

Plnicí zařízení inkoustových kazet

Bc. Pavel Sasin

Diplomová práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel Sasin**

Osobní číslo: **T14317**

Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Výrobní inženýrství**

Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Plnicí zařízení inkoustových kazet**

Zásady pro vypracování:

- 1. Provedte literární studii**
- 2. Navrhněte technologii plnění**
- 3. Vypracujte návrhovou sestavu plnicího zařízení**
- 4. Zhotovte výrobní dokumentaci**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího diplomové práce

Vedoucí diplomové práce:

Ing. František Volek, CSc.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

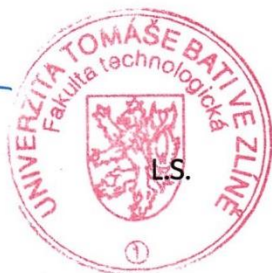
8. ledna 2016

Termín odevzdání diplomové práce:

13. května 2016

Ve Zlíně dne 26. ledna 2016

doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



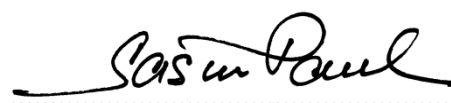
prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

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

Ve Zlíně 27. února 2016



.....

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

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

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

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

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

I. 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). Odpirá-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

Diplomová práce se zabývá návrhem plnicího zařízení pro renovaci kazet do inkoustových tiskáren.

Teoretická část se věnuje tekutinám, jejich fyzikálním a mechanickým vlastnostem, způsobům dopravy a strojům, jimiž jsou tekutiny dopravovány. Uvádí přehled základních logických členů pro řízení strojů, přehled senzorů a používané technologie plnění, především v potravinářském a polygrafickém průmyslu.

V praktické části je na základě znalostí vlastností inkoustu, inkoustové kazety a technologie tisku navržena technologie plnění a plnicí zařízení pro znovunaplnění – renovaci již použitých inkoustových kazet typu EPSON 16/18.

Klíčová slova: tekutiny, plnicí zařízení, plnička, plnění, inkoust, kazeta, renovace

ABSTRACT

This Master's thesis deals with the design of the filling equipment for renovation of cartridges for inkjet printers.

The theoretical part is devoted to fluid, their physical and mechanical properties, forms of transport and machines for liquids transport. It provides an overview of basic logical members for machine control, summary of sensors and filling technology used mainly in the food processing and printing industry.

In the practical part, on the basis of the knowledge of the characteristics of ink, ink cartridges and printing technology, is designed the filling technology and filling equipment for refilling - renovation of already used inkjet cartridges EPSON type 16/18.

Keywords: liquid, filling machine, filler, filling, ink cartridge, renovations

Děkuji tímto svému vedoucímu práce ing. Františku Volkovi, CSc. za cenné připomínky, rady a korekturu po dobu zpracování diplomové práce.

Čestné prohlášení:

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

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 MECHANIKA TEKUTIN	13
1.1 TEKUTINY	13
1.2 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI TEKUTIN.....	14
1.3 TLAKOVÉ POMĚRY V KAPALINĚ ZA KLIDU	19
1.3.1 Tlak a jeho působení	19
1.3.2 Kapalina za působení zemské tíže.....	19
1.3.3 Přetlak, podtlak	20
1.4 PROUDĚNÍ TEKUTIN	21
1.4.1 Průtoková rovnice	22
1.4.2 Rovnice spojitosti toku.....	22
1.4.3 Bernoulliho rovnice.....	23
1.5 MĚŘENÍ TLAKU A PRŮTOKU V POTRUBÍ	24
1.5.1 Měření tlaku	24
1.5.2 Měření rychlosti	25
1.5.3 Měření střední rychlosti	26
1.5.4 Přesné měření rychlosti	26
1.5.5 Měření průtoku.....	27
2 DOPRAVA KAPALIN	28
2.1 DOPRAVA KAPALIN SAMOSPÁDEM	28
2.2 DOPRAVA KAPALIN PŘETLAČOVÁNÍM	28
2.3 DOPRAVA KAPALIN ČERPADLY	28
2.3.1 Hydrostatická čerpadla.....	29
2.3.2 Hydrodynamická čerpadla	32
2.3.3 Proudová čerpadla	32
2.3.4 Speciální čerpadla	33
3 DOPRAVA A KOMPRESI PLYNŮ	34
3.1 KOMPRESORY.....	34
3.2 VÝVĚVY	37
4 PNEUMATICKÉ MECHANISMY	39
5 SENZORY	40
5.1 PRINCIPY ČINNOSTI SENZORŮ	40
5.2 KATEGORIE SENZORŮ	41
5.3 SMĚR VÝVOJE, TECHNOLOGIE SENZORŮ	41
6 AUTOMATIZACE	42
6.1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ	42
6.2 LOGICKÉ ŘÍZENÍ	42
6.2.1 Logické členy a logické obvody	42
6.2.1.1 Kombinační logický obvod.....	43
6.2.1.2 Sekvenční logický obvod.....	45
7 PLNICÍ STROJE	49

7.1	STROJE NA PLNĚNÍ TEKUTÝMI LÁTKAMI	49
7.1.1	Objemové plničky	49
7.1.2	Hladinové plničky	50
7.2	PLNIČKY POLOTEKUTÝCH LÁTEK	52
7.3	PLNIČKY TUHÝCH LÁTEK.....	52
7.4	PLNIČKY A STROJE Z OBLASTI POLYGRAFICKÉHO PRŮMYSLU	53
7.4.1	CBR Engineering	53
7.4.2	JERO Productions	54
7.4.3	LOBOZAR technik	55
II	PRAKTICKÁ ČÁST	57
8	CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	58
8.1	RENOVACE KAZET	58
8.2	PLNĚNÍ V PROCESU RENOVACE KAZETY	58
9	INKOUST.....	60
9.1	VLASTNOSTI INKOUSTU PŘI PŘEJÍMCE	60
9.1.1	Testovací protokol.....	63
9.2	TECHNOLOGIE TISKU	63
10	NAVRŽENÍ TECHNOLOGIE PLNĚNÍ	65
10.1	INKOUSTOVÁ KAZETA EPSON T16XX / T18XX	65
10.2	POPIS KANÁLKŮ A ZÁSOBNÍKŮ	68
10.3	PŘEDPOKLAD PLNĚNÍ VÝROBCEM.....	69
10.4	NAVRŽENÍ TECHNOLOGIE PLNĚNÍ	71
11	NÁVRH PLNICÍHO ZAŘÍZENÍ	75
11.1	RÁM	75
11.2	POSUVNÁ ZÁKLADNA	76
11.2.1	Základna	76
11.2.2	Bočnice.....	76
11.3	STABILIZAČNÍ ZÁBRANY.....	77
11.4	PLNICÍ HLAVA	77
11.5	DRŽÁK KAZET	79
11.5.1	Rotační čep a rameno	80
11.6	DÁVKOVÁNÍ A DOPRAVA INKOUSTU	81
11.6.1	Držák stříkaček.....	81
11.6.2	Píst.....	81
11.6.3	Tahače a držák tahačů	82
11.6.4	Motor a kuličkový šroub	82
11.7	LINEÁRNÍ VEDENÍ.....	83
11.8	PNEUMATICKÉ DÍLY	84
11.8.1	Pneumatický regulátor	84
11.8.2	Pneumatický válec	84
11.8.3	Tabulka sil.....	86
11.8.4	Ejektory	86
11.8.5	Kompresor.....	87

11.9	PNEUMATICKÝ OBVOD	87
11.10	ELEKTRONICKÉ PRVKY	89
11.10.1	Bezpečnostní odpojovač.....	89
11.10.2	Pneumatický rozvaděč bistabilní.....	89
11.10.3	Pneumatický rozvaděč monostabilní.....	89
11.10.4	Procesní ventil.....	90
11.10.5	Trojcestný ventil.....	90
11.10.6	Vakuový senzor.....	91
11.10.7	Polohový senzor	91
11.10.8	Koncový spínač	92
11.10.9	Optický detektor.....	92
11.10.10	Optobrána	92
11.10.11	PLC řízení.....	93
11.10.12	Elektroinstalace	93
11.11	ŘÍDÍCÍ PROGRAM	94
11.12	KRYTOVÁNÍ	100
12	OBSLUHA PLNICÍHO ZAŘÍZENÍ	101
12.1	SPUŠTĚNÍ.....	101
12.2	PRACOVNÍ CYKLUS.....	102
13	VÝSLEDKY TESTU PLNICÍHO ZAŘÍZENÍ.....	104
13.1	VALIDACE	104
13.2	TESTOVACÍ PODMÍNKY	104
13.3	TEST PLNĚNÍ.....	105
13.4	VÝSLEDEK TESTU PLNĚNÍ	114
13.4.1	Závěrečné hodnocení	116
	ZÁVĚR	117
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	118
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	121
	SEZNAM OBRÁZKŮ	123
	SEZNAM TABULEK.....	127
	SEZNAM GRAFŮ	128
	SEZNAM PŘÍLOH.....	129

ÚVOD

Inkoustové tiskárny jsou v posledních letech součástí téměř každé domácnosti nebo podniku. Cena takové tiskárny je dnes zanedbatelná a to ji staví do čela mezi používané tiskárny především v domácnostech. Jiná technologie, například laser, je drahá a pro širokou veřejnost nezajímavá. Inkoustové tiskárny pokryjí celé spektrum užití, od textových dokumentů přes fotografie, až po tisk velkoformátových archů.

Hlavní součástí inkoustové tiskárny je inkoust, který je uložen v inkoustovém zásobníku (inkoustové kazetě). Součástí některých kazet je tisková hlava, která vstříkuje kapičky inkoustu přímo na tištěnou plochu. Tyto jsou označovány společným názvem „Printhead“. Ostatní kazety slouží jen jako speciální zásobníky inkoustu, tzv. „Ink Tanky“, které mají za úkol ve správném množství dodávat inkoust do tiskové hlavy, jenž je součástí tiskárny. Inkoustové kazety se po vyprázdnění svého obsahu musí vyměnit. Je možno použít buď nové originální kazety (OEM – Original Equipment Manufacturer), kompatibilní kazety od náhradních výrobců nebo renovované originální kazety. Renovace, tedy znovunaplnění kazety inkoustem, je ve spoustě případů složitý proces.

Renovací se zabývají společnosti, které znají přesné principy kazet a jsou schopny kazetu renovovat zpět k plnohodnotnému použití. Tyto společnosti používají speciální stroje, které si buď konstruují sami, nebo je nakupují od jiných společností zabývajících se technologií renovace a konstrukcí strojů pro jejich použití. Mezi tyto patří i společnost SYREMA Plus s.r.o. Hlavní náplní společnosti je kompletní dodání jak technologie, tak strojů a zařízení k renovaci daného typu kazety.

Návrh technologie plnění a samotný návrh nového plnicího zařízení pro renovaci kazet vždy vychází z obecných znalostí chování inkoustu jako tekutiny, možných způsobů transportu tekutiny a standardně používaných plnicích zařízení včetně ovládacích a řídicích prvků. Dále je nutné odvodit předpokládaný způsob plnění výrobcem, zjistit vlastní uspořádání vnitřního těla kazety a tím definovat hlavní požadavky na konstrukci plnicího stroje.

Tato práce popisuje proces návrhu technologie plnění a plnicího stroje pro renovaci inkoustových kazet typu EPSON 16/18 dle zadaného požadavku objednatele až po samotný test plnicího zařízení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MECHANIKA TEKUTIN

Je částí obecné mechaniky, stejně jako mechanika tuhých těles. Zabývá se rovnováhou sil v kapalinách a plynech za klidu a v pohybu. Využívá mnoha poznatků a zákonitostí z mechaniky tuhých těles. V hydromechanice je zaveden pojem **elementární objem kapaliny nebo plynu**. Je to objem velmi malý proti rozměrům nádoby či proudu kapaliny, ale dostatečně velký vzhledem ke střední délce volné dráhy molekuly. Pro elementární objem se odvozují podmínky rovnováhy sil za klidu a pohybu tekutin a definují základní zákony – především zákon zachování hmoty, resp. energie. Pro jejich odvození se předpokládá, že tekutina je spojité izotropní prostředí. K popisu chování tekutin jsou využívány matematické modely nebo experimentální zkoumání, které jsou významnou složkou poznání. Odvozené vztahy pak umožňují řešit praktické problémy mechaniky tekutin a jsou tak nástrojem pro řadu inženýrských úloh. [1] [2] [3][20]

1.1 Tekutiny

Tekutiny zahrnují kapaliny a plyny, případně i plazmu (žhavý ionizovaný plyn) a mají základní význam pro náš život. Dýcháme je a pijeme. Základní životní tekutina – krev, obíhá v našich tepnách a žilách. Moře i ovzduší je tekuté. Společnou primární vlastností je tekutost, která způsobuje, že tekutiny mohou měnit svůj tvar. Rozdílná tekutost souvisí s vnitřním třením kapaliny (viskozita, vazkost). Základním rozdílem mezi tekutinou a tuhým tělesem je pohyblivost molekul kapalin a plynů. Tekutina je látka, která se na rozdíl od tuhých těles vždy nevratně deformuje. Nemá vlastní tvar a za působení nepatrných tečných sil se její částice snadno uvedou do pohybu.

Síly, které působí na elementární objem tekutiny, dělíme do dvou skupin:

- hmotnostní (objemové) síly
 - vnější hmotností síly
 - síly od pohybu kapaliny
- plošné síly

Hmotnostní síly závisí na hmotnosti makroskopické částice a zrychlení.

$$\bar{F} = m \cdot a \quad [N] \quad (1)$$

m – hmotnost

[kg]

a – zrychlení

[m.s⁻²]

F – síla

[kg.m.s⁻²]

Působí v těžišti objemu tekutiny. K těmto silám lze zařadit ještě tíhovou sílu, odstředivou sílu a setrvačnou sílu od pohybu nádoby. Pokud tekutina proudí, patří sem síly setrvačné a také síly hybnostní. [1] [2] [3]

1.2 Fyzikální vlastnosti tekutin

Tekutiny mají velmi malou soudržnost mezi molekulami. Jsou děleny do dvou skupin:

- nestlačitelné – působením vnějšího tlaku jen nepatrně mění svůj objem, patří sem kapaliny, které zaujímají tvar nádoby. Za působení zemské tíže vyplňují její spodní část a vytváření volnou hladinu. Malé objemy tvoří kapky
- stlačitelné – zaujímají celý objem nádoby, patří sem páry a plyny. Společně se nazývají vzdušiny

Stav tekutiny nacházející se v rovnováze je určen tlakem, hustotou a teplotou. [1]

Hustota ρ – je rovna poměru hmotnosti elementární částice tekutiny dm k jejímu elementárnímu objemu dV , v němž hustotu určujeme.

$$\rho = \frac{dm}{dV} \quad [kg.m^{-3}] \quad (2)$$

ρ – hustota

[kg.m⁻³]

dm – element hmotnosti

[kg]

dV – element objemu

[m³]

Měrný objem v – převrácená hodnota hustoty. Vyjadřuje poměr elementárního objemu dV k elementární hmotnosti dm .

$$v = \frac{1}{\rho} = \frac{dV}{dm} \quad [m^3 \cdot kg^{-1}] \quad (3)$$

ρ – hustota	$[kg \cdot m^{-3}]$
dm – element hmotnosti	$[kg]$
dV – element objemu	$[m^3]$

Hustota par a plynů je závislá na teplotě a tlaku. Pro výpočet se používá stavová rovnice ideálního plynu $\frac{p}{\rho} = rT$, $pV = mrT$ kde r je plynová konstanta $[J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$.

S teplotou a tlakem se hustota kapalin mění jen nepatrně, tzn. $\rho = konst.$ Existuje však objemová stlačitelnost $\delta = -\frac{1}{V} \left(\frac{dV}{dp} \right) [Pa^{-1}]$. Znaménko mínus ve vzorci je z důvodu negativního vektoru vzhledem ke kartézské soustavě souřadnic. [1] [3]

Modul objemové stlačitelnosti kapaliny K – převrácená hodnota objemové stlačitelnosti δ .

$$K = \frac{V \Delta p}{\Delta V} = \frac{1}{\delta} \quad [Pa] \quad (4)$$

K – objemový modul stlačitelnosti	$[m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}]$
V – objem	$[m^3]$
p – tlak	$[N \cdot m^{-2}]$
T – teplota	$[K]$

Úpravou vznikne:

$$K = \rho \frac{dp}{d\rho} \quad [Pa] \quad (5)$$

K – objemový modul stlačitelnosti	$[m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}]$
ρ – hustota	$[kg \cdot m^{-3}]$
p – tlak	$[N \cdot m^{-2}]$

Modul objemové stlačitelnosti K je obdobou modulu pružnosti v tahu E tuhých látek. K pro vodu je přibližně rovno $K \cong 2,1 \cdot 10^9 Pa$.

Teplotní roztažnost – s rostoucí teplotou kapaliny zvětšují svůj objem. Je vyjádřena součinitelem teplotní roztažnosti β . [1] [3]

$$\beta = \frac{1}{V} \left(\frac{\Delta V}{\Delta t} \right) \quad [^{\circ}\text{C}^{-1}] \quad (6)$$

$$V - \text{objem} \quad [m^3]$$

$$t - \text{teplota} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Hustota zahřáté kapaliny je dána rovnicí:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} = \frac{m}{V(1 + \beta\Delta t)} = \frac{\rho}{(1 + \beta\Delta t)} \quad [kg \cdot m^{-3}] \quad (7)$$

$$\beta - \text{koeficient teplotní roztažnosti} \quad [^{\circ}\text{C}^{-1}]$$

$$m - \text{hmotnost} \quad [kg]$$

$$V_0 - \text{objem kapaliny výchozí} \quad [m^3]$$

$$t - \text{teplota} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$\rho - \text{hustota} \quad [kg \cdot m^{-3}]$$

Viskozitu charakterizuje vnitřní tření kapaliny a závisí především na přitažlivých silách mezi částicemi. Pohybem sousedních vrstev v kapalině různou rychlostí vzniká na jejich rozhraní smykové napětí, které tak brání v pohybu - vzniká odpor proti toku. Nejrychlejší vrstva se nachází uprostřed proudící kapaliny. Směrem k okraji se zpomaluje. Rychlostní profil kapaliny má tvar rotačního paraboloidu. Pomalejší vrstva je zrychlována a naopak rychlejší zbrzděována. Tečné smykové napětí je úměrné změně rychlosti ve směru kolmém na směr pohybu. Dle Newtonova vztahu $\tau = \eta \frac{dv}{dy} = \eta \frac{v}{h}$, kde η je dynamická viskozita a

$\frac{dv}{dy}$ je gradient rychlosti kolmý na směr pohybu (Obr. 1).

Smykové napětí způsobuje úhlovou deformaci elementárního objemu tekutiny. Jednotka součinitele dynamické viskozity η se definuje ze vztahu pro smykové napětí. [1] [3]

$$[\eta] = \frac{[\tau][y]}{[V]} = \frac{N \cdot s}{m^2} = \frac{kg}{m \cdot s} = Pa \cdot s \quad [kg \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}] \quad (8)$$

$$\eta - \text{dynamická viskozita} \quad [Pa \cdot s]$$

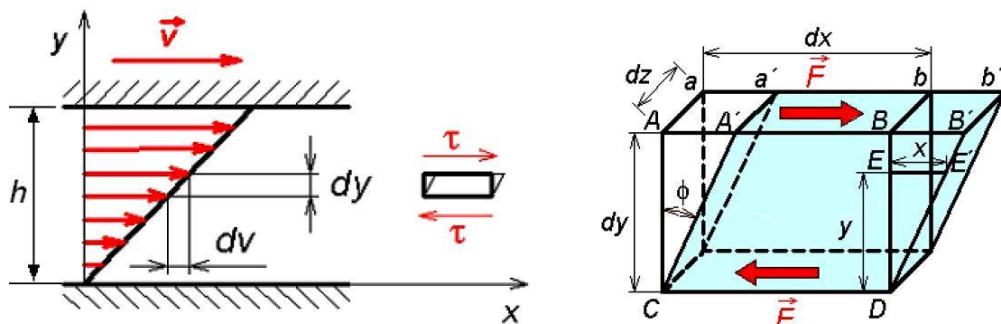
$$\tau - \text{smykové napětí (tečné)} \quad [N \cdot m^{-2}]$$

$$y - \text{souřadnice} \quad [m]$$

$$V - \text{objem} \quad [m^3]$$

$$N - \text{Newton (jednotka síly)} \quad [kg \cdot m \cdot s^{-2}]$$

Rozměr obsahuje jednotku síly, proto je označen jako dynamický. Pro dynamickou viskozitu se také používá jednotka 1P (Poise), kdy $1P = 1g \cdot cm^{-1} \cdot s^{-1} = 0,1Pa \cdot s$.



Obr. 1 Smykové napětí při laminárním proudění [1]

Kinematická viskozita ν je podílem dynamické viskozity a hustoty.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad [\nu] = \frac{kg \cdot m^3}{m \cdot s \cdot kg} = m^2 \cdot s^{-1} \quad [m^2 \cdot s^{-1}] \quad (9)$$

η – dynamická viskozita

[Pa.s]

ρ – hustota

[kg.m⁻³]

Rozměr kinematické viskozity neobsahuje jednotky hmotnosti ani síly. Někdy je veličina udávána v jednotkách Stokes S, kde $1S = cm^2 \cdot s^{-1} = 10^{-4} \cdot m^2 \cdot s^{-1}$

Vazkost se měří pomocí viskozimetrů. Užívají se např. kapilární, výtokové, průtokové, rotační, tělískové.

Dynamická a kinematická viskozita závisí na druhu tekutiny. Viskozita každé tekutiny závisí na stavových veličinách, tedy teplotě a tlaku. U plynů převládá tepelný pohyb molekul nad silami mezimolekulárními a se zvýšením teploty vzroste i viskozita plynu. U kapalin dochází při zvýšení teploty k intenzivnější výměně hybností částic v pohybujících se vrstvách a viskozita s rostoucí teplotou klesá.

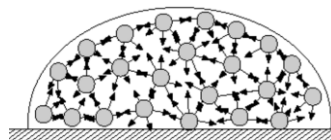
Povrchové napětí je způsobeno silami působícími mezi molekulami kapaliny. Uvnitř kapaliny se přitažlivé síly mezi molekulami vyrovnávají. Na rozhraní působí síla směřující dovnitř kapaliny, která se vyznačuje odlišnými vlastnostmi než ostatní objem kapaliny. Molekuly na tomto rozhraní mají vyšší potenciální energii a kapaliny se jeví jako potažené velmi tenkou a napjatou vrstvou. Povrchové napětí je definováno jako poměr povrchové energie k ploše rozhraní nebo jako síla, která působí na jednotku délky rozhraní a to kolmé k této délce a v rovině povrchu. [1] [2] [4]

$$\sigma = \frac{E_a}{S} = \frac{F}{l} \quad [N.m^{-1}] \quad (10)$$

σ – povrchové napětí	$[N.m^{-1}]$
E_a – povrchová energie	$[N.m]$
l – rameno	$[m]$
S – plocha	$[m^2]$

Povrchové napětí závisí na druhu látek, které tvoří rozhraní: kapalina – pevná látka, kapalina – kapalina, kapalina – plyn. Účinky povrchového napětí se projeví např. vzlínáním, tvorbou kapek (Obr. 2), vytvářením vln na hladině, zúžením vytékajícího paprsku kapaliny, stoupáním nebo klesáním sloupce kapaliny v kapiláře.

Povrchové napětí vody $\sigma = 0,072 N.m^{-1} = 0,072 kg.s^{-2}$



Obr. 2 Povrchové napětí [22]

Kapilarita se vyskytuje u trubiček velmi malého průměru – kapilár nebo v porézním prostředí. Ve chvíli, kdy jsou adhezní síly větší než kohezní, vystupuje kapalina v kapiláře do výšky h . V opačném případě zůstává kapalina v kapiláře o výšku h níže. Příslušné výšky h se dají spočítat z podmínky mezi gravitačními silami a povrchovými silami. [1] [3] [4]

$$\pi d \sigma = \frac{\pi}{4} d^2 h \rho g \quad [N.m^{-1}] \quad (11)$$

kde:

$$h = \frac{4\sigma}{\rho g d} \quad [m] \quad (12)$$

π – Ludolfovo číslo	$[-]$
d – průměr	$[m]$
σ – povrchové napětí	$[N.m^{-1}]$
m – hmotnost	$[kg]$
g – tíhové zrychlení	$[m.s^{-2}]$
h – výška	$[m]$
ρ – hustota	$[kg.m^{-3}]$

1.3 Tlakové poměry v kapalině za klidu

Hydrostatika se zabývá rovnováhou sil působících na kapalinu za klidu. Rovnováha nastane tehdy, když se její částice vůči sobě nepohybují – kapalina nemění svůj tvar. Tehdy je smykové napětí od viskozity nulové.

Plošné síly působí na povrch objemu kapaliny, proto jejich velikosti závisí na velikosti plochy a jsou dány tlakem kapaliny na danou plochu.

Hmotnostní síly jsou úměrné hmotnosti objemu kapaliny a jsou dány zrychlením daného objemu, např. tíha, odstředivá síla.

Objemová síla je hustota síly působící v objemu tělesa. [1] [3] [4]

1.3.1 Tlak a jeho působení

Tlak tekutiny je dán velikostí tlakové síly působící na jednotku plochy.

$$p = \frac{|F|}{S} \quad [Pa] \quad (13)$$

Při nerovnoměrném rozložení síly je dán obecně:

$$p = \frac{d|F|}{dS} \quad [Pa] \quad (14)$$

F – síla	$[kg \cdot m \cdot s^{-2}]$
p – tlak	$[N \cdot m^{-2}]$
S – plocha	$[m^2]$

Tlaková síla působí vždy kolmo na plochu. Tlak je v určitém místě ve všech směrech stejný a nezáleží na sklonu plochy, na kterou působí. Z toho plyne, že se jedná o skalární veličinu.

1.3.2 Kapalina za působení zemské tíže

V klidu působí na kapalinu jen gravitace. Při tomto působení jsou definovány souřadnice zrychlení takto:

$$dp = \rho(a_x dx + a_y dy + a_z dz) \quad a_y = -g \quad a_x = a_z = 0 \quad dp = -\rho g dy$$

dp – element tlaku	$[Pa]$
dy, x, z – element rozměru	$[m]$

$a_{x,y,z}$ – zrychlení v rozměru $[m.s^{-2}]$

Tlak v určité hloubce v kapalině od hladiny tlaku ovzduší lze vyjádřit:

$$p = p_0 + \rho gh \quad [Pa] \quad (15)$$

g – tíhové zrychlení $[m.s^{-2}]$

h – výška $[m]$

ρ – hustota $[kg.m^{-3}]$

p_0 – tlak vzduchu na hladině vody $[N.m^{-2}]$

1.3.3 Přetlak, podtlak

Tlak lze vyjádřit vzhledem k vztažné soustavě jako relativní nebo absolutní. Absolutní tlak je nulový, vztahuje se k nule Pa, tj. dokonalému vakuu. Relativní tlak má smlouvenou hodnotu, nejčastěji dle hodnoty tlaku u hladiny moře. Absolutní a relativní tlak je dán vztahem:

$$p_{abs} = p_0 + p_{rel} \quad [Pa] \quad (16)$$

Výsledná záporná hodnota **relativního** tlaku je podtlak, kladná přetlak. Absolutní a relativní tlak je dán vztahem:

$$p = \rho gh \quad [Pa] \quad (17)$$

p – tlak $[N.m^{-2}]$

g – tíhové zrychlení $[m.s^{-2}]$

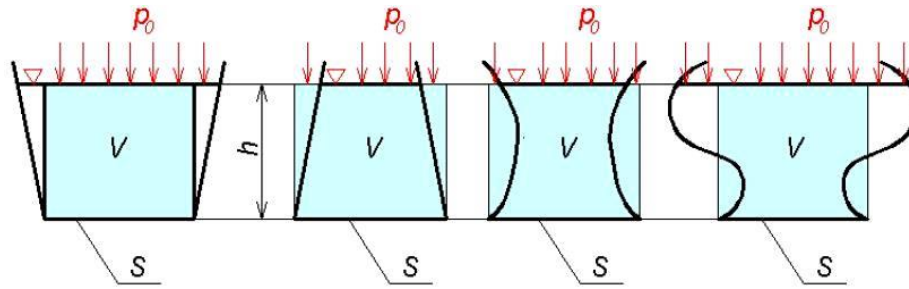
h – výška $[m]$

ρ – hustota $[kg.m^{-3}]$

V kapalině je nazýván hydrostatický tlak, vyjadřující tlak ve sloupci kapaliny v hloubce h pod hladinou.

Obecně platí, že jsou-li objemové síly v uzavřeném objemu významné, je tlak funkcí plochy, čehož se využívá u hydraulických lisů a zvedáků.

Hydrostatický paradox - porovnájí-li se nádoby se stejnou plochou dna, avšak s různými objemy, za podmínky stejné výšky hladiny, platí, že působící síla na dno nádoby je ve všech případech stejná (Obr. 3). [1] [3] [4]



Obr. 3 Hydrostatický paradox [2]

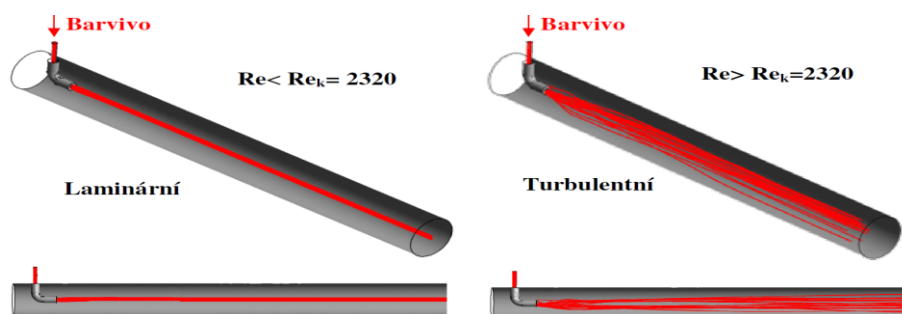
1.4 Proudění tekutin

Proudění se vyšetřuje v prostoru, rovině nebo po křivce sledováním pohybu částice tekutiny jako hmotného bodu nebo sledováním celého proudu v určitém časovém okamžiku. [3]

Hydrodynamika se zabývá prouděním kapalin. Proudění je složitý proces, který je ovlivněn množstvím různých faktorů. Proto se často používá zjednodušený – zidealizovaný model kapaliny, tzv. neviskózní.

Aerodynamika zkoumá silová působení na tělesa obtékaná proudem vzduchu. Dělení proudění:

- proudění ideální tekutiny
 - potenciální – vůči pozorovateli se částice tekutiny pohybují po přímočaré nebo křivočaré dráze, bez otáčení kolem vlastní osy
 - vířivé - částice se natáčejí vůči pozorovateli kolem vlastní osy
- proudění skutečné tekutiny
 - laminární – částice tekutiny se pohybují v tenkých vrstvách - deskách
 - turbulentní - částice tekutiny se vzájemně promíchávají, k podélné rychlosti se přidává také flukтуаční rychlost



Obr. 4 Reynoldsův pokus [2]

Reynoldsovo číslo - ve skutečných tekutinách se stav proudění dělí dle hodnoty „kritické Reynoldsovo číslo“, $Re_{krit} = 2320$, které vyjadřuje hranici, kdy v kruhovém potrubí přechází laminární proudění do proudění turbulentního (Obr. 4). [4]

Je definováno vztahem: [8]

$$Re = \frac{v_s d}{\nu} \quad [-] \quad (18)$$

d – průměr trubice	$[m]$
v_s – střední hodnota rychlosti	$[m.s^{-1}]$
ν – kinematičká viskozita	$[m^2.s^{-1}]$

1.4.1 Průtoková rovnice

Je vyjádřením hmotnostního nebo objemového průtoku potrubí v závislosti na průtočné ploše a rychlosti proudění. [6]

Objemový průtok v potrubí: $V_\tau = S.v$ $[m^3.s^{-1}]$ (19)

S – plocha	$[m^2]$
v – rychlost	$[m.s^{-1}]$

Hmotnostní průtok v potrubí: $m_\tau = S.v.\rho$ $[kg.s^{-1}]$ (20)

S – plocha	$[m^2]$
v – rychlost	$[m.s^{-1}]$
ρ – hustota	$[kg.m^{-3}]$

1.4.2 Rovnice spojitosti toku

Je vyjádřením zákona zachování hmoty. Hmotnost protečené kapaliny je v každém průřezu stejná.

$$S_1.v_1.\rho_1 = S_2.v_2.\rho_2 = konst. \quad [kg.s^{-1}] \quad (21)$$

S – plocha	$[m^2]$
v – rychlost	$[m.s^{-1}]$
ρ – hustota	$[kg.m^{-3}]$

1.4.3 Bernoulliho rovnice

Je vyjádřením zákona zachování energie pro proudění dokonalé tekutiny za působení tíhového zrychlení v proudové trubici. Při průtoku potrubím dochází ke vzájemné přeměně mechanické energie (Obr. 5). Mechanická energie je dána součtem kinetické, potenciální a tlakové energie. [6]

$$\text{Kinetická energie: } E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad [J] \quad (22)$$

$$\text{Potenciální energie: } E_g = m \cdot g \cdot h \quad [J] \quad (23)$$

$$\text{Tlaková energie: } E_p = m \cdot \frac{p}{\rho} \quad [J] \quad (24)$$

E – energie	$[kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}]$
m – hmotnost	$[kg]$
g – tíhové zrychlení	$[m \cdot s^{-2}]$
h – výška	$[m]$
p – tlak	$[N \cdot m^{-2}]$
v – rychlost	$[m \cdot s^{-1}]$
ρ – hustota	$[kg \cdot m^{-3}]$

Dle zákona zachování energie je v jakémkoli místě součet energií stálý.

$$E_g + E_k + E_p = konst. \quad [J] \quad (25)$$

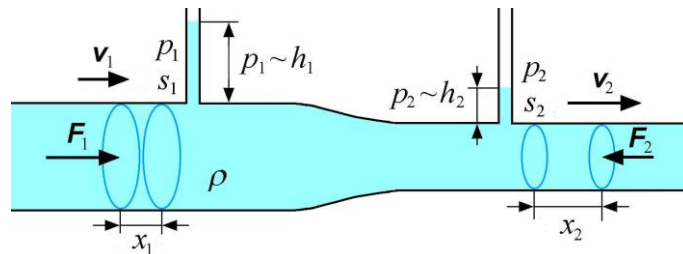
$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot h + m \cdot \frac{p}{\rho} = konst. \quad [J] \quad (26)$$

E – energie	$[kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}]$
m – hmotnost	$[kg]$
g – tíhové zrychlení	$[m \cdot s^{-2}]$
h – výška	$[m]$
p – tlak	$[N \cdot m^{-2}]$
v – rychlost	$[m \cdot s^{-1}]$
ρ – hustota	$[kg \cdot m^{-3}]$

Lze stanovit Bernoulliho rovnici pro jeden kilogram tekutiny takto: [4] [6]

$$g \cdot h + \frac{v^2}{2} + \frac{p}{\rho} = konst. \quad [J] \quad (27)$$

g – tíhové zrychlení	$[m \cdot s^{-2}]$
h – výška	$[m]$
p – tlak	$[N \cdot m^{-2}]$
v – rychlost	$[m \cdot s^{-1}]$
ρ – hustota	$[kg \cdot m^{-3}]$



Obr. 5 Princip Bernoulliho rovnice [22]

1.5 Měření tlaku a průtoku v potrubí

Měření tlaku a průtoku v potrubí se může provádět různými fyzikálními způsoby.

1.5.1 Měření tlaku

Měřidla tlaku dělíme podle různých hledisek. Podle druhu měřeného tlaku rozeznáváme:

- vakuometry – pro měření absolutního tlaku menšího než je atmosférický tlak
- tlakoměry absolutního tlaku
- barometry – pro měření atmosférického tlaku
- manometry – pro měření přetlaku většího než je atmosférický
- diferenční tlakoměry – měření rozdílu tlaků

Dle výstupního signálu rozeznáváme měřidla:

- mechanické
- hydrostatické
- elektrické

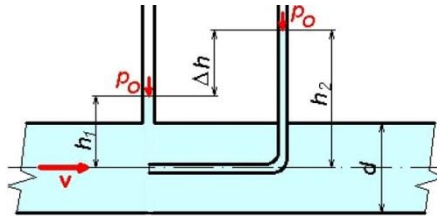
Z hlediska funkčního principu dělíme měřidla tlaku na:

- kapalinové - dle hodnot vytlačené kapaliny v měrné kapiláře či trubici
- pístové - měřený tlak působí na píst, jehož účinky jsou zpětně kompenzovány pružinou či závažím
- deformační - využívají pružné deformace materiálu v oblasti Hookova zákona, jedná se o nejčastěji používané tlakoměry
- elektrické – využívají některých elektrických vlastností materiálů závislých na tlaku

Elektrické tlakoměry využívají principu tlakové závislosti některých elektrických veličin, které umožňují měření absolutního a diferenčního tlaku. Tlak média je převeden pomocí piezoelektrických, magnetických nebo indukčních senzorů na elektrický impuls. [1] [3] [6]

1.5.2 Měření rychlosti

Pitotova trubice se používá pro měření místní rychlosti kapaliny ve vodorovném potrubí, kde se porovnává změna tlaků, případně výšek hladiny mezi referenční odbočkou a náběhovou trubicí, jejíž ústí je umístěno proti směru proudu (Obr. 6).



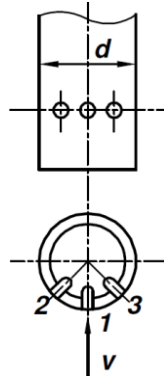
Obr. 6 Pitotova trubice [1]

Prandtlova trubice - platí zde stejný princip jako v Pitotově trubici, rozdíl je v možnosti většího odklonu od směru rychlostního proudění (Obr. 7).



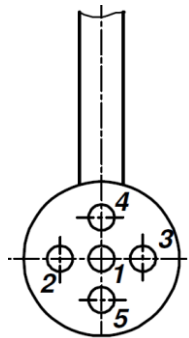
Obr. 7 Prandtlova trubice [1]

Válcová sonda se používá ke stanovení rychlosti a směru proudění. Pomocí otvorů je snímán tlak, statický tlak a směr proudění. (Obr. 8).



Obr. 8 Válcová sonda [1]

Kulová sonda je složitější případ válcové sondy pro měření rychlosti a směru proudění v prostoru (Obr. 9). [1] [2]



Obr. 9 Kulová sonda [1]

1.5.3 Měření střední rychlosti

K měření střední rychlosti proudění je využíváno průřezových měřidel, které vytváří diferenci tlaků před a za překážkou (clonou) vloženou do potrubí. Využitím Bernoulliho rovnice kontinuity lze určit rychlost proudění.

Clona – nejjednodušší příklad měřidla.

Dýza – clona s upraveným profilem.

Venturiho trubice – dýza s delším profilem a difuzorem.

1.5.4 Přesné měření rychlosti

Odstraněním setrvačnosti měřidel lze měřit okamžité hodnoty rychlostí. Tyto metody využívají jiné způsoby měření. Nejrozšířenější metodou je použití žhavého drátu s definova-

ným odporem a závislostí rezistivity na teplotě nebo optického anemometru LDA (Laser Dopplerovský anemometr) využívajícím Dopplerova jevu.

1.5.5 Měření průtoku

Využívá se mnoho fyzikálních principů, ze kterých lze určit průtok tekutin. Rozdílné charakteristiky tekutin tak nelze měřit pouze jediným fyzikálním principem.

Objemová měřidla - přesně definovaný prostor je v pravidelných intervalech bezezbytku vyplněn, díky čemuž je možno dle počtu cyklů stanovit objem protečené tekutiny. Patří sem:

- pístový průtokoměr
- membránový plynoměr
- bubnový plynoměr

Průtokoměry s měřením tlakové difference - pracují na principu rozdílu tlaků. Patří sem:

- rychlostní sondy
- průřezová měřidla
- kapilární průtokoměry
- ostatní – rotametry, turbínkové a lopatkové, ultrazvukové, vírové, hmotnostní, tepelné, Coriolisův (Obr. 10) [1] [7] [22]



Obr. 10 Coriolisův průtokoměr [2]

2 DOPRAVA KAPALIN

Potřeba přemísťovat kapaliny jak velkoobjemové, tak v malém množství, vedla k rozvoji různých typů zařízení na přepravu kapalin jak na velké vzdálenosti, tak i na vzdálenosti v rámci stroje a zařízení. [7]

2.1 Doprava kapalin samospádem

Jedná se o nejjednodušší způsob přepravy kapalin za podmínky vertikálního členění zařízení. Výhodou je nezávislost na přívodu energie a jednoduchost, nevýhodou závislost rychlost vytékající kapaliny na výšce hladiny v zásobníku. [19]

2.2 Doprava kapalin přetlačováním

Kapalina je dopravována pomocí stlačeného vzduchu. V uzavřeném tlakovém zásobníku se vytvoří vzduchový polštář pomocí kompresoru nebo načerpáním kapaliny do zásobníku. [19]

2.3 Doprava kapalin čerpadly

Jedná se o nejčastěji využívaný způsob dopravy kapalin, především na velké vzdálenosti s poměrně konstantním průtokem. Lze zabudovávat průtokoměrné armatury zajišťující přesné dávkování. Funkčnost je závislá na příkonu energie. Dle transformace mechanické práce na tlakovou energii kapaliny se čerpadla dělí na: [2]

- čerpadla objemová (hydrostatická)
- čerpadla lopatková (hydrodynamická)
- čerpadla proudová a speciální

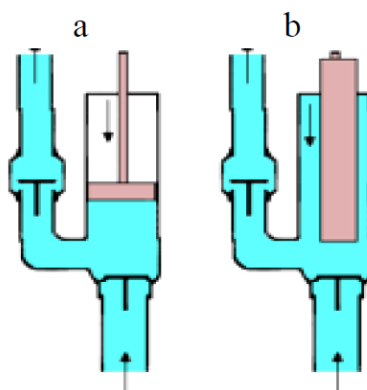
Sací výška čerpadel je závislá na hustotě čerpané kapaliny, střední rychlosti proudící kapaliny, tlakových ztrátách a teplotě kapaliny. S rostoucí teplotou roste parciální tlak par kapaliny a desorpují se plyny v kapalině rozpuštěné. To má za následek snížení sací výšky. Pro vodu je maximální sací výška 8 m. Kapalina v krajním případě může v sání vřít, sací potrubí je potom zaplněno pouze parami a čerpání kapaliny je tak znemožněno. Přitom dochází k jevu zvanému kavitace, kdy se kapalina odtrhne např. od lopatek odstředivého čerpadla nebo pístu čerpadla pístového. Účinnost a výkon čerpadla v takovém případě prudce klesají a v čerpadlech vznikají tlakové rázy, které mohou vážně poškodit skříň a pracovní plochy čerpadla. Kavítaci lze předejít minimalizací tlakových ztrát v sacím potru-

bí (volí se větší průměr sacího potrubí, než je u výtlačného potrubí) a teplota čerpané kapaliny musí být pokud možno co nejnižší. Pro čerpání horkých kapalin je volena nulová či záporná sací výška, tj. sání čerpadla je umístěno pod úrovní hladiny čerpané kapaliny. [5]

2.3.1 Hydrostatická čerpadla

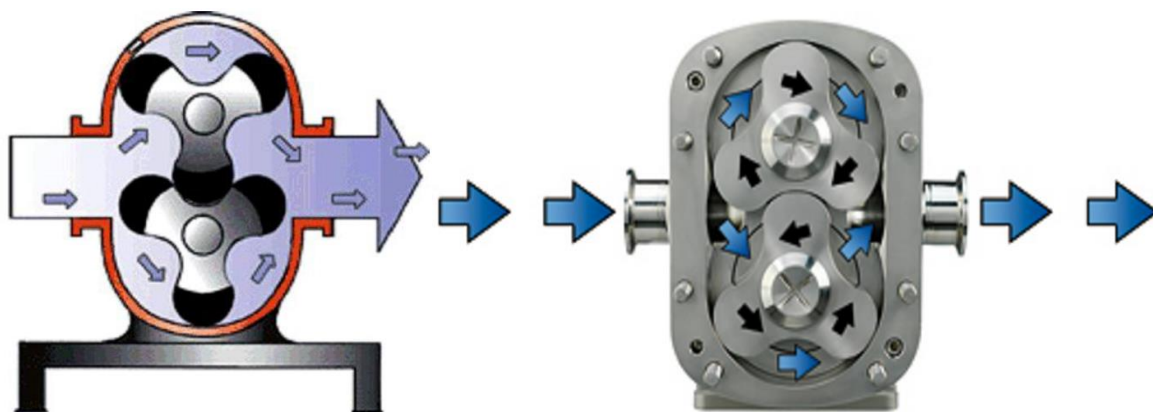
Nuceným vyprazdňováním vymezeného objemu dopravují kapalinu. Tyto čerpadla udělují kapalině vysokou energii. Vykazují tzv. tvrdou charakteristiku, kdy nelze měnit objem čerpané kapaliny redukčním prvkem, ale lze jej redukovat zdvihem pístu, změnou otáček pohonu nebo přepouštěním z výtlačku do sání. [2] [5] [19]

Pístová a plunžrová čerpadla – pomocí pístu je do pracovního prostoru čerpadla nasáván definovaný objem kapaliny, poté je kapalina mechanicky vytlačována pístem. Sací a výtlačné potrubí je uzavíráno jednocestnými ventily. Tato čerpadla jsou vhodná pro malé čerpané objemy, do vysokých výšek a tlaků až 200 MPa (Obr. 11).



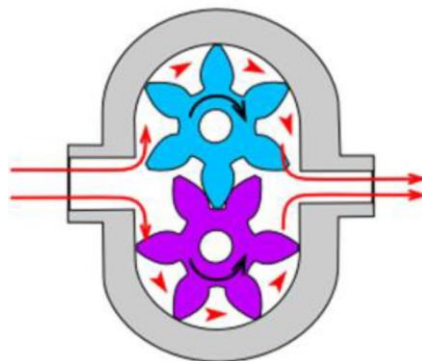
Obr. 11 Pístové čerpadlo a) s utěsněným pístem b) s plovoucím válcem [5]

Čerpadla s rotujícími písty jsou konstrukčně podobná čerpadlům zubovým (Obr. 12).



Obr. 12 Čerpadlo s rotujícími písty [5]

Zubová čerpadla – dvojice ozubených kol umístěných v těsné skříni do sebe přesně zapadají, čímž oddělují sací stranu od strany výtlačné a kapalinu dopravují v zubových mezerách po vnějším obvodu. Vytváří vysoké tlaky až 20 MPa. Jsou určeny pouze pro dopravu čistých kapalin bez mechanických nečistot (Obr. 13).



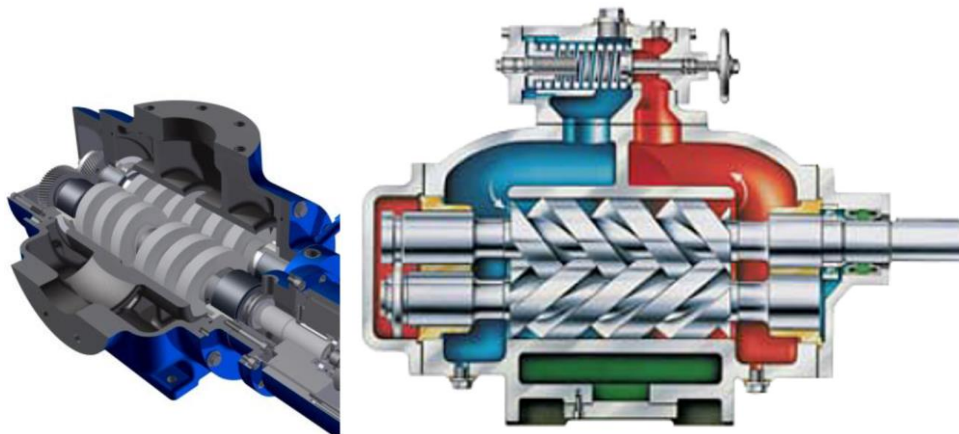
Obr. 13 Zubové čerpadlo [5]

Lamelová čerpadla - rotor excentricky uložený je vybaven výsuvnými lamelami, které při rotačním pohybu rotoru jsou vysouvány na stěnu skříně a vytváří tak prostor pro dopravovanou kapalinu (Obr. 14).



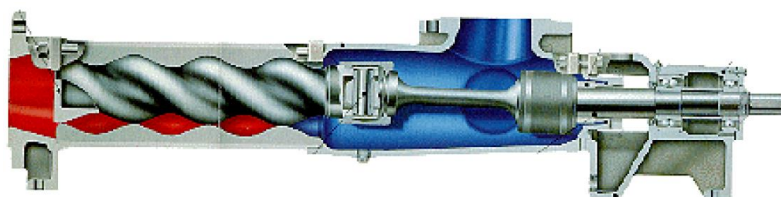
Obr. 14 Lamelové čerpadlo [5]

Šroubová čerpadla dvouřetenová – kapalina je dopravována v mezizávitovém prostoru dvou šroubových vřeten, která mají protichůdné otáčky a opačný smysl stoupání. Tyto čerpadla mají plynulý výtlak, jsou tichá a vhodná k čerpání lehce abrazivních, viskózních i mírně agresivních tekutin při tlacích cca 2 MPa a vysokých průtocích. Teplota čerpané kapaliny může být až 300 °C (Obr. 15).



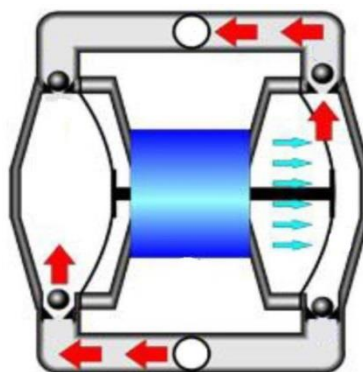
Obr. 15 Šroubové čerpadlo [5]

Šroubová čerpadla s excentrickým šnekovým rotorem – excentricky uložený závitový rotor se odvaluje o vnitřní pryžový závitový profil a vytváří tak mezizávitové, dobře utěsněné kavity, pohybující se ve směru proudění (Obr. 16). Dají se jím čerpat viskózní kapaliny obsahující tuhou fázi a nízkoviskózní kapaliny do tlaku 6 MPa a průtoku až 5 m³/min.



Obr. 16 Šroubové excentrické čerpadlo [5]

Membránová čerpadla – pohybem pryžové membrány je do pracovní komory nasávána a vytlačována kapalina (Obr. 17). Pohyb membrány zajišťuje píst nebo elektromotor s excentrem. Přívod a odvod je osazen jednocestnými ventily. Tato čerpadla jsou vhodná k čerpání malých objemů, čistých, mechanicky znečištěných i agresivních kapalin do tlaků 0,5 MPa.



Obr. 17 Membránové čerpadlo [5]

2.3.2 Hydrodynamická čerpadla

Tato čerpadla přeměňují mechanickou energii na kinetickou energii kapaliny a následně tak vyvolávají tlakovou energii kapaliny. Vyznačují se měkkou charakteristikou, která dovoluje regulovat množství kapaliny ventilem na výtlačném potrubí. [2] [5] [19]

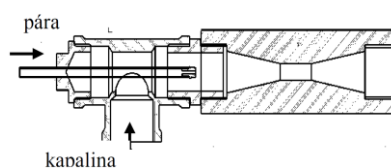
Odstředivá čerpadla – energie je kapalině dodávána oběžným kolem s lopatkami umístěným ve spirálové skříni (Obr. 18). Lopatky jsou zakřiveny dozadu vzhledem ke směru otáčení, což je nevýhodné, ale jsou zde nižší hydraulické ztráty a tím je vyšší energetická účinnost čerpadla. Kapalina je nasávána rozdílem tlaku působícího na hladinu kapaliny a tlaku v ose oběžného kola. Kapalina proudí z oběžného kola do spirálové skříně se zvětšujícím se průtočným profilem, tím klesá její kinetická energie a v souladu s Bernoulliho rovnicí vzrůstá energie tlaková. Čerpadla jsou konstruována jako jednostupňová do tlaku 1 MPa a vícestupňová sériová do tlaku až desítek MPa. Účinnost je vždy pod 90%, tj. o 10 – 16% méně než u pístových. Jsou nejrozšířenějším typem čerpadel. Jsou schopny čerpat agresivní kapaliny s obsahem mechanických nečistot.



Obr. 18 Odstředivé čerpadlo [5]

2.3.3 Proudová čerpadla

Principem jsou podobná Venturiho trubici, kdy médium (voda, plyn, pára) vytéká vysokou rychlostí z trysky do směšovací komory a tím strhává dopravovanou kapalinu. Čerpadla mají velkou spotřebu hnacího média a jejich účinnost je kolem 10%. Fungují do tlaku 0,1 MPa. Průtok se pohybuje v desítkách litrů za sekundu. Jsou jednoduché konstrukce s malými nároky na čistotu kapaliny (Obr. 19).

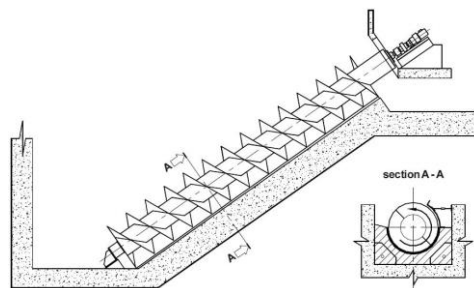


Obr. 19 Proudové čerpadlo [5]

2.3.4 Speciální čerpadla

Pracují na jiném principu než hydrostatická a hydrodynamická čerpadla. Patří sem šneková a peristaltická čerpadla. [5] [7]

Šneková čerpadla přepravují kapalinu žlabem, korytem nebo v trubce, která těsně obepíná otáčející se šnek a kapalině je energie předávána otáčejícím se šnekem (Obr. 20). Pracují ve sklonech 30 – 45 stupňů. Čerpaná kapalina je unášena vzhůru ve spodní části žlabu. Vzhledem ke špatné těsnosti žlabu a šneku jsou vhodná pro dopravu hustších kapalin a při menších výškových rozdílech. Dopravní výška nepřesahuje 20 m, průtok je až několik tisíc m^3 za hodinu, hydraulická účinnost do 95% a energetická do 90%. Čerpadla jsou vhodná pro čerpání odpadních vod a kanalizačních stok.



Obr. 20 Šnekové čerpadlo [5]

Peristaltická čerpadla – v kruhové skříni je umístěna pružná hadice, která je stlačována kladkami umístěnými na rotoru (Obr. 21). Kapalina je nasávána pružností hadice, která po stlačení kladky nabude opět původního tvaru. Kapalina je vytlačována kladkou z hadice ven. Průtok dosahuje až jednotky litrů za minutu a tlak nepřesáhne 1 MPa. Jsou vhodná pro čerpání malých objemů kapalin, suspenzí, viskózních kapalin a látek, které nesmí přijít do styku s kovy, olejem nebo okolním prostředím. Používají se také v laboratořích a farmaceutickém průmyslu pro přesnost dávkování.



Obr. 21 Peristaltické čerpadlo [5]

3 DOPRAVA A KOMPRESSE PLYNŮ

V průmyslu jsou plyny dopravovány a stlačovány především za účelem jejich zpracování jako předmětu pro výrobu nebo podporu dějů ve výrobě. [5] [7]

Stlačený vzduch je v průmyslu používán především jako zásobník energie pro nářadí, pro pohyby strojů a zařízení, pro míchání nebo rozstříkávání, pro čerpání nebo přepravu materiálu. Podle poměru stlačení rozlišujeme stroje na kompresi a dopravu plynů na:

- kompresory
- dmyhadla
- ventilátory
- vývěvy

3.1 Kompresory

Stlačují plyny poměrem tlaků po a před stlačením $p_2 / p_1 > 3$. Pro velké objemy a menší tlaky se používají rotační kompresory a naopak pro velké tlaky a menší objemy jsou používány vícestupňové pístové kompresory. [5]

Výkon kompresorů se uvádí jako objemový průtok plynů za hodinu $Nm^3.hod^{-1}$ s uvedeným maximálním tlakem. Nm^3 vyjadřuje běžný m^3 objemu plynu za atmosférického tlaku a teplotě 25°C. Rozdělení kompresorů dle výkonu:

- malý výkon do $10Nm^3.hod^{-1}$
- střední výkon $10 - 30Nm^3.hod^{-1}$
- velký výkon nad $30Nm^3.hod^{-1}$

Výkon kompresorů lze regulovat jen omezeně a to plynulou změnou otáček nebo skokovým vypínáním válců. Turbokompresory jsou regulovány bypassem výtlaku do sání. Kompresory jsou také děleny dle provozního tlaku na:

- nízkotlaké do 1 MPa
- středotlaké v rozsahu 1 – 10 MPa
- vysokotlaké nad 10 MPa

Dle principu jsou kompresory rozlišovány na:

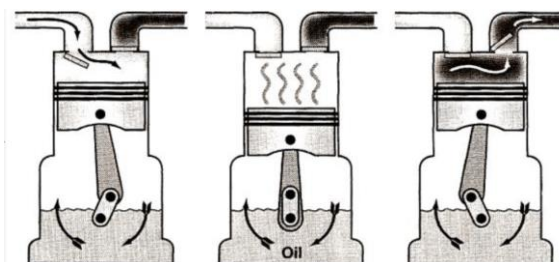
- pístové
 - jednočinné
 - dvojčinné

- rotační
 - axiální
 - lopatkové
 - šroubové
 - radiální
 - odstředivé

Dle počtu stupňů:

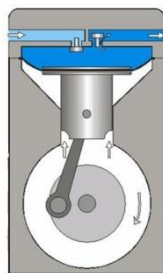
- jednostupňové KP 2 – 8
- dvoustupňové KP 8 – 50
- vícestupňové KP 50 – 1000 (pozn.: KP – kompresní poměr)

Pístové kompresory jsou principem stejné jako pístové čerpadla. Rozdíly v průběhu cyklu jsou způsobeny stlačitelností plynů (Obr. 22).



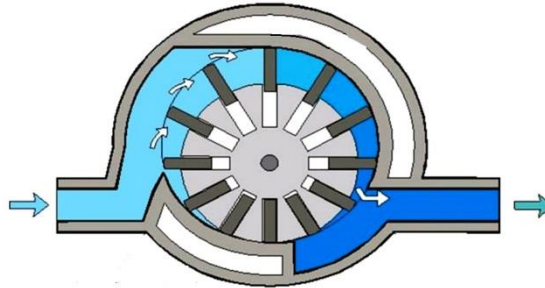
Obr. 22 Pístový kompresor [5]

Membránové kompresory stlačují malé objemy plynů, což je zapříčiněno změnou objemu komory průhybem pružné membrány (Obr. 23).



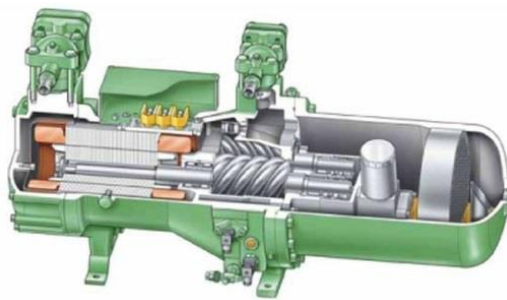
Obr. 23 Membránový kompresor

Lamelové kompresory - excentricky umístěný rotor ve válcové komoře s lamelami zasunutými ve vyfrézovaných drážkách, které jsou odstředivou silou přitlačovány ke stěnám komory (Obr. 24). Pracovní tlak činí 0,5 MPa a objem stlačeného plynu $10\,000\text{ Nm}^3\cdot\text{hod}^{-1}$. Jsou jednoduché a spolehlivé.



Obr. 24 Lamelový kompresor

Šroubové kompresory stlačují plyn zmenšováním objemu kavit mezi šroubovými rotory.

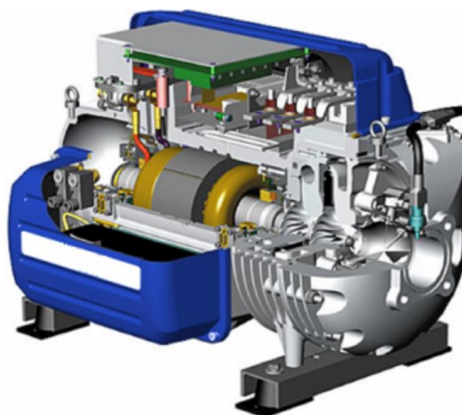


Obr. 25 Šroubový kompresor [24]

Turbokompresory využívají přeměny kinetické energie na energii tlakovou.

Rozdělení:

- radiální $10^3 - 10^5 \text{ Nm}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ $5000 - 12\,000 \text{ ot./min.}$ $P=2 \text{ MPa}$
- axiální (Obr. 26) $50 \cdot 10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ $P=1 \text{ MPa}$

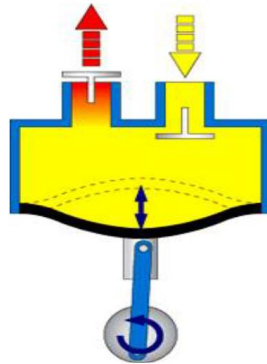


Obr. 26 Dvouступňový turbokompresor [24]

3.2 Vývěvy

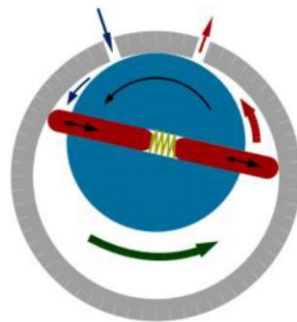
Jedná se o zařízení pro snižování tlaku pod úroveň tlaku atmosférického. [5] [7] [19]

Membránová vývěva – obdoba membránového čerpadla s použitím pro plyny (Obr. 27).



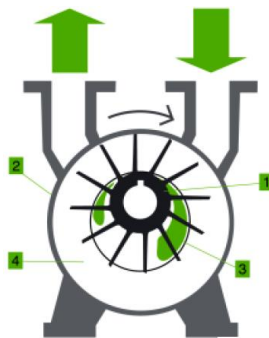
Obr. 27 Membránová vývěva [5]

Lamelová vývěva – princip stejný jako lamelový kompresor. Pracovní prostor je utěsněn olejovým filmem, který současně slouží jako mazivo (Obr. 28).



Obr. 28 Lamelová vývěva [5]

Vodokružná vývěva – obdoba lamelové vývěvy, kde těsnící složku tvoří neustále přitékající kapalina (Obr. 29). Nelze tedy vytvořit nižší tlak než je povrchové pnutí těsnící kapaliny.

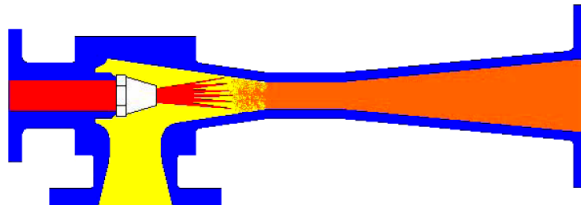


Obr. 29 Vodokružná vývěva [5]

Proudové vývěvy – shodný princip jako proudové čerpadla. Díky Bernoulliho vztahu je vytvářen ve směšovací komoře podtlak (Obr. 30). Lze dosáhnout podtlaku až 760 Torr.

Rozdělení:

- parní
- vodní



Obr. 30 Proudová vývěva [5]

Turbomolekulární vývěva – vícestupňové axiálně uložené lopatky rotoru, na které naráží molekuly plynu, čímž se jim udělí kinetická energie a stlačí je směrem k dalšímu stupni (Obr. 31). Na výstupu je plyn odsáván pomocnou vývěvou. Turbomolekulární vývěvy mají otáčky 16000 – 20000 ot./min. Vývěva dokáže vyčerpávat prostor až do tlaku 10^{-11} Pa.



Obr. 31 Turbomolekulární vývěva [5]

4 PNEUMATICKÉ MECHANISMY

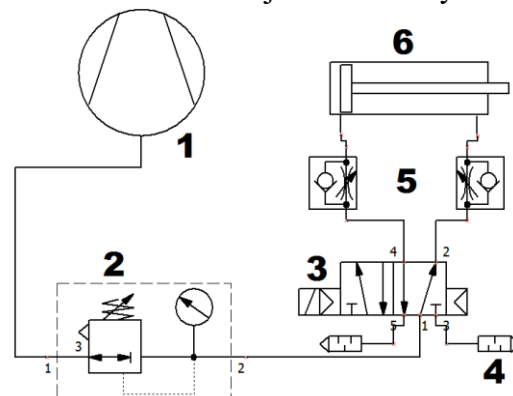
Pneumatický mechanismus je každé zařízení využívající k přenosu energie plynu nejčastěji vzduch. Hnací částí je generátor (kompresor, vyvíječ plynu, apod.), hnanou částí je mechanismus převádějící energii stlačeného plynu na jiný druh energie. Hnané části pneumatického mechanismu se říká pneumatický motor. [10]

Použití pneumatických mechanismů má tyto výhody:

- jednoduchý rozvod energie
- malá hmotnost plynu, což je příznivé pro náhlé zastavení nebo spuštění
- pracují ve velkém rozsahu teplot
- pracují ve výbušném prostředí
- pracují v prostředí náchylném na čistotu
- pracují v prostředí nebezpečí vznícení od otevřeného ohně
- jednoduché zapojení do automatických cyklů stroje
- mají menší tlakové ztráty třením než hydraulické mechanismy
- nemají uzavřený okruh, takže nemají zpětný odvod plynu (Obr. 32)

Nevýhody:

- plyny mají malý odpor proti deformaci
- nízký provozní tlak je vhodný pro malé výkony
- průtok plynu ventilem je při dosažitelných malých tokových spádech citlivý ke změnám zatížení
- mazání pneumatických mechanismů (složitá doprava mazadla po celém systému)
- proudové ztráty v dané mezeře je u pneumatických mechanismů značně větší než u hydraulických
- výroba stlačeného vzduchu je ekonomicky nákladnější než ostatní zdroje energie



1. kompresor (generátor)
2. regulátor s manometrem
3. pneumatický rozvaděč
4. tlumiče hluku
5. škrticí ventily
6. pneumatický válec
(pneumatický motor)

Obr. 32 Jednoduché
pneumatické schéma

5 SENZORY

Základním prvkem pro měření, snímání dat a informací u řídicích a informačních systémů jsou senzory. V technické praxi a vědecké oblasti je využíváno velké množství senzorů různých typů. [12]

5.1 Principy činnosti senzorů

Senzory pracují na základě různých mechanických, fyzikálních, fyzikálně chemických a dalších principů. Dle vlivu na hmotu senzoru rozdělujeme senzory:

- s měnícími se elektrickými vlastnostmi
 - kapacitní
 - indukční
 - odporové
- generující elektrický potenciál
 - aktivní nábojové
 - potenciometrické
 - ampérmetrické
 - indukční
- vytvářející změny směru a energie elektromagnetického záření
 - optické
- způsobující mechanické efekty
 - mechanické
- působící hydraulickými účinky na proudění tekutin
 - tekutinové
- vytvářející chemické změny a reakce
 - elektrokatalytické
- ovlivňující polovodičový efekt hmoty polovodičů
 - polovodičové
- reagující na ionizující záření
 - ionizační

5.2 Kategorie senzorů

Třídění senzorů je možno provést z mnoha hledisek:

- dle snímaných druhů vnějších podnětů
 - veličiny – teplota, tlak, průtok
 - mechanické veličiny – posunutí, rychlost, poloha, zrychlení, síla, mechanické napětí
 - radiační veličiny – elektromagnetické záření
 - elektrické veličiny - napětí, proud, frekvence, fázový posuv, výkon
- dle styku s měřeným prostředím
 - bezdotykové
 - dotykové
- dle působení vnějšího podnětu generujícího v senzoru elektrickou energii
 - aktivní – termočlánek, fotočlánek, piezoelektrický krystal, indukční tachogenerátor
 - pasivní – elektrický odpor, indukčnost, kapacita

5.3 Směr vývoje, technologie senzorů

Vývoj senzorů ovlivňuje značným způsobem technologie jejich výroby. U senzorů starší generace se jedná o prvky mechanické a elektromagnetické. Jejich výroba používá klasické strojní a elektrotechnické technologie. Jsou to zpravidla senzory robustní s větší hmotností. Tyto technologie jsou částečně modernizovány, např. tlustovrstvými technologiemi při výrobě vodičů, rezistorů, kapacitorů a to na bázi kovů, keramiky nebo plastů.

S rozvojem polovodičů souviselo použití polovodičů v sensorové technice. Výhodou takovýchto senzorů je malý rozměr, malá hmotnost, malá časová konstanta, přesnost, nižší cena. Polovodičová technologie umožňuje vyrábět integrované senzory s kombinací senzorů a aktivních prvků zpracovávajících signál, čímž dochází k eliminaci parazitních impedancí a šumů a zvýšení rychlosti zpracovávání signálů. Předpokládá se rozvoj především MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) senzorů a biosenzorů a uplatnění většího rozsahu inteligence senzorů pro vyhodnocování signálů. Trendem je bezdrátová komunikace a výzkum nových materiálů pro senzory. [12]

6 AUTOMATIZACE

Cílem automatizace je odstranění nebo potlačení lidského faktoru. Neoddělitelným základem automatizace je řízení.

6.1 Základní rozdělení

Řízení je cílené působení na řízený objekt tak, aby se dosáhlo žádoucího cíle. Lze tak dělit řízení:

- dle způsobu řízení
 - ruční
 - automatické
- dle přívodu energie
 - přímé
 - nepřímé
- dle odezvy
 - ovládání
 - regulaci
 - vyšší forma řízení
- dle působení řídicího na řízený systém
 - logické
 - spojité
 - diskrétní

6.2 Logické řízení

Činnost řízení, při níž se zpracovávají informace o řízeném procesu logickým obvodem a podle získaných informací se ovládají daná zařízení tak, aby se dosáhlo předepsaného cíle.

6.2.1 Logické členy a logické obvody

Jedná se o fyzikální systém, který uskutečňuje logické operace. Tyto operace realizuje skupina členů zapojených tak, aby generovaly požadovanou logickou funkci. U logického obvodu může veličina na vstupu i na výstupu obsahovat jen jednu ze dvou možných hodnot. Podle způsobu realizace logické funkce se rozlišuje:

- kombinační obvod (bez paměti)

- sekvenční obvod (s pamětí)

6.2.1.1 Kombinační logický obvod

Výstupní stav v kombinačním logickém obvodu (KLO) je jednoznačně určen okamžitým vstupním stavem. Každému vstupnímu stavu, který je tvořen kombinací vstupních proměnných, odpovídá jednoznačně jeden výstupní stav. Obvod je bez paměťových a zpětnovazebních členů.

Dělení KLO:

- logická funkce jedné proměnné
- logická funkce dvou proměnných

Logické funkce jedné proměnné jsou čtyři (Tab. 1), z nichž se nejčastěji používá negace - NOT (Obr. 33).

$$y = 0$$

<i>x</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	LEŽ
<i>y</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	

$$y = 1$$

<i>x</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	PRAVDA
<i>y</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	

$$y = x$$

<i>x</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	OPAKOVÁNÍ
<i>y</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	

$$y = \bar{x}$$

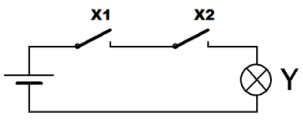
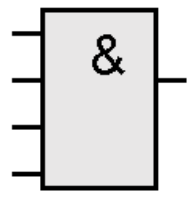
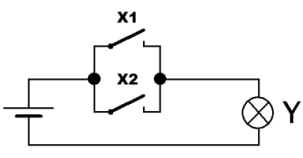
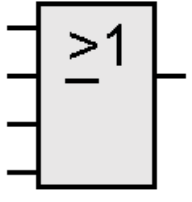
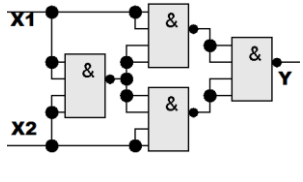
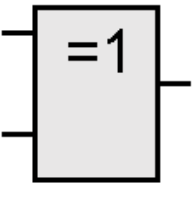
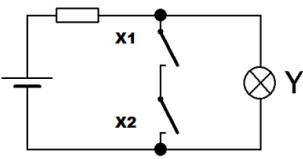
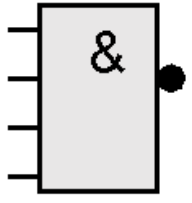
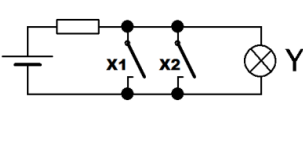
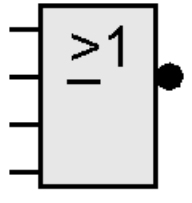
<i>x</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	OPAK
<i>y</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	

Tab. 1 logické funkce jedné proměnné



Obr. 33 Schématické znázornění logické funkce NOT (OPAK)

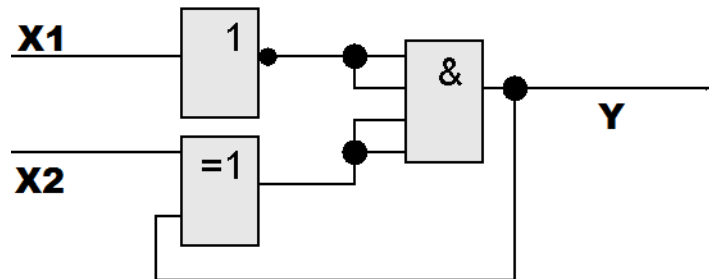
Logických funkcí dvou proměnných je šestnáct, nepoužívanější jsou AND, OR, XOR, NAND, NOR (Tab. 2).

Název funkce	Algebraické vyjádření	Schématické zapojení	Schématické značka	Pravdivostní tabulka															
Logický součin AND	$y = x_1 * x_2$ $y = x_1 \wedge x_2$			<table border="1"> <thead> <tr> <th>x_1</th> <th>x_2</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	x_1	x_2	y	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
x_1	x_2	y																	
0	0	0																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	1																	
Logický součet OR	$y = x_1 + x_2$ $y = x_1 \vee x_2$			<table border="1"> <thead> <tr> <th>x_1</th> <th>x_2</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	x_1	x_2	y	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
x_1	x_2	y																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	1																	
Neshoda XOR EXLUSIV OR	$y = x_1 \oplus x_2$ $y = x_1 xor x_2$			<table border="1"> <thead> <tr> <th>x_1</th> <th>x_2</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	x_1	x_2	y	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
x_1	x_2	y																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	0																	
Negace konjunkce NAND	$y = \overline{x_1 * x_2}$ $y = x_1 \uparrow x_2$			<table border="1"> <thead> <tr> <th>x_1</th> <th>x_2</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	x_1	x_2	y	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
x_1	x_2	y																	
0	0	1																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	0																	
Negace disjunkce NOR	$y = \overline{x_1 + x_2}$ $y = x_1 \downarrow x_2$			<table border="1"> <thead> <tr> <th>x_1</th> <th>x_2</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	x_1	x_2	y	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
x_1	x_2	y																	
0	0	1																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	0																	

Tab. 2 Základní logické obvody

6.2.1.2 Sekvenční logický obvod

Sekvenční logický obvod (SLO) je obvod, v němž je výstupní stav určen nejen na základě vstupních stavů, ale také na základě předchozího výstupního stavu. Do obvodu je tak zavedena zpětná vazba (Obr. 34).



Obr. 34 Sekvenční logický obvod

Nejjednodušší sekvenční obvody jsou klopné obvody. Takto lze sestavit složitější SLO jako čítače, registry, atd.

Klopné obvody (KO) nabývají dvou odlišných napěťových stavů. KO generují obdélníkový signál. Dělí se na dvě základní skupiny:

- asynchronní KO
- synchronní KO

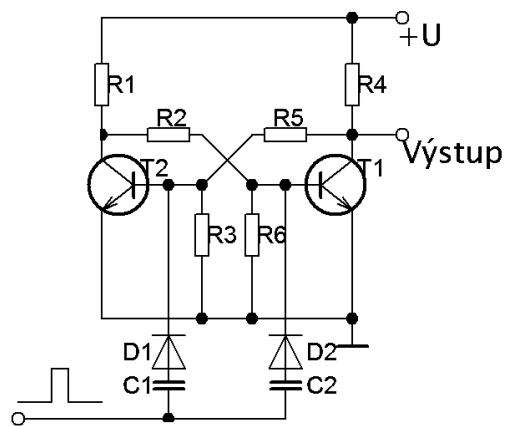
Asynchronní KO (ASKO) jsou bez synchronizačního vstupu. Složitější kombinace ASKO bude mít větší vliv na zpoždění hradel funkčního obvodu a systém se stane lehce nestabilním a nepředvídatelným. ASKO jsou nevhodné pro složitější digitální systémy.

Synchronní KO (SKO) mají na vstupu synchronizační signál C (clock). Změna stavu je provedena na základě aktivace C. Jestliže je na C logická 0, SKO nereaguje na vstup. Přivedením logické 1 na C, reaguje SKO stejně jako ASKO.

Další dělení KO podle způsobu přepínání na:

- bistabilní KO
- monostabilní KO
- astabilní KO

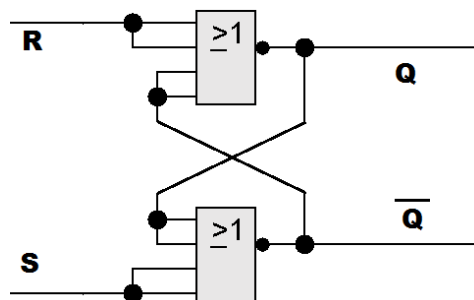
Bistabilní KO (BKO) mají dva stabilní stavy - výstup Q a \bar{Q} , kdy z prvního do druhého stavu přechází pomocí řídicích pulsů. Výstupní signál je zachován i po odstranění vstupního signálu. BKO zanechává na výstupu poslední informaci, kterou dostal (Obr. 35).



Obr. 35 Bistabilní klopný obvod

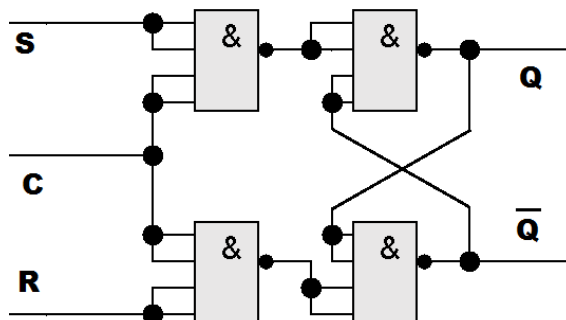
Dělení bistabilních KO:

- **typ RS** - nejjednodušší SKO opatřený dvěma vstupy **R** – reset a **S** – set. Jedná se o nejjednodušší zapojení vykazující paměťový efekt (Obr. 36)



Obr. 36 Klopný obvod typu RS

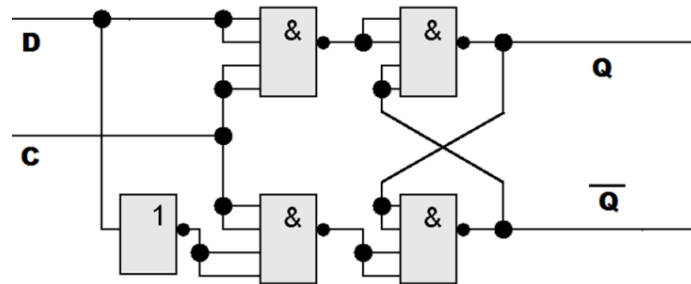
- **typ RST** - obvod vycházející z typu RS, který je navíc vybaven synchronizačním vstupem **C (T)**. Vstupy **R** a **S** jsou na tomto vstupu závislé. Lze tak nastavit **R** a **S** ještě s předstihem a změnu provést až po přivedení logické 1 na **C(T)** (Obr. 37)



Obr. 37 Klopný obvod typu RST

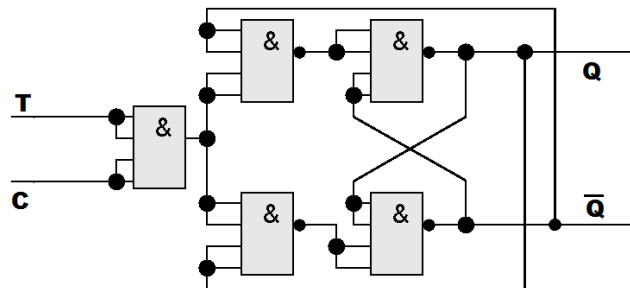
- **typ D** - obvod založený na typu RS. Je zde realizováno opatření vylučující možnost vzniku nežádoucího neurčitého stavu. Vstup **D** (data) je jediným vstupem pro **R** i **S**.

Vstup R je navíc vybaven funkcí NOT. Reset má vždy opačnou hodnotu než set, což zajišťuje nekolizní stavy (Obr. 38)



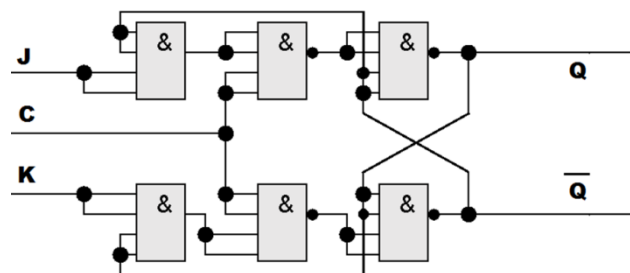
Obr. 38 Klopný obvod typu D

- **typ T** (trigger – překlápěč – invertor) - typ vycházející z obvodu RS. Má mimo synchronizačního vstupu C jen jeden vstup T . Typ T je vytvořen spojením vstupů typu JK (Obr. 39)



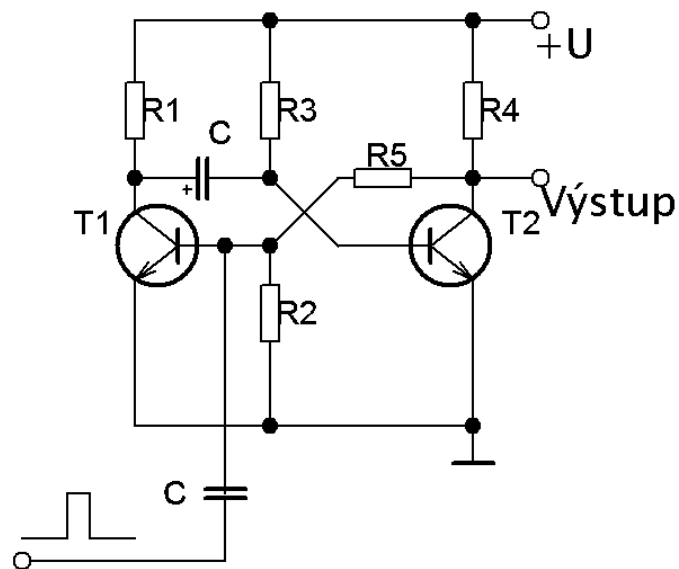
Obr. 39 Klopný obvod typu T

- **typ JK** - základem tohoto obvodu je typ RS. Typ JK je funkčně shodný s obvodem RS, jeho zapojení však vylučuje zakázaný stav (Obr. 40)



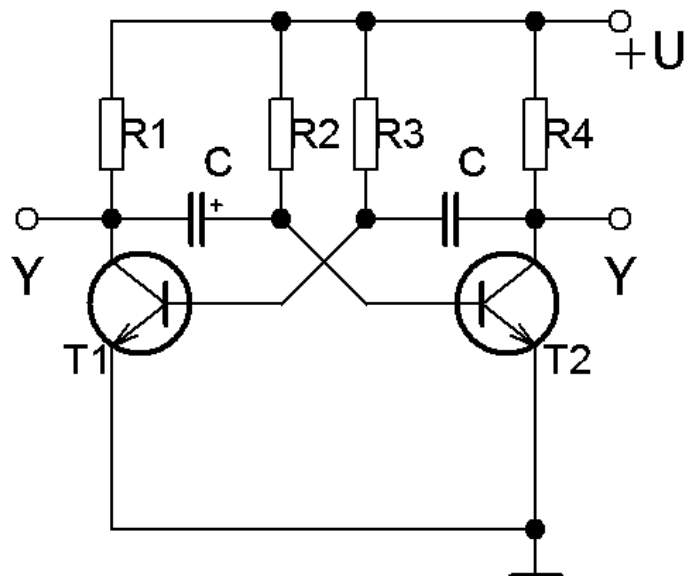
Obr. 40 Klopný obvod typu JK

Monostabilní KO (MKO) mají jeden stabilní a druhý kvazistabilní (nestabilní) stav. Výstup se překlápí pouze přivedením impulsu na vstup a je udržen po omezenou dobu. Tento výstupní signál je nastavenou časovou konstantou (Obr. 41).



Obr. 41 Monostabilní klopný obvod

Astabilní KO (AKO) mají dva kvazistabilní stavy. Je tak patrné, že postrádají řídicí signály. Z prvního do druhého stavu se překlápí samovolně a jako u MKO je střída určována časovou konstantou. Tato časová konstanta je vhodně vřazena do zpětné vazby. Pokud pracuje se střídou jedna, nazývá se multivibrátor (Obr. 42). [13] [17] [18]



Obr. 42 Astabilní klopný obvod

7 PLNICÍ STROJE

Mezi nejrozšířenější oblast použití plnicích strojů patří potravinářský průmysl. Proto by plnicí stroje (dále také plničky) měly dodržet dva základní požadavky - naplnit přesné množství bez kontaminace z vnějšího okolí. Konstrukce strojů je závislá na druhu plněné látky. [11]

Rozlišujeme stroje na plnění látkami:

- tekutými
- polotekutými
- tuhými

7.1 Stroje na plnění tekutými látkami

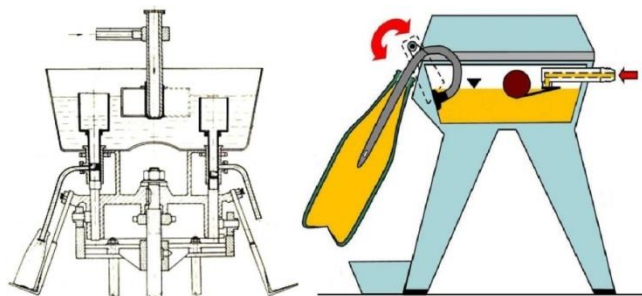
Mezi nejčastější látky k plnění patří lihoviny, mošty a ovocné šťávy. Plnicí stroje tekutými látkami rozdělujeme do dvou základních skupin [21]:

- plnicí stroje s objemovým plněním
- plnicí stroje s hladinovým plněním

7.1.1 Objemové plničky

Objemové plničky jsou navrženy tak, aby se do každé nádoby vypouštělo stejné množství tekutiny. Množství se odměřuje v odměrných nádobách nebo regulovaných válcích. Jsou-li plněné nádoby nestejných objemů např. z důvodu nepřesnosti výroby, bude se lišit jejich hladina v nádobě. Další nevýhodou je nemožnost plnění látkami, kde není možné zaručit přesný objem z důvodu přítomnosti větších pevných částí. Proto se tyto stroje využívají pouze pro látky čistě tekuté bez přítomnosti jiné fáze.

Plnění se uskutečňuje svislým pohybem odměrných nádob, které jsou umístěné v zásobní nádrži. Hladina v zásobní nádrži je udržována základním regulačním obvodem s plovákem. Zdvih odměrných nádob je mechanický pomocí kladek, které se pohybují po profilované dráze (Obr. 43).



Obr. 43 Gravitační plnička [21]

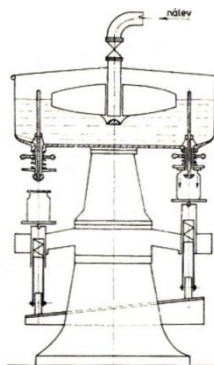
7.1.2 Hladinové plničky

Objemové plničky pracují na principu regulace přesné výšky hladiny v zásobní nádrži. Vznikají takto přebytky nebo nedostatky v plněných nádobách z důvodu nepřesnosti jejich výroby. Hladinové plničky odměřují náplně přesně na daný obsah plněných nádob. Podle tlaku při plnění se rozdělují na:

- atmosférické
- vakuové
- přetlakové a protitlakové

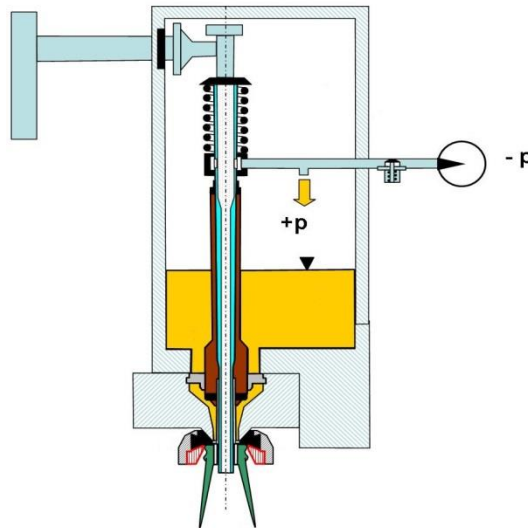
Principem je umístění odsávací trysky do určité výšky v plněné nádobě. Po naplnění kapalinou se zabrání odvodu vzduchu z nádoby a tím se zastaví i plnění.

Atmosférická plnička má v zásobníku umístěný plovák vedený na přívodní trubce, který zajišťuje výšku hladiny. Na dně zásobníku jsou plnicí ventily v podobě dvou sousedních trubek, z nichž jedna slouží k odvodu vzduchu z plněné nádoby a druhou je přiváděna kapalina. Nádoba je zvedacím mechanismem zvedána až dosedne na odpružený talíř. Při plnění je vytlačován vzduch do zásobníku a po naplnění uzavře přívod kapaliny vzniklý přetlak. Plněná nádoba pomalu klesá dolů a zároveň je zbytkem v plnicí trubce doplněna nádoba na přesnou míru (Obr. 44).



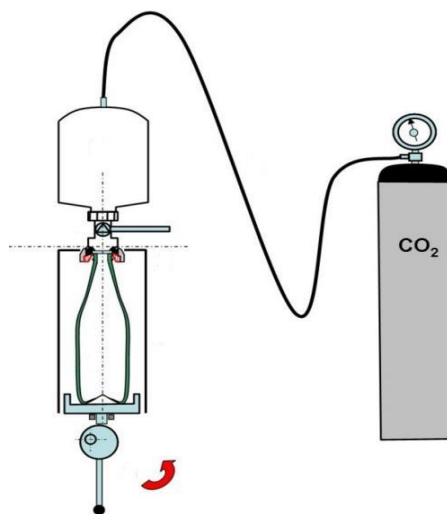
Obr. 44 Atmosférická plnička [11]

Vakuová plnička má potrubím propojen zásobník kapaliny s vývěvou. Z nádoby se odsaje vzduch přes kapalinu v zásobníku a kapalina samospádem vyplní bezzbytku celý objem nádoby až po plnicí ventil, který se uzavře. Kapalina, která zbyla v odsávací trubce, je natažena pod tlakem zpět do zásobníku (Obr. 45). Jednou z výhod je nemožnost naplnění poškozených nádob z důvodu nevytvoření podtlaku.



Obr. 45 Vakuová plnička [21]

Protitlaková plnička se používá k plnění sycených kapalin. Předplněním nádoby plynem o stejném nebo vyšším tlaku, než jaký je v zásobníku, se zabrání zpěňování sycené kapaliny. Důležitou součástí plničky je pneumaticko-mechanický trojcestný plnicí ventil, který nejprve přivede ze zásobníku plynu tlakový plyn do nádoby a pak je při plnění zpětně tlačěn do zásobníku (Obr. 46).



Obr. 46 Plnění s protitlakem [21]

7.2 Plničky polotekutých látek

Slouží k plnění vazkých hmot, jako jsou džemy, pomazánky atd. [11]

Dělí se na:

- plničky polotekutých látek stejnorodé konzistence
- plničky polotekutých látek nestejnorodé konzistence

Plničky polotekutých látek stejnorodé konzistence jsou jednoduché konstrukce, obvykle s jedním nebo dvěma písty, které ze zásobníku nasají plnicí látku a poté ji přes trojcestný ventil vytlačí do plněné nádoby. Množství dávky lze regulovat výškou zdvihu pístu. U rotačních vícepístových plniček je zdvih pístu řízen vačkovou drahou, kterou lze v určitých částech zdvíhat nebo snižovat a tím regulovat nasávané množství látky.

Plničky polotekutých látek nestejnorodé konzistence tvoří nálevka s obsahem shodným s plněnou nádobou. Obsah nálevky lze regulovat otáčením víka. Výpustný otvor víka musí mít dostatečně velké rozměry.

7.3 Plničky tuhých látek

Tyto plničky jsou určené pro plnění tuhých látek jako např. ovoce a části zeleniny. Důležitou vlastností je zachování potřebné kvality potravin. [11]

Rozdělení základních typů:

- talířová plnička
- vibrační plnička
- šneková plnička

Talířová plnička je zařízení na ruční plnění. Má-li potřebné příslušenství je plnička samočinná. Základ tvoří otáčející stůl, růžice unášející nádoby a talíř s plnicími otvory. Talíř má otvory ve velikosti hrdla plechovek. Talíř lze zaměňovat a přizpůsobovat tak plněným nádobám. Důležité části jsou vyrobeny z korozi-vzdorné oceli.

U **vibrační plničky** je surovina dopravována korečkovým nebo pásovým dopravníkem na vibrační podavač. Pod vibračním podavačem se pohybují plněné nádoby, které jsou z vibračního podavače kontinuálně plněny. Absence pohybující se masky zapříčiňuje odpadávání části plněné látky mimo nádoby, odkud je odváděna zpět do zásobníku.

Šneková plnička je automatická plnička pro plnění zeleninových směsí a salátů. Šnek stlačí surovinu a zároveň vymačká přebytečnou vodu ze suroviny. Rychlost otáčení šneku určuje tlak, jakým je surovina stlačována. Ta je poté dopravena pod plnicí píst, který ji dále vytlačí do plněné nádoby. Regulace dávky se nastavuje vačkou. Stroje bývají vybaveny automatickou kontrolou hmotnosti naplněné nádoby. V případě neshody s nastavenou hodnotou je výrobek automaticky vyřazen.

7.4 Plničky a stroje z oblasti polygrafického průmyslu

V oblasti polygrafického průmyslu je evropských výrobců strojů a zařízení omezené množství. Mezi nejznámější patří:

- CBR Engineering
- JERO Productions
- LOBOZAR technik

7.4.1 CBR Engineering

Švýcarská společnost CBR Engineering se zabývá technologiemi renovace inkoustových kazet a především výrobou strojů k tomu určených. Je dodavatelem kontrolních zařízení (shoptesterů) do obchodů, ale i pro společnosti zabývající se renovací inkoustových kazet, kterým dodává stroje. [14]

Produkční řada:

- čistící a vyplachovací stroje
 - JetClean 155 - automatický ostříkovač trysek ve výrobě
 - FlushClean 155 – univerzální ruční vyplachovačka kazet typu Printhead
 - ShopClean 55 - ruční ostříkovač trysek určený pro obchodníky
 - VacuumBoiler 105 – vakuová plnička čistícího media pro kazety Printhead
 - ServiceUnit 101 – zařízení pro stabilizaci hladiny inkoustu v zásobníku
 - ShopDrain 100 Centrifuge - odstředivka starého inkoustu
- plnicí stroje
 - ProFill 155 TP – automatická plnička inkoustu s vakuovou plnicí komorou
 - ProFillomat 155 – plnička kazet typu Ink Tank
 - ProFill 455 – speciální plnička pro agresivní inkousty
 - ShopFill 55 – plnička inkoustu s vakuovou plnicí komorou s časovačem

- ProFill900 - plnička pro kazety HP 930/950
- testery
 - ShopTester 200 – univerzální tester kazet typu Printhead do obchodů
 - SmartPrinter – tester kazet pro 100%ní kontrolu pro výrobce

ProFill 155 TP je příkladem plničky od společnosti CBR Engineering (Obr. 47). Plnička má PLC řízení a je schopna plnit všechny kazety typu Printhead. Jedná se o univerzální plničku s přesností plnění na 0,1 ml, tj. přibližně 0,11 g inkoustu. Plnička je vybavena vakuovou komorou, díky které je možné zaplnit kazetu až po tiskovou hlavu. Na této plničce je možné plnit i některé druhy inkoustových zásobních nádob.



Obr. 47 ProFill 155 TP [14]

7.4.2 JERO Productions

Společnost se zabývá výrobou a prodejem zařízení pro ruční plnění kazet. Výrobní řada je složena ze dvou plniček jednoho modelu. Zbytek výrobního zaměření je na adaptéry a ruční jednoduché přípravky. [15]

Plničky modelu:

- AutoFillomat V2.0
- AutoFillomat V3.0

AutoFillomat je jedinou plničkou společnosti JERO Productions (Obr. 48). Jedná se o mechanismus napodobující pohyb ruky člověka. Do plničky je vložena stříkačka

s inkoustem, pod kterou je umístěn přípravek s prázdnou kazetou a ta je naplněna. Je určena pro plnění kazet typu Ink Tank, především značky Canon.



Obr. 48 AutoFillomat [15]

7.4.3 LOBOZAR technik

Soukromý německý výrobce strojů LOBOZAR technik, určených pro renovaci inkoustových kazet, který pod původní značkou Brunner Technik dodává renovačním společnostem stroje k renovaci inkoustových kazet. [16]

Produktová řada:

- FS 50 U (3 FILL-SYSTEM) - plnička kazet typu Printhead ve vakuové komoře pro 3 kazety současně
- FS 50 U (6 FILL-SYSTEM) - plnička kazet typu Printhead ve vakuové komoře pro 6 kazet současně
- KSU (3 FILL-SYSTEM) – plnička kazet typu Ink Tank pro 3 kazety současně
- KSU (6 FILL-SYSTEM) - plnička kazet typu Ink Tank pro 6 kazet současně
- URFS/PC – univerzální plnička všech hubkových kazet typu Printhead
- SPINDOCTOR - vyplachovací zařízení s odstředivkou pro kazety typu Printhead
- PRIMER – oživovačka naplněných kazet

- SERVOFILL – plnička sáčkových kazet typu Ink Tank
- QUALITYSTATION – kontrolní zařízení pro naplněné kazety

FS 50 U (3 FILL-SYSTEM) je automatická plnička určená pro kazety typu Printhead. Plnička (Obr. 49) je ovládána PLC modulem a plní celkem tři kazety v jednom cyklu. Dávkování inkoustu je pomocí pneumaticky ovládaných stříkaček.



Obr. 49 Plnička FS 50 U 3 [16]

Dle dostupných materiálů byla provedena studie tekutin se zaměřením na jejich vlastnosti, které jsou důležitým faktorem ovlivňujícím proces a především výsledek plnění. Jsou zde uvedeny možnosti dopravy tekutin a vhodný způsob pohonu u plnicích strojů.

Dále je v práci přiblížen způsob řízení strojů a zařízení s prvky zpětné vazby a popis logických členů užívaných při programování. V poslední části je obecný přehled plnicích zařízení užívaných především v potravinářském a polygrafickém průmyslu.

Na základě těchto znalostí může být postoupeno k další přípravné fázi předcházející návrhu technologie a technologie plnění.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce je prozkoumání technologických možností znovunaplnění inkoustových kazet EPSON řady 16 a EPSON řady 18 a návrhu plnicího zařízení (dále také plnička) pro jejich naplnění. Navrhnutá plnička by měla zajistit správné naplnění inkoustové kazety požadovaným množstvím inkoustu dle daného typu kazety v požadovaných komůrkách a kapilárách až po výstupní otvor (dále outlet).

8.1 Renovace kazet

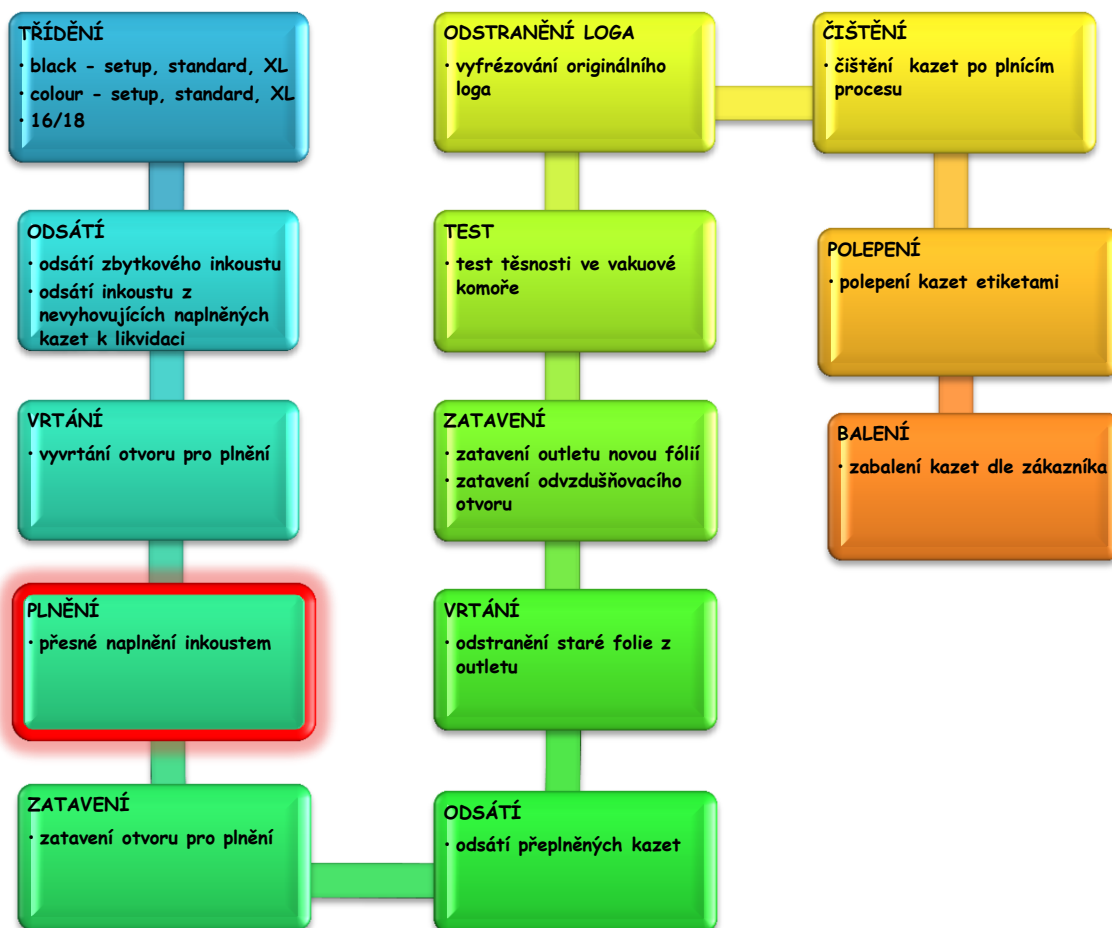
Renovace inkoustových tiskových kazet přináší klientům možnost výběru. Renovovaná kazeta je levnější a tedy výhodnější. Největším pozitivem renovace je míra environmentálního zatížení. Je zřejmé, že dopady na přírodu jsou při renovaci nižší, než při výrobě nových kazet a jejich následné likvidaci, která by měla končit jejich recyklací. Problémem recyklace je aplikace miniaturních komponentů z různých materiálů a jejich kontaminace zbytkovým inkoustem.

Nevýhodou renovované kazety je životnost, která se odráží v počtu renovačních cyklů a zejména v zacházení zákazníkem s tiskovou kazetou. Renovace tiskových kazet je pro výrobce nevýhodnou konkurencí a tak se již mnohokrát stala předmětem žaloby u mezinárodního soudu. Neúspěchy u soudů výrobci kompenzují plánovanou životností tiskových kazet, popřípadě elektronickým omezením a varovnými pop-up okny. Renovace je nyní tedy mnohem komplikovanější než v minulosti. Boj v oblasti tiskových kazet je zapříčiněn tím, že cena nákupu nové tiskové kazety tvoří téměř polovinu ceny celé tiskárny a nákupní cena renovovaná kazeta je přibližně poloviční než cena nové kazety. [25]

8.2 Plnění v procesu renovace kazety

Navržená technologie a zařízení by mělo být snadno zařaditelné do výrobní linky pro kazety EPSON. Linka Epson je složena z jednoúčelových stolních strojů. Výrobní linka je seřazena do tvaru U, čímž je počátek i konec procesu možno obsluhovat společnou trasou pro materiál i expedici. Všechny linky jsou složeny ze stolních strojů, a pokud je zapotřebí specializovanější zařízení, např. frézy, karusely atd., jsou upravovány tak, aby byly výškově a rozměrově shodné s pracovními stoly linky. Výhodou takového uspořádání je jednoduchá reorganizace linky dle technologického postupu. Každá kazeta má svůj technologický postup renovace. Technologické postupy jsou však v hrubém konceptu shodné. Liší se pouze ve vynechání některé operace, změnou chronologie nebo vřazením další operace.

Primární operací při renovaci kazet je plnění. Samotnému plnění předchází mnoho přípravných operací, které mají zajistit kvalitní naplnění inkoustové kazety. Po naplnění následuje soubor činností, které ve většině případů zajišťují estetickou kvalitu výrobku. Obecný přehled posloupnosti operací je uveden na Obr. č. 50.



Obr. 50 Proces renovace inkoustové kazety

Je tedy nutno zkonstruovat takový stroj, který je možno jednoduše a rychle zaměnit při změně typu kazety nebo při samotné změně technologického postupu renovace.

9 INKOUST

Vlastnosti inkoustu zásadně ovlivňují parametry tisku. Výsledné složení inkoustu musí splňovat předem definované požadavky:

- stálobarevnost
- hustota
- povrchové pnutí
- viskozita
- pH
- vodivost
- tepelná odolnost
- smáčivost
- bezpečné pro životní prostředí
- bezpečné pro člověka
- rychlost zasychání
- přilnavost barviva k povrchu
- rozpustnost zaschlého barviva
- netoxicity inkoustu
- netoxicity výparů
- odolnost proti stárnutí

9.1 Vlastnosti inkoustu při přejímce

Receptury inkoustů jsou vlastnictvím výrobců a poměry složek jsou tajné a veřejně nedostupné. Výrobci dodávají inkousty včetně bezpečnostních listů, kdy rizikové vlastnosti inkoustu jsou v souladu s předpisy. Při přejímce inkoustu určeného k renovaci kazet jsou zkoumány především vlastnosti, které mají vliv na uskladnění inkoustu v inkoustové kazetě, dopravu ve velmi tenkých kapilárách a nanášení na tištěný povrch.

Viskozita má vliv na rychlost doplnění minikavity nad tryskou. Tato rychlost ovlivňuje rychlost tisku a životnost tiskové hlavy z důvodu lepšího chlazení tiskových heaterů. Pro měření viskozity je využíváno zařízení HAAKE VISCITESTER 7L/R PLUS (Obr. 51).



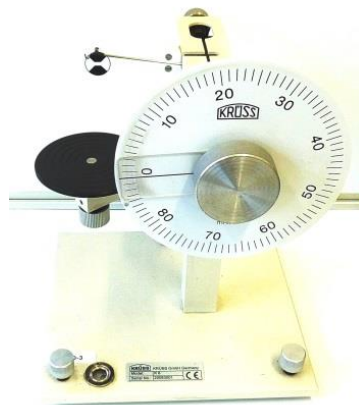
Obr. 51 Viskozimetr

Hustota je důležitá pro určení přesného objemu inkoustu v kazetě. Některé kazety jsou natolik malé, že objem inkoustu v nich obsažený nepřesahuje 7 ml. Měřit takto malé průtoky je náročné a nákladné. Konečná kontrola naplněnosti kazet probíhá pomocí váhy a proto je koeficient hustoty důležitou informací (Obr. 52).



Obr. 52 Přesná váha s přesnou odměrnou pipetou

Povrchové pnutí ovlivňuje absorpční schopnosti houbiček a jejich schopnost následně uvolňovat inkoust ve správném množství. U tisku inkoustem je důležité, aby se vystříknutá kapička okamžitě vsála na tištěnou plochu. Je měřeno tenziometrem s rozsahem do 89 mN/m (Obr. 53).



Obr. 53 Tenziometr

pH je jedinou měřenou chemickou vlastností. Jelikož se inkoustový tisk dostává do styku s pokožkou uživatelů, je důležité udržet neutrální pH. Pro určení pH hodnoty je využíván ph metr HANNA HI99001 (Obr. 54).



Obr. 54 Ph metr

Vodivost je zjišťována poměrem iontů obsažených v inkoustu a tím přítomnost nežádoucích látek. Při obsahu většího množství těchto látek může docházet ke krystalizaci inkoustu v kanálcích tiskové hlavy. Je měřeno konduktometrem WTW Cond 3110 v μS (Obr. 55).



Obr. 55 Konduktometr

9.1.1 Testovací protokol

Výsledky měření se zapisují do Ink analysis protokolu (Tab. 3), jsou porovnány s protokolem od výrobce a na jeho výsledku je rozhodnuto o schválení inkoustu k použití. Toleranční rozsah hodnot u dodavatele a u příjemce se liší vzhledem k užití jiných způsobů měření. Rozsah hodnot u příjemce byl stanoven dle doporučení výzkumného oddělení inkoustů R&D Dortmund skupiny ARMOR.

Measurement	Instrument	Accuracy	Measurement values	Measurement temperature (°C)	Value	Suppliers Value	In supplier range?	In our range?
Ink analysis								
Ink supplier		Artech		: Fill up these areas				
Name of ink		BKP 405		Attention: always start filling up with the area that is most above! Else other values will not be correctly calculated				
Type of cartridge		Canon BCI-3/BCI-24		: Copy these areas				
Color		pigment black						
Batch id.		9001 (4)		After approval by this procedure, make sure the batch certification is performed also, to be done on first production batch of cartridges				
Measurement performed by		Martin						
Date		17.1.2012						
Density								
Instrument calibrated?	<input type="checkbox"/> 1x / year						choose yes/no	
Mass per 10 cm ³	Weighing scale ADP 110L	0.001g	10.545 g	10 cm ³	°C	1.06 g/cm ³	1.05 g/cm ³	yes
	Pipette: 5 / 10 ml	0.1cm ³	10.558 g	10 cm ³	°C	0.00 st. dev.		yes
PERFORMANCE:	2 X							
Conductivity								
Instrument calibrated?	<input type="checkbox"/> 1x / month							
Conductivity	WTW Cond 3110	0.01mS	0.21 mS	23.5 °C		0.21 mS	0.196 mS	yes
						0.00 st. dev.		yes
PERFORMANCE:	1 X							
pH								
Instrument calibrated?	<input type="checkbox"/> 1x / month							
pH	Hanna HI 991001	0.1pH	8.09 pH	24.3 °C		8.1 pH	8.3 pH	yes
			8.11 pH	24.3 °C		0.0 st. dev.		yes
PERFORMANCE:	2 X							
Surface tension								
Instrument calibrated?	<input type="checkbox"/> 1x / year							
Surface tension	K6 Tensiometer	0.5mN/m	45.0 mN/m	25 °C		45.0 mN/m	42.4 mN/m	no
	HAAKE		45.0 mN/m	25 °C		0.0 st. dev.		yes
PERFORMANCE:	2 X							
Kinematic viscosity								
Instrument calibrated?	<input type="checkbox"/> 1x / year			Error				
Viscosity (dynamic)	HAAKE V7L	0.01mPa/s	3.52 mPa s rpm:	11.7% °C		3.34 in mm ² /s	3 mm ² /s	no
						0.01 st. dev.		yes
For kinematic viscosity always perform density measurement!								
Temperature is controlled on 20 °C								
Dynamic viscosity								
PERFORMANCE:	1 X							

Tab. 3 Protokol přejímky inkoustu

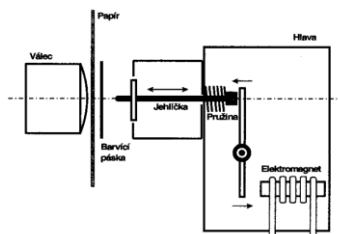
9.2 Technologie tisku

Vlastní technologie tisku se dá rozdělit do tří základních principů dopravování inkoustu na tištěnou plochu:

- mechanická
- termální (bubbles print)
- piezotisk (piezoprint)

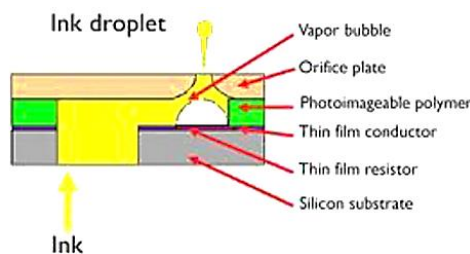
Mechanické dopravování inkoustu je nejstarší technologií používanou pro osobní tiskárny. Vychází z principu psacího stroje, kde pomocí beranidla je přes inkoustový pásek otištěn tvar raznice na tištěnou plochu. U tiskáren je beranidlem jehlička (Obr. 56), která přes in-

koustový pásek otiskne bod na tištěnou plochu. Jehlička je uváděna do pohybu elektromagnetem. Počet jehliček určuje rychlost a kvalitu tisku a každá má nezávislé ovládání, díky čemuž je možné tisknout i složitější tvary. Průměr jedné jehličky je 0,2 až 0,3 mm.



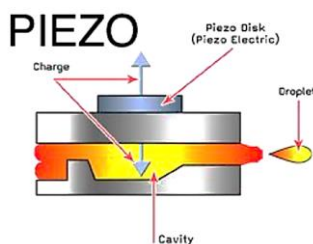
Obr. 56 Princip jehličkového tisku [23]

Bubbles print, tedy bublinková technologie, využívá tepelné roztažnosti inkoustu. Tisková hlava obsahuje miniaturní heatery, které velkou rychlostí zahřívají inkoust. Vzniklé plyny, které se vytvoří nad inkoustem, vypudí inkoust skrze trysku na tištěnou plochu. Je důležité, aby vzniklý prázdný prostor u heateru byl okamžitě zaplněn inkoustem a takto jej ochladil (Obr. 57). Životnost tiskové hlavy je ovlivněna kvalitou ochlazování heateru. Každá tryska má minimálně jeden heater. Průměr jedné trysky je přibližně $9 \mu\text{m}$ a na ploše $0,5 \text{ cm}^2$ se dle typu kazety nachází asi 600 trysek.



Obr. 57 Princip bublinkového tisku [23]

Piezoprint využívá piezočlánek, jenž po přivedení signálu mechanicky vypudí inkoust z mikromůrky skrze trysku na tištěnou plochu (Obr. 58). Tiskárny s piezoprintem jsou citlivé na plyny obsažené v inkoustu, proto je potřeba inkousty odplynovat (degassing).



Obr. 58 Princip piezotisku [23]

10 NAVRŽENÍ TECHNOLOGIE PLNĚNÍ

Kazety EPSON 16/18 jsou Ink Tanky. Každá kazeta obsahuje pouze jednu barvu. Nejedná se tedy o kazetu trikolor. Kazety trikolor jsou převážně zastoupeny v oblasti Printheadů, což jsou konstrukčně jednodušší inkoustové zásobníky obsahující složitý systém tiskové hlavy.

Kazety 16/18 budou plněny v dávkách pro jednu barvu, kdy jedna dávka činí kolem tisíce kusů denně. Plnička by měla pokrýt denní dávku s rezervou na technologické a pracovní prostoje. Technologické prostoje jsou způsobeny údržbou, opravami, seřizováním a výměnou barvy. Pracovní prostoje pokrývají pauzy na stravu, toaletu, mikropauzy, atd.

Návrh technologie plnění a konstrukce plnicího stroje závisí především na vnitřním uspořádání kazety.

10.1 Inkoustová kazeta EPSON T16xx / T18xx

Jedná se o dva shodné typy kazet. Kazety EPSON T16xx (dále 16) jsou rozděleny na druhy EPSON T162x SETUP (Obr. 59), T162x STANDART a 163x XL. Kazety EPSON 18xx (dále 18) jsou rozděleny na druhy 180x SETUP, 180x STANDART, 181x XL, (x za číslem označuje barvu: 1_black, 2_cyan, 3_magenta, 4_yellow). Obě kazety jsou konstrukčně shodné. Liší se v náplni, kdy kazety 16 CMYK jsou plněny inkoustem na bázi pigmentu a kazety 18 CMYK jsou plněny inkoustem na bázi dye. Black kazeta je plněna inkoustem na bázi pigmentu. Inkousty na bázi dye jsou využívány v domácnostech, jelikož se dají použít i pro tištění fotografií. Inkousty na pigmentové bázi jsou vhodné do kanceláří. Mají lepší barevnou stálost a delší životnost dokumentů. Kazety 16/18 Epson jsou Ink tanky s bezhubkovými zásobníky, které však obsahují spoustu kanálků tak, aby byl zajištěn potřebný

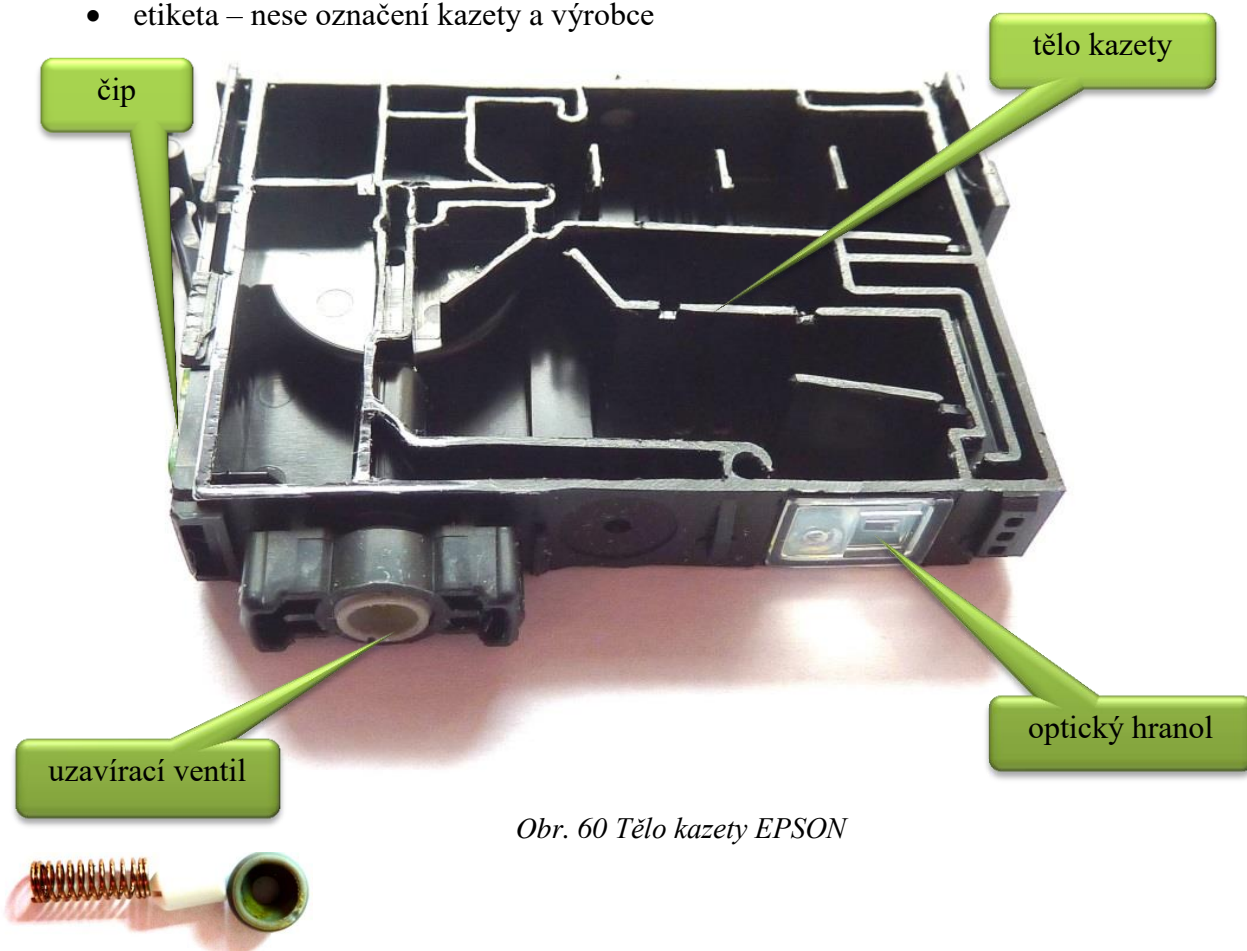
kapilární efekt. Kazety 16/18 jsou sestaveny z několika komponentů (Obr. 60 – 64):



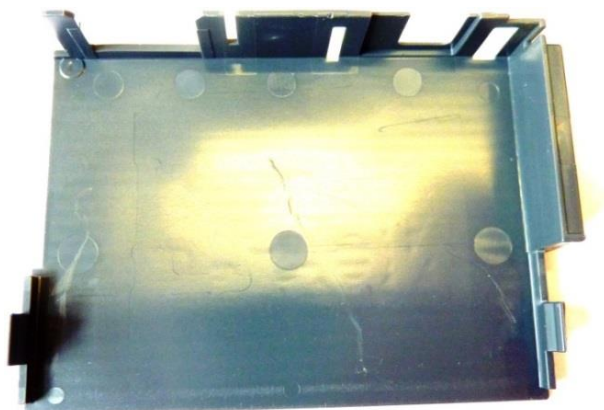
Obr. 59 Inkoustová kazeta EPSON

Hlavní části kazety:

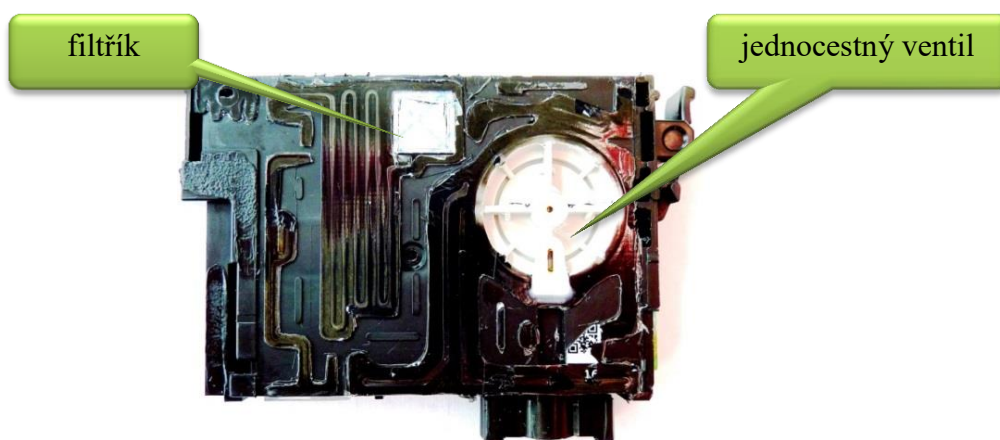
- tělo kazety – hlavní a nejsložitější část obsahující kanálky a komůrky
- optický hranol – pomocí optické brány sleduje množství inkoustu v kazetě
- čip – kontroluje množství vytisklých stránek a spolu s optickým hranolem ovládají zastavení tisku v případě minimálního množství inkoustu v kazetě
- jednocestný ventil – zabraňuje samovolnému úniku inkoustu a tím přeplnění inkoustové hlavy
- uzavírací ventil – slouží k uzavření inkoustu v kazetě při manipulaci mimo tiskárnu
- filtřík – odděluje od vzdušňovací systém od zásobníku
- tavná fólie – natavuje se na boční část těla kazety, je dvouvrstvá, složená z horní černé PE a spodní průhledné PP fólie, v kombinaci s tělem kazety vytváří požadované komůrky a kanálky
- kryt – tvoří ochranu natavené fólie
- etiketa – nese označení kazety a výrobce



Obr. 60 Tělo kazety EPSON



Obr. 61 Kryt kazety ze strany komůrek



Obr. 62 Filtřík a jednocestný ventil kazety



Obr. 63 Tavná fólie



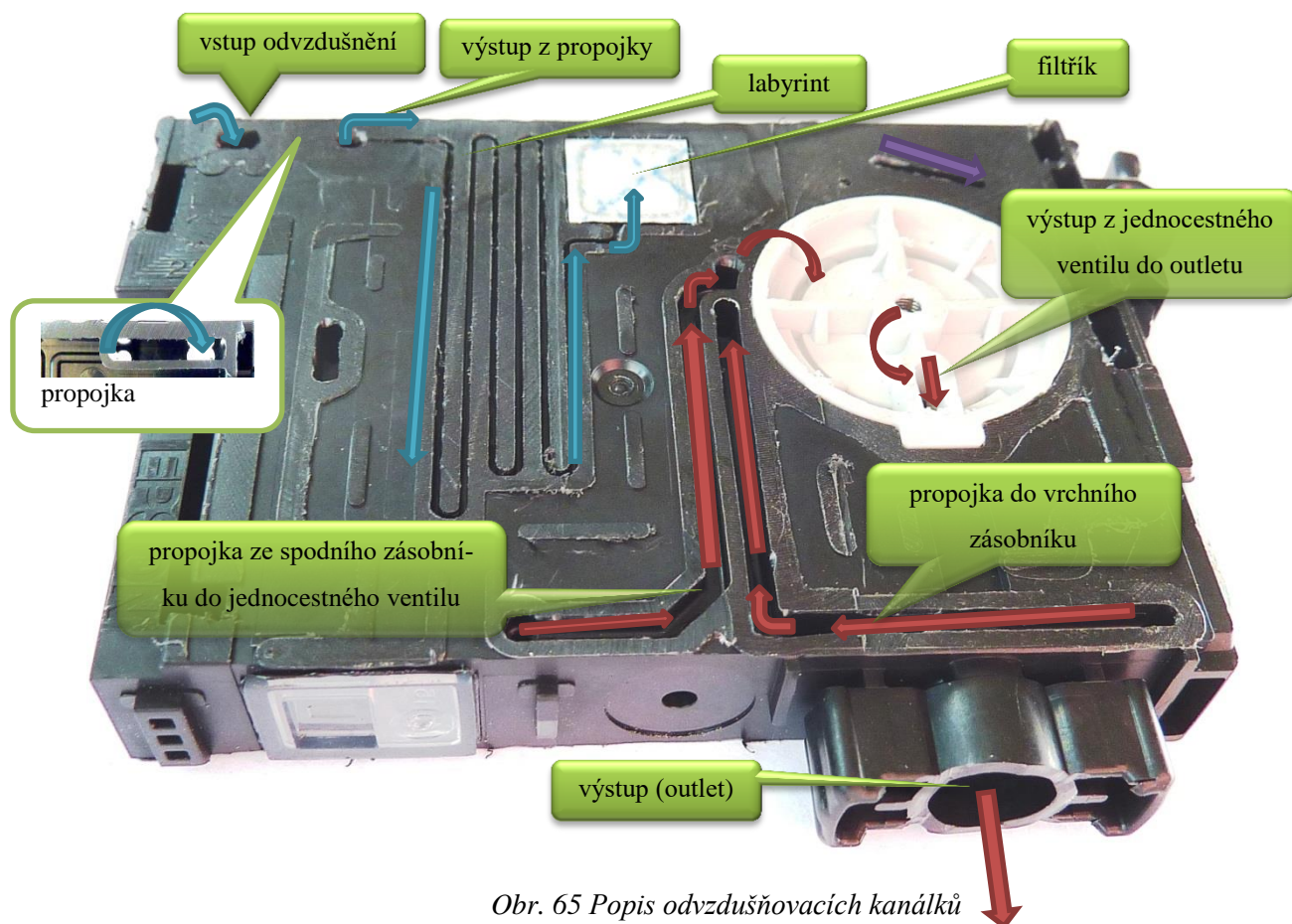
Obr. 64 Vrchní etiketa

10.2 Popis kanálků a zásobníků

Kazety 16/18 jsou zásobníky se dvěma základními systémy. Systém odvzdušňovací a systém zásobní.

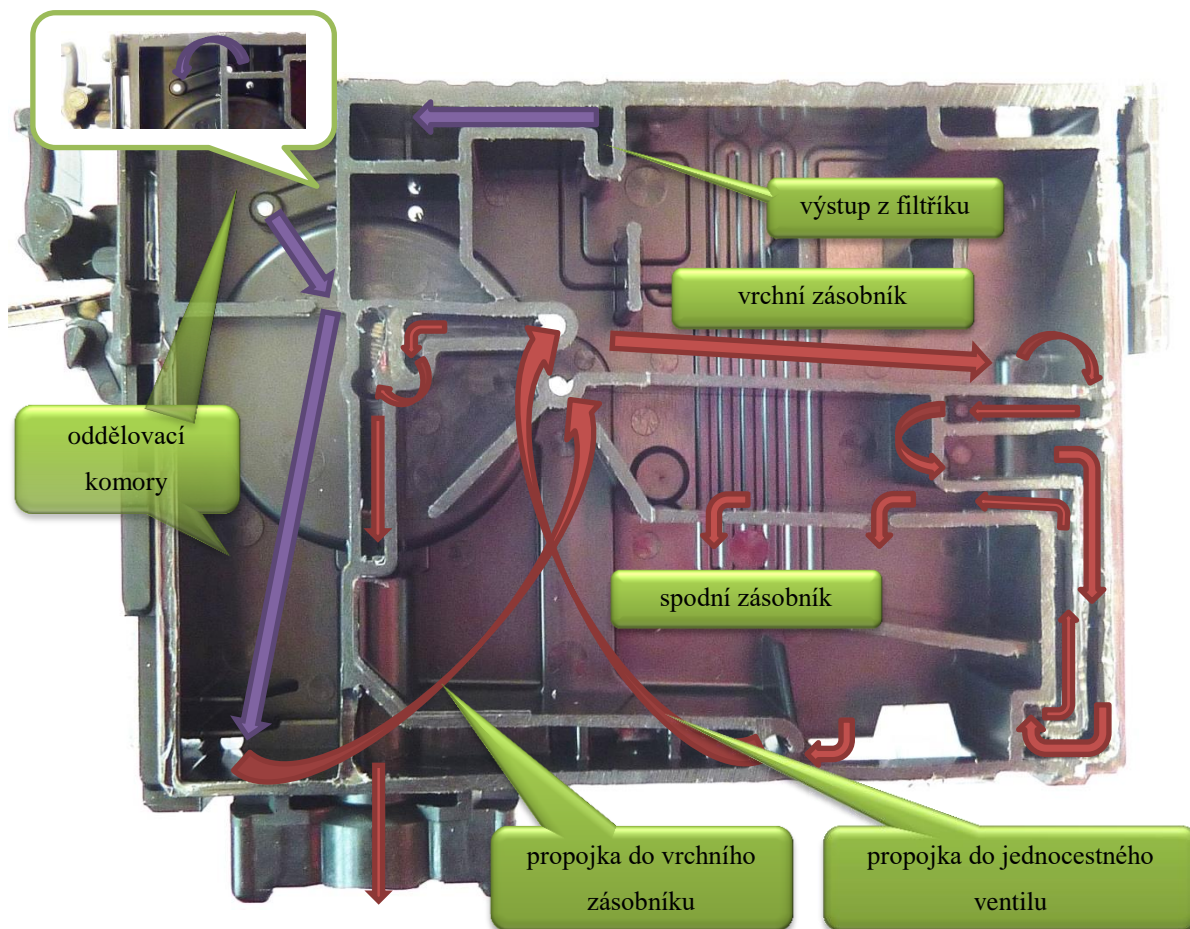
Odvzdušňovací systém je tvořen tenkými kapilárami tak, aby byl zaručen potřebný odpor vzduchu a inkoust byl dostatečně zadržován v zásobníku. Při tisku dochází k odčerpávání inkoustu a prázdný prostor je tak přes odvzdušňovací systém doplňován vzduchem.

Zásobní systém je souborem komůrek, kanálků a ventilů, jež mají za úkol tvořit kapalině potřebné překážky. Cesta průchodu vzduchu (modré šipky) od odvzdušňovacího vstupu po filtrík a cesta inkoustu (červené šipky) ze spodního zásobníku až po outlet je zobrazen na Obr. 65 a 66.



Obr. 65 Popis odvzdušňovacích kanálků

Oba systémy jsou odděleny filtríkem a sestavou dvou komor a jednoho kanálku, které slouží jako záchytné prostory inkoustu nechtěně přetečeného, např. při transportu (fialové šipky). Při proniknutí inkoustu do filtríku dochází k vážnému poškození funkčnosti kazety.

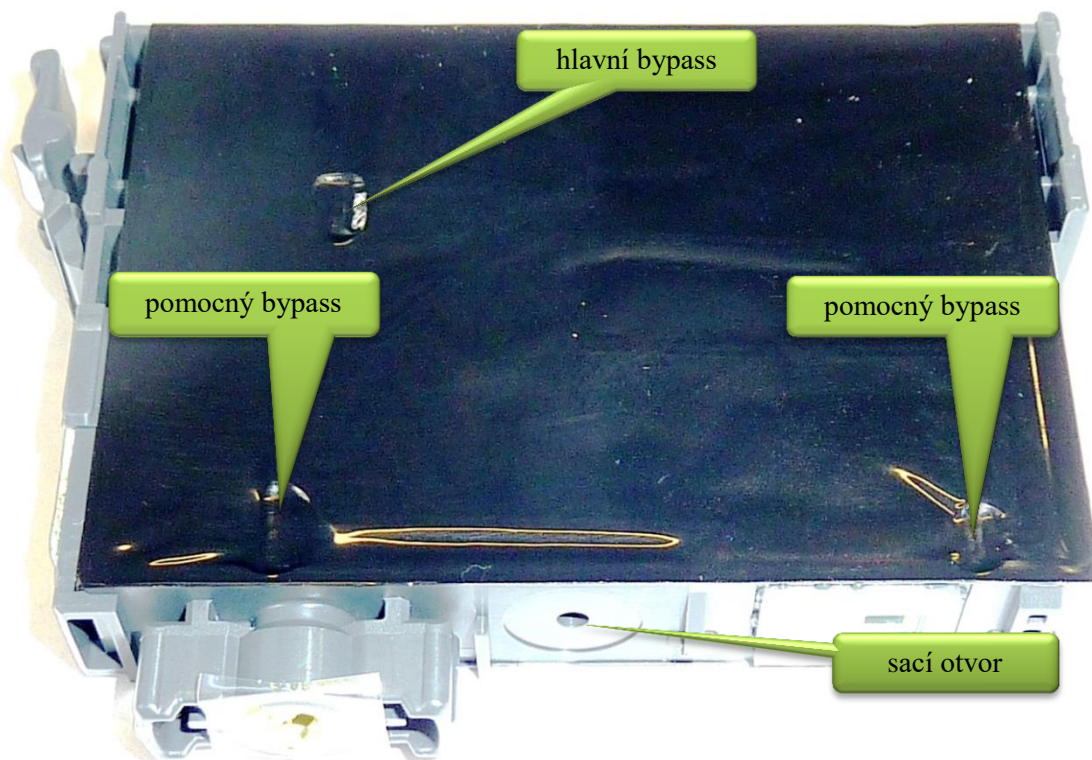


Obr. 66 Popis zásobních komůrek a kanálků

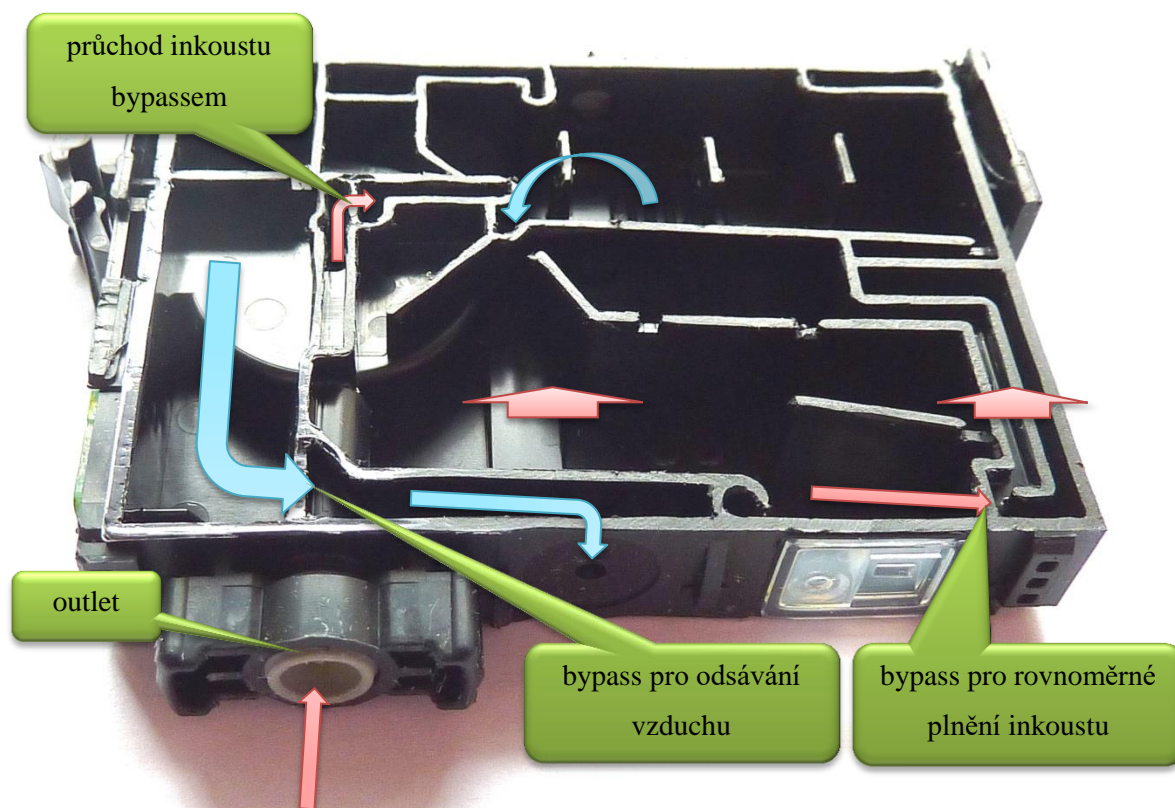
Z obrázků je patrný značně složitý systém kazety, který není uzpůsoben pro opakované plnění kazety.

10.3 Předpoklad plnění výrobcem

U originálních nových kazet je předpokládána výroba na plně automatické lince, která provede kazetu od prostého těla až po kompletně složený a otestovaný výrobek. Aby bylo možné plně automatizovat soubor složitých úkonů, je potřeba dělat v přesném chronologickém procesu úkony, které jsou již nevratné. V těchto klíčových bodech je předpokládána průběžná automatická kontrola. Jeden z nevratných úkonů je vlastní plnicí proces. Pro automatické plnění do správných komor je nutné zvolit cestu tak, aby se zaplnily všechny důležité kanálky až po zásobní komoru. Nejideálnější cesta se nabízí směrem přes outlet. Ta je však vybavena jednocestným ventilem. Nabízí se tedy možnost vytvoření bypassu, který by umožnil ventil obejít. Z hlediska předpokládané automatizace je to i výhodné pro snadné následné zapečetění zmiňovaného bypassu. Klíčové body při plnění jsou zobrazeny na Obr. 67 a 68.



Obr. 67 Zatavení bypassu



Obr. 68 Průchody přes bypass

Inkoust se plní přes outlet, který se otevře plnicím hrotem, podobně jako při vložení kazety do tiskárny. Následně se dostane do prostoru k jednocestnému ventilu, kde je hlavní bypass a tak se dostane inkoust za ventil. Dále teče propojkou do spodního zásobníku. U dna spodního zásobníku je třetí pomocný bypass, který umožňuje průchod inkoustu do labyrintu pro zásobení z vrchního zásobníku. Tak je zajištěno rovnoměrné plnění všech zásobníků, je-li to tak dáno typem kazety. Jakmile je do kazety vpraveno odpovídající množství inkoustu, jsou bypassy tepelně zataveny, plnicí trasa je uzavřena a nelze ji již použít. Dodržit vakuum při procesu plnění je nutno z důvodu zaplnění jednocestného ventilu inkoustem z obou stran. Jsou tak zaplněny i jemné kapiláry, které by se v přítomnosti vzduchu nezaplňily. Bypassy jsou vytvářeny při natavení těsnící fólie, kde je tavná raznice upravena tak, aby nevařila fólii v místech bypassu. Tyto místa jsou pak zatavena jinou raznicí po naplnění kazety inkoustem.

10.4 Navržení technologie plnění

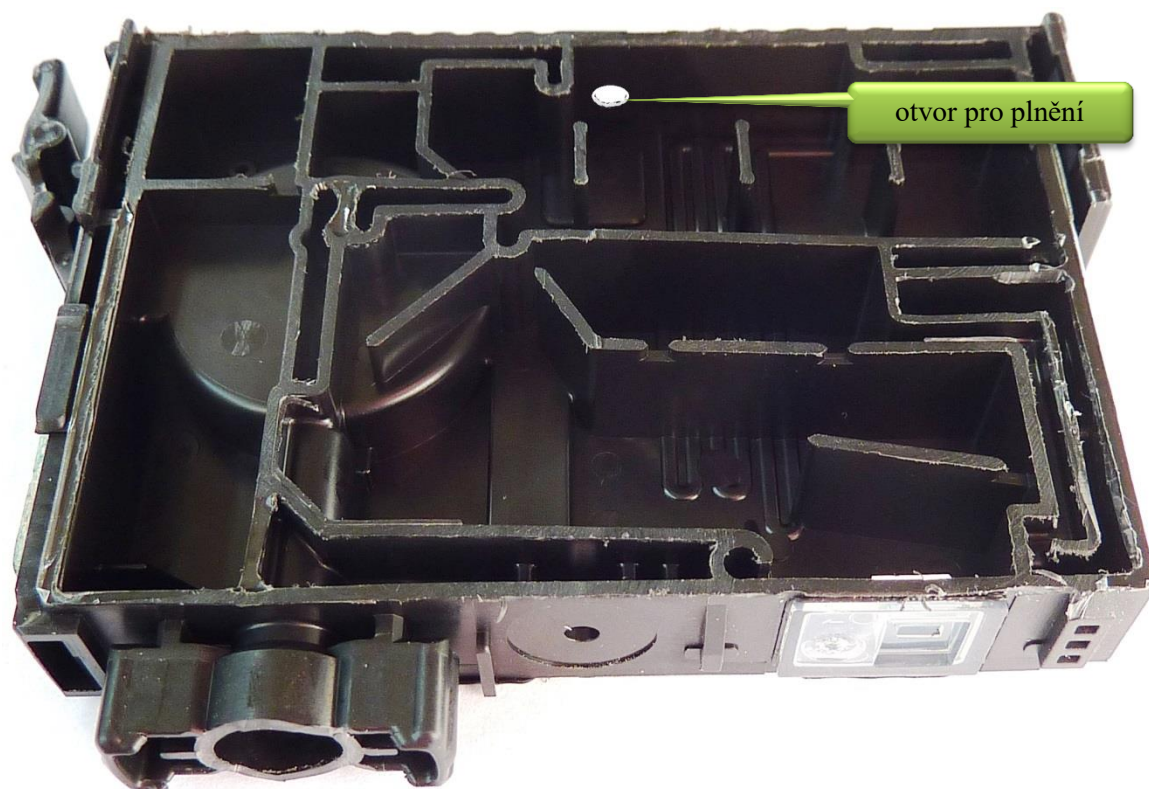
Nejlepší způsob plnění při renovaci by byl shodný se způsobem plnění výrobcem. Tento způsob je však možný provést pouze jednou a pro opakování již není možný. Je nutné nalézt způsob, který by byl schopný plně zastoupit kvalitu plnění výrobcem. Možnou cestou je destruktivní metoda plnění za použití outletu, ovšem původní bypass již nelze použít, protože je zataven. Při této metodě dojde k protrhnutí jemné membrány jednocestného ventilu vlivem tlaku inkoustu (Obr. 69), která vytvoří cestu pro inkoust do zásobníku.



Obr. 69 Jednocestný ventil (rozložený)

Tato metoda však nevratně poškodí jednocestný ventil a není tak možno bezpečně zaručit jeho správnou funkci.

Výhodnější je vytvoření otvoru, který je poté možné zatavit tavnou fólií. Z hlediska konstrukce je nejvhodnějším místem pro vytvoření otvoru vrchní část těla kazety, kde je možné vytvořit otvor přímo do horního zásobníku (Obr. 70).

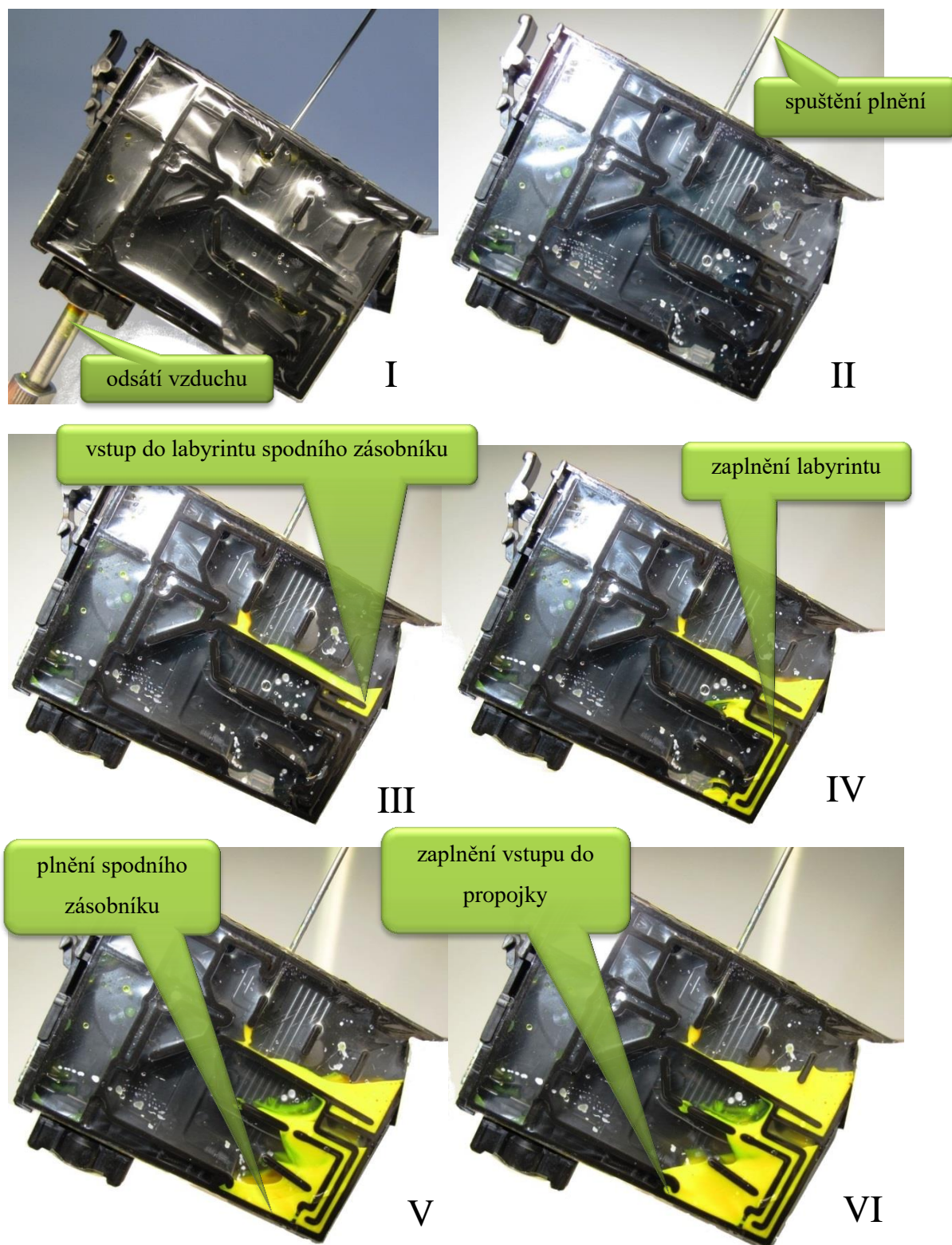


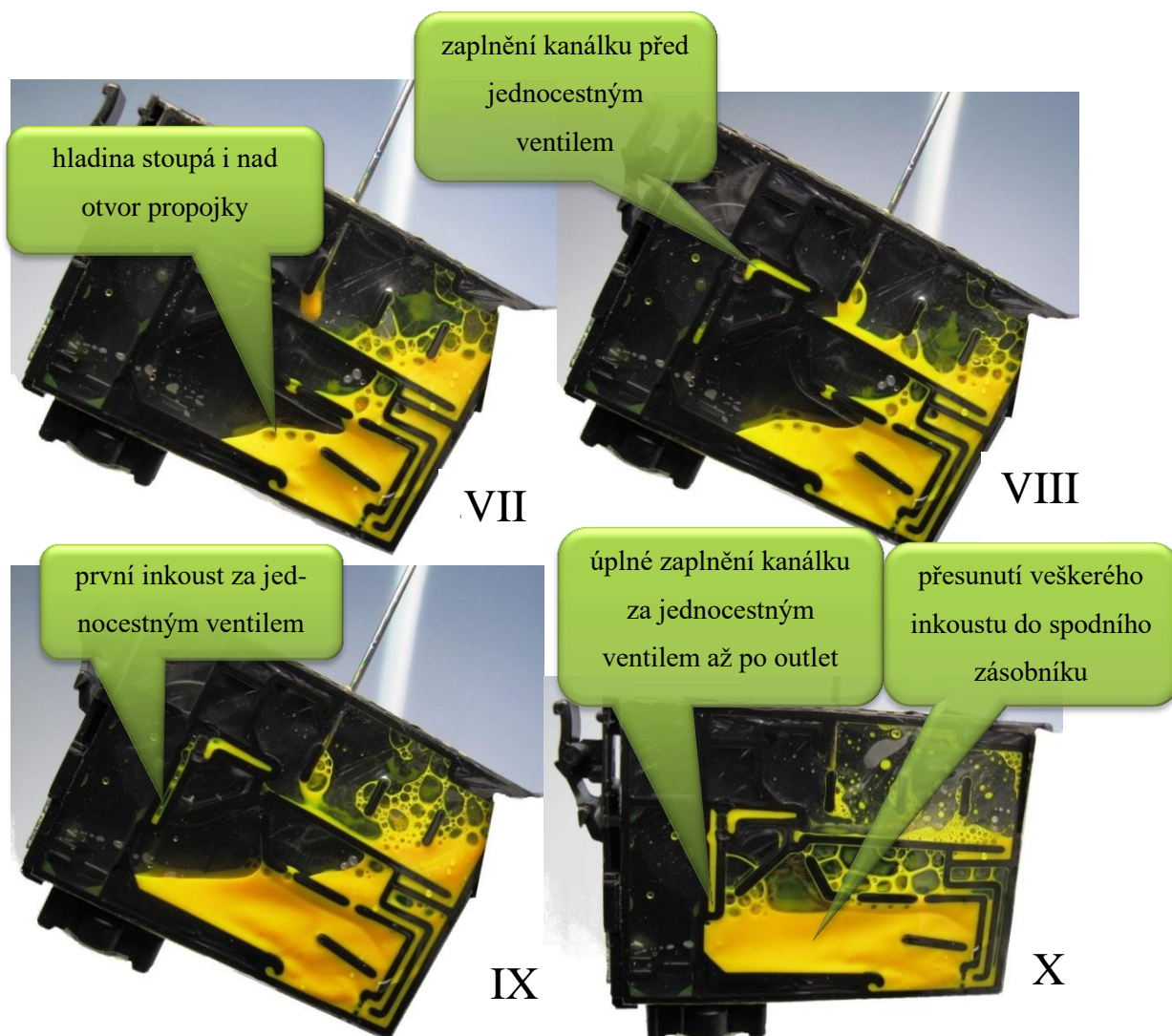
Obr. 70 Plnicí otvor v kazetě

Přes tento otvor je možné naplnit inkoust přímo do zásobníku a posléze jej zatavit tavnou fólií.

Dalším problémem je, jak dopravit inkoust přímo k outletu a zaplnit tak veškerý prostor pro bezproblémovou funkci při tisku. Jako vhodná metoda se nabízí využití principu při tisku, tedy nasátím inkoustu přes outlet. Při této metodě je nutné utěsnit všechny vstupy do kazety, jako jsou odvzdušňovací otvor, plnicí otvor a outlet. Odvzdušňovací otvor se zatěsní těsnicí pryží, plnicí otvor plnicím hrotem a outlet sacím hrotem. Je nutné, aby kazeta byla hermeticky utěsněna. Nejprve se vytvoří v celé kazetě podtlak na technicky možnou mez. K tomuto je možné použít vývěvu, rozvodu nízkého tlaku nebo vytvoření nízkého tlaku pomocí Venturiho trubice. Vzhledem k předpokládané konstrukci je zvolena Venturiho trubice, která k vytvoření vakua využívá stlačený vzduch. Poté se spustí plnění. Jakmile je do kazety dopraveno požadované množství inkoustu, odtěsní se odvzdušňovací otvor a atmosférický tlak přetlačí inkoust až po outlet. Aby se inkoust dostal do požadovaných komor, kazeta musí být pod takovým úhlem, aby byl kanálek pro vstup do spodní komory co nejnižší a inkoust ho bezpečně zaplnil. Všechny typy kazet 16/18 mají stejné tělo se shodné velikosti a liší se pouze v objemu inkoustu. Po naplnění a současně

s přístupem atmosférického tlaku se kazeta vrátí do stabilní polohy stejně jako v tiskárně. Inkoust tak zaujme vhodné rozložení v kazetě (Obr. 71).





Obr. 71 Plnicí sekvence

Takto naplněná kazeta je funkční. Nyní je nutné zatavit všechny otvory tavnou páskou. Nejprve se zataví otvor pro plnění, protože ostatní otvory jsou v jiné než vodorovné poloze a hrozilo by vytečení inkoustu. Poté se zataví odvětrávací otvor na těle kazety. Jako poslední se zataví outlet, protože se kazeta otáčí o 180°. Z ilustrace je vidět v posledním kroku zaplnění kanálků před a za jednocestným ventilem. Je to velmi důležitý znak správně naplněné kazety. Pokud by se inkoust nedostal až za jednocestný ventil, kazeta by netiskla. Množství inkoustu v kazetě (Obr. 71) odpovídá kazetě typu SETUP Color. Kazety Color jsou tři: Cyan, Magenta a Yellow a jejich kombinací je vytvářeno spektrum barev. Samostatným typem je černá kazeta - Black, která je jen jedna. Černá kazeta je využívána nejvíce, především pro prostý text. Proto je objem v černé kazetě větší než v barevné. Plněný objem inkoustu u každé kazety je přesně dán, tj. nelze jej zvýšit oproti původnímu objemu originální kazety OEM.

11 NÁVRH PLNICÍHO ZAŘÍZENÍ

Návrh plničky by měl korespondovat s výše uvedenou technologií. Mezi hlavní požadovaná kritéria patří:

- volitelný sklon kazety
- plnicí otvor v horní hraně kazety
- volitelné utěsnění odvětrávacího systému
- volitelné utěsnění plnicího otvoru
- volitelné utěsnění outletu
- vytvoření podtlaku v kazetě
- přesné dávkování inkoustu
- příprava kazet v mezičase
- pokrytí denní dávky kazet s rezervou

Těmto kritériím musí navrhované plnicí zařízení vyhovovat. Současně musí odpovídat požadavkům začlenění stroje do výrobní linky dle kapitoly 8.2 a také minimalizovat vnesení chyby lidského faktoru. Při návrhu plničky bude přihlíženo k zásadám konstruování a užití standardizovaných dílů.[10] Výrobní dokumentace bude dodána dle požadavku objednatele.[9]

Další kapitoly se budou věnovat jednotlivým částem navrhovaného plnicího zařízení.

11.1 Rám

Základní částí každého stroje je rám. Rám nese zatížení stroje jak statické, tak dynamické. Na rám se umísťují všechny součásti zařízení, většinou souose nebo kolmo na hlavní geometrii rámu. Vlastností rámu by měla být tuhost a odolnost proti chvění. Rám pro plnicí zařízení bude přenášet pouze statické a minimální dynamické zatížení. Z toho důvodu byl vybrán rám o rozměrech 650x500x10 mm ze slitiny hliníku EN AW 5083[AlMg4,5Mn0,7] (dural) (Obr. 72), který je ve společnosti SYREMA Plus s.r.o. standardně užíván pro stolní stroje. Vlastnostmi materiálu jsou dobrá obrobiteľnosť, eloxovateľnosť, veľmi dobrá svařitelnosť a odolnosť proti korozi. Typickým využitím je stavba strojů, přípravků, lodí, svařované konstrukce, ale hodí se i do potravinářského průmyslu. Technická dokumentace pro výrobu rámu je v Příloze I.



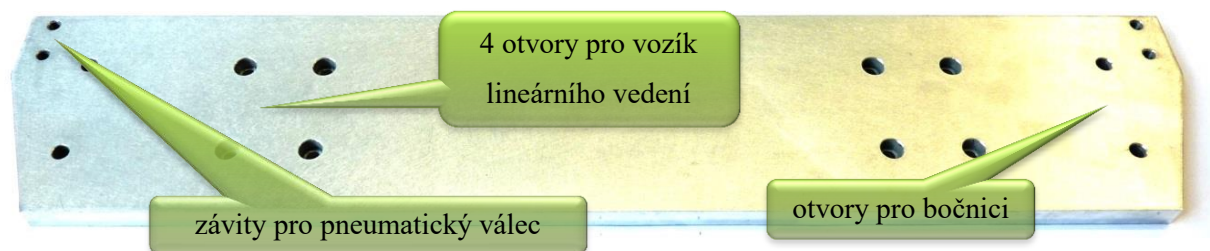
Obr. 72 Rám

11.2 Posuvná základna

Posuvná základna je sestava, která umožňuje držáku kazet posouvat se v příčném směru a naklánět se o nastavený úhel. Skládá se ze základny a dvou bočnic.

11.2.1 Základna

Jedná se o tvarovou desku, ve které jsou vytvořeny otvory pro posuvný vozík, bočnice a pneumatické válce. Základna je vyrobena ze slitiny hliníku EN AW 5083[AlMg4,5Mn0,7]. Navržená součást je na Obr. 73, výrobní dokumentace je v Příloze II.



Obr. 73 Základna

11.2.2 Bočnice

Bočnice slouží k přichycení držáku kazet a poskytují mu možnost rotačního pohybu. Bočnice jsou vyrobeny ze slitiny hliníku EN AW 5083[AlMg4,5Mn0,7]. Jejich základní tvar je zobrazen na Obr. 74, výrobní dokumentace je v Příloze III.



Obr. 74 Bočnice

11.3 Stabilizační zábrany

Tyto zábrany udržují plnicí hlavu v poloze pro plnění. Díky nim se při pohybu držáku plnicí hlava neposouvá spolu s držákem. Po zábranách se odvalují rolny, které jsou namontovány na plnicí hlavě. Zábrany jsou vyrobeny ze slitiny hliníku EN AW 5083[AlMg4,5Mn0,7]. Tvar zábran je na Obr. 75, výrobní dokumentace v Příloze IV.



Obr. 75 Zábrana s rolnou

11.4 Plnicí hlava

Plnicí hlava patří k nejsložitějším součástem plničky. Je složena z několika základních dílů, které poskytují možnost správné pozice a rotační volnosti pro kopírování pohybu kazety při plnění. Plnicí hlava má plnicí konzoli (Obr. 76), odsávací konzoli (Obr. 77) a po-

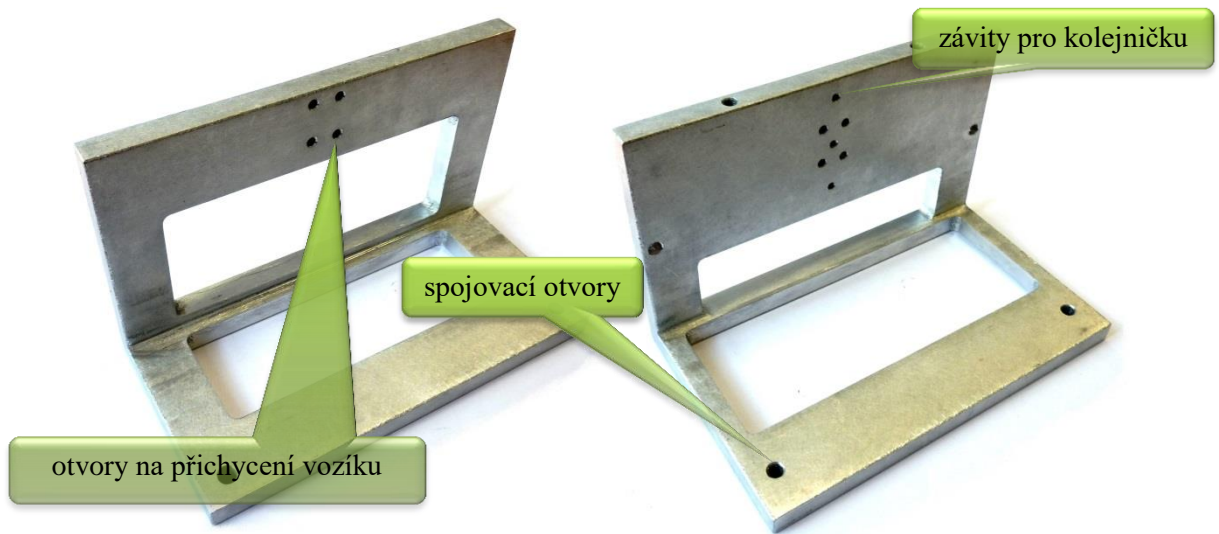
posuvný rám, který je z důvodu lepší vyrobitelnosti zhotoven ze dvou částí (Obr. 78). Na horní plnicí konzoli jsou umístěny trojcestné ventily (Obr. 105) a uzavírací systém pro odzdušňovací kanálky. Jako plnicí hroty jsou použity upravené luer locky, které poskytují vhodný kónus pro utěsnění plnicího otvoru. Dolní odsávací konzole je vybavena uzavíracími ventily a také upravenými luer locky jako odsávacími hroty. Na posuvném rámu jsou nainstalovány kuličkové vozíky lineárního vedení, které zajišťují volnost pohybu v ose X (Obr. 93). Na zadní části posuvného rámu jsou našroubovány rolny, které se opírají o boční zábrany a udržují tak rám na místě. V posuvném rámu se pohybuje držák kazet. Všechny součásti plnicí hlavy jsou vyrobeny ze slitiny hliníku EN AW 5083[AlMg4,5Mn0,7]. Výrobní dokumentace je obsahem Přílohy V, VI, VII, VIII.



Obr. 76 Horní plnicí konzole



Obr. 77 Dolní sací konzole



Obr. 78 Posuvný rám

11.5 Držák kazet

Držák na kazety slouží k přesnému umístění a přesunutí kazet pod plnicí hlavu. Pro pokrytí denní dávky bylo použito výpočtu níže uvedeného:

$$P_n = \frac{n_d \cdot k_v}{\tau_C - \tau_T - \tau_P} \cdot \tau_F \quad P_n = \frac{1000 \cdot 2}{28800 - 3600 - 3600} \cdot 50 = 4,63 \text{ ks} \quad (32)$$

P_n – počet pozic v držáku kazet [ks]

n_d – počet kazet na jednu směnu [ks]

k_v – bezpečnostní koeficient [–]

τ_C – čas jedné směny [s]

τ_T – technologické prostoje [s]

τ_P – pracovní prostoje [s]

τ_F – čas jednoho cyklu plnění (předpoklad) [s]

Pro pokrytí denní dávky byla vypočítána potřeba 4,63 ks kazet v držáku pro jeden plnicí cyklus. Použitím vyššího koeficientu bezpečnosti pro pokrytí denní dávky (2násobné množství kazet) a navržením symetrického dávkovacího čerpadla (plnicí stříkačky) byla stanovena 4násobná plnicí pozice. Pro zefektivnění operace je v průběhu plnění možné vyjmout naplněné kazety a vložit prázdné. Držák je tedy celkem vybaven 2x čtyřmi pozicemi. Aby se předešlo nepřesnostem, které mohou vzniknout při montáži z více dílů, je vyroben z jednoho kusu materiálu (Obr. 79). Pro dodržení požadovaného náklonu kazety

při plnění je nutné natáčet celý držák kazet a s ním i celou plnicí hlavu. Osa rotace držáku je umístěna do středu kazety, která je vložena do držáku. Na povrchu držáku jsou vyfrézovány přesné drážky pro lineární vedení, na kterém bude přichycena plnicí hlava. Ta se bude natáčet spolu s držákem a díky lineárnímu vedení a stabilizačním zábranám se při přesunu držáku hlava nepohne. Díl držáku je vyroben z duralové tyčoviny EN AW 5083[AlMg4,5Mn0,7]. Výrobní dokumentace je v Příloze IX.



Obr. 79 Držák na kazety

11.5.1 Rotační čep a rameno

Natáčení držáku je přenášeno rotačním čepem (Obr. 80), který je uložen v ložisku bočnice. Do čepu je umístěno stavitelné rameno (Obr. 81), které vysunutím nastavuje úhel natočení. Na rameno je našroubována vidlice pro přichycení pneumatického válce. Čep i rameno jsou vyrobeny z konstrukční oceli ČSN 11600. Výrobní dokumentace jsou v Příloze X, XI.



Obr. 80 Čep



Obr. 81 Rameno

11.6 Dávkování a doprava inkoustu

Pro dopravu inkoustu je použito pístové čerpadlo, které je vyrobeno ze sestavy čtyř injekčních stříkaček, jejich držáku, tahačů, motoru s převodovkou, kuličkového šroubu a matice.

11.6.1 Držák stříkaček

Držák stříkaček je vytvořen ze dvou částí. Do první z nich (Obr. 82) jsou zasunuty těla stříkaček a přišroubován pohon, druhou částí (Obr. 83) se stříkačky zajistí. Druhá část slouží i jako vedení tahačů. Obě součásti jsou vyrobeny ze slitiny hliníku EN AW 5083[AlMg4,5Mn0,7]. Výrobní dokumentace je v Příloze XII a XIII.



Obr. 82 Vrchní držák stříkaček



Obr. 83 Spodní držák s vedením pro tahače

11.6.2 Píst

Do stříkaček je vložena pohyblivá část s těsnicí gumičkou, která nahrazuje originální píst. Tyto písty (Obr. 84) mají v sobě závit a je tak možné je přichytit k tahačům. Písty jsou vyrobeny z korozi-vzdorné oceli a díky tvaru kloboučku je možné použít originální těsnící segment. Výrobní dokumentace je v Příloze XIV.



Obr. 84 Píst

11.6.3 Tahače a držák tahačů

Držák a tahače převádí sílu na písty, které se lineárně pohybují ve stříkačce. Tahače (Obr. 85) jsou upevněny v držáku tahačů (Obr. 86), který má stejnou rozteč jako držák stříkaček. Výrobní dokumentace jsou uvedeny v Příloze XV a XVI.



Obr. 85 Tahač



Obr. 86 Držák tahačů

11.6.4 Motor a kuličkový šroub

Pohon je zajištěn pomocí DC motoru *PG321-24-264-B* s planetovou převodovkou (Obr. 87). Planetová převodovka má převod 264:1. Parametry jsou v Příloze XVIII. Kroučící moment z převodovky je pomocí pojistné spojky (Obr. 88) přenášen na kuličkový šroub (Obr. 89), který je usazen ve valivém ložisku (Obr. 91). Na šroub je našroubována matice (Obr. 90), která je i s vnějším instalačním závitem přichycena v držáku tahačů.



Obr. 87 DC motor



Obr. 88 Spojka



Obr. 89 Kuličkový šroub



Obr. 90 Matice



Obr. 91 Ložisko

11.7 Lineární vedení

K přesnému vedení součástí byl použit systém lineárního vedení HIWIN. Lineární vedení (dále také LV) s profilovou kolejnicí umožňuje lineární pohyb pomocí valivých elementů - kuliček nebo válečků. Použití těchto valivých elementů mezi kolejnicí a vozíkem umožňuje dosáhnout velmi přesného lineárního pohybu. V porovnání s běžným kluzným vedením je koeficient tření u valivých vedení jen asi 2%. Díky profilové kolejnici může vozík zachytávat síly ve vertikálním i horizontálním směru. Na plniče jsou použity dva typy lineárního vedení:

- HGW 15 CC (Obr. 92)
- MGN 09 C (Obr. 93)

LV HGW 15 CC je použito pro přesun celého držáku kazet usazeného na posuvné základně, která je našroubována na dva vozíky LV.



Obr. 92 Lineární vedení HGW vozík a kolejnice

Na LV MGN 09 C je nainstalovaný rám plnicí hlavy. Kolejnice jsou našroubovány na držák kazet tečně z jedné i druhé strany. Rám plnicí hlavy tak při přesunu celého držáku zůstává na místě a s ním i celá plnicí hlava. Dále je LV použito přímo na plnicí hlavě a to na plnicí konzole, sací konzole a na rámu plnicí hlavy. Na plnicí hlavě je LV použito pro pohyblivý utěšňovač od vzdušňovacích otvorů a jako vedení pro systém plovoucích čelistí (mechanismus plnicí hlavy). Sací a plnicí konzole je propojena přes LV a obě konzole jsou přichyceny přes LV k rámu plnicí hlavy. Celkem je použito 5 sad LV.



Obr. 93 Lineární vedení MGN vozík a kolejnice

11.8 Pneumatické díly

Pro pohon lineárně se pohybujících dílů je použito pneumatických prvků. Pro natočení držáku kazet je použit lineární pneumatický válec.

11.8.1 Pneumatický regulátor

K zajištění stabilního tlaku je použit regulátor tlaku ARP20-F01H (Obr. 94). Regulátor pracuje v rozsahu tlaků 0,05 až 0,85 MPa. Regulátor zajišťuje na svém výstupu stabilní tlak nezávisle na protečeném množství plynu v čase. Omezení nastává, pokud je odebíráno médium mimo stanovené průtokové charakteristiky výrobcem. V tomto případě se regulátor stává škrticím ventilem a neplní tak svou funkci. Regulátor je vybaven kontrolním manometrem G36-10-01.



Obr. 94 Pneumatický regulátor s manometrem

11.8.2 Pneumatický válec

Pneumatické válce (dále také PV) v plničce jsou používány jako motory pro přesun částí plničky do pracovní a poté do parkovací polohy. Pneumatické válce jsou lineárními motory se silovým působením. Jsou použity čtyři typy PV, dle použitého tlaku a plochy pístu v daném válci.

PV CD85N8-10-A (Obr. 95) je nejmenší použitý typ s průměrem pístu 8 mm a zdvihem 10 mm. Píst je použit pro zatěsňování od vzdušných otvorů v inkoustové kazetě. Válec je osazen škrticími ventily SMC AS1211FPG-M5-04, které mají za úkol regulovat průtok plynu do pneumatického válce a řídit tak rychlost posuvu. Pro přichycení válce k plochým prvkům je na válec namontována kloubová hlavice a dvě protiložiska.



Obr. 95 Pneumatický válec pro těsnění kazet

Typ CD85N12-25-A (Obr. 96) je PV použitý pro naklápění držáku kazet na daný úhel. Průměr pístu válce je 12 mm a zdvih 25 mm. Dvojice válců pomocí nastavitelného ramena naklápí kazety. Válec je osazen škrticími ventily SMC AS1211FPG-M5-04, které mají za úkol regulovat průtok plynu do pneumatického válce a řídit tak rychlost posuvu. Válec je vybaven jednou kloubovou hlavou, která je přichycena ve vidlici a ta je našroubována na rameni.



Obr. 96 Pneumatický válec pro náklon kazet

Typ CD85N12-40-A (Obr. 97) je pneumatický válec použitý pro uzavírání plnicí hlavy. Průměr pístu válce je 12 mm a zdvih 40 mm. Válec je osazen škrticími ventily SMC AS1211FPG-M5-04, které mají za úkol regulovat průtok plynu do pneumatického válce a řídit tak rychlost posuvu. Válec je osazen kloubovou hlavou a dvojicí protiložisek. Plovoucí hlava je navržena jako plovoucí čelisti a proto dokonale uzavře kazety. Plovoucí čelisti se používají například u automobilových kotoučových brzd.



Obr. 97 Pneumatický válec pro plnicí hlavu

Typ CD85N12-200-A (Obr. 98) je pneumatický válec použitý pro přesun kazet pod plnicí hlavu. Průměr pístu válce je 12 mm a zdvih je 200 mm. Dlouhý zdvih je potřebný pro přesun čtyř kazet k naplnění a vysunutí čtyř plných kazet. Válec je osazen škrticími ventily SMC AS1211FPG-M5-04, které mají za úkol regulovat průtok plynu do pneumatického válce a řídit tak rychlost posuvu. Válec má jednu kloubovou hlavu, která je pomocí čepu se závitem přichycena na posuvnou základnu a jedno protiložisko, které je přichyceno na rám stroje.



Obr. 98 Pneumatický válec pro přesun kazet

11.8.3 Tabulka sil

Pneumatické válce jsou lineární pohony generující sílu, která jde jednoduše regulovat. Nevýhodou pneumatických pohonů je pružnost pracovního média. Při chodu se tak projevuje jakákoliv změna protisíly. Toto lze do určité míry kompenzovat škrticími ventily, které tak vytváří uměle stabilní protisílu a stabilizují tak chod válce. Výslednou pracovní sílu válců lze jednoduchým přepočtem stanovit (Tab. 4).

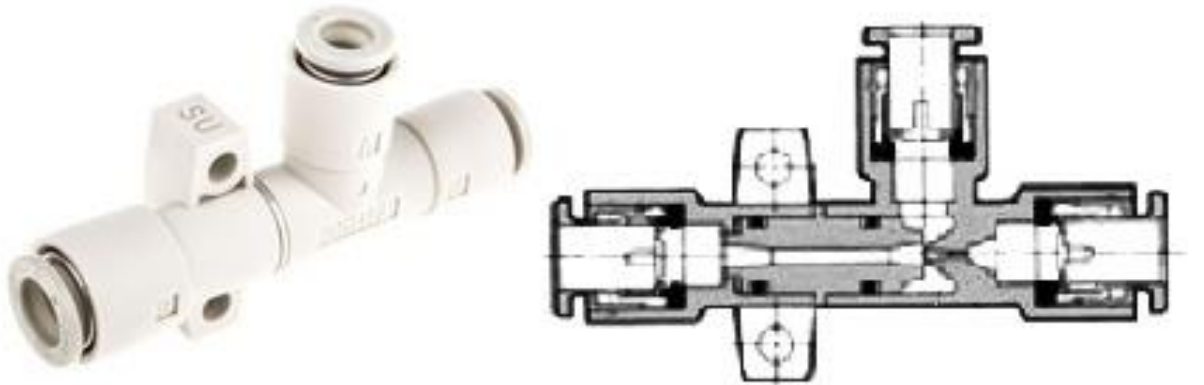
Teoretická síla								
Tlak [bar]	průměr válce [mm]	Síla (OUT) [N]	Síla (IN) [N]	Hmotnost (IN) [kg]	průměr válce [mm]	Síla (OUT) [N]	Síla (IN) [N]	Hmotnost (IN) [kg]
3	8	7	15	1,53	12	25	34	3,47
4		9	20	2,04		34	45	4,59
5		11	25	2,55		42	57	5,81
6		13	30	3,06		51	68	6,93
7		15	35	3,57		52	79	8,05
8		18	40	4,08		68	90	9,17

Tab. 4 Tabulka sil pneumatických válců

11.8.4 Ejektor

Podmínkou pro naplnění kazety je vytvoření nízkého tlaku v kazetě. Vzhledem k tomu, že je do plničky přiveden stlačený vzduch, je vhodné použít ejektor (Obr. 99), který je velmi

malý a dokáže vytvořit poměrně rychle podtlak. Ejektor je konstrukcí shodný s Venturiho trubicí.



Obr. 99 Ejektor

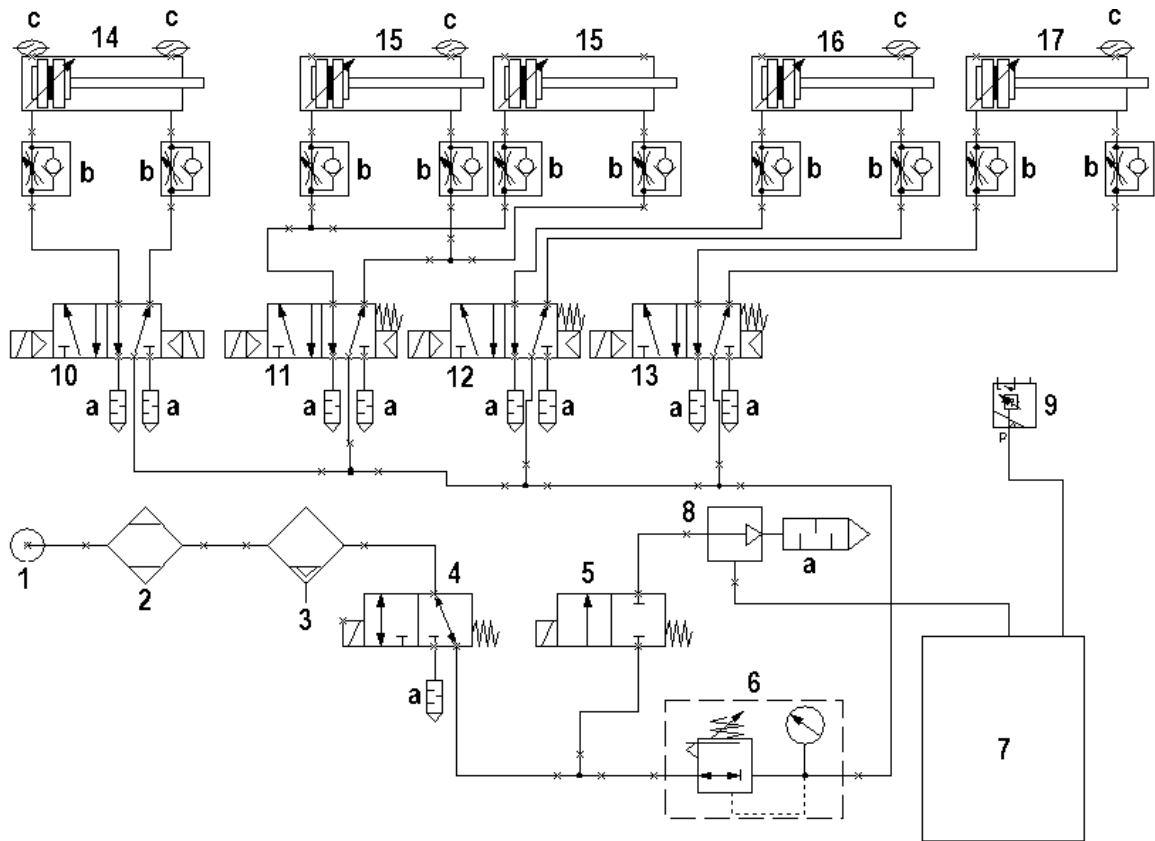
Do ejektoru je přes elektroventil pouštěn tlakový vzduch. Sací vstup ejektoru je připojen přes separační nádobu do sací konzole, čímž je zajištěno vlastní odsátí vzduchu z kazety.

11.8.5 Kompresor

Plnička je určena pro provoz ve společnosti ARTECH POLSKA Sp. z o.o., Prudnik, Polsko, kde je pohon strojů zajišťován stlačeným vzduchem. K pokrytí všech strojů stlačeným vzduchem je potřeba velmi výkonných kompresorů. Z tohoto důvodu jsou nainstalovány lamelové a šroubové kompresory. Jsou použity kompresory ALUP Allegro 31, PUSKA Silner 30-40/4100.

11.9 Pneumatický obvod

Pracovní částí plničky je pneumatický obvod (PO) (Obr. 100), který zajišťuje lineární pohyby na plničce. Mimo tyto pohyby naklání kazety. Jedná se o mechanismus, který převádí lineární pohyb na rotační. Do PO je vřazena separační nádoba, do které se zachycuje zbytkový inkoust při odsávání vzduchu z kazet.



Obr. 100 Schéma pneumatického obvodu

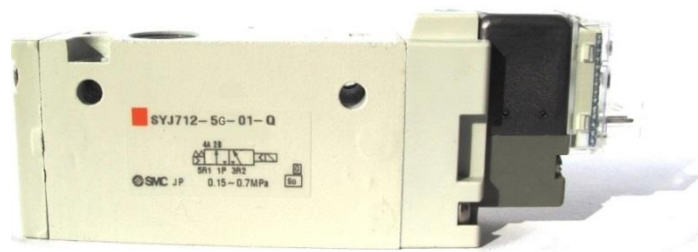
- | | |
|--|---------------------------|
| 1. Zdroj stlačeného vzduchu | a. Tlumiče hluku |
| 2. Sušička | b. Škrticí ventily |
| 3. Odkalovač | c. D-Z73 Polohové senzory |
| 4. SYJ712-5G-01-Q bezpečnostní ventil | |
| 5. VDW250-5G-2-M5-H-Q procesní ventil | |
| 6. ARP20-F01H regulátor tlaku s manometrem | |
| 7. Separátor | |
| 8. Ejektor | |
| 9. ZSE40A-01-V vakuový senzor | |
| 10. SY5220-5DQ-C6F-Q (přesun kazet) | |
| 11. SYJ7120-5L0U-01F-Q (naklopení kazet) | |
| 12. SYJ7120-5L0U-01F-Q (utěsnění kazet) | |
| 13. SYJ7120-5L0U-01F-Q (plnicí hlava) | |
| 14. CD85N12-200-A (přesun kazet) | |
| 15. CD85N12-25-A (naklopení kazet) | |
| 16. CD85N8-10-A (utěsnění kazet) | |
| 17. CD85N12-40-A (plnicí hlava) | |

11.10 Elektronické prvky

Elektricky ovládané prvky patří nezbytně ke každému modernímu stroji. Mají buď diskretní, nebo analogovou funkci. Prvky mají výkonový nebo informační charakter.

11.10.1 Bezpečnostní odpojovač

Mezi bezpečnostní prvky, které jsou na plniče použity, patří i odpojovač vzduchu SMC SYJ712-5G-01-Q (Obr. 101). Jedná se o elektromagnetický ventil 3/2, který při odpojení přívodu elektrické energie vypne a odpustí veškerý tlakový vzduch z pneumatického obvodu plničky.



Obr. 101 Bezpečnostní odpojovač

11.10.2 Pneumatický rozvaděč bistabilní

Pro přesun kazet je použit bistabilní pneumatický rozvaděč SMC SY5220-5DQ-C6F-Q (Obr. 102).

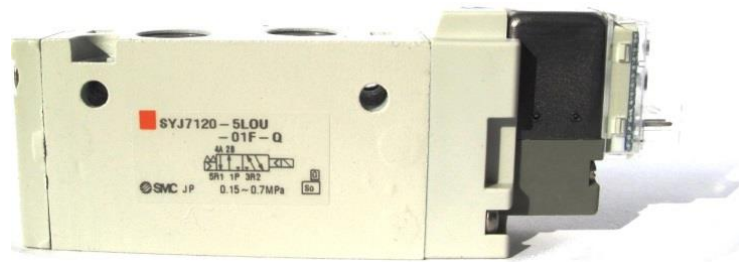


Obr. 102 Bistabilní rozvaděč

11.10.3 Pneumatický rozvaděč monostabilní

Ovládacím prvkem pneumatických válců je vzduchový elektroventil SMC SYJ7120-5L0U-01F-Q (Obr. 103). Jedná se o monostabilní pneumatický rozvaděč. Ventil má jednu stabilní polohu. Monostabilní ventil se při odpojení napětí vrátí do základní polohy. Omezujícím faktorem rozvaděče je výpadek stlačeného vzduchu, avšak tento výpadek není

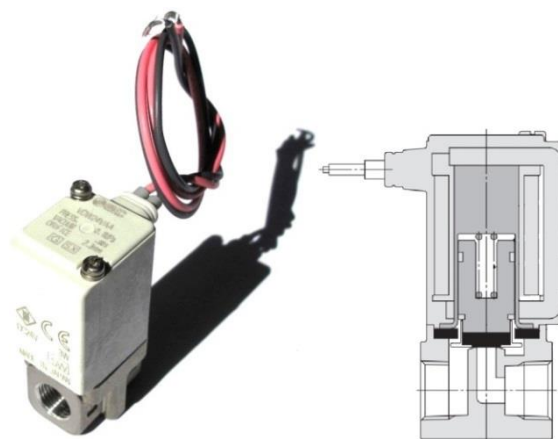
okamžitý, ale je pozvolný. Při výpadku vzduchu nehrozí žádné poškození zdraví ani výrobku.



Obr. 103 Pneumatický rozvaděč

11.10.4 Procesní ventil

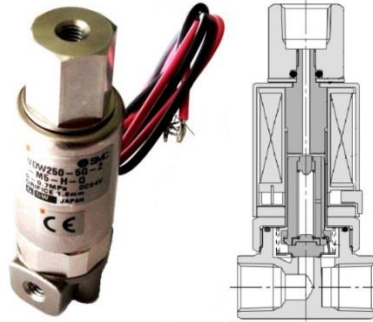
Velmi jednoduchým prvkem pro přerušení toku kapaliny nebo plynu je elektromagneticky ovládaný ventil. V plniče je použit ventil VDW24UAA (Obr. 104) pro uzavírání odsávacího hrotu a puštění stlačeného vzduchu pro ejektor.



Obr. 104 Procesní elektroventil

11.10.5 Trojcestný ventil

Trojcestný ventil VDW250-5G-2-M5-H-Q (Obr. 105) je na plniče použit jako elektricky řízený jednocestný ventil pro pístové čerpadlo. Celkem je užito čtyř kusů, tj. pro každou kazetu jeden.



Obr. 105 Trojcestný ventil

11.10.6 Vakuový senzor

Vytvoření vakua je nutné sledovat z důvodu kvality naplnění kazety a následného dopravení inkoustu na požadované místo. Pokud by se v kazetě nevytvořilo dostatečné vakuum, mohlo by dojít k prasknutí kazety tlakem inkoustu nebo naplnění jiných komůrek kazety, což by mělo za následek nefunkčnost kazety. Požadovaná hodnota činí -640 mm Hg s tolerancí ± 20 mm Hg. Pro sledování této veličiny byl zvolen digitální senzor ZSE40A-01-V (Obr. 106). Senzor má dva digitální a jeden analogový výstup.



Obr. 106 Vakuový senzor

11.10.7 Polohový senzor

Polohové senzory jsou umístěny na pneumatických válcích jako spouštěče následné operace v okamžiku, kdy se dostane daný prvek nebo kazeta na předem určenou pozici. Výhodou tohoto řešení je vyloučení časových konstant, které nejsou schopny nespouštět další operaci programu v případě nějaké nepředvídatelné chyby. Pro ten to účel byl zvolen polohový senzor D-Z73 (Obr. 107). Tento senzor je magneticky spínaný diskretní prvek.



Obr. 107 Polohový senzor

11.10.8 Koncový spínač

Koncové polohy dávkovacích stříkaček hlídají koncové spínače ZIPPY VM-05A-02D0-Z (Obr. 108), které jsou spínacími prvky při dosažení krajních poloh dávkovacích stříkaček.



Obr. 108 Koncový spínač

11.10.9 Optický detektor

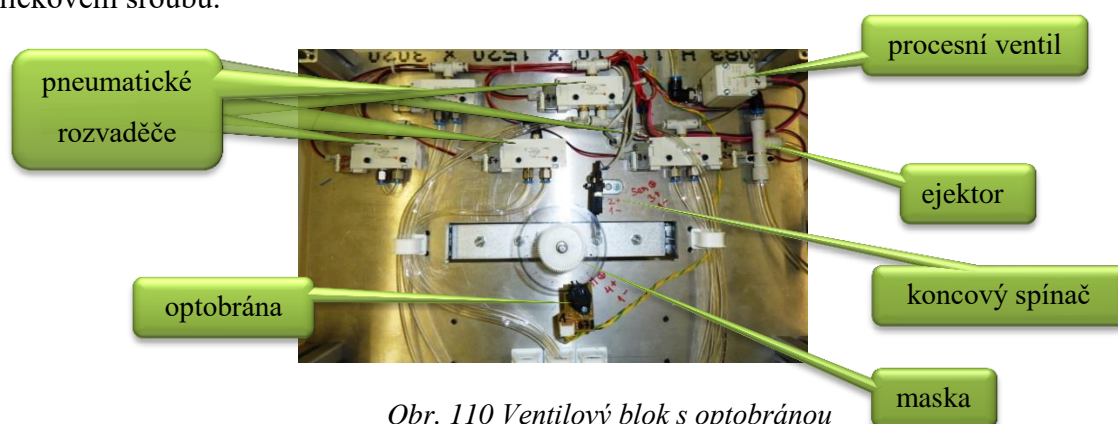
Mezi bezpečnostní prvky patří OMRON E3Z-LL86 (Obr. 109), který je na plniče nainstalován jako optická závora. Výhodou tohoto prvku je bezkontaktní snímání. Umožňuje nastavení snímané vzdálenosti, snímaného pozadí, citlivosti a velikost prvku. Jedná se o prvek bez odražeče, který se spouští při příjmu odraženého signálu z cizího tělesa. Slouží pro bezpečnost obsluhy. V případě neoprávněné manipulace v aktivní části pracovního prostředí dojde k zastavení stroje. V programu i schématu označen jako Gate_Right a Gate_Left.



Obr. 109 Optický detektor OMRON

11.10.10 Optobrána

Pro řízení množství inkoustu dopraveného do kazety je použita optobrána TK19819 (Obr. 110). Použití průtokoměru je pro tento typ plničky nevhodné, jelikož se jedná o velmi malé průtoky s minimální rychlostí. Optobrána je spínána rotační maskou, která je připevněna na kuličkovém šroubu.



Obr. 110 Ventilový blok s optobránou

11.10.11 PLC řízení

Pro řízení plničky byl zvolen systém PLC (Programmable Logic Controller) Siemens 6ED1 052-1HB00-0BA6 s rozšiřujícími moduly DM8 12/24R (Obr. 111). Logo 0BA6 má jednoduché intuitivní programování pomocí funkčních bloků. Program plničky je podrobně popsán v kapitole 11.11



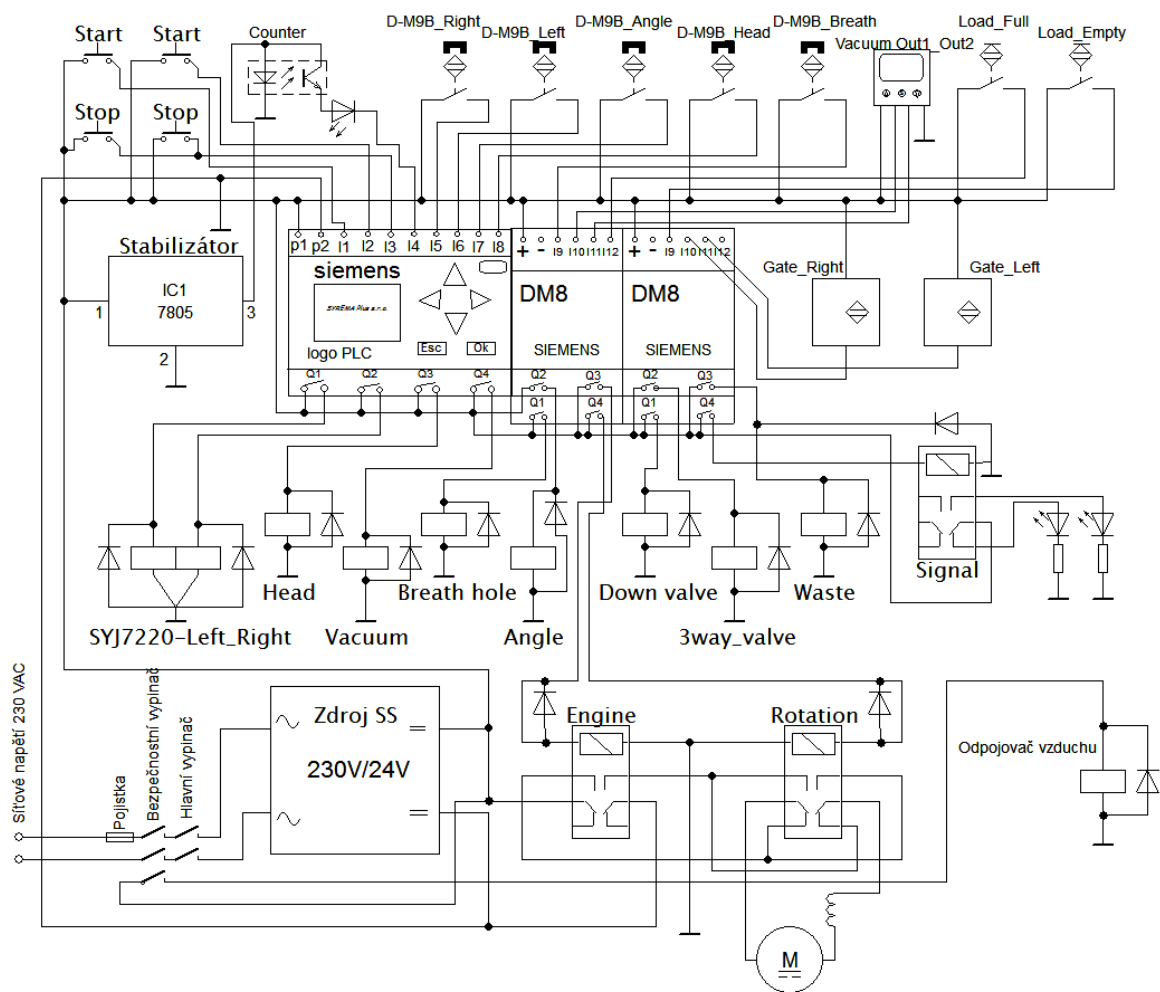
Obr. 111 PLC modul s rozšiřujícími moduly DM8

11.10.12 Elektroinstalace

Konstrukce elektroinstalace podléhá bezpečnostním opatřením před úrazem elektrickým proudem. Základním bezpečnostním prvkem je odpojovač od elektrické sítě označený ve schématu jako bezpečnostní vypínač. (Obr. 113). Síťové napětí 230 V je použito pouze pro napájecí zdroj. Celá plnička je napájena transformovaným stejnosměrným (ss) bezpečným napětím 24 V. Zdroj stejnosměrného napětí (Obr. 112) 24 V/1,2 A je použit z vyřazené inkoustové tiskárny. Zdroj ss je dostatečně tvrdý pro napájení všech komponentů.



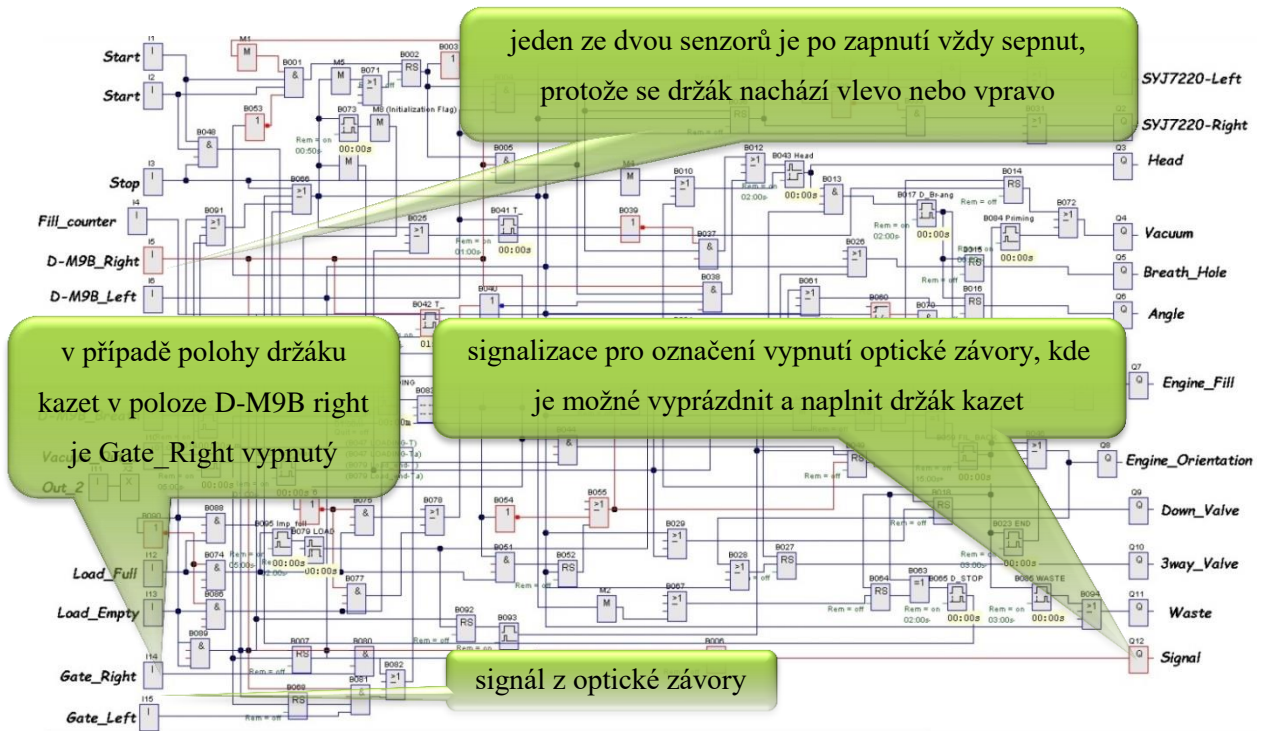
Obr. 112 Napájecí zdroj



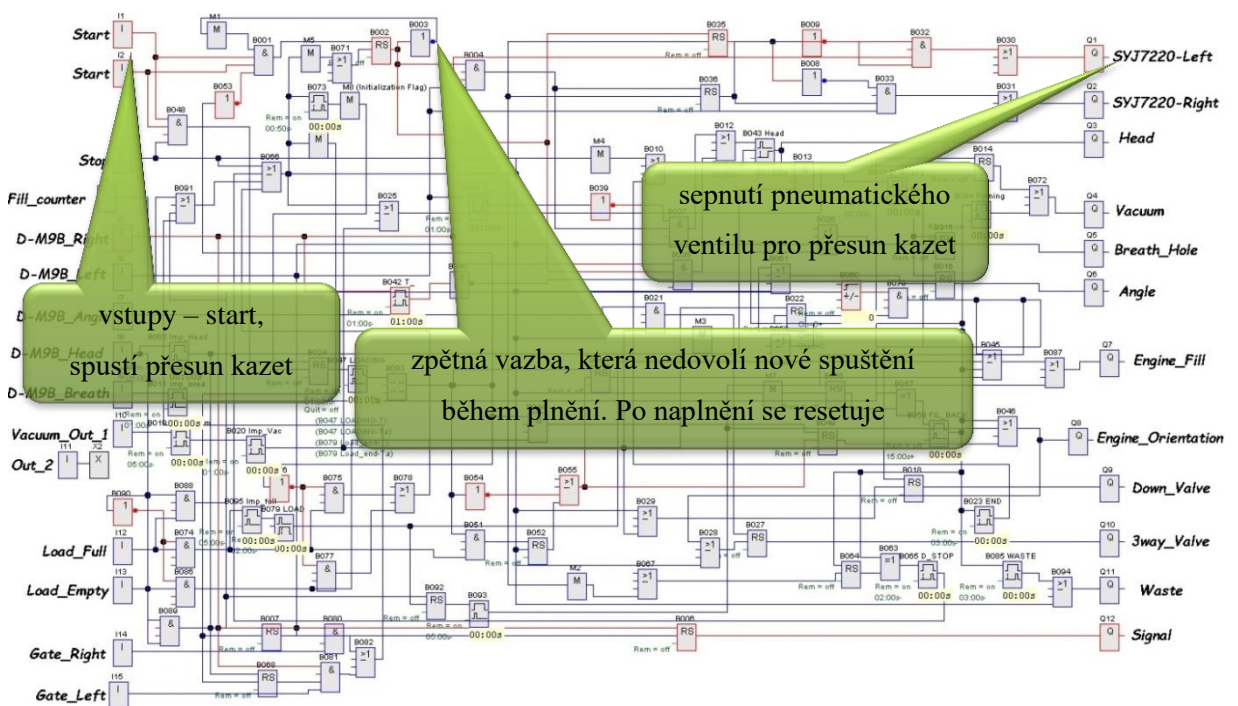
Obr. 113 Jednoduché elektrické schéma

11.11 Řídicí program

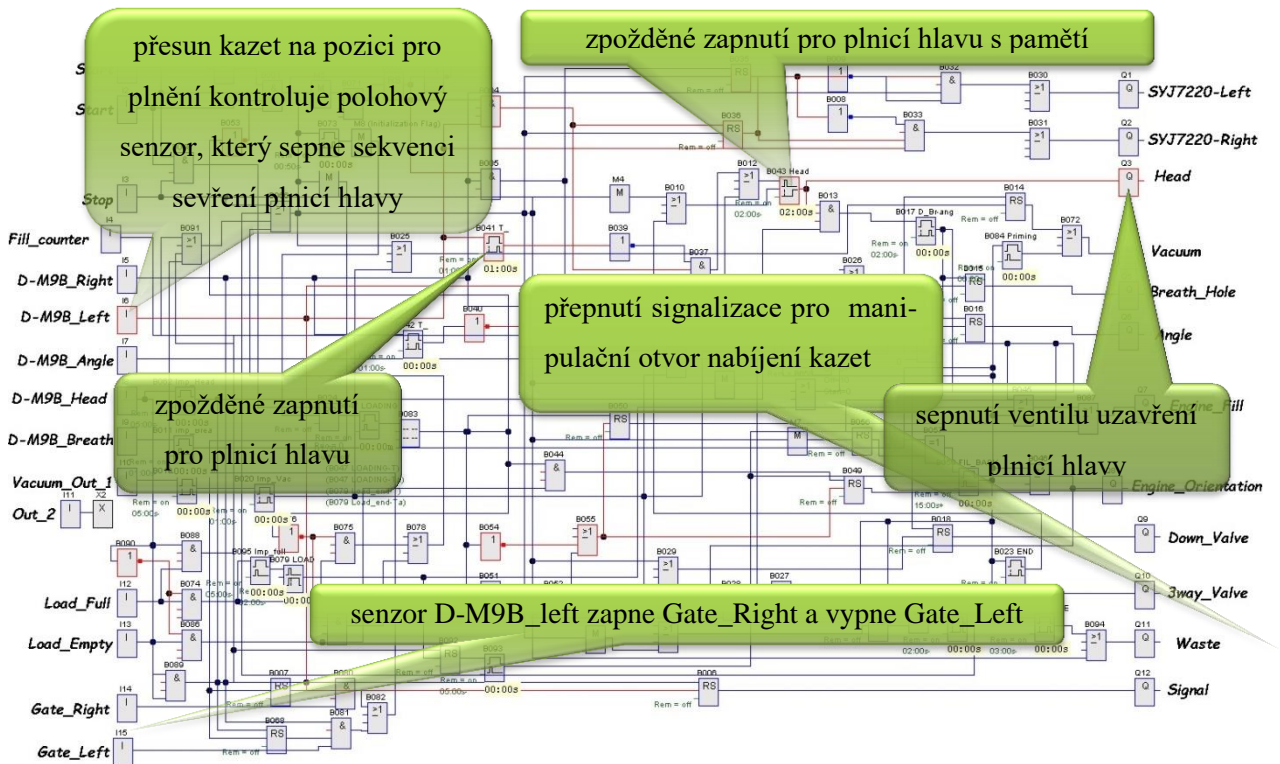
Hlavní řídicí jednotkou je Logo Siemens 0BA6 se dvěma rozšiřujícími moduly DM8. Jednotka je programovatelná pomocí softwaru LOGO!Soft Comfort. V tomto programu je možné programovat pomocí funkčních bloků. Jednotka 0BA6 má osm digitálních vstupů, z toho čtyři vysokorychlostní a to I3, I4, I5 a I6, které pracují s frekvencí až 5 kHz. Jednotka má čtyři relátkové výstupy. Rozšiřovací modul DM8 má další čtyři vstupy a čtyři výstupy. Celkový počet vstupů a výstupů se rozšíří na 16 vstupů a 12 výstupů. Při programování programu pro plničku byla vlastnost vysokorychlostního vstupu využita pro vyhodnocování impulzů optobrány. Vzhledem k malému počtu výstupů byla jednotka 0BA6 rozšířena moduly DM8. Na obrázcích 114 až 123 je znázorněno blokové schéma řídicího programu.



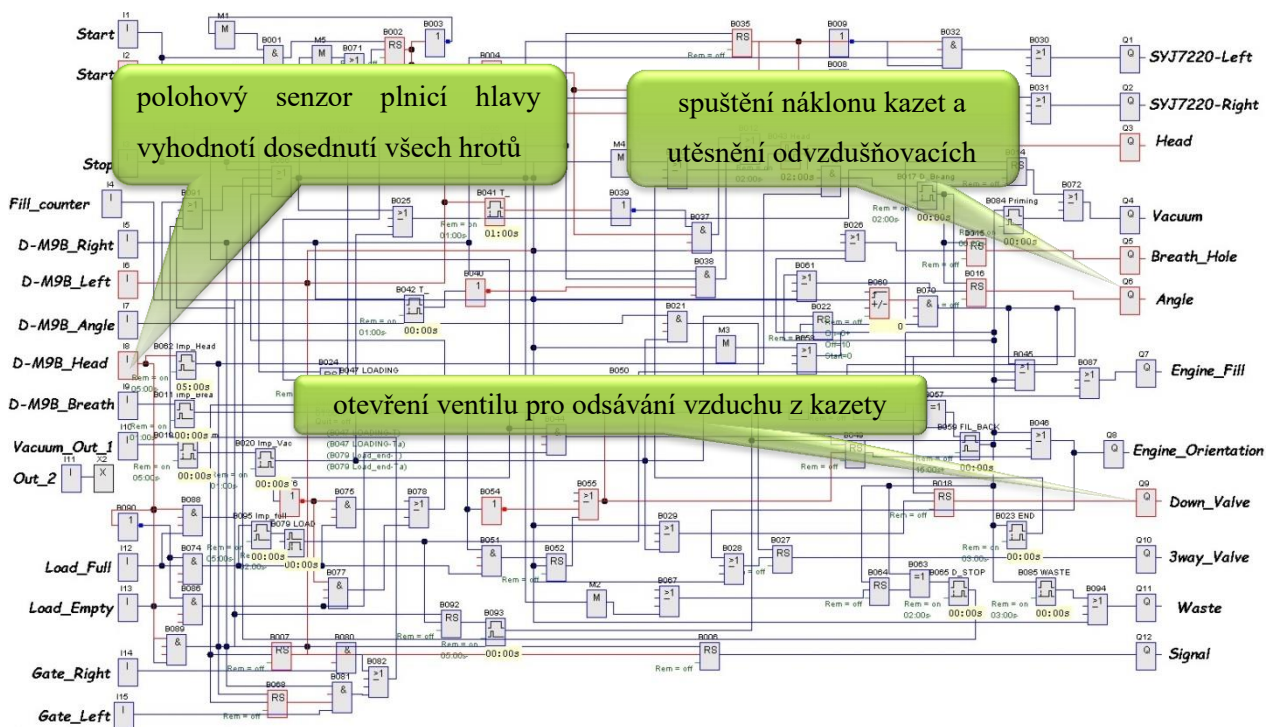
Obr. 114 Program před spuštěním



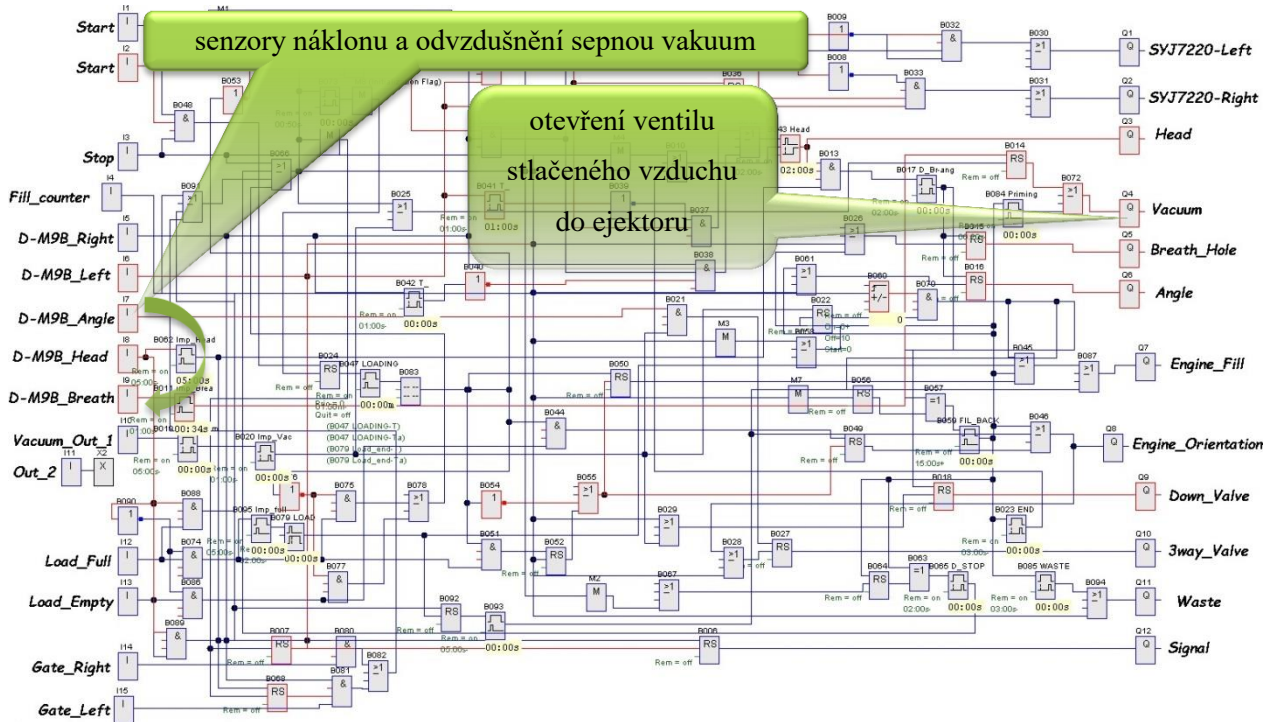
Obr. 115 Spuštění programu



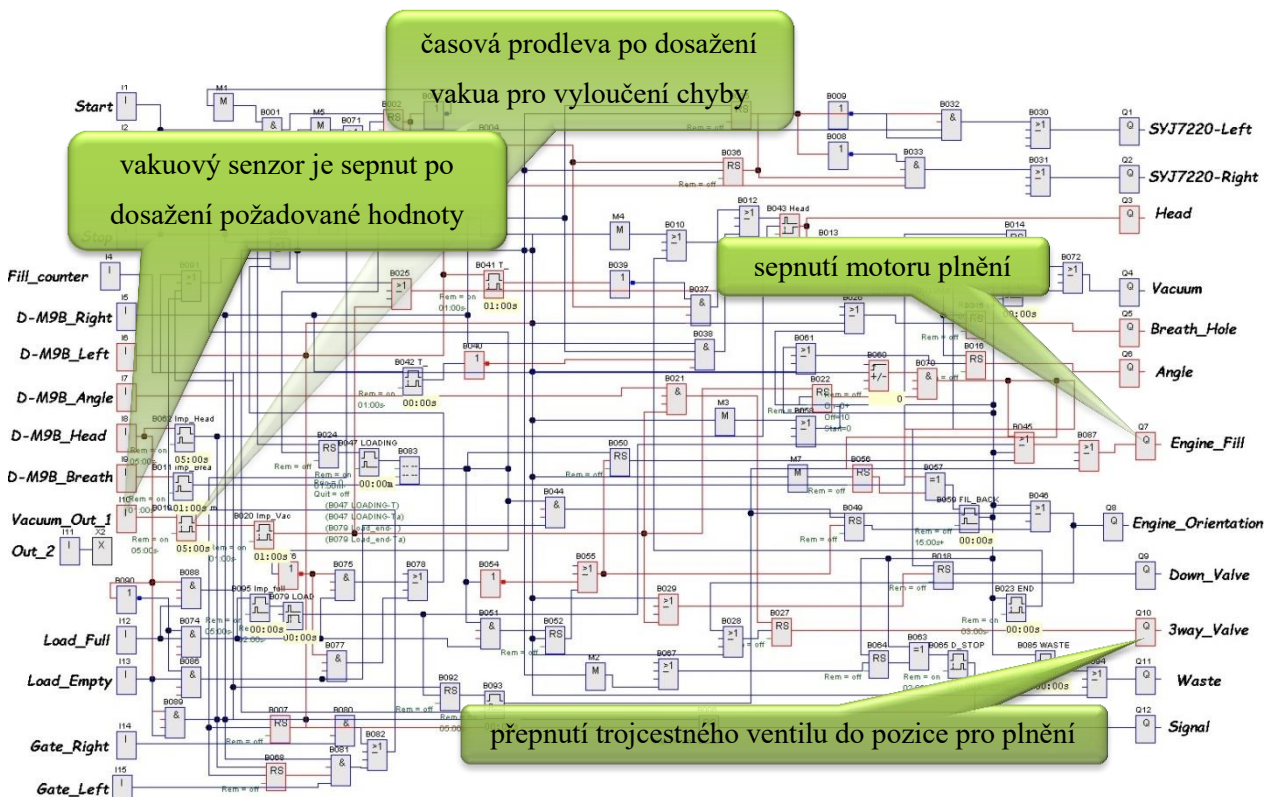
Obr. 116 Sekvence sevření plnicí hlavy



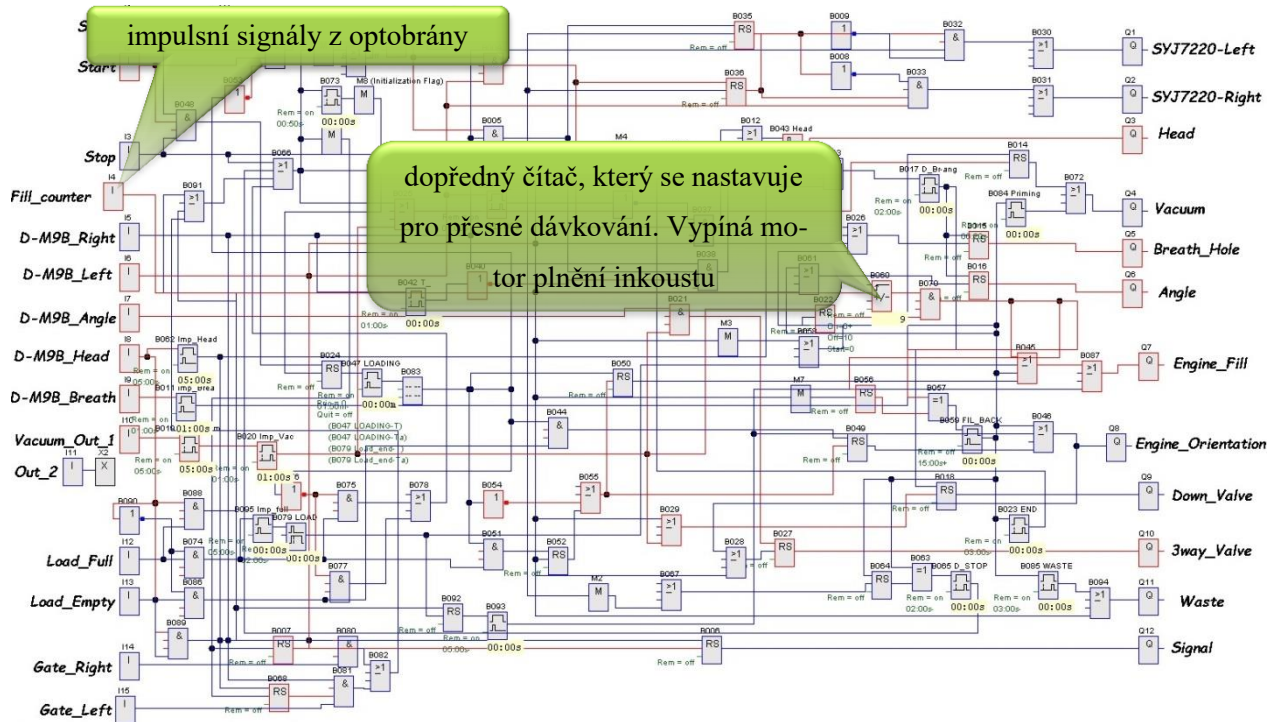
Obr. 117 Sekvence naklonění a utěsnění kazet



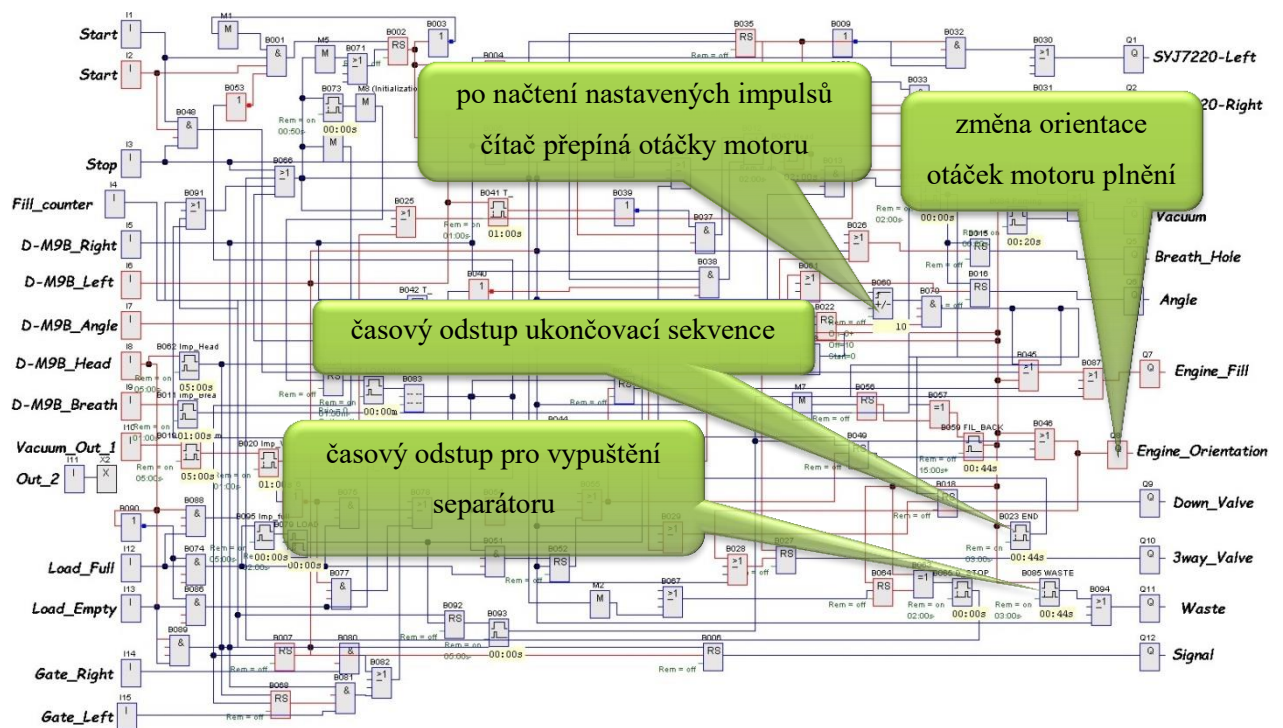
Obr. 118 Sekvence vytváření vakua



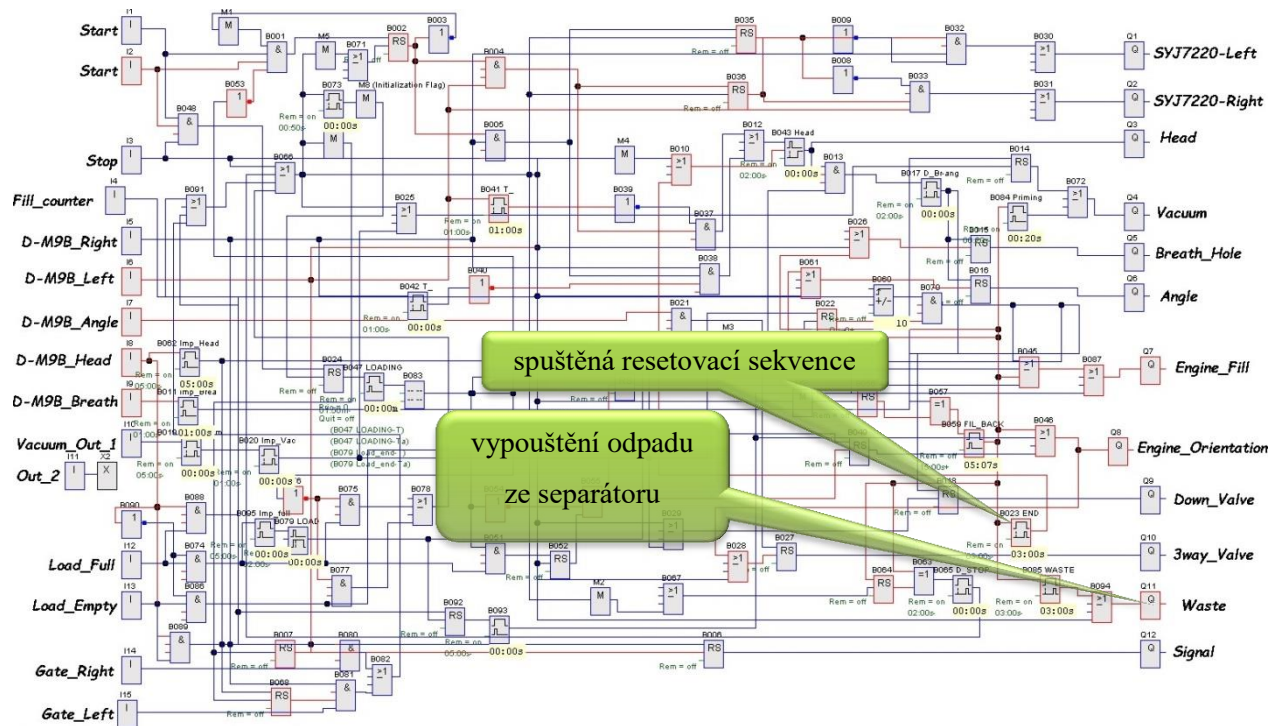
Obr. 119 Sekvence před plněním



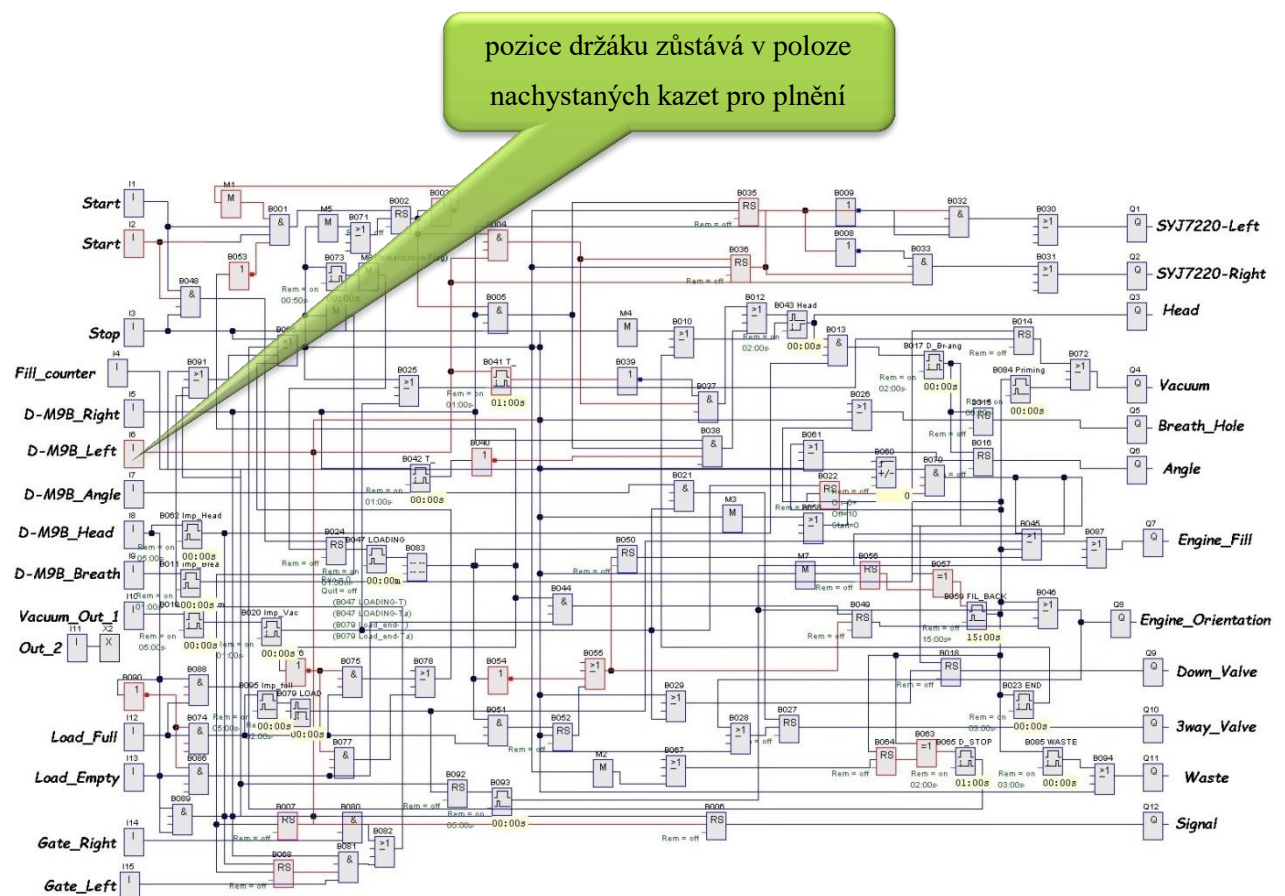
Obr. 120 Sekvence plnění



Obr. 121 Sekvence natahování inkoustu



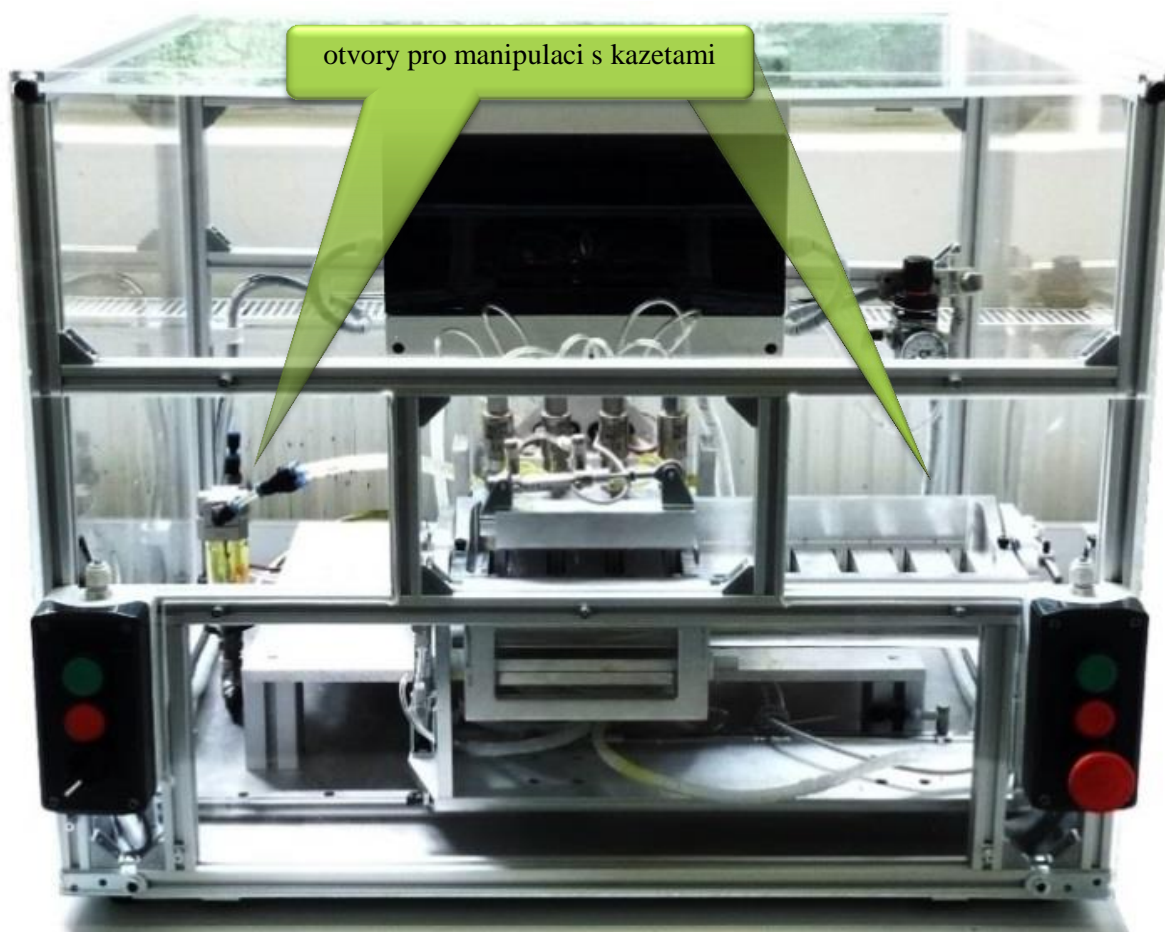
Obr. 122 Zakončovací sekvence



Obr. 123 Ukončený program

11.12 Krytování

Krytování stroje (Obr. 124) je provedeno vsazením PC desek do extrudovaného hliníkového profilu (Obr. 125) tak, aby byla znemožněna újma operátora. PC je houževnatý a odolný proti mechanickému zatěžování. Použití PMMA je nevhodné z důvodu své křehkosti a tříštivosti. Z PC se vyrábějí např. ochranné pracovní brýle.



Obr. 124 Zakrytovaná plnička



Obr. 125 Extrudovaný profil

Celková návrhová sestava plnicího zařízení pro kazety typu EPSON 16/18 je uvedena v Příloze XVII.

12 OBSLUHA PLNICÍHO ZAŘÍZENÍ

Navržená plnička je jednoúčelové zařízení pro plnění inkoustových kazet s obsluhou jednoho operátora.

Operátor spouští stroj a kontroluje výsledek plnění pomocí digitální váhy. Obsluha v případě odchylky od běžné doby plnění provádí vizuální kontrolu usazení kazet a sleduje hodnotu podtlaku na vakuovém senzoru. V případě zjištění neshod přerušuje proces plnění. Nejběžnější příčinou neshody je špatné usazení kazety nebo vadná kazeta.

Průběh plnicího cyklu je popsán v následujících kapitolách.

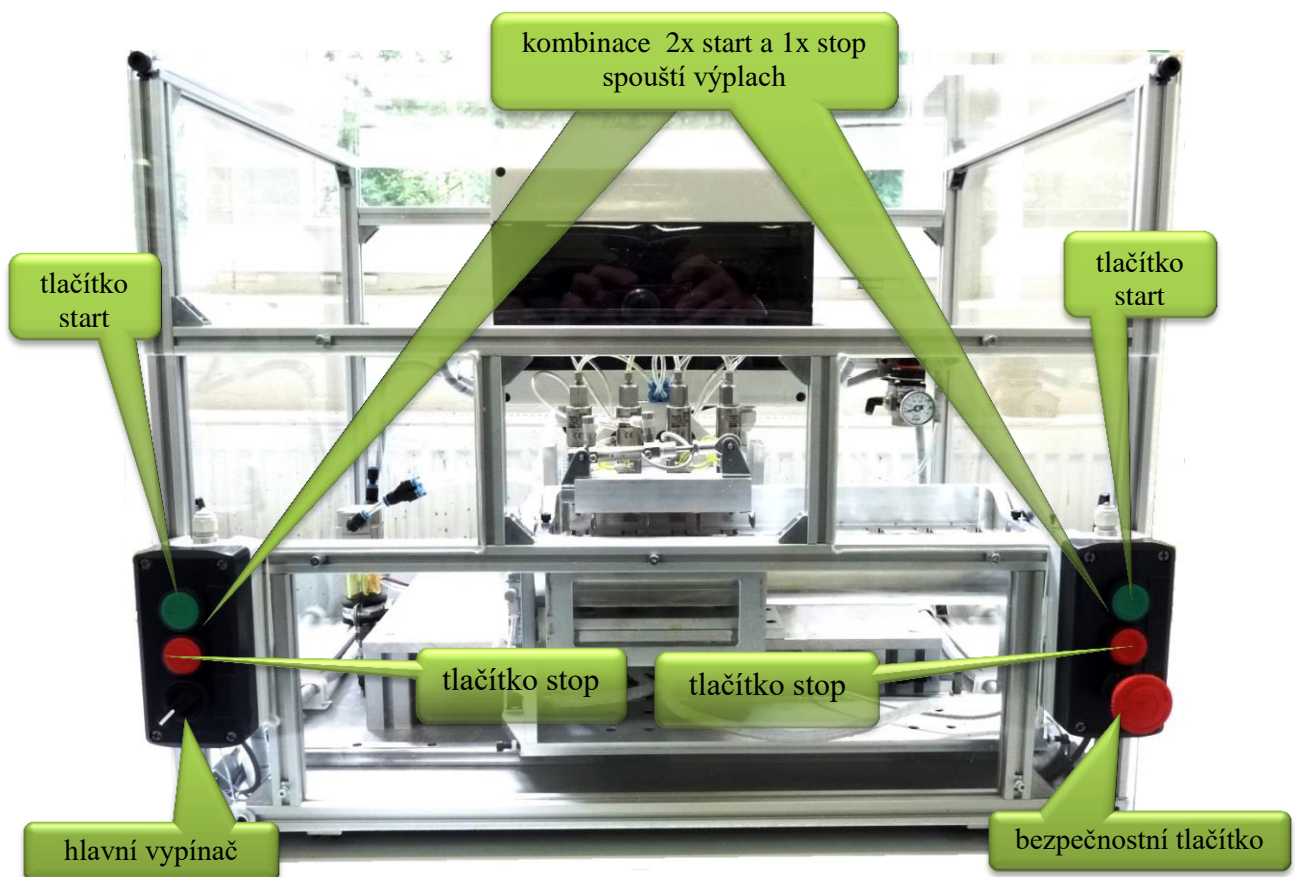
12.1 Spuštění

Plnička je napojena na přípoj tlakového rozvodu vzduchu o provozním tlaku 8 barů a elektrickou síť 230V.

Stroj se spouští hlavním vypínačem (Obr. 126), který přivede do napájecího zdroje napětí. Jakmile je zdroj v provozu, PLC modul se 5 sekund spouští a poté je plnička připravena. Obsluha musí zkontrolovat stav inkoustu ve stříkačkách. Pokud jsou prázdné nebo po výplachu, je nutné natáhnout do stříkaček inkoust.

Inkoust se natahuje automaticky spuštěním vyplachovacího cyklu. Tento cyklus je navržen pro výplach plničky, ale je vhodný i pro natažení inkoustu. Cyklus se spouští kombinací minimálně tří tlačítek a to levého a pravého tlačítka start a levého nebo pravého tlačítka stop. Všechny tlačítka se musí zmáčknout současně. Jakmile se cyklus spustí, migrují písty stříkaček mezi dvěma krajními body do doby, než se stříkačky zaplní inkoustem. V okamžiku, kdy dojde k plnému naplnění stříkaček, obsluha ukončí cyklus tlačítkem stop.

Poté musí obsluha spustit dvakrát program plnění se zkušebními kazetami. Tímto se dostane inkoust až do plnicí hlavy a plnička je tak připravena pro provoz.



Obr. 126 Spuštění stroje

12.2 Pracovní cyklus

Operátor vloží kazety do držáku a spustí pracovní cyklus zelenými tlačítky (Obr. 127). Po spuštění program sepne vzduchový elektroventil a pneumatický válec zasune naplněnou stranu držáku pod plnicí hlavu (Obr. 127). Jakmile polohový senzor D-Z73 umístěný na pneumatickém válci posuvu drážku vyhodnotí zprávou polohu kazet pod plnicí hlavou, sepne se sekvence sevření plnicí hlavy. Další senzor D-Z73 umístěný na pneumatickém válci pro sevření plnicí hlavy vyhodnotí zprávou polohu plnicích a odsávacích hrotů v kazetě a spustí následnou sekvenci natočení kazet a utěsnění odvětrávacích otvorů kazet. Dvojice senzorů D-Z73 umístěné na pneumatickém válci pro natočení a utěsnění kazet spustí tvoření vakua pomocí ejektoru. Jakmile se vytvoří dostatečné vakuum, spustí se plnění (Obr. 128). Sekvence plnění sepne trojcestné ventily otevřené směrem do kazet a také sepne motor PG321-24-264-B, který je řízen optobránou, na stanovený počet otáček. Jakmile je určen správný počet otáček, začne se držák kazet vracet do vodorovné polohy a otevřou se odvětrávací otvory kazet. Současně se přepne směr otáček motoru, vypnou se trojcestné ventily a do stříkaček se začne natahovat inkoust. Po natažení inkoustu se stroj zastaví a resetují se hlavní funkce programu. V průběhu procesu plnění operátor vy-

jme naplněné kazety, které byly naplněny v předchozím cyklu a vloží místo nich prázdné (Obr. 129). Naplněné kazety vloží na kalibrovanou váhu KERN emb 220-4 a vyhodnotí, zda se kazeta nachází v tolerančním poli nastavené hmotnosti naplnění.



Obr. 127 Úvodní sekvence



Obr. 128 Plnicí sekvence



Obr. 129 Zakončující sekvence

13 VÝSLEDKY TESTU PLNICÍHO ZAŘÍZENÍ

Plnicí zařízení se podrobilo validačním testům, které proběhly ve společnosti ARTECH POLSKA Sp. z o.o., Prudnik, Polsko, která se stala po přesunu společnosti ARTECH Moravia do Prudniku jedinou renovační společností na inkoustové kazety koncernu ARMOR.

13.1 Validace

Validace každého nového stroje probíhá podle určeného validačního postupu. V tomto postupu je vlastní test plnění, vyhodnocení bezpečnostních rizik, strojních podmínek, seznámení s obsluhou, základní nastavovací metody a hodnoty, seznámení s údržbou, seznámení se základními částmi stroje, zaškolení operátora a zaškolení technika. Validace trvá několik dnů. První dva dny je prováděno testovací plnění se záznamy. Další část validace probíhá pod kontrolou bezpečnostního technika, výrobního manažera, manažera kvality, manažera inženýringu, vedoucího údržby a technologa. Je vytvořen validační protokol, který musí být stvrzen všemi přítomnými. V případě pochybností se zapíše připomínka. V případě závažnější připomínky je nutno provést požadovanou změnu a následně se schvaluje pouze tato změna. Validací protokol plničky je v Příloze IXX.

13.2 Testovací podmínky

Rozsah testování při validaci (počet typů kazet x počet kusů) určuje manažer kvality ARTECH Polska tak, aby bylo možné na základě jejich výsledku dosáhnout požadované kvality naplnění kazet. Vzhledem k tomu, že se nejedná o nové kazety, nelze zajistit funkčnost každé kazety. Stav kazety závisí především na klimatických podmínkách, čase a zacházení zákazníka s kazetou. Prázdné kazety jsou přichystány ve fázi přípravy s podmínkou tolerančního pole hmotnosti připravené kazety. Naplnění kazety se kontroluje vahou, kdy podle známé hustoty inkoustu je možné zjistit množství inkoustu v ml v kazetě.

Hodnoty hmotnostní tolerance zavádí technolog, který ji určuje z vyhodnocení vlastních testů. Technolog provádí testy, jako například kontrolu hmotnosti plné originální kazety (OEM), kontrola hmotnosti prázdné vytisknuté kazety, kontrolu hmotnosti po odstředění nebo odsátí. Dále také po odsátí maximálního množství inkoustu z originální kazety provádí test inkoustu a testy výtěžnosti. Test výtěžnosti (page yield) se provádí dle standardu ISO 24711, kdy se tiskne standardní sada pěti stránek 8×11 palců (A4) neustále až do vyčerpání inkoustu v kazetě. Jedná se o kombinaci textu, obrázků a grafů tak, aby se co

nejvíce přiblížila průměrné spotřebě zákazníka. Test se provádí nejméně u 3 kazet každého typu na 3 tiskárnách. Výsledek se udává v počtu vytisklých stránek A4. Běžně je výrobcí udávána výtěžnost při 5%ním pokrytí stránky inkoustem. Při testech se také ale provádí test výtěžnosti při 30%ním a 90%ním pokrytí, samostatně pro každou barvu. Dle takto získaných výsledků jsou nastaveny tolerance pro plnění.

Náhodně vybrané renovované kazety prochází stejným procesem testování jako kazety originální. Při validaci je na každé kazetě provedena kontrola tisku, kdy je na tiskárně vytisknutá kontrolní stránka. Jedná se o tzv. 100%ní kontrolu. Dle kvality výtisku je vyhodnoceno, zda je splněna kvalita renovované kazety při validaci.

V běžném provozu provádí pracovníci kontroly kvality kontrolu vlastním výtiskem (speciální testy) náhodného výběru daného počtu kazet. Dle takto získaných výsledků se určuje kvalita šarže. Celkový test je kontrolou kvality nastaveného procesu renovace, ale především kvality hlavní prázdné kazety určené k plnění.

13.3 Test plnění

Pro test plničky byly vybrány všechny druhy kazet, jež se budou na plničce plnit. Vzhledem k velkému počtu druhů kazet bylo k provedení testu vybráno 30 kusů z každého druhu. Celkový počet kazet tak činil 720 ks. Z tohoto počtu byly odstraněny vizuálně poškozené kazety, které se například poškodily předchozí přípravnou operací, nebo je nebylo možné vyprázdnit na stanovenou hodnotu. Celkem se tak naplnilo 696 ks kazet. V tabulkách níže jsou zaznamenány všechny naplněné kazety v gramech. Kontrola hmotnosti je jedinou možností kontroly správného množství inkoustu v kazetě a tedy nastavení dávky plnění. Nastavení plněného objemu je nutno provést pro každý typ kazety samostatně. Provádí se nastavením změny hodnoty dopředného čítače v PLC modulu.

Protože hmotnost kazety po naplnění má určitou toleranci, má toleranci i hmotnost kazety před plněním. Hraniční rozdíly těchto tolerancí musí být v rozsahu, který odpovídá množství inkoustu v originální kazetě. Obsah inkoustu v kazetě je důležitý z důvodu správného množství vytisklých stránek a tím i bezkolizního chodu tiskárny. Pokud je množství inkoustu v kazetě chybné, dochází ke koliznímu stavu informací z čipu a optického hranolu kazety. Tiskárna pak produkuje výstražné zprávy.

Hodnoty v tabulkách jsou uspořádány svisle podle pozice v držáku kazet (1.p – 4.p) a vodorovně dle pořadí plnění. Tabulky generují tolerované hodnoty jako zelené pole, přeplně-

né hodnoty jako žluté pole a podplněné jako červené pole. Mezní hodnoty v tabulkách jsou označeny jako HDM (horní dovolená mez) a DDM (dolní dovolená mez). Přeplněné kazety jsou vyhodnocovány jako dobré a vřazují se do mezikroku odsátí na správnou hmotnost. Podplněné kazety jsou vyhodnoceny jako neshodné a jsou určeny k vyprázdnění a znounaplnění. Je snahou plnit kazety blíže HDM z důvodu levnějšího mezikroku odsátí minima inkoustu při překročení HDM než provádět celý proces vyprázdnění a plnění znovu u podplněných kazet.

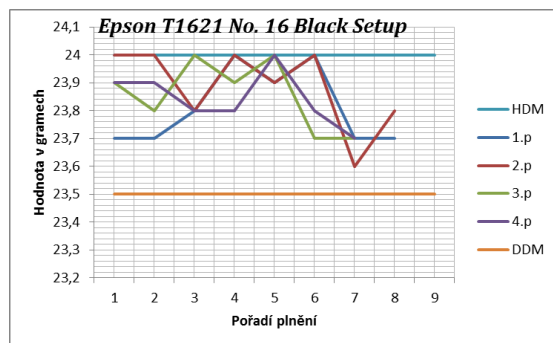
hodnoty v gramech

16 SETUP															
Epson T1621 No. 16 Black Setup				Epson T1622 No. 16 Cyan Setup				Epson T1623 No. 16 Magenta Setup				Epson T1624 No. 16 Yellow Setup			
1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p
23,7	24,0	23,9	23,9	19,8	19,7	19,6	19,5	20,6	20,2	20,1	20,2	20,1	20,0	20,2	20,2
23,7	24,0	23,8	23,9	19,5	20,0	19,7	19,6	20,2	20,2	20,2	20,3	20,4	20,5	20,3	20,1
23,8	23,8	24,0	23,8	19,5	20,0	19,6	19,6	20,1	20,6	20,4	20,2	20,4	20,0	20,1	20,2
24,0	24,0	23,9	23,8	19,5	19,6	19,5	19,5	20,2	20,1	20,0	20,2	20,2	20,3		
23,9	23,9	24,0	24,0	19,6	20,0	20,0	19,5	20,4	20,5	20,0	20,2				
24,0	24,0	23,7	23,8	19,5	19,7	19,5	19,7	20,1	20,2	20,1	20,2				
23,7	23,6	23,7	23,7	19,9	20,0	20,0	19,5	20,3	20,5	20,2	20,2				
23,7	23,8					19,5	19,5	20,1	20,2						
Tolerance				Tolerance				Tolerance				Tolerance			
23,5				24				20				20,5			

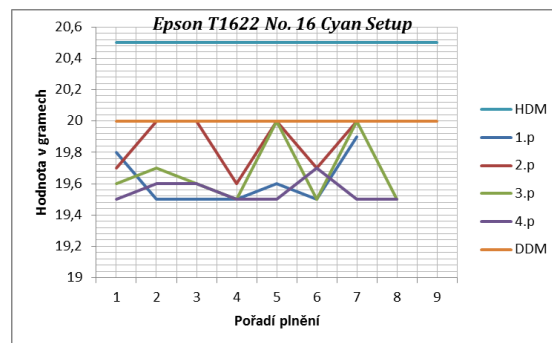
chyba obsluhy, nastaveno dle chvbné tolerance 19.5 - 20

Tab. 5 Test plnění kazet 16 Setup

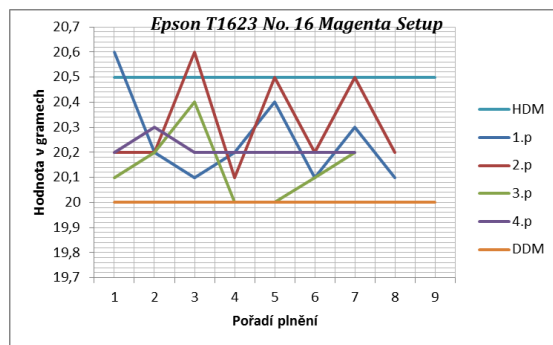
pořadí plnění



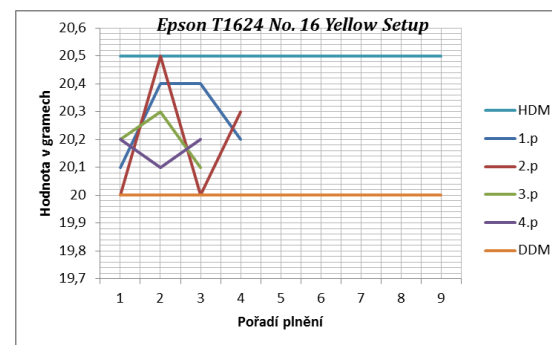
Graf. 1 Průběh testu 16 Black Setup



Graf. 2 Průběh testu 16 Cyan Setup



Graf. 3 Průběh testu 16 Magenta Setup



Graf. 4 Průběh testu 16 Yellow Setup

Plnění kazet typu 16 SETUP Black pohybující se u horní toleranční hranice ukazuje na přiměřeně dobrou přípravu, nastavení plničky na vyšší dávku inkoustu, v průběhu prvních cyklů plnění docházelo k seřizování, od 7. cyklu byla snížena dávka inkoustu.

Výsledek testu - pozitivní.

Plnění kazet 16 SETUP Cyan – všechny výsledky plnění ukazují hodnoty pod DDM. Zjištěn důvod neshody - nastavení špatného dávkování inkoustu na plničky obsluhou na základě chybného stanovení tolerančních hodnot. Celkový rozptyl hodnot se pohybuje v povoleném rozpětí tolerance 0,5 g, je možno tedy považovat výsledek plnění za pozitivní pro celkové hodnocení (po znovunaplnění již nebyl veden záznam).

Výsledek – negativní, nutno znovu opakovat se správným nastavením objemu inkoustu.

Plnění kazet typu 16 SETUP Magenta – v průběhu plnění docházelo k seřizování na nižší hodnoty objemu inkoustu, nevyrovnaný charakter hodnot pravděpodobně zapříčiněn větším rozsahem hmotnosti připravených kazet.

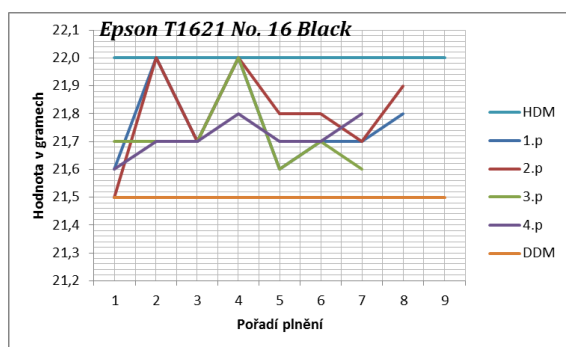
Výsledek testu – pozitivní, zařazení mezikroku odsátí.

Plnění kazet typu 16 SETUP Yellow - malé množství testovaných kazet, cca 1/2 standardního množství, ale pohybující se ve stanovených mezích.

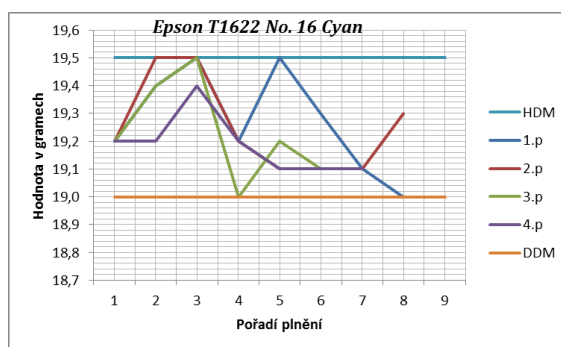
Výsledek testu – pozitivní.

hodnoty v gramech															
16 STANDARD															
Epson T1621 No. 16 Black				Epson T1622 No. 16 Cyan				Epson T1623 No. 16 Magenta				Epson T1624 No. 16 Yellow			
1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p
21,6	21,5	21,7	21,6	19,2	19,2	19,2	19,2	19,4	19,3	19,3	19,2	19,4	19,4	19,2	19,4
22,0	22,0	21,7	21,7	19,4	19,5	19,4	19,2	19,4	19,7	19,4	19,5	19,6	19,8	19,3	19,4
21,7	21,7	21,7	21,7	19,5	19,5	19,5	19,4	19,5	19,4	19,4	19,3	19,2	19,4	19,2	19,3
22,0	22,0	22,0	21,8	19,2	19,2	19,0	19,2	19,3	19,2	19,3	19,3	19,7	19,6	19,3	19,3
21,6	21,8	21,6	21,7	19,5	19,1	19,2	19,1	19,4	19,7	19,3	19,3	19,3	19,2	19,2	19,4
21,7	21,8	21,7	21,7	19,3	19,1	19,1	19,1	19,7	19,6	19,3	19,4	19,6	19,6	19,7	19,3
21,7	21,7	21,6	21,8	19,1	19,1	19,1	19,1	19,4	19,3	19,6	19,5	19,3	19,4	19,2	19,2
21,8	21,9			19,0	19,3							19,2	19,7		
Tolerance				Tolerance				Tolerance				Tolerance			
21,5		22,0		19,0		19,5		19,0		19,5		19,0		19,5	

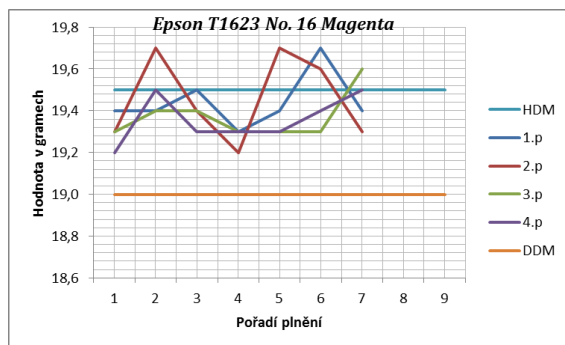
Tab. 6 Test plnění kazet 16 Standard



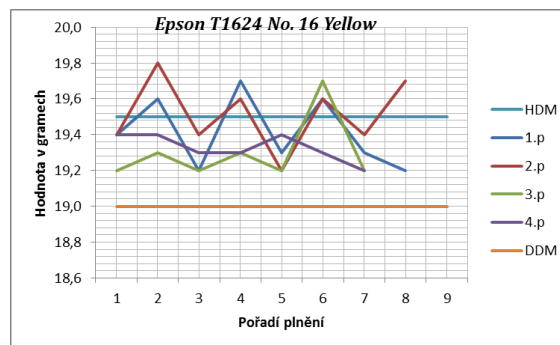
Graf. 5 Průběh testu 16 Black



Graf. 6 Průběh testu 16 Cyan



Graf. 7 Průběh testu 16 Magenta



Graf. 8 Průběh testu 16 Yellow

Plnění kazet typu 16 STANDARD Black pohybuující se u horní toleranční hranice ukazuje na přiměřeně dobrou přípravu kazet. Počáteční nízké hodnoty dávkování vedly k nastavení plničky na vyšší dávku inkoustu.

Výsledek - pozitivní.

Plnění kazet typu 16 STANDARD Cyan – v prvním cyklu je vidět absolutní shoda ve středu tolerančního pole. Všechny výsledky plnění ukazují hodnoty v mezích tolerance. Nedochozí k seřizování a je vidět využití celého tolerančního pole. Toto ukazuje na značný rozptyl hmotností při přípravě kazet.

Výsledek – pozitivní.

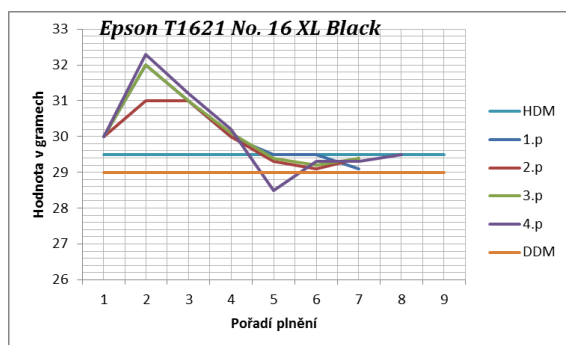
Plnění kazet typu 16 STANDARD Magenta – plnička nastavená na vyšší hodnotu objemu inkoustu, v průběhu plnění již nedocházelo k seřizování na nižší hodnoty objemu inkoustu. Celková tolerance se nevyvíkala z půlgramové tolerance, která je nastavena pro všechny typy kazet. Z důvodu kolísavé charakteristiky již nedocházelo k seřízení hodnot plnění. Výsledek testu – pozitivní, zařazení mezikroku odsátí.

Plnění kazet typu 16 STANDARD Yellow - plnička nastavena na vyšší hodnotu objemu inkoustu. V průběhu plnění již nedocházelo k seřizování na nižší hodnoty objemu inkoustu. Celková tolerance se v jednom případě vychýlila z půlgramové tolerance, která je nastavena pro všechny typy kazet.

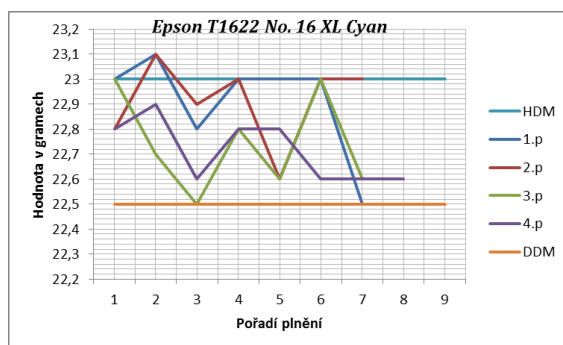
Výsledek testu – pozitivní, zařazení mezikroku odsátí.

hodnoty v gramech															
16 XL															
Epson T1631 No. 16XL Black				Epson T1632 No. 16XL Cyan				Epson T1633 No.16XL Magenta				Epson T1634 No. 16XL Yellow			
1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p
30	30	30	30	23	22,8	23	22,8	22,8	23,3	22,8	22,8	22,5	23	22,6	22,6
32	31	32	32,3	23,1	23,1	22,7	22,9	22,7	22,7	22,8	22,9	22,8	22,6	22,8	22,6
31	31	31	31,2	22,8	22,9	22,5	22,6	22,8	22,7	22,9	22,8	22,7	23,2	22,6	23
30	30	30,1	30,2	23	23	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,6	22,6	22,6	22,6
29,5	29,3	29,4	28,5	23	22,6	22,6	22,8	22,6	22,7	22,8	22,9	22,7	22,6	22,5	22,6
29,5	29,1	29,2	29,3	23	23	23	22,6	22,8	22,9	22,9	22,6	22,5	22,7	22,6	22,7
29,1	29,4	29,4	29,3	22,5	23	22,6	22,6	22,8	23	22,8	22,9	22,9	23	22,7	22,6
			29,5				22,6	22,6	22,9			22,6	22,8		
Tolerance				Tolerance				Tolerance				Tolerance			
29				22,5				23				22,5			
29,5				23				22,5				23			

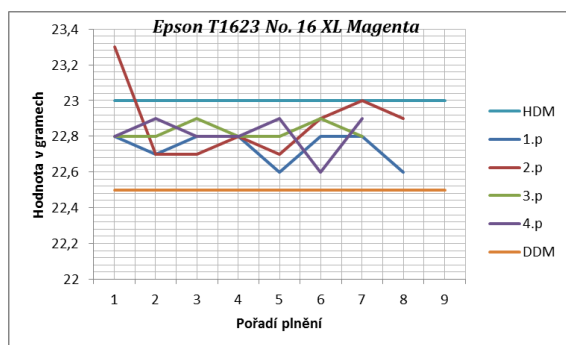
Tab. 7 Test plnění kazet 16 XL



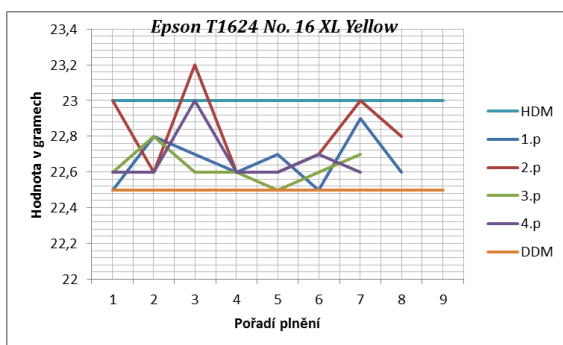
Graf. 9 Průběh testu 16 XL Black



Graf. 10 Průběh testu 16 XL Cyan



Graf. 11 Průběh testu 16 XL Magenta



Graf. 12 Průběh testu 16 XL Yellow

Plnění kazet typu 16 XL Black - v prvním a druhém cyklu došlo k dramatickému překročení HDM. Plnění kazet typu XL je ovlivněno téměř maximálním užitím objemu stříkaček. V dalších cyklech byla snaha dostat hodnoty do tolerancí. Vzhledem k velké odchylce došlo k překmitu pod DDM. Poté dochází k ustálení v mezích tolerance. Výsledek - pozitivní, zařazení mezikroku odsátí.

Plnění kazet typu 16 XL Cyan – v prvním cyklu je vidět nastavení vyšší hodnoty objemu inkoustu. Bez úpravy tolerance je vidět malý nárůst. V dalším cyklu došlo k nastavení menšího objemu. Zbylé cykly jsou již bez úpravy tolerance.

Výsledek – pozitivní, zařazení mezikroku odsátí.

Plnění kazet typu 16 XL Magenta – velmi stabilní průběh plnění bez seřizování, pouze s jednou kazetou, která se dostala mimo toleranci. Pravděpodobně zapříčiněno vadnou tolerancí při přípravě.

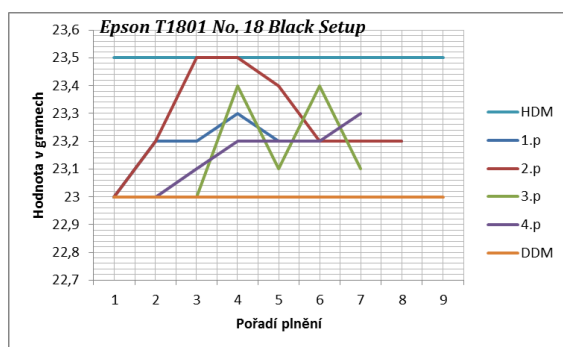
Výsledek testu – pozitivní, zařazení mezikroku odsátí.

Plnění kazet typu 16 XL Yellow - prvotní nastavení objemu inkoustu v mezích tolerance. V průběhu plnění již nedocházelo k seřizování hodnot objemu inkoustu, ačkoli se hodnoty pohybovaly u DDM. Došlo pouze k jednomu překročení HDM.

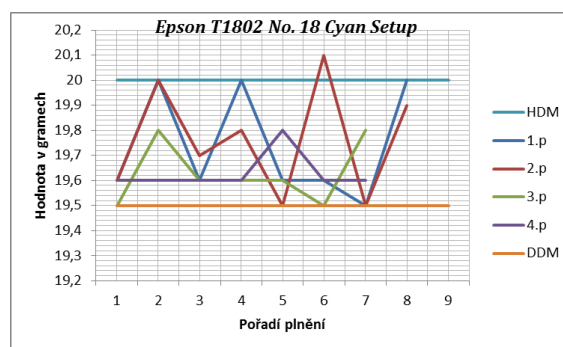
Výsledek testu – pozitivní, zařazení mezikroku odsátí.

hodnoty v gramech															
18 SETUP															
Epson T1801 No. 18 Black Setup				Epson T1802 No. 18 Cyan Setup				Epson T1803 No. 18 Magenta Setup				Epson T1804 No. 18 Yellow Setup			
1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p
23,0	23,0	23,0	23,0	19,6	19,6	19,5	19,6	19,6	19,7	19,7	19,4	19,6	19,5	19,4	19,7
23,2	23,2	23,0	23,0	20,0	20,0	19,8	19,6	19,9	20,0	20,0	19,8	19,8	20,0	19,6	19,7
23,2	23,5	23,0	23,1	19,6	19,7	19,6	19,6	19,5	19,4	19,5	19,6	19,5	19,6	19,6	19,5
23,3	23,5	23,4	23,2	20,0	19,8	19,6	19,6	19,9	19,8	19,5	19,5	19,7	19,5	19,5	19,5
23,2	23,4	23,1	23,2	19,6	19,5	19,6	19,8	19,7	19,6	19,5	20,0	20,0	19,7	19,6	19,6
23,2	23,2	23,4	23,2	19,6	20,1	19,5	19,6	19,8	19,6	19,5	19,5	19,5	20,0	19,5	19,5
23,2	23,2	23,1	23,3	19,5	19,5	19,8	19,6	19,6	19,5	19,5	19,6	19,6	19,5	19,5	19,6
23,2	23,2			20,0	19,9							19,6	20,0		
Tolerance				Tolerance				Tolerance				Tolerance			
23		23,5		19,5		20		19,5		20		19,5		20	

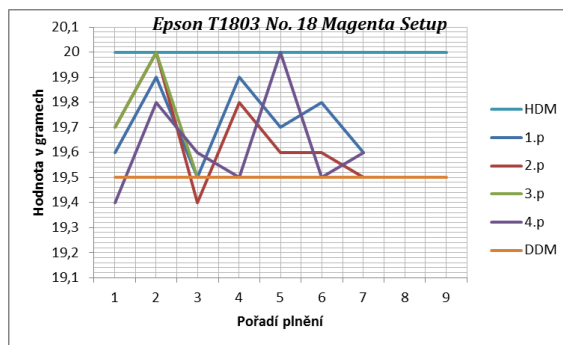
Tab. 8 Test plnění kazet 18 Setup



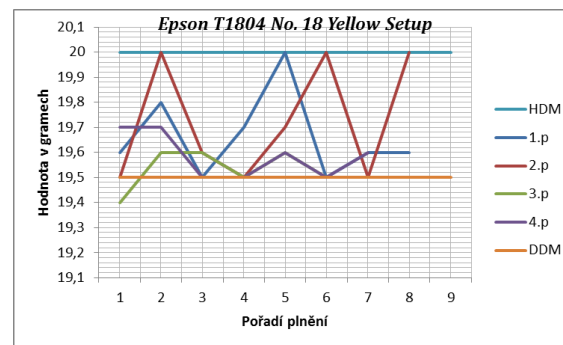
Graf. 13 Průběh testu 18 Black Setup



Graf. 14 Průběh testu 18 Cyan Setup



Graf. 15 Průběh testu 18 Magenta Setup



Graf. 16 Průběh testu 18 Yellow Setup

Plnění kazet typu 18 SETUP Black - počáteční nastavení se blíží DDM. V dalším cyklu došlo k navýšení objemu inkoustu bez nutnosti dalších zásahů.

Výsledek testu - pozitivní.

Plnění kazet 18 SETUP Cyan – všechny výsledky plnění ukazují hodnoty v mezích tolerance, pouze s jedním překročením HDM. Výsledná vyšší hmotnost kazety je pravděpodobně výsledkem součtu tolerance hmotnosti při přípravě a při plnění. Výsledek testu – pozitivní, zařazení mezikroku odsátí.

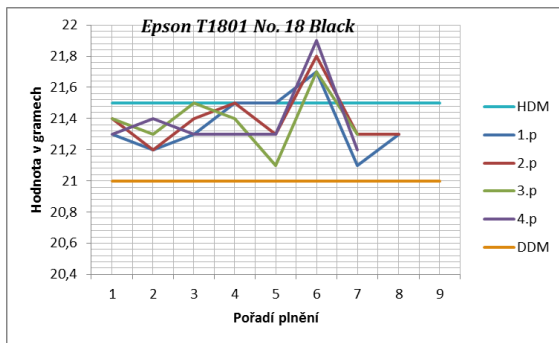
Plnění kazet typu 18 SETUP Magenta – v průběhu plnění docházelo k seřizování na nižší hodnoty objemu inkoustu. Nevyrovnaný charakter hodnot je pravděpodobně zapříčiněn větším rozsahem hmotnosti připravovaných kazet.

Výsledek testu – pozitivní.

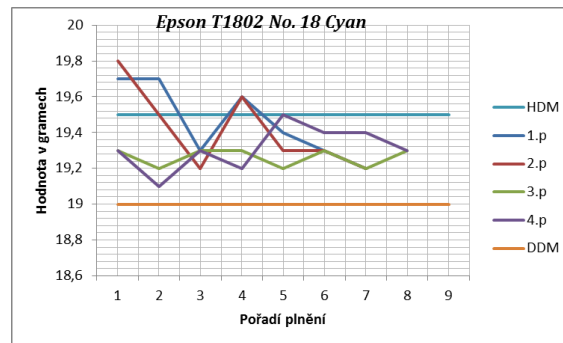
Plnění kazet typu 18 SETUP Yellow - všechny výsledky plnění ukazují hodnoty v mezích tolerance, pouze s jedním překročením DDM v prvním cyklu. Bez nutnosti seřizování. Výsledek testu – pozitivní.

hodnoty v gramech															
18 STANDARD															
Epson T1801 No. 18 Black				Epson T1802 No. 18 Cyan				Epson T1803 No. 18 Magenta				Epson T1804 No. 18 Yellow			
1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p
21,3	21,4	21,4	21,3	19,7	19,8	19,3	19,3	19,6	19,4	19,5	19,4	19,2	19,2	19,4	19,2
21,2	21,2	21,3	21,4	19,7	19,5	19,2	19,1	19,8	19,4	19,4	19,4	19,5	19,5	19,4	19,2
21,3	21,4	21,5	21,3	19,3	19,2	19,3	19,3	19,3	19,4	19,3	19,4	19,3	19,2	19,3	19,2
21,5	21,5	21,4	21,3	19,6	19,6	19,3	19,2	19,3	19,6	19,4	19,3	19,5	19,5	19,3	19,3
21,5	21,3	21,1	21,3	19,4	19,3	19,2	19,5	19,3	19,4	19,3	19,2	19,3	19,4	19,2	19,4
21,7	21,8	21,7	21,9	19,3	19,3	19,3	19,4	19,6	19,7	19,3	19,3	19,3	19,5	19,2	19,5
21,1	21,3	21,3	21,2	19,2	19,2	19,2	19,4	19,5	19,6	19,4	19,4	19,2	19,5	19,2	19,3
21,3	21,3					19,3	19,3	19,2	19,1					19,2	19,3
Tolerance				Tolerance				Tolerance				Tolerance			
21		21,5		19		19,5		19		19,5		19		19,5	

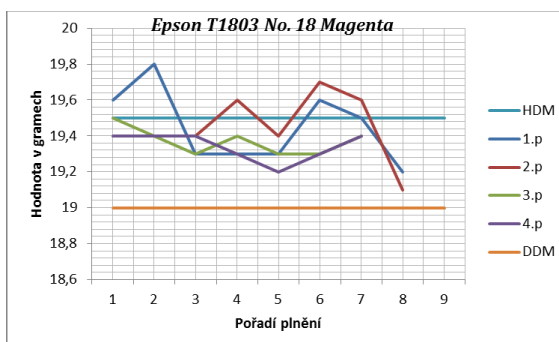
Tab. 9 Test plnění kazet 18 Standard



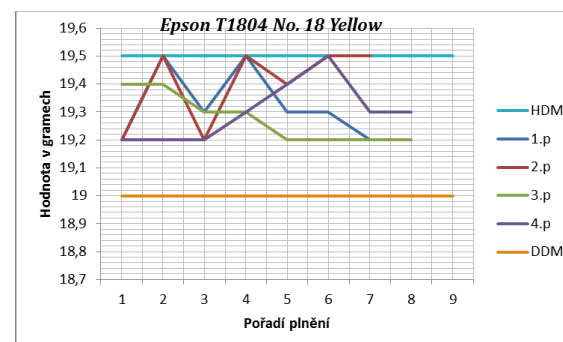
Graf. 17 Průběh testu 18 Black



Graf. 18 Průběh testu 18 Cyan



Graf. 19 Průběh testu 18 Magenta



Graf. 20 Průběh testu 18 Yellow

Plnění kazet typu 18 STANDARD Black - pohybující se u horní toleranční meze. V 6. cyklu byla překročena HDM u všech pozic bez předchozí úpravy dávkování. Předpokladem je chybný informační tok z optobrány.

Výsledek testu - pozitivní, zařazení mezikroku odsátí.

Plnění kazet typu 18 STANDARD Cyan – po prvním cyklu plnění došlo ke snížení objemu plněné dávky. Následující cykly se již nacházejí v blízkosti HDM.

Výsledek testu – pozitivní, zařazení mezikroku odsátí.

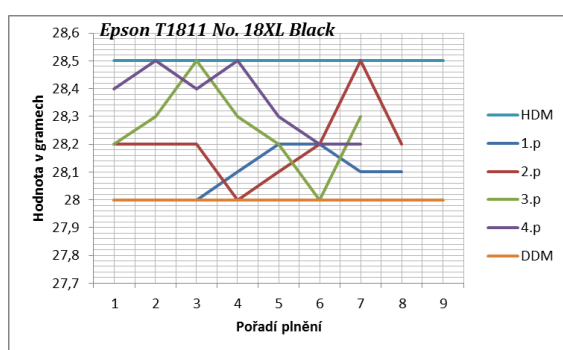
Plnění kazet typu 18 STANDARD Magenta – plnička nastavená na vyšší hodnotu objemu inkoustu, v průběhu plnění již nedocházelo k seřizování na nižší hodnoty objemu inkoustu. Výsledek testu – pozitivní, zařazení mezikroku odsátí.

Plnění kazet typu 18 STANDARD Yellow - hodnoty nacházejí se v mezích tolerance bez nutnosti změny dávkování.

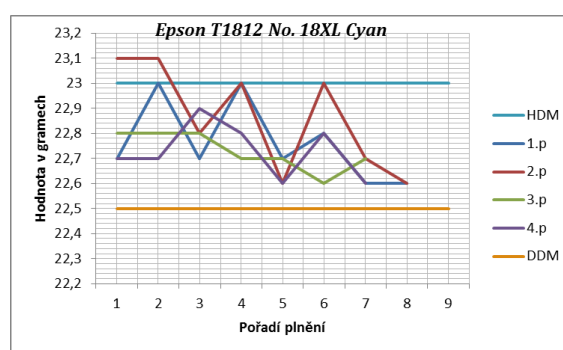
Výsledek testu – pozitivní.

hodnoty v gramech															
18 XL															
Epson T1811 No. 18XL Black				Epson T1812 No. 18XL Cyan				Epson T1813 No. 18XL Magenta				Epson T1814 No. 18XL Yellow			
1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p	1.p	2.p	3.p	4.p
28,0	28,2	28,2	28,4	22,7	23,1	22,8	22,7	23,2	22,5	22,7	22,6	22,8	23,0	23,0	23,0
28,0	28,2	28,3	28,5	23,0	23,1	22,8	22,7	22,6	23,1	22,7	22,8	22,8	23,0	22,8	22,7
28,0	28,2	28,5	28,4	22,7	22,8	22,8	22,9	22,7	22,6	22,7	22,7	22,8	23,0	22,5	22,7
28,1	28,0	28,3	28,5	23,0	23,0	22,7	22,8	22,6	22,7	22,6	22,8	22,6	22,5	22,7	22,6
28,2	28,1	28,2	28,3	22,7	22,6	22,7	22,6	23,2	22,8	22,6	22,8	22,8	22,8	22,6	22,7
28,2	28,2	28,0	28,2	22,8	23,0	22,6	22,8	23,1	22,9	22,8	22,6	23,0	22,6	22,7	22,7
28,1	28,5	28,3	28,2	22,6	22,7	22,7	22,6	22,6	22,9	22,5	22,6	23,0	22,8	22,6	22,6
28,1	28,2			22,6	22,6									22,5	22,6
Tolerance				Tolerance				Tolerance				Tolerance			
28				22,5				23				22,5			

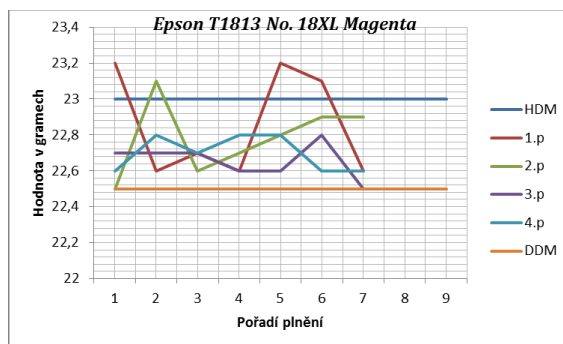
Tab. 10 Test plnění kazet 18 XL



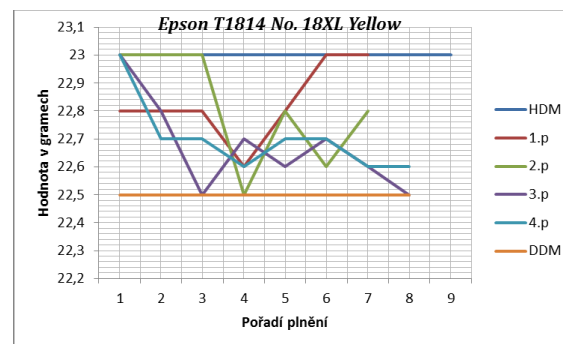
Graf. 21 Průběh testu 18 XL Black



Graf. 22 Průběh testu 18 XL Cyan



Graf. 23 Průběh testu 18 XL Magenta



Graf. 24 Průběh testu 18 XL Yellow

Plnění kazet typu 18 XL Black – rozsah hodnot pokrývá celé toleranční pole, avšak bez nutnosti regulace plněné dávky. Plnění kazet typu XL je opět ovlivněno téměř maximálním užitím objemu stříkaček.

Výsledek testu - pozitivní.

Plnění kazet typu 18 XL Cyan – po prvním cyklu plnění došlo ke snížení objemu plněné dávky. Následující hodnoty se již nacházejí v tolerančním poli.

Výsledek testu – pozitivní, zařazení mezikroku odsátí.

Plnění kazet typu 18 XL Magenta – rozptyl hodnot výsledných hmotností kazet je pravděpodobně výsledkem součtu tolerance hmotnosti při přípravě a při plnění.

Výsledek testu – pozitivní, zařazení mezikroku odsátí.

Plnění kazet typu 18 XL Yellow - přes velký rozptyl se všechny hodnoty nacházejí v mezích tolerance.

Výsledek testu – pozitivní.

13.4 Výsledek testu plnění

V první fázi kontroly plnění byl proveden namátkový výběr naplněných kazet. Po odlepení černé folie z dvouvrstvé tavné fólie byla provedena kontrola naplnění určených komůrek a kanálků - viz. kap 10.4 Přesnost plnění, Obr. 71 Plnicí sekvence. Všechny vybrané kazety byly zhodnoceny se 100%ně pozitivním výsledkem. Kazety byly opětovně uzavřeny kryty a určeny k dalšímu testování.

Dále byla vyhodnocena úspěšnost plnění. Z celkového počtu 696 ks byly všechny kazety naplněny. U podplněných kazet bylo nutno odčerpat inkoust a znovu naplnit. U přeplněných kazet bylo provedeno odsátí inkoustu na horní dovolenou mez a byly dále hodnoceny jako vyhovující. V tabulce níže je zhodnocena úspěšnost testu plnění (Tab. 11), která dosáhla 99,43%.

	Celkový počet kazet	Počet kazet v toleranci	Počet kazet nad HDM	Počet kazet pod DDM	Počet kazet v chybné toleranci	Celkový počet kazet vyhovujících po odstranění chyby
ks	696	627	42	27	23	692
%	100,00	90,09	6,03	3,88	3,30	99,43

Tab. 11 Výsledek testu plnění

Dále při validaci byla na každé vyhovující kazetě provedena kontrola tisku, tj. vytisknutí kontrolní stránky. K tisku kontrolní stránky bylo určeno 692 ks a její průběh je uveden v Tab. 12.

	Kazety vyhovující po odstranění chyby	Kazety určené k testu tisku kontrolní stránky	Výtisk hodnocení A	Výtisk hodnocení B	Výtisk hodnocení C	Kazety vyhovující
ks	692	692	642	6	44	648
%	100,00	100,00	92,77	0,87	6,36	93,64

Tab. 12 Výsledek kontrolního tisku

Výtisk kontrolní stránky je vizuálně hodnocen kontrolním technikem, který udělí hodnocení typu A, B nebo C:

- hodnocení A - bezchybný výtisk
- hodnocení B – výtisk s chybami (jemné proužky)
- hodnocení C - znatelné pruhy nebo kazeta netiskne

U hodnocení B je proveden nozzle check test, kterým se zkontrolují jednotlivé trysky a následně pomocí funkce Cleaning na tiskárně je provedeno vyčištění tiskové hlavy s kazetou. Příčinou tisku s chybami může být zpěněný inkoust při plnění, který se dostane až do outletu nebo zavzdušnění outletu z důvodu nedokonalého usazení uzavíracího ventilu při vysunutí odsávacího hrotu. Tímto je odstraněna závada chybného tisku a kazeta je dále považována za vyhovující.

Hodnocení C - velmi špatný tisk nebo úplná nefunkčnost tisku kazety je způsobena většinou znečištěním filtríku inkoustem. Obvykle vzniklá při nešetrném předchozím zacházení s kazetou, kdy dojde k proniknutí inkoustu přes oddělovací komory do filtríku, kde dojde k zaschnutí a následné neprůchodnosti vzduchu, čímž nedochází k uvolňování inkoustu z kazety a tiskárna je tak bez dodávky inkoustu. K tomuto dochází především u kazet typu Black XL, které mají velký objem inkoustu. Kontrola filtríku je prováděna destruktivní metodou a kazetu již nelze dále plnohodnotně použít.

Úspěšnost tisku kontrolní stránky byla vyhodnocena jako vyhovující s výsledkem 93,64%.

Test výtěžnosti, stejně jako u kazet originálních, byl proveden na náhodném výběru šesti kusů kazet od každé barvy. Test proběhl bez přerušení. Přerušení testu může například být zásah uživatele z důvodu čištění hlavy. Takový test by byl považován za negativní. Při testu bylo použito tří tiskáren WorkForce WF-2010W pro kazety typu 16 a Expression XP-102 pro kazety typu 18. Výsledek testu výtěžnosti renovované kazety dle ISO byl shodný s testy výtěžností OEM (Tab. 13).

WF-2010W			XP-102		
typ	colour	page	typ	colour	page
16	black	175	18	black	175
	cyan	165		cyan	180
	magenta	165		magenta	180
	yellow	165		yellow	180
16 XL	black	500	18 XL	black	470
	cyan	450		cyan	450
	magenta	450		magenta	450
	yellow	450		yellow	450

Tab. 13 Tabulka výtěžnosti renovované kazety

Při testu výtěžnosti s 90%ním pokrytím stránky bylo shledáno shodného výsledku. Při tomto testu je používán koeficient 18, který simuluje 5%ní pokrytí stránky inkoustem, označován jako zrychlený ISO test. Tento test je prováděn za účelem zjištění rovnoměrného pokrytí celé stránky testovanou barvou.

Obdobně tomu bylo u testu se 30%ním pokrytí stránky, kde je užíván koeficient 5. Při tomto testu je hodnocena ostrost kontury přechodu barev při maximální dávce inkoustu na plochu. Při provedení tohoto testu bylo shledáno stejného výsledku jako u OEM.

13.4.1 Závěrečné hodnocení

K testu bylo určeno zkušební množství 720 ks kazet. Z tohoto počtu byly odebrány vizuálně poškozené kazety, které se například poškodily předchozí přípravnou operací nebo je nebylo možné vyprázdnit na stanovenou hodnotu. Celkem se tak naplnilo 696 ks kazet. Konečný počet kazet, který byl vyhovující i po tisku byl 648 ks. Konečná využitelnost kazet je 90%, což je o 30% lepší výsledek, než je celkový průměr.

Celková úspěšnost schvalované technologie byla tedy vyhodnocena pozitivně. Zahrnuje celý proces od návržení vhodné technologie, přes návrh a výrobu strojů a zařízení, až po vlastní zavedení do výroby. Hodnocení navržené technologie a zařízení bylo zadavatelem označeno jako velmi nadprůměrné, protože celková průměrná funkčnost všech typů renovovaných kazet činí obecně cca 60%.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývá návrhem nového plnicího zařízení pro inkoustové kazety EPSON 16/18, které jsou novými typy zavedenými na trh.

Před vlastním návrhem je nutné se seznámit s vlastnostmi inkoustu, které ovlivňují průběh plnění kazety a vlastnosti při tisku.

Součástí návrhu je rozbor kazety, jejíž vnitřní uspořádání určuje princip kazety a je možno tak stanovit kritická místa pro plnění. Díky pochopení některých vlastností kazety je možné stanovit předpokládaný způsob plnění výrobcem a navrhnou technologii plnění při renovaci tak, aby byla funkce renovované kazety shodná s kazetou originální OEM.

Celkový návrh plnicího zařízení je ovlivněn strategií společnosti ARTECH POLSKA Sp. z o.o. a zjištěnými skutečnostmi o vlastní kazetě. Po stanovení technologie plnění bylo možno stanovit celkové požadavky na plnicí zařízení, definovat jednotlivé části stroje a jejich účel a propojit je do funkčního celku. Jsou zde uvedeny hlavní části stroje s výrobní dokumentací se schémata pro zapojení pneumatického obvodu, elektrického obvodu a vlastním ovládacím programem plnicího zařízení.

Při validaci nového plnicího stroje bylo naplněno 696 ks a jako vyhovující v toleranci plnění bylo schváleno 692 ks včetně těch, které bylo nutno mezikrokem odsátí upravit na požadovanou hodnotu. Po testu kontrolní stránky bylo celkové množství vyhovujících kazet upraveno na 648 ks. Tímto bylo dosaženo 90%ní úspěšnosti plnění při validaci nového plnicího zařízení. Je nutno brát v úvahu, že výsledná funkčnost renovované kazety je velkou měrou závislá na stavu prázdné kazety vstupující do renovačního procesu.

Navrhnuté plnicí zařízení je první svého druhu a jedná se tedy o prototyp, který po zařazení do výrobního programu bude nadále sledován a jeho následné výsledky budou podnětem pro jeho případnou inovaci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DRÁBKOVÁ, Sylva. *Mechanika tekutin*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2008. ISBN 978-80-248-1508-4.
- [2] JANALÍK, Jaroslav. *Vybrané kapitoly z mechaniky tekutin*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2008. ISBN 978-80-248-1910-5.
- [3] JANALÍK, Jaroslav a Pavel ŠTÁVA. *Mechanika tekutin*. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní.
- [4] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER. *Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky*. Vyd. 1. Praha: Prometheus, 2000. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 80-214-1869-9.
- [5] RICHTER, Miroslav a Otakar SÖHNEL. *Průmyslové technologie III: stroje a zařízení chemického průmyslu : [procesy, stroje a zařízení]*. Vyd. 1. V Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, 2012. ISBN 978-80-7414-472-1.
- [6] VÍTĚZ, Tomáš a Petr TRÁVNÍČEK. *Mechanika tekutin: Proudění tekutin, ztráty při proudění tekutin, principy měření průtoku*. In: [Http://uzpet.af.mendelu.cz/](http://uzpet.af.mendelu.cz/) [online]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013, 27.11.2013 [cit. 2015-11-06]. Dostupné z: http://uzpet.af.mendelu.cz/wcd/w-af-uzpet/soubory-ke-stazeni/proudeni_ztraty_mereni_prutoku.pdf
- [7] DOSTÁL, Pavel. *Stroje a zařízení: čerpadla, stroje na dopravu a stlačování vzdušnin, energetika*. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita, 2014. ISBN 978-80-7464-526-6
- [8] MAŇAS, Miroslav a Jiří VLČEK. *Aplikovaná reologie*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2001. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-731-8039-1.
- [9] SVOBODA, Pavel. *Základy konstruování*. Vydání šesté. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. ISBN 978-80-7204-921-9.
- [10] ZELENÝ, Jiří. *Stavba strojů - strojní součásti: učebnice pro střední průmyslové školy*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2000. Edice strojaře. ISBN 80-722-6311-0.
- [11] SKALICKÝ, J a J VOLEK. *Strojnictví: Pro 3. ročník SPŠ konzervářské*. 1. Praha: Nakladatelství technické literatury SNTL, 1980.

- [12] HRUŠKA, František. *Senzory: Fyzikální principy, úpravy signálů, praktické použití*. Druhé, rozšířené. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010. ISBN 978-80-7454-096-7.
- [13] NAVRÁTIL, Pavel. *Automatizace: Vybrané statě*. První. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011. ISBN 978-80-7318-935-8.
- [14] CBR. *Http://www.cbr-e.com* [online]. Frenkendorf: CBR, 2015, 2015 [cit. 2015-11-06]. Dostupné z: <http://www.cbr-e.com/go2/en/filling&whatshouldIdo=detail&id=62vwjqpqe8c05s4ax3tirzng7>
- [15] JERO. *Http://www.jero.de/* [online]. Langenhagen: Jero, 2014, 2014 [cit. 2015-11-06]. Dostupné z: <http://www.jero.de/katalog/artikelinfo/74/autofillomat-canon-cli-8-521-526-pgi-5-520-525--bci3-und6>
- [16] *LOBOZAR technik* [online]. schenklengsfeld, 2016 [cit. 2016-01-26]. Dostupné z: <http://www.lobozar.de/>
- [17] KESL, Jan. *Elektronika III: číslicová technika*. 2. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2005. ISBN 80-730-0182-9.
- [18] BALÁTĚ, Jaroslav. *Automatické řízení*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2003. ISBN 80-730-0020-2.
- [19] MAŇAS, Miroslav, Michal STANĚK a David MAŇAS. *Výrobní stroje a zařízení*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. ISBN 978-80-7318-596-1.
- [20] JANALÍK, Jaroslav. *Hydrodynamika a hydrodynamické stroje*. 1. Ostrava: VŠB - TU Ostrava, Fakulta strojní, 2008.
- [21] Mendelova univerzita v Brně. *Is.mendelu.cz* [online]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2016 [cit. 2016-01-26]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=58535
- [22] Fyzika. In: *Www.fyzika007.cz* [online]. Praha: KDF MFF UK v Praze, 2016 [cit. 2015-01-26]
- [23] *HROCH: Tiskárny* [<http://hroch.spseol.cz/~nozka/elektro/epo/tiskarny>]. Olomouc: spseol, 2015 [cit. 2015-11-23]. Dostupné z: <http://hroch.spseol.cz/~nozka/elektro/epo/tiskarny/>

- [24] Turbocor. *Http://www.sultrade.cz/* [online]. Praha: sultrade, 2015 [cit. 2015-10-27]. Dostupné z: <http://www.sultrade.cz/prumyslove-chlazení-a-klimatizace/kompresorove-chladici-jednotky-s-bezolejovými-kompresory-turbocor/predstaveni-technologie-turbocor.htm>
- [25] SASIN, Pavel. *Konstrukce poloautomatické vysokorychlostní vrtačky*. Zlín, 2014. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. František Volek, CSc.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

m – hmotnost	[kg]
a – zrychlení	[$m.s^{-2}$]
F – síla	[$kg.m.s^{-2}$]
ρ – hustota	[$kg.m^{-3}$]
dm – element hmotnosti	[kg]
dV – element objemu	[m^3]
K – objemový modul	[$m^{-1}.kg.s^{-2}$]
V – objem	[m^3]
p – tlak	[$N.m^{-2}$]
t – teplota	[$^{\circ}C$]
β – koeficient tepelné roztažnosti	[$^{\circ}C^{-1}$]
V_0 – objem kapaliny výchozí	[m^3]
η – dynamická viskozita	[$Pa.s$]
τ – smykové napětí (tečné)	[$N.m^{-2}$]
y – souřadnice	[m]
N – newton	[$kg.m.s^{-2}$]
σ – povrchové napětí	[$N.m^{-1}$]
E_a – povrchová energie	[$N.m$]
S – plocha	[m^2]
π – Ludolfovo číslo	[–]
d – průměr	[m]
g – tíhové zrychlení	[$m.s^{-2}$]
h – výška	[m]
l – rameno	[m]
p_o – tlak vzduchu na hladině vody	[$N.m^{-2}$]
d – průměr trubice	[m]
v_s – střední hodnota rychlosti	[$m.s^{-1}$]
ν – kinematická viskozita	[$m^2.s^{-1}$]

v – rychlost	$[m.s^{-1}]$
E – energie	$[kg.m^2.s^{-2}]$
P_n – počet pozic v držáku kazet	$[ks]$
n_d – počet kazet na jednu směnu	$[ks]$
k_v – bezpečnostní koeficient	$[-]$
τ_C – čas jedné směny	$[s]$
τ_T – technologické prostoje	$[s]$
τ_P – pracovní prostoje	$[s]$
τ_F – čas jednoho cyklu plnění (předpoklad)	$[s]$
T – teplota	$[K]$
dp – element tlaku	$[Pa]$
dy, x, z – element rozměru	$[m]$
$a_{x, y, z}$ – zrychlení v rozměru	$[m.s^{-2}]$
dp – element tlaku	$[Pa]$
dy – element výšky	$[m]$
PP – polypropylen	$[-]$
PE – polyetylen	$[-]$
PC – polykarbonát	$[-]$
$PMMA$ – polymethylmetakrylát	$[-]$

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Smykové napětí při laminárním proudění [1]</i>	17
<i>Obr. 2 Povrchové napětí [22]</i>	18
<i>Obr. 3 Hydrostatický paradox [2]</i>	21
<i>Obr. 4 Reynoldsův pokus [2]</i>	21
<i>Obr. 5 Princip Bernoulliho rovnice [22]</i>	24
<i>Obr. 6 Pitotova trubice [1]</i>	25
<i>Obr. 7 Prandtlova trubice [1]</i>	25
<i>Obr. 8 Válcová sonda [1]</i>	26
<i>Obr. 9 Kulová sonda [1]</i>	26
<i>Obr. 10 Coriolisův průtokoměr [2]</i>	27
<i>Obr. 11 Pístové čerpadlo a) s utěsněným pístem b) s plovoucím válcem [5]</i>	29
<i>Obr. 12 Čerpadlo s rotujícími písty [5]</i>	29
<i>Obr. 13 Zubové čerpadlo [5]</i>	30
<i>Obr. 14 Lamelové čerpadlo [5]</i>	30
<i>Obr. 15 Šroubové čerpadlo [5]</i>	31
<i>Obr. 16 Šroubové excentrické čerpadlo [5]</i>	31
<i>Obr. 17 Membránové čerpadlo [5]</i>	31
<i>Obr. 18 Odstředivé čerpadlo [5]</i>	32
<i>Obr. 19 Proudové čerpadlo [5]</i>	32
<i>Obr. 20 Šnekové čerpadlo [5]</i>	33
<i>Obr. 21 Peristaltické čerpadlo [5]</i>	33
<i>Obr. 22 Pístový kompresor [5]</i>	35
<i>Obr. 23 Membránový kompresor</i>	35
<i>Obr. 24 Lamelový kompresor</i>	36
<i>Obr. 25 Šroubový kompresor [24]</i>	36
<i>Obr. 26 Dvoustupňový turbokompresor [24]</i>	36
<i>Obr. 27 Membránová vývěva [5]</i>	37
<i>Obr. 28 Lamelová vývěva [5]</i>	37
<i>Obr. 29 Vodokružná vývěva [5]</i>	37
<i>Obr. 30 Proudová vývěva [5]</i>	38
<i>Obr. 31 Turbomolekulární vývěva [5]</i>	38
<i>Obr. 32 Jednoduché pneumatické schéma</i>	39

<i>Obr. 33 Schématické znázornění logické funkce NOT (OPAK).....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 34 Sekvenční logický obvod.....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 35 Bistabilní klopný obvod.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 36 Klopný obvod typu RS.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 37 Klopný obvod typu RST.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 38 Klopný obvod typu D.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 39 Klopný obvod typu T.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 40 Klopný obvod typu JK.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 41 Monostabilní klopný obvod.....</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 42 Astabilní klopný obvod.....</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 43 Gravitační plnička [21].....</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 44 Atmosférická plnička [11].....</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 45 Vakuová plnička [21].....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 46 Plnění s protitlakem [21].....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 47 ProFill 155 TP [14].....</i>	<i>54</i>
<i>Obr. 48 AutoFillomat [15].....</i>	<i>55</i>
<i>Obr. 49 Plnička FS 50 U 3 [16].....</i>	<i>56</i>
<i>Obr. 50 Proces renovace inkoustové kazety.....</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 51 Viskozimetr.....</i>	<i>61</i>
<i>Obr. 52 Přesná váha s přesnou odměrnou pipetou.....</i>	<i>61</i>
<i>Obr. 53 Tenzimetr.....</i>	<i>62</i>
<i>Obr. 54 Ph metr.....</i>	<i>62</i>
<i>Obr. 55 Konduktometr.....</i>	<i>62</i>
<i>Obr. 56 Princip jehličkového tisku [23].....</i>	<i>64</i>
<i>Obr. 57 Princip bublinkového tisku [23].....</i>	<i>64</i>
<i>Obr. 58 Princip piezotisku [23].....</i>	<i>64</i>
<i>Obr. 59 Inkoustová kazeta EPSON.....</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 60 Tělo kazety EPSON.....</i>	<i>66</i>
<i>Obr. 61 Kryt kazety ze strany komůrek.....</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 62 Filtřík a jednocestný ventil kazety.....</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 63 Tavná fólie.....</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 64 Vrchní etiketa.....</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 65 Popis odvodušňovacích kanálků.....</i>	<i>68</i>

<i>Obr. 66 Popis zásobních komůrek a kanálků</i>	<i>69</i>
<i>Obr. 67 Zatavení bypassu</i>	<i>70</i>
<i>Obr. 68 Průchody přes bypass</i>	<i>70</i>
<i>Obr. 69 Jednocestný ventil (rozložený)</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 70 Plnicí otvor v kazetě</i>	<i>72</i>
<i>Obr. 71 Plnicí sekvence</i>	<i>74</i>
<i>Obr. 72 Rám</i>	<i>76</i>
<i>Obr. 73 Základna</i>	<i>76</i>
<i>Obr. 74 Bočnice</i>	<i>77</i>
<i>Obr. 75 Zábrana s rolnou</i>	<i>77</i>
<i>Obr. 76 Horní plnicí konzole</i>	<i>78</i>
<i>Obr. 77 Dolní sací konzole</i>	<i>78</i>
<i>Obr. 78 Posuvný rám</i>	<i>79</i>
<i>Obr. 79 Držák na kazety</i>	<i>80</i>
<i>Obr. 80 Čep</i>	<i>80</i>
<i>Obr. 81 Rameno</i>	<i>80</i>
<i>Obr. 82 Vrchní držák stříkaček</i>	<i>81</i>
<i>Obr. 83 Spodní držák s vedením pro tahače</i>	<i>81</i>
<i>Obr. 84 Píst</i>	<i>81</i>
<i>Obr. 85 Tahač</i>	<i>82</i>
<i>Obr. 86 Držák tahačů</i>	<i>82</i>
<i>Obr. 87 DC motor Obr. 88 Spojka</i>	<i>82</i>
<i>Obr. 89 Kuličkový šroub Obr. 90 Matice Obr. 91 Ložisko</i>	<i>82</i>
<i>Obr. 92 Lineární vedení HGW vozík a kolejnice</i>	<i>83</i>
<i>Obr. 93 Lineární vedení MGN vozík a kolejnice</i>	<i>83</i>
<i>Obr. 94 Pneumatický regulátor s manometrem</i>	<i>84</i>
<i>Obr. 95 Pneumatický válec pro těsnění kazet</i>	<i>85</i>
<i>Obr. 96 Pneumatický válec pro náklon kazet</i>	<i>85</i>
<i>Obr. 97 Pneumatický válec pro plnicí hlavu</i>	<i>85</i>
<i>Obr. 98 Pneumatický válec pro přesun kazet</i>	<i>86</i>
<i>Obr. 99 Ejektor</i>	<i>87</i>
<i>Obr. 100 Schéma pneumatického obvodu</i>	<i>88</i>
<i>Obr. 101 Bezpečnostní odpojovač</i>	<i>89</i>

<i>Obr. 102 Bistabilní rozvaděč</i>	89
<i>Obr. 103 Pneumatický rozvaděč</i>	90
<i>Obr. 104 Procesní elektroventil</i>	90
<i>Obr. 105 Trojcestný ventil</i>	91
<i>Obr. 106 Vakuový senzor</i>	91
<i>Obr. 107 Polohový senzor</i>	91
<i>Obr. 108 Koncový spínač</i>	92
<i>Obr. 109 Optický detektor OMRON</i>	92
<i>Obr. 110 Ventilový blok s optobránou</i>	92
<i>Obr. 111 PLC modul s rozšiřujícími moduly DM8</i>	93
<i>Obr. 112 Napájecí zdroj</i>	93
<i>Obr. 113 Jednoduché elektrické schéma</i>	94
<i>Obr. 114 Program před spuštěním</i>	95
<i>Obr. 115 Spuštění programu</i>	95
<i>Obr. 116 Sekvence sevření plnicí hlavy</i>	96
<i>Obr. 117 Sekvence naklonění a utěsnění kazet</i>	96
<i>Obr. 118 Sekvence vytváření vakua</i>	97
<i>Obr. 119 Sekvence před plněním</i>	97
<i>Obr. 120 Sekvence plnění</i>	98
<i>Obr. 121 Sekvence natahování inkoustu</i>	98
<i>Obr. 122 Zakončovací sekvence</i>	99
<i>Obr. 123 Ukončený program</i>	99
<i>Obr. 124 Zakrytovaná plnička</i>	100
<i>Obr. 125 Extrudovaný profil</i>	100
<i>Obr. 126 Spuštění stroje</i>	102
<i>Obr. 127 Úvodní sekvence</i>	103
<i>Obr. 128 Plnicí sekvence</i>	103
<i>Obr. 129 Zakončující sekvence</i>	103

SEZNAM TABULEK

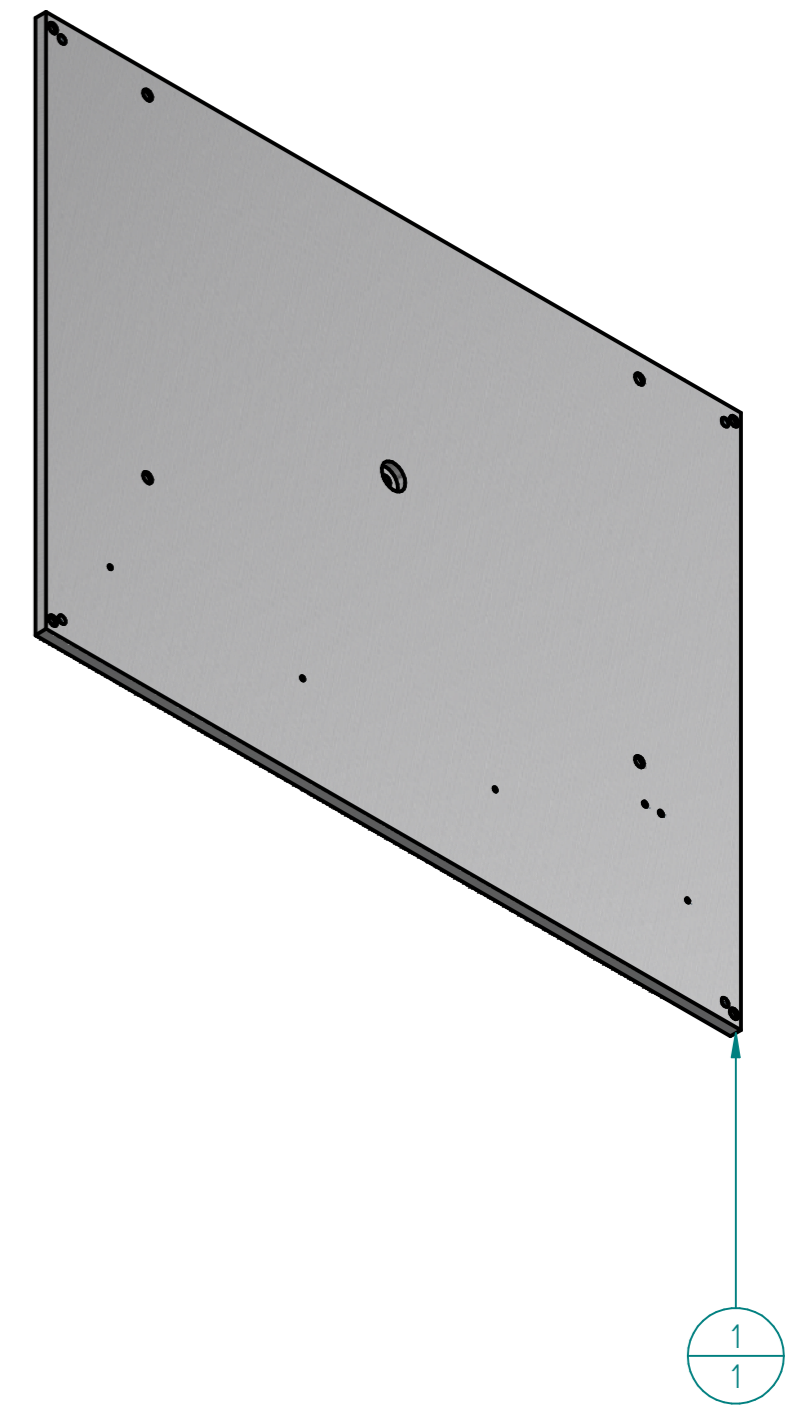
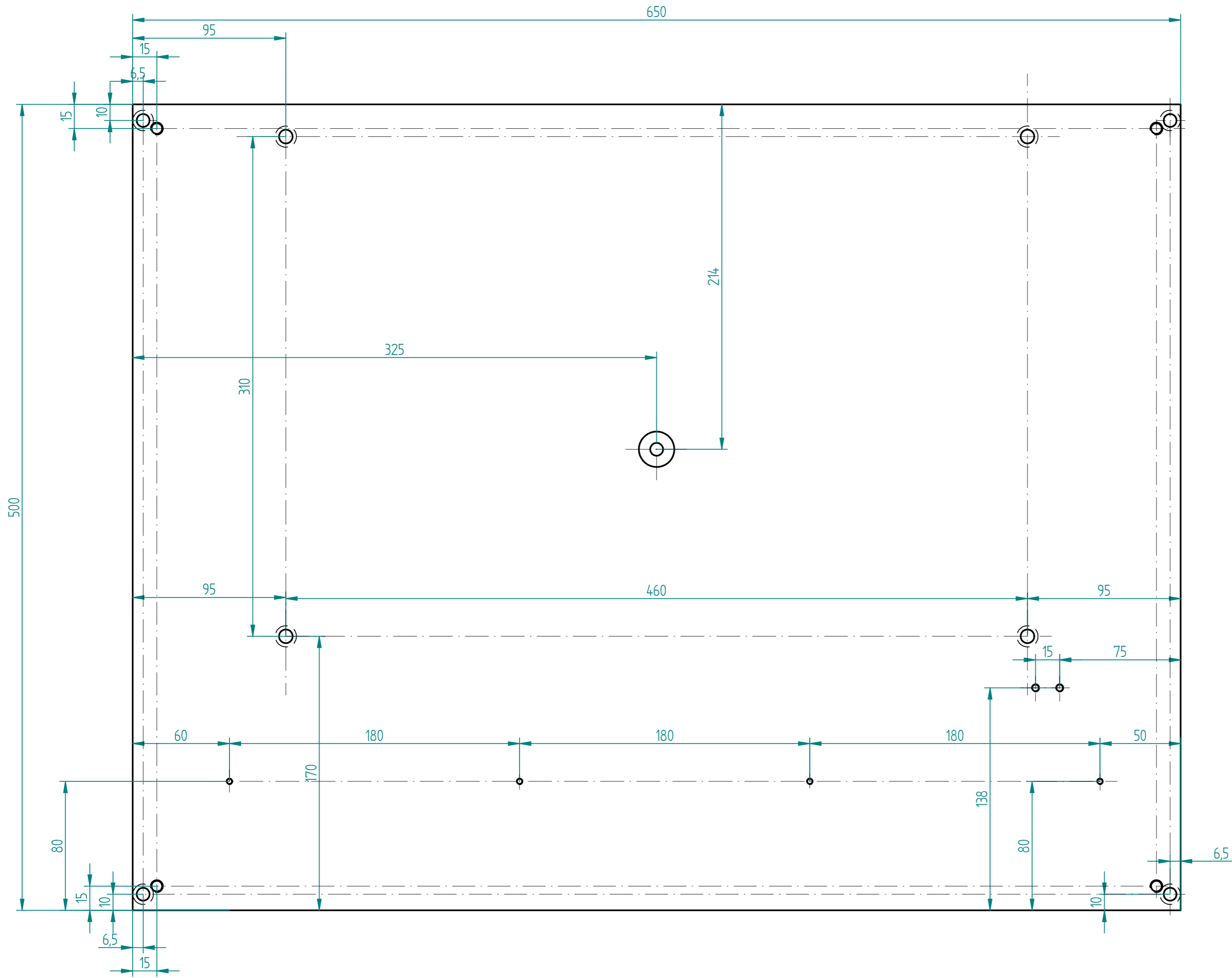
<i>Tab. 1 logické funkce jedné proměnné.....</i>	43
<i>Tab. 2 Základní logické obvody</i>	44
<i>Tab. 3 Protokol přejímky inkoustu.....</i>	63
<i>Tab. 4 Tabulka sil pneumatických válců.....</i>	86
<i>Tab. 5 Test plnění kazet 16 Setup</i>	106
<i>Tab. 6 Test plnění kazet 16 Standard.....</i>	107
<i>Tab. 7 Test plnění kazet 16 XL.....</i>	109
<i>Tab. 8 Test plnění kazet 18 Setup</i>	110
<i>Tab. 9 Test plnění kazet 18 Standard.....</i>	111
<i>Tab. 10 Test plnění kazet 18 XL.....</i>	113
<i>Tab. 11 Výsledek testu plnění</i>	114
<i>Tab. 12 Výsledek kontrolního tisku.....</i>	114
<i>Tab. 13 Tabulka výtěžnosti renovované kazety.....</i>	116

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf. 1 Průběh testu 16 Black Setup</i>	<i>Graf. 2 Průběh testu 16 Cyan Setup</i>	106
<i>Graf. 3 Průběh testu 16 Magenta Setup</i>	<i>Graf. 4 Průběh testu 16 Yellow Setup</i>	106
<i>Graf. 5 Průběh testu 16 Black</i>	<i>Graf. 6 Průběh testu 16 Cyan</i>	107
<i>Graf. 7 Průběh testu 16 Magenta</i>	<i>Graf. 8 Průběh testu 16 Yellow</i>	108
<i>Graf. 9 Průběh testu 16 XL Black</i>	<i>Graf. 10 Průběh testu 16 XL Cyan</i>	109
<i>Graf. 11 Průběh testu 16 XL Magenta</i>	<i>Graf. 12 Průběh testu 16 XL Yellow</i>	109
<i>Graf. 13 Průběh testu 18 Black Setup</i>	<i>Graf. 14 Průběh testu 18 Cyan Setup</i>	110
<i>Graf. 15 Průběh testu 18 Magenta Setup</i>	<i>Graf. 16 Průběh testu 18 Yellow Setup</i>	110
<i>Graf. 17 Průběh testu 18 Black</i>	<i>Graf. 18 Průběh testu 18 Cyan</i>	112
<i>Graf. 19 Průběh testu 18 Magenta</i>	<i>Graf. 20 Průběh testu 18 Yellow</i>	112
<i>Graf. 21 Průběh testu 18 XL Black</i>	<i>Graf. 22 Průběh testu 18 XL Cyan</i>	113
<i>Graf. 23 Průběh testu 18 XL Magenta</i>	<i>Graf. 24 Průběh testu 18 XL Yellow</i>	113

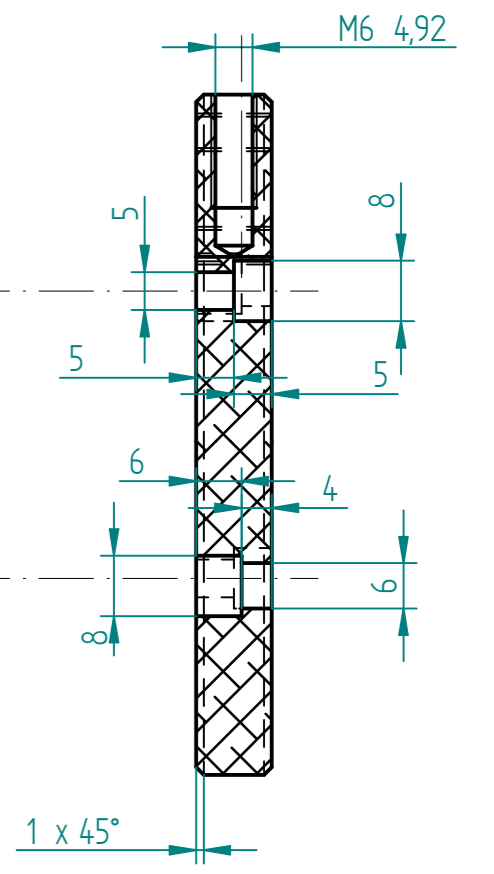
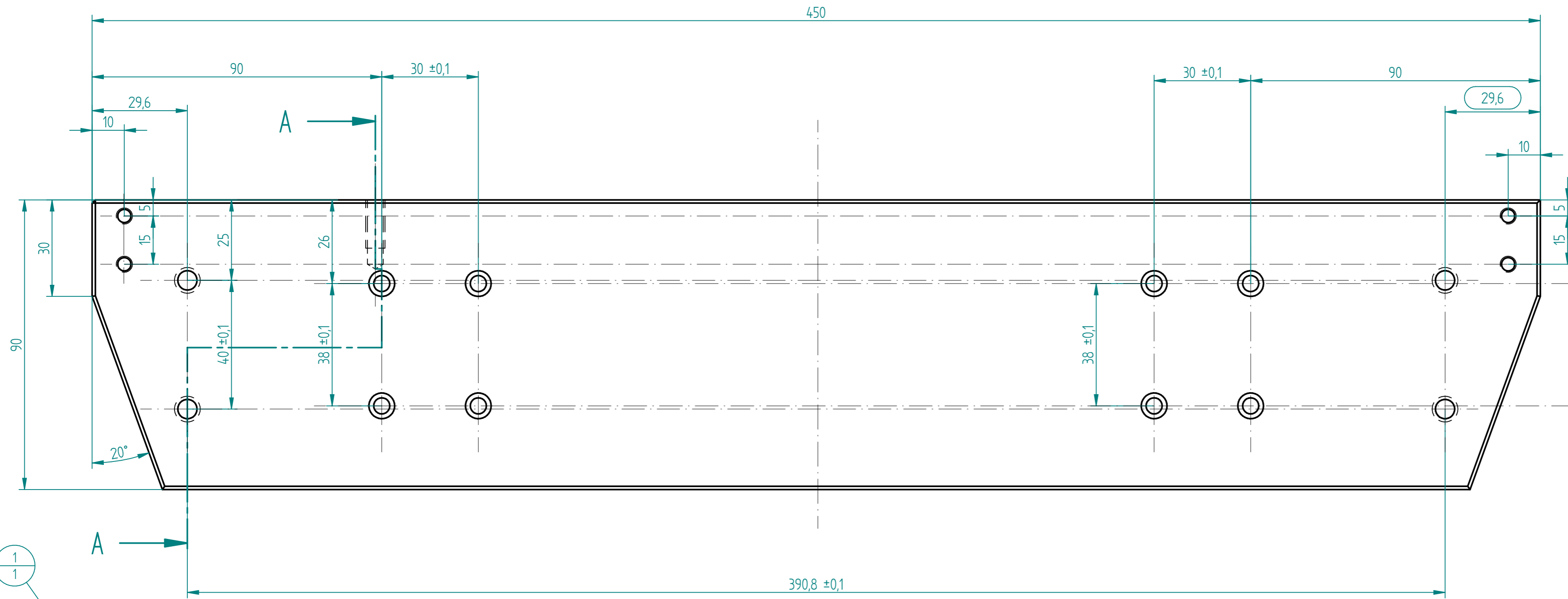
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I	Rám
Příloha II	Základna
Příloha III	Bočnice
Příloha IV	Stabilizační zábrany
Příloha V	Horní plnicí konzole
Příloha VI	Dolní sací konzole
Příloha VII	Posuvný rám přední
Příloha VIII	Posuvný rám zadní
Příloha IX	Držák kazet
Příloha X	Rotační čep
Příloha XI	Rameno
Příloha XII	Držák stříkaček
Příloha XIII	Vedení tahačů
Příloha XIV	Píst
Příloha XV	Tahač
Příloha XVI	Držák tahačů
Příloha XVII	Sestava
Příloha XVIII	Motor
Příloha IXX	Validační protokol



Item Number	Material	Quantity
1	Aluminum, 5083	1

NAME	DATE	TITLE	
Konstruktor: Pavel Sasin		UTB Zlín	
Kreslil: Pavel Sasin			
		Rám	
		SIZE	DWG NO
		REV	
SYREMA Plus s.r.o.		SCALE:	WEIGHT: 8,685 kg

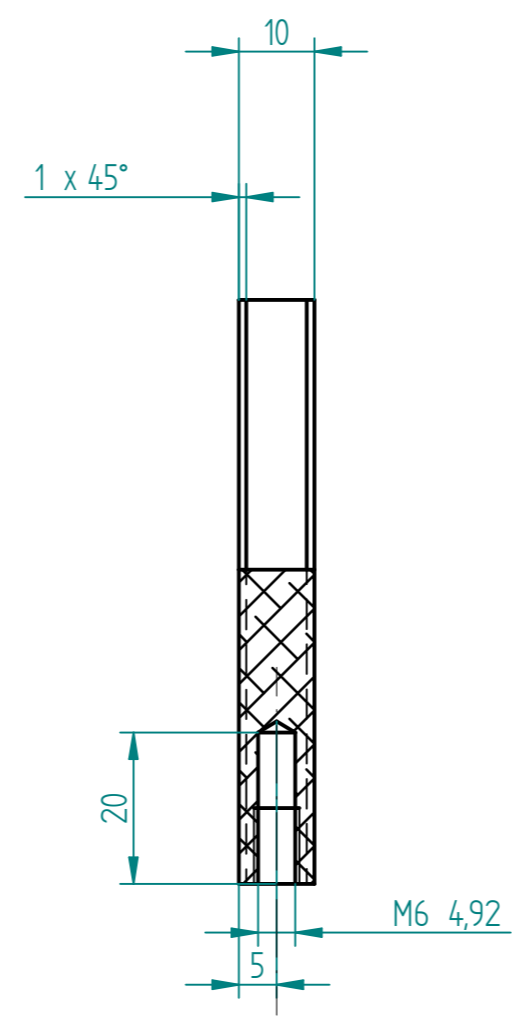
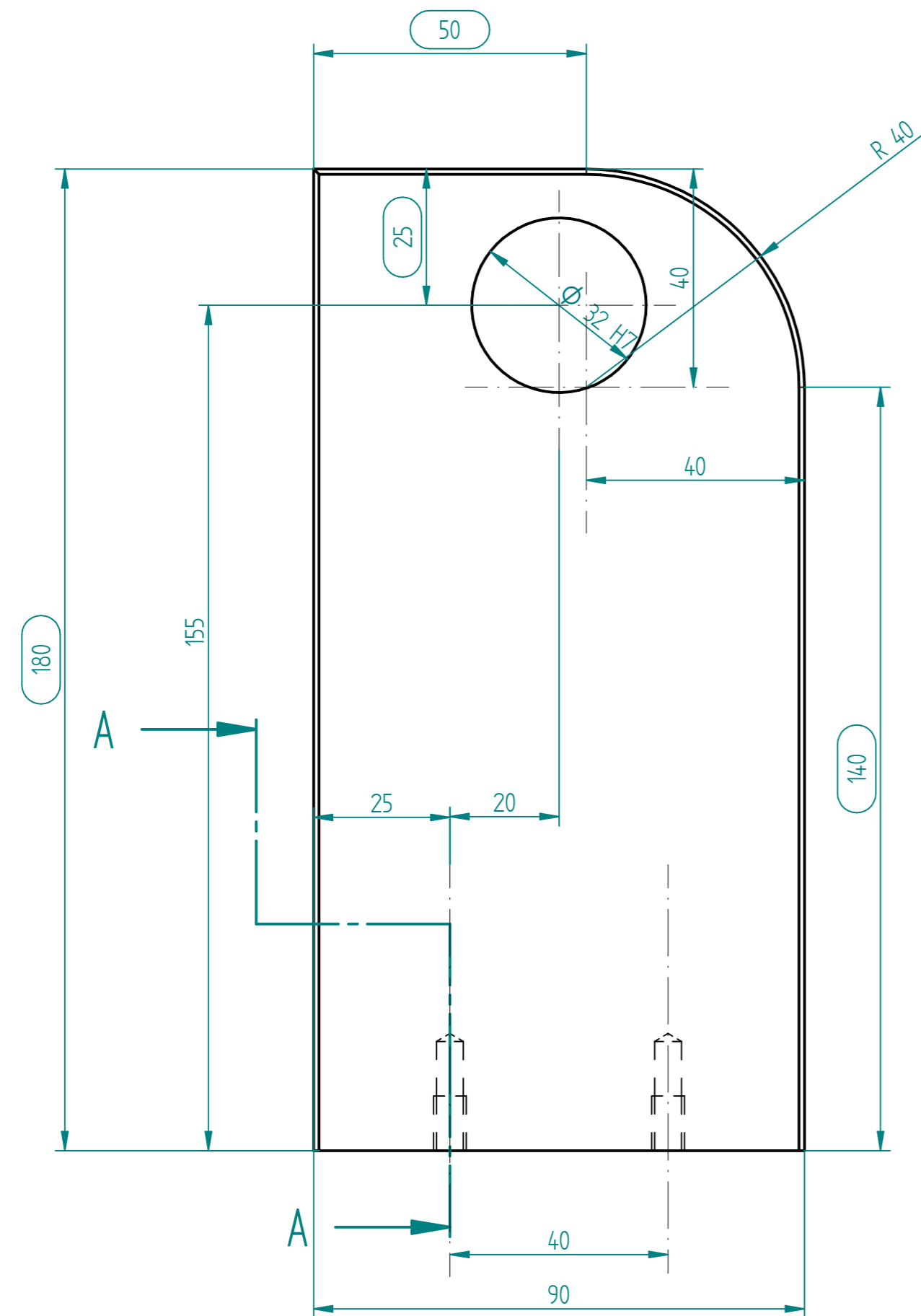


1
1

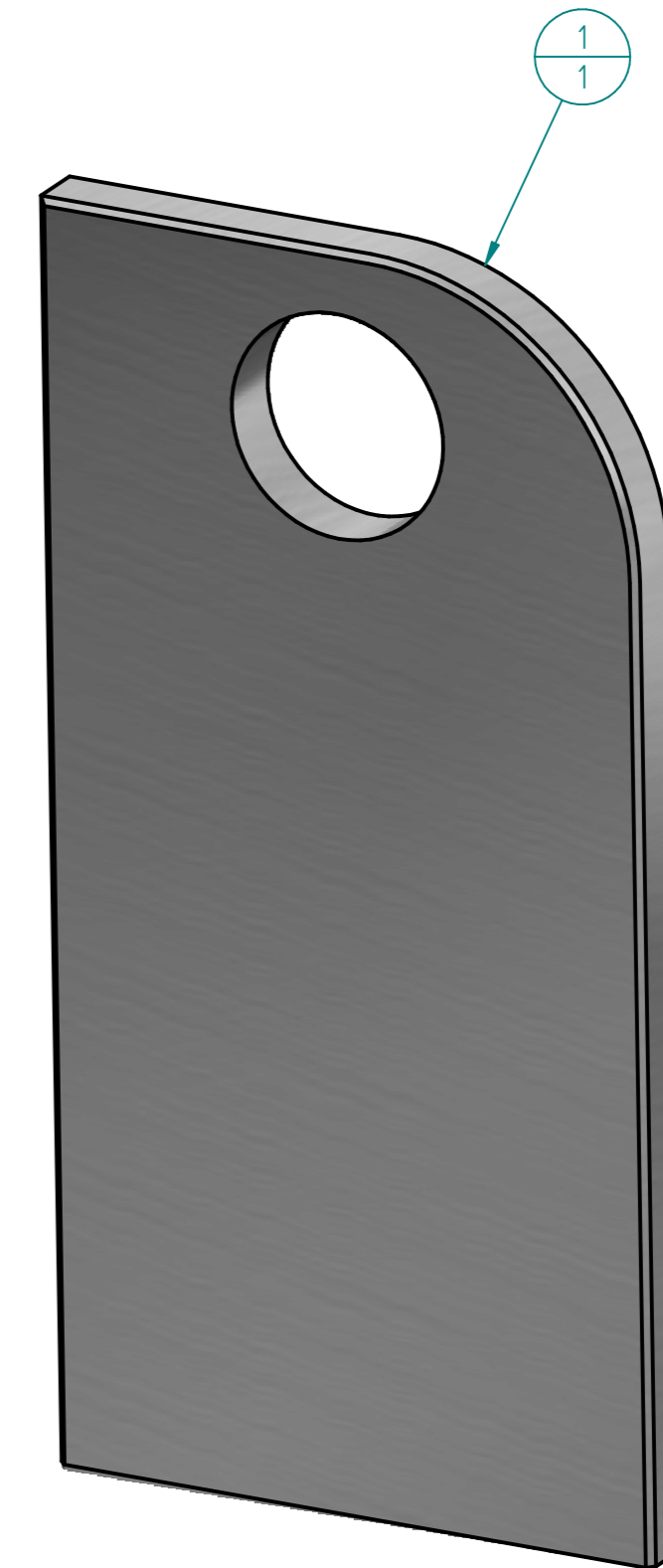


Item Number	Material	Quantity
1	Aluminum, 5083	1

Jméno	Datum	TITLE	
Konstruktor: Pavel Sasin		UTB Zlín Základna	
Kreslil: Pavel Sasin			
SYREMA Plus s.r.o.		SIZE	DWG NO
		SCALE:	WEIGHT: 1,035 kg

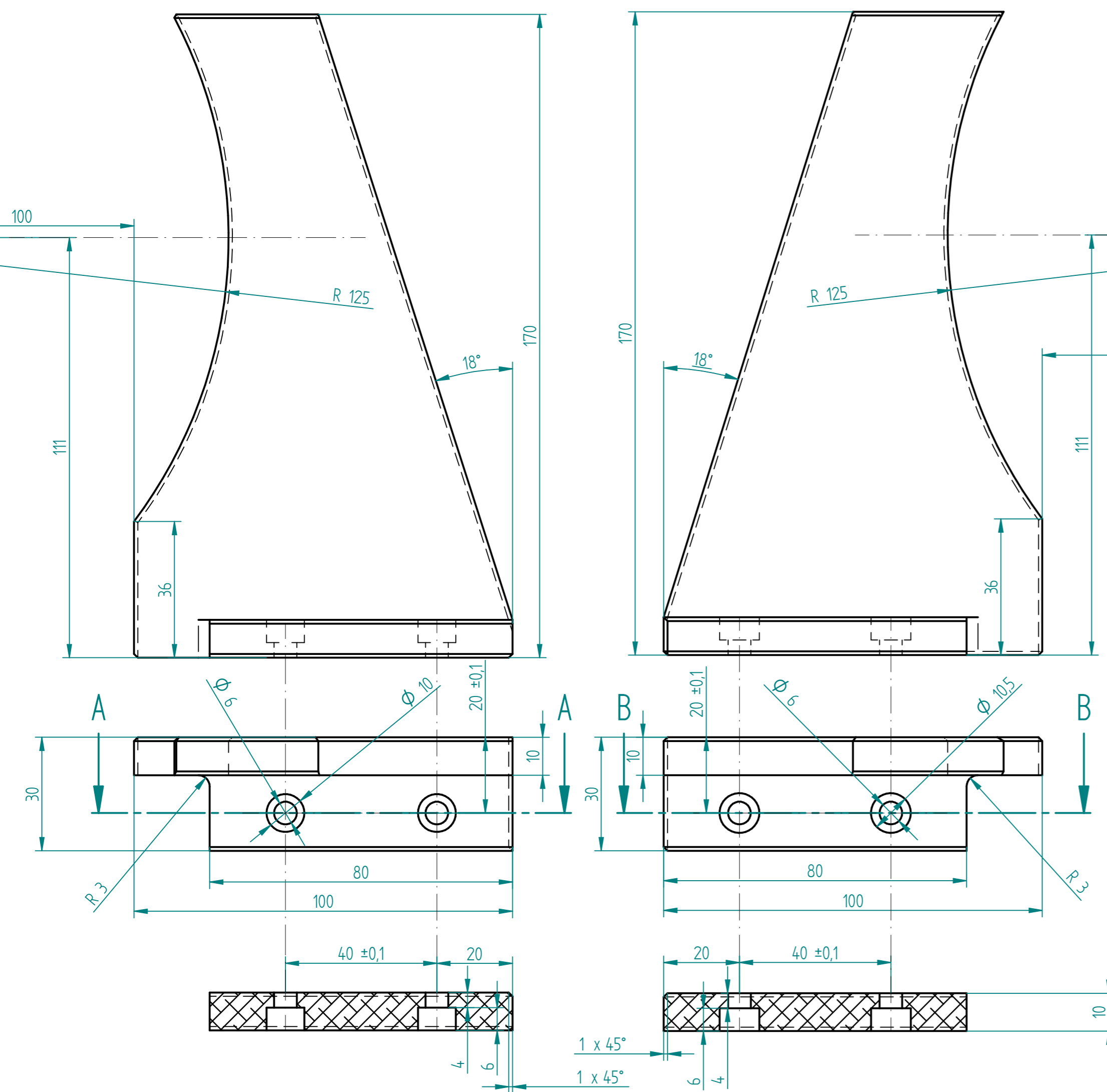


SECTION A-A



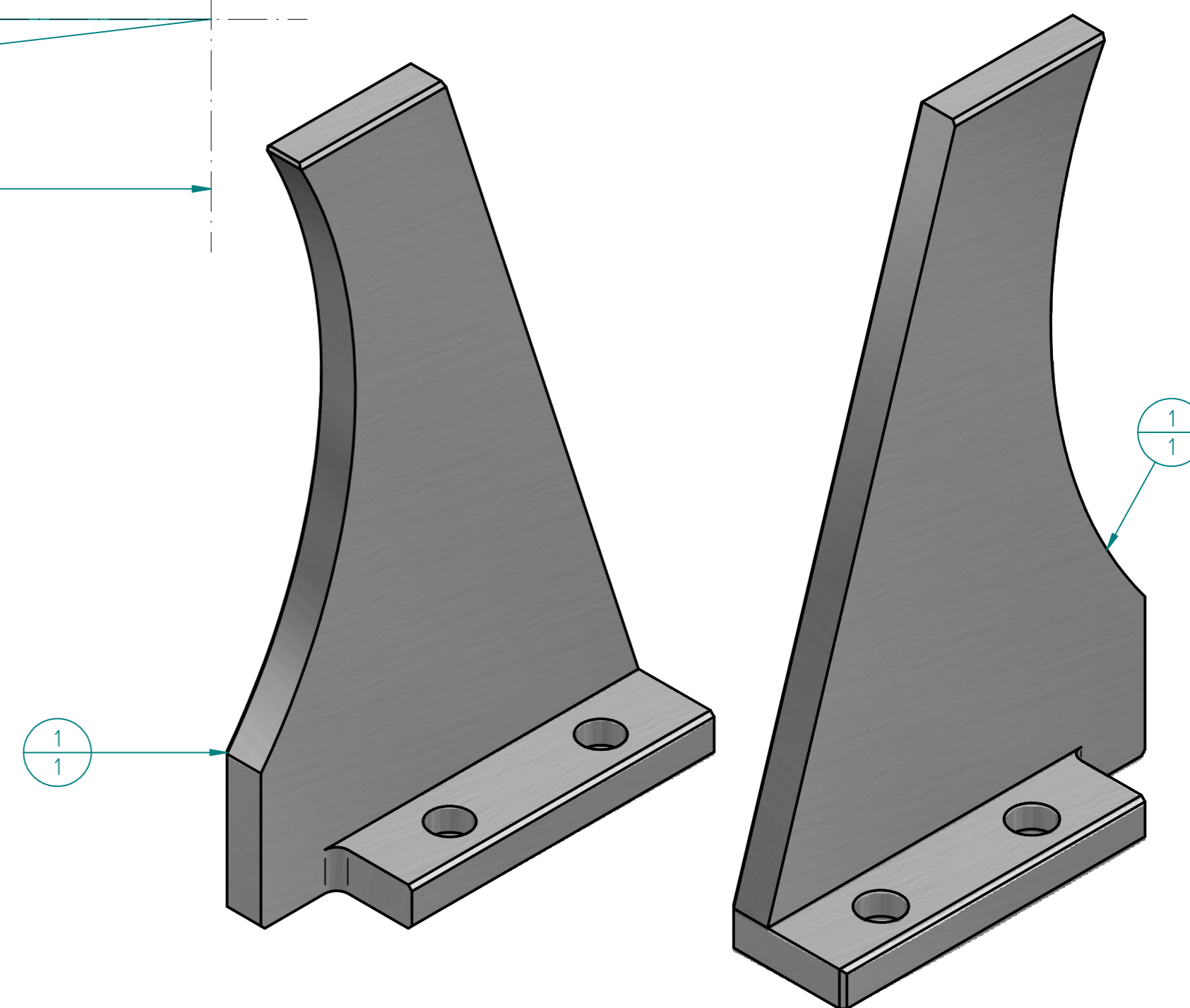
Item Number	Material	Quantity
1	Aluminum, 5083	2

JMÉNO		DATUM		UTB Zlín		
Konstruktor	Pavel Sasin					
Kreslil	Pavel Sasin			TITLE		
				Bočnice		
SYREMA Plus s.r.o.				SIZE	DWG NO	REV
				DATE:		WEIGHT: 0,401 kg



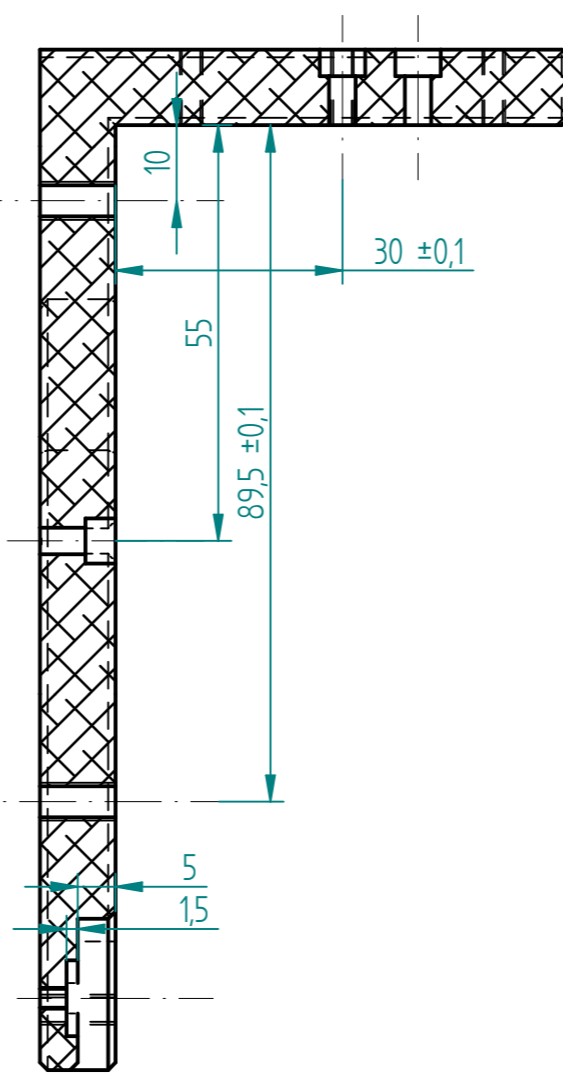
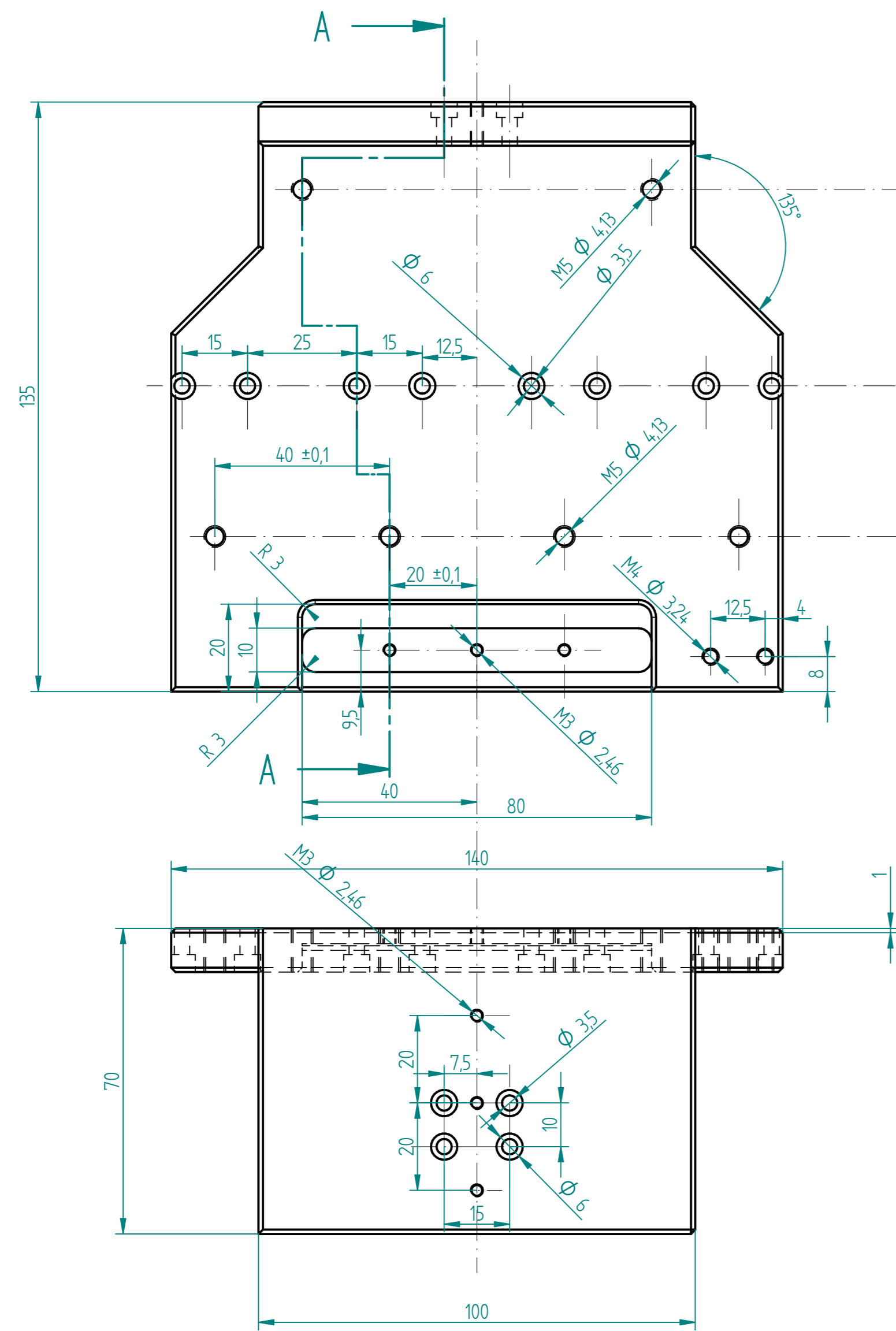
SECTION A-A

SECTION B-B

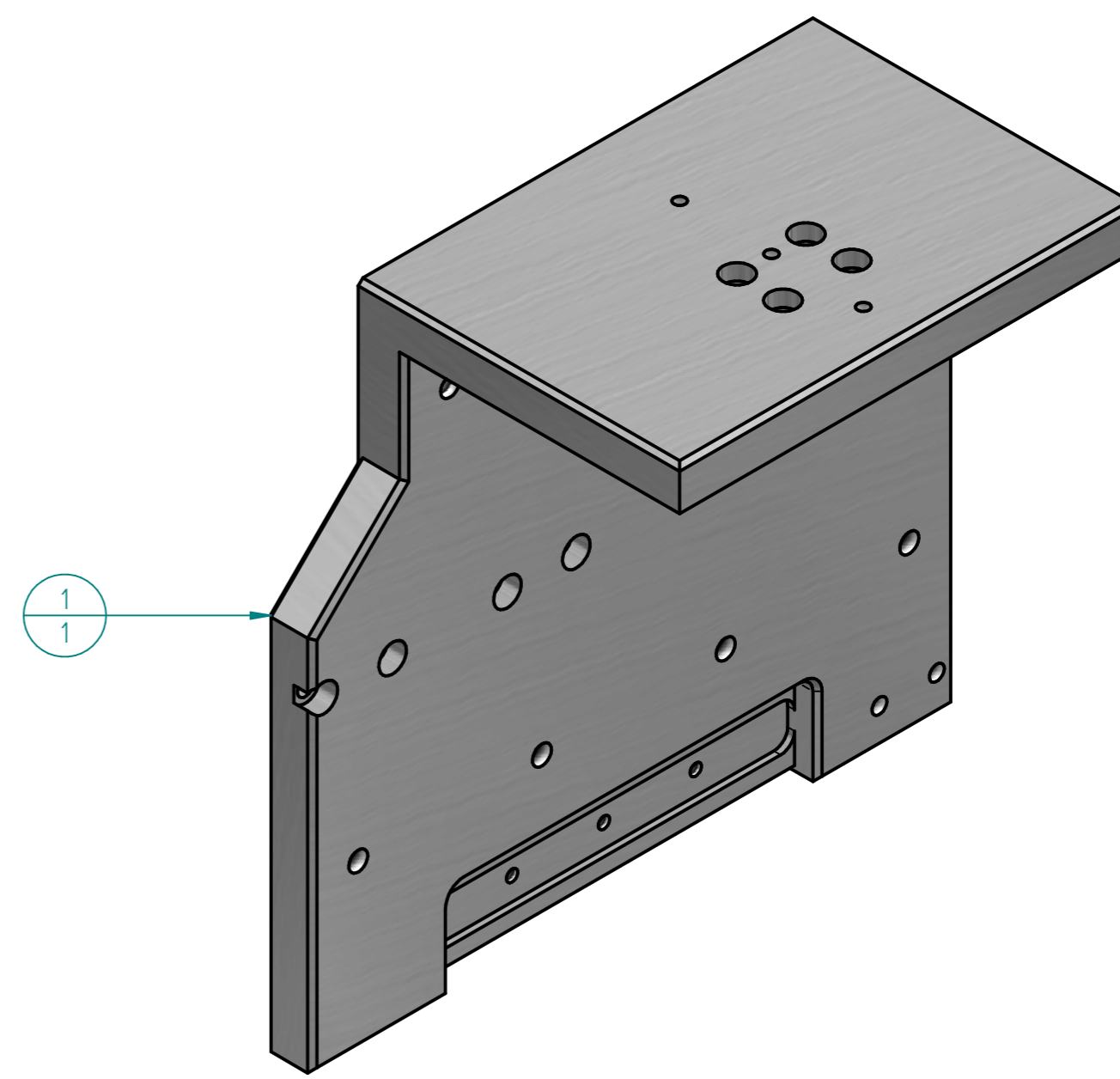


Item Number	Material	Quantity
1	Aluminum, 5083	1
Item Number	Material	Quantity
1	Aluminum, 5083	1

NAME	DATE	TITLE	
Konstruktor	Pavel Sasin	UTB Zlín Stabilizacní zábrany	
Kreslil	Pavel Sasin		
SYREMA Plus s.r.o.		SIZE	DWG NO
SCALE:		WEIGHT: 0,319 kg	

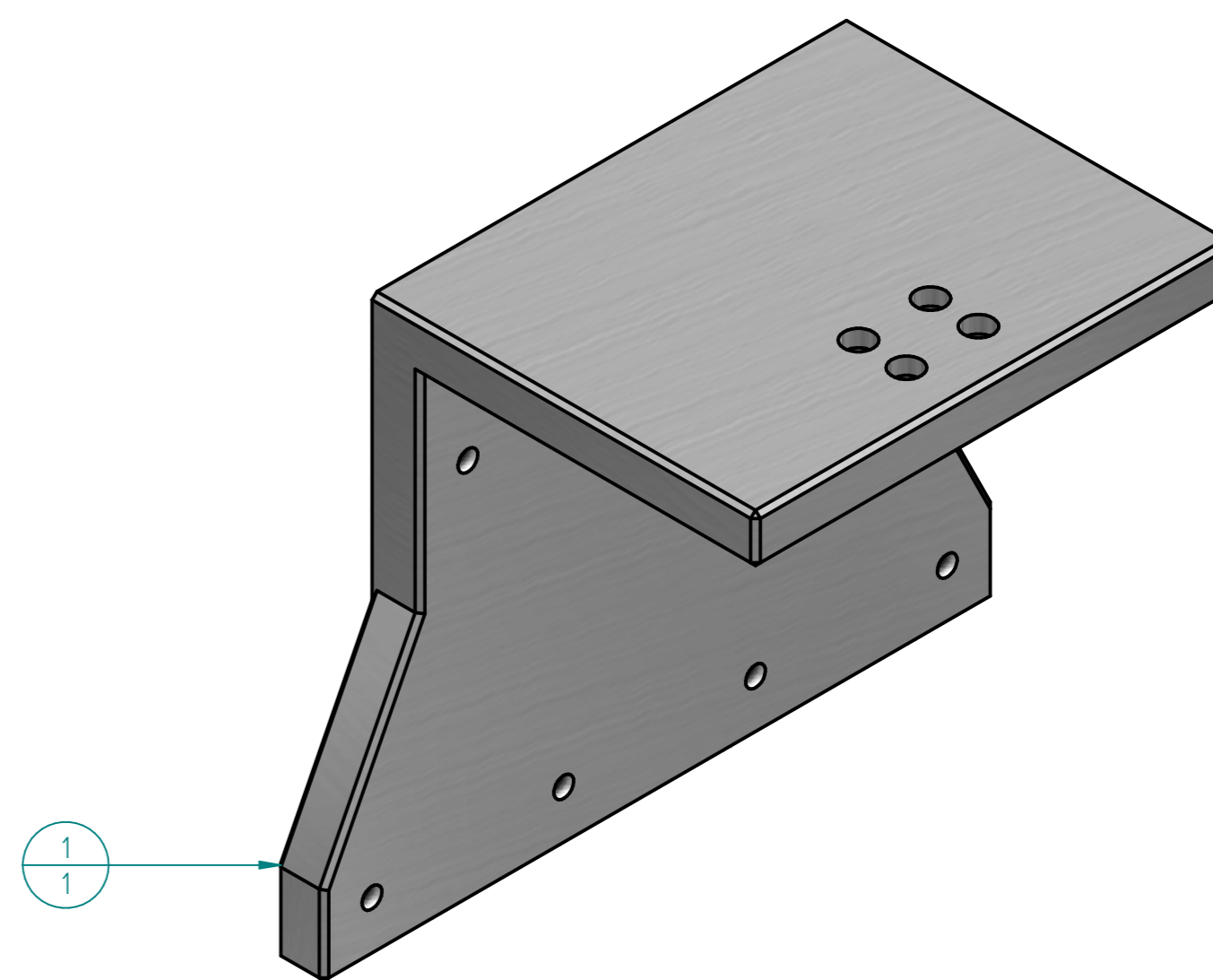
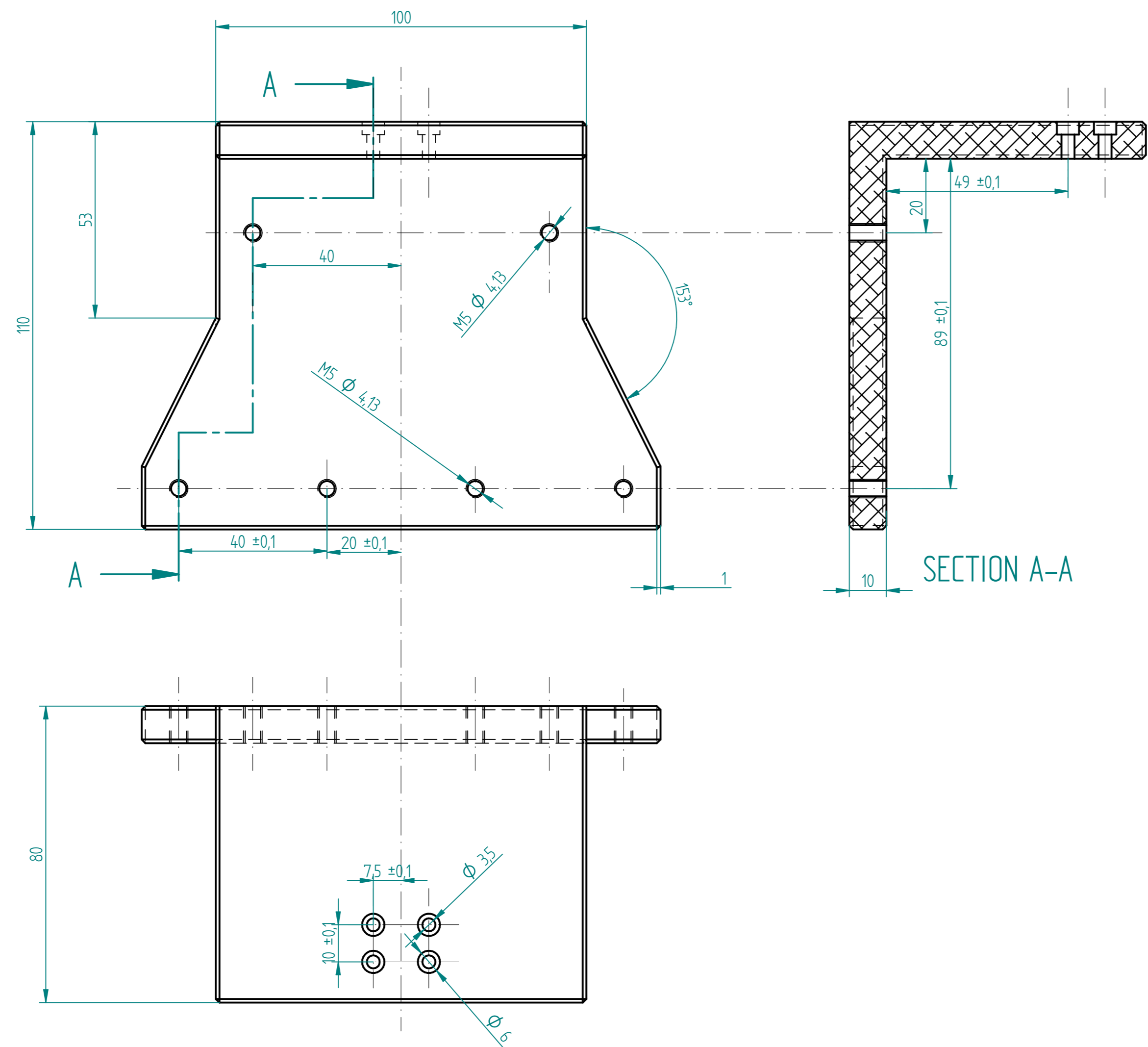


SECTION A-A



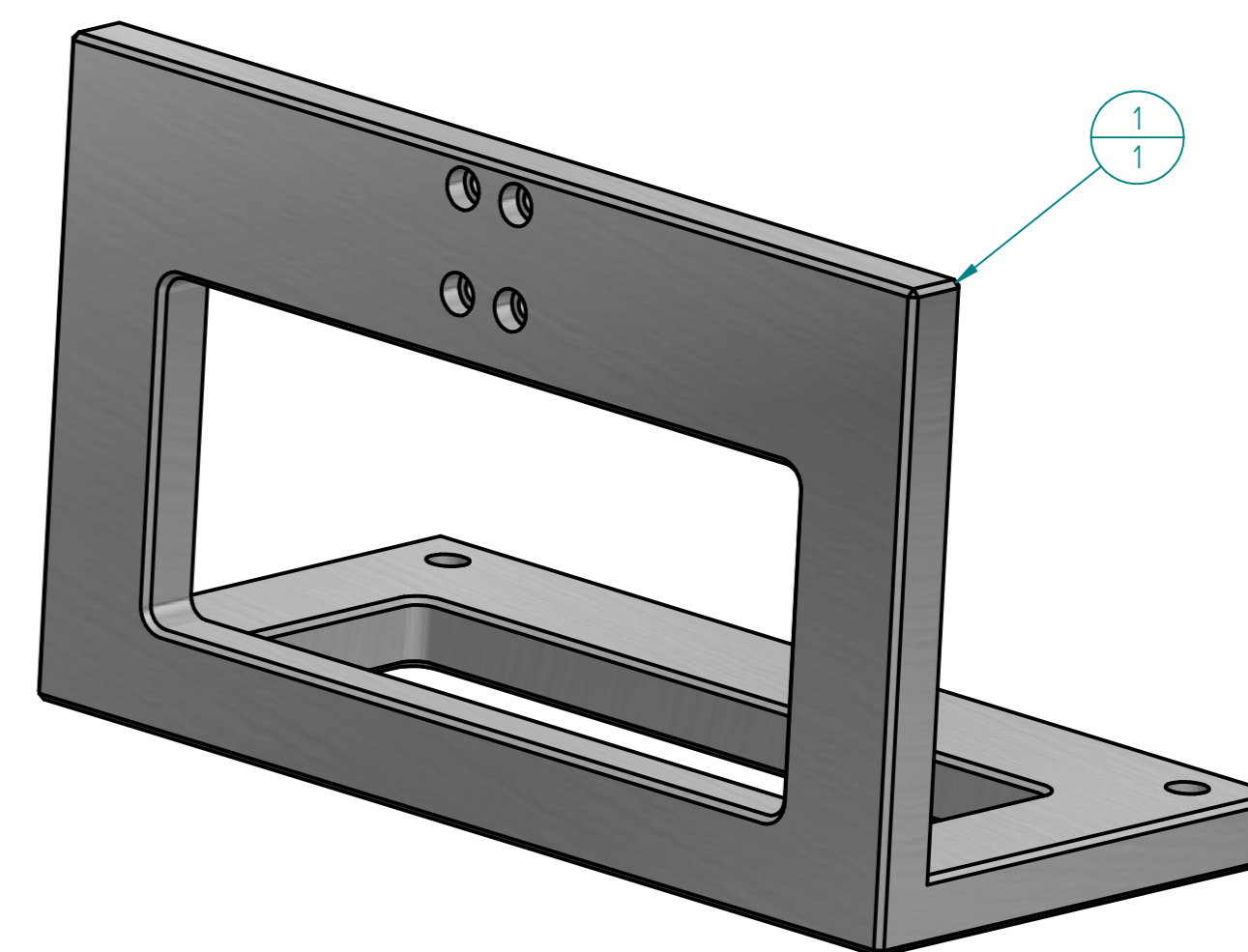
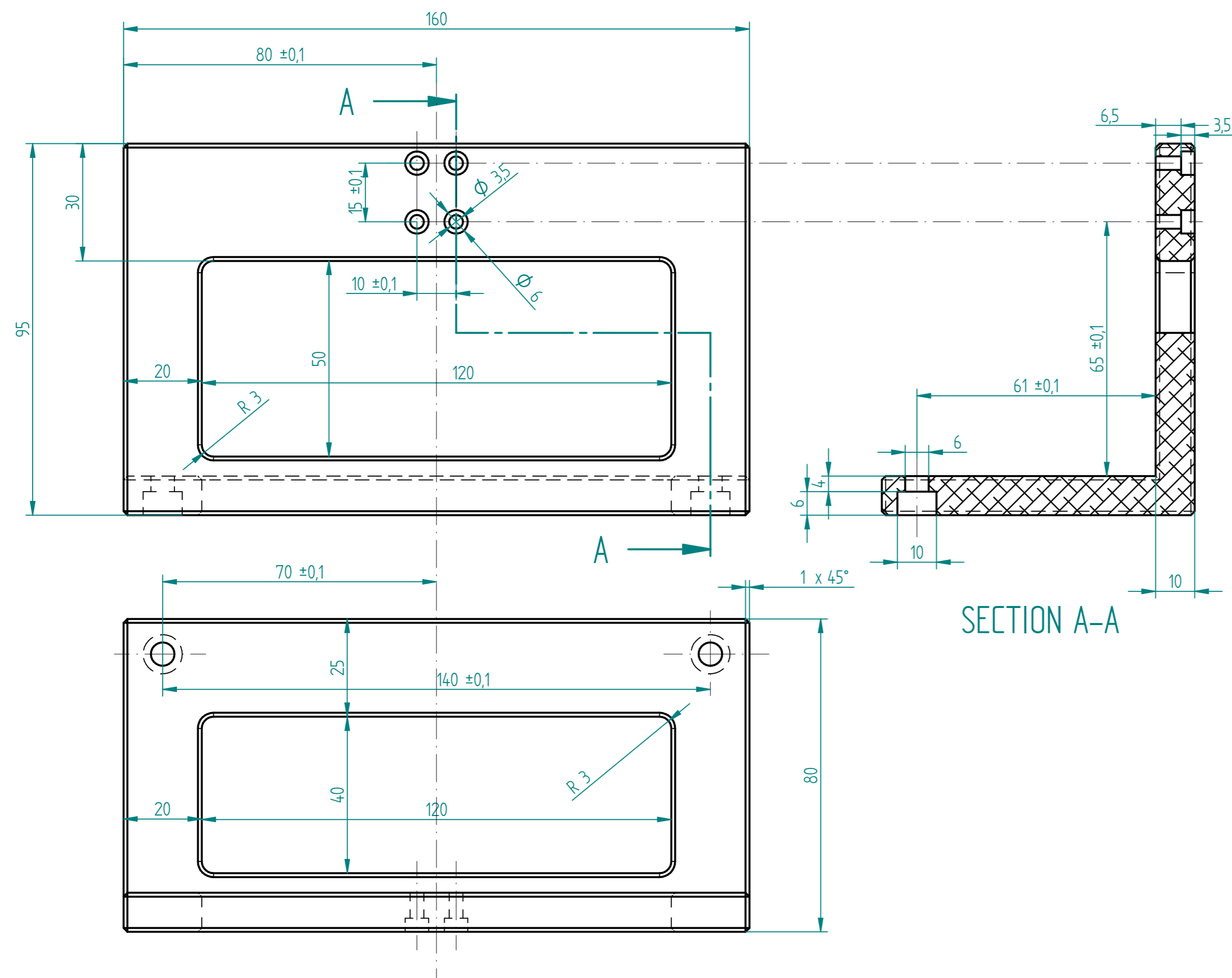
Item Number	Material	Quantity
1	Aluminum, 5083	1

Konstruktor	JMÉNO	DATUM	TITLE	
Kreslil	Pavel Sasin		UTB Zlín	
	Pavel Sasin		Horní plnicí konzole	
			SIZE	DWG NO
				REV
SYREMA Plus s.r.o.			SCALE:	WEIGHT: 0,587 kg



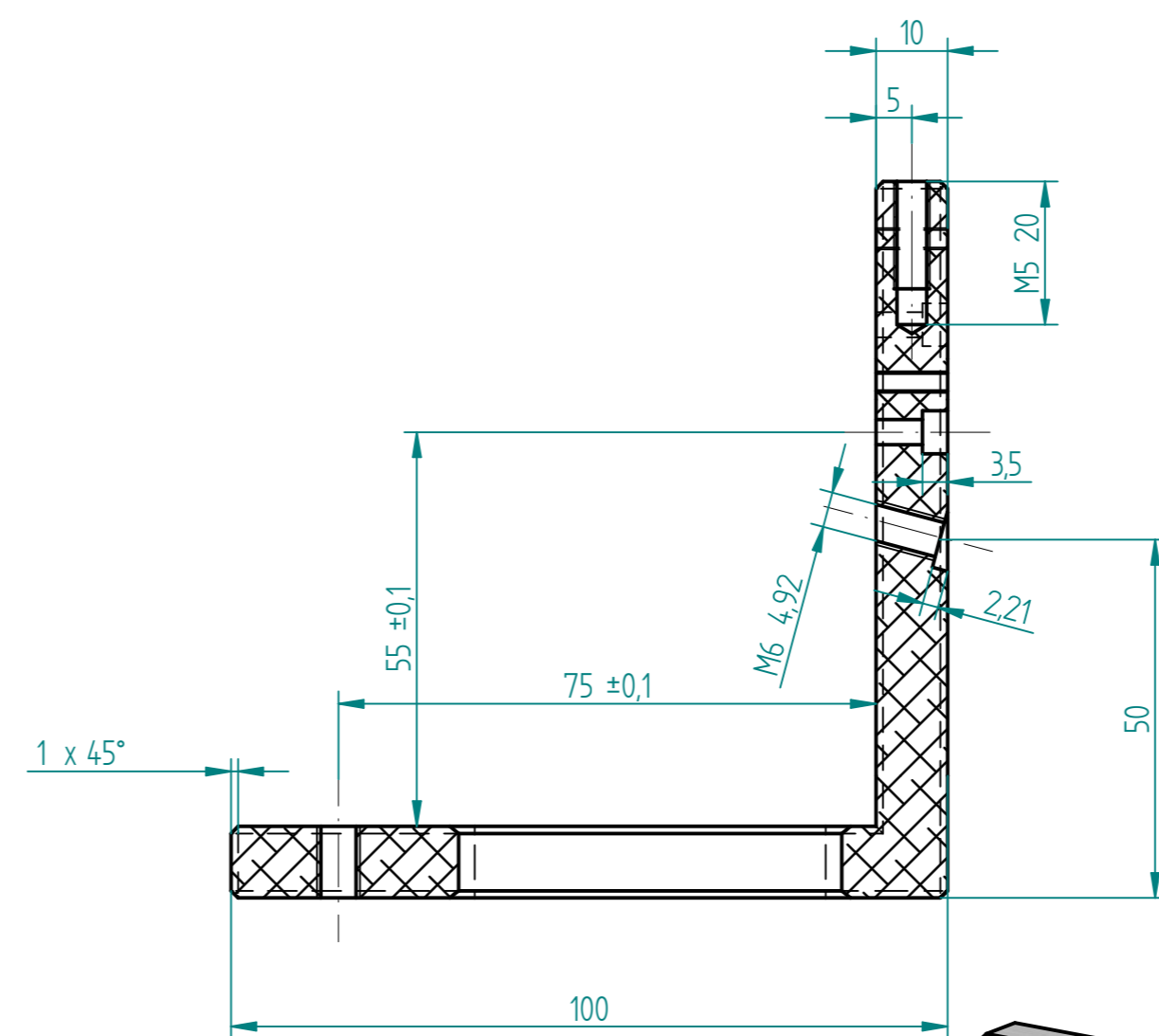
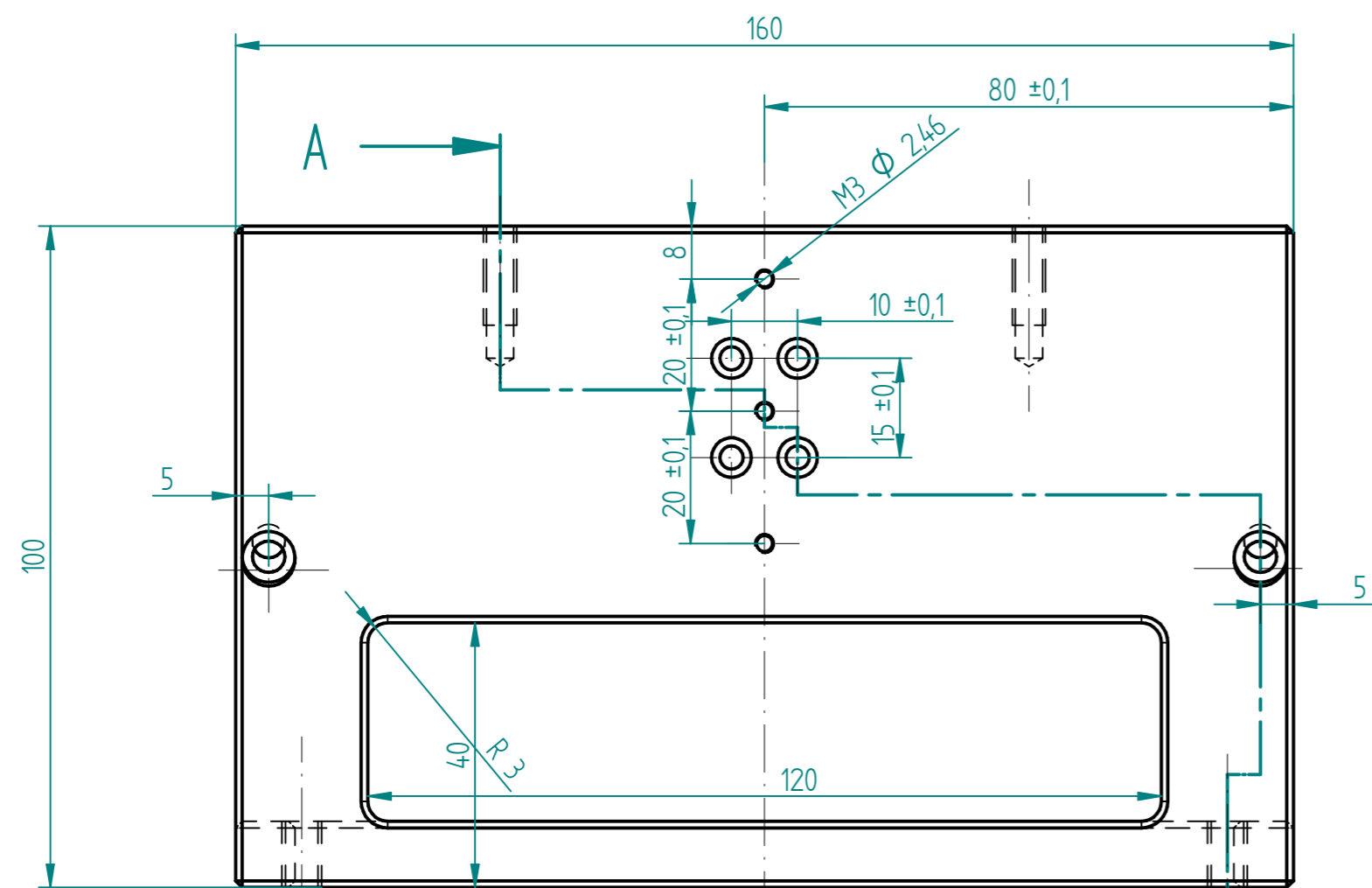
Item Number	Material	Quantity
1	Aluminum, 5083	1

Konstruktor	JMOND	DATUM	UTB Zlín		
Kreslil	Pavel sasin				
TITLE			Dolní sací konzole		
SYREMA Plus s.r.o.			SIZE	DWG NO	REV
SCALE:			WEIGHT: 0,517 kg		

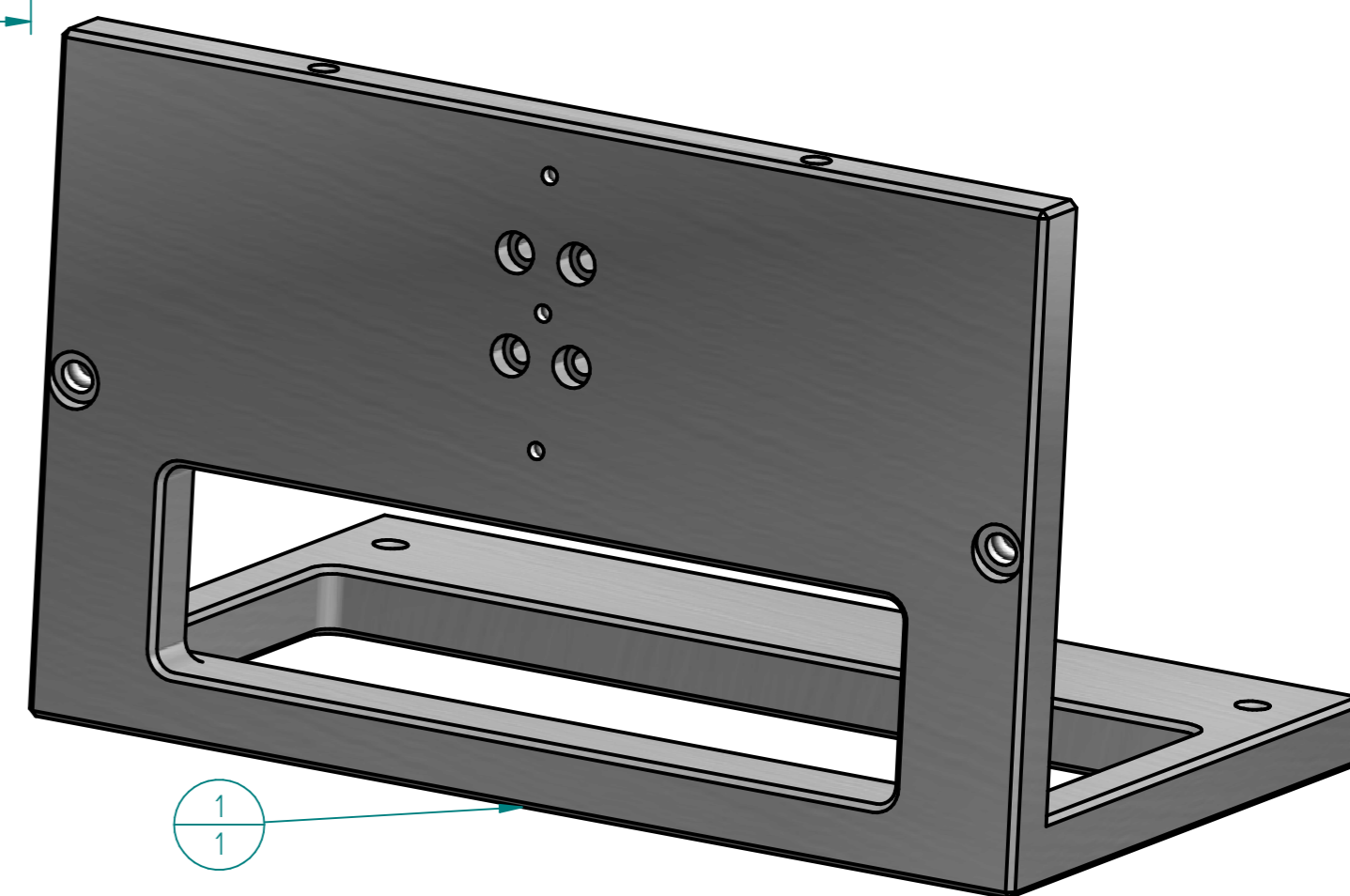
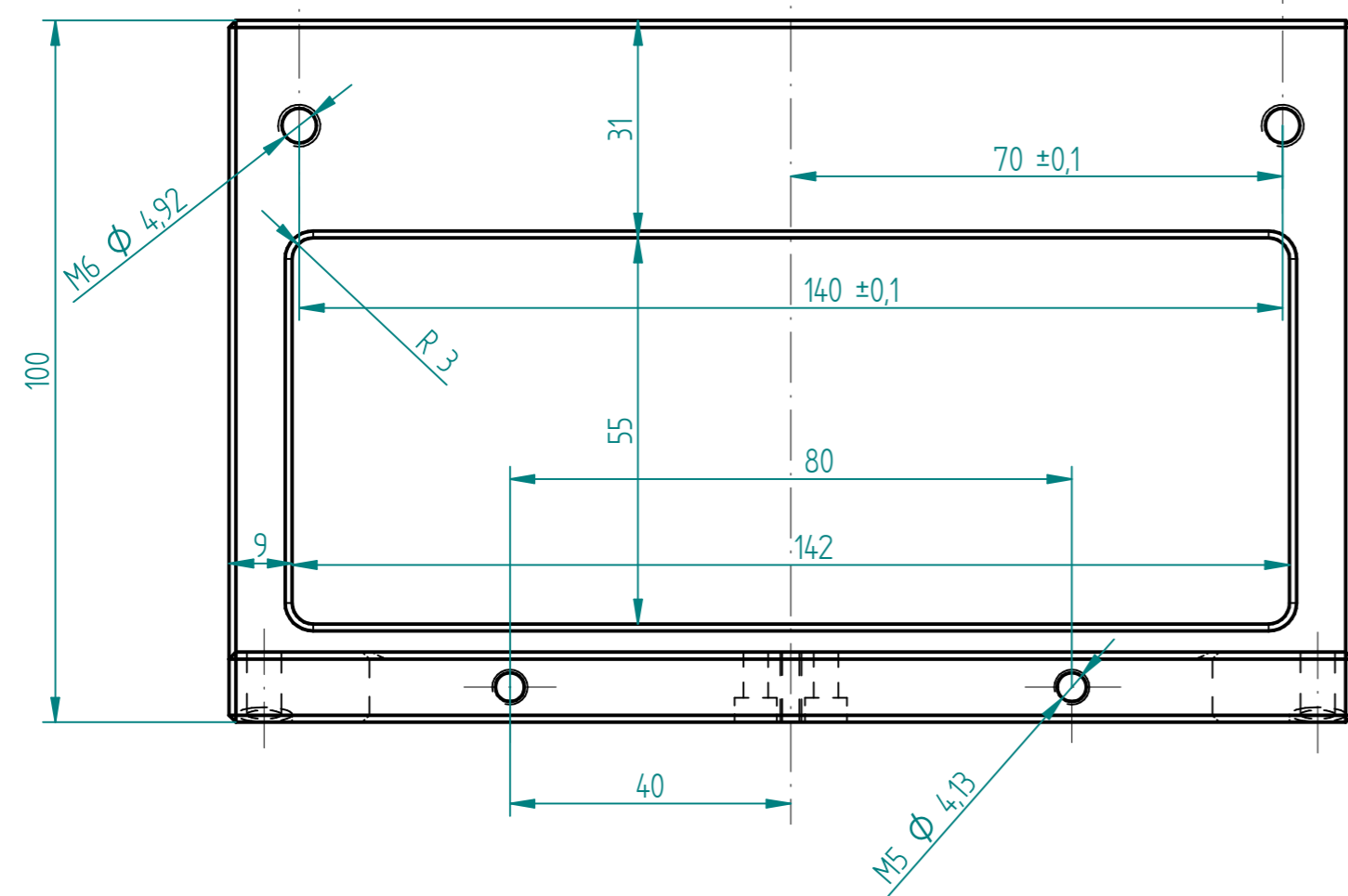


Item Number	Material	Quantity
1	Aluminum, 5083	1

NAME	DATE	TITLE	
Konstruktor	Pavel Sasin	UTB Zlín Posuvný rám přední	
Kreslil	Pavel Sasin		
SCALE:	WEIGHT: 0,410 kg	SIZE	DWG NO
SYREMA Plus s.r.o.		REV	



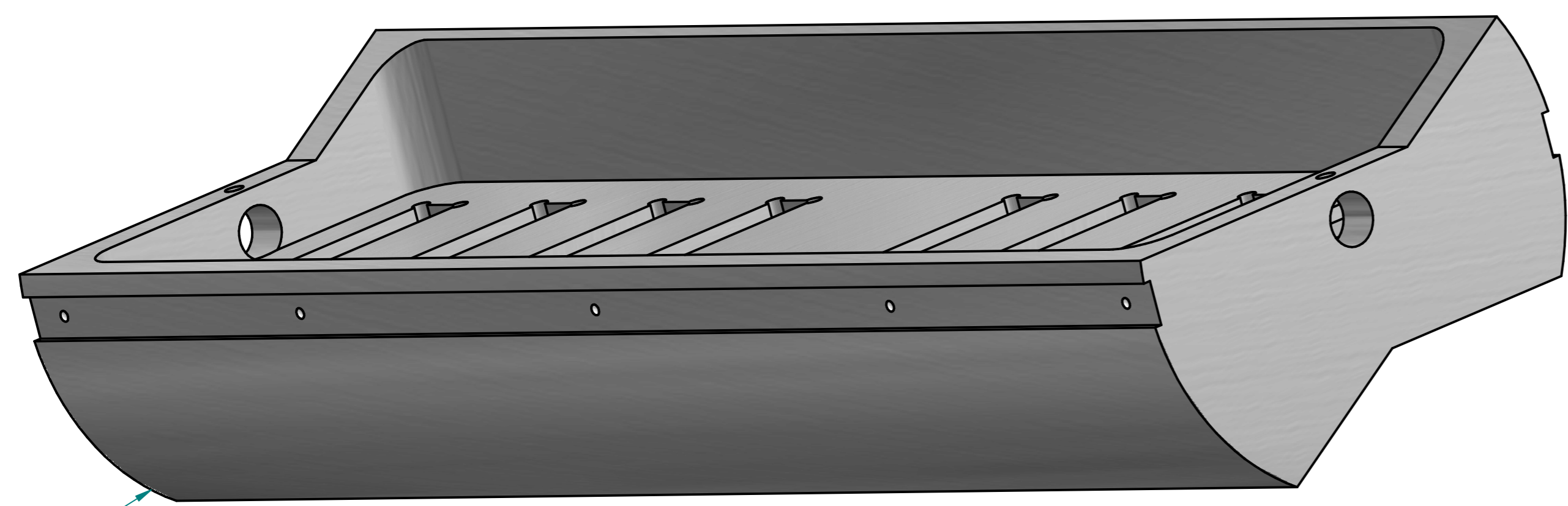
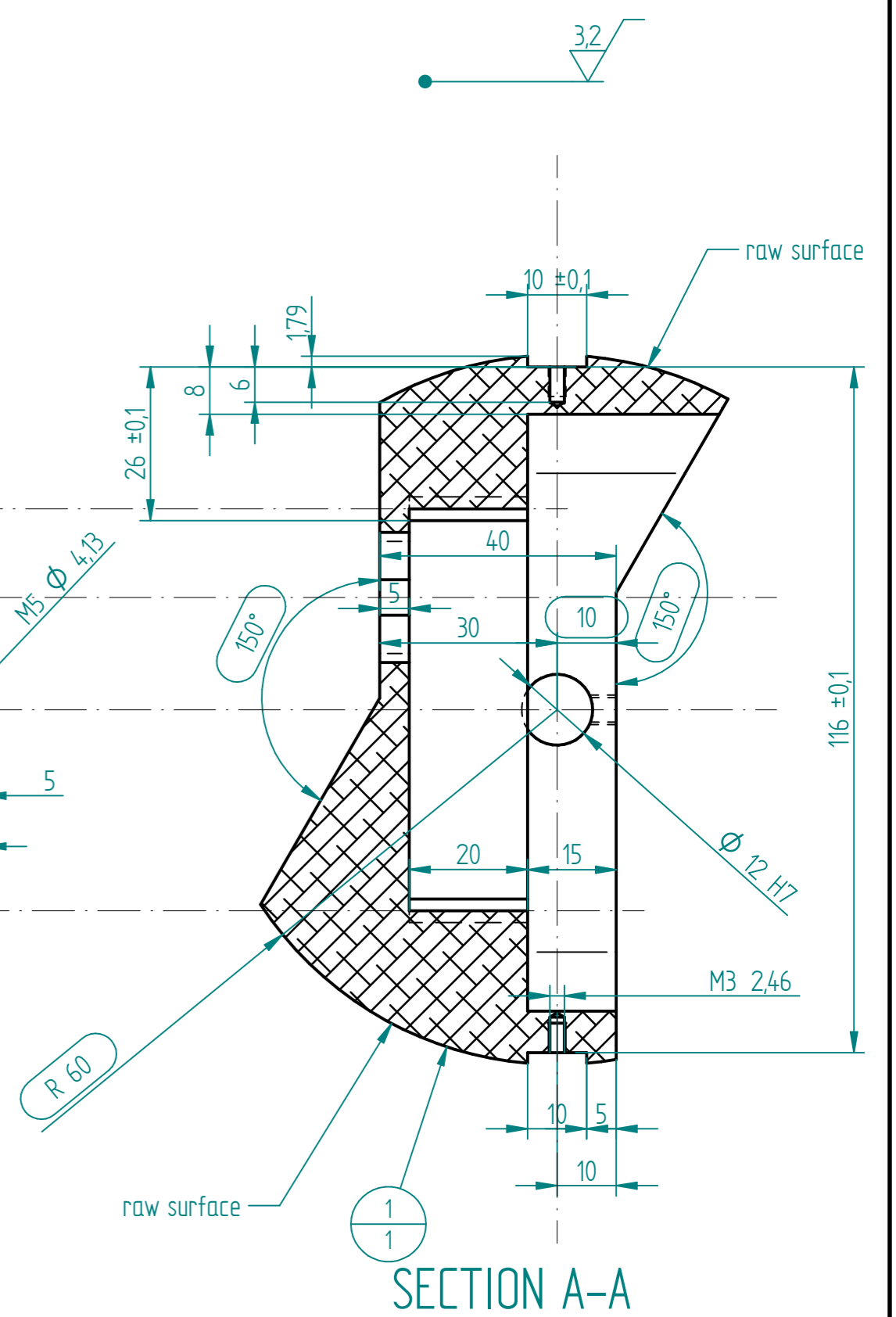
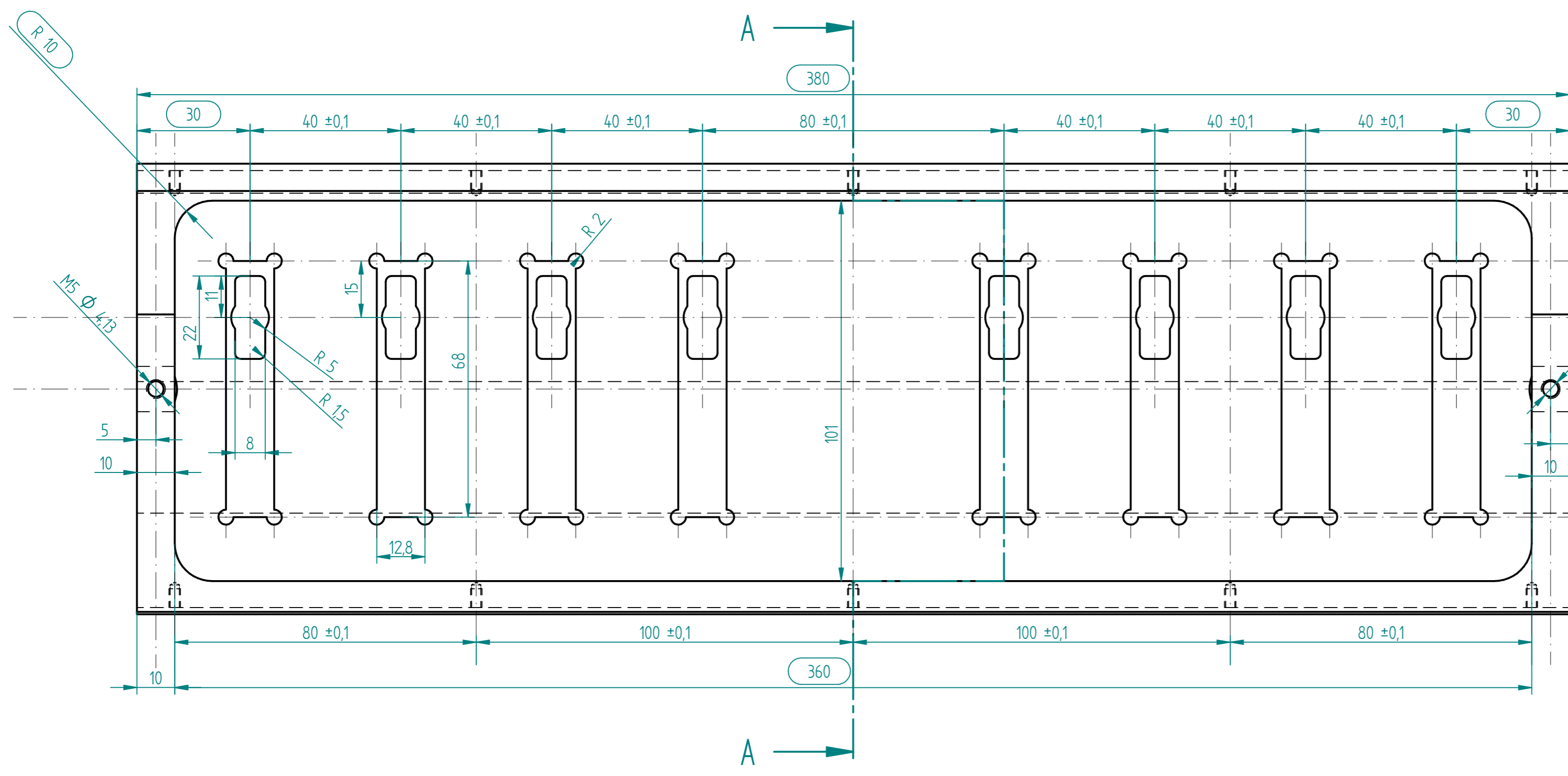
SECTION A-A



Item Number	Material	Quantity
1	Aluminum, 5083	1

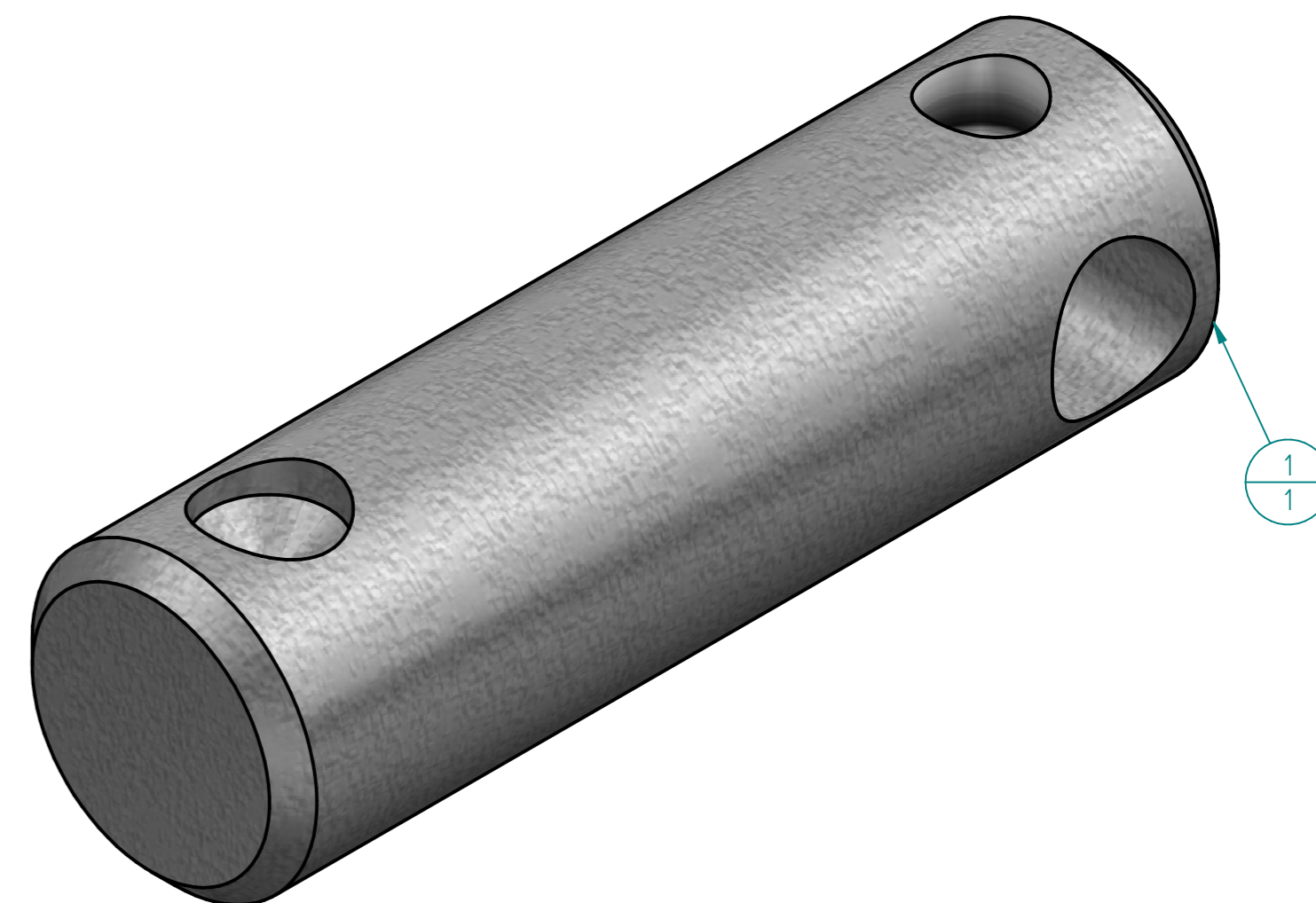
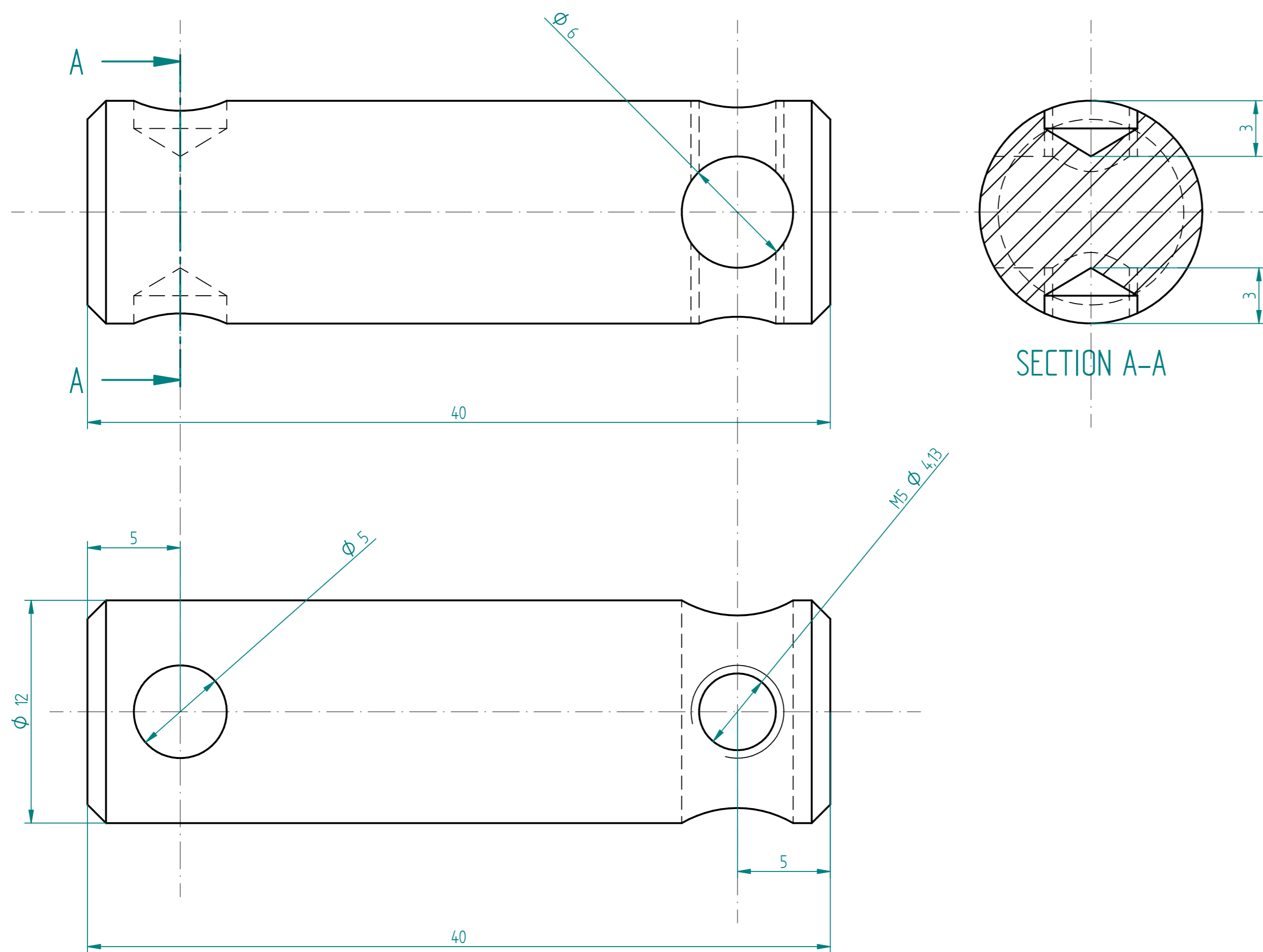
JMÉNO	DATUM	UTB Zlín	
Konstruktor	Pavel Sasin	TITLE Posuvný rám zadní	
Kreslil	Pavel Sasin		
SYREMA Plus s.r.o.		SIZE	DWG NO
SCALE:		WEIGHT: 0,500 kg	

PŘÍLOHA IX



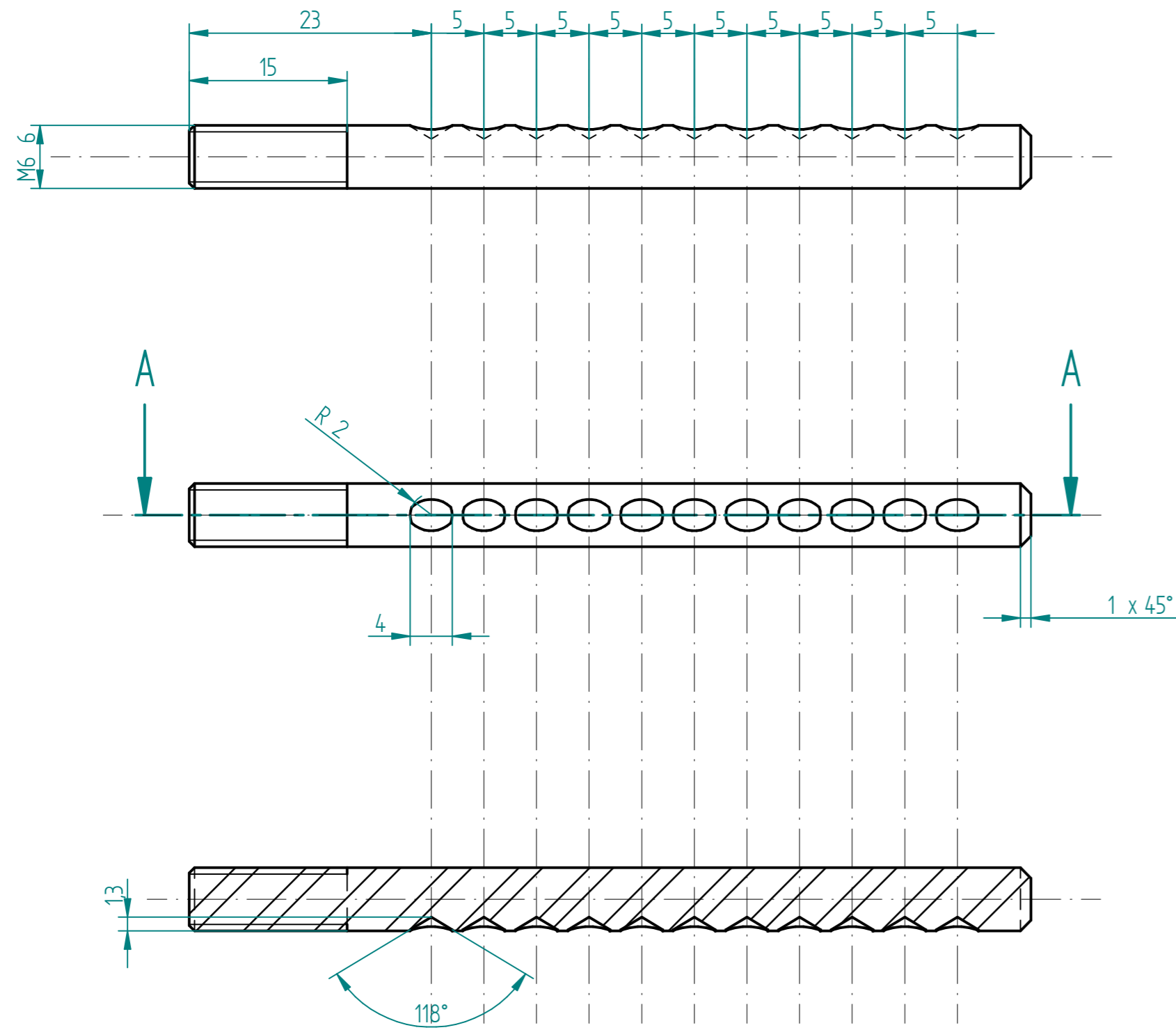
Item Number	Material	Quantity
1	Aluminum, 5083	1

JMÉNO		DATUM	
Konstruktor	Pavel Sasin		
Kreslil	Pavel Sasin		
UTB Zlín			
TITLE Držák kazet			
SIZE	DWG NO	REV	
SYREMA Plus s.r.o.			
SCALE:	WEIGHT: 3,506 kg		

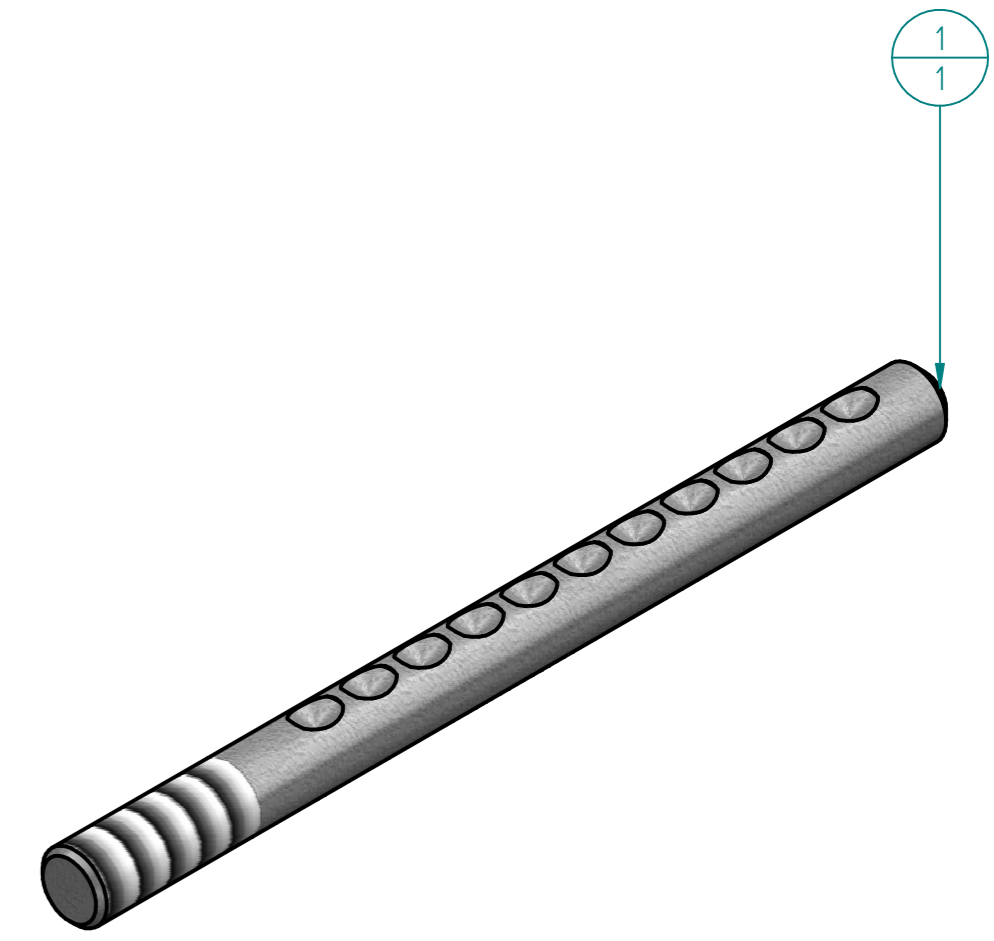


Item Number	Material	Quantity
1	Steel 12050	2

JMÉNO		DATUM		TITLE	
Konstruktor	Pavel Sasin			UTB Zlín	
Kreslil	Pavel Sasin				
				Rotacní cep	
SYREMA Plus s.r.o.		SCALE:	WEIGHT:0,031 kg	SIZE	DWG NO
				REV	

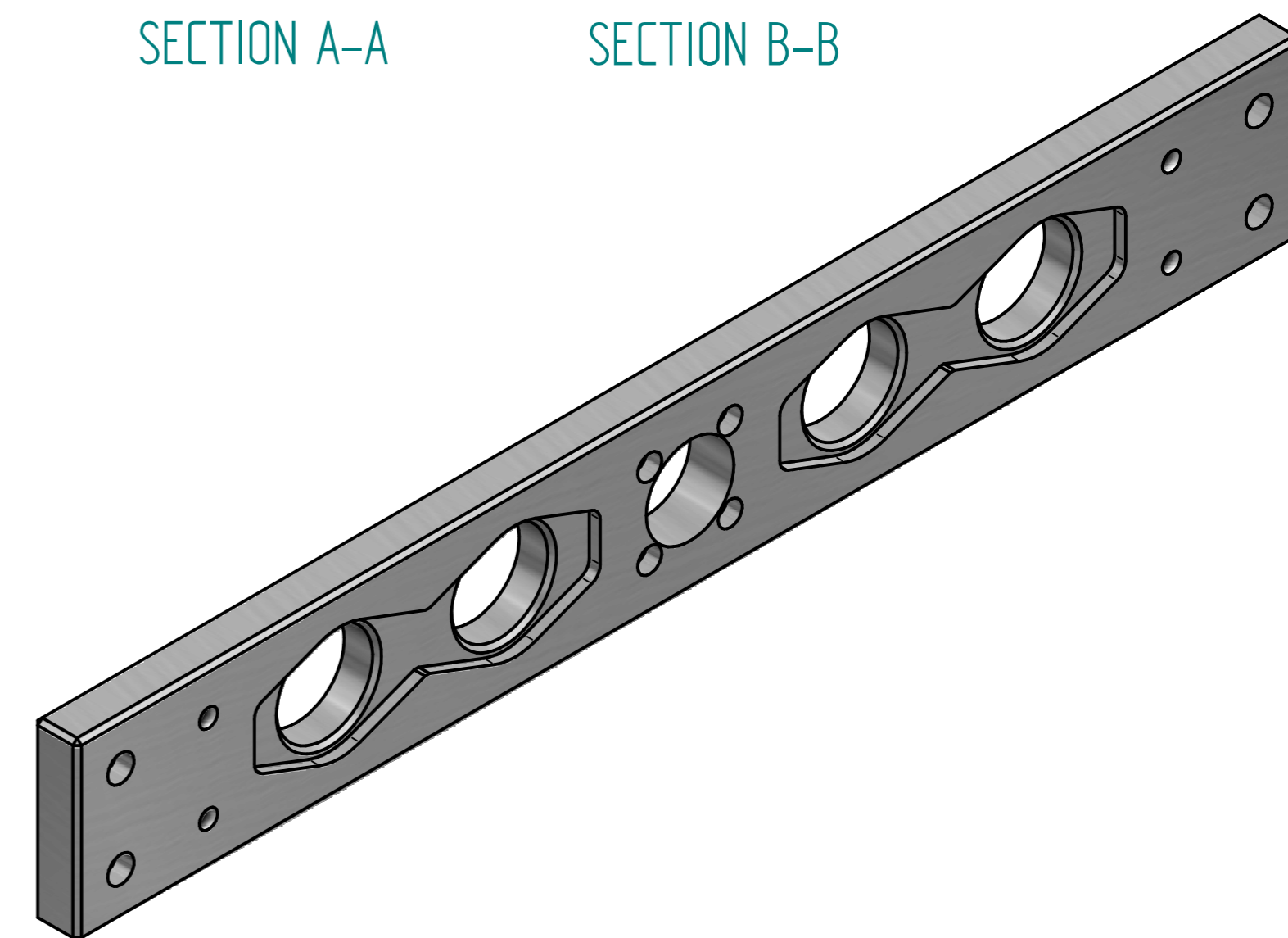
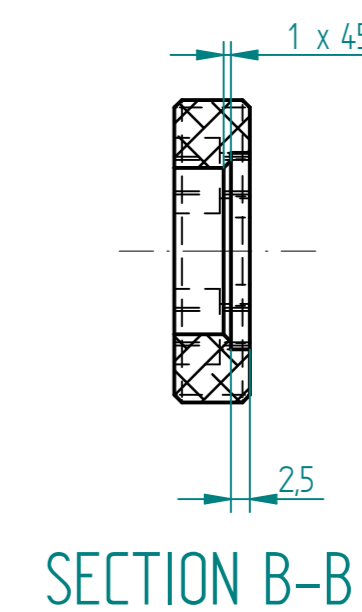
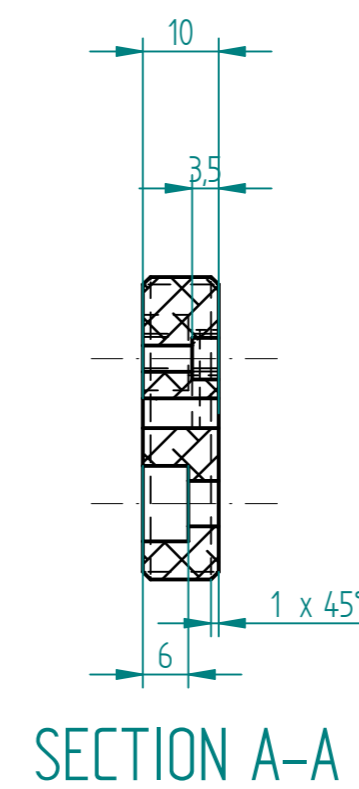
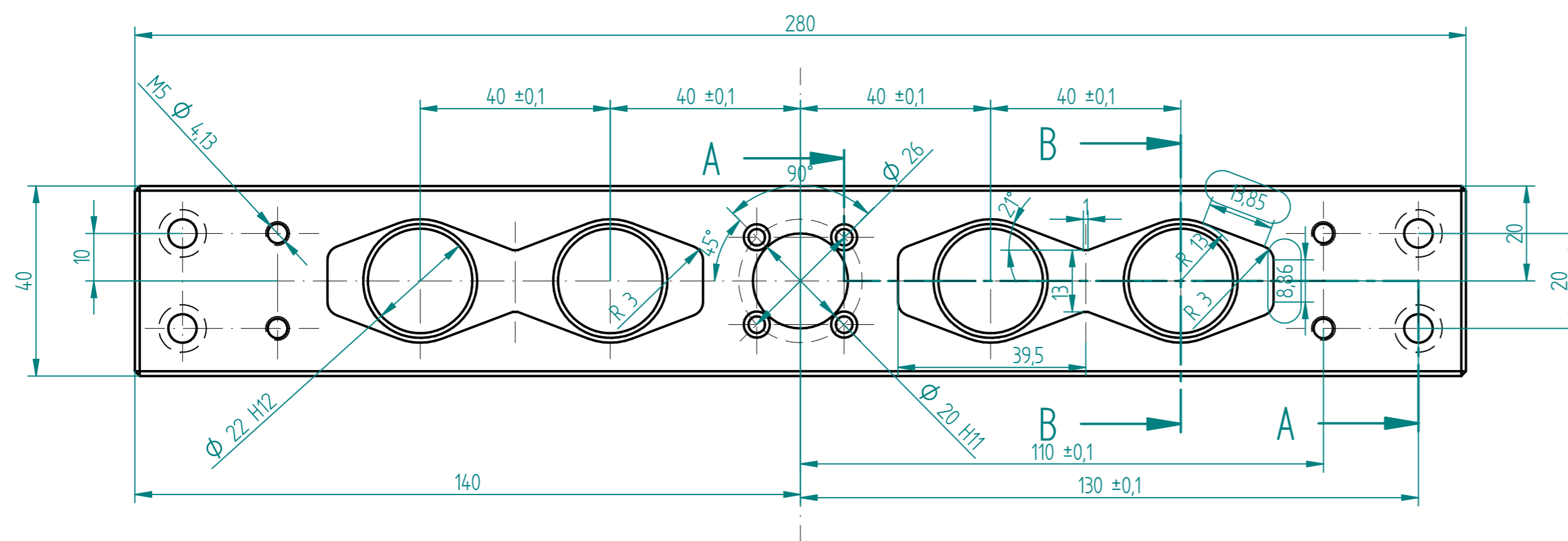


SECTION A-A



Item Number	Material	Quantity
1	Steel 12050	2

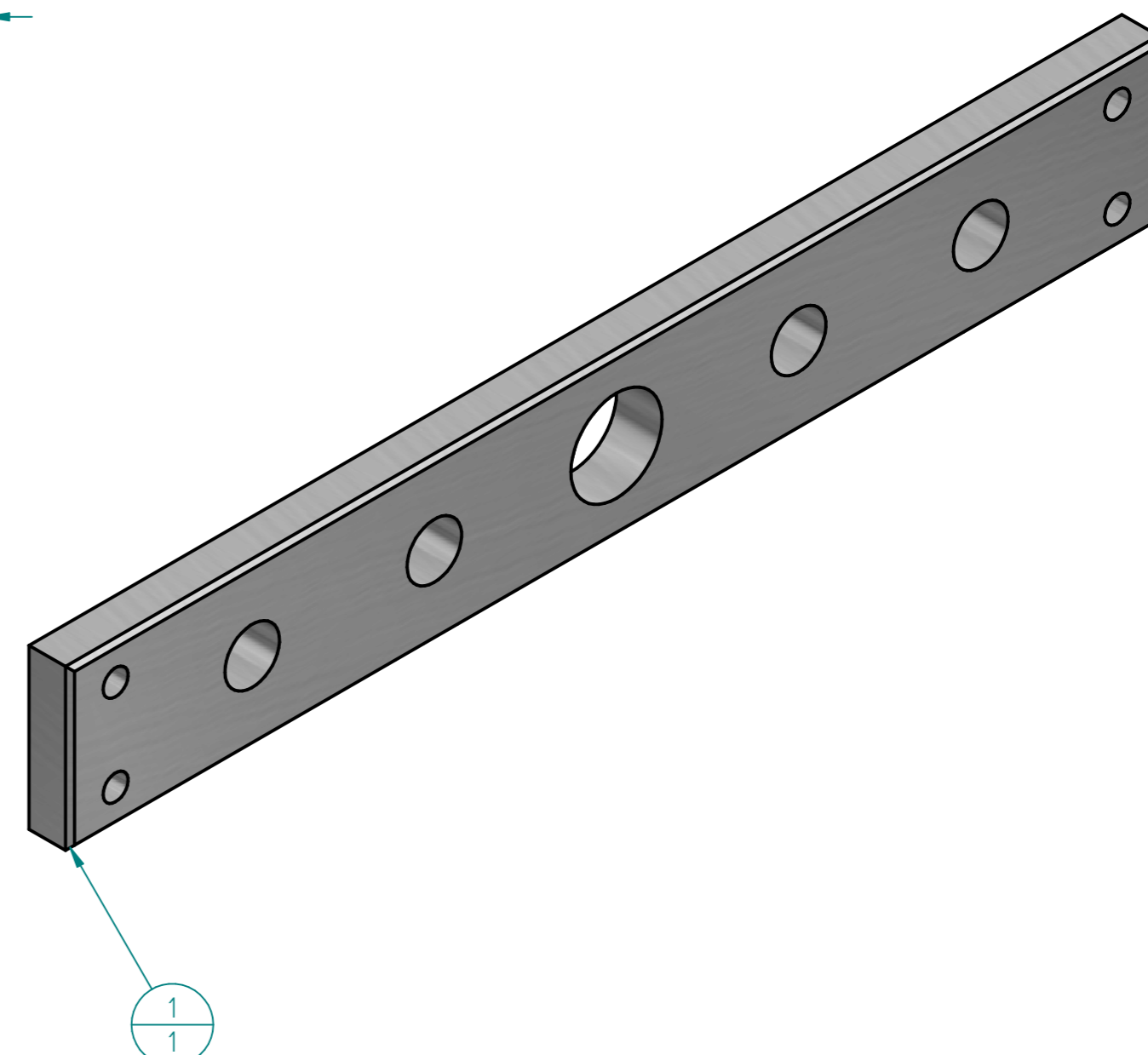
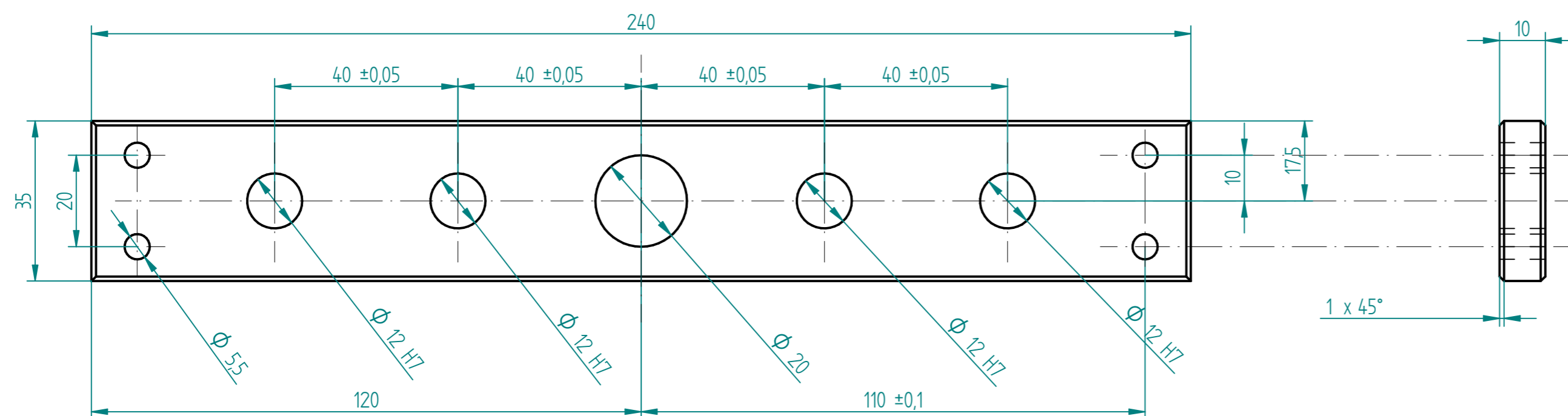
JMÉNO	DATUM	UTB Zlín	
Konstruktor: Pavel Sasin		NAZEV Rameno	
Kreslil: Pavel Sasin			
SYREMA Plus s.r.o.		SIZE DWG NO	REV
		1	1
SCALE:		WEIGHT:0,017 kg	



1
1

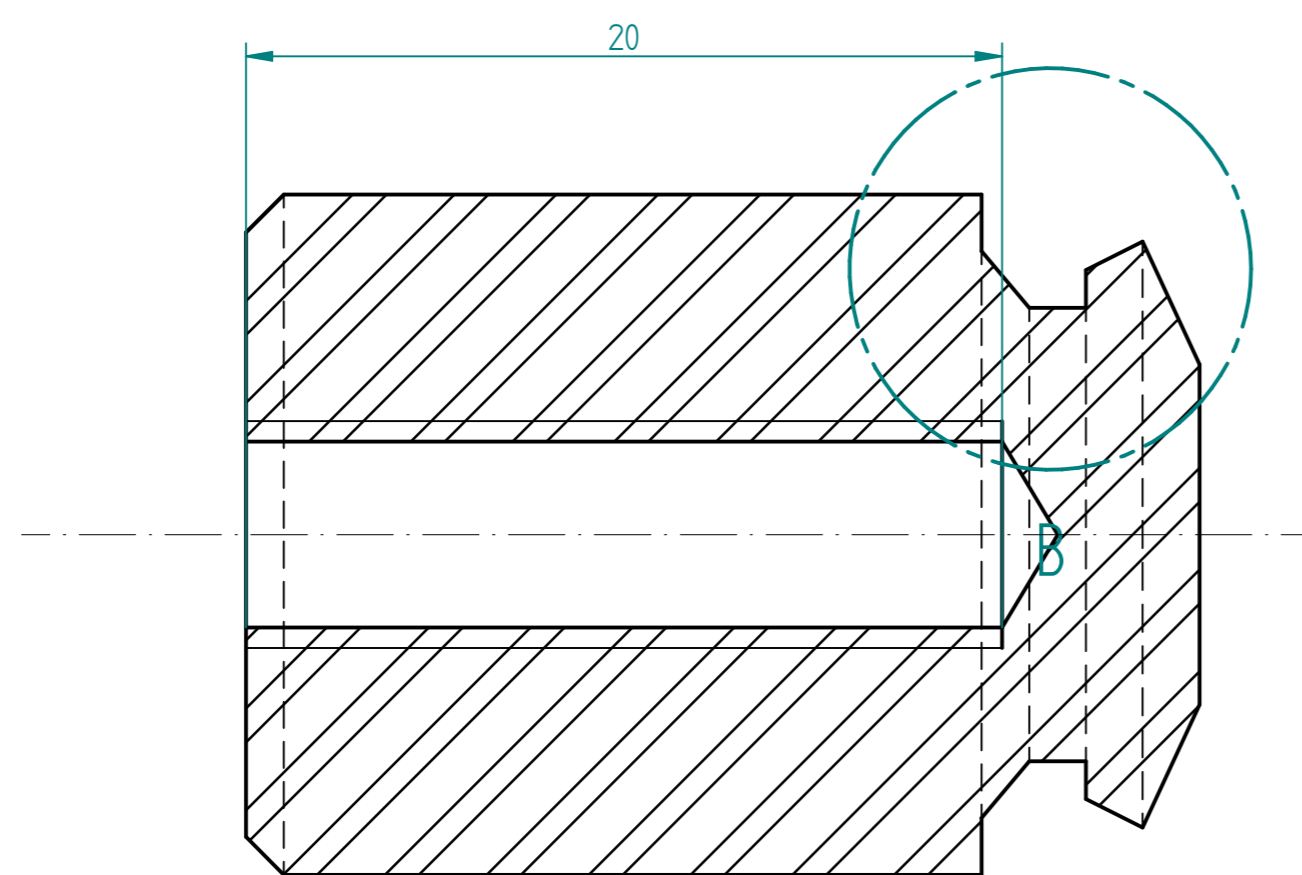
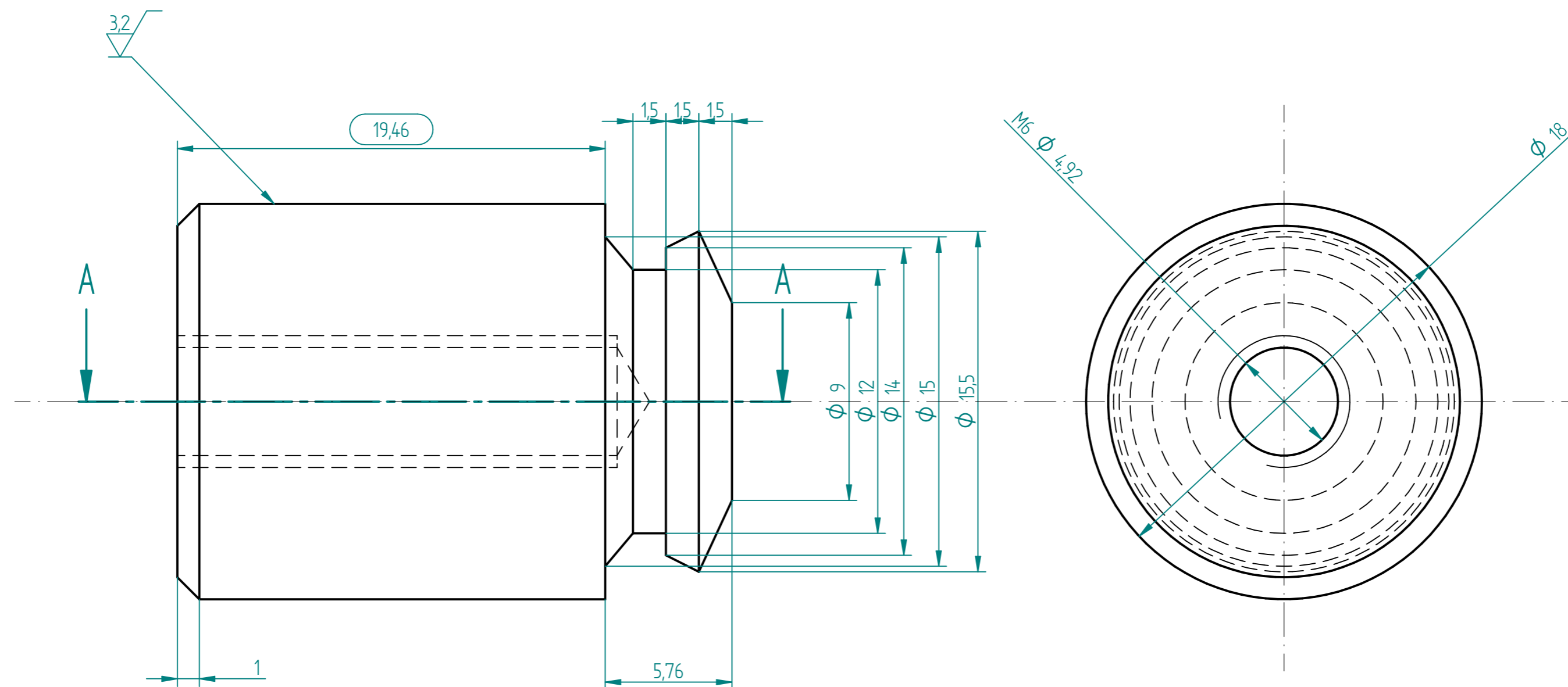
Item Number	Material	Quantity
1	Aluminum, 5083	1

NAME	DATE	TITLE	
Konstruktor: Pavel Sasin		UTB Zlín Držák stříkaček	
Kreslil: Pavel Sasin			
SYREMA Plus s.r.o.		SCALE:	WEIGHT: 0,229 kg

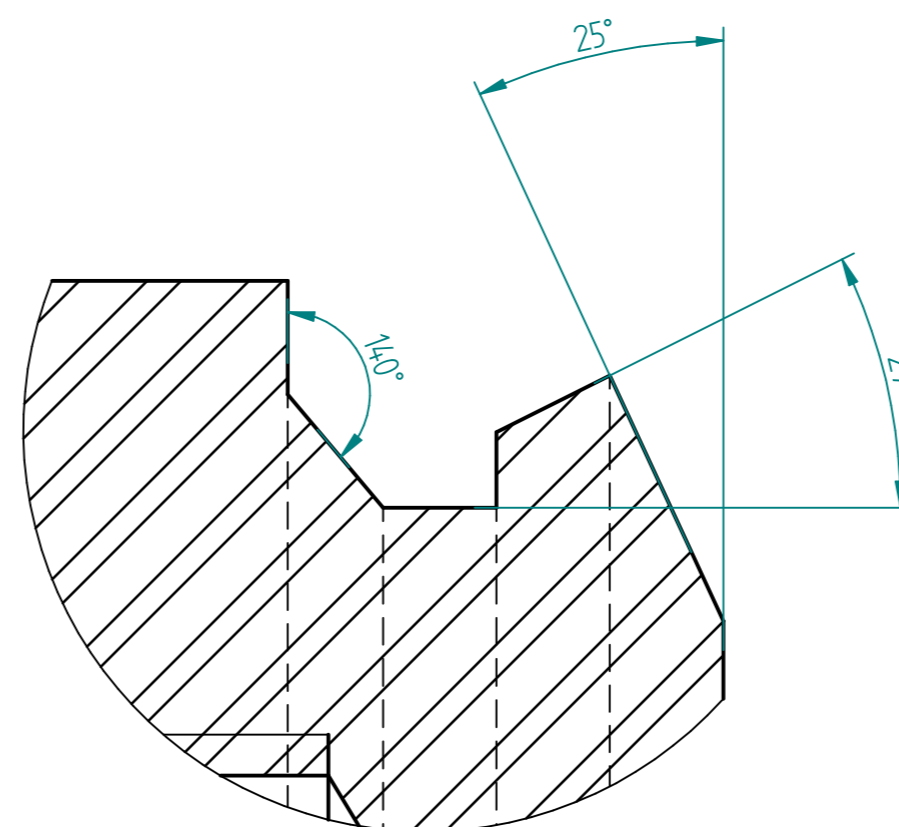


Item Number	Material	Quantity
1	Aluminum, 5083	1

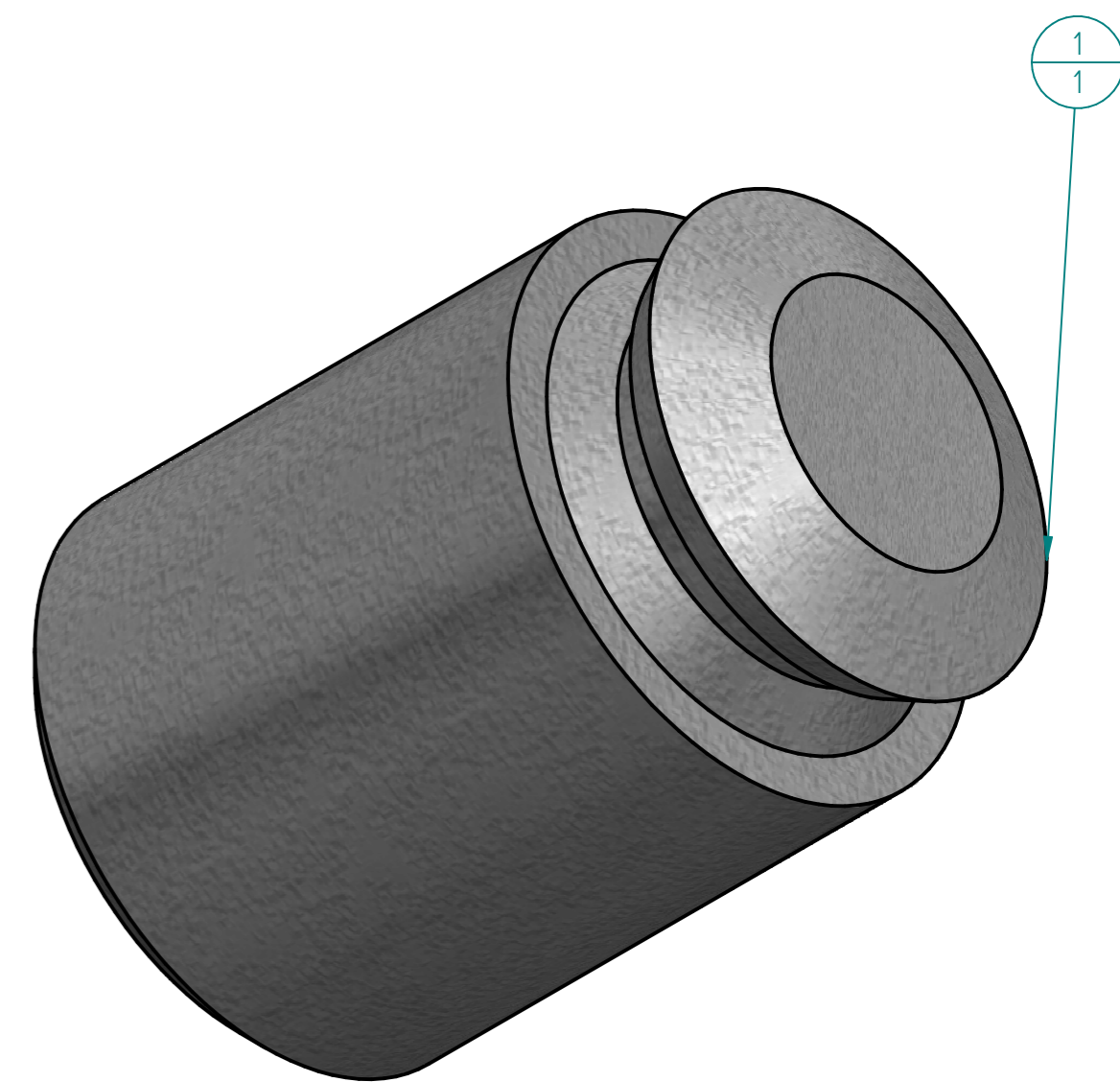
JMÉNO	DATUM	TITLE	
Konstruktér: Pavel Sasin		UTB Zlín Vedení tahacu	
Kreslil: Pavel Sasin			
SYREMA Plus s.r.o.		SCALE:	WEIGHT: 0,201 kg



SECTION A-A

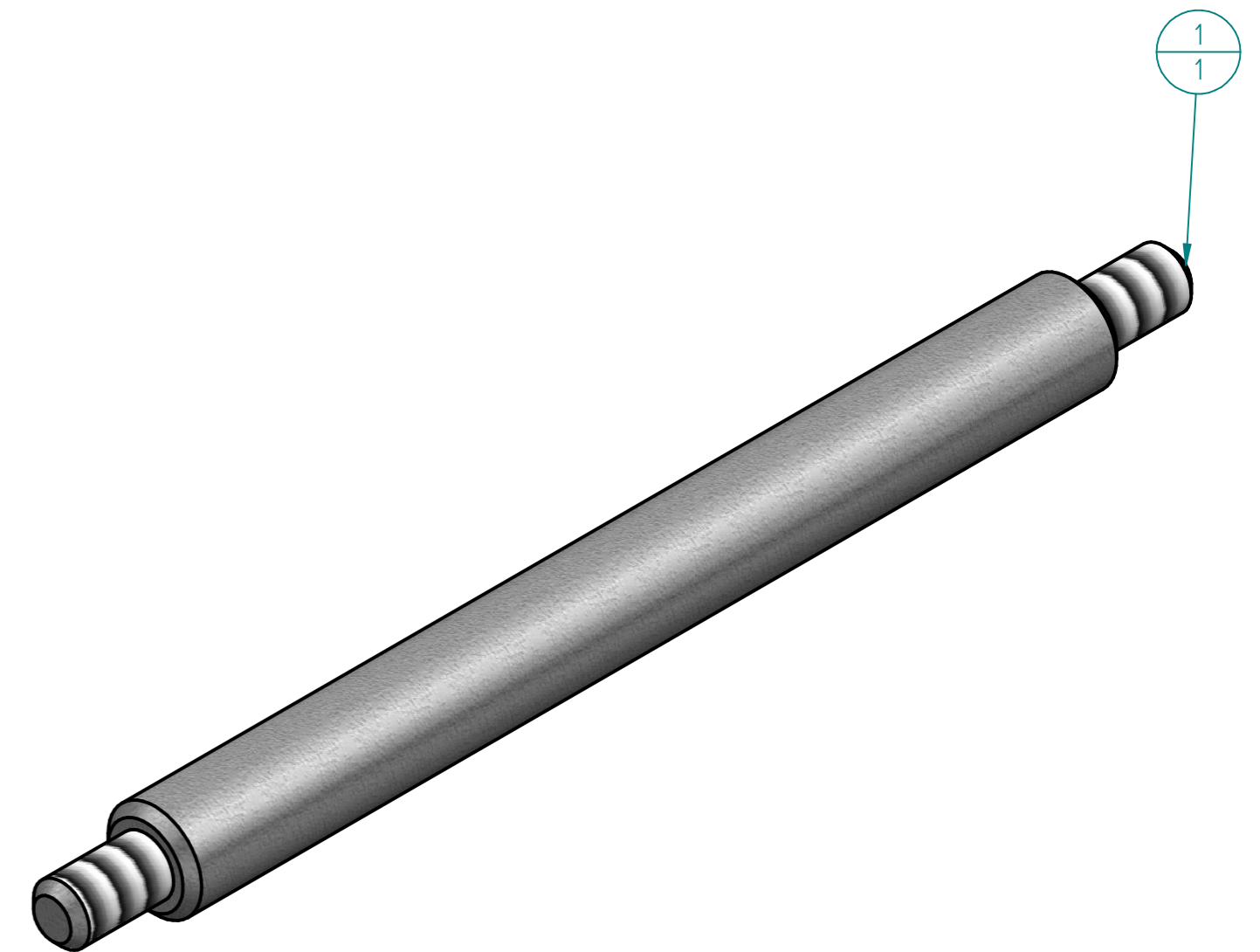
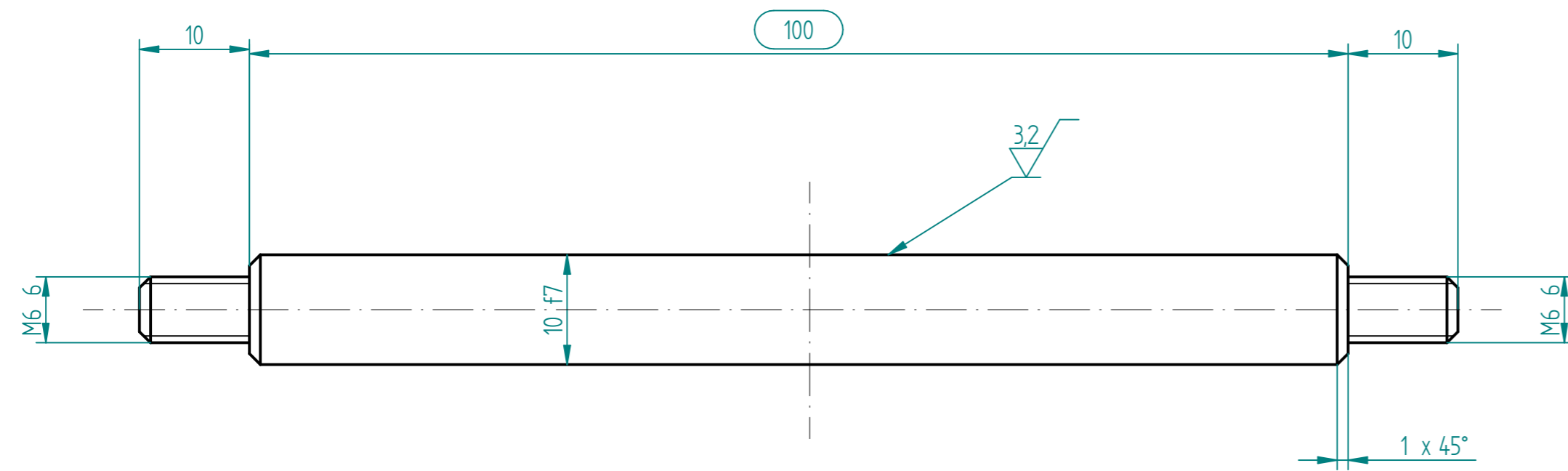


DETAIL B



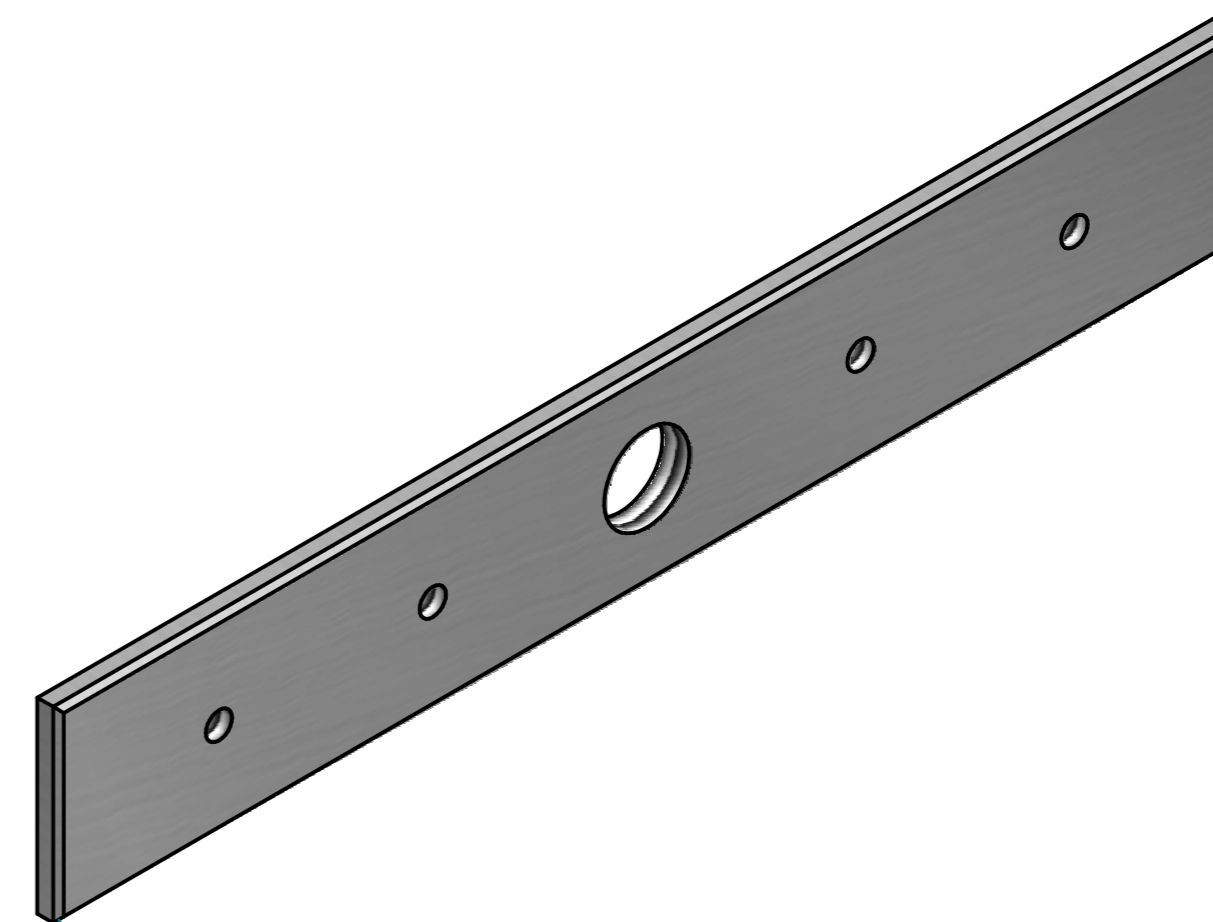
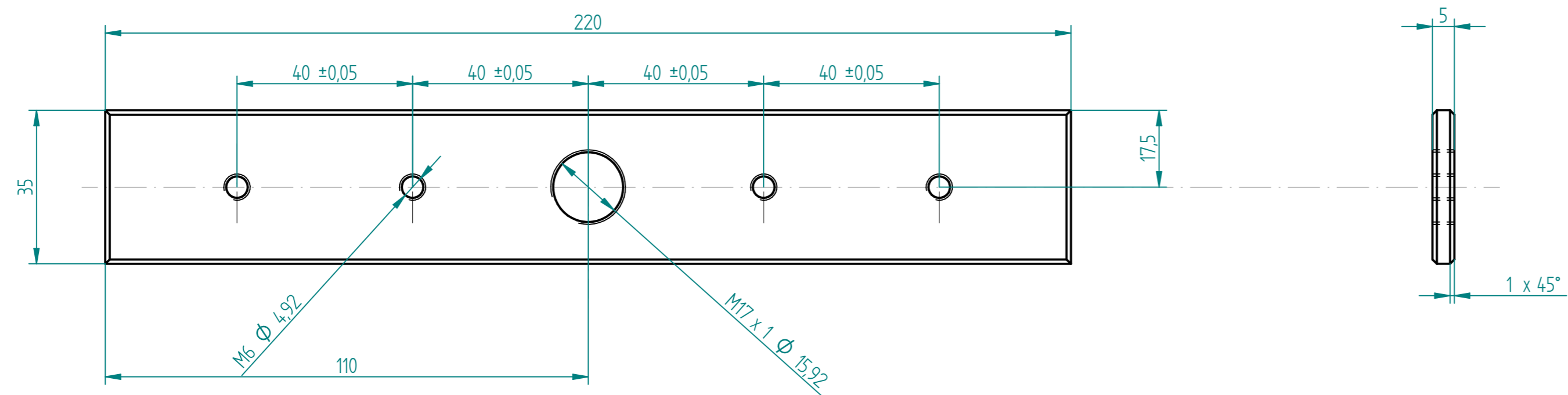
Item Number	Material	Quantity
1	Stainless steel	4

JMÉNO	DATUM	TITLE	
Konstruktor: Pavel Sasin		UTB Zlín	
KRESLIL: Pavel Sasin			
SYREMA Plus s.r.o.		SIZE	REV
SCALE:		WEIGHT: 0,041 kg	



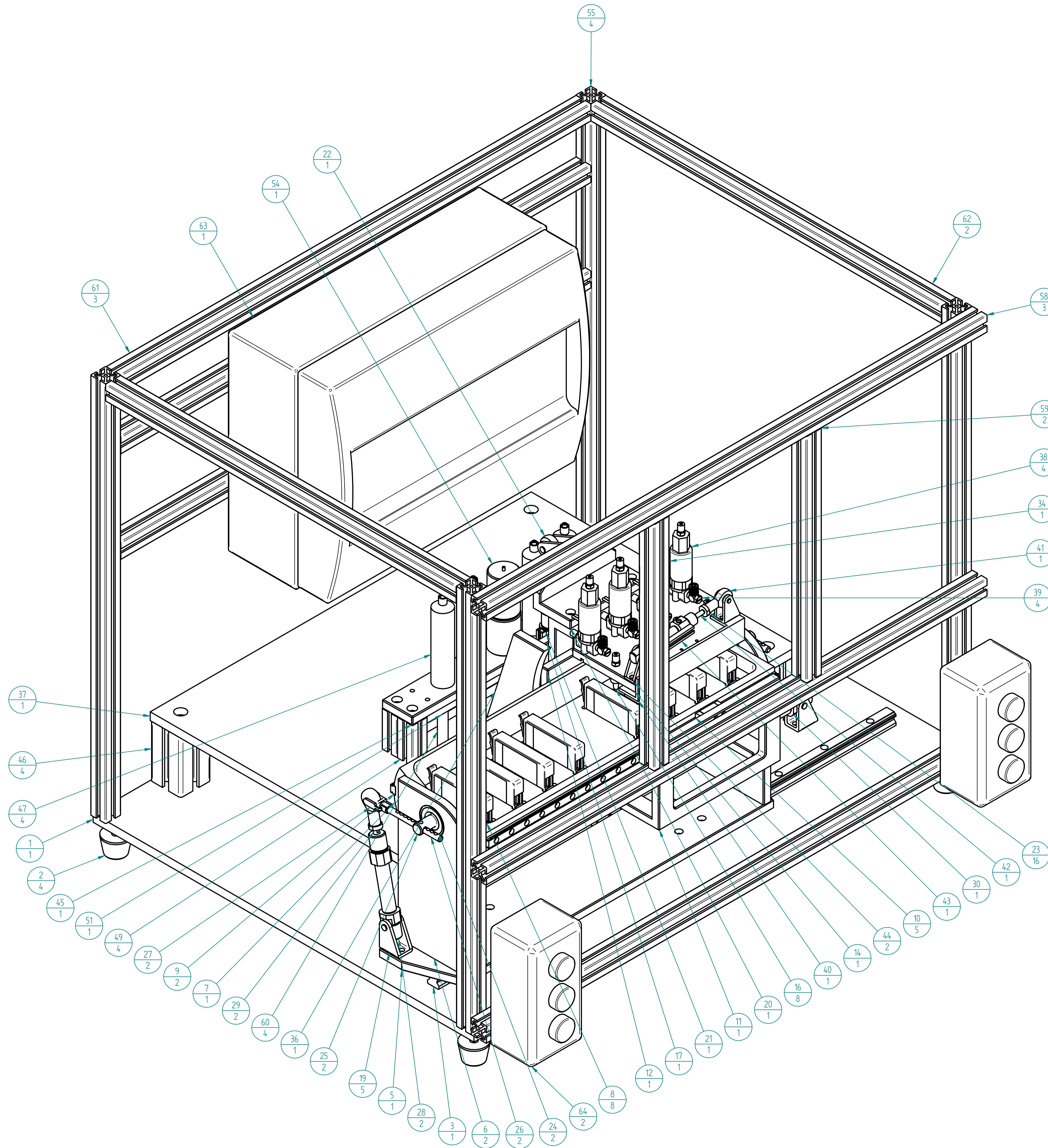
Item Number	Material	Quantity
1	Stainless steel	4

NAME	DATE	TITLE	
Konstruktor: Pavel Sasin		UTB Zlín Tahač	
Kreslil: Pavel Sasin			
SYREMA Plus s.r.o.		SIZE	DWG NO
		SCALE:	WEIGHT: 0,065 kg



Item Number	Material	Quantity
1	Aluminum, 5083	1

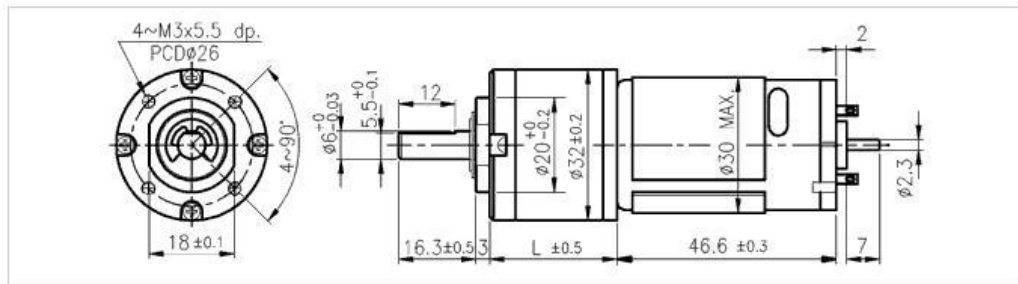
JMÉNO	DATUM	TITLE	
Konstruktor	Pavel Sasin	UTB Zlín Držák tahačů	
Kreslil	Pavel Sasin		
SYREMA Plus s.r.o.		SCALE:	WEIGHT: 0,098 kg
SIZE	DWG NO	REV	1



Číslo pozice	Název souboru (bez přípony)	Materiál	Norma	Výkres	Množství
1	Base_frame	Aluminum, 5083		Rám	1
2	Doraz_30x20	Rubber			4
3	HGR15	Stainless Steel, 420			1
4*	W15C	Stainless Steel, 420			2
5	Base_carriage	Aluminum, 5083		Základna	1
6	Rack	Aluminum, 5083		Bočnice	2
7	Holder_cartridges	Aluminum, 5083		Držák kazet	1
8	Kazeta_Epson_16-18	Polyethylene, low density			8
9	Rail-MGN9R	Stainless Steel, 420			2
10	MGN9C	Stainless Steel, 420			5
11	Cantilever_front	Aluminum, 5083		Posuvný rám přední	1
12	Cantilever	Aluminum, 5083		Posuvný rám zadní	1
13*	Rail-MGN9R_II	Stainless Steel, 420			1
14	Movie_rack_up	Aluminum, 5083		Horní plnicí konzole	1
15*	Rail-MGN9R_III	Stainless Steel, 420			1
16	LuerLock	Stainless steel			8
17	Movie_rack_down	Aluminum, 5083		Dolní sací konzole	1
18*	Rail-MGN9R_IV	Stainless Steel, 420			1
19	Clevis_C85C16(12)	Steel, 11600			5
20	Rack_cylinder_up	Aluminum, 5083		Držák válce	1
21	Pistnice_I	Aluminum, 5050			1
22	Pist_I	Steel			1
23	M-5H-4	Stainless steel			16
24	6201ZZ	CSN 02 4630			2
25	Peq	Steel 12050		Rotací čep	2
26	Arm	Steel 12050		Rameno	2
27	GKM6-12 (12)	Steel 11600			2
28	A_CD85N12-25-BI25L_BODY	Aluminum, 5050	9		2
29	CD85N12-25	Steel			2
30	A_C85N12-200I200I_BODY	Aluminum, 5050	9		1
31*	Peq_cylinder	Steel			1
32*	KJ6DM6 (12)	Steel			1
33*	A_C85N12-200I0I_ROD	Steel	9		1
34	Wall_L	Aluminum, 5083		Stabilizační zábrana levá	1
35*	Rolla	Steel 14 208			2
36	Wall_P	Aluminum, 5083		Stabilizační zábrana pravá	1
37	Rack_plate	Aluminum, 5083		Rozvadecová deska	1
38	VDW250-16-1-M5-Q	Stainless steel			4
39	MS-SHLH-6	Stainless steel			4
40	Console	Aluminum, 1060			1
41	KJ4DM4 (8)	Steel			1
42	A_CD85N8-10-AI0I_ROD	Steel	6		1
43	A_CD85N8-10-AI10I_BODY	Aluminum, 5050	6		1
44	Clevis_C85C10(8)	Steel			2
45	Holder_syringes_up	Aluminum, 5083		Držák strikacek	1
46	Profil_66mm	Aluminum, 5050			4
47	Syring	Polycarbonate			4
48*	Piston	Stainless steel		Píst	4
49	Profil_20x20x47	Aluminum, 5050			4
50*	WD BEARINGS 636 ZZ	CSN 02 4630			1
51	Holder_syringes_down	Aluminum, 5083		Vedení tahacu	1
52*	Holder_pistons	Aluminum, 5083		Držák tahacu	1
53*	GU-3013	AL, PE			1
54	PU3246	Iron engine			1
55	Profil_20x20x500	Aluminum, 5050			4
56*	Shaft-SKF-SHB_08x2	Steel			1
57*	Ball_nut	Steel			1
58	Profil_20x20x657	Aluminum, 5050			3
59	Profil_20x20x280	Aluminum, 5050			2
60	Syring_rod	Stainless steel		Tahac	4
Číslo pozice	Název souboru (bez přípony)	Materiál			Množství
61	Profil_20x20x617	Aluminum, 5050			3
62	Profil_20x20x460	Aluminum, 5050			2
63	Elektrická skříňka	Polypropylene, general			1
64	Start_Schneider	Polypropylene, general			2
65*	VDW24VAI0I	Stainless Steel, 420			4
66*	Rack_cylinder_down	Aluminum, 5083			1
68*	Kryt_horní	Polycarbonate			1
67*	Kryt_boční	Polycarbonate			2
69*	Kryt_přední	Polycarbonate			1

PŘÍLOHA XVIII

Převodový poměr		5:1	14:1	19:1	27:1	35:1	51:1	71:1	100:1	139:1	189:1	264:1	516:1	721:1	939:1
12 V	Jm. moment [kg-cm]	0,45	1,1	1,5	2,1	2,7	3,4	4,7	6,6	9,1	10	12	12	12	12
	Jm. otáčky [ot/min]	1140	430	310	221	170	117	83	60	44	32	24	12,9	9,5	7,2
24 V	Jm. moment [kg-cm]	0,54	1,2	1,7	2,4	3,1	4,0	5,5	7,8	10	12	12	12	12	12
	Jm. otáčky [ot/min]	1170	445	320	229	176	121	87	62	45	34	25	13	9,6	7,2
Hmotnost [g]		211	231	231	231	231	256	256	256	256	282	282	282	282	282



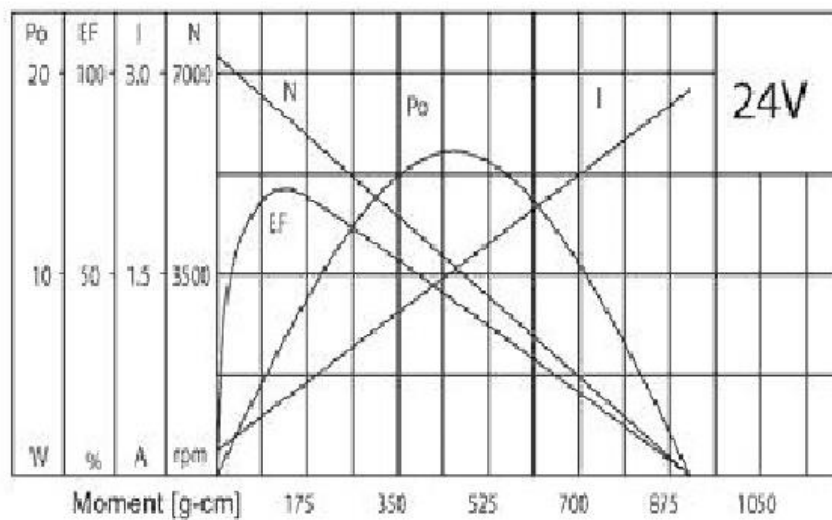
Vlastnosti převodovky

- Vůle naprázdno $\leq 2,5^\circ$
- Radiální zatížení $\leq 3,5$ kg (10 mm od příruby)
- Axiální zatížení $\leq 2,5$ kg
- Síla při lisování na hřídel ≤ 10 kg
- Radiální vůle $\leq 0,05$ mm
- Osová vůle $\leq 0,3$ mm
- Provozní teplota $-10 \dots 60^\circ\text{C}$
- Relativní vlhkost $20 \dots 85\%$

Převodový poměr	5:1	14:1	19:1	27:1	35:1	51:1	71:1	100:1	139:1	189:1	264:1	516:1	721:1	939:1
Max. trvalý moment [kg-cm]	2,0	4,0	4,0	6,0	6,0	8,0	8,0	10,0	10,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Účinnost [%]	80	70	70	70	70	60	60	60	60	50	50	50	50	50
Délka L [mm]	17,6	24	24	24	24	30,4	30,4	30,4	30,4	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8

Vlastnosti motoru

Jm. napětí [V]	Jm. moment [g-cm]	Jm. otáčky [ot/min]	Jm. proud [mA]	Otáčky naprázdno [ot/min]	Proud naprázdno [mA]	Jm. výkon [W]
12	110	5950	≤ 900	7300	≤ 150	7,0
24	130	6160	≤ 500	7300	≤ 80	8,5



PŘÍLOHA IXX

Prudnik, dnia 09.05.2016

Machine validation protocol nr 11/2016

Machine: filling machine Epson T16/18

Purpose: remanufacturing of EpsonT16-T18... cartridges

1. MACHINE PERFORMANCE & MEASUREMENTS:

		Name of machine		
		Color cartridge	Black cartridge	
CT of filling				
CT for change over				
		Settings (filling CNT)	CT	
Machine settings	08186AA00V1A00	Epson T1621	23	70
	08186AA00V1A10	Epson T1621 Setup	31	85
	08186AA01V1A00	Epson T1622	14	48
	08186AA01V1A10	Epson T1622 Setup	17	52
	08186AA02V1A00	Epson T1623	14	48
	08186AA02V1A10	Epson T1623 Setup	17	52
	08186AA03V1A00	Epson T1624	14	48
	08186AA03V1A10	Epson T1624 Setup	17	52
	08187AA00V1A00	Epson T1631 XL	51	135
	08187AA01V1A00	Epson T1632 XL	27	75
	08187AA02V1A00	Epson T1633 XL	27	75
	08187AA03V1A00	Epson T1634 XL	27	75
	08188AA00V1A00	Epson T1801	21	70
	08188AA00V1A10	Epson T1801 Setup	28	78
	08188AA01V1A00	Epson T1802	14	48
	08188AA01V1A10	Epson T1802 Setup	15	52
	08188AA02V1A00	Epson T1803	14	48
	08188AA02V1A10	Epson T1803 Setup	15	52
	08188AA03V1A00	Epson T1804	14	48
	08188AA03V1A10	Epson T1804 Setup	15	52
08189AA00V1A00	Epson T1801 XL	47	120	
08189AA01V1A00	Epson T1802 XL	27	75	
08189AA02V1A00	Epson T1803 XL	27	75	
08189AA03V1A00	Epson T1804 XL	27	75	

2. MACHINE AND ADDITIONAL EQUIPMENT:

	EQUIPMENT PRESENT		COMMENTS
	YES	NO	
Name of machine			
No additional equipment			

3. MACHINES DOCUMENTATION:

- manual available (in Polish?) → Yes (only czech)
 - if not available will be provided till: CW NN/YYYY
- CE marking (if necessary) → No
 - if not available will be managed till: CW NN/YYYY
- Declaration of Conformity → No
 - if not available will be managed till: CW NN/YYYY

4. CONNECTIONS:

- ➔ ... (name of machine)
 - Electricity → Yes (230V/50Hz) internal 24V
 - Air-pressure → Yes min 8 bar
 - Others → Waste connection

5. LIST OF SPARE PARTS:

List available in machine manual

6. BACK UP FOR MACHINE PROGRAM:

Will be send to Marek Loj = in week 25

7. MACHINE ADJUSTMENTS:

Adjustment available in machine manual

8. SAFETY:


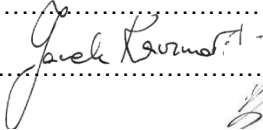


9. OTHER COMMENTS:

- Machines installation and set up:
 - i. This step was managed by ...Sasin Pavel..... in 09/05/2016

- Training:
 - i. Training was performed for ... days (09-10/06/2015) and lead by ...Sasin Pavel.....

 - ii. In this training participated:
 - 1. Bernadeta Pajak.....- ...
 - 2. Katarzyna Pajak..... - ...
 - 3. Renata Rutkowska.....- ...
 - 4. Iwona Sitarek.....- ...
 - 5. Krzysztof Walczak- ...
 - 6. Marcin Zdanowicz.....- ...

10. SIGNATURES:

- ARTECH POLSKA
 - MAINTENANCE MANAGER: 
 - PRODUCTION MANAGER: 
 - QUALITY MANAGER: 
 - ENGINEERING MANAGER: 

- SYREMA Plus s.r.o.
 - R&D LEADER: 