

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2301T001 Dopravní a manipulační technika

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Návrh manipulačního stolu pro bočnice forem na lisování pneumatik

Autor: **Bc. Jiří Buršík**  
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Martin Hynek, Ph.D.**

Akademický rok 2018/2019

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta strojní  
Akademický rok: 2018/2019

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jiří BURŠÍK**  
Osobní číslo: **S16N0001K**  
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**  
Název tématu: **Návrh manipulačního stolu pro bočnice forem na lisování pneumatik**  
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

#### Základní požadavky:

Proveďte návrh manipulačního stolu pro bočnice forem na lisování pneumatik. Ložná plocha musí být otočná o 360, překlápěcí o 180 a musí minimálně zakrývat spodní plochu bočnice. Manipulační stůl musí obsahovat ochranný rám využívaný při přesunu a manipulaci s bočnicemi forem během celého procesu jejich výroby. Konstrukce manipulačního stolu musí umožňovat jeho skladování s minimálními prostorovými nároky. Součástí návrhu musí být rozbor zatěžujících stavů a potřebné výpočty k zajištění technických parametrů.

#### Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

#### Osnova diplomové práce:

1. Rozbor stávajícího procesu manipulace, specifikace požadavků.
2. Konstrukční návrh.
3. Analýza navrženého řešení.
4. Zpracování příslušné technické dokumentace.
5. Technickoekonomické zhodnocení.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah kvalifikační práce: **50-70 stran A4**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

**HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojního inženýra: obecné strojní části. Praha: Computer Press, 1999**

**SVOBODA, P., BRANDEJS, J., PROKEŠ, F. Základy konstruování. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003**

**LEINVEBER, J., ŘASA, J., VÁVRA, P. Strojnické tabulky. Praha: Scientia, 1999**

*Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.*

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Martin Hynek, Ph.D.**

Katedra konstruování strojů

Konzultant diplomové práce:

**Ing. Václav Dufek**

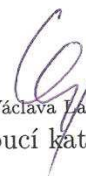
AZ-CZECH s.r.o., Horšovský Týn

Datum zadání diplomové práce: **16. října 2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **24. května 2019**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.  
děkan



Doc. Ing. Václava Lášová, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 16. října 2018

## **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne: .....

.....

podpis autora

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval všem, kteří mi byli nápomocni s vypracováním mé diplomové práce. V první řadě chci poděkovat Doc. Ing. Martinu Hynkovi, Ph.D. za odborné vedení této práce, cenné rady a připomínky při návrhu a konstrukci manipulačního stolu, Ing. Václavu Dufkovi za rady, konzultace a poznatky z praxe. Zároveň bych chtěl také poděkovat zaměstnancům firmy AZ-Czech, za jejich cenné rady a připomínky. V neposlední řadě děkuji své rodině za plnou podporu během studia.

Bc. Jiří Buršík

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Buršík	Jméno Jíří		
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	23-35-8 „Dopravní a manipulační technika“			
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Hynek, Ph.D.	Jméno Martin		
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST - KKS			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del>BAKALÁŘSKÁ</del>	Nehodící se škrtněte	
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Návrh manipulačního stolu pro bočnice forem na lisování pneumatik			

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KKS	<b>ROK ODEVZD.</b>	2019
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	105	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	57	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	48
---------------	-----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	<p>Diplomová práce obsahuje návrh manipulačního stolu pro bočnice forem na lisování pneumatik. V práci je navrženo několik variant konstrukce, ze kterých je hodnocením vybrána nejlepší varianta. Součástí práce jsou kontrolní výpočty, technicko-ekonomické zhodnocení a výkresová dokumentace. Manipulační stůl bude vyrábět firma AZ-CZECH s.r.o.</p>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>  <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	<p>Manipulační stůl pro bočnici, svařenec, bočnice, SWP, navrhování konstrukce, forma pro výrobu pneumatik</p>

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Buršík	Name Jiří	
<b>FIELD OF STUDY</b>	23-35-8 “Transport and handling machinery“		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Hynek, Ph.D.	Name Martin	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<del><b>BACHELOR</b></del>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Design of Carrier for tire mold sidewall		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machine Design	<b>SUBMITTED IN</b>	2019
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	105	<b>TEXT PART</b>	57	<b>GRAPHICAL PART</b>	48
----------------	-----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	<p>This diploma thesis contains design of Carrar for tire mold sidewall. In this thesis are outlined several possible solutions of design. The best solution is choosed from Q-C diagram. It contains design calculation, technical-economic evaluation and drawings. The Carrier will be produced by company AZ-CZECH s.r.o.</p>
<b>KEY WORDS</b>	<p>Carrier for tire mold, weldment, sidewall, SWP, construction design, tire mold</p>

## Obsah

Přehled použitých zkratk a symbolů.....	3
1 Úvod.....	5
1.1 Téma a cíl diplomové práce.....	5
1.2 Zadavatel diplomové práce.....	5
2 Výroba pneumatik.....	6
2.1 Dvoudílné formy.....	6
2.2 Segmentové formy.....	8
2.2.1 Konstrukční prvky segmentové formy.....	8
2.2.2 Spodní a horní bočnice.....	13
3 Rozbor stávajícího procesu manipulace.....	14
4 Specifikace požadavků.....	15
5 Koncepční návrh.....	16
5.1 Návrh rámu manipulačního stolu.....	17
5.1.1 Varianta I.....	18
5.1.2 Varianta II.....	20
5.1.3 Varianta III.....	22
5.1.4 Hodnocení navržených variant.....	24
5.2 Manipulační stůl s křížovým ložiskem.....	26
5.3 Manipulační stůl s kuželíkovými ložisky.....	28
5.4 Zhodnocení navržených řešení manipulačních stolů.....	30
6 Konstrukční návrh.....	31
6.1 Svary.....	31
6.2 Konstrukční návrh manipulačního stolu.....	33
6.2.1 Hřídél s centrovací deskou.....	33
6.2.2 Uložení hříděle v rámu.....	35
6.2.3 Rámy manipulačního stolu.....	36
6.2.4 Zajištění polohy otočného stolu.....	37
6.2.5 Manipulační stůl.....	39
7 Analýza navrženého řešení.....	40



7.1	Vstupní parametry .....	40
7.1.1	Použitý materiál.....	40
7.1.2	Zatížení hřídele.....	40
7.2	Pevnostní kontrola hřídele .....	42
7.3	Kontrola ložiska.....	46
7.4	Čepy manipulačního stolu .....	48
7.4.1	Měrný tlak v čepích .....	48
7.4.2	Smyk čepu .....	49
7.5	Ověření ergonomie manipulačního stolu.....	49
8	Technicko-ekonomické zhodnocení.....	51
8.1	Technické hodnocení .....	51
8.2	Ekonomické hodnocení .....	52
9	Závěr.....	53
10	Použitá literatura .....	54
10.1	Publikace na internetu.....	54
10.2	Knižní publikace .....	55
11	Seznam obrázků .....	56
12	Seznam tabulek .....	57

## Přehled použitých zkratk a symbolů

SWP	bočnice (Seitenwandplatte)
Q	posuzovaná kvalita
C	dodací náklady
“O“	způsob uložení ložisek
$F_{\text{m}}$	minimální radiální zatížení ložiska
C	dynamická únosnost
Y	typ svaru
$R_e$	mez kluzu
$R_m$	mez pevnosti
$p_D$	dovolený tlak
F	zatížení manipulačního stolu
$m_B$	maximální hmotnost bočnice
$m_G$	hmotnost otočného stolu
G	zatížení od hmotnosti stolu
$\alpha$	úhel naklopení
$F_a$	axiální síla
$F_r$	radiální síla
$R_A$	reakce v bodě A
$R_B$	reakce v bodě B
$\sum F_y$	suma sil ve směru y
$\sum M_a$	suma momentů k bodu A
T(x)	vnitřní posouvající síla
M(x)	vnitřní ohybový moment
k	bezpečnost
$\sigma_D$	dovolené napětí
$M_{\text{max}}$	maximální vnitřní ohybový moment
$\sigma_{\text{max}}$	maximální ohybové napětí
$W_o$	modul průřezu v ohybu
$J_z$	kvadratický moment průřezu
$C_0$	statická únosnost
$P_0$	ekvivalentní statické zatížení
$s_0$	součinitel statické bezpečnosti
Y	výpočtový součinitel ložiska
$Y_0$	výpočtový součinitel ložiska
e	výpočtový součinitel ložiska
$F_{aA}$	axiální zatížení ložiska A
$F_{aB}$	axiální zatížení ložiska B
$F_{rB}$	radiální zatížení ložiska B
p	měrný tlak

S	plocha čepu
$\tau$	smyk čepu
$\pi$	ludolfovo číslo
$\Sigma$	součet nákladů
$m_1$	hmotnost otočného stole
g	gravitační konstanta
$\varnothing d$	vnitřní průměr ložiska
$\varnothing D$	vnější průměr ložiska
T	tloušťka ložiska
B	tloušťka ložiska
L	vzdálenost mezi ložisky
a,b,c,d,e	rozměry nosníku

# 1 Úvod

## 1.1 Téma a cíl diplomové práce

Předmětem této diplomové práce je návrh manipulačního stolu pro bočnice forem na lisování pneumatik.

Cílem práce je zanalyzovat současný způsob manipulace na jednotlivých stanovištích v procesu výroby od přijetí polotovaru až po dokončený díl. Tato analýza bude hlavní výchozí bod pro návrh manipulačního stolu a potřebné výpočty k zajištění správné funkčnosti a bezpečnosti provozu. Dále bude provedena analýza pro zjištění zatěžujících stavů. Při analýze budou uvažovány nejhorší stavy, které mohou při zatěžování nastat. Tyto stavy poskytnou hodnoty potřebné pro návrh a dimenzování částí konstrukčního návrhu manipulačního stolu. Dalším úkolem bude vytvořit potřebnou technickou dokumentaci. Na závěr je práce komplexně zhodnocena.

## 1.2 Zadavatel diplomové práce

Zadavatelem diplomové práce je firma AZ-CZECH s.r.o., Horšovský Týn. Firma byla založena v roce 2004. Ve výrobním závodě vyrábí zejména formy a kontejnery pro výrobu pneumatik.

V roce 2015 se společnost stala součástí koncernu Continental, což umožnilo expanzi výroby nejen v množství vyráběných produktů, ale také rozšíření portfolia výroby a implementaci dalších inovativních výrobních postupů. [1]



Obrázek 1: Výrobní závod AZ-Czech s.r.o. v Horšovském Týně [1]

## 2 Výroba pneumatik

Forma pro lisování pneumatik je jedním z nejdůležitějších výrobních zařízení při výrobě pneumatik. Formu lze používat nejen při lisování pláštěů, membrán, duší, protektorovaných běhounů, ale také pro výrobu řady výrobků z technické pryže. Forma určuje, jaké výsledné vlastnosti bude pneumatika mít a jaká bude přesnost a vzhled pláště. Působením teploty, tlaku a času dostává surový plášť výsledný tvar, rozměry a fyzikálně-mechanické vlastnosti. Tento proces se nazývá vulkanizace. Vulkanizace je nevratný proces tepelného zpracování syntetického i přírodního kaučuku. Vulkanizací vzniká elastická pryž s potřebnými vlastnostmi, které jsou důležité pro užitnou hodnotu výrobku. Těmito vlastnostmi jsou elasticita, tažnost, tvrdost a odolnost proti opotřebení, povětrnostním a chemickým vlivům.

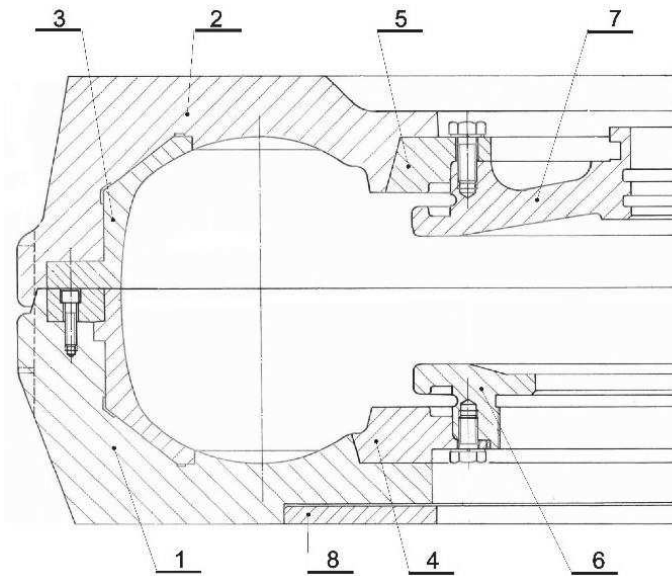
Pro tento proces se používá zařízení, které vyvine vysoké teploty a tlaky. Zařízení je známo jako vulkanizační lisy. Podle toho jakým způsobem se dosahuje uzavírací a lisovací síly, rozdělujeme lisy na mechanické a hydraulické. Topným médiem je sytá pára nebo horká tlaková voda. Pára se používá do tlaku 2MPa a horká voda až do tlaku 3MPa. Díky vysokému tlaku vody je možné dosáhnout vyšších teplot než je 100°C. Ohřev surového pláště se děje přes kovovou formu buď přímo - komorové vytápění, nebo nepřímo - přes topnou desku. Teplota vulkanizace u směsi z přírodního kaučuku se pohybuje mezi 140 až 150°C; u směsi na bázi syntetického kaučuku se může teplota pohybovat v rozmezí 100 až 200°C. [2] [3]

**Podle uspořádání dělicích rovin se používají formy:**

- **Dvoudílné** - Používají se při výrobě diagonálních pláštěů
- **Segmentové** - Používají se při výrobě radiálních pláštěů

### 2.1 Dvoudílné formy

Dvoudílné formy mají vždy jednu horizontální dělicí rovinu a je složena z horní a dolní poloviny. Pro plášťové formy jsou v obou polovinách umístěny dezénové vložky, patní kroužky a kroužky tvořící bočnice. Další základní částí formy je elastická membrána. Formy se používají pro výrobu jednodušších diagonálních pláštěů. Pro výrobu radiálních pláštěů se nepoužívají, protože během vertikálního otevírání formy se plášť poškodí a deformuje se již vyliisovaný plášť v oblasti dezénu. Výhodou dvoudílných forem je nízká cena, jednoduchá údržba a jejich cena. [2] [3]



Obrázek 2 - Dvoudílná vulkanizační forma [2]

- 1 - dolní část formy, 2 - horní část formy, 3 - dezénová vložka, 4 - dolní patní kroužek  
5 - horní patní kroužek, 6 - dolní membránový kroužek, 7 - horní membránový kroužek



Obrázek 3 - Dvoudílná vulkanizační forma [2]

## 2.2 Segmentové formy

Tyto formy jsou určeny hlavně pro výrobu radiálních pláštíků. Skládají se z více dezénových segmentů, horní a dolní bočnicové desky a patních kroužků. Radiální pohyb segmentů je vyvozován mechanismem kontejneru, který obklopuje vulkanizační formu, a ve fázi otevírání a zavírání formy se chovají šetrněji k plášti. Toto je důležité pro dosažení vysoké kvality a přesnosti výroby moderních výkonných pláštíků. Segmentové formy jsou vzhledem ke konstrukci formy náročnější na údržbu a manipulaci. To se odráží i v jejich ceně, která je mnohem vyšší než u dvoudílných forem. [2] [3]



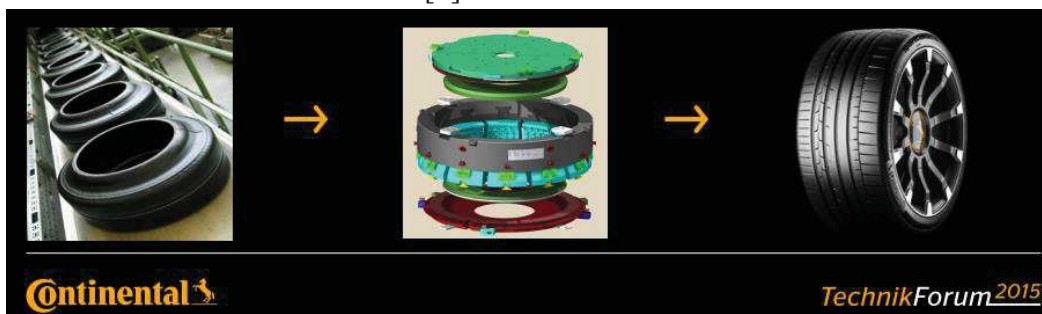
Obrázek 4 - Segmentová forma [3]

### 2.2.1 Konstrukční prvky segmentové formy

#### Segmentová část formy:

Segmenty se vyrábějí z ocelových nebo hliníkových polotovarů. Používají se také vsazené ocelové lamely vyráběné konvenčně nebo SLM tiskem. Tvar odlitků může být kruhový, poté se tento odlitek řeže na jednotlivé segmenty nebo se používají polotovary odlité pro každý segment zvlášť. Forma pro pneumatiky osobních automobilů obsahuje 9 nebo 11 segmentů.

Segmenty vybavené dezénovými figurkami jsou výrobně nejnáročnější částí vulkanizačních forem. Pro správné pochopení funkce a místa segmentů v kontejnerové formě je třeba rozlišovat na venkovní a vnitřní. [2]



Obrázek 5 - Výroba segmentovou formou [4]

- **Nosič segmentu** - Je součástí kontejneru.  
Úhel a délka šikmé plochy tvořící zadní část segmentu určuje zdvihové parametry kontejneru (radiální a axiální zdvih). Venkovní segmenty jsou vždy symetrické. [2]
- **Vnitřní segment** - Je součástí formy.  
Při kompletování s kontejnerem se upíná do nosiče segmentu. Vnitřní segmenty mohou být asymetrické. V případě konstrukčního sloučení vnitřního a vnějšího segmentu se forma nazývá semikontejnerová. [2]



Obrázek 6 - Forma se segmenty [2]

#### Dolní díl kontejneru:

- **Dolní patní kroužek** - Formuje spodní patkovou část pláště se spodním dílem formy. Současně plní funkci vyhazovače. Dolní membránový kroužek upíná membránu za patku. Pohyb je odvozen od válce, na který se kroužek našroubuje závitem až po osazení. Patní kroužek dosedá na spodní část formy v kuželové ploše. Patní kroužek bývá z litiny nebo z měkké oceli. [2]



### **Horní díl kontejneru:**

Horní díl kontejneru je kruhová deska, která je unášena a držena lisovacím kruhem, jestliže se horní část segmentové formy začne vzdalovat od spodního dílu. Na obvodě horního dílu jsou zhotoveny drážky, do nichž se zasunou vodítka, která umožňují spojení horního dílu s jednotlivými segmenty. [2]

- **Horní patní kroužek** - Stejně jako dolní patní kroužek musí dosednout na kuželovou plochu. Horní patní kroužek zajišťuje vnitřním kuželem ustředění horního středícího kroužku, který společně s kroužkem a šrouby vytváří nepropustné sevření horního patního kroužku a lisovací membrány. [2]

### **Lisovací membrána:**

Lisovací membrána (membránový uzel) zajišťuje dokonalé a rovnoměrné přitlačování vulkanizovaného pláště k líci formy tlakem ohříváného média. [2]

### **Kontejner:**

Kontejner je část formy, do které se upínají segmenty. Hlavním účelem kontejneru je využitím síly lisu ovládat radiální pohyb segmentových forem. Lisy, které se používají pro tyto formy, musí mít v horním příčniku zabudované hydraulické zařízení pro ovládání kontejneru.

V praxi se používá více konstrukcí kontejnerů. Většina kontejnerů je založena na principu dosednutí dvou kuželových ploch, ze kterých jedna je součástí radiální části pevného venkovního prstence a druhá plocha je součástí nosiče pohyblivých segmentů. Konstrukční rozdíly u jednotlivých kontejnerů se týkají především počtu a způsobu uchycení jednotlivých segmentů. Pro snížení tření mezi kuželovými plochami jsou ve styčných plochách osazeny kluzné desky. Rozsah kontejneru je určený charakteristikou zdvihu, která udává otevření segmentů v radiálním a axiálním směru. [2]

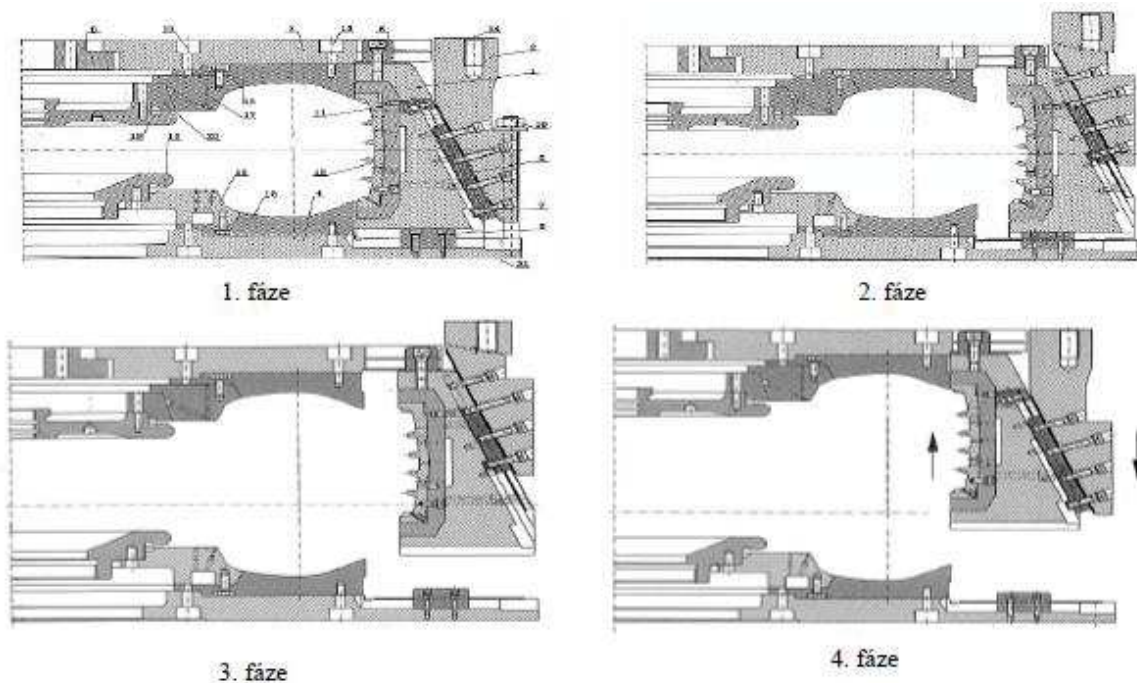
**Radiální zdvih** udává maximální radiální vysunutí segmentů. Zdvih musí být tak velký, aby bylo zaručeno bezpečné vysunutí pláště z dutiny formy. [2]

**Axiální zdvih** udává maximální vertikální vysunutí segmentů z kontejnerového kruhu. [2]

## Funkce kontejneru

Princip činnosti kontejneru při otvírání lisu:

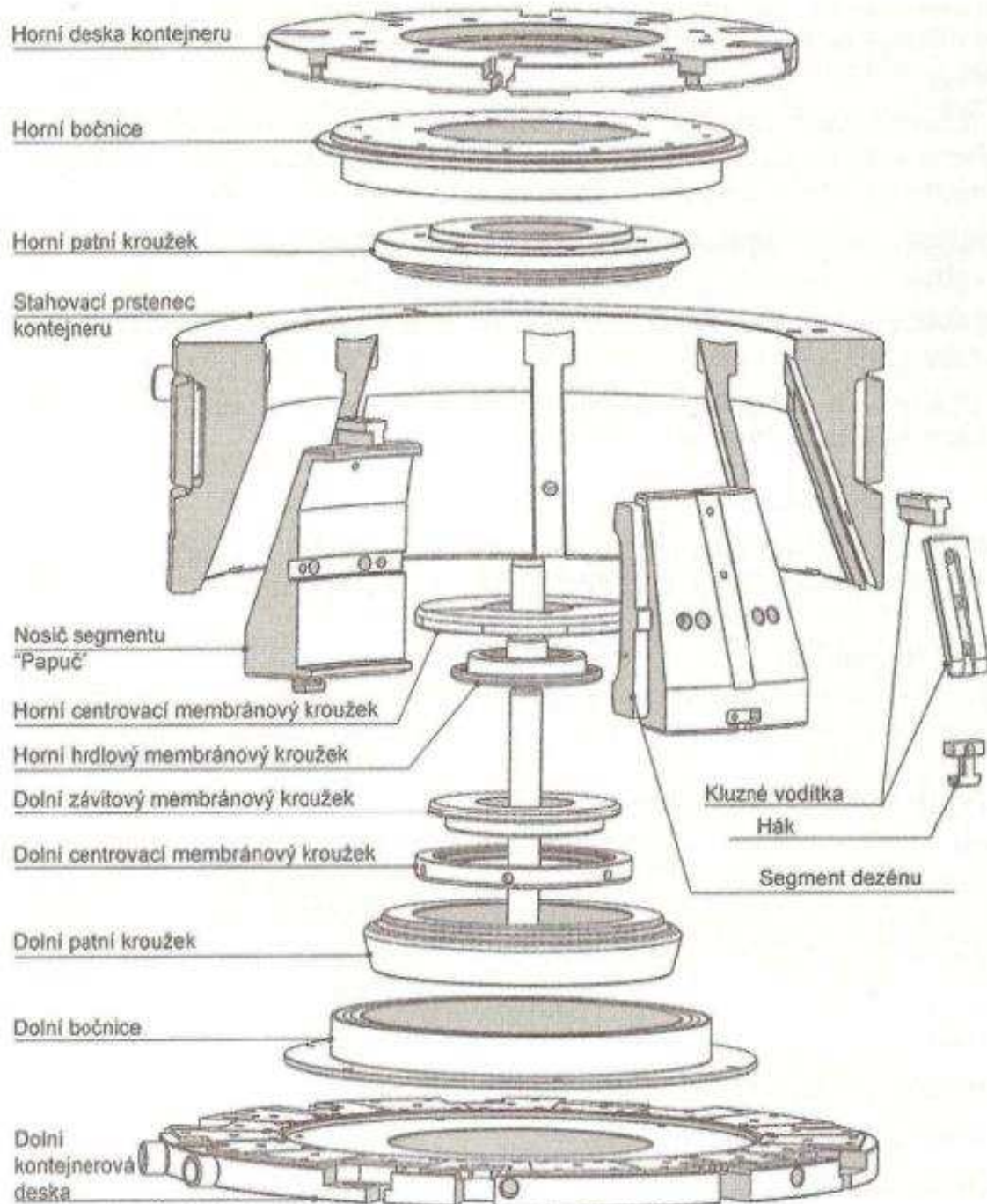
1. **fáze** - kontejner je zavřený, všechny dělicí roviny jsou v kontaktu
2. **fáze** - při otvírání lisu se spolu s příčnickem zvedá vnější kontejnerový kruh. Ten zároveň zajišťuje vodorovný pohyb segmentů, aby se zabránilo jejich vertikálnímu pohybu před dosažením hodnoty radiálního zdvihu.
3. **fáze** - je dosaženo radiálního zdvihu. Segmenty se zachytí dorazy na vnějším kruhu a zvedají se spolu.
4. **fáze** - segmenty jsou zataženy dovnitř kontejneru. Tato fáze se při některých specifických konstrukcích vynechává. [2]



Obrázek 7 - Pohybové fáze kontejneru [2]

### Součásti segmentové formy:

Hlavními prvky segmentových forem je spodní, vrchní část formy a segmenty, které tvoří dezénovou část segmentové vulkanizační formy. [2]



Obrázek 8 - Součásti segmentové formy a kontejneru [2]

### 2.2.2 Spodní a horní bočnice

Bočnice jsou ocelové desky kruhového průřezu a slouží k formování boku pneumatiky. Název bočnice odkazuje na umístění ve formě, spodní ve spod a horní je navrchu formy. Spodní bočnice pak formuje vnější stranu pneumatiky a horní bočnice vnitřní stranu pneumatiky. Většina bočnic je zrcadlových, lišících se někdy jen směrem šrafování. Jsou rozděleny do dvou oblastí, kde v jedné části jsou nápisy a šrafování vystouplé a v druhé části jsou nápisy vyhloubené. V této části jsou také otvory pro vyměnitelné díly, které formují do pneumatik údaje spojené s výrobní sérií.

Na bočnici nalezneme všechny údaje o pneumatice. Mezi ty hlavní patří výrobce pneumatiky, název profilu, velikost, údaje o výrobcu a výrobě, a zda jde o vnější či vnitřní stranu pneumatiky. Pokud je pneumatika směrová, je zde označen i směr správného otáčení pneumatiky.



Obrázek 9 - Bočnice [5]

### 3 Rozbor stávajícího procesu manipulace

Současná manipulace s SWP deskami probíhá v každém úseku výroby odlišným způsobem. Cílem je nyní vytvořit manipulační prostředek, který by ulehčil přesouvání bočnic mezi jednotlivými stanovišti procesu výroby a zároveň ulehčit manipulaci na těchto stanovištích.

Do výrobního závodu jsou bočnice přiváženy částečně obrobené nákladními automobily. Polotovary jsou připevněné na europaletě, pro každou formu horní i spodní bočnice na jedné, a v závodu naskladněn vysokozdvížným vozíkem. Tímto vozíkem se přepravují bočnice také ze skladu na první stanoviště procesu výroby. Na tomto stanovišti se pomocí mostového jeřábu zvedne a přesune na stůl, kde zaměstnanci lisují vyměnitelné bloky. Tyto bloky vytvářejí po nalisování nerovnosti na již do konečného tvaru obrobené ploše, proto se pomocí mostového jeřábu přesunou do soustruhu, kde se veškeré nerovnosti na povrchu odstraní. Po obrábění se bočnice přesune na palety a ručními vysokozdvížnými vozíky přesouvají mezi stanovišti. Bočnice se převážejí volně ložené na paletách nebo jen na paletových vidlicích a je zde nebezpečí pádu desky z vozíku. Následuje v nejlepším případě jen znehodnocení desky. Může však dojít i k úrazu zaměstnanců.

Na následujících stanovištích jsou bočnice také ručně opracovávány a je zde nutná ruční manipulace, zejména při dočišťování otvorů a broušení se desky ručně otáčejí na pracovních stolech. Posledním stanovištěm je oddělení kontroly, kde se desky skladují ve velkém prostoru na europaletách před samotnou kontrolou. Při kontrole se bočnice opět zvedají na stoly, kde je zaměstnanci kontrolují dle protokolu. Při kontrole dochází opět k ruční manipulaci s bočnicemi, které je potřeba pro důkladnou kontrolu přetáčet a naklánět do různých směrů.



Obrázek 10 - Ruční opracování bočnic [6]

## 4 Specifikace požadavků

Hlavním úkolem je navrhnout otočný manipulační stůl, na kterém bude připevněna bočnice v průběhu výroby. Tento stůl musí plně nahradit stoly ve výrobě, které se používají při ručním opracování a kontrole. Bočnice uložené na stole je možné snadno otočit a překloupat o 180°. Stůl s těmito bočnicemi se bude přemisťovat mezi jednotlivými stanovišti pracovníky z výroby.

### **Popis hlavních konstrukčních požadavků:**

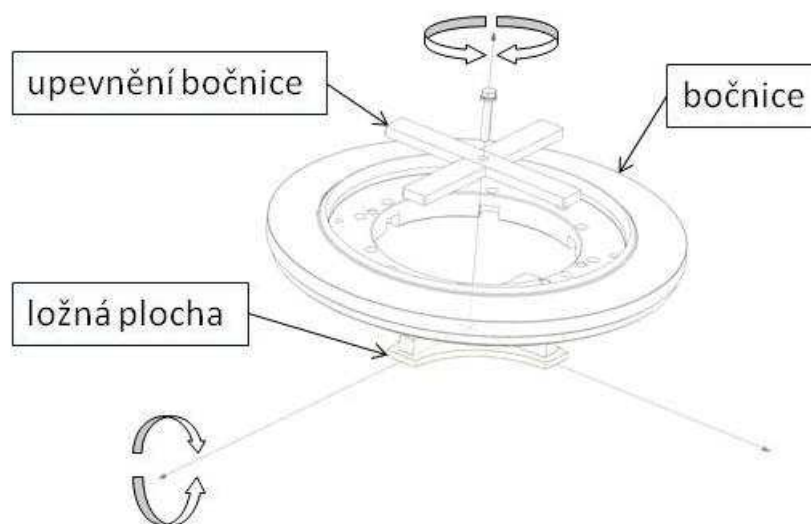
- Pojízdny stůl se bude používat k přesunu a manipulaci SWP v celém procesu výroby.
- SWP je na stole upevněna na otočné desce a je možné ji překloupat o 180° kvůli opracování zadní strany. Ložná plocha musí minimálně zakrývat spodní plochu SWP, aby byl co nejméně omezen přístup k této ploše.
- Desku je možné upnout a uvolnit bez použití nářadí.
- Musí být zajištěna stabilita a tuhost stolu během pojezdu, manipulace s SWP a provádění všech výrobních úkonů na upnuté SWP.
- Ergonomie stolu musí vyhovovat bezproblémovému provádění výrobních úkonů na upnuté SWP sedícím a stojícím dělníkem.
- Optimální konstrukce s ohledem na bezpečnost manipulace a výroby.
- Minimální prostorové nároky na skladování nepoužívaných stolů.
- Maximální hmotnost SWP 130kg.
- Maximální rozměry SWP dle dohody se zadavatelem.

## 5 Koncepční návrh

Dle zadání je požadováno navrhnout manipulační stůl tak, aby nahradil pracovní stoly a různé pomocné pracovní plochy v celém procesu výroby. Zároveň by měl usnadnit manipulaci s nesenou bočnicí a její přesun mezi stanovišti v celém procesu výroby, kontroly a nakonec ji dopravit do skladu, odkud je expedována do oddělení pro sestavování forem.

Návrh manipulačního stolu bude rozdělen do dvou částí, kde první část je věnována návrhu rámu, ve kterém bude uložen otočný stůl. V druhé části je řešen návrh samotného otočného stolu a všech dalších mechanismů, které jsou potřebné pro splnění správné funkčnosti stolu a zajištění bezpečnosti.

Při návrhu manipulačního stolu je zohledněno i strojní vybavení, které je dostupné v areálu zadavatele. Pro tento projekt lze využít hlavně pásovou pilu na kov, soustruh a konzolovou frézku. Tyto stroje lze využít pro výrobu navrhovaných dílů a snížit tak výrobní náklady.



Obrázek 11 - Uložení bočnice na manipulační stůl

## 5.1 Návrh rámu manipulačního stolu

Rám manipulačního stolu je základní prvek navrhovaného systému, který nese samotný otočný manipulační stůl a prvky potřebné k zajištění bezpečného provozu systému. K rámu jsou připojena kolečka, která umožní snadnou manipulaci a přepravu nákladu. Požadavkem zadavatele je, aby byl rám zhotoven z ocelových uzavřených profilů, které lze snadno zpracovávat na pásové pile.

Rám je zhotovený ze čtvercových a obdélníkových ocelových profilů tloušťky 4 mm. Výztuhy v rohách a kotvící desky pro ostatní prvky budou zhotoveny jako výpalky z plechu nebo jako obrobky z ploché pásové oceli. Tloušťka plechů je od 5 do 12 milimetrů. Komponenty z profilů i plechů jsou vyrobeny z materiálu - ocel S235, která zajistí dobrou svařitelnost, dostatečnou pevnost při ohledu na způsob využití a přijatelnou cenu.

Kolečka budou připevněna k rámu čtyřmi šrouby. Vzhledem k využití a prostředí, kde budou kolečka využívána, byly vybrány kolečka o průměru 200 mm od firmy Blickle s označením LE-VE 200R-FI. Konzola kolečka je vyrobena z lisovaného ocelového plechu, s dvojitém kuličkovým ložiskem. Povrch kolečka je ze standardní plné gumy s tichým chodem a vysokým jízdním komfortem.



Obrázek 12 - Kolečko LE-VE 200R-FI [7]



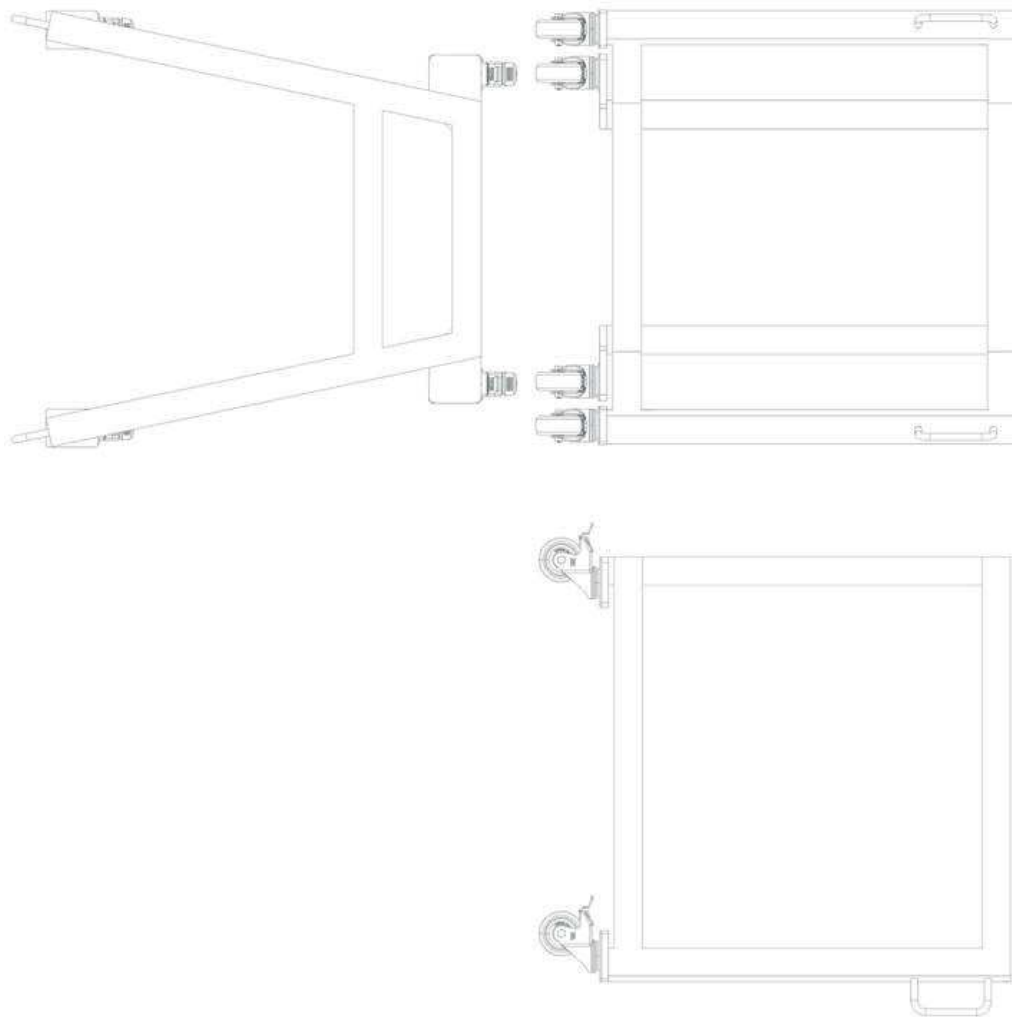
### 5.1.1 Varianta I



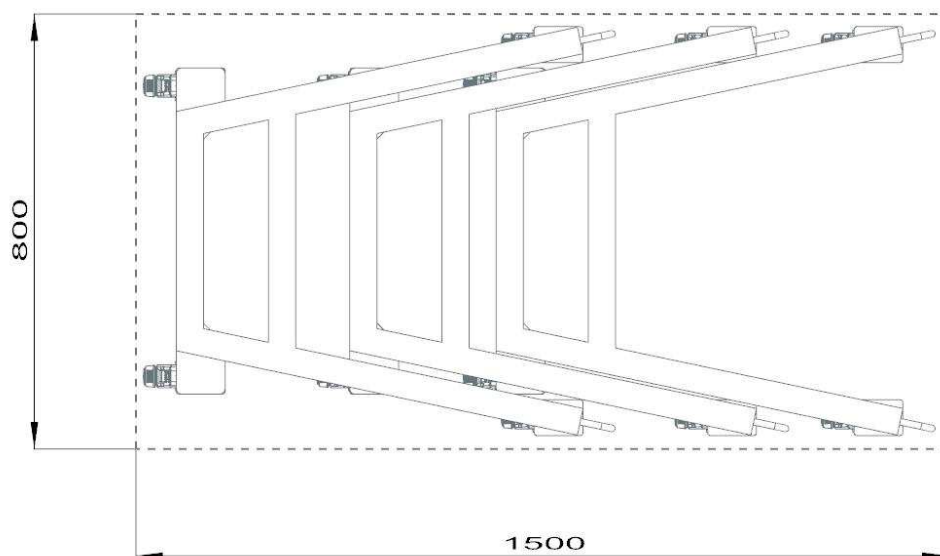
Obrázek 13 - Rám - Varianta I

Rám varianty I je lichoběžníkového tvaru. Spodní a horní část rámu jsou tvořeny dvěma podélnými profily a dva příčné profily vpředu. Jeden tvoří čelo rámu a druhý plní funkci výztuhy rámu. Obě části jsou spojeny čtyřmi svislými sloupky. Kolečka jsou přichycena na desky rámu šrouby a v přední části jsou vysunuta mimo rám pro zlepšení stability. Zadní kolečka jsou umístěna v rámu pod sloupky a na těchto sloupkách nalezneme v horní části úchyty pro manipulaci s celým systémem. Mezi těmito zadními sloupky není zároveň žádná výztuha a to kvůli možnosti skladovat rámy, které nejsou zrovna potřebné ve výrobním procesu, zasunutím ráků do sebe. Potřebný prostor pro skladování nepotřebných ráků se tím zmenší a na malé ploše je možno skladovat více ráků.

Uchycení bočnice na manipulačním stole je u tohoto rámu plánováno tak, že nad horní částí bude umístěna deska, na které bude celý systém pro uchycení a otáčení bočnice. Zároveň bude možné tuto celou desku (i se systémem uložení) při zasouvání ráků do sebe přizvednout, aby se ráky mohly do sebe zasunout.

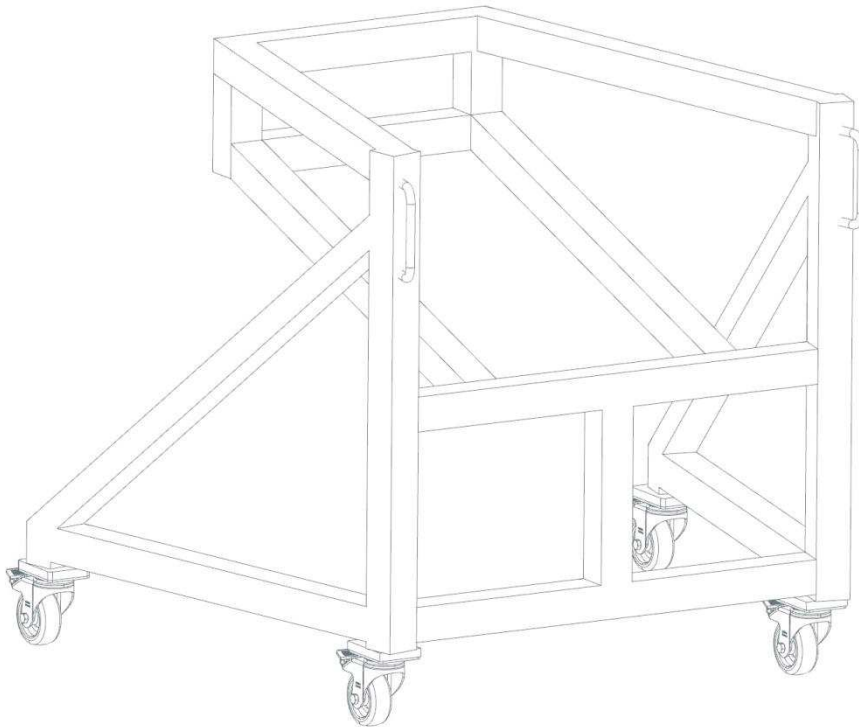


Obrázek 14 - Rám I - pohledy



Obrázek 15 - Rozměry pro skladování třech ráků - Varianta I

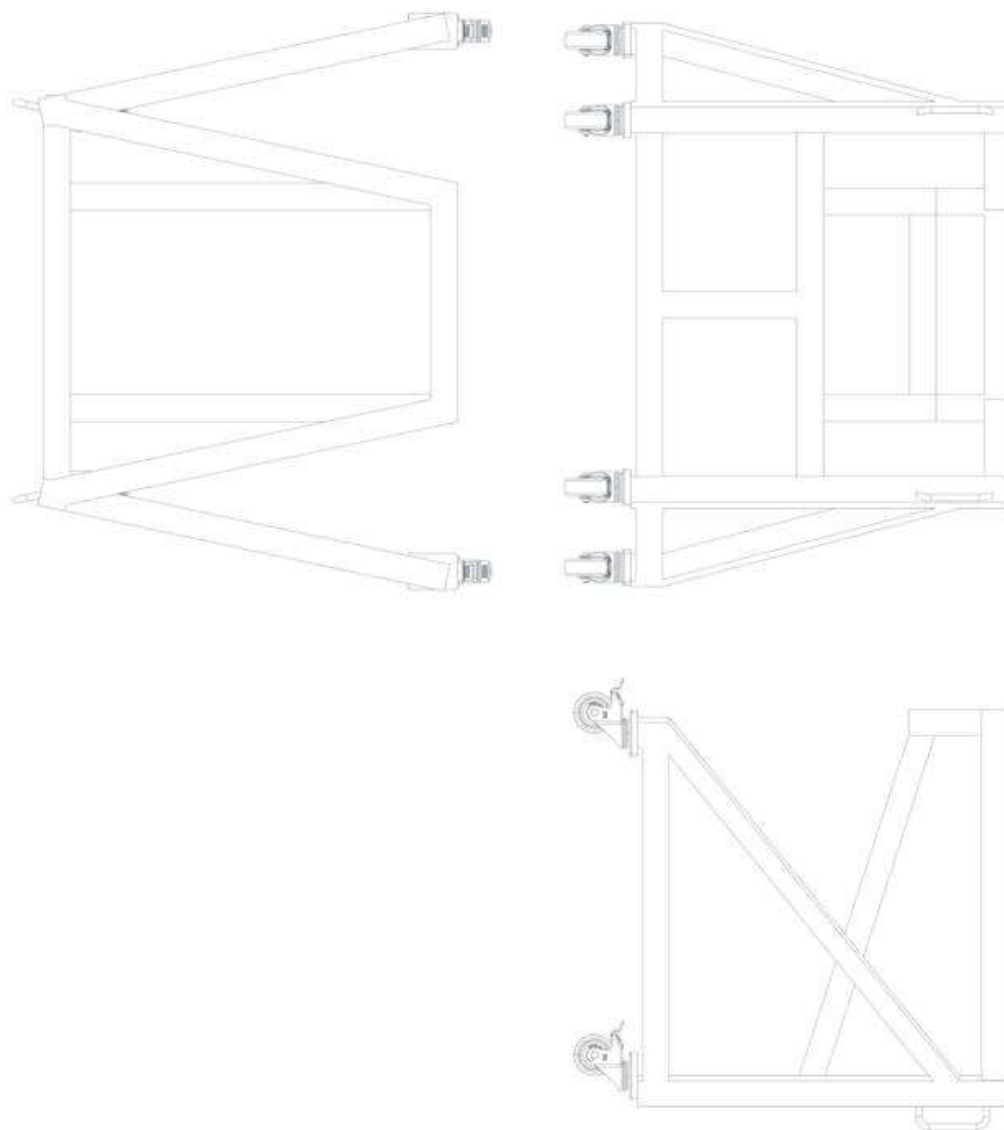
### 5.1.2 Varianta II



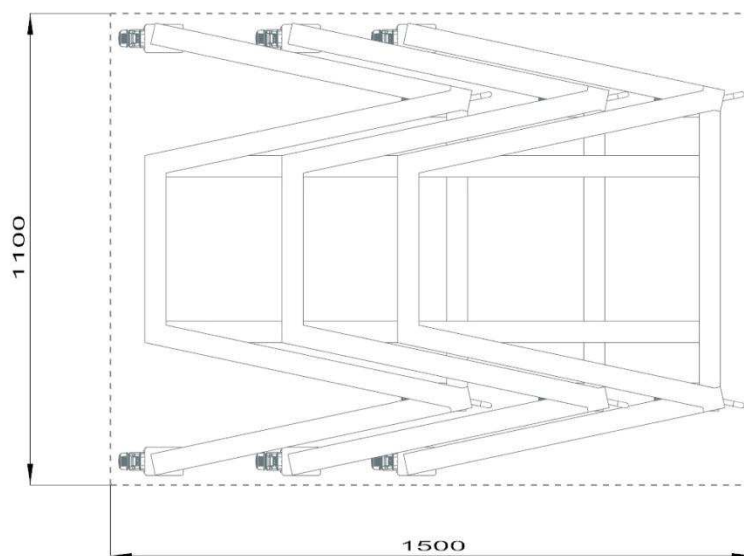
Obrázek 16 - Rám - Varianta II

Tato varianta vychází z rámu varianty I a je také lichoběžníkového tvaru. Zde se spodní a horní část rámu od sebe liší. Spodní část se z pohledu pracovníka rozevívá a je tvořena dvěma podélnými profily a jeden příčný profil vzadu. Horní část rámu se svírá a je tvořena dvěma podélnými profily a jeden příčný profil vpředu. Obě části jsou spojeny dvěma svislými sloupky vzadu, které mají vodorovnou příčku u středu výšky a jsou vyztužené diagonální vzpěrou. Mezi vodorovnou příčkou a horní částí jsou dvě vzpěry, které nahrazují přední zkrácené sloupky. Rozšířením přední části se zlepšila stabilita celého rámu. Manipulace s celým systémem je zajištěna úchyty v horní části sloupků. Tento rám je bez příček a výztuh v přední části a je také možné rámy zasouvat do sebe. V porovnání s variantou I je potřebný širší prostor pro skladování nepotřebných rámu.

Uchycení bočnice na manipulačním stole je u tohoto rámu plánováno tak, že nad horní částí bude umístěna deska, na které bude celý systém pro uchycení a otáčení bočnice. Zároveň bude možné tuto celou desku (i se systémem uložení) při zasouvání rámu do sebe přizvednout, aby se rámy mohly do sebe zasunout.

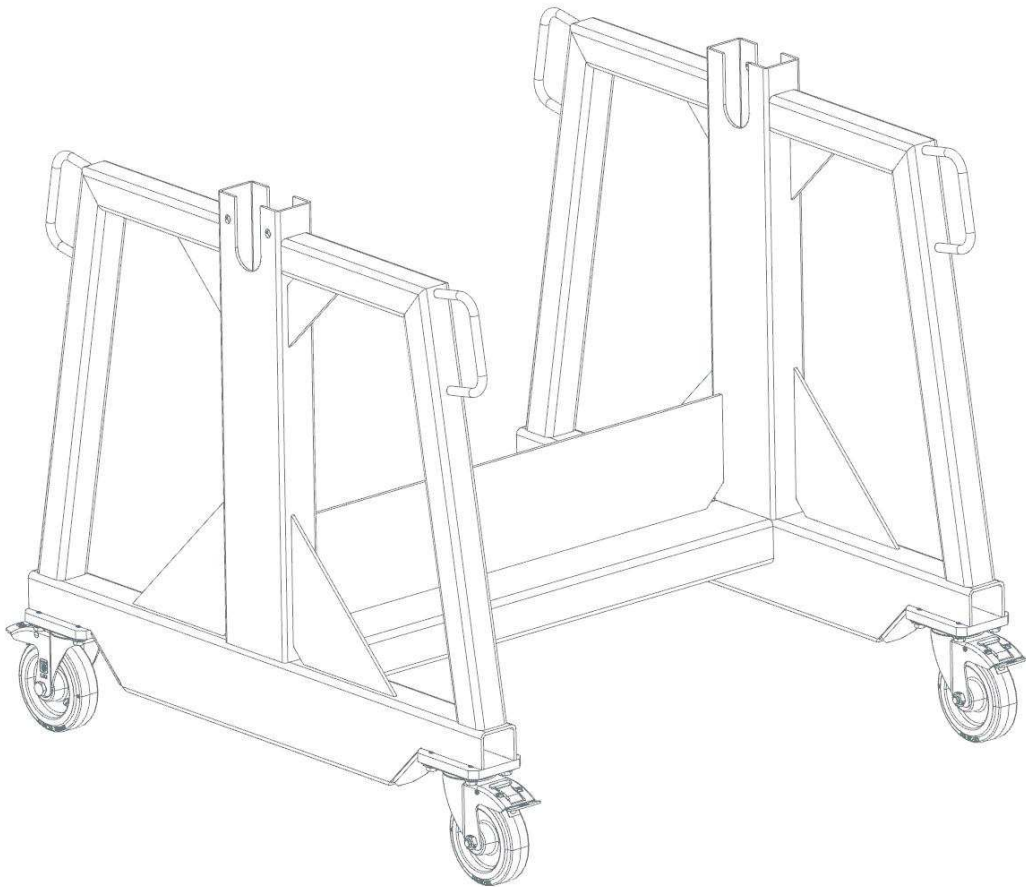


Obrázek 17 - Rám II - pohledy



Obrázek 18 - Rozměry pro skladování třech ráků - Varianta II

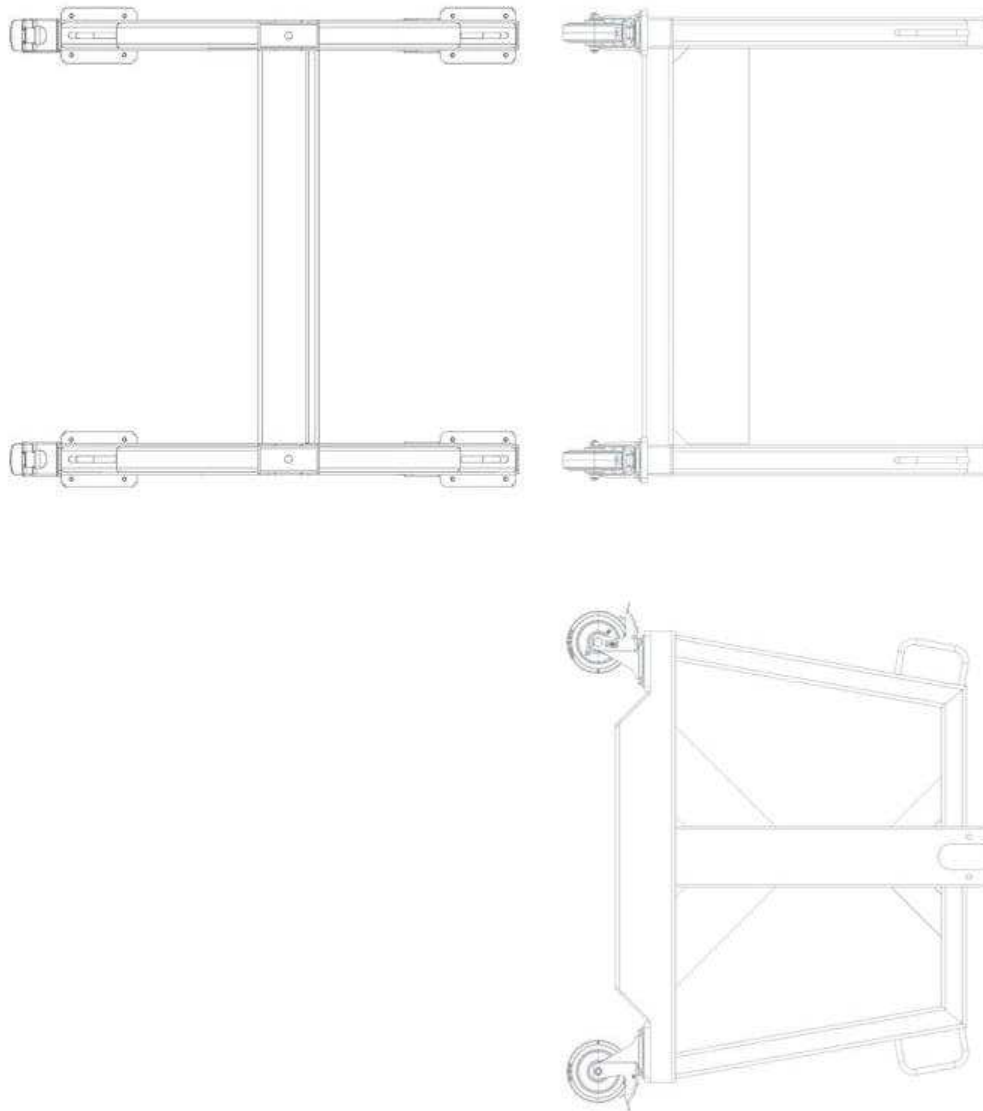
### 5.1.3 Varianta III



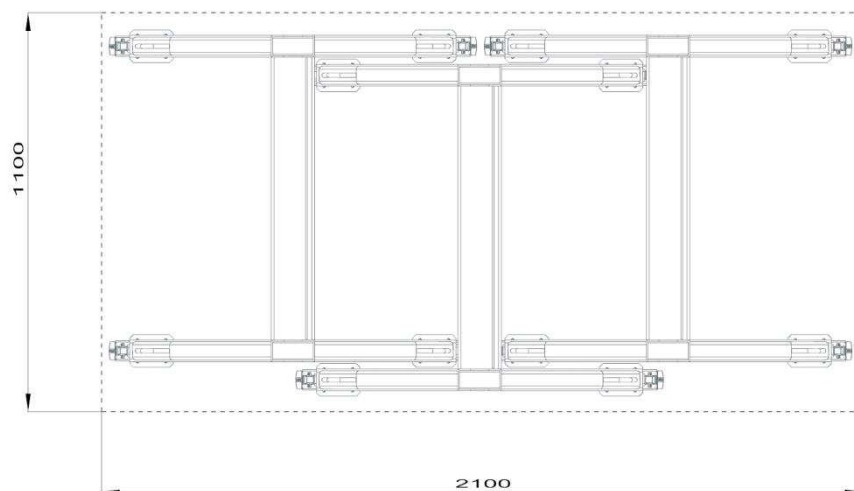
Obrázek 19 - Rám - Varianta II

Varianta III má je z půdorysu čtvercová. Rám tvoří dva boční profily spojené příčným profilem uprostřed. Zde jsou také umístěny dva svislé sloupky. Sloupky jsou zpevněny výpalky z plechů a v horní části sloupku je připojena boční část rámu z menšího čtvercového profilu, na kterém jsou umístěny úchyty pro manipulaci s rámem. Kolečka jsou přichycena k rámu šrouby.

Uchycení bočnice na manipulačním stole je u tohoto rámu plánováno tak, že manipulační stůl bude k rámu připojen kluznými pouzdry. Pro uložení nepoužívaných rámu se stůl natočí do svislé polohy a rámy se do sebe zasouvají tak, že každý druhý rám je posunutý na jednu stranu. Takto střídavě se do sebe zasouvá celá řada. V porovnání s předešlými návrhy zabírá tato varianta více místa při skladování rámu. Po dohodě se zadavatelem lze tyto rozměry ponechat.



Obrázek 20 - Rám III - pohledy



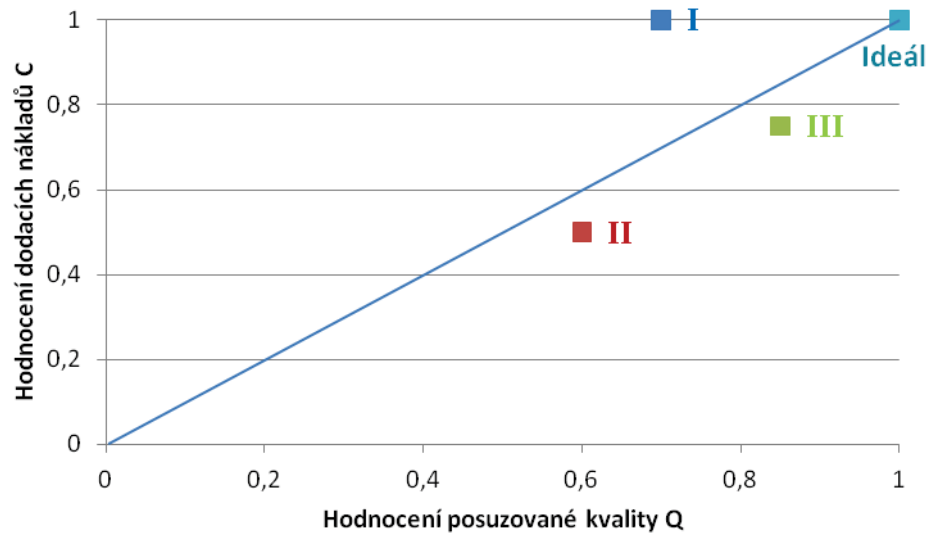
Obrázek 21 - Rozměry pro skladování třech ráků - Varianta III

#### 5.1.4 Hodnocení navržených variant

Hlavní funkce budou hodnoceny od 1 (minimum) do 4 (maximum). Do hodnocení jsou uvažovány také náklady, které jsou odhadnuty od složitosti konstrukce a náročnosti výroby rámu. Získáme tak představu o kvalitě výrobku v závislosti na jeho ceně. Hodnocení bude zobrazeno v grafu níže. Křivka v grafu (ideální křivka) pak znázorňuje stav využití nákladů pro získání dostatečné kvality.

HODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT			Varianta			
Stupnice			I	II	III	ideál
Hodnocení	Posuzovaná kvalita Q	Stabilita rámu	1	4	4	4
		Tuhost konstrukce	4	2	4	4
		Přístupnost k bočnici ze všech stran	2	1	3	4
		Prostorová náročnost rámu	4	3	2	4
		Vodorovné otáčení bočnice	3	2	4	4
		-----	---	---	---	---
		$\Sigma$ hodnocení Q	14	12	17	20
		$\Sigma$ normalizované hodnocení Q { 0 – 1}	0,70	0,60	0,85	1,00
	Dodací náklady C	Celkové dodací náklady	4	2	3	4
		-----	---	---	---	---
		$\Sigma$ hodnocení C	4	2	3	4
		$\Sigma$ normalizované hodnocení C { 0 – 1}	1,00	0,50	0,75	1,00

Tabulka 1 - Hodnocení variant



Obrázek 22 - Graf výhodnosti variant

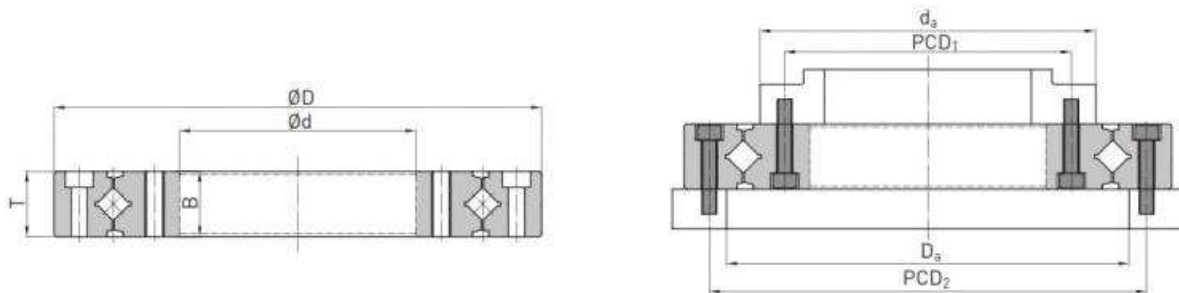
Na obrázku 22 je zobrazen graf výhodnosti variant, ze kterého vyplývá, že varianta III je nejlepší. Tato varianta se blíží ideální křivce, dosahuje lepšího hodnocení kvalitativních aspektů a nižší cenu oproti variantě II. Levná varianta I má při nízkých nákladech horší hodnocení kvality. Náklady u varianty III jsou navýšeny o náklady na výpalky, které nelze zhotovit u zadavatele. Hodnocení je založeno na prognostice a racionálním uvažování. Platí, že čím více je hodnocených veličin, tím přesnější výsledky získáme. Pro další návrh manipulačního stolu je tedy dle výsledků výhodnosti variant vybrán rám varianty III a tento rám bude dále uvažován při koncepčním návrhu manipulačního stolu.



## 5.2 Manipulační stůl s křížovým ložiskem

Křížová válečková ložiska jsou ložiska, která mají zkřížené válečky. Jsou složeny z vnitřního a vnějšího kroužku a z válečků uspořádaných po  $90^\circ$ . Takto uspořádané válečky mohou zachytávat nejen axiální síly z obou směrů, ale také radiální síly a klopné momenty nebo jejich libovolné zátěžové kombinace. Ložiska jsou tuhá, mají velmi kompaktní rozměry a vysokou přesnost. Vyznačují se vysokou tuhostí a vysokou schopností momentového zatížení ve všech směrech. Tyto přednosti poskytují možnosti nasazení těchto ložisek v systémech průmyslové automatizace, robotech, obráběcích strojích, přesných otočných stolech, měřicích strojích. [8]

Pro návrh manipulačního stolu bylo vybráno ložisko od společnosti **HIWIN** typ **CRBE - 11528-C** s vnějším průměrem ložiska 240 mm ( $\varnothing D$ ), s vnitřním průměrem 115 mm ( $\varnothing d$ ) a tloušťkou 28 mm ( $T$ ).



Obrázek 23 - Rozměry křížového ložiska [8]

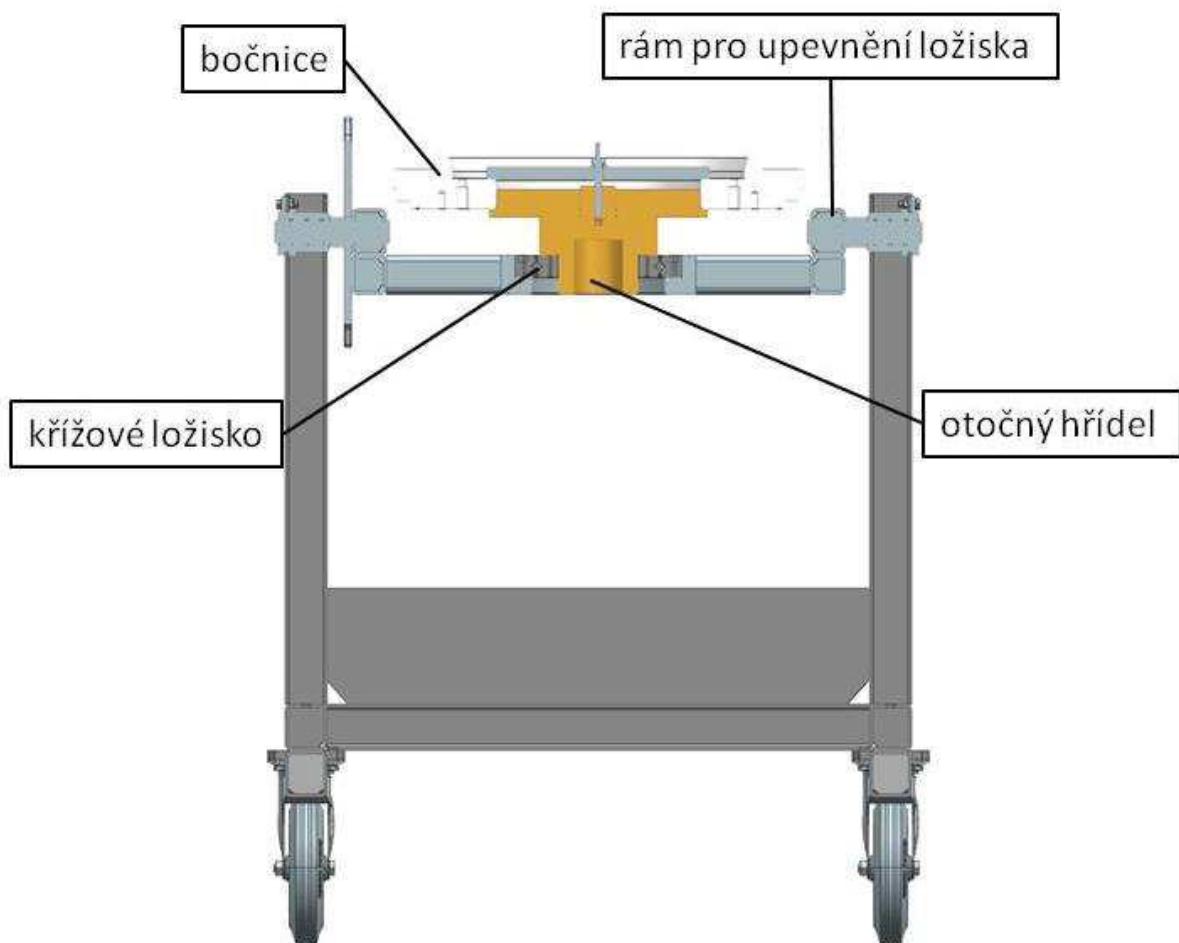
Ložisko CRBE se skládá z jednoho vnějšího a jednoho vnitřního kroužku s montážními otvory. Ložisko je možné přímo přimontovat pomocí montážních otvorů a šroubů s válcovou hlavou. Ložisko je určeno pro vnitřní i vnější otáčení. Oboustranné třecí těsnění dokonale chrání ložisko před vnikáním nečistot do oběžné válečkové dráhy a proti úniku maziva z ložiska. Ložiskový průměr a upevňovací příruba slouží k upevnění a předepnutí ložiska tak, aby bylo ložisko rovnoměrně zatěžováno. [8]



Obrázek 24 - Ložisko CRBE [8]

## Popis řešení

Ve sloupcích rámu je v horní části otvor pro umístění kluzného bronzového pouzdra. V pouzdru jsou čepy otočného stolu, které jsou přivařené k rámu otočného stolu. Ten je svařen ze čtvercových profilů stejného průřezu a vyztužen plechovými výpalky. Uprostřed rámu stolu je navařeno pouzdro s kruhovým otvorem, kde je umístěno křížové ložisko. To je přimontováno k pouzdru několika šrouby. K ložisku je pomocí šroubů přimontován otočný hřídel, na jehož konec je navařena deska pro centrování a připevnění bočnice. Ta je ke stolu připevněna křížem a šroubem.



Obrázek 25 - Řez manipulačním stolem s křížovým ložiskem

Zajištění polohy stolu může být řešeno pákou, která má na svém konci čep, který zapadne do otvoru kola otočného stolu. Páka je jistěna proti nechtěnému pohybu jisticím mechanismem.



Obrázek 26 - Iso pohled na manipulační stůl s křížovým ložiskem

### 5.3 Manipulační stůl s kuželíkovými ložisky

Kuželíková ložiska mají kuželové oběžné dráhy na vnitřním a vnějším kroužku. Mezi kroužky jsou umístěny kuželíky. Konstrukce těchto ložisek je zvláště vhodná pro přenášení kombinovaného (radiálního a axiálního) zatížení. Axiální únosnost závisí především na stykovém úhlu. Čím je tento úhel větší, tím je větší axiální únosnost ložiska. Stykový profil těchto ložisek je logaritmický a zajišťuje optimální rozložení napětí v místě styku kuželíku a oběžné dráhy. Kuželíková ložiska jsou většinou rozebíratelná. Vnitřní kroužek s klecí a kuželíky tvoří celek, který se montuje zvláště. [9]

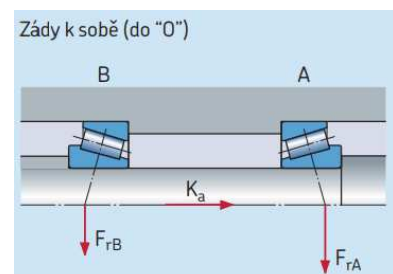
Pro manipulační stůl byla vybrána jednořadá kuželíková ložiska namontované ve dvojici do tandemu. Uložení ložisek bude řešeno zády k sobě (do “O”). Na všechna ložiska musí působit určité minimální zatížení, aby byl zajištěn jejich bezproblémový provoz. Požadované minimální radiální zatížení pro ložiska může být odhadnuto ze vztahu: [9]

$$F_{rm} = 0,017 C$$

kde

$F_{rm}$  = minimální radiální zatížení, kN

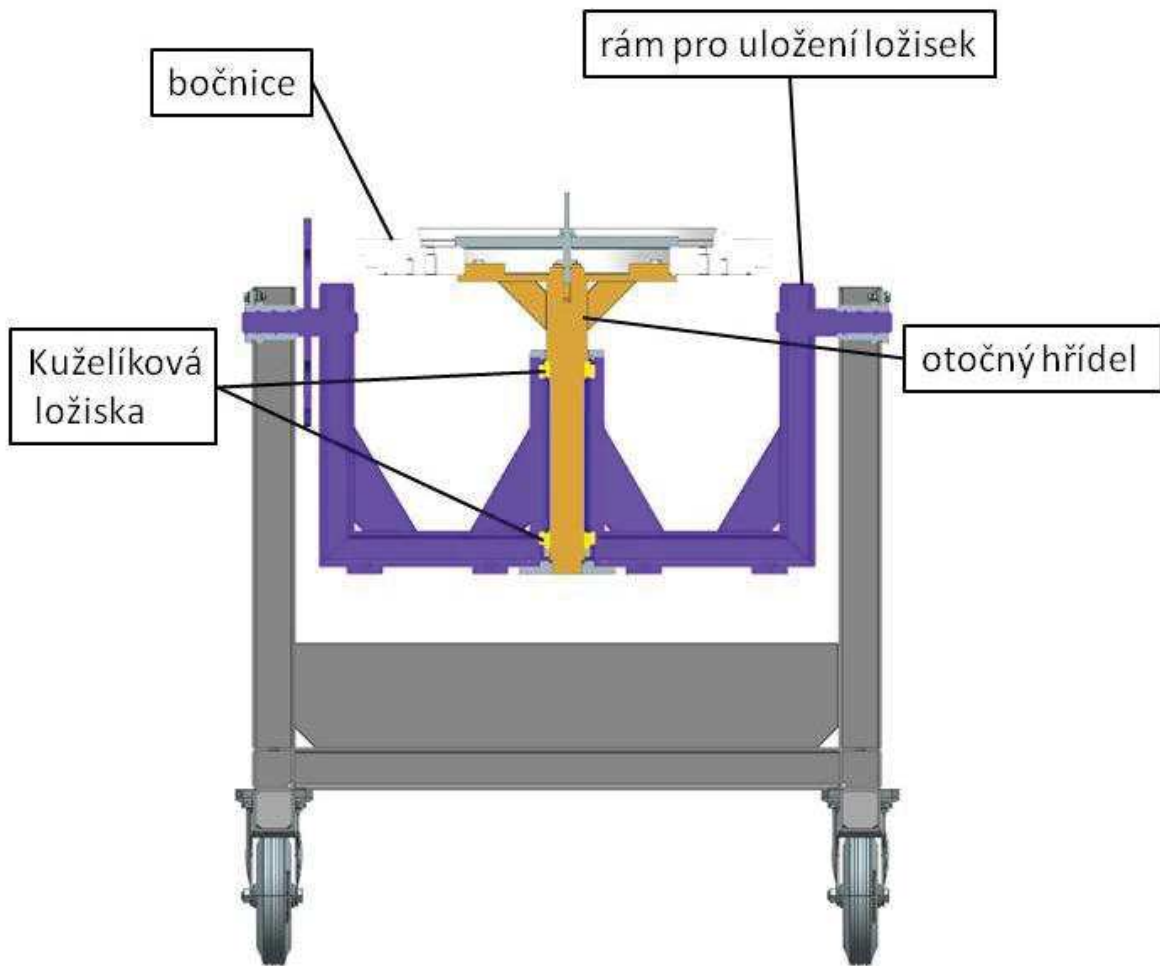
$C$  = dynamická únosnost, kN



Obrázek 27 - Kuželíková ložiska v tandemu [9]

## Popis řešení

Ve sloupcích rámu je v horní části otvor pro umístění kluzného bronzového pouzdra. V pouzdru jsou čepy otočného stolu, které jsou přivařené k rámu otočného stolu. Ten je svařen z obdélníkových profilů stejného průřezu. Uprostřed rámu stolu je trubka, ve které jsou uložena kuželíková ložiska. V kuželíkových ložiskách je otočný hřídel, na jehož jednom konci je závit pro dotažení a předpětí ložisek. Na druhém konce je umístěna deska pro centrování a připevnění bočnice. Ta je ke stolu připevněna křížem a šroubem.



Obrázek 28 - Řez manipulačním stolem s křížovými ložisky

Zajištění polohy stolu může být řešeno pákou, která má na svém konci čep, který zapadne do otvoru kola otočného stolu. Páka je jistěna proti nechtěnému pohybu jistícím mechanismem.



Obrázek 29 - Iso pohled na manipulační stůl s křížovými ložisky

## 5.4 Zhodnocení navržených řešení manipulačních stolů

Pro zhodnocení navržených řešení budou vybrány ze specifikace požadavků ty nejdůležitější body týkající se konstrukce manipulačního stolu a podle těchto kritérií budou porovnány návrhy mezi sebou a následně vybráno nejlépe vyhovující řešení.

Z návrhů je vidět, že obě varianty jsou si podobné a splňují tedy většinu požadavků shodně. Největší a velmi podstatný rozdíl je v přístupu ke spodní části bočnice. V tomto bodě je viditelně lepší varianta s kuželíkovými ložisky, kdy je spodní plocha přístupná bez omezení. Zatímco u varianty s křížovým ložiskem, kde kvůli většímu průměru tohoto ložiska je nutné zhotovit širší rám a profily rámu pak mohou překážet při opracování spodní strany bočnice, jak je patrné z obrázku 26.

Dalším kritériem k posouzení vhodnosti je také cena ložisek. Cena křížového ložiska je několikanásobně větší, než je cena kuželíkového ložiska. Při připočtení odhadnutých nákladů na konstrukci uložení jednotlivých typů ložisek, kdy náročnější jsou kuželíková ložiska, vychází stále levněji varianta s kuželíkovými ložisky.

Po uvážení všech těchto bodů a porovnání variant mezi sebou, vychází jako nejlepší manipulační stůl s kuželíkovými ložisky. V následujícím konstrukčním vývoji bude tedy zpracována tato varianta.

## 6 Konstrukční návrh

Všechny modely a výkresy byly vytvořeny v softwaru Siemens NX. Z předchozí kapitoly je vybrán manipulační stůl s kuželíkovými ložisky. V této části práce bude tento stůl konstrukčně zpracován tak, aby výsledná konstrukce byla plně funkční a odolná proti všem provozním zatížením. Jsou zde zpracovány všechny konstrukční uzly, které jsou nutné pro dosažení všech hlavních konstrukčních požadavků.

### 6.1 Svary

Jednotlivé díly v konstrukcích rámců jsou spojeny svařováním. Při návrhu svarů se musí dodržovat zásady pro správnou technologičnost konstrukcí. Tímto se odstraní nebezpečí nadměrného zatěžování svarů, dodrží se správná konstrukce a realizovatelnost svaru. Většina svarů v konstrukci manipulačního stolu je koutová bez nutnosti dalšího opracování. Svary není potřeba zabrušovat ani nijak esteticky upravovat. Několik svarů bude typu Y. Hrany si bude upravovat zbrúšením svářeč před samotným svařováním svářeč sám. Po svaření budou tyto svary přebroušeny, aby tvořily s plochou svařovaného profilu hladký spoj.

druh svaru	značka	zobrazení	druh svaru	značka	zobrazení
lemový			oboustranný U		
svar I			podložený V		
svar V			výstupkový		
svar 1/2 V			děrový		
svar W					
svar Y			bodový		
svar 1/2 Y					
svar U			švový		
svar 1/2 U					
svar UV			oblý V svar		
V s podložkou					
X- svar			oblý 1/2 V svar		
			koutový		

Obrázek 30 - Druhy základních svarů [10]

Pokud uvažujeme maximální provozní zatížení, které bude působit na svařované konstrukce, zjistíme, že toto zatížení nedosahuje takových hodnot, aby bylo nutné svary zvlášť dimenzovat. Toto platí, pokud použijeme technologicky správný svar pro danou tloušťku svařovaných materiálů. Převážně se jedná o materiály tloušťky 5 milimetrů a více. Při dostatečném provaření a pevném spojení konstrukcí bude provozní zatížení ve svarech vyvolávat minimální napětí. Pokud by bylo v nějakém místě odhadováno vyšší napětí, bude toto místo vyřešeno konstrukčně tak, aby svar byl zatěžován pouze minimálně.

**Pro svařované součásti by měly být dodrženy následující zásady:**

- svary jsou přístupné pro svařování
- v jednom místě nesmí být více spojů, aby nevznikala velká teplem ovlivněná oblast, která by ovlivňovala metalurgii a deformační procesy
- pokud jsou tloušťky svařovaných dílů hodně odlišné, upravují se díly tak, aby byly tloušťky v místě svaru stejné
- povrchové a tepelné úpravy se provádí až po svařování
- pro uzavřené konstrukce ponechat otvory pro odtok kondenzátu, pokud to není vyřešeno konstrukcí svařovaných dílů
- použití jednoduchých tvarů a normalizovaných polotovarů
- svary nejsou v oblasti, kde je nutné dodržet přesně definovanou strukturu materiálu a tam, kde bude po svařování potřeba konstrukci obrábět
- pokud není u tupého svaru označena jeho velikost, je svar provařen v celé tloušťce materiálů
- dlouhé svary jsou prováděny přerušovaně, kvůli vnitřnímu pnutí
- výztuhy nejsou umístěvané příliš blízko sebe, aby se nezvyšovalo pnutí a deformace

## 6.2 Konstrukční návrh manipulačního stolu

V této části práce je rozebrán podrobný konstrukční návrh manipulačního stolu s ohledem na jednotlivé funkce konstrukčních uzlů a toto konečné řešení podrobně popsáno. Pro konstrukci stolu je použitý převážně standardní materiál. Čtvercové a obdélníkové uzavřené profily, trubky, kulatiny a výpalky z plechů. Materiály jsou z oceli vhodné ke svařování, většinou jde o ocel S235.

### 6.2.1 Hřídel s centrovací deskou

Centrovací deska slouží jako ložná plocha pro bočnici. Deska má několik výřezů, aby byl zajištěn požadavek přístupu ke spodní straně desky. Na desku jsou navařeny centrovací čtvercové tyče, které zajišťují správnou polohu bočnice při dotažení a zamezují jejímu pohybu. Uprostřed desky je otvor pro hřídel, která je s deskou svařena. K hřídeli jsou pak také přivařeny centrovací tyče a tím je zatížení působící od hmotnosti bočnice přímo na hřídel. V horní části hřídele je uprostřed zhotoven závit, kterým je pomocí upevňovacího kříže a šroubu přitažena bočnice ke stolu. Kříž je svařen z plochých ocelových tyčí. Šroub je se závitěm M12, který má větší únosnost, než jsou síly působící od hmotnosti bočnice. Žádné další síly zde nejsou, proto tento typ šroubu není potřeba dimenzovat.

Šroub je zde použit jako nejjednodušší způsob přichycení a po dohodě se zadavatelem v této fázi projektu jako dostačující řešení. Vzhledem k bezpečnosti není ale toto konstrukční řešení optimální. Mohlo by se stát, že jeden pracovník šroub nedotáhne a jiný pracovník bude obsluhovat stůl s nedotaženou bočnicí, což může vést i k úrazu. Jako jedno z možných řešení, které by odstranilo tuto nevýhodu, bylo navrženo použití rychloupínače s excentrem. Zde je zřetelné, zda je upínák dotažen či nikoliv.



Obrázek 31 - Rychloupínač s excentrem [11]

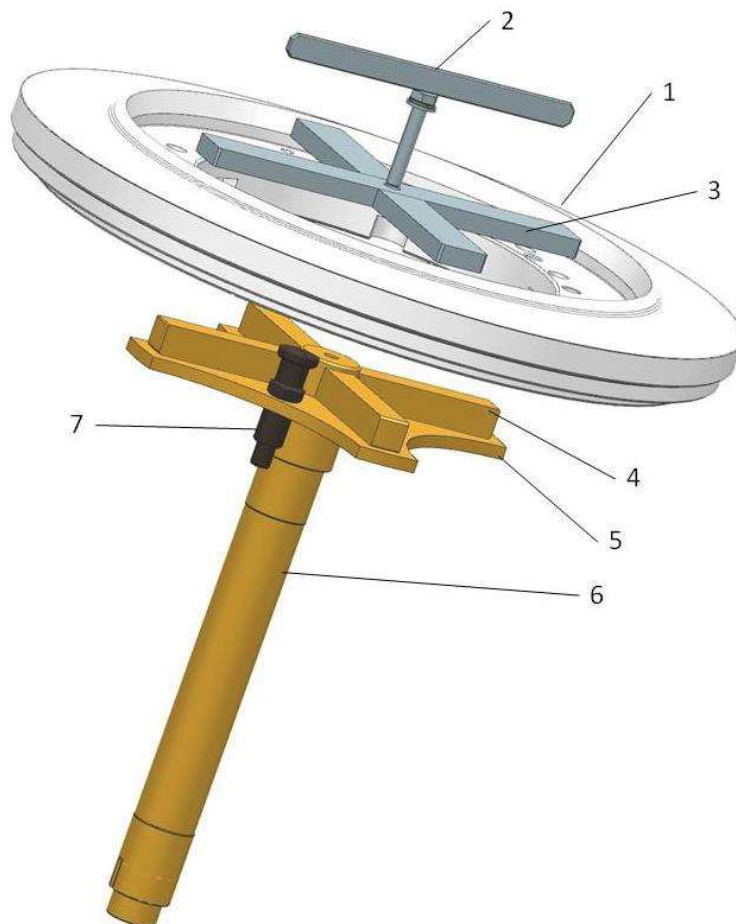


Hřídel má ještě několik dalších funkčních částí. Hned pod centrovací deskou je plocha pro těsnící kroužek, další plocha s menším průměrem je pro ložisko a na tu navazuje prostřední část hřídele s mírným odlehčením pro snadnější montáž ložiska. Na druhém konci hřídele je plocha pro druhé ložisko a závit s vyfrézovanou drážkou. Závit je pro matici KM 10, která dotažením zajistí požadované předpětí a matice je pak zajištěna podložkou MB 10. Plocha s nejmenším průměr je určena pro druhý těsnící kroužek.

Posledním prvkem na centrovací desce je zajišťovací pružinový pístek, kterým lze zajistit bočnici v požadované poloze pro aktuální pracovní operaci nebo pokud chceme, aby se deska neotáčela. Pístek je namontován v závitě centrovací desky a v případě potřeby volné otáčení bočnice lze pístek vyšroubovat. To se hodí zejména při procesu kontroly, kdy se bočnice mnohokrát otáčí a každé odjištění by bylo zdržením procesu.



Obrázek 32 - Pružinový pístek GN 817-16-20-B [11]

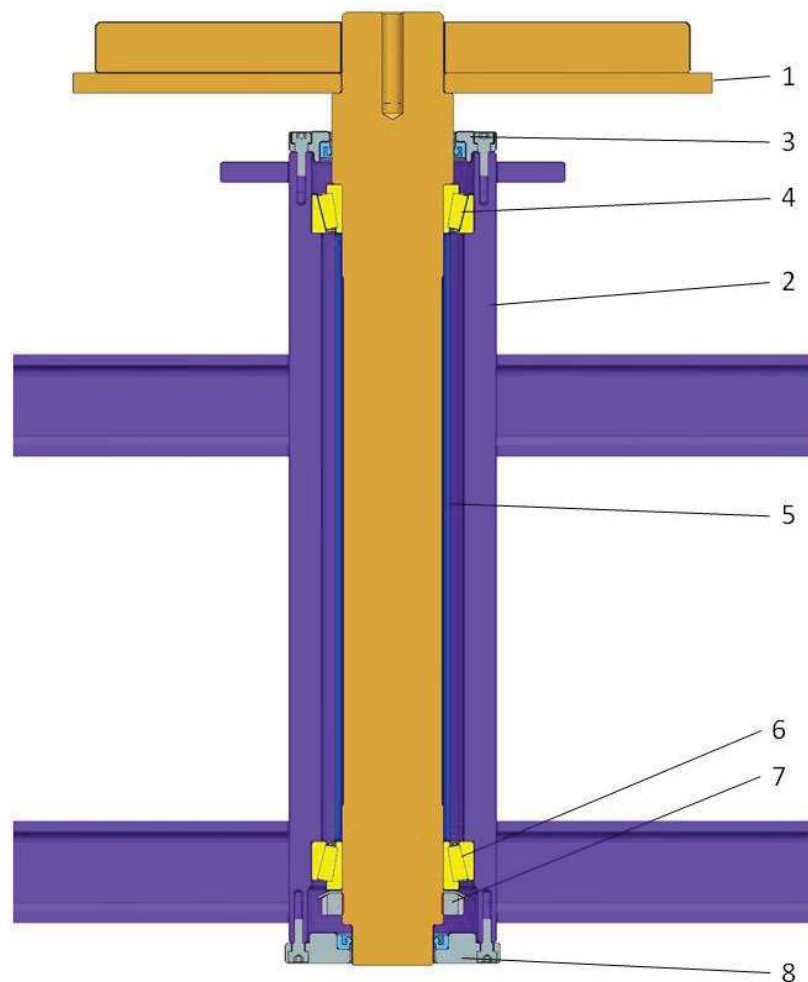


Obrázek 33 - Hřídel s centrovací deskou

1 - bočnice, 2 - upevňovací šroub, 3 - upevňovací kříž, 4 - centrovací tyč, 5 - ložná deska,  
6 - otočná hřídel, 7 - pružinový pístek

### 6.2.2 Uložení hřídele v rámu

Hřídel je v rámu uložena ve dvou kuželíkových ložiskách firmy SKF 33010. Mezi ložiska je umístěna rozpěrná trubka. Montáž probíhá tak, že se prvně nasune na hřídel horní víčko s těsněním a poté se nalisuje horní ložisko. Vše se vsune do trubky rámu, ze spodní strany se na hřídel nasune rozpěrná trubka a spodní ložisko. Do otvoru v centrovací desce se umístí dlouhý šroub až do závitu v trubce rámu a tento šroub zajistí, aby se nám hřídel neotáčela. Pak se ze spodní strany dotahuje matice momentovým klíčem a po dosažení utahovacího momentu se hřídel opět odjistí. Trubka se následně uzavře spodním a horním víčkem s těsněním.

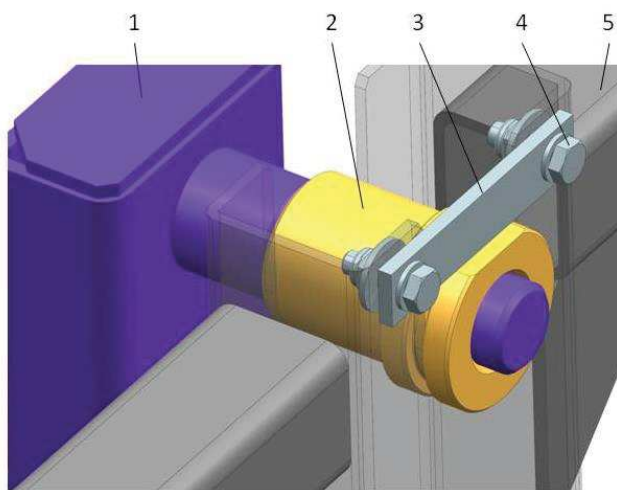


Obrázek 34 - Uložení hřídele v rámu

1 - hřídel s centrovací deskou, 2 - rám, 3 - horní víčko s těsněním, 4 - horní ložisko, 5 - rozpěrná trubka, 6 - spodní ložisko, 7 - pojistná podložka s maticí, 8 - spodní víčko s těsněním

### 6.2.3 Rámy manipulačního stolu

Rámy jsou svařené z uzavřených ocelových profilů vyztužených plechovými výpalky. Otočný rám s ložnou plochou pro bočnici má uprostřed trubku, kde jsou uložena ložiska otočné hřídele. Na trubku navazují obdélníkové profily, které jsou v dolní části užší, aby byl zajištěn dostatečný prostor mezi rámy při manipulaci a nedošlo k úrazu. Ve svislých profilech rámu je vyvrtán otvor, kam se nasunou čepy. Čepy jsou po sestavení s rámem pevně spojeny svarem. Na otočném rámu nalezneme také dvě ozubená kola, která zajišťují aretaci polohy bočnice v procesu výroby.



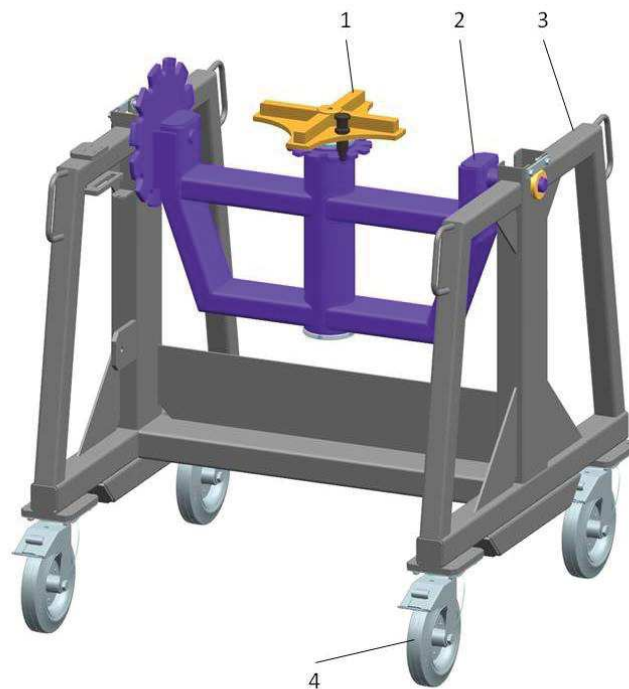
Obrázek 35 - Detail uložení otočného stolu v rámu

Na čepy rámu otočného stolu se nasunou bronzová pouzdra, která se zasunou do otvoru rámu. Na bronzových pouzdrech je vyfrézovaná rovná plocha, ke které se přiloží plochá tyč s otvory a přitáhne se šrouby k rámu. Bronzové pouzdro má uvnitř několik drážek pro vazelínu, aby se usnadnilo otáčení rámu stolu.

*1 - rám otočného stolu, 2 - bronzové pouzdro, 3 - plochá tyč, 4 - šroubové spojení, 5 - rám*

Na obou rámech byl navrhnout systém odtokových otvorů, který umožní odtok kondenzátu, který se může v rámech vytvořit. Otvory jsou vyříznuty nebo vyvrtány v samotných profilech. Pokud to konstrukce umožnila, byl otvor vytvořen větším sražením zátky profilů a při svařování byla tato mezera ponechána bez svaru, aby mohl kondenzát odtékat.

Ve spodní části rámu jsou umístěny 4 desky se závity, na které se připevní otočná kolečka s brzdou. Kolečka zajišťují volný pohyb s manipulačním stolem a po zabrzdění musí stůl zůstat na místě i při úkonech na bočnici. Poslední funkční prvky v rámu jsou ty, které zajistí otočný stůl v požadované poloze.



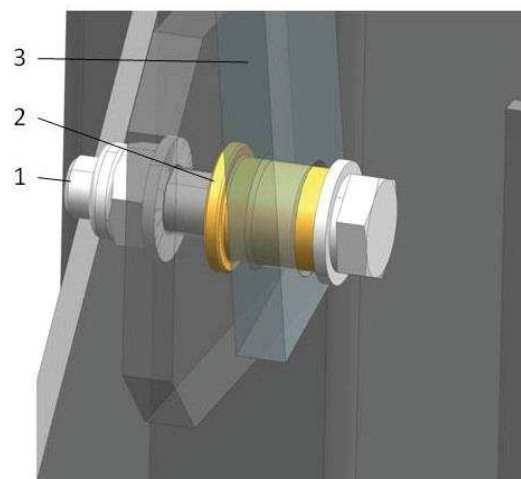
Obrázek 36 - Iso pohled na rámy manipulačního stolu

1 - otočný stůl, 2 - rám otočného stolu, 3 - rám, 4 - otočné kolečko s brzdou

#### 6.2.4 Zajištění polohy otočného stolu

K zajištění polohy otočného stolu slouží zajišťovací páka, která má na svém konci válcový čep. Tento čep zapadne do ozubení na otočném stole a zabrání jeho rotaci. Je snahou co nejvíce ulehčit obsluze otáčení stolu s bočnicí a proto se na prvním vyrobeném zkušebním vozíku bude testovat systém vyvážení stolu. To se promítne do konstrukce čepu. Jelikož na něj bude působit minimální zatížení, není tento čep dimenzovat a lze navrhnout čep odhadem.

Zajišťovací páka je vsunuta do drážky pro vedení a ve spodní části je otvor pro kluzné bronzové pouzdro, kolem kterého se páka otáčí. Kluzné pouzdro je k rámu připevněno



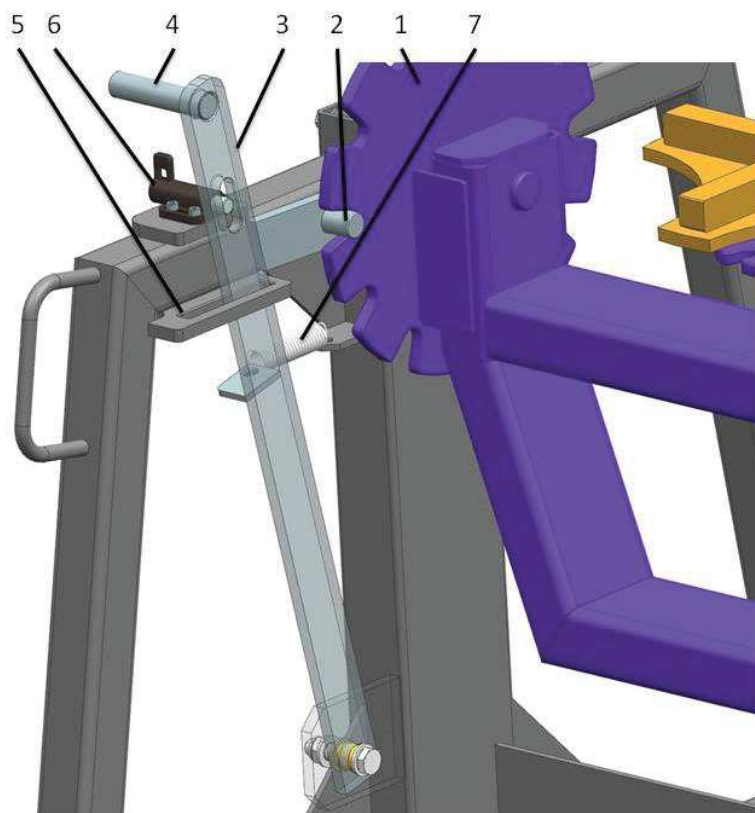
Obrázek 37 - Spojení zajišťovací páky s rámem

1 - šroubové spojení, 2 - bronzové kluzné pouzdro, 3 - zajišťovací páka



Obrázek 38 - Pružinová západka GN 416-12-46-S [11]

šroubovým spojením. V horní části páky je další otvor, oválný, kam zapadá čep pružinové západky, která slouží k zajištění páky proti nechtěnému odjištění. Pružinová západka od společnosti Eles+Ganter<sup>®</sup>, typ GN 416-12-46-S, má dvě polohy. V jedné poloze je čep vysunutý a páka zajištěna, v druhé poloze se čep zasune a pákou lze volně pohybovat. Rozsah pohybu zajišťovací páky je omezen krajními polohami, které jsou vytvořeny drážkou, ve které je páka umístěna. Páka se ovládá rukojetí v horní části a do ozubení na otočném stole ji přitlačuje tažná pružina.



Obrázek 39 - Zajištění otočného stolu

1 - otočný stůl s ozubením, 2 - čep zajišťovací páky, 3 - zajišťovací páka, 4 - rukojet, 5 - rám s drážkou, 6 - pružinová západka, 7 - tažná pružina

Jako zajištění a polohování manipulačního stolu byla uvažována i šneková převodovka a jiné polohovací mechanismy, které by zajišťovaly i vyšší bezpečnost obsluhy v porovnání se současným řešením. Tyto varianty byly zavrženy v počáteční fázi vývoje z důvodu vyšší ceny a potřeby externího dodavatele ozubených převodů.

### 6.2.5 Manipulační stůl



Obrázek 40 - Manipulační stůl

## 7 Analýza navrženého řešení

Výpočet bude proveden na dílech, které jsou zatíženy silou od hmotnosti bočnice. Jiné síly zde při ručním opracování bočnice nevznikají.

### 7.1 Vstupní parametry

#### 7.1.1 Použitý materiál

Materiál	Mez kluzu $R_e$ [MPa]	Mez pevnosti $R_m$ [MPa]	Dovolený tlak $p_D$ [MPa]
S235JR	235	360 - 510	30 - 110
CuSn12	140	260	25

Tabulka 2 - Přehled použitých materiálů

#### 7.1.2 Zatížení hřídele

Maximální hmotnost bočnice:

$$m_B = 130 \text{ kg}$$

Pracovní rozsah stolu:

$$\alpha = 0 - 180^\circ$$

Gravitační konstanta:

$$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Hmotnost otočného stolu:

$$m_G = 20 \text{ kg}$$

**Síla vyvolaná bočnicí:**

$$F = m_B \cdot g$$

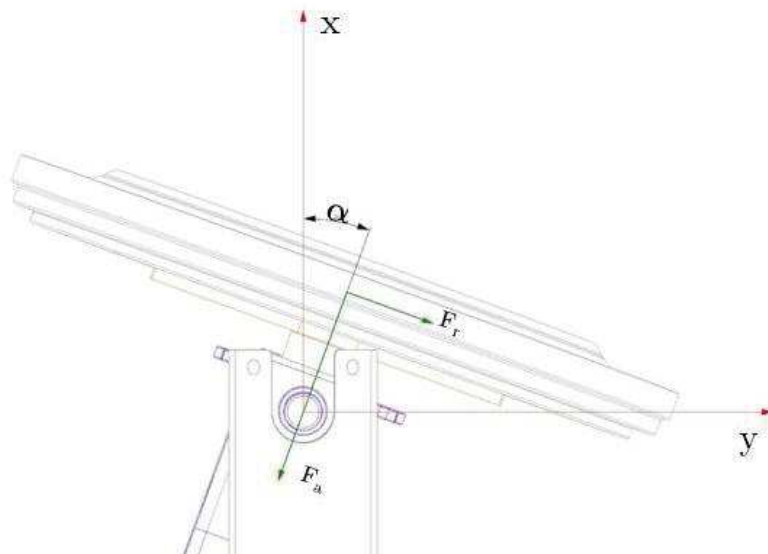
$$F = 130 \cdot 9,81 = 1275,3 \text{ N} \approx 1300 \text{ N} \quad (1)$$

**Síla vyvolaná otočným stolem:**

$$G = m_G \cdot g$$

$$G = 20 \cdot 9,81 = 196,2 \text{ N} \approx 200 \text{ N} \quad (2)$$

V následující tabulce je zobrazena závislost úhlu naklopení a sil působících na hřídel. Výsledek je následně zobrazen v grafu. Dle předpokladu je nejhorší zatěžující stav při úhlu naklopení manipulačního stolu  $90^\circ$ .

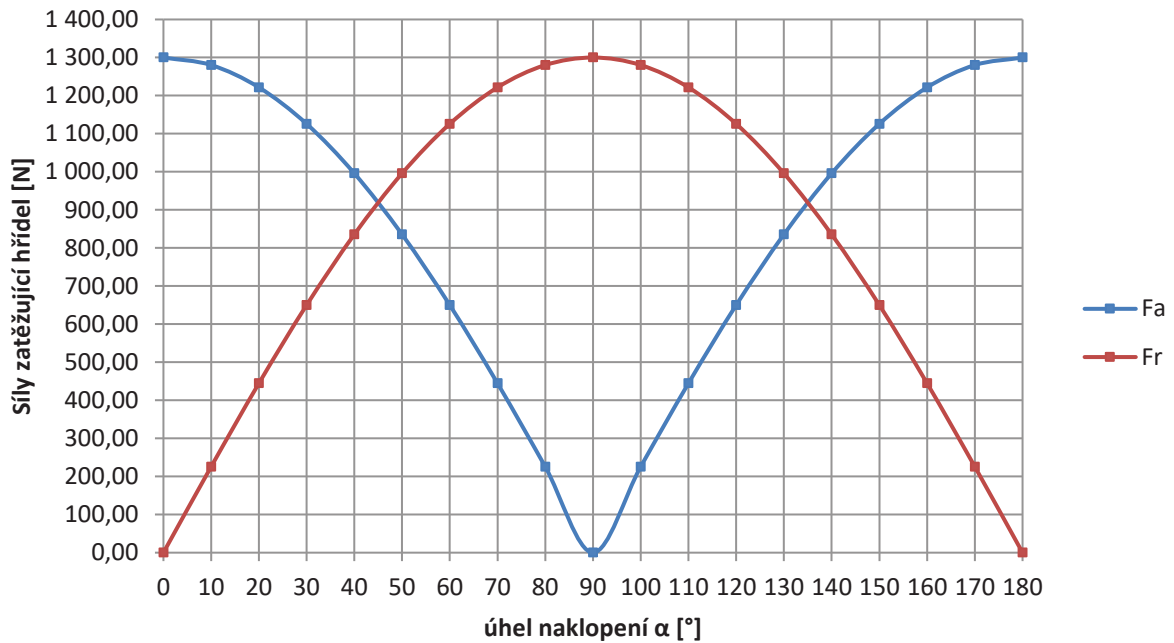


Obrázek 41 - Zatížení hřídele při úhlu naklopení  $\alpha$

$\alpha$ [°]	$\cos(\alpha)$	$\sin(\alpha)$	$F_a$ [N]	$F_r$ [N]
0	1,00	0,00	1 300,00	0,00
10	0,98	0,17	1 280,25	225,74
20	0,94	0,34	1 221,60	444,63
30	0,87	0,50	1 125,83	650,00
40	0,77	0,64	995,86	835,62
50	0,64	0,77	835,62	995,86
60	0,50	0,87	650,00	1 125,83
70	0,34	0,94	444,63	1 221,60
80	0,17	0,98	225,74	1 280,25
90	0,00	1,00	0,00	1 300,00
100	-0,17	0,98	-225,74	1 280,25
110	-0,34	0,94	-444,63	1 221,60
120	-0,50	0,87	-650,00	1 125,83
130	-0,64	0,77	-835,62	995,86
140	-0,77	0,64	-995,86	835,62
150	-0,87	0,50	-1125,83	650,00
160	-0,94	0,34	-1 221,60	444,63
170	-0,98	0,17	-1 280,25	225,74
180	-1,00	0,00	-1 300,00	0,00

Tabulka 3 - Vypočtené síly v závislosti na úhlu naklopení

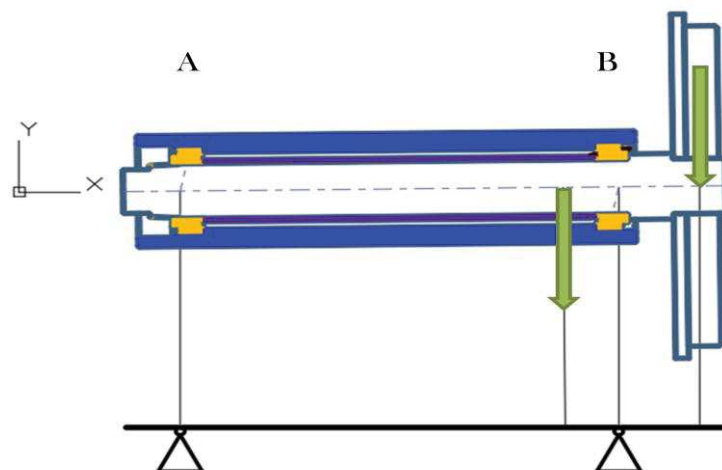




Obrázek 42 - Graf - Síly zatěžující hřídel v závislosti na úhlu naklonění

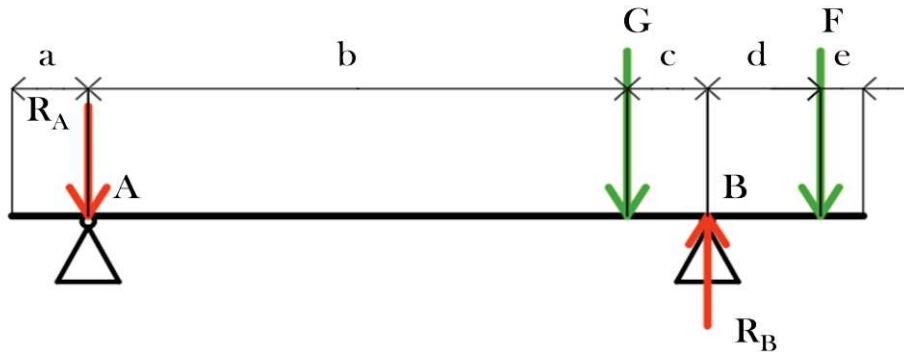
## 7.2 Pevnostní kontrola hřídele

Z grafu na obrázku 42 zjistíme, že nejhorší stav zatížení hřídele je při naklonění  $90^\circ$ . Hřídel je ohýbána silou  $F_r$ , která se rovná v tomto bodě síle  $F$ , a v ose nepůsobí žádná síla. V dalším kroku bude hřídel převedena na nosník a výpočtem ověřeno, zda hřídel splňuje pevnostní podmínku.



Obrázek 43 - Převed hřídele na výpočtový nosník

Hřídel byla převedena na nosník s převislými konci a nyní určíme velikosti jednotlivých reakcí v uložení. Na nosník působí vnější síly  $F$  a  $G$ , které způsobí v reakcích nenulové velikosti reakcí. Reakce jsou označeny  $R_A$  a  $R_B$  a jejich orientace je znázorněna na obrázku 44. Velikost reakcí určíme z podmínek rovnováhy.



Obrázek 44 - Zatížený nosník

$$F = 1300N$$

$$b = 267,91mm$$

$$G = 200N$$

$$c = 66,872mm$$

$$L = 334,782mm$$

$$d = 66,609mm$$

$$a = 44,109mm$$

$$e = 15mm$$

Podmínky rovnováhy:

$$\Sigma F_y = 0: \quad R_B - R_A - F - G = 0$$

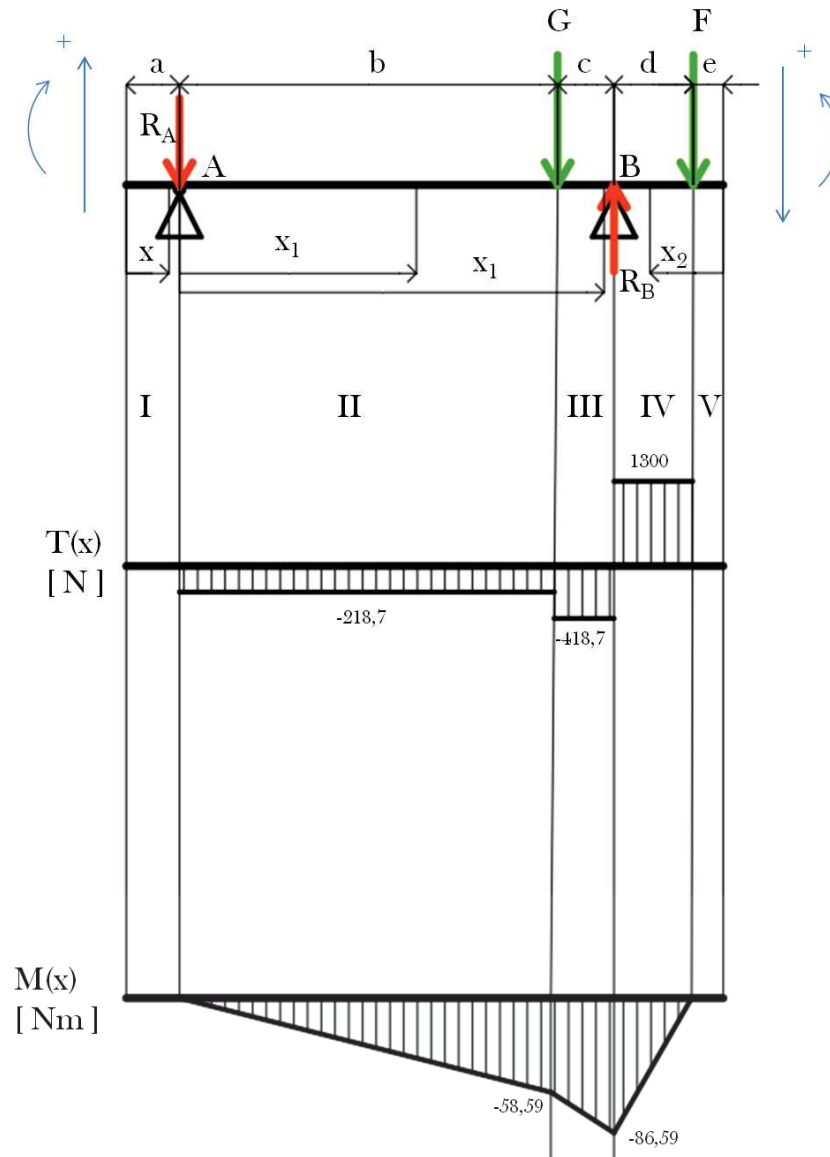
$$\Sigma M_A = 0: \quad R_B \cdot (b + c) - F \cdot (b + c + d) - G \cdot b = 0$$

Výpočet reakcí:

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{1}{(b + c)} \cdot [F \cdot (b + c + d) + G \cdot b] = \\ &= \frac{1}{334,782} \cdot [1300 \cdot 401,391 + 200 \cdot 267,91] = 1718,7N \end{aligned} \quad (3)$$

$$R_A = R_B - F - G = 1718,7 - 1300 - 200 = 218,7N \quad (4)$$

Dalším krokem je zjištění vnitřních silových účinků metodou řezu. Nosník je rozdělen na pět částí a souřadnicový systém v každé části nosníku je dán obrázkem 45. Do obrázku jsou zakresleny průběh vnitřní posouvající síly a vnitřní ohybový moment, které lze zobrazit ze vztahů (5) - (14). Je zde také patrné místo největšího ohybového momentu. V tomto bodě bude dále provedena pevnostní kontrola.



Obrázek 45 - Rozdělení nosníku, posouvající síly, vnitřní ohybové momenty

Výpočet vnitřní posouvající síly a vnitřního ohybového momentu:

**Pole I:**  $x \in \langle 0, a \rangle$

$$T_1(x) = 0 \quad (5)$$

$$M_1(x) = 0 \quad (6)$$

**Pole II:**  $x_1 \in \langle 0, b \rangle$

$$T_2(x_1) = -R_A = -218,7N$$

$$M_2(x_1) = -R_A \cdot x_1$$

$$\Rightarrow \begin{cases} M_2(0) = 0 \\ M_2(b) = -R_A \cdot b = -58,59Nm \end{cases} \quad (7)$$

**Pole III:**  $x_1 \in \langle b, b + c \rangle$

$$T_3(x_1) = -R_A - G = -418,7N$$

$$M_3(x_1) = -R_A \cdot x_1 - G \cdot (x_1 - b)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} M_3(b) = -R_A \cdot b = -58,59Nm \\ M_3(b + c) = -R_A \cdot (b + c) - G \cdot (b + c - b) = -86,59Nm \end{cases} \quad (9)$$

**Pole IV:**  $x_2 \in \langle e, e + d \rangle$

$$T_4(x_2) = F = 1300N$$

$$M_4(x_2) = -F \cdot (x_2 - e)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} M_4(e) = 0 \\ M_4(e + d) = -F \cdot (e + d - e) = -86,59Nm \end{cases} \quad (11)$$

**Pole V:**  $x_2 \in \langle 0, e \rangle$

$$T_5(x_2) = 0 \quad (13)$$

$$M_5(x_2) = 0 \quad (14)$$

Dále ověříme, zda vyhovuje průřez hřídele. Materiál hřídele je houževnatý a bezpečnost  $k$  je vyjádřena k mezi kluzu  $R_e$ . Protože vozík je ovládán lidskou silou pracovníkem a dochází ke kontaktu tohoto pracovníka s částmi manipulačního stolu, je zde kladen veliký důraz na bezpečnost. Vzhledem k výše zmíněnému bude součinitel bezpečnosti dosahovat vysokých hodnot, podobně jako je tomu u výtahů.

$$\sigma_D = \frac{R_e}{k} = \frac{235}{10} = 23,5MPa \quad (15)$$

Největší napětí  $\sigma_{max}$  působí v řezu, kde je velikost vnitřního ohybového momentu největší. Velikost tohoto momentu lze určit z obrázku 45.

$$M_{max} = |M_3(b + c)| = |M_4(e + d)| = 86,59Nm = 86590Nmm \quad (16)$$

A maximální ohybové napětí vypočteme ze vztahu

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_o} \quad (17)$$

kde  $W_o$  je modul průřezu v ohybu a pro kruhový průřez platí

$$W_o = \frac{J_z}{\frac{D}{2}} = \frac{2}{D} \cdot \frac{\pi \cdot D^4}{64} = \frac{\pi \cdot D^3}{32} = \frac{\pi \cdot 50^3}{32} = 12271,846mm^3 \quad (18)$$

dosazením do vzorce (17) dostaneme

$$\sigma_{max} = \frac{86590}{12271,846} = 7MPa \quad (19)$$

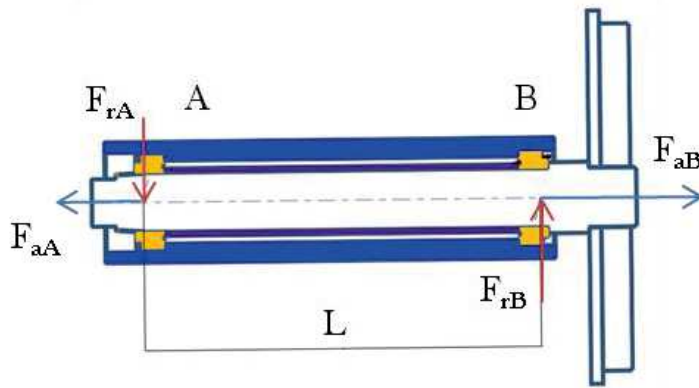
Maximální napětí v průřezu hřídele je menší než dovolené napětí a hřídel tedy pevnostně vyhovuje. V dalších průřezích hřídele je průměr rozdílný jen minimálně a napětí je v těchto místech menší. Proto není nutné další průřezy hřídele kontrolovat.

### 7.3 Kontrola ložiska

Lze předpokládat, že manipulační stůl je po většinu času v klidu. Otáčení stolem probíhá jen v případech, kdy je potřeba změnit polohu uloženého nákladu v rámci výrobního procesu. Ložiska jsou v tomto případě zatěžována jen silou do hmotnosti stolu a hmotnosti nákladu. Je tedy nutné početně zkontrolovat ložisko na statickou únosnost.

Statická únosnost vychází ze vztahu  $s_0 \geq C_0/P_0$ , kde:

- $C_0$  je statická únosnost
- $P_0$  je ekvivalentní statické zatížení
- $s_0$  je součinitel statické bezpečnosti ( $\geq 4$ )



Ložiska s označením 33010:

- $\varnothing d = 50\text{mm}$
- $\varnothing D = 80\text{mm}$
- $B = 24\text{mm}$
- $C = 84,8\text{kN}$
- $C_o = 102\text{kN}$
- $e = 0,31$
- $Y_o = 1,1$
- $Y = 1,9$

Obrázek 46 - Zatížení ložisek

$$F_{aA} = \frac{F_{aA}}{2 \cdot Y_A} = \frac{218,7}{2 \cdot 1,9} = 57,55\text{N} \quad (20)$$

$$F_{aB} = \frac{F_{aB}}{2 \cdot Y_B} = \frac{1718,7}{2 \cdot 1,9} = 452,29\text{N} \quad (21)$$

$$F_{aA} < F_{aB} \rightarrow F_{aA} \text{ zanikne} \quad (22)$$

Ekvivalentní statické zatížení:

$$P_0 = F_r + Y_0 \cdot F_a \quad (23)$$

$$P_0 = F_{rB} + Y_0 \cdot F_{aB} = 1718,7 + 1,1 \cdot 452,29 = 2216,219\text{N} \quad (24)$$

Statická únosnost vychází ze vzorce:

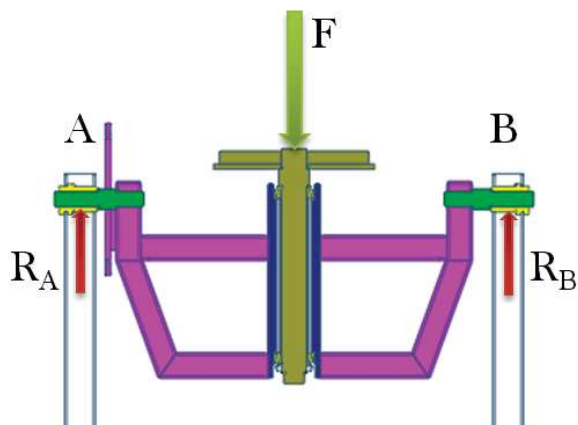
$$C_0 \geq s_0 \cdot P_0 \quad (25)$$

$$C_0 \geq 4 \cdot 2216,219 = 8864,876\text{N} \quad (26)$$

Podmínka je splněna, ložisko vyhovuje.

## 7.4 Čepy manipulačního stolu

Čepy jsou zatěžovány pracovními zátěžovými stavy, které čep přenáší do konstrukce rámu. Obě uložení čepů jsou stejné a působí na ně hmotnost manipulačního stolu a zatížení od neseného nákladu.



$$m_1 = 60\text{kg} - \text{hmotnost otočného stolu}$$

$$m_B = 130\text{kg} - \text{max. hmotnost bočnice}$$

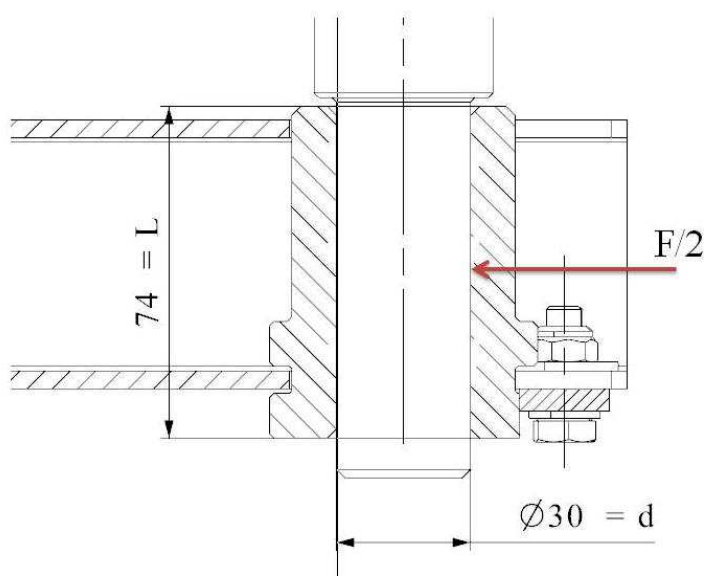
$$F = (m_1 + m_B) \cdot g \approx 1900\text{N}$$

$$R_A = R_B = F/2 = 950\text{N}$$

Obrázek 47 - Schéma zatížení čepů

### 7.4.1 Měrný tlak v čepích

$$p = \frac{F}{S} = \frac{\frac{F}{2}}{L \cdot d} \leq p_D \quad (27)$$



Obrázek 48 - Schéma čepu manipulačního stolu

$$p = \frac{\frac{F}{2}}{L \cdot d} = \frac{950}{74 \cdot 30} = 0,43 \text{ MPa} \quad (28)$$

Podmínka ve vztahu (27) je splněna jak pro materiál čepu, tak i pro materiál kluzného pouzdra. Čepy vyhovují zatěžujícímu stavu.

#### 7.4.2 Smyk čepu

$$\tau = \frac{F}{S} = \frac{\frac{F}{2}}{\frac{\pi \cdot d^2}{2}} \leq \tau_D \quad (29)$$

$$\tau = \frac{950}{\frac{\pi \cdot 30^2}{2}} = 0,67 \text{ MPa} \quad (30)$$

Čepy vyhovují všem zatěžujícím stavům.

### 7.5 Ověření ergonomie manipulačního stolu

Cílem ověření ergonomie je zjištění rovnováhy mezi výkonovou možností pracovníka a požadavků pracovních úkonů a podmínek, ve kterých je pracovní proces vykonáván. V tomto pojetí ergonomie se uvažuje, že základním systémem je člověk - manipulační vozík - prostředí pracovních procesů. Tyto tři věci fungují ve vzájemné závislosti a souvislosti. Pro ergonomii je nejdůležitější zajistit ochranu a zdraví pracovníků a vytvořit pracovní komfort.

K tomuto úkolu je zhotoven firmou AZ-CZECH s.r.o. jeden kus manipulačního stolu dle výkresové dokumentace a tento produkt je využit k ověření základních pracovních poloh a jejich soulad s ergonomií jak sedících, tak stojících pracovníků. V dalším kroku bude ověřena manipulace se stolem. Několik pracovníků, různých výšek, bude s manipulačním stolem projíždět dráhu výrobního procesu. Výsledkem tohoto zkoumání by mělo být zjištění, jak velké síly jsou nutné pro ovládnutí manipulačního stolu v jednotlivých fázích procesu a při přejíždění mezi pracovišti a halami.





Obrázek 49 - Manipulační stůl pro ověření ergonomie

V průběhu psaní této práce byla ověřována zejména první fáze tohoto úkolu. Vizuální kontrolou bylo ověřeno správné svaření a sestavení všech komponent. Před prvním testováním ve výrobním procesu byla ověřena funkčnost všech funkčních a bezpečnostních částí manipulačního stolu. Po těchto počátečních kontrolách byl stůl zatížen deskou o hmotnosti asi 180kg a naklápěn do všech poloh daných ozubeným kolem. Deska nebyla vyvážena a otáčení museli zajišťovat dva pracovníci. Po několika hodinách zatížení stolu bylo tímto ověřeno, že všechny části maximální zatížení vydrží.

V dalším kroku byla na manipulační stůl upevněna nedokončená bočnice a na ní testováno, zda bude dodrženo správné postavení stojících a sedících pracovníků ve výrobním procesu. U manipulačního stolu se vystřídal několik odlišně vysokých pracovníků a získaná data budou zpracována a vyhodnocena externí společností, zabývající se touto problematikou.



Obrázek 50 - Manipulační stůl s bočnicí ve výrobním procesu

## 8 Technicko-ekonomické zhodnocení

Hlavním cílem práce je navrhnout řešení manipulačního stolu, který splňuje všechny požadavky dané zadavatelem i s ohledem na možnosti výroby. Mezi požadavky nebyla uvedena cena, ale v budoucnosti by se požadavky o tuto položku mohly rozšířit. To by však nemělo mít vliv na konstrukci manipulačního stolu a tento požadavek bude pravděpodobně ovlivňovat nakupované komponenty.

### 8.1 Technické hodnocení

Hlavní konstrukční uzly byly orientačním výpočtem dimenzovány a dle toho navržena hrubá stavební struktura manipulačního stolu. S využitím těchto výsledků byla postupně navržena konstrukce stolu, která splnila požadavky zadavatele. Ta byla poté analyzována a ověřena kontrolními výpočty, zda splňuje podmínky dovoleného namáhání materiálů. Výsledky analýzy dávají představu o zatížení a namáhání konstrukce, což je důležité i pro efektivní využití materiálů. Zároveň výsledky ukazují i rezervy konstrukce, které lze v budoucnosti využít při navyšování zatížení konstrukce. Vyvážený stůl umožňuje pohodlnou manipulaci s nákladem.

Konstrukce manipulačního stolu využívá jednoduchých řešení pro svařování. Komponenty jsou převážně vyrobeny z dostupných normalizovaných polotovarů a součástí. Většinu polotovarů je možné připravit v prostorách zadavatele na strojích, které mají volnou kapacitu. Svařovaná konstrukce vzniká na speciálním pracovišti pro výrobu kontejnerů, která je také součástí areálu zadavatele.

## 8.2 Ekonomické hodnocení

Ekonomické hledisko není v tomto případě rozhodující. Produkt nemusí být cenově konkurenceschopný žádnému jinému produktu a cenu ovlivňuje jen to, co je zadavatel ochoten investovat do vývoje.

Pokud se manipulační stůl osvědčí ve výrobním procesu a zadavatel přejde ke kusové nebo hromadné výrobě tohoto produktu, bude potřeba optimalizovat náklady na výrobu jednoho produktu. Podle počtu vyráběných kusů bude možné využívat také slevy na nákup většího množství materiálu, které jsou pro výrobu prvního kusu maloobchodní. Z tohoto důvodu jsou také v konstrukci použité stejné materiály tam, kde je to možné.

### Orientační soupis nákladů na výrobu první kusu:

komponent / polotovar	cena
hutní materiál	11 500,-
bronzová pouzdra	300,-
ložiska	1 960,-
kolečka	4 700,-
pružinová západka	220,-
pružinový pístek	490,-
tažná pružina	210,-
montážní materiál	1 000,-
ostatní materiál	620,-
$\Sigma$	<b>21 000,-</b>

Tabulka 4 - Orientační soupis nákladů

Tabulka 4 zobrazuje přibližné a zaokrouhlené ceny materiálů pro výrobu manipulačního stolu. Jelikož výroba probíhala téměř celá v prostorách zadavatele přerušovaně, vždy když byly ve výrobě volná kapacita, nebyly do tabulky zahrnuty přímé mzdy a výrobní režie. Tyto položky budou do kalkulací zahrnuty až při výrobě více kusů.

Je plánováno, že do konce roku bude vyrobeno dalších pět manipulačních stolů pro zkušební provoz z celkového počtu 40 potřebných. Tento počet je potřebný pro současnou kapacitu výroby forem, která se může v budoucnosti také navyšovat. Pak by se pravděpodobně navyšoval i počet manipulačních stolů.

## 9 Závěr

Cílem práce bylo navrhnout manipulační stůl pro bočnice forem na výrobu pneumatik. Základní požadavky na konstrukci byly dány zadavatelem, firmou AZ-CZECH s.r.o.

Na základě hlavních konstrukčních požadavků bylo navrženo několik možných řešení a z nich následně hodnocením navržených variant vybrána nejlepší varianta. Ta byla následně podrobně zpracována v 3D systému Siemens NX. Analýzou navrženého řešení je ověřena odolnost konstrukce manipulačního stolu proti působícím zatížením. Posledním krokem bylo vytvoření technické dokumentace.

Dle technické dokumentace byl v závěru prvního čtvrtletí tohoto roku zhotoven zkušební prototyp manipulačního stolu, který bude podroben testování v procesu výroby. Jedním z hlavních úkolů je pak ověření ergonomie. Manipulační stůl musí splňovat hodnoty dané normami pro práci ve stoje, sedě a manipulaci se stolem. To bude ověřeno externí firmou zabývající se touto problematikou. Poté bude produkt testován zaměstnanci, jejichž poznatky a připomínky budou důležité pro další fáze vývoje.

Manipulační stůl je navržen pro specifické úkoly a neklade se velký důraz na ekonomickou problematiku produktu. Výroba probíhá v areálu firmy zadavatele a při návrhu byl brán ohled i na technologické možnosti výroby ve firmě.

## 10 Použitá literatura

### 10.1 Publikace na internetu

- [1] AZ-Czech s.r.o. [online]. Copyright © 2017 [cit. 2018-11-15]. Dostupné z: <http://www.azczech.eu/o-nas/>
- [2] HORÁK, Jiří. *Konstrukce vulkanizačního kontejneru na výrobu radiálních pneumatik*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017, 77 s. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/40773> . Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav výrobního inženýrství. Vedoucí práce Škrobák, Adam.
- [3] ÚŘEDNÍČEK, Adam. *Demoulding pláštěů pneumatik z forem*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2015, 81s. (56 256znaků). Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/33619> . Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav výrobního inženýrství. Vedoucí práce Hnátková, Eva.
- [4] Continental Preview WinterContact TS860™ [online]. Copyright © 2015 [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://blobs.continental-tires.com/www8/servlet/blob/676126/7b4d41d0931a510e60365bc5c975c737/2015-12-11-2-workshop-mold-technology-pdf-data.pdf>
- [5] Výroba forem [online]. Copyright © 2017 [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/vyrabeli-jsme-formy-na-plaste-z-kosmu-do-pneumatik-111503>
- [6] Firma AZ-CZECH nabízí lidem dobrou práci tam, kde žijí [online]. Copyright © [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: [https://domazlicky.denik.cz/zpravy\\_region/firma-az-czech-nabizi-lidem-dobrou-praci-tam-kde-ziji-20170405.html](https://domazlicky.denik.cz/zpravy_region/firma-az-czech-nabizi-lidem-dobrou-praci-tam-kde-ziji-20170405.html)
- [7] Výrobky firmy Blicke [online]. Copyright © [cit. 2019-04-15]. Dostupné z: <https://www.blicke.cz/v%C3%BDrobek/LE-VE-200R-FI-380055>
- [8] Křížová ložiska firmy HIWIN [online]. Copyright © [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.hiwin.cz/cz/produkty/krizova-valeckova-loziska>
- [9] Kuželíková ložiska SKF [online]. Copyright © SKF [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <http://www.trioloziska.cz/fotky29559/6000-Kuzelikova-loziska.pdf>
- [10] VYCHOPENĚ, David. *Svařování - technologie, značení, výpočty* [online]. Brno, 2013 [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/20981> . Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. Ústav automobilního a dopravního inženýrství. Vedoucí práce Jiří Malášek..
- [11] Výrobky firmy ELESA-GANTER [online]. Copyright © [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://www.elesa-ganter.cz/webapp/wcs/stores/servlet/cs/b2bstorecze>

## 10.2 Knižní publikace

[12] HOSNEDL, Stanislav a Jaroslav KRÁTKÝ. *Příručka strojního inženýra: obecné strojní části*. Praha: Computer Press, 1999. Edice strojaře. ISBN 978-80-7226-055-3.

[13] SVOBODA, Pavel, Jan BRANDEJS a František PROKEŠ. *Základy konstruování*. Vyd.2. přeprac. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. ISBN 80-720-4306-4.

[14] LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky*. 3., dopl. vyd., dot. Praha: Scientia, 1999. ISBN 80-718-3164-6.

## 11 Seznam obrázků

Obrázek 1: Výrobní závod AZ-Czech s.r.o. v Horšovském Týně [1].....	5
Obrázek 2 - Dvoudílná vulkanizační forma [2].....	7
Obrázek 3 - Dvoudílná vulkanizační forma [2].....	7
Obrázek 4 - Segmentová forma [3] .....	8
Obrázek 5 - Výroba segmentovou formou [4] .....	8
Obrázek 6 - Forma se segmenty [2] .....	9
Obrázek 7 - Pohybové fáze kontejneru [2].....	11
Obrázek 8 - Součásti segmentové formy a kontejneru [2] .....	12
Obrázek 9 - Bočnice [5] .....	13
Obrázek 10 - Ruční opracování bočnic [6] .....	14
Obrázek 11 - Uložení bočnice na manipulační stůl.....	16
Obrázek 12 - Kolečko LE-VE 200R-FI [7].....	17
Obrázek 13 - Rám - Varianta I .....	18
Obrázek 14 - Rám I - pohledy .....	19
Obrázek 15 - Rozměry pro skladování třech ráků - Varianta I.....	19
Obrázek 16 - Rám - Varianta II.....	20
Obrázek 17 - Rám II - pohledy.....	21
Obrázek 18 - Rozměry pro skladování třech ráků - Varianta II.....	21
Obrázek 19 - Rám - Varianta II.....	22
Obrázek 20 - Rám III - pohledy .....	23
Obrázek 21 - Rozměry pro skladování třech ráků - Varianta III .....	23
Obrázek 22 - Graf výhodnosti variant.....	25
Obrázek 23 - Rozměry křížového ložiska [8] .....	26
Obrázek 24 - Ložisko CRBE [8].....	26
Obrázek 25 - Řez manipulačním stolem s křížovým ložiskem .....	27
Obrázek 26 - Iso pohled na manipulační stůl s křížovým ložiskem.....	28
Obrázek 27 - Kuželíková ložiska v tandemu [9].....	28
Obrázek 28 - Řez manipulačním stolem s křížovými ložisky.....	29
Obrázek 29 - Iso pohled na manipulační stůl s křížovými ložisky .....	30

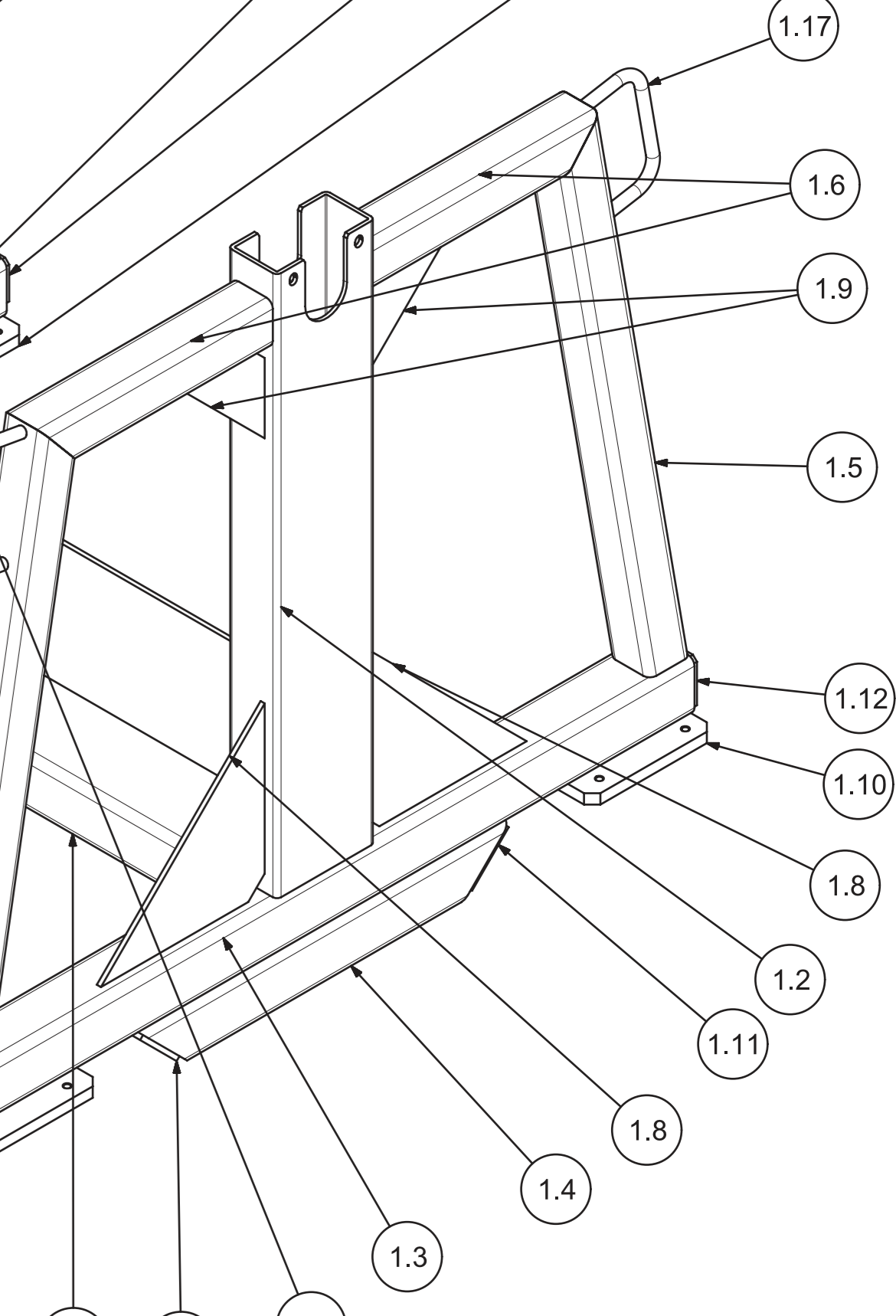
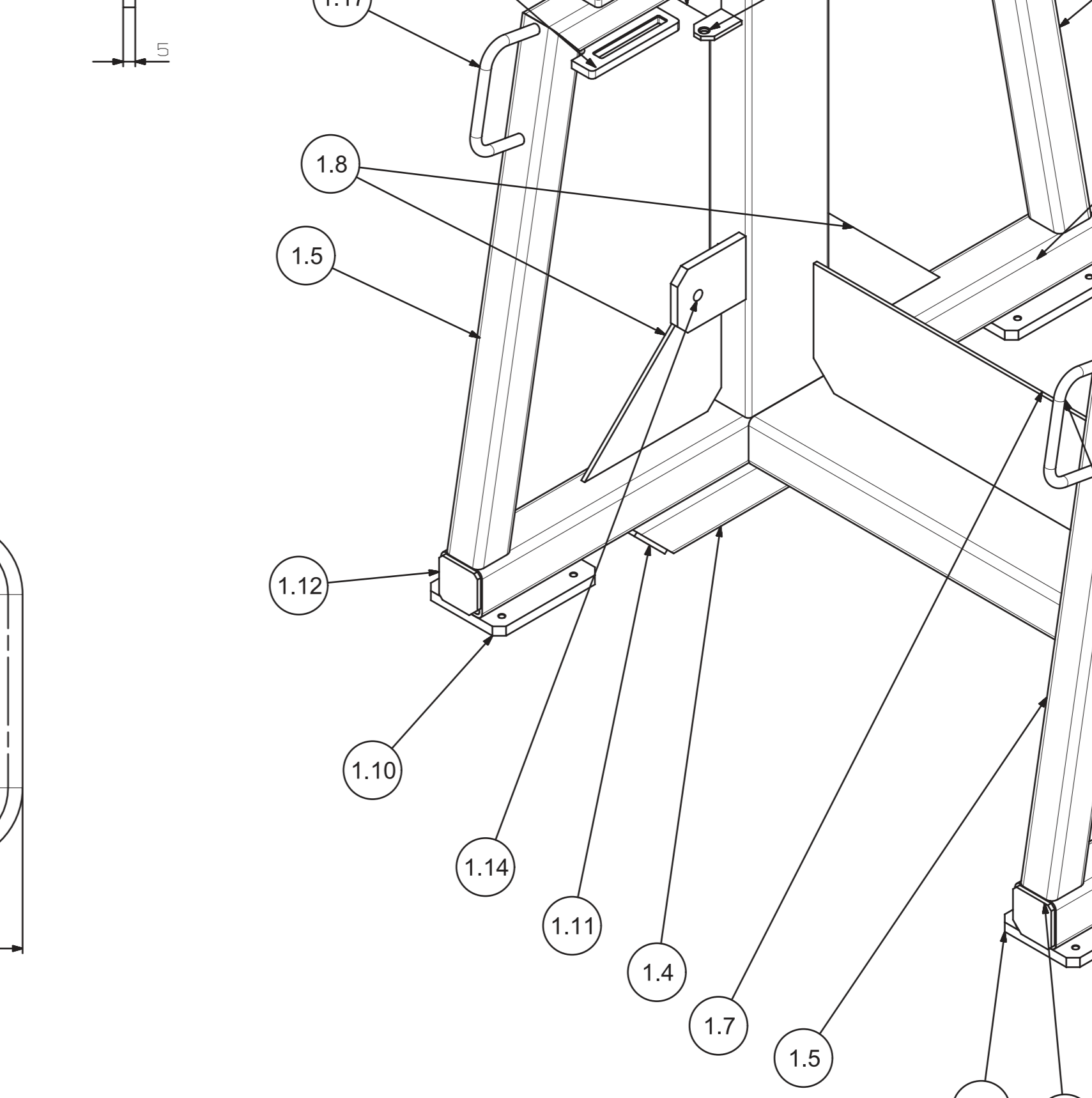
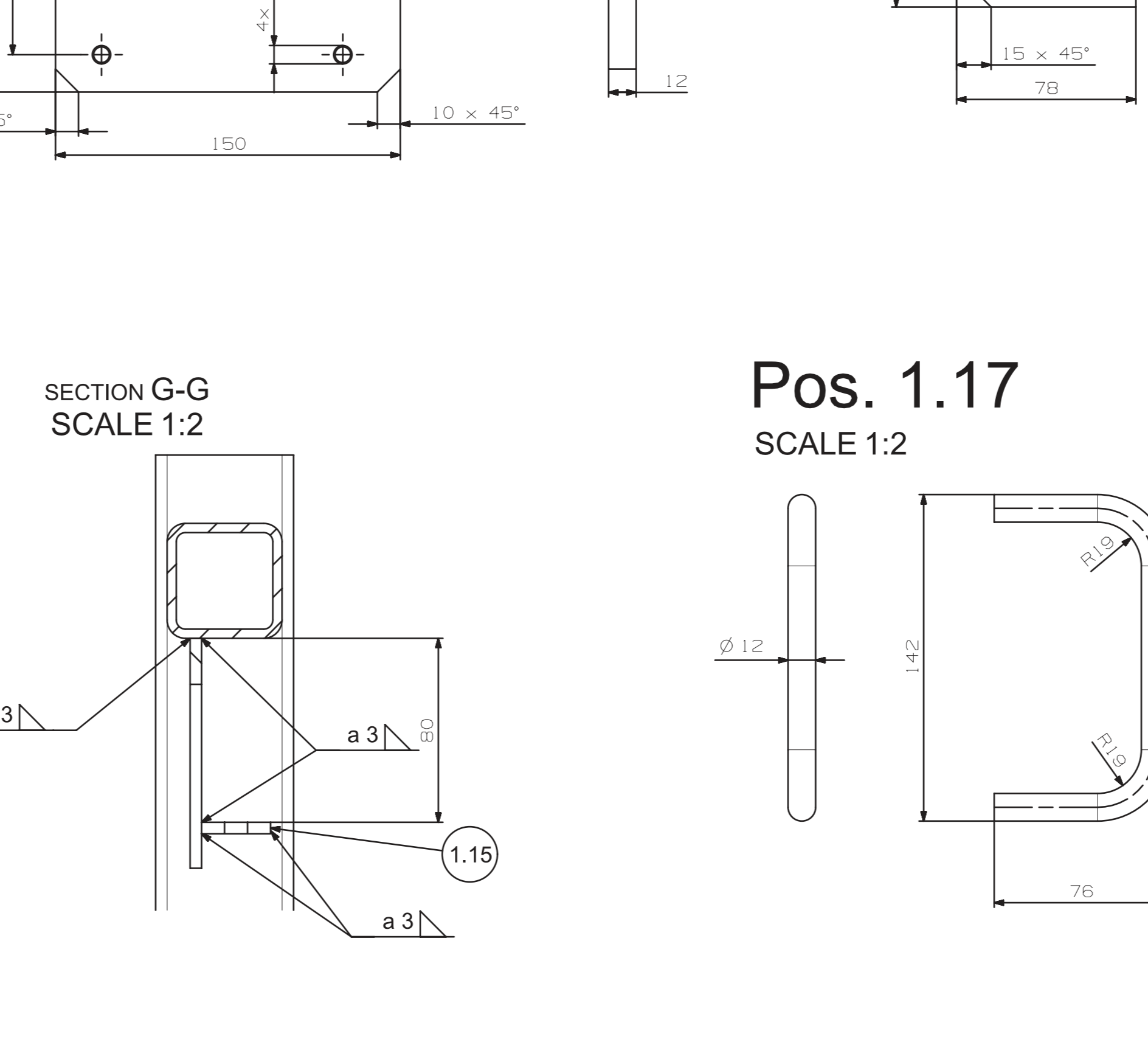
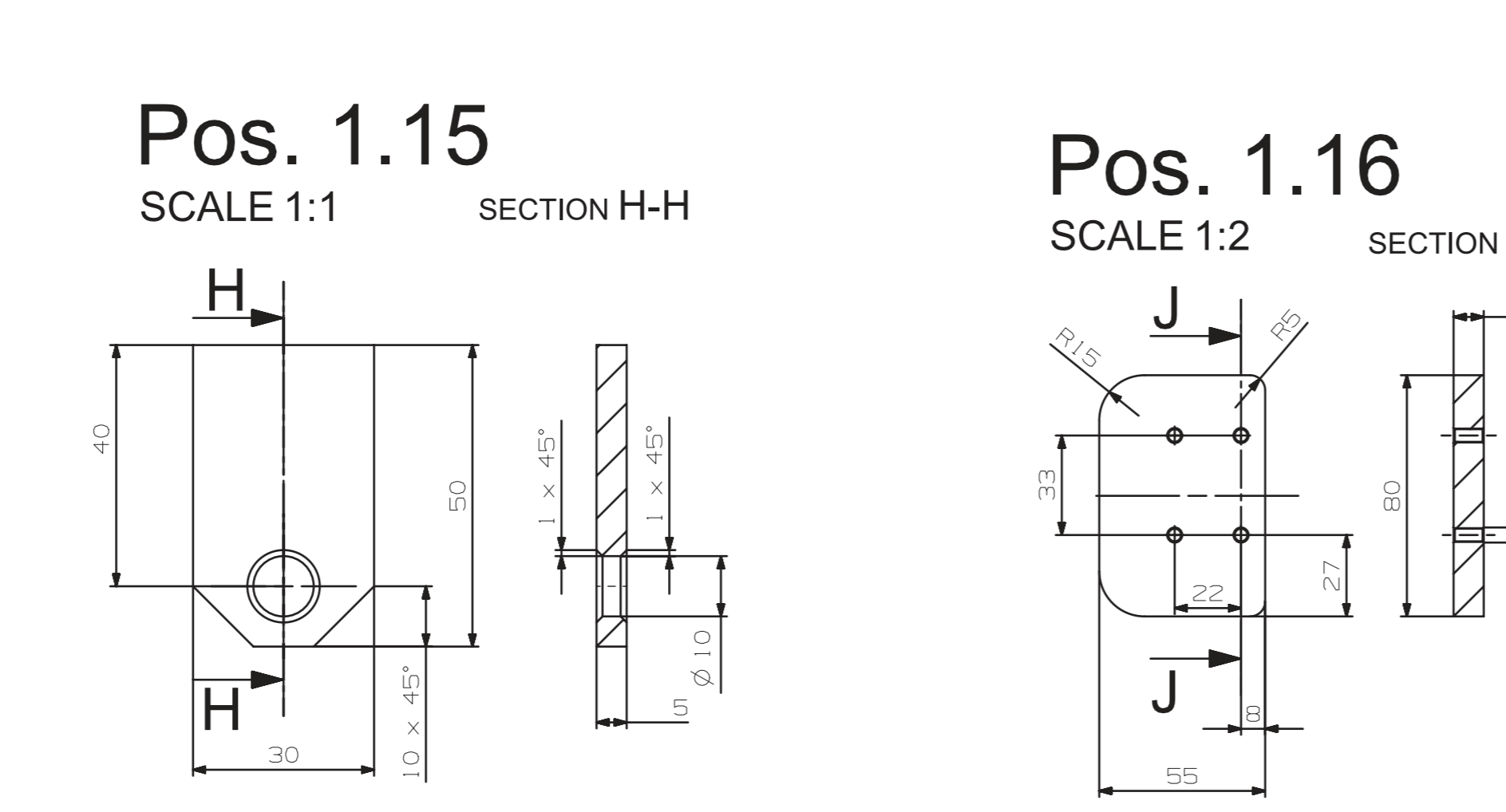
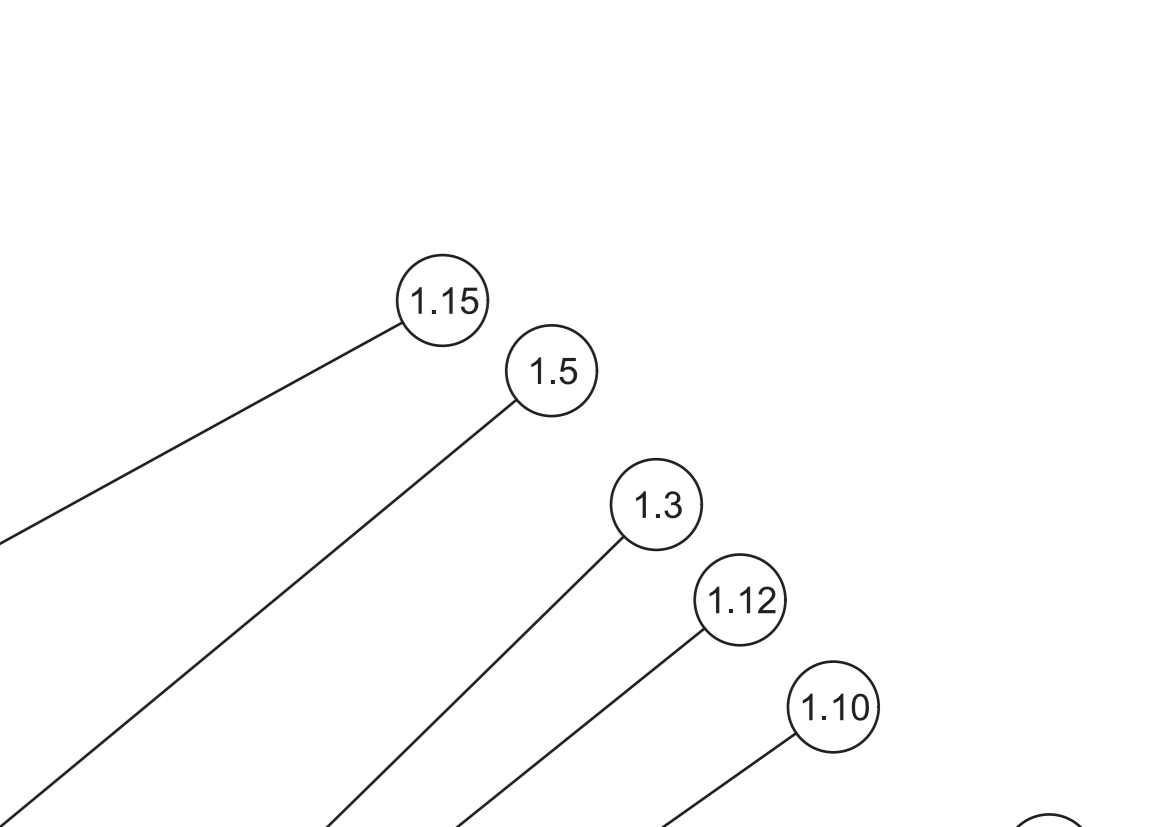
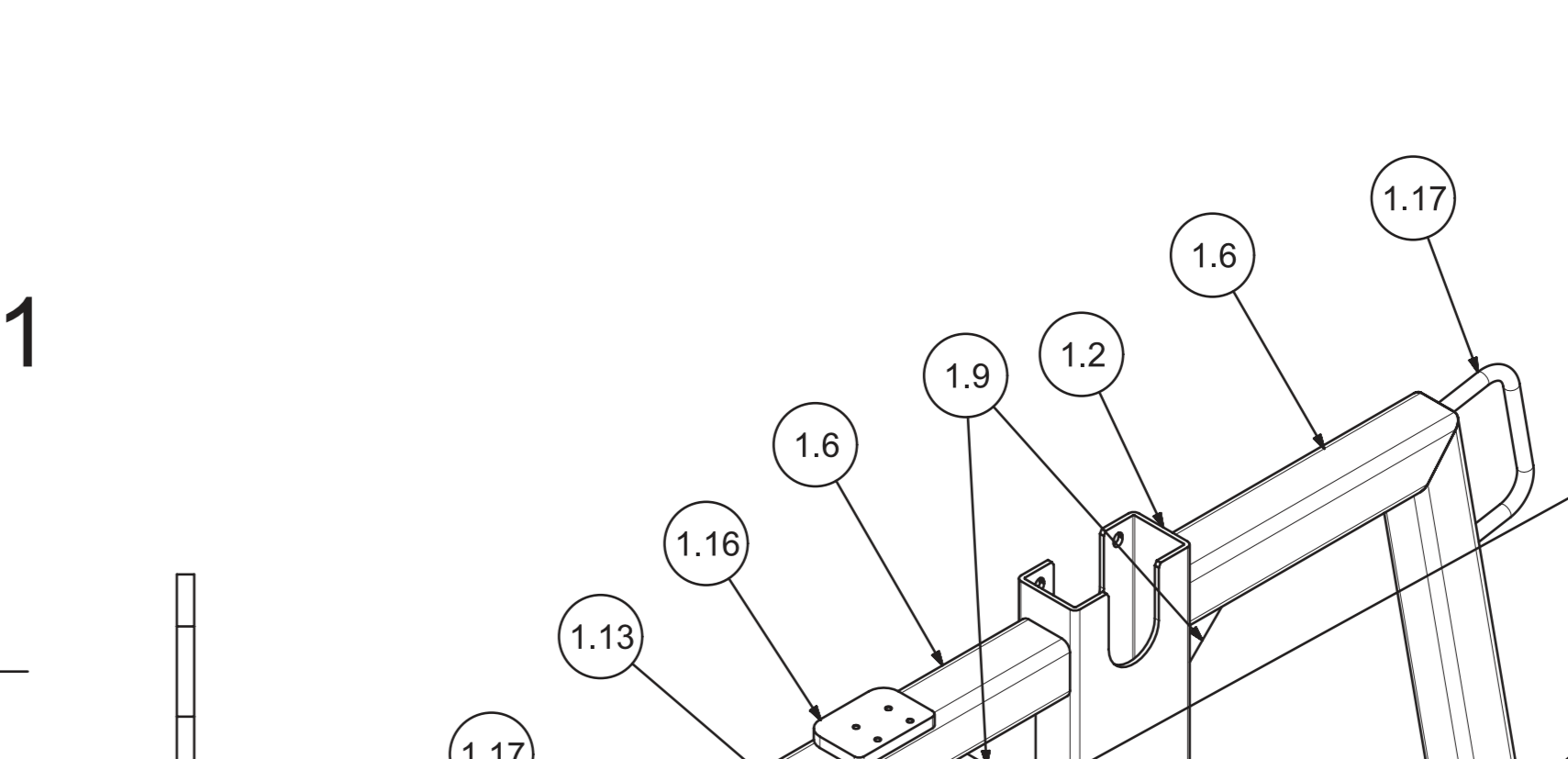
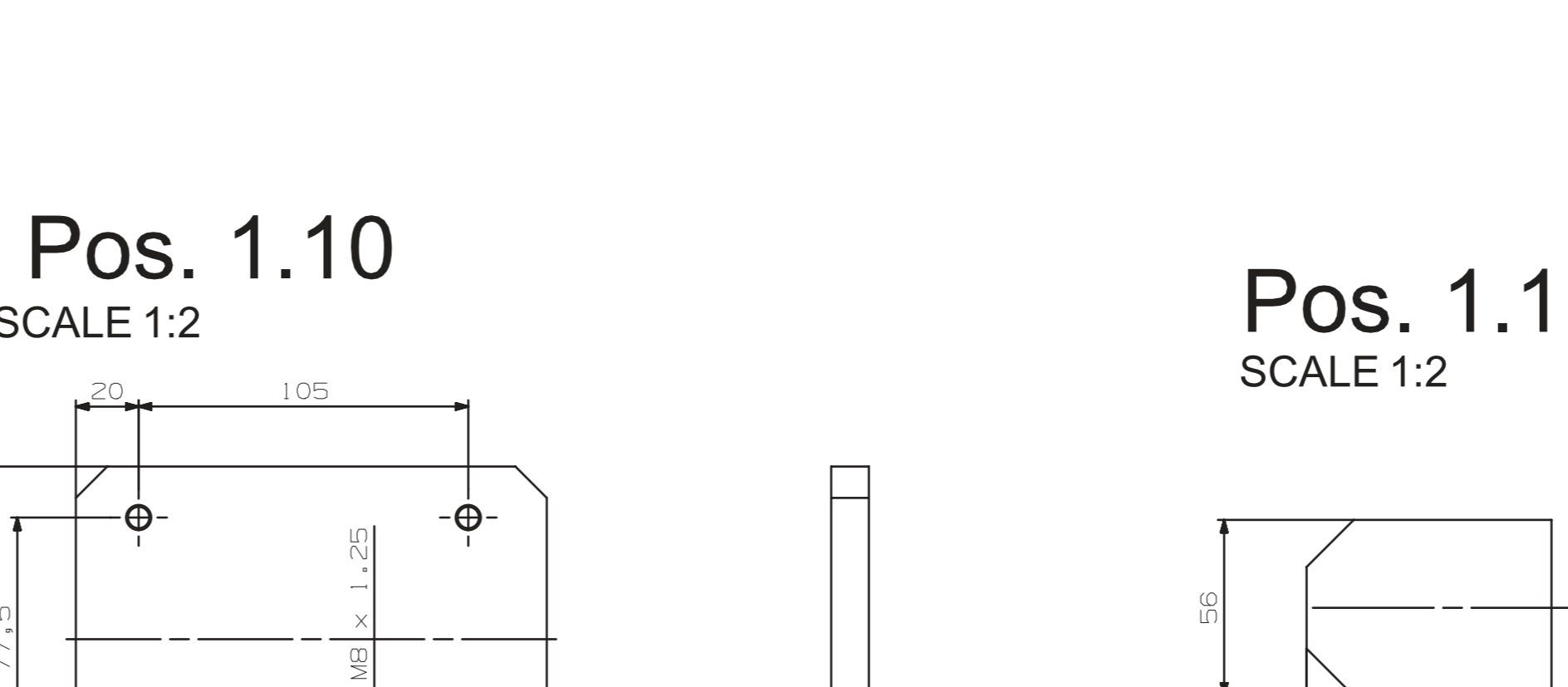
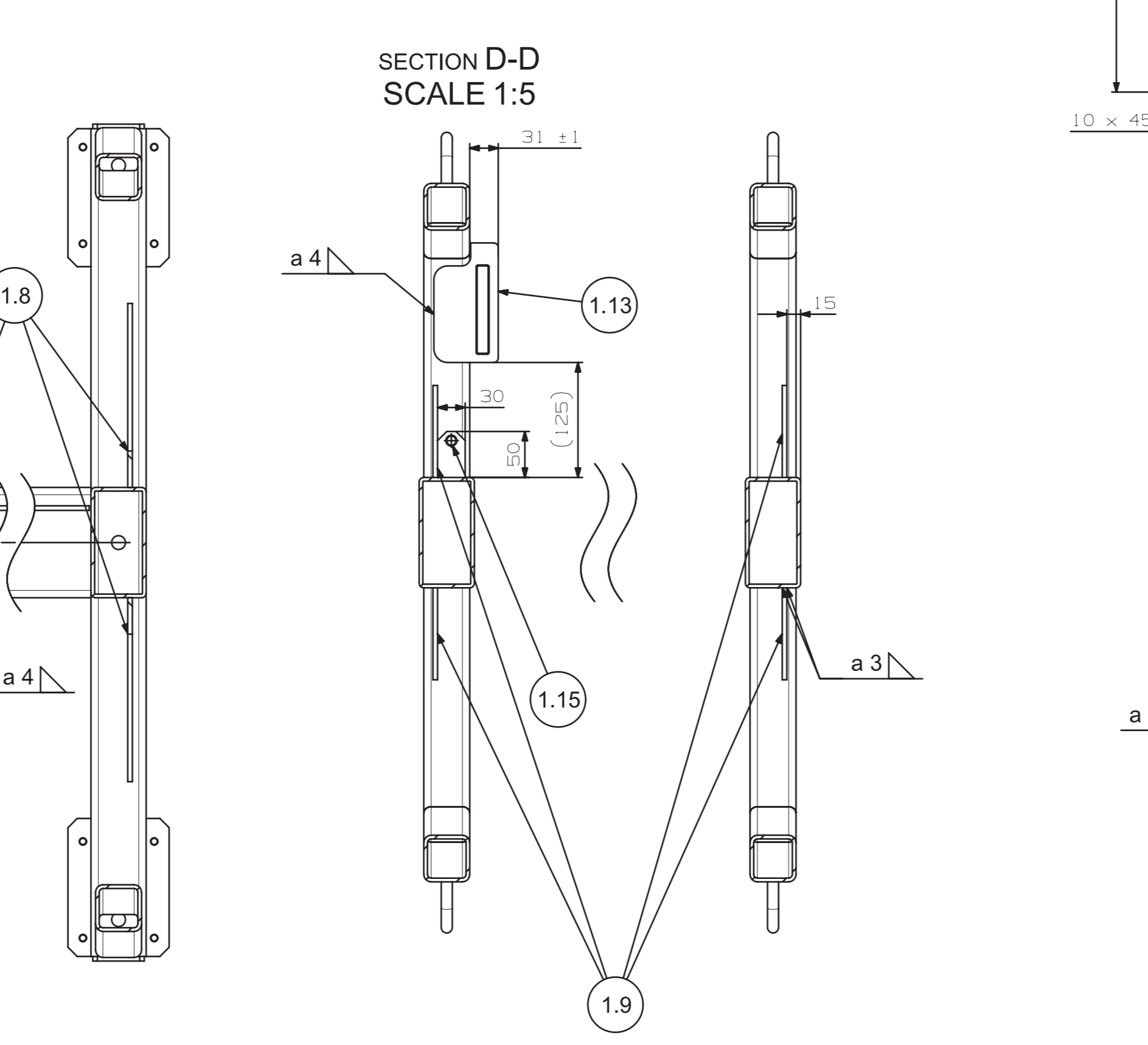
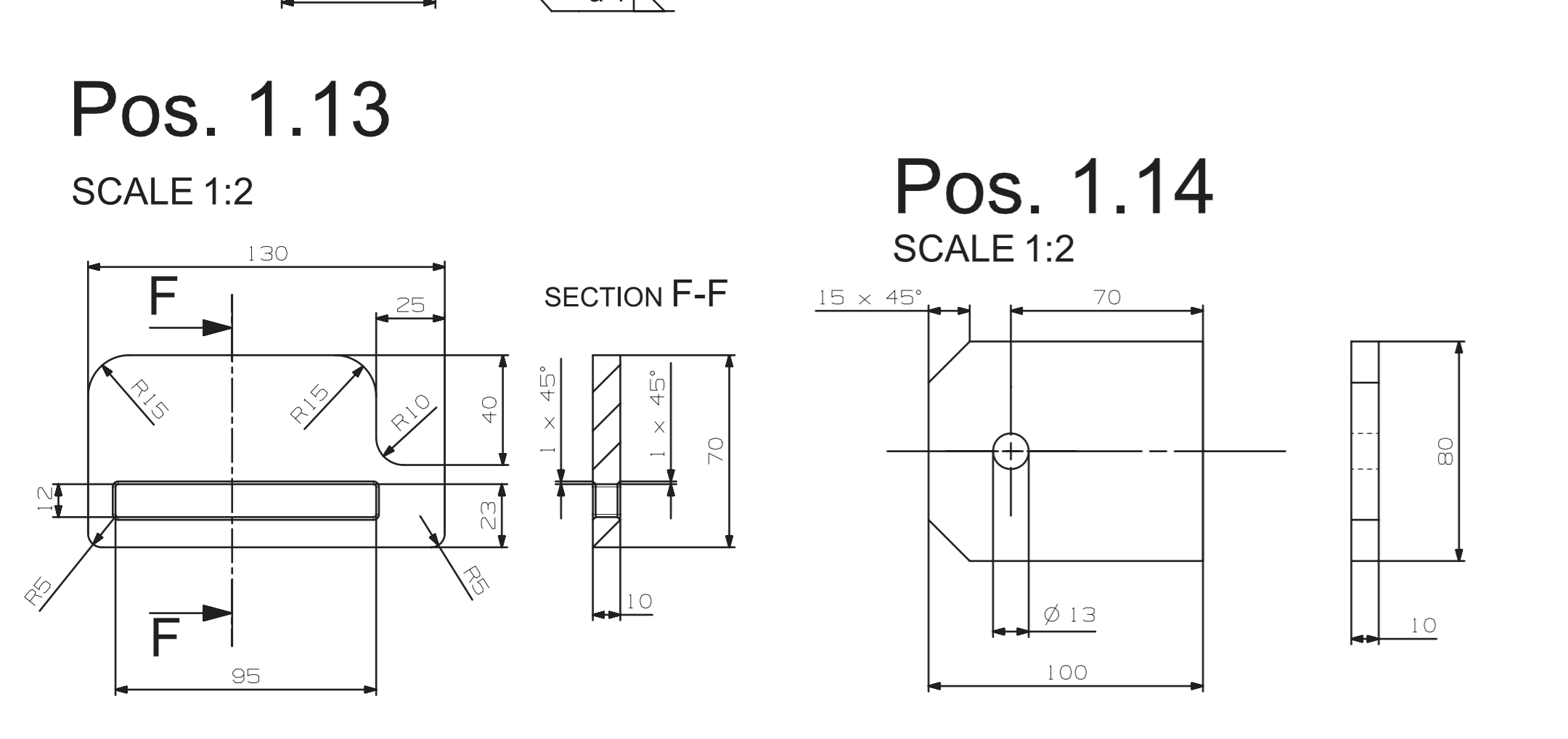
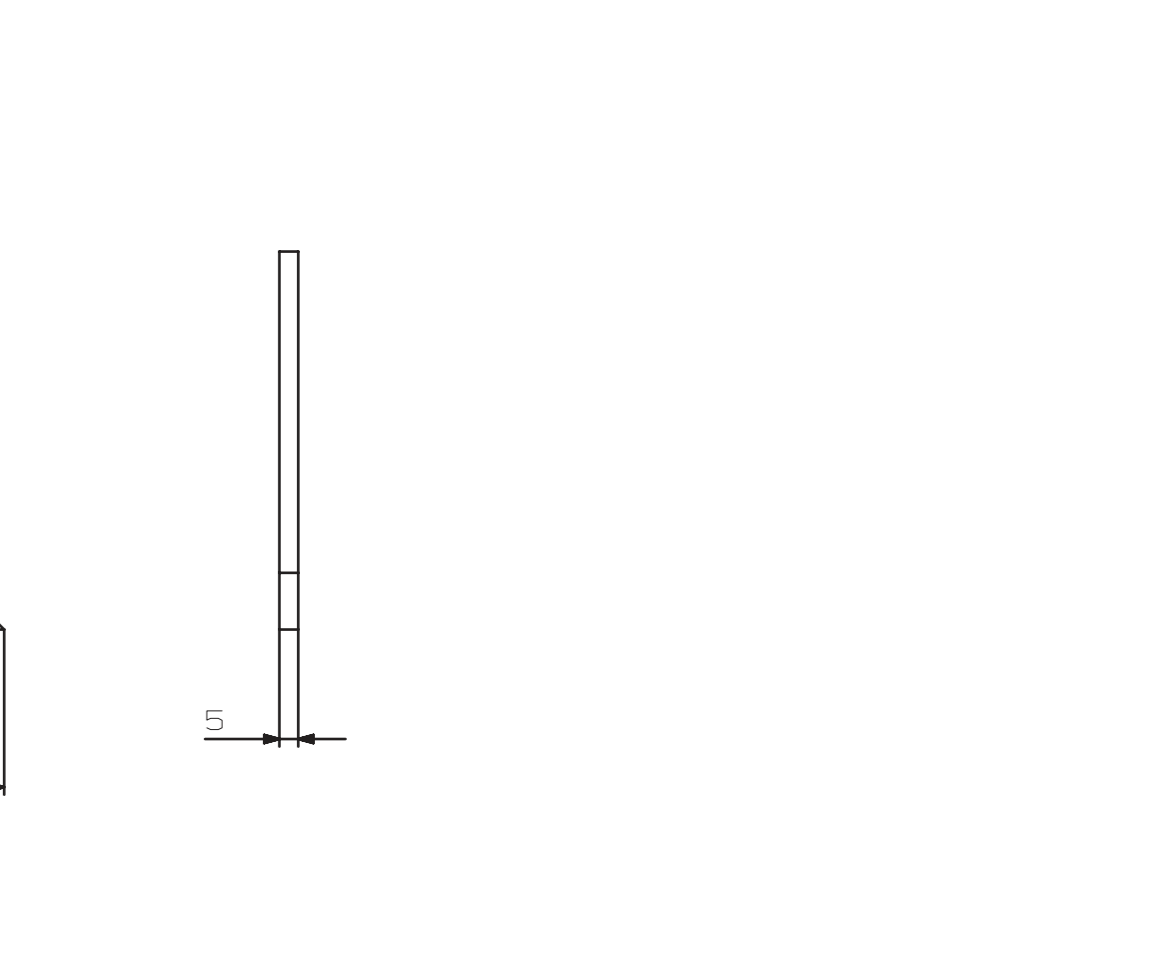
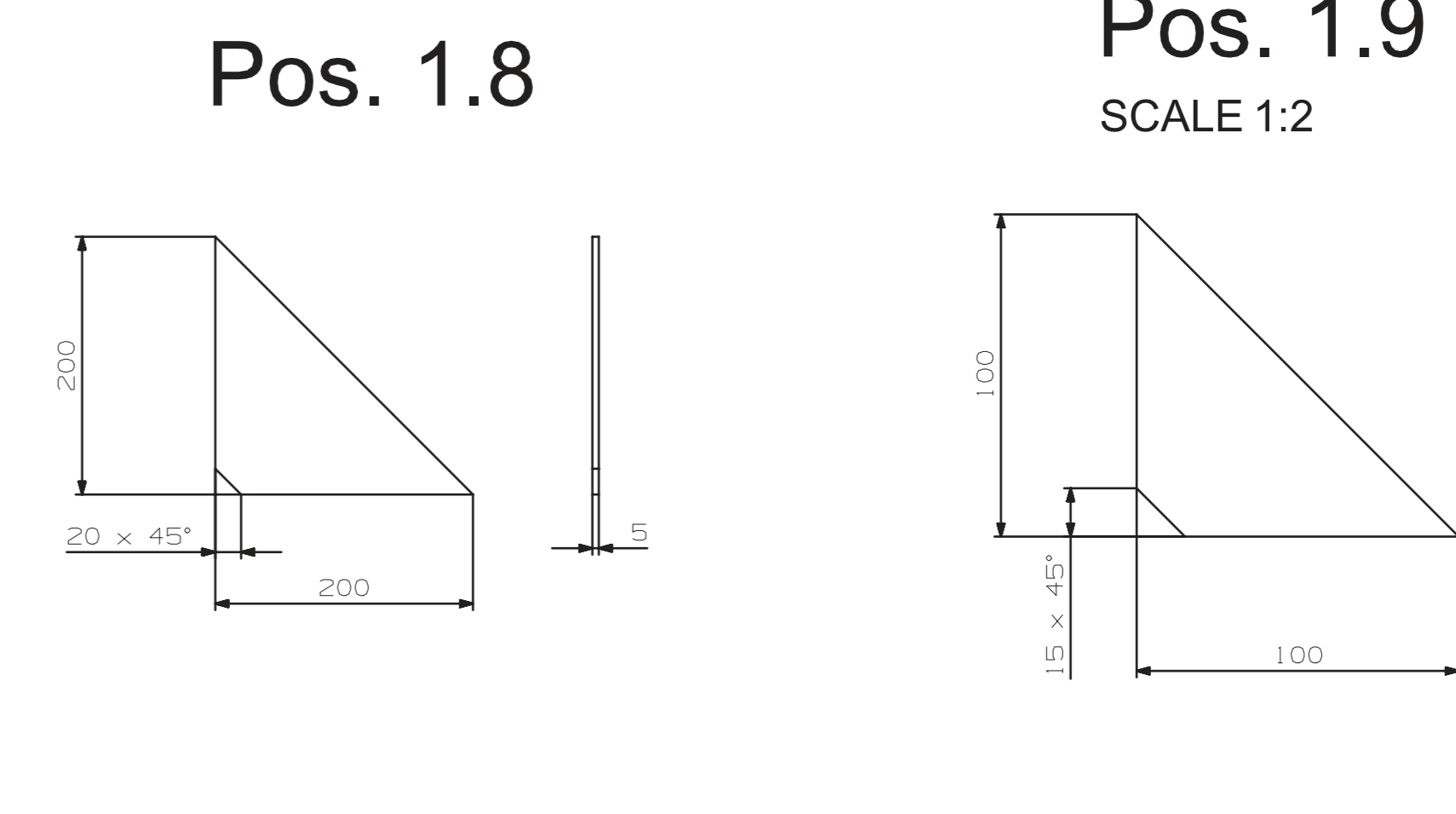
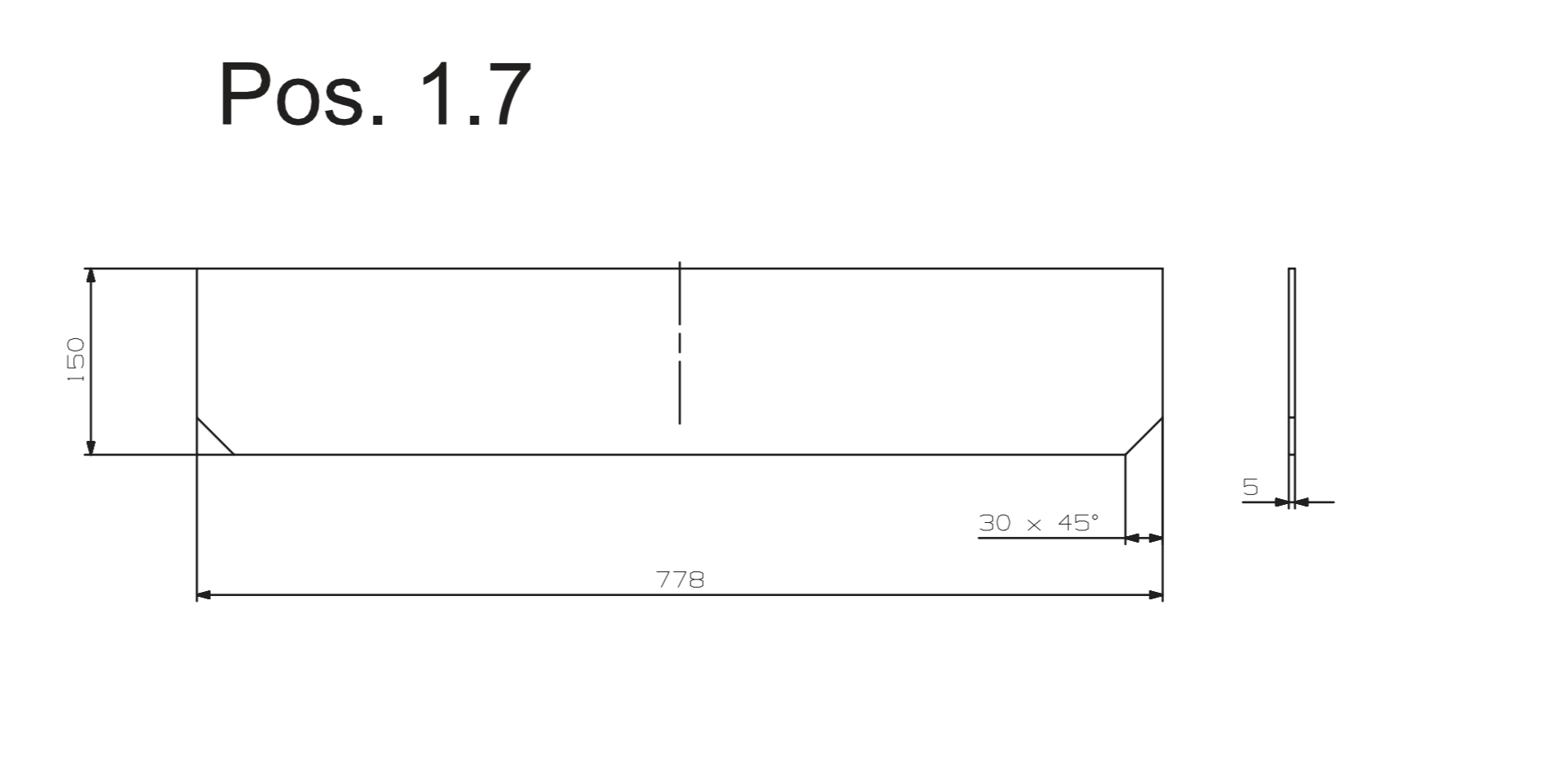
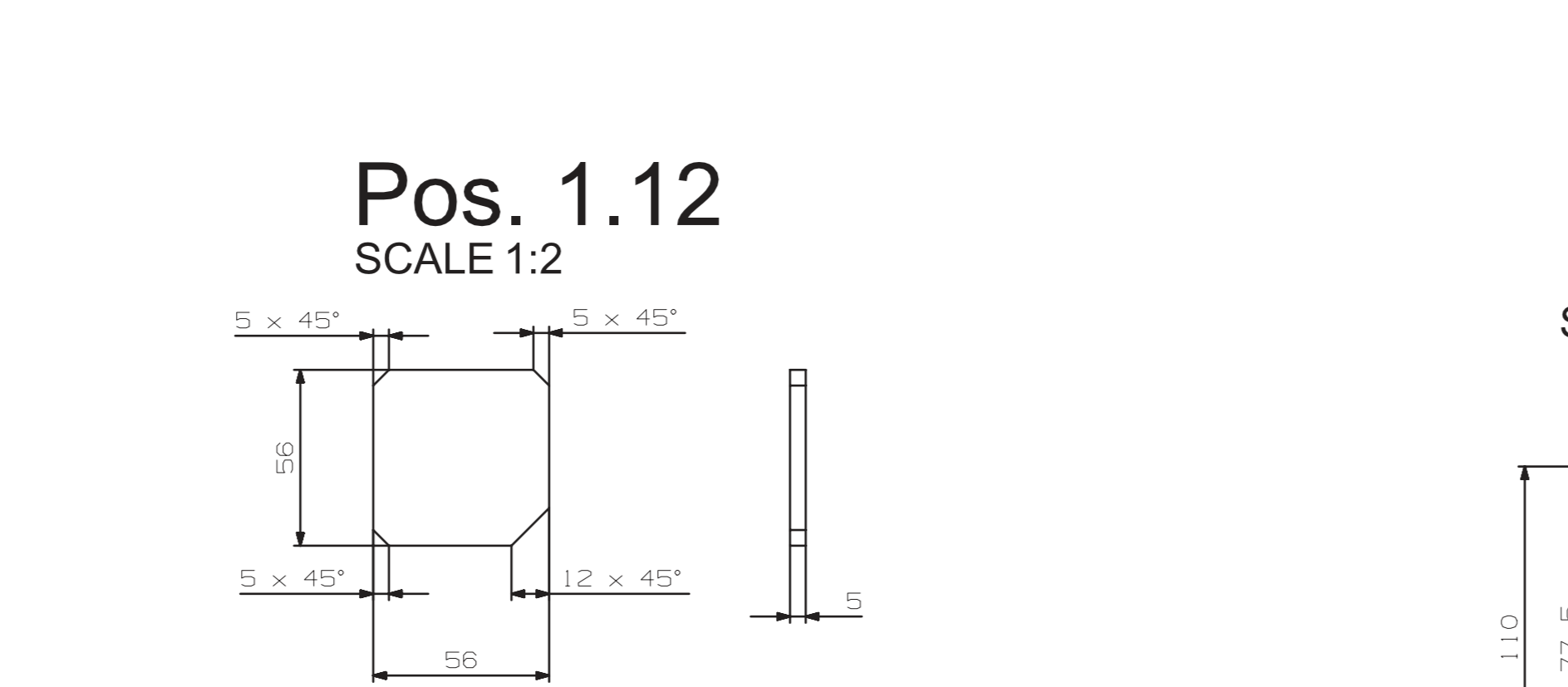
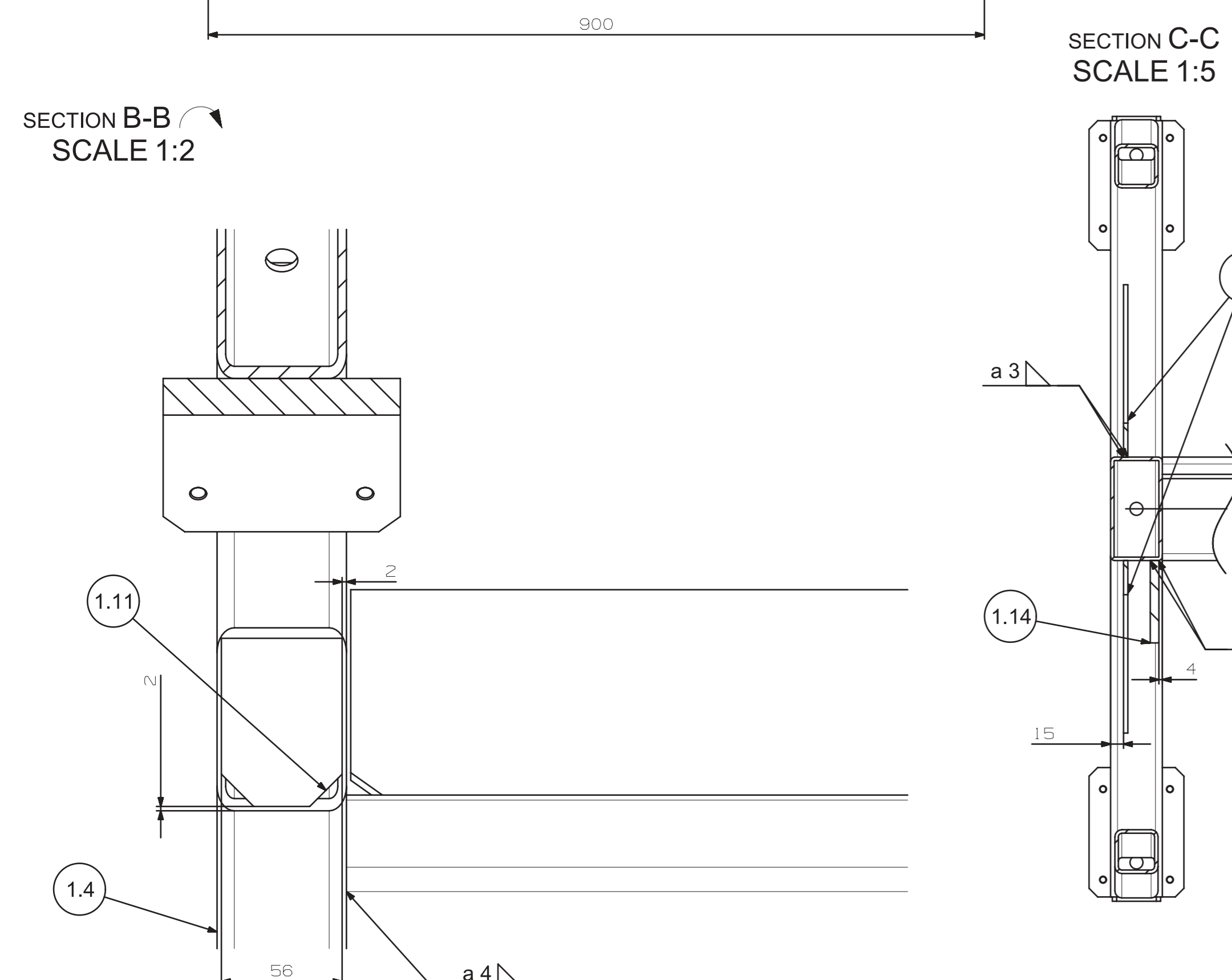
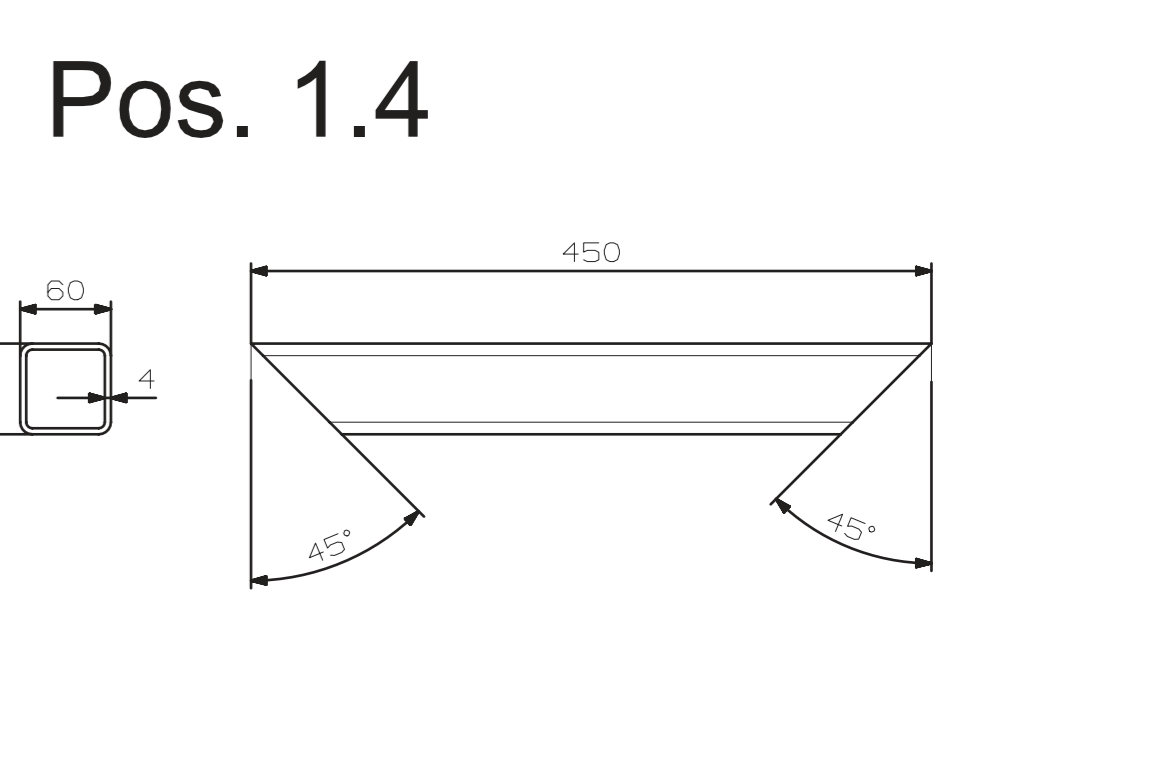
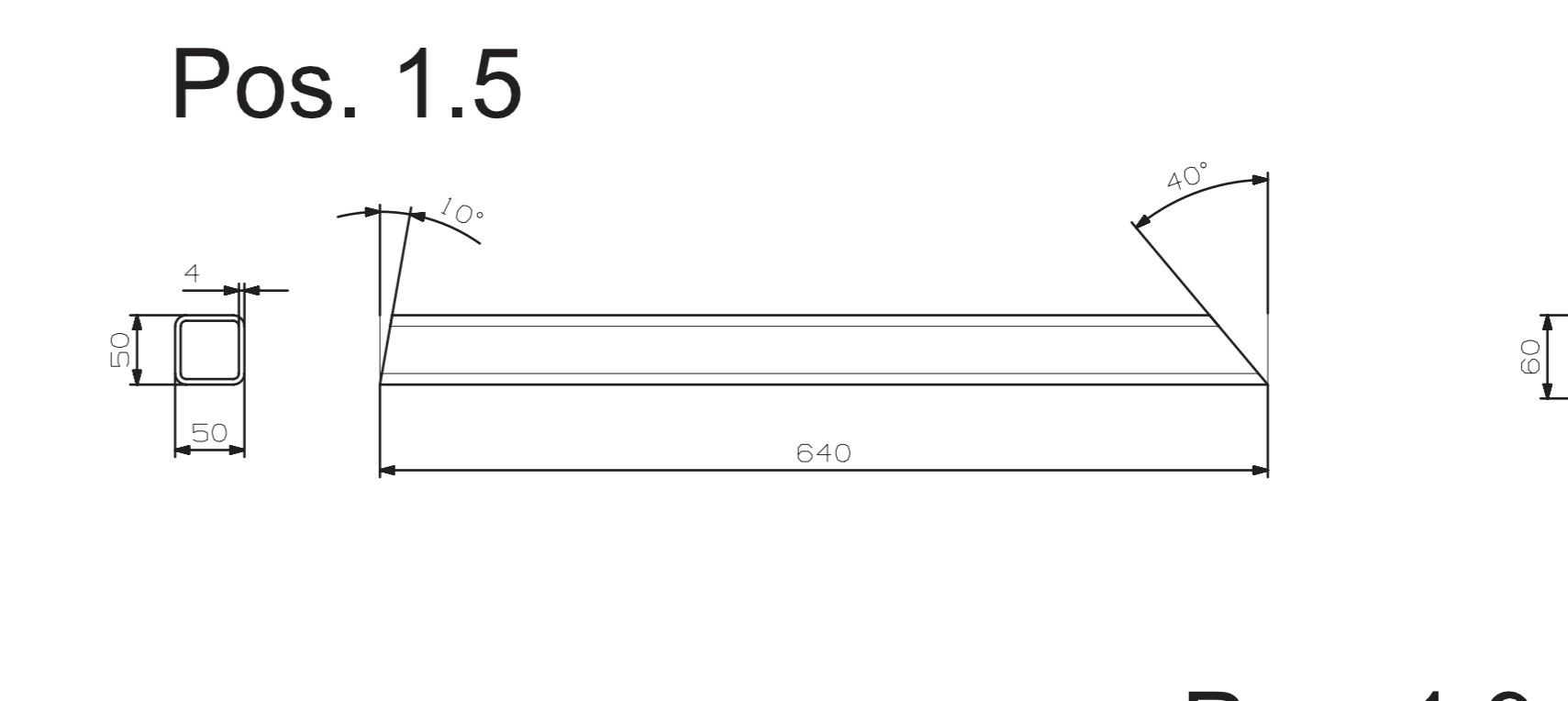
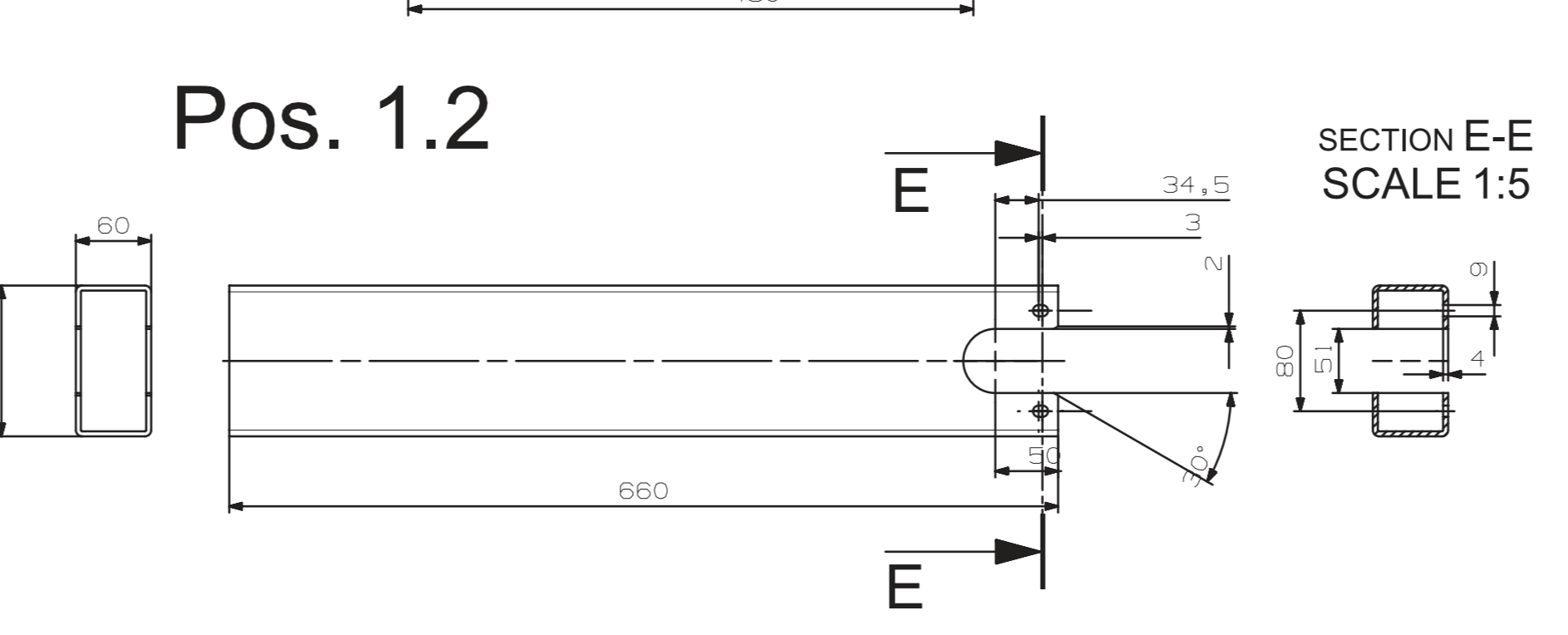
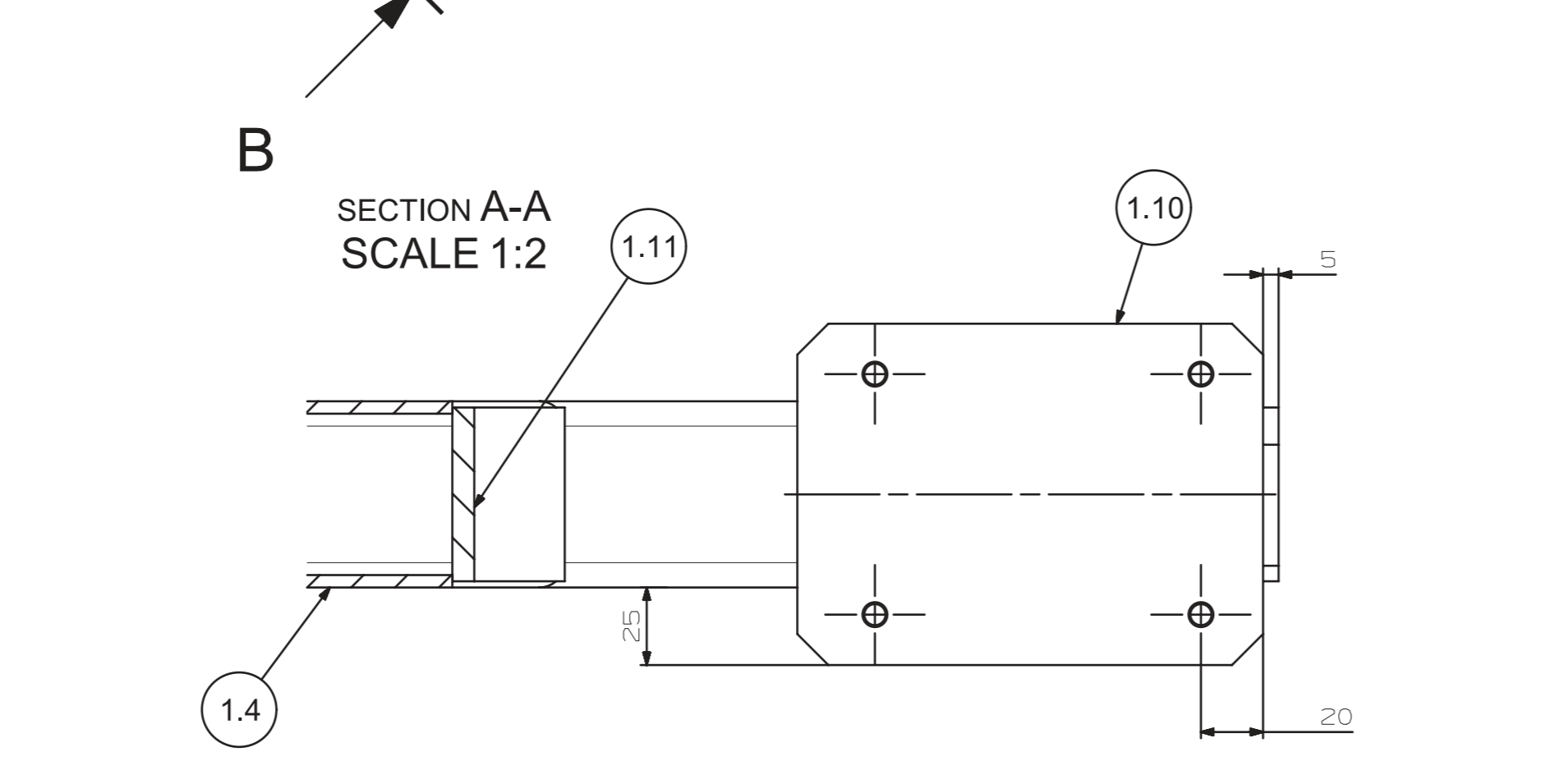
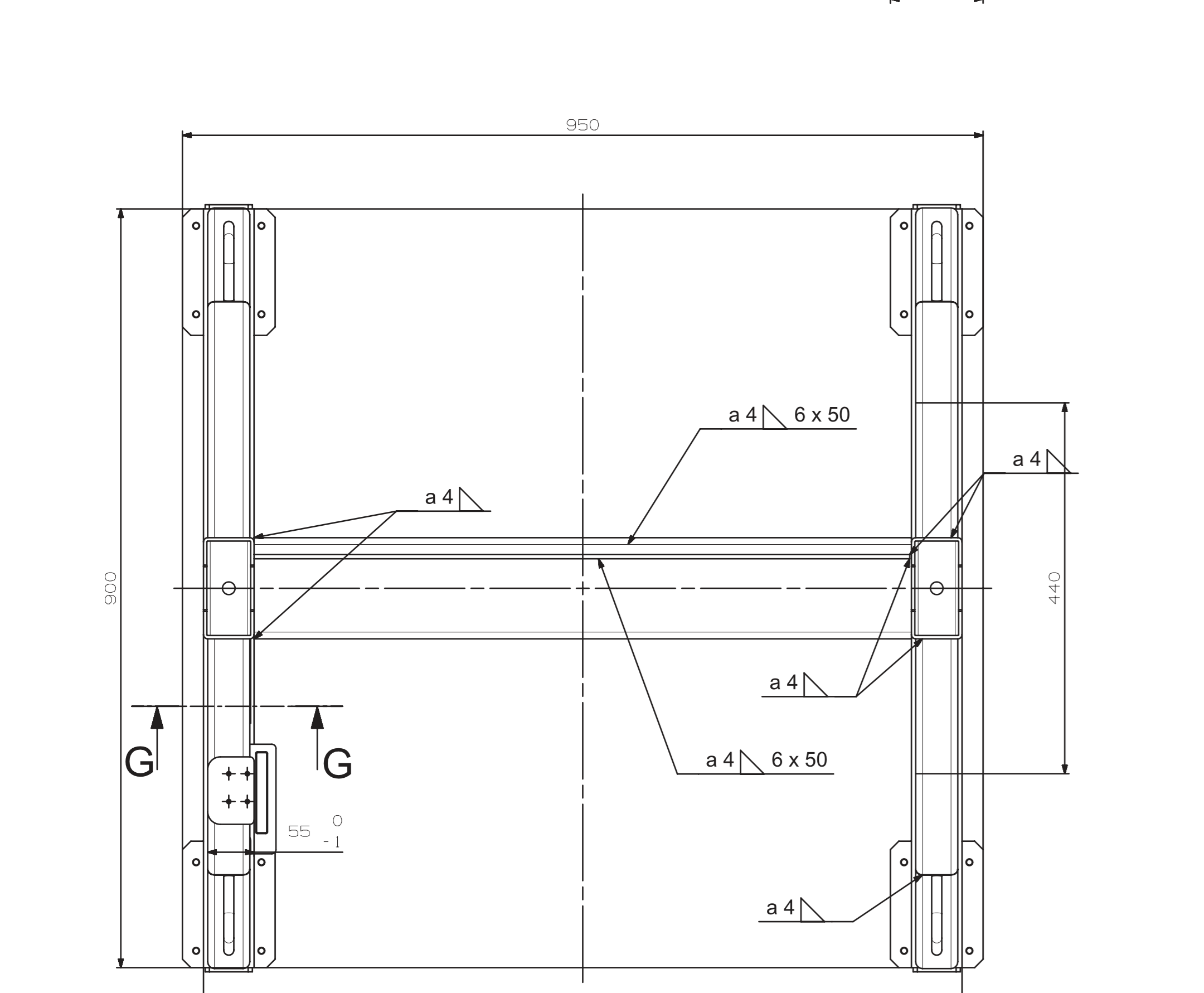
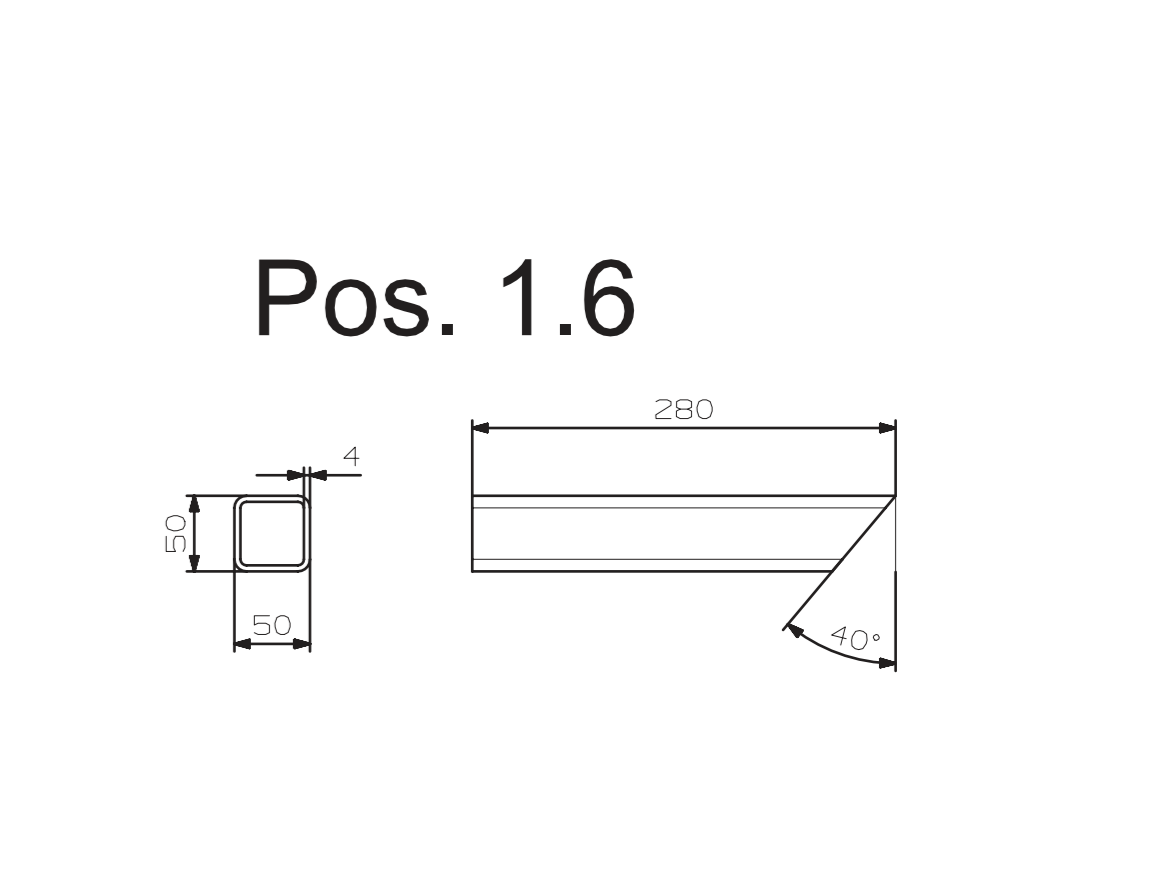
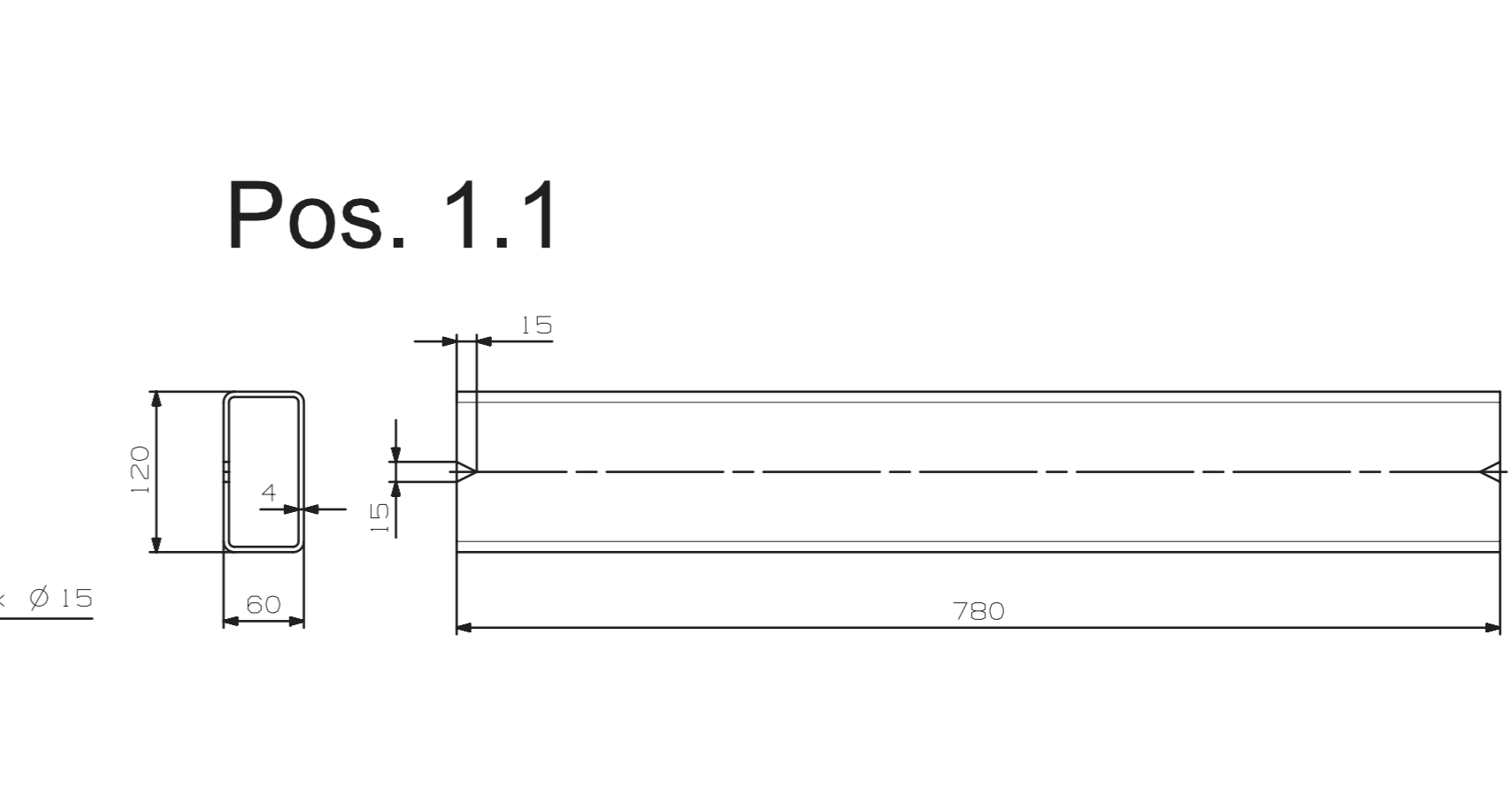
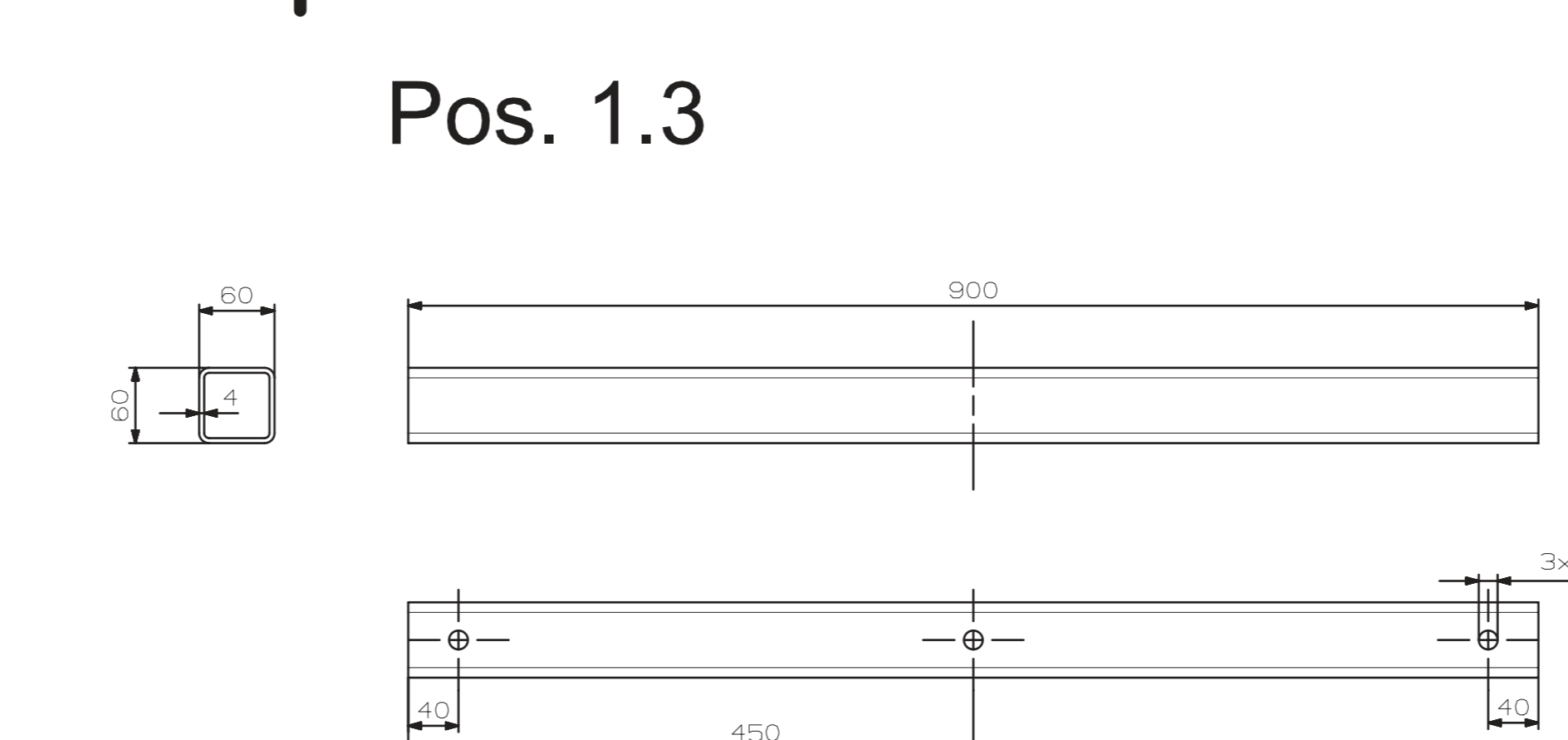
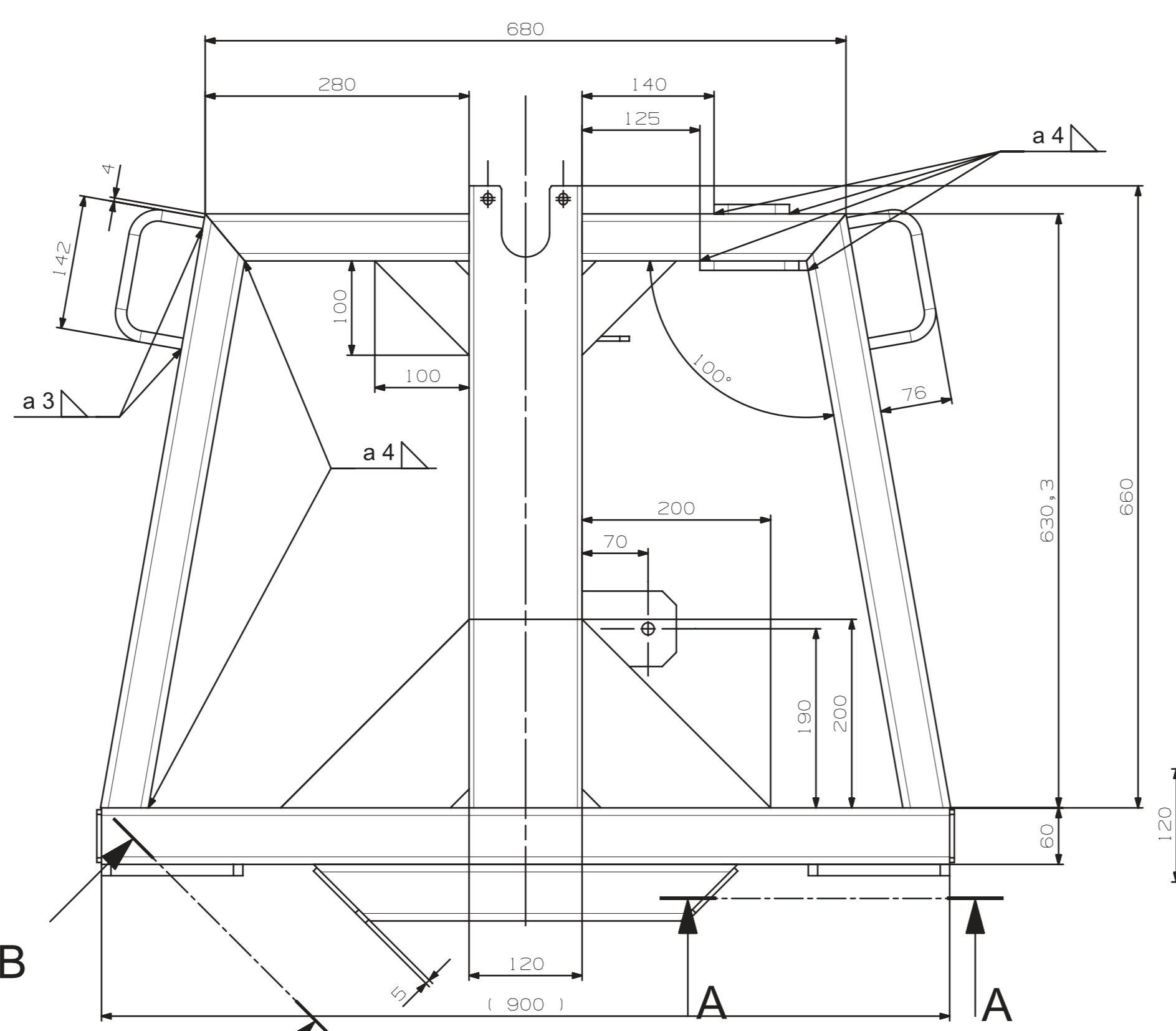
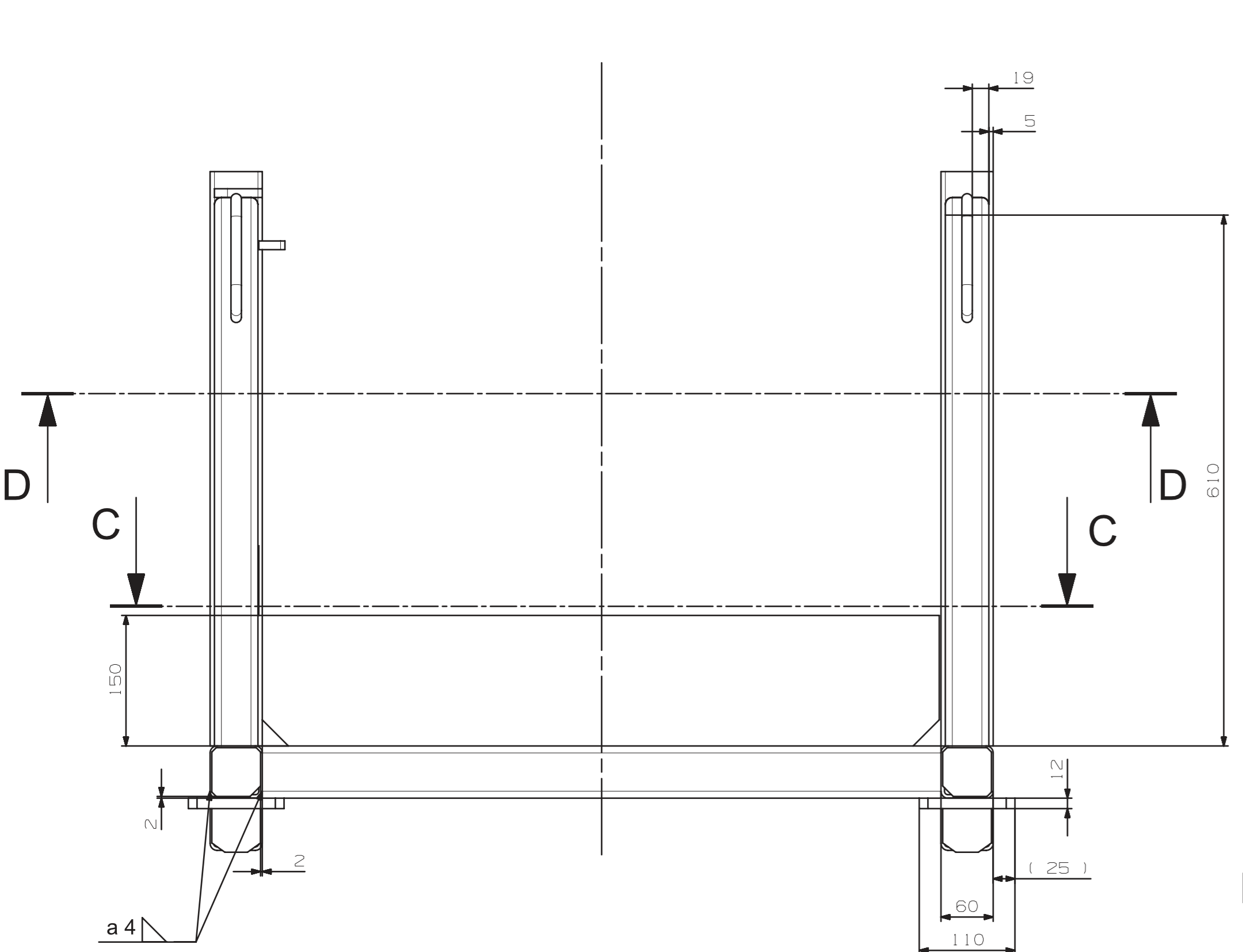
Obrázek 30 - Druhy základních svarů [10] .....	31
Obrázek 31 - Rychloupínač s excentrem [11].....	33
Obrázek 33 - Hřídel s centrovací deskou .....	34
Obrázek 32 - Pružinový pístek GN 817-16-20-B [11].....	34
Obrázek 34 - Uložení hřídele v rámu .....	35
Obrázek 35 - Detail uložení otočného stolu v rámu.....	36
Obrázek 36 - Iso pohled na rámy manipulačního stolu.....	37
Obrázek 37 - Spojení zajišťovací páky s rámem.....	37
Obrázek 38 - Pružinová západka GN 416-12-46-S [11].....	38
Obrázek 39 - Zajištění otočného stolu.....	38
Obrázek 40 - Manipulační stůl .....	39
Obrázek 41 - Zatížení hřídele při úhlu naklopení $\alpha$ .....	41
Obrázek 42 - Graf - Síly zatěžující hřídel v závislosti na úhlu naklopení .....	42
Obrázek 43 - Převod hřídele na výpočtový nosník .....	42
Obrázek 44 - Zatížený nosník .....	43
Obrázek 45 - Rozdělení nosníku, posouvající síly, vnitřní ohybové momenty .....	44
Obrázek 46 - Zatížení ložisek.....	47
Obrázek 48 - Schéma čepu manipulačního stolu .....	48
Obrázek 47 - Schéma zatížení čepů .....	48
Obrázek 49 - Manipulační stůl pro ověření ergonomie.....	50
Obrázek 50 - Manipulační stůl s bočnicí ve výrobním procesu.....	51

## 12 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Hodnocení variant.....	24
Tabulka 2 - Přehled použitých materiálů .....	40
Tabulka 3 - Vypočtené síly v závislosti na úhlu naklopení.....	41
Tabulka 4 - Orientační soupis nákladů.....	52

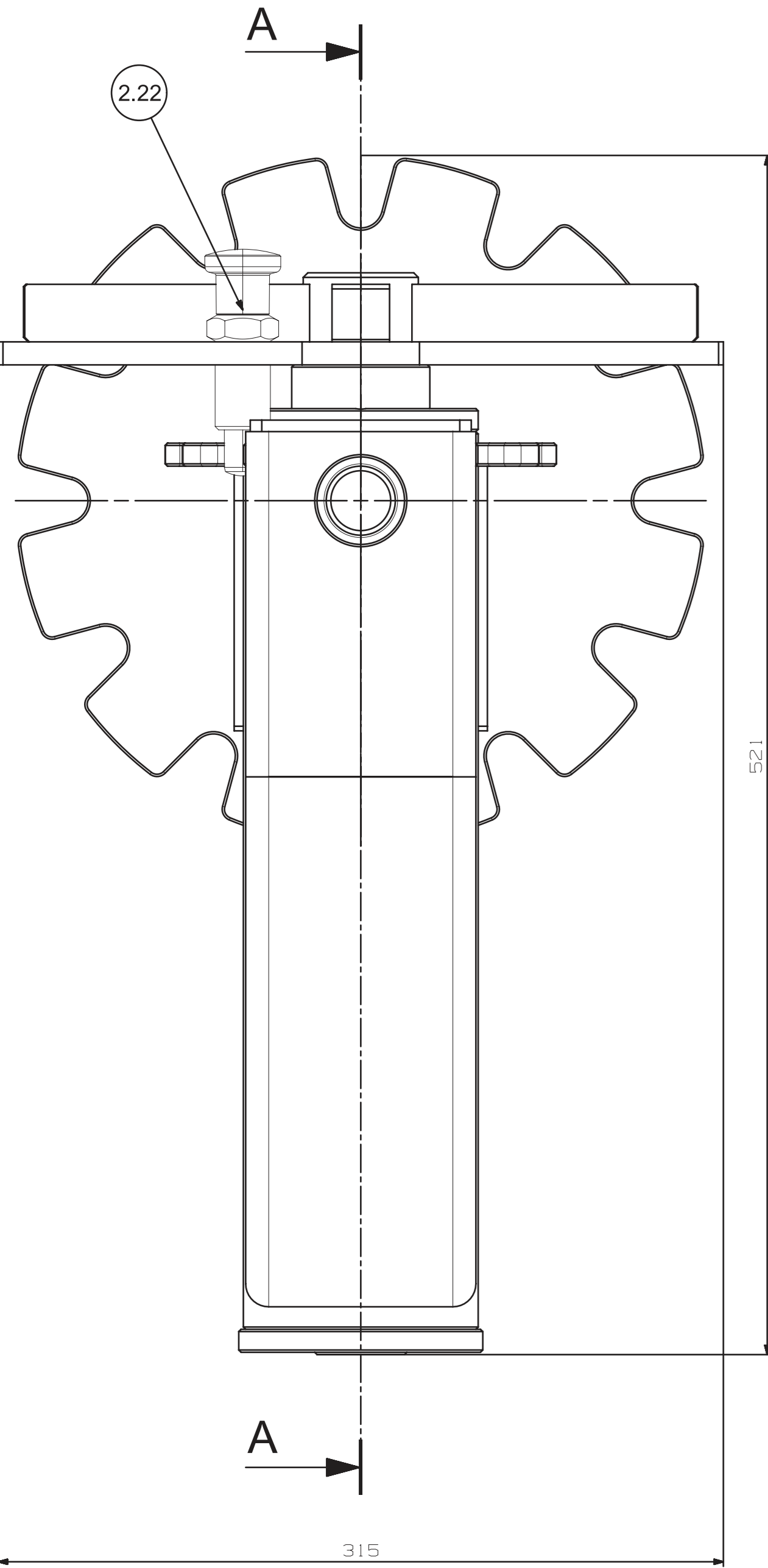




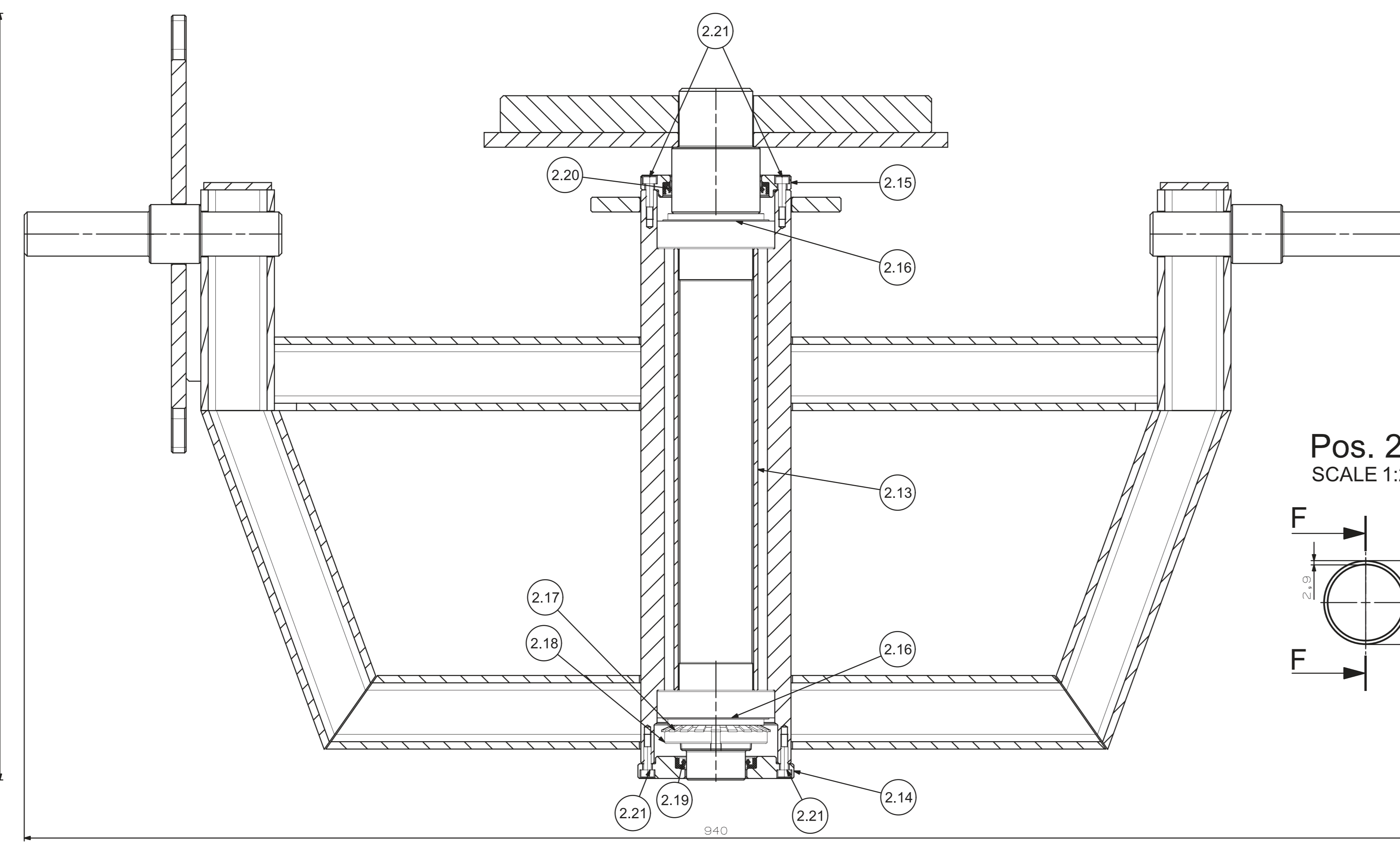


Pos.	Bezeichnung	Material	Norm / Art. Nummer	Halbzeug	Länge	Breite	Stück
1.17	Držadlo	S235JRG2	DIN 1013	D 12	251	55	4
1.16	Deska pro pružinovou západku	S235JRG2	DIN EN 100 25	Plech 10,0	80	55	1
1.15	Deska pro pružinu	S235JRG2	DIN EN 100 25	Plech 5,0	50	30	1
1.14	Deska pro páku	S235JRG2	DIN EN 100 25	Plech 10,0	100	80	1
1.13	Vodící deska	S235JRG2	DIN EN 100 25	Plech 10,0	130	70	1
1.12	Zátka - 2	S235JRG2	DIN EN 100 25	Plech 5,0	56	56	4
1.11	Zátka - 1	S235JRG2	DIN EN 100 25	Plech 5,0	78	56	4
1.10	Deska pro kolečko	S235JRG2	DIN EN 10 058	Plochá 150 x 12	110	100	4
1.9	Výztuha rámu - 3	S235JRG2	DIN EN 100 25	Plech 5,0	100	100	4
1.8	Výztuha rámu - 2	S235JRG2	DIN EN 100 25	Plech 5,0	200	200	4
1.7	Výztuha rámu - 1	S235JRG2	DIN EN 100 25	Plech 5,0	778	150	1
1.6	Profil 50 x 50 - 2	S235JRG2	DIN EN 10 219	50 x 50 x 4	280	4	4
1.5	Profil 50 x 50 - 1	S235JRG2	DIN EN 10 219	50 x 50 x 4	640	4	4
1.4	Profil 60 x 60 - 2	S235JRG2	DIN EN 10 219	60 x 60 x 4	450	2	2
1.3	Profil 60 x 60 - 1	S235JRG2	DIN EN 10 219	60 x 60 x 4	900	2	2
1.2	Profil 120 x 60 - 3	S235JRG2	DIN EN 10 219	120 x 60 x 4	660	2	2
1.1	Profil 120 x 60 - 2	S235JRG2	DIN EN 10 219	120 x 60 x 4	780	1	1

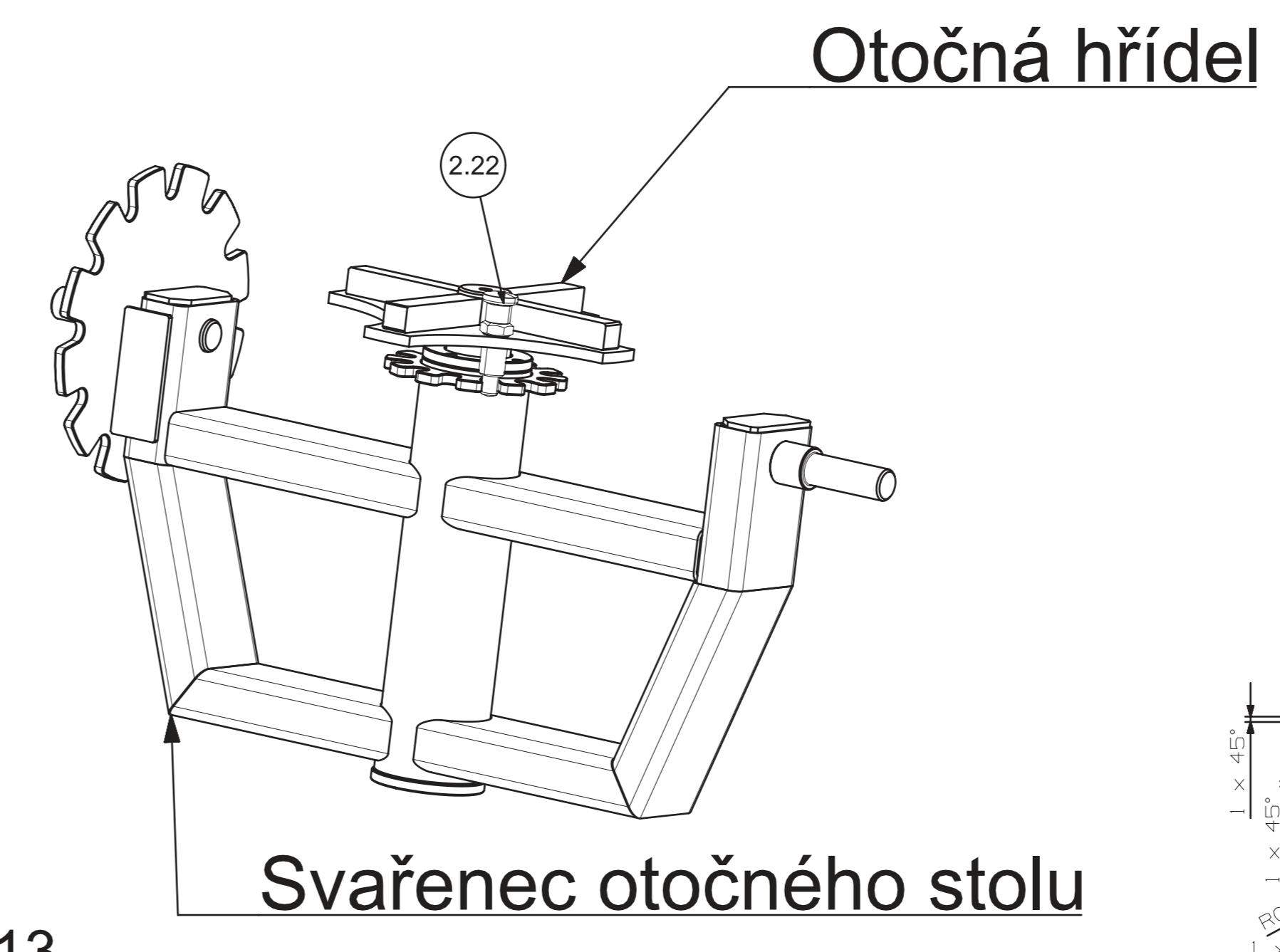
Werkstoffkennzeichnung: S235  
 Allgemeine Toleranzen: ISO 2768-mk  
 Telegprüfung erforderlich:  Ja  Nein  
 MATERIAL / NORM:   
 STÜCK / MASCH:   
 MASSTAB/SCALE: 1:5  
 Erstauftrag:   
 NO. / ANDERUNG / REVISION:   
 DATUM: 12.02.2019  
 NAME: J. Buršík  
 AZ-CZECH S.R.O.  
 Rám  
 ZCHNG. NO. / DWG. NO. HO\_SWP\_WAGEN\_SG\_RAHMEN\_1  
 Ersatz für:



SECTION A-A  
SCALE 1:2



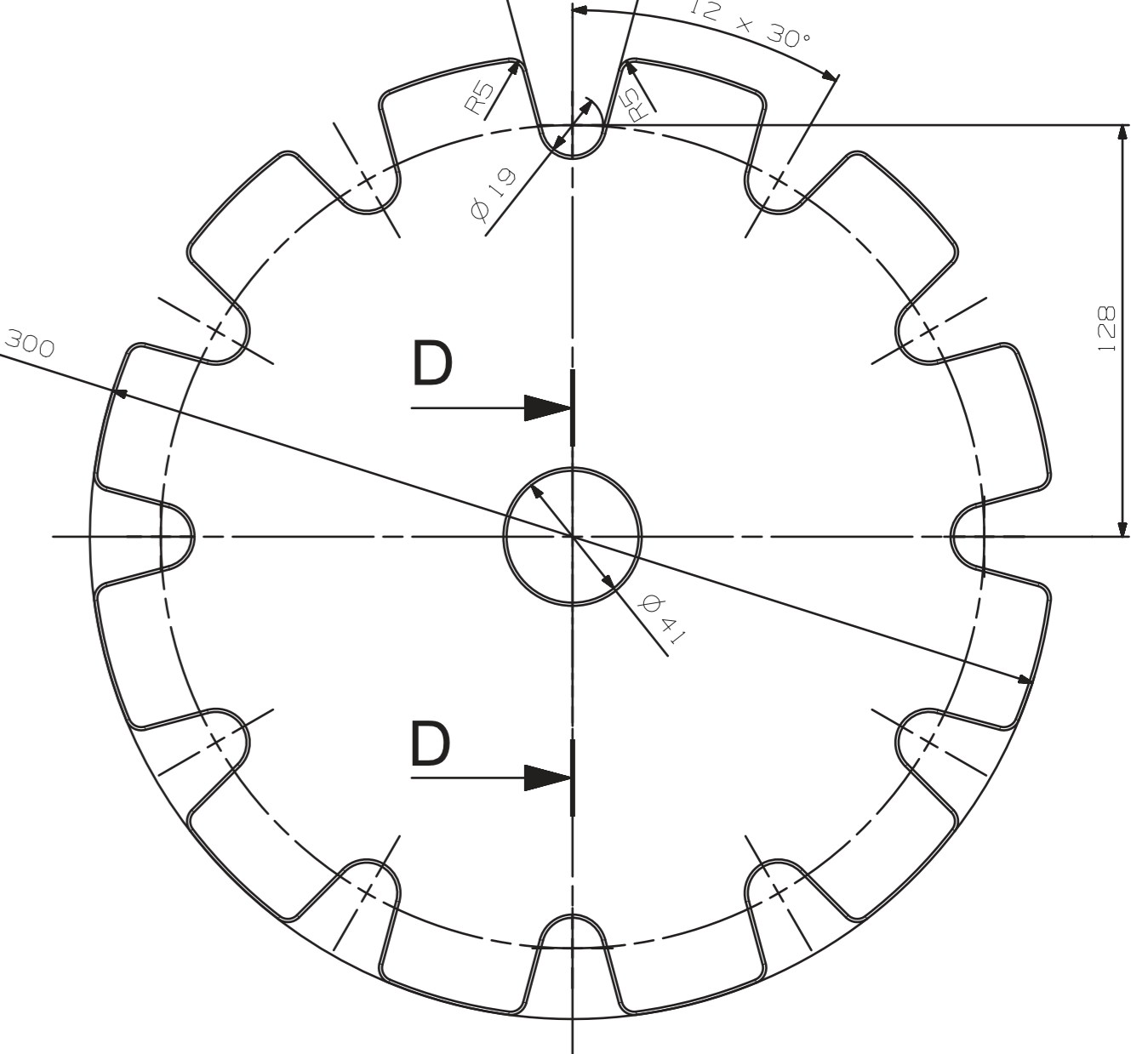
Pos. 2.5  
SCALE 1:2



Svařenec otočného stolu

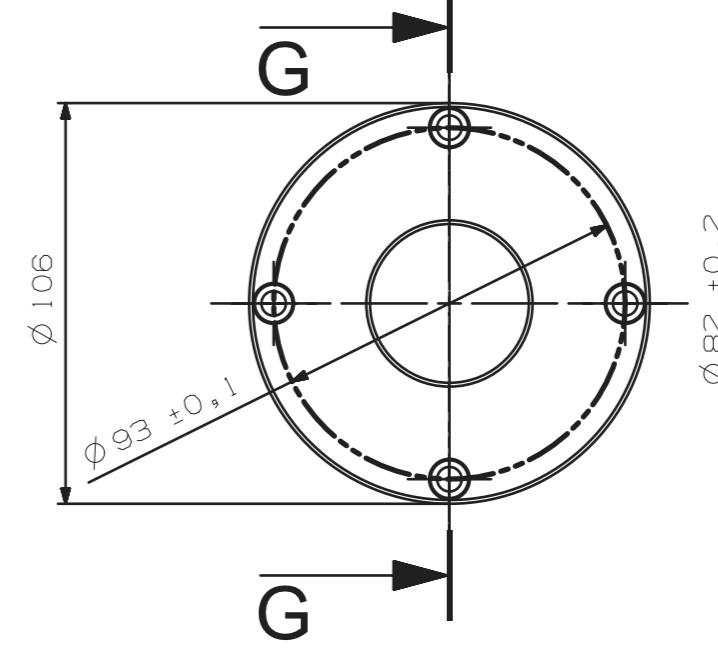
SECTION D-D

Pos. 2.8  
SCALE 1:2

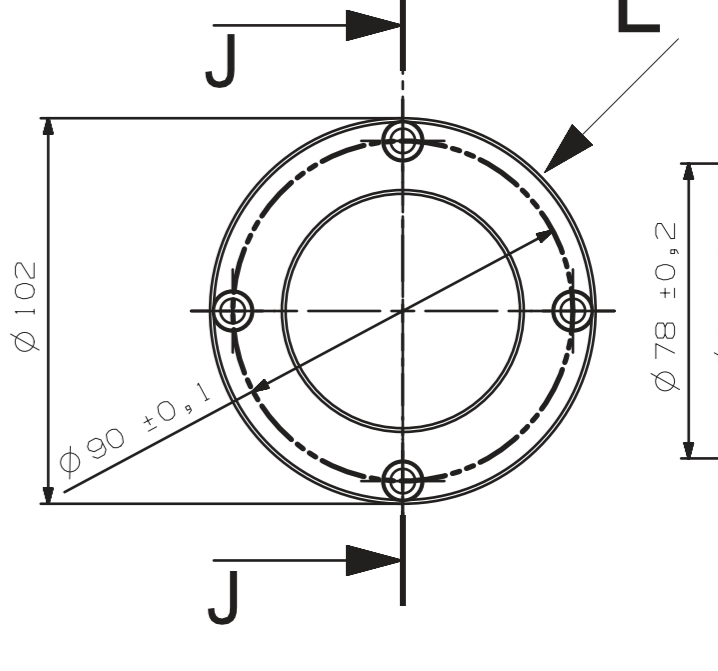


DETAIL H  
SCALE 1:1

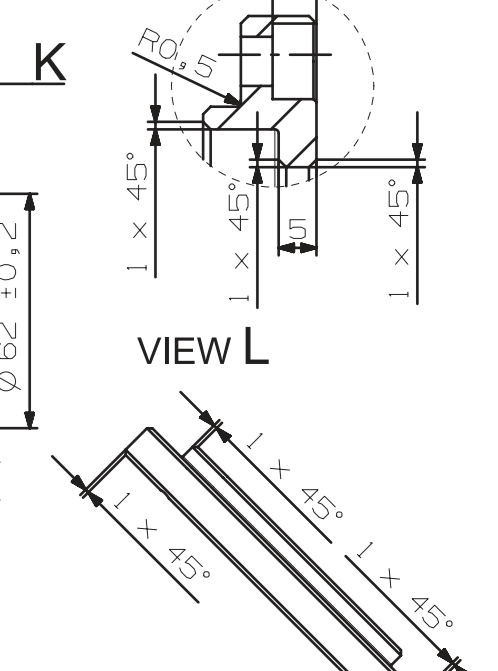
Pos. 2.14  
SCALE 1:2



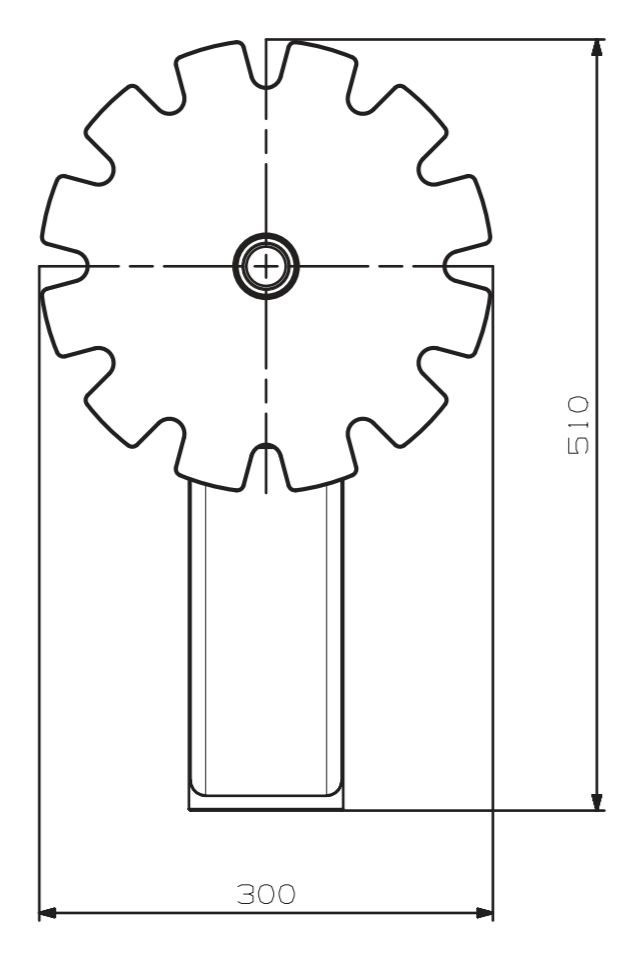
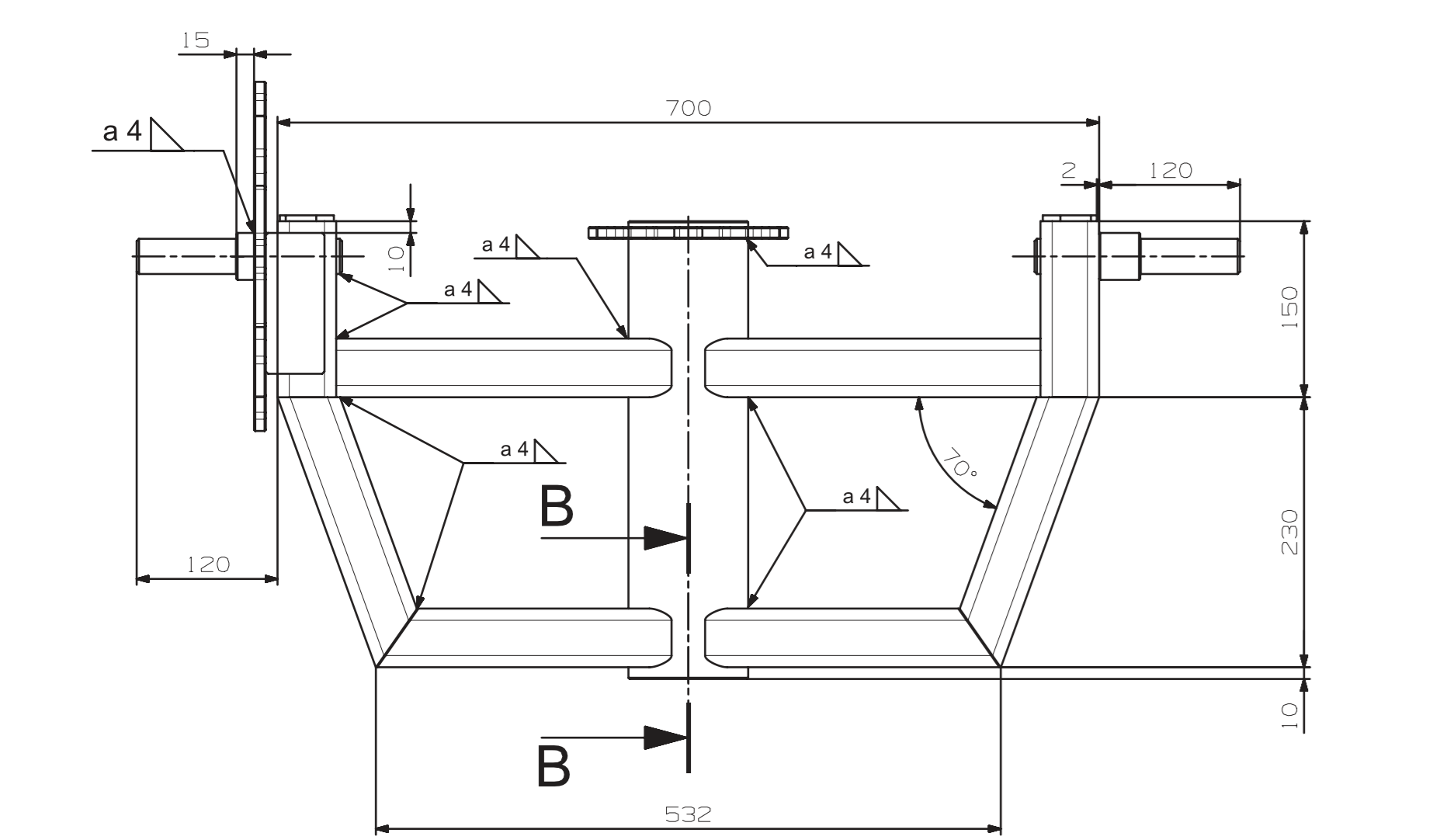
Pos. 2.15  
SCALE 1:2



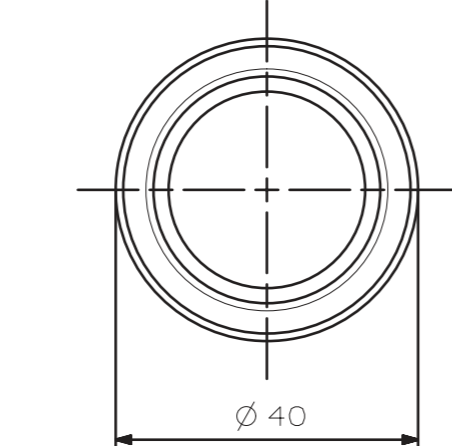
DETAIL K  
SCALE 1:1



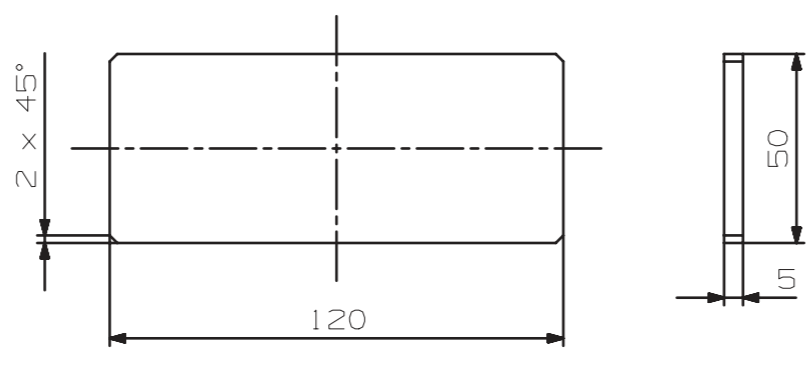
## Svařenec otočného stolu



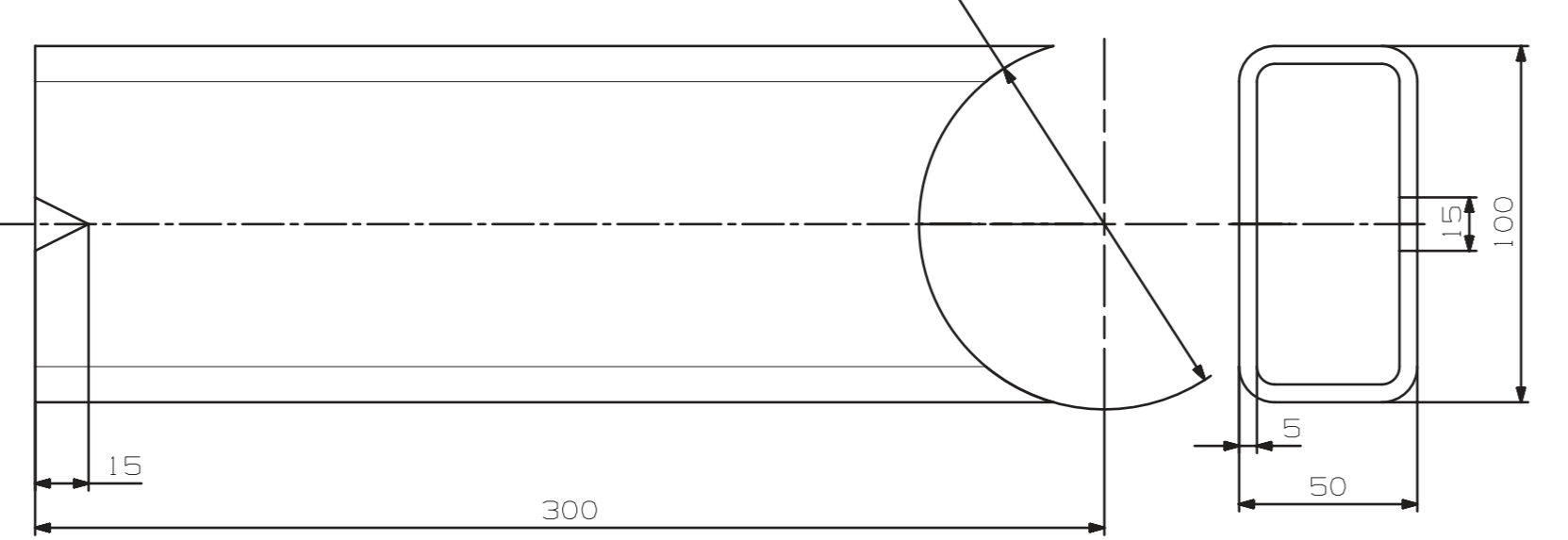
Pos. 2.6  
SCALE 1:1



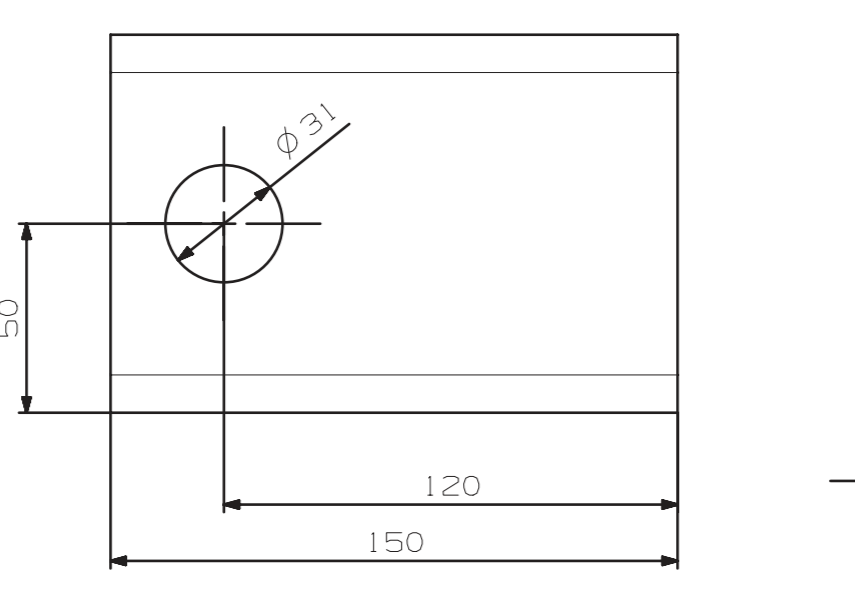
Pos. 2.7  
SCALE 1:2



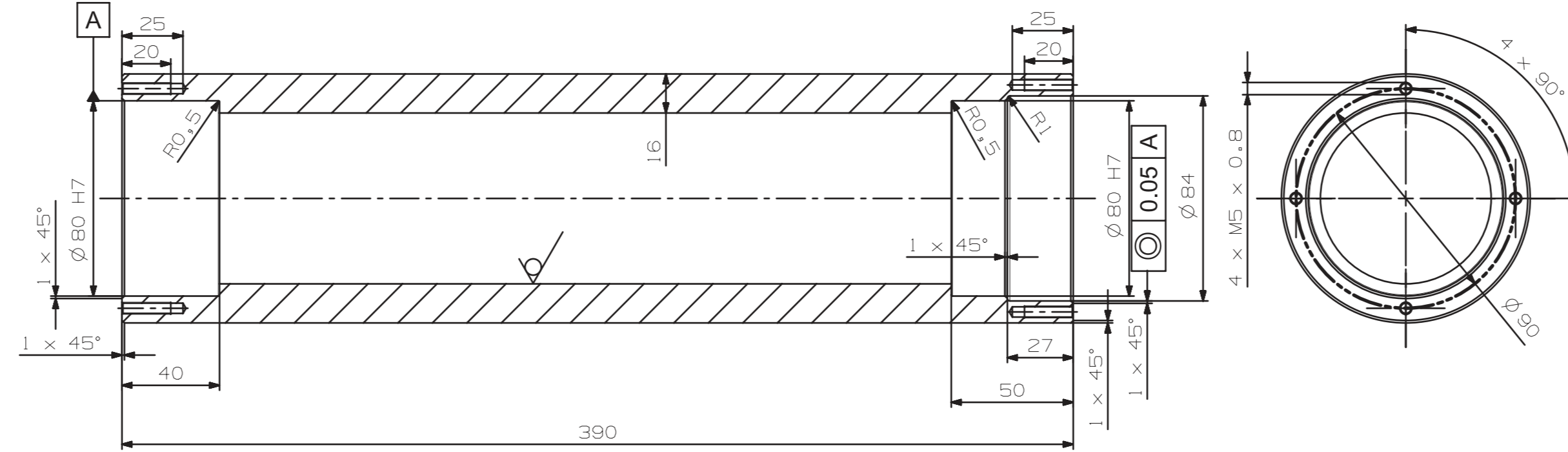
Pos. 2.3  
SCALE 1:2



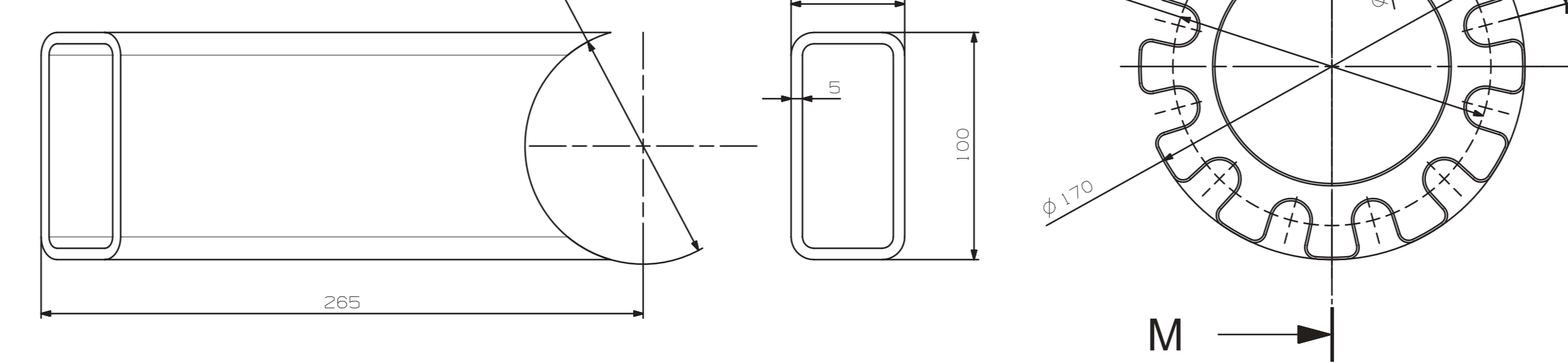
Pos. 2.1  
SCALE 1:2



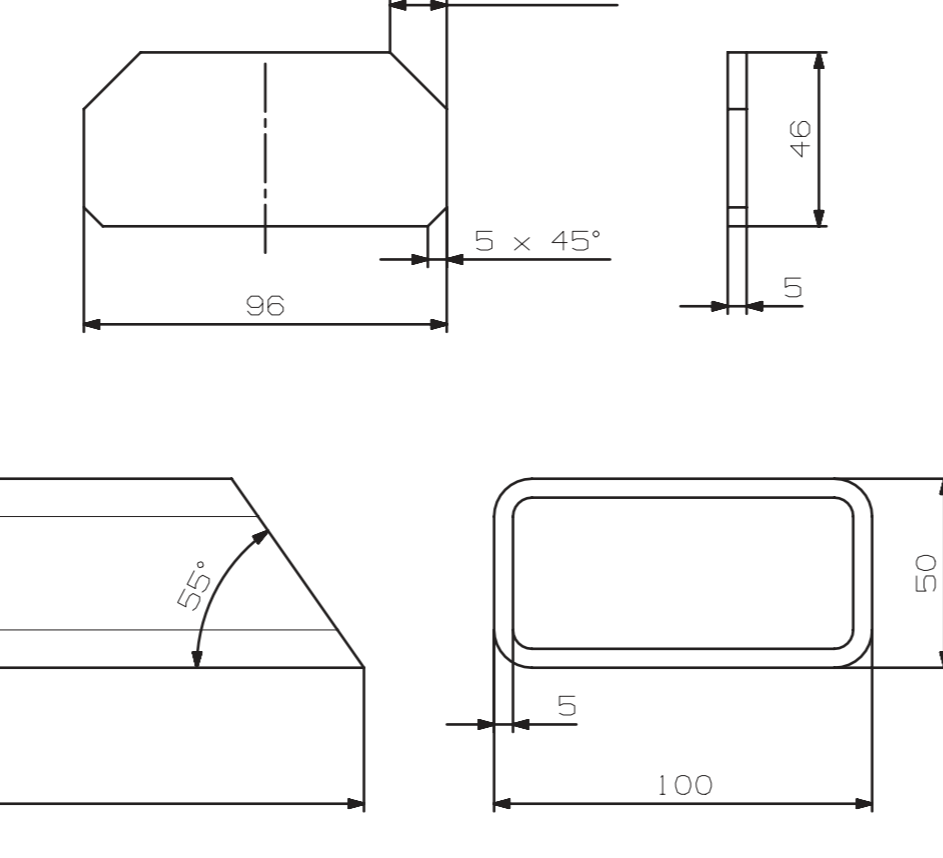
SECTION C-C



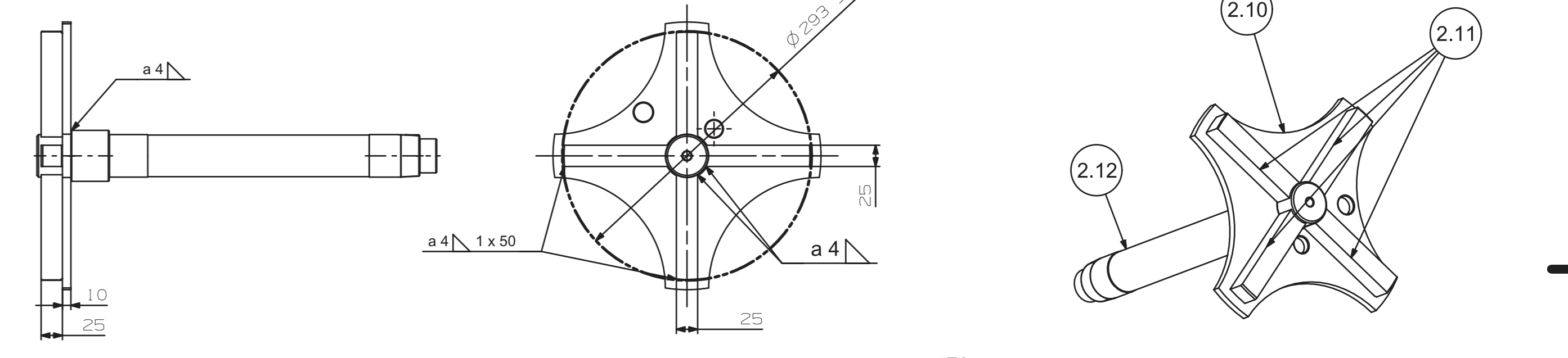
Pos. 2.4  
SCALE 1:2



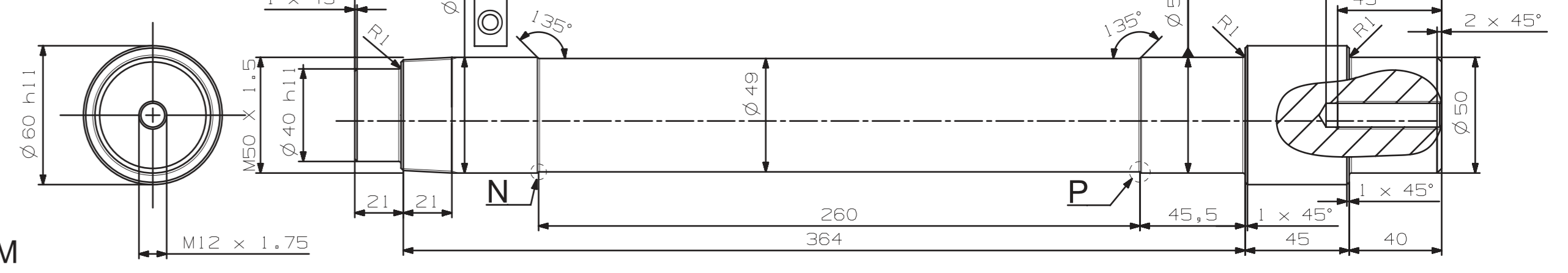
Pos. 2.9  
SCALE 1:2



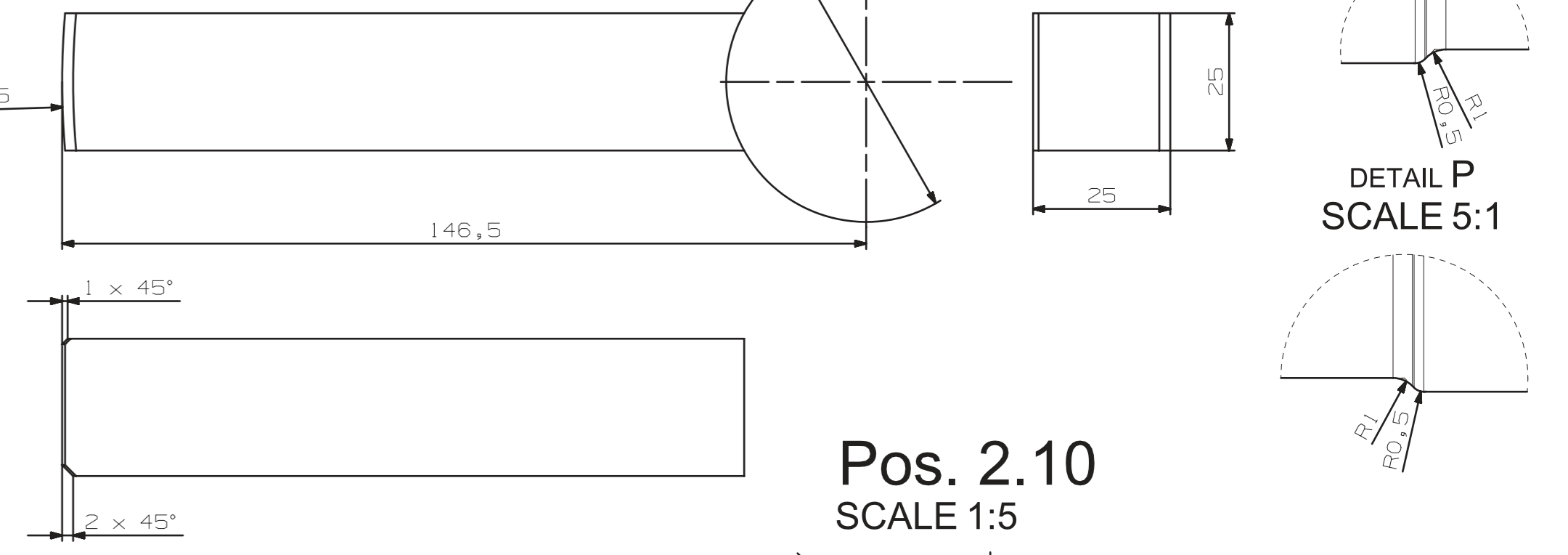
## Otočná hřídel



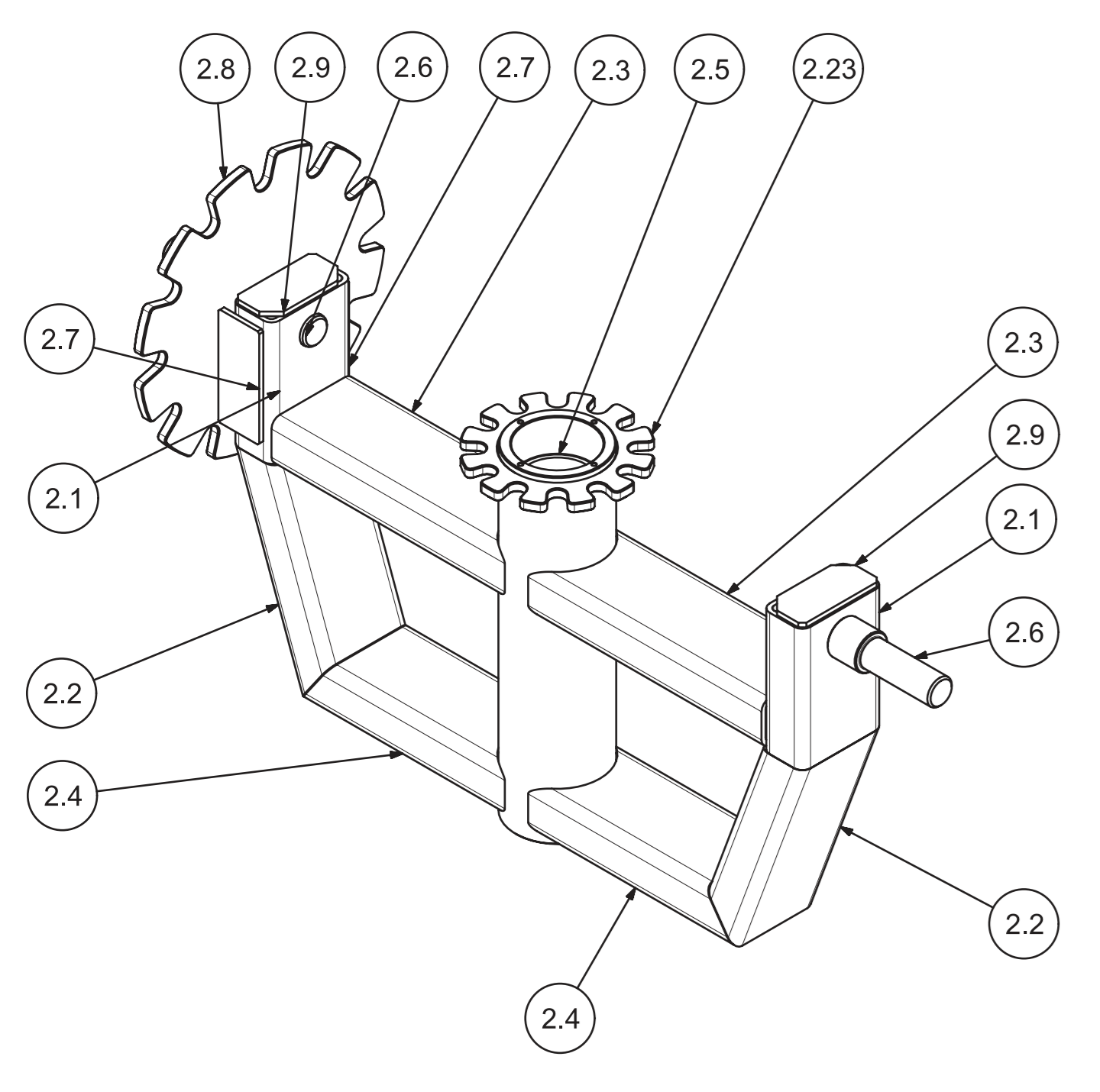
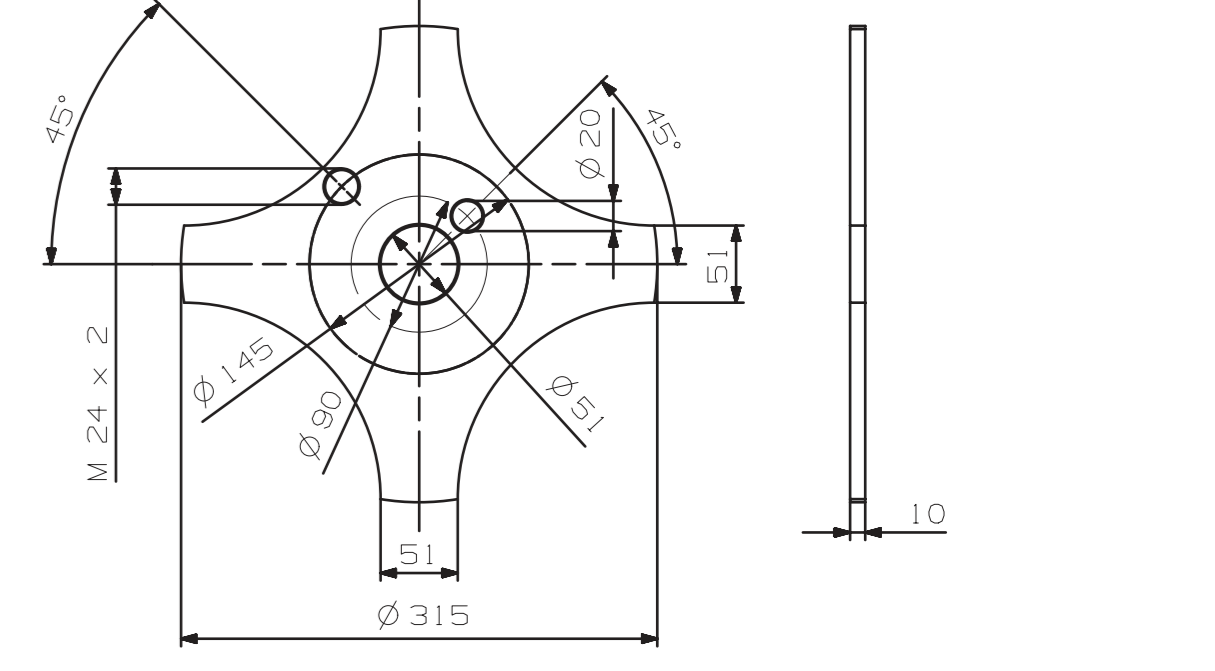
Pos. 2.12  
SCALE 1:2



Pos. 2.11  
SCALE 1:1



Pos. 2.10  
SCALE 1:5



Pos.	Bezeichnung	Material	Norm / Art. Nummer	Halbzeug	Länge	Breite	Stück
2.23	Ozubené kolo - 2	S235JRG2	DIN EN 100 25	Plech 10,0	170	170	1
2.22	Pružinový písteč	GANTER	gn_817-16-20-b				1
2.21	Šroub M5 x 16	8.8 vz.	DIN 912				8
2.20	Těsnění - 2	SKF	60x72x8 HMS5 RG				1
2.19	Těsnění - 1	SKF	40x55x7 HMS5 RG				1
2.18	Matice	SKF	KM 10				1
2.17	Pojistná podložka	SKF	MB 10				1
2.16	Kuželkové ložisko	SKF	33010				2
2.15	Víčko horní	S235JRG2	DIN 1013	D 105	15		1
2.14	Víčko spodní	S235JRG2	DIN 1013	D 110	15		1
2.13	Trubka pro otočný stůl - 1	S235JRG2	DIN 2448	D 57 x 2,9	300		1
2.12	Otočná hřídel	S235JRG2	DIN 1013	D 62	470		1
2.11	Týč pro centrování	S235JRG2	DIN EN 10 058	Plochá 25 x 25	147		4
2.10	Ložná plocha	S235JRG2	DIN EN 100 25	Plech 10,0	315	315	1
2.9	Krytka otočného stolu	S235JRG2	DIN EN 100 25	Plech 5,0	96	46	2
2.8	Ozubené kolo - 1	S235JRG2	DIN EN 100 25	Plech 10,0	300	300	1
2.7	Výztuha ozubeného kola	S235JRG2	DIN EN 100 25	Plech 5,0	120	50	2
2.6	Čep otočného stolu	S235JRG2	DIN 1013	D 40	175		2
2.5	Trubka pro otočný stůl - 2	S235JRG2	DIN 2448	D 102 x 16	390		1
2.4	Profil 100 x 50 - 4	S235JRG2	DIN EN 10 219	100 x 50 x 5	265		2
2.3	Profil 100 x 50 - 3	S235JRG2	DIN EN 10 219	100 x 50 x 5	300		2
2.2	Profil 100 x 50 - 2	S235JRG2	DIN EN 10 219	100 x 50 x 5	245		2
2.1	Profil 100 x 50 - 1	S235JRG2	DIN EN 10 219	100 x 50 x 5	150		2

WSK/STK: 04/17/24  
 Allgemintoleranzen ISO 2768-mk  
 Material / Norm  
 Maßstab/SCALE: 1:5  
 ZCHNG. NO. / DWG. NO.: HO\_SWF\_WAGEN\_SG\_HALTER\_1  
 AZ-CZECH S.R.O.  
 OTOČNÝ STŮL