

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Akademický rok 2012/2013

Roman Šmíd

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2341R001 Konstrukce průmyslové techniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Konstrukce lisovací formy interiérového dílu automobilu

Autor: **Roman Šmíd**

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

Akademický rok 2012/2013

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Roman ŠMÍD**
Osobní číslo: **S09B0680P**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **Konstrukce průmyslové techniky**
Název tématu: **Konstrukce lisovací formy interiérového dílu automobilu**
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

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

Základní požadavky:

Vytvořte model zadaného interiérového dílu. Vypracujte konstrukční návrh lisovacího a kontrolního nástroje zadaného interiérového dílu. Proveďte kontrolní výpočty. Vytvořte výkresovou dokumentaci.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Konstrukce modelu zadaného dílu
2. Konstrukční návrh lisovací formy
3. Konstrukce 3D modelů a zhotovení výrobní dokumentace lisovací formy
4. Provedení MKP výpočtů navrženého kontrolního nástroje



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

LEINVEBER, J., RASA, J., VÁVRA, P. Strojírenské tabulky. Praha: Scienta, spol. s.r.o, 1998

HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojírenského inženýra. Praha: Computer Press, 1999

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

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

Katedra konstruování strojů

Konzultant bakalářské práce:

Doc. Ing. Martin Hynek, Ph.D.

Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce: **24. září 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **28. června 2013**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.

děkan




Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.

vedoucí katedry

V Plzni dne 24. září 2012

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:

.....
podpis autora

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval lidem, kteří mi přispěli radami a připomínkami ke zpracování této bakalářské práce, především vedoucímu bakalářské práce, Doc. Ing. Martinu Hynkovi, Ph.D., za systematické vedení práce. V neposlední řadě bych velice rád poděkoval mé rodině za podporu při studiu.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

| | | | | |
|----------------------|---|-------------------|-------------------------|--|
| AUTOR | Příjmení Šmíd | Jméno Roman | | |
| STUDIJNÍ OBOR | 2341R001 „Konstrukce průmyslové techniky“ | | | |
| VEDOUČÍ PRÁCE | Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Hynek, Ph.D. | Jméno Martin | | |
| PRACOVIŠTĚ | ZČU - FST - KKS | | | |
| DRUH PRÁCE | DIPLOMOVÁ | BAKALÁŘSKÁ | Nehodící se škrtněte | |
| NÁZEV PRÁCE | Konstrukce lisovací formy interiérového dílu automobilu | | | |

| | | | | | |
|----------------|---------|----------------|-----|--------------------|------|
| FAKULTA | strojní | KATEDRA | KKS | ROK ODEVZD. | 2013 |
|----------------|---------|----------------|-----|--------------------|------|

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

| | | | | | |
|---------------|----|---------------------|----|----------------------|----|
| CELKEM | 47 | TEXTOVÁ ČÁST | 31 | GRAFICKÁ ČÁST | 16 |
|---------------|----|---------------------|----|----------------------|----|

| | |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p> | <p>Bakalářská práce obsahuje základní informace o interiérových dílech v automobilu. Konstrukci lisovací formy a konstrukci kontrolního nástroje na základě střešního dílu automobilu. Kontrolní nástroj byl ověřen výpočtem MKP.</p> |
| <p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p> | <p>interiérový díl, konstrukce, frézování, lisovací nástroj, kontrolní nástroj, MKP, Catia V5</p> |

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

| | | | |
|--------------------------|---|-----------------|-----------------------------------|
| AUTHOR | Surname Šmíd | Name Roman | |
| FIELD OF STUDY | 2341R001 “Design of Manufacturing Machines and Equipment“ | | |
| SUPERVISOR | Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Hynek, Ph.D. | Name Martin | |
| INSTITUTION | ZČU - FST - KKS | | |
| TYPE OF WORK | DIPLOMA | BACHELOR | Delete when not applicable |
| TITLE OF THE WORK | Design of interior part pressing tool | | |

| | | | | | |
|----------------|------------------------|-------------------|----------------|---------------------|------|
| FACULTY | Mechanical Engineering | DEPARTMENT | Machine Design | SUBMITTED IN | 2013 |
|----------------|------------------------|-------------------|----------------|---------------------|------|

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

| | | | | | |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| TOTALLY | 47 | TEXT PART | 31 | GRAPHICAL PART | 16 |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|----|

| | |
|---|--|
| BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS | Bachelor work contains basic information of car interior parts. It also contains the design of interior part pressing tool and checking. The checking tool has been verified using FEM method. |
| KEY WORDS | Interior part, Construction, milling, Pressing tool, Checking tool, FEM, Catia V5 |

OBSAH

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | ZKRATKY A SYMBOLY | 1 |
| 2 | ÚVOD | 2 |
| 3 | INTERIÉROVÉ DÍLY | 2 |
| 3.1 | MATERIÁLY | 2 |
| 3.1.1 | <i>iboFelt</i> | 3 |
| 3.1.2 | <i>Duroptex</i> | 3 |
| 3.1.3 | <i>Propylat^{TRIM}</i> a <i>Propylat^{ISOFLET}</i> | 4 |
| 4 | TVORBA DÍLU | 5 |
| 5 | KONSTRUKCE LISOVACÍ FORMY | 9 |
| 5.1 | SESTAVA LISOVACÍ FORMY | 9 |
| 5.2 | POPIS JEDNOTLIVÝCH KOMPONENT | 10 |
| 5.2.1 | <i>Horní blok</i> | 10 |
| 5.2.2 | <i>Spodní blok</i> | 11 |
| 5.2.3 | <i>Ohřev formy</i> | 12 |
| 5.2.4 | <i>Izolace</i> | 13 |
| 5.2.5 | <i>Teplotní čidla</i> | 15 |
| 5.2.6 | <i>Vedení</i> | 15 |
| 5.2.7 | <i>Dorazy</i> | 17 |
| 5.2.8 | <i>Podkladová deska</i> | 20 |
| 5.2.9 | <i>Transport</i> | 21 |
| 5.2.10 | <i>Upnutí k lisu</i> | 22 |
| 5.2.11 | <i>Centrování</i> | 22 |
| 5.2.12 | <i>Ustavení nástroje</i> | 23 |
| 5.2.13 | <i>Chlazení</i> | 23 |
| 5.2.14 | <i>Odvzdušnění formy</i> | 25 |
| 5.2.15 | <i>Přidržování dílu</i> | 26 |
| 6 | KONTROLNÍ NÁSTROJ | 28 |
| 6.1 | KONTROLNÍ BLOK | 29 |
| 6.1.1 | <i>Toleranční pole</i> | 30 |
| 6.1.2 | <i>Rastr</i> | 30 |
| 6.2 | RÁM KONTROLNÍHO NÁSTROJE | 31 |
| 7 | KONTROLNÍ VÝPOČET KONTROLNÍHO NÁSTROJE | 32 |
| 7.1 | VARIANTA ZABRZDĚNÉHO RÁMU | 32 |
| 7.1.1 | <i>Okrajové podmínky</i> | 33 |
| 8 | ZÁVĚR | 37 |
| | POUŽITÁ LITERATURA | 38 |

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| INTERNETOVÉ ZDROJE..... | 38 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 39 |
| SEZNAM TABULEK..... | 40 |
| VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE..... | 40 |

1 ZKRATKY A SYMBOLY

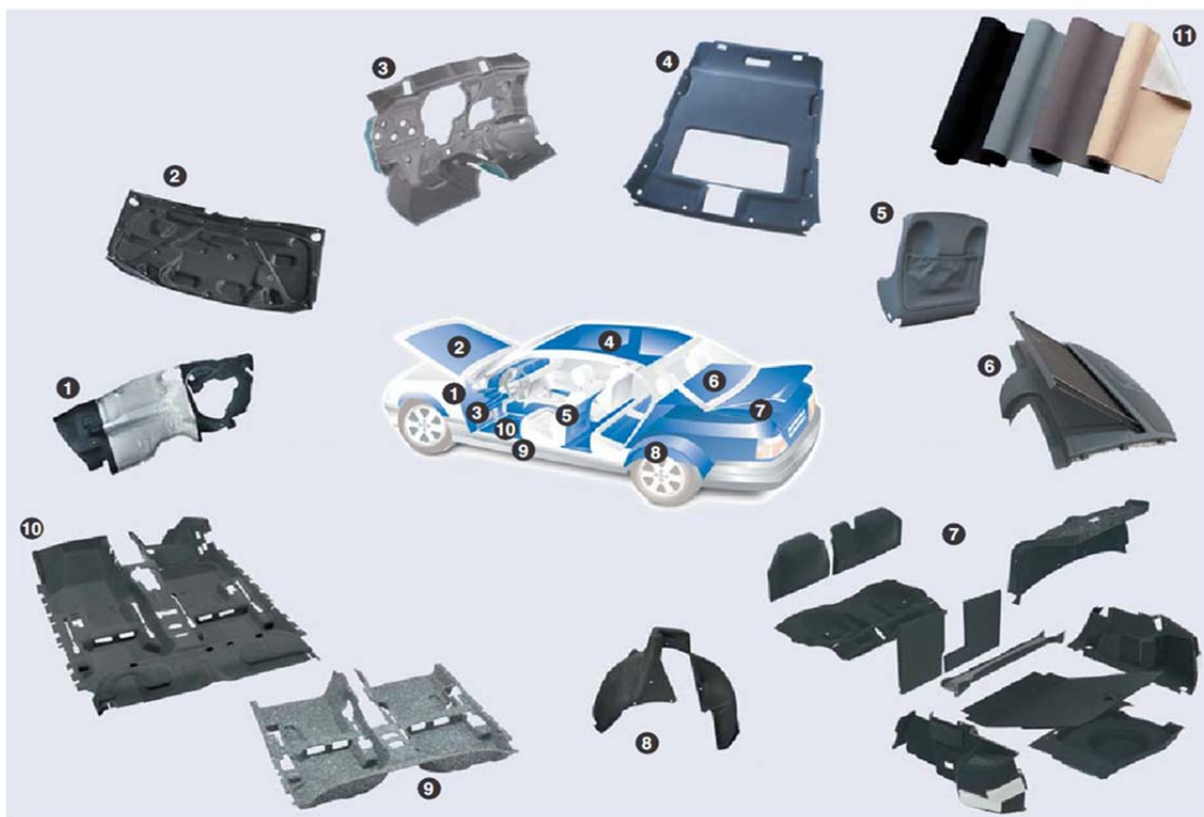
| | | |
|----------|---|--|
| Atd. | a tak dále | |
| CNC | Computer numeric control (číslicová řízení počítačem) | |
| CAD | Computer aided design (počítačová podpora konstruování) | |
| ČSN | Česká státní norma | |
| DIN | Deutsche Industrie-Norm (německé národní norma) | |
| MKP | Metoda konečných prvků | |
| Inch | G 1" | Jednotka délky udávaná v palcích (1"=25,4mm) |
| α | Deg | Jednotka úhlu |
| t | °C | Jednotka teploty |
| P | MPa | Jednotka tlaku |
| L | mm | Jednotka délky |
| ρ | kg/m ³ | Jednotka hustoty |
| F | N | Jednotka síly |
| p | bar | Vedlejší jednotka tlaku (1bar = 0,1MPa) |

2 ÚVOD

Cílem bakalářské práce je návrh lisovací formy interiérového dílu automobilu, konstrukce kontrolního nástroje a výpočtová kontrola rámu kontrolního nástroje. Konstrukce 3D modelů, výkresová dokumentace a MKP výpočty jsou vypracované v softwaru Catia V5r19.

3 INTERIÉROVÉ DÍLY

Interiérové díly byly navrženy tak, aby zvýšily komfort cestujících. Rozdělují se do dvou základních skupin, na díly pohledové a díly akustické. Hlavními vlastnostmi interiérového dílů jsou eliminace hluku, eliminace vibrací a snižování jiných nežádoucích účinků z okolí přepravního prostoru.



Obrázek 1 - Interiérové díly,
vytvořený firmou Borgers, viz (4)

3.1 Materiály

Podle místa použití uvnitř automobilu jsou na materiál kladeny různé nároky, které lze splnit vhodným složením materiálu. Samonosná pěna se například do materiálu přidává pro výrazné snížení hluku. Skelná vlákna se přidávají do směsi za účelem zvýšení teplotní odolnosti. Většina interiérového dílů se skládá z textilií vyrobených ze syntetických a textilních vláken. Hliníkové fólie, papírové voštiny a různá vytvrzovací aditiva také nacházejí uplatnění v materiálech na výrobu interiérového dílů.

3.1.1 iboFelt

Jedná se materiál složený ze tří vrstev. Jádro materiálu je tvořeno pěnou, která je obklopena polyesterovými a polypropylenovými vlákny. Materiál se vyznačuje vysokou pohltivostí zvuku, po speciální úpravě se může stát nepropustným a najít uplatnění jako vložka podběhu.



**Obrázek 2 - Materiál iboFelt,
vytvořený firmou Borgers, viz (4)**

3.1.2 Duroptex

Velice univerzální a nejpoužívanější materiál pro výrobu interiérových dílů. Základ materiálu tvoří bavlna spojená tepelně vytvrzeným pojivem. Jestliže je vyžadována zvýšená tuhost materiálu, přidávají se juta, kenaf nebo lýková vlákna. Tato rostlinná vlákna mohou být nahrazena nebo doplněna skelnými vlákny pro zvýšení tuhosti, teplotní odolnosti a stability.



**Obrázek 3 - Materiál Duroptex,
vytvořený firmou Borgers, viz (4)**

3.1.3 Propylat^{TRIM} a Propylat^{ISOFLET}

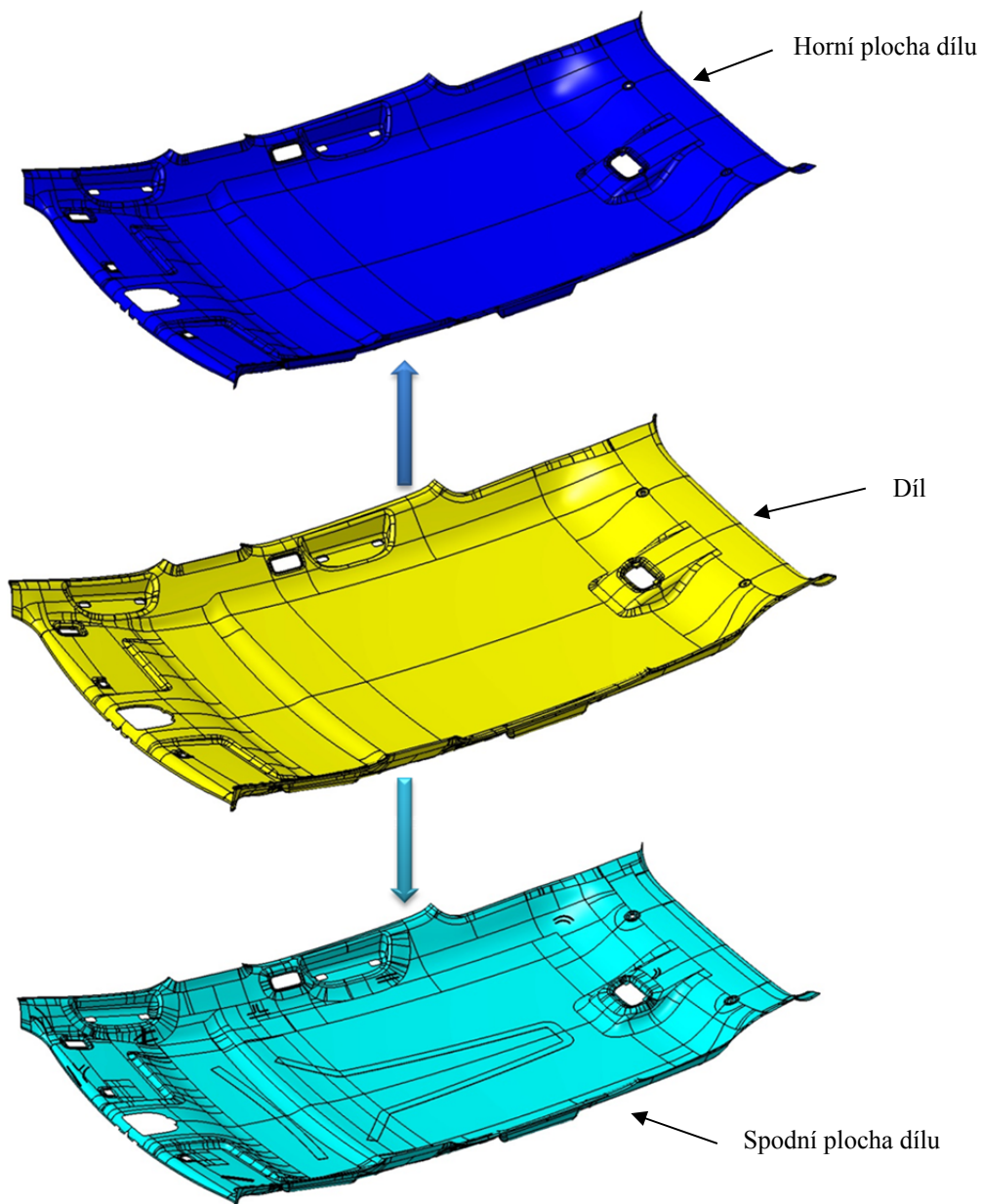
Materiál Propylat^{TRIM} slouží pro širokou škálu různých interiérových dílů jako jsou kryty zavazadlového prostoru, dveřní díly, díly přístrojových panelů a zadní prostory pro cestující v kabrioletech. Základem je bavlna nebo syntetická polyesterová vlákna zpevněná polypropylenovým pojivem. Materiál je možné také doplnit o uhlíková a skelná vlákna. Propylat^{ISOFLET} je zvukově nepropustná nebo vodě vzdorná verze materiálu Propylat^{TRIM}. Jinak totožný materiál Propylat^{ISOFLET} je opatřen izolační vrstvou.



Obrázek 4 – Výrobek z materiálu Propylat^{TRIM}
vytvořený firmou Borgers, viz (4)

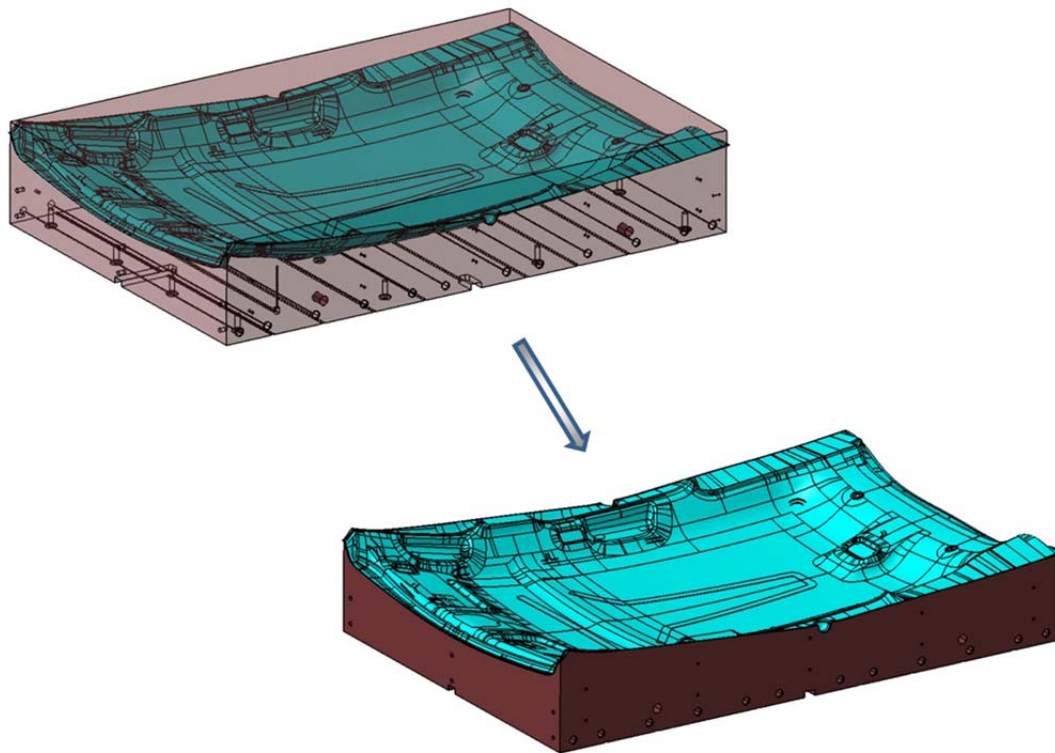
4 TVORBA DÍLU

Jako zadání pro vypracování lisovací formy byl použit díl střešního interiérového dílu ve formátu step. Ten bylo nezbytné přepracovat do podoby funkčního modelu v softwaru Catia V5, aby podle vytvořeného partu bylo možné zhotovit funkční plochy v prostředí pro tvorbu ploch Generative shape design. Plochy takto vytvořené poslouží jako ořezové plochy horního a spodního bloku formy. Podle polohy je výlisek tvořen dvěma plochami, horní plochou dílu a spodní plochou dílu.



Obrázek 5 - Tvorba funkčních ploch

Podle horní plochy dílu bude obrobena horní polovina formy a analogicky se podle spodní plochy dílu obrobí spodní polovina formy.



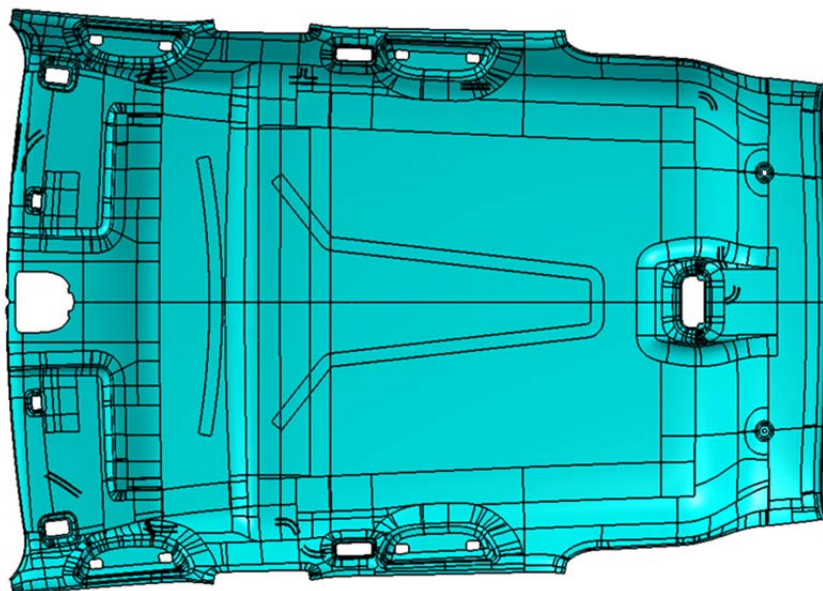
Obrázek 6 – Tvar bloku po oříznutí

Dle funkčnosti lze rozdělit plochy na pohledovou stranu a stranu plechu. Zvýšené nároky na estetiku a kvalitu povrchu jsou kladeny na stranu pohledovou. Pohledová strana interiérových dílů se podílí na celkovém designu interiéru automobilu a snižuje nepříznivé vlivy okolí. Kvalita povrchu pohledové strany zvyšuje bezpečnost a pohodlí cestujících. Opačnou stranu dílu v kontaktu s karoserií vozidla není třeba esteticky nebo jakostně upravovat.



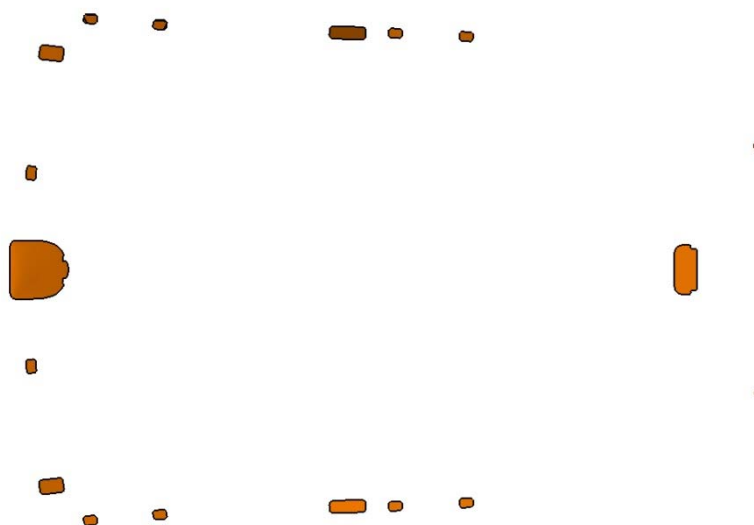
Obrázek 7 - Pohledová strana dílu, vytvořený firmou Borgers, viz (4)

Samotnou plochou dílu není možné oříznout blok tak, aby tvar odpovídal dílu. Blok lze oříznout pouze plochou, která je na celém svém povrchu uzavřena a zároveň povrch plochy přesahuje povrch bloku (není možné aby plocha, podle které ořezáváme, byla přerušená a nezakryla celou plochu bloku). Plochu dílu tedy vybavíme dalšími technologickými plochami, které vytvoří tzv. ořezovou plochu, podle které je možno vyfrézovat tvar dílu do bloků formy.



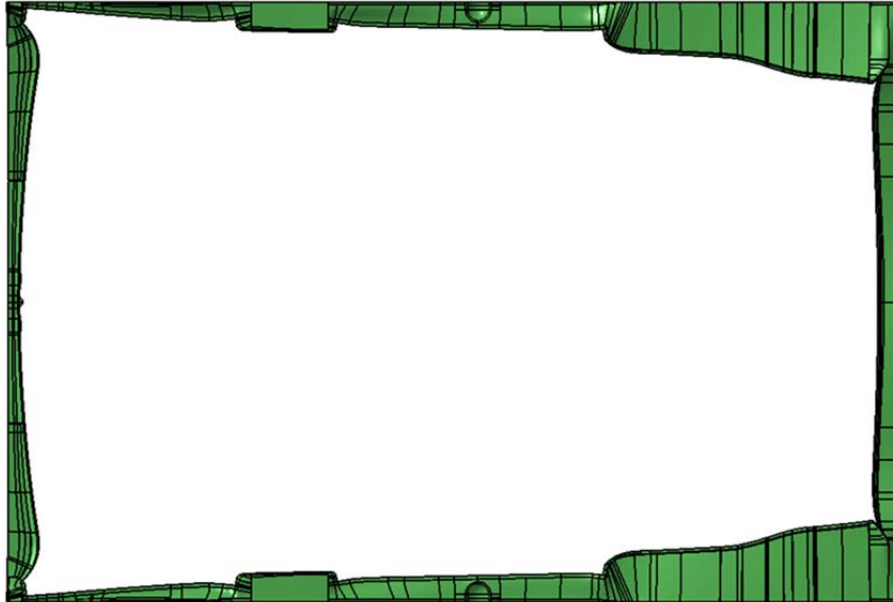
Obrázek 8 - Plocha dílu

Plochy, ze kterých se složí ořezová plocha, jsou plocha dílu a odpadová plocha. Vznik a funkce plochy dílu již byly popsány. Odpadová plocha je tvořena dvojicí ploch, plochou děr a výběhovou plochou. Místa, kde po lisování mají vzniknout díry, je nutné zaslepit, aby bylo možné vytvořit správnou ořezovou plochu. Zaslepená místa nazýváme plochami děr. Při samotném procesu lisování dílu tedy díry nevznikají, ty je potřeba po procesu vytvořit vyříznutím.

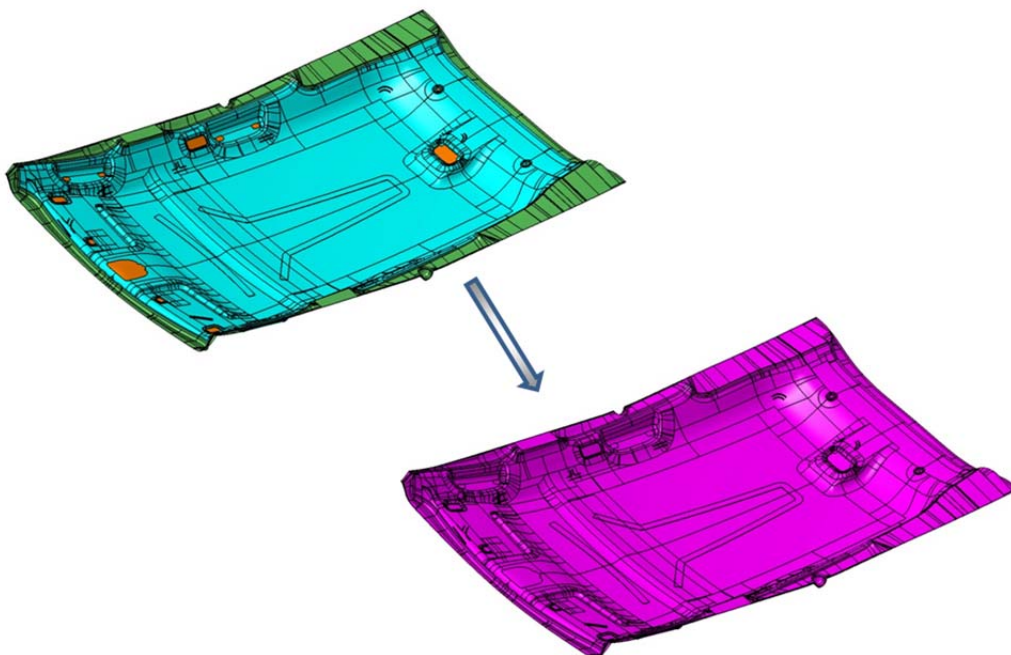


Obrázek 9 - Plochy děr

Výběhové plochy v blízkosti dílu je třeba tangentsně navázat na horní a spodní plochy dílu. Po dané vzdálenosti je z důvodu snížení lisovací plochy třeba nakonstruovat odlehčení. Zmenšením lisovací plochy snížíme potřebnou lisovací sílu. Následným spojením odpadových ploch a plochy dílu vzniklá ořezová plocha, která je použita na vytvarování bloku formy. Tento proces je stejný u obou polovin formy.



Obrázek 10 - Výběhové plochy

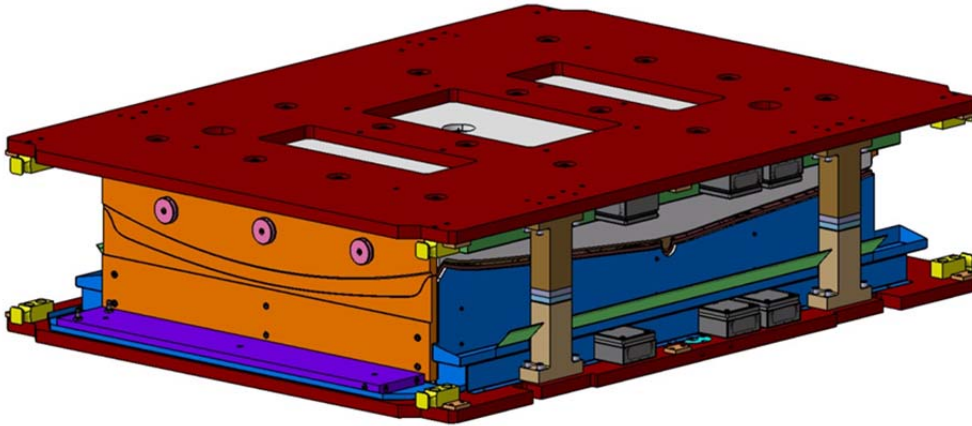


Obrázek 11 - Složení ploch do jedné ořezové plochy

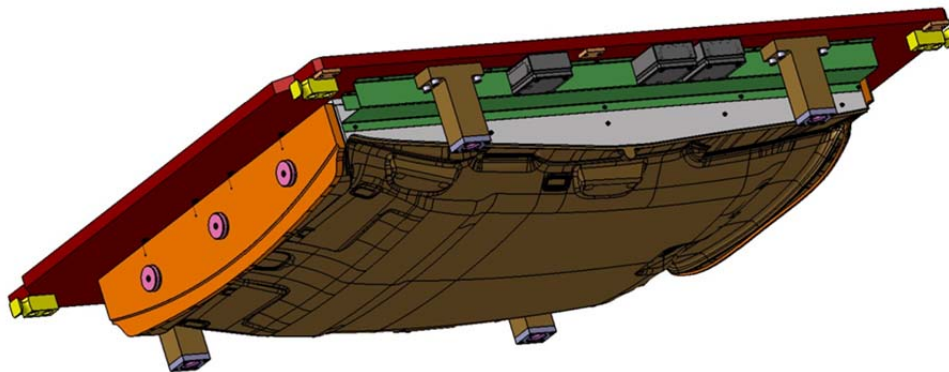
5 KONSTRUKCE LISOVACÍ FORMY

5.1 Sestava lisovací formy

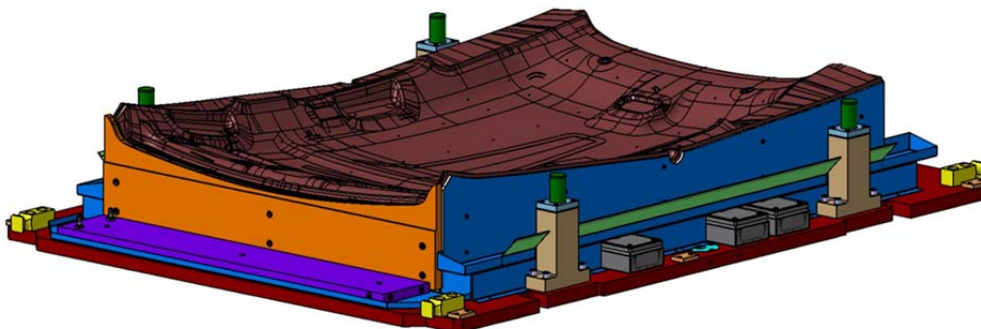
Sestava se rozděluje na dvě hlavní části. Horní nástroj, který je připevněn na pohyblivou část hydraulického lisu a spodní nástroj, který je připevněn k nepohyblivé části hydraulického lisu.



Obrázek 12 - Sestava formy



Obrázek 14 - Horní polovina formy



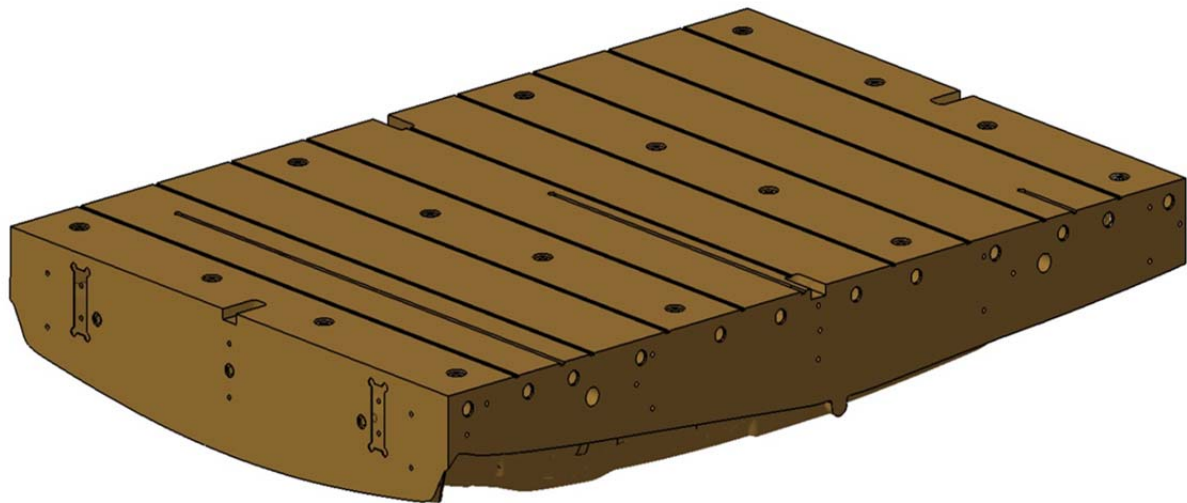
Obrázek 13 - Spodní polovina formy

5.2 Popis jednotlivých komponent

Lisovací nástroj se skládá z několika komponent. Komponenty jsou popsány v následujících kapitolách.

5.2.1 Horní blok

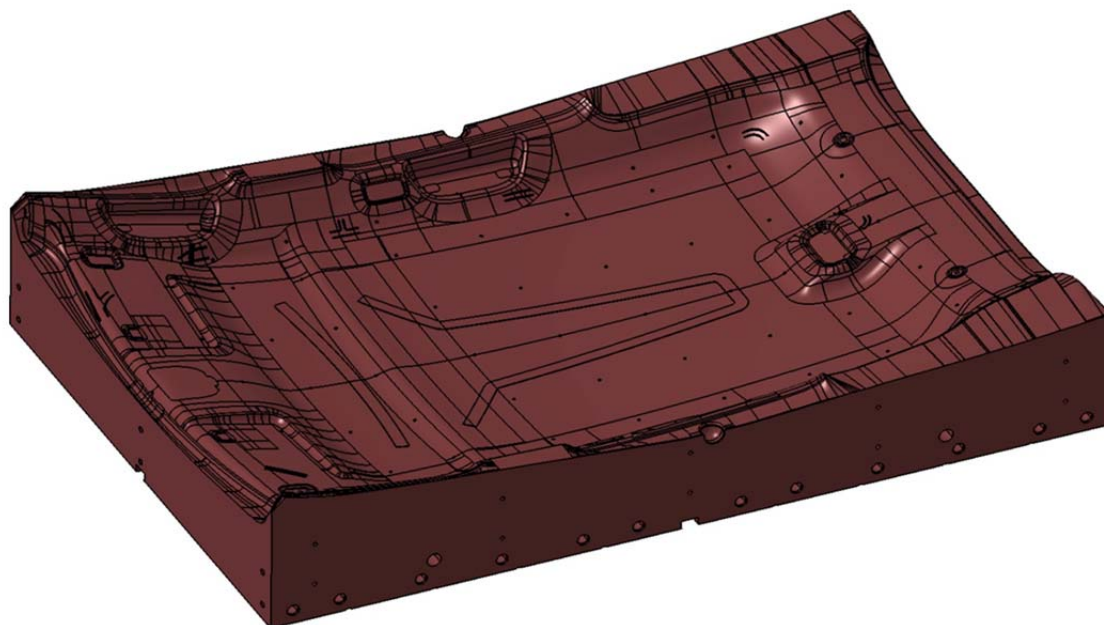
Komponenta, která společně se spodním blokem dává výlisku konečný tvar. Výroba bloku se skládá z několika operací. První operací je frézování odvětrávacích drážek, drážek pro křížové pero a drážek pro kluzné destičky. Odvětrávací drážky slouží k odvodu přebytečného vzduchu přivedeného z pracovního prostoru skrz blok. Drážky mají rozměr 10x3 mm, v každém bloku je vyfrézováno celkem 9 drážek. Drážky pro čtyři křížová pera nastavující polohu bloku vůči podkladové desce jsou vyfrézovány do hloubky 20 mm vždy po jedné drážce na straně bloku. V každém rohu drážky je zhotoven rádius 8 mm. Následuje vyvrtání děr sloužících pro vsazení topných patron a vrtání děr pro uchycení dalších komponent k bloku jako izolační a podkladové desky a teplotních čidel. Materiál bloku neumožňuje zhotovení závitů, proto je nutné do každé díry, do které je třeba zhotovit závit, vložit závitovou vložku. Velikosti použitých vložek kupovaných od firmy KERB KONUS jsou M6, M12 a M16. Konečný tvar bloku dodá frézování podle ořezové plochy dané tvarem dílu.



Obrázek 15 - Horní blok

5.2.2 Spodní blok

Výroba se stejně jako u bloku horního skládá z několika operací. Odlišnost je ve tvaru spodní ořezové plochy dané spodní plochou dílu. Na spodním bloku již nejsou vyfrézované drážky pro kluzné desky. Spodní blok disponuje systémem odvodu vzduchu skládajícího se z odvodušňovacích drážek a odvodušňovacích děr v těle bloku.



Obrázek 16 - Spodní blok

5.2.2.1 Materiál

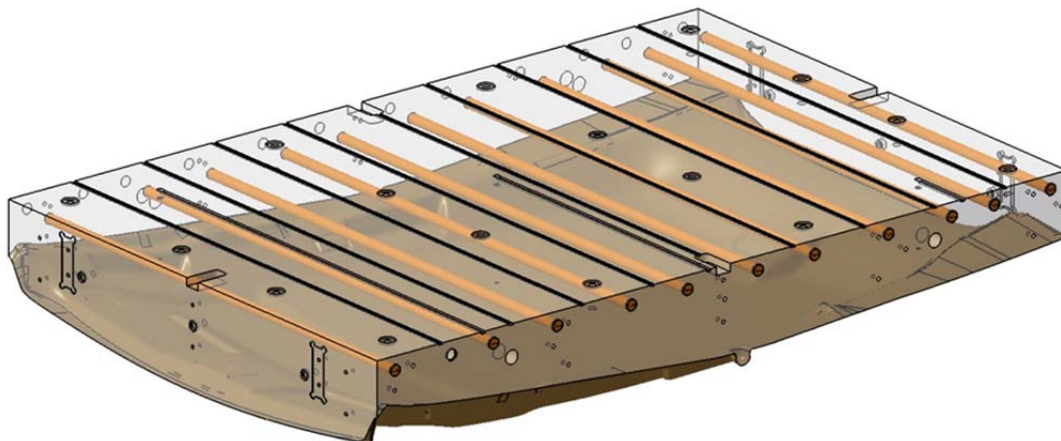
Materiál obou bloků je slitina hliníku se zvýšeným obsahem hořčíku AlMg5. Označení materiálu dle ČSN 42 4415. Předností použitého materiálu je nízká hustota a cena oproti nástrojové oceli, která se pro tento typ forem také využívá. Nástroj s menší hmotností nadměrně nezatěžuje transportní prvky formy. Nevýhodou použitého materiálu je nízká odolnost proti opotřebení závitu, která se kompenzuje použitím závitových vložek.

| Materiál | | Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Cr | Zn | Ti | | Ostatní (max) | Zbytek |
|----------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|--|---------------|--------|
| AlMg5 | min | | | | 0,04 | 4,3 | | | | | Fe+Si = 0,60 | Al |
| | max | 0,6 | 0,4 | 0,1 | 0,6 | 6 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | | Sb = 0.25 | |

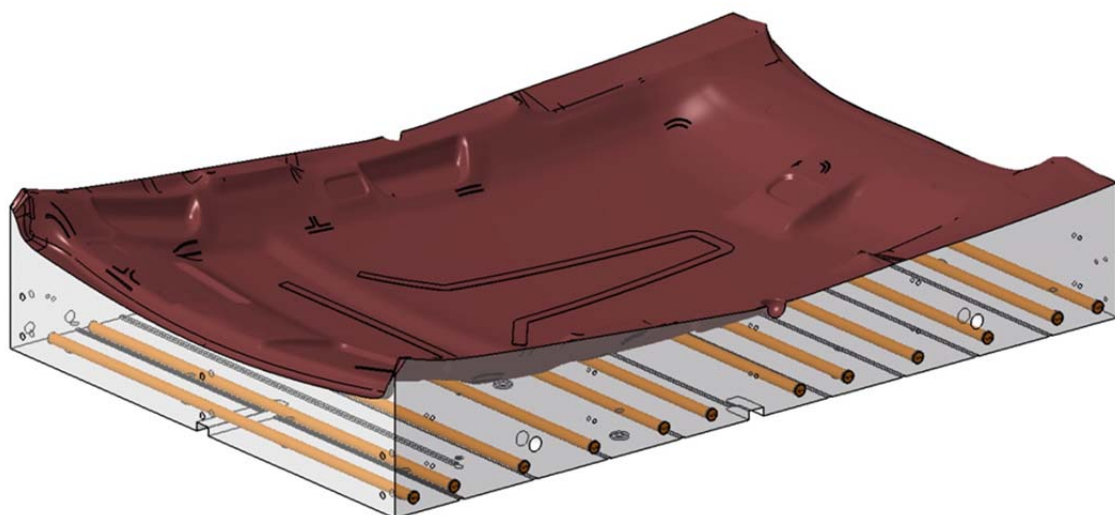
Tabulka 1 - Chemické složení oceli, viz (6)

5.2.3 Ohřev formy

Pomocí topných patron dochází ke správnému vytvrzení a vytvarování dílu v horním i spodním nástroji. Topný systém formy musí být navržen tak, aby bylo zaručeno co možná nejrovnoměrnější vytápění formy. V horním a spodním bloku je vyvrtán stejný počet průchozích děr, ve kterých jsou umístěny topné patrony schopné vyhřát formu až na 230°C a následně teplotu udržovat po dobu pracovního procesu. Malá výška vyráběného kusu umožňuje vyvrtání děr pouze v jedné rovině pro zajištění rovnoměrného ohřevu. Oproti běžněji používanému systému s ohřátým cirkulujícím médiem je způsob topných patron snadnější a rychlejší na výrobu. Nemusí být vrtán složitý systém rozvodu oleje, nemusejí se vyrábět a instalovat závitové tyče s ucpávkami, které slouží pro navádění média v temperačním okruhu ani není zapotřebí systém pohánění přehřátého média. Cirkulační systémy nachází velké uplatnění u forem tvarově složitých dílů, kde takto jednoduchý systém nestačil.



Obrázek 17 - Ohřev horního bloku



Obrázek 18 - Ohřev spodního bloku

5.2.3.1 Topná patrona

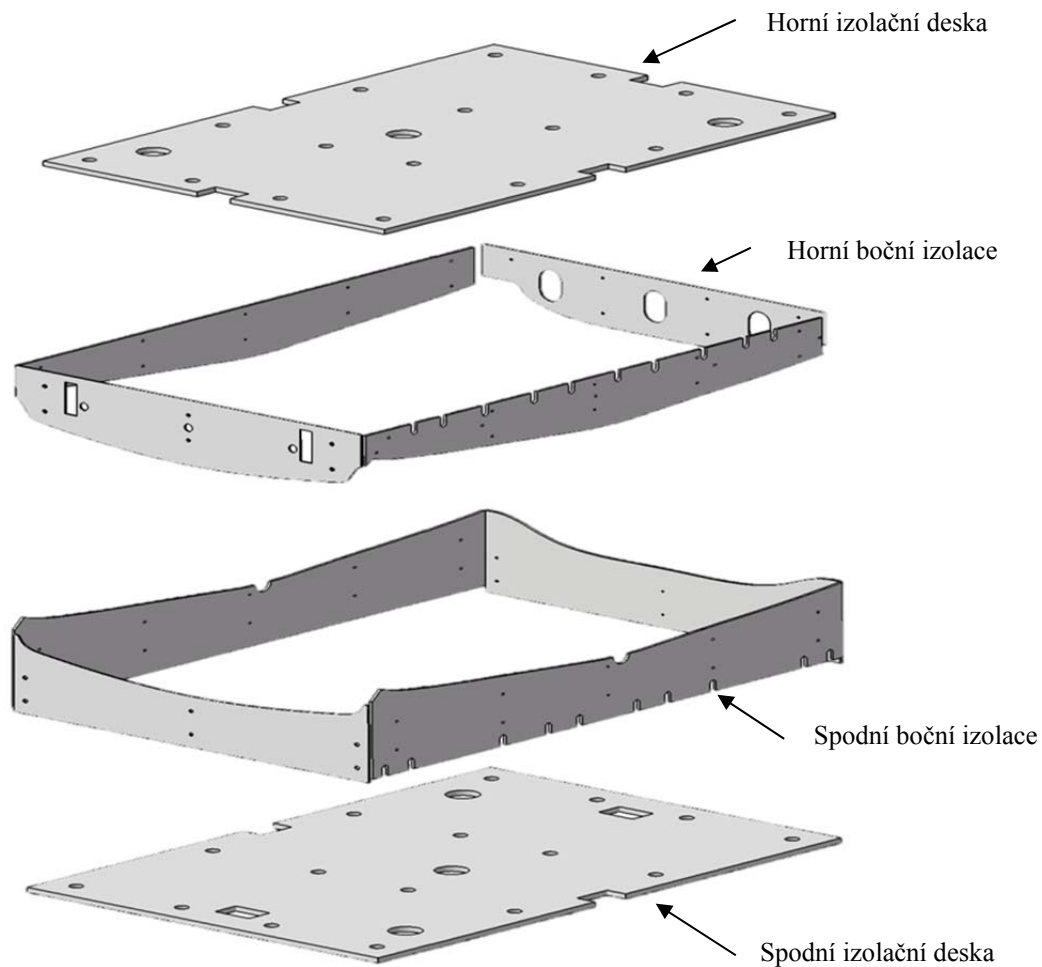
Topné patrony vytvářejí teplo vlivem elektrického odporu. Jedná se o nakupovanou součást od firmy Tempco.



Obrázek 19 - Topná patrona,
vytvořený firmou Vimoso, viz. (5)

5.2.4 Izolace

Za účelem snížení nadměrného úniku tepla z formy do okolí, které by negativně ovlivňovalo proces lisování, formu opatříme izolačními deskami. Izolace je umístěna v horním i spodním nástroji. Podle rozložení lze izolaci rozdělit na podkladovou desku a boční izolační desky. Izolační deska je vložena mezi blokem a podkladovou deskou. Pomocí vodního paprsku jsou do desky zhotoveny průchozí díry pro upevnění pomocí šroubů uložených v pouzdru s pružinami a trojice děr, kterými prochází teplotním čidla měřící teplotu bloku. Vodním paprskem se ještě zhotoví 4 obdélníkové drážky pro křížová pera. Tloušťka izolační podkladové desky je 20 mm. Boční izolační desky jsou umístěny po obvodu horního i spodního bloku. Skládají se ze čtyř desek, jedna na každé straně bloku. Každá boční izolační deska kopíruje tvar bloku a snižuje tak prostupnost tepla do okolí. Tloušťka bočních izolačních desek je 10 mm.



Obrázek 20 - Izolace formy

5.2.4.1 Materiál

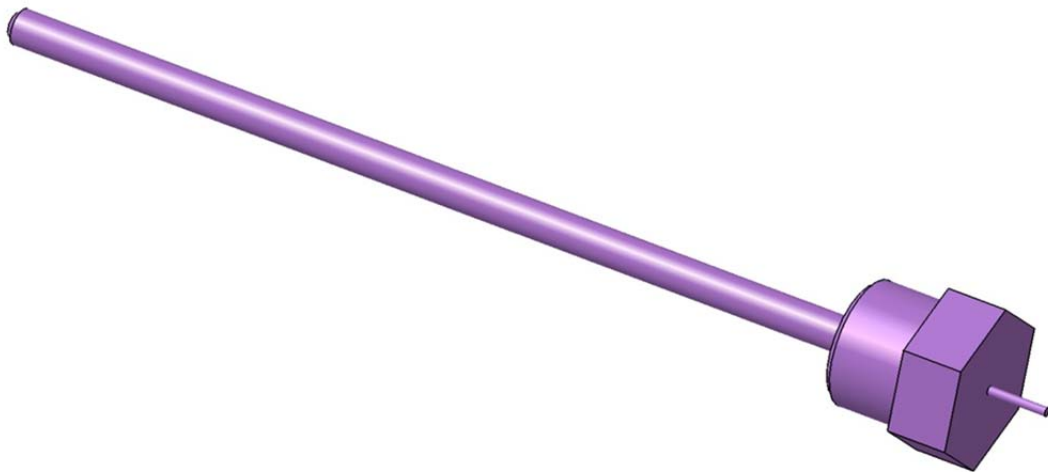
Izolace byla zhotovena z materiálu S4000 dodávaného ve tvaru desek, které se na základě CAD dat pomocí vodního paprsku opracují na požadovaný tvar. Materiál S4000 na bázi pryskyřicí spojených skelných vláken je dodáván firmou Brandenburger, tento materiál je zhotovený na speciálním impregnačním a vytvrzovacím zařízení.

| Teplotní vlastnosti | Hodnota | Jednotky |
|--|---------------------|----------|
| Teplotní odolnost při krátkodobém zatížení | 250 | °C |
| Teplotní odolnost při dlouhodobém zatížení | 200 | °C |
| Koeficient teplotní vodivosti | 0,12 | W/mK |
| Lineární koeficient roztažnosti | 28×10^{-6} | 1/K |
| Mechanické vlastnosti | | |
| Pevnost v tlaku | 300 | MPa |

Tabulka 2 - Mechanické vlastnosti materiálu S4000, viz (7)

5.2.5 Teplotní čidla

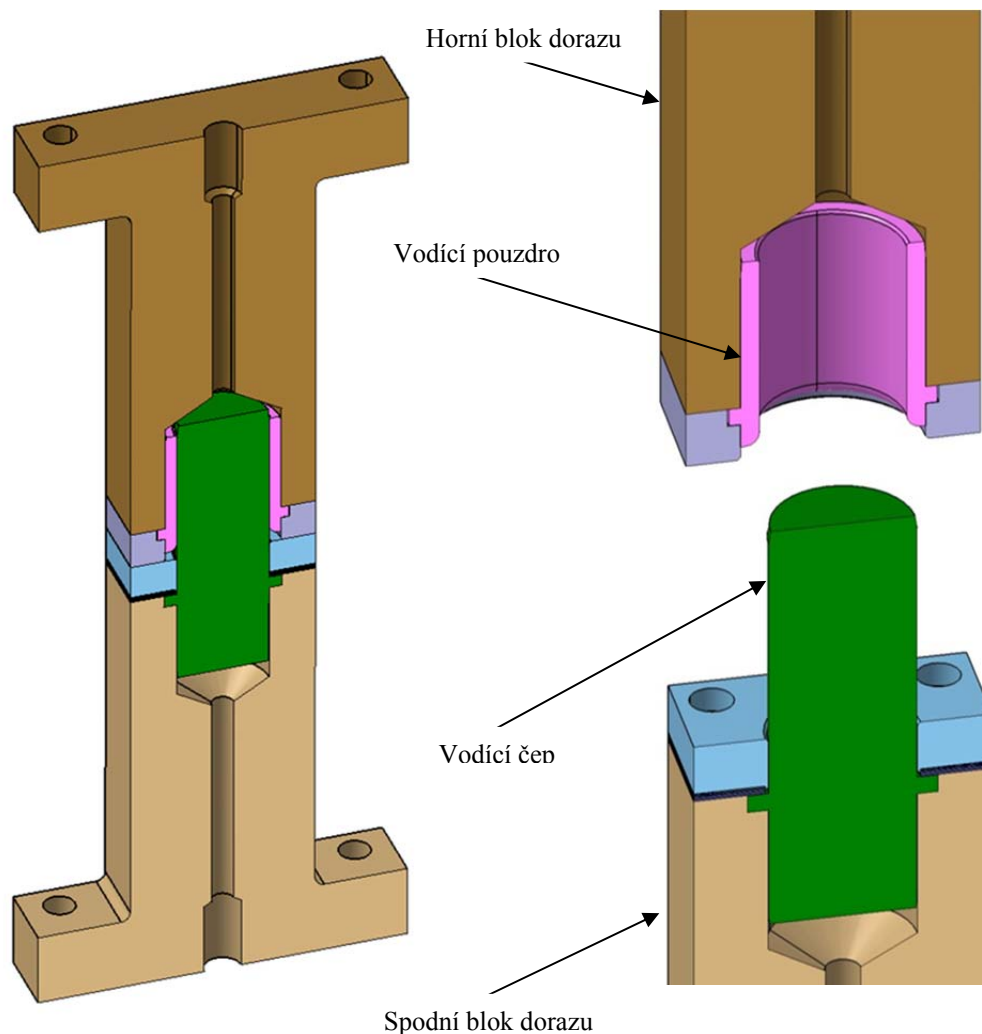
Kontrolu teploty při pracovním procesu obstarávají tři teplotní čidla zašroubovaná do třech předvrtaných děr. Teplotní čidla jsou použita v různých délkách v rozsahu od 40 mm do 250 mm zaručujícím kontrolu teploty v blízkosti lisovaného dílu. Vhodná teplota procesu lisování vzhledem k materiálu polotovaru je z hlediska technologičnosti procesu klíčová. Nedodržením správné teploty, při které v materiálu dochází k požadovanému vytvarování a vytvrzování, se zvyšuje riziko zmetkovitosti výroby. Teplotní čidla jsou vyráběna a dodávána firmou ZPA EKOREG.



Obrázek 21 - Teplotní čidlo

5.2.6 Vedení

Přesné vedení pohyblivé části formy vůči části nepohyblivé je zajištěno čtveřicí externích čepových vedení. Použitím externího typu vedení lze ušetřit materiál bloku, který by se v případě použití interních dorazů přímo v bloku musel zvětšit, aby byla dodržena velikost tzv. volného prostoru (prostor mezi vyráběným dílem a vedením). Vedení je sešroubováno se spodní podkladovou deskou, proto je nezbytně nutné vyvrtat díry do obou podkladových desek zároveň, aby byla zaručena přesnost vedení. Přesné vedení je poté zajištěno dvojicí kolíků vložených do souosých děr v podkladových deskách a do děr v blocích dorazů. Oproti vedení sešroubovaného s bloky formy je nutnost frézovat kapsy pro vedení v obou blocích najednou pro zaručení přesnosti vedení. Soustava vedení se skládá ze dvou komponentů, vodícího čepu a vodícího pouzdra, umístěných uvnitř bloků dorazů (popsáno v kapitole dorazy).



Obrázek 22 - Řez vedením

5.2.6.1 Horní vedení

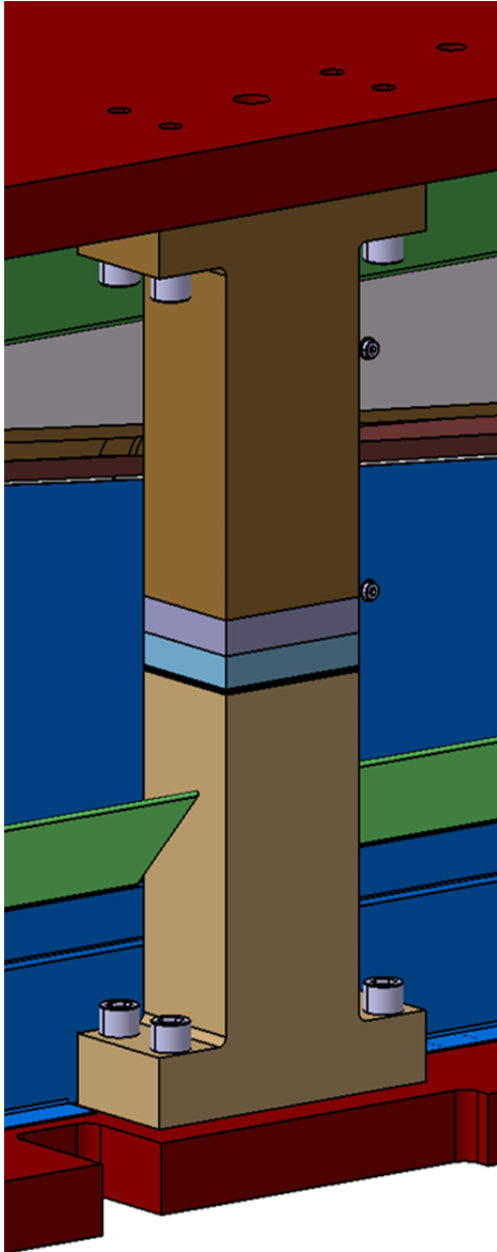
Prvek horního vedení je vodící pouzdro, vložené do vyvrtané díry v bloku dorazu, z horní strany je přišroubovaným dorazem pojištěno proti pohybu. Ke snadnějšímu navedení čepu a zamezení kolize mezi čepem a pouzdem slouží rádius na vstupní straně pouzdra.

5.2.6.2 Spodní vedení

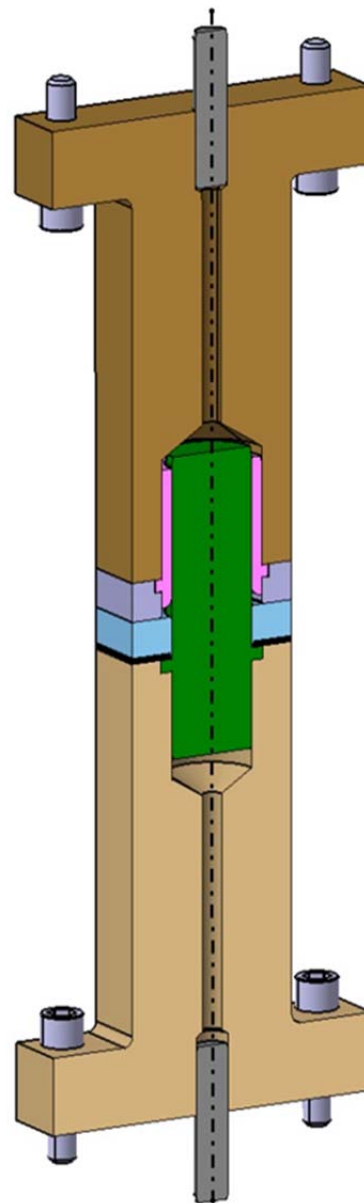
Vodící čep ve spodní části vedení je ustaven v zahloubení bloku dorazu a pojištěn distančními podložkami, kterými je podložen doraz. Stejně jako v horním vedení je doraz přišroubován čtveřicí šroubů se zapuštěnou hlavou. Aby bylo možno navést bezpečně a plynule čep do pouzdra, je čep zkosen na vstupní straně o 8° .

5.2.7 Dorazy

Čtveřice externích dorazů slouží k zajištění správné polohy nástrojů vůči sobě a umožňuje stlačit díl na požadovanou tloušťku, přičemž přesné nastavení dorazů umožňují distanční podložky. Sestava dorazů se skládá z horní a spodní části. Přesné ustavení horní a spodní části vůči sobě je realizováno souosými kolíky vloženými do průchozích děr obou bloků dorazů.



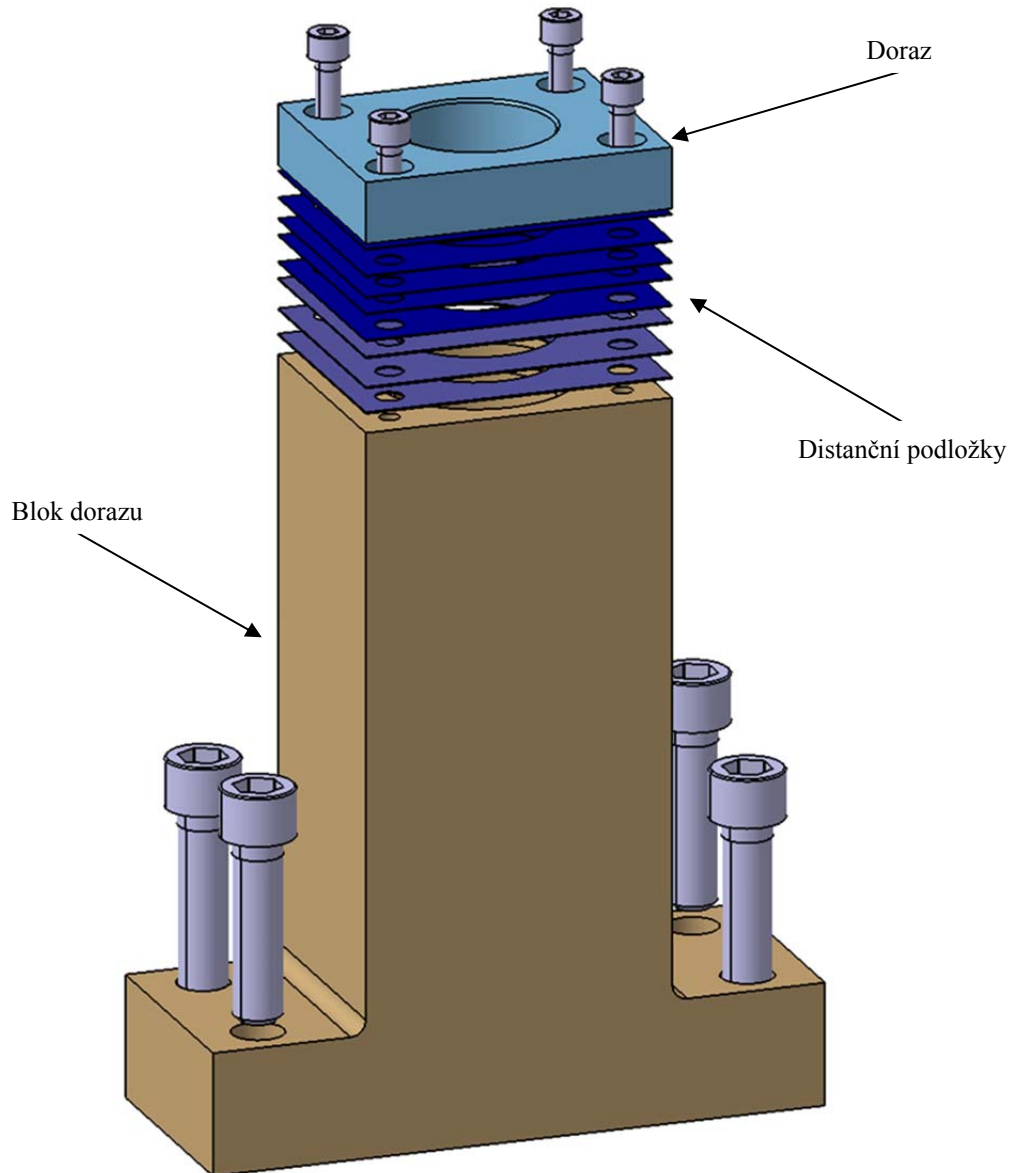
Obrázek 23 - Dorazy formy



Obrázek 24 - Rež dorazů

5.2.7.1 Spodní dorazy

Spodní dorazy jsou tvořeny spodním blokem dorazu, spodním dorazem a distančními podložkami. Spodní blok dorazu je přišroubován ke spodní podkladové desce pomocí čtveřice šroubů s vnitřním šestihranem.

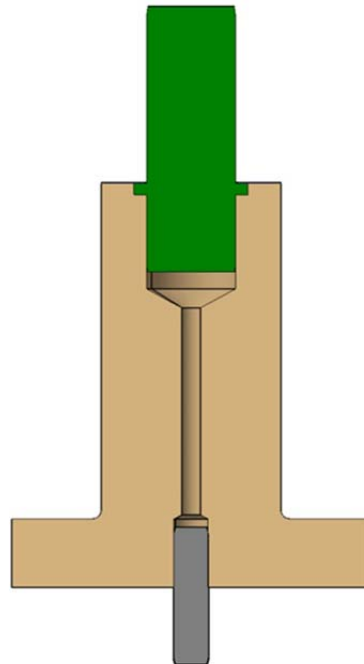


Obrázek 25 - Sestava spodního dorazu

Spodní doraz je přišroubován k bloku dorazu pomocí čtyř šroubů se zapuštěnou hlavou v těle dorazu, aby nemohlo dojít při lisování ke kolizi hlavy šroubu s protilehlým dorazem.

Distanční podložky vložené mezi blokem dorazu a dorazem nastavují přesné vzdálenosti dorazů. Distanční podložky mají tloušťku 0,5 mm a 0,3 mm. Při montáži se standardně nastaví na hodnotu 1,5 mm a ostatní podložky se přibalí k dodávce. Po přepravě dojde k přesnému nastavení pomocí zbylých podložek.

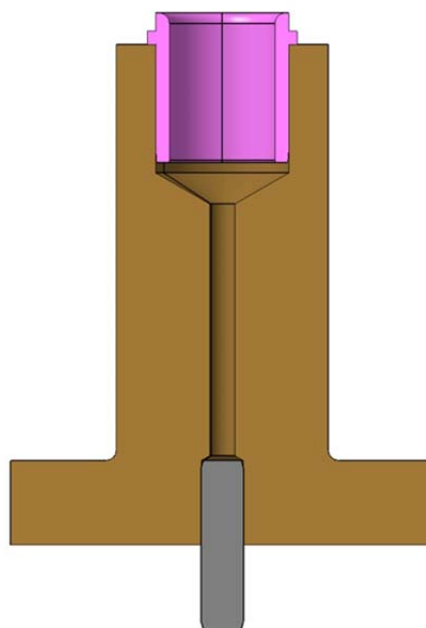
Ve spodním bloku dorazu je vyvrtána průchozí díra pro vložení stavěcího kolíku a čepu vedení.



Obrázek 26 – Kolík zasunutý do spodního bloku dorazu

5.2.7.2 Horní doraz

Horní dorazy jsou tvořeny pouze horním blokem dorazu a horním dorazem. Nastavení přesné vzdálenosti dorazů pomocí distančních podložek ve spodním dorazu umožňuje vynechání podložek v horním dorazu. Blok horního dorazu obsahuje díru, do které vložíme vodící pouzdro z horní strany a stavěcí kolík ze spodní strany.



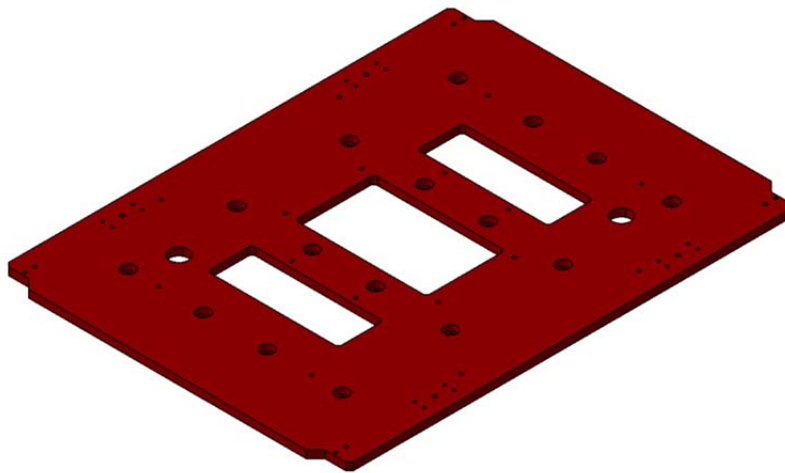
Obrázek 27 – Kolík zasunutý do horního bloku dorazu

5.2.8 Podkladová deska

Podkladová deska zajišťuje ochranu traverzy lisu před přímým ohřevem od vytápěných forem a ochranu křehké izolační desky před mechanickým poškozením. Deska je umístěna na horní i spodní polovině formy. Připevněna je k bloku formy pomocí šestnácti šroubů vložených do pouzder s talířovými pružinami.

5.2.8.1 Horní podkladová deska

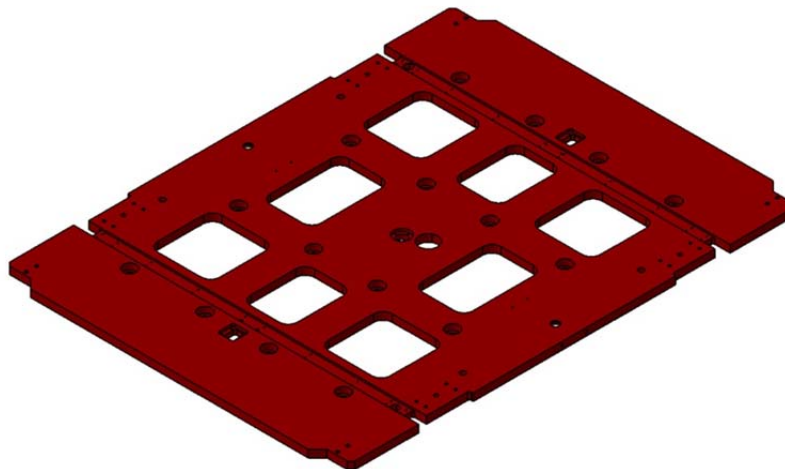
Podkladová deska obsahuje 4 drážky pro křížové pero, 3 obdélníková vybrání pro snížení hmotnosti, díry pro kolík a díry se závity pro šrouby bloků dorazů a transportních prvků.



Obrázek 28 – Horní podkladová deska

5.2.8.2 Spodní podkladová deska

Spodní podkladová deska také obsahuje drážky pro pera, díry pro kolíky a díry se závity pro šrouby. Navíc spodní deska obsahuje díry, do kterých se vloží trojice stavěcích pouzder, dvojice centrování pro vedení formy a dvě drážky pro transportní lišty. Zvýšený počet děr v desce vedl ke změně počtu a tvaru vybrání. Tloušťka podkladových desek je 40 mm.



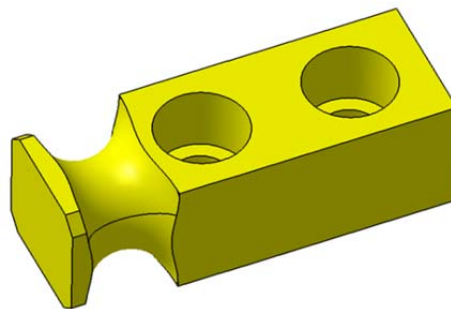
Obrázek 29 - Spodní podkladová deska

5.2.9 Transport

Nástroj je vybaven transportními prvky, díky kterým je nástroj možné přepravovat z odkladového prostoru do pracovního prostoru lisu. Transportní prvky musí splňovat dvě hlavní kritéria. Během transportu nesmí dojít k poškození formy, přemísťování formy musí být pro obsluhu bezpečný a co možná nejjednodušší proces.

5.2.9.1 Nosný čep

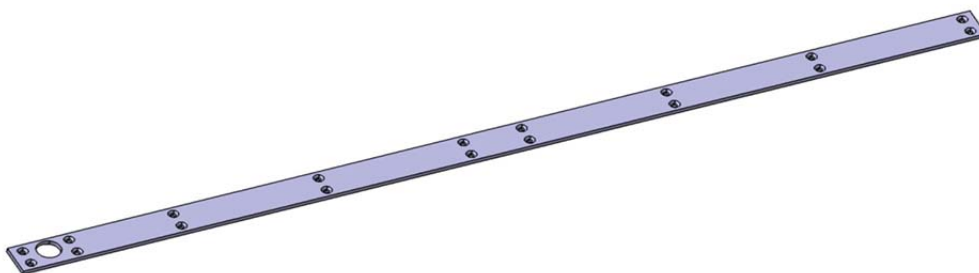
Čep umístěný v každém rohu podkladové desky je přišroubován pomocí dvojice šroubů M20x60. Součást je využívána pro transport formy pomocí lana. Jedná se o nakupovanou součást od Firmy FIBRO.



Obrázek 30 - Nosný čep

5.2.9.2 Transportní lišta

Transportní lišty uložené a přišroubované ve dvou drážkách vyfrézovaných ve spodní podkladové desce slouží pro přemístění formy po válečkové transportní trati. Jedná se o velmi jednoduchý způsob dopravy umožňující formu přesunovat po rovině bez využití zvedacího nebo posouvajícího mechanismu. Na transportní lištu je použit materiál ČSN 14 220 vysoké tvrdosti pro zvýšenou odolnost proti tlakovému namáhání lišty.

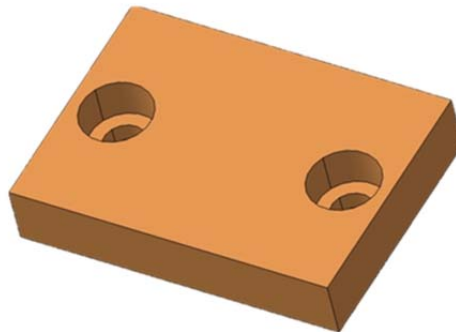


Obrázek 31 - Transportní lišta

Alternativní možností transportu je použití transportních svařovaných ok pro přemísťování pomocí vysokozdvížného vozíku, nebo transportních pásů s oky využívající stejný typ transportu. Výhodou použití transportních ok nebo pásů je v přemístění formy jako celku. Mezi nevýhody alternativních transportních prvků lze uvést, že transportní díly je nutné vyrábět a formu takto přemísťovanou je nutno doplnit o tzv. transportní destičku vloženou mezi horní a spodní doraz, aby nedošlo k poškození dorazů během přepravy formy.

5.2.10 Upnutí k lisu

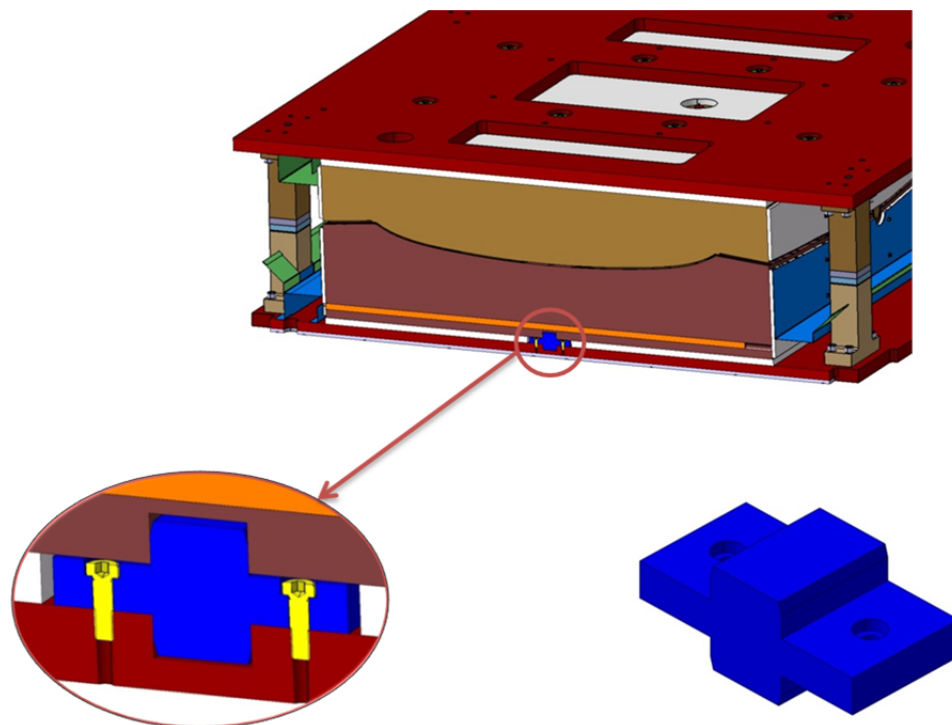
Tlačná deska sloužící pro upnutí formy k pohyblivé v případě horní poloviny formy a k nepohyblivé části lisu v případě spodní poloviny formy. Celkem šestice tlačných desek je umístěna na delších stranách každé podkladové desky, fungují jako pevné podložky chránící podkladovou desku před poškozením. Desky jsou kalené na vysokou tvrdost pro zvýšení otěruvzdornosti a odolnosti proti opotřebení. U forem se shodnou velikostí bloku a podkladové desky je možné realizovat spojení mezi formou a lisem pomocí T šroubu vloženým do kapes pro upevnění vyfrézovaných v těle bloku.



Obrázek 32 - Tlačná deska

5.2.11 Centrování

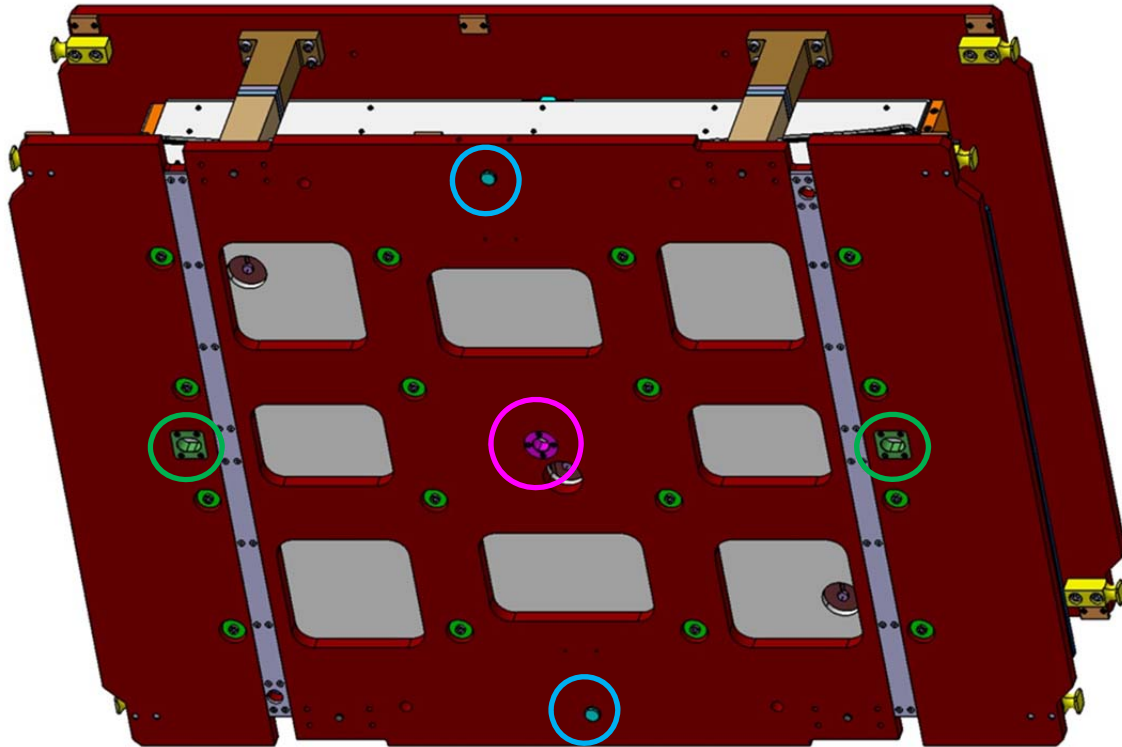
Dodržení sousostí kolíků, nezbytné pro přesné vedení pohyblivé vůči nepohyblivé polovině formy, je realizováno pomocí čtveřice křížových per, ustavených v drážkách vyfrézovaných do bloku formy a drážkách v podkladové desce. Pera jsou přišroubována pomocí dvojice šroubů se zapuštěnou hlavou. Pera lze vycentrovat podkladovou desku vůči bloku formy a dodržet předepsanou sousost kolíků.



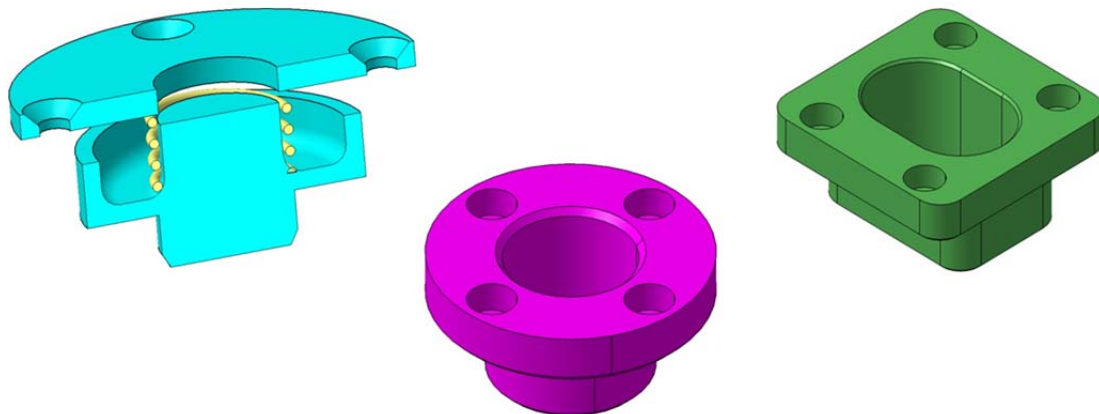
Obrázek 33 - Centrování bloku vůči podkladové desce

5.2.12 Ustavení formy

Nástroj je třeba v pracovním prostoru lisu vhodně ustavit a zajistit. Ve spodní podkladové desce je trojice stavěcích pouzder. Nástroj dopravovaný po válečkové dopravní trati do pracovního prostoru je potřeba vést, to zajišťuje dvojice centrování skládající se z pouzdra pružiny, tlačné pružiny a disku s díry pro šrouby. Při vedení formy po trati je pouzdro vysunuto a zajišťuje správné vedení. Najetím do pracovního prostoru lisu se pružina stlačí a pouzdro je zasunuto na úroveň podkladové desky a nepřekáží v manipulaci s formou.



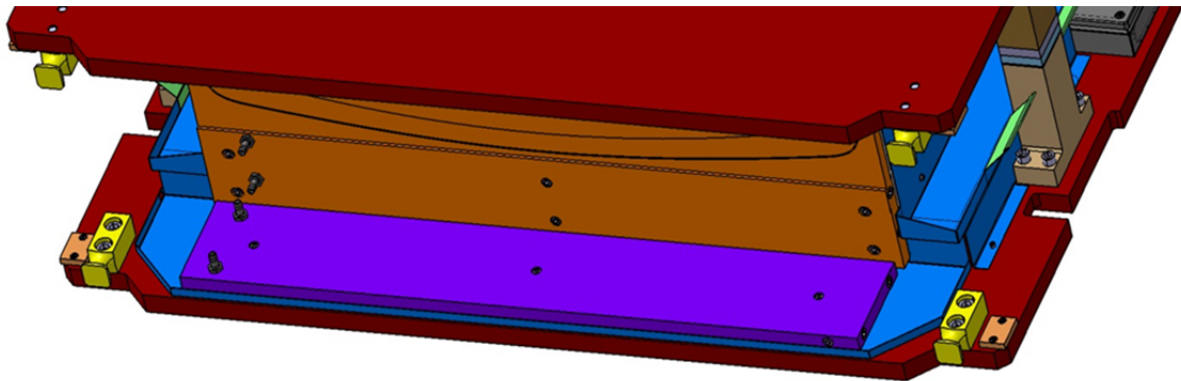
Obrázek 34 – Umístění centrování ve spodní desce



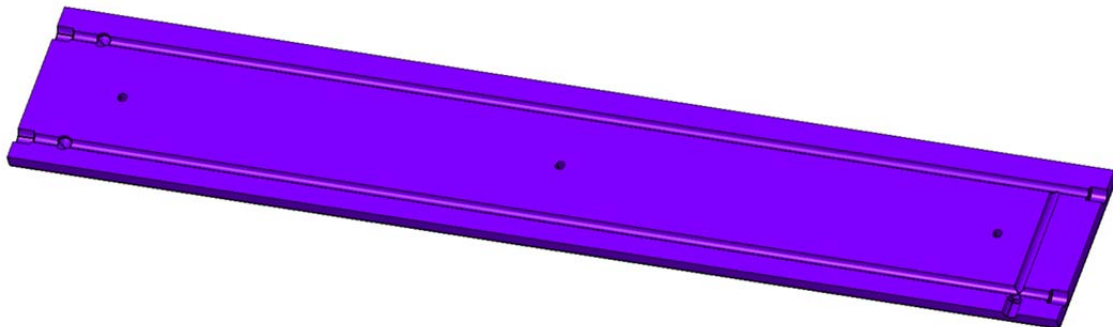
Obrázek 35 - Druhy centrování použitých v nástroji

5.2.13 Chlazení

Jednoduchý systém chlazení umístěný ve spodní polovině formy se skládá z dvojice desek. V deskách je předvrtán systém děr, ve kterých proudí chladicí médium přiváděné a odváděné pomocí šroubení s trnem na hadici. Na zaslepení průchozích děr se použije zátka s trubkovým závitem G1/2. Chlazení je v nástroji přidáno z důvodu snížení teploty kapaliny, kterou je polotovar napuštěn. Kapalina vlivem ohřevu formy od topných patron zvyšuje teplotu. Horkou kapalinu je nutné odvádět z pracovního prostoru do chladicího prostoru, kde je ochlazená a odvedena z formy.



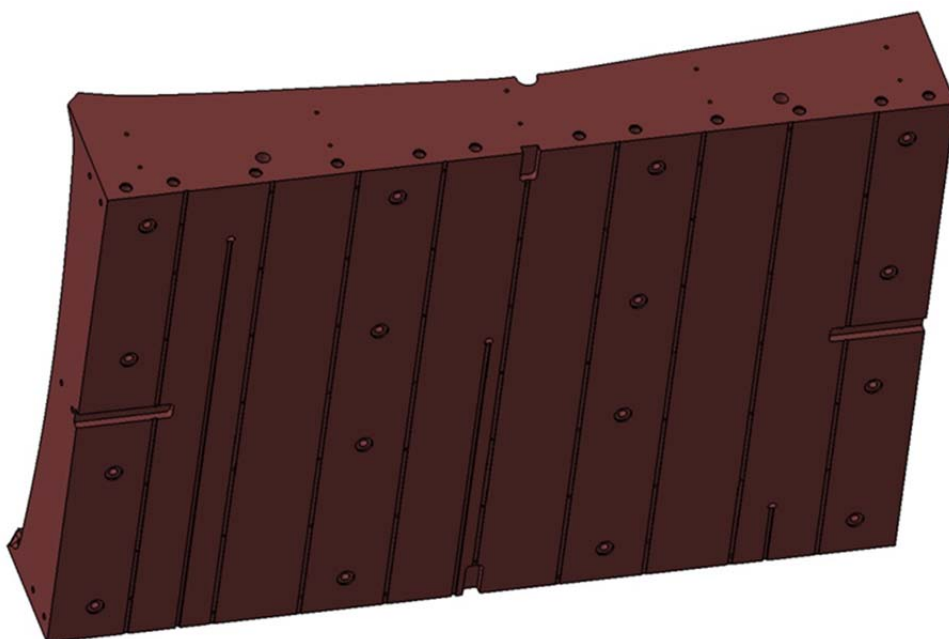
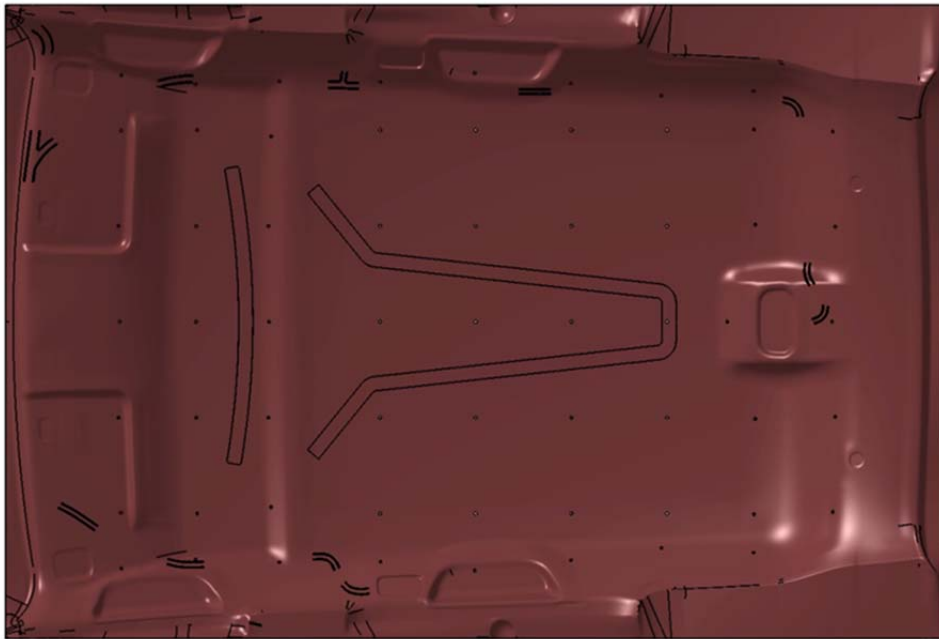
Obrázek 36 - Chlazení



Obrázek 37 - Řez chladicí deskou

5.2.14 Odvzdušnění formy

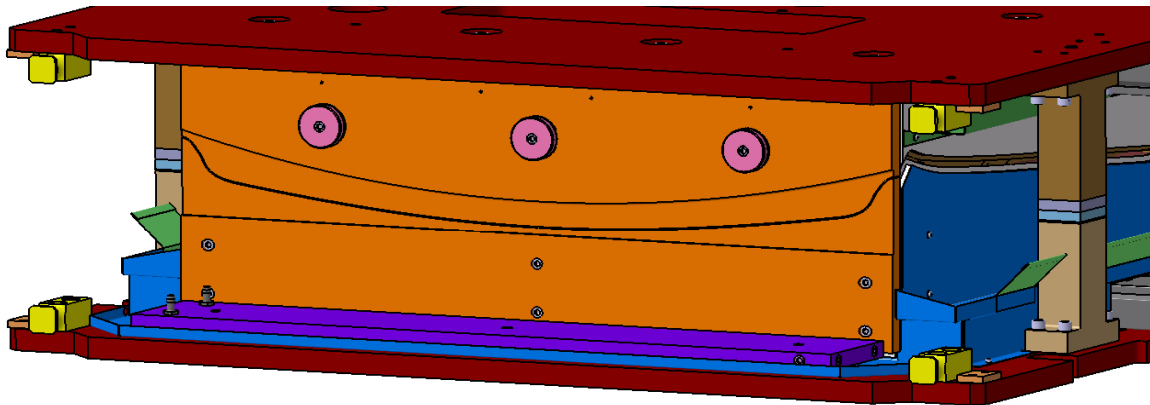
Hlavní funkcí odvzdušňovacího systému formy je odvod přebytečného vzduchu z pracovního prostoru. Vzduch v pracovním prostoru by se mohl naakumulovat a mechanicky poškodit lisovaný díl. Přítomnost vzduchu v pracovním prostoru během lisování může být zapříčiněna výskytem vzduchu v samotném polotovaru nebo přidržení vzduchu pod polotovarem při vkládání materiálu. Z těchto důvodů je spodní blok formy opatřen vyvrtanými průchozími dírami průměru 6 mm. Odvádění přebytečného vzduchu z pracovního prostoru je realizováno dírami vedoucími do odvzdušňovacích drážek na spodku bloku.



Obrázek 38 - Odvzdušnění ve spodním bloku

5.2.15 Přidržování dílu

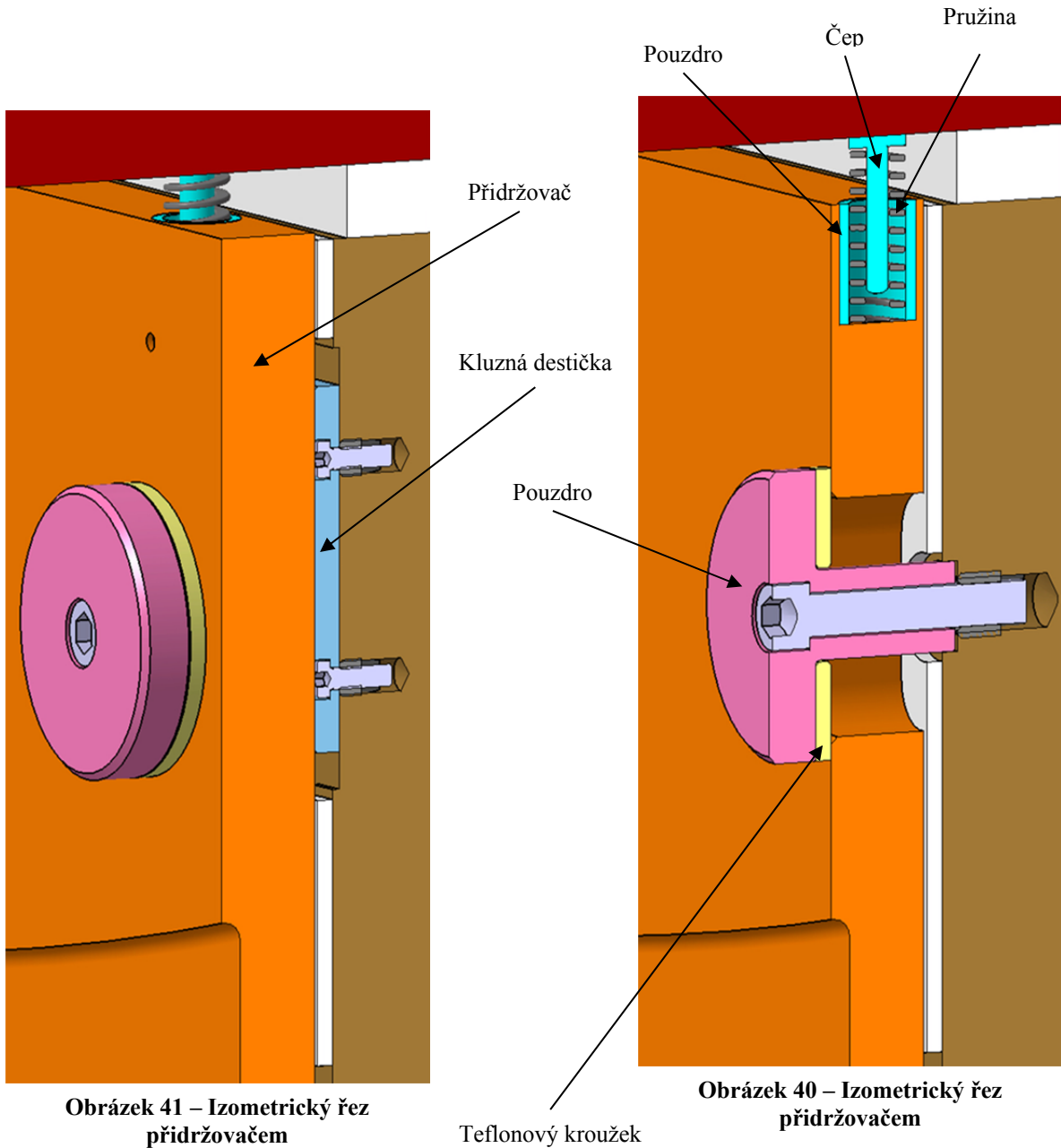
Správná poloha polotovaru v nástroji je realizována pomocí dvojice přidržovačů. Zavírající se horní polovina formy se pohybuje směrem dolů. Následuje kontakt mezi horním držákem a částí polotovaru, která je vně formy. Pracovním procesem dochází ke tvarování v prostoru mezi polovinami formy, vně pracovního prostoru je díl držen přidržovačem tak, aby nedošlo ke vtažení okrajů polotovaru do formy. Po výrobním procesu dochází k uvolnění vylisku a vyjmutí z formy. Přidržovací systém se skládá z několika komponent přidržovače, kluzné destičky, sestavy pružiny a sestavy vedení. Přidržovač, jehož pracovní plocha je vyfrézována tak, aby kopírovala tvar mezery mezi polovinami formy a zároveň přidržovala lisovaný díl. Frézovány jsou také drážky pro vedení přidržovače a díry, do kterých se vloží sestava pružiny. Dvojice přidržovačů se liší pouze tvarem frézované pracovní plochy v závislosti na tvaru mezery mezi bloky a počtem děr pro sestavy pružin.



Obrázek 39 - Přidržovače

Přidržovací síla je jeden z nejdůležitějších parametrů přidržovacího procesu. Zvolení nadměrné přidržovací síly by mělo za následek nadměrné napnutí polotovaru, při kterém by v krajním případě mohlo dojít i k přetržení dílu. Naopak zvolením nedostatečné síly by se polotovar snadno mohl vtáhnout do formy a při okrajích by nemuselo dojít ke správnému vytvarování. Potřebnou přidržovací sílu vyvozují sestavy pružin skládající se z čepu, pružiny a pouzdra pružiny. Pružina vložená do čepu, který je kontaktu s podkladovou deskou, vyvozuje sílu na přidržovač. Pružiny nakupované od firmy Hennlich jsou následně strojově zkráceny na požadované délky 48 mm a 86 mm. Kluzná destička vložená do drážky v horním bloku formy umožňuje pohyb přidržovače s minimálním třením.

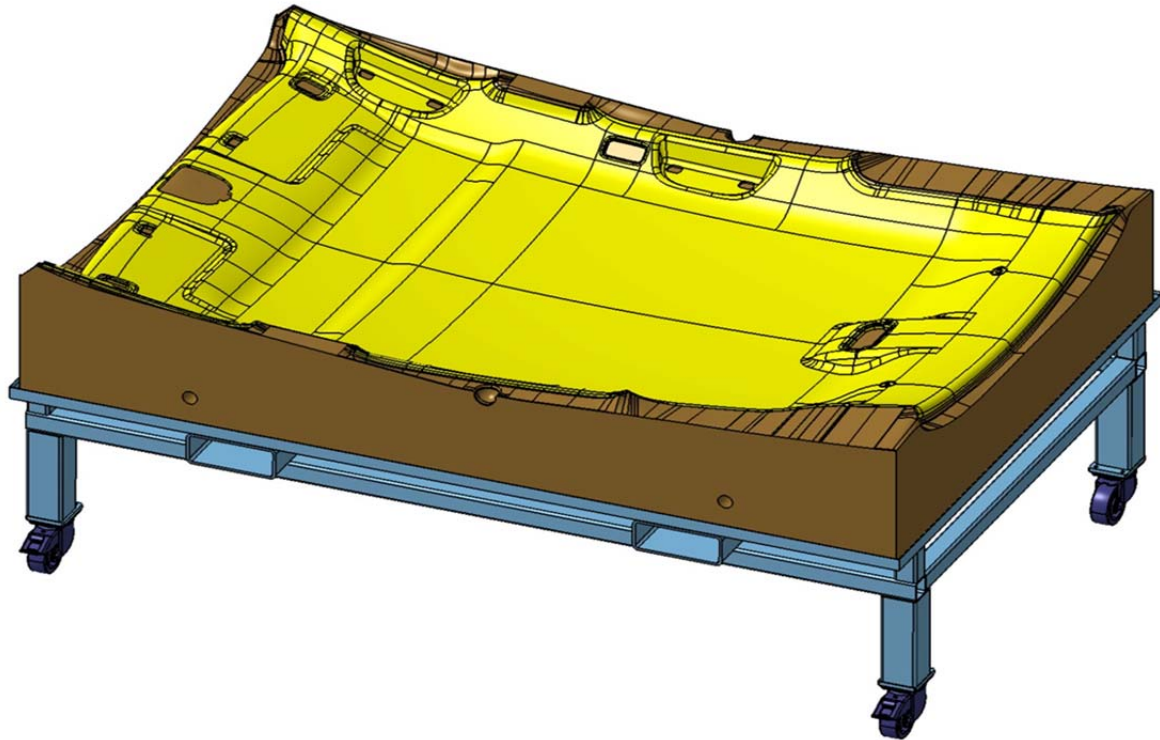
Sestava vedení ve vodící drážce přídržovače je tvořena šroubem, pouzdem pro šroub a teflonovým kroužkem. Pod pouzdro, ve kterém je vložen šroub přišroubovaný k bloku pomocí závitové vložky, je vložen teflonový kroužek. Tento kroužek stejně jako tomu bylo u kluzné destičky, snižuje tření mezi nepohyblivým pouzdem a pohyblivým přídržovačem.



Systém přídržovačů tedy umožňuje určitý prokluz materiálu při lisování a umožňuje tak jeho správné tvarování, protože se materiál nevtáhne dovnitř formy ani se nepřetrhne.

6 KONTROLNÍ NÁSTROJ

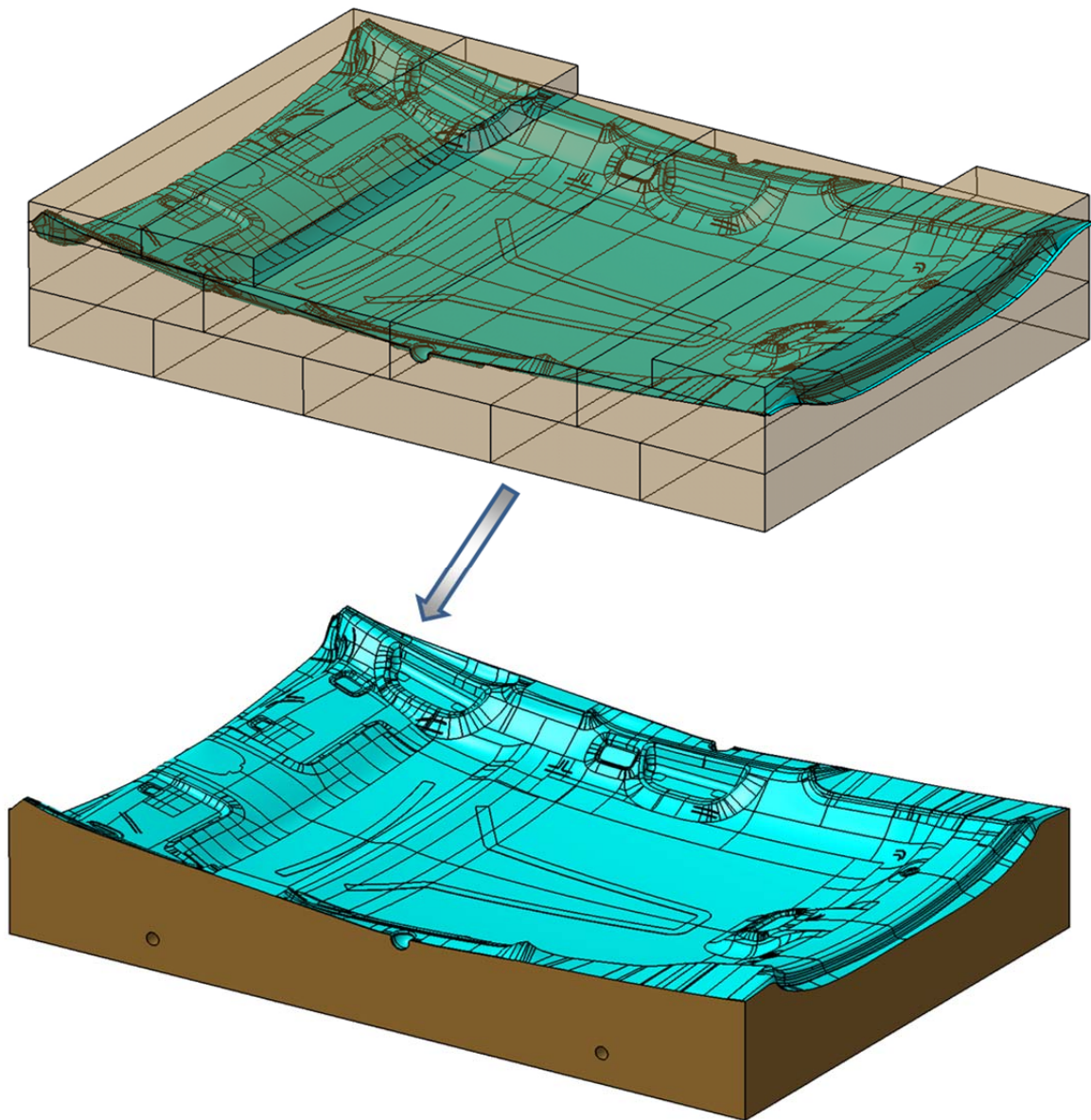
Nástroj sloužící pro kontrolu vyrobených dílů. Kontroluje se především vnější hranice dílu a v případě, že díl obsahuje otvory, kontrolují se také hranice těchto otvorů. Kontroluje se také tloušťka dílu v předem určených místech výrobku. Nástroj je opatřen tolerančním polem a rastrem, díky čemuž je možné kontrolovat díl pouze vizuální formou, není zapotřebí žádných speciálních zařízení. Konstrukce kontrolního nástroje je složena z kontrolního bloku a přemisťovacího rámu s kolečky.



Obrázek 42 - Kontrolní nástroj

6.1 Kontrolní blok

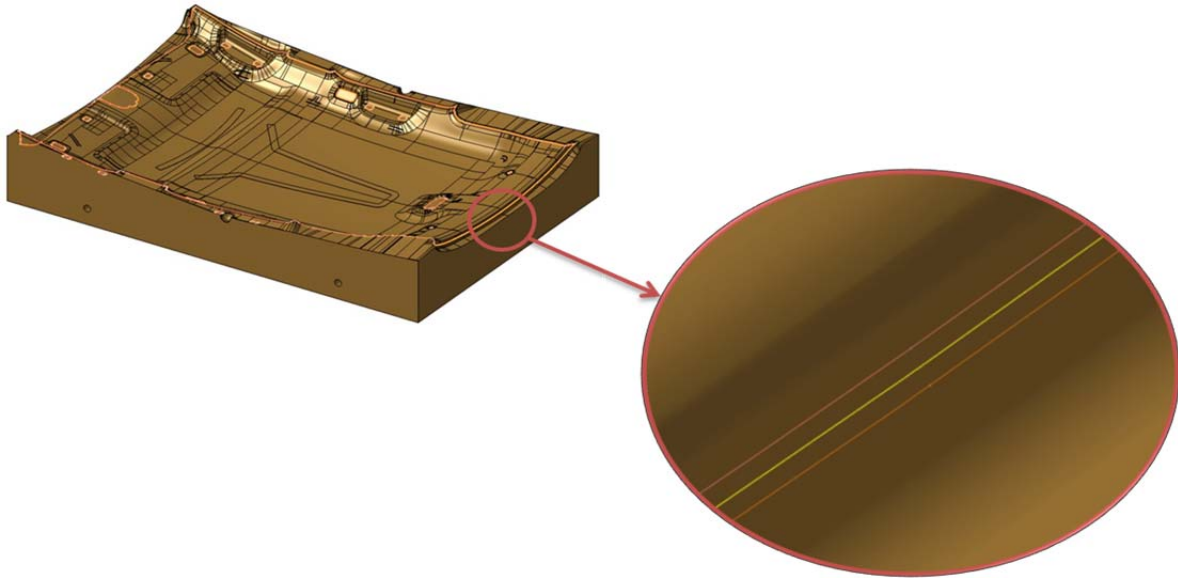
Samotný kontrolní blok je vyroben slepením desek z umělého dřeva. Rozměry desek jsou různé v závislosti na tvaru kontrolovaného dílu a snaze o úsporu materiálu. Lepení desek je do značné míry nepřesné a vznikají odchylky vzhledem ke tvarovým plochám dílu. O tyto potenciální nepřesnosti je třeba zvýšit přídavek slepence. V každém místě tvarové plochy by měl být přídavek minimálně 10 mm. Následuje frézování tvarové plochy analogické k frézování bloku formy.



Obrázek 43 - Kontrolní blok

6.1.1 Toleranční pole

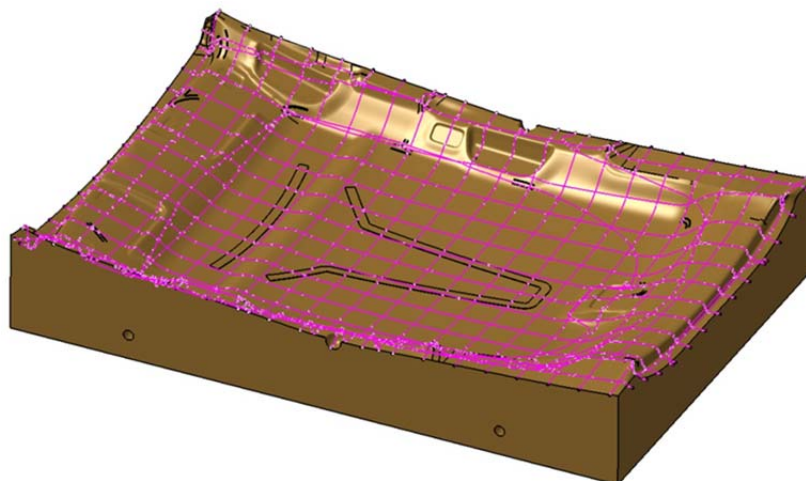
Toleranční pole zhotovené na kontrolním nástroji slouží pro určení obrysové odchylky dílu a odchylky vnitřních otvorů. Toleranční pole se vytvoří na základě jmenovitého rozměru a požadavku zákazníka. Pohybuje se v rozmezí od $\pm 1 \div 5$ mm.



Obrázek 44 - Toleranční pole

6.1.2 Rastr

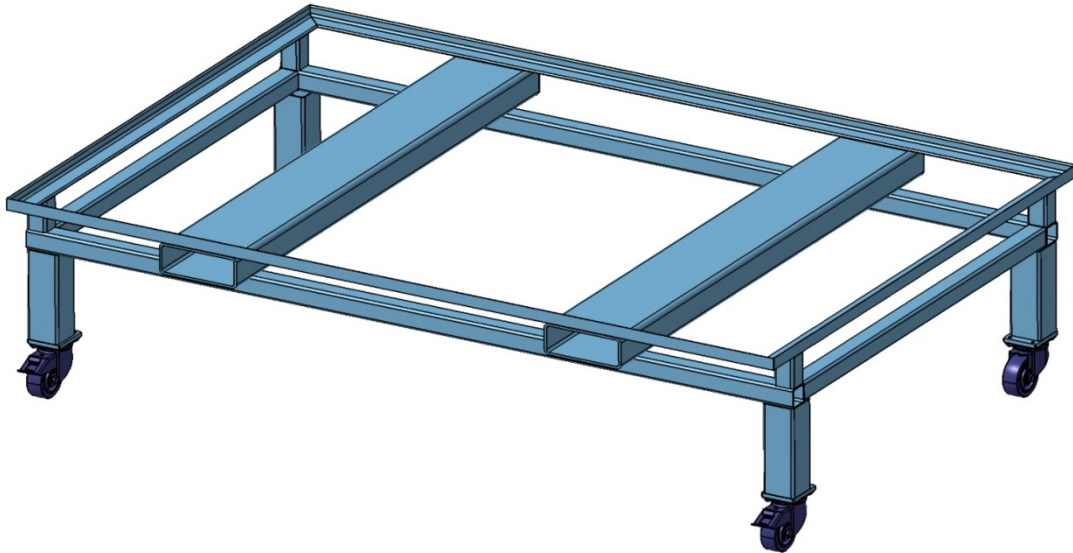
Rastr je tzv. šachovnicové rozdělení nástroje používané pro orientaci na vyráběném díle. Rastr zrychluje komunikaci mezi automobilkou a subdodavatelem vyráběného dílu. Křivky jsou od sebe vzdáleny 100 mm ve všech třech směrech (x, y, z).



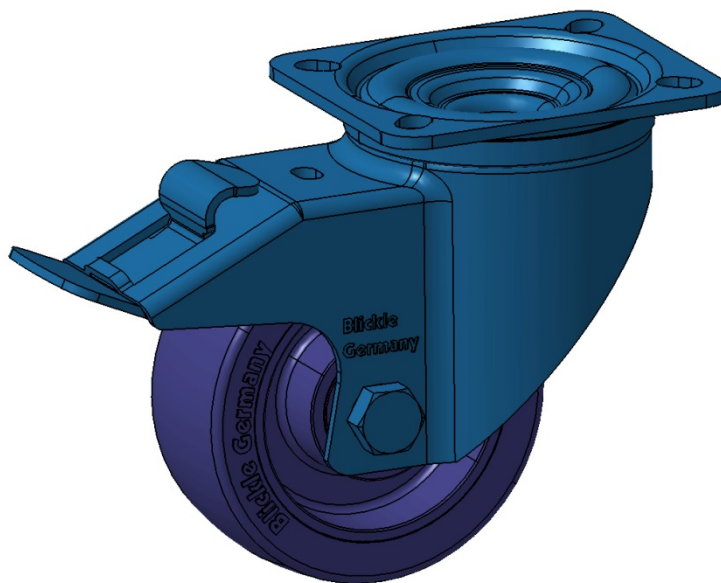
Obrázek 45 - Rastr

6.2 Rám kontrolního nástroje

Rám je svařen z ocelových normalizovaných profilů. Pro přepravu na krátké vzdálenosti je rám opatřen čtyřmi pojezdovými kolečky od firmy Blickle. Přeprava na delší vzdálenosti je realizována pomocí vysokozdvížného vozíku. Na rám je přivařena dvojice ječků, které slouží k zasunutí ližin vysokozdvížného vozíku.



Obrázek 46 - Rám kontrolního nástroje



Obrázek 47 – Model pojezdového kolečka,
vytvořený firmou Blickle, viz (8)

7 KONTROLNÍ VÝPOČET KONTROLNÍHO NÁSTROJE

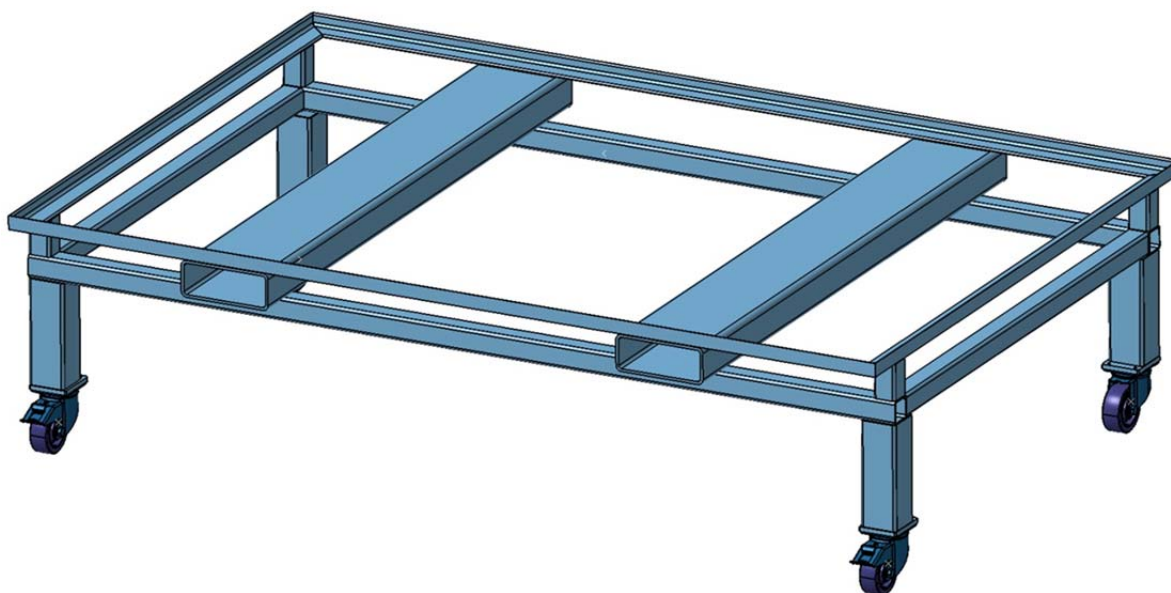
Pomocí MKP analýzy byl ověřen svařený rám kontrolního nástroje nesoucí kontrolní blok. Výpočet je proveden ve dvou variantách - variantě zabrzděného rámu na zemi a variantě zdviženého rámu ve vzduchu pomocí vysokozdvizného vozíku. Konstrukce nebyla zjednodušována na plošné elementy - výpočet byl proveden ve výpočtovém modulu Generative structural analysis programu Catia V5R19.

Konstrukce rámu je vytvořena z materiálu ČSN 11 373.

| Materiálové konstanty | Hodnota | Jednotky |
|--------------------------------|---------------------|-------------------|
| Poissonovo číslo | 0,3 | |
| Hustota materiálu | 7859 | kg/m ³ |
| Youngův modul pružnosti v tahu | 2,1x10 ⁵ | MPa |

Tabulka 3 - Materiálové parametry

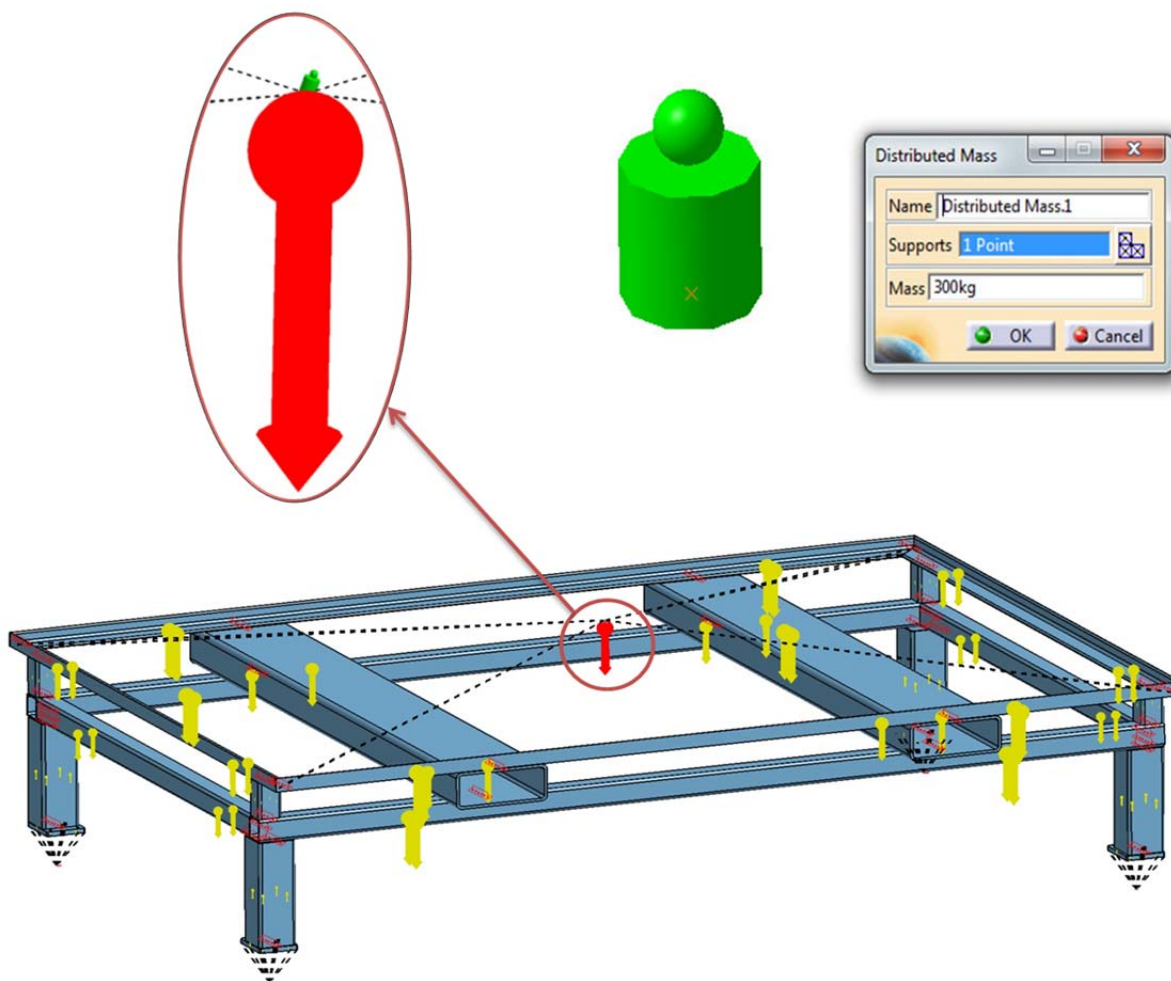
7.1 Varianta zabrzděného rámu



Obrázek 48 - Rám kontrolního nástroje

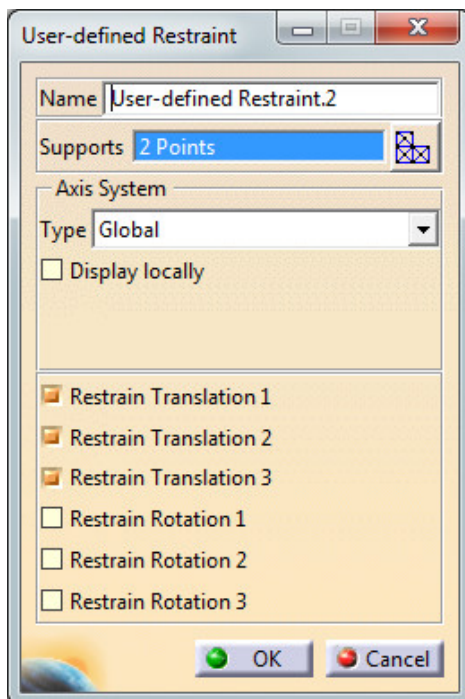
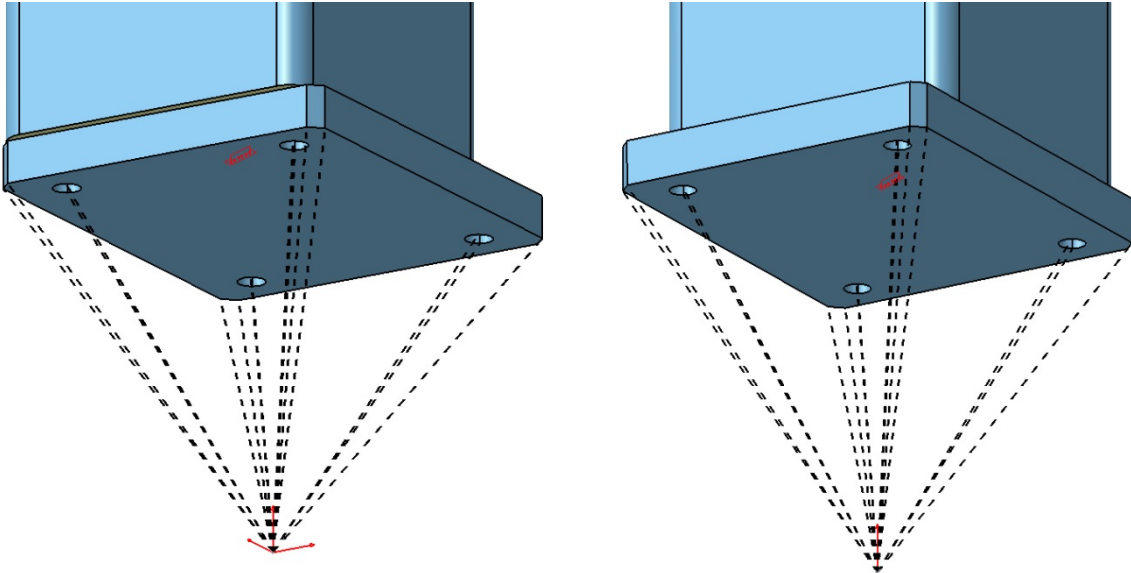
7.1.1 Okrajové podmínky

Zatížení odpovídající váze bloku bylo zaokrouhleno na 300 kg a umístěno do bodu o souřadnicích totožných s těžištěm bloku. Tento bod byl spojen s dosedacími plochami rámu pomocí virtuálního členu (tzv. virtual partu). Vlastní váhu rámu zahrneme do výpočtu pomocí funkce acceleration (zrychlení), kterou budeme aplikovat na každý prvek rámu a také na těžištní bod. Vazby mezi jednotlivými členy jsou realizovány pomocí plošných svarů, kterých je v konstrukci celkem 36. Zasiťování modelu je provedeno automaticky výpočtovým softwarem pomocí čtyřhranných lineárních elementů, jejichž velikost byla u všech prvků konstrukce upravena na 10 mm.

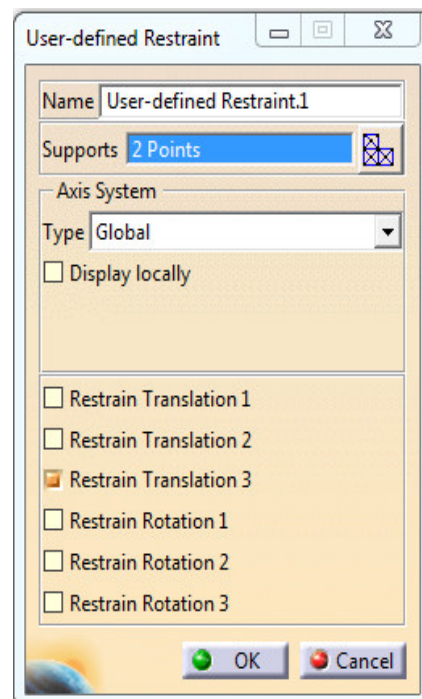


Obrázek 49 - Okrajové podmínky

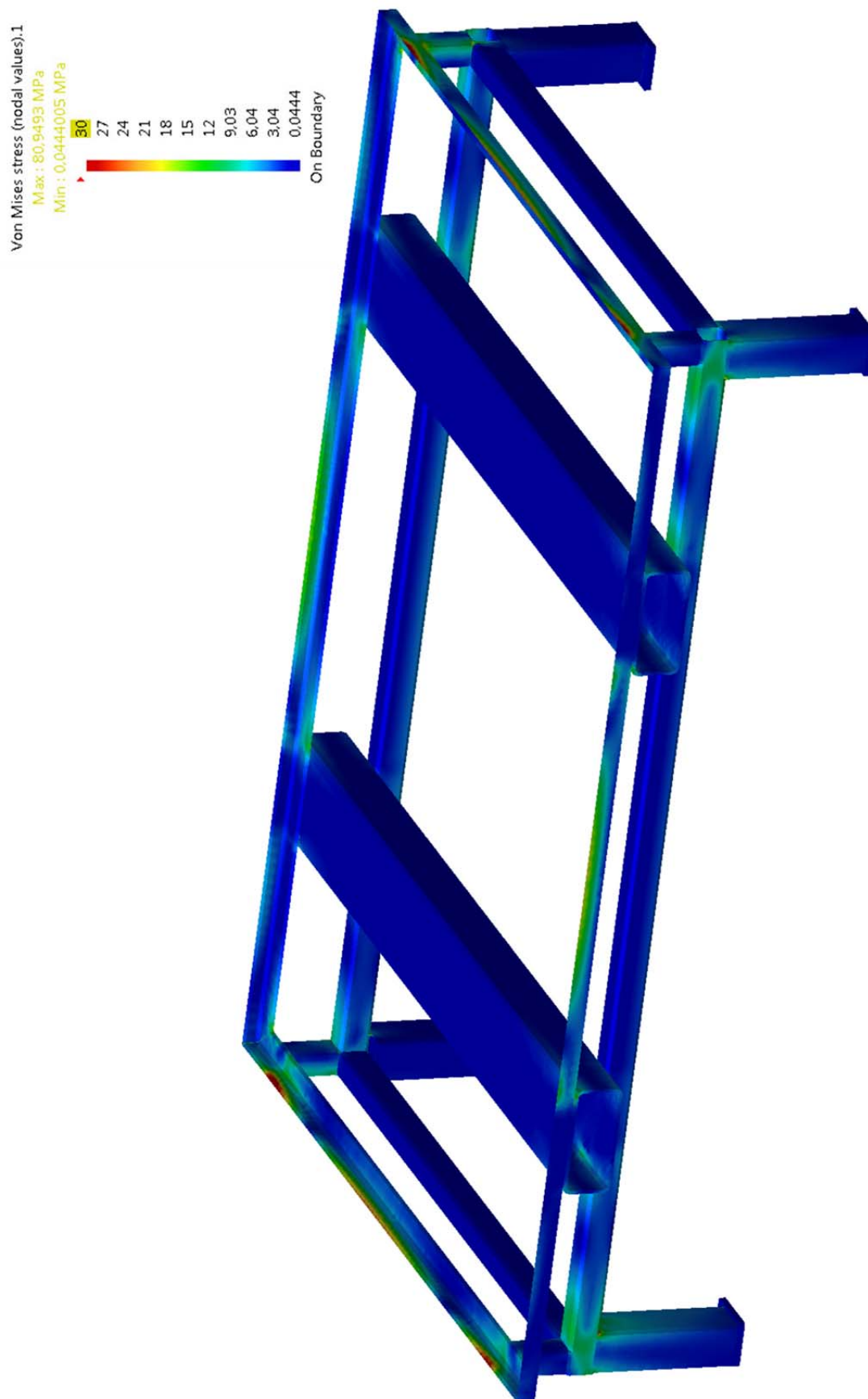
Podobně jako u těžištního bodu došlo ke zjednodušení výpočtu pojezdových koleček pomocí bodu, simulujícího čep kolečka, který je spojen s rámem pomocí virtuálního členu. Těmto bodům odebereme stupně volnosti v závislosti na tom, zda se jedná o kolečko zabrzděné nebo nezabrzděné. Zjednodušení výpočtu vychází z tvrzení výrobce pojezdových koleček firmy Blickle, která uvádí nosnost jednoho kolečka 300 kg. Tento fakt umožňuje zanedbání pojezdových koleček ve výpočtech.



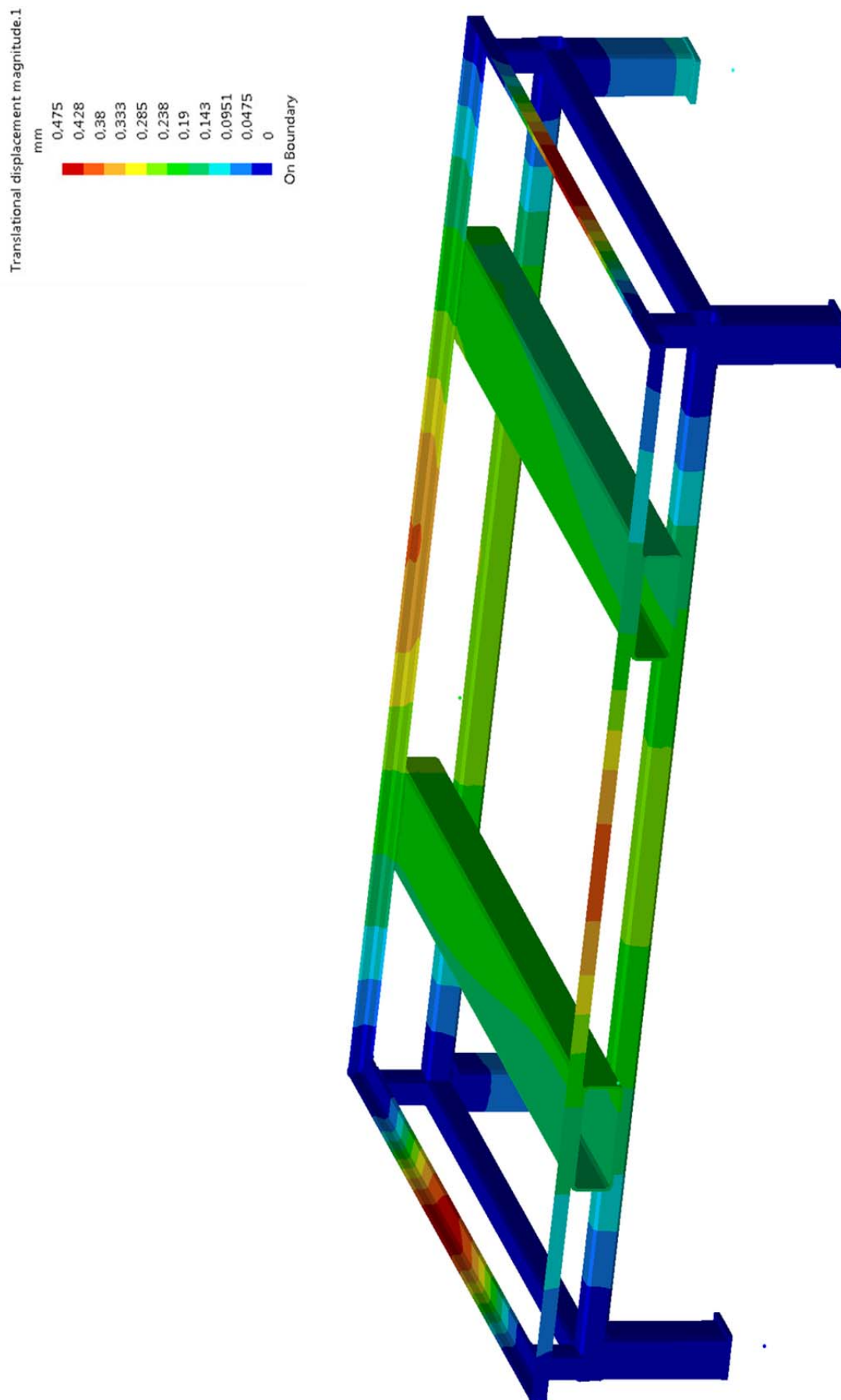
Obrázek 51 - Uchycení zabrzděného kolečka



Obrázek 50 - Uchycení nezabrzděného kolečka



Obrázek 52 - Průběh napětí [MPa]



Obrázek 53 - Průběh posunutí [mm]

7.2 Výsledky

Výpočtem varianty se zabrzděnými kolečky bylo zjištěno, že maximálního napětí 81 MPa působí ve svaru pod dosedací plochou rámu. Maximální průhyb blížící se 0,5 mm vzniká uprostřed bočních L profilových tyčí. Vypočtené hodnoty nepřesahují dovolené hodnoty materiálu ČSN 11 373, můžeme tedy říci, že konstrukce rámu vyhovuje zatíženému stavu od kontrolního bloku. Výpočet varianty se zdviženým vozíkem nebylo možné vzhledem k rozsahu práce uvést.

8 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo na základě vytvořeného dílu automobilu zkonstruovat lisovací formu včetně výkresové dokumentace a zkonstruovat kontrolní nástroj. Kontrolní nástroj následně zkontrolovat pomocí MKP analýzy.

Hlavní částí této práce bylo zkonstruování lisovací formy, která se skládá ze spodní nepohyblivé poloviny a horní pohyblivé poloviny. Obě poloviny formy jsou opatřeny bloky s funkčními plochami, které správně vytvarují polotovar do podoby zadaného dílu. Součástí formy jsou také temperační systém, vedení formy, teplotní čidla, podkladové desky, izolace a dorazy formy.

Zprv bylo nutné z modelu střešního dílu ve formátu step vytvořit funkční díl, ze kterého bylo třeba následně zhotovit funkční plochy. Podle funkčních ploch byly následně obrobena oba bloky formy, které formují polotovar do požadovaného tvaru. V dalším kroku následovalo navržení sestavy vedení a dorazu, podkladové desky a systému vytápění. Pro udržení teploty při lisování bylo nutné nástroj doplnit o izolační desky. Následoval návrh transportních prvků formy, prvků upnutí formy v hydraulickém lisu a součástí pro přidržení polotovaru při procesu lisování. Všechny navržené součásti byly následně zavazbeny do dvou sestav - horní sestavy a spodní sestavy formy, které vytvořily sestavu formy. Po zavazbení všech součástí byla vytvořena výkresové dokumentace sestavy formy a jednotlivých komponent.

V závěru práce byl navržen kontrolní nástroj sloužící pro tvarovou kontrolu výrobku. Analýzou MKP byl ověřen rám nástroje, který je zatížený vahou kontrolního bloku s kontrolovaným dílem.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojního inženýra 1*. Praha: Computer Press, 1999
- [2] STANĚK, J., NĚMEC, J. *Metodika zpracování a úprava diplomových (bakalářských) prací*. Plzeň: ZČU, 2005
- [3] LEINVEBER, J., RASA, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Praha: Scienta, spol. s.r.o. 1998

INTERNETOVÉ ZDROJE

- [4] www.borgers.de
- [5] www.vimosi.si
- [6] www.proal.cz
- [7] www.brandenburger.de
- [8] www.blickle.cz

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obrázek 1 - Interiérové díly, vytvořené firmou Borgers, viz (4) | 2 |
| Obrázek 2 - Materiál iboFelt, | 3 |
| Obrázek 3 - Materiál Duroptex, | 3 |
| Obrázek 4 – Výrobek z materiálu Propylat^{TRIM} | 4 |
| Obrázek 5 - Tvorba funkčních ploch | 5 |
| Obrázek 6 – Tvar bloku po oříznutí | 6 |
| Obrázek 7 - Pohledová strana dílu, | 6 |
| Obrázek 8 - Plocha dílu | 7 |
| Obrázek 9 - Plochy děr | 7 |
| Obrázek 10 - Výběhové plochy | 8 |
| Obrázek 11 - Složení ploch do jedné ořezové plochy | 8 |
| Obrázek 14 - Sestava formy | 9 |
| Obrázek 12 - Spodní polovina formy | 9 |
| Obrázek 13 - Horní polovina formy | 9 |
| Obrázek 15 - Horní blok | 10 |
| Obrázek 16 - Spodní blok | 11 |
| Obrázek 17 - Ohřev horního bloku | 12 |
| Obrázek 18 - Ohřev spodního bloku | 12 |
| Obrázek 19 - Topná patrona, | 13 |
| Obrázek 20 - Izolace formy | 14 |
| Obrázek 21 - Teplotní čidlo | 15 |
| Obrázek 22 - Řez vedením | 16 |
| Obrázek 23 - Dorazy formy | 17 |
| Obrázek 24 - Rež dorazů | 17 |
| Obrázek 25 - Sestava spodního dorazu | 18 |
| Obrázek 26 – Kolík zasunutý do spodního bloku dorazu | 19 |
| Obrázek 27 – Kolík zasunutý do horního bloku dorazu | 19 |
| Obrázek 28 – Horní podkladová deska | 20 |
| Obrázek 29 - Spodní podkladová deska | 20 |
| Obrázek 30 - Nosný čep | 21 |
| Obrázek 31 - Transportní lišta | 21 |
| Obrázek 32 - Tlačná deska | 22 |
| Obrázek 33 - Centrování bloku vůči podkladové desce | 22 |
| Obrázek 34 – Umístění centrování ve spodní desce | 23 |
| Obrázek 35 - Druhy centrování použitých v nástroji | 23 |
| Obrázek 36 - Chlazení | 24 |
| Obrázek 37 - Řez chladicí deskou | 24 |
| Obrázek 38 - Odvzdušnění ve spodním bloku | 25 |
| Obrázek 39 - Přidržovače | 26 |
| Obrázek 41 – Izometrický řez přidržovačem | 27 |
| Obrázek 40 – Izometrický řez přidržovačem | 27 |
| Obrázek 42 - Kontrolní nástroj | 28 |
| Obrázek 43 - Kontrolní blok | 29 |
| Obrázek 44 - Toleranční pole | 30 |
| Obrázek 45 - Rastr | 30 |
| Obrázek 46 - Rám kontrolního nástroje | 31 |
| Obrázek 47 – Model pojezdového kolečka, | 31 |
| Obrázek 48 - Rám kontrolního nástroje | 32 |

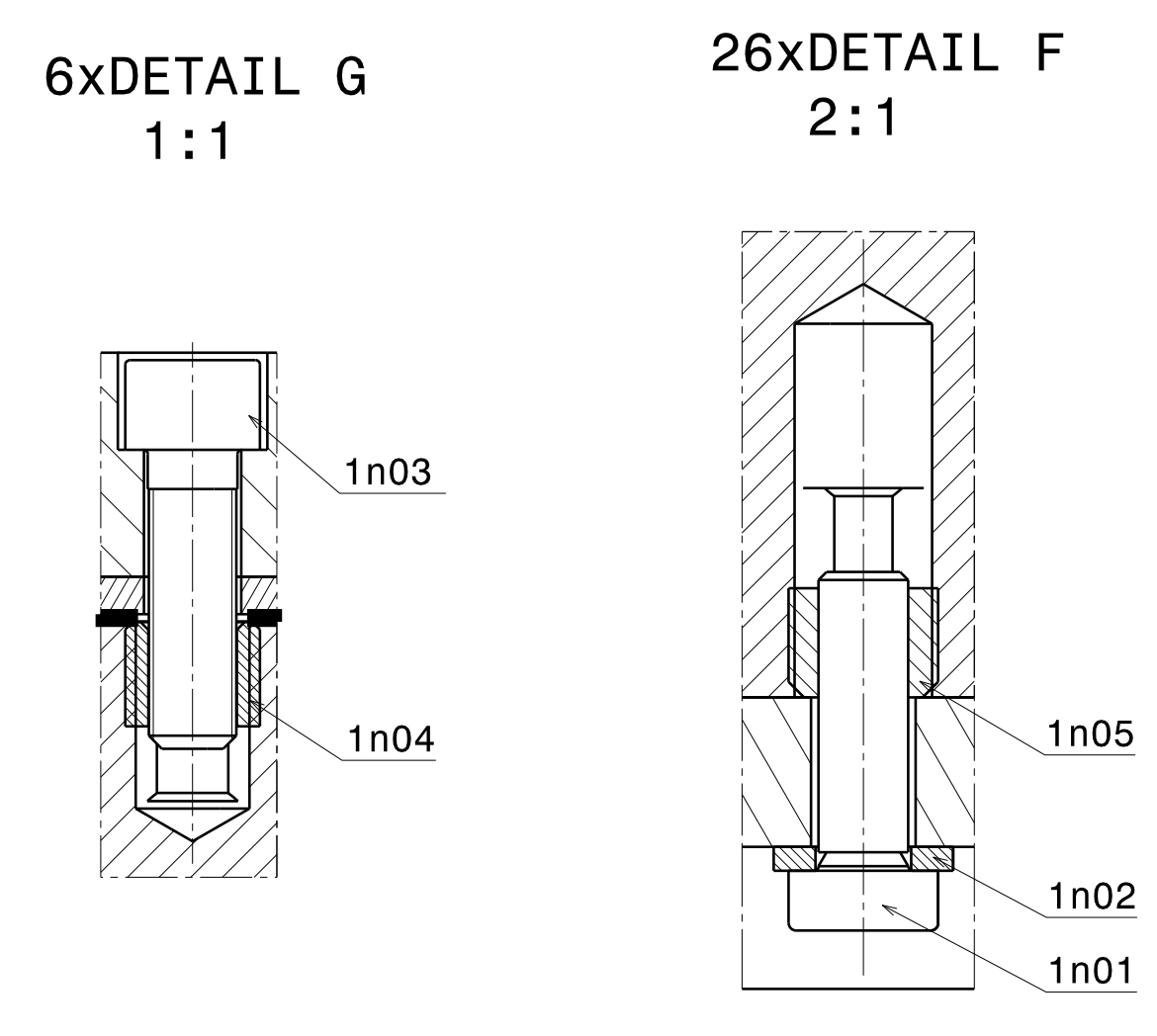
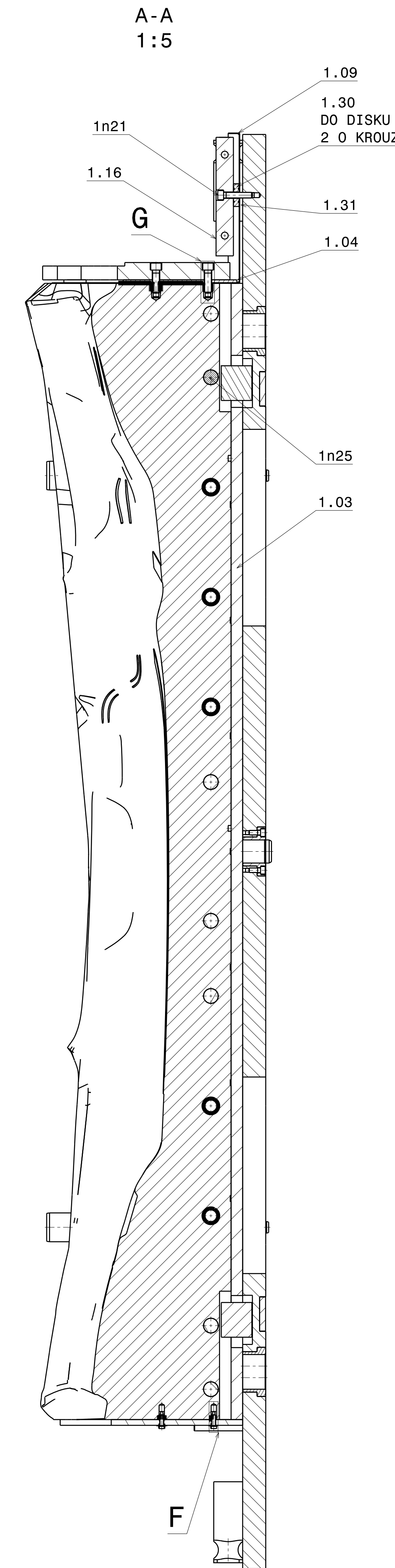
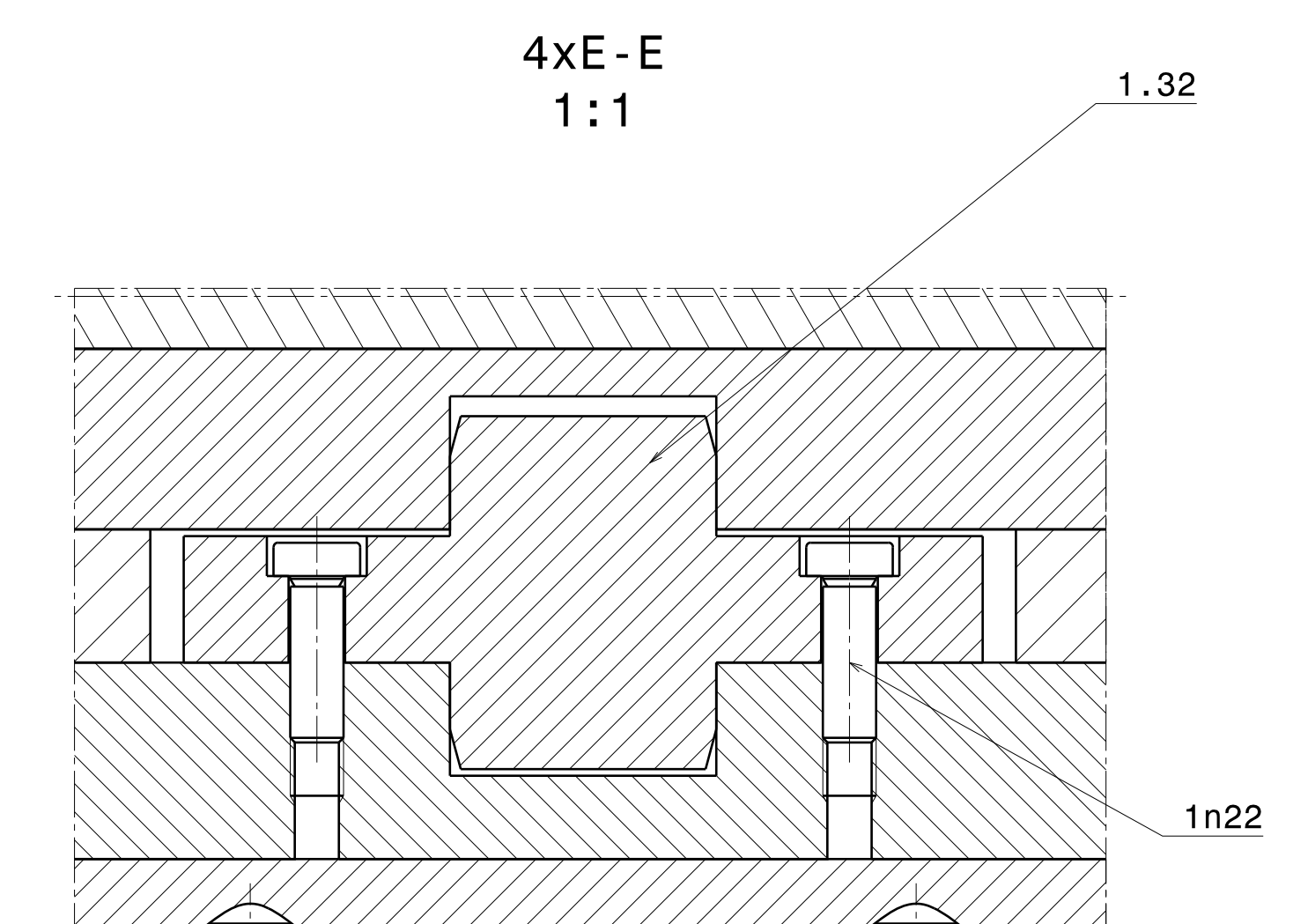
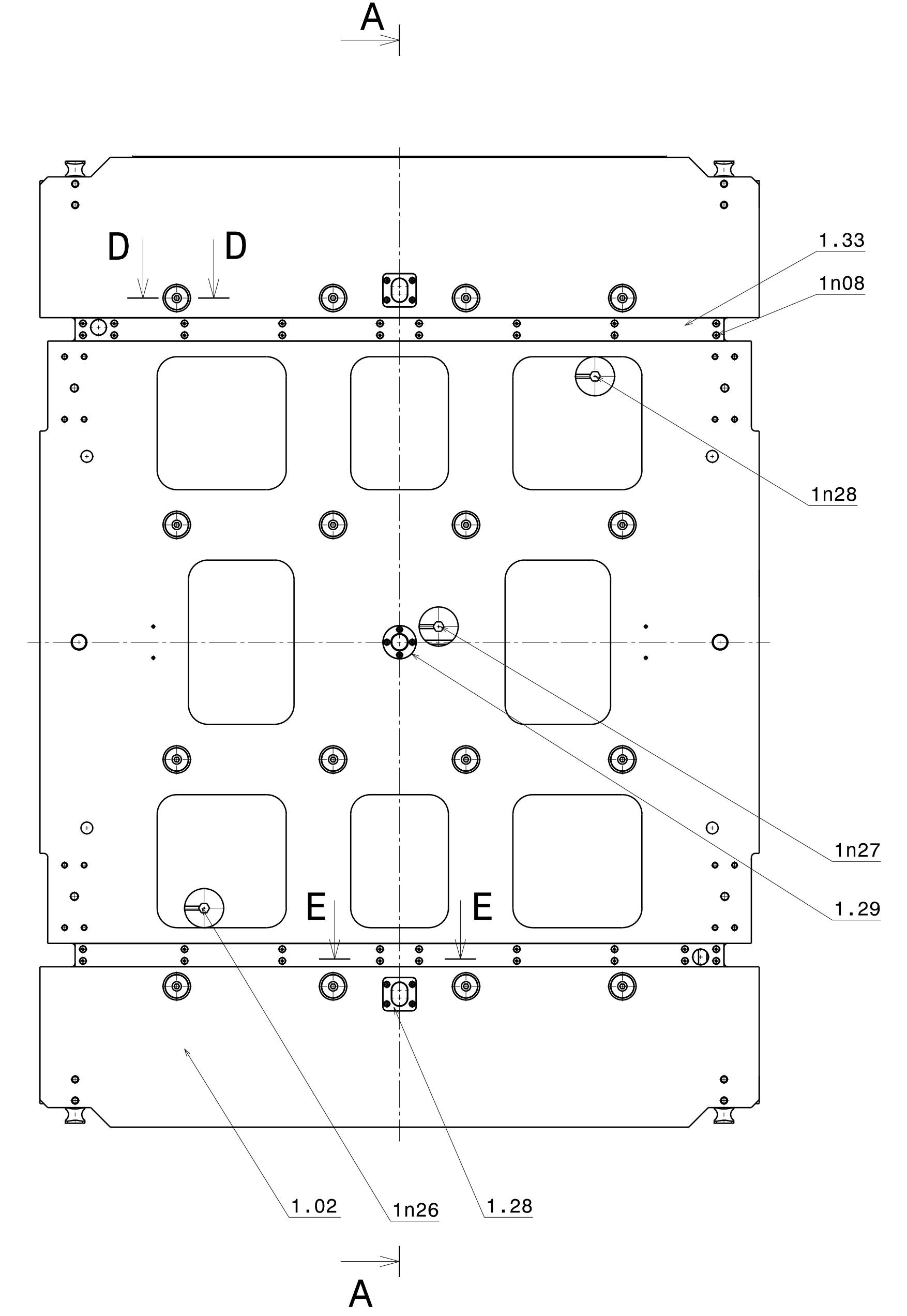
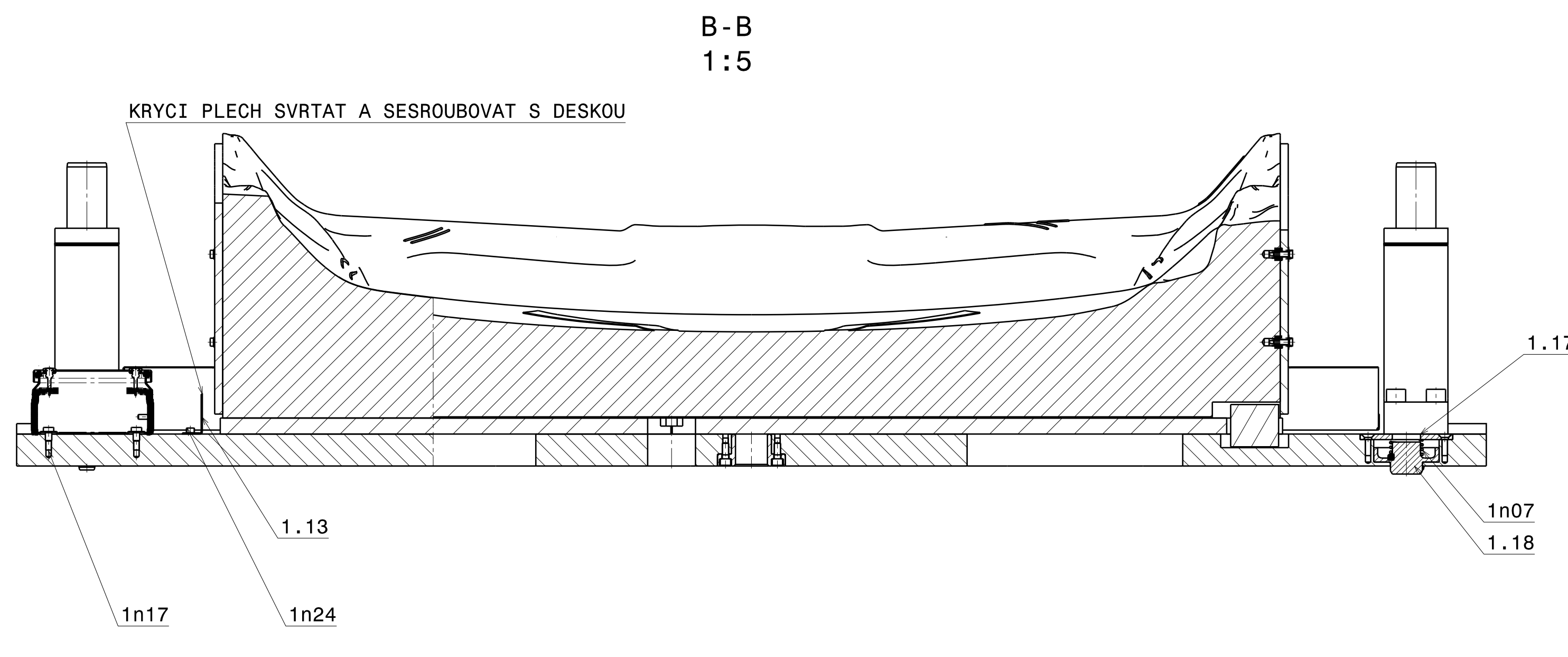
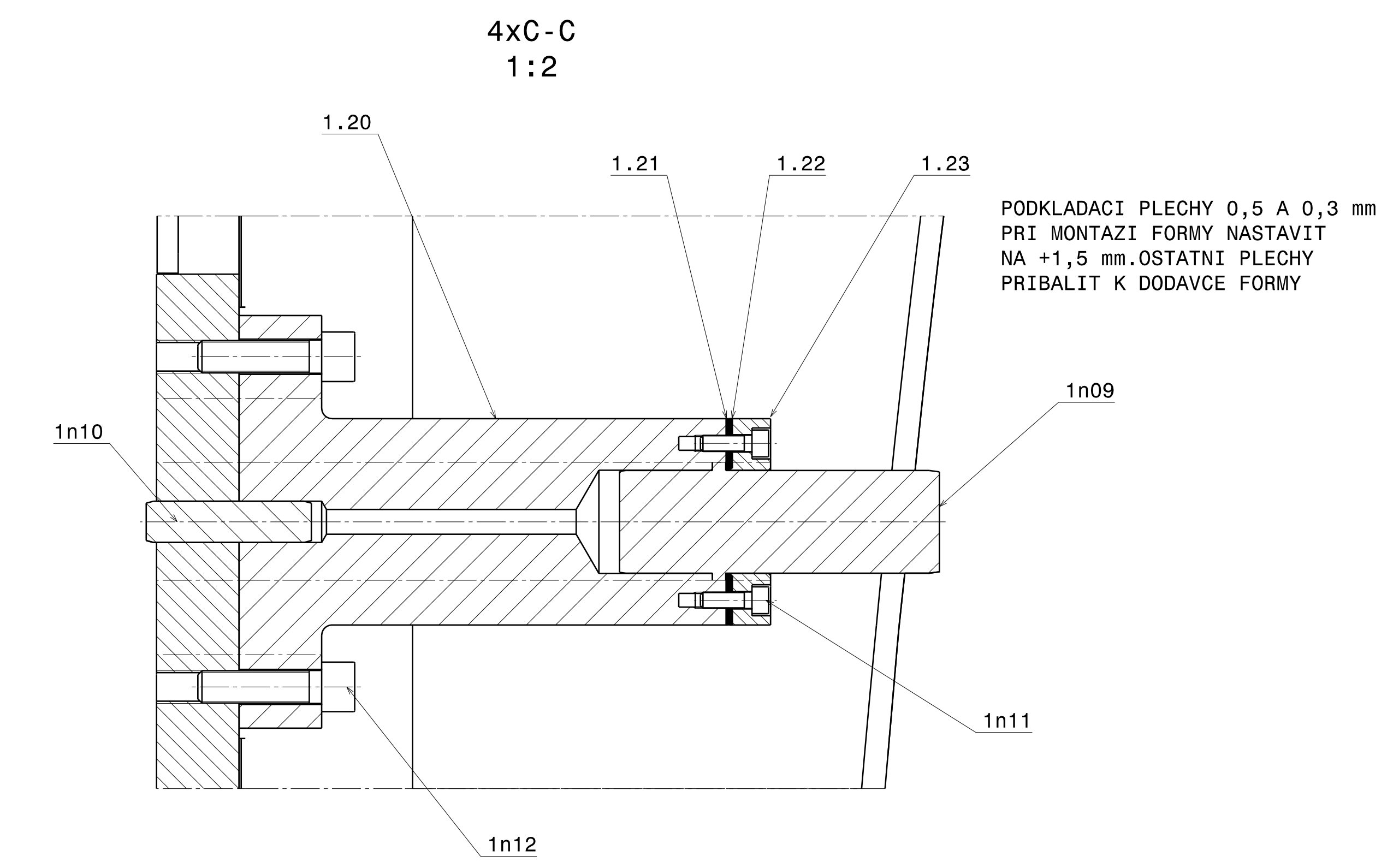
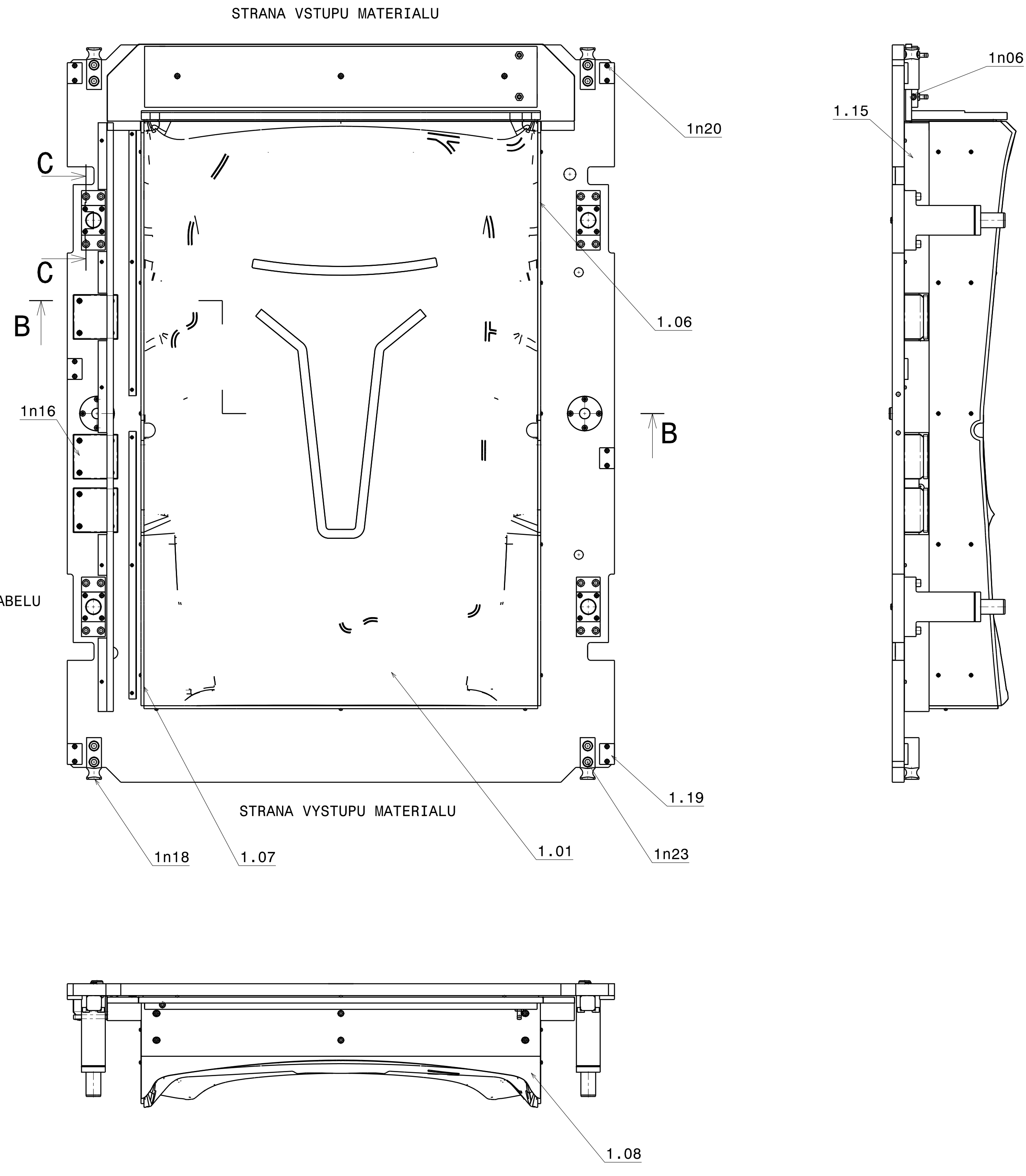
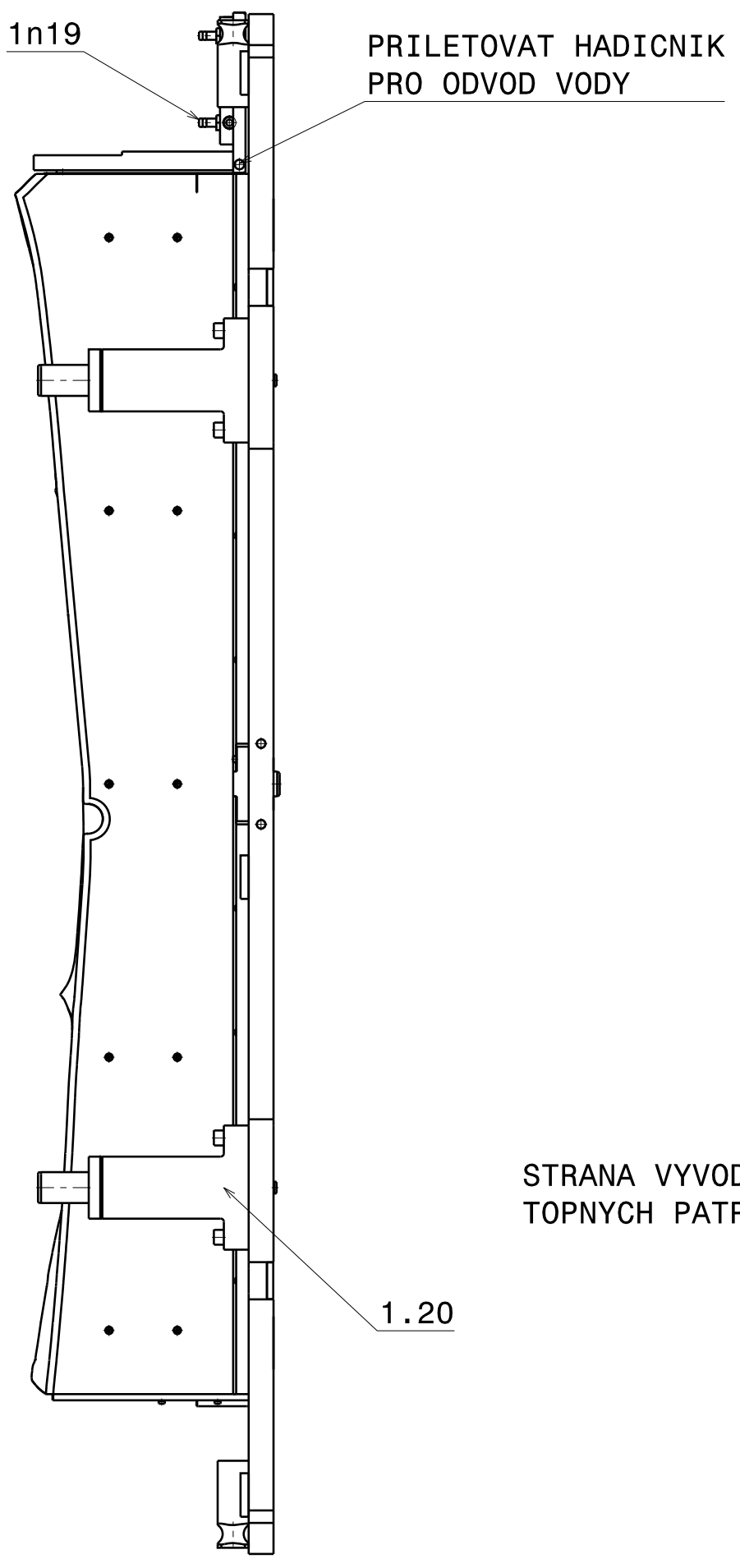
| | |
|---|----|
| Obrázek 49 - Okrajové podmínky | 33 |
| Obrázek 50 - Uchycení nezabrzděného kolečka | 34 |
| Obrázek 51 - Uchycení zabrzděného kolečka | 34 |
| Obrázek 52 - Průběh napětí [MPa]..... | 35 |
| Obrázek 53 - Průběh posunutí [mm]..... | 36 |

SEZNAM TABULEK

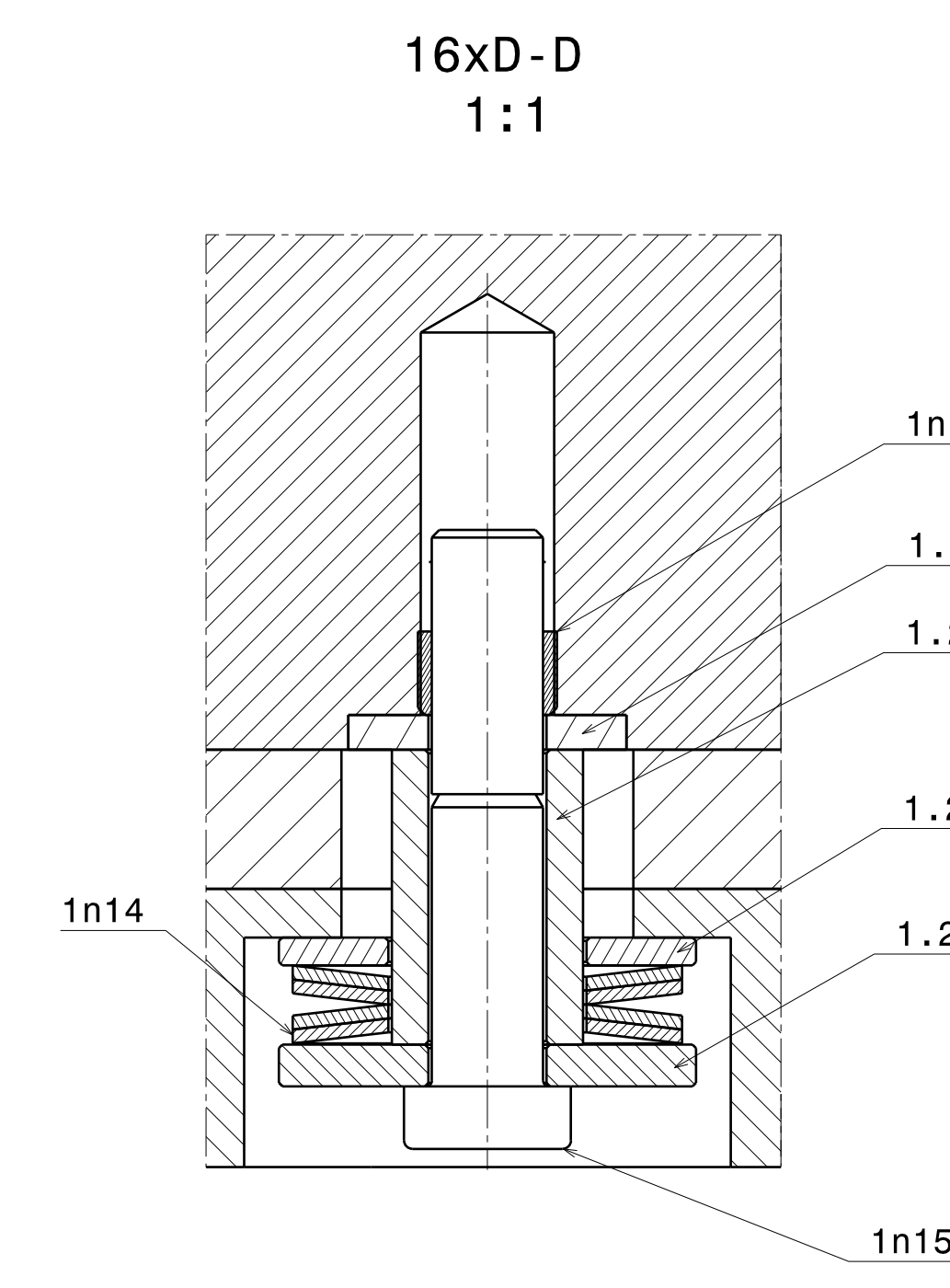
| | |
|---|----|
| Tabulka 1 - Chemické složení oceli | 11 |
| Tabulka 2 - Mechanické vlastnosti materiálu S4000 | 14 |
| Tabulka 3 - Materiálové parametry | 32 |

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

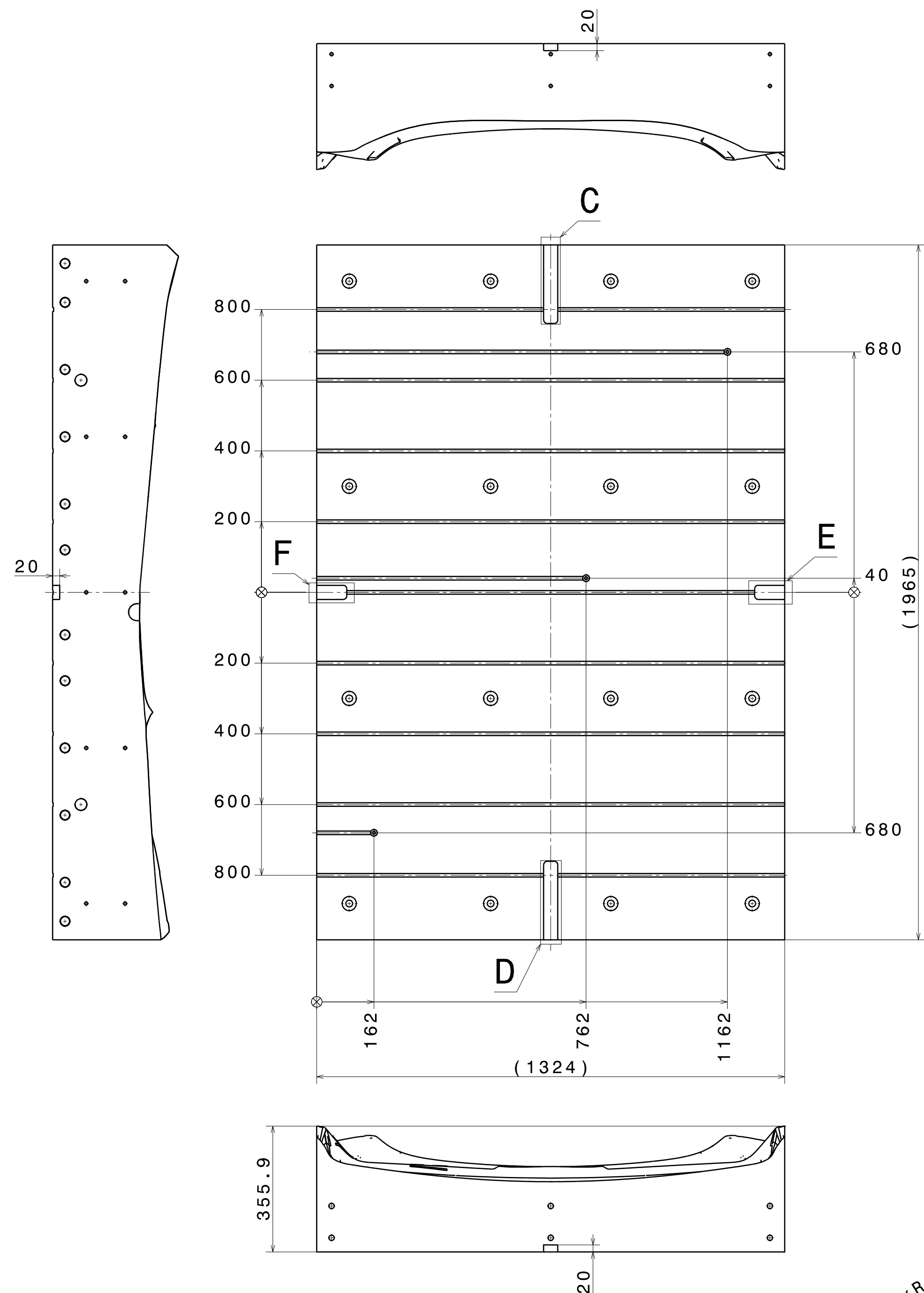
| | |
|---|----------------|
| Výkres sestavy spodního nástroje | KA03.07.01 |
| Výrobní výkres spodního bloku – vrtání děr | KA03.07.01.001 |
| Výrobní výkres spodního bloku – vrtání topení | KA03.07.01.002 |



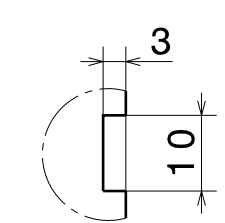
| NO | NÁZEV | KÓD | POZICIE | POZICIE | POZICIE | POZICIE | POZICIE | POZICIE |
|------|--|--------------|---------|---------|---------|---------|--------------|---------|
| 1n28 | TEPLOTNÍ ČIDLO - ZPA EKOREG 160 | 400382900161 | - | 0,17 | - | - | 1 | |
| 1n27 | TEPLOTNÍ ČIDLO - ZPA EKOREG 40 | 400382900041 | - | 0,15 | - | - | 1 | |
| 1n26 | TEPLOTNÍ ČIDLO - ZPA EKOREG 100 | 400382900101 | - | 0,16 | - | - | 1 | |
| 1n25 | TOPNÁ PATRONA - TEMCO | HDX2881 | - | 1,7 | - | - | 12 | |
| 1n24 | SROUB - M8x20 | ISO 4782 | - | 0,01 | - | - | 11 | |
| 1n23 | SROUB - M20x60 | ISO 4782 | - | 0,23 | - | - | 8 | |
| 1n22 | SROUB - M8x25 | DN7984 | - | 0,01 | - | - | 8 | |
| 1n21 | SROUB - M10x50 | ISO 4782 | - | 0,04 | - | - | 3 | |
| 1n20 | SROUB - M8x20 | ISO 4782 | - | 0,02 | - | - | 24 | |
| 1n19 | SROUBENÍ S TRNEM - G1/2 MULLER ARMATUREN | 2860 | MOSAZ | - | 0,05 | - | 2 | |
| 1n18 | MOSNÝ ČEP - FIBRO | 21301000 | - | 1,35 | - | - | 4 | |
| 1n17 | SROUB - M8x12 | DN7984 | - | 0,01 | - | - | 12 | |
| 1n16 | SKRIN - RITTAL | KL 1514510 | - | 1,35 | - | - | 3 | |
| 1n15 | SROUB - M16x80 | DN7984A | - | 0,15 | - | - | 16 | |
| 1n14 | TALÍROVÁ PRUŽINA - HENNLICH | B2660 | - | 0,03 | - | - | 64 | |
| 1n13 | ZAVÍTOVÁ VLOŽKA M16 - KERB KONUS | 300300100100 | MOSAZ | 0,02 | - | - | 16 | |
| 1n12 | SROUB - 6x60 | ISO 4782 | - | 0,13 | - | - | 16 | |
| 1n11 | SROUB - 6x25 | ISO 4782 | - | 0,02 | - | - | 16 | |
| 1n10 | KOLÍK - FABORY | 3008000090 | - | 0,2 | - | - | 4 | |
| 1n09 | ČEP - SANKYO | 0450110 | - | 2,43 | - | - | 4 | |
| 1n08 | SROUB - M8x20 | DN7984 | - | 0,01 | - | - | 44 | |
| 1n07 | PRUŽINA - HENNLICH | 6901 | 14260 | 0,02 | - | - | KA03.07.1n07 | 2 |
| 1n06 | ZATKA - G1/2 | DN906 | - | 0,02 | - | - | 5 | |
| 1n05 | ZAVÍTOVÁ VLOŽKA M6 - KERB KONUS | 300300090100 | MOSAZ | 0,01 | - | - | 26 | |
| 1n04 | ZAVÍTOVÁ VLOŽKA M12 - KERB KONUS | 300300120100 | MOSAZ | 0,02 | - | - | 6 | |
| 1n03 | SROUB - M12x40 | ISO 4782 | - | 0,05 | - | - | 6 | |
| 1n02 | PODLOŽKA - 6x1,6 | CSN 027702 | - | 0,001 | - | - | 26 | |
| 1n01 | SROUB - M8x20 | DN7984 | - | 0,01 | - | - | 26 | |
| 1.33 | LISTA - P 15-65x165 | CSN 425310 | 14220 | 7,61 | - | - | KA03.07.1.33 | 2 |
| 1.32 | KRÍŽOVÉ PERO - 125x55-65 | CSN 425531 | 14220 | 1,68 | - | - | KA03.07.1.32 | 4 |
| 1.31 | PODKLAD DISKU - KR 4x8 | CSN 425510 | NEREZ | 0,04 | - | - | KA03.07.1.31 | 3 |
| 1.30 | DISK O - KR 45-15 | CSN 425516.1 | NEREZ | 0,08 | - | - | KA03.07.1.30 | 3 |
| 1.29 | CENTROVANI - KR 89-45 | CSN 425516.1 | 14220 | 0,59 | - | - | KA03.07.1.29 | 1 |
| 1.28 | CENTROVANI - 80x90-45 | CSN 425519 | 14220 | 0,8 | - | - | KA03.07.1.28 | 2 |
| 1.27 | UPINACI POUZDRO - KR 30x45 | CSN 425516.1 | 19452 | 0,12 | - | - | KA03.07.1.27 | 16 |
| 1.26 | DISK - KR 65x10 | CSN 425516.1 | 19452 | 0,12 | - | - | KA03.07.1.26 | 16 |
| 1.25 | DISK - KR 65x6 | CSN 425516.1 | 19452 | 0,07 | - | - | KA03.07.1.25 | 16 |
| 1.24 | DISK - KR 45x8 | CSN 425516.1 | 19452 | 0,04 | - | - | KA03.07.1.24 | 16 |
| 1.23 | DORAZ - 105x85-25 | CSN 425523 | 19452 | 0,88 | - | - | KA03.07.1.23 | 4 |
| 1.22 | PODLOŽKA 0.3 - P 0.3-105x85 | CSN 425500 | 13180 | 0,01 | - | - | KA03.07.1.22 | 20 |
| 1.21 | PODLOŽKA 0.5 - P 0.5-105x85 | CSN 425500 | 13180 | 0,02 | - | - | KA03.07.1.21 | 12 |
| 1.20 | SLOUP - PLO 85-205x245 | CSN 425310 | 11523 | 15,73 | - | - | KA03.07.1.20 | 4 |
| 1.19 | TĽACNÁ DESKA - PLO 75x55-15 | CSN 425523.1 | 19452 | 0,33 | - | - | KA03.07.1.19 | 6 |
| 1.18 | CENTROVANI - KR 89-45 | CSN 425516.1 | 14220 | 0,64 | - | - | KA03.07.1.18 | 2 |
| 1.17 | CENTROVANI - KR 120-10 | CSN 425510 | 14220 | 0,5 | - | - | KA03.07.1.17 | 2 |
| 1.16 | CHLADICI DESKA - 210x35-1325 | CSN 427305 | 42415 | 20,65 | - | - | KA03.07.1.16 | 1 |
| 1.15 | PLECH - P 1-140x1900 | CSN 425321.1 | 11321 | 1,52 | - | - | KA03.07.1.15 | 1 |
| 1.13 | PLECH - P 1-157x805 | CSN 425301 | 11321 | 0,77 | - | - | KA03.07.1.13 | 2 |
| 1.09 | PLECH - P 1-410x1620 | CSN 425321.1 | 11321 | 6 | - | - | KA03.07.1.09 | 1 |
| 1.08 | CHLADICI DESKA - 330x35-1350 | CSN 427305 | 42415 | 22,82 | - | - | KA03.07.1.08 | 1 |
| 1.07 | IZOLACE PRAVA - 1970x345x10 | S4000 | 2,71 | - | - | - | KA03.07.1.07 | 1 |
| 1.06 | IZOLACE LEVA - 1970x345x10 | S4000 | 2,76 | - | - | - | KA03.07.1.06 | 1 |
| 1.05 | IZOLACE ZADNI - 1330x200x10 | S4000 | 1,79 | - | - | - | KA03.07.1.05 | 1 |
| 1.04 | IZOLACE PREDNI - 1330x305x5 | S4000 | 0,78 | - | - | - | KA03.07.1.04 | 1 |
| 1.03 | IZOL. DESKA SPODNI - 1970x1340x20 | S4000 | - | 26,93 | - | - | KA03.07.1.03 | 1 |
| 1.02 | DESKA - 2500x1890x50 | 11523 | - | 11,01 | - | - | KA03.07.1.02 | 1 |
| 1.01 | BLOK - 1330x365-1970 | CSN 427305 | 42415 | 1238 | - | - | KA03.07.1.01 | 1 |



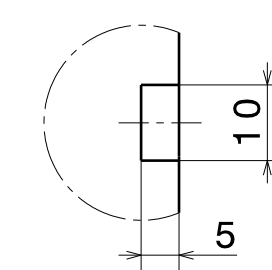
SPODNI NASTROJ
 0 KA03.07.1.00
 1:10
 A0



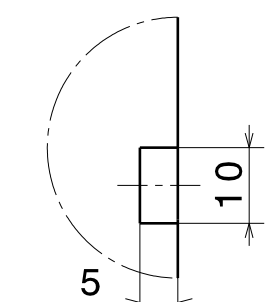
9xDETAIL A
1:1



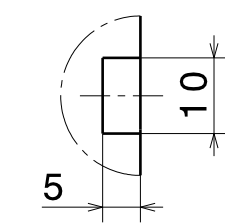
DETAIL B
1:1



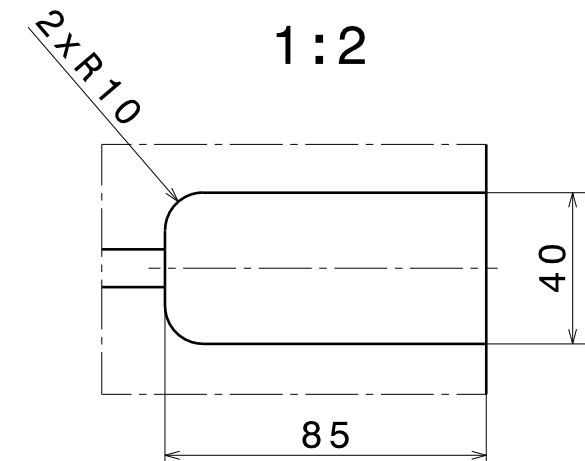
DETAIL G
1:1



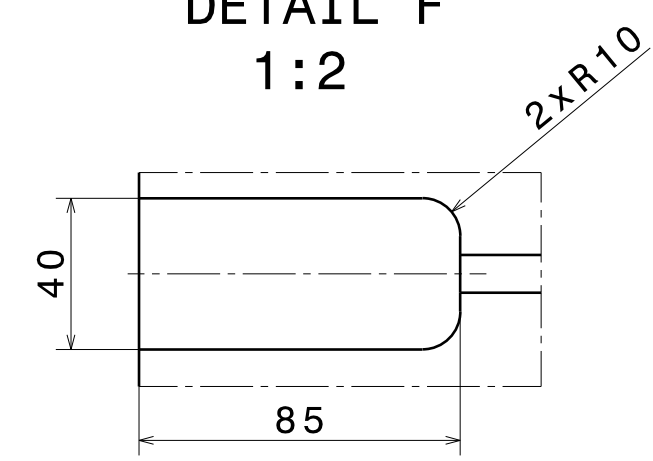
DETAIL H
1:1



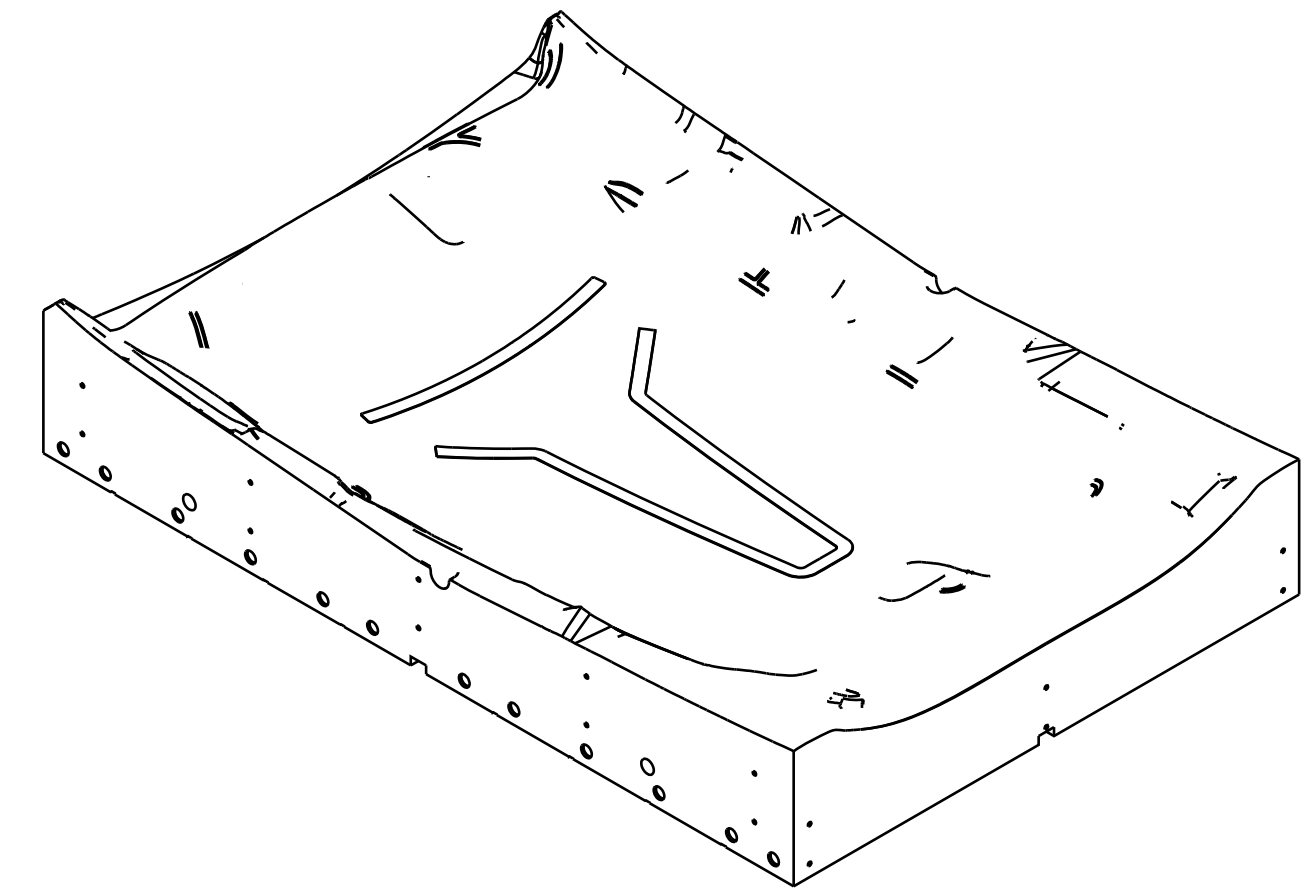
DETAIL E
1:2



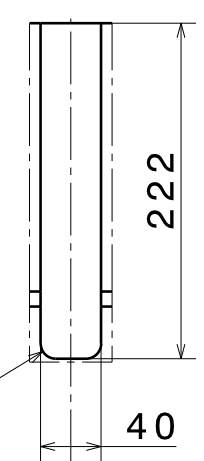
DETAIL F
1:2



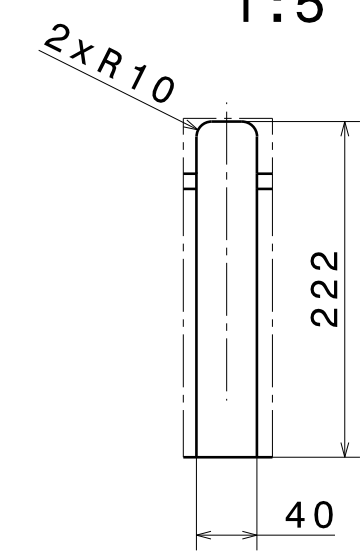
IZOMETRICKY POHLED



DETAIL C
1:5



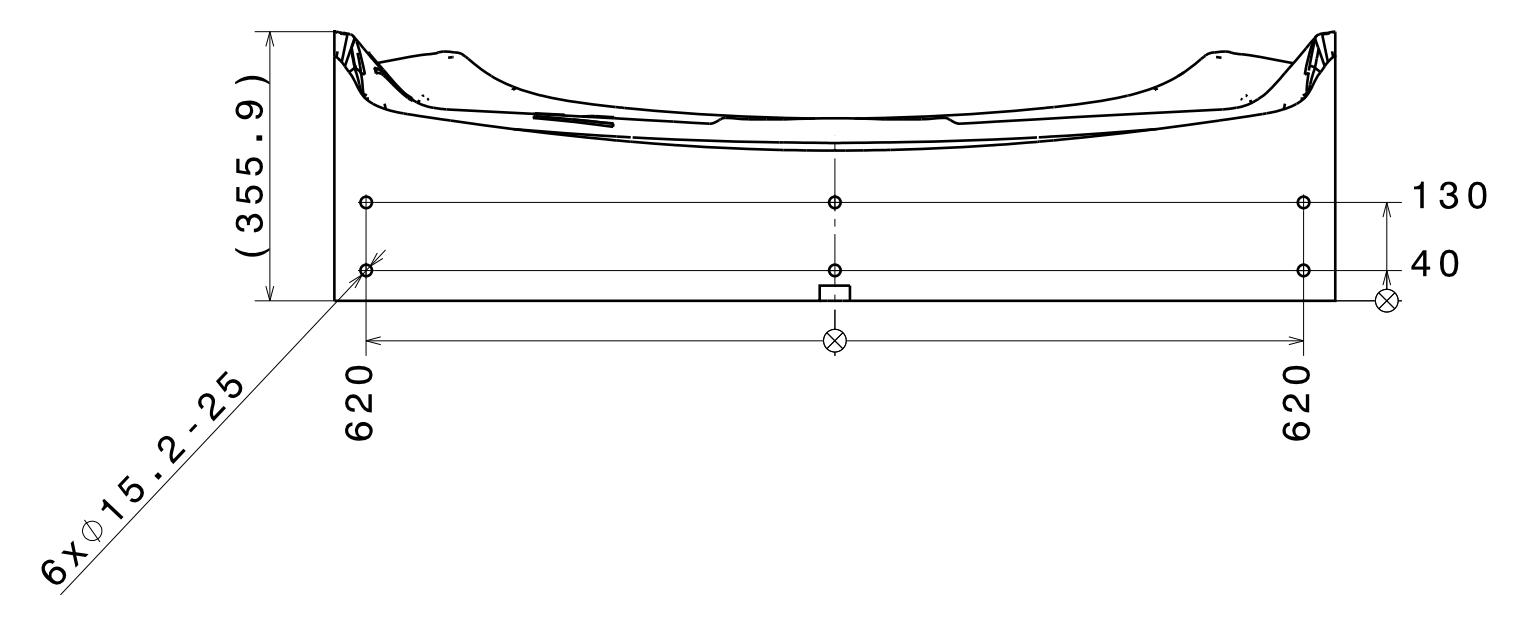
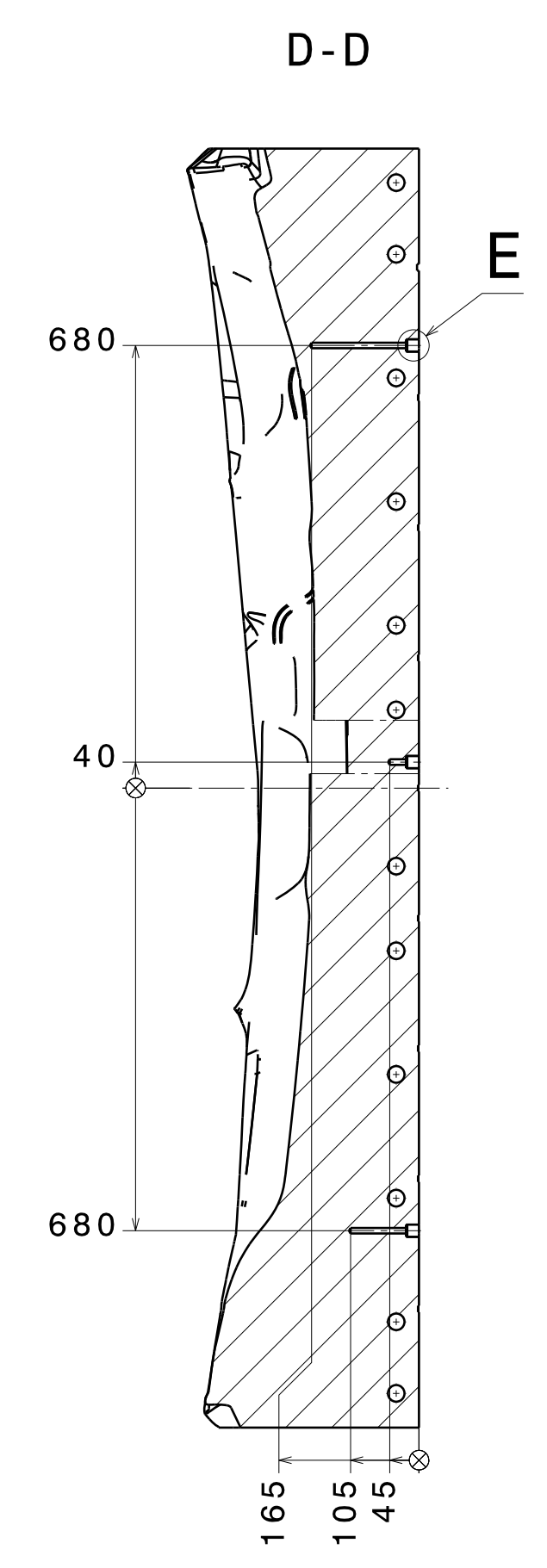
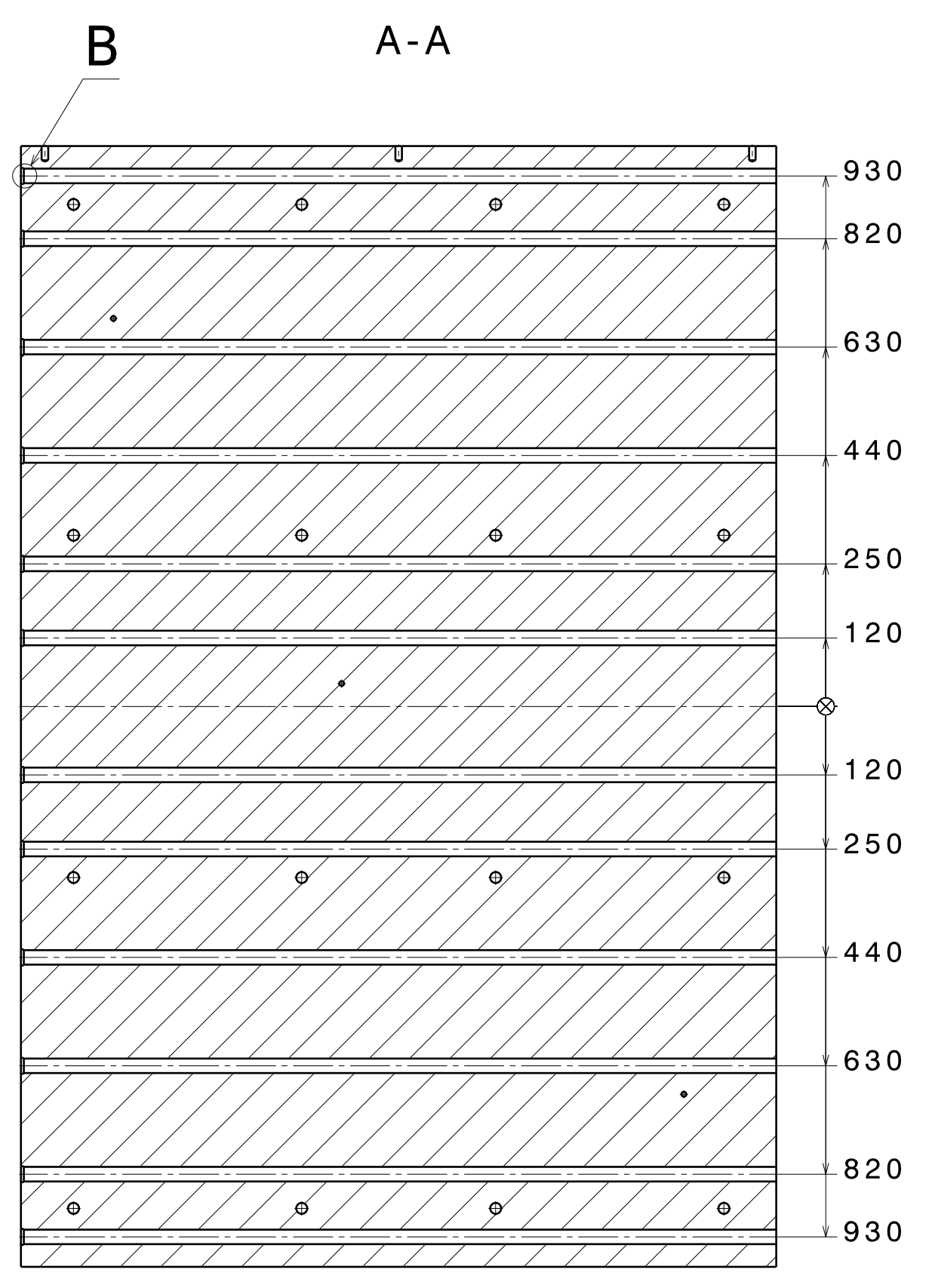
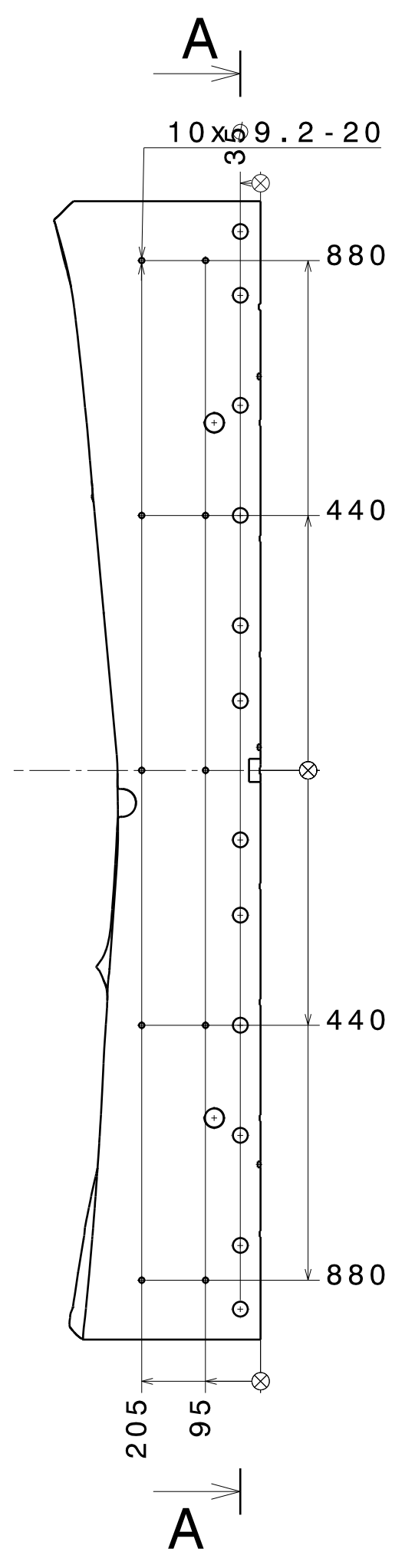
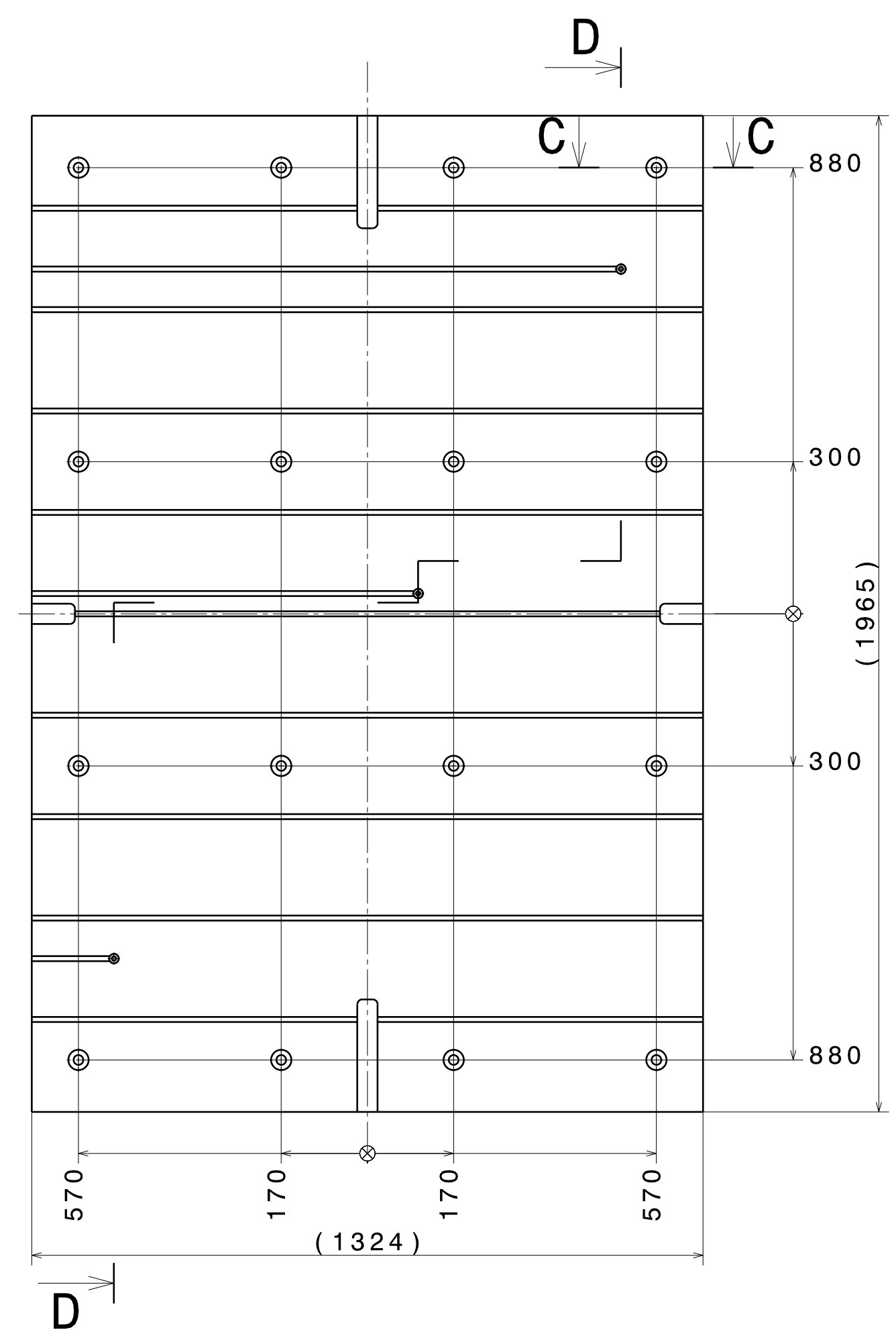
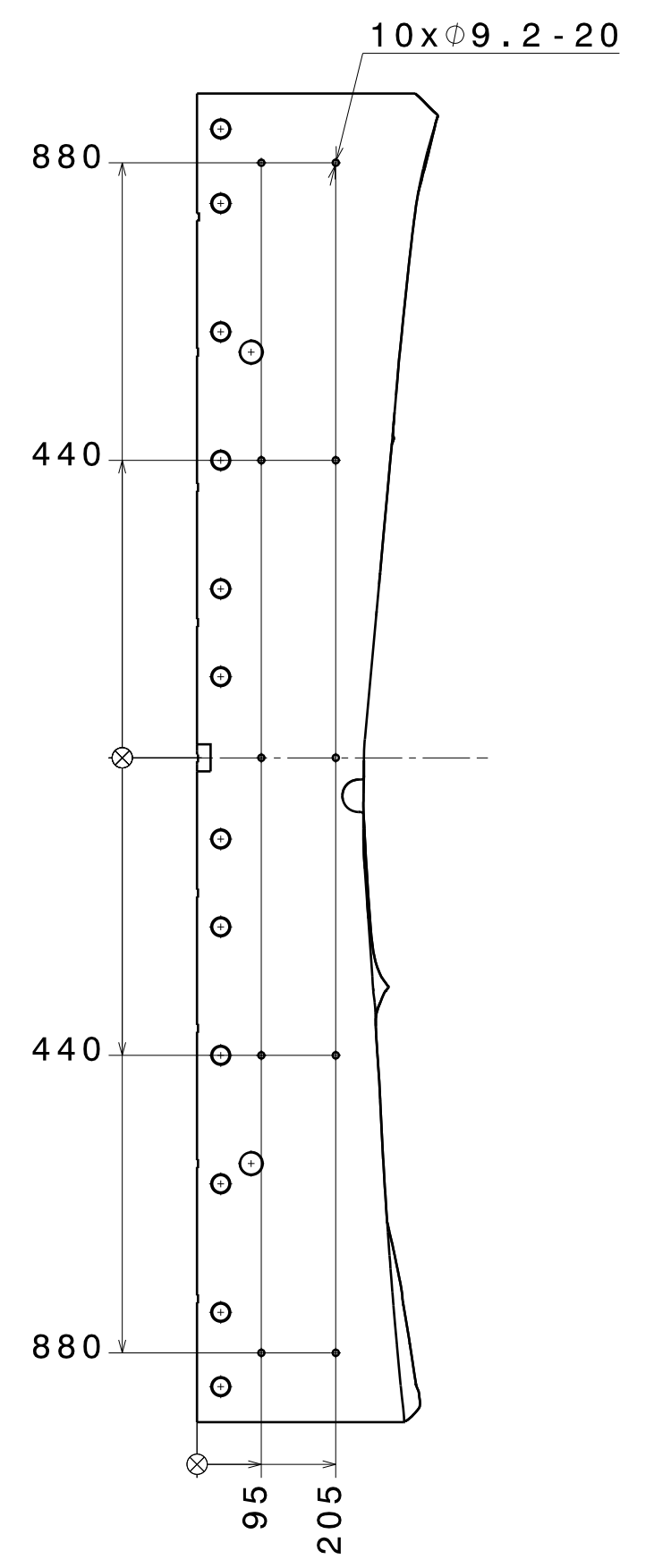
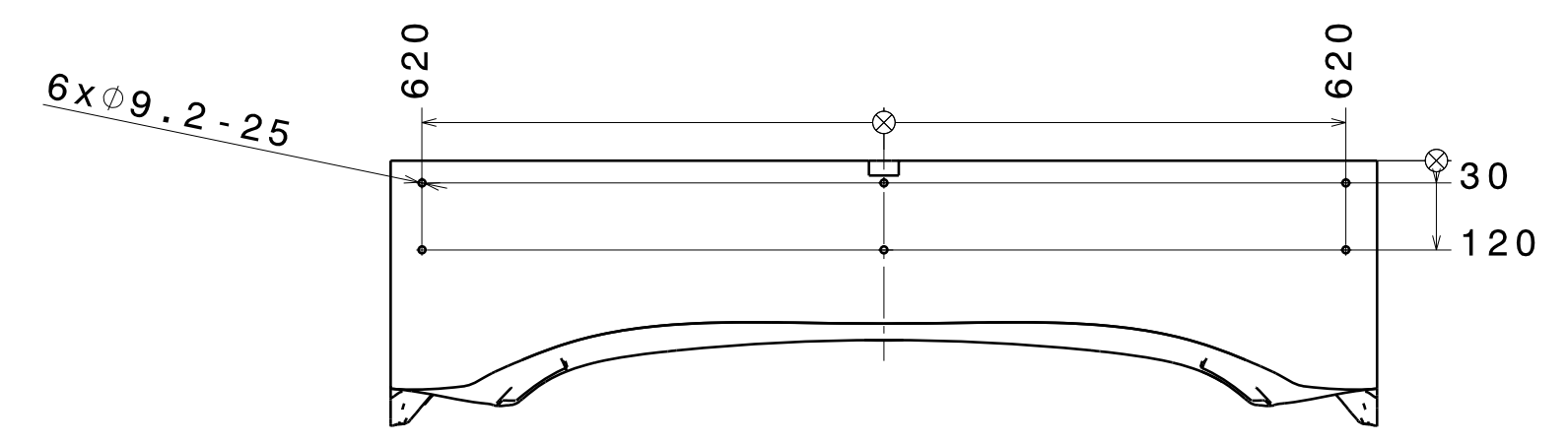
DETAIL D
1:5



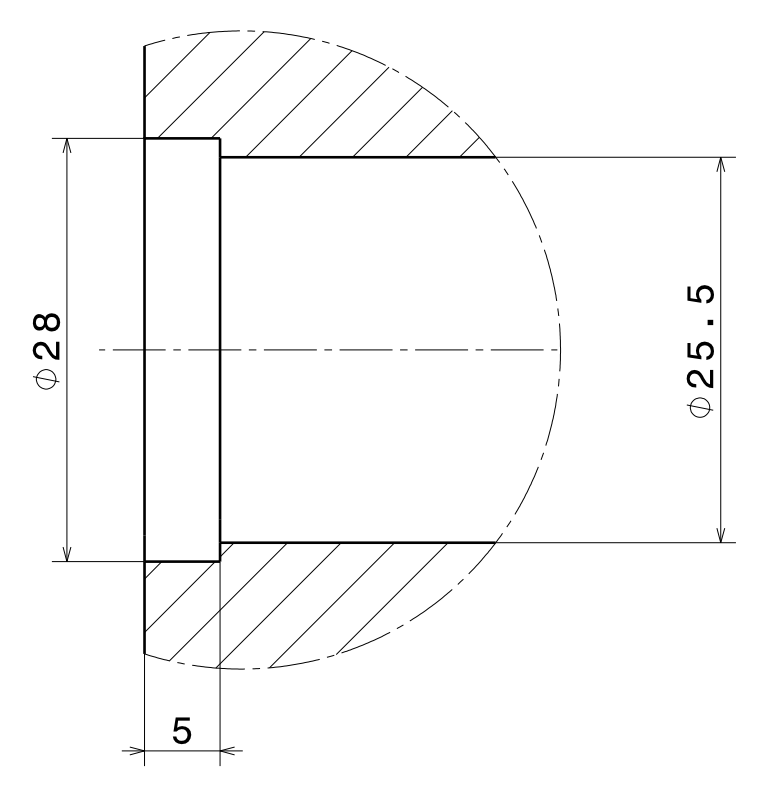
TECHNICKE POZADAVKY:

- 3D TVAR FREZOVAT DLE CAD DAT
- VRTAT DÍRY $\phi 6$ S OSAZENIM PRO PARNI TRYSKY DLE CAD DAT

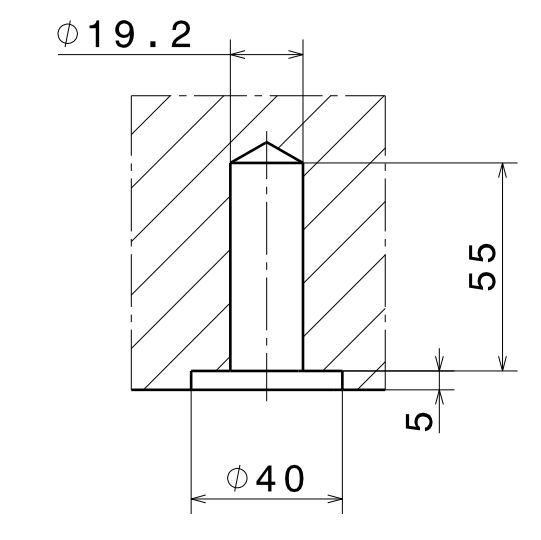
| | | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------------|------------------|----------------------|-----------------------|----------|
| 1.01 | 1330x365-1970 | CSN-427305 | 424415 | 1245,25 | - | KA03.07.1.00 | - | |
| Poz. | Nazev - rozmer | Polotovar | Material | T.O. | C. hmot | Hmot | Cislo vykresu sestavy | Pocet ks |
| Pos. | Title - size | Blank | Material | C.W. | Weight | R.weig. | Assembly drawing no. | Quant. |
| CAD 2 | Datum / Date | Jmeno / Name | | | | | | |
| Kreslil / Drawn by | 01/06/2013 | SMID | | | | | | |
| Prezkoušel / Checked by | - | | | | | | | |
| Schválil / Approved by | - | | | | | | | |
| Index zmeny | Popis zmeny / change description | Schval. / APP | Datum / Date | Podpis / Signature | Poznámka / Note: | | | |
| 1 | - | - | - | - | | | | |
| 2 | - | - | - | - | | | | |
| Tolerance / Tolerovani | | Soubor-model / ASM-file | | Projekt / Project: | | Merkto / Scale: | | |
| ISO 128 ISO 8015 ISO 2768mK | | Soubor-vykres / DRW-file | | LISOVACI NASTROJ | | 1:10 | | |
| | | Blok_S.CATPart | | C. sestavy / Assembly No. | | KA03.07.1.00 | | |
| | | KA03.07.1.01.CATDrawing | | Cislo vykresu / Drawing NO. | | Format | | |
| | | | | 0 KA03.07.1.01 | | A2 | | |
| Nazev / Title | | BLOK FREZOVANI | | List / sheet no. | | Pocet listu / sheets | | |



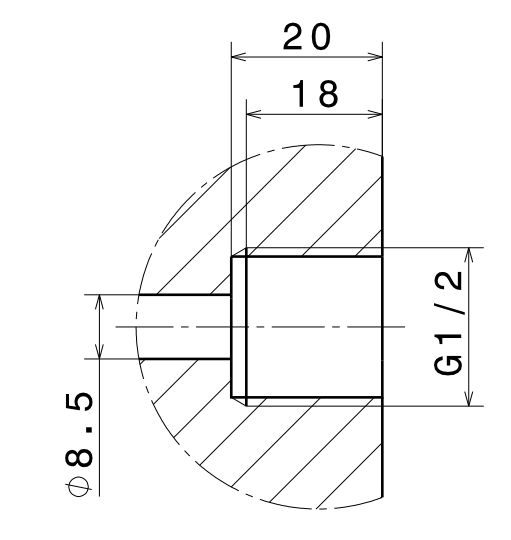
16xDETAIL B
2:1



16xC-C
1:2



3xDETAIL E
1:1



| | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------------------|--------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|----------------------|---|
| 1.01 | 1330-065-1970 | CSN 427305 | 424415 | 1245,25 | - | KA03.07.1.00 | - |
| Pos. | Název - rozměr | Položka | Material | F.O. | C. hmot | Hřezit | Číslo výkresu sestavy |
| | Title - size | Blank | Material | C.W. | Weight | Assembly drawing no. | Quant |
| CAD 2 | Datum / Date | Jméno / Name | | | | | |
| Kresil / Drawn by | 01/06/2013 | SMD | | | | | |
| Provedl / Checked by | - | - | | | | | |
| Schválil / Approved by | - | - | | | | | |
| Index změny | Popis změny / change description | Schvál / APP | Datum / Date | Podpis / Signature | Poznámka / Note | | |
| 1 | - | - | - | - | - | | |
| 2 | - | - | - | - | - | | |
| Tolerance / Tolerovali | ISO 128 | ISO 8015 | ISO 2768mK | Soubor-model / ASM-file | Blk_S_CATPart | | Projekt / Project |
| | ISO 8015 | ISO 2768mK | Soubor-vykres / DRW-file | KA03.07.1.01.CATDrawing | | LISOVACI NASTROJ | Merito / Scale |
| | | | | | | KA03.07.1.00 | 1:10 |
| | | | | | | Rev. 0 | Číslo výkresu / Drawing NO. KA03.07.1.01 |
| | | | | | | | Formát A1 |
| | | | | | | | Úst / sheet no. 3 Pocet listů / sheets 3 |

