

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B2301 Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: Dopravní a manipulační technika

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Konstrukce prototypového nástroje pro lisování dílů  
do osobních automobilů

Autor: **Tomáš Truneček**  
Vedoucí práce: **doc. Ing. Martin Hynek, Ph.D.**  
Konzultant: **Ing. Antonín Max**

Akademický rok 2018/2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš TRUNEČEK**  
Osobní číslo: **S16B0155P**  
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**  
Název tématu: **Konstrukce prototypového nástroje pro lisování dílů do osobních automobilů**  
Zadávající 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:

Vypracujte rešerši z oblasti výroby interiérových dílů. Vytvořte model zadaného interiérového dílu. Zpracujte konstrukční návrh lisovací formy pro zadaný díl. Návrh doplňte potřebnými technologickými analýzami.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Rešerše problému
2. Vytvoření modelu daného dílu ve 3D
3. Konstrukční návrh lisovací formy pro zadaný díl s potřebnými technologickými analýzami
4. Vypracování 3D modelů a výrobní dokumentace lisovací formy
5. Zhodnocení navržené konstrukce formy

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah kvalifikační práce: **30-40 stran A4**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

**HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojího inženýra 1. Praha: Computer Press, 1999**

**HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojího inženýra 2. Praha: Computer Press, 2000**

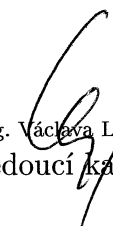
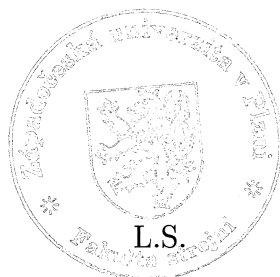
*Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.*

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Martin Hynek, Ph.D.**  
Katedra konstruování strojů  
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Antonín Max**  
Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2018**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2019**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.  
děkan



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

V Plzni dne 16. října 2018

## **Prohlášení o autorství**

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

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

V Plzni dne: .....

.....

## **Poděkování**

Touto cestou bych chtěl poděkovat zejména Ing. Antonínu Maxovi za velmi cenné odborné rady a praktické připomínky. Dále bych chtěl poděkovat doc. Ing. Martinu Hynkovi, Ph.D. za vedení.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině za podporu při studiu.

# ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Truneček	<b>Jméno</b> Tomáš	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	2301R016 „Dopravní a manipulační technika“		
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Doc. Ing. Hynek, Ph.D.	<b>Jméno</b> Martin	
<b>PRACOVÍŠTĚ</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Konstrukce prototypového nástroje pro lisování dílů do osobních automobilů		

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

**POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)**

<b>CELKEM</b>	88	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	40	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	48
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;"><b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b></p> <p><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>Bakalářská práce se zabývá úpravou zadaného dílu ve 3D, popisem tvorby ořezových ploch, konstrukčním návrhem pinčovacího nástroje, popisem použitých komponent nástroje a obsahuje výkresovou dokumentaci vybraných částí nástroje.</p>
<p style="text-align: center;"><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b></p>	<p style="text-align: center;">CAD, automobil, interiérové díly, pinčovací nástroj, NX 11</p>

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Truneček	Name Tomáš	
<b>FIELD OF STUDY</b>	2301R016 “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>	<del>DIPLOMA</del>	<b>BACHELOR</b>	Delete when not applicable
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Prototype construction of automotive parts stamping tool		

<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>	88	<b>TEXT PART</b>	40	<b>GRAPHICAL PART</b>	48
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	This bachelor thesis focuses on modifications of the received 3D model, description of the design of tool-trimming surfaces, design of the pinching tool itself and description of used components and it also includes technical drawings of chosen components of the tool.
<b>KEY WORDS</b>	CAD, car, interior parts, pinching tool, NX 11

# Obsah

Seznam použitých veličin, zkratek a symbolů	8
Úvod	9
<b>1 Výroba interiérových dílů</b>	<b>9</b>
1.1 Interiérové díly	9
1.2 Pohledové díly	9
1.2.1 Materiály používané k výrobě pohledových dílů	10
1.2.2 Postup výroby pohledového dílu	10
1.3 Pinčovací nástroje	11
<b>2 Tvorba ořezových ploch bloků nástroje</b>	<b>12</b>
2.1 Zpracování poskytnutých dat	12
2.2 Zohlednění teplotní roztažnosti materiálu bloků nástroje	12
2.2.1 Výpočet	13
2.2.2 Vyhodnocení	13
2.3 Scaling zadaného dílu na základě zohlednění teplotní roztažnosti materiálu bloků nástroje	13
2.4 Tvorba ploch zadaného dílu	14
2.4.1 Zpracování upraveného 3D modelu zadaného dílu	14
2.4.2 Analýza tečné návaznosti extrahovaných ploch	14
2.5 Tvorba ořezových ploch strany plechu	15
2.5.1 Zajištění zadané minimální vzdálenosti mezi díly	16
2.5.2 Výplň otvorů dílu	16
2.5.3 Výběhové plochy	16
2.6 Tvorba ořezových ploch pohledové strany	17
2.6.1 Tvorba pinčovací hrany	18
2.6.2 Tvorba odlehčení výběhových ploch	18
2.6.3 Návrh rozměru bloků nástroje a tvorba lícovacích plošek	19
2.7 Analýzy vytvořených ořezových ploch	20
2.7.1 Analýza tečné návaznosti ořezových ploch	20
2.7.2 Analýza podkosů ořezových ploch	20
<b>3 Konstrukční návrh nástroje</b>	<b>22</b>
3.1 Horní a spodní blok nástroje	23
3.1.1 Upínací systém nástroje	24
3.1.2 Středící čep	24
3.2 Vodící elementy nástroje	25
3.2.1 Mečové vedení	25
3.2.2 Meče	25
3.3 Dorazy	26
3.3.1 Dorazy nástroje	26
3.3.2 Materiálové dorazy	27



3.4	Temperační systém bloků nástroje . . . . .	27
3.4.1	Vrtání temperačního systému bloků nástroje . . . . .	27
3.4.2	Prvky usměrnění toku média temperačního systému . . . . .	29
3.4.3	Rychlospojky . . . . .	30
3.4.4	Teploměry . . . . .	31
3.4.5	Kontrolní kolíky . . . . .	31
3.5	Izolace . . . . .	31
3.5.1	Podkladové desky . . . . .	32
3.5.2	Spojení izolace a podkladové desky s blokem nástroje . . . . .	33
3.6	Transportní prvky nástroje . . . . .	35
3.6.1	Transportní destičky . . . . .	35
3.6.2	Transportní pásy s oky . . . . .	35
<b>4</b>	<b>Závěr</b>	<b>36</b>
	<b>Literatura</b>	<b>37</b>
	<b>Příloha č. 1 Zadání konstrukce</b>	<b>i</b>
	<b>Příloha č. 2 Náhled zadaného dílu</b>	<b>vii</b>
	<b>Příloha č. 3 Detaily vybraných obrázků</b>	<b>ix</b>
	<b>Příloha č. 4 Katalogové listy nakupovaných komponent</b>	<b>xiv</b>

## Seznam použitých veličin, zkratk a symbolů

### Veličiny

Značka	Jednotka	Název veličiny
$\alpha_l$	$[K^{-1}]$	Teplotní součinitel délkové roztažnosti
t	$[^{\circ}C]$	Teplota
T	[K]	Termodynamická teplota

### Zkratky

Zkratka	Význam zkratky
3D	Trojrozměrný
bar	Jednotka tlaku (1 bar = 0,1 MPa)
CAD	Computer aided design (počítačová podpora konstruování)
DIN	Deutsche Industrie-Norm (německá národní norma)
G 3/4"	Označení trubkového závitu v palcích o velikosti 3/4 in
G 1"	Označení trubkového závitu v palcích o velikosti 1 in (1 in = 25,4 mm)
HRC	Tvrdost podle Rockwella (indentor — diamantový kužel s vrcholovým úhlem 120°)
mm	Milimetr
PA	Polyamid
PET	Polyethylentereftalát
PP	Polypropylen

### Symboly

Symbol	Popis symbolu	Význam symbolu
$\Delta$	Delta	Diference, odchylka

# Úvod

Cílem této bakalářské práce je konstrukce prototypového nástroje pro lisování dílů do osobních automobilů pomocí softwaru Siemens NX 11.

Práce se zaměřuje, po stručném úvodu do problematiky výroby interiérových dílů, na praktickou konstrukci nástroje. Praktická konstrukce nástroje je rozdělena na část tvorby 3D CAD modelu zadaného dílu v plochách, vycházejícího z poskytnutého 3D CAD modelu zadaného dílu. Dále na část tvorby ořezových ploch a na detailněji popsanou část tvorby 3D CAD modelu nástroje.

Práce dále obsahuje výkresovou dokumentaci v podobě hlavní sestavy nástroje a dalších vybraných součástí.

Vstupem pro vypracování této práce je Zadání konstrukce (Příloha č. 1) a 3D model zadaného dílu (vyobrazen v Příloze č. 2) ve formátu „CATIA Part“ softwaru Dassault Systèmes CATIA.

## 1 Výroba interiérových dílů

### 1.1 Interiérové díly

Interiérové díly jsou díly vyráběné typicky metodami lisování, pinčování, pěnování, případně dalšími metodami. Uvedené metody jsou využívány nejvíce v automobilovém průmyslu. [1]

Hlavní vlastností interiérových dílů je zejména eliminace hluku a vibrací z okolí, např. od motoru, podvozku, či z vně automobilu, a dále snižování tepelných vlivů, např. od motoru, vnějšího prostředí. [1]

Interiérové díly lze rozčlenit na díly akustické a na díly pohledové. Akustický díl obecně vyplňuje prostory např. mezi kapotou a pohledovým dílem, prostorem motoru. Za normálních okolností nejsou akustické díly ve většině případů viditelné. [2]  
Díly pohledovými se zabývá následující podkapitola (1.2 Pohledové díly).

### 1.2 Pohledové díly

Pohledový díl je obecně díl, viditelný z vnitřní části automobilu. Pohledový díl se od dílu akustického liší zejména použitými materiály k jeho výrobě. Mezi požadavky pro pohledový díl se totiž, mimo funkční vlastností dílu, řadí také estetické hledisko. [1]

Hlavními vlastnostmi pohledového dílu jsou ochrana a zakrývání plechových částí karosérie automobilu, tlumení rázů, vibrací, akustických účinků přenášených z okolí automobilu na cestující, či únik zvuků do okolí automobilu, zvýšení estetické úrovně a zpříjemnění pobytu cestujících v automobilu. [1]

Rozlišují se dvě strany pohledových dílů — strana plechu, která směřuje ke karoserii automobilu a pohledová strana.

### 1.2.1 Materiály používané k výrobě pohledových dílů

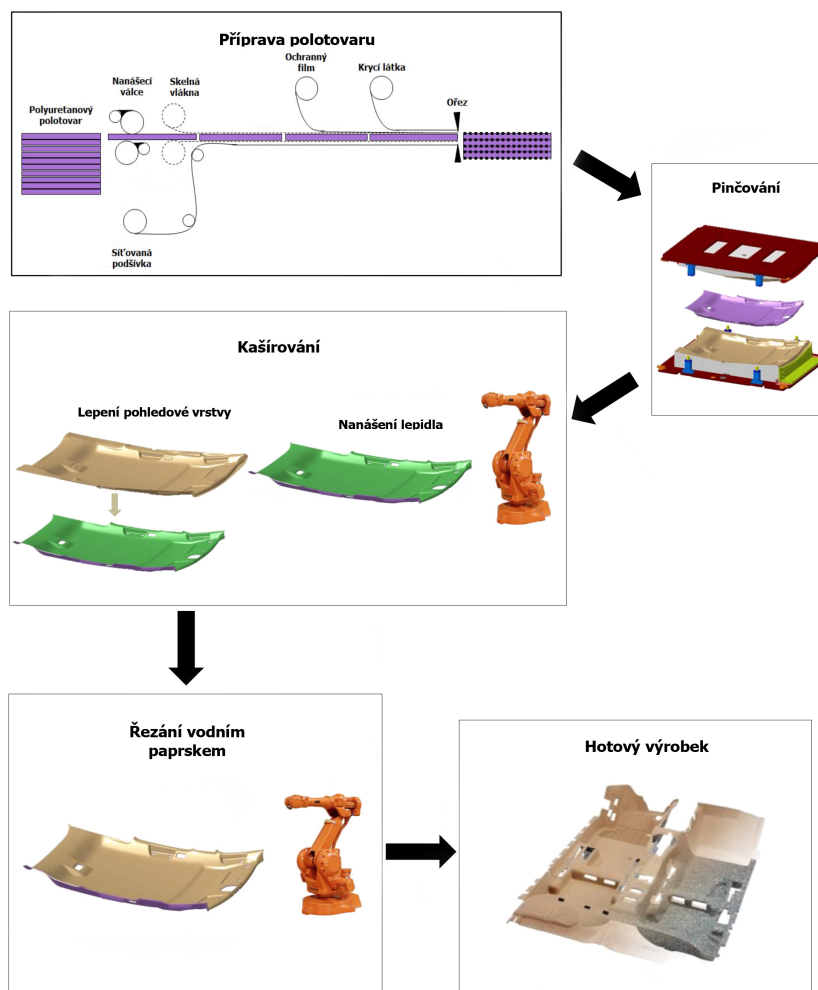
Typ a složení dílu přímo určují složení použitých materiálů. Základ většiny dílů je tvořen netkanými textiliemi vyrobenými promícháním textilních vláken, např. balvna, kenaf, juta, a syntetických vláken na základě požadovaných vlastností materiálu. Mimo textilních materiálů lze případně využít např. také skelných vláken, hliníkových fólií. [1]

Textilní vlákna plní funkci základového materiálu. Syntetická vlákna jsou využívána jako přídatkový materiál — typicky termoplastická vlákna založena na stavbě PA, PET, PP slouží k vytvrzování dílu. Přidáním skelných vláken lze docílit vyšší tvarové stálosti a teplotní odolnosti dílu. Pro tepelně náročnější aplikace lze využít hliníkových fólií k odstínění nežádoucích tepelných účinků. [1]

#### Duroptex

Zadáním konstrukce (Příloha č. 1) je určen materiál výrobku — Duroptex + skelná vlákna. Jedná se o mnohostranně použitelný materiál používaný pro výrobu akustických i pohledových dílů. Materiál Duroptex je složen z bavlny zpevněné termosetickými pojivky. Přidáním skelných vláken lze dosáhnout vyšší tuhosti a tepelné odolnosti. Požadované pevnosti dílu lze dosáhnout lisováním polotovaru na danou tloušťku. [1]

### 1.2.2 Postup výroby pohledového dílu



Obrázek 1: Postup výroby pohledového dílu [1]

Výroba pohledového dílu začíná přípravou polotovaru pro pinčování, který je upravován nanášením skelných vláken, resp. ochranného filmu, krycí látky, síťované podšívky. Po nanesení všech vrstev je rozměr polotovaru upraven pro zpracování procesem pinčování. Po přípravě polotovaru následuje proces pinčování (podkapitola 1.3 Pinčovací nástroje). Jelikož proces pinčování probíhá za zvýšené teploty, která by znehodnotila pohledovou stranu výlisku s povrchem zvýšené jakosti, následuje po procesu pinčování proces kaširování. Při procesu kaširování je pohledová strana dílu opatřena jakostní vrstvou pomocí lepidel nebo termoplastických látek nanesených po ploše výlisku. Finálním procesem výroby pohledového dílu je řezání vodním paprskem, který zaručí obvodovou přesnost a případně vytvoření děr na výlisku. Řezání vodním paprskem probíhá na obráběcích centrech. [1]

### 1.3 Pinčovací nástroje

Úkolem pinčovacího nástroje je slisování polotovaru na požadovaný tvar a současně jeho odseknutí (pinčování) na požadovaný obvodový tvar. Lisování zajišťují tvarové plochy, vyfrézované do bloků nástroje. Odseknutí je realizováno pomocí pinčovací hrany, která z polotovaru odsekne („vystřihne“) vyráběný díl. Při odseknutí polotovaru dojde u bloků obou polovin nástroje ke kolizi v místě pinčovací hrany. [4]

Pinčovací hrana je pro zvýšení tvrdosti kalena laserem na 40 – 60 HRC. [4]

Lisovací síla potřebná k odseknutí polotovaru vychází ze vztahu

$$\sigma = \frac{F}{S}, \quad (1)$$

kde  $\sigma$  je normálové napětí potřebné k odseknutí polotovaru,  $F$  je lisovací síla a  $S$  je na sílu kolmý průmět plochy pinčovací hrany. Tedy lisovací síla  $F$  je přímo úměrná součinu plochy  $S$  a pro daný díl konstantního napětí  $\sigma$ .

Šířka pinčovací hrany je obecně 0,5 – 1,5 mm, tedy plocha pinčovací hrany (v důsledku také lisovací síla) je poměrně malá. [4]

Další snížení lisovací síly se realizuje odlehčením na jedné z výběhových ploch (kapitola 2 Tvorba ořezových ploch bloků nástroje) tak, aby nedocházelo k lisování materiálu v místech, kde to není zapotřebí, např. v místech která se po odseknutí stanou odpadem. [5]

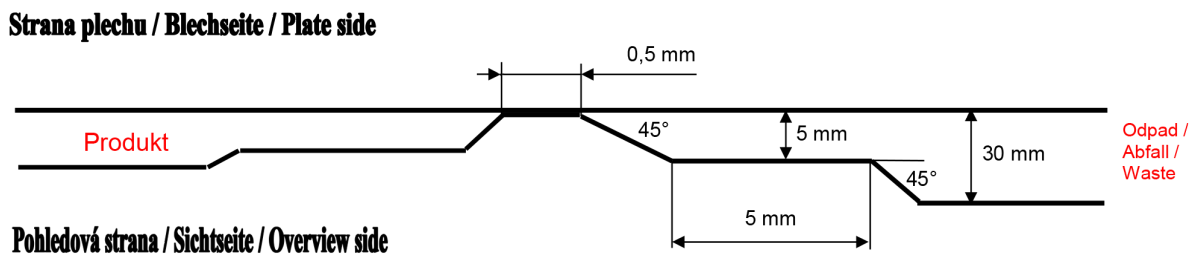
Za účelem zlepšení plasticity polotovaru, případně vyvolání vytvrzovacích procesů přídatkového materiálu jsou pinčovací nástroje vybaveny topnými systémy, např. s jednosměrným prouděním pracovního média — horkonosného oleje. Pracovní teplota oleje se pohybuje okolo 190 °C. [3]

## 2 Tvorba ořezových ploch bloků nástroje

Ořezové plochy bloku pinčovacího nástroje lze rozlišit na ořezovou plochu strany plechu a ořezovou plochu pohledové strany, analogicky k rozlišení stran pohledového dílu (podkapitola 1.2 Pohledové díly).

Ořezové plochy se skládají z ploch zadaného dílu a ploch odpadových (souhrnně jsou takto označeny plochy výplně otvorů dílu a plochy výběhové, resp. odlehčení výběhu). Plochy výplně otvorů dílu představují výběhové plochy v místech, kde je pomocí procesu pinčování nutné vytvoření otvorů v dílu. Výběhové plochy ořezové plochy strany plechu jsou konstruovány tečným vytahováním ploch zadaného dílu na rozměr bloku nástroje. [5]

Jelikož je nástroj konstruován pro proces pinčování, obsahuje dle Zadání konstrukce (Příloha č. 1) plocha pohledové strany, mimo plochu samotného dílu, pinčovací hranu (Obr. 2) a dvojitě odlehčení výběhové plochy. Odlehčení výběhové plochy je realizováno offsetováním výběhové plochy strany plechu o hodnoty velikosti odlehčení a následným naponením takto offsetovaných ploch pomocí přechodů pod úhlem  $45^\circ$ .



Obrázek 2: Schéma pinčovací hrany (Příloha č. 1)

### 2.1 Zpracování poskytnutých dat

Jelikož byla data — 3D model zadaného dílu předána ve formátu „CATIA Part“, bylo před samotným začátkem prací nutno model pomocí softwaru CATIA V5 exportovat do univerzálního souborového formátu a následně importovat a převést do nativního formátu softwaru Siemens NX, tedy „Siemens Part File“.

Jako univerzální souborový formát byl zvolen formát „STEP“.

### 2.2 Zohlednění teplotní roztažnosti materiálu bloků nástroje

Ze Zadání konstrukce (Příloha č. 1) plyne, že materiál nástroje je 1.2311 (DIN 40CrMnMo7) [8], tedy Chrom-mangan-molybdenová ocel a provozní teplota nástroje je  $t_0 = 190^\circ\text{C}$ .

Okolní teplota při výrobě nástroje uvažována  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Z označení zadaného materiálu dle normy DIN je zřejmé, že legovacím prvkem s nejvyšším procentním zastoupením je chrom. Teplotní součinitel délkové roztažnosti  $\alpha_l$  pro chromové oceli je  $\alpha_l = 11 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  [7, str. 61].

Pracovní teplota nástroje je výrazně vyšší než okolní teplota při jeho výrobě. Ohřátím nástroje na provozní teplotu dojde vlivem teplotní roztažnosti ke zvětšení jeho rozměrů, jelikož hodnota teplotního součinitele délkové roztažnosti  $\alpha$  zadaného materiálu je kladná.

Tento rozdíl rozměrů je nutno zohlednit při konstrukci nástroje — nástroj je nutno vyrobit v měřítku menším o tolik, aby jeho rozměry po ohřevu na pracovní teplotu odpovídaly rozměrům zadaného dílu.

### 2.2.1 Výpočet

Cílem je zjistit poměrné smrštění nástroje za normálních teplotních podmínek při jeho výrobě vůči podmínkám pracovním. Výpočet vychází ze vztahu pro velikost změny délkových rozměrů součásti vlivem rozdílu teplot, neboli teplotní délkovou roztažnost  $\Delta L$ , který má obecně podobu:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T, \quad (2)$$

kde  $L_0$  je původní délka součásti,  $\alpha$  teplotní součinitel délkové roztažnosti a  $\Delta T$  rozdíl koncové a počáteční termodynamické teploty.

Rozepsáním (2) pro vlivem rozdílu teplot výsledný rozměr  $L$  součásti vznikne závislost:

$$L = L_0 + \Delta L = L_0 + L_0 \alpha \Delta T = L_0 (1 + \alpha \Delta t). \quad (3)$$

Vztah pro poměrné smrštění nástroje  $\Delta l$  vznikne poměrem rozměru  $L$  nástroje ohřátého na provozní teplotu  $t_1$  a jeho rozměru  $L_0$  za normálních teplotních podmínek  $t_2$ :

$$\Delta l = \frac{L}{L_0} = \frac{L_0 (1 + \alpha \Delta t)}{L_0} = 1 + \alpha \Delta t. \quad (4)$$

Jelikož stupnice termodynamické teploty s jednotkou 1 Kelvin a stupnice teploty ve stupních Celsia jsou definovány stejně velkými základními díly ( $1 \text{ [K]} = 1 \text{ [}^\circ\text{C]}$ ) a pouze navzájem posunuty, je rozdíl dvou hodnot v obou soustavách stejný.

Lze do (4) tedy přímo dosadit zadané hodnoty teplot  $t$  a  $t_0$  bez nutnosti převodu na základní jednotky:

$$\Delta l = 1 + 11 \cdot 10^{-6} \cdot (20 - 190) = \mathbf{0,99813}.$$

### 2.2.2 Vyhodnocení

Nástroj musí být vyroben v měřítku 99,813 % vzhledem k vyráběnému dílu při okolní teplotě  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , jestliže mají být dodrženy rozměry zadaného dílu vyráběného při zadané pracovní teplotě  $t_0 = 190 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## 2.3 Scaling zadaného dílu na základě zohlednění teplotní roztažnosti materiálu bloků nástroje

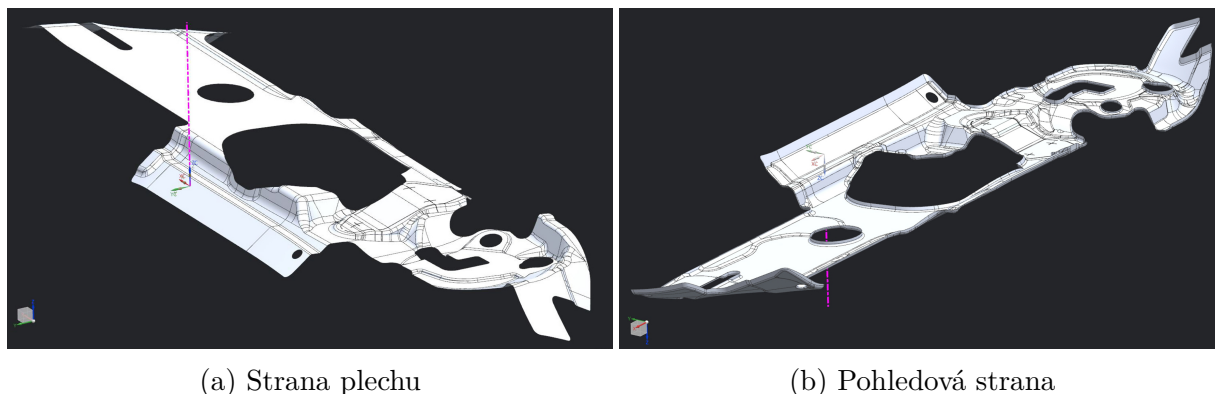
Prvním krokem po přenosu 3D modelu zadaného dílu do softwaru Siemens NX bylo jeho poměrné zmenšení (scaling) na hodnotu 99,813 % původní velikosti zadaného dílu na základě zohlednění teplotní roztažnosti materiálu bloků nástroje.

## 2.4 Tvorba ploch zadaného dílu

### 2.4.1 Zpracování upraveného 3D modelu zadaného dílu

Již ve fázi předání dat 3D modelu zadaného dílu byl definován směr lisování (reprezentován osou — růžově) ztotožněním s osu Z souřadného systému (Příloha č. 2).

Po extrahování ploch strany plechu (Obr. 3a) z upraveného 3D modelu zadaného dílu (podkapitola 2.3) proběhla jejich analýza geometrie, konkrétně analýza tečné návaznosti (Obr. 4a). V tomto korku proběhla také extrakce ploch pohledové strany (Obr. 3b) upraveného 3D modelu zadaného dílu a jejich analýza tečné návaznosti (Obr. 4b).



Obrázek 3: Extrahované plochy z upraveného 3D modelu zadaného dílu

### 2.4.2 Analýza tečné návaznosti extrahovaných ploch

Pro dodržení podmínky tečnosti výběhových ploch je nutné, aby okrajové plochy dílu, pomocí kterých je vytahování realizováno, byly navzájem tečné. Hranice podmínky tečnosti uvažována, v souladu s požadavkem zadavatele, o hodnotě 0,1 mm.

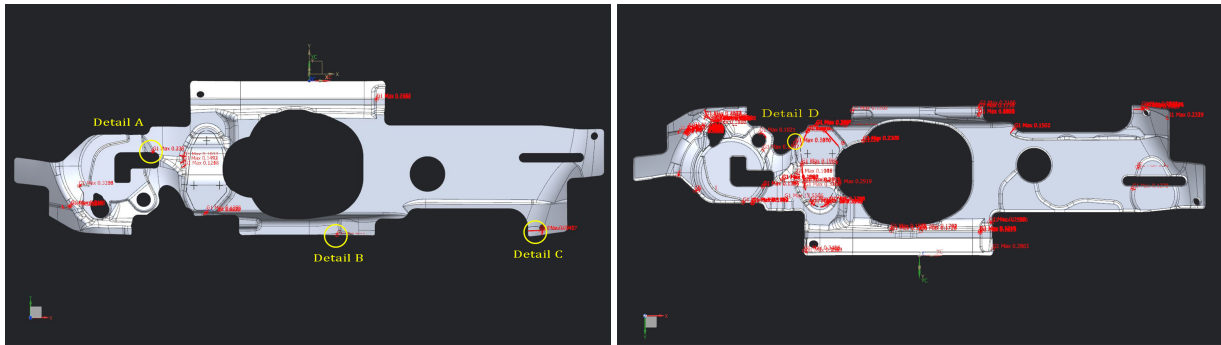
Analýza extrahované plochy strany plechu zadaného dílu ukazuje, že poskytnutý model zadaného dílu obsahuje chyby tečné návaznosti (Obr. 4a — červeně). Místa ovlivňující výběhové plochy jsou označena jako „Detail A, Detail B a Detail C“. Tato tři místa představují místa kritická a bylo je nutné pro potřeby tvorby výběhových ploch opravit, jelikož by vnášela chybu tečné návaznosti do výběhových ploch. Nejvyšší hodnota chyby tečné návaznosti u žlutě vyznačených míst činí přibližně 1 mm.

Analýza extrahované plochy pohledové strany zadaného dílu ukazuje, že poskytnutý model zadaného dílu obsahuje taktéž chyby tečné návaznosti (Obr. 4b — červeně) s nejvyšší hodnotou přibližně 12 mm. Jelikož výběhové plochy pohledové strany vycházejí z výběhových ploch strany plechu, není pro účely tvorby výběhových ploch pohledové strany nutná oprava těchto chyb tečné návaznosti. Model ovšem obsahuje chybu uzavřenosti ploch (Obr. 4b — Detail D), která je kritickým místem pro ořez bloku ořezovými plochami.

Kritická místa byla opravena výřezem dílu a následným zpětným domodelováním. Ostatní místa je možno bez újmy na podmínce tečnosti výběhových ploch zanedbat, jelikož leží uvnitř dílu.

*Pozn.: Detaily A – D jsou uvedeny v Příloze č. 3.*



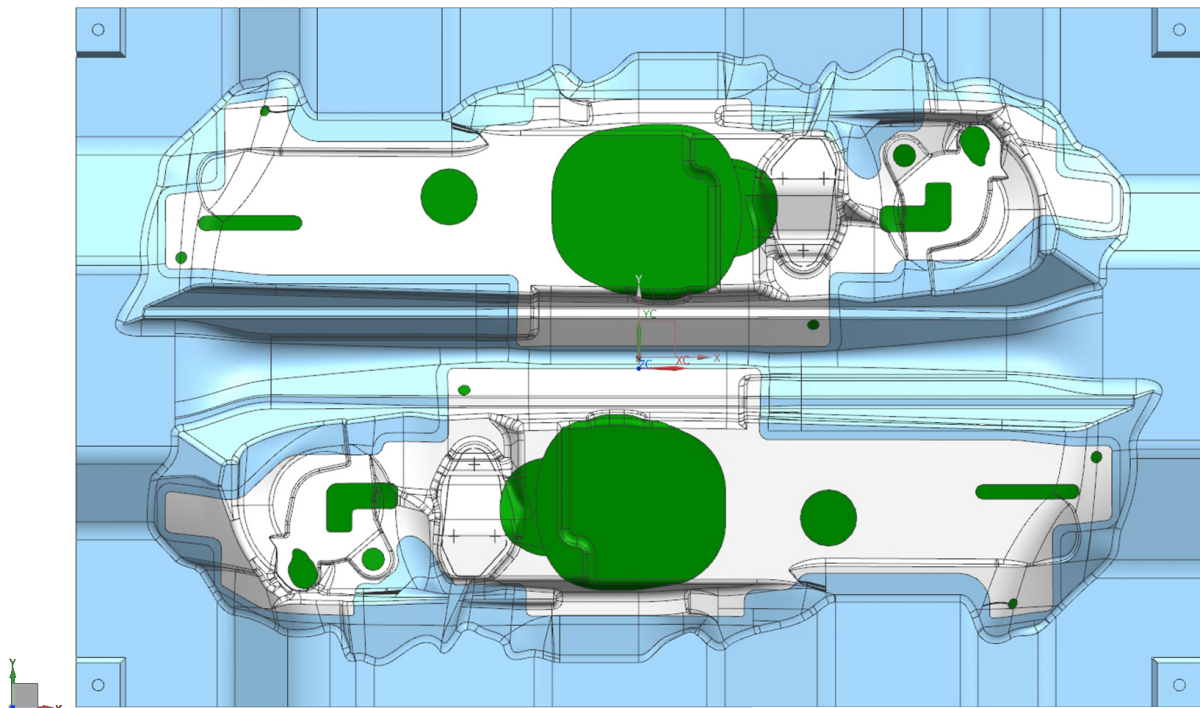


(a) Strana plechu

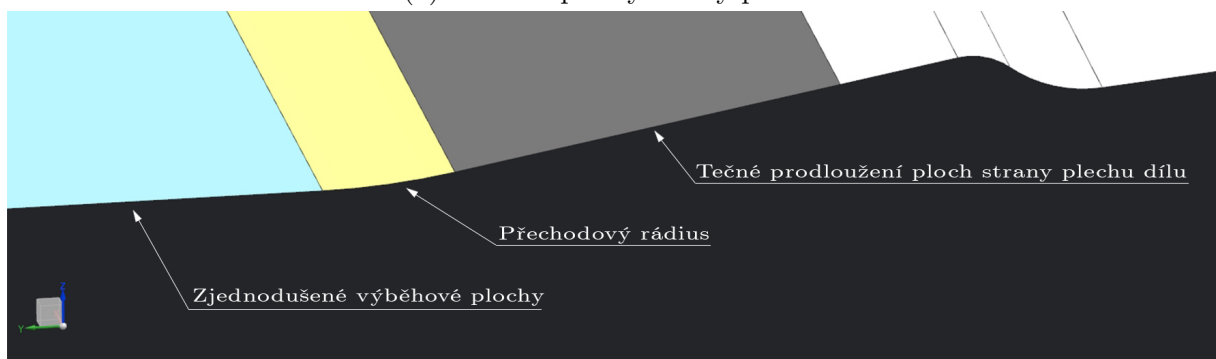
(b) Pohledová strana

Obrázek 4: Analýza tečné návaznosti extrahovaných ploch

## 2.5 Tvorba ořezových ploch strany plechu



(a) Ořezové plochy strany plechu



(b) Řez výběhovými plochami strany plechu

Obrázek 5: Ořezové plochy strany plechu

### 2.5.1 Zajištění zadané minimální vzdálenosti mezi díly

Zadání konstrukce (Příloha č. 1) požaduje, aby při jednom lisovacím úkonu nástroj odsekl dva díly současně, jedná se tedy o dvouhřízde rozvržení nástroje s minimální zadanou vzdáleností mezi díly 30 mm. Tvorba dvouhřízdeho rozvržení je realizována rotací extrahovaných ploch okolo osy směru lisování, tedy okolo osy Z souřadného systému. Způsob tvorby dvouhřízdeho rozvržení rotací velmi usnadňuje a urychluje veškerý další postup tvorby ořezových ploch, jelikož umožňuje vytvořené výběhové plochy kopírovat z jednoho dílu na druhý využitím osové souměrnosti.

Poloha hlavního souřadného systému ovšem neodpovídá poloze nejkrajnějšího místa zadaného dílu, které o přibližně 0,4 mm vyčnívá za plochu  $\widehat{xz}$  souřadného systému. Pro zajištění minimální vzdálenosti mezi díly o velikosti 30 mm byl proto vytvořen pracovní souřadný systém, který je ve směru +Y posunutý o 15,5 mm vůči hlavnímu souřadnému systému. Rotace vytvořených ploch proběhla okolo osy Z pomocného souřadného systému.

### 2.5.2 Výplň otvorů dílu

Výplně otvorů dílu byly vytvářeny křivostní, resp. tangentsí rekonstrukcí ploch zadaného dílu v případech, které tento způsob dovolovaly. Ve zbylých případech bylo nutno tvar výplně otvorů navrhnou — např. v místě velkého otvoru uprostřed dílu (Obr. 5a — zeleně) byly pomocí návazných rádiusů navrženy přechody mezi plochami, které by se jejich pouhým vytažením neprotnuly.

### 2.5.3 Výběhové plochy

Výběhové plochy byly vytvářeny tečným prodloužením (Obr. 5b — šedě) ploch strany plechu (Obr. 5b — bíle) nejprve do vzdálenosti 12 mm po celém obvodu dílu, a to kvůli způsobu následné tvorby odlehčení, jelikož ve vzdálenosti větší než 12 mm již dochází k ořezu offsetovaných ploch strany plechu přechodem mezi offsetovanou plochou. Za místem přechodu na 1. stupeň odlehčení byly, vzhledem k dostatečné vzdálenosti od dílu, tvořeny jednodušší výběhové plochy.

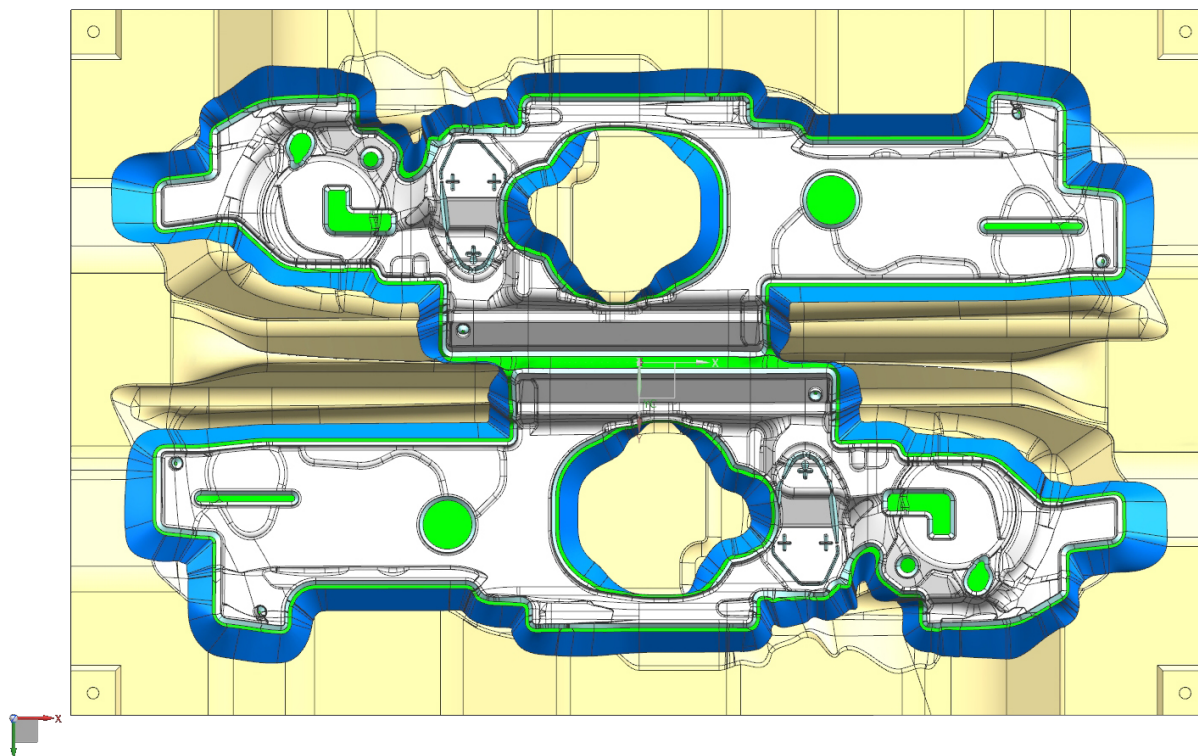
Hodnota 12 mm vychází ze zadané vzdálenosti prvního odlehčení o hodnotě 5 mm, úhlu sklonu přechodu na toto odlehčení a rezervy o velikosti 2 mm.

Následně byly takto vytvořené plochy, kvůli nutnosti napojení s plochami dílu protějščího hřízda, rotovány. Napojení bylo provedeno pomocí prodloužení již vytvořených výběhových ploch a navržením rozšiřujícího se rádiusového přechodu mezi nimi. Takovýto rádiusový přechod umožňuje návrh ploch jednoduchých, což je výhodné také při obrábění.

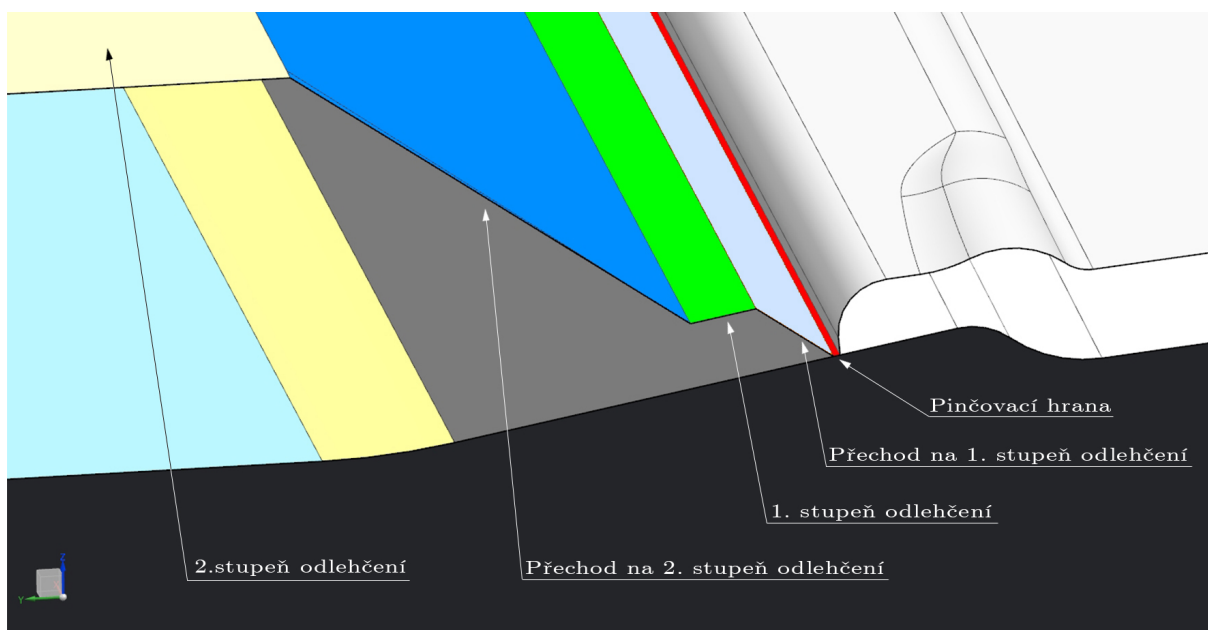
Poté byly takto spojené plochy napojeny na navržené zjednodušené rovinné plochy (Obr. 5b — modře). Zjednodušené plochy jsou navzájem napojeny pomocí rádiusů o minimální velikost 40 mm, protože offsetováním ploch se mění také velikost těchto rádiusů. Zadavatelem určený doporučený minimální rádius má velikost 3 mm, z důvodu technologie obrábění bloků nástroje. V místech napojení prodloužených výběhových ploch na rovinné plochy byl navržen přechodový rádius (Obr. 5b — žlutě) o velikosti 3 mm. Použití přechodového rádiusů o větším poloměru by bylo z hlediska technologie obrábění výhodnější, nicméně v místech blízkosti okraje bloku nástroje by mohl větší rádius vyžadovat nadbytečné zvětšování bloku nástroje.

Nakonec byly výběhové plochy vytvořené pro jednu polovinu nástroje rotovány, aby po spojení, ořezu na navržený rozměr bloku a přidání lícovacích plošek (podkapitola 2.6.3) vytvořily kompletní ořezovou plochu strany plechu zadaného dílu (Obr. 5a).

## 2.6 Tvorba ořezových ploch pohledové strany



(a) Ořezové plochy pohledové strany



(b) Řez odlehčením pohledové strany

Obrázek 6: Ořezové plochy pohledové strany

### 2.6.1 Tvorba pinčovací hrany

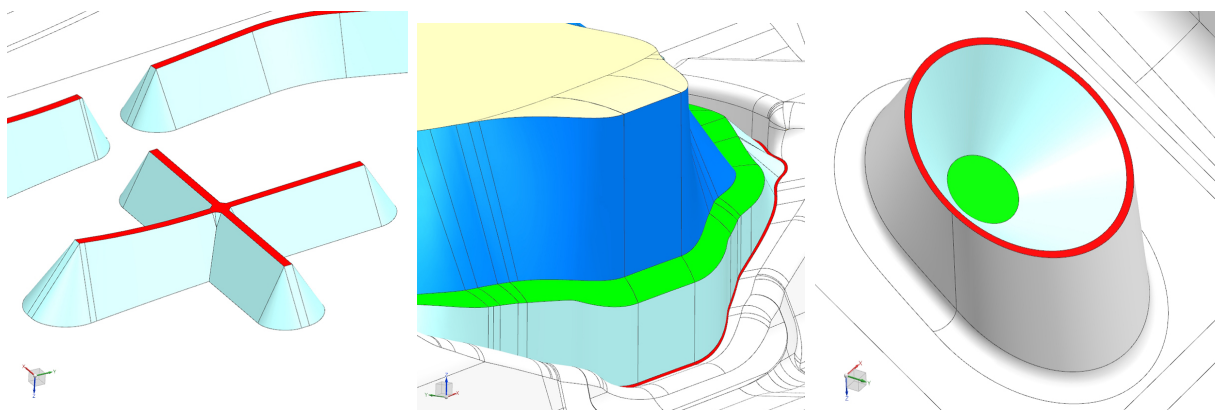
Pinčovací hrana (Obr. 6b — červeně) byla vytvořena po vnějším obvodě a po obvodu vnitřních otvorů horních extrahovaných ploch a využitím již vytvořených výběhových ploch strany plechu (kapitola 2.5) tak, že hranice dílu (vnější i hranice otvorů) byla v podobě křivky offsetována na kopii plochy ořezových ploch strany plechu o zadanou hodnotu šířky pinčovací hrany, tedy 0,5 mm. Touto křivkou byla následně kopie výběhových ploch strany plechu oříznuta.

### 2.6.2 Tvorba odlehčení výběhových ploch

Dvojité odlehčení výběhových ploch pohledové strany bylo konstruováno pomocí offsetu výběhových ploch strany plechu o hodnotu prvního stupně odlehčení, tedy 5 mm (Obr. 6a a 6b — zeleně), následně o hodnotu druhého stupně odlehčení, tedy 30 mm (Obr. 6a a 6b — světle žlutě).

Offsetované plochy obou stupňů odlehčení jsou navzájem napojeny přechody pod úhlem  $45 \pm 2^\circ$  (měřeno od normál ploch, Obr. 6a a 6b — světle a tmavě modře). Tolerance  $\pm 2^\circ$  umožňuje tvorbu hladších přechodů než při dodržování úhlu přechodu striktně  $45^\circ$ .

V určitých místech odlehčení, resp. samotných extrahovaných ploch strany plechu byla nutná úprava odlehčení, resp. ploch samotných.



(a) Úprava sklonu 1. stupně odlehčení

(b) Úprava sklonu 2. stupně odlehčen

(c) Úprava ploch okolí otvorů pohledové strany dílu

Obrázek 7: Vybrané náhledy míst úpravy odlehčení výběhových ploch, resp. ploch strany plechu dílu

V obr. 7a je vyobrazena úprava přechodu z pinčovací hrany na extrahovanou plochu pohledové strany. Na díle se totiž nachází prolisy o malé šířce — totožné s šířkou pinčovací hrany. Pinčovací hrana by při případném vytvoření pinčovací hrany s přechodem kolmým na plochy pohledové strany byla příliš štíhlá (s úhlem sklonu vzhledem k normále ploch strany plechu systému o velikosti  $0^\circ$ ), což by mohl zapříčinit obtížné vyjímání výlisku z nástroje, případně snadné poškození takovéto pinčovací hrany. Proto byl, po dohodě se zadavatelem, vytvořen přechod pod úhlem  $30^\circ$  vzhledem k normále ploch strany plechu. Tato úprava se týká míst vedle velkého otvoru dílu.

V obr. 7b je vyobrazena úprava přechodu mezi 1. a 2. stupněm odlehčení. Vytvořením přechodu pod úhlem  $45^\circ$  by v určitých místech tohoto konkrétního přechodu vznikly podkoso, a proto byl přechod lokálně upraven tak, aby hodnota jeho sklonu k ose Z souřadného systému (směr lisování) byla  $0,5^\circ$ . Tato úprava se týká míst v oblasti velkého otvoru dílu.

V obr. 7c je vyobrazeno jedno z míst v oblasti tří menších otvorů dílu, které již na vstupním předaném 3D modelu zadaného dílu obsahovaly podkoso vzhledem k ose Z souřadného systému (osa lisování). Tato místa byla upravena analogicky k úpravě popsané v předchozím odstavci.

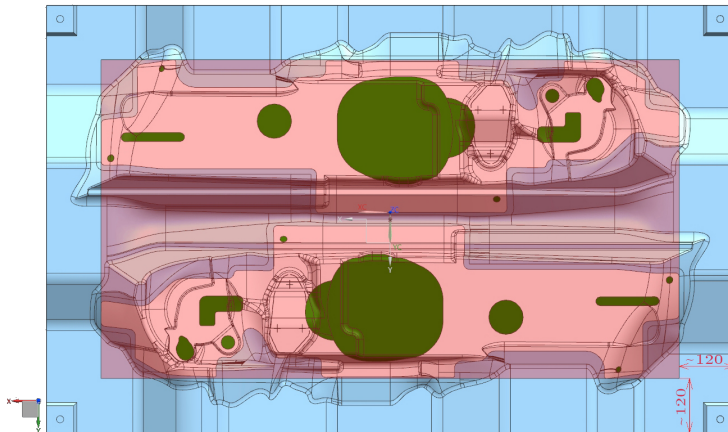
2. stupeň odlehčení nebyl, po dohodě se zadavatelem, tvořen v místech, ve kterých by plocha tohoto stupně (offset ploch pohledové strany o hodnotu 30 mm) byla příliš malá — tato místa představují malé otvory dílu. Pouze u velkého otvoru uprostřed dílu byl 2. stupeň odlehčení vytvořen.

### 2.6.3 Návrh rozměru bloků nástroje a tvorba lícovacích plošek

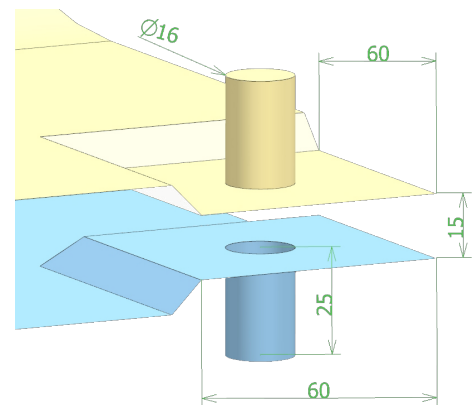
Rozměr bloků promítnutý do roviny  $\widehat{XY}$  se odvíjí od zadavatelem doporučené vzdálenosti okraje dílu a hranice bloku — doporučená hodnota činí 120 mm (Obr. 8). Rozměr bloku byl vytvořen pomocí obalové plochy dílu (Obr. 8 — červeně).

Hodnota rozměru bloku promítnutého do roviny  $\widehat{XY}$  byla, po zaokrouhlení na nejbližších 5 mm, navržena na 1 530 x 950 mm.

Minimální celková výška nástroje je ze Zadání konstrukce (Příloha č. 1) určena na 450 mm.



Obrázek 8: Ořezové plochy strany plechu



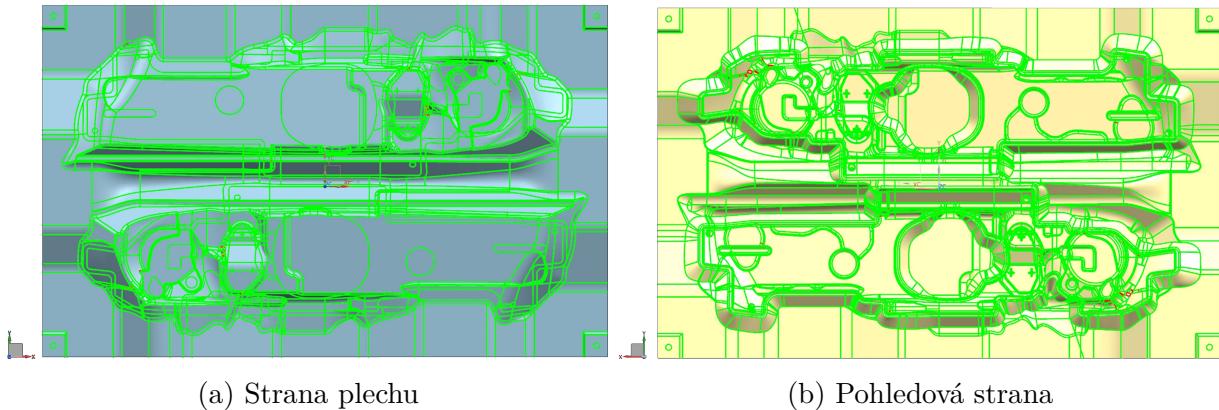
Obrázek 9: Lícovací plošky

Po ořezu ořezových ploch na navržený rozměr bloku bylo možno k těmto ořezovým plochám přimodelovat lícovací plošky (Obr. 9 — blíže popsáno v podkapitole 3.1.2).

## 2.7 Analýzy vytvořených ořezových ploch

### 2.7.1 Analýza tečné návaznosti ořezových ploch

Z analýzy tečné návaznosti vytvořených ořezových ploch (Obr. 10) je zřejmé, že tyto plochy splňují podmínku tečnosti o hranici 0,1 mm, s výjimkou míst nacházejících se uvnitř dílu — tato místa neovlivňují výběhové plochy, a proto je lze při tvorbě ořezových ploch zanedbat — chyby tečné návaznosti je možno eliminovat při obrábění bloků nástroje.



Obrázek 10: Analýza tečné návaznosti vytvořených ořezových ploch

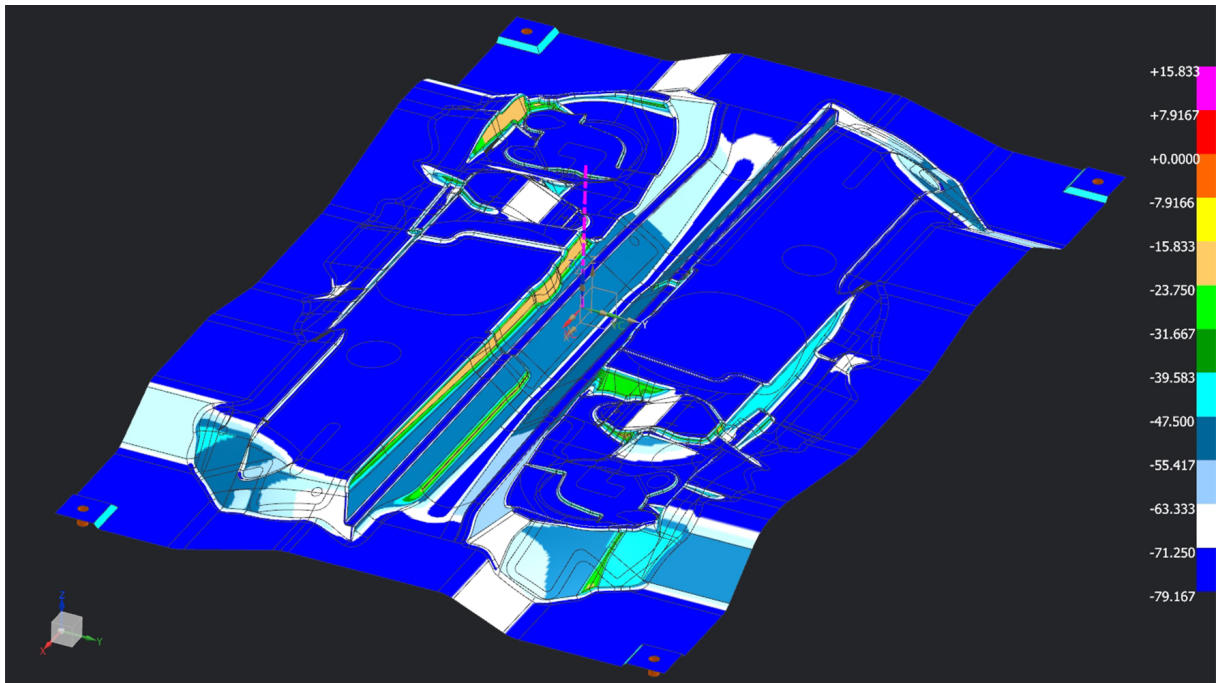
Pozn.: Zvětšený obr. 10 se nachází v Příloze č. 3.

### 2.7.2 Analýza podkosů ořezových ploch

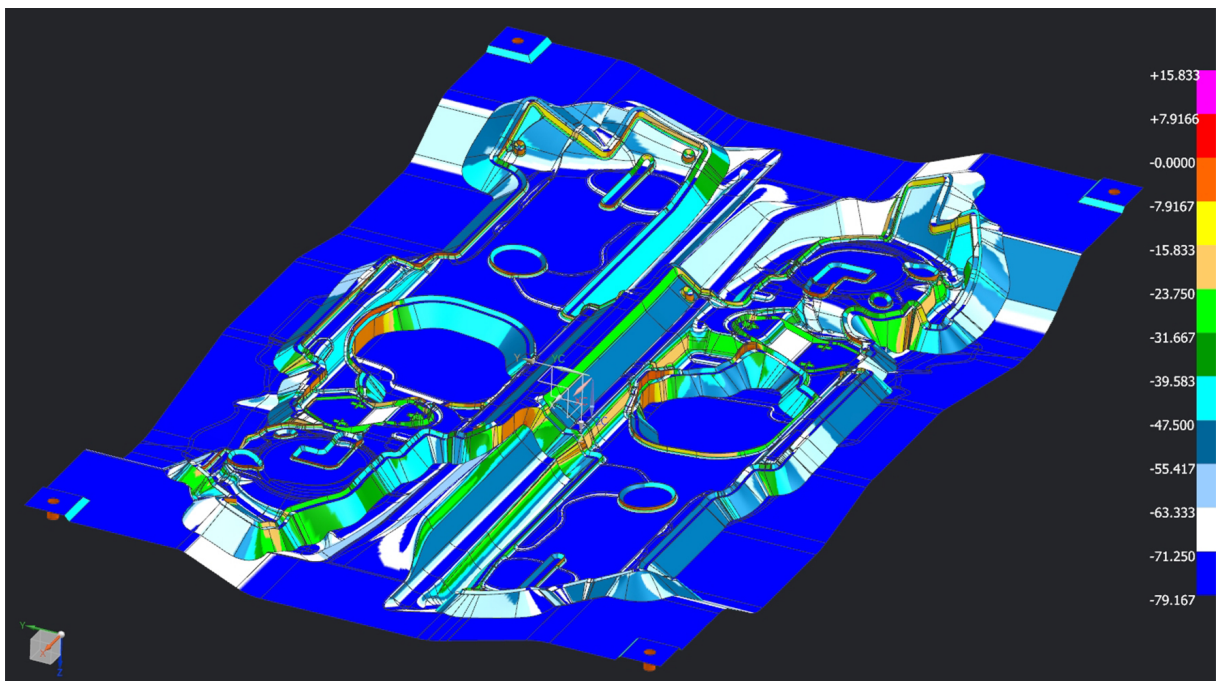
Obr. 11 popisuje sklon ploch v referenci k ose Z souřadného systému (osa lisování). Hodnoty sklonu ve stupních jsou vyjádřeny spektrem barev (Obr. 11 — legenda) od modré, vyznačující přibližně kolmé plochy k ose Z, až po oranžovou, vyjadřující sklon přibližně 0 – 8°. Červeně až fialově by byly vyznačeny plochy v místech podkosů, v případě jejich výskytu.

Vytvořené ořezové plochy (Obr. 11b — oranžově) byly konstruovány se sklonem 0,5° vzhledem k ose Z souřadného systému, kromě otvorů lícovacích plošek (v rozích ořezových ploch), jež jsou válcové plochy s osou rovnoběžnou s osou Z souřadného systému (jejich sklon je 0°).

Z analýzy podkosů vytvořených ořezových ploch (Obr. 11) je zřejmé, že se na obou ořezových plochách nevyskytují podkosy, což je nezbytné pro umožnění vyjímání vylisků z nástroje.



(a) Strana plechu

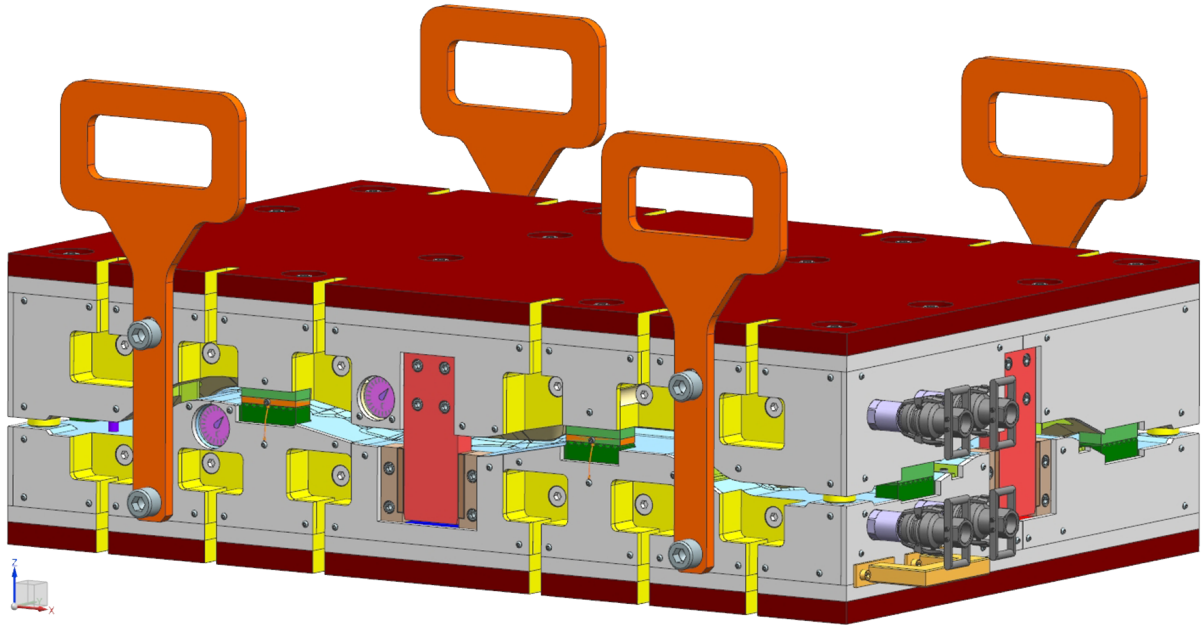


(b) Pohledová strana

Obrázek 11: Analýza podkosů vytvořených ořezových ploch

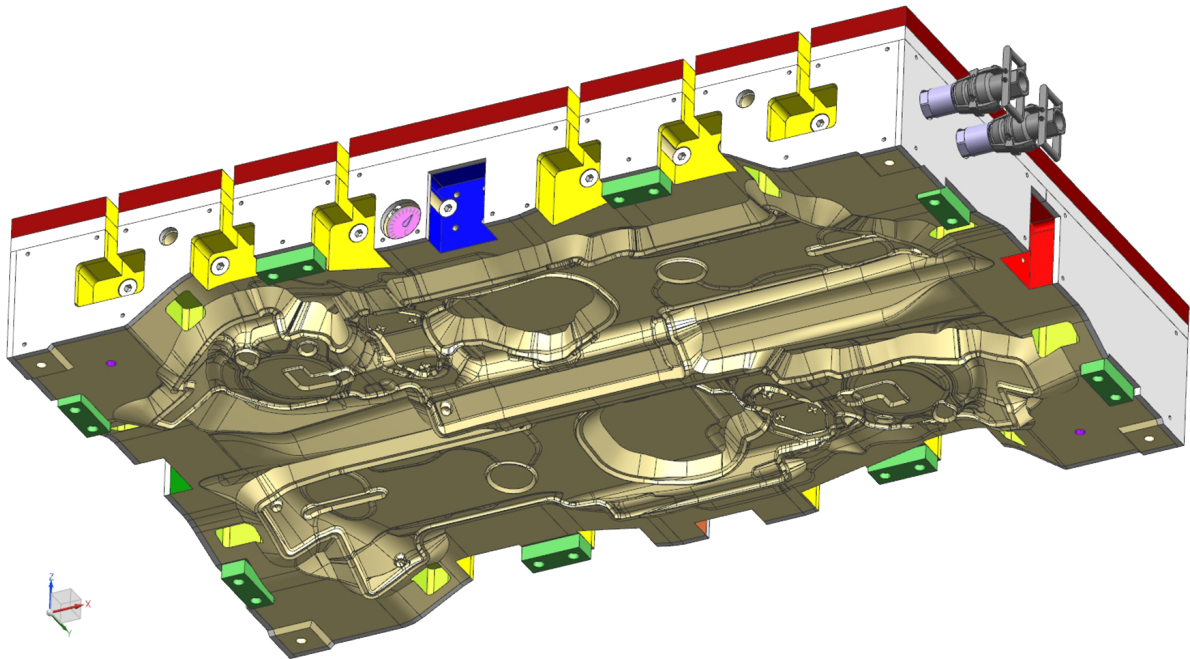
### 3 Konstrukční návrh nástroje

Obr. 12 vyobrazuje sestavu vytvořeného nástroje s umístěnými transportními prvky.



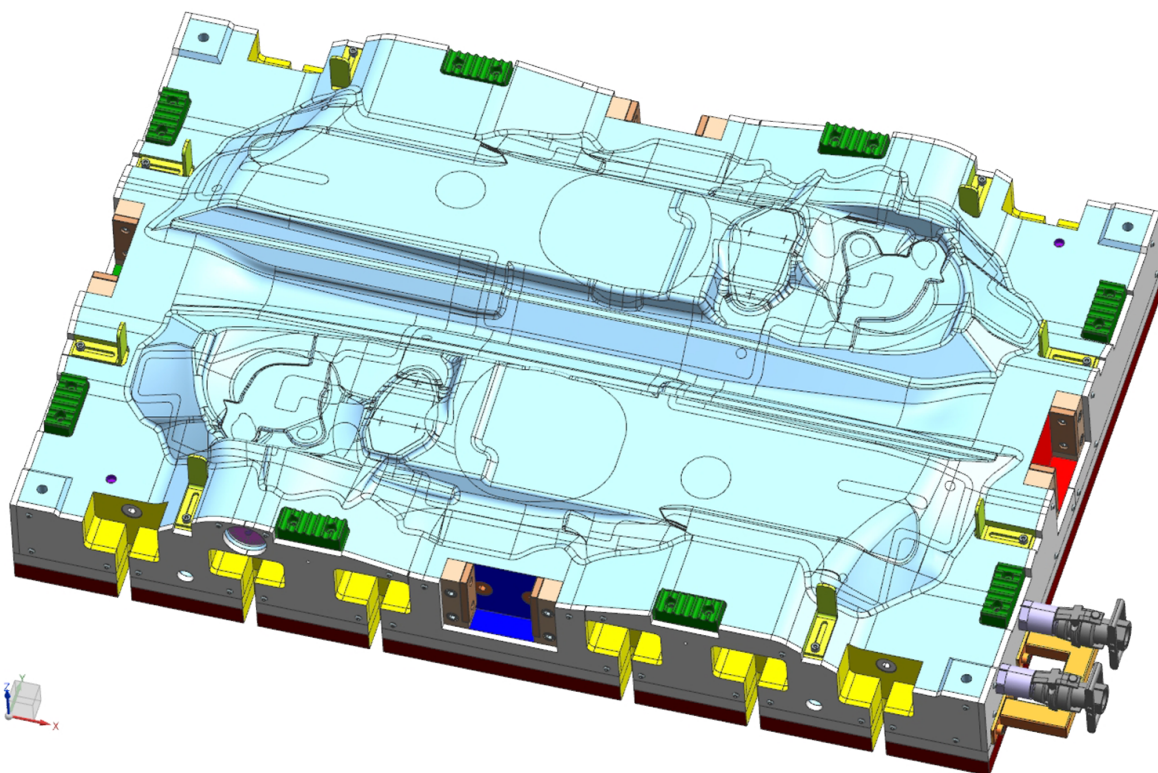
Obrázek 12: Sestava nástroje (pro transport)

Za elementární rozčlenění nástroje lze považovat rozlišení horního nástroje (Obr. 13a) a spodního nástroje (Obr. 13b). Spodní nástroj je umístěn na pevné části stroje, horní nástroj na pohyblivé části stroje.



(a) Horní nástroj

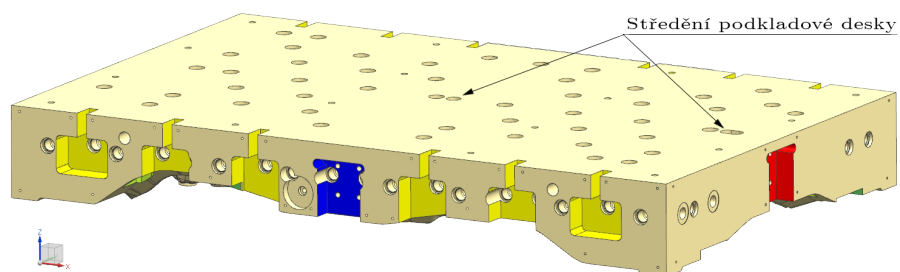




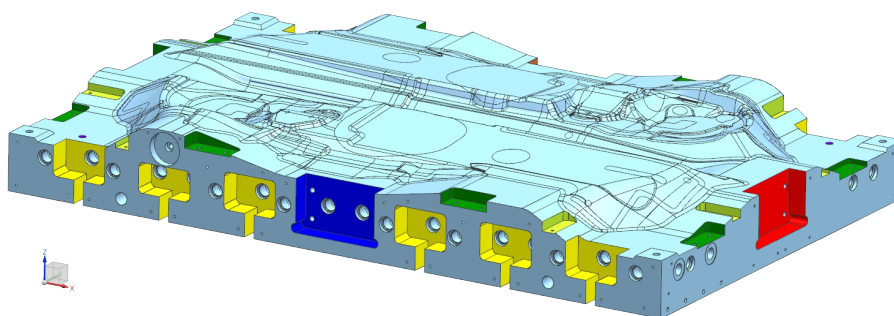
(b) Spodní nástroj

Obrázek 13: Rozlišení horního a spodního nástroje

### 3.1 Horní a spodní blok nástroje



(a) Horní blok



(b) Spodní blok

Obrázek 14: Horní a spodní blok nástroje

Základem pinčovacího nástroje jsou bloky z plného materiálu. [3]

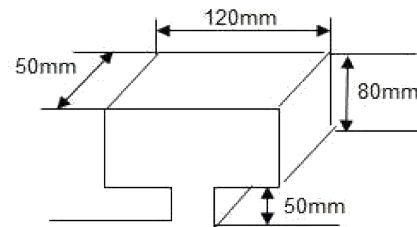
Výroba hlavních částí bloků nástroje probíhá ve sledu operací: frézování polotovaru bloku dle ořezových ploch (kapitola 2), vrtání otvorů temperační soustavy (podkapitola 3.4), frézování kapes vedení (podkapitola 3.2).

Tvorba modelů bloků nástroje probíhala především pomocí využití negativů použitých komponent (příklad uveden v podkapitole 3.2.2).

### 3.1.1 Upínací systém nástroje

Nástroj je, dle Zadání konstrukce (Příloha č. 1), do stroje upínán pomocí T-drážek (Obr. 15) s roztečí 200 mm.

Kapsy pro T-drážky jsou vyhotoveny po obou delších stranách bloků nástroje. Z důvodu malé výšky bloků nástroje není kapsa T-drážky vyhotovena v místě kapes vedení (na obr. 14 tmavě modře).



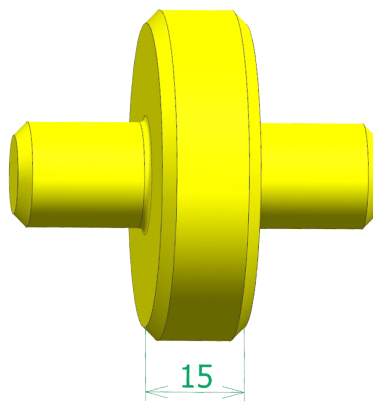
Obrázek 15: Schéma kapsy T-drážky

Dále jsou z důvodu malé výšky nástroje použity kapsy uzavřené (Obr. 14 — blíže ke středu nástroje) a kapsy otevřené (Obr. 14 — blíže k rohům nástroje). U spodního bloku nástroje je navíc, také z důvodu malé výšky nástroje a umístění teploměru, použita o 15 mm snížená uzavřená kapsa (Obr. 14b — oblast okolí kapsy teploměru).

### 3.1.2 Středící čep

Při výrobě kapes vedení nástroje je nutné dodržet vysokou přesnost pozice kapes vůči sobě. Proto jsou kapsy vyráběny na obou blocích současně, za použití 4 ks středících čepů (Obr. 16). [3]

Na blocích nástroje jsou pro umožnění použití středících čepů vyhotoveny lícovací plošky (podkapitola 2.6.3), jejichž vzdálenost odpovídá výšce střední části středícího čepu. Přechod z lícovacích plošek na ořezové plochy je realizován sražením o velikosti 45°. Otvory lícovacích plošek jsou vyráběny v tolerančním poli H7, s požadavky na vysokou přesnost souososti.



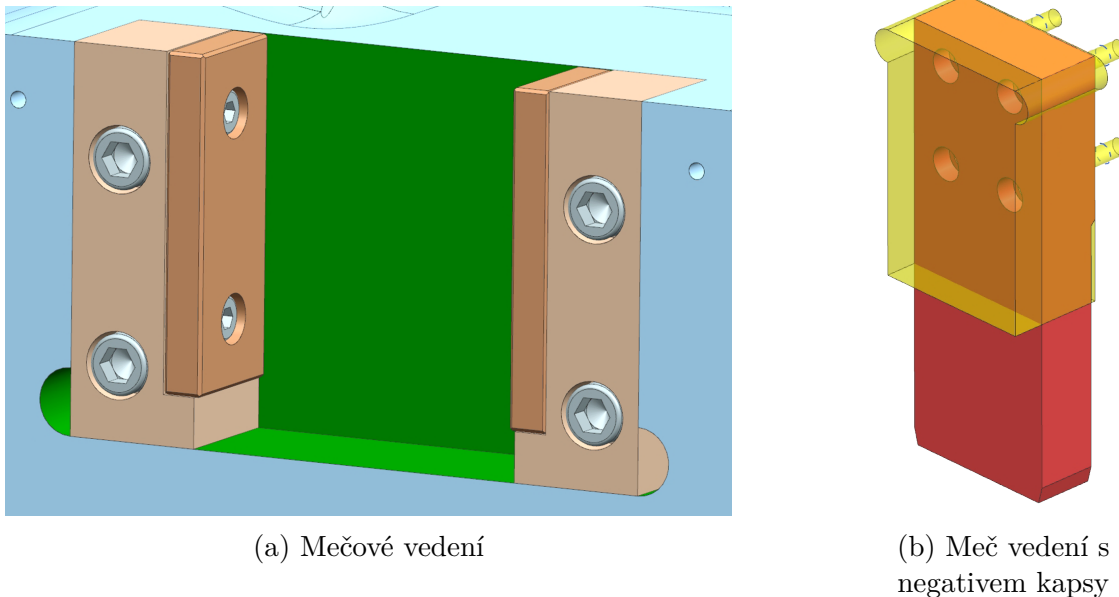
Obrázek 16: Středící čep

### 3.2 Vodící elementy nástroje

Dle Zadání konstrukce (Příloha č. 1) bylo použito 4 ks interního mečového vedení, které je umístěno v blocích nástroje.

Vlastností interního vedení je zvýšení celkové tuhosti nástroje, což umožňuje použití menšího počtu dílů vedení. Nutnou podmínkou pro použití interního vedení je dostatečný prostor mezi dílem a vedením, resp. hranicí bloku. [3]

Vodící element mečového vedení se skládá mečového vedení (podkapitola 3.2.1) a meče (podkapitola 3.2.2).



Obrázek 17: Vodící elementy nástroje

#### 3.2.1 Mečové vedení

Mečové vedení se skládá z dvou držáků kluzných destiček (Obr. 17a — světle hnědě) a dvou kluzných destiček (Obr. 17a — tmavě hnědě).

Kluzné destičky jsou nakupované komponenty od firmy Sankyo Oilless Industry s katalogovým číslem TSP 38 — 100. Kluzné destičky jsou k držákům přišroubovány dvěma zapuštěnými šrouby M8x20 s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem.

Držáky kluzných destiček jsou vyráběné komponenty a jsou umístěny v kapse vedení spodního bloku nástroje (Obr. 17a — zeleně), která má pro umožnění přesného umístění držáků kluzných destiček na dosedací plochy kapsy, vzhledem k šířce meče, podfrézované dosedací hrany. Držáky kluzných destiček jsou k bloku přišroubovány dvěma zapuštěnými šrouby M12x50 s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem.

#### 3.2.2 Meče

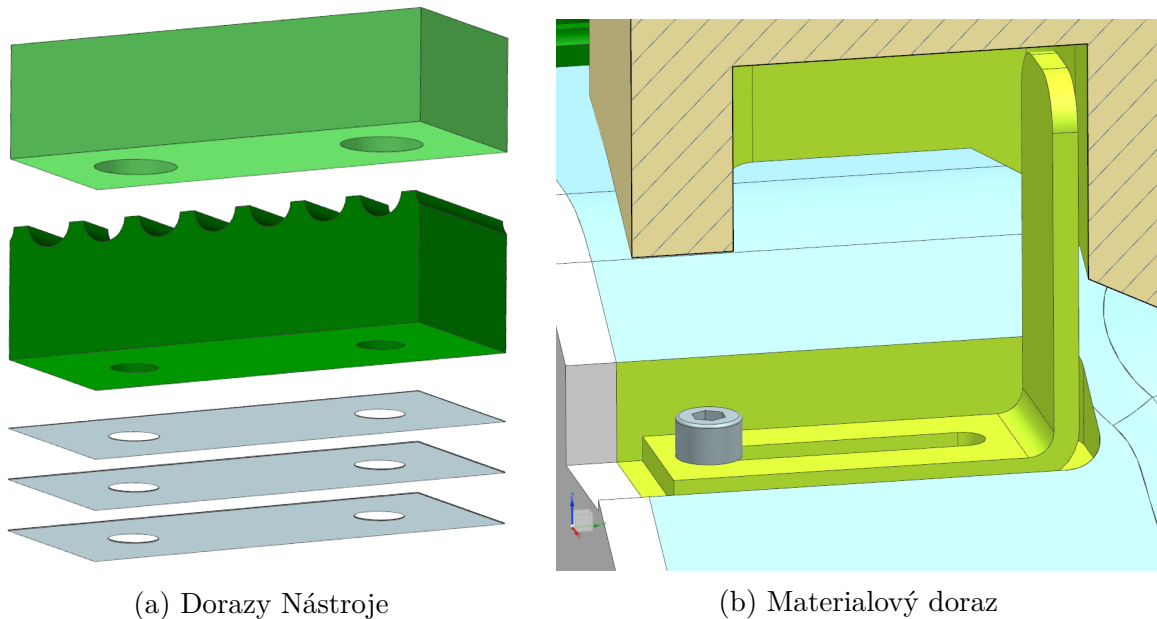
Meč (Obr. 17b — červeně) je umístěn v kapse vedení horního nástroje, analogicky k umístění mečového vedení v kapse vedení spodního bloku. Meč je nakupovaná komponenta od firmy Sankyo Oilless Industry s katalogovým číslem GBSZ 100 — 260. Meč je k bloku horního nástroje přišroubován 4 ks zapuštěných šroubů M12x50 s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem.

V obr. 17b je žlutou barvou vyobrazen negativ kapsy, pomocí kterého byl oříznut blok horního nástroje, aby takto byla vytvořena kapsa samotná, do které byl při následné tvorbě sestavy nástroje umístěn meč.

Negativy kapes použité k tvorbě nástroje obsahují i negativy otvorů, případně otvorů se závity.

### 3.3 Dorazy

Dorazy lze rozdělit na dorazy nástroje (Obr. 18a), jejichž úkolem je vymezovat pracovní polohu pinčovacího nástroje, a na dorazy materiálové (Obr. 18b), které zajišťují optimální polohu polotovaru dílu při jeho vkládání do nástroje. Oba druhy dorazů jsou vyráběnými komponenty. [3]



Obrázek 18: Dorazy

#### 3.3.1 Dorazy nástroje

Dorazy nástroje byly, analogicky k vodícím elementům nástroje, použity interní — tedy jejich umístění je realizováno v kapse přímo v blocích nástroje.

Dorazy nástroje lze podle jejich umístění rozdělit na horní (Obr. 18a — světle zeleně) a spodní (Obr. 18a — tmavě zeleně). Horní doraz o rozměrech 40x100x25 mm se vyznačuje rovnou dosedací plochou.

Spodní doraz, o totožných rozměrech s horním dorazem, navíc obsahuje drážky, které umožňují vyběhnutí přebytečného materiálu polotovaru dílu bez ovlivnění pracovní polohy nástroje. [3]

K blokům nástroje jsou dorazy nástroje přišroubovány dvěma zapuštěnými šrouby M10x30 s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem. V místech, kde kapsy systému upínání nástroje zasahovaly do dorazů ve spodním nástroji, byl tvar těchto kapes upraven (zúžen) tak, aby byly dorazy podepřeny materiálem bloku nástroje po celé jejich délce.

Dle Zadání konstrukce (Příloha č. 1) se u dorazů využijí distanční podložky — 3 ks pro každou dvojici horního a spodního dorazu o tloušťkách 0,2; 0,2 a 0,1 mm. Distanční podložky (Obr. 18a) mohou být umístěny pod horním či spodním dorazem a jejich funkcí je vymezení přesné polohy dorazů, zajišťující pracovní polohu nástroje. [3].

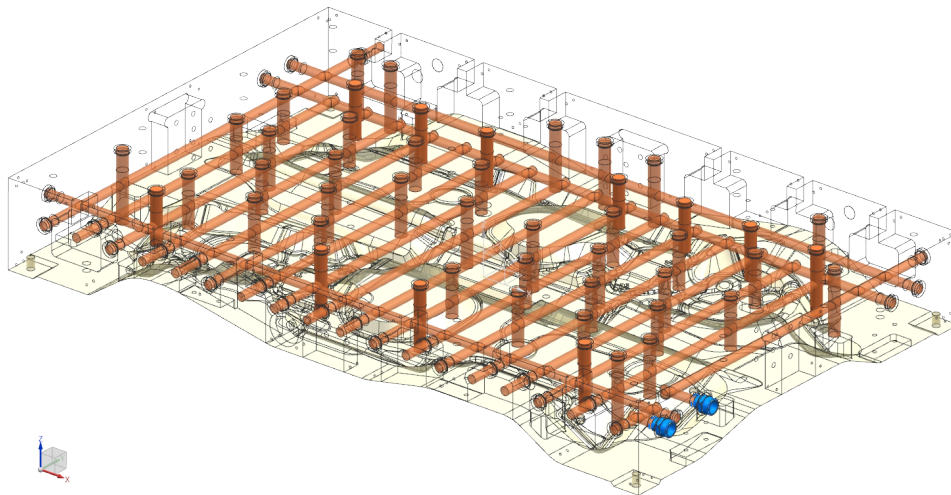
### 3.3.2 Materiálové dorazy

Materiálové dorazy jsou umístěny v kapsách materiálových dorazů ve spodním bloku nástroje. Z důvodu velké výšky materiálových dorazů, která je nutná při použití členitého povrchu ořezových ploch spodního bloku nástroje, je do horního bloku nástroje umístěna kapsa (Obr. 18b — zelenožlutě), zajišťující možnost nastavení polohy materiálového dorazu — nastavení polohy umožňuje podélná drážka pro šroub M8x25 vyhotovená v materiálovém dorazu. [3]

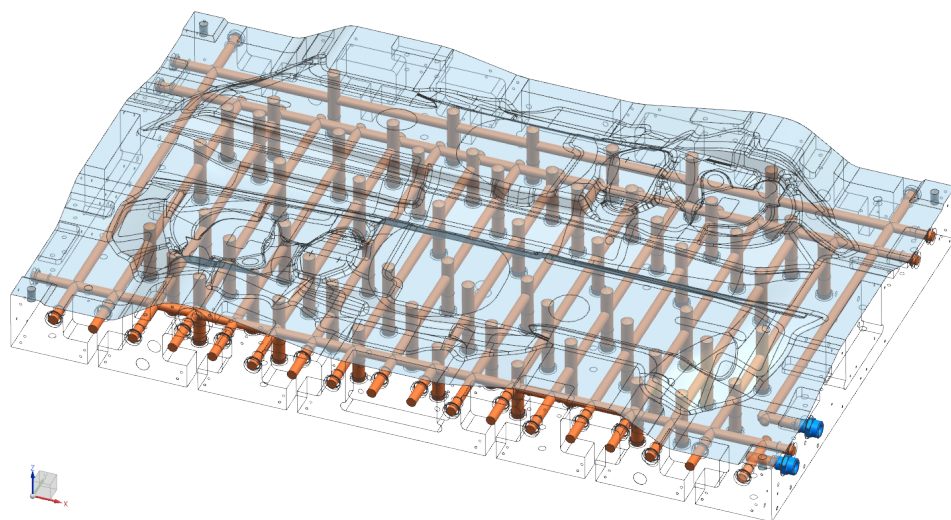
### 3.4 Temperační systém bloků nástroje

Temperační systém zajišťuje ohřev nástroje na požadovanou teplotu — ze Zadání konstrukce (Příloha č. 1) je pracovní teplota nástroje 190 °C. Zadaný způsob vytápění nástroje je pomocí horkonosného oleje s jedním okruhem pro každý blok nástroje.

#### 3.4.1 Vrtání temperačního systému bloků nástroje



(a) Horní vrtání



(b) Spodní vrtání

Obrázek 19: Vrtání temperačního systému bloků nástroje

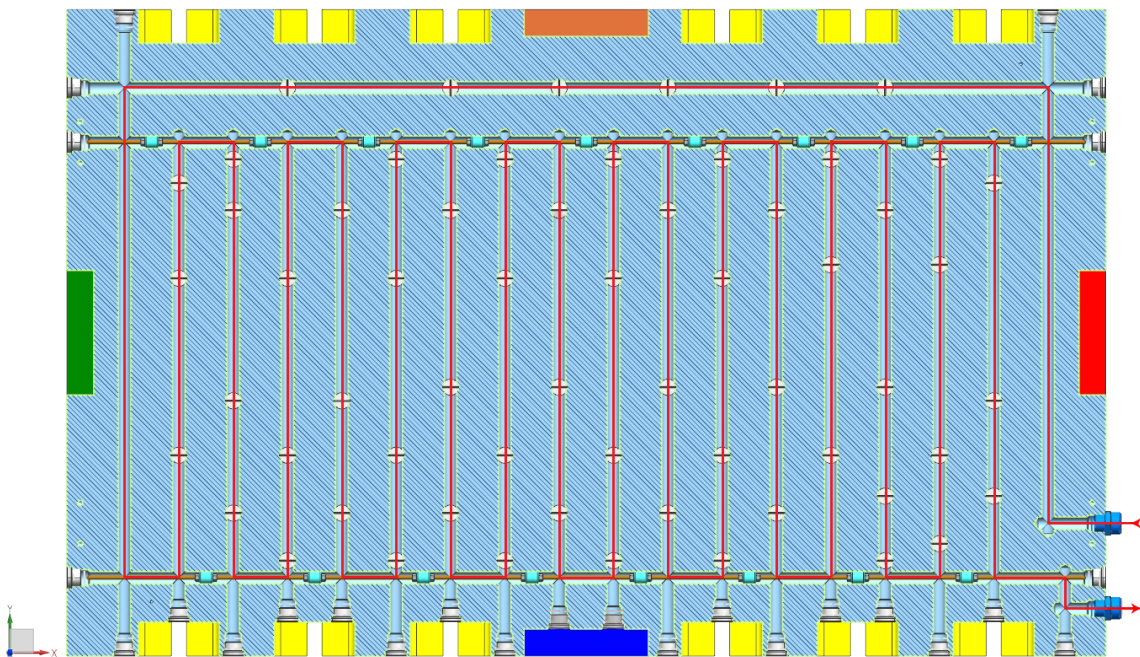
Vrtání temperačního systému se skládá z otvorů  $\varnothing 19$  a  $\varnothing 24$  mm.  $\varnothing 19$  jsou vrtány otvory rovnoběžné s rovinou  $\widehat{XY}$  souřadného systému — tyto otvory mají rozteč os dle Zadání konstrukce (Příloha č. 1)  $80 \pm 10$  mm.  $\varnothing 24$  jsou vrtány otvory rovnoběžné s osou Z souřadného systému v místech, kde se ořezová plocha bloku nástroje vzdaluje od roviny otvorů  $\varnothing 19$ , pro rovnoměrný ohřev tvarové plochy nástroje. Otvory  $\varnothing 24$  jsou uzpůsobeny k vložení hradicích plechů (podkapitola 3.4.2).

Zadavatelem doporučená vzdálenost vrtání  $\varnothing 24$  (pro hradicí plechy) od ořezových ploch nástroje je 20 – 35 mm. Pro usnadnění dodržení této doporučené vzdálenosti byl proveden hrubý offset ořezových ploch do vzdálenosti 22 mm s tolerancí  $\pm 2$  mm, vůči kterému byly optimalizovány hloubky vrtání  $\varnothing 24$ .

Horní nástroj obsahuje 23 otvorů  $\varnothing 19$  a 48 otvorů  $\varnothing 24$ . Spodní nástroj obsahuje 23 otvorů  $\varnothing 19$  a 61 otvorů  $\varnothing 24$ .

Na vstupech všech otvorů jsou vyhotoveny válcová zahloubení se závitem G 3/4". Zahloubení otvorů slouží, mimo zapuštění hlavy zátky o hodnotu 1 mm, jako dosedací plocha těsnění zátky. U otvorů  $\varnothing 24$  bylo použito delší závitové části otvoru zahloubení z důvodu použití hradicích plechů (podkapitola 3.4.2).

Okruh proudění horkonosného oleje horního nástroje (Příloha č. 3) je, co se týče cest a relativních směrů proudění, počtu a relativního umístění ucpávek, analogický s okruhem nástroje spodního, který je vyobrazen na obr. 20,



Obrázek 20: Okruh temperačního systému spodního nástroje

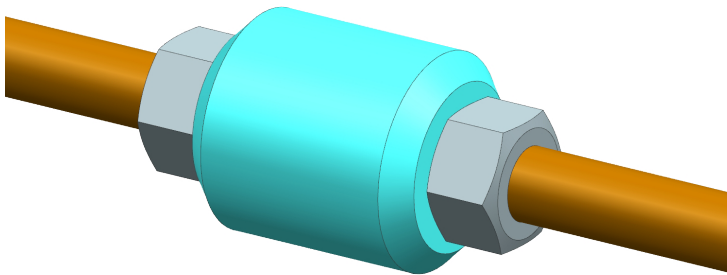
kde je červenou barvou naznačeno proudění horkonosného oleje. Vstup a výstup je naznačen šipkami v pravé dolní části obr. 20 v blízkosti mezišroubení rychlospojek (modře; blíže popsáno v 3.4.2). Na obr. 20 jsou taktéž vyobrazeny 2 ks sestavy ucpávek (světle modře; blíže popsáno v 3.4.2) se závitovými tyčemi (oranžově), zátky (bíle), otvory pro hradicí plechy s umístěnými hradicími plechy (černě — vždy kolmo na červeně naznačené proudění oleje).

V blízkosti výstupu temperačního systému bylo nutné použití úpravy vrtání, a to posunutím výstupu mimo osu závitové tyče ucpávek — proud oleje by mohl s sebou strhávat závitovou tyč s ucpávkami do rychlospojky, což by mohlo vést k jejímu poškození. V případě posunutí výstupu by případně došlo k opření závitové tyče s ucpávkami pouze o zátku temperačního systému nástroje.

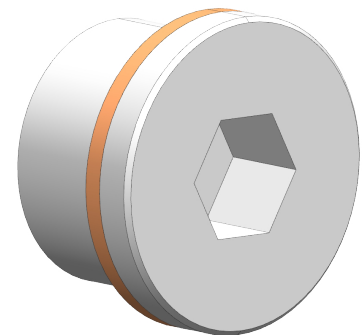
### 3.4.2 Prvky usměrnění toku média temperačního systému

K usměrnění toku horkonosného oleje byly použity ucpávky a hradící plechy, obě jakožto vyráběné komponenty. K uzavření temperačního systému byly použity nakupované zátky.

#### Systém ucpávek, zátky



Obrázek 21: Část sestavy sestému ucpávek



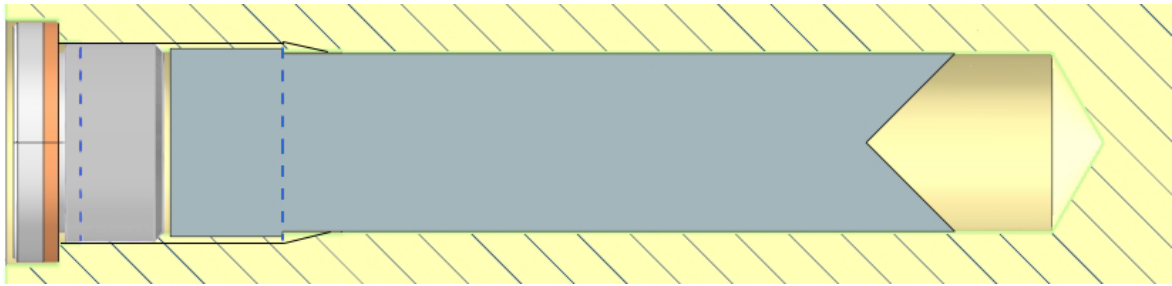
Obrázek 22: Zátka G 3/4”  
DIN 908 21

Sestava ucpávek se skládá z ucpávky (Obr. 21 — modře) jištěné dvěma kontramatkami na závitové tyči (Obr. 21 — oranžově). Úkolem ucpávky není zcela utěsnit vrtání temperačního systému, ale pouze usměrnit tok horkonosného oleje ztížením průtoku ve směru ucpávky minimalizováním průřezu, kterým může horkonosný olej protékat, s využitím vlastnosti, že kapalina protéká místem nejmenšího odporu. Délka ucpávky je 20 mm,  $\varnothing$  18,5 mm a sražení hran tohoto průměru má velikost  $2 \times 45^\circ$ . Závitové tyče s ucpávkami jsou ve vrtání temperačního systému umístěny tak, že pozice ucpávek vzhledem k vrtání je určena délkou závitové tyče, která je o 18 mm menší než vzdálenost protějších zátek otvorů s ucpávkami a závitovou tyčí. Při případném posunu ucpávek se závitovou tyčí, např. vlivem manipulace či proudu horkonosného oleje, je tedy zaručena korektní pozice ucpávky vzhledem k vrtání temperačního systému. [3]

K uzavření tepmeračního systému byly použity zátky dle normy DIN 908 21 o velikosti G 3/4” s katalogovým číslem E 20767 firmy Meusburger (Obr. 22). Tyto zátky jsou dodávány včetně měděného těsnění pro zajištění optimální těsnosti (Obr. 22 — oranžově).

Celkem bylo použito 34 ks ucpávek, 4 ks závitových tyčí o délce 1 470 mm a 161 ks zátek.

## Hradící plechy

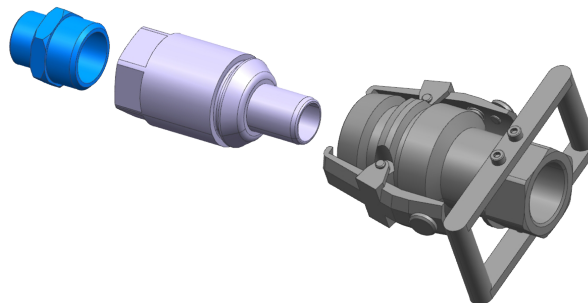


Obrázek 23: Montáž hradícího plechu

Pro temperační systém bloků nástroje byly použity hradící plechy (Obr. 23 — šedě) o tloušťce 2 mm, které slouží k vynucení proudění horkonosného oleje do otvorů  $\varnothing 24$ , a tím k rovnoměrnému prohřátí ořezových ploch bloků nástroje. Celkem bylo použito 109 ks hradících plechů o délkách 155 – 105 mm (vzdálenost mezi špičkami vrtání  $\varnothing 24$  a sražení hradícího plechu je přibližně 30 mm). Hradící plech, analogicky k ucpávkám, opět nemá za úkol úplné utěsnění otvorů, ale usměrnění proudu v temperačním systému do otvorů  $\varnothing 24$  — průřez, kterým může horkonosný olej protékat v místě špičky otvorů  $\varnothing 24$  je značně větší než průřez mezi hradícím plechem a zátkou.

Požadované pozice hradícího plechu v otvoru je dosaženo jeho „zašroubováním“ — díky malé tloušťce plechu v jeho rozšířeném místě dojde k „proříznutí“ vlivem závitů zahloubení otvoru pro zátku.

### 3.4.3 Rychlospojky



Obrázek 24: Rychlospojka Walther Praezision 11-019

Dle Zadání konstrukce (Příloha č. 1) je určeno připojení okruhů temperačního systému pomocí rychlospojky firmy Walther Praezision s označením 11-019-2-WR533-AAAA (Obr. 24). Rychlospojka se skládá z části (Obr. 24 — fialově) pevně našroubované na blocích nástroje pomocí mezišroubení a přípojky (Obr. 24 — šedě) umístěné na vstupní, resp. výstupní hadici horkonosného oleje [3]. Výrobce udává maximální pracovní teplota je 310 °C a maximální pracovní tlak 16 bar.

Jelikož je zadán rozměr závitů připojení bloku je G 3/4" a rozměr závitů rychlospojky je G 1", bylo nutné použít mezišroubení dle DIN 3852 (Obr. 24 — modře) pro přechod mezi uvedenými rozměry závitů.

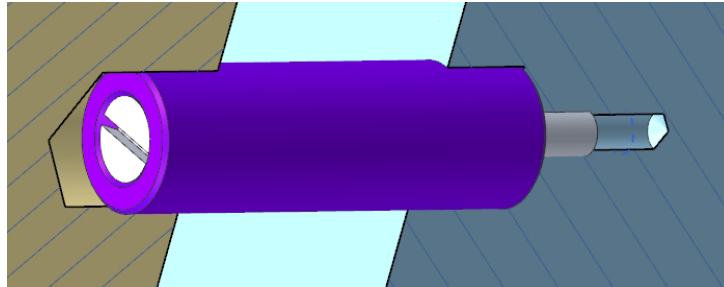
Pro vyloučení rizika poškození pevné části rychlospojky (Obr. 24 — fialově), např. při manipulaci s nástrojem, je na spodním bloku umístěn ochranný rám (Obr. 12 — oranžově).



### 3.4.4 Teploměry

K orientační indikaci teploty nástroje slouží nakupované teploměry umístěné po 1 ks v obou polovinách nástroje na straně obsluhy (Obr. 12 — fialově). Teploměry jsou kvůli jejich ochraně umístěny v kapsách v blocích nástroje, a to co nejbližší k ořezovým plochám bloků pro zajištění měření co nejbližší hodnoty teploty vzhledem k reálné teplotě bloků.

### 3.4.5 Kontrolní kolíky



Obrázek 25: Kontrolní kolík

Kontrolní kolíky (Obr. 25 — fialově) jsou používány pro kontrolu rovnoměrnosti ohřevu nástroje — indikátorem rovnoměrnosti ohřevu je rovnoměrnost změny rozměru bloku vlivem teplotní roztažnosti. Díky vysoké rozměrové a geometrické přesnosti kontrolních kolíků a náležejících otvorů se nerovnoměrnost ohřevu bloků nástroje projeví poškozením kontrolního kolíku, který je vyroben z hliníku.

Kontrolní kolíky jsou umístěny co nejdále ve dvou protějších rozích bloků nástroje (Obr. 13b — fialově), jelikož vliv teplotní roztažnosti se projevuje výrazněji na větších vzdálenostech. K bloku spodního nástroje je kontrolní kolík o  $\varnothing 16$  a délce 50 mm přichycen pomocí šroubu M5x60 s kuželovou hlavou.

## 3.5 Izolace

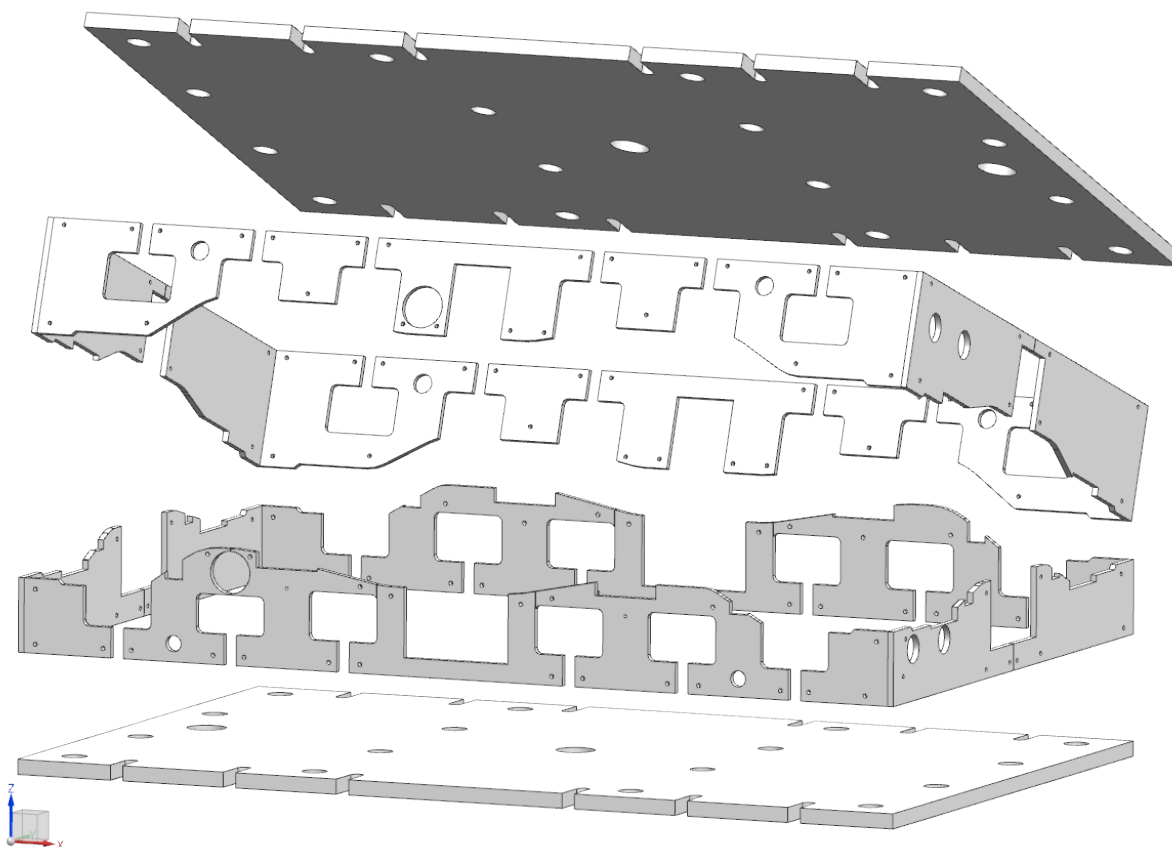
Izolace (Obr. 26) snižuje tepelné ztráty vytápěného pinčovacího nástroje. Izolace se skládá z horní a spodní izolační desky a horní a spodní boční izolace. [3]

Jako polotovar izolace jsou použity hutné kalcium silikátové desky s obchodním názvem Promatect firmy Promat. Materiál použitých polotovarů se vyznačuje vysokou pevností při namáhání na tlak, ale nízkou pevností při namáhání v ohybu — desky jsou náchylné k prasknutí.

Tvar izolace kopíruje vnější obrysy bloků nástroje, včetně kapes T-drážek, uchycení ochranných desek, otvorů pro připojení okruhů temperačního systému, otvorů pro šrouby pro uchycení transportních pásů a také kapes pro teploměry. V místech, kde by mohla izolace být vlivem namáhání ohybem a důsledkem jejího ořezu tvarem bloku náchylná k prasknutí, je rozdělena na více částí.

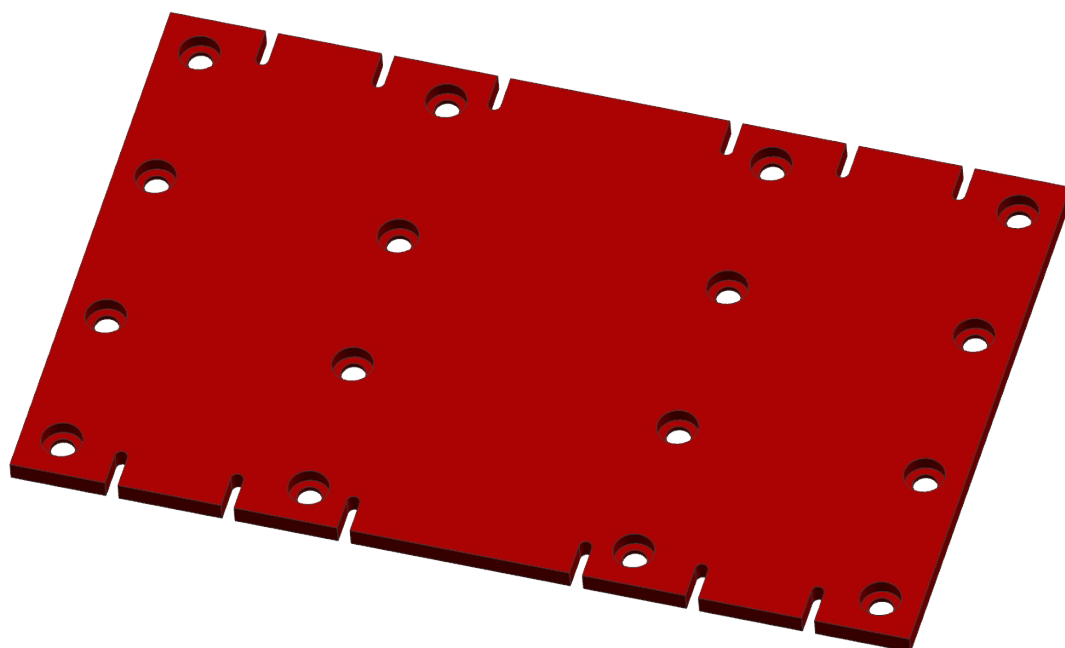
Boční izolace se skládá z 29 kusů tvarových desek o zadané tloušťce 10 mm, které jsou k blokům nástroje připevněny pomocí 129 ks šroubů M6x25 s čočkovou hlavou.

Horní a spodní izolace je součástí spoje ochranných desek nástroje (blíže popsán v podkapitole 3.5.2) a skládá se ze dvou desek o zadané tloušťce 25 mm.



Obrázek 26: Izolace

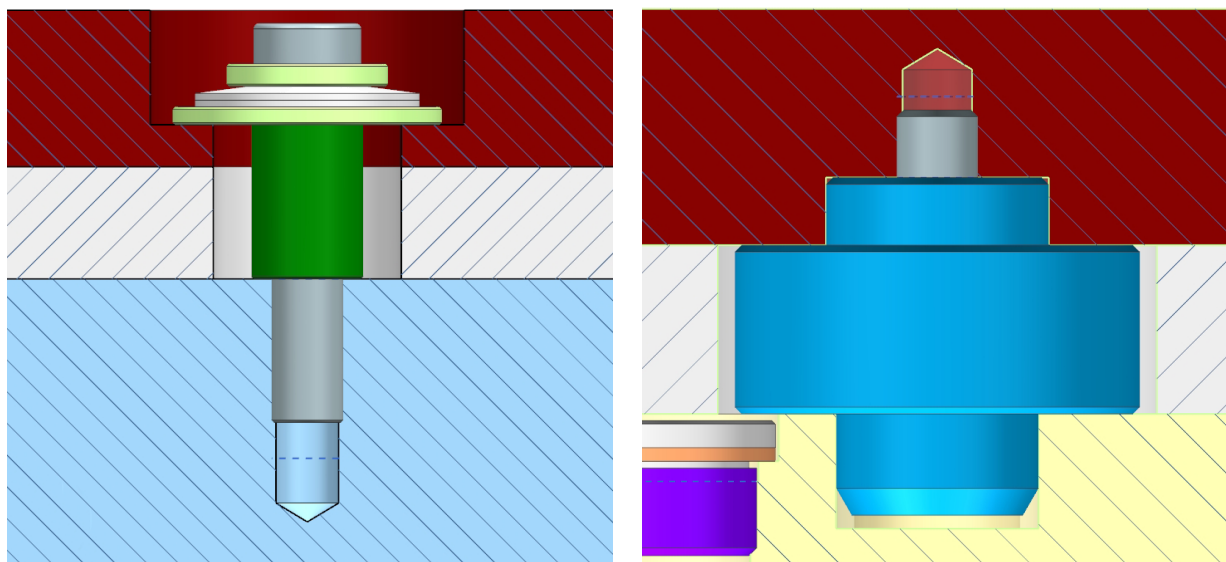
### 3.5.1 Podkladové desky



Obrázek 27: Podkladová deska

Podkladové desky (Obr. 27) slouží jako ochranný prvek desek horní a spodní izolace [3]. Ve vyráběných, ocelových podkladových deskách jsou, analogicky k horní a spodní desce izolace, vyhotoveny kapsy s tvarem odvíjejícím se od tvaru T-drážek bloků nástroje, dále 16 otvorů  $\varnothing 28$  s válcovým zahloubením  $\varnothing 70$  o hloubce 25 mm pro šroubové spoje a dále 2 neprůchozí otvory  $\varnothing 33$  pro středící čepy podkladové desky (blíže popsány v podkapitole 3.5.2), umístěné ve středu a blízko okraje na podélné ose podkladové desky (umístění středících čepů podkladové desky vyznačeno v obr. 14a).

### 3.5.2 Spojení izolace a podkladové desky s blokem nástroje



(a) Šroubový Spoj

(b) Středění podkladové desky

Obrázek 28: Upevnění izolace a ochrany izolace k bloku

Podkladové desky, společně deskami horní, resp. spodní izolace, jsou k blokům nástroje připevněny pomocí šroubového spoje vyobrazeném na obr. 28a. Tento typ šroubového spoje lze použít pouze u desek s dostatečnou tloušťkou, jelikož šroubový spoj, skládající se ze šroubu M16x80 s nízkou hlavou (DIN 7984), pouzdra o vnějším  $\varnothing 25$  (Obr. 28a — tmavě zeleně), dvou talířových pružin (Obr. 28a — bíle) a dvou podložek talířových pružin o vnějších rozměrech  $\varnothing 36$  a  $\varnothing 60$  (Obr. 28a — světle zeleně), nesmí vyčnívat z podkladové desky. [3]

Tento typ šroubového spoje umožňuje vzájemný pohyb podkladové desky a bloku nástroje vlivem teplotní roztažnosti díky použití pružných elementů spoje — talířových pružin 50x25,4x3 dle DIN 2093. Vrstvení dvou pružin paralelně na sebe je charakteristické vyvozením dvojnásobné síly v pružině při stejném průhybu ve srovnání s použitím pouze jedné pružiny.

#### Výpočet vůle pouzdra šroubového spoje vůči otvoru podkladové desky

Pro umožnění změny rozměrů vlivem teplotní roztažnosti nástroje vůči podkladové desce je nutné, aby mezi pouzdrům šroubového spoje (Obr. 28a — tmavě zeleně) a otvorem v podkladové desce byla dostatečná vůle. Velikost této vůle stanovuje výpočet vycházející z (2) (blíže popsán v podkapitole 2.2):

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T. \quad (5)$$

Referenčním místem pro zohlednění teplotní roztažnosti bloku nástroje je střed podkladové desky, ve kterém je umístěn středící čep podkladové desky (Obr. 28b — modře) korespondující s válcovým otvorem v bloku nástroje.

Druhý středící čep podkladové desky koresponduje s oválným otvorem v bloku nástroje — tedy tento středící čep umožňuje volný pohyb bloku nástroje vlivem teplotní roztažnosti v podélném směru bloku nástroje.

Odměření vzdálenosti středu podkladové desky a osy nejvzdálenějšího šroubového spoje podkladové desky a bloku nástroje z 3D modelu nástroje byla zjištěna hodnota referenční vzdálenosti  $L_0 = 818,1$  mm. Hodnoty teplotního součinitele teplotní roztažnosti  $\alpha_l$  a počáteční i koncové teploty  $t$  a  $t_0$  jsou totožné s hodnotami uvedenými v podkapitole 2.2, tedy  $\alpha_l = 11 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ ,  $t = 20$  °C a  $t_0 = 190$  °C.

Dosazením do (5)

$$\Delta L = 818,1 \cdot 11 \cdot 10^{-6} \cdot (20 - 190) = -1,39 \text{ mm} \quad (6)$$

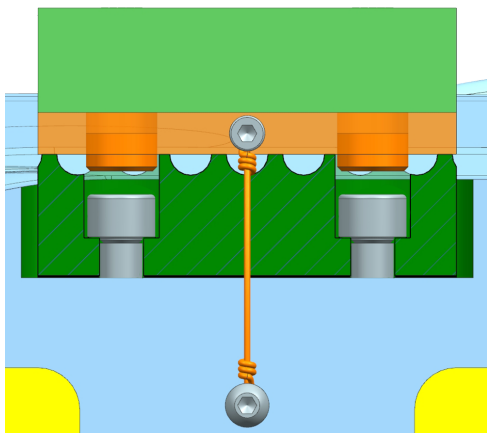
byla zjištěna hodnota jednostranné vůle mezi pouzdem šroubového spoje (Obr. 3.5.2 — tmavě zeleně) a otvorem podkladové desky. Záporná hodnota byla zjištěna, jelikož rozdíl teplot v udaném pořadí je záporný — z tohoto plyne, že při ochlazení bloku nástroje dojde k jeho smrštění.

Průměr otvoru pro pouzdro šroubového spoje tedy musí být alespoň o dvojnásobek velikosti zjištěné hodnoty větší než průměr pouzdra šroubového spoje, jelikož je uvažována sousost šroubového spoje při jeho montáži.

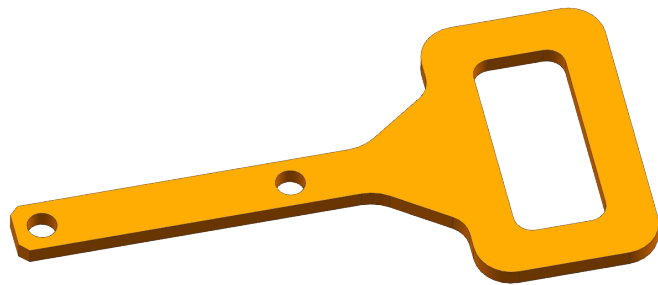
Na základě (6) byla mezi pouzdem a otvorem zvolena velikost jednostranné vůle 1,5 mm (Průměr otvoru pro pouzdro tedy musí být o 3 mm větší než průměr pouzdra).

Velikost vůle pouzdra šroubového spoje a otvoru v podkladové desce je v obr. 28a pro názornost vyobrazena větší než ve skutečnosti. V krajním případě rozdílu rozměrů bloku nástroje a podkladové desky vlivem teplotní roztažnosti nesmí dojít ke stavu, ve kterém by podložka mezi talířovými pružinami a podkladovou deskou neměla na jedné straně otvoru v podkladové desce dostatečně velikou stykovou plochu, tedy při volbě podložky je nutné uvažovat vliv teplotní roztažnosti bloků nástroje.

### 3.6 Transportní prvky nástroje



(a) Transportní destička



(b) Transportní pás s okem

Obrázek 29: Transportní prvky

Transportní prvky nástroje slouží k přemístování a spojení horního a spodního nástroje. Použité transportní prvky nástroje jsou transportní destičky (Obr. 29a — oranžově) a transportní pásy s okem (Obr. 29b). [3]

#### 3.6.1 Transportní destičky

Pro zamezení poškození dosedacích ploch nástroje — pinčovací hrany jsou pro transport nástroje mezi dorazy nástroje vkládány transportní destičky (Obr. 29a — oranžově). Transportní destička v podobě svařence se skládá z destičky a dvou pozičních čepů přivařených koutovými svary k destičce. [3]

Poziční čepů zapadají do válcového zahloubení otvorů pro šrouby ve spodních dorazech, a tím zajišťují dodržení správné pozice transportní destičky při transportu nástroje.

Aby nedošlo ke ztrátě transportních destiček, jsou vybaveny lanky, které jsou k transportním destičkám přišroubovány šrouby M5x10 s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem a ke spodnímu bloku nástroje šrouby M6x30 s čočkovou hlavou. [3]

#### 3.6.2 Transportní pásy s oky

Transportní pásy s oky slouží ke spojení obou polovin nástroje, oka transportních pásů umožňují přemístění nástroje pomocí vysokozdvíhacího vozíku. Spojení horního a spodního nástroje je realizováno pomocí celkem 8 ks šroubů M30x70 s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem. Transportní pásy s oky jsou vyráběny vyřezáním z plechové desky o tloušťce 20 mm. [3]

Využitím transportních pásů s oky lze docílit, z hlediska času a montážní náročnosti, efektivnějšího transportu nástroje v porovnání s transportními systémy využívajícími separátní transportní pásy a transportní oka či čepů.

## 4 Závěr

Cílem práce byl konstrukční návrh prototypového pinčovacího nástroje pro zadaný díl do osobního automobilu a vytvoření výkresové dokumentace vybraných částí nástroje pomocí softwaru Siemens NX 11.

Vstupními daty pro vytvoření nástroje byl zadávací list se specifikacemi požadavků nástroje a 3D CAD model zadaného dílu ve formátu „CATIA Part“ softwaru Dassault Systèmes CATIA.

Softwary Siemens NX a Dassault Systèmes CATIA nejsou navzájem kompatibilní, proto musel proběhnout převod předaných dat pomocí univerzálního souborového 3D CAD formátu. Jelikož se ze zadání jedná o nástroj vyhřívaný, byl před samotným začátkem tvorby nástroje zohledněn vliv teplotní roztažnosti materiálu bloků nástroje, a to formou scalingu vstupního 3D CAD modelu zadaného dílu.

Tvorba 3D CAD modelu nástroje započala tvorbou 3D CAD modelu zadaného dílu v plochách, spočívající v extrakci a úpravě ploch zadaného dílu. Pomocí vytvořeného 3D CAD modelu zadaného dílu bylo vytvořeno dvouhřízde rozvržení nástroje a ořezové plochy bloků nástroje. Jedním ze zadavatelem kladených požadavků na ořezové plochy byla jejich tečná návaznost, proto následovala analýza ořezových ploch s ohledem zmíněný požadavek.

Po vytvoření ořezových ploch bylo možno vytvořit objemový 3D CAD model nástroje, spočívající ve vytvoření bloků nástroje pomocí ořezových ploch a následným zakomponováním dalších součástí nástroje. Zakomponování dalších součástí nástroje probíhalo způsobem modelování těchto součástí včetně negativů kapes, resp. otvorů pro umístění těchto součástí v nástroji — tyto kapsy byly použity pro tvorbu souvisejících částí nástroje. Vytvořené součásti nástroje představují vodící elementy nástroje, dorazy, temperační systém, izolace, transportní prvky nástroje.

Konstrukční návrh nástroje byl vypracován tak, aby celková výška nástroje byla totožná se zadanou minimální výškou nástroje, čímž se docílí nižší hmotnosti, úspory materiálu potřebného k výrobě formy, a s těmito související úspory nákladů ve srovnání s případně nadbytečně vyšším nástrojem. Ovšem dosažení minima zadané celkové výšky nástroje si vyžádalo úpravy některých prvků nástroje, např. kapes systému upínání nástroje, které musely být místně zúženy, sníženy, případně upraveny na otevřené kapsy.

## Literatura

- [1] Hynek, M. a kolektiv. Pohledové díly [online]. ZČU, 2012 [cit. 26. 4. 2018].  
Dostupné z: [https://kks.zcu.cz/export/sites/kks/projekty-ver-fin/OPVK\\_PU/KA\\_03\\_publikace/KA03.POHLEDOV-DLY.pdf](https://kks.zcu.cz/export/sites/kks/projekty-ver-fin/OPVK_PU/KA_03_publikace/KA03.POHLEDOV-DLY.pdf).
- [2] Hynek, M. a kolektiv. Akustické díly [online]. ZČU, 2012 [cit. 26. 4. 2018].  
Dostupné z: [https://kks.zcu.cz/export/sites/kks/projekty-ver-fin/OPVK\\_PU/KA\\_02\\_publikace/KA02.AKUSTICK-DLY.pdf](https://kks.zcu.cz/export/sites/kks/projekty-ver-fin/OPVK_PU/KA_02_publikace/KA02.AKUSTICK-DLY.pdf).
- [3] Hynek, M. a kolektiv. Lisovací nástroje [online]. ZČU, 2012 [cit. 26. 4. 2018].  
Dostupné z: [https://kks.zcu.cz/export/sites/kks/projekty-ver-fin/OPVK\\_PU/KA\\_02\\_publikace/KA02.LISOVAC-NASTROJE.pdf](https://kks.zcu.cz/export/sites/kks/projekty-ver-fin/OPVK_PU/KA_02_publikace/KA02.LISOVAC-NASTROJE.pdf).
- [4] Hynek, M. a kolektiv. Pinčovací nástroje [online]. ZČU, 2012 [cit. 26. 4. 2018].  
Dostupné z: [https://kks.zcu.cz/export/sites/kks/projekty-ver-fin/OPVK\\_PU/KA\\_03\\_publikace/KA03.PINCOVACI-NASTROJE.pdf](https://kks.zcu.cz/export/sites/kks/projekty-ver-fin/OPVK_PU/KA_03_publikace/KA03.PINCOVACI-NASTROJE.pdf).
- [5] Hynek, M. a kolektiv. Ořezové plochy [online]. ZČU, 2012 [cit. 26. 4. 2018].  
Dostupné z: [https://kks.zcu.cz/export/sites/kks/projekty-ver-fin/OPVK\\_PU/KA\\_03\\_publikace/KA03.OREZOVE-PLOCHY.pdf](https://kks.zcu.cz/export/sites/kks/projekty-ver-fin/OPVK_PU/KA_03_publikace/KA03.OREZOVE-PLOCHY.pdf).
- [6] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojního inženýra 1. Praha: Computer Press, 1999.
- [7] LEINVEBER, J., VÁVRA, P. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 2. dopl. vyd., Úvaly: ALBRA, 2005.
- [8] jkz.cz.: W. NR. 1.2311. [online]. [cit. 27. 10. 2018]. Dostupné z:  
<http://www.jkz.cz/cs/produkty/nastrojove-oceli/na-vyrobu-forem/w-nr-12311>.

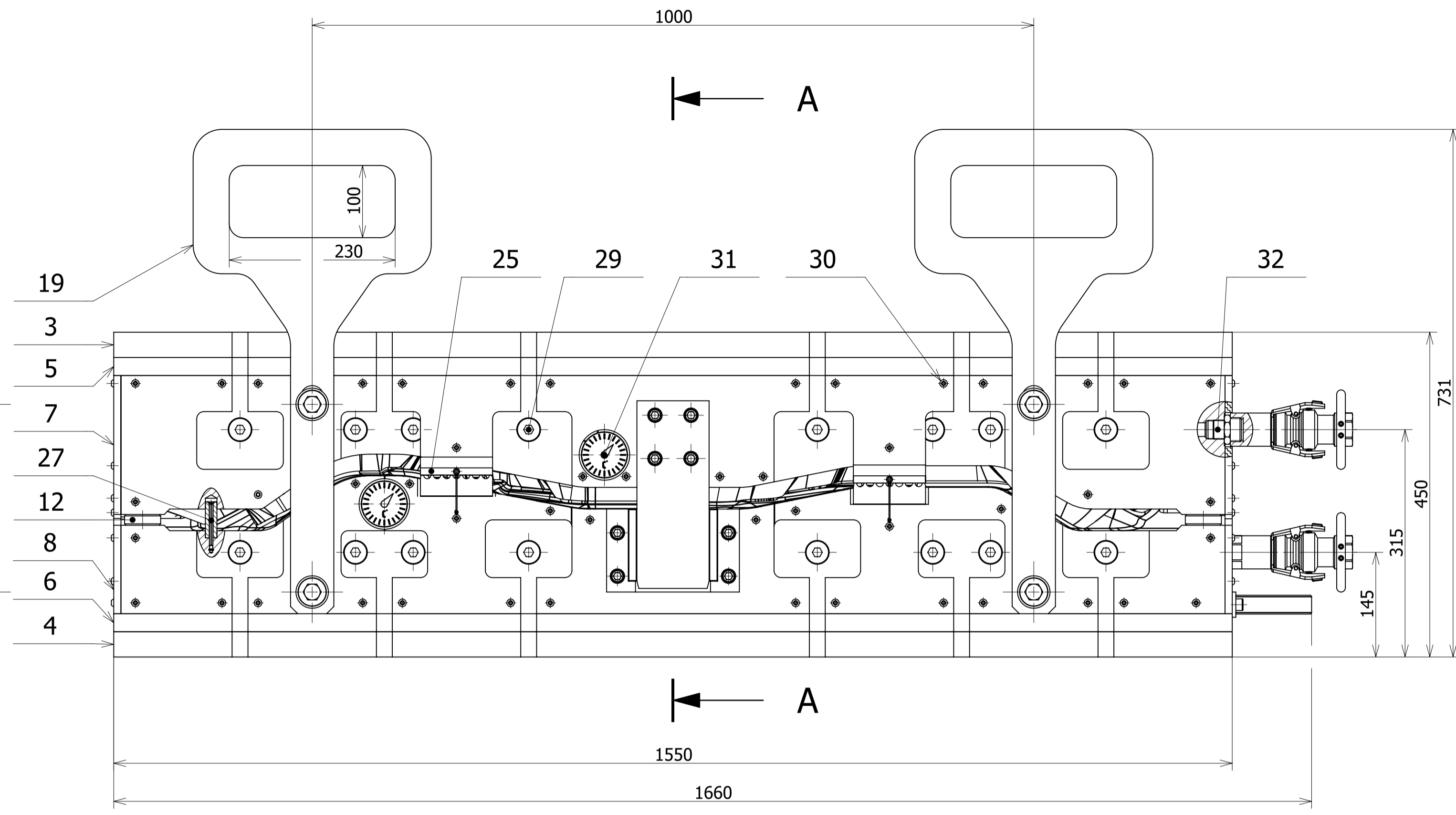
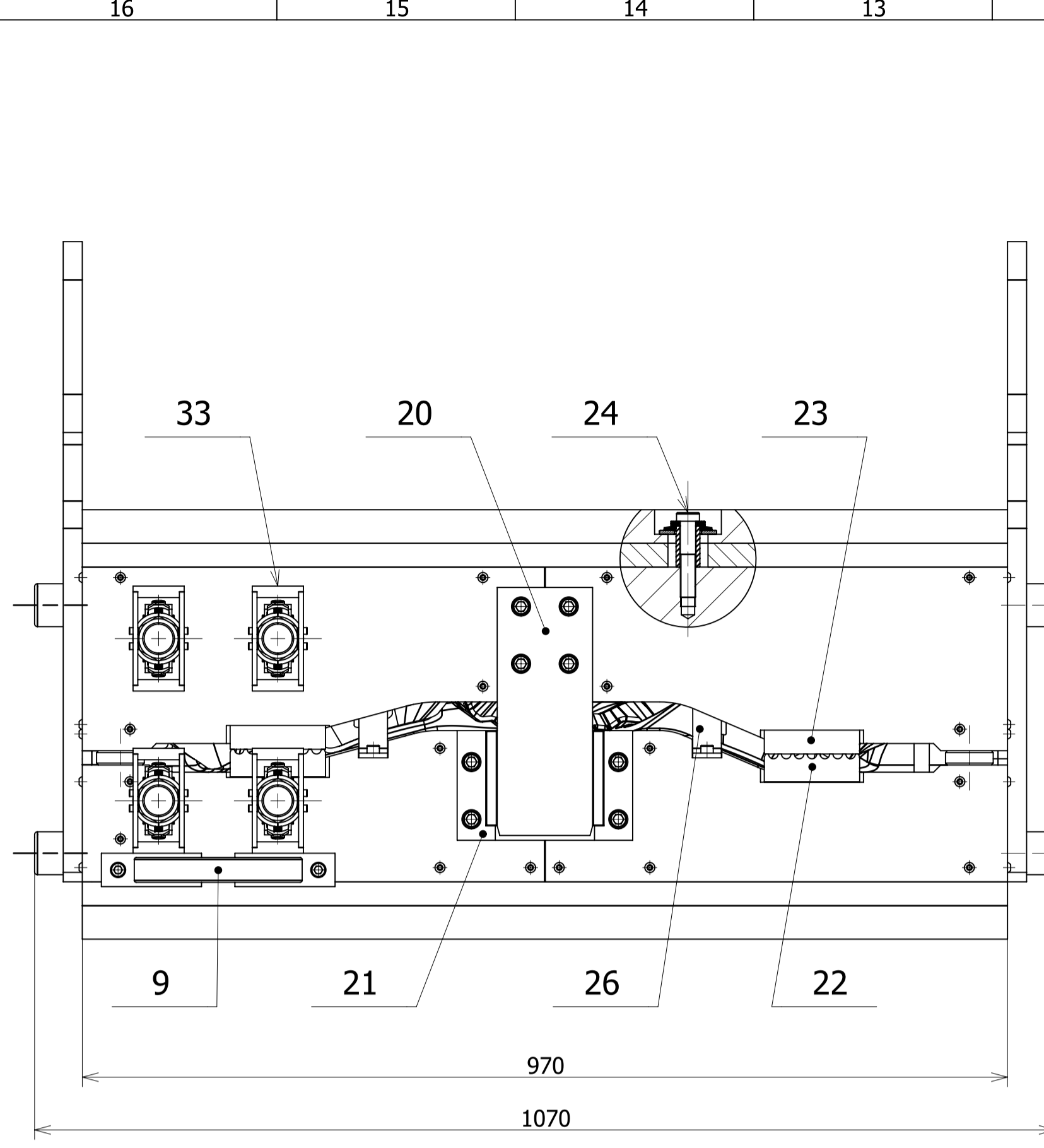
## Seznam obrázků

1	Postup výroby pohledového dílu . . . . .	10
2	Schéma pinchovací hrany . . . . .	12
3	Extrahované plochy z upraveného 3D modelu zadaného dílu . . . . .	14
4	Analýza tečné návaznosti extrahovaných ploch . . . . .	15
5	Ořezové plochy strany plechu . . . . .	15
6	Ořezové plochy pohledové strany . . . . .	17
7	Vybrané náhledy míst úpravy odlehčení výběhových ploch, resp. ploch strany plechu dílu . . . . .	18
8	Ořezové plochy strany plechu . . . . .	19
9	Lícovací plošky . . . . .	19
10	Analýza tečné návaznosti vytvořených ořezových ploch . . . . .	20
11	Analýza podkosů vytvořených ořezových ploch . . . . .	21
12	Sestava nástroje (pro transport) . . . . .	22
13	Rozlišení horního a spodního nástroje . . . . .	23
14	Horní a spodní blok nástroje . . . . .	23
15	Schéma kapsy T-drážky . . . . .	24
16	Středící čep . . . . .	24
17	Vodící elementy nástroje . . . . .	25
18	Dorazy . . . . .	26
19	Vrtání temperačního systému bloků nástroje . . . . .	27
20	Okruh temperačního systému spodního nástroje . . . . .	28
21	Část sestavy sestému ucpávek . . . . .	29
22	Zátka G 3/4" DIN 908 21 . . . . .	29
23	Montáž hradícího plechu . . . . .	30
24	Rychlospojka Walther Praezision 11-019 . . . . .	30
25	Kontrolní kolík . . . . .	31
26	Izolace . . . . .	32
27	Podkladová deska . . . . .	32
28	Upevnění izolace a ochrany izolace k bloku . . . . .	33
29	Transportní prvky . . . . .	35

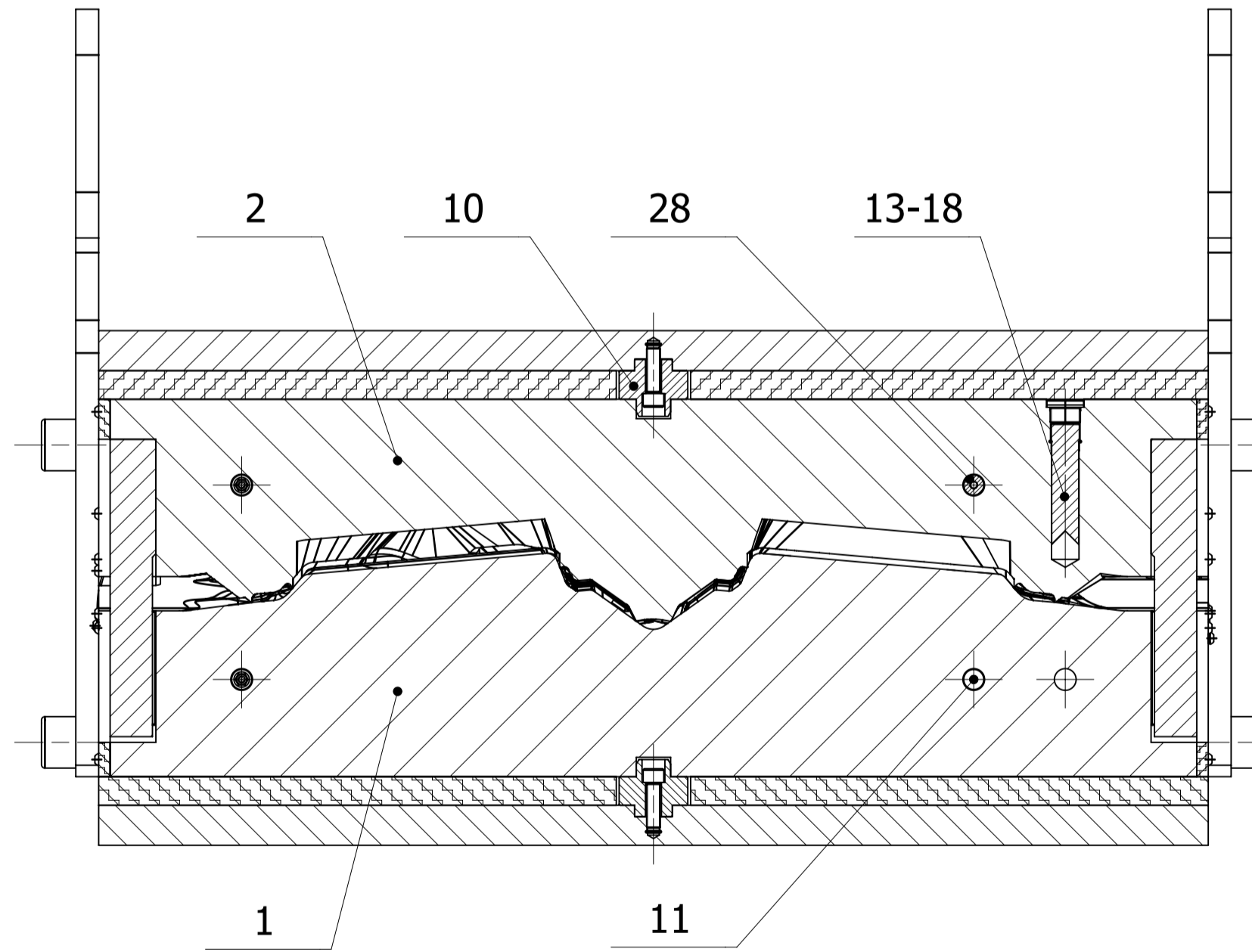
## Výkresová dokumentace

Výkres hlavní sestavy nástroje	ZCUFST_S16B0155P-00-00
Výrobní výkres horního bloku	ZCUFST_S16B0155P-00-02
Výrobní výkres pozicovacího čepu	ZCUFST_S16B0155P-00-10

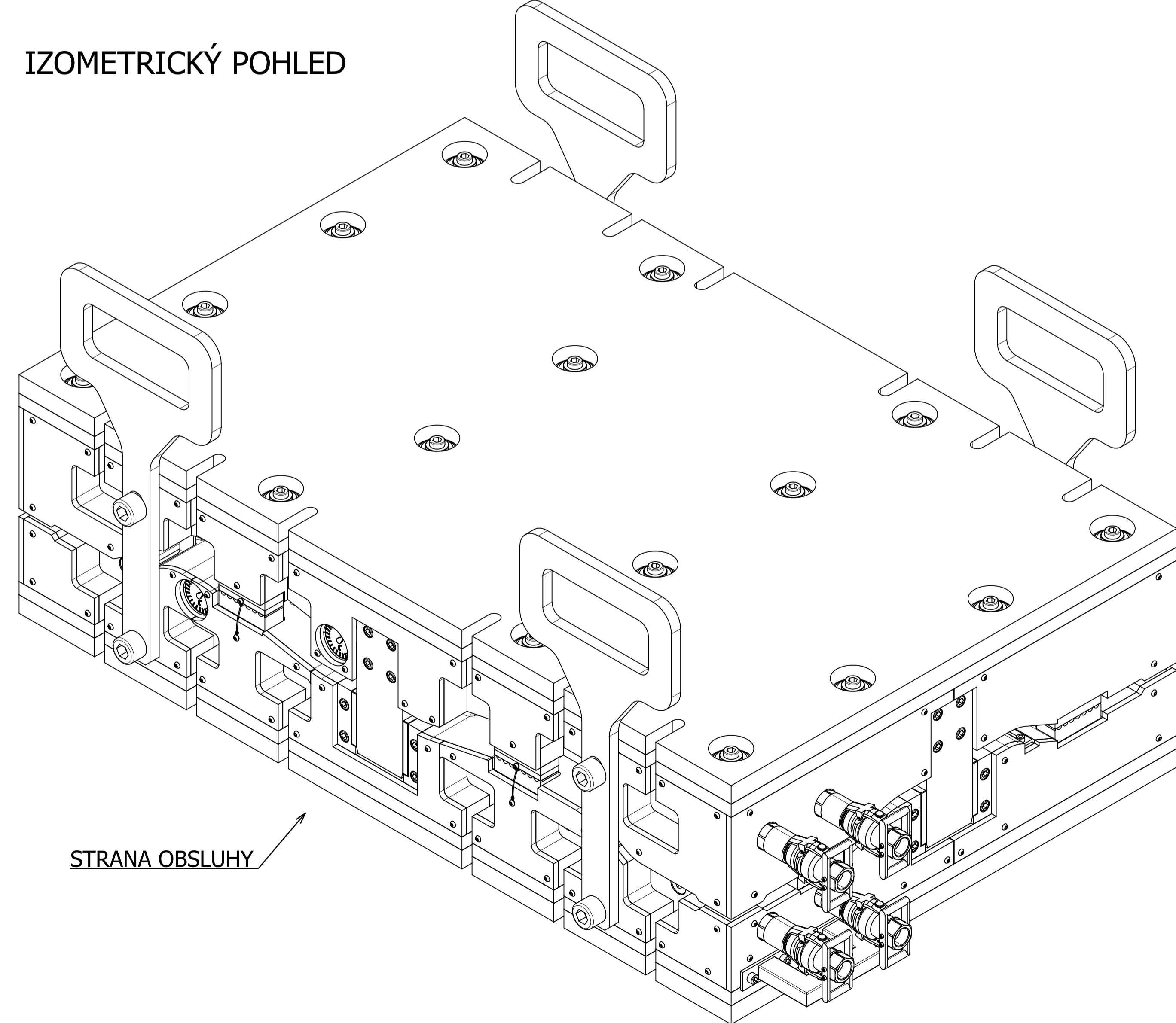




A-A



IZOMETRICKÝ POHLED



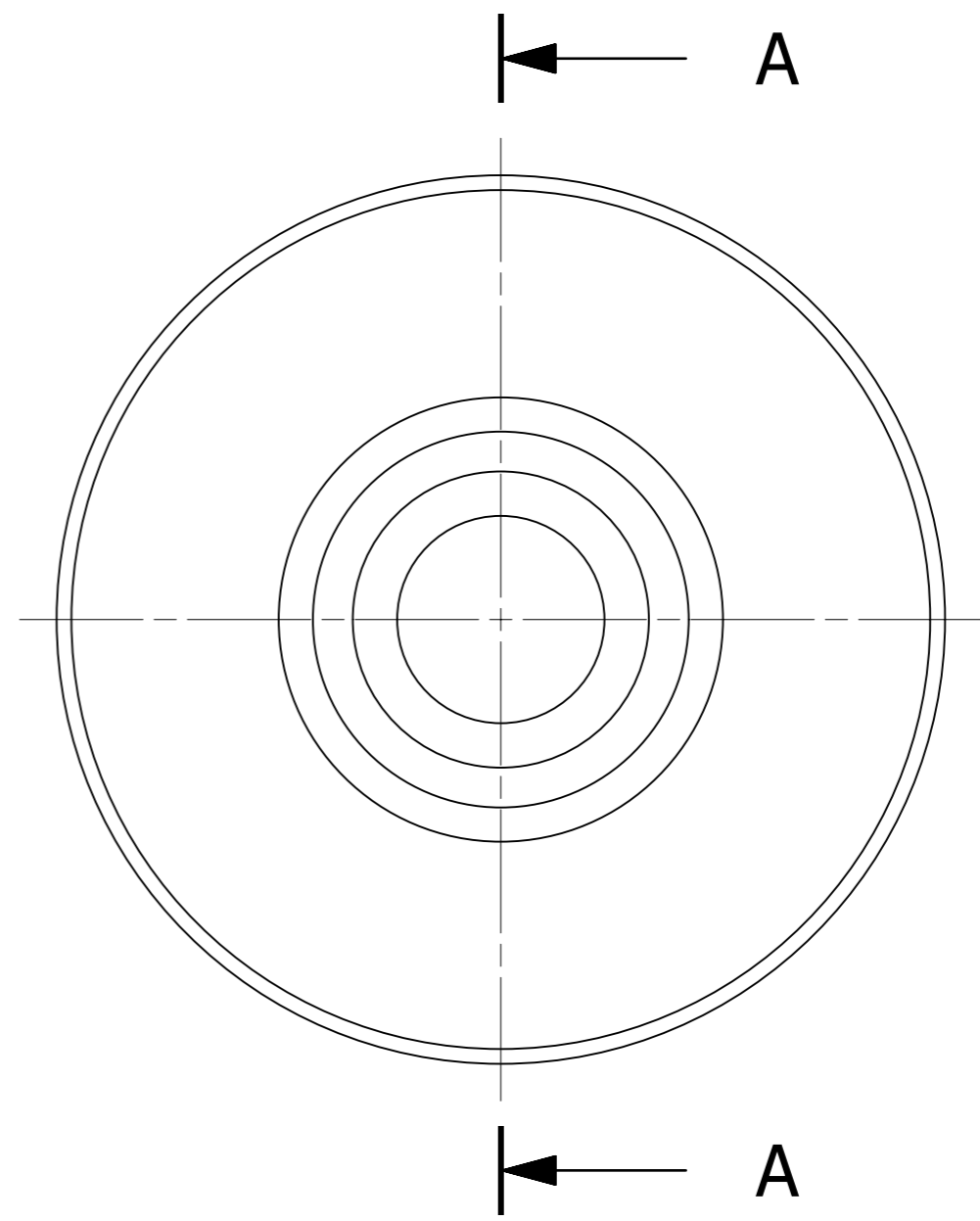
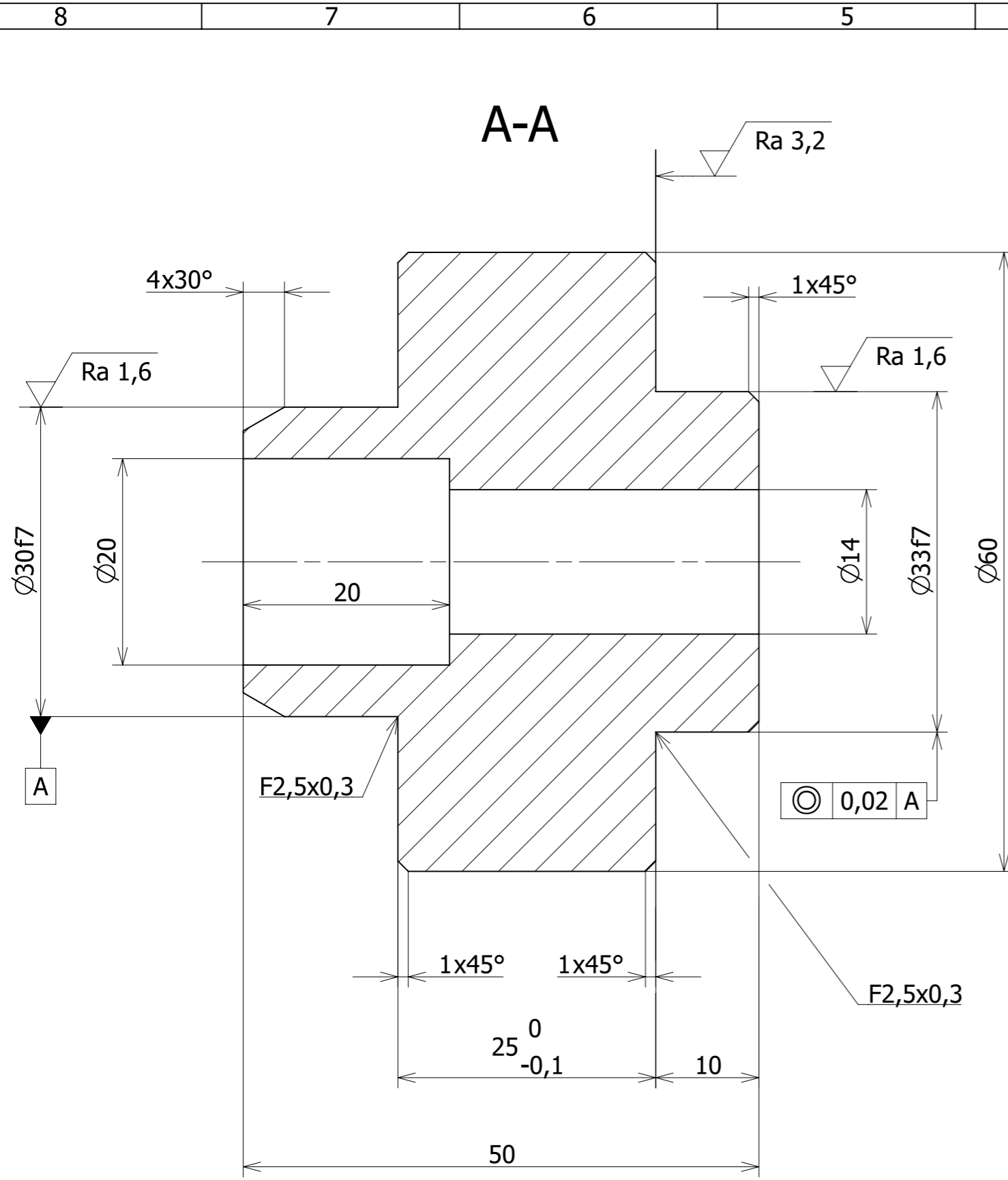
STRANA OBSLUHY

Pos.	Název - rozmiar	Poktovor	Material konecny/vyrchozi	T.O.	C.hmot.	H.hmot.	Celo vykresu sestavy	Pocet ks.
Pos.	Titel - size	Blank	End material/Start material	C.W.	Weight	Weight	Assembly drawing no.	Quant.
33	RYCHLOSPOJKA - WALTHER	11-019-2-WR5 33-AAAA	-	-	2,2	-	-	4
32	ŠROUBENÍ - G3/4 / G1 - LMC COUPLINGS	RUMM019025	NEREZ	-	0,12	-	-	4
31	TEPLOMĚR - APATOR METRA	TR 60	-	-	-	-	-	2
30	ŠROUB - M6x25	ISO 7380	-	-	0,007	-	-	129
29	ZÁTKA - G3/4	DIN 908 21	-	-	0,09	-	-	161
28	UCPÁVKA - SESTAVA	-	-	-	0,03	-	ZCUFST_S1680155P-10-00	34
27	KONTROLNÍ KOLÍK - SESTAVA	-	-	-	0,07	-	ZCUFST_S1680155P-09-00	2
26	DORAZ MATERIÁLOVÝ - SESTAVA	-	-	-	0,17	-	ZCUFST_S1680155P-08-00	8
25	TRANSPORTNÍ DESTIČKA - SESTAVA	-	-	-	0,29	-	ZCUFST_S1680155P-07-00	4
24	ŠROUBOVÝ SPOJ - SESTAVA	-	-	-	0,37	-	ZCUFST_S1680155P-06-00	32
23	DORAZ HORNÍ - SESTAVA	-	-	-	0,76	-	ZCUFST_S1680155P-05-00	8
22	DORAZ SPODNÍ - SESTAVA	-	-	-	0,79	-	ZCUFST_S1680155P-04-00	8
21	MEČOVÉ VEDENÍ - SESTAVA	-	-	-	3,1	-	ZCUFST_S1680155P-03-00	4
20	MEČ - SESTAVA	-	-	-	7,8	-	ZCUFST_S1680155P-02-00	4
19	TRANSPORTNÍ PÁS - SESTAVA	-	-	-	12,9	-	ZCUFST_S1680155P-01-00	4
18	HRADÍČÍ PLECH 75 - P2-85x26	ČSN 42 6522	11 373	001	0,03	-	ZCUFST_S1680155P-00-18	4
17	HRADÍČÍ PLECH 85 - P2-95x26	ČSN 42 6522	11 373	001	0,03	-	ZCUFST_S1680155P-00-17	13
16	HRADÍČÍ PLECH 90 - P2-100x26	ČSN 42 6522	11 373	001	0,03	-	ZCUFST_S1680155P-00-16	14
15	HRADÍČÍ PLECH 105 - P2-115x26	ČSN 42 6522	11 373	001	0,03	-	ZCUFST_S1680155P-00-15	30
14	HRADÍČÍ PLECH 115 - P2-125x26	ČSN 42 6522	11 373	001	0,04	-	ZCUFST_S1680155P-00-14	27
13	HRADÍČÍ PLECH 125 - P2-135x26	ČSN 42 6522	11 373	001	0,04	-	ZCUFST_S1680155P-00-13	10
12	STŘEDICÍ ČEP KR50-60	ČSN 42 6510	11 373	001	0,29	-	ZCUFST_S1680155P-00-12	15
11	ZÁVITOVÁ TYČ M6x1470	DIN 975	11 375,0	002	0,33	-	ZCUFST_S1680155P-00-11	4
10	ČEP POZICOVACÍ - KR60-55h11	ČSN 42 5510.12	11 375	002	0,61	-	ZCUFST_S1680155P-00-10	4
9	RÁM OCHRANNÝ - TR20x40x3-400	ČSN 42 5720.10	11 373	001	1,2	-	ZCUFST_S1680155P-00-09	1
8	IZOLACE BOČNÍ SPODNÍ - 400x2480x10	-	PROMATECT	-	4,1	-	ZCUFST_S1680155P-00-08	1
7	IZOLACE BOČNÍ HORNÍ - 385x2480x10	-	PROMATECT	-	5,2	-	ZCUFST_S1680155P-00-07	1
6	IZOLACE SPODNÍ - 950x1530x25	-	PROMATECT	-	31,7	-	ZCUFST_S1680155P-00-06	1
5	IZOLACE HORNÍ - 950x1530x25	-	PROMATECT	-	31,7	-	ZCUFST_S1680155P-00-05	1
4	PODKLADOVÁ DESKA SPODNÍ - P40x950x1530	ČSN 42 5310	11 373	001	393	-	ZCUFST_S1680155P-00-04	1
3	PODKLADOVÁ DESKA HORNÍ - P40x950x1530	ČSN 42 5310	11 373	001	393	-	ZCUFST_S1680155P-00-03	1
2	BLOK HORNÍ - 950x1530x122,5	-	19 520	081	1 555	-	ZCUFST_S1680155P-00-02	1
1	BLOK SPODNÍ - 950x1530x192,5	-	19 520	081	1 677	-	ZCUFST_S1680155P-00-01	1

Datum / Date 22. 4. 2019		Jmeno / Name T. TRUNEČEK	
Kreslil / Drawn by ---		Projekt / Project ZCUFST_S1680155P	
Projekoval / Checked by ---		Cestovny / Assembly No. ZCUFST_S1680155P-00-00	
Schválil / Approved by ---		Cílo vykresu / Drawing No. ZCUFST_S1680155P-00-00	
Index zmeny ---		Poznámka / Note C.hmot.sestavy - 4 122	
Tolerance / Tolerovani ISO 128 ISO 8015 ISO 2768mk		Soubojnomodul / ASM-file A0000_Nastroj	
Soubojnyvyrsk / DWG-file A0000_Nastroj		Projekt / Project ZCUFST_S1680155P	
Nazev / Title LISOVACÍ NÁSTROJ HLAVNÍ SESTAVA		Rev. 0 Cílo vykresu / Drawing No. ZCUFST_S1680155P-00-00	
List / sheet no. 1		Pocet listu / sheets 1	
Format A1		Kreslivo / Scale 1:5	







10	KR 60-55 h11	ČSN 42 5510.12	11 375/---	002	0,613	1,218	ZCUFST_S16B0155P-00-00	4
Poz.	Nazev - rozmer	Polotovary	Material konecny/vychozi	T.O.	C.hmot.	H.hmot	Cislo vykresu sestavy	Pocet ks.
Pos.	Title - size	Blank	End material/Start material	C.W.	Weight	R.weig.	Assembly drawing no.	Quant.
CAD 1	Datum / Date	Jmeno / Name						
Kreslil / Drawn by	23. 4. 2019	T. TRUNEČEK						
Prezkoušel / Checked by	---	---						
Schválil / Approved by	---	---						
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznamka / Note:			
---	---	---	---	---	---			
---	---	---	---	---	---			
ISO 128	Tolerance / Tolerovani ISO 8015 ISO 2768mK	Soubor-model / ASM-file		Projekt / Project:		Meritko / Scale		
		VÝKRES_Středící čep		ZCUFST_S16B0155P		2:1		
		Soubor-vykres / DRW-file		C.sestavy / Assembly No.				
		VÝKRES_Středící čep		ZCUFST_S16B0155P-00-00				
Nazev / Title			Rev.	Cislo vykresu / Drawing No.			Format	
ČEP POZICOVACÍ			0	ZCUFST_S16B0155P-00-10			A3	
VÝROBNÍ VÝKRES			List / sheet no.	1	Pocet listu / sheets	1		



# **Příloha č. 1**

## **Zadání konstrukce**

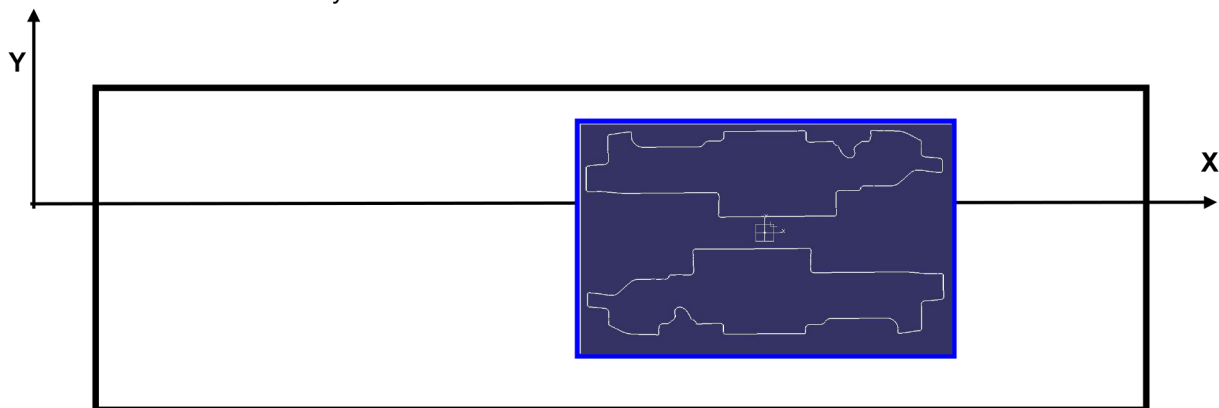
## ZADÁNÍ KONSTRUKCE

<b>Zákazník / Kunde / Customer</b>	ZÁPADOČESKÁ UNIVERSITA V PLZNI		
<b>Název / Benennung / Description</b>	PINČOVACÍ NÁSTROJ		
<b>Uvolnění / Freigabe / Eng. Level</b>			
<b>Zakázka č. / Auftrags Nr. / Contract Nr.</b>	ZCUFST_S16B0155P	<b>Poslední vstup dat / Dateneingang / Last data input:</b>	25.10.2018

Poz.	Název / Benennung / Description	Typ - Poznámky / Ausführung - Bemerkung / Type - Remark		
1	Proces / Prozeß / Process		Lisování / Pressen / Pressing	
			Laminování / Kaschieren / Laminating	
		X	Odsekávání / Pinchen / Pinching	
			Řezání / Beschneiden / Cutting	
2	Materiál výrobku / Werkstoff des Produkts / Material of product	Durotex + skelná vlákna		
3	Materiál nástroje / Werkstoff d. Werkzeugs / Material of tool	1.2311		
4	Vrchní forma / Oberform / Upper mould	X	Viditelná strana / Sichtseite / visible side	
			Neviditelná strana / Blechseite / non-visible side	
5	Segmentový nástroj / Formnester (Nutzen) / Tool-segments		Kus, nářadí / Stück, Werkzeug / Parts, Tool	Vzdálenost mezi formamy [mm]: / Abstand der Nester [mm]: / Distance between moulds [mm]:
6	Velikost výrobku / Produktgröße / Dimensions of product		Startovní pozice 1.části / in Netzlage 1 Teil. / Starting	Poloha nástroje / in Werkzeuglage / Tool position
		Délka / Länge / length [mm] X	410mm	navrhnout
		Šířka / Breite / width [mm] Y	340mm	navrhnout
		Výška / Höhe / height [mm] Z	50mm	navrhnout
7	Rozměrů materiálu / Zuschnittgröße / Material dimensions		Délka / Länge / length [mm] X	navrhnout
			Šířka / Breite / width [mm] Y	navrhnout
8	Postavení nástroje / Presslage / Position in tool		Umístění v souř. systému / Netzlage / Position in tool according to X, Y, Z- lines	
		X	dle X,Y,Z os / zur Netzlage / to X, Y, Z-lines	

Nářadí - NÁKRES ; Vkládání / Werkzeug - LAYOUT ; Verschachtelung / Tool - LAYOUT; Inserting

Vzdálenost mezi díly 30mm

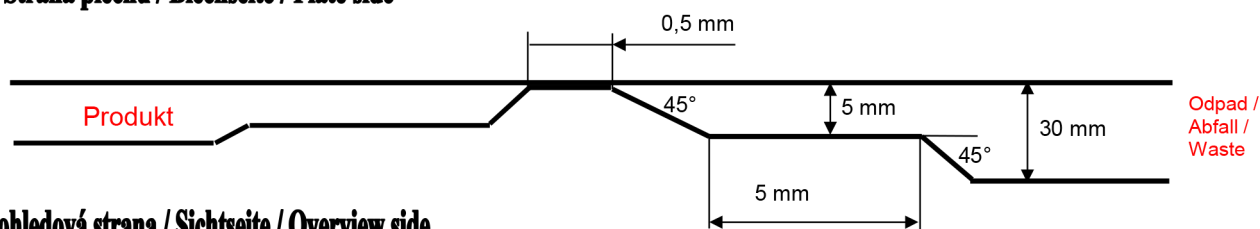


Strana obsluhy

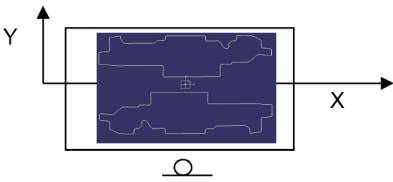
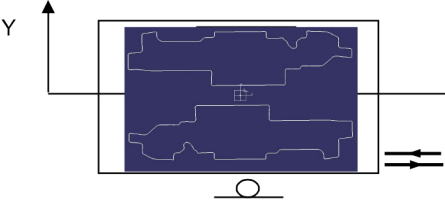
Poz.	Název / Benennung / Description	Typ - Poznámky / Ausführung - Bemerkung / Type - Remark		
9	Řezné hrany / Beschnitt (Pinchkanten) / Cut edges	Vnější obrys / für Umfang / Outer contour		Vnější stříhání / Überschneidkanten / Over cutting
			X	Tvoba pinchovací hrany / Pinchkanten / Pinch-cutting
				Ocelové nože na plast / Messer auf Kunststoff / Steel blade on plastics
				Na horní formě / an Oberform / On upper mould
			Na spodní formě / an Unterform / On lower mould	
		X	oboje / beidseitig / both	Zakalit / Härten / Harden
			horní / oben / upper	
			dolní / unten / lower	
		Pro díry / für Löcher / for holes		Vnější stříhání / Überschneidkanten / Over cutting
			X	Tvoba odstříhové hrany / Pinchkanten / Pinch-cutting
				Ocelové nože na plast / Messer auf Kunststoff / Steel blade on plastics
				Na horní formě / an Oberform / On upper mould
			Na spodní formě / an Unterform / On lower mould	
		X	oboje / beidseitig / both	Zakalit / Härten / Harden
			horní / oben / upper	
			dolní / unten / lower	
				Duté broušené / Hohlschliff / Grinded hollow
				Po celé ploše / vollflächig / Over total surface
		Pro výstřížky / für Ausschnitte / for Cut-outs		Vnější stříhání / Überschneidkanten / Over cutting
			X	Tvoba odstříhové hrany / Pinchkanten / Pinch-cutting
				Ocelové nože na plast / Messer auf Kunststoff / Steel blade on plastics
				Na horní formě / an Oberform / On upper mould
			Na spodní formě / an Unterform / On lower mould	
		X	oboje / beidseitig / both	Zakalit / Härten / Harden
	horní / oben / upper			
	dolní / unten / lower			
		Duté broušené / Hohlschliff / Grinded hollow		
		Po celé ploše / vollflächig / Over total surface		

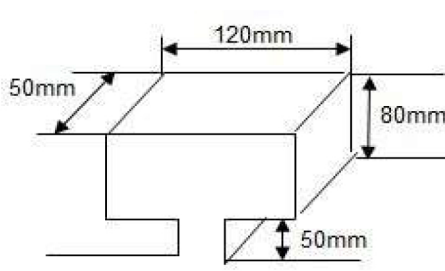
### Schéma pinchovací hrany / Pinchkanten schematisch / Pinch-cutting scheme

Strana plechu / Blechseite / Plate side



Pohledová strana / Sichtseite / Overview side

Poz.	Název / Benennung / Description	Typ - Poznámky / Ausführung - Bemerkung / Type - Remark		
10	<b>Odstraňování odpadu /</b> Abfallentsorgung / Waste disposal	<b>Propadnutím /</b> durchfallend / falling through X <b>Ručně /</b> von Hand / by hand		
11	<b>Strana obsluhy /</b> Bedienseite / Operating side			
12	<b>Horký olej /</b> Thermalöl / Thermal oil	<b>ANO</b>		
		X <b>Díry /</b> Bohrungen / Holes [ Ø ]	19 mm	<b>Okruh: 1ks v jedné polovině</b> Kreislauf: 1 Stück je Werkzeughälfte Circuit: 1 part of mold half
		<b>Rozměr připojení /</b> Anschlußgröße / connect. Dimension <b>Palce /</b> Zoll / Inch	3/4	vnitřní / innen / inner X vnější / außen / outer
		<b>Poloha připojení /</b> Anschlußposition / Connection position		
		<b>Vzdálenost /</b> Abstand / Distance	80 mm +/-10mm	
<b>Spojení /</b> Kupplung / Connection: Walter 11-019-2-WR533-AAAA				
13	<b>Voda /</b> Wasser / Water	<b>NE</b>		
		<b>Díry /</b> Bohrungen / Holes [ Ø ]		<b>Okruh:</b> Kreislauf: Circuit:
		<b>Rozměr připojení /</b> Anschlußgröße / connect. Dimension <b>Palce /</b> Zoll / Inch	xxx	vnitřní / innen / inner vnější / außen / outer
		<b>Poloha připojení /</b> Anschlußposition / Connection position		
		<b>Vzdálenost /</b> Abstand / Distance:		
<b>Spojení /</b> Kupplung / Connection :				
14	<b>Izolace /</b> Isolierung / Insulation	Horní a spodní 25mm; Boční 10		
		Frathernit HP od. Gleichwertig	<b>Tloušťka /</b> Dicke / Thickness [mm]: 25 / 10	
		<b>Délka /</b> Länge / Length [mm]:	<b>Šířka /</b> Breite / Width [mm]:	
15	<b>Konstrukce nástrojů /</b> Aufbau des Werkzeugs / Structure of tool	<b>Z ocelového plech /</b> Stahlschonplatte / Steel plate		35 mm
		<b>Izolace /</b> Isolierung / Isolation		25 / 10 mm
		<b>Celková výška /</b> Gesamtbauhöhe / Overall height		min. 450 mm
		<b>V nejlepší kvalitě /</b> Oberform / Top form		
		<b>Subtyp /</b> Unterform / Subtype		
		<b>Izolace /</b> Isolierung / Isolation		35 mm
		<b>Z ocelového plech /</b> Stahlschonplatte / Steel plate		25 / 10 mm
Podkladová deska bez přesahu				
16	<b>Systém řízení /</b> Führungssystem / Guiding system	4x meč nahore, vedení 50mm, kontura vynikající, všechny prvky umístěné v bloku (přenos síly tvarového styku)		
17	<b>Části /</b> Distanzen / Blocks	8 ks s tenkých plechů (Standardní balení 0,2 / 0,2 / 0,1 mm) při nižším dopadem kusu nastavitelná, jsou podporovány všechny vzdálenosti na nástroj bloku (ne přímo na zemi a horní deska), vzdálenost k horní a dolní formy vyměnitelné pojistky nezávisle		
18	<b>Manipulační prostor /</b> Freiraum / Open space	Vzdálenost mezi produktem a trasou / Abstand zwischen Produkt und Distanzen - Führungen / Distance between product and guides	80 mm	

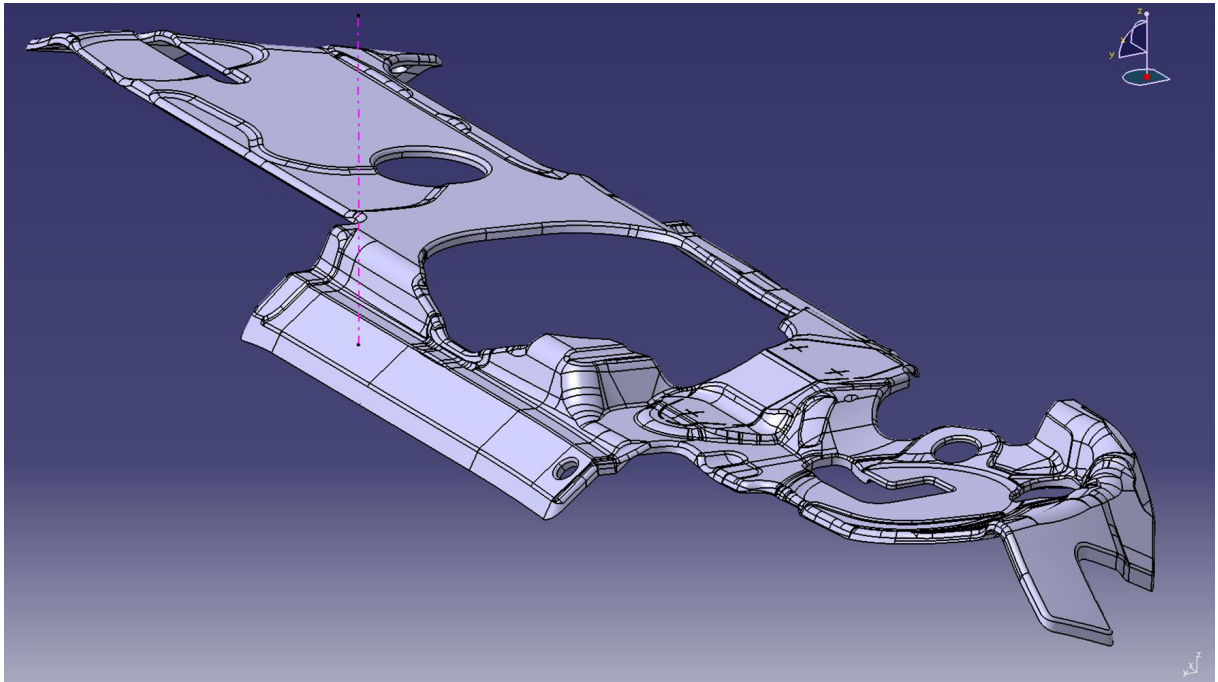
Poz.	Název / Benennung / Description	Typ - Poznámky / Ausführung - Bemerkung / Type - Remark			
19	Přípevnění / Befestigung / Clamp-elements	Spannflansch/clamp flange:kann als Tasche aufgeführt sein(Höhe 120mm), außerdem Befestigungsbild nach Zeichnung Presstisch Navrhnout pro lisy s drážkou T22 a s roztečí 200mm. Kapsy umístěny na každá straně 			
20	Rozměry nástroje / Werkzeuggröße / Dimenstons of tool	Délka / Länge / length [mm] X	navrhnout		
		Šířka / Breite / width [mm] Y	navrhnout		
		Výška / Höhe / height [mm] Z	navrhnout		
		Celková hmotnost / Gesamtgewicht / Total weight	max 8000kg		
21	Systém dopravy / Transportsystem / Transport system	X	Vysokozdvížený vozík / Staplerschuhe / Space for forks		
			Popruhy / Transportlaschen / Straps		
			Šrouby s okem / Ringschrauben / Screws with transporting ring		
22	Identifikace dílů / Teilekennzeichnung / Product marking	Výměnná raznice v díle			
23	Značení nástrojů / Werkzeugkennzeichnung / Labels for tool	Pomocí štítků připevněných na spodní polovině nástroje			
24	Značení částí nástroje / Formnestkennzeichnung / Tool segment marking	Pomocí štítků umístěné na straně obsluhy			
25	Výroba částí nástroje / Formnestbearbeitung / Tool segment manufacturing	X	CNC	Kopírovací frézování / kopieren / copy-mill	Přesné lití / Genauguß / Precision casting
		Smrštění / Produkt schrumpft / Contraction:		smrštění nástroje způsobené ohřevem na teplotu 190°C	
		Koeficient roztažnosti / Ausdehnungsfaktor / Expansion coefficient:		dle materiálu nástroje	
		Velikost opracování / Bearbeitungsfaktor / Factor of processing	%	menší / kleiner / smaller	větší / größer / bigger
		Leštěný povrch / Oberfläche poliert / Surface polished		Zrnitost / Korngröße / Grain size:	
26	Pneumatický systém / Heißluftsystem / Air system	Není požadováno			
27	Odlehčení / Abfallbereich / Waste area	Dle skici			
28	Konstrukční inspekce / Konstruktionsabnahme / Construction-inspection	Plánováno / Geplant / Planned for: (Datum / Datum / Date)			
29	Kontrola nástroje / Werkzeugabnahme / Tool-inspection	Plánováno / Geplant / Planned for: (Datum / Datum / Date)			
		Werkzeugabnahme auf Heißpresse im Werk Zakupy.	Plánováno / Geplant / Planned for:		
30	Další dodací podmínky / Zusätzlicher Lieferumfang / Additional delivery requirements	x	CAD-Data / CAD - Daten / CAD - data		
		x	Detailní výkresy formy / Einzelteilzeichnungen der Werkzeughälften / Detailed drawings forms		
		x	Výkresy jednotlivých částí sestavy / Einzelteilzeichnungen der Montageteile / Drawings of parts assembly		
			Protokoly měření / Meßprotokolle / Measurement protocols		
			Další / Sonstiges / Other:		



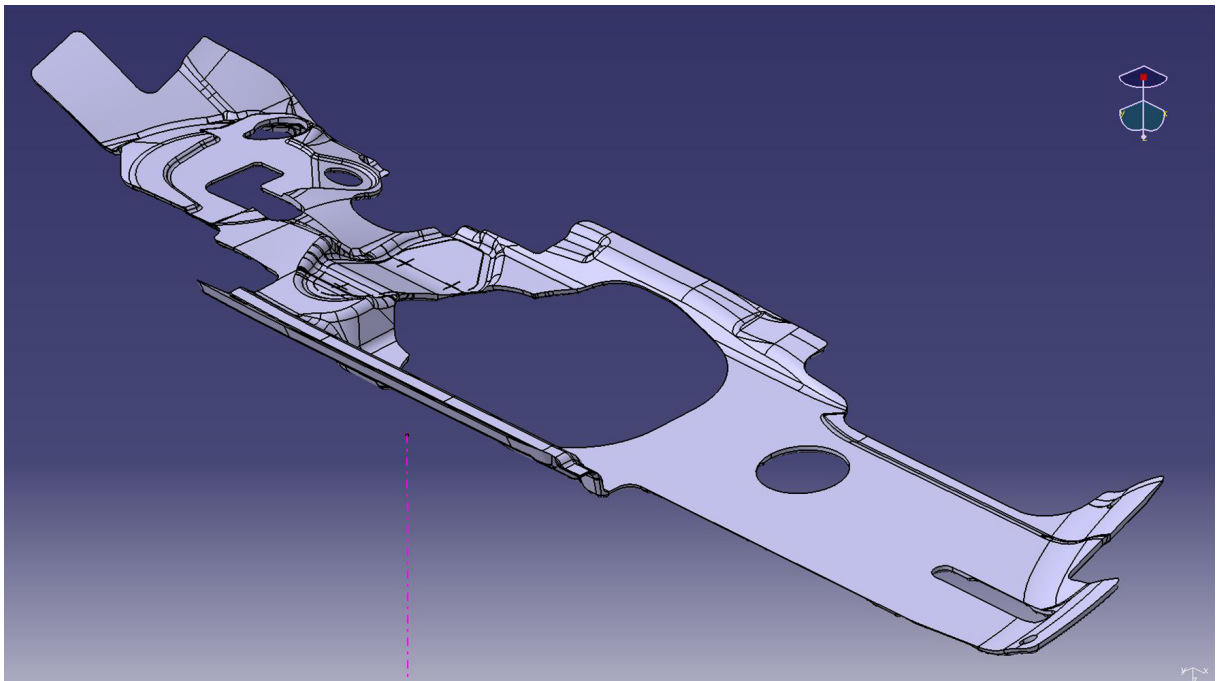
31	<b>Program pro vytváření /</b> Terminplan für Werkzeugerstellung / <i>Schedule for tooling</i>	NX
32	<b>Chladicí nástroj /</b> Kühlwerkzeug / <i>Cooling tools</i>	Ne
33	<b>Šablona /</b> Lehre / <i>Template</i>	Ne
34	<b>Počet dílů /</b> Teile im Laufzeit / <i>Parts over time</i>	287 000
35	<b>Max. počet dílů za směnu /</b> Maximal Teile pro Schicht / <i>Maximum parts per shift</i>	41000

## **Příloha č. 2**

### **Náhled zadaného dílu**



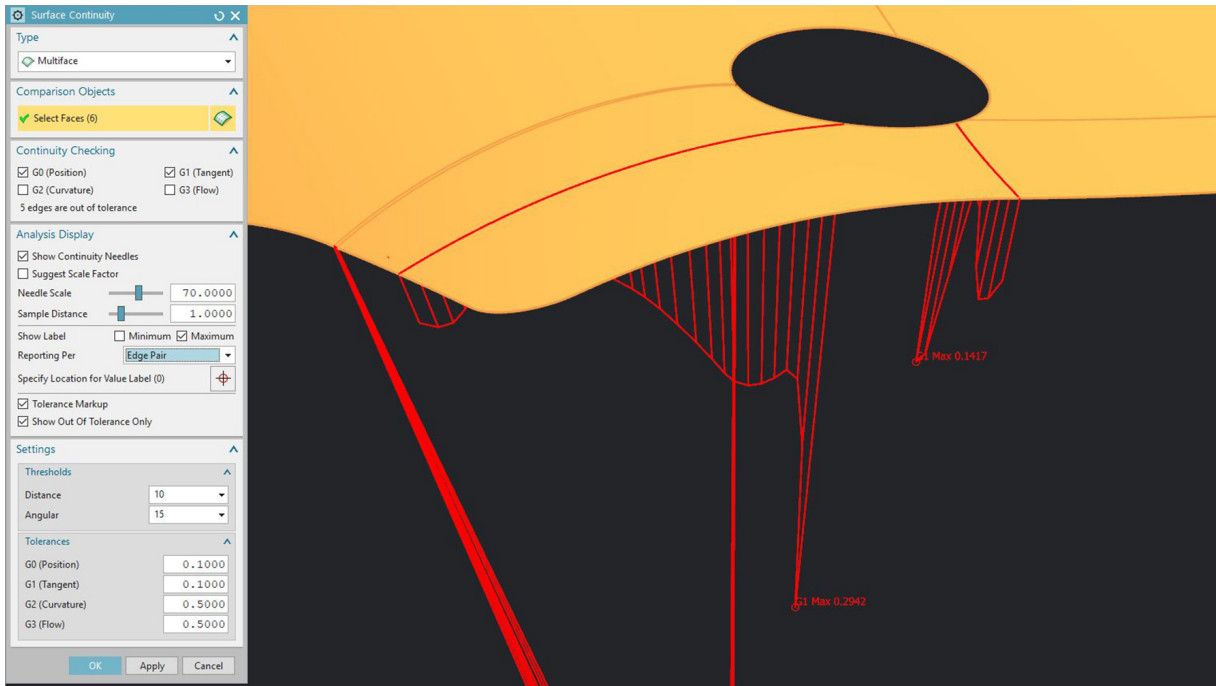
Zadaný díl — pohledová strana



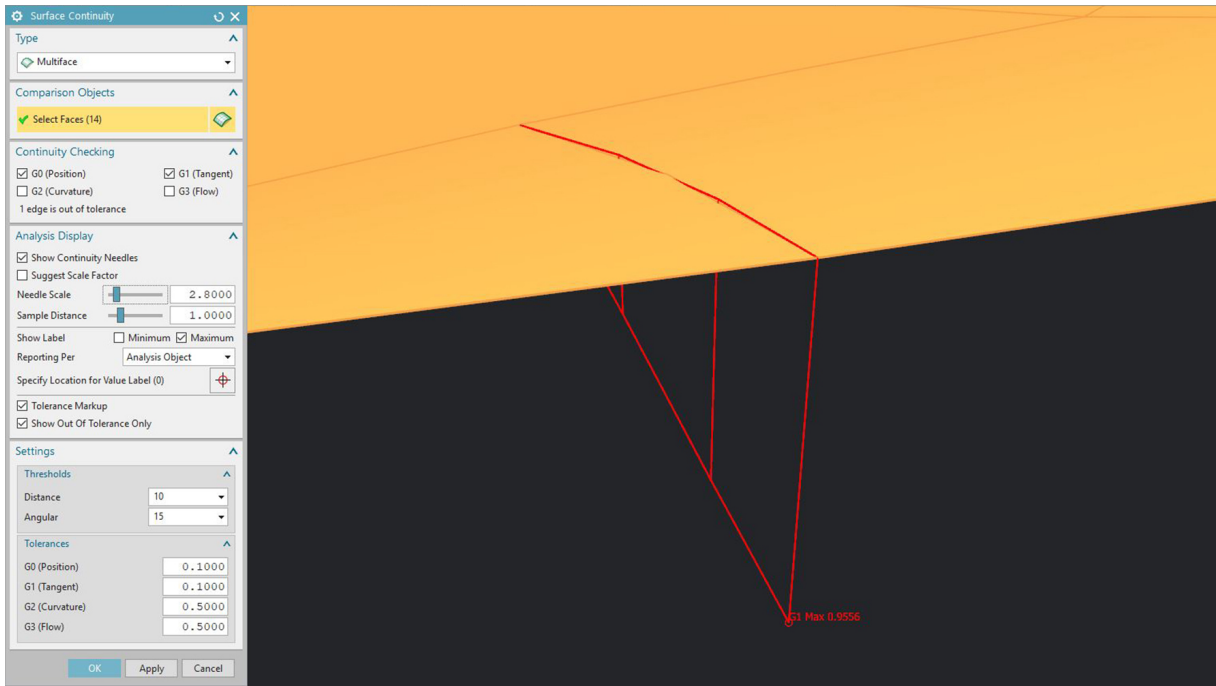
Zadaný díl — strana plechu

## **Příloha č. 3**

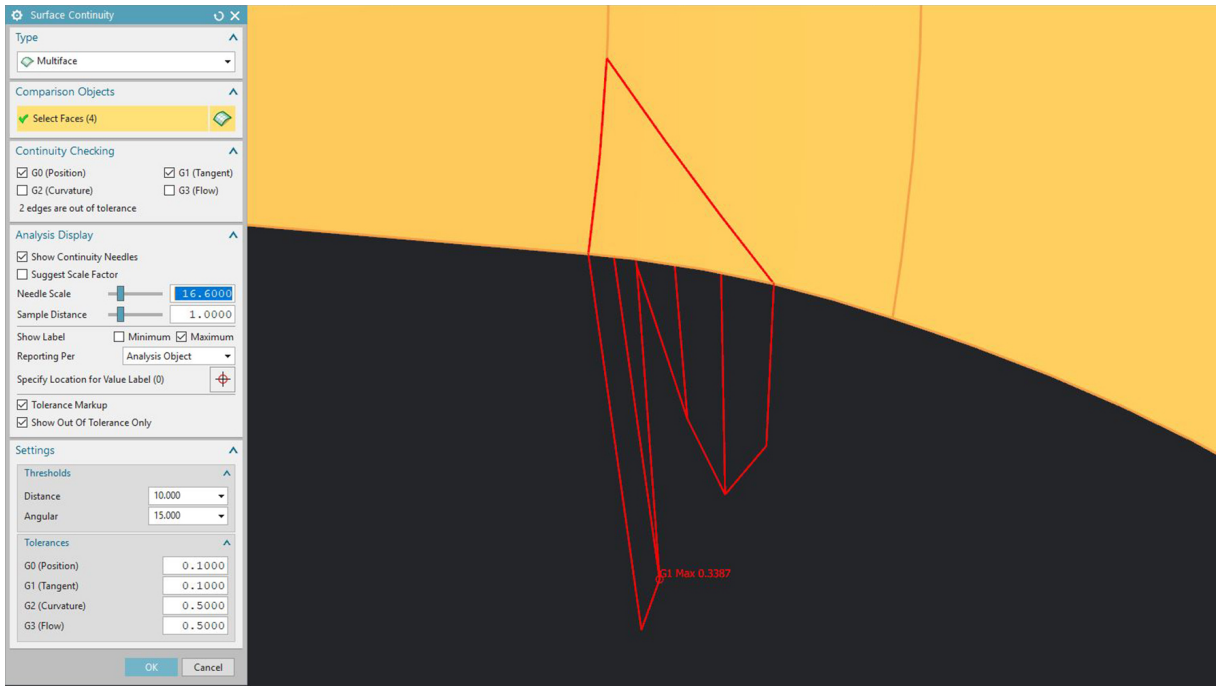
### **Detaily vybraných obrázků**



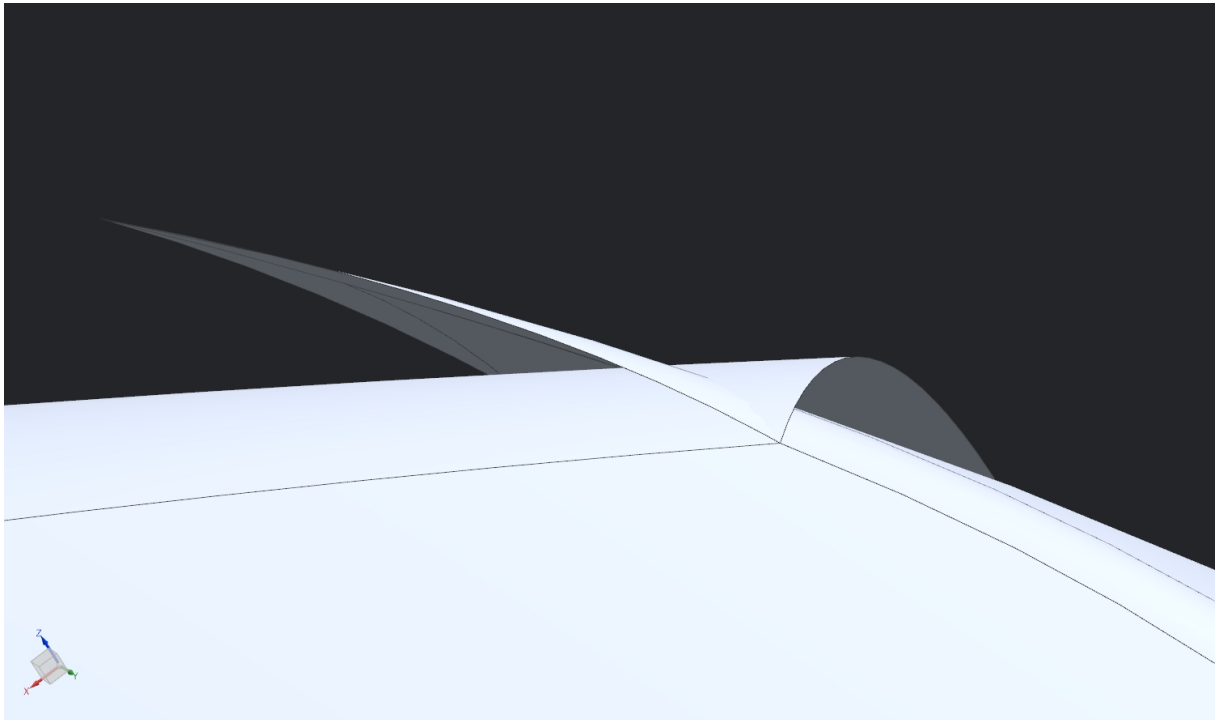
Detail A



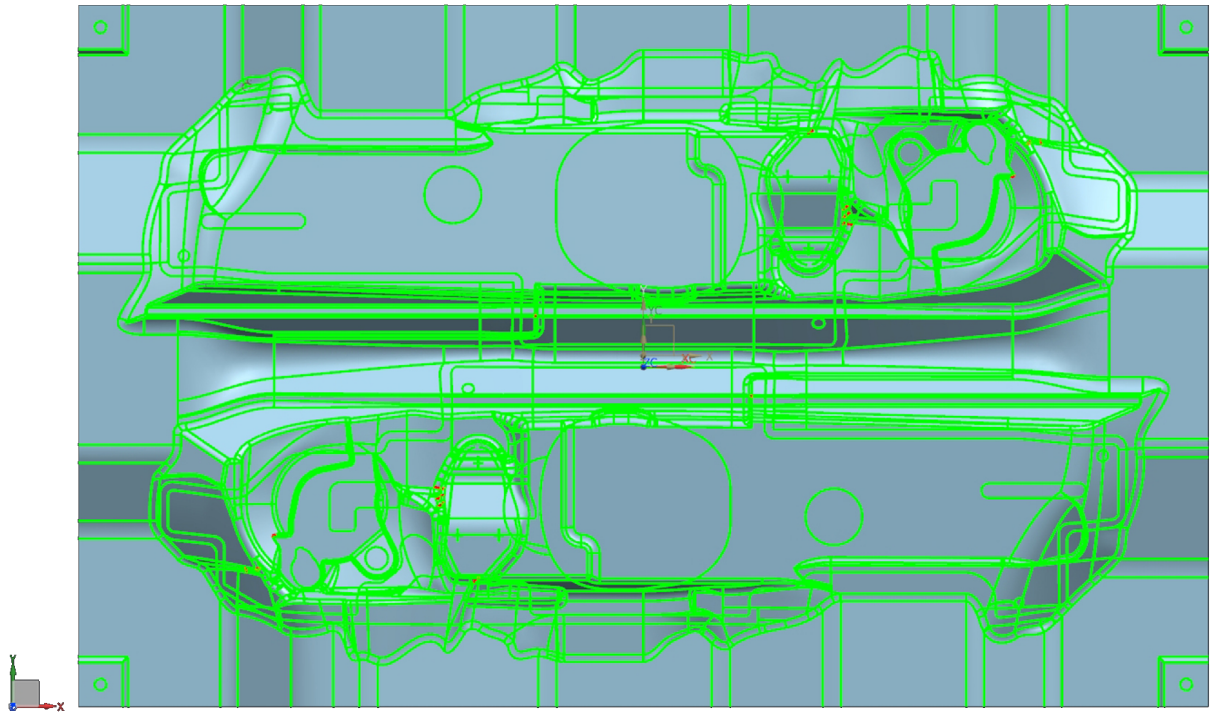
Detail B



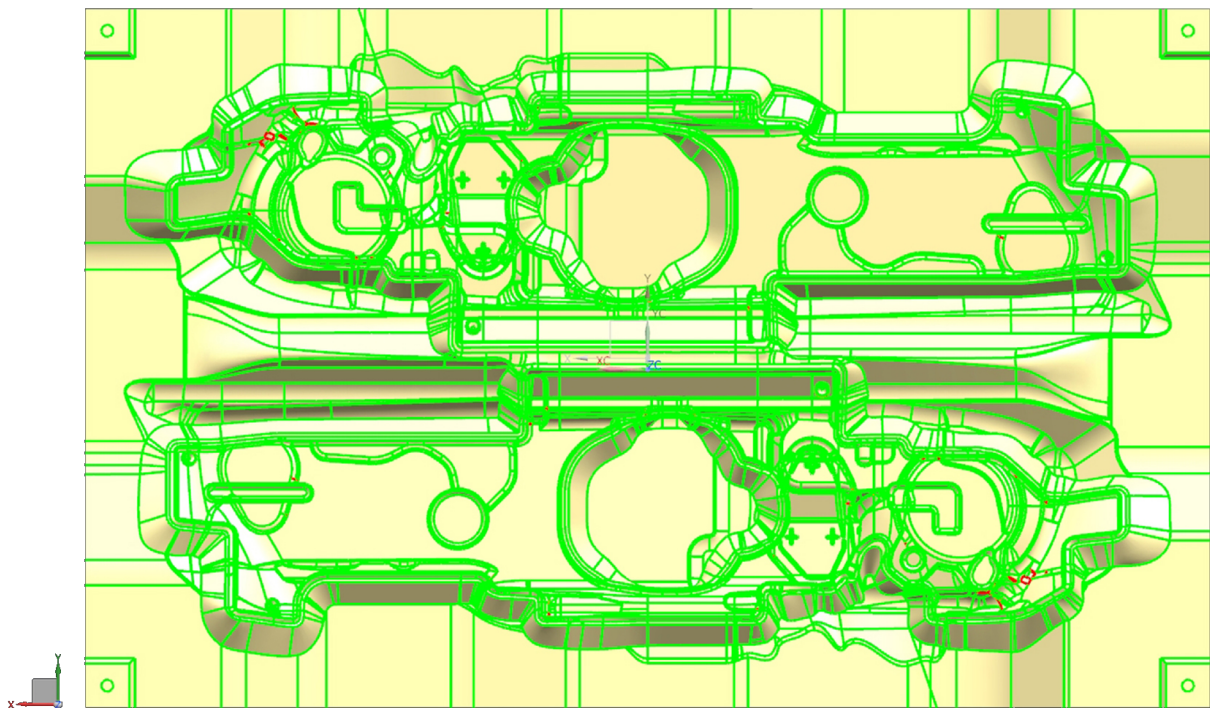
Detail C



Detail D

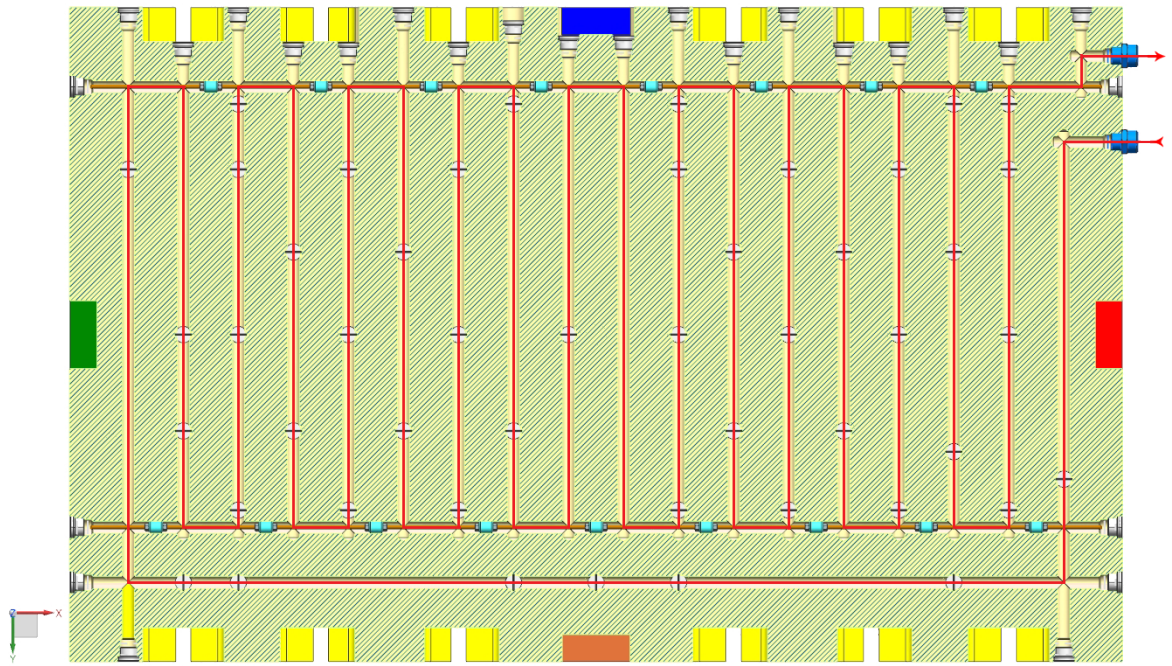


(a) Strana plechu



(b) Pohledová strana

Analýza tečné návaznosti vytvořených ořezových ploch



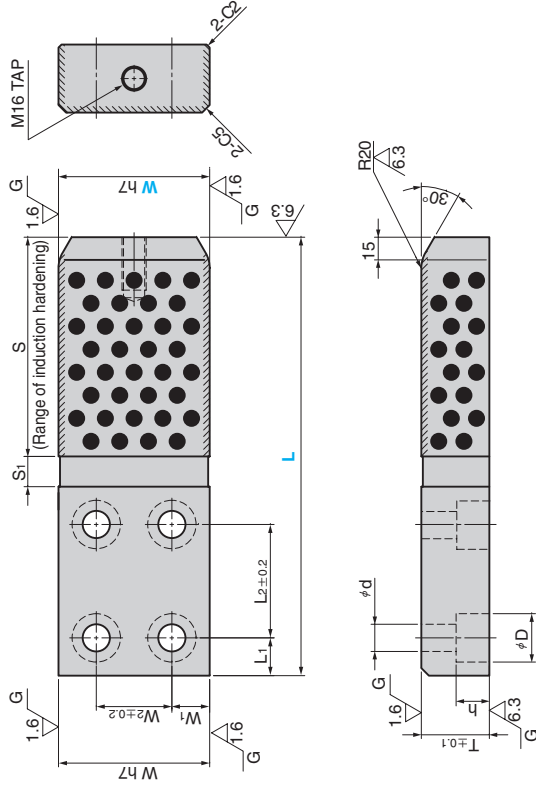
Okruh temperačního systému horního nástroje



## **Příloha č. 4**

### **Katalogové listy nakupovaných komponent**

GBSZ



Material : S45C  
with Graphite  
Hardness : HRC 40 or more

● Sliding Direction



W	h7	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	S	S <sub>1</sub>	D	d	h	T	Catalog No.	W	L
100	$0_{-0.035}$	25	50	25	75	145	20	32	18	22			100	260
						175								290
						145					45			320
125			65		100	175	25					GBSZ	125	330
						205								360
	$-0.040$	30		30		175		39	22	27				390
150			90		125	205	30				55		150	420
						235								450



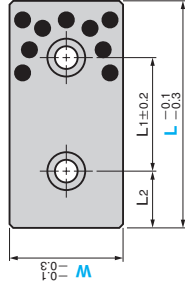
Order

Catalog No. **GBSZ** W **125** - **L** **360**

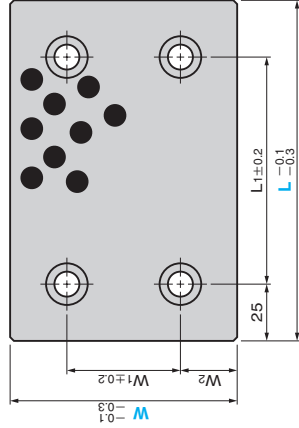
TSP



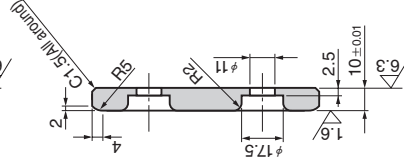
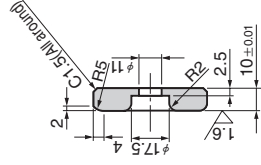
● W = 28 to 75



● W = 100 or more



\* R2 only for W=28

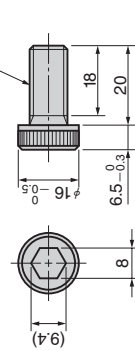


● Sliding Direction



● Special brazier head bolt  
(LCS standard)

LCS10-20



Material : SKS3 with Graphite  
Hardness : HRC45 to 55  
Accessory : Mounting Bolt  
(Special Brazier Head Bolt)

W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	Catalog No.	W	L
		45	15			75
		50			28	100
		75	25			125
		100				150
		45	15			75
		50			38	100
		75	25			125
		100				150
		45	15			75
		50			48	100
		75				125
		100				150
		25	25			75
		50			75	100
		75				125
		100				150
		50				100
		75				125
		100				150
		25				75
	25	75			100	125
50		100				150
	37.5	75			125	125
		100				150



Order

Catalog No. **TSP**

W **75** - **150**

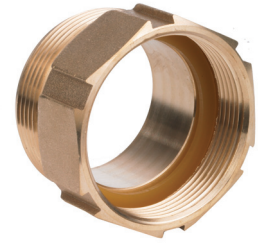
L

## NIPPLES



## MALE - FEMALE DOUBLE NIPPLE

Male thread EN ISO 228-1	Female thread EN ISO 228-1	Material	Weight/pc Kg	Reference
G 1/2	G 1/2	Brass	0.03	UMF013013
G 3/4	G 3/4	Brass	0.07	UMF019019
G 1	G 1	Brass	0.08	UMF025025
G 1.1/4	G 1.1/4	Brass	0.15	UMF032032
G 1.1/2	G 1.1/2	Brass	0.25	UMF038038
G 2	G 2	Brass	0.23	UMF050050
G 2.1/2	G 2.1/2	Brass	0.63	UMF063063
G 3	G 3	Brass	0.78	UMF075075



Thread complying with EN ISO 228-1, BSP  
PU thread seal

## MALE - MALE REDUCING NIPPLE

Male thread EN ISO 228-1	Male thread EN ISO 228-1	Material	Weight/pc Kg	Reference
G 1/2	G 3/4	Brass	0.13	UMM013019
G 3/4	G 1	Brass	0.10	UMM019025
G 1	G 1.1/4	Brass	0.20	UMM025032
G 1	G 1.1/2	Brass	0.25	UMM025038
G 1.1/4	G 1.1/2	Brass	0.24	UMM032038
G 1.1/4	G 2	Brass	0.32	UMM032050
G 1.1/2	G 2	Brass	0.32	UMM038050
G 2	G 2.1/2	Brass	0.55	UMM050063
G 2	G 3	Brass	0.54	UMM050075
G 2.1/2	G 3	Brass	0.58	UMM063075
G 3	G 4	Brass	1.24	UMM075100
G 1/2	G 3/4	Stainless steel	0.05	RUMM013019
G 3/4	G 1	Stainless steel	0.13	RUMM019025
G 1	G 1.1/4	Stainless steel	0.20	RUMM025032
G 1	G 1.1/2	Stainless steel	0.25	RUMM025038
G 1.1/4	G 1.1/2	Stainless steel	0.22	RUMM032038
G 1.1/4	G 2	Stainless steel	0.41	RUMM032050
G 1.1/2	G 2	Stainless steel	0.35	RUMM038050
G 2	G 2.1/2	Stainless steel	0.69	RUMM050063
G 2	G 3	Stainless steel	0.73	RUMM050075
G 2.1/2	G 3	Stainless steel	0.59	RUMM063075
G 3	G 4	Stainless steel	1.05	RUMM075100
G 1.1/2	G 2	Aluminium	0.14	AUMM038050
G 2	G 3	Aluminium	0.22	AUMM050075
G 2.1/2	G 3	Aluminium	0.19	AUMM063075
G 3	G 4	Aluminium	0.23	AUMM075100



Thread EN ISO 228-1, BSP  
Stainless steel AISI 316 - 1.4401

### Beschreibung / Technische Daten:

- Spritzfreie Hochtemperaturkupplung mit Verriegelungsautomatik durch doppelte Klinkenverriegelung
- Geeignet für Wärmeübertragungsanlagen nach DIN 4754
- Handgriffe und die Verriegelung sind PTFE-isoliert
- Wartungsarm
- Einfache Installation

Werkstoffe: Stahl brüniert  
 Dichtungen: HT-GRA-Dichtungskombinationen  
 Betriebstemperatur: bis max. 310 °C = Ausführung AAAA, AAAG und AAAI;  
 bis max. 270 °C = Ausführung AAAH, DN 12 = 3,23; DN 19 = 6,29

Hinweis:  
 Anschluss ist geeignet für Einschraubzapfen Form A, B, E gemäß DIN 3852-T2 (wahlweise Abdichtung durch Metalldichtringe DIN 7603 o. Dichtkante). Anschlussadapter auf Anfrage.

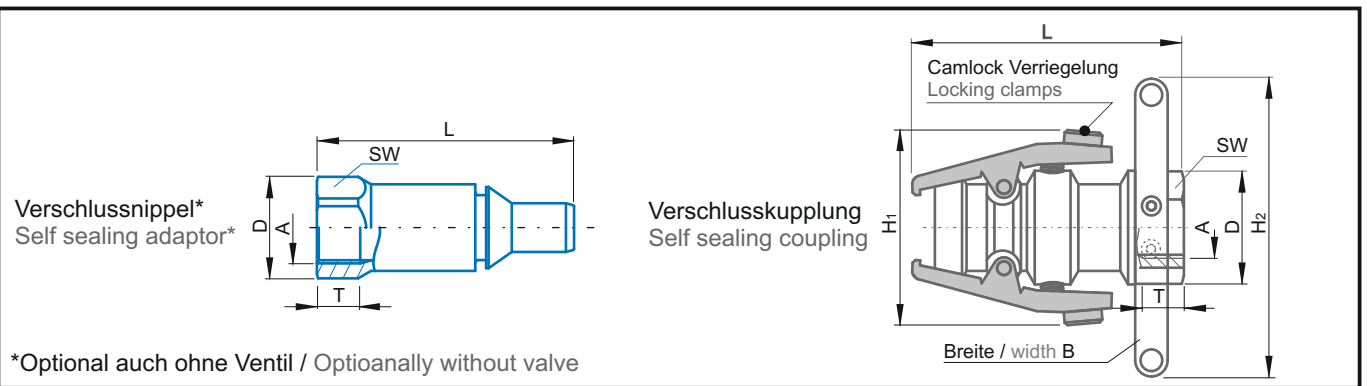
### Description / Technical data:

- Non-squirting high temperature coupling with automatic lock through double pawl lock
- Suitable for heat conduction equipment
- Hand grips and locking clamps are PTFE-protected
- Low-maintenance
- Easy installation

Materials: Steel oil burnished  
 Seals: HT-GRA-Seal combination  
 Operating temperature: up to max. 310 °C = version AAAA; AAAG and AAAI  
 up to max. 270 °C = version AAAH  
 n.b. 12 = 3,23; n.b. 19 = 6,29

Flow rate Cv: n.b. 12 = 3,23; n.b. 19 = 6,29

Note:  
 Connection is suitable for screwed plug form A, B, E, in accordance with DIN 3852-T2 (either sealing through metal seal rings DIN 7603 or without sealing edge). Connecting adapter on request.



\*Optional auch ohne Ventil / Optionally without valve

DN 12 n.b. 12 mm	Bestellnummer Part number	* Anschluss A Connection A	D	SW	L	T	H1	B	H2	zul. Betriebsdruck [bar] max. working pressure [psi]	
										gekuppelt coupled	entkuppelt uncoupled
mit Handgriff with hand grip	11-012-0-WR526-AAAG-HG	G 3/4" Einschraubloch DIN 3852-X-G 3/4	42	36	100,4	16	72	54	110	16 / 230	16 / 230
mit Handgriff with hand grip	11-012-0-WR526-AAAH-HG		42	36	100,4	16	72	54	110		
ohne Handgriff without hand grip	11-012-0-WR526-AAAG	3/4 BSPP female to DIN 3852 form x	42	36	100,4	16	72	-	-	16 / 230	16 / 230
ohne Handgriff without hand grip	11-012-0-WR526-AAAH		42	36	100,4	16	72	-	-		
Verschlussnippel self sealing adaptor	11-012-2-WR526-AAAA		37,5	34	95	16	-	-	-		
<b>DN 19 n.b. 19 mm</b>											
mit Handgriff with hand grip	11-019-0-WR533-AAAI-HG	G 1" Einschraubloch DIN 3852-X-G1	46	41	112,4	18	86	61,4	110	16 / 230	16 / 230
mit Handgriff with hand grip	11-019-0-WR533-AAAH-HG		46	41	112,4	18	86	61,4	110		
ohne Handgriff without hand grip	11-019-0-WR533-AAAI	1 BSPP female to DIN 3852 form x	46	41	112,4	18	86	-	-	16 / 230	16 / 230
ohne Handgriff without hand grip	11-019-0-WR533-AAAH		46	41	112,4	18	86	-	-		
Verschlussnippel self sealing adaptor	11-019-2-WR533-AAAA		46	41	97,5	18	-	-	-		

© WALTHER-PRÄZISION • Änderungen und Irrtümer vorbehalten / Subject to modifications, errors excepted • 1021 / A / 1500

# WALTHER-PRÄZISION

## Carl Kurt Walther GmbH & Co. KG

Hausadresse / Head office:  
 Westfalenstrasse 2  
 42781 Haan, Germany  
 T +49 (0) 21 29 567-0  
 F +49 (0) 21 29 567-450

Postadresse / Postal address:  
 PF / P.O. Box 420444  
 42404 Haan, Germany  
 E info@walther-praezision.de  
 W www.walther-praezision.de

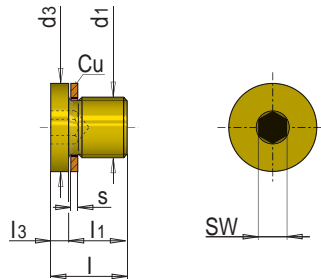


E 2076



Verschlusschraube mit Bund und Kupfer-Dichtscheibe

Screw plug with collar and copper sealing washer



Mat.: 2.0401 (CuZn)

DIN 908

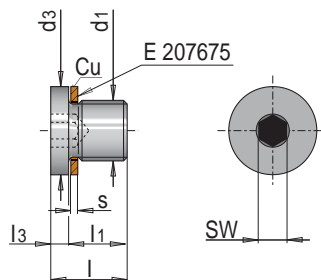
SW	s	l	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>	Nr./No.
4	1	11	8	3	13	M9 x 1	E 2076/ 9
5					14	M10 x 1	E 2076/10
6					15	M11 x 1	E 2076/11
6	1.9	15	12	4	17	M12 x 1.5	E 2076/12
5					19	M14 x 1.5	E 2076/14
6					14	G 1/8"	E 2076/1/8
6					18	G 1/4"	E 2076/1/4
8					22	G 3/8"	E 2076/3/8
10					26	G 1/2"	E 2076/1/2
12	32	G 3/4"	E 2076/3/4				

E 20767



Verschlusschraube mit Bund und Kupferscheibe, Stahl

Steel screw plug with collar and copper washer



Mat.: Stahl, verzinkt mit Nanobeschichtung  
Mat.: galvanized steel, nano passivated

DIN 908

SW	s	l	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>	Nr./No.
5	1	11	8	3	14	M10 x 1	E 20767/10
6					17	M12 x 1.5	E 20767/12
6					19	M14 x 1.5	E 20767/14
5	1.5	15	12	4	14	G 1/8"	E 20767/1/8
6					18	G 1/4"	E 20767/1/4
8					22	G 3/8"	E 20767/3/8
10					26	G 1/2"	E 20767/1/2
12					32	G 3/4"	E 20767/3/4

## TR, TU

### Popis

Dvojkovové technické teploměry jsou určeny svou konstrukcí k přímému měření teplot v běžných podmínkách. Lze je používat v kotelnách, strojovnách, v systémech ústředního vytápění a podobně. Vysoko kvalitní materiály použité pro výrobu teploměrů zajišťují odolnost a snadnou údržbu.

### Použití

Teploměry je možno použít k měření teplot v jakékoliv poloze. Hlavice teploměru může být umístěna do jednoduchého prostředí v rozmezí teplot  $-30\text{ °C}$  až  $+110\text{ °C}$ . Povolená tolerance je  $\pm 2\%$  ( $L > 60\text{ mm}$ ), resp.  $\pm 4\%$  ( $L = 45\text{ mm}$ ) z rozsahu stupnice. Měřená hodnota nesmí překročit maximální rozsah stupnice. Teploměry jsou vyráběny s různými délkami stonků, jak je uvedeno v technických údajích. Pro přesné měření je nutné zajistit uložení celého měřicího systému v měřeném prostoru. Doporučená hloubka uložení P je  $100\text{ mm}$ , v případě kratších stonků potom celá jejich délka. V některých případech, zejména při přetlaku na stoněk teploměru vyšším než  $0,3\text{ MPa}$  nebo v kapalném prostředí, je nutné stoněk vložit do teploměrové jímky. Maximální přetlak s jímkou činí  $0,6\text{ MPa}$ . Teploměry TR s délkou stonku 45 a 60



### Technické údaje

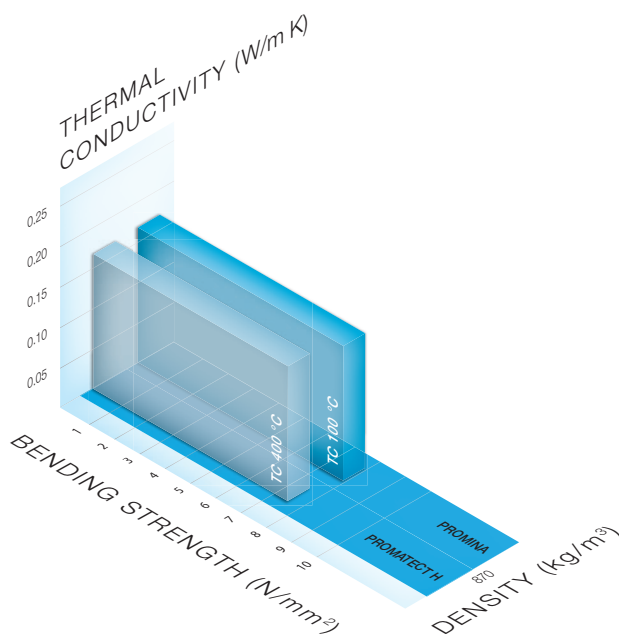
Typ	Průměr hlavice [mm]	Dělení stupnice [°C]	Rozsah stupnice [°C]	Měřicí rozsah [°C]	Délka stonku ... L [ mm ]									
					ø d = 8 mm (nerezová ocel (AKVS))					ø d = 10 mm (ocel tř. 11 nebo AKVS); x* jen AKVS				
					45	60	100	160	250	400	630	1000	1500	
TR 60	60	1	$-30 \div 50$	$-20 \div 40$		x	x	x	x					
		1	$0 \div 120$	$20 \div 100$	x	x	x	x	x					
		2	$0 \div 200$	$20 \div 180$	x	x	x	x	x					
		5	$0 \div 350$	$50 \div 300$			x	x	x					
		10	$0 \div 450$	$50 \div 400$				x	x	x				
TR 100	100	1	$-30 \div 50$	$-20 \div 40$			x	x	x	x	x	x	x	x
		1	$0 \div 120$	$20 \div 100$	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		2	$0 \div 160$	$20 \div 140$			x	x	x	x	x	x	x	x
		2	$0 \div 200$	$20 \div 180$	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		5	$0 \div 350$	$50 \div 300$				x	x	x	x	x	x	x
		10	$0 \div 450$	$50 \div 400$				x	x	x	x*	x*	x*	
TR 120	120	1	$-30 \div 50$	$-20 \div 40$			x	x	x	x	x	x	x	x
		1	$0 \div 120$	$20 \div 100$			x	x	x	x	x	x	x	x
		2	$0 \div 200$	$20 \div 180$			x	x	x	x	x	x	x	x
		5	$0 \div 350$	$50 \div 300$					x	x	x	x	x	x
		10	$0 \div 450$	$50 \div 400$					x	x	x	x	x*	x*



## Technical data

Brand			PROMATECT®	PROMINA®
Grade			-H	
Colour			Grey	Beige
Building material class (DIN 4102)			A1, Non-combustible	A1, Non-combustible
Classification temperature			400 °C	100 °C
Bulk density			870 kg/m <sup>3</sup>	870 kg/m <sup>3</sup>
Shrinkage @ 400 °C, 24 h			0.25 %	-
Thermal conductivity				
	20 °C mean	W/m K	0.17	0.17
	100 °C mean	W/m K	0.19	-
	200 °C mean	W/m K	0.21	-
Specific heat capacity (400 °C)			0.92 kJ/kg K	-
Linear change in length (20 - 600 °C)			6.4x10 <sup>-6</sup> m/m K	6.4x10 <sup>-6</sup> m/m K
Alkalinity			approx. 12 pH-value	approx. 11 pH-value
Water vapour diffusion value			20 μ	15 μ
Humidity contents (air dry)			5-10 %	5-7 %
Modulus of elasticity E	Long./Lat.	Mpa	4200/2900	3400/2700
Bending strength	Long./Lat.	N/mm <sup>2</sup>	7.6/4.8	8.0/5.3
Tensile strength	Long./Lat.	N/mm <sup>2</sup>	4.8/2.6	3.5/2.5
Cold compressive strength			9.3 N/mm <sup>2</sup>	7.5 N/mm <sup>2</sup>

**Graph: Thermal conductivity vs. bending strength vs. density (Thermal conductivity @ 20 °C)**



## Product dimensions & standard sizes

	Length [mm]	Width [mm]	Thickness [mm]
PROMATECT®-H	2500	1250	6-8-10-12-15-20-25
	3000	1250	10-12-15-20-25
PROMINA®	2500	1250	6-8-10-12-15

Other sizes are available on request.

Shaped parts and cut sections are available on request.

## Production tolerances

	PROMATECT®-H	PROMINA®
<b>Length [mm]</b>	± 3.0	± 3
<b>Width [mm]</b>	± 3.0	± 3
6-12 mm	± 0.5	-
15-20 mm	± 1.0	-
25 mm	± 1.5	-
<b>Thickness [mm]</b>		
6-10 mm	-	± 0.5
12-15 mm	-	± 1.0



$D_e$ [mm]	$D_i$ [mm]	$t$ [mm]	$l_0$ [mm]	$S_1$ [mm]	$F_1$ [N]	$S_2$ [mm]	$F_2$ [N]	$S_3$ [mm]	$F_3$ [N]	$F_c$ [N]	$M$ [g]	Číslo zboží
34,0	12,3	1,00	2,25	0,31	637	0,63	998	0,94	1174	1258	6,19	0341
	12,3	1,25	2,35	0,28	815	0,55	1395	0,82	1818	2162	7,74	0342
	12,3	1,50	2,50	0,25	1097	0,50	1982	0,75	2725	3397	9,29	0343
	14,3	1,25	2,40	0,29	913	0,58	1546	0,86	1993	2347	7,33	0344
	14,3	1,50	2,55	0,26	1224	0,53	2192	0,79	2990	3704	8,80	0345
	16,3	1,50	2,55	0,26	1291	0,53	2313	0,79	3155	3908	8,23	0346
	16,3	2,00	2,85	0,21	2097	0,43	4003	0,64	5783	7498	10,98	0347
35,5	18,3	0,90	2,05	0,29	458	0,58	712	0,86	832	884	5,13	C 0355
	18,3	1,25	2,25	0,25	731	0,50	1277	0,75	1699	2059	7,13	B 0355
	18,3	2,00	2,80	0,20	1864	0,40	3576	0,60	5187	6747	11,41	A 0355
40,0	14,3	1,25	2,65	0,35	904	0,70	1459	1,05	1780	1984	10,75	0401
	14,3	1,50	2,75	0,31	1114	0,63	1929	0,94	2545	3061	12,91	0402
	14,3	2,00	3,05	0,26	1800	0,53	3363	0,79	4769	6096	17,21	0403
	16,3	1,50	2,80	0,33	1224	0,65	2102	0,98	2749	3281	12,34	0404
	16,3	2,00	3,10	0,28	1972	0,55	3663	0,82	5169	6580	16,45	0405
	18,3	2,00	3,15	0,29	2182	0,58	4030	0,86	5656	7171	15,60	0406
	20,4	1,00	2,30	0,33	565	0,65	876	0,98	1017	1072	7,30	C 0400
	20,4	1,50	2,65	0,29	1109	0,58	1953	0,86	2621	3201	10,95	B 0400
	20,4	2,00	3,10	0,28	2175	0,55	4041	0,82	5701	7258	14,60	0407
	20,4	2,25	3,15	0,23	2336	0,45	4481	0,68	6500	8456	16,42	A 0400
	20,4	2,50	3,45	0,24	3351	0,48	6453	0,71	9390	12243	18,25	0408
45,0	22,4	1,25	2,85	0,40	1041	0,80	1620	1,20	1891	2007	11,74	C 0450
	22,4	1,75	3,05	0,33	1524	0,65	2701	0,98	3646	4475	16,43	B 0450
	22,4	2,50	3,50	0,25	2773	0,50	5320	0,75	7716	10037	23,48	A 0450
50,0	18,4	1,25	2,85	0,40	757	0,80	1178	1,20	1375	1459	16,66	0501
	18,4	1,50	3,30	0,45	1379	0,90	2184	1,35	2606	2837	19,99	0502
	18,4	2,00	3,50	0,38	1918	0,75	3392	1,13	4572	5603	26,65	0503
	18,4	2,50	4,10	0,40	3703	0,80	6733	1,20	9315	11673	33,32	0504
	18,4	3,00	4,40	0,35	5043	0,70	9546	1,05	13688	17650	39,98	0505
	20,4	2,00	3,50	0,38	1966	0,75	3478	1,13	4687	5745	25,70	0506
	20,4	2,50	3,85	0,34	3008	0,68	5601	1,01	7919	10098	32,12	0507
	22,4	2,00	3,60	0,40	2247	0,80	3924	1,20	5222	6329	24,64	0508
	25,4	1,25	2,85	0,40	854	0,80	1328	1,20	1550	1646	14,29	C 0500
	25,4	1,50	3,10	0,40	1242	0,80	2028	1,20	2512	2844	17,15	0510
	25,4	2,00	3,40	0,35	1949	0,70	3491	1,05	4762	5898	22,87	B 0500
	25,4	2,50	3,90	0,35	3473	0,70	6437	1,05	9063	11519	28,59	0511
	25,4	3,00	4,10	0,28	4255	0,55	8214	0,82	11976	15640	34,31	A 0500
56,0	28,4	1,50	3,45	0,49	1455	0,98	2255	1,46	2617	2760	21,54	C 0560
	28,4	2,00	3,60	0,40	1906	0,80	3328	1,20	4429	5368	28,72	B 0560
	28,4	3,00	4,30	0,33	4133	0,65	7878	0,98	11364	14720	43,09	A 0560
60,0	20,5	2,00	4,10	0,53	2318	1,05	3802	1,58	4730	5380	39,21	0601
	20,5	2,50	4,30	0,45	3018	0,90	5379	1,35	7302	9006	49,01	0602
	20,5	3,00	4,70	0,43	4449	0,85	8234	1,28	11577	14698	58,81	0603
	25,5	2,50	4,40	0,48	3447	0,95	6081	1,43	8175	9997	45,47	0604
	25,5	3,00	4,65	0,41	4495	0,83	8352	1,24	11784	15002	54,56	0605
	30,5	2,50	4,30	0,45	3447	0,90	6145	1,35	8342	10289	41,15	0606
	30,5	3,00	4,70	0,43	5083	0,85	9407	1,28	13226	16792	49,38	0607
	30,5	3,50	5,00	0,38	6591	0,75	12574	1,13	18153	23528	57,61	0608
63,0	31,0	1,80	4,15	0,59	2364	1,18	3658	1,76	4238	4463	33,38	C 0630
	31,0	2,50	4,25	0,44	2942	0,88	5270	1,31	7189	8904	46,36	B 0630
	31,0	3,00	4,80	0,45	4891	0,90	8981	1,35	12536	15825	55,64	0609
	31,0	3,50	4,90	0,35	5399	0,70	10359	1,05	15025	19545	64,91	A 0630

Tento katalog podléhá změnám službě 08/09