referenční materiál, který slouží k reprodukování nebo přesné kontrole dané jednoty kterou vyjadřuje. Jsou určeny pro referenční účely a jsou kalibrovány. Zástupci jsou např.: etalony, koncové měrky, závaží apod..

[6]

Analogový měřicí přístroj:

Měřicí přístroj, jehož výstupní signál nebo údaj je spojitou funkcí hodnoty měřené veličiny nebo výstupního signálu.

[3, s9]

Číslicový měřicí přístroj:

Číslicový, neboli digitální měřicí přístroj poskytuje digitalizovaný výstup hodnot, které následně zobrazuje na displej.

[3]

Snímač:

Snímač je součást měřicího přístroje, nebo měřicího řetězce, která je v těsném kontaktu s měřenou veličinou.

[14]

Ukazatel:

Pevná nebo pohyblivá součást měřidla, která díky své poloze vůči stupnici na měřidle dokáže zobrazovat indikovanou hodnotu. [14]

Stupnice:

Stupnice je uspořádaná soustava značek s jakkoliv přidruženým číslováním, které pak následně tvoří zobrazovací část měřicího přístroje.

[14]

Rozsah stupnice:

Soubor krajních hodnot vyobrazených na stupnici.

[14]

Justování:

Je příprava měřidla do stavu pohotovosti, tak aby bylo možné měřidlo použít se stanovenou přesností měření, na kterou je měřidlo konstruované.

[8]

Kalibrace:

Jedná se o soubor činností, kterými se určují za specifických podmínek vztahy mezi hodnotami veličin, které jsou indikovány měřidlem s hodnotami, které jsou realizovány etalony. Přesné postupy kalibrace jsou určeny vyhláškou MPO a podléhají schvalování typu ČMI o povinném ověřování ve stanovených lhůtách. Kalibrace se provádí na měřidlech důležitých pro ochranu životního prostředí, bezpečnosti práce, veřejné zájmy, ochrany spotřebitele a měřidla používané v obchodním styku.

[6]

2 ÚVOD DO PROBLEMATIKY MĚŘENÍ

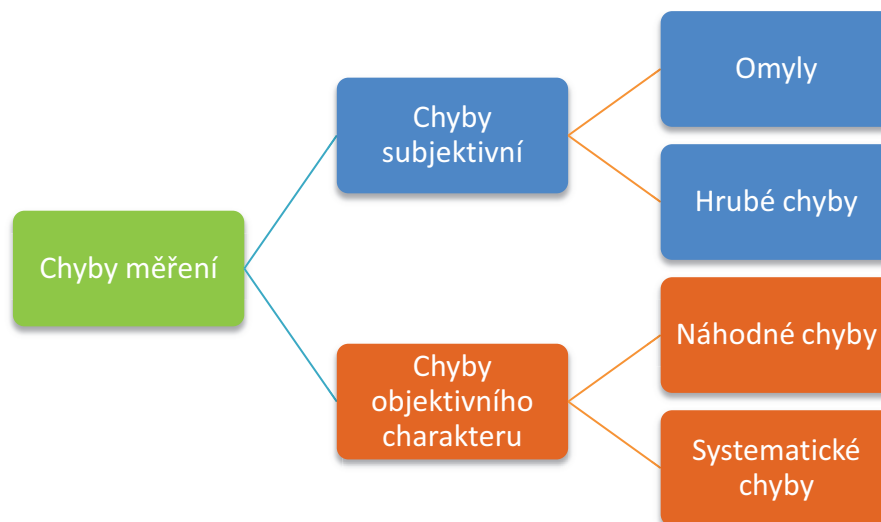
2.1 CHYBY MĚŘENÍ

Chyba měření:

„Je rozdíl mezi výsledkem měření a (konvenčně) pravou hodnotou měřené veličiny. Chyba má složku systematickou a náhodnou“

[14]

Tabulka 3: Chyby měření



Opakovatelnost měření:

Těsnost shody mezi výsledky souboru měření téže měřené veličiny provedených za nezměněných podmínek měření. Nezměněnými podmínkami se myslí, provedení měření stejné zkoumané veličiny jedním pracovníkem na jednom místě za stejné teploty opakovaných v krátké časové době.

[6]

Podmínky opakovatelnosti měření:

- Jeden pozorovatel
- Stejný postup měření
- Totéž místo
- Stejný měřicí přístroj
- Opakování v průběhu krátké časové periody

Neopakovatelnost měření:

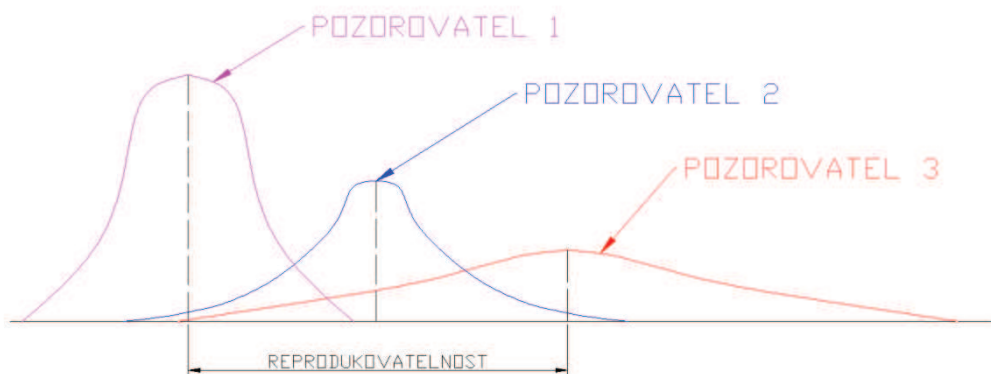
„Zdrojem neopakovatelnosti měření bývá obvykle variabilnost polohy měřidla vůči měřnému prvku. Proto měření měřidlem nejvíce ovlivňuje rozptyl výsledků opakovaného měření za stejných podmínek. V případě velkého rozptylu je nutno provést rozbor příčin a následně je odstranit“.

[14]

Opakovatelnost výsledků měření:

Je těsnost shody mezi výsledky měření téže veličiny provedenými za změněných podmínek měření. Mezi změněné podmínky měření lze zahrnout:

- Princip měření
- Metodu měření
- Pozorovatele
- Měřicí přístroj
- Referenční etalon
- Místo a podmínky



Obr. 3 Opakovatelnost měření [14]

Absolutní chyba měření:

„Je rozdíl mezi výsledkem měření a (konvenčně) pravou hodnotou měřené veličiny.“

$$\Delta = X_m - X_p$$

X_m – je změřená hodnota měřené veličiny

X_p – je (konvenčně) pravá hodnota měřené veličiny

„Jelikož v praxi není možné pravou hodnotu měřené veličiny získat, nahrazuje se tzv. konvenčně pravou hodnotou, která se blíží pravé hodnotě s dostatečnou přesností. Konvenčně pravá hodnota se získá pomocí metod měření, které jsou řádově 10x a více přesnější.“

[14]

Relativní chyba měření:

„Je podíl chyby měření (absolutní) a pravé hodnoty měřené veličiny.“

$$\Delta_r = \frac{x_m - x_p}{x_p} \quad \text{případně vyjádřeno v procentech} \quad \Delta_r = \frac{x_m - x_p}{x_p} \cdot 100\%$$

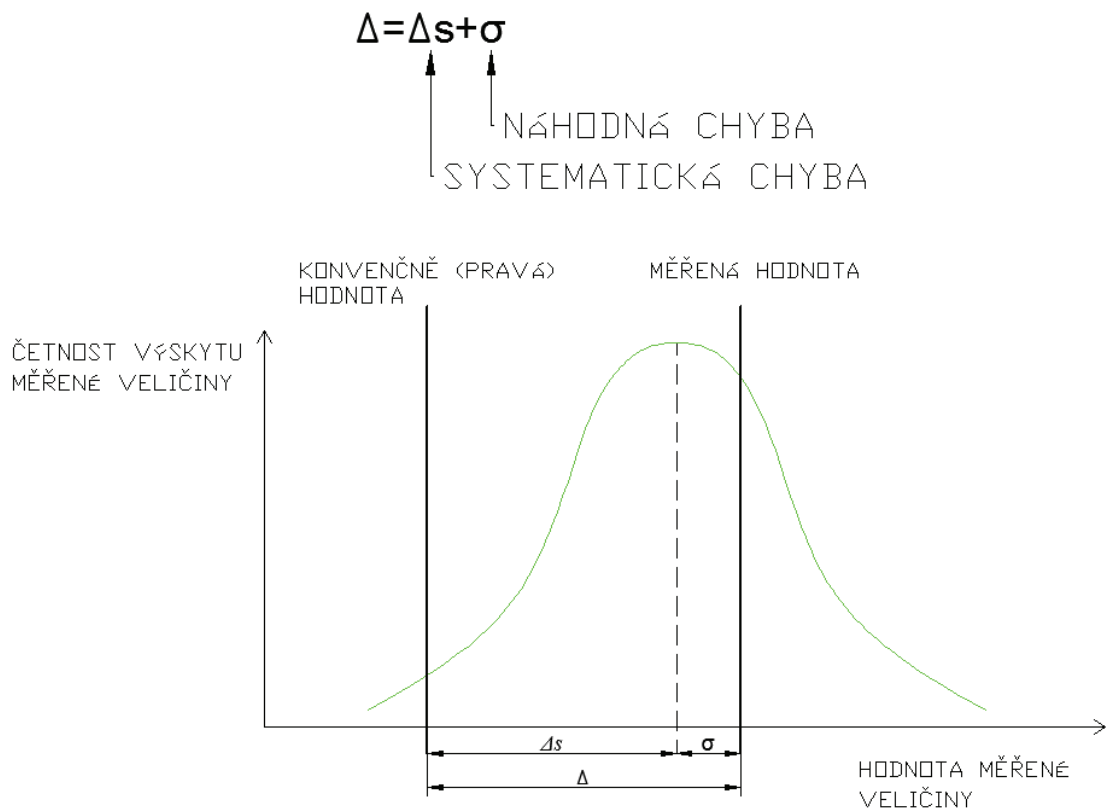
[14]

Náhodná chyba:

„Je výsledek měření minus střední hodnota, která by vznikla z nekonečného počtu měření téže veličiny, uskutečněné za podmínek opakovatelnosti. Náhodná chyba je chyba měřící se náhodným způsobem při opakovaných měřeních téže veličiny za týchž podmínek. Nelze ji korigovat. Lze je zmenšovat opakovaným měřením.“

Náhodná chyba je dána nekontrolovanými vnějšími vlivy, jako je tlak, teplota, vlhkost, vibrace a vnitřními jevy jako materiálové charakteristiky.

„Nestejnost výsledků měření interpretujeme jako důsledek přítomnosti náhodných chyb a metody teorie pravděpodobnosti nám umožní tuto skutečnost kvantifikovat.“



Obr. 4 Grafické vyjádření chyby měření [14]

[14]

2.2 NEJISTOTA MĚŘENÍ

V praxi není žádné měření, měřicí metoda ani přístroj absolutně přesné. Různé záporné vlivy, které se mohou v reálném procesu měření vyskytovat, se projeví jako odchylkou mezi naměřenou a skutečnou hodnotou sledované veličiny. Výsledek měření se proto vždy pohybuje v jistém „tolerančním poli“ kolem skutečné hodnoty, ale nikdy nenastává ideální ztotožnění obou hodnot.

[14]

„Dosud bylo zvykem při vyhodnocování souborů naměřených hodnot pracovat s tzv. chybami. Nově, tj. od roku 1993, kdy vydala Mezinárodní organizace pro normalizaci první příručku pro určování nejistot měření, je vyhodnocování prováděno prostřednictvím vyjádření tzv. nejistot měření.“

[14]

Definice nejistoty měření:

„Nejistota měření je parametr přidružený k výsledku měření, který charakterizuje rozptyl hodnot, které by mohly být důvodně prisuzovány k měřené veličině.“

[14]

Důvody stanovování nejistot měření:

- Definiční měření a vyhodnocování metrologických vlastností primárních etalonů.
- Kalibrace sekundárních etalonů a pracovních měřidel.
- Typové zkoušky měřidel a vyhodnocování jejich technických a metrologických vlastností.
- Vyhodnocování přesných měření v oblasti zkušebnictví a kontroly jakosti výrobků.
- Úřední měření ve smyslu zákona o metrologii.
- Ostatní přesná a závazná měření v technické praxi, např. přijímací a garanční zkoušky.

[14]

Standardní nejistoty typu A –uA:

„Jsou způsobeny náhodnými chybami, jejichž příčiny se považují všeobecně za neznámé. Stanovují se zopakovaných měření stejné hodnoty měřené veličiny za stejných podmínek (tj. statistickou analýzou série pozorování). Tyto nejistoty se stoupajícím počtem opakovaných měření se zmenšují. Přitom se předpokládá existence náhodných chyb s normálním rozdělením.“

„Odhad údaje y měřené veličiny je dán výběrovým průměrem \bar{y} u n-naměřených hodnot y_i dle vztahu.“

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

„Odhad rozptylu naměřených hodnot, označovaný jako výběrový rozptyl $s^2(y_i)$ se určí ze vztahu.“

$$s^2(y_i) = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}$$

„Odmocninu výběrového rozptylu se získá výběrová směrodatná odchylka $s(y_i)$, která charakterizuje rozptyl naměřených hodnot kolem výběrového průměru \bar{y} .“

Rozptyl výběrových průměrů:

$$s^2(\bar{y}) = \frac{s^2(y_t)}{n}$$

Směrodatná odchylka výběrových průměrů je zvolena ze standardní nejistoty typu A.

$$u_A = s(\bar{y}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n \cdot (n-1)}}$$

V případě že je provedeno méně než deset měření a není možné učinit kvalifikovaný odhad zkušeného zpracovatele, určuje se korigovaná nejistota u_{ak} ze vztahu.

$$u_{ak} = k \cdot s(\bar{y})$$

k – koeficient závislý na počtu opakování měření

Tabulka 4: Koeficient k

| | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| n | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| k | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,7 | 2,7 | 7 |

[14]

Standardní nejistoty typu B - u_B :

„Jsou způsobovány známými a odhadnutelnými příčinami vzniku. Jejich identifikaci a základní hodnocení provádí experimentátor. Tato nejistota se stanovuje „jiným způsobem, než statistickým vyhodnocením série pozorování“. Jejich určování nebývá vždy jednoduché. U složitých měřicích zařízeních a při zvýšeném požadavku na přesnost, musí se provést podrobný rozbor chyb, což vyžaduje značné zkušenosti.“

„Vytipují se možné zdroje nejistot Z_j ; (jsou jimi např. nedokonalé měřicí přístroje, použité měřicí metody, nepřesné hodnoty konstant, způsob vyhodnocování a někdy i malé zkušenosti pracovníkův laboratoři). Odhadne se rozsah odchylek $\pm \Delta Z_{max}$ od jmenovité hodnoty tak, aby jeho překročení bylo málo pravděpodobné. Dále se odhadne, jakému rozdělení pravděpodobnosti odpovídají odchylky ΔZ v intervalu $\pm \Delta Z_{max}$ a určí nejistoty u_z ze vztahu $u_z = \Delta Z_{max}/m$.

Hodnota m závisí na druhu rozdělení:

$m = 2$ pro normální

$m = 1,73$ pro rovnoměrné

$m = 2,45$ pro trojúhelníkové rozdělení.

Určí se standardní nejistoty u_z těchto zdrojů (např. převzetím hodnot nejistot z technické dokumentace jako jsou certifikáty, kalibrační listy, technické normy, údaje výrobců, technické tabulky apod.) a přepočítají na složky nejistoty měřené veličiny - u_{zj} . Výsledná standardní nejistota typu B se vypočítá ze vztahu. “

$$u_B = \sqrt{\sum_{j=1}^m u_{zj}^2}$$

[14]

Kombinovaná standardní nejistota typu C - u_c :

„Kombinovaná standardní nejistota u_c získá se sloučením standardní nejistoty typu A s výslednou standardní nejistotou typu B. “

$$u_c = \sqrt{u^2_A + u^2_B}$$

[14]

Rozšířená standardní nejistota U :

„Rozšířená standardní nejistota U se zavádí v případě, že je třeba zajistit ještě větší pravděpodobnost správného výsledku měření. Pravděpodobnost, že skutečná hodnota leží v intervalu udaném standardní nejistotou je dosti nízká (68% pro normální rozložení u nejistoty typu A a 58% pro rovnoměrné rozdělení, které je časté u nejistot typu B). Rozšířená standardní nejistota je tedy definovaná jako součin kombinované standardní nejistoty u_c a koeficientu rozšíření k_r . S rozšířenou standardní nejistotou je nutno vždy uvést numerickou hodnotu koeficientu rozšíření k_r (většinou 2). “

[14]

$$U = k_r u_c$$

„S rozšířenou standardní nejistotou je nutno vždy uvést numerickou hodnotu koeficientu rozšíření k_r (většinou 2). V kalibračních listech je nutné celkový výsledek měření, skládajícího se z odhadu y a tomu náležející rozšířené nejistoty U , uvádět ve tvaru $(y \pm U)$.“

K tomuto vyjádření musí být v běžných případech připojena vysvětlující poznámka ve tvaru: Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k_r=2$, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí asi 95%.“

[14]

2.3 METODY MĚŘENÍ

Přesný druh metody měření se odvíjí od technických a praktických možností práce s měřeným výrobkem. Proto se pro měření používají níže uvedené měřicí metody.

Měření přímé:

Je druh měření, při kterém je velikost měřené součástky určena přesným počtem délkových jednotek odečtených na měřícím přístroji. Pro tento druh měření nejčastěji používáme posuvné měřidlo apod.

[9]

Měření nepřímé:

Nepřímé měření se užívá tehdy, není-li možné měřený rozměr změřit napřímo. Proto se výsledný rozměr určuje pomocí výpočtu z dílčích měření, které je možné provést.

[9]

Měření komparační:

Velikost měřené součástky je určena počtem délkových jednotek, a při měření určujeme o kolik délkových jednotek jsou od sebe rozměry větší nebo menší. Běžně používanými měřidly jsou kalibry nebo úchylkoměry

[9]

2.4 POŽADAVKY NA KONSTRUKCI MĚŘIDEL

Měřidla musí splňovat následující konstrukční vlastnosti, aby bylo dosaženo co nejpřesnějšího a nejspolehlivějšího měření.

Tepelná roztažnost:

Materiál měřidla musí mít co nejmenší koeficient tepelné roztažnosti, pro zabezpečení vysoké přesnosti měřidla v případě teplotní odchylky od teploty, na kterou je měřidlo kalibrováno.

Vysoká tvrdost - otěruvzdornost:

Materiál na styčných plochách a dotecích musí mít dostatečnou tvrdost, aby nedocházelo k nepřesnostem způsobených otěrem materiálu doteků. Proto se tyto plochy kalí, cementují nebo nitridují pro zajištění dostatečné tvrdosti povrchu.

Tvarová stálost:

V případě dlouhých měřidel musí být zajištěna co nejvyšší tuhost, aby nedocházelo k nepřesnostem vlivem průhybu měřidla.

Přesnost měřidla:

Přesnost měřidla musí být 10x větší než měřený rozměr (tj. o jeden řád)

Kompaktnost:

Měřidlo by mělo být co nejkompaktnější s nízkou váhou pro jednoduchou manipulaci při měření.

[9]

3 DRUHY DÉLKOVÝCH MĚŘIDEL

Při měření součástí je nutné pracovat s určitou přesností. Technickou i praktickou možností provádět měření tvarově rozmanitých součástí, existuje nepřehledné množství délkových měřidel. Uvedme si alespoň pár základních skupin měřidel:

- pevná měřidla
- stavitelná měřidla
- úchylkoměry
- šablony pro kontrolu tvaru a kalibry
- elektronická měřidla
- optická měřidla

[9,6]

3.1 PEVNÁ MĚŘIDLA

Metr – svinovací, skládací

Základní informace:

Metr je nejjednodušší měřicí přístroj, nejčastěji určený pro měření délek v rozmezí 0 mm až 5000 mm s přesností stupnice na 1 mm. Z důvodu malé přesnosti se tento druh měřidla používá pouze pro hrubé měření délek například ve stavebnictví, dřevozpracovatelském průmyslu apod.

Skládací metr:

Skládací metr se obvykle vyrábí pro měření délek v rozmezí 0 – 2000 mm. Měřidlo se skládá z více stejných článků dlouhých 210 cm, obvykle vyrobených ze dřeva nebo ABS plastu apod. Na každém článku je vyobrazená stupnice s přesností na 1 mm a dílčí rozměry z celkové délky měřidla. Články jsou k sobě spojeny jednoosým rotačním spojem. Kdy po rozložení všech dílců dostaneme měřidlo požadované délky. Vzhled viz Obr. 5. Tento druh měřidla je již nyní vytlačován svinovacím metrem.

Svinovací metr:

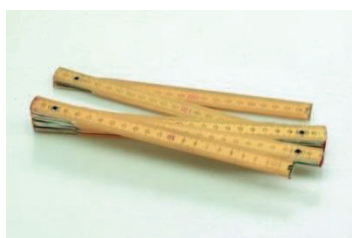
Svinovací metr je moderní kompaktní náhradou skládacího metru. Obvykle je možné s ním měřit délky v rozmezí 0 mm až 5000 mm ale i více. Celé konstrukční řešení je vyobrazeno na Obr. 6. Hlavní částí je pouzdro z ABS plastu, které v sobě ukrývá pružinu, která navíjí ocelový pásek, na kterém je vytištěna stupnice s délkovými rozměry s přesností na 1 mm a na jeho konci (kde je umístěná nula) je pásek vybaven zářezem z ocelového plíšku ve tvaru L. Současně je pouzdro vybaveno aretačním tlačítkem pro držení ocelového pásku ve vysunuté poloze.

Princip měření:**Měření skládacím metrem:**

Skládací metr rozložíme na celkovou délku, případně jen na délku, kterou potřebujeme měřit. Rozložený metr přiložíme k počátečnímu místu měření nulovým bodem na měřidlo a na koncovém bodu měření odečteme z měřidla naměřenou hodnotu. Jedná se o velmi nepřesné měření, které se v nynější době spíše používá ve dřevozpracovatelském průmyslu. Nyní je skládací metr nahrazován svinovacím metrem, který disponuje lepší přesností a kompaktnějším provedením.

Měření svinovacím metrem:

Po uvolnění aretačního tlačítka odaretujeme metr tak, aby šel rozvinout. Na počátečním místě měření zachytíme měřicí pásek pomocí L zakončení a postupně roztahujeme metr až ke koncovému bodu měření. Poté metr zaretujeme a odečteme naměřenou hodnotu. Jedná se o hrubé měření s přesností na 1 mm kdy může při měření vznikat velká chyba z důvodu prověšení pásku apod. Svinovací metr se používá ve strojírenské, dřevařské a stavební praxi, kde je při daných úkonech jeho přesnost měření dostatečná.



Obr. 5: Skládací metr [18]



Obr. 6: Svinovací metr [18]

Pásmo

Základní informace:

Pásmo je obdoba svinovacího metru, který je určen pro měření velkých vzdáleností v řádu desítek metrů – nejčastěji v geodezii. Rozsah měření bývá obvykle od 10m až do 50m. Konstrukce je tvořena pouzdem z ABS plastu, ve kterém je umístěn dlouhý pásek, na kterém je vytištěna stupnice s délkovými rozměry. Pásek je většinou vyroben z pružné oceli nebo, z plastů plněných skelným vláknem. Zpětné navíjení roztaženého pásma je prováděno pomocí mechanismu, který je ovládán páčkou, kterou musí uživatel přístroje otáčet tak, aby pásma svinul. Vzhled viz Obr. 7.

Princip měření:

Na těle pásma odklopíme páčku určenou pro svinování měřicího pásku, abychom odaretovaly navíjení. Počátek svinovacího pásku přichytíme na počáteční bod měření a jdeme s pásmem na koncový bod měření. Pro zlepšení přesnosti měření napneme pásmo, aby došlo k co nejmenšímu prověšení pásku. I když dodržíme zmiňovaný postup měření, nikdy nezískáme přesnou hodnotu délky, proto se tento druh měření provádí pro hrubou kontrolu délek ve stavebnictví s přesností na centimetry.



Obr. 7: Pásma [18]

Pravítko

Základní informace:

Pravítko je jedno z nejzákladnějších měřidel délky. Jedná se o obdélníkový pás vyrobený nejčastěji z plastu nebo z hliníku. Dříve bylo vyráběno ze dřeva. Na delší hraně je vytištěna

stupnice s délkovými rozměry s přesností na 1 mm. Celková délka bývá obvykle v rozmezí 0 mm až 320 mm ale i více v případě pravítek určených pro rýsování na technických pracovištích. Proto se nejčastěji používá při technickém kreslení na rýsování úseček a přímek a pro případné "hrubé" odměřování délky. Vzhled měřidla viz Obr. 8.

Princip měření:

Pravítko přiložíme k měřenému objektu a nulu zarovnáme s počátečním bodem měření. Poté na stupnici odečteme délkovou hodnotu na koncovém bodu měření.



Obr. 8: Pravítko [18]

Koncové měřky

Základní informace:

Koncové měřky se ve strojní praxi nejčastěji používají pro seřizování komparačních měřidel, zřídka i pro přesné měření součástí. Jedná se o přesné pravoúhlé kvádry s přesnou mírou kdy je vždy výškový a šířkový rozměr stejný a mění se pouze hloubka dle velikosti měřky. Velikost šířky a výšky se liší dle celkové možné měřitelné délky měřicí sady. Pro sadu v rozmezí 0,5 mm až 10 mm je velikost stran kvádrů š: 30 mm x v: 9 mm, a pro sadu v rozmezí 10 mm až 1000 mm je velikost š: 35 mm x v: 9 mm. Vzhled měřidla viz Obr. 9. Jako materiál se používá vysokojakostní ocel nebo keramika, s požadavkem na co nejmenší tepelnou roztažnost a co nejtvrdším povrchem styčných ploch. Koeficient délkové roztažnosti sady z oceli musí být $(11,5 \pm 1,0) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ v rozsahu teplot 10°C až 30°C. Koncové měřky jsou vyráběny ve čtyřech přesnostních třídách:

[10]

- 1) „K-třída: pro kalibrační laboratoře ke kalibraci a navazování koncových měrek nižších řádů sekundárních etalonů“
- 2) „0 - třída: pro přesné délkové měření, ke kalibraci koncových měrek z oblasti pracovních měřidel, ke kalibraci a nastavení měřících přístrojů“
- 3) „1 - třída: ke kalibraci kalibrů a nastavování měřících přístrojů“
- 4) „2 - třída: pro běžné měření a nastavování míry ve strojírenství“

[11, s. 1]

Princip měření:

Nasouváním jedné měrky na druhou, vznikne z dílčích měrek ze sady požadovaný komparační rozměr pro kontrolu nastavení měřidla. Jednotlivé kvádry jsou k sobě vázány adhezní silou styčných ploch. [10]



Obr. 9: Koncové měrky [18]

3.2 STAVITELNÁ MĚŘIDLA

Posuvné měřítko („šuplera“)

Základní informace:

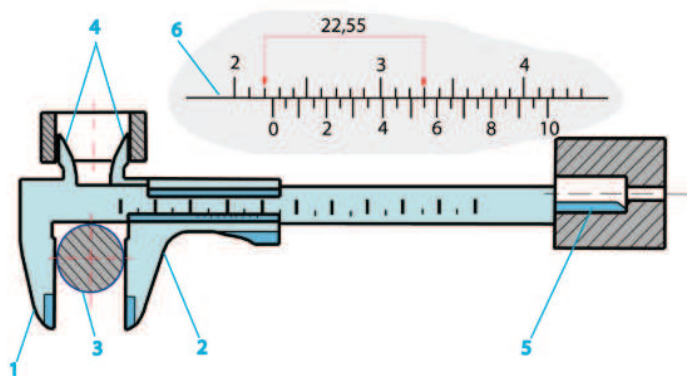
Je nejběžněji používané měřidlo ve strojírenské praxi. Na měřidle se nacházejí dvě stupnice pro odečítání rozměrů. První je základní s přesností na milimetry souběžně i v palcích a druhá je noniová a nachází se na pohyblivém rameni měřidla. Na noniu je možné odčítat rozměry s přesností 0,05 mm, případně u měřidel se zvýšenou přesností 0,02 mm. Pokud není posuvné měřítko vybaveno noniem, tak ještě existují konstrukční varianty s kruhovým číselníkem nebo digitálním displejem s vyobrazením naměřené hodnoty s přesností 0,01 mm. Nejčastěji jsou vyráběny druhy pro měření délek a hloubek v rozmezí 0 mm až 150 mm případně do 300 mm (Vzhled měřidla viz Obr. 10.), ale existují i speciální průmyslové druhy, které měří délky v rozmezí 0 mm až 2 000 mm.

[9 a 6]

Princip měření:

Naměřené hodnoty se nejprve odčítají z hlavní stupnice v milimetrech a poté se odečítají dílky na noniové stupnici. Nejdříve se zjistí, mezi kterými dílky hlavní stupnice se nachází nula nonia. Levá čárka na měřidle udává celý milimetrový rozměr a poté se na noniové stupnici odečte hodnota vrypu nonia, který se nejvíce kryje s vrypem na základní stupnici.

[6]



Obr. 10 Posuvné měřítko [10]

- | | | |
|----------------------|----------------------|---------------------------------------|
| 1 - pevné rameno | 3 - měřená součástka | 5 - hloubkoměr pro měření hloubek |
| 2 - pohyblivé rameno | 4 - pomocná ramena | 6 - nonius pro odečet setin milimetru |



Obr. 11: Posuvné měřítko analogové [10] Obr. 12: Posuvné měřítko digitální [10]

Hloubkoměr:**Základní informace:**

Pro měření hloubek s vyšší přesností byl vytvořen hloubkoměr na obdobné konstrukční bázi jako posuvné měřidlo. Přesnost měřidla se pohybuje obvykle v rozmezí 0,1 mm až 0,02 mm. Konstrukce je velmi podobná posuvnému měřítku. Má dvě vzájemně posuvné části. Jednu tvoří stupnice s dotekem a na druhé jsou v pravém úhlu k doteku dlouhé opěrné plochy. Funkce nonia a odečítání hodnot je obdobné jako na posuvném měřítku. Vzhled měřidla viz Obr. 13. [12]

Princip měření:

Rovné čelisti zapřeme o plochu výrobku a do měřeného otvoru vysuneme druhou posuvnou část. Poté na stupnici s noniem, případně kruhovým číselníkem nebo digitálním výstupem, odečteme naměřenou hodnotu.

[12]



Obr. 13: Hloubkoměr – klasický [18]

Třmenový mikrometr**Základní informace:**

Jedná se o strojírenské měřidlo pro měření rozměrů součástí s přesností na 1 setinu milimetru (0,01 mm), kdy ještě můžeme odhadnout rozměr s přesností na pět tisícín milimetru (0,005 mm). Změřené rozměry se odečítají na dvou stupnicích, kde jedna dvojitá je vodorovná s přesazením o polovinu dílků vůči sobě. Druhá stupnice po obvodu bubínku má padesát dílků a pro posun pohyblivého doteku o 1mm musí vykonat dvě otočky. Na vodorovné stupnici se odečítá rozměr v celých milimetrech a v případě že se ukáže ryska spodního dílku, tak k milimetrové hodnotě přičteme délku 0,5mm. A k zpřesnění měřeného rozměru ještě k rozměru přičteme setiny milimetru na bubínku. Mikrometry se pro usnadnění a zpřesnění práce vyrábějí s digitální indikací rozměru. Rozestup velikostí měřidel je po 25 mm a jsou vyráběny v mnoha technických provedeních. Vzhled měřidla viz Obr. 14.

[12 a 10]

Princip měření:

Před začátkem měření překontrolujeme na třmenu vytištěnou teplotu, na kterou je měřidlo kalibrováno s teplotou okolí. V případě málo častého malosériového měření uchopíme měřidlo za třmen. Pokud se jedná o časté měření s malým časovým úsekem mezi měřeními, je lepší měřidlo uchopit za třmen do stojanu. Jelikož by teplo z rukou mohlo způsobit ohřev třmene a celého měřidla a mohlo by dojít k nepřesnostem měření tepelnou roztažností materiálů měřidla. Poté mezi dostatečně roztažené doteky měřidla vložíme měřenou součást a začneme otáčet bubínkem dokud nezačne prokluzovat spojka. Poté mikrometr zafixujeme brzdou a součástku klouzavým pohybem vysuneme z mikrometru. Následně na měřidle odečteme hodnoty.

[10]



Obr. 14: Třmenový mikrometr [18]

- | | |
|---------------------------|---|
| 1 - třmen | 5 -vodorovná stupnice dvojitá přesazená o půl dílku rozdělena po 1 mm |
| 2 - pevný měřicí dotek | 6 - bubínek se stupnicí po obvodu rozdělenou na 50 dílků |
| 3 - pohybový měřicí dotek | 7 - spojka (řechtačka) |
| 4 - brzda | |

Úhломěr**Základní informace:**

Úhloměry jsou měřidla, která ve strojírenské praxi slouží pro přesné měření úhlu na těch výrobcích, které by nebylo možné jinak změřit. Z důvodu rozdílných požadavků na přesnost úhlových měřidel existuje více druhů úhломěrů, jako například níže uvedené dva druhy.

[12]

Dílenské úhlooměry:

Jsou tvořeny půlkružnicí s vyznačenými stupni v rozmezí 0° až 180° s pohyblivým ukazatelem s osou rotace ve středu půlkružnice. Přesnost tohoto měřidla je obvykle na 1° a používají se převážně v zámečnické praxi. Vzhled měřidla viz Obr. 15.

[12]

Univerzální úhlooměry:

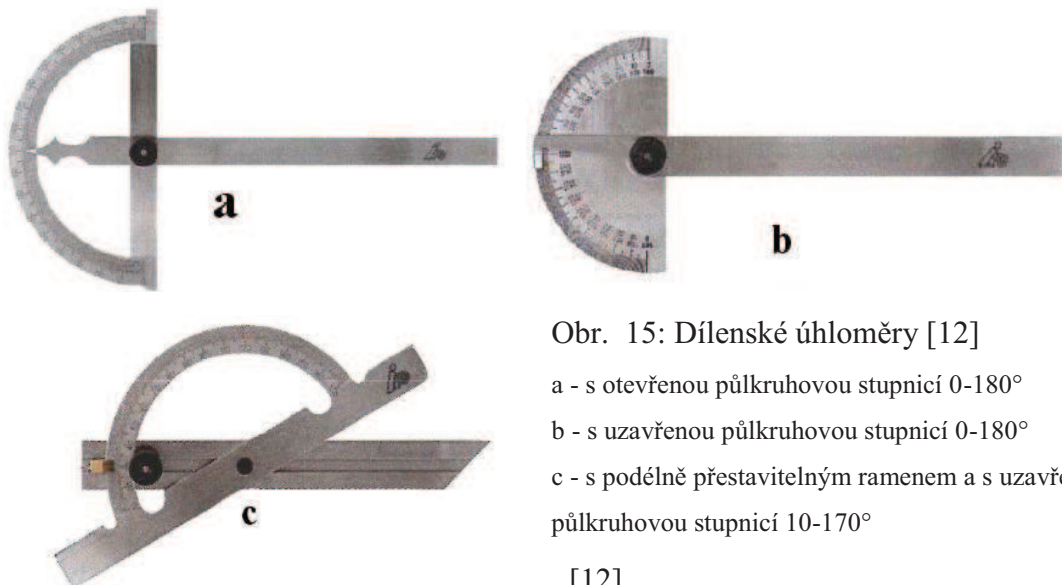
Univerzální úhlooměry se používají pro velmi přesné měření úhlů v dílenských podmínkách. Oproti dílenskému úhlooměru jsou doplněny o nonius a pro lepší odečítání hodnot jsou vybaveny panoramatickou lupou. Přesnost tohoto druhu úhlooměru s noniem je obvykle 5 úhlových minut. Vzhled měřidla viz Obr. 16.

[12]

Princip měření:

Na jednu rovnou hranu součásti přiložíme rovnou hranu půlkruhové části. Delší část měřidla (otočné rameno) přiložíme na druhou hranu součásti tak, aby úhloměr mezi sebou svíral měřený úhel. Poté naměřenou hodnotu odečteme z měřidla.

[12]



Obr. 15: Dílenské úhlooměry [12]

a - s otevřenou půlkruhovou stupnicí $0-180^\circ$ b - s uzavřenou půlkruhovou stupnicí $0-180^\circ$ c - s podélně přestavitelným ramenem a s uzavřenou půlkruhovou stupnicí $10-170^\circ$

[12]



Obr. 16: Univerzální úhloměr s noniem [18]

3.3 ÚCHYLKOMĚRY

Číselníkový úchylkoměr

Základní informace:

Úchylkoměry jsou speciální měřidla, případně upravená standartní měřidla, které neslouží pro měření celkového rozměru výrobku. Úchylkoměry slouží pro měření odchylek od požadovaných rozměrů na rovinných, nebo rotačních plochách. Existuje mnoho konstrukčních řešení měřidel, které jsou schopny měřit odchylku rozměrů. Jako nejznámější si uvedeme alespoň dvě následující varianty.

Číselníkový úchylkoměr:

Jedná se o měřidlo tvořené ciferníkem s rozměrovou stupnicí, obvykle s přesností 0,002 mm nebo 0,001 mm. Pro snímání povrchu jsou vybaveny dotekem (trnem) a mechanismem, který přenáší posuvný pohyb trnu na otáčivý pohyb ručičky v ciferníku. Například zatlačením trnu dojde pomocí vnitřního mechanismu přístroje k pootočení ukazatele, který nám indikuje změnu rozměru od požadovaného rozměru. Dále je na měřidle nulovací tlačítko pro určení nulové polohy, od které chceme zjišťovat odchylku. V případě, že se kontroluje rozměr v určitém tolerančním poli, bývá ciferník doplněn o dva pohyblivé ukazatele, kterými lze jednoduše opticky ohraničit povolené odchylky viz Obr. 17.

[8]

Princip měření:

Měřidlo upneme do upínacího držáku a nastavíme dotek kolmo vůči měřené rotační součásti. Dotek měřidla nastavíme na požadovanou vzdálenost vůči ose rotace součásti. Poté

součástí rotujeme a na ciferníku s ručičkou můžeme v případě nepřesností pozorovat pohyb ručičky úchylkoměru a také přesně dle výkyvů určit nepřesnost, házivost apod. Obdobně se postupuje v případě rovinných ploch jen s tou obměnou, že součást nerotuje, ale provádí posuvný pohyb.



Obr. 17: Analogový úchylkoměr [18]

3.4 ŠABLONY PRO KONTROLU TVARU A KALIBRY

Válečkový a třmenový kalibr

Základní informace:

Jsou měřidla, která jsou určena pro velkosériové výroby, kdy je nutné rychle a efektivně zkontrolovat rozměr výrobku za co nejkratší dobu. Kalibry slouží pro měření vnějších a vnitřních rozměrů výrobku. Při užití kalibru se neurčuje skutečný rozměr výrobku, ale zda je rozměr v předepsané toleranci nebo mimo ni. Nejčastěji se v praxi setkáváme s mezními kalibry, kdy má kalibr dvě strany, zmetkovou a dobrou.

[8]

Kalibry pro vnitřní a vnější závity

Jsou šablony s přesným rozměrem závitu, které slouží pro porovnání závitu s požadovaným rozměrem, případně k zjištění rozměru neznámého závitu.

[12]

Princip měření:**Měření válečkovým kalibrem**

Měření je poměrně jednoduché. Do válcového otvoru, který chceme změřit, vsuneme válečkový kalibr. V případě, že správná strana kalibru projde bez problému kontrolovanou dírou, jedná se o správný rozměr, v případě měření pomocí špatné strany se může pouze zachytit.

[12]

Měření závitů

Měření závitů probíhá pomocí šablon závitů, které přikládáme k měřenému závitu a pokud požadovaný tvar závitu na výrobku odpovídá tvaru závitu na kalibru, jedná se o správně vyrobenou součást.

Druhou variantou je zjištění rozměru neznámého závitu. K zjišťovanému závitu přikládáme šablony jednu po druhé, dokud nenajdeme shodný tvar. Poté na štítku šablony přečteme druh závitu.

[12]



Obr. 18: Kalibr pro měření vnitřního průměr kruhových otvorů [18]



Obr. 19: Kalibr pro měření vnějších rozměrů [18]



Obr. 20: Kalibr pro měření závitů [18]

Šablony pro kontrolu tvaru

Základní informace:

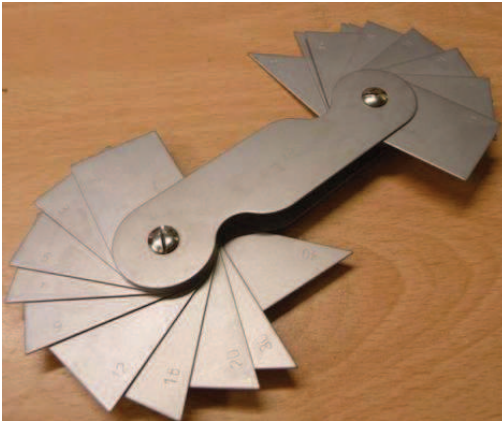
Jedná se o speciální druh kalibru, který se používá pro kontrolu specifických tvarů, například radiusu, uhlů a tvarových ploch apod. Slouží pro přesnou kontrolu rozměrů, kdy se neřeší toleranční pole, ale přesný požadovaný tvar.

[9]

Princip měření:

Tvarový kalibr přiložíme ke kontrolované ploše a pokud tvar šablony odpovídá, jedná se o správně vyrobenou součást. V případě že mezi šablonou a kontrolovanou součástí prosvítá nerovnoměrná spára, tak se jedná o zmetkově vyrobenou součást.

[9]



Obr. 21: Úhlová šablona [18]



Obr. 22: Rádiusová šablona [18]

Kontrolní úhelníky**Základní informace:**

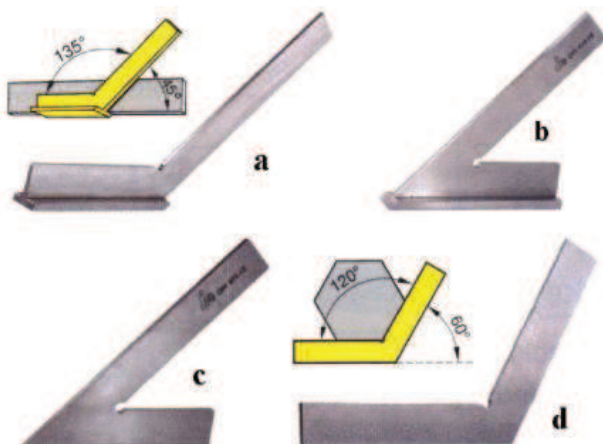
Jedná se o druh kalibru, kterým se kontroluje správnost úhlu výrobku. Lze nimi měřit pouze přesný úhel, nikoliv úchylku od správného tvaru.

[12]

Princip měření:

Úhelník přiložíme k měřené součástce v místě měření úhlu a dle uvážení a dle optické kontroly určíme, zda úhel odpovídá šabloně či nikoliv.

[12]

**Obrázek:**

Obr. 23: Kontrolní úhelníky pro kontrolu různých úhlů

a - příložný 135°, b - příložný 45°, c - plochý 45°, d - plochý 120°

3.5 ELEKTRONICKÁ MĚŘIDLA

Jedná se o speciální druh měřidel, které se čím dál více uplatňují ve strojírenské praxi pro odměřování vzdálenosti, odchylky rozměru apod. Jsou konstrukčně jednoduché, ale zároveň spolehlivé a přesné. Princip funkce spočívá v tom, že citlivý snímač transformuje fyzikální vstup na elektrický, analogový nebo číslicový výstupní signál přímo pomocí změny indukčnosti, kapacity nebo nepřímo pomocí změny velikosti úhlu. Primárně tak existují dvě hlavní skupiny těchto měřidel.

[6]

Elektrické snímače s analogovým výstupem

Základní informace:

Analogové snímače plynule transformují vstupní veličinu na jinou analogovou fyzikální veličinu. Většina těchto druhů měřidel používají pro svou funkci indukční nebo kapacitní snímače. V kapacitním snímači polohy může neelektrická veličina ovlivnit výstupní signál změnou následujících podmínek:

- plochy překrytí elektrod
- elektrické vlastnosti dielektrika
- vzájemná vzdálenost elektrod

Snímače, které pro svou funkci využívají změnu překrytí plochy elektrod, bývají většinou pro měření velkých rozsahů délek. V případě snímačů, které pracují se změnou délek elektrod se měří velmi malé rozsahy délek. Nejpoužívanější skupinou jsou však indukční snímače, které pro svou funkci používají změnu indukčnosti cívky nebo cívek dle konstrukce snímacího stroje. Indukční snímače měří v řádech mikrometrů až po milimetry, ve speciálních případech až ve stovkách milimetrů. [6]



Obr. 24: Indukční měřidlo [19]

Elektrické snímače s digitálním výstupem

Základní informace:

Elektrické snímače s digitálním výstupem se hojně používají ve velké škále strojírenského odvětví, například při CNC programování nebo v robotice. Velkou výhodou těchto snímačů je možnost přímého zpracování naměřené polohy v číslicové podobě, vysoká rozlišovací schopnost a také nezávislost vstupního signálu na vnějších fyzikálních vlivech. Elektrické snímače s digitálním výstupem se dělí na dva hlavní druhy snímačů:

- inkrementální snímače polohy
- snímače absolutní polohy

Inkrementální snímače polohy:

Inkrementální snímače polohy fungují na principu počítání impulsů. Nejjednodušší variantou je rozdělení měřicího rozsahu na určitý počet stejně velkých dílků, kdy právě jednomu dílku náleží jeden elektrický impuls snímače. Výstupní hodnota je vyhodnocena z počtu snímaných impulsů. Zástupcem je například optoelektrický systém získávání impulsů.

Snímače absolutní polohy:

Absolutní snímače dávají v jakémkoliv okamžiku informaci o absolutní poloze snímače vůči pevně staženému bodu. Nejčastěji se pro zjišťování informací o poloze využívá vícestopé pravítko, které je rozděleno tmavé a světlé oblasti. Každý řádek, neboli stopa pravítka, je snímána vlastním snímačem a udává jeden řád výsledného čísla udávající polohu. Při zpracovávání výstupní hodnoty, dochází v zařízení k sčítání dílčích vstupních impulsů, které převede do výstupního celku. [6]

3.6 OPTICKÁ MĚŘIDLA

Optická měřidla jsou speciální druh měřidel, které se používají pro bezkontaktní měření. Jedná se například o lupy, mikroskopy a projektoř.

[6]

Měřicí lupy

Základní informace:

Měřicí lupy se používají pro měření délek a průměrů součástí. Měřidlo je složeno ze tří základních částí: držáku, měřicí destičky a lupy. Obvyklý průměr měřicí destičky je 30 mm a jsou v ní vyleptány mřížky se stupnicí, které pomáhají při odečítání rozměrů.

[6]

Princip měření:

Měřicí lupa se přiloží na měřenou součástku. Poté se skrz lupu podíváme na měřený objekt a měřený rozměr vycentrujeme pomocí pomocné mřížky na měřicí destičce, následně odečteme naměřenou hodnotu.

[6]



Obr. 25: Měřicí lupa [18]

Měřicí mikroskopy

Základní informace:

Měřicí mikroskopy jsou dvou souřadnicové měřicí systémy určené pro měření menších součástí a nástrojů. Měřicí mikroskopy se dělí na dva základní druhy:

- dílenské mikroskopy
- univerzální mikroskopy

Dílenský mikroskop:

Jsou mikroskopy určené pro měření malých součástek, ozubených kol a nástrojů s přesností od 0,01 mm do 0,001 mm se zvětšením desetkrát až padesátkrát. Zvětšování se provádí pomocí výměny objektivů.

[6]

Univerzální mikroskop:

Univerzální mikroskop je určený pro přesnější a rozmanitější měření než dílenský mikroskop. Vyráběná přesnost je většinou 0,001 mm a v případě speciálního použití až 0,0002 mm. Mikroskop má obvykle křížový stůl, který je uložený na jehlových ložiskách nebo na pneumostatických ložiskách. Pohyb stolu je motoricky a ovládá se joystickem. Obvyklým příslušenstvím univerzálního mikroskopu je video systém, fotonáhlav, okuláry a měřicí programy.

[6]

Laserové dálkoměry**Základní informace:**

Jedná se o speciální druh měřidla, které pro měření využívá odrazu laserového paprsku. Po stisknutí tlačítka vyšle měřidlo laserový paprsek, který po odrazu od měřené plochy dopadne zpět na snímač měřidla. Po dopadu odraženého paprsku na snímač měřidla dojde k přepočtu času mezi vysláním a dopadem paprsku na snímač dle rychlosti světla. Po výpočtu naměřených hodnot, je uživateli zobrazena na displeji naměřená hodnota v přesnosti, na kterou je měřidlo konstruováno. Obvykle se přesnost pohybuje v hodnotách $\pm 1-2$ mm. Z důvodu kompaktnosti, rychlosti, malé přesnosti měření ale naopak možnosti měření délek v rozmezí 0 – 70 m (může se lišit dle výrobce) se tento druh měřidla užívá nejčastěji ve stavebnictví apod.

[13]

Princip měření:

Spodní stranu měřidla přiložíme na jednu stranu měřeného otvoru a směr paprsku namíříme na druhý bod měření. Pro přesnější určení druhého bodu měření bývají některá měřidla vybavena hledáčkem pro zaměření. Po stisku hlavního tlačítka dojde k vyslání paprsku a po přepočtech je uživateli zobrazena naměřená hodnota. Pro kontrolu naměřených hodnot je lepší opakovat měření vícekrát. Na displeji mohou být obvykle vyobrazeny cca 3 poslední naměřené hodnoty a uživatel tak může lépe kontrolovat měření.

[13]

Obrázek:

Obr. 26: Laserové měřidlo [20]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 POŽADAVKY ZE STRANY ZADAVATELE

Celý měřicí přístroj pro dvouosé měření délek vzniká na požadavek firmy Woodexpert s.r.o. sídlící ve Zlíně. Návrh celého konstrukčního řešení proběhl ve spolupráci s panem Ing. Markem Poláškem a technické rady ohledně měřidla BC-02 mi podával pan Petr Teiner z firmy Jirka s spol, s.r.o.

Požadavky zadavatele jsou následující. Měřidlo musí umět měřit dřevěné součásti hranolového tvaru s přesností 0,1 mm s maximálními rozměry 1 300 mm x 2 500 mm. Jelikož se bude jednat o dřevěné dveře a obdobné dřevěné konstrukce s drážkami na okrajích, musí být dotek schopen kromě horizontálního posunu, i vertikálního posunu. Celý přístroj bude umístěn na stole ve dřevozpracovatelské výrobě a proto musí být konstrukce odolná vůči hrubšímu zacházení a prašnému prostředí. Současně musí být konstrukční řešení z co nejvíce sériově vyráběných součástí, aby nebyly náklady na konstrukci měřidla příliš velké, ale zároveň je nutnost, aby výstupní hodnoty měření byly vyobrazeny na displej.

Po zvážení požadavků se rozhodlo, že budou užity elektronické součástky od firmy Jirka spol s.r.o. Pro měření délek bude použita magnetická páska MT-25, ze které bude odměřována délka pomocí magnetického lineárního snímače TMLS-10G-25. Pro zpracování dat ze snímače a pro výstup dat v příznivém formátu pro uživatele bude použita bateriová digitální indikace BC-02.

4.1 KOMPONENTY DIGITÁLNÍ INDIKACE

Magnetická páska MT-25

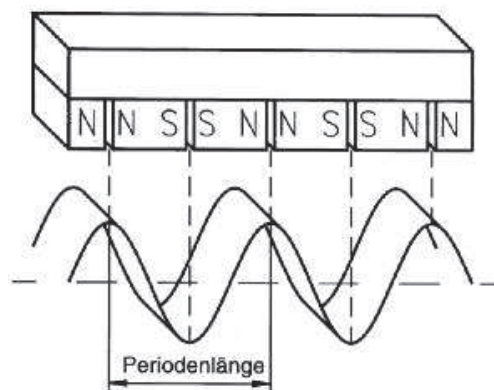
Jedná se o speciální pásku určenou pro snímače řady TMLS . Rozměry pásky jsou: šířka 10 mm x tloušťka 1,4 mm a délka je dle potřeby zákazníka 0 – 25 m. Pro snadnost instalace je páska ze spodní strany opatřena ocelovou páskou se samolepící folií a pro zlepšení odolnosti je z horní strany osazena krycí ocelovou páskou šířky 10 mm a tloušťky 0,2 mm viz Obr. 27. Odměrování rozměrů z pásky je možné, jelikož je páska zmagnetizována v pravidelných intervalech proměnného magnetického pole viz Obr. 28. Pro případnou prostorovou orientaci je páska vybavena Z souřadnicí referenčního signálu. Výhodou použité pásky je snadná instalace na rovinné plochy a pořizovací cena. Bohužel nevýhodou je ochrana pásky vůči emulzím, které mohou způsobit její odlepení od povrchu na kterém je

nalepena a v případech kde by mohlo docházet ke styku s tímto druhem látek je nutné pás-
ky osadit do výrobcem dodávaných profilů.

[16]



Obr. 27: Magnetická páska [18]



Obr. 28: Magnetické pole pásky [16]

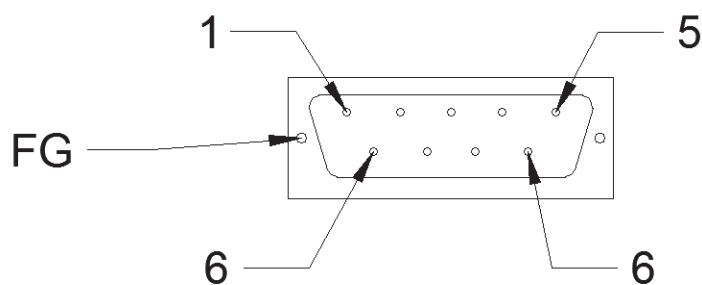
Magnetický lineární snímač TMLS-10G-25

Jedná se o magnetický lineární snímač vyráběný firmou Jirka spol s.r.o. pod obchodní značkou TIGRE s označením TMLS. Princip funkce spočívá na měření proměnného magnetického pole magnetické pásky MT-25 pomocí snímací hlavy TMLS-10G-25 viz Obr. 30. Přesnost snímače TMLS-10G-25 je udávána 0,02 mm ale je nutné precizní osazení magnetické pásky a snímače. Měřené hodnoty jsou posílány do digitální indikace ve formě signálu fungujícího na principu tranzistorově-tranzistorové logiky (dále TTL) signálu případně pomocí RS-422 signálu. Pro propojení s digitální indikací je kabel zakončen D-SUB konektorem viz Obr. 29. V případě jednotky BC-02 je snímač pevně spojen s digitální indikací. Napájecí napětí je 5V což je obvyklé pro TTL obvody. Standardní rychlost posuvu

při odměřování je do 30m/min v případě zvýšení rychlosti posuvu na 60m/min dochází k zvýšení spotřeby energie systému.

Doporučená instalační vzdálenost snímače od magnetické pásky je doporučena výrobcem. Vzduchová mezera může být maximálně 0,8 mm, kdy pro snadnost vedení snímače v optimální vzdálenosti dodává výrobce i řadu vodících profilů apod. Z důvodu vzduchové mezery mezi snímačem a páskou je měřidlo méně náchylné vůči znečištění.

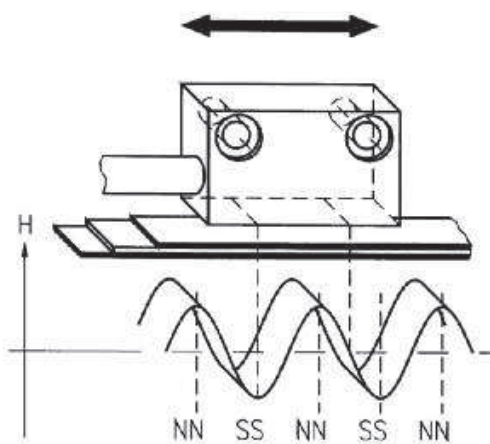
[16]



Obr. 29: D-SUB konektor

Tabulka 5: Popis konektoru pro výstupní signál TTL (stínění kabelu zapojeno na kostru konektoru)

| Pin | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------|---|----|---|---|---|---|-----|---|---|
| Signál | - | 0V | - | - | - | A | +5V | B | z |



Obr. 30: Princip snímání magnetickou hlavou

Digitální indikace BC-02

Jedná se i bateriovou digitální indikaci spojenou s magnetickým snímačem TMLS a je dodávána ve dvou konstrukčních řešeních. První variantou je bateriová digitální indikace oddělena od vedeného snímače, což znamená, že jednotka je pevně osazena a snímač je s ní pohyblivě spojen pomocí 1 500 mm dlouhého kabelu a posouvá se vedením nad magnetickou páskou. Druhou konstrukční variantou je digitální indikace připevněna na vedeném snímači, který má délku kabelu 150 mm a je posuvně osazen na lineárním vedení APG. Po konzultaci s p. Ing Poláškem bylo rozhodnuto, že pro mnou připravované měřidlo použijeme magnetickou digitální indikaci s vedeným snímačem, jelikož v případě druhého konstrukčního řešení by kabel při práci s měřidlem překážel.

[16]



Obr. 31: Digitální indikace BC-02 [16]

Základní vlastnosti

- Výstupní LCD displej s vyobrazováním šesti čísel a znamének
- Pro dobrou čitelnost je výška číslic 15 mm
- Bez kabelového napájení pro lepší manipulaci => napájení pomocí 4 ks AA baterií
- Indikace stavu baterií
- Provozní doba na 4 ks baterií až 6 měsíců v závislosti na kvalitě baterií a četnosti užívání měřidla
- Bezkontaktní odměřování pozice
- Absolutní nebo inkrementální měření

Možnost nastavení

- Výstupní hodnoty v milimetrech nebo palcích
- Směr odměřování
- Nastavení rychlosti odměřování
- Vyobrazení měřených hodnot na setiny nebo desetiny

Tabulka 6: Technická specifikace

| | |
|---|--|
| Napájení: | 2 ks nebo 4 ks velikosti AA s napětím 1,5V |
| Provozní teplota: | +10°C až + 40°C |
| Skladovací teplota: | -20°C až + 50°C |
| Vlhkost okolního prostředí: | nekondenzující do maximálně 80% vzdušné vlhkosti |
| Vzdálenost snímače od magnetického pásku: | maximálně 0,8 mm |
| Standartní rychlost posuvu: | max30 m / min |
| Vysoká rychlost posuvu: | max 60 m / min (při zvýšené rychlosti posuvu dochází k zvýšení spotřeby el. energie systému) |
| Rozsah měření: | +/- 9 999,99 mm při setinovém rozlišení |
| | +/-39 999,9 mm při desetinovém odměřování |
| Lineární korekce | +/- 1 až 2,55 mm na délce 1,048576 m |

[16]

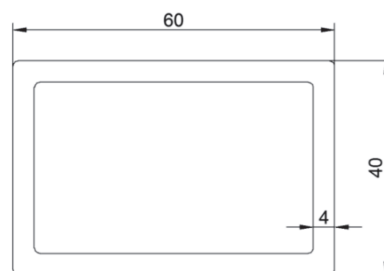
4.2 NOSNÁ KONSTRUKCE MĚŘIDLA**Základní nosná konstrukce**

Pro základní nosnou konstrukci, která bude měřidlu udávat tvar jsem zvolil protlačovaný jekl z hliníkové slitiny EN6060 [Al 0.5Mg 0.5Si Fe]. Materiál je chemicky stálý a je dobře obrobitelný. Z mechanického hlediska má materiál střední pevnost v tahu ve vytvrzeném stavu 220 Mpa a tvrdost 60HB. Slitinu hliníku jsem zvolil z důvodu optimálních mechanických vlastností, dobré obrobitelnosti a nízké hmotnosti. Pro zhotovení nosné konstrukce jsem proto zvolil dutý profil obdélníkového průřezu z důvodu optimálních pevnostních vlastností v průhybu. Původně jsem uvažoval o užití hliníkové ploché tyče, která má však

špatné mechanické vlastnosti, především by docházelo k velkým nepřesnostem v případě nerovnosti podložky, na které by bylo měřidlo umístěno.

Ramena nosné konstrukce

Pro ramena nosné konstrukce jsem zvolil jekl s průřezem viz Obr. 32. Pro rohové spojení budou mít jekly na krajích, kde k sobě doléhají vyvrtány otvory o průměru 6 mm pro spojení rohovníkem. Dále budou z horní strany vyvrtány otvory o průměru 5H7, do kterých dojde k osazení kolíků které budou zajišťovat nosný profil doteku v požadované poloze. Vedle otvoru 5H7 budou vyvrtány otvor o průměru 4 mm který bude sloužit pro zavedení samořezného šroubu, který bude sloužit pro zajištění profilu proti případnému uvolnění. Pro osazení vodícího profilu APG na který se instaluje digitální indikace BC-02 budou na horní vodorovné straně jeklu vyvrtány dva otvory 5H7 pro kolíky které přidrží vodící APG profil v požadované poloze než dojde k upevnění APG profilu pomocí samořezných šroubů. Na konci každého profilu budou z horní strany vyvrtány otvory průměrech 5H7 a 4 mm pro upevnění koncových dorazů. Koncový doraz bude bránit vyjetí indikace z vodícího profilu APG. Otevřené konce jeklů budou zakryty PVC zátkou 60x40. Přesný náčrt přípravy nosných ramen viz: výkres: DELŠÍ PROFIL. 1 a výkres: KRATŠÍ PROFIL 2. Příprava vodících profilu viz výkresy PROFIL APG DELŠÍ 1 a PROFIL APG KRATŠÍ 2.



Obr. 32: Jekl 60 x 40 x 4 [18]

Rohové spojení

Rohové spojení jsem navrhl pomocí dvou L přeplátování viz Obr. 33 a 34. Profil bude vyroben z AL plechu ze slitiny hliníku EN 5083 [AlMg4.5Mn0.7]. Slitina má pevnost v tahu 280Mpa a tvrdost 75HB. V profilu budou předvrtány otvory bez závitů pro šrouby DIN 7991 M6x60 A2, v případě spodního profilu budou vyvrtány

otvory se zahlobením pro možnost zapuštění hlavy šroubů. Přesný rozměr viz. výkres: HORNÍ ROHOVNÍK a SPODNÍ ROHOVNÍK.



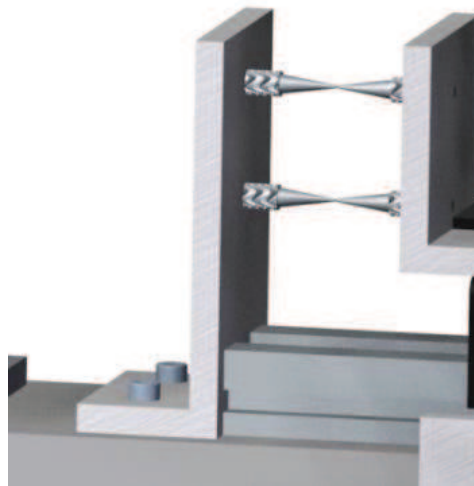
Obr. 33: Horní rohovník [18]



Obr. 34: Spodní rohovník [18]

Seřizovací poloha indikace

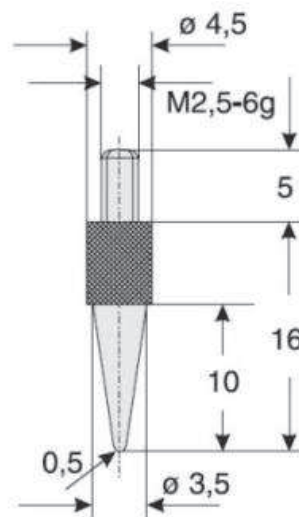
Pro seřízení indikace je nutné přesně nastavit vzdálenost měřícího doteku od dorazového profilu. Proto je každá ze dvou užitých indikací vybavena konickými doteky a v místě kde končí dorazový profil, budou osazeny na nosných AL jeklech „dotekové úhelníky“ na kterých budou instalovány dva protější doteky. Při prvním spuštění indikace se doteky vůči sobě vyrovnají a odměří se vzdálenost od měřícího doteku k dorazu měřících ploch. Naměřená hodnota se následně nastaví jako výchozí hodnota pro měření a na indikaci se nastaví při prvním spuštění. Následně bude k této hodnotě při každém měření přičítána hodnota naměřená z magnetického pásku a indikace automaticky zobrazí délkové rozměr v měřené ose. Vzhled doteku viz Obr. 35.



Obr. 35: Náskres řešení doteků [18]

Dotekový úhelník

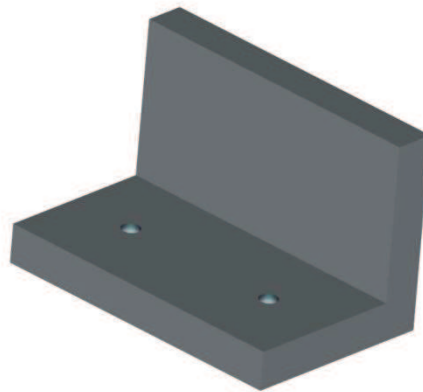
Nosné profily doteků budou vyrobeny z L-profilu 70x40x5 ze slitiny hliníku EN 5083 [AlMg4.5Mn0.7]. Kratší strana L-profilu bude ze 40 mm zkrácena na 25 mm a budou v ní vyvrtány dva otvory. První otvor 5H7 je určen pro osazení zajišťovacího kolíku, druhý otvor o průměru 4 mm pro zajišťovací samořezný šroub který pojistí dotekový úhelník k nosné konstrukci. Na delší straně L-profilu budou vyvrtány otvory se závitem M2,5-6g pro osazení konických doteků s číselným označením 852.436s od firmy Sometcz viz Obr. 36. Přesný rozměr dorazového profilu doteku viz. výkres: NOSNÝ PROFIL DOTEKU.



Obr. 36: Dotek 852.436[20]

Dorazový profil

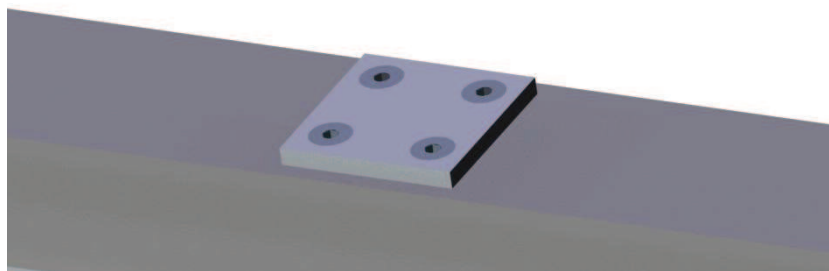
Dorazové profily viz Obr. 37 budou také vyrobeny z L-profilu 70x40x5 ze slitiny hliníku EN 5083 [AlMg4.5Mn0.7]. Kratší strana úhelníku bude zkrácena ze 40 mm na 20 mm. Na této straně budou vyvrtány dva otvory. První otvor 5H7 je určen pro osazení zajišťovacího kolíku, druhý otvor o průměru 4 mm pro zajišťovací samořezný šroub který pojistí dotekový úhelník vůči nosné konstrukci. Delší strana bude zkrácena ze 70 mm na 25 mm. Přesný rozměr dorazového profilu viz. výkres: DORAZOVÝ PROFIL.



Obr. 37 Dorazový profil [18]

Podkladní deska

Jelikož osazení rohovníku zvedne nosnou konstrukci od podkladu, je nutné nosnou konstrukci vybavit ze spodní strany podkladními deskami viz Obr. 38. Bude se jednat o desky o rozměru 50x50x5 ze slitiny hliníku EN 5083 [AlMg4.5Mn0.7]. Pro napojení na nosnou konstrukci budou na desce vyvrtány 4 otvory o průměru 4 mm se za-
hloubením pro zapuštění hlavy spojovacích šroubů DIN 7504 ZH A2 6,3x16. Přesný rozměr desky viz. výkres PODKLADNÍ DESKA.



Obr. 38 Podkladní deska [18]

4.3 KONSTRUKCE POSUVNÉHO DOTEKU

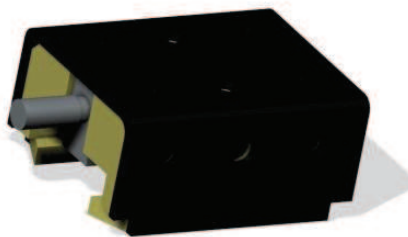
Jelikož je ze strany zadavatele požadavek na možnost posuvu doteku v horizontálním směru, tak jsem použil posuvnou konstrukci obdobného charakteru jak je již firmou WOODEXPERT užito u vyrobeného jednoosého měřidla viz Obr. 39.



Obr. 39 Posuvný dotek – WOODEXPERT [21]

Nosná část

Pro základnu, která ponese digitální indikaci a posuvný dotek bude použito vedení snímače z lineárního vedení APG viz Obr. 40. Vedení snímače slouží pro vymezení konstantní vzduchové mezery mezi snímačem a magnetickou páskou MT-25. Současně plní funkci držáku digitální indikace BC-02. Bohužel pro mé technické řešení musí být osazení modifikováno oproti původnímu konstrukčnímu řešení firmy Jirka spol s.r.o.



Obr. 40 Vedení snímače [16 a 18]

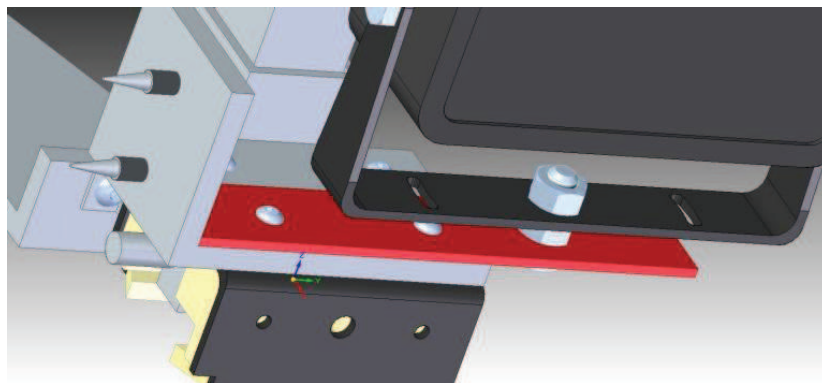
Dotekový úhelník na indikaci

Dotekové profily na indikaci budou vyrobeny také z L-profilu 70x40x5 ze slitiny hliníku EN 5083 [AlMg4.5Mn0.7]. Na delší straně budou vyvrtány otvory o průměru 3 mm pro upevňovací šrouby k posuvnému tělu indikace. Na kratší straně budou

vyvrtány otvory se závitem M 2,5-6g pro osazení konických doteků s číselným označením 852.436 s od firmy od somet.cz viz Obr. 36. Přesný rozměr dorazového profilu doteku viz. výkres: NOSNÝ PROFIL DOTEKU – INDIKACE.

Upevnění digitální indikace

Jelikož by upevnění digitální indikace dle původního technického řešení firmy Jirkaspol s.r.o. zavazelo komponentům posuvného doteku, tak jsem navrhnul distanční profil viz Obr. 41. Tento profil bude vyroben z ocelového plechu ČSN EN 11375 tloušťky 3 mm, ve kterém budou vyvrtány otvory o průměru 3 mm pro spojení s vedením snímače a jeden otvor o průměru 6 mm pro spojení U-profilu který nese digitální indikaci. Celý plíšek bude komaxitovaný černou barvou jako ochrana proti případně korozi. Přesný výkres viz.: DISTANČNÍ PROFIL.



Obr. 41 Distanční profil (červeně) [18]

Nosný profil doteku

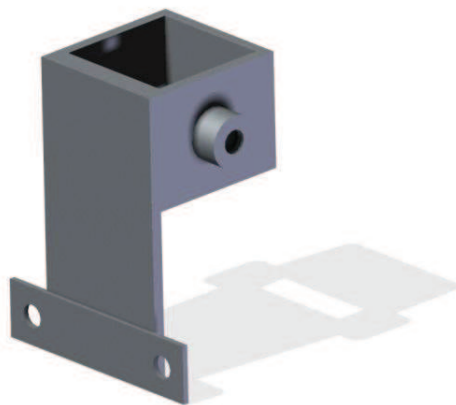
Nosný profil doteku bude vyroben z ocelového jevlu ČSN EN 11375 O ROZMĚRU 20 x 20 x 2 s celkovou délkou 100 mm. Na ocelový jevlu, bude navařený ocelový plíšek ČSN EN 11375 tloušťky 3 mm. viz Obr. 42. Do ocelového jevlu budou na dvou protilehlých svislých stranách vyvrtány otvory se závitem M5 pro následné zajištění indikace v určité vertikální poloze. Na navařeném plíšku budou vyvrtány dva otvory o průměru 3 mm pro spojení jevlu s vedením snímače pomocí dvou šroubů ČSN 7380 M3x10. Celý profil bude komaxitovaný černou barvou jako ochrana proti případné korozi. Přesný výkres viz.: NOSNÝ PROFIL POSUVNÉHO DOTEKU.



Obr. 42 Nosný profil doteku [18]

Posuvná objímka doteku

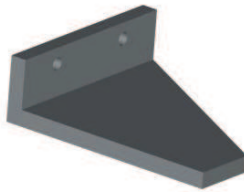
Posuvná objímka doteku bude vyrobena z ocelového jeklu ČSN EN 11375 25 x 25 x 2 s délkou 20 mm. Na objímku dojde k navaření ocelového plechu ČSN EN 11 375 ve tvaru písmene T, který bude sloužit jako distanční a zároveň upevňovací prvek pro měřicí dotek viz Obr. 43. T-plech bude vyřezaný pomocí vodního paprsku, včetně přípravy dvou otvorů o průměru 4 mm pro provlečení šroubu DIN 7380 M4x16. Na ocelový jekl, budou na střed dvou protilehlých stran navařeny 2 ks matic DIN 934 M5. Tyto matice budou sloužit pro upevnění šroubů DIN 7380 A2 M5, které budou držet dotek v požadované vertikální poloze vůči nosnému profilu doteku. Celý profil bude komaxitovaný černou barvou jako ochrana proti případné korozi. Přesný výkres viz.: POSUVNÁ OBJÍMKA DOTEKU.



Obr. 43 Posuvná objímka doteku [18]

Měřicí dotek

Měřicí dotek bude vyroben také z L-profilu 70x40x5 ze slitiny hliníku EN 5083 [Al-Mg4.5Mn0.7]. Tvar viz Obr. 44. Kratší strana bude z původních 40 mm zkrácena na rozměr 20 mm. Dále budou na kratší straně vyvrtány dva otvory o průměru 4 mm pro upevnění doteku na posuvnou objímku doteku pomocí šroubů DIN 7380 A2 M4x10. Delší strana bude seříznuta pod uhlím. Druhý kus měřicího doteku je navržen obdobně avšak v zrcadlovém provedení. Přesný výkres viz.: DOTEK 1 a DOTEK 2.



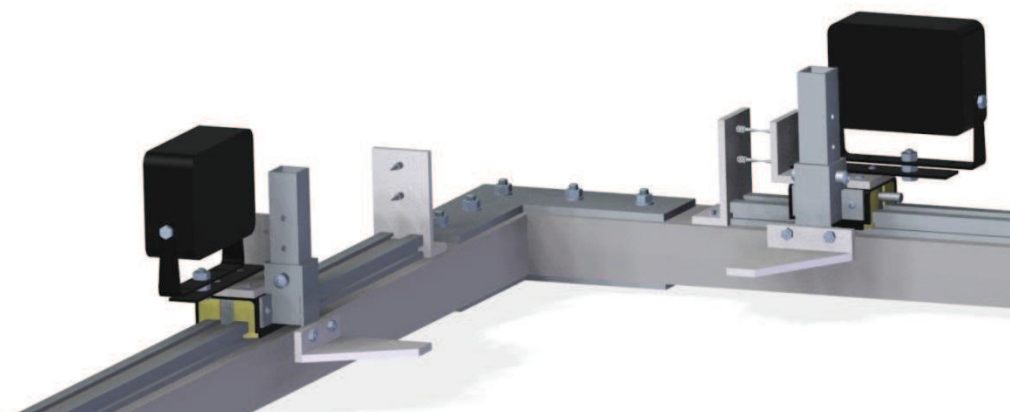
Obr. 44 Dotek [18]

4.4 SESTAVENÍ MĚŘIDLA

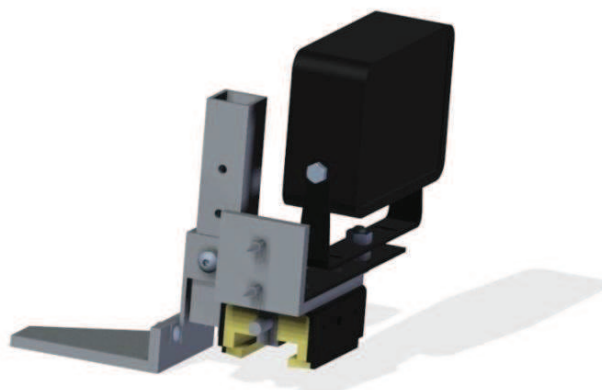
Konstrukce posuvných doteků bude sestavena ze součástek s osazením uvedených ve výkresech: MĚŘÍCÍ DOTEK 1 - SESTAVA a MĚŘÍCÍ DOTEK 2 - SESTAVA. Pro sestavení celého měřicího přístroje jsou použity součástky a sestavy uvedeny ve výkresu: SESTAVA MĚŘIDLA, kde je také uvedený náčrt sestavení. Po přimontování vodícího profilu APG k nosné konstrukci se do tohoto profilu vlepí magnetická páska MT-25 a překryje se nerezovou lištou. Jako zatěsnění se užije gumový pásek, který se překryje nerezovým páskem. Průřez sestavením viz výkres: ŘEZ VEDENÍM. Všechny závitové spoje zajistíme proti samovolnému odjištění pomocí Závitového lepidla, například Loctite 270. Po sestavení bude měřidlo vypadat viz Obr. 45-47. Veškeré ostatní výkresy potřebné pro výrobu a sestavení měřidla jsou uvedeny v seznamu příloh.



Obr. 45 Sestavené měřidlo [18]



Obr. 46 Detail rohového spojení nosné konstrukce [18]

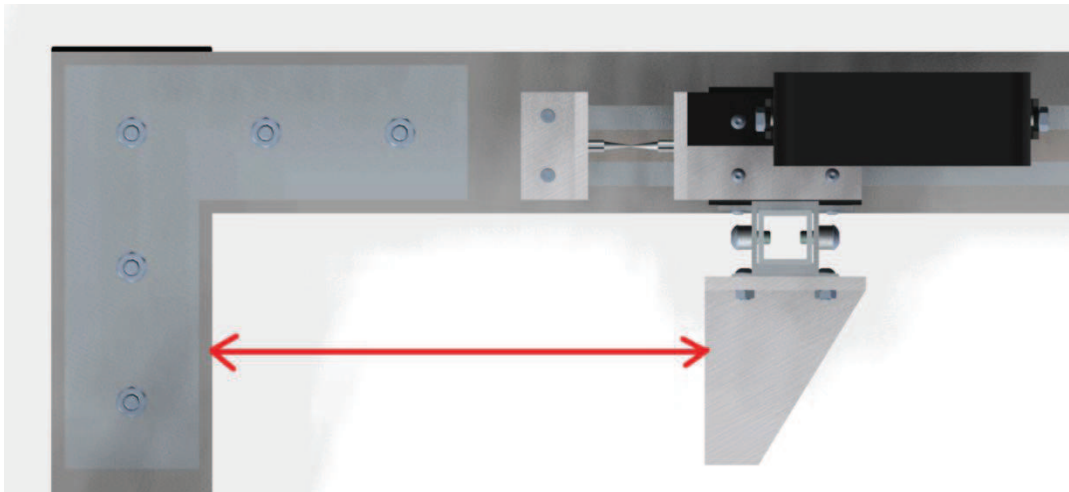


Obr. 47 Posuvný dotek [18]

4.5 PRVNÍ SPUŠTĚNÍ INDIKACE

Před spuštěním

Před spuštěním je nutné překontrolovat správnost sestavení a pevnost šroubových spojů. Následně se obě digitální indikace posunou do seřizovací polohy viz Obr. 35. Poté, se přeměří vzdálenosti posuvného doteku od dorazového jeklu viz Obr. 48. Naměřenou hodnotu ke každému dorazu si poznačíme, jelikož ji v následujících krocích budeme potřebovat při nastavování digitální indikace. Následně do digitální indikace vložíme 4 ks kvalitních AA baterií o napětí 1,5 V a budeme pokračovat v nastavování dle níže uvedených informací z technického manuálu k bateriové digitální indikaci BC-02.



Obr. 48 Měření vzdálenosti doteku od dorazu [18]

Nastavení digitální indikace při prvním spuštění

Celý postup nastavení je dle manuálu dodávanému k měřidlu BC-02. Magnetický snímač, který je pevně připojený k digitální indikaci je během výroby již kalibrován. Pokud chceme přejít přímo k nastavení konstant stiskneme 4x tlačítko MODE.



Obr. 49 Bateriová digitální indikace BC-02 [16]

Konstanty indikace, kalibrace magnetického snímače, lineární korekce, obnovení displeje.

Po zapnutí indikace držte stisknuté tlačítko MODE.

Na displeji se zobrazí Co XXX, což znamená kalibraci snímače v úrovni cosinus. Následně posuvem snímače nad magnetickou páskou se hodnota Co mění z $Co + max.$ na $Co - max.$ Uvedené hodnoty je třeba nastavit pomocí tlačítek ABS a REL tak, aby hodnota $Co + max = Co - max.$ Takto nastavené hodnotu potvrdíme stisknutím tlačítka MODE.

Nyní se na displeji zobrazí Si XXX, což znamená kalibraci snímače v úrovni sinus. Následně posuvem snímače nad magnetickou páskou se hodnota Si mění z $Si + max.$ na $Si - max.$ Uvedené hodnoty je třeba nastavit pomocí tlačítek ABS a REL tak, aby hodnota $Si + max = Si - max.$ Pro potvrzení takto nastavených hodnot stiskneme tlačítko MODE a pokračujeme k dalšímu kroku.

Na displeji se zobrazí Cor XXX. Hodnota Cor udává hodnotu lineární korekce. Pomocí tlačítek ABS a REL provedeme nastavení lineární korekce. Jako vstupní hodnotu zadáme naměřenou hodnotu mezi dotekem a dorazem měřenou viz Obr. 48. Tuto nastavenou hodnotu potvrdíme tlačítkem MODE.

Na displeji se zobrazí Rdi XX, která slouží k nastavení hodnoty časového intervalu obnovení displeje. Pomocí tlačítek ABS a REL provedeme nastavení požadované hodnoty. V případě nastavení hodnoty $Rdi - 02,$ bude měřidlo vyobrazovat naměřené hodnoty maximální rychlostí obnovy hodnot na displeji. V případě výběru hodnoty $Rdi - 10,$ bude mít měřidlo nejpomalejší frekvence obnovování hodnot na displeji. Pomalá obnovovací frek-

vence je vhodná pro případnou eliminaci chvění stroje. Nastavenou hodnotu potvrdíme stisknutím tlačítka MODE.

Nastavení parametrů, zobrazení a blokace tlačítek

Po nastavení výše uvedených parametrů, přejde indikace plynule do režimu nastavení následujících parametrů.

Níže uvedená tabulka popisuje jednotlivé pozice číslic pro nastavení funkcí indikace:

Na displeji svítí hodnoty „0“ a „1“, kde hodnota „0“ znamená blokování funkce a hodnota „1“ znamená aktivní funkce. Stiskem tlačítka ABS se provádí přepínání mezi jednotlivými parametry. Tlačítkem REL se provádí změna stavu parametru (aktivace / blokace funkce)

Pomocí stisknutí tlačítka MODE se provádí potvrzení nastavených parametrů a dojde k přepnutí na následující obrazovku.

Na displeji se krátce zobrazí nápis „ INCH“

Tabulka 7: Nastavení indikace BC-02 – 1

| Na displeji se zobrazí | 0/1 | 0/1 | 0/1 | 0/1 | 0 | 0 |
|--------------------------|------|------|--------|------|-----|-----|
| Pozice na indikaci zleva | INCH | SIGN | MIROOR | HALF | XXX | XXX |

Kde zkratky znamenají:

INCH – zobrazení naměřené hodnoty v palcích

SIGN – otočení směru snímání

MIROOR – záporné hodnoty se zobrazí od 9999.99, resp. 99999.9

HALF – zobrazení poloviny naměřené hodnoty

XXX – neaktivní pozice

Pro uložení těchto parametrů svou volbu potvrdíme stisknutím tlačítka MODE.

Poté se na displeji se zobrazí nápis „ DIA“

Tabulka 8: Nastavení indikace BC-02 - 2

| Na displeji se zobrazí | 0/1 | 0/1 | 0/1 | 0/1 | 0/1 | 0 |
|--------------------------|-----|------|-------|--------|---------|-----|
| Pozice na indikaci zleva | DIA | FIVE | TENTH | KOR-ON | KOR (-) | XXX |

Kde zkratky znamenají:

DIA – zobrazení průměru, kdy naměřená hodnota je ½ hodnoty zobrazené na displeji

FIVE – zaokrouhlení naměřené hodnoty na 0 a 5 např: naměříme 1,23 = zobrazeno 1,25) TENTH – zobrazení naměřené hodnoty na 1 desetinné místo (např: 25,3)

KOR-ON – aktivace přednastavené korekce

KOR (-) – pokud je nutné zadat zápornou korekci je nastavena v kroku 3.1 jako kladná a aktivaci této funkce se převede na zápornou hodnotu.

XXX – neaktivní pozice

Po uložení těchto parametrů opět stiskneme tlačítko MODE .

Následně se na displeji zobrazí nápis „ ABS“

Tabulka 9: Nastavení indikace BC-02 - 3

| Na displeji se zobrazí | 0/1 | 0/1 | 0/1 | 0/1 | 0 | 0 |
|--------------------------|--------|--------|---------|-----|-----|-----|
| Pozice na indikaci zleva | tl.ABS | tl.REL | tl.MODE | HS | XXX | XXX |

Kde zkratky znamenají:

tl. ABS – blokáce tlačítka ABS „0“ – aktivní tlačítko ABS, „1“ - blokáce tlačítka ABS)

tl. REL“ – blokáce tlačítka REL „0“ – aktivní tlačítko REL, „1“ - blokáce tlačítka REL

tl. MODE – blokáce tlačítka ABS „0“ – aktivní tlačítko MODE, „1“ - blokáce tlačítka MODE

XXX – neaktivní pozice

HS - nastavení maximální rychlosti měření na 60 m / min.

Po uložení zvolených parametrů stiskneme tlačítko MODE .

Tímto je ukončen režim nastavení konstant a parametrů. Nyní se na displeji krátce zobrazí BC- 02 a jednotka přejde do režimu běžného měření.

Obsluha indikace

Tlačítko MODE

Podržením stisknutého tlačítka MODE současně s tlačítkem ABS dojde k zobrazení aktuální hodnoty v palcích. Podržením stisknutého tlačítka MODE po dobu cca. 4 s dojde k vypnutí displeje, snímač digitální indikace je však aktivní a měření probíhá v paměti indikace. Opětovné zapnutí displeje indikace se provede stisknutím tlačítka MODE

Tlačítko ABS

Krátkým stisknutím tohoto tlačítka zvolíme absolutní stupnici měření

Dlouhým stisknutím tohoto tlačítka přejde indikace do režimu přednastavení hodnot absolutní stupnice. Tlačítko ABS znamená změnu směru měření vlevo. Tlačítko MODE potvrdí nastavené hodnoty.

[16]

Po nastavení

Jakmile máme nastavené měřidlo dle předchozích kroků, můžeme následně přejít k samotnému měření. Měřená součást se dorazí k rohu měřicí konstrukce a po od aretování posuvných doteků a nastavení jejich horizontální polohy přijedeme doteky k místu měření. Následně naměřenou hodnotu zaznamenáme, případně použijeme k dalšímu zpracování, ke kterému jsou délkové hodnoty potřebné.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo zkonstruovat dvouosé délkové měřidlo, které bude schopné měřit hotové dřevěné výrobky. Například dřevěné dveřní křídla, okna a obdobně tvarované dřevěné prvky. Celé konstrukční řešení jsem navrhnul z co nejvíce normalizovaných a běžně dostupných součástí. Pro odlehčení jsem použil hliníkové profily, které jsou dostatečně tuhé a současně jednoduše obrobitelné. Použitá bateriová indikace je kvalitní a cenově dostupná. Komunikace s dodavatelem je bezproblémová a v případě nejasností nebyl žádný problém s technickou radou. Posuvný dotek je řešen obdobně jako v již jednou vyrobeném délkovém měřidle firmou WOODEXPERT, kde s daným technickým řešením nebyl problém. Konstrukce není aktuálně vyrobena. Návrh technického řešení byl předán do firmy WOODEXPERT k odsouhlasení a k případné výrobě. Jelikož se jedná o neozkoušené měřidlo, po jeho sestavení bude nutné ověřit jeho přesnost. Pokud při testování měřidla dojde k nepřesnostem měření, bude nutné lokalizovat a eliminovat součinitele způsobující nepřesnosti.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] SBORNÍKY TECHNICKÉ HARMONIZACE 2010 : *Terminologie z oblasti metrologie* [online]. PRAHA: UNMZ, 2008 [cit. 4. Března 2015]. Dostupné na World Wide Web: http://www.unmz.cz/files/Sborn%C3%ADky%20TH/Terminologie%20v%20oblasti%20metrologie_DEF.pdf
- [2] PERNIKÁŘ, J., TYKAL, M. *Strojírenská metrologie II*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. 180 s. ISBN 80-214-3338-8.
- [3] TICHÁ, Š. *Strojírenská Metrologie část 1*. [online] c 2004 [4. března 2015]. Dostupné na World Wide Web: <http://books.fs.vsb.cz/StrojMetro/strojirenska-metrologie.pdf>
- [4] ZÁKON č. 505/1990 Sb., o metrologii. [online] c 2010-2015 [4. března 2015]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1990-505>
- [5] HORVÁT, J. *Inovace výuky předmětu metrologie na ISSTE Sokolov: bakalářská práce*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní. 39 l., 23 l. příl.
- [6] BUMBÁLEK, L. *Kontrola a měření: pro SPŠ strojní*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 2009. 206 s. ISBN 978-80-7333-072-9.
- [7] ŘASA, J., KAFKA, J., HANĚK, V. *Strojírenská technologie 4: návrhy nástrojů, přípravků a měřidel: zásady montáže*. 1. vyd. Praha: Scientia, 2003. 505 s. ISBN 80-7183-284-7.
- [8] KRÍŽ, Rudolf a Pavel VÁVRA. *Strojírenská příručka*. Praha: Scientia, 1993, 224 s. ISBN 80-85827-00-x.
- [9] MLÍKA, J. *Měřidla a měření, Lícování a uložení, Prostorové obrýsování, Ruční dokončovací obrábění*, Učební texty ve strojírenských profesích, Červen 2008.
- [10] ŠVRČINA, J. *Měřidla – měření*. [online] c 2011 [9. března 2015]. Dostupné na World Wide Web: http://www.strojka.opava.cz/UserFiles/File/_sablony/Praxe_II_a_III/VY_52_INOVACE_H-02-19.pdf
- [11] UNIMETRA. *Koncové měrky: Materiál koncových měrek*. [online] c 2015 [9. března 2015]. Dostupné na World Wide Web: http://www.unimetra.cz/soubory_materialy/84_1.pdf

- [12] HUMÁR, A. *Výrobní technologie II – sylabus předmětu, bakalářské kombinované studium*. [online] [9. března 2015]. Dostupné na World Wide Web: http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/VyrobníTechnologie_II.pdf
- [13] QTEST – měřicí a přístrojová technika. *Laserové dálkoměry*. [online] c 2009-2014 [9. března 2015]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.qtest.cz/laserove-dalkomery/laserove-dalkomery.htm>
- [14] Doc. Dr. Ing PATA Vladimír – *přednášky z předmětu Metrologie konané ve dnech 6. března. 2015, 3. dubna. 2015*
- [15] MPO. CZ. *Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii*. [online] c 2005 [9. března 2015]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.mpo.cz/dokument118977.html>
- [16] JIRKASPOL - Jirka a spol, s.r.o.. *BC-02 s vedeným snímačem*. [online] c 2015 [4. března 2015]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.jirkaspol.cz/>
- [17] FYZMATIK.PISE.CZ. *Jak vznikl metr ?*. [online] c 2008 [4. března 2015]. Dostupné na World Wide Web: <http://fyzmatik.pise.cz/546-jak-vznikl-metr.html>
- [18] Vlastní fotografie a grafické návrhy
- [19] MICROTES. *Indukční snímač*. [online] c 2008-2015. [4. března 2015]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.microt.es.cz/images/snimace-modul.jpg>
- [20] RUCNI-NARADI.CZ. *BOSCH DLE 40 Professional měřič vzdáleností*. [online] c 2003-2015. [4. března 2015]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.rucni-naradi.cz/bosch-dle-40-professional#>
- [21]SOMET.CZ. *Výměnné doteky kulovitý tvar kónický/16*. [online] c 2014 [4. března 2015]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.sometcz.com/obchod/indikatory/vymenne-doteky-a-nastavce-pro-analogove-a-digitalni-indikatory/vymenne-doteky-kulovity-tvar-konicky-16>
- [22] Ing. Marek Polášek - *Fotografie jednoosého měřidla*

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

n. l. – našeho letopočtu

Př. n. l. – před našim letopočtem

TTL - "tranzistorově-tranzistorová logika"

Mpa – megapascalů

HB – tvrdost podle brinela

Komaxitování – práškové lakování

mm – milimetr

cm – centimetr

dm - decimetr

m - metr

km - kilometr

jekl – obdélníkový dutý profil

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obr. 1: Nákres měření Obr. 2: Etalon jednoho metru | 13 |
| Obr. 3 Opakovatelnost měření | 20 |
| Obr. 4 Grafické vyjádření chyby měření | 22 |
| Obr. 5: Skládací metr Obr. 6: Svinovací metr | 29 |
| Obr. 7: Pásmo | 30 |
| Obr. 8: Pravítko | 31 |
| Obr. 9: Koncové měřky | 32 |
| Obr. 10 Posuvné měřítko | 33 |
| Obr. 11: Posuvné měřítko analogové Obr. 12: Posuvné měřítko digitální | 33 |
| Obr. 13: Hloubkoměr – klasický | 34 |
| Obr. 14: Třmenový mikrometr | 35 |
| Obr. 15: Dílenské úhломěry | 36 |
| Obr. 16: Univerzální úhломěr s noniem | 37 |
| Obr. 17: Analogový úchylkoměr | 38 |
| Obr. 18: Kalibr pro měření vnitřního průměr kruhových otvorů | 39 |
| Obr. 19: Kalibr pro měření vnějších rozměrů | 40 |
| Obr. 20: Kalibr pro měření závitů | 40 |
| Obr. 21: Úhlová šablona Obr. 22: Rádiusová šablona | 41 |
| Obr. 23: Kontrolní úhelníky pro kontrolu různých úhlů | 41 |
| Obr. 24: Indukční měřidlo | 42 |
| Obr. 25: Měřicí lupa | 44 |
| Obr. 26: Laserové měřidlo | 46 |
| Obr. 27: Magnetická páska | 49 |
| Obr. 28: Magnetické pole pásky | 49 |
| Obr. 29: D-SUB konektor..... | 50 |
| Obr. 30: Princip snímání magnetickou hlavou | 50 |
| Obr. 31: Digitální indikace BC-02 | 51 |
| Obr. 32: Jekl 60 x 40 x 4 | 53 |
| Obr. 33: Horní rohovník Obr. 34: Spodní rohovník | 54 |
| Obr. 35: Nákres řešení doteků | 54 |
| Obr. 36: Dotek 852.436 | 55 |

| | |
|--|----|
| Obr. 37 Dorazový profil | 56 |
| Obr. 38 Podkladní deska | 56 |
| Obr. 39 Posuvný dotek – WOODEXPERT | 57 |
| Obr. 40 Vedení snímače | 57 |
| Obr. 41 Distanční profil (červeně) | 58 |
| Obr. 42 Nosný profil doteku | 59 |
| Obr. 43 Posuvná objímka doteku | 59 |
| Obr. 44 Dotek | 60 |
| Obr. 45 Sestavené měřidlo | 61 |
| Obr. 46 Detail rohového spojení nosné konstrukce | 61 |
| Obr. 47 Posuvný dotek | 61 |
| Obr. 48 Měření vzdálenosti doteku od dorazu | 62 |
| Obr. 49 Bateriová digitální indikace BC-02 | 63 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tabulka 1: Přehled nejčastěji používaných jednotek délek ve strojírenské praxi: | 13 |
| Tabulka 2: Převodová tabulka soustav délek..... | 14 |
| Tabulka 3: Chyby měření | 19 |
| Tabulka 4: Koeficient k | 24 |
| Tabulka 5: Popis konektoru pro výstupní signál TTL | 50 |
| Tabulka 6: Technická specifikace..... | 52 |
| Tabulka 7: Nastavení indikace BC-02 – 1 | 64 |
| Tabulka 8: Nastavení indikace BC-02 - 2..... | 64 |
| Tabulka 9: Nastavení indikace BC-02 - 3..... | 65 |

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1.: SESTAVA MĚŘIDLA

Příloha 2.: PROFIL APG DELŠÍ 1

Příloha 3.: PROFIL APG KRATŠÍ 2

Příloha 4.: DELŠÍ PROFIL 1

Příloha 5.: KRATŠÍ PROFIL 2

Příloha 6.: MĚŘÍCÍ DOTEK 1 - SESTAVA

Příloha 7.: MĚŘÍCÍ DOTEK 2 - SESTAVA

Příloha 8.: NOSNÁ KONSTRUKCE 1

Příloha 9.: NOSNÁ KONSTRUKCE 2

Příloha 10.: MĚŘÍCÍ DOTEK 1

Příloha 11.: MĚŘÍCÍ DOTEK 2

Příloha 12.: DOTEK 1

Příloha 13.: DOTEK 2

Příloha 14.: NOSNÝ PROFIL DOTEKU

Příloha 15.: NOSNÝ PROFIL DOTEKU - INDIKACE

Příloha 16.: NOSNÝ PROFIL POSUVNÉHO DOTEKU

Příloha 17.: HORNÍ ROHOVNÍK

Příloha 18.: SPODNÍ ROHOVNÍK

Příloha 19.: ŘEZ VEDENÍM

Příloha 20.: POLOTOVAR OBJÍMKY

Příloha 21.: OBJÍMKA INDIKACE

Příloha 22.: T-PROFIL

Příloha 23.: POSUVNÁ OBJÍMKA DOTEKU - SESTAVA

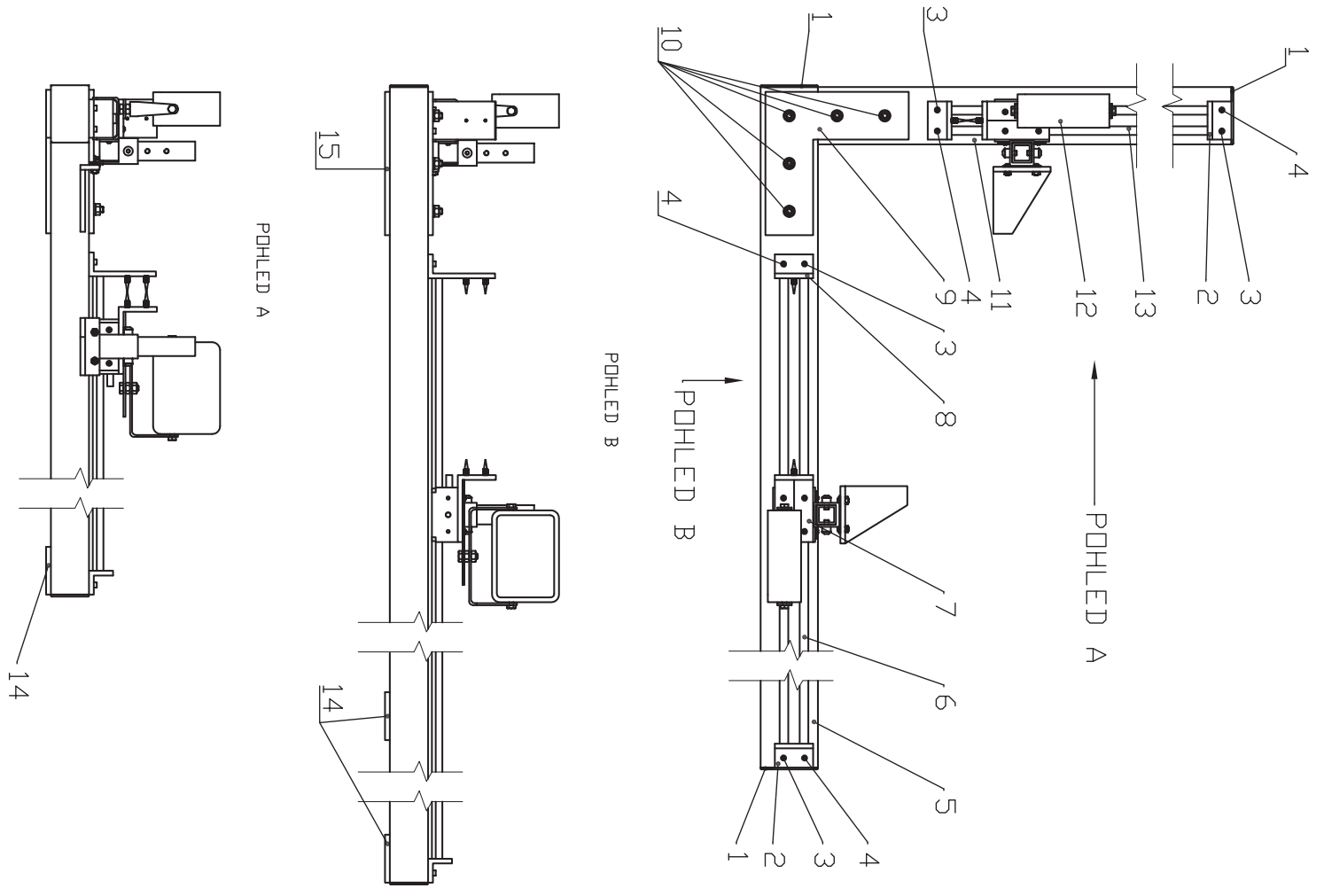
Příloha 24.: DISTANČNÍ PROFIL

Příloha 25.: NOSNÝ PROFIL DOTEKU – ČÁST 1.

Příloha 26.: NOSNÝ PROFIL DOTEKU – ČÁST 2.

Příloha 27.: DORAZOVÝ PROFIL

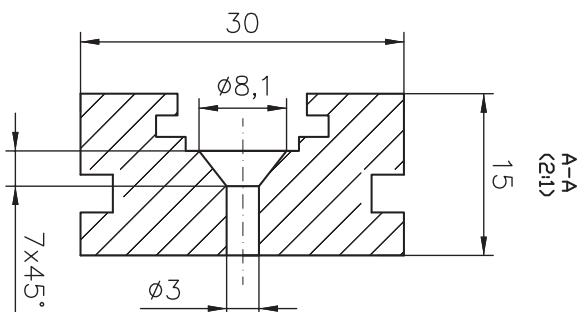
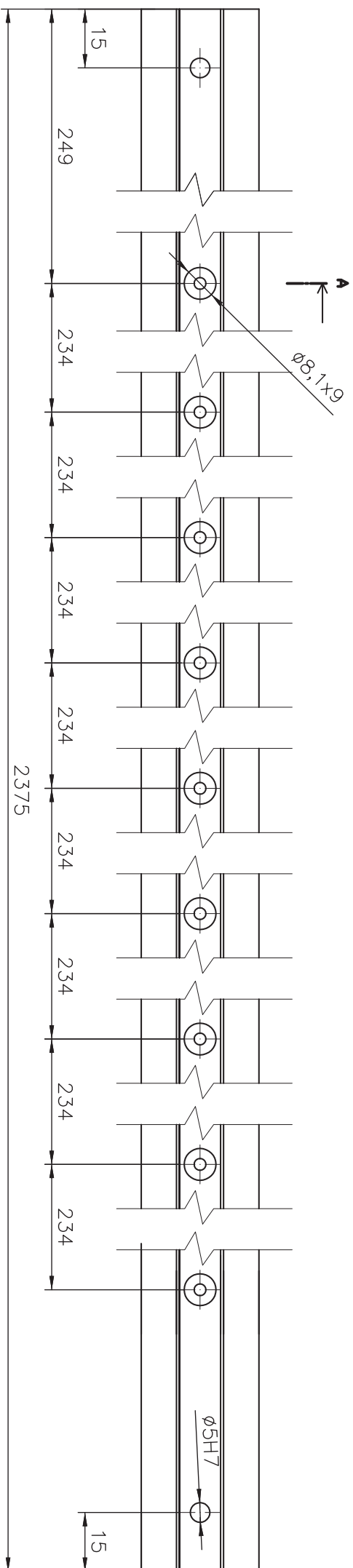
Příloha 28.: PODKLADNÍ DESKA



| | | |
|------|--|----|
| 15 | SPODNÍ ROHOVNÍK | 1 |
| 14 | PODKLADNÍ DESKA + 4x TEX DIN 7504 ZH A2 6,3x16 | 3 |
| 13 | PROFIL APG KRATŠÍ 2 + 5x TEX DIN 7504 ZH A2 4,2x16 + 2x KOLÍK 5X12 ČSN 02 2153 5h7 | 1 |
| 12 | MĚŘÍČÍ DOTEK 2 | 1 |
| 11 | KRATŠÍ PROFIL 2 | 1 |
| 10 | ŠROUB DIN 7991 A2 M6x60 + PODLOŽKA DIN 125 A2 6,4 + MATICE DIN 934 A2 M6 | 6 |
| 9 | HORNÍ ROHOVNÍK | 1 |
| 8 | NOSNÝ PROFIL DOTEKU + 2x DOTEK SOMET 852.436 | 2 |
| 7 | MĚŘÍČÍ DOTEK 1 | 1 |
| 6 | PROFIL APG DELŠÍ 1 + 9x TEX DIN 7504 ZH A2 4,2x16 + 2x KOLÍK 5X12 ČSN 02 2153 5h7 | 1 |
| 5 | DELŠÍ PROFIL 1 | 1 |
| 4 | KOLÍK 5X12 ČSN 02 2153 5h7 | 4 |
| 3 | TEX DIN 7504 M A2 5,5x12 | 4 |
| 2 | DORAZOVÝ PROFIL | 2 |
| 1 | PVC ZASLEPKA PRO TR 60x40x4 | 3 |
| POZ. | VÝKRES/NORMA/ARTIKL | Ks |

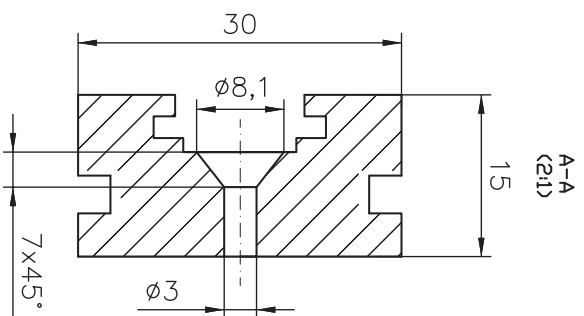
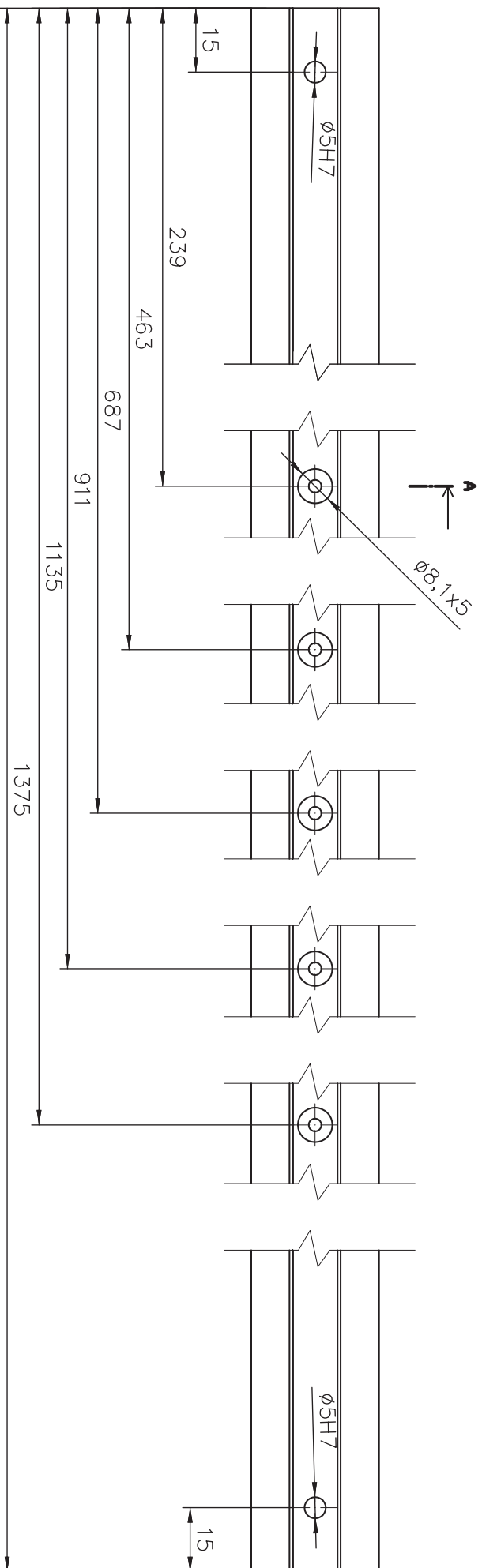
| | | | | | | |
|----------------------|-----------|-----------|----------|------|--------------|-----|
| INDEX | ZMĚNA | DATUM | PODPIS | TID | HMOTNOST kg | MĚR |
| ZNAMĚNÍ | | | | | | |
| ROZM.-POL. DÍL. | | | | | | |
| POM. ZAR. | | | | | | |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NORMAREF. | ČSN | POZN. | TRČ | C. KUSOVNEKU | |
| PRÉZK. | | | | | | |
| TECHNOL. | SCHVALIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | Č.V. | | |
| NAZEV | | | | | | |
| SESTAVA MĚŘIDLA | | | | | | |

UTB Zlín

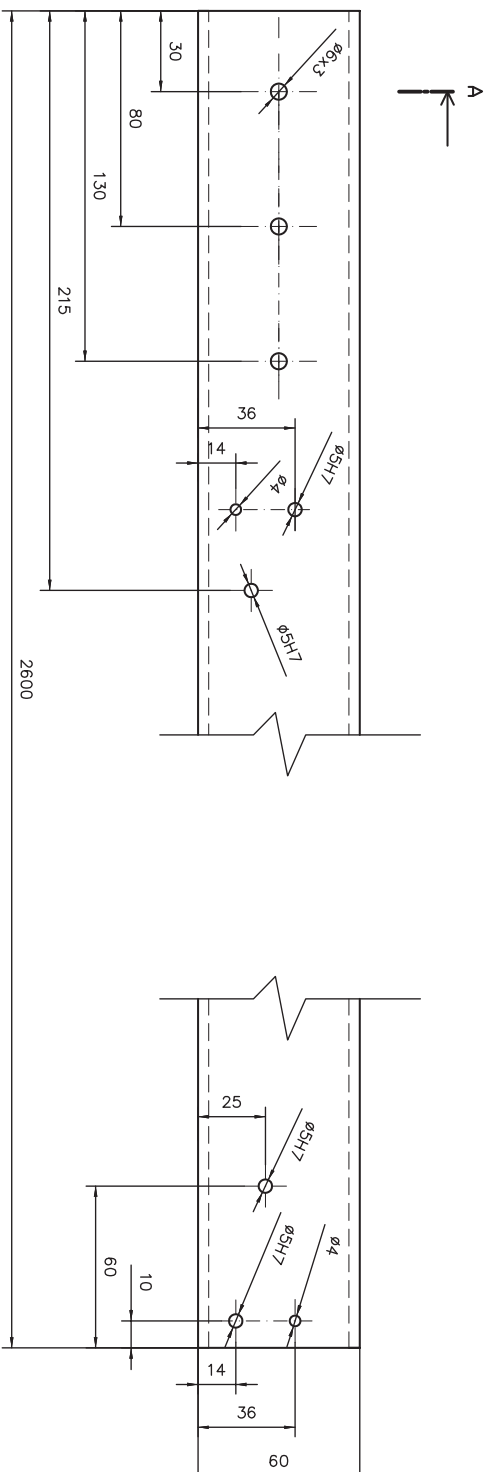


| | | | | | |
|----------------------|--------------------|-----------|----------|-------------|----------|
| INDEX | | DATUM | | HMOTNOST kg | MÉR. 1:1 |
| ZMENA | | | | | |
| ZNAMENÍ | | PODPIS | | | |
| ROZM.-POLUD. | APG PROFIL | TL | | | |
| POM. ZAR. | | | | | |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NORMREF. | | | | |
| PRÉZK. | | | | | |
| TECHNOL. | SCHVALIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | | Č.V. |
| NÁZEV | PROFIL APG DELŠÍ 1 | | | LISTŮ | LIST |

UTB Zlín

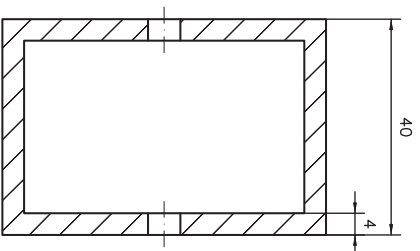


| | | | | | | |
|----------------------|------------|-----------|----------|-------------|------|------|
| INDEX | | DATUM | | HMOTNOST kg | UTB | MR |
| ZMENA | | | | | Zlín | 1:1 |
| ZNAMT. | | | | | | |
| RIZM.-POLUD. | APG PROFIL | | | | | |
| POM. ZAR. | | | | | | |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NORMREF. | | | | | |
| PRÉZK. | | | | | | |
| TECHNOL. | SCHVALIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | | | |
| NÁZEV | | | | | | |
| PROFIL APG KRATŠÍ 2 | | | | Lištu | | Lišt |



A
←

A-A
(1:1)



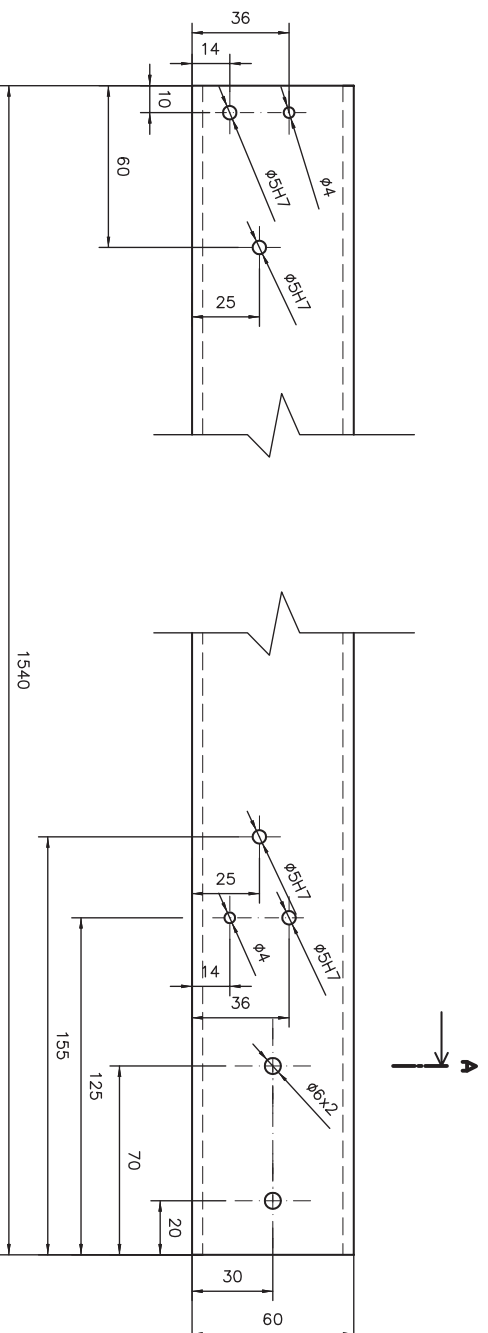
VŠECHNY OSTRE HRANY SRAŽENY 0,5x45°

| | | | | | |
|------------------------|----------------|-----------|----------|-------------|--------------|
| INDEX | ZMENA | DATUM | PODPIS | HMOTNOST kg | MER |
| ZNAMT. AL EN 6060 | | | | | 1:2 |
| RIZM.-POL.DT. TR 60X40 | | | | | |
| POM. ZAR. | | | | | |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NORMREF. | | | ČSN | TRČ |
| | | | | POZN | C. KUSOVNEKU |
| TECHNOL. | SCHVALIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | Č.V. | |
| NAZEV | DELŠÍ PROFIL 1 | | | | Lišt |

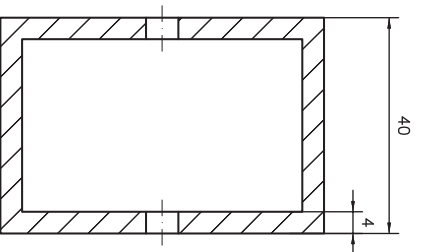
UTB Zlín

Lištů

Lišt

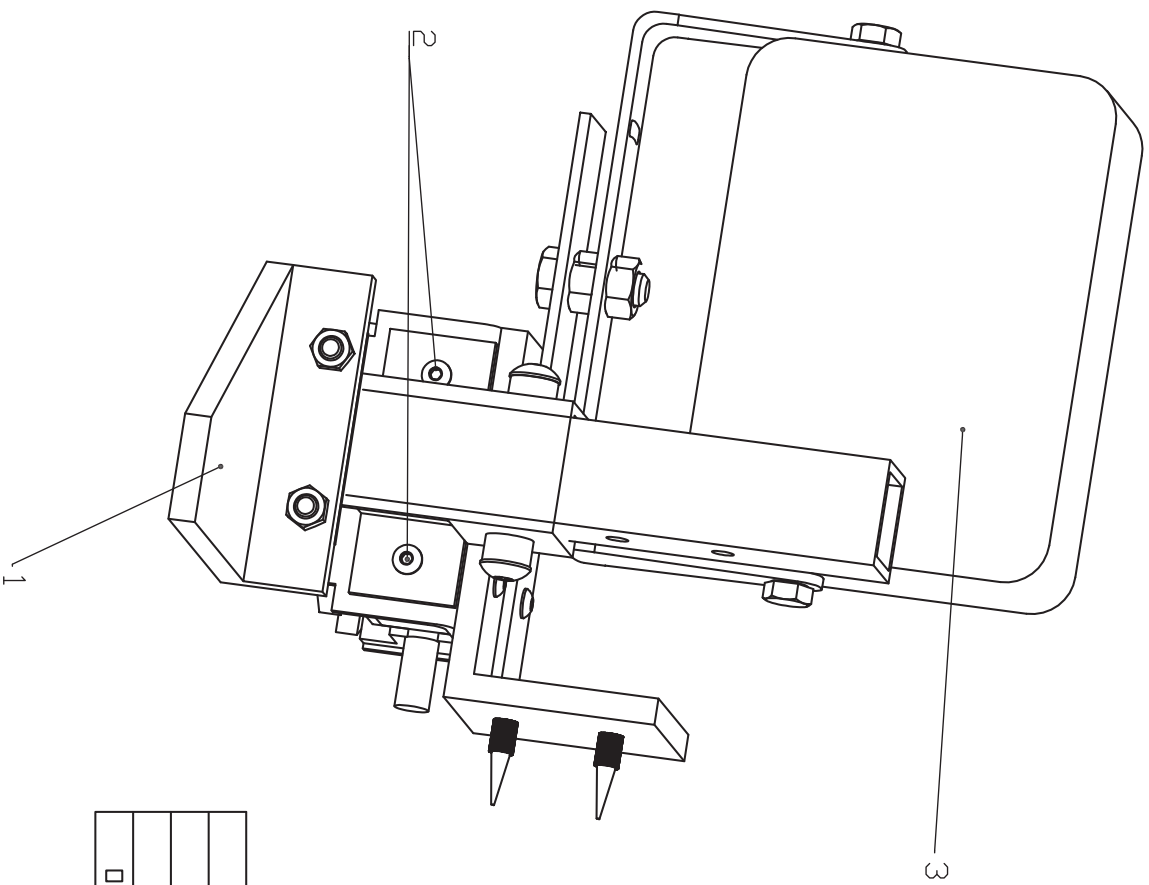


A-A
(1:1)



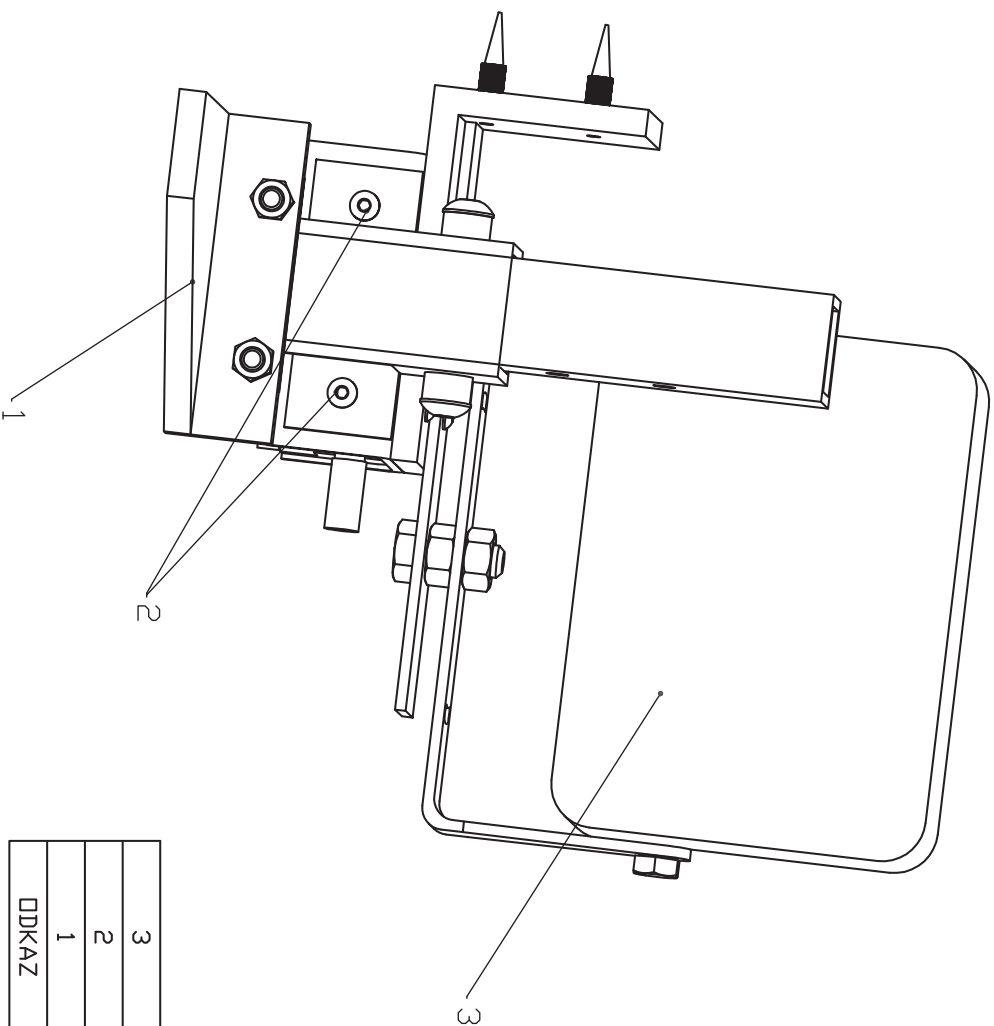
| | | | | | |
|--------------------------|-----------|-----------|--------|-------------|--------------|
| INDEX | ZMENA | DATUM | PODPIS | HMOTNOST kg | MÉR |
| ZNAMENÍ AL EN 6060 | | | | | 1:2 |
| ROZM.-POLODI. TR 60x40x4 | | | | | |
| POM. ZAR. | NORMREF. | | | ČSN | TRČ |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | | | | POZN. | C. KUSOVNEKU |
| PRÉZK. | SCHYVALIL | 27.4.2015 | | STARŠ. V. | Č.V. |
| TECHNOL. | | | | | |
| NÁZEV | | | | | |
| KRATŠÍ PROFIL 2 | | | | LISTU | LIST |

UTB Zlín



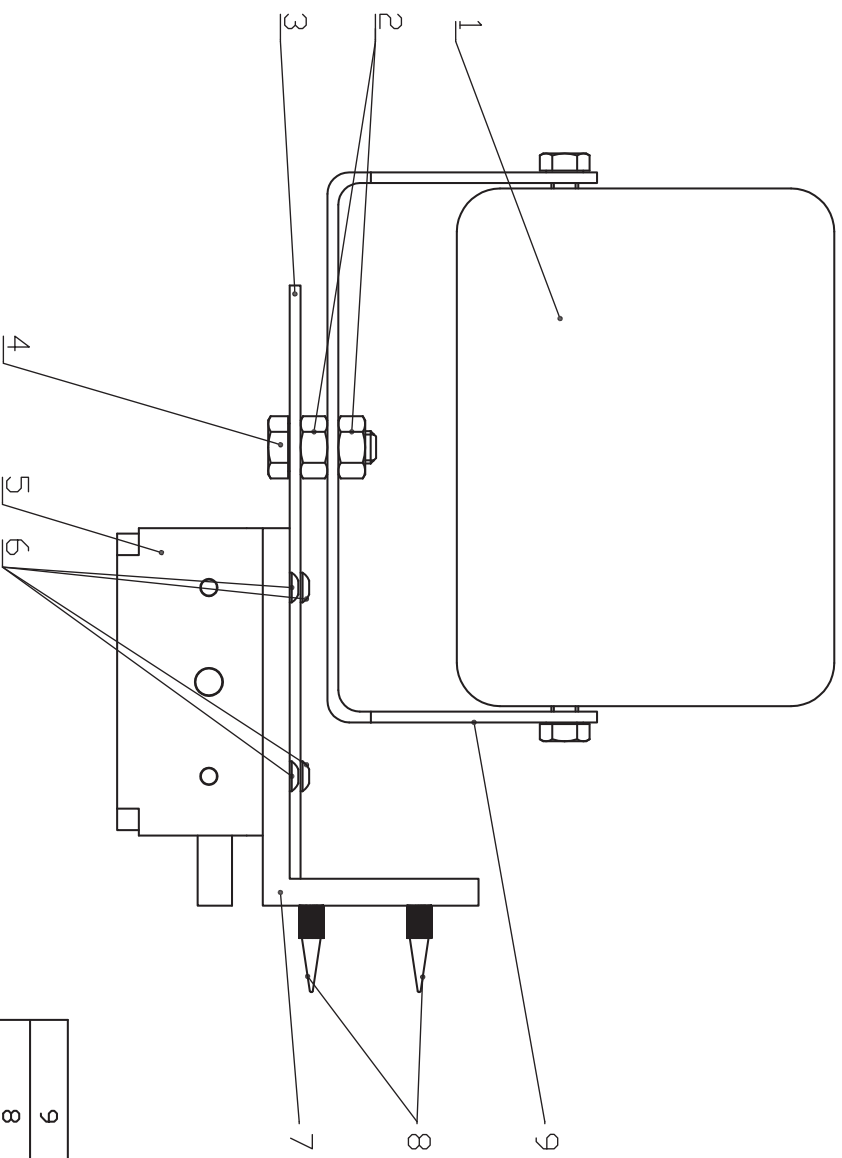
| | | |
|-------|--------------------------|----------|
| 3 | NOSNÁ KONSTRUKCE 1 | 1 |
| 2 | ŠROUB DIN 7380 M3x10 | 2 |
| 1 | MĚŘÍČÍ DOTEK 1 - SESTAVA | 1 |
| DDKAZ | VÝKRES/ARTIKL | MNOŽSTVÍ |

| | | | | | |
|-----------|--------------------------|-----------|-------------|----------|--------------|
| INDEX | ZMĚNA | DATUM | PODPIS | UTB | Zlím |
| ZNAMĚNÍ | ROZM.-POL. DÍL. | T. D. | JMOTNOST kg | MĚŘ | |
| POM. ZAR. | VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NORMAREF. | POZN. | TRČ | C. KUSOVNEKU |
| PRÉZK. | TECHNOL. | SCHVALIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | Č.V. |
| NÁZEV | MĚŘÍČÍ DOTEK 1 - SESTAVA | | | | Lištů |
| | | | | | Lišt |



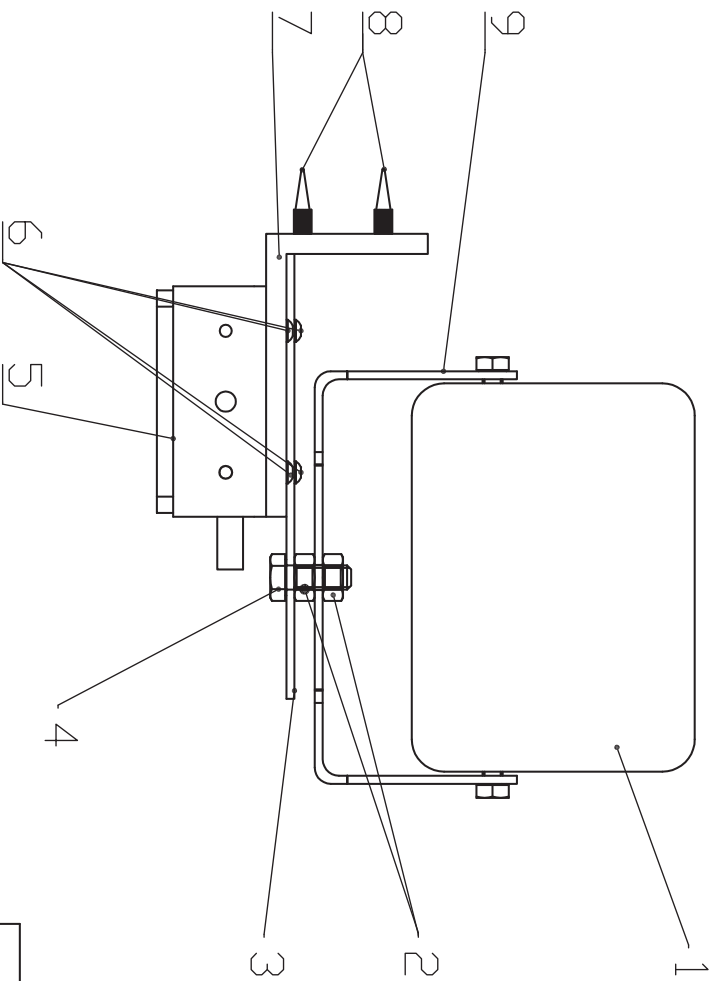
| | | |
|-------|--------------------------|----------|
| 3 | NOSNÁ KONSTRUKCE 2 | 1 |
| 2 | ŠROUB DIN 7380 M3x10 | 2 |
| 1 | MĚŘÍČÍ DOTEK 2 - SESTAVA | 1 |
| ODKAZ | VÝKRES/NORMA | MNOŽSTVÍ |

| | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------------|-----------|-----------|--------|------|-------------|-------|--------------|
| INDEX | | DATUM | | PODPIS | | HMOTNOST kg | UTB | Zlím |
| ZMĚNA | | | | | | | | |
| ZNAMĚNÍ | | | | | | | | |
| ROZM.-POL. LIT. | | | | | | | | |
| POM. ZAR. | | | | | | | | |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NORM. REF. | | | | | | ČSN | TRČ |
| PŘEZK. | | | | | | | POZN. | C. KUSOVNĚKU |
| TECHNOL. | SGHYVALIL | 27.4.2015 | STARŠ. V. | Č.V. | | | | |
| NÁZEV | MĚŘÍČÍ DOTEK 2 - SESTAVA | | | Lištu | Lišt | | | |



| | | |
|-------|--------------------------------|----------|
| 9 | NOSNÝ PROFIL INDIKACE BC-02 | 1 |
| 8 | DOTEK SOMET 852.436 | 2 |
| 7 | NOSNÝ PROFIL DOTEKU - INDIKACE | 1 |
| 6 | ŠROUB DIN 7380 M3x10 | 4 |
| 5 | KRYT VEDENÉHO SNÍMAČE + SNÍMAČ | 1 |
| 4 | ŠROUB DIN 933 M6x16 A2 | 1 |
| 3 | DISTANČNÍ PROFIL | 1 |
| 2 | MATICE DIN 934 M6 A2 | 2 |
| 1 | DIGITÁLNÍ INDIKACE BC-02 | 1 |
| DDKAZ | VÝKRES/NORMA/ARTIKL | MNOŽSTVÍ |

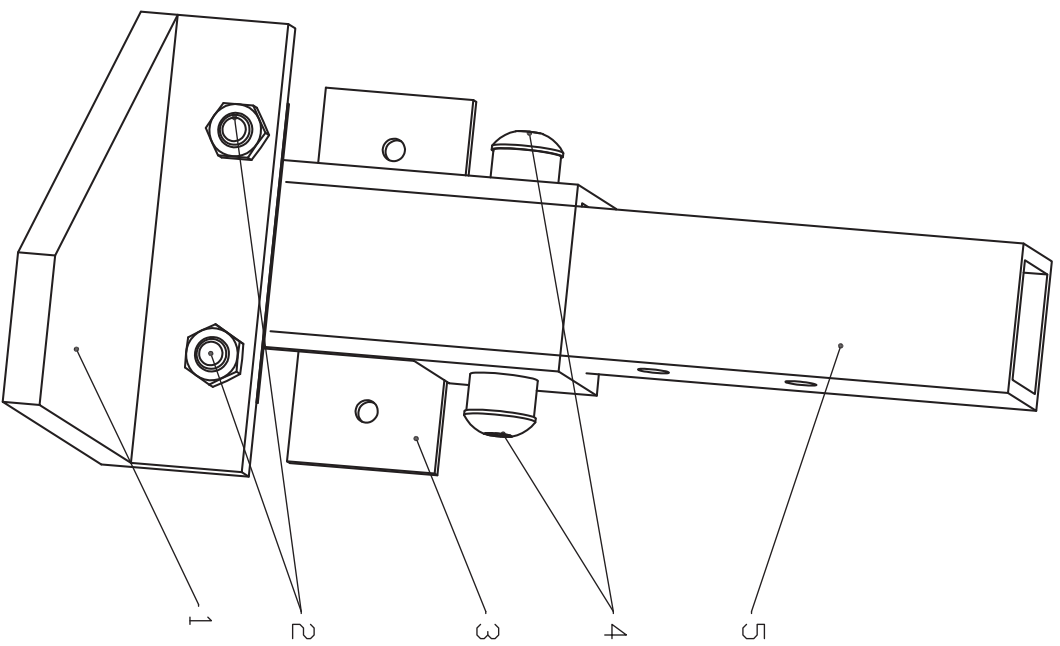
| | | | | | | | | | |
|----------------------|--|-----------|-----------|--------|--|-------------|-------|--------------|------|
| INDEX | | DATUM | | PODPIS | | HMOTNOST kg | | MĚR | |
| ZMENA | | | | | | UTB | Zlím | | |
| ZNAMĚNÍ | | | | | | | | | |
| ROZM.-POL. UDT. | | | | | | | | | |
| POM. ZAR. | | | | | | | | | |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | | NORMAREF. | | | | ČSN | | TRČ | |
| PRÉŽK. | | | | | | POZN. | | C. KUSOVNEKU | |
| TECHNOL. | | SCHVALIL | 27.4.2015 | | | STARŠ. V. | | Č.V. | |
| NAZEV | | | | | | | | | |
| NOSNÁ KONSTRUKCE 1 | | | | | | | Listů | | List |



| | | |
|-------|--------------------------------|----------|
| 9 | NOSNÝ PROFIL INDIKACE BC-02 | 1 |
| 8 | DOTEK SOMET 852.436 | 2 |
| 7 | NOSNÝ PROFIL DOTEKU - INDIKACE | 1 |
| 6 | ŠROUB DIN 7380 M3x10 | 4 |
| 5 | KRYT VEDENÉHO SNÍMAČE + SNÍMAČ | 1 |
| 4 | ŠROUB DIN 933 M6x16 A2 | 1 |
| 3 | DISTANČNÍ PROFIL | 1 |
| 2 | MATICE DIN 934 M6 A2 | 2 |
| 1 | DIGITÁLNÍ INDIKACE BC-02 | 1 |
| DDKAZ | VÝKRES/NORMA/ARTIKL | MNOŽSTVÍ |

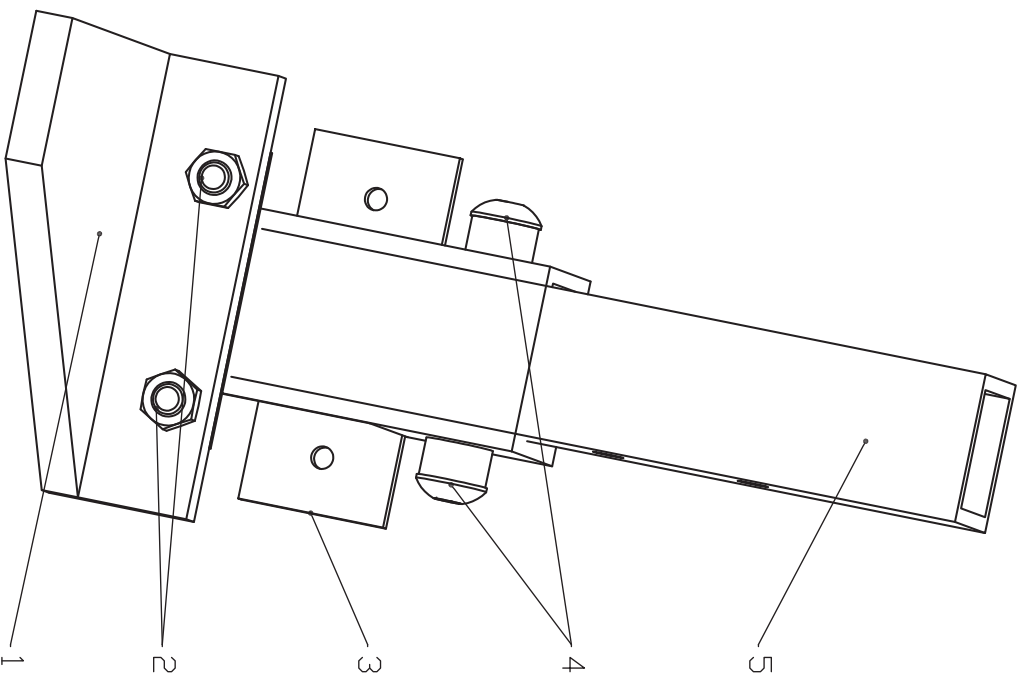
| | | | | | | | |
|----------------------|-----------|-----------|--|--------|--|-------------|--------------|
| INDEX | | DATUM | | PODPIS | | HMOTNOST kg | MĚR |
| ZMĚNA | | | | | | | |
| ZNAMĚNÍ | | | | | | | |
| ROZM.-POL.ÚT. | | | | | | | |
| POM. ZAR. | | | | | | | |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NORMAREF. | | | | | ČSN | TRČ |
| PRÉŽK. | | | | | | POZN. | C. KUSOVNEKU |
| TECHNOL. | SCHVAL. | 27.4.2015 | | | | STARÝ V. | Č.V. |
| NÁZEV | | | | | | | |

UTB Zlín



| | | |
|--------------|--|----------|
| 5 | NOSNÝ PROFIL POSUVNÉHO DOTEKU | 1 |
| 4 | ŠROUB DIN 7380 M5x12 A2 | 2 |
| 3 | POSUVNÁ OBUJKA DOTEKU - SESTAVA | 1 |
| 2 | ŠROUB DIN 7380 M4x14 A2 + MATICE DIN 934 M4 A2 | 2 |
| 1 | MĚŘÍČÍ DOTEK 1 | 1 |
| ODKAZ | | MNOŽSTVÍ |
| VÝKRES/NORMA | | |

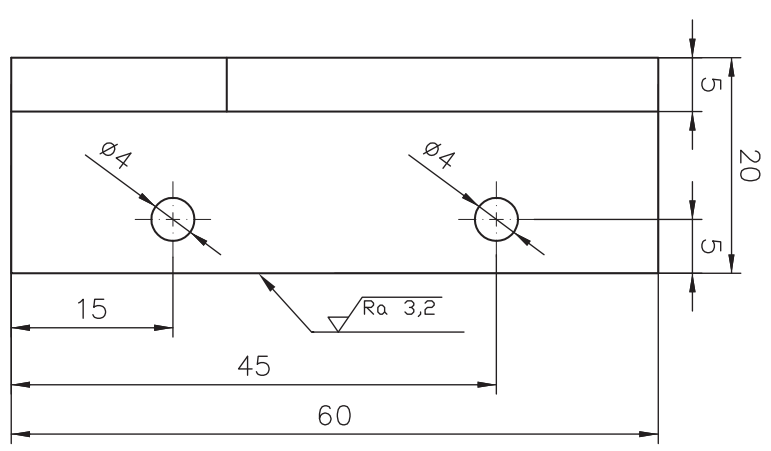
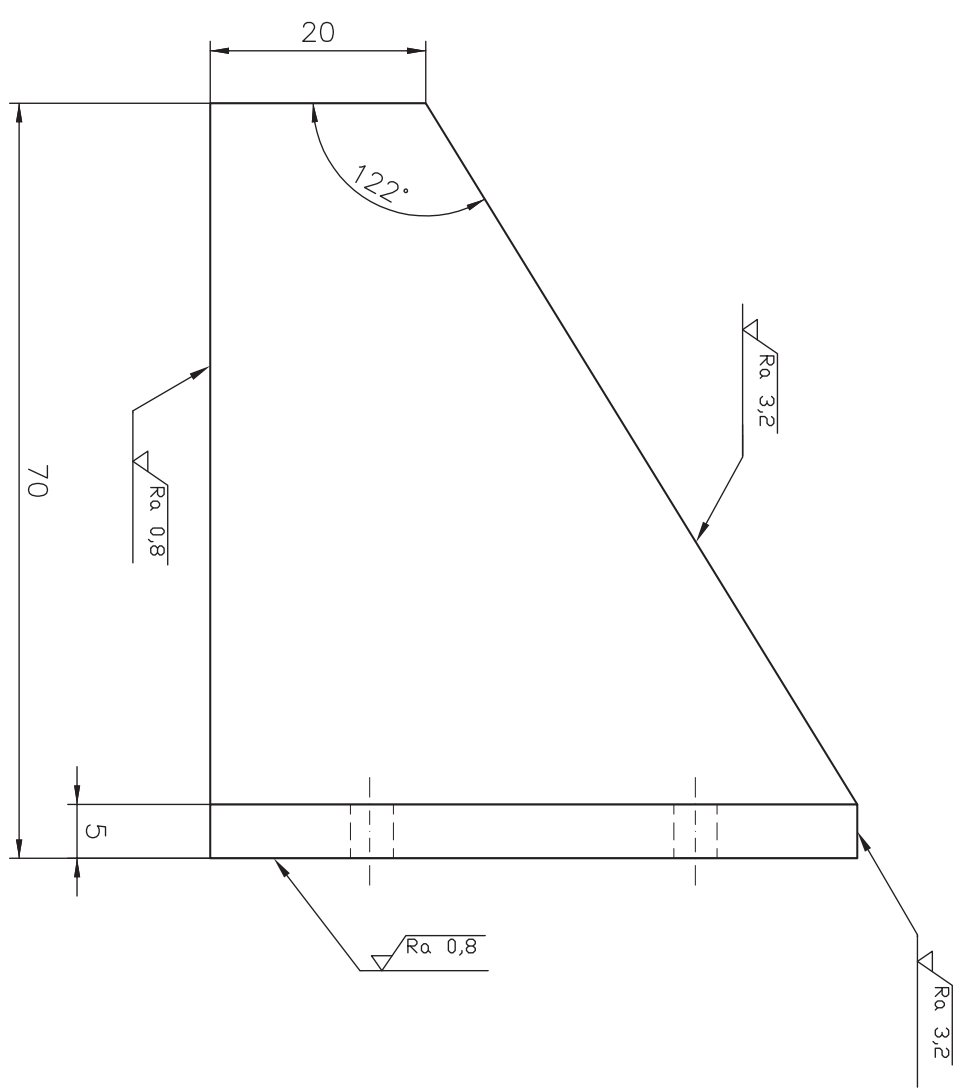
| | | | | | |
|----------------------|----------------|-----------|--------|-------------|--------------|
| INDEX | ZMĚNA | DATUM | PODPIS | UTB Zlín | |
| | | | | HMOTNOST kg | MĚR |
| ZNAMĚNÍ | | | TLO | | |
| ROZMĚROVÝ | | | | | |
| POUŽÍVÁNÍ | | | | | |
| VYPR. ZÁR. | NORMREF. | | | ČSN | TRČ |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | | | | POZN. | C. KUSOVNĚKU |
| PRŮZK. | | | | | |
| TECHNOL. | SCHEVALI | 27.4.2015 | | STARÝ V. | Č.V. |
| NÁZEV | MĚŘÍČÍ DOTEK 1 | | | LISTŮ | LIST |



| | | |
|--------------|--|----------|
| 5 | NOSNÝ PROFIL POSUVNÉHO DOTEKU | 1 |
| 4 | ŠROUB DIN 7380 M5x12 A2 | 2 |
| 3 | POSUVNÁ OBUJKA DOTEKU - SESTAVA | 1 |
| 2 | ŠROUB DIN 7380 M4x14 A2 + MATICE DIN 934 M4 A2 | 2 |
| 1 | MĚŘICÍ DOTEK 2 | 1 |
| ODKAZ | | |
| VÝKRES/NORMA | | MNOŽSTVÍ |

| | | | | | |
|----------------------|----------|-----------|--------|-------------|--------------|
| INDEX | ZMĚNA | DATUM | PODPIS | HMOTNOST kg | MĚŘ |
| | | | | UTB | Zlím |
| ZNAMĚNÍ | | | | | |
| ROZMĚROVÝ LIST | | | | | |
| POM. ZAR. | | | | | |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NORMREF. | | | ČSN | TRČ |
| PRŮZK. | | | | POZN. | C. KUSOVNĚKU |
| TECHNOL. | SCHEVALI | 27.4.2015 | | STARÝ V. | Č.V. |
| NÁZEV | | | | | |
| MĚŘICÍ DOTEK 2 | | | | | |

$\sqrt{Ra\ 3,2}$, $\sqrt{Ra\ 0,8}$

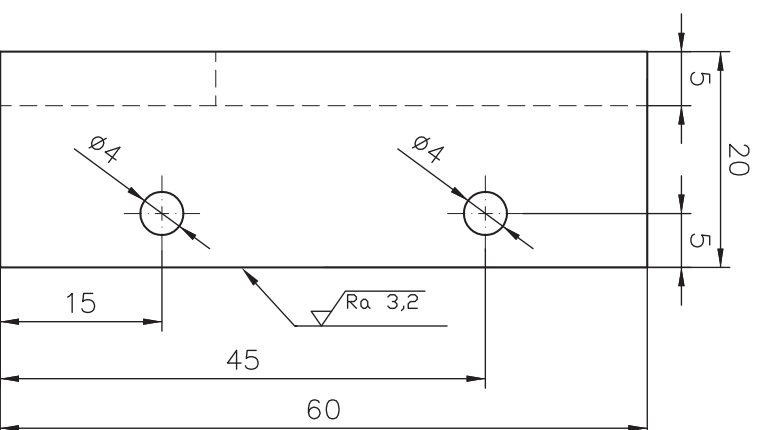
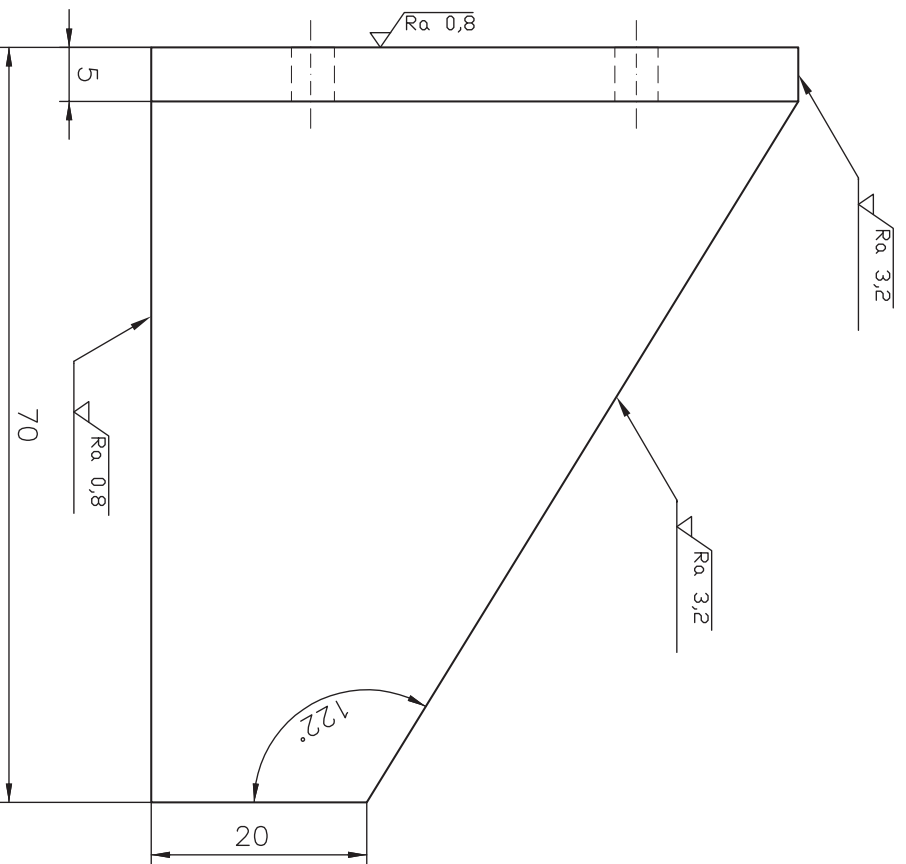


VŠECHNY DOSTRE HRANY SRAŽENY 0,5x45°

| | | | | | |
|------------------------|----------|-----------|-----------|-------------|--------------|
| INDEX | ZMENA | DATUM | PODPIS | HMOTNOST kg | MER? |
| | | | | | 21 |
| ZNAMT. ČSN EN 5083 | | | | | |
| RIZM-POL.DT. L 70x40x5 | | | | | |
| POM. ZAR. | | | | | |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NDRMREF. | | | ČSN | TRČ |
| | | | | PDZN | C. KUSOVNEKU |
| TECHNOL. | SCHVALIL | 27.4.2015 | STARŠ. V. | Č.V. | |
| NÁZEV | | | | | |
| DOTEK 1 | | | | Lištu | Lišt |

UTB Zlín

$\sqrt{Ra\ 3,2}$, $\sqrt{Ra\ 0,8}$



VŠECHNY OSTRE HRANY SRAŽENY 0,5x45°

| | | | | | |
|------------------------|-----------|-----------|----------|-------|-------|
| INDEX | ZMENA | INDEX | ZMENA | INDEX | ZMENA |
| | | | | | |
| ZNAMENÍ ČSN EN 5083 | | | | | |
| RIZM-POL.DT. L 70x40x5 | | | | | |
| POM. ZAR. | | | | | |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NORM.REF. | | | | |
| PRÉŽK. | | | | | |
| TECHNOL. | SCHEVALIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | | |
| NAZEV | | | | | |

UTB Zlín

HMOTNOST kg

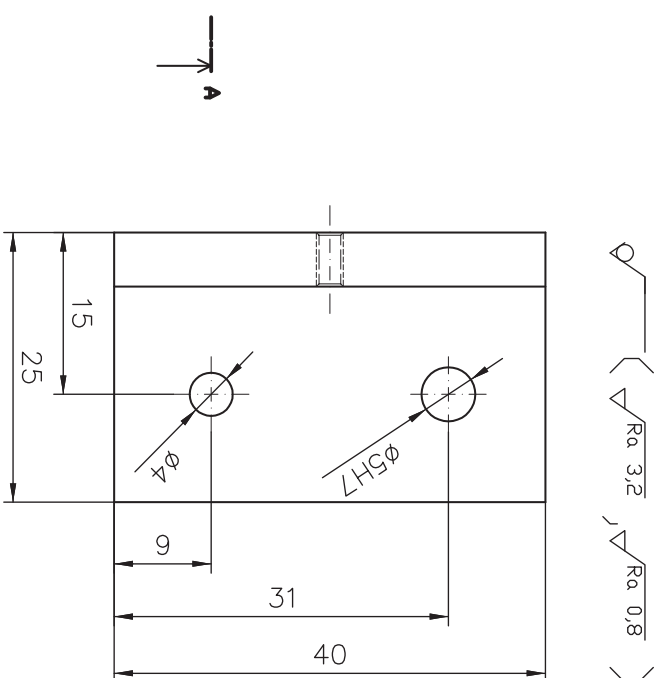
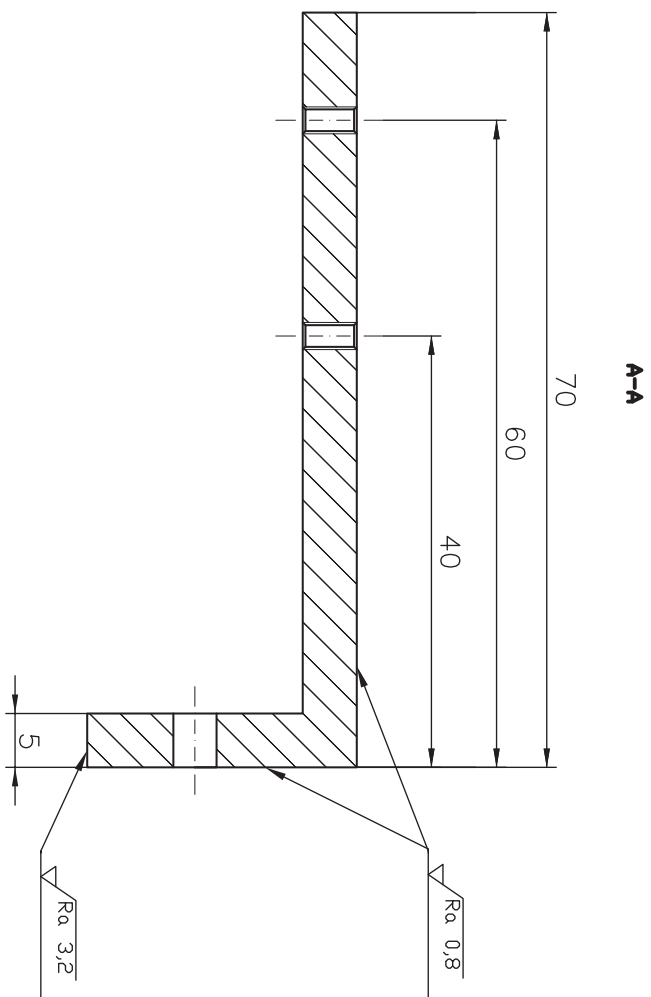
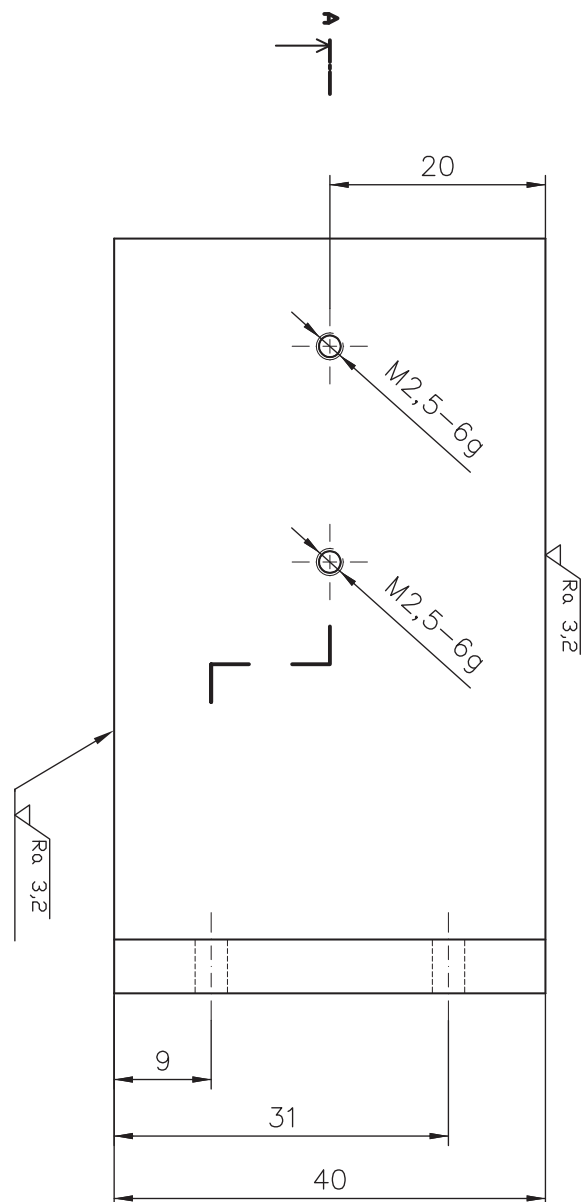
MÉR. 21

ČSN

TRČ. C. KUSOVNEKU

POZN.

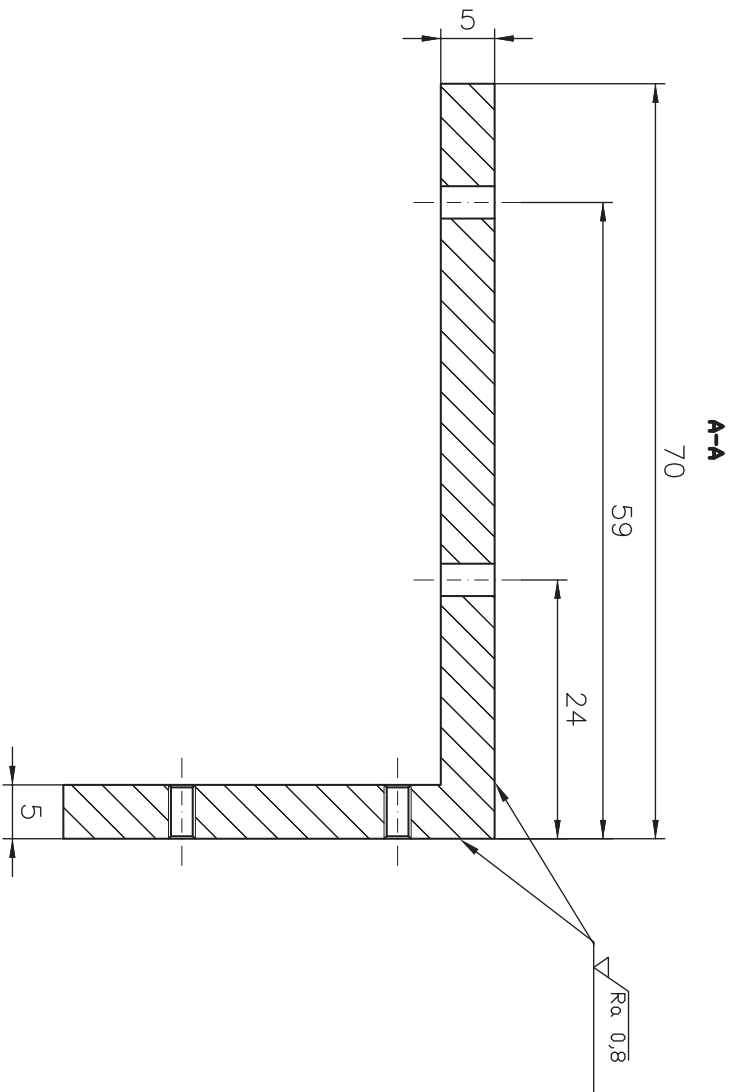
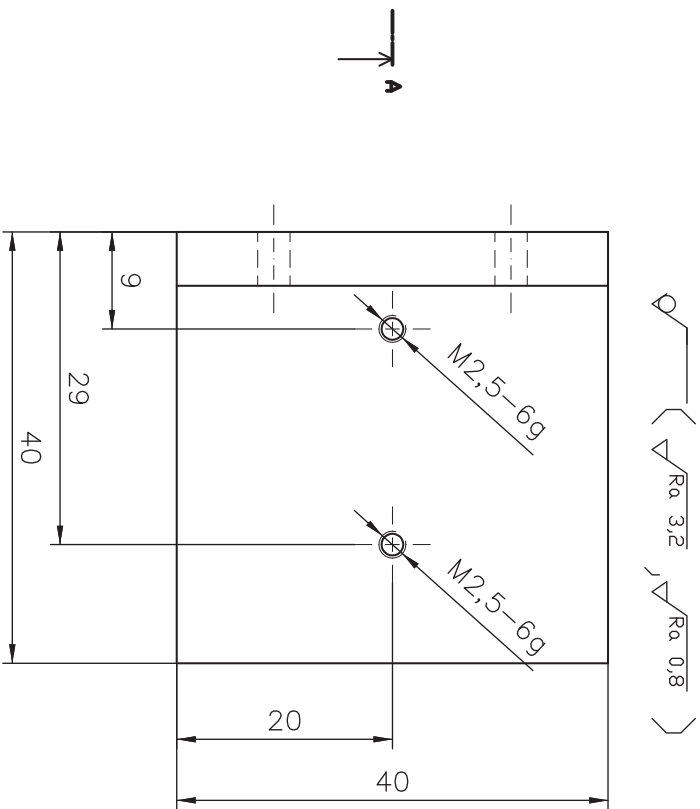
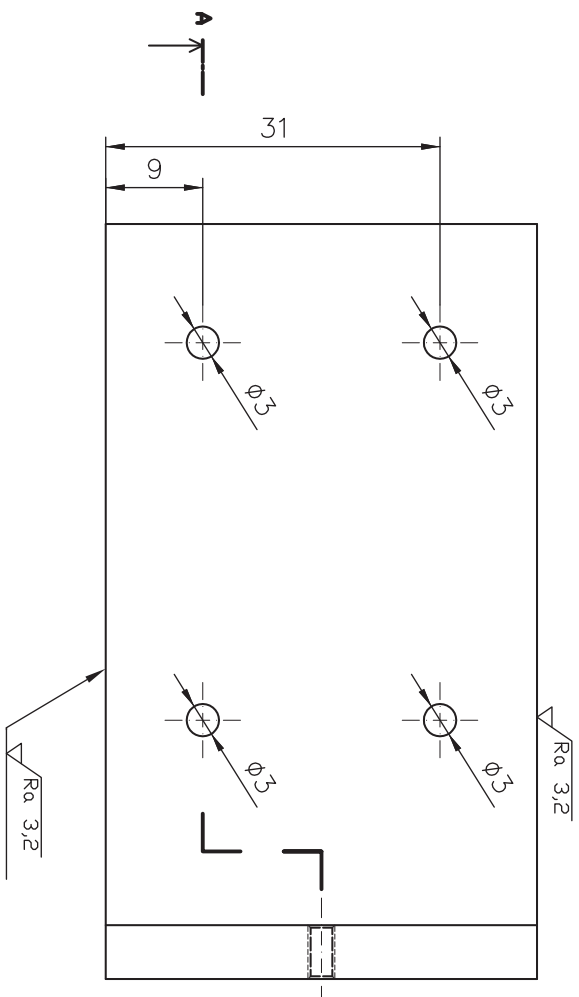
Č.V.



VŠECHNY OSTRE HRANY SRAŽENY 0,5x45°

| | | | | | |
|-----------------------|----------|-----------|----------|-------------|-----|
| INDEX | ZMENA | DATUM | PODPIS | IMOTNOST kg | MER |
| | | | | | 21 |
| ZNAMT. ČSN EN 5083 | | | | | |
| RIZM-POLIT. L 70x40x5 | | | | | |
| POM. ZAR. | | | | | |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NORMREF. | | | | |
| PŘEZK. | | | | | |
| TECHNOL. | SCHVALIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | Č.V. | |
| NÁZEV | | | | | |
| NOSNÝ PROFIL DOTEKU | | | | | |

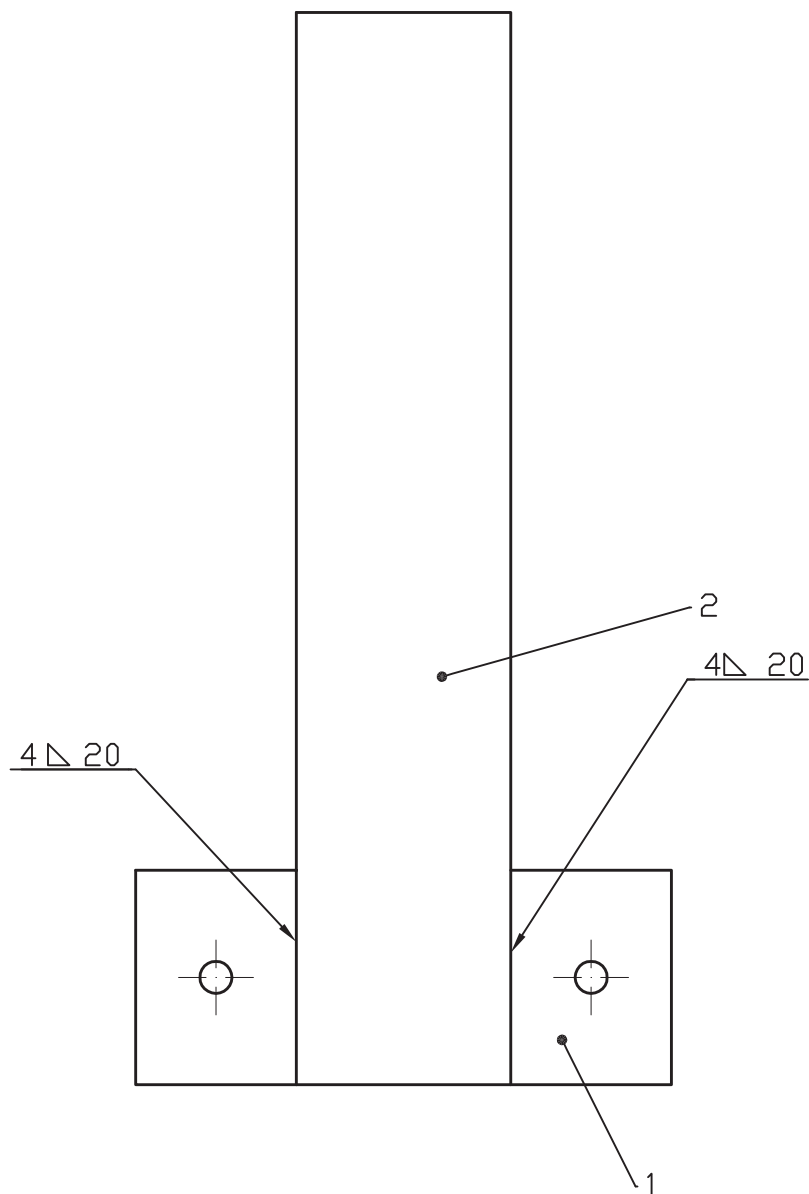
UTB Zlín



VŠECHNY OSTRE HRANY SRAŽENY 0,5x45°

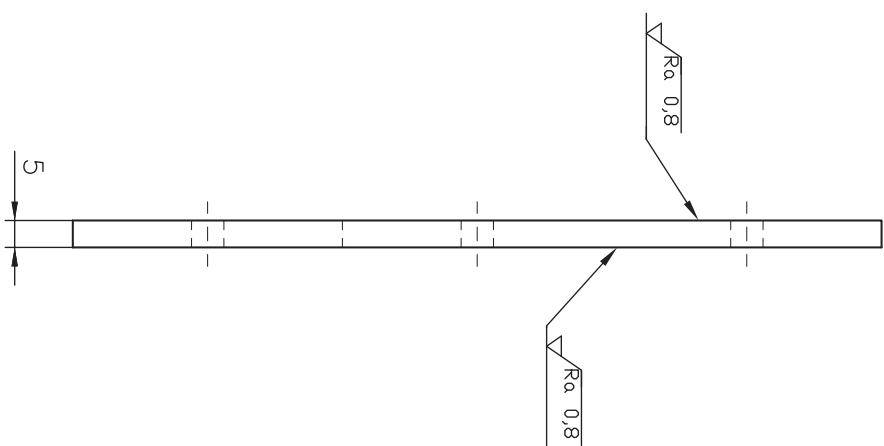
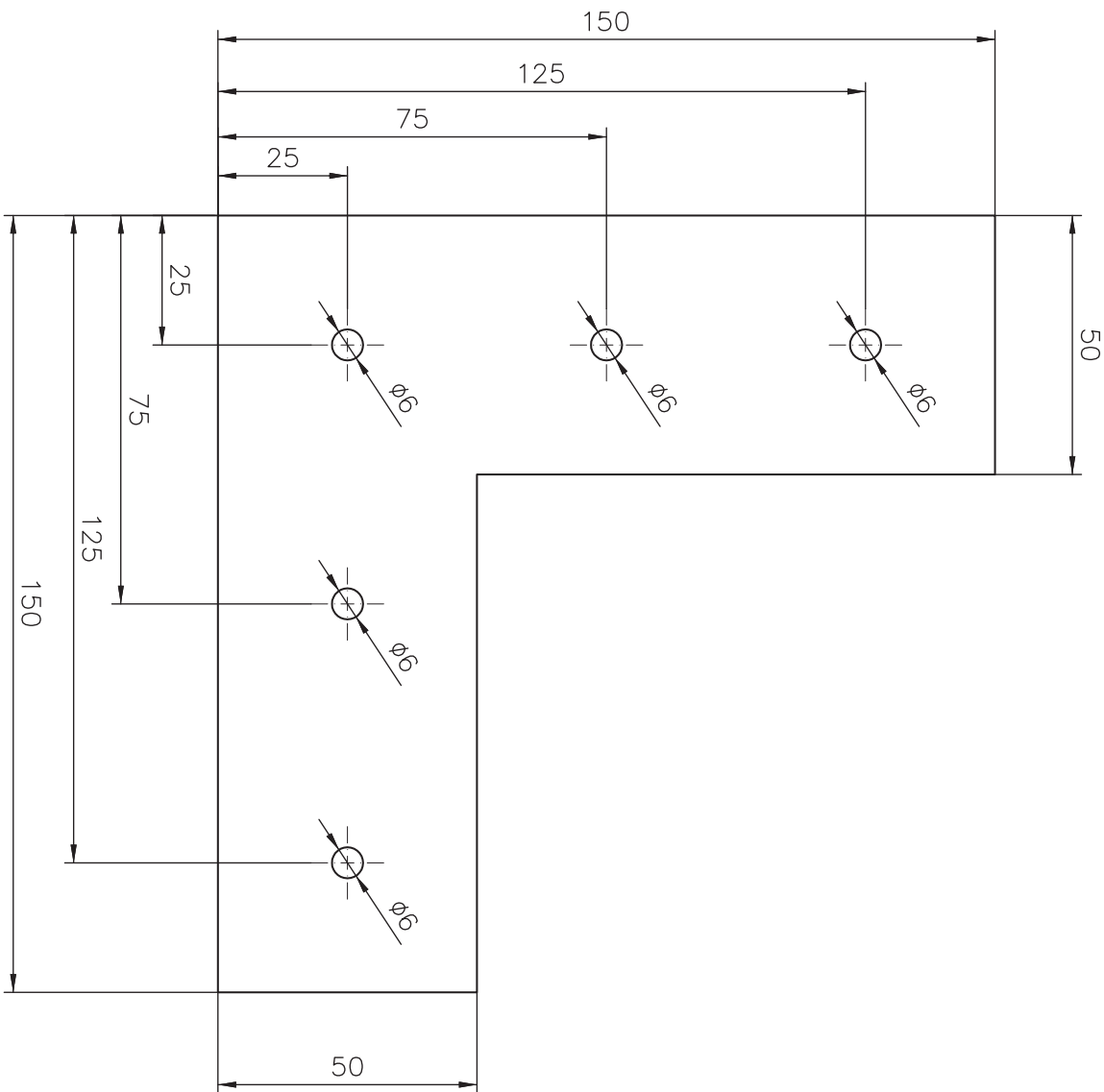
| | | | | | |
|--------------------------------|-----------|-----------|----------|-------------|--------------|
| INDEX | ZMENA | DATUM | PODPIS | HMOTNOST kg | MER? |
| | | | | | 21 |
| ZNAMENÍ ČSN EN 5083 | | | | ČSN | TRČ |
| ROZM.-POL. DT. L 70x40x5 | | | | POZN. | C. KUSOVNEKU |
| POM. ZAR. | | | | | |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NORMAREF. | | | | |
| PRÉŽK. | | | | | |
| TECHNOL. | SCHVALIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | Č.V. | |
| NAZEV | | | | | |
| NOSNÝ PROFIL DOTEKU - INDIKACE | | | | | |

UTB Zlín



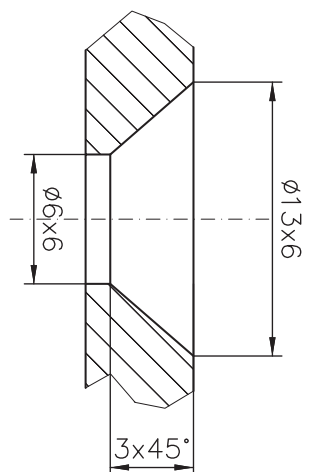
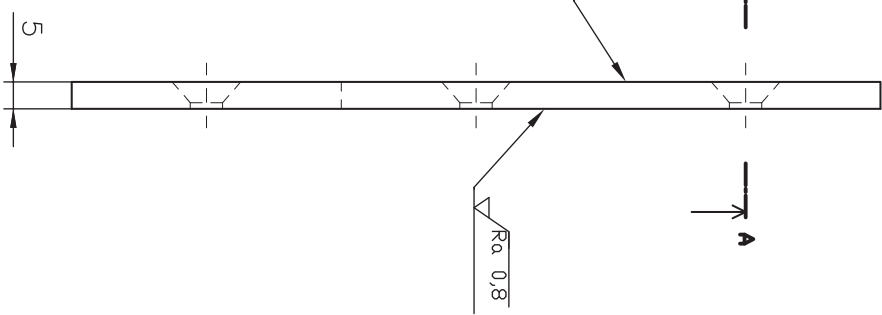
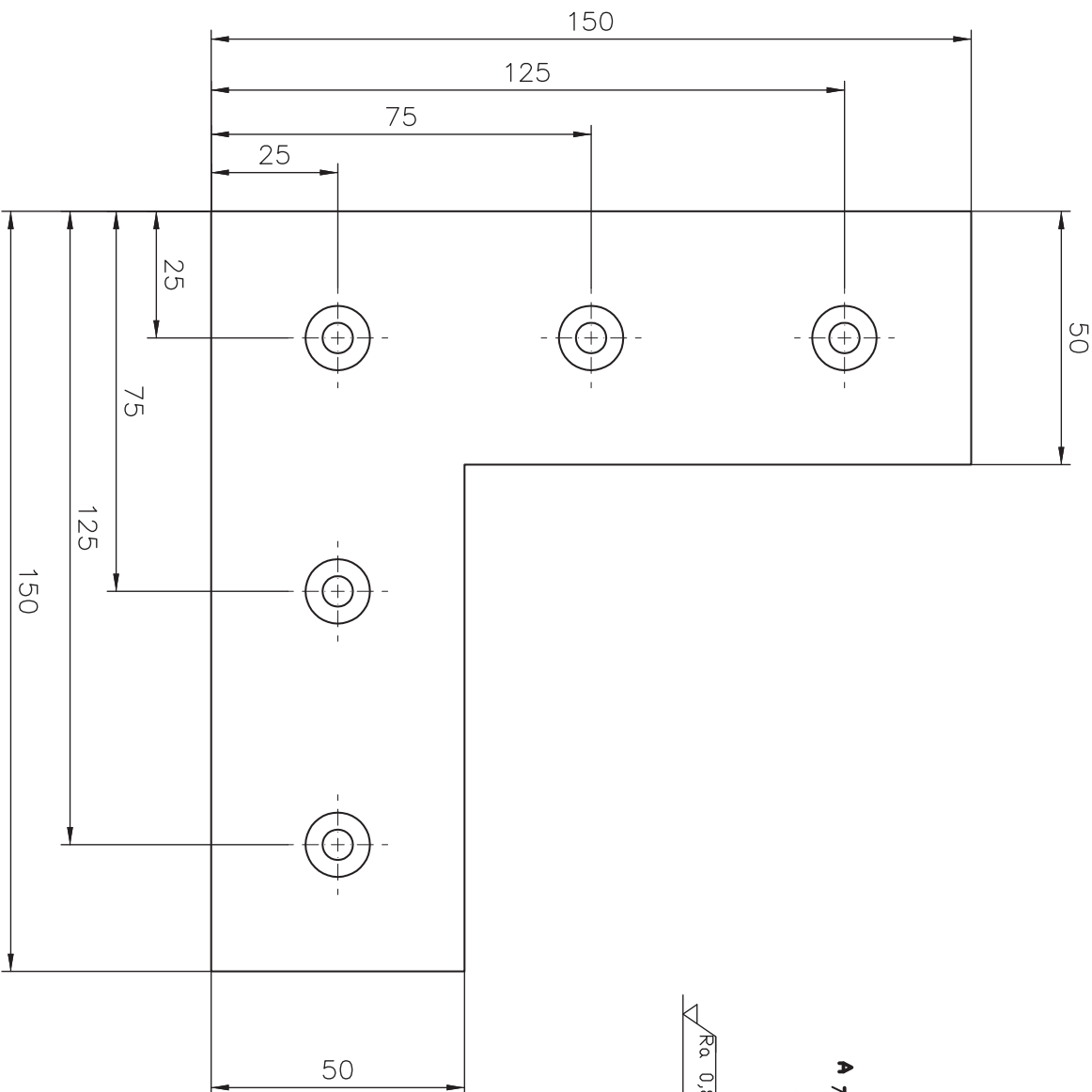
KOMAXITOVAT RAL 5004 (CHRÁNIT ZÁVIT PROTI ZANESENÍ BARVOU)

| | | | | |
|-------------------------------|-----------|-------------------------------|-------------|--------------|
| 2 | | NOSNÝ PROFIL DOTEKU - ČÁST 2. | | 1 |
| 1 | | NOSNÝ PROFIL DOTEKU - ČÁST 1. | | 1 |
| POZ. | | VÝKRES | | Ks |
| INDEX | ZMENA | DATUM | PODPIS | UTB Zlín |
| | | | | |
| ZN.MAT. AL EN 5083 | | T.O. | HMOTNOST kg | MĚŘ. |
| ROZM.-POLOT. L 70x40x5 | | | | |
| PDM. ZAŘ. | | | ČSN | TŘ.Č. |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NORM.REF. | | POZN. | Č. KUSOVNÍKU |
| PŘEZK. | | | | |
| TECHNOL. | SCHVÁLIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | Č.V. |
| NÁZEV | | | | |
| NOSNÝ PROFIL POSUVNÉHO DOTEKU | | Listů | List | |



VŠECHNY DOSTRE HRANY SRAŽENY 0,5x45°

| | | | | | |
|-----------------------------|----------|-----------|--------|-------------|--------------|
| INDEX | ZMENA | DATUM | PODPIS | HMOTNOST kg | MĚR |
| | | | | UTB | Zlím |
| ZNAMĚNÍ ČSN EN 5083 | | | | | |
| RÍZM-PLOUIT. AL. PLECH 5 mm | | | | | |
| POM. ZAR. | | | | | |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NORMREF. | | | ČSN | TRČ |
| | | | | POZN | C. KUSOVNĚKU |
| TECHNOL. | SCHVALIL | 27.4.2015 | | STARŠ. V. | Č.V. |
| NÁZEV | | | | | |
| HORNÍ RHOVNĚK | | | | | |



A-A
(1:4)

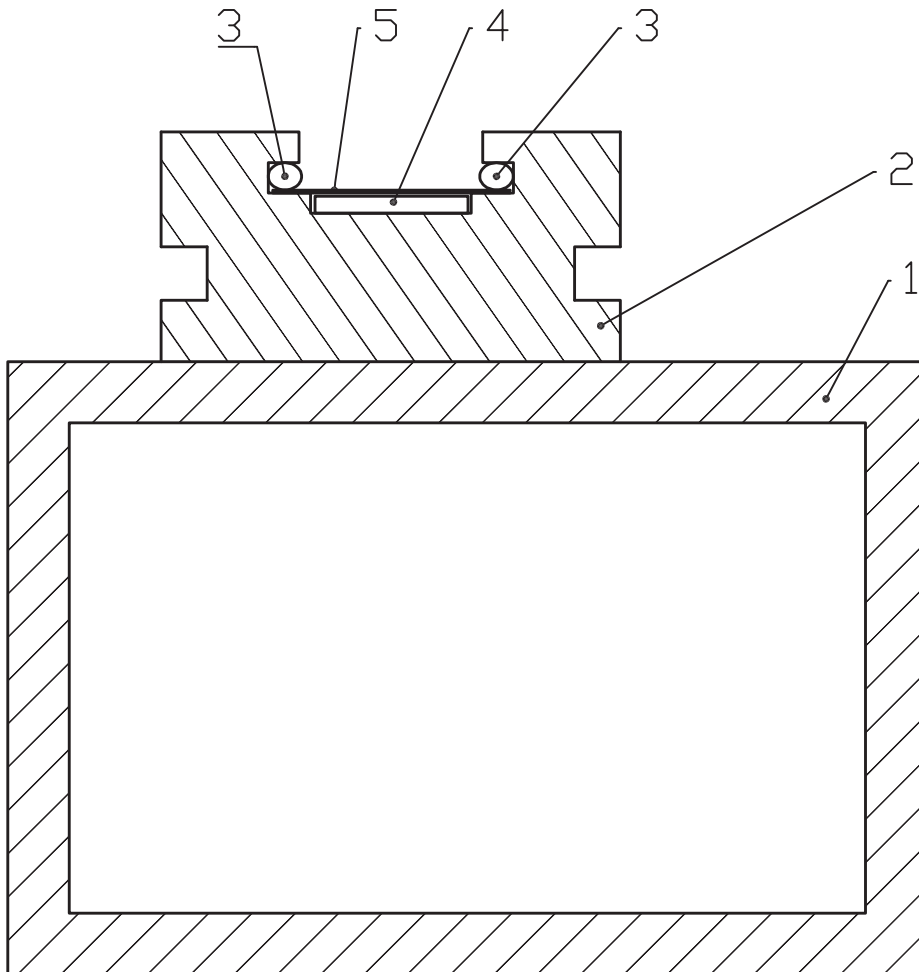
$\sqrt{Ra\ 0,8}$

VŠECHNY DOSTŘE HRANY SRAŽENY 0,5x45°

| | | | | | |
|----------------------------|----------|-----------|----------|-------------|-----|
| INDEX | ZMENA | DATUM | PODPIS | HMOTNOST kg | MĚR |
| | | | | UTB Zlín | 1:1 |
| ZNAMĚNÍ ČSN EN 5083 | | | | | |
| RÍZM-PLOŠT. AL. PLECH 5 mm | | | | | |
| POM. ZAR. | | | | | |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NDRMREF. | | | | |
| PŘEZK. | | | | | |
| TECHNOL. | SCHVALIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | | |
| NAZEV | | | | | |
| SPODNÍ ROHOVNÍK | | | | | |

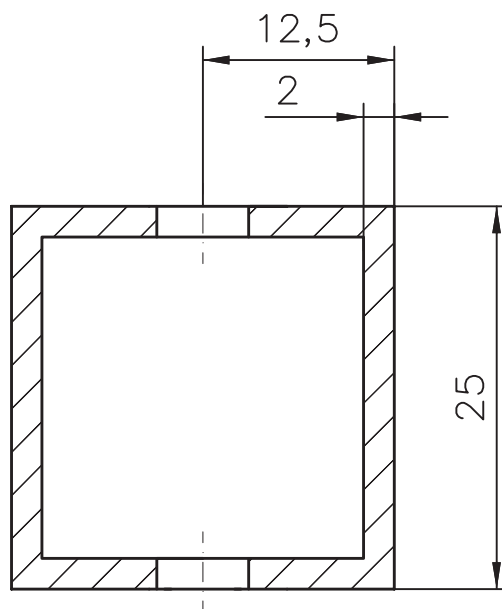
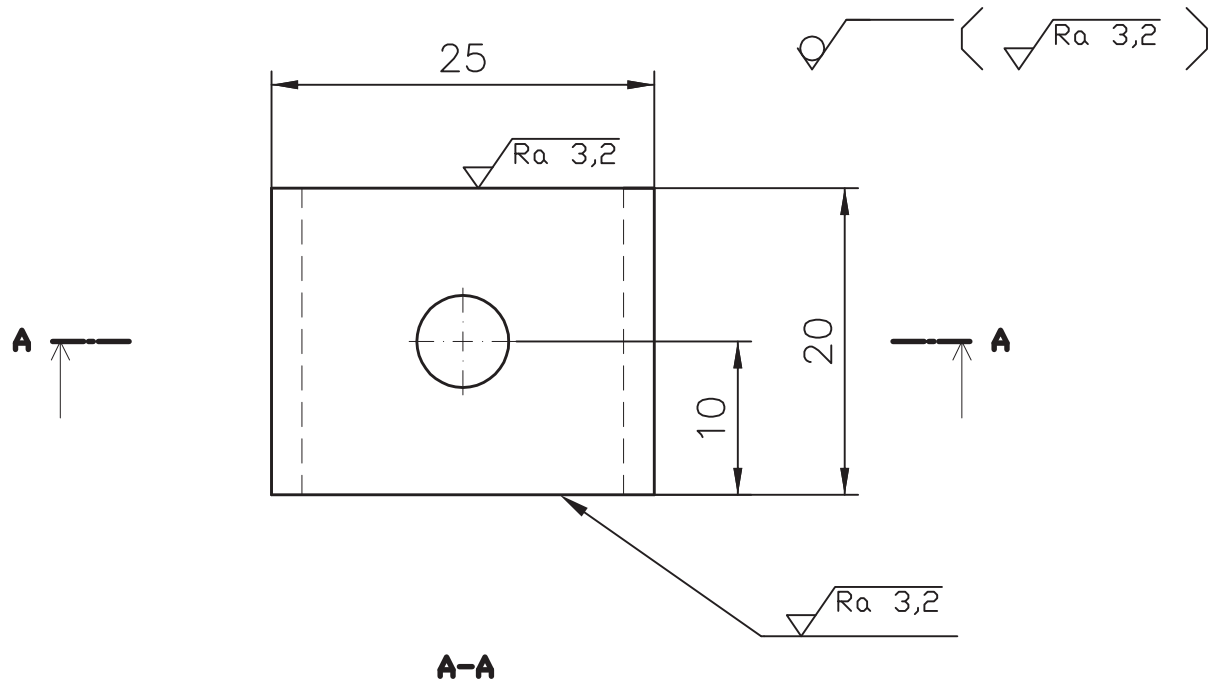
Lištu

Lišt

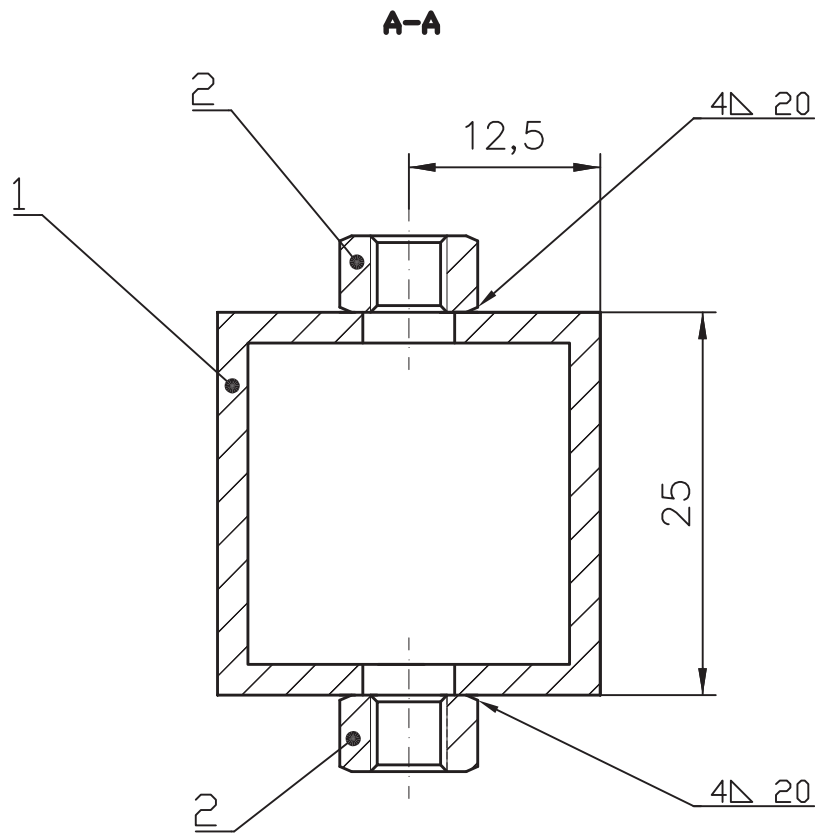
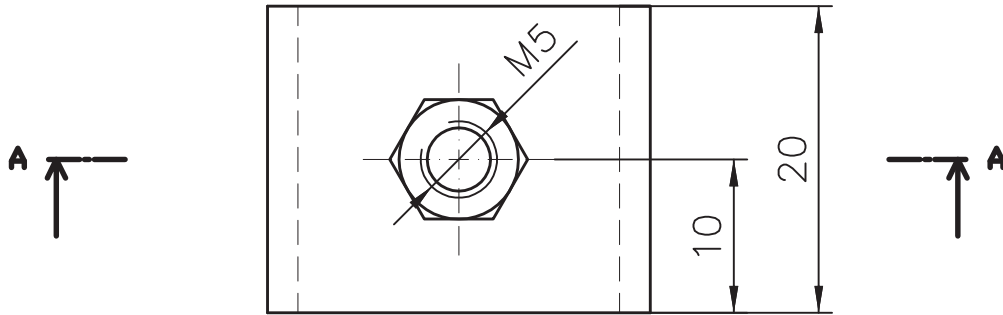


| | | |
|-------|------------------------|---------------|
| 5 | TĚSNÍČÍ GUMIČKA | 1 |
| 4 | KRYCÍ OCELOVÁ PÁSKA | 1 |
| 3 | MAGNETICKÁ PÁSKA MT-25 | 1 |
| 2 | APG PROFILE | 1 |
| 1 | AL TR 60x40 | 1 |
| ODKAZ | VÝKRES | MNOŽSTVÍ (KS) |

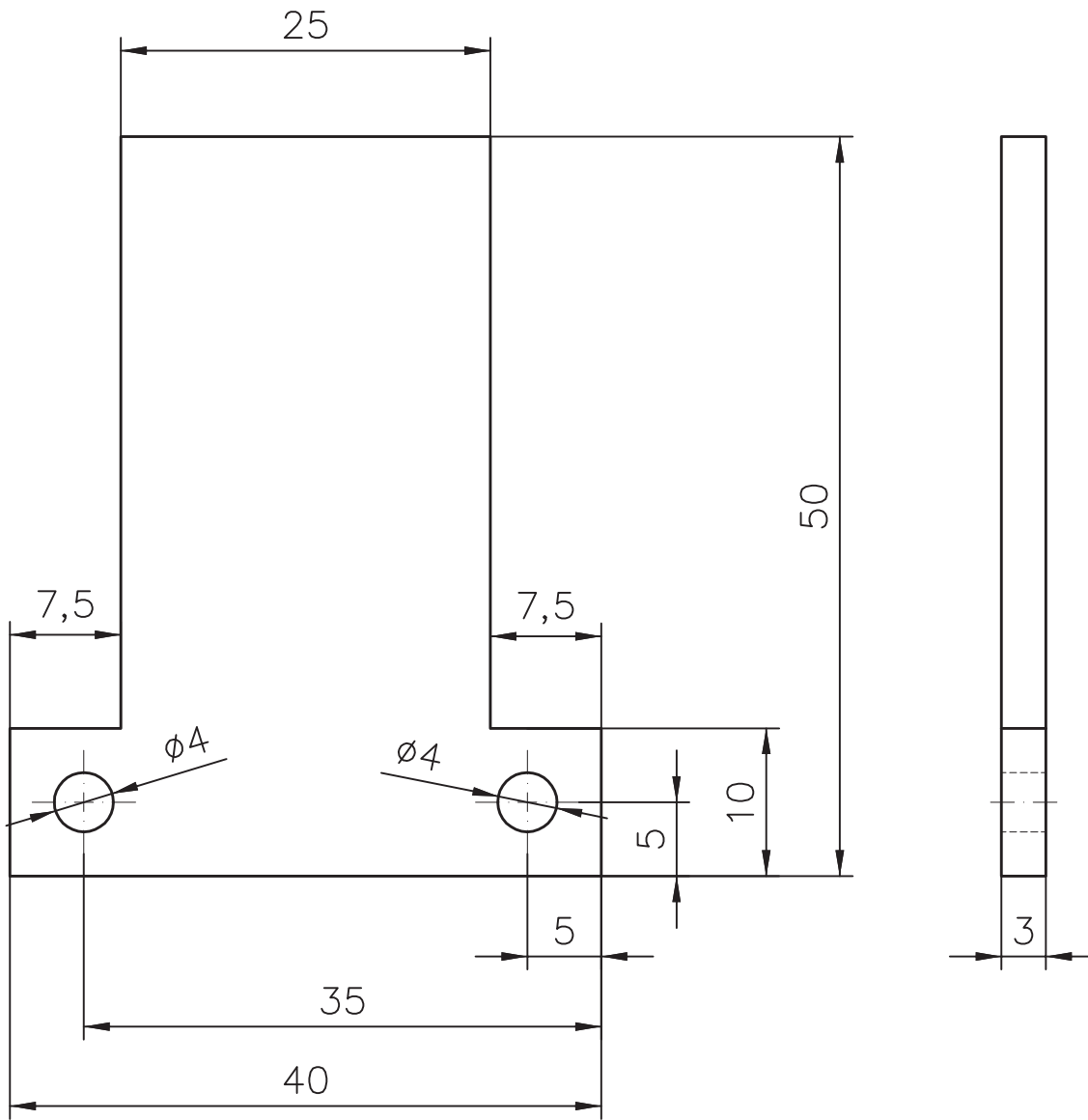
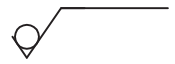
| | | | | | |
|---------------------------|-------|-----------|-----------|-------------|--------------|
| INDEX | ZMĚNA | DATUM | PODPIS | UTB Zlín | |
| | | | | | |
| ZN.MAT. AL EN 5083 | | | T.O. | HMOTNOST kg | MĚŘ. 2:1 |
| ROZM.-POLOT. AL PLECH 5mm | | | | | |
| PDM. ZAŘ. | | | | ČSN | TŘ.Č. |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | | NORM.REF. | | POZN. | Č. KUSOVNÍKU |
| PŘEZK. | | | | | |
| TECHNOL. | | SCHVÁLIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | Č.V. |
| NÁZEV | | | | | |
| ŘEZ VEDENÍM | | | | Listů | List |



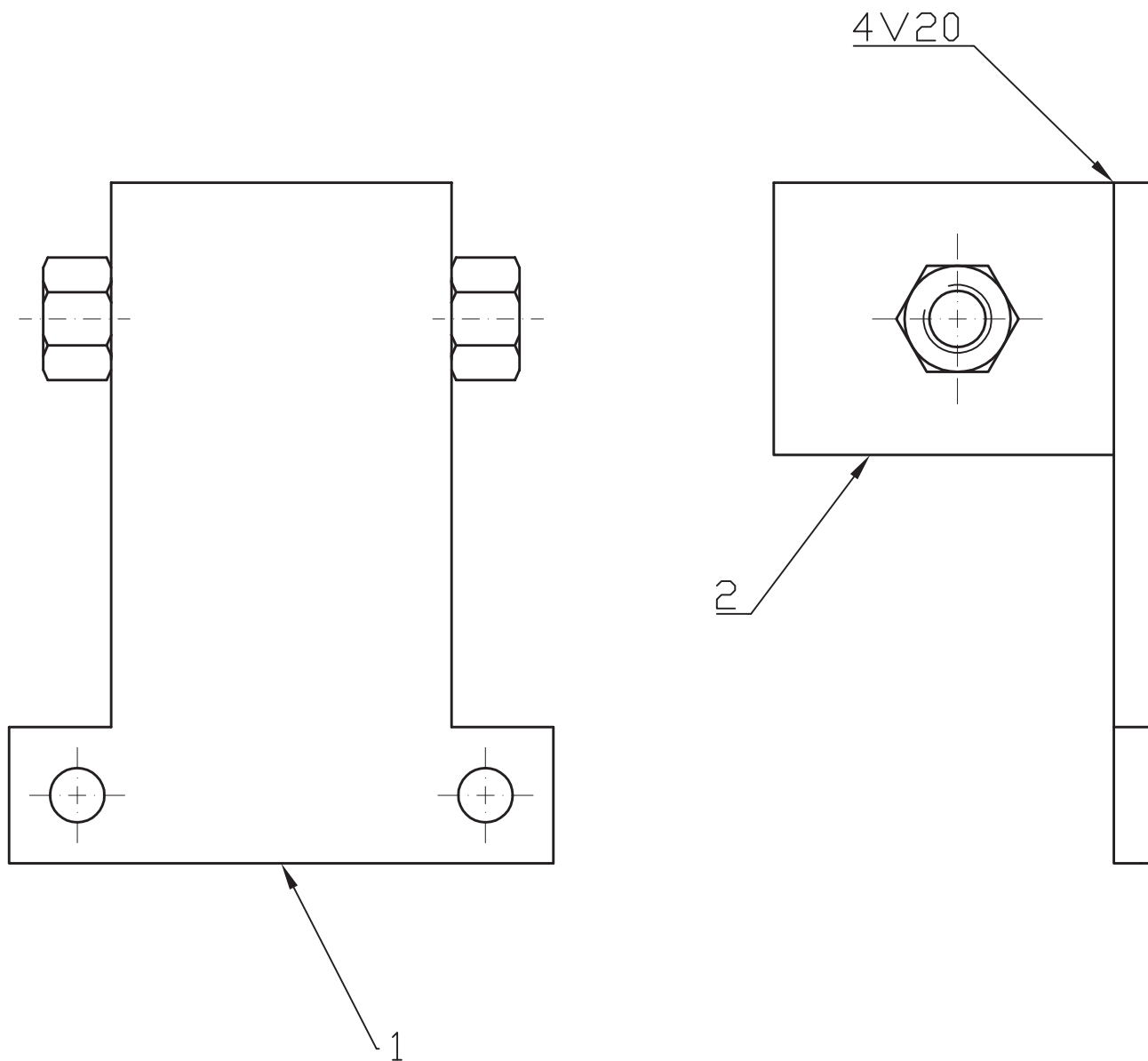
| | | | | | |
|----------------------|-------------------|-----------|-------------|--------------|------|
| INDEX | ZMENA | DATUM | PODPIS | UTB Zlín | |
| ZN.MAT. | ČSN EN 11 375 | T.O. | HMOTNOST kg | MĚŘ. | 2:1 |
| ROZM.-POLOT. | TR 25x25x2 | | ČSN | TŘ.Č. | |
| POM. ZAŘ. | | | POZN. | Č. KUSOVNÍKU | |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NORM.REF. | | | Č.V. | |
| PŘEZK. | | | | | |
| TECHNOL. | SCHVÁLIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | | |
| NÁZEV | POLOTOVAR OBJÍMKY | | | Listů | List |



| | | | | | |
|----------------------|----------------------|---------------|----------|-------------|--------------|
| 2 | MATICE DIN 934 M5 A2 | 2 | | | |
| 1 | POLOTOVAR OBJÍMKY | 1 | | | |
| ODKAZ | VÝKRES | MNOŽSTVÍ (KS) | | | |
| INDEX | ZMĚNA | DATUM | PODPIS | UTB Zlín | |
| ZN.MAT. | | T.O. | | HMOTNOST kg | MĚŘ. 2:1 |
| ROZM.-POLOT. | | | | ČSN | TŘ.Č. |
| POM. ZAŘ. | | | | POZN. | Č. KUSOVNÍKU |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | NORM.REF. | | | | Č.V. |
| PŘEZK. | | | | | |
| TECHNOL. | SCHVÁLIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | | |
| NÁZEV | OBJÍMKA INDIKACE | | | Listů | List |

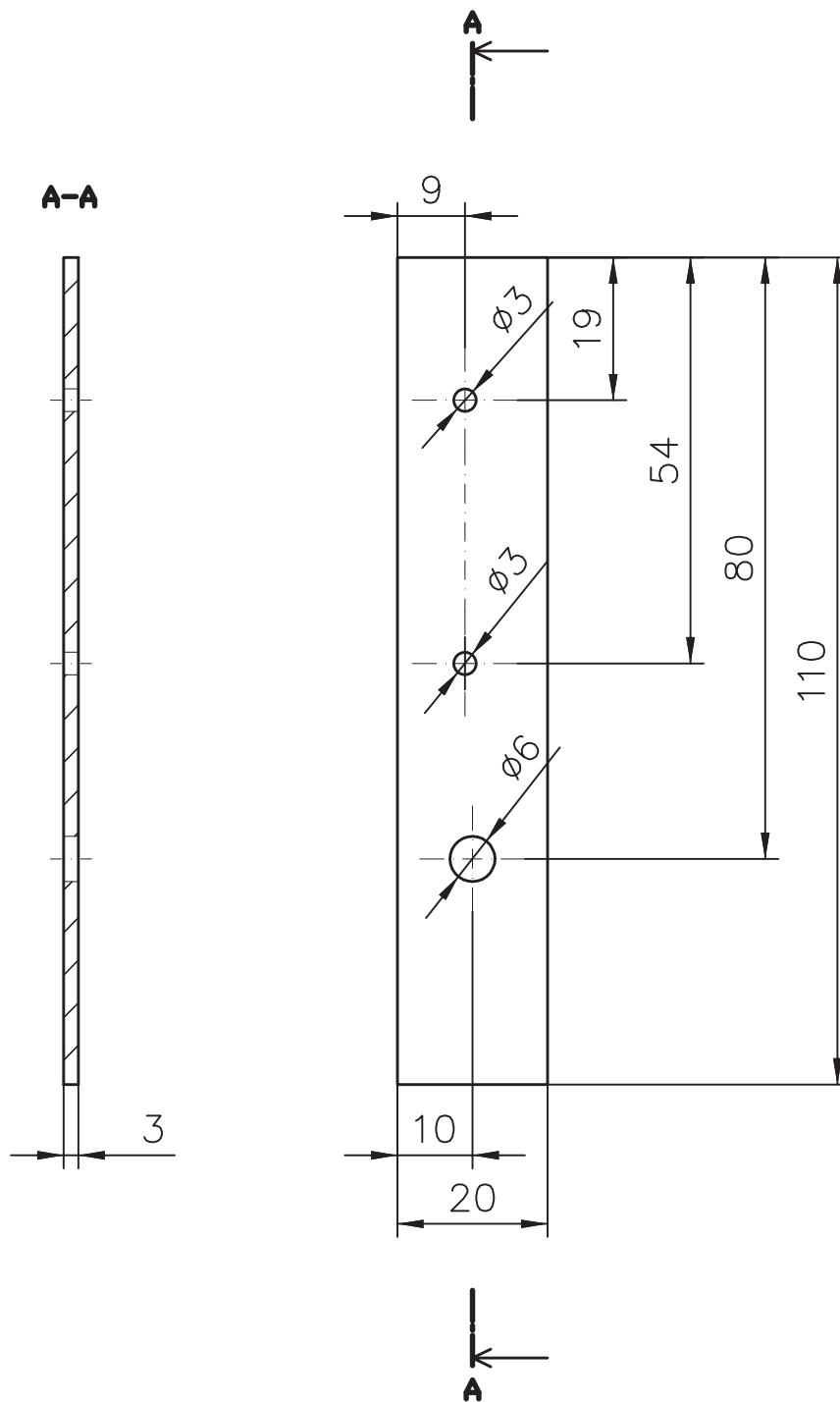


| | | | | | |
|-------|-------|-------|--------|----------------------------------|--------------|
| INDEX | ZMENA | DATUM | PODPIS | UTB Zlín | |
| | | | | ZN.MAT. ČSN EN 11375 | T.O. |
| | | | | ROZM.-POLOT. PLECH TLOUŠŤKY 3 mm | HMOTNOST kg |
| | | | | POM. ZAŘ. | MĚŘ. 2:1 |
| | | | | VYPR. MICHAL KONEČNÝ | ČSN |
| | | | | PŘEZK. | POZN. |
| | | | | TECHNOL. | Č. KUSOVNÍKU |
| | | | | SCHVÁLIL | 27.4.2015 |
| | | | | NÁZEV | STARÝ V. |
| | | | | T-PROFIL | Č.V. |
| | | | | Listů | List |



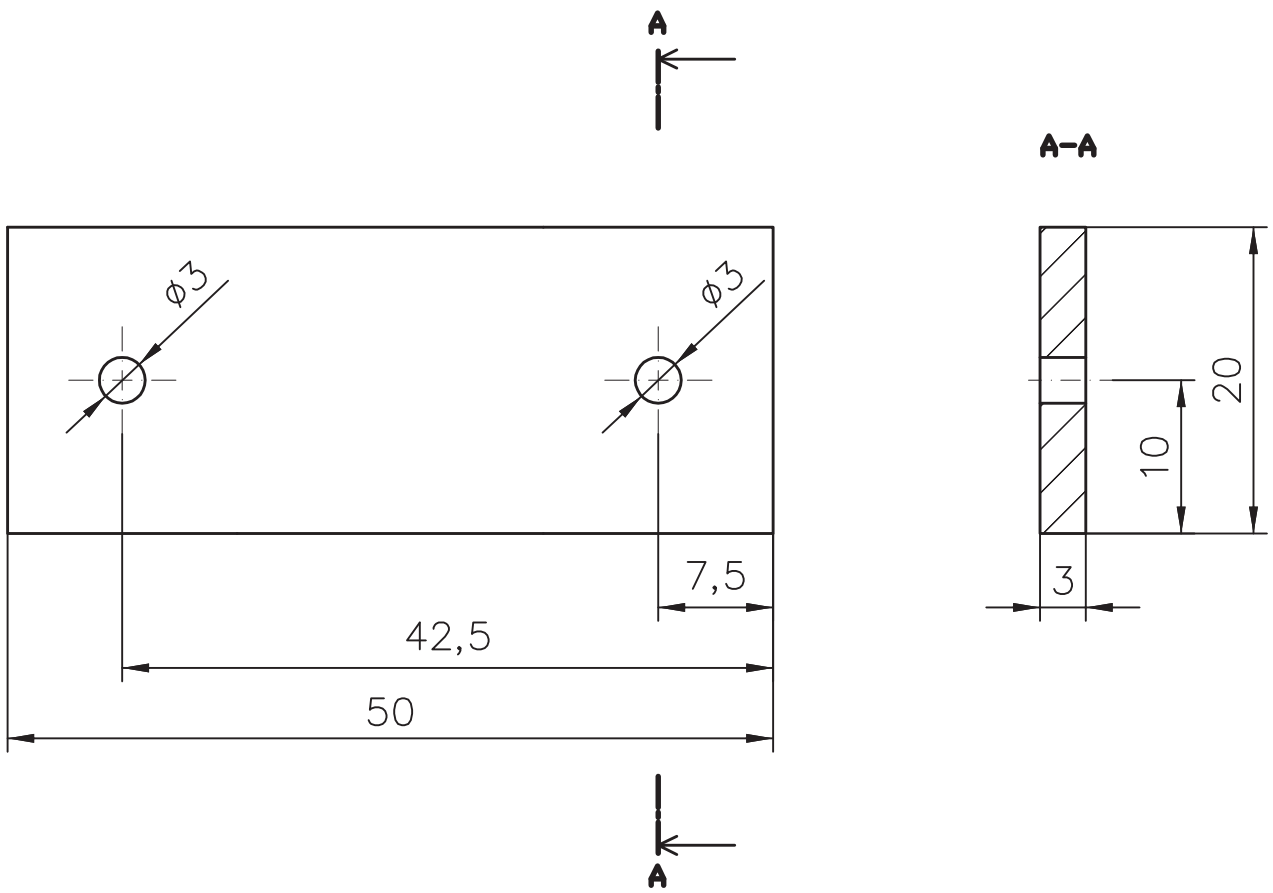
KOMAXITOVAT RAL 5004 (CHRÁNIT ZÁVIT PROTI ZANESENÍ BARVOU)

| | | | | | |
|----------------------------------|-------|------------------|-----------|---------------|--------------|
| 2 | | OBJÍMKA INDIKACE | | 1 | |
| 1 | | T-PROFIL | | 1 | |
| ODKAZ | | VÝKRES | | MNOŽSTVÍ (KS) | |
| INDEX | ZMENA | DATUM | PODPIS | UTB Zlín | |
| | | | | | |
| ZN.MAT. | | | T.O. | HMOTNOST kg | MĚŘ. 2.1 |
| ROZM.-POLOH. | | | | | |
| POM. ZAŘ. | | | | ČSN | TŘ.Č. |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | | NORM.REF. | | POZN. | Č. KUSOVNÍKU |
| PŘEZK. | | | | | |
| TECHNOL. | | SCHVÁLIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | Č.V. |
| NÁZEV | | | | | |
| POSUVNÁ OBJÍMKA DOTEKU - SESTAVA | | | | Listů | List |

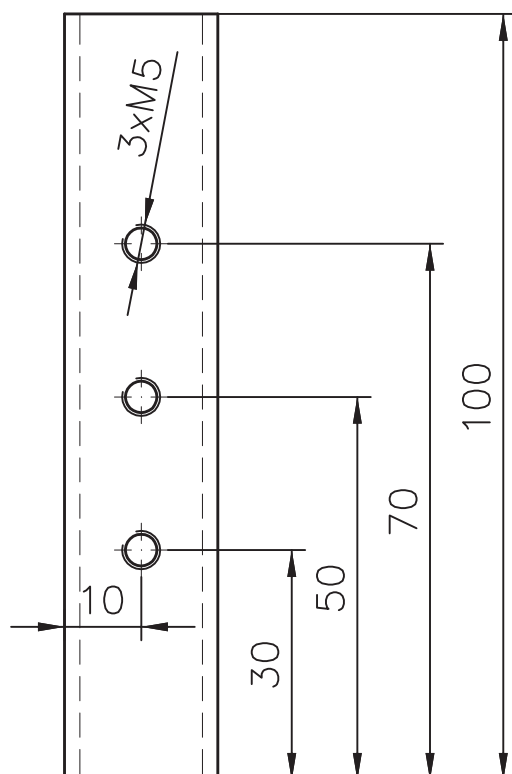
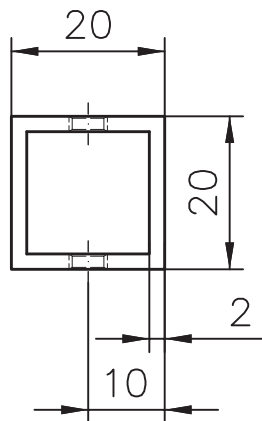


KOMAXITOVAT RAL 5004

| | | | | | |
|----------------------------------|-------|-----------|-----------|-------------|--------------|
| INDEX | ZMENA | DATUM | PODPIS | UTB Zlín | |
| ZN.MAT. ČSN EN 11375 | | | T.O. | HMOTNOST kg | MĚŘ. 1:1 |
| ROZM.-POLOH. PLECH TLOUŠŤKY 3 mm | | | | | |
| POM. ZAŘ. | | | | ČSN | TRČ. |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | | NORM.REF. | | POZN. | Č. KUSOVNÍKU |
| PŘEZK. | | | | | |
| TECHNOL. | | SCHVÁLIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | Č.V. |
| NÁZEV | | | | | |
| DISTANČNÍ PROFIL | | | | Listů | List |

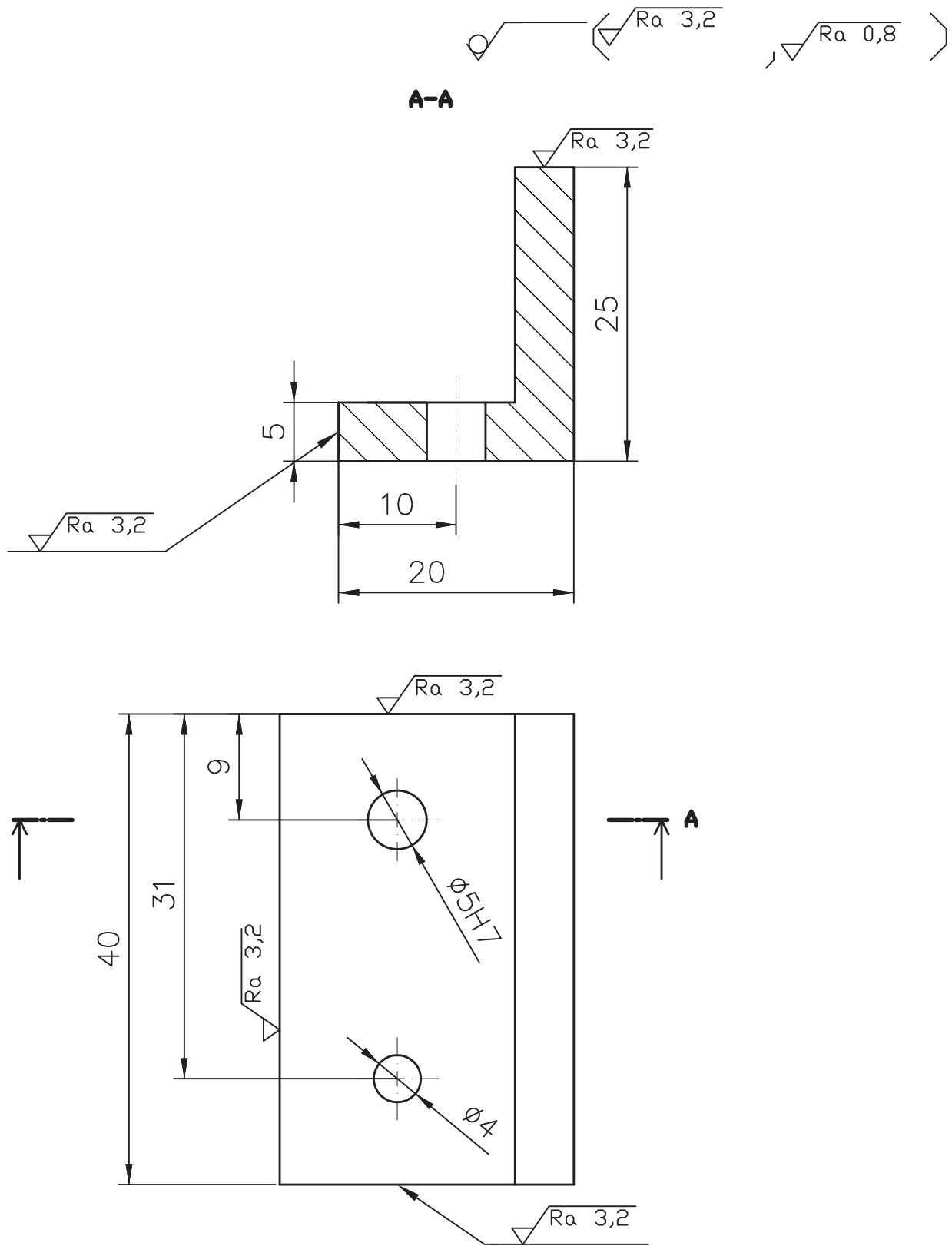


| | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-------------|--------------|
| INDEX | ZMENA | DATUM | PODPIS | UTB Zlín | |
| | | | | HMOTNOST kg | MĚŘ. 2:1 |
| ZN.MAT. ČSN EN 11375 | | | T.O. | ČSN | TŘ.Č. |
| ROZM.-POLOH. OCEL PLECH 3mm | | | | POZN. | Č. KUSOVNÍKU |
| POM. ZAŘ. | VYPR. MICHAL KONEČNÝ | | NORM.REF. | | Č.V. |
| PŘEZK. | | | | | |
| TECHNOL. | SCHVÁLIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | | |
| NÁZEV | NOSNÝ PROFIL DOTEKU - ČÁST 1. | | | Listů | List |



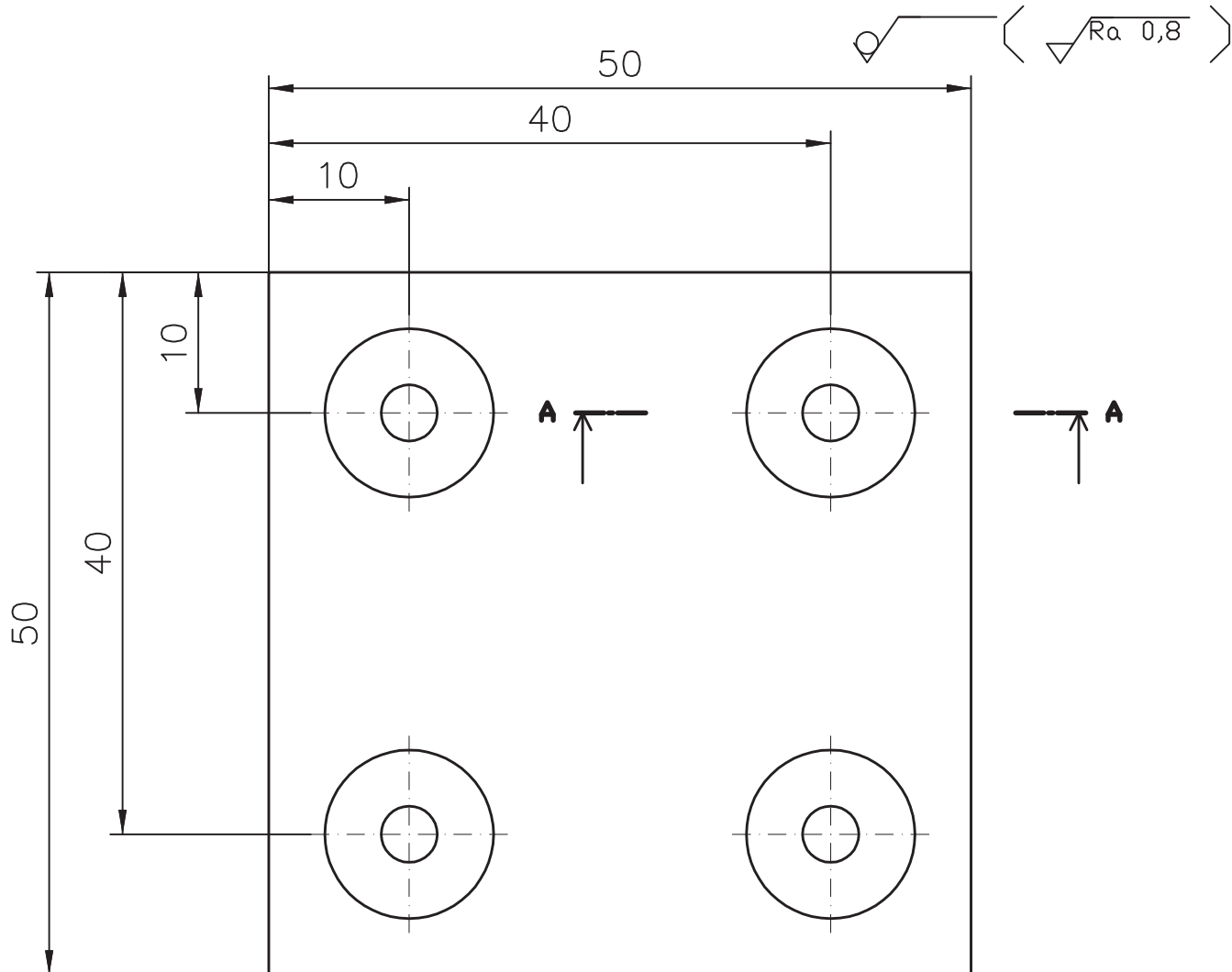
KOMAXITOVAT RAL 5004

| | | | | | |
|-------------------------------|-------|-----------|-----------|-------------|--------------|
| INDEX | ZMENA | DATEM | PODPIS | UTB Zlín | |
| ZN.MAT. ČSN EN 11375 | | | T.O. | HMOTNOST kg | MĚŘ. 1:1 |
| ROZM.-POLOH. TR 20x20x2 | | | | | |
| POM. ZAŘ. | | | | ČSN | TR.Č. |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | | NORM.REF. | | POZN. | Č. KUSOVNÍKU |
| PŘEZK. | | | | | |
| TECHNOL. | | SCHVÁLIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | Č.V. |
| NÁZEV | | | | | |
| NOSNÝ PROFIL DOTEKU - ČÁST 2. | | | | Listů | List |

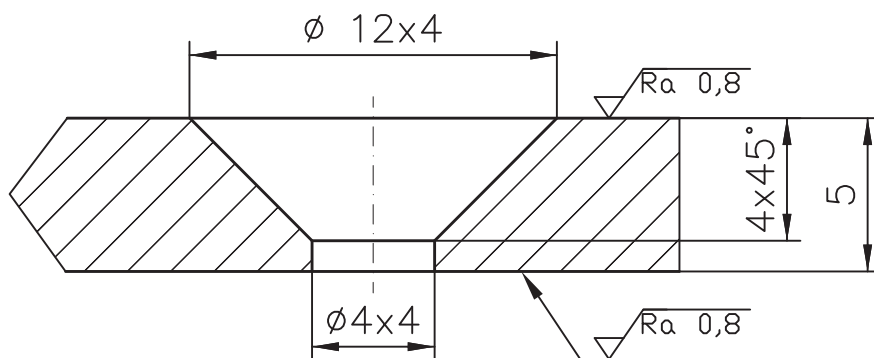


VŠECHNY OSTRÉ HRANY SRAŽENY 0,5x45°

| | | | | | |
|------------------------|-------|-----------|-----------|-------------|--------------|
| INDEX | ZMENA | DATUM | PODPIS | UTB Zlín | |
| ZN.MAT. ČSN EN 5083 | | | T.O. | HMOTNOST kg | MĚŘ. 2:1 |
| ROZM.-POLOH. L 70x40x5 | | | | ČSN | TŘ.Č. |
| POM. ZAŘ. | | NORM.REF. | | POZN. | Č. KUSOVNÍKU |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | | | | | Č.V. |
| PŘEZK. | | | | | |
| TECHNOL. | | SCHVÁLIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | |
| NÁZEV | | | | | |
| DORAZOVÝ PROFIL | | | | Listů | List |



**A-A
(4:1)**



VŠECHNY OSTRÉ HRANY SRAŽENY $0,5 \times 45^\circ$

| | | | | | |
|---------------------------|-------|-----------|-----------|-------------|--------------|
| INDEX | ZMENA | DATUM | PODPIS | UTB Zlín | |
| | | | | HMOTNOST kg | MĚŘ. 2:1 |
| ZN.MAT. AL EN 5083 | | | T.O. | ČSN | TŘ.Č. |
| ROZM.-POLOT. AL PLECH 5mm | | | | POZN. | Č. KUSOVNÍKU |
| PDM. ZAŘ. | | NORM.REF. | | | Č.V. |
| VYPR. MICHAL KONEČNÝ | | | | | |
| PŘEZK. | | | | | |
| TECHNOL. | | SCHVÁLIL | 27.4.2015 | STARÝ V. | |
| NÁZEV | | | | | |
| PODKLADNÍ DESKA | | | | Listů | List |