

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh mechanismu pro optimalizaci polohy sacího bodu oleje v olejové vaně během testování

Autor: **Karel Nekut**

Vedoucí práce: **Ing. Michal Křížek, Ph.D.**

Akademický rok 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Karel NEKUT**

Osobní číslo: **S14B0199P**

Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**

Název tématu: **Návrh mechanismu pro optimalizaci polohy sacího bodu oleje v olejové vaně během testování**

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:

Navrhněte mechanismus, který bude schopný pohybovat se sací trubicí, ve vodorovné rovině. Je nutné dbát na vnitřní zástavbu olejové vany za běhu motoru. Rozsah posuvu je požadován minimálně ± 20 mm. Požadovaná přesnost stanovení polohy sacího bodu by měla být alespoň 0,5 mm. Ovládání posuvu bude ruční, nebo s elektrickým pohonem. Vypracujte výkresovou dokumentaci vybraných částí.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Rešerše, specifikace požadavků
2. Konstrukční návrh
3. Zhodnocení práce, závěr

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 strojního inženýra 1.*. Brno: Computer Press, 1999

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

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Michal Křížek, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Petr Spal, Ph.D.**
MBTech Bohemia, s.r.o.

Datum zadání bakalářské práce: **19. září 2016**
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. června 2017**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



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

V Plzni dne 19. září 2016

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

Tímto odstavcem bych chtěl poděkovat všem lidem, kteří měli chuť a nadšení se mnou řešit technické otázky spojené s mou bakalářskou prací, protože to je podle mě ten pravý motor technického myšlení.

Zvláštní poděkování patří Ing. Petru Spalovi PhD., Ing. Michalu Křížkovi PhD., Ing. Jiřímu Čekanovi, Bc. Marku Havlíkovi a mému otci Karlu Nekutovi.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

AUTOR	Příjmení Nekut	Jméno Karel		
STUDIJNÍ OBOR	2301R016-20 „Dopravní a manipulační technika“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Křížek, Ph.D.	Jméno Michal		
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - RTI			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Návrh mechanismu pro optimalizaci polohy sacího bodu oleje v olejové vaně během testování			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2017
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	42	TEXTOVÁ ČÁST	27	GRAFICKÁ ČÁST	15
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Práce se zabývá rozбором mazacího systému spalovacích motorů a výběrem sacího bodu olejových van ve spalovacích motorech. Konkrétně je zde řešena část testovací stolice olejových van. Návrh mechanismus, který je schopný měnit polohu sacího bodu během testování s ohledem na související díly v prostoru olejové vany. V závěru práce je rozvíjena myšlenka aktivní sací trubice, která by představovala nový typ uspořádání mazací soustavy.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	pohybový mechanismus, testování olejových van, testovací stolice motorů, sací bod, aktivní sací trubice

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Nekut	Name Karel	
FIELD OF STUDY	2301R016-20 „Transport and handling machinery“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Křížek, Ph.D.	Name Michal	
INSTITUTION	ZČU - FST - RTI		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Design of the mechanism for the oil suction point place optimization during oil pan testing		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2017
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	42	TEXT PART	27	GRAPHICAL PART	15
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The thesis deals with the analysis of the combustion engine lubrication system and the selection of the oil pan suction points in internal combustion engines. Specifically, a part of the test stand of the oil pans is being solved here. A design mechanism that is able to change the position of the suction point during testing with respect to the related parts in the oil pan space. At the end of the thesis is developed the idea of active suction tube, which would represent a new type of arrangement of the lubrication system.
KEY WORDS	motion mechanism, oil pan testing, engine test stand, suction point, active suction tube

Obsah

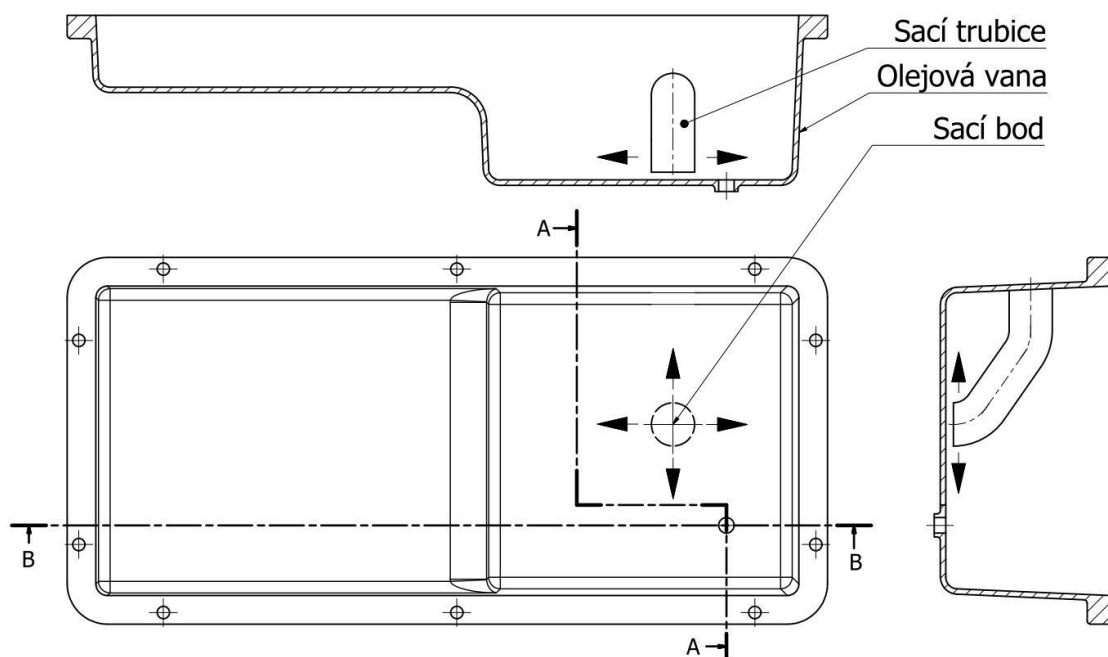
1. Úvod.....	8
1.1 Cíl bakalářské práce.....	8
1.2 Charakteristika organizace MBtech Bohemia s.r.o.	8
1.3 Olejová soustava spalovacího motoru.....	9
1.4 Charakteristika dotčených komponent.....	10
Olejová vana a olejový senzor	10
Sací trubice	11
Olejové čerpadlo	11
Olejový filtr.....	12
1.5 Příklad olejové soustavy	13
1.6 Testování olejových van – hledání optimálního sacího bodu.....	14
1.7 Historické řešení pohybu sacího bodu při testování olejových van.....	16
2. Specifikace požadavků.....	17
3. Varianty řešení	19
4. Kritéria bodového výběru	22
4.1 Výsledek bodového hodnocení	22
5. Řešení vlastní konstrukce	23
5.1 Pevnostní kontrola rámu	23
5.2 Materiálové charakteristiky	23
5.3 Okrajové podmínky	24
5.4 Zatížení rámu	24
5.5 Použitá síť	25
5.6 Vyhodnocení výsledků simulace	25
Posunutí v ose x	25
Posunutí v ose y	25
Posunutí v ose z	26
Celkové posunutí	26
Napětí.....	27
Reakce.....	27
5.7 Optimalizace rámu	28
Posunutí v ose x	28

Posunutí v ose y	29
Posunutí v ose z	29
Celkové posunutí	30
Napětí.....	30
Reakce.....	31
5.8 Popis konstrukce	32
5.9 Popis montáže	36
5.10 Popis ovládání.....	38
6. Závěr	39
6.1 Zamyšlení nad vylepšením mazání spalovacího motoru	40
7. Použité zdroje:	41
8. Volně vložené přílohy.....	42

1. Úvod

1.1 Cíl bakalářské práce

Při konstrukci olejových van je třeba určit pozici sacího bodu. To lze zjistit několika způsoby, přičemž jeden z nich je testování vany na testovací stolici. Cílem této bakalářské práce je vytvořit zařízení, které bude schopné, během testování, pohybovat ústím sací trubice. Schopnost lehce přemísťovat ústí sací trubice je výhodná při snaze zjistit, kde se nachází ideální sací bod olejové vany (teoretické místo, které bude i při výrazných pohybech hladiny oleje stále zaplněno objemem oleje tak, aby nedošlo k nasátí vzduchu). Tento pohyb bude uskutečňovaný ve dvou vzájemně kolmých osách, v rozsahu ± 20 mm. Třetí souřadnice bude určena pro každou vanu pevně.



Obr. 1 Změna polohy sacího bodu

1.2 Charakteristika organizace MBtech Bohemia s.r.o.



Obr. 2 Logo MBtech a AKKA [1]

Zadavatelem této práce je společnost MBtech Bohemia. To je „největší engineeringová společnost v ČR, byla založena v roce 1996 jako dceřiná firma společnosti Daimler. V roce 2012 převzal 65% podíl koncern AKKA Technologies. Tímto spojením vznikl na světovém trhu jeden z předních poskytovatelů vývojových a poradenských služeb pro automobilový průmysl, železniční dopravu a letectví. Daimler zůstává i nadále jedním z nejvýznamnějších zákazníků.“[2]

„S celkovou kapacitou téměř 500 odborníků podporuje zákazníky z celého světa od prvních skic přes koncept, konstrukci, výpočty a testování až po výrobu prototypových dílů a přípravků. MBtech kombinuje tyto kompetence s individuálními konzultačními a kvalifikačními službami. Navíc

mohou zákazníci firmy MBtech využívat benefit v podobě přístupu ke znalostem a zdrojům celé skupiny AKKA, která zaměstnává přibližně 11 000 inženýrů a konzultantů ve více než 20 zemích světa.“[2]

Tuto práci zadalo konkrétně oddělení pohonů, kde jsou hlavním předmětem činnosti jednotlivé části spalovacích motorů, například právě olejové vany, u kterých je potřeba najít optimální polohu sacího bodu.

1.3 Olejová soustava spalovacího motoru

Nejdůležitější částí olejové soustavy je sběrná nádrže oleje, které říkáme olejová vana. V ní je umístěna sací trubice, která nasává olej z nádrže díky olejovému čerpadlu, poté je olej veden přes olejový filtr, který má za úkol olej vyčistit, než doputuje do mazacích bodů, od těch pak zpět stéká do olejové vany. V olejové vaně je dále ještě ústí měrky hladiny oleje a olejový senzor. Tyto zařízení slouží ke zjištění hladiny oleje ve vaně. Součástí olejové soustavy je ještě chlazení. Olej je nutné chladit, s rostoucí teplotou výrazně mění svou viskozitu a také dochází k jeho degradaci. Chlazení může být u méně výkonných motorů řešeno formou chladnutí v olejové vaně, kde dochází k výměně tepla přes žebra na vaně. U vyšších výkonů je pak potřeba použít chladič olej-vzduch, případně olej-voda.

To je ale jen velmi stručný popis jednoduchého olejového cyklu. Koncepce olejové soustavy může být dále rozdělena na mazání s mokrou skříní a mazání se suchou skříní.

Mazání s mokrou skříní je konvenční řešení, kdy je olejová vana umístěna pod blokem motoru a olej je z ní přímo nasáván čerpadlem. Mazání se suchou skříní je koncepce známá především z motorsportu a některých sportovně laděných silničních vozů, ale také z terénních vozidel a zemědělské techniky. Jde o uspořádání, kdy je na blok zdola uchyceno jen poměrně mělké víko, které má své nejnižší body, do kterých se shromažďuje olej. Každý tento bod má ale svou sací trubici, která odvádí olej do sběrné nádrže pomocí nízkotlakého čerpadla. Ze sběrné nádrže je pak olej odváděn do mazacích bodů pomocí dalšího čerpadla. Výhodou je stálý přísun oleje i v situacích, kdy je hladina oleje velmi rozvířena vlivem přetížení od dynamické jízdy.



Obr. 3 Mazání se suchou skříní [3]

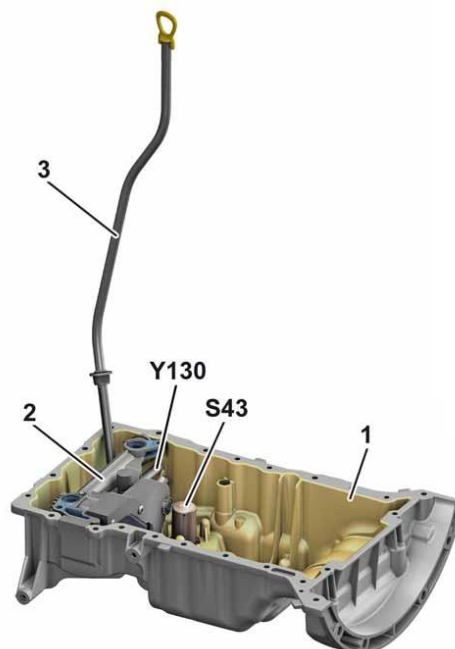
Kromě toho rozeznáváme ještě několik druhů umístění palivového filtru v soustavě. Prvním typem je plnoprůtokový filtr. Filtr je zapojen v potrubí tak, že všechny objemy oleje projde skrz něj. Druhým typem je obtokový, zde je filtr v potrubí zapojen paralelně, a proto skrz něj projde vždy jen část oleje. [4]

1.4 Charakteristika dotčených komponent

Olejová vana a olejový senzor

Je to jedna z hlavních komponent spalovacího motoru. Je uchycena za spodní přírubu bloku motoru. Zpravidla má podobu duté nádoby se zátkou na dně a v dnešní době je vyráběna zejména jako hliníkový odlitek. Má za úkol sběr oleje vytékajícího z mazacích kanálů umístěných v komponentách nad ní. Jejím tvarem se dá ovlivňovat množství a rozložení oleje. Z této vany je olej čerpán do olejových potrubí pomocí čerpadla poháněného převodem od klikové hřídele.

Uvnitř olejové vany je olejový senzor. Ten je umístěn ve svislé souřadnici takovým způsobem, aby vnitřní objem vany po úroveň vrcholu senzoru určoval kritické množství oleje a senzor tedy takové minimální množství zaznamenal. Senzor kromě hladiny oleje snímá i „kvalitu“ a teplotu. Kvalita oleje (a tím interval výměny oleje) je vyhodnocována například na základě viskozity, počtu studených startů, počtu dlouhých/krátkých jízd atd. V řídicí jednotce je algoritmus, který na základě těchto statistických údajů vyhodnotí, že je čas na výměnu oleje.



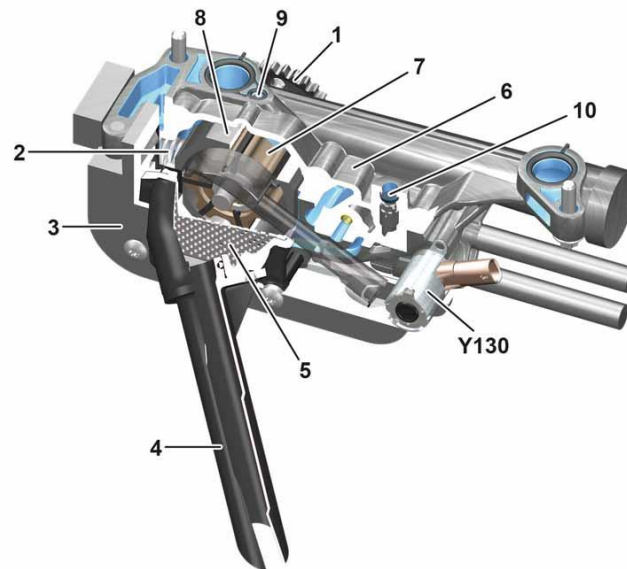
Obr. 5 Olejová vana motoru Mercedes Benz M270 [5]



Obr. 4 Senzor hladiny oleje [6]

Sací trubice

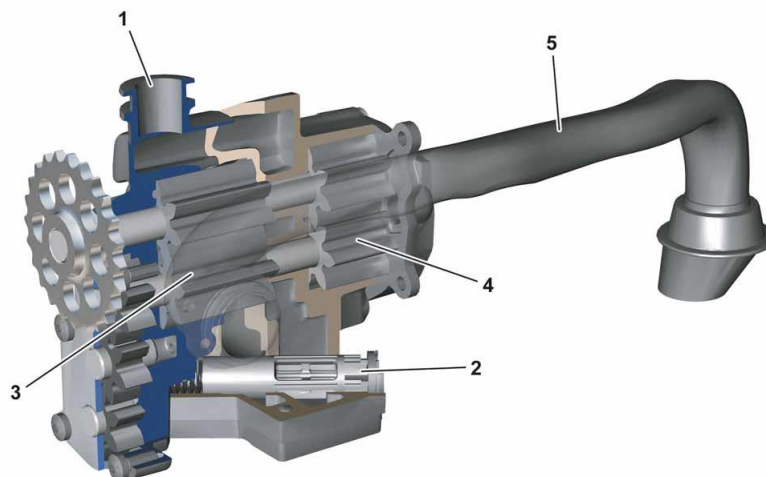
Pomocí sací trubice je olej obvykle odsáván z prostoru olejové vany do olejového filtru a následně čerpadla. Trubice může mít jednoduchý kruhový, ale i složitější tvarový průřez. Její průměr je nejčastěji kolem 25 mm. Může být vyrobena z hliníku jako tlakový odlitek ale i jako plastový odlitek, nebo ocelová roura. Sací trubice je někdy vybavena sacím košem pro hrubou filtraci nečistot, jiné trubice ale mají hrubé síto zabudované přímo v odlitku čerpadla.



Obr. 6 Sací trubice motoru Mercedes Benz M270 [7]

Olejové čerpadlo

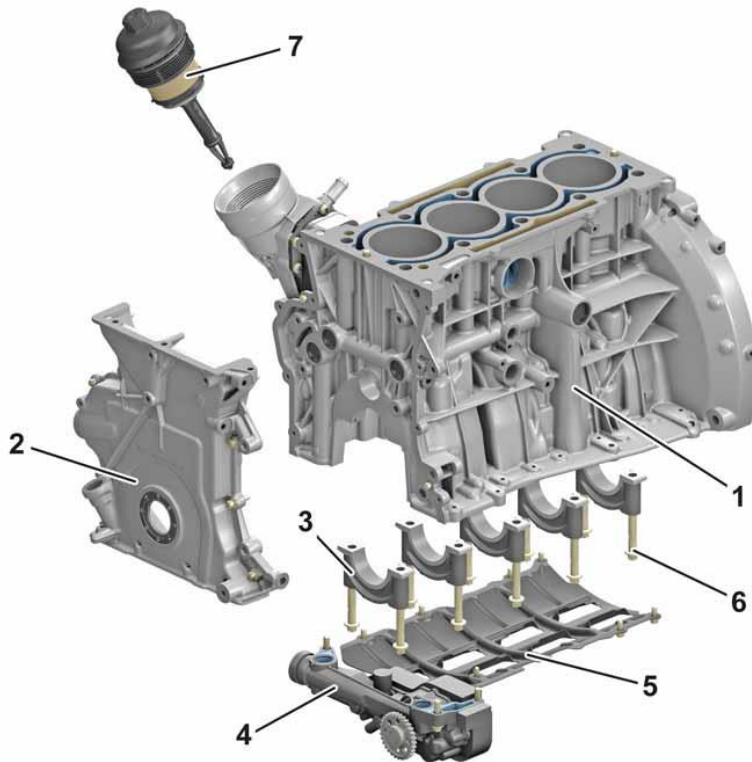
Nejčastěji se jedná o zubové čerpadlo (případně srpkové, nebo trochoidní) poháněné od klikové hřídele. Čerpadlo vytváří potřebný tlak v potrubí a dopravuje olej do mazacích bodů.



Obr. 7 Olejové čerpadlo z motoru Mercedes Benz M279 [8]

Olejový filtr

Olejový filtr (pozice 7) má za úkol čištění oleje. Jak již bylo zmíněno, může být plnoprůtokový nebo obtokový a jeho pozice je přístupná shora při otevření kapoty, nebo je také často našroubován zespod do nálitku v olejové vaně.



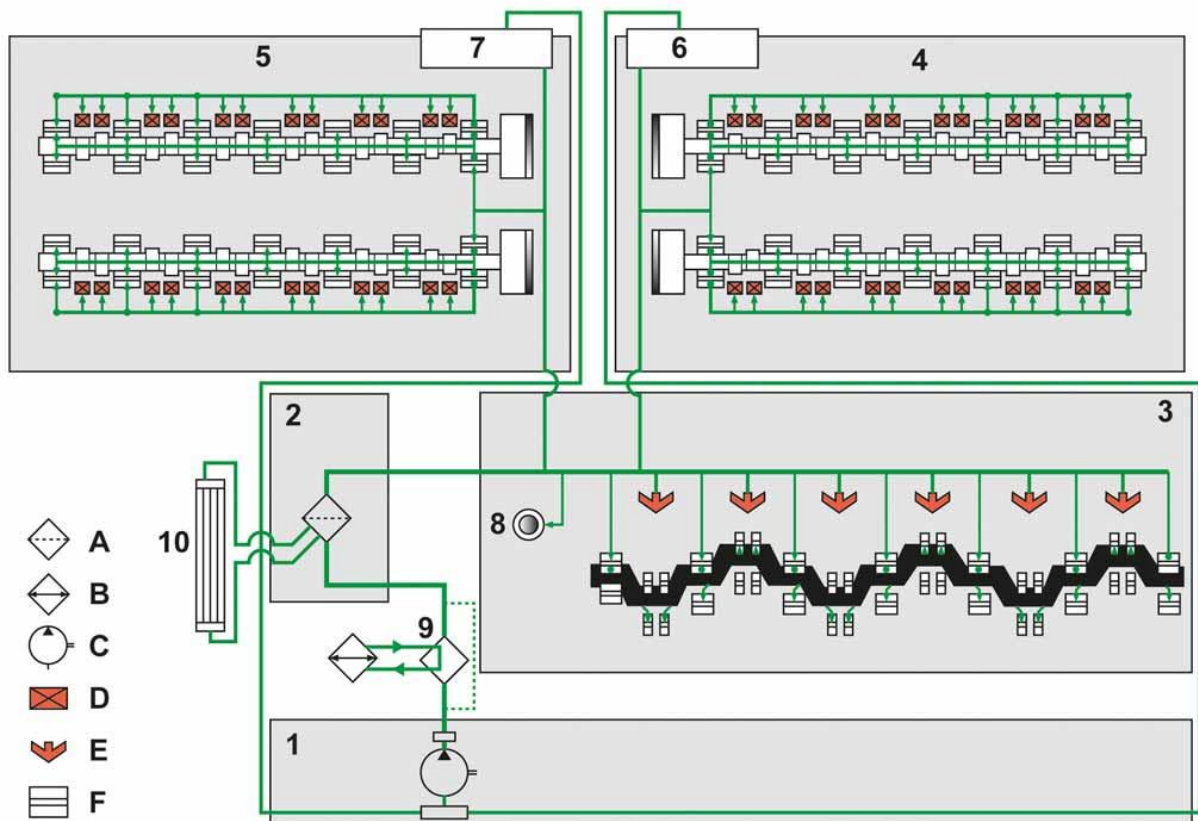
Obr. 9 Olejový filtr [10]

Obr. 8 Umístění olejového filtru na motoru Mercedes Benz M270 [9]

1.5 Příklad olejové soustavy

M279

Schéma olejového okruhu je zde přibliženo na příkladu olejové soustavy dvanáctiválcového motoru Mercedes-Benz M279.



Obr. 10 Schéma mazací soustavy motoru V12 Mercedes Benz M279 [11]

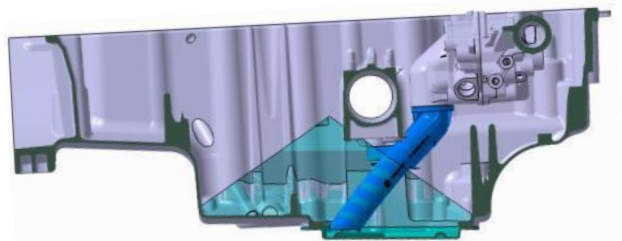
- 1 - Olejová vana; 2 – Rozvody; 3 – Kliková skříň; 4 – Levé hlava; 5 – Pravá hlava;
6 – Levé turbodmychadlo; 7 – Pravé turbodmychadlo; 8 – Kolo rozvodového řetězu;
9 – Termostat s by-pasem; 10 – Chladič motoru;
A – Filtr oleje; B – Chladič oleje vzduchový; C – Olejové čerpadlo;
D – Kompenzační členy ventilů; E – Olejové trysky; F - Ložiska

1.6 Testování olejových van – hledání optimálního sacího bodu

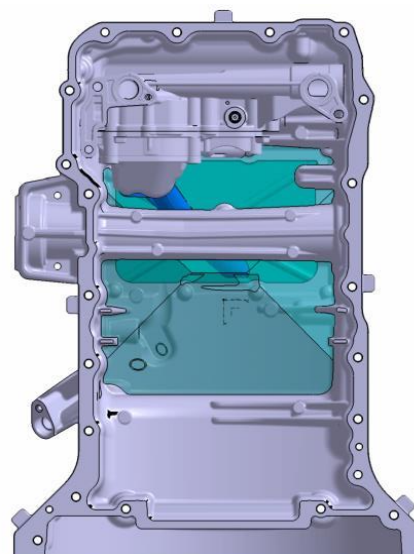
Během konstrukce olejové vany je potřeba najít optimální umístění tzv. sacího bodu. Tím je myšlené místo dané třemi souřadnicemi, na které se umístí střed sacího hrdla.

Při pohybech vozidla dochází k přelévání oleje uvnitř olejové vany. Tento jev je nejzřetelnější například při průjezdu vozidla terénem, kdy dochází k velkým (ale poměrně pomalým) náklonům. K výraznému přelévání oleje dochází také vlivem přetížení, které je největší při akceleraci, brzdění a při průjezdu zatáček. Přelévání oleje pak v extrémních případech způsobuje situace, kdy sací trubice není plně ponořena do oleje a nastává nasátí vzduchu. To pak může vyústit i v zadření motoru.

Existuje několik metod jak tento bod najít. První metodou je statická analýza náklonu. Při té je nejprve potřeba získat těleso, které reprezentuje nejmenší přípustný objem oleje ve vaně (minimální doporučené množství oleje, bez objemu oleje, který koluje v potrubí) „otisknutý“ do vnitřního tvaru vany. Následně se zvolí osm směrů, ve kterých se simuluje největší přípustný náklon vozu. Projekcí tohoto náklonu je řez zmíněného tělesa rovinou určenou směrem a úhlem. Nakonec po provedení osmi řezů zůstane těleso přibližně vypadající jako osmiboký jehlan. Ve středu základny tohoto tělesa můžeme přepokládat, že je bod, který bude za daných podmínek vždy zaplněný olejem a tudíž je do něho vhodné umístit sací hrdlo. Výhodou této metody je časová a finanční nenáročnost, dá se v podstatě provést v jakémkoli CAD programu. Nevýhodou je samozřejmě nepřesnost daná představou, že olej se při náklonech ve vaně pouze krokově přemísťuje z jedné myšlené polohy do druhé, jde pouze o statickou simulaci.



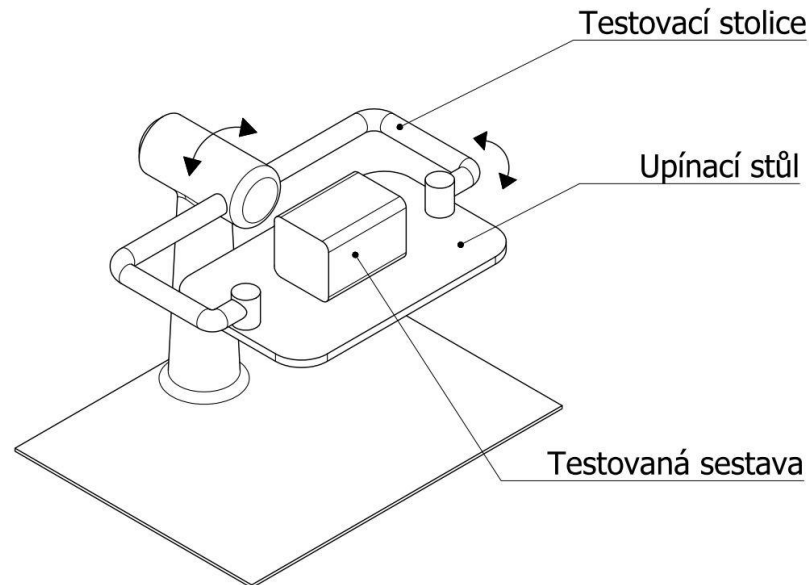
Obr. 11 Náklonová analýza – bokorys



Obr. 12 Náklonová analýza půdorys

Nevýhodu statické simulace vynahrazuje simulace dynamická. Jde ovšem o poměrně složitou úlohu. Kromě pohybů objemu oleje je třeba počítat i se změnou teploty, a tudíž i viskozity v čase nebo například otáčením klikové hřídele a kompresí válců.

Třetí metodou je experiment. K němu je potřeba testovací stolice a vlastní vana. Testovací stolice pro olejové vany je zařízení schopné simulovat přetížení vozu v laboratoři. Je to v podstatě rám se stolem a dvěma otočnými osami, které vyvolávají přetížení.



Obr. 13 Schéma testovací stolice

K naprosto přesné simulaci je nezbytné na testovací stolici umístit kompletně nastrojený motor. Pro to jsou ale většinou uzpůsobeny jen stolice na komplexní testování celého motoru. Hlavní parametry, které zde určují cenu, jsou hmotnost testované sestavy a zrychlení, které je potřeba vyvolat. To se pak promítá v použitém pohonu os. U hmotných sestav, kde je nutné dosáhnout velkých zrychlení, se používají momentové motory.

Samotný experiment se provede následovně: Nejprve se určí výchozí poloha sacího bodu. Provede se testovací cyklus sestavený ze série pohybů kopírujících například přetížení na určitém testovacím okruhu. Výsledkem může být kruhový diagram zaznamenávající polohy, ve kterých byl nasán vzduch místo oleje. Poté se změní poloha sacího bodu a cyklus se opakuje. V ideálním případě by mělo být vybráno takové umístění, při kterém nedojde k nasátí žádného vzduchu při daných parametrech přetížení. V praxi se ovšem měří procentuální podíl vzduchových bublin v nasávaném objemu oleje, jelikož určité množství bublin je přípustné a vzniká hlavně točením klikové hřídele.

Výhodou tohoto řešení je samozřejmě relativní přesnost výsledků, nevýhodou jsou ovšem značné náklady na pořízení testovací laboratoře s testovací stolicí. Na rozdíl od dříve popsaných metod, které pracovaly pouze s CAD modelem, je zde potřeba mít k dispozici samotnou olejovou vanu (ať už její reálnou odlitou podobu, nebo například model vytištěný na 3D tiskárně), blok motoru, klikovou hřídel, ojnice a písty. Tento způsob testování je vhodný pro finální fázi vývoje motoru.

Ve společnosti MBtech Bohemia se nyní v rámci interního projektu vyvíjí stolice, která dokáže sestavě o určité hmotnosti udělit určité zrychlení. Na pohyb oleje ve vaně má, kromě vlastních pohybů, vliv mnoho faktorů. Největší z nich je rotující kliková hřídel a komprese válců. Tato testovací stolice tedy hýbe se sestavou složenou z naplněné olejové vany, bloku motoru s otáčející se klikovou hřídelí, elektrickým pohonem pro klikovou hřídel, sací trubici, olejovým čerpadlem a s pohybovým mechanismem sací trubice.

Posledně zmiňovaná komponenta je předmětem této práce a má za úkol měnit polohu sacího bodu k dosažení optimální polohy sací trubice během testování, aby nebylo nutné při každé změně sacího bodu celou sestavu znovu rozebrat, ručně přestavovat polohu hrdla a následně vše smontovat a utěsnit, pokud dojde během testu k nasátí bublin.

1.7 Historické řešení pohybu sacího bodu při testování olejových van

Vzhledem k povaze testovacích zařízení, která jsou umístěná v laboratořích automobilek a dalších firem zabývajících se vývojem v automobilovém průmyslu, mizivému počtu zdrojů, ze kterých by bylo možné tento problém studovat, je obtížné navázat na určitý kontext tohoto technického problému. Je také možné, že automobilky řeší problém nasátí vzduchu při testování tak, že mají dané umístění sacího bodu a testování používají pouze jako ověření celého řešení. Pokud při testu dojde k nasátí vzduchu, změní se tvar vany, případně množství oleje, což se ale zdá být jako velký zásah, vzhledem k tomu, že stačí posunout sací bod. Přizpůsobení sací trubice novému sacímu bodu s sebou ale přirozeně také nese nutnost určitých úprav.

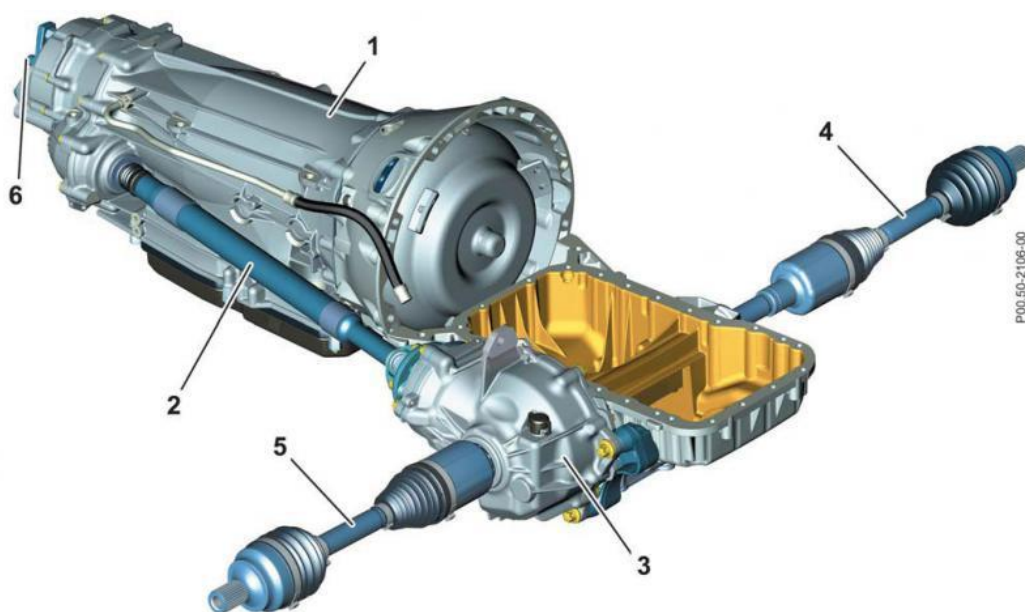
2. Specifikace požadavků

V této části práce dojde k podrobnému rozpracování požadavků na pohybový mechanismus, jak již bylo zmíněno v úvodu. Cílem je vytvořit zařízení, které bude schopné posouvat se sacím bodem ve dvou osách, v rozsahu ± 20 mm ve vodorovné rovině, při pevné vertikální souřadnici. Rozsah ± 20 mm byl zvolen proto, že se předpokládá rozumné výchozí umístění, které bude pomocí mechanismu pouze laděno. Nicméně pokud se ukáže, že tento rozsah je nedostačující, bylo by vhodné mechanismus zkonstruovat tak, aby se tento rozsah dal změnit jen minimálním zásahem. Požadovaná přesnost posuvu je 0,5 mm.

Vertikální souřadnice je určena na pevně, protože hrdlo musí být v určité výšce od dna vany, aby nedocházelo, vlivem podtlaku od čerpadla, k přísátí ke dnu vany. Z tohoto důvodu je někdy ústí sacího hrdla opatřeno vroubkováním (výstupky), které by úplnému přísátí zabránilo.

Dalším požadavkem je značná univerzálnost řešení, která počítá s kompatibilitou u všech budoucích van. To vyžaduje analyzovat dosavadní moderní typy olejových van a odhadnout určité proporční limity, kterým bude zařízení ještě vyhovovat. Místo, ve kterém je sací bod umístěn tvoří přibližně hranolovitý prostor, který je omezen dnem, stěnami vany a ve svislém směru i rotující klikovou hřídelí, případně dílem, který sbírá stékající olej a navádí ho do prostoru vany. V tomto prostoru se ovšem dále nacházejí ještě různé výztuhy, nálitky pro tunel hnací hřídele, nebo například olejový senzor. S těmito překážkami je tedy nutné také počítat. Dalším předpokladem je, že testované vany budou nejčastěji navrženy pro řadové čtyřválcové a šestiválcové do V.

Materiál testovaných van nemusí nutně odpovídat materiálu, ze kterého bude zhotoven sériový díl (hliník litý pod tlakem), jelikož půjde o před sériové verze van, které mohou být například odlité z hliníku do pískové formy, vyfrézovány z bloku hliníku, případně vytištěny na 3D tiskárnách z kovových, nebo nekovových materiálů. Pokud jde o měřítko, je vždy přepokládán model ve skutečné velikosti, aby bylo možné ho spojit s ostatními díly jako je například blok motoru.



Obr. 14 Příklad umístění olejové vany v motoru [12]

Další součást, se kterou musí být mechanismus kompatibilní, je sací roura. V sériovém voze, je to nejčastěji poměrně složitý, tuhý plastový díl, který může mít i jiný než kruhový průřez. Tento díl je připevněný ke kanálu vedoucímu do olejového filtru a ve vaně je uchycen šrouby, například na připravené nálitky. Při testování, ale nemusí být finální podoba této roury ještě k dispozici a také je od ní vyžadována schopnost nechat se, v rámci rozsahu posuvu, přemísťovat a mírně prodlužovat, proto použití sériové sací roury pro testování ani není žádoucí. Tomuto požadavku by mohly dobře vyhovovat pružné plastové materiály. Velikost vnitřního průřezu této roury by navíc měla odpovídat velikosti průřezu roury použité u daného vozu, aby byl zachován odpovídající průtok oleje. Roura musí být také patřičně tuhá, aby nedošlo ke zmenšení vnitřního profilu roury vlivem podtlaku od čerpadla.

Od mechanismu je také vyžadováno, aby co nejméně (v ideálním případě vůbec) zasahoval do vnitřního prostoru vany při testovacím cyklu, to by mohlo do jisté míry znehodnotit výsledky experimentu. Z toho plyne, že je potřeba umístit co nejvíce součástí mechanismu ven z vnitřního prostoru vany a ty součásti, které zůstanou uvnitř vany, je vhodné zkonstruovat co nejsubtilnější bez výrazných ploch, které by ovlivňovaly pohyby objemu oleje uvnitř vany. Současně ale musí být částí mechanismu dostatečně tuhé, aby je neovlivňovalo přetížení a byla zachována přesnost měření.

Vlastnímu testování vany bude vždy předcházet montáž celé sestavy (vana, blok, kliková hřídel, olejové hospodářství, mechanismus posuvu). Poté, co se celá sestava smontuje a utěsní, bude vyzdvižena jeřábem na testovací stoličce a následně uchycena a připojena ke stolu. Proto je třeba klást důraz na to, aby instalace mechanismu nebyla zbytečně složitá, zdoluhavá, náročná na utěsnění. Z toho důvodu je vhodné se vyvarovat větším zásahům do stěn vany.

Cena posuvového mechanismu by měla být přiměřená a odpovídat uvedené přesnosti.

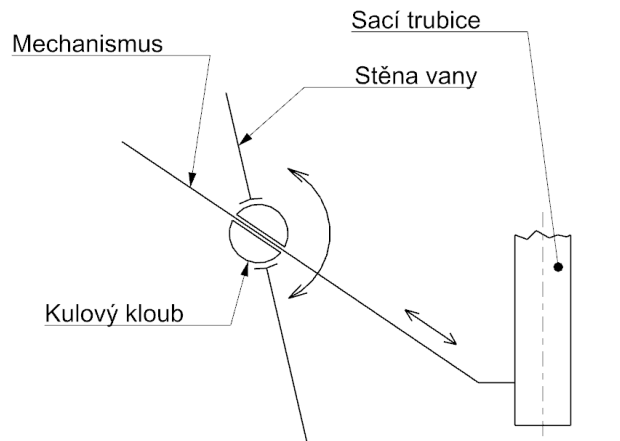
Z výše uvedených poznámek je vidět, že kladené požadavky jdou často proti sobě. Dále je vidět, že mechanismus bude muset být značně variabilní a snadno smontovatelný. Jako výhodné řešení se tedy jeví forma jakési univerzální sady, která využívá testované vany, jako tělesa, na které se dají například připevnit části mechanismu. Naopak připevnění mechanismu k rámu stoličce je nevýhodné, připojovací části by musely být delší než v případě uchycení k vaně a samotná testovací stoličce je aktuálně také ve fázi návrhu.

3. Varianty řešení

Nyní, když jsou známy všechny parametry a omezení, dojde k popsání několika variant konkrétních koncepcí. Z těchto koncepcí bude nakonec, pomocí bodového ohodnocení, vybráno jedno, které pak dostane reálné obrysy.

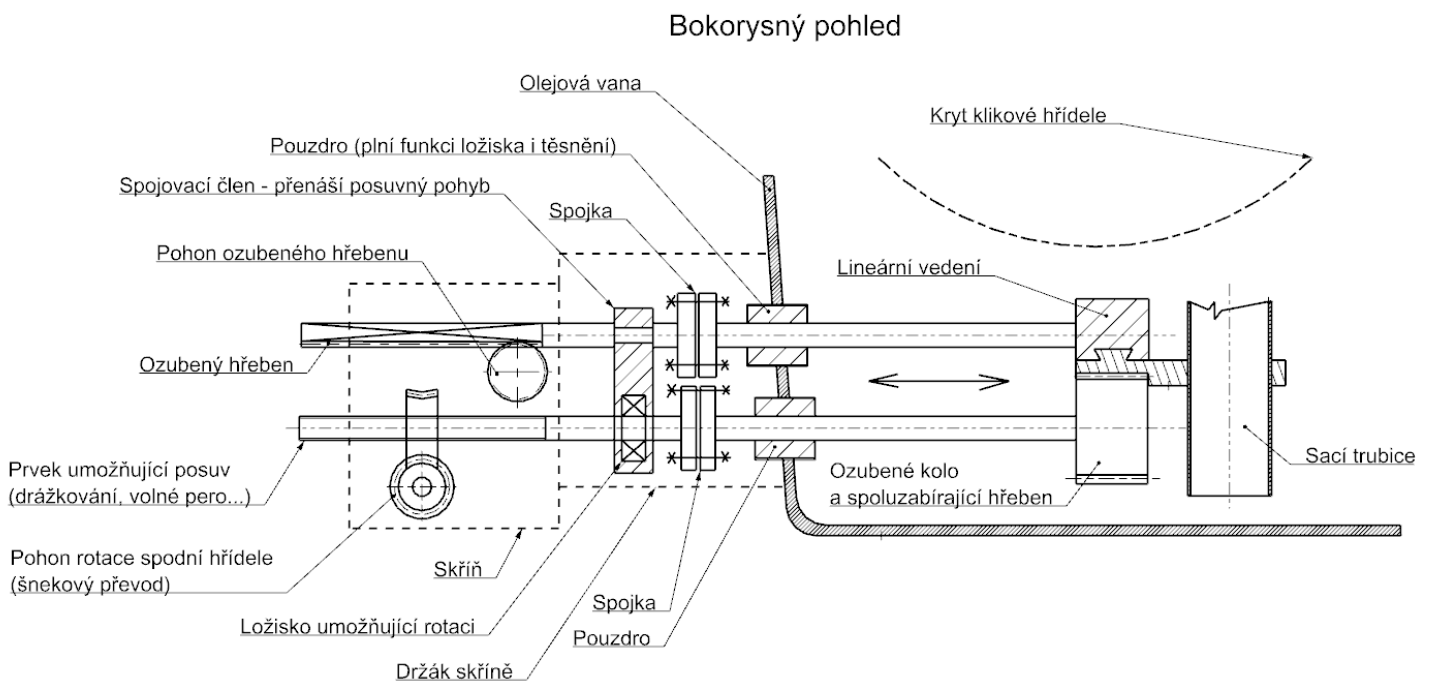
První koncepce má název „Kulový kloub ve stěně vany“. Toto řešení vychází z představy, jak co nejjednodušeji pohybovat se sací trubicí. Ve stěně vany je umístěn kulový kloub. Skrz kloub prochází vodící tyč, která se může skrz kloub posunovat a zároveň rotovat v kloubu. Na konci tyče je uchycena sací trubice. Posunem a náklonem tyče lze měnit polohu trubice, ale je zde obtížné vymyslet jednoduchý princip převodu těchto pohybů na dva posuvy v rovině rovnoběžné se dnem vany.

Bokorysný pohled



Obr. 15 Schéma varianty „Kulový kloub“

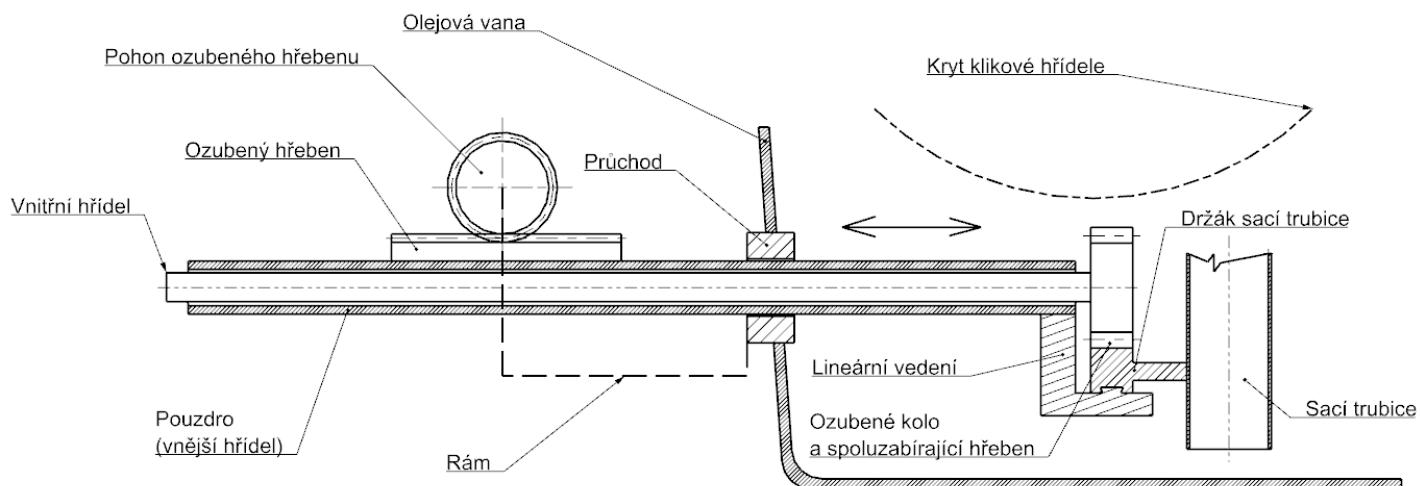
Druhou koncepcí jsou dvě rovnoběžné hřídele. Toto řešení vzniklo jako reakce na problém, že do vany je obtížné, vzhledem k různým překážkám uvnitř vany, umístit dva vzájemně kolmé posuvové šrouby. Proto se zde využívá dvou rovnoběžných hřídelí. Horní hřídel zajišťuje posuv ve vodorovné ose. Dochází zde k přeměně rotačního pohybu ozubeného kola na posuv hřebenu spojeného s horní hřídelí. Posuvu v ose kolmé k obrázku se docílí transformací rotačního pohybu šnekového kola na rotační pohyb dolní hřídele, tento pohyb je dále přenášen na čelní ozubené kolo, které zabírá s ozubeným hřebenem, na kterém je držák sací trubice.



Obr. 16 Schéma varianty „Rovnoběžné hřídele“

Třetí koncepcí je dutá hřídel. Ta v podstatě sdružuje funkce jednotlivých hřídelí z předchozího řešení do jediného zařízení. Díky tomu je výsledná konstrukce více kompaktní a méně složitá.

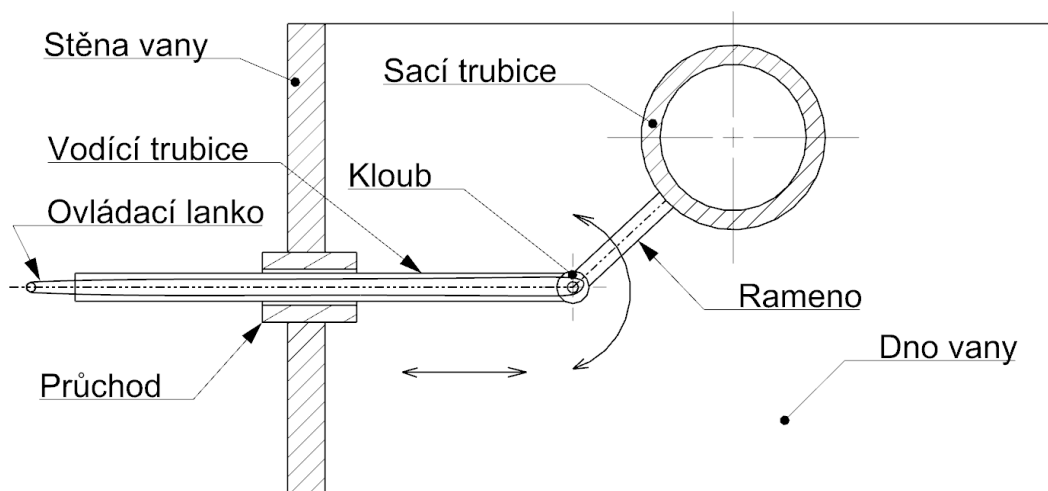
Bokorysný pohled



Obr. 17 Schéma varianty „Dutá hřídel“

Čtvrtou koncepcí je dutá hřídel s lankovým převodem. Tato koncepce využívá ovládací trubici, skrz kterou je vedeno lanko ovládající otočné rameno, ke kterému je uchycena sací trubice. Ovládací trubice se může skrz průchod ve stěně vany posouvat, rameno koná kývavý pohyb do stran a tím je pokryt potřebný rozsah posuvu.

Půdorysný pohled



Obr. 18 Schéma varianty „Lankový převod“

4. Kritéria bodového výběru

Pro vyhodnocení nejvhodnější konstrukce je třeba, z množiny všech nároků na mechanismus, stanovit několik jasně měřitelných parametrů, mezi kterými se budou jednotlivé varianty porovnávat. Současně je ale třeba, při výběru nejlepší varianty, myslet i na ostatní výše zmíněné nároky.

Nejdůležitějším parametrem z pohledu účelu zařízení je, aby v testované vaně zabíralo co nejméně místa, tím se i docílí co možná nejmenšího zkreslení výsledků testování.

Dalším důležitým parametrem je náročnost montáže, ta by měla být relativně jednoduchá, rychlá, bez potřeby nějakých speciálních nástrojů.

Podobně i ovládání by mělo být jasné a jednoduché. Není například žádoucí, aby výstup z měřicího zařízení bylo třeba nějak dál přepočítávat, nebo převádět.

Posledním kritériem je cena. Zařízení by nemělo využívat drahé technologie, které by ve výsledku například znamenaly, že jeho cena bude vyšší než zbytek testovací stolice.

4.1 Výsledek bodového hodnocení

	Bodové ohodnocení variant				Body celkem
	Kritéria				
	Zástavbový prostor	Náročnost montáže	Náročnost ovládání	Cena	
Varianta	váha = 3	váha = 2	váha = 2	váha = 1	
Kulový kloub	3	2	0	3	16
Rovnoběžné hřídele	1	1	3	2	13
Dutá hřídel	2	2	3	2	18
Lankový převod	2	2	1	3	15

Tab. 1 Hodnocení variant

5. Řešení vlastní konstrukce

Vítězným řešením je tedy „Dutá hřídel“. Toto řešení je nejvíce sofistikované, kombinuje v sobě relativně malý zástavbový prostor, poměrně snadnou montáž i jednoduchou obsluhu. Nyní bude následovat rozpracování vlastní konstrukce mechanismu. Než ale dojde ke konkrétnímu popisu konstrukce, je třeba provést pevnostní kontroly.

Vzhledem k tomu, že mechanismus je ovládán ručně (s možností budoucího dovybavení krokovými elektrickými motory), hřídele přenáší jen takové zatížení, které vyvine obsluha. Jedná se v podstatě o jemné měřicí zařízení, proto se předpokládá i tomu odpovídající zacházení a na hřídele je tedy vyvíjen jen velmi malý točivý moment.

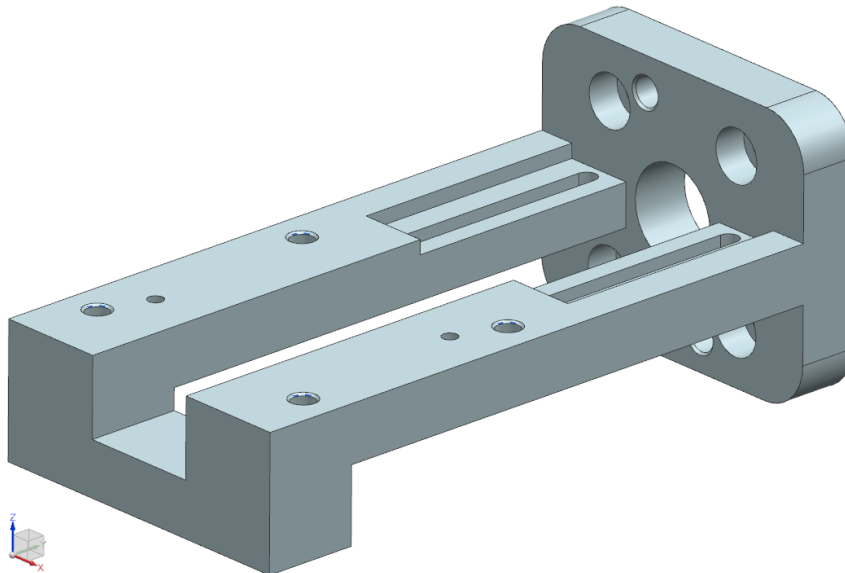
Nejvíce zatěžovanou součástí je rám mechanismu, který nese hmotnost téměř všech ostatních komponent a je také zatěžován setrvačnými momenty při naklápění soustavy.

Následující kapitola bude tedy věnována pevnostní kontrole rámu a až poté bude popsán celý mechanismus.

5.1 Pevnostní kontrola rámu

Rám mechanismu je vetknutý do stěny olejové vany, nese tedy hmotnost všech ostatních komponent. To způsobuje ohyb rámu a ten může zhoršit přesnost odměřování. Proto je nezbytné zkontrolovat, jaký vliv tato hmotnost má, a případně podle toho rám vyztužit.

Zjednodušení úlohy bude spočívat v nahrazení součástí, které rám ohýbají, hmotným bodem, v těžišti těchto součástí, o hmotnosti rovné součtu hmotností všech součástí.



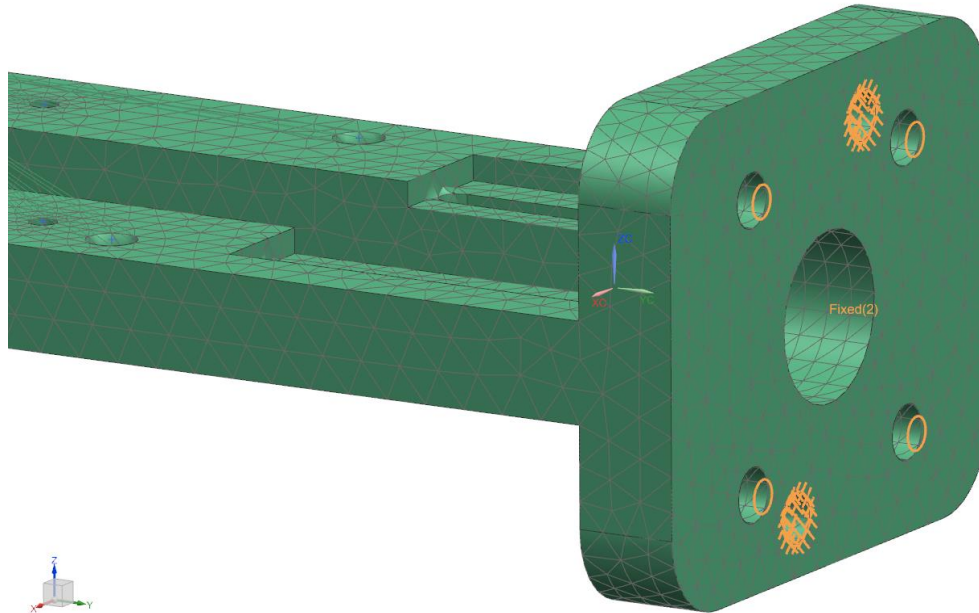
Obr. 19 Rám

5.2 Materiálové charakteristiky

Konstrukce je tvořena jedním frézovaným dílem z konstrukční oceli S235.

5.3 Okrajové podmínky

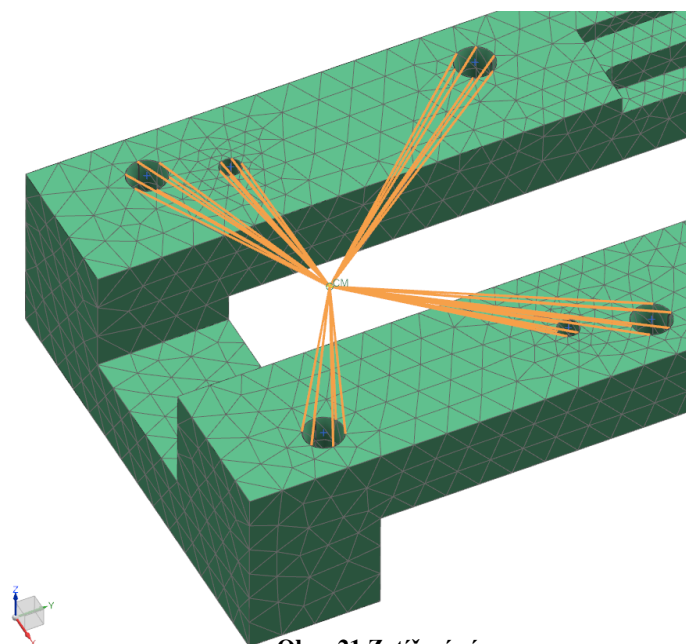
Rám je pomocí čtyř šroubů M6 a dvou kolíků spojený s dílem navařeným do stěny olejové vany. Okrajové podmínky jsou tedy definovány odebráním všech stupňů volnosti odpovídajícím otvorům v rámu.



Obr. 20 Okrajové podmínky

5.4 Zatížení rámu

Rám je zatížen gravitační silou od hmotného bodu nahrazujícího hmotu působících součástí. Hmotnost tohoto hmotného bodu je 4,2 kg. Hmotný bod je pak spojen pomocí absolutně tuhých prvků s otvory, pomocí kterých je připojena skříň převodovky, nesoucí téměř všechny okolní součásti.



Obr. 21 Zatížení rámu

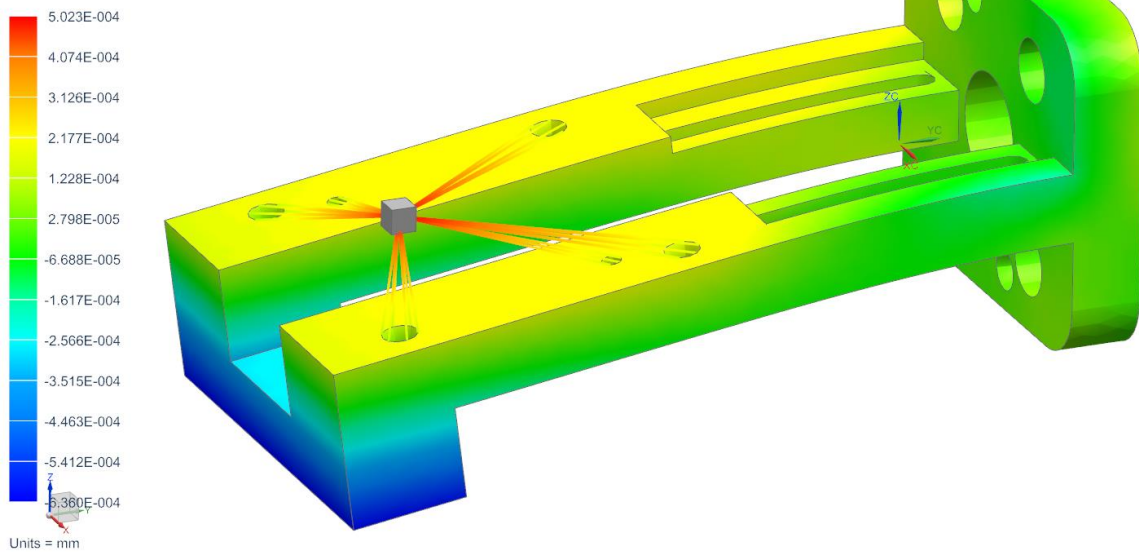
5.5 Použitá síť

Rám je zasíťován pomocí 3D prvků C-TETRA10 s velikostí elementů 5 mm. Právě tyto prvky jsou vhodné pro popis složitějších objemů materiálu.

5.6 Vyhodnocení výsledků simulace

Posunutí v ose x

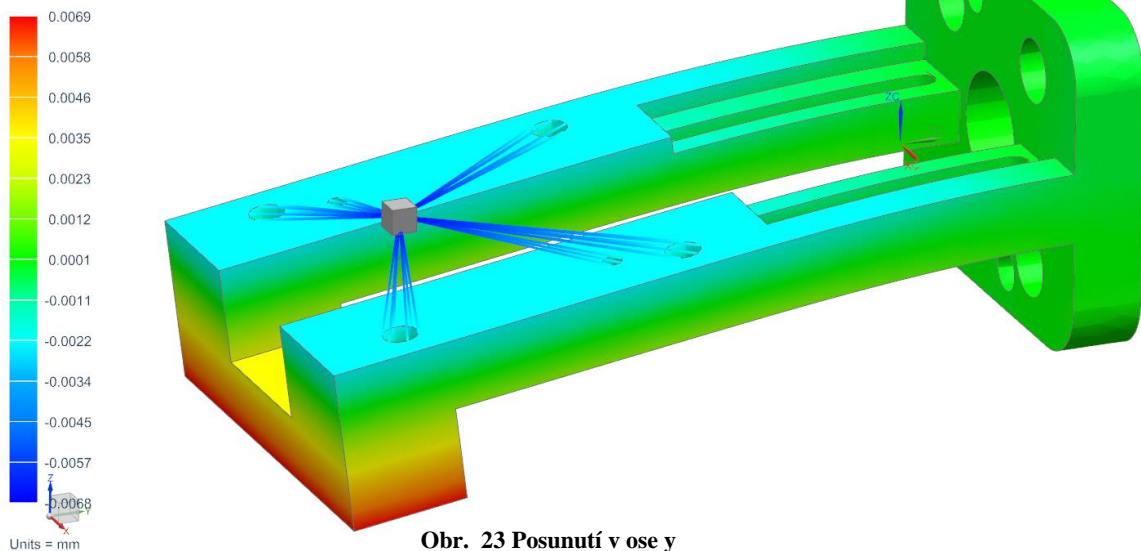
konstrukce mk2_sim2 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Displacement - Nodal, X
Min : -6.360E-004, Max : 5.023E-004, Units = mm
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 22 Posunutí v ose x

Posunutí v ose y

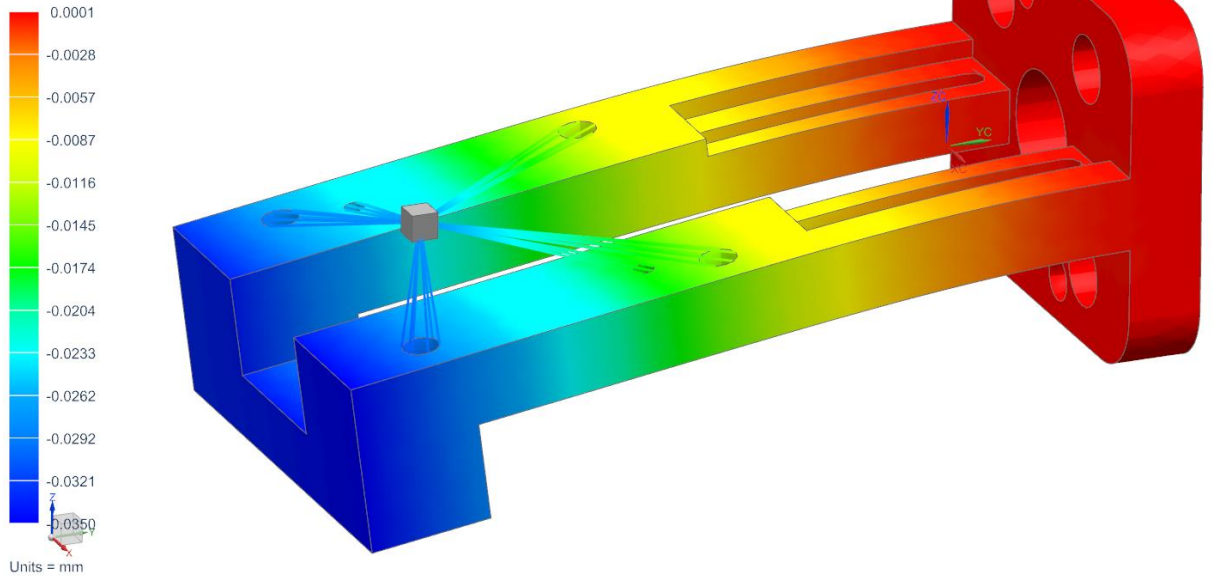
konstrukce mk2_sim2 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Displacement - Nodal, Y
Min : -0.0068, Max : 0.0069, Units = mm
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 23 Posunutí v ose y

Posunutí v ose z

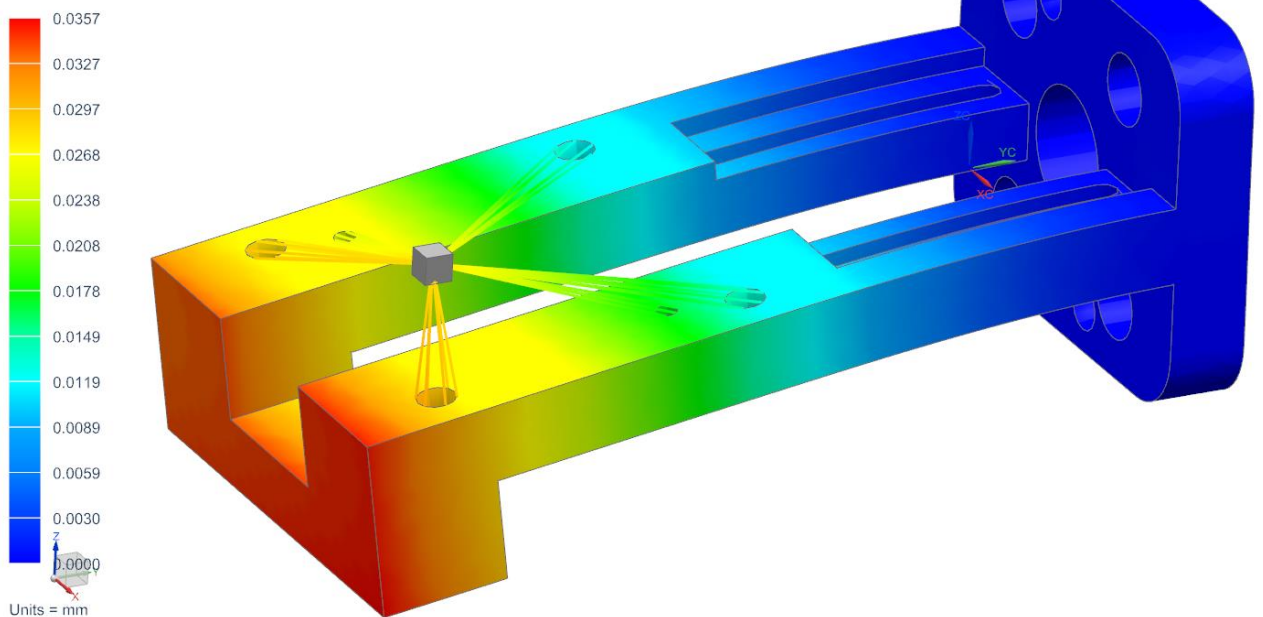
konstrukce mk2_sim2 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Displacement - Nodal, Z
Min : -0.0350, Max : 0.0001, Units = mm
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 24 Posunutí v ose z

Celkové posunutí

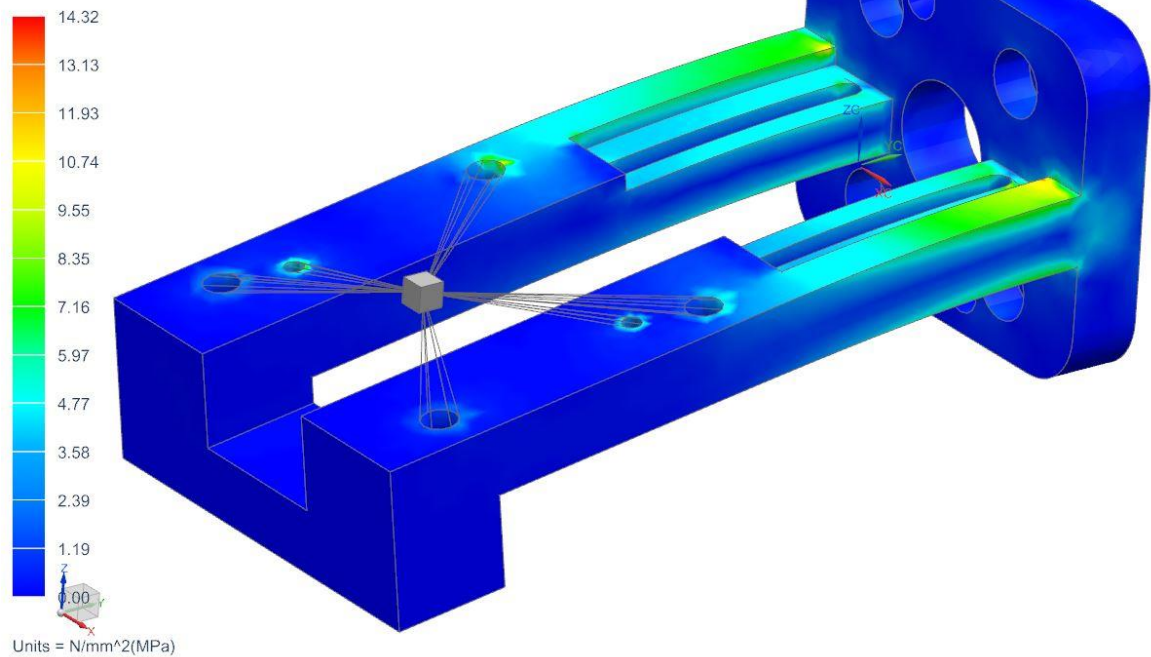
konstrukce mk2_sim2 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Displacement - Nodal, Magnitude
Min : 0.0000, Max : 0.0357, Units = mm
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 25 Celkové posunutí

Napětí

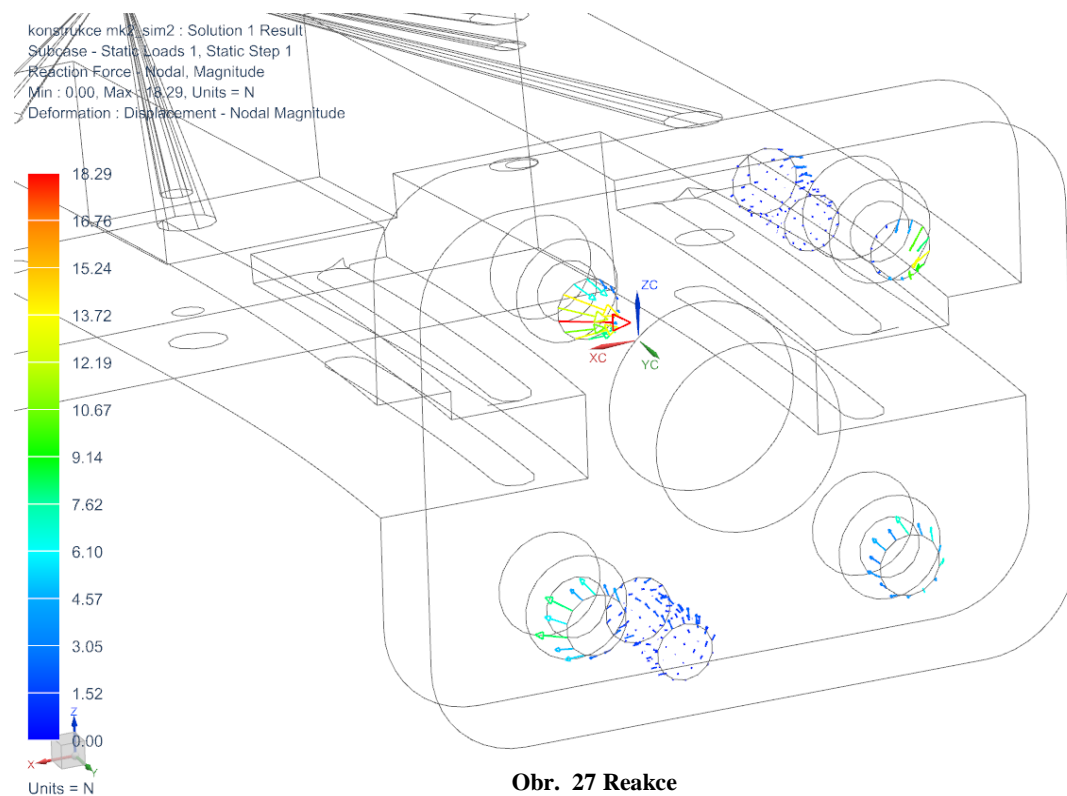
konstrukce mk2_sim2 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Stress - Element-Nodal, Averaged, Von-Mises
Min : 0.00, Max : 14.32, Units = N/mm²(MPa)
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 26 Napětí

Reakce

konstrukce mk2_sim2 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Reaction Force - Nodal, Magnitude
Min : 0.00, Max : 18.29, Units = N
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 27 Reakce

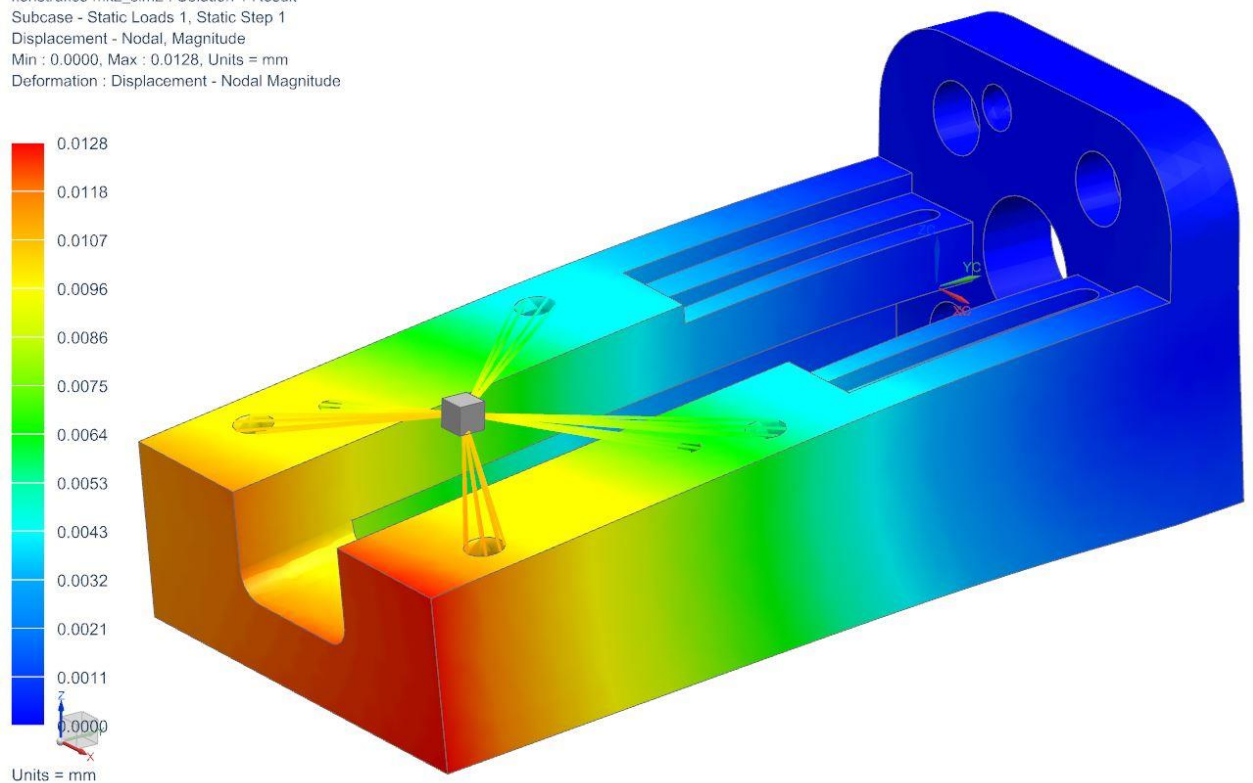
Výsledky z hlediska napětí jsou příznivé, stejně jako hodnoty posunutí. Ale vzhledem k tomu, že je požadovaná přesnost odměřování $\pm 0,5$ mm, průhyb by mohl na delším rameni, které se na mechanismu vyskytuje hned několikrát, působit nepřesnosti. Nyní dojde k optimalizaci rámu za účelem zvětšení tuhosti a tím zmenšení průhybu vyvěšených ramen.

5.7 Optimalizace rámu

Do rámu byla integrována dvě podélná žebra s cílem zvýšit tuhost. Došlo také na optimalizaci několika dalších míst rámu. Vliv těchto zlepšení je zřejmý z aktualizovaných výsledků simulace.

Posunutí v ose x

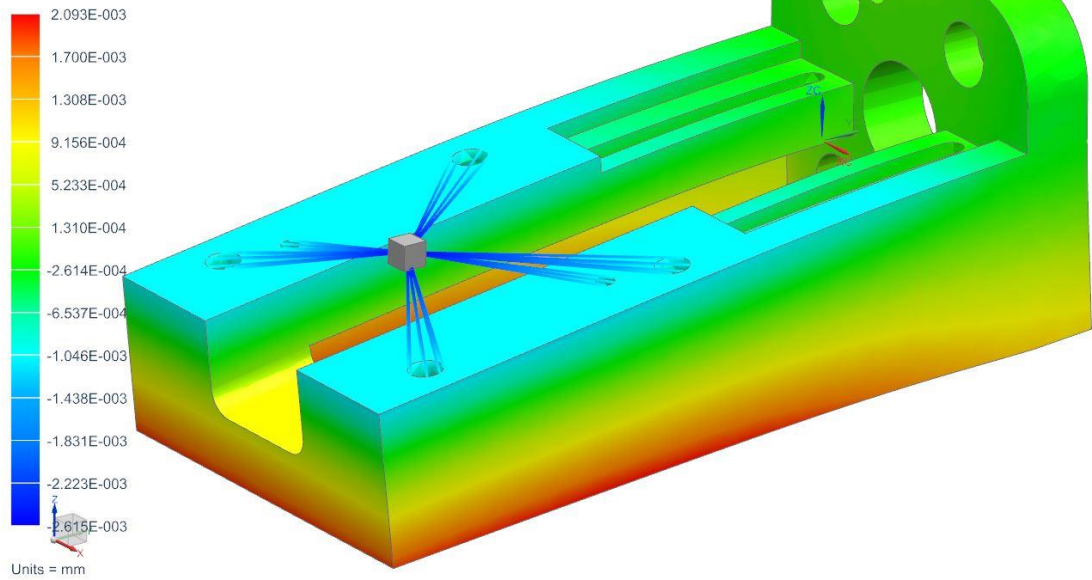
konstrukce mk2_sim2 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Displacement - Nodal, Magnitude
Min : 0.0000, Max : 0.0128, Units = mm
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 28 Posunutí v ose x

Posunutí v ose y

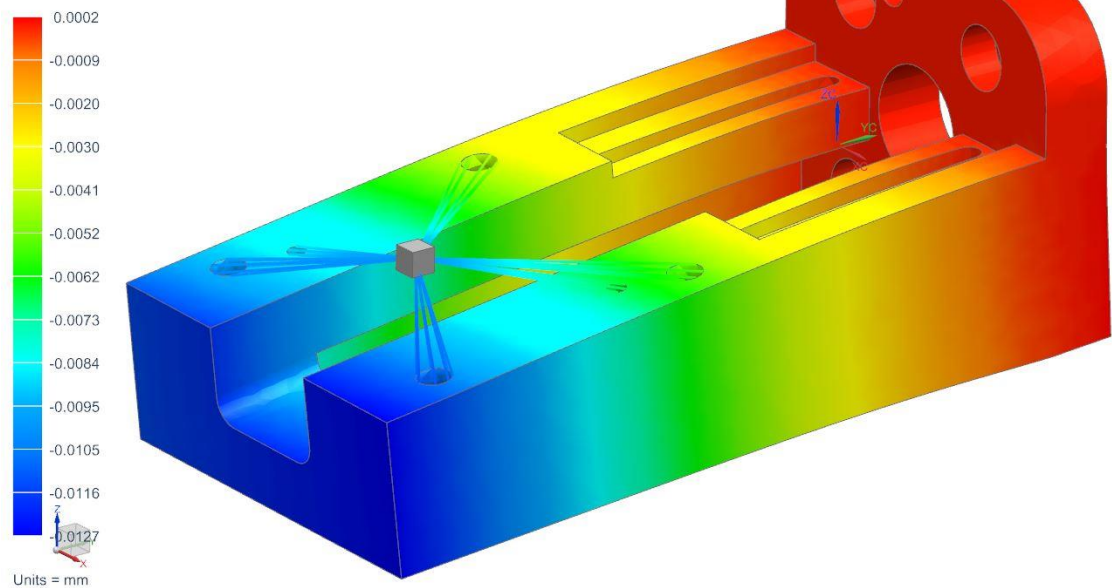
konstrukce mk2_sim2 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Displacement - Nodal, Y
Min : -2.615E-003, Max : 2.093E-003, Units = mm
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 29 Posunutí v ose y

Posunutí v ose z

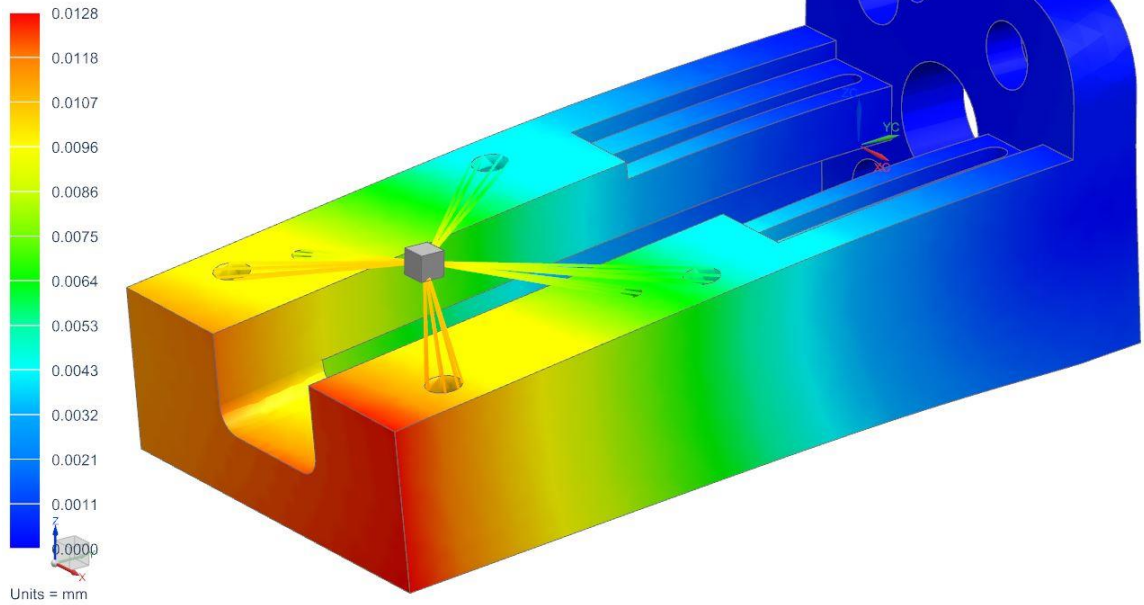
konstrukce mk2_sim2 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Displacement - Nodal, Z
Min : -0.0127, Max : 0.0002, Units = mm
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 30 Posunutí v ose z

Celkové posunutí

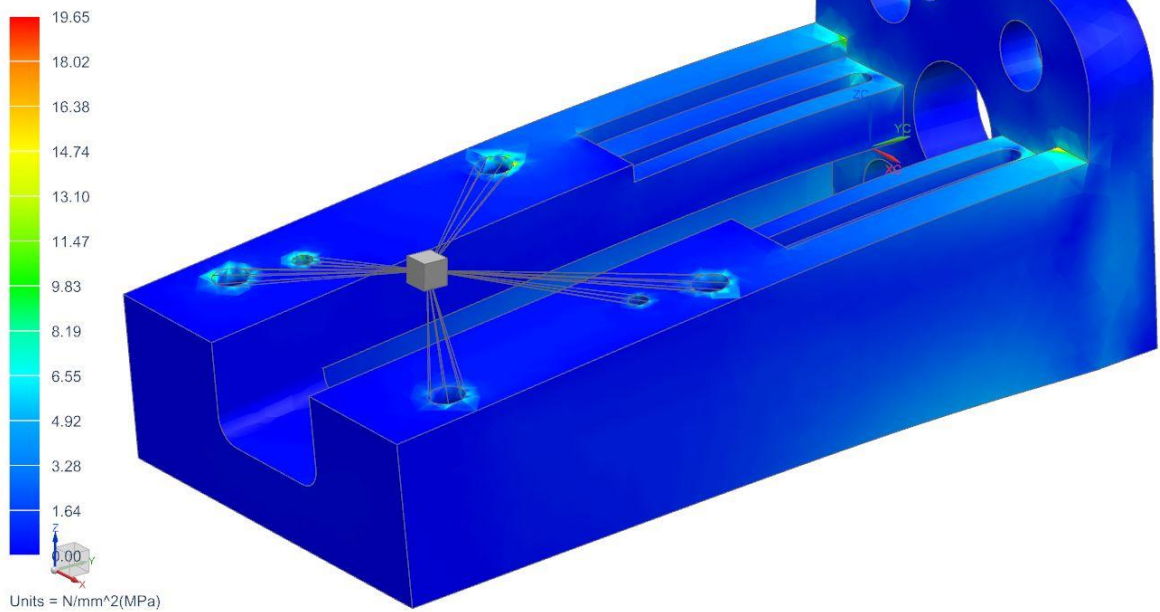
konstrukce mk2_sim2 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Displacement - Nodal, Magnitude
Min : 0.0000, Max : 0.0128, Units = mm
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 31 Celkové posunutí

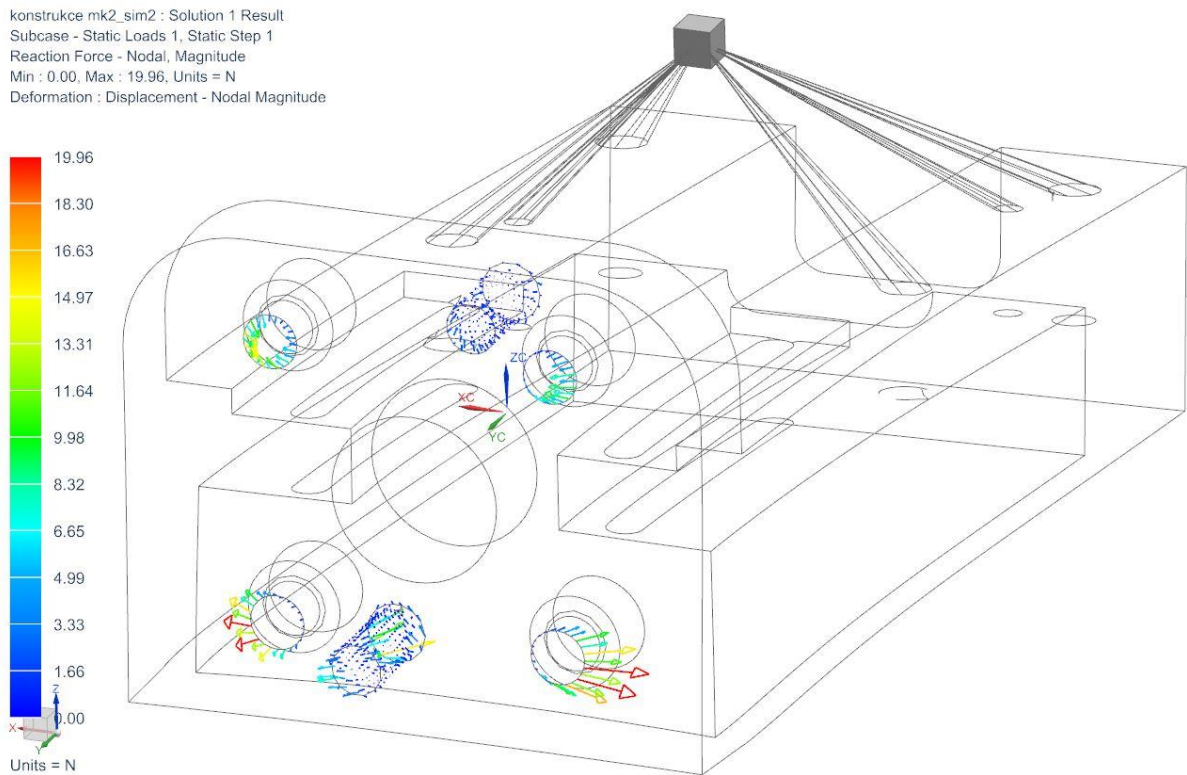
Napětí

konstrukce mk2_sim2 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Stress - Element-Nodal, Unaveraged, Von-Mises
Min : 0.00, Max : 19.65, Units = N/mm²(MPa)
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 32 Napětí

Reakce

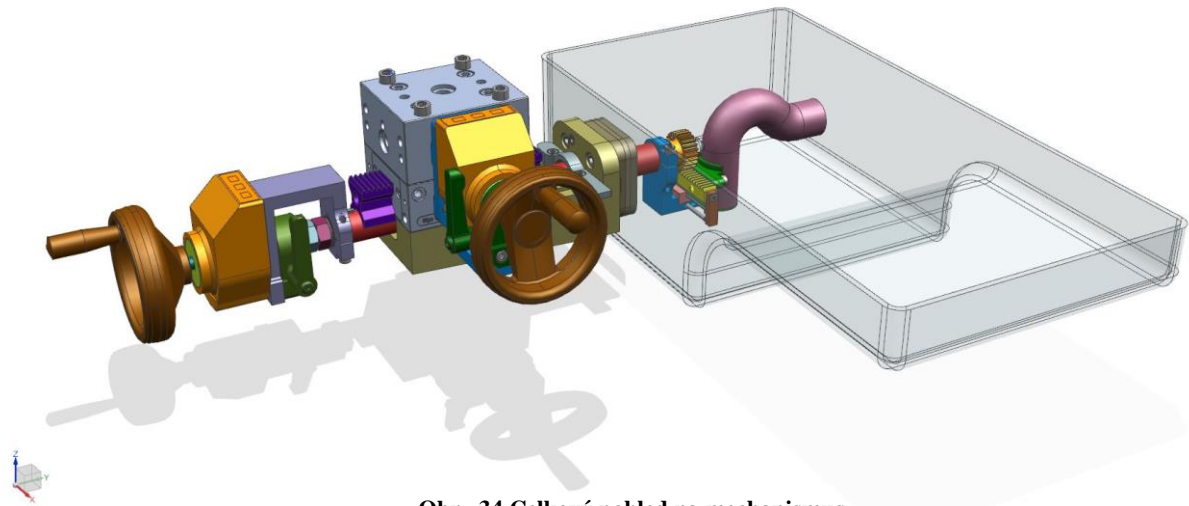


Obr. 33 Reakce

Z výsledků pevnostní analýzy optimalizovaného dílu, je vidět, že se až třikrát zmenšilo posunutí způsobené gravitační silou od hmotného bodu. Dále je vidět, že vyztužením rámu došlo k poklesu napětí v oblasti vetknutí podélné části rámu. Napětí se také částečně přesunulo do oblasti otvorů pro šrouby v dolní části upínací desky rámu. Toto napětí je i celkově největším napětím a překračuje původní maximální napětí neupravené součásti. Rám je tedy vyztužený, přestal se deformovat v původních místech, ale tím se také zvětšily nároky na spodní dva šrouby a kolík v upínací desce rámu.

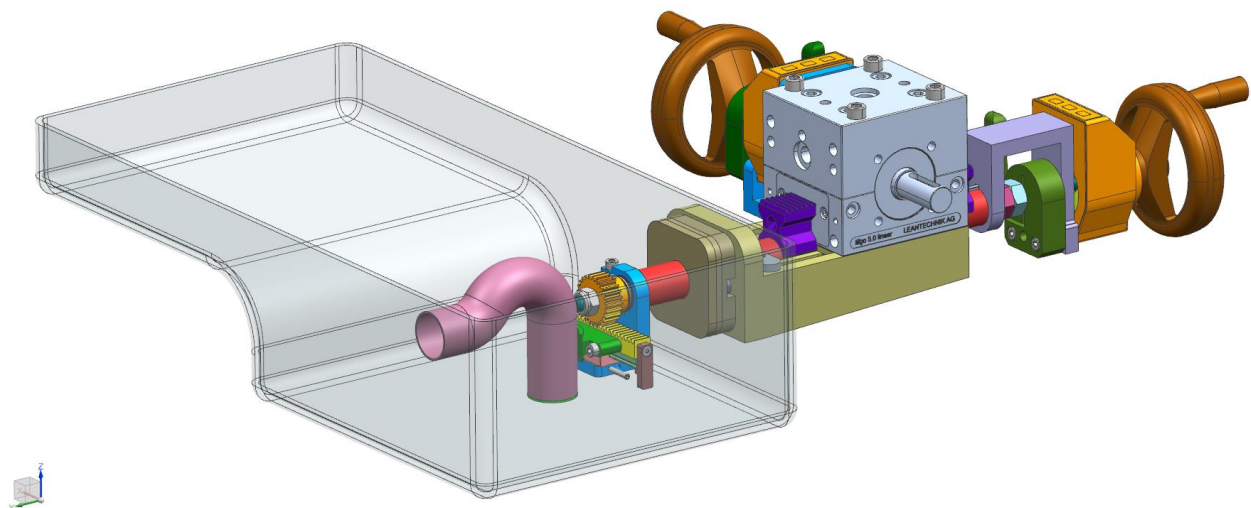
5.8 Popis konstrukce

Výsledné řešení mechanismu má formu otevřeného zařízení bez krytů sestaveného, v co největší míře, ze součástí dostupných na trhu.



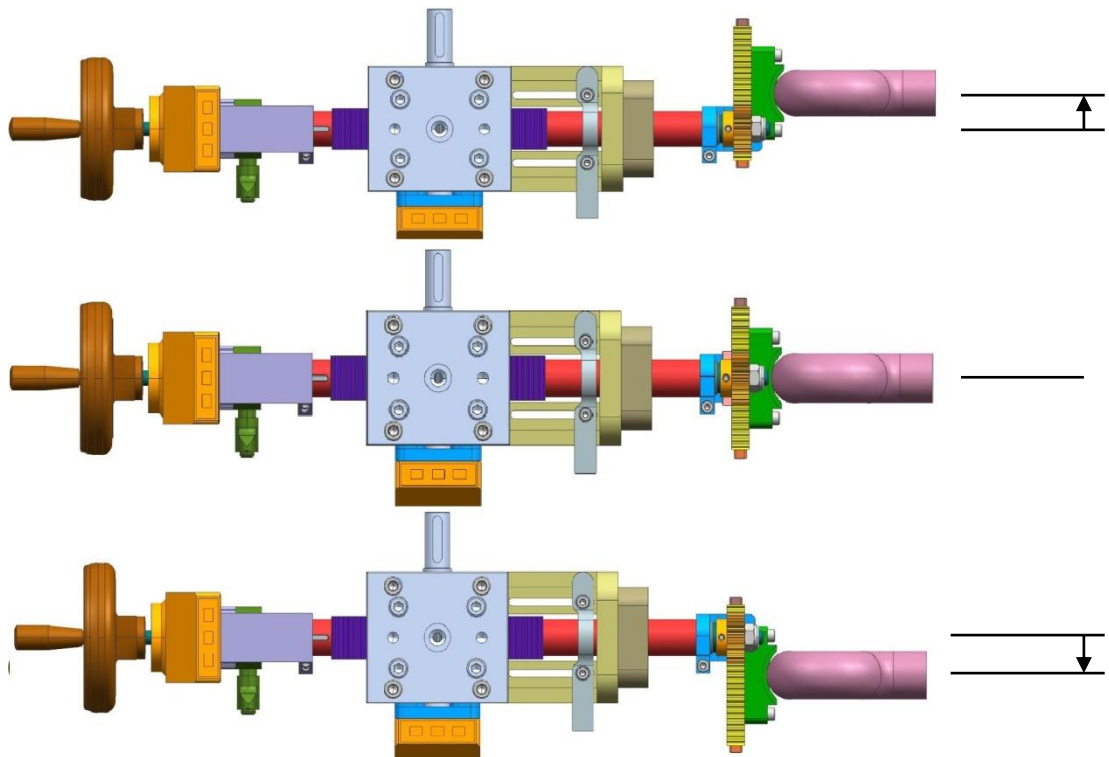
Obr. 34 Celkový pohled na mechanismus

Mechanismus je v podstatě tvořen dvěma na sebe kolnými hřídeli. Každý hřídel má za úkol převádět rotační pohyb ovládacího kola na posuvný pohyb sacího bodu reprezentovaného sací trubici.



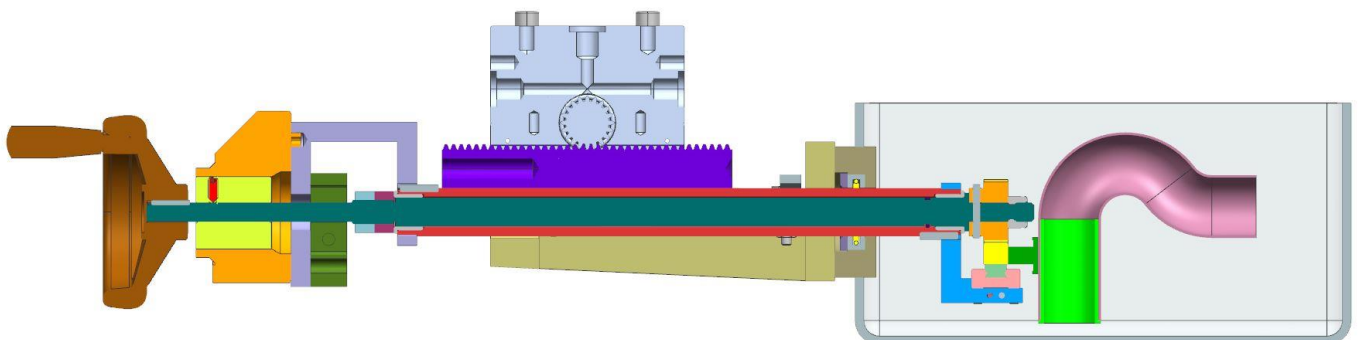
Obr. 35 Zadní pohled na mechanismus

Posuv ve svislé ose (dle Obr. 36 - tato orientace a označení osy je dále zachováno v popisech i na výkresech) tedy vznikne následovně: Ovládací kolo vodorovné (dle obrázku Obr. 36 - tato orientace a označení osy je dále zachováno v popisech i na výkresech) hřídele provede rotační pohyb. Tento pohyb je na konci hřídele (tmavě zelená - Obr. 37) převeden na posuvný pohyb díky ozubenému kolu (oranžové) a ozubenému hřebenu (žlutý). Na tomto hřebenu je dále připevněný držák sací trubice (světle zelený) a tím dojde k jejímu posunutí.



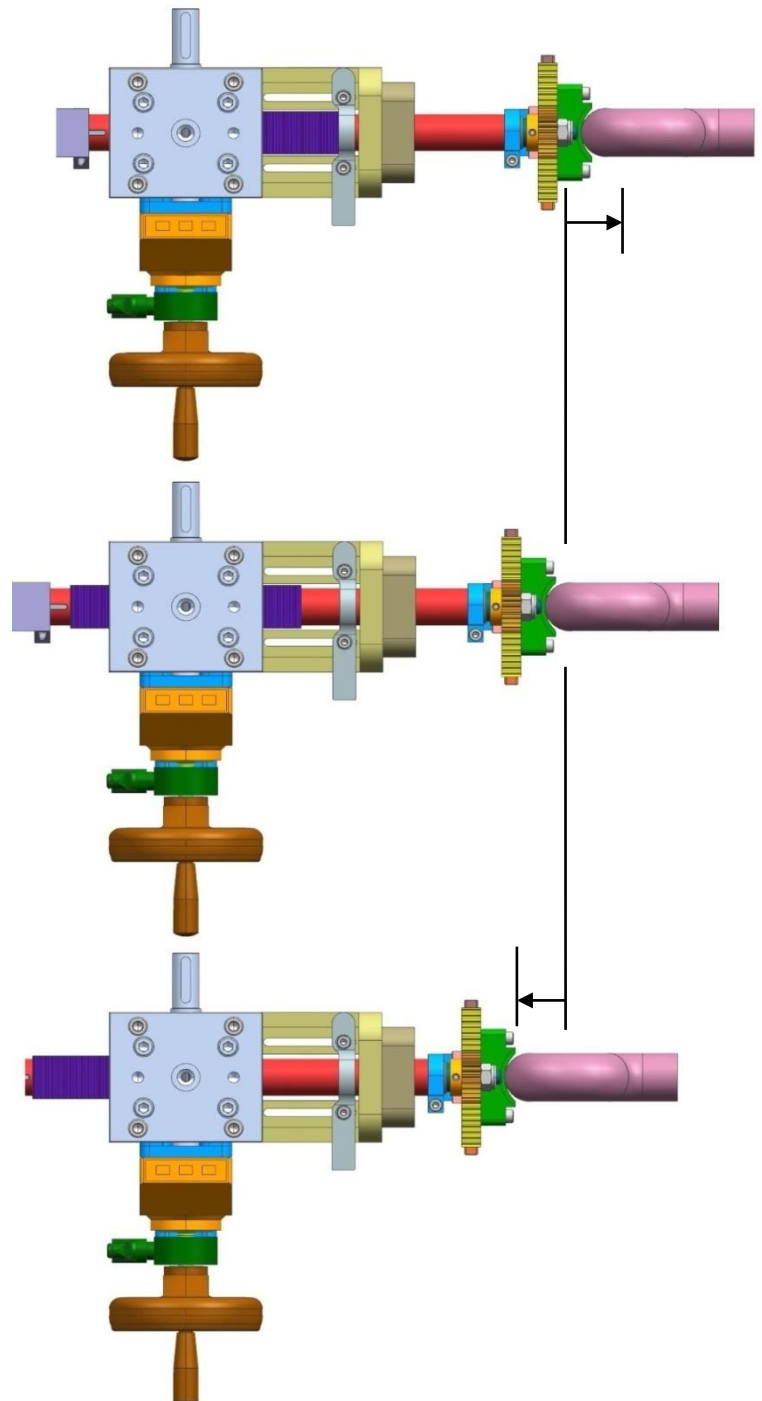
Obr. 36 Funkce svislého posuvu

Na výše uvedeném obrázku je vidět poloha svislého posuvu ve třech polohách, a to sice horní úvrať, střední poloha a dolní úvrať. K hlubšímu porozumění transformace pohybu je na následujícím obrázku vyobrazen řez vodorovnou hřídelí mechanismu.



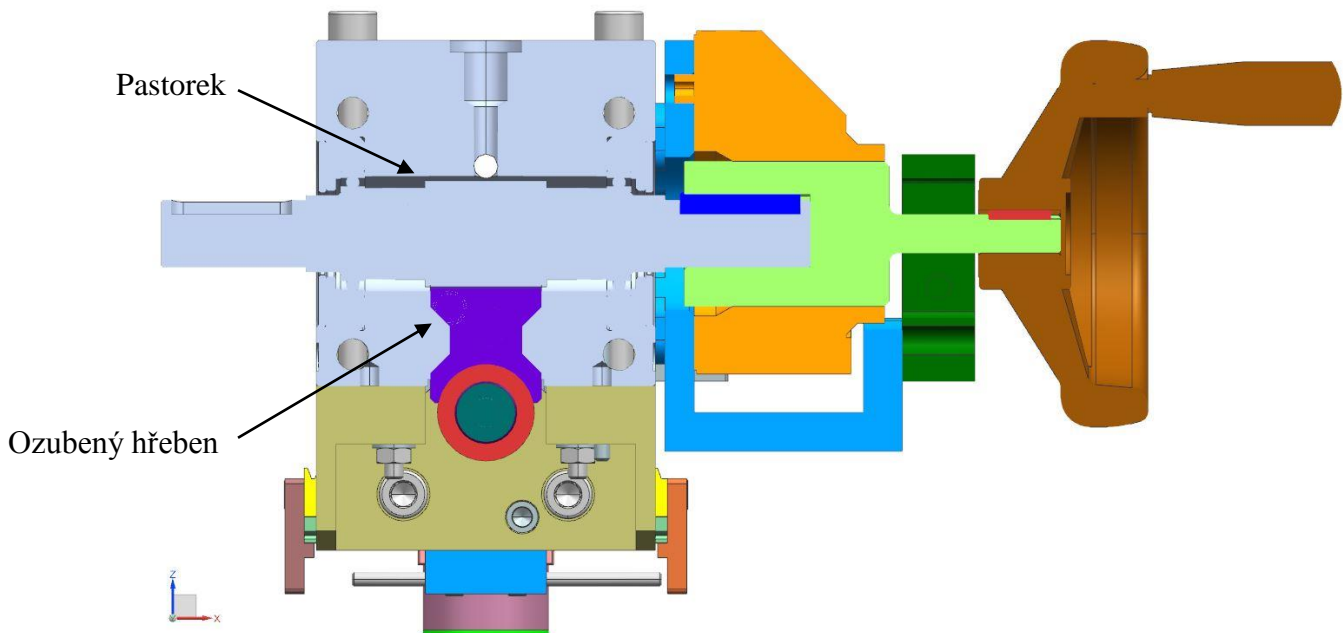
Obr. 37 Řez vodorovnou osou

Posuv ve vodorovné ose je uskutečňován obdobným způsobem. Ovládací kolo svislé hřídele provede rotační pohyb. Tato hřídel je vybavena čelním ozubeným kolem, které je ukryté v převodové skříni (Obr. 39). Ozubené kolo pak zabírá s ozubeným hřebenem (fialový), čímž dochází k transformaci rotačního pohybu na posuvný. Ozubený hřeben se pohybuje v lineárním vedení, které je součástí převodovky a je na pevno spojený s trubicou (červená), na té je pak připevněný i držák sací trubice (světle zelený), a tím dojde k posuvu sacího bodu ve vodorovné ose.



Obr. 38 Funkce vodorovného posuvu

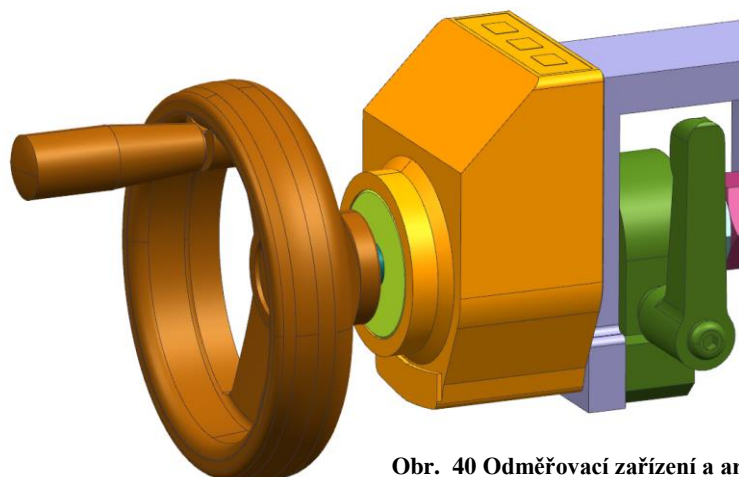
Výše uvedený Obr. 38 analogicky ukazuje ve třech polohách vodorovný posuv. Zmíněné polohy jsou pravá úvrať, střední poloha a levá úvrať. K většímu pochopení funkce vodorovného posuvu je zde uveden řez svislou hřídelí.



Obr. 39 Řez svislou osou

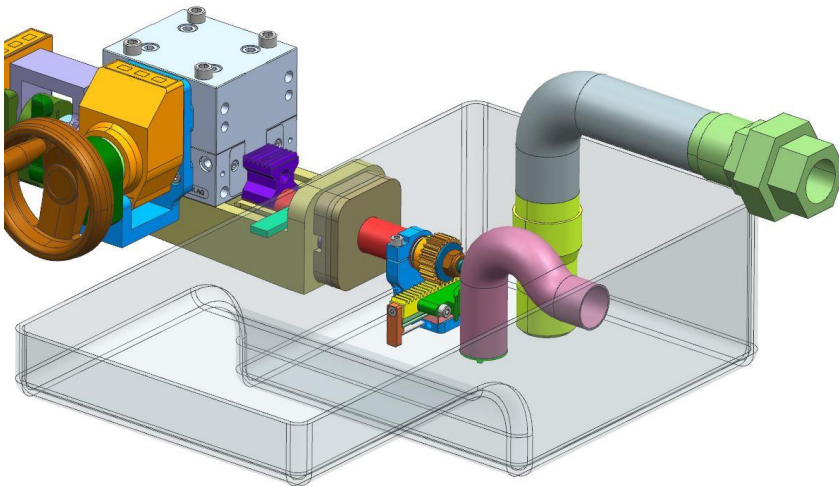
Součástí každého posuvu je i odměřovací zařízení a aretace. Odměřovací zařízení je na pevně spojené s rámem a prochází skrz něj hřídel posuvu. Zařízení je vybaveno digitálním displejem, ovládacími tlačítky a dokáže zaznamenávat úhlovou dráhu a pomocí nastavitelného převodu ji přepočítávat na dráhu posuvu sací trubice. Zařízení pracuje od určité dané nulové polohy (výchozí pozice sací roury) v absolutních souřadnicích, ale pokud je potřeba nulová poloha se dá vynulovat a lze začít odměřovat přírůstkově.

Aretace je plastové zařízení, vybavené svěrným spojem, ovládaným pákou. Aretací prochází hřídel posuvu a při sklopení páky je hřídel sevřena a poloha je tedy zafixována.

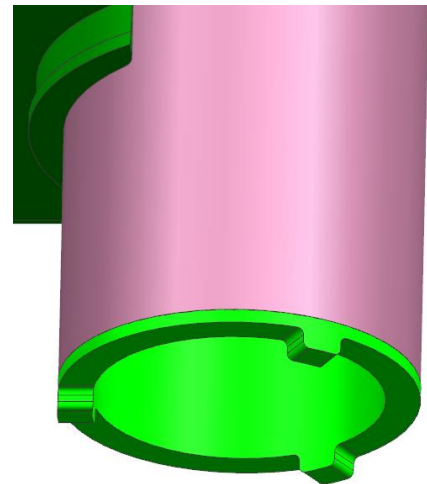


Obr. 40 Odměřovací zařízení a aretace

Univerzální sací trubice je po pečlivém uvážení řešena jako plastová tenkostěnná hadice s vnitřní ocelovou vložkou v dolní části vybavenou výstupky, které zamezují přisátí ke dnu vany. Hadice je ve vaně umístěna s mírnou dilatační smyčkou, aby se nepřetrhla při posuvu mechanismu. Zvažovanou alternativou byla i ocelová pružná hadice, která je velmi pevná a odolná vůči změně průřezu při velkém podtlaku. Její rozměry jsou ale příliš velké. Na Obr. 42 je srovnání obou řešení se stejným vnitřním průměrem.



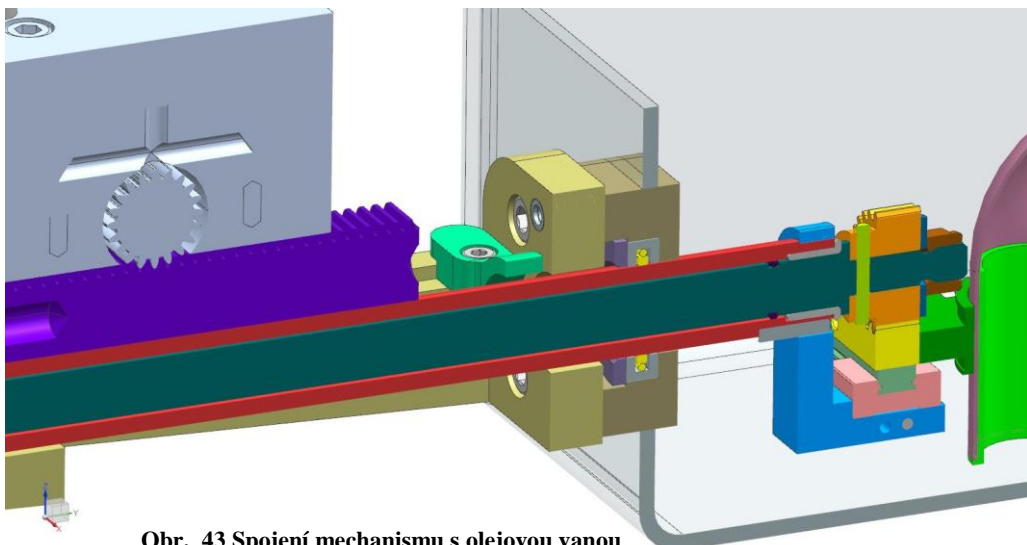
Obr. 42 Porovnání plastové a ocelové sací trubice



Obr. 41 Výstupky na sací trubici

5.9 Popis montáže

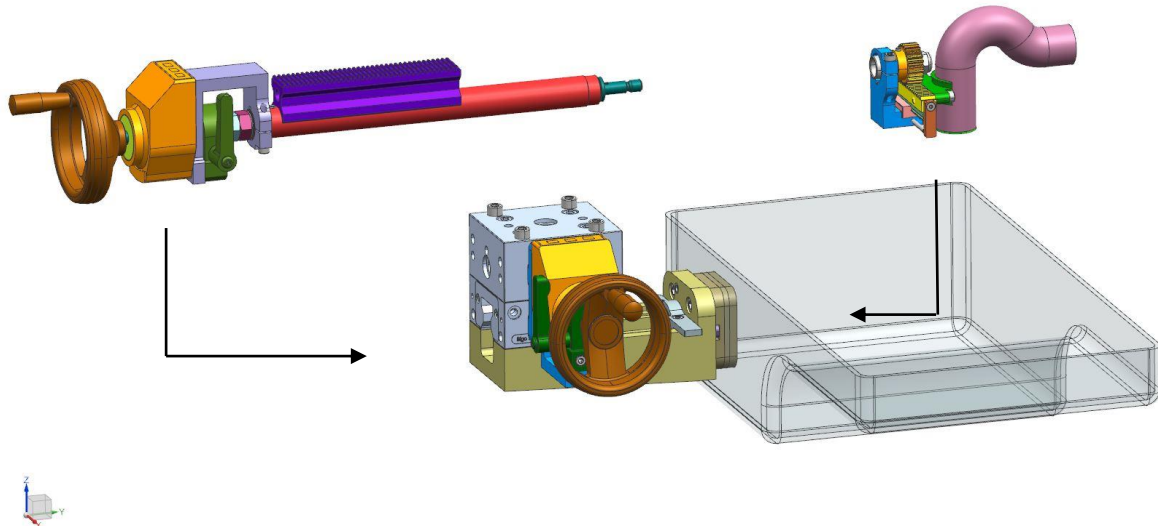
Nejprve je nutné připravit samotnou olejovou vanu, do té je třeba vyfrézovat přesný otvor, do něhož se pak vsune „základní kostka“ (hnědá) a přivaří se do stěny olejové vany. Toto spojení vytvoří potřebnou strukturální část, která plní funkci dosedací plochy, na kterou se poté připojí rám (zlatý). Základní kostka má současně i těsnící funkci. Má v sobě vytvořený otvor pro kryt těsnění, v něm je uloženo těsnění a kryt je pak pomocí víčka zabezpečen proti axiálnímu posuvu.



Obr. 43 Spojení mechanismu s olejovou vanou

Na takto připravenou základní kostku opatřenou těsněním (pro budoucí procházející trubku, ve které je uložen vodorovný hřídel) se připojí rám (zlatý). Ten je uchycen pomocí čtyř šroubů M6 a dvou kolíků kvůli zajištění správné polohy. Na rámu už již předmontována převodovka, doraz a kompletní sestava svislé hřídele.

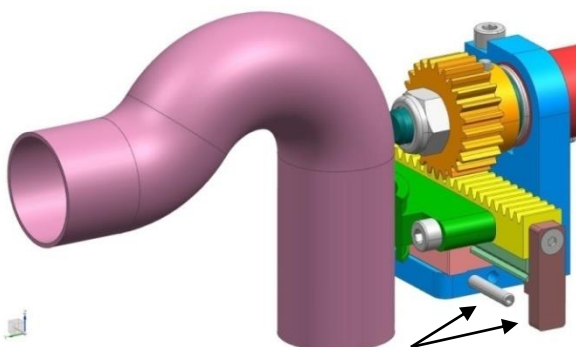
Poté se předmontuje podsestava vodorovné hřídele. Tato podsestava obsahuje druhé těsnění, které zabezpečuje případný průnik oleje mezi vodorovnou hřídelí a trubkou, ve které je uložena. Podsestava vodorovné hřídele se pak za profil lineárního vedení na ozubeném hřebenu vsune do převodovky a prostrčí skrz těsnění v základní kostce.



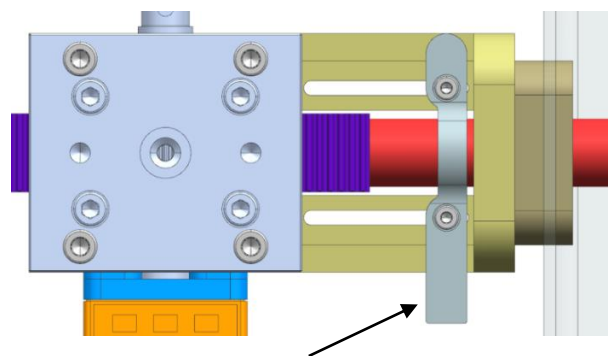
Obr. 44 Montáž mechanismu

Při dalším kroku je třeba předmontovat koncovou část mechanismu, na které je uchycena sací trubice, a tu spojit s podsestavou vodorovné hřídele pomocí těsného pera a svěrného spoje. V tom kroku je dále nutné připevnit samotnou sací trubici. Sací trubice je plastová hadice s kovovou vložkou v dolní části. Při upevnění hadice se využije dvou plastových jednorázových pásek, kterými se hadice stáhne kolem kovové vložky. Plastové pásky se dají na straně držáku vést připravenými drážkami. Při upevnění je nutné postupovat přesně, jelikož tento krok vymezuje polohu sacího bodu ve třetí pevné souřadnici. Hodnota této souřadnice je obvykle kolem pěti milimetrů od dna vany.

Když je všechno smontované s vanou a sací trubice je připevněná, je třeba zkontrolovat, jestli ve vaně nejsou překážky, se kterými by mechanismus mohl kolidovat. Pokud ano, je třeba ještě nutné dorazové šrouby svislého posuvu a dorazovou lištu vodorovného posuvu. Mechanismus spojený s vanou se už jen připevní k bloku motoru pomocí šroubů na dosedací plochu vany



Obr. 46 Doraz svislého posuvu



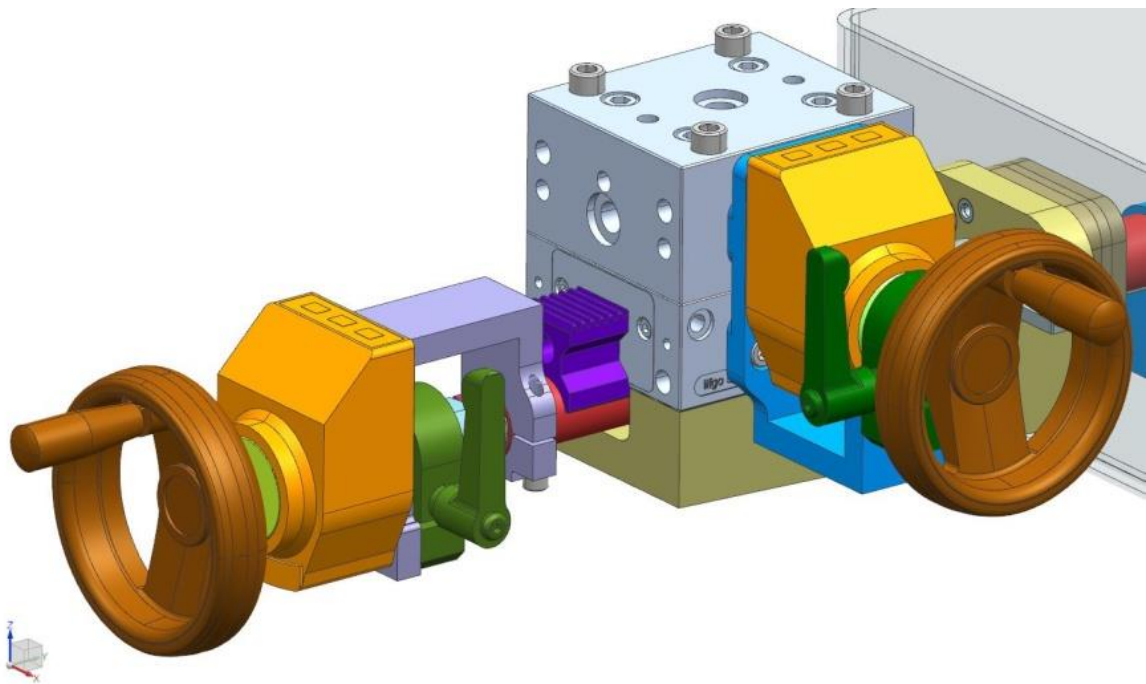
Obr. 45 Dorazová lišta vodorovného posuvu

5.10 Popis ovládání

Pro popis ovládání je dána modelová situace: Při zkoušce se zjistilo, že poloha sacího bodu není optimální a je tedy třeba ho posunout ve dvou osách o 10 mm.

Nejprve je libovolně zvolen jeden směr, se kterým se začne. Například posuv ve svislé ose. Obsluha tedy odjistí aretační prvek vodorovné hřídele. Poté vynuluje zařízení počítající vzdálenost a otočí ovládacím kolem v opačném smyslu, než v jakém si přeje, aby se uskutečnil pohyb sací trubice. Tedy otočení po směru hodinových ručiček posune bod směrem k horní úvrati a naopak. Displej u toho ukazuje přírůstek vzdáleností v milimetrech. Po nastavení požadované hodnoty se vodorovný hřídel opět zaaretuje.

Pro posuv ve vodorovné ose je analogicky třeba uvolnit aretaci svislé hřídele, otočit ovládacím kolem v opačném smyslu, než v jakém si přejeme pohyb sací trubice a po nastavení požadované hodnoty hřídel opět zaaretovat.



Obr. 47 Ovládací prvky

6. Závěr

Zadáním bylo sestrojít mechanismus, který by dokázal pohybovat se sacím bodem ve dvou vzájemně kolmých osách. Požadovaný rozsah byl ± 20 mm. Tento požadavek je splněn, přičemž je třeba dodat, že mechanismus je zkonstruován na délku podle jedné velikosti vany, která byla k dispozici, a střední poloha vodorovného posuvu je zvolena tak, aby v této vaně odpovídala prostřední ose ve vodorovném směru. Tento fakt znamená, že ve vanách jiných velikostí nebude potenciál využití vodorovného posuvu optimální, jelikož vodorovný posuv nebude mít svou střední polohu v ose vany, kolem které se očekává sací bod. Nicméně dle zkušeností se sací bod běžně přemísťuje maximálně o deset milimetrů z určité výchozí polohy, proto je stávající řešení dostačující.

Dalším požadavkem byla pevná třetí souřadnice. To není úplně triviální požadavek, protože dno vany je určitým způsobem zakřivené například podle kulové plochy s velkým poloměrem (v řádu metrů). To znamená, že při posuvu z výchozí polohy, na které je vzdálenost od dna přesně odměřena, dochází ke změně této vzdálenosti. Předpokládá se ale, že přesnost této souřadnice není tak náročná, aby ji vliv křivé plochy dokázal překročit.

Jedním z požadavků byla kompatibilita s budoucími vanami různých tvarů i materiálů. Tvarová rozmanitost je něco, co úplně nelze předpovědět dopředu, nicméně mechanismus je co možná nejkompaktnější. Některé jeho rozměry jsou ty nejmenší velikosti používané v obecné strojařské praxi. Například se zde vyskytují šrouby M2, nebo pera o šířce dvou milimetrů.

Zadání definovalo i požadavek na různé typy materiálů, ze kterých bude vana vyrobena. Při použití hliníkových, nebo litinových van, které mají dobrou strukturální pevnost, je použité uchycení dostačující. Pokud by ale došlo k instalaci 5,5 kg těžkého mechanismu například na plastovou vanu, mohlo by dojít, vlivem přetížení při pohybu stolice, k vytržení spoje, kterým je mechanismus připevněn na vanu. Z tohoto důvodu je nezbytné mechanismus vybavit ještě sekundárním uchycením například k rámu stolice. Vzhledem k tomu, že tento rám ještě není k dispozici, není možné podobné zařízení konstruovat. Nicméně šlo by nejspíš o jednoduchý stojan, vybavený výškovou aretací, který by byl uchycený ze spodu rámu mechanismu k rámu testovací stolice.

Kompatibilita se sací rourou je vyřešena tak, že je použita univerzální roura. Je to flexibilní plastová hadice, která je vyztužena ocelovou vložkou. Při jiném požadovaném průřezu se jednoduše vymění za hadici s jiným průměrem a vložkou. Tato hadice se pak jednoduše spojí s držákem jednorázovou plastovou páskou.

Dalším požadavkem bylo, aby mechanismus nezabíral zbytečně velký prostor ve vaně. Reálný prostor, který mechanismus zabírá ve vaně je přibližně 80 cm^3 , což je vzhledem k objemu vany kolem deseti litrů zanedbatelné číslo.

Požadavek snadné montáže a malého zásahu do vany byl splněn pouze částečně. Montáž spočívá ve spojení tří podsestav a připevnění sací trubice jednorázovým spojem. Tento krok se zdá být relativně jednoduchý, ale tomu musí předcházet přesné frézování do stěny vany a poté svařování. Svařovaný spoj musí být těsný (případně kombinace bodových svarů a silikonového těsnění) a také hrozí riziko vzniku vnitřních pnutí. Ještě větší komplikace vzniknou u van, které nejsou vyrobeny z kovu. Zde budou potřeba dodatečné podpěry a spojení s rámem stolice.

Cenová hladina mechanismu je odhadnuta do částky padesát tisíc korun. Nejdražší díly jsou převodovka (přibližně 20 000 Kč) a odměřovací zařízení (asi 4 000 Kč). Celková cena testovací stolice je řádově vyšší, kritérium přiměřené ceny je tedy splněno.

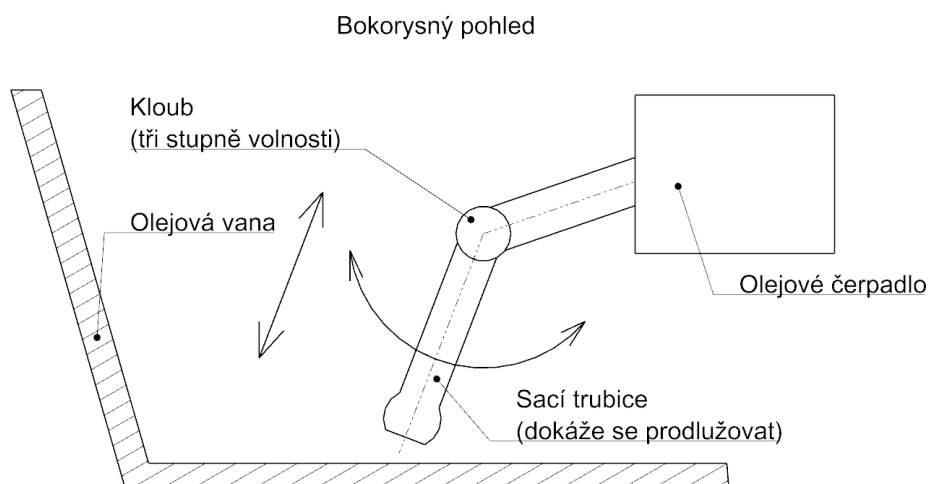
Největší výzvou bude tedy instalace mechanismu na každou vanu, z výše zmíněných textů je zřejmé, že každý případ si bude žádat více méně individuální kreativní přístup, ale svůj úkol mechanismus splní.

6.1 Zamyšlení nad vylepšením mazání spalovacího motoru

Optimální poloha sacího bodu se mění s tím, jak se přelévá olej ve vaně. U běžných silničních aut je vliv přetížení, které vyvolává tento pohyb oleje, malý. U sportovních, nebo dokonce závodních aut může ale být pohyb oleje značný a tím se i výrazněji mění optimální poloha sacího bodu. Na jedné straně tedy máme řešení pro malé pohyby ve formě statické pozice sací trubice, která je jakýmsi kompromisem. Na straně druhé pak řešení pro extrémní pohyby oleje ve vaně, které je reprezentováno mazáním se suchou skříní, které přináší i další výhody jako třeba snížení těžiště, ale také zvyšuje nároky na zástavbový prostor a vyžaduje složitější systém čerpadel. Mezi těmito extrémy by mohla vzniknout alternativa. Zařízení by se mohlo jmenovat například „Aktivní sací trubice“.

V nejzákladnější formě by se mohlo jednat o sací trubici uloženou na kulovém kloubu, se závažím na konci, která by se vychylovala do stejných směrů jako olej a vždy by tedy byla v největším „objemu“ oleje. U tohoto řešení by ale nastal problém s tím, že v jiné než rovnovážné poloze by se sací bod vzdaloval od dna. Dno by tedy buď muselo mít tvar kulové plochy, nebo by trubice musela mít současně teleskopický mechanismus, který by jí při vychýlení ještě prodlužoval.

Tato představa by v sofistikovanější podobě mohla vypadat jako nějaký umělý dutý sval, který je schopen následovat optimální polohu sacího bodu a současně se prodlužovat kvůli udržení konstantní vzdálenosti od dna. Takto vybavená olejová soustava sportovního vozu by pak byla velmi odolná vůči riziku nasátí vzduchu do olejové soustavy, což vede mimo jiné k horšímu chlazení a mazání motoru.



Obr. 48 Princip aktivní sací trubice

7. Použité zdroje:

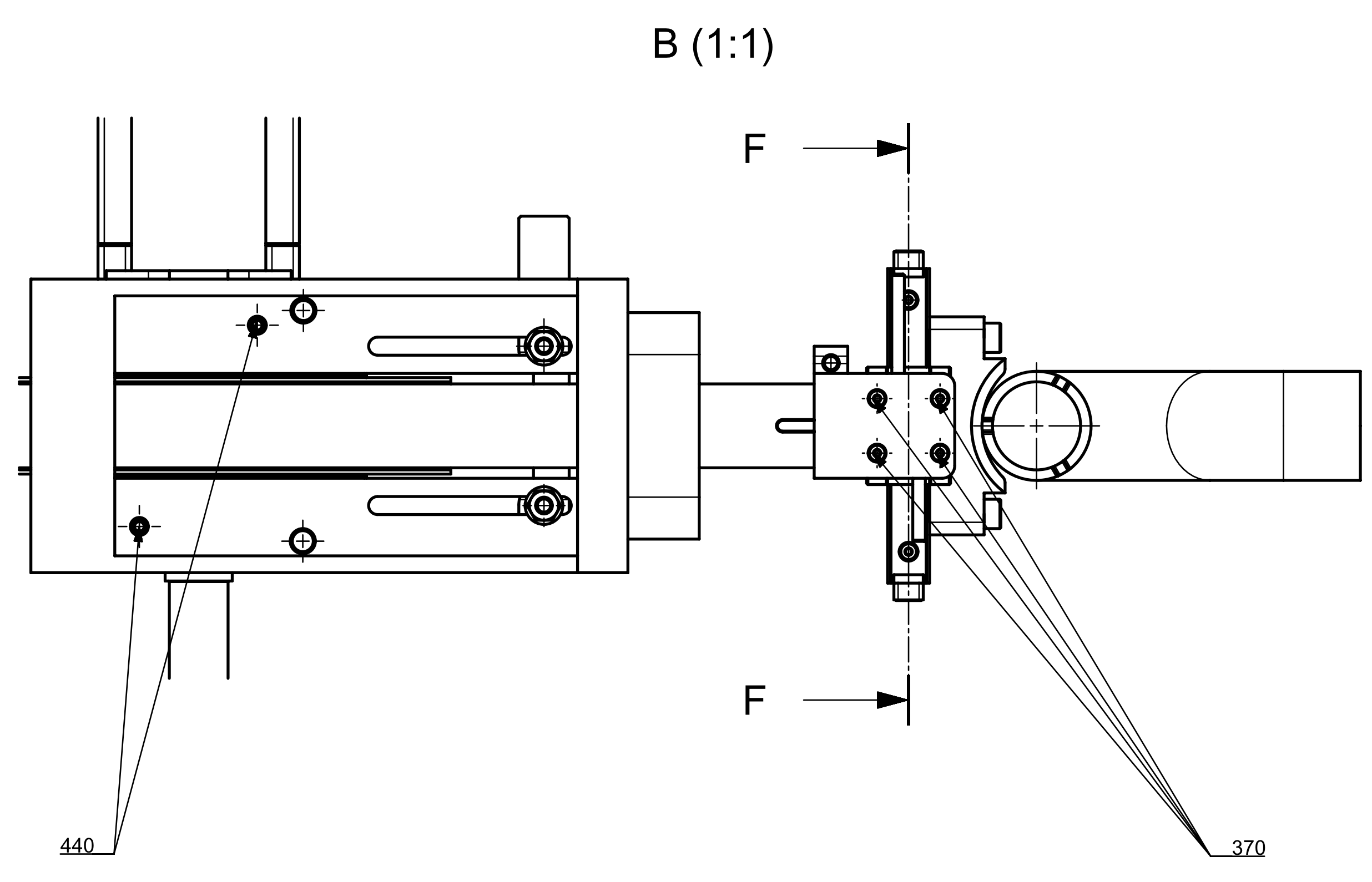
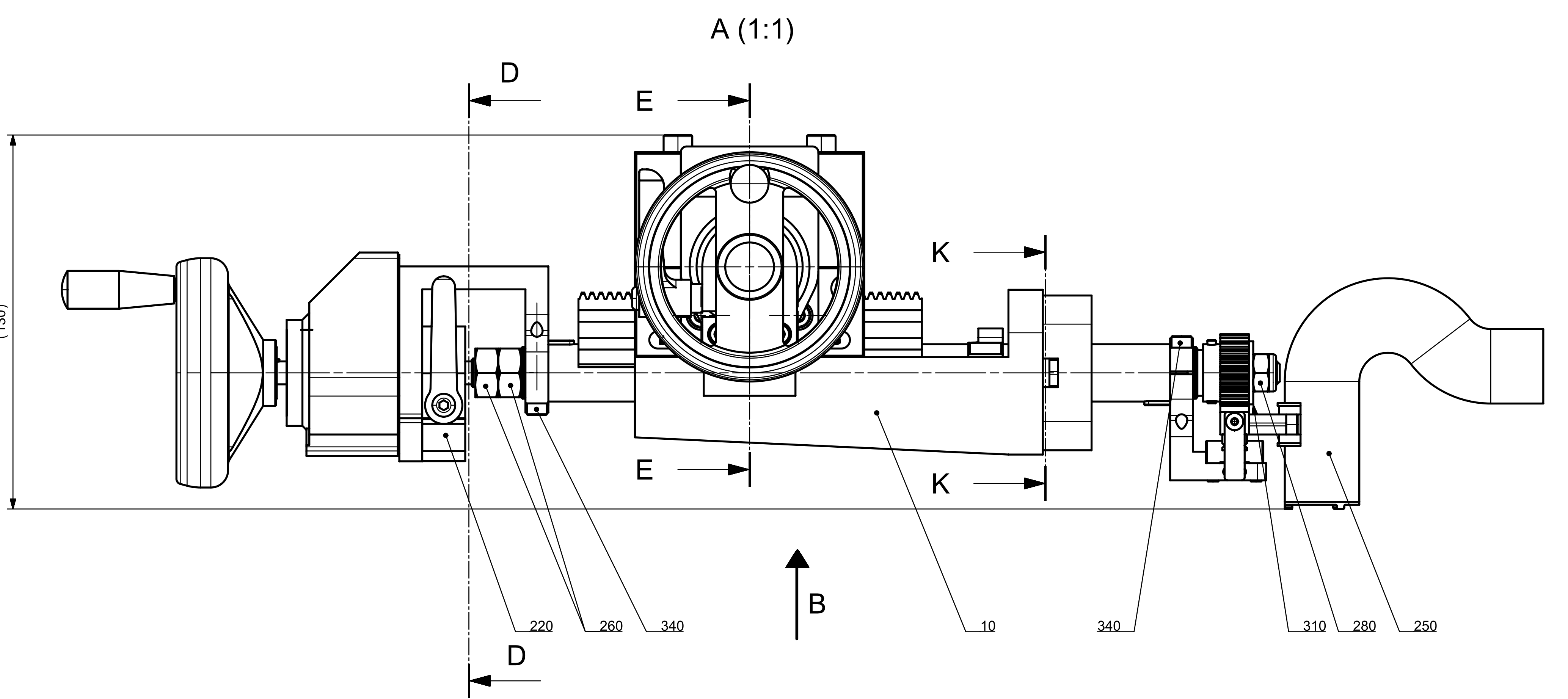
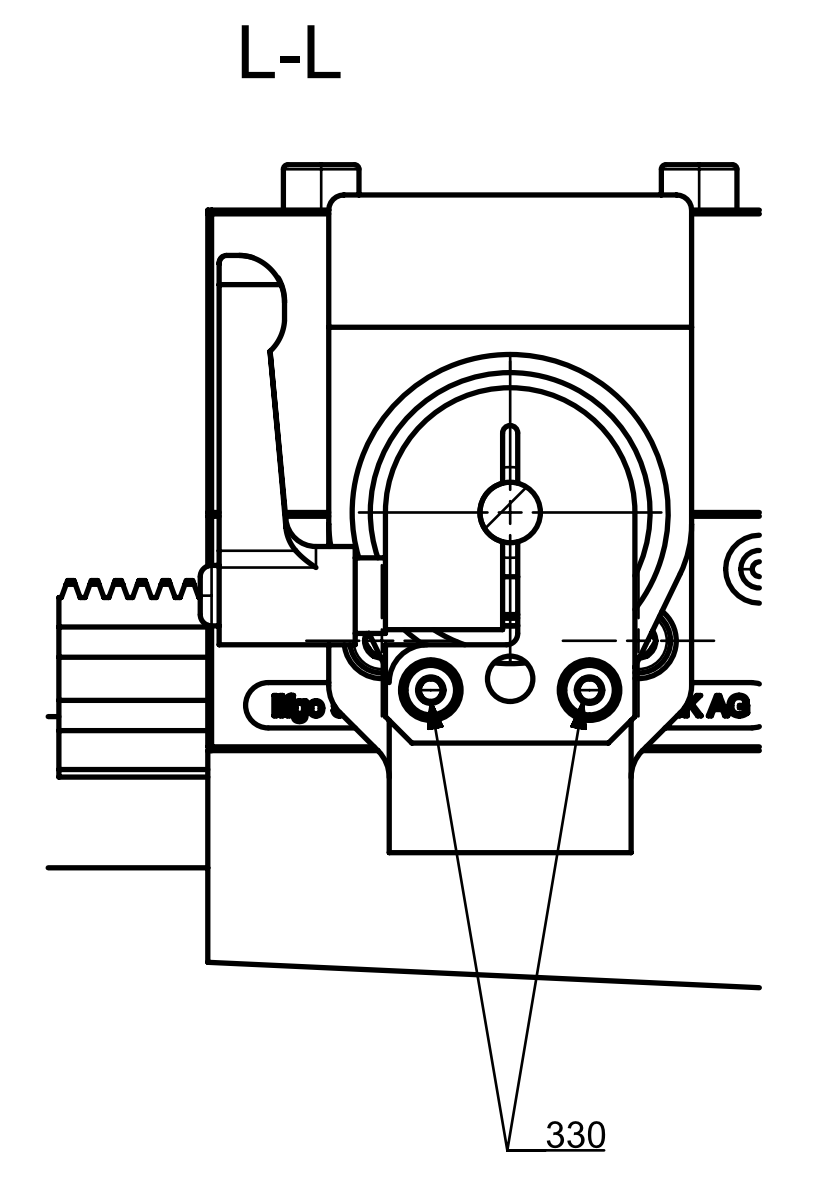
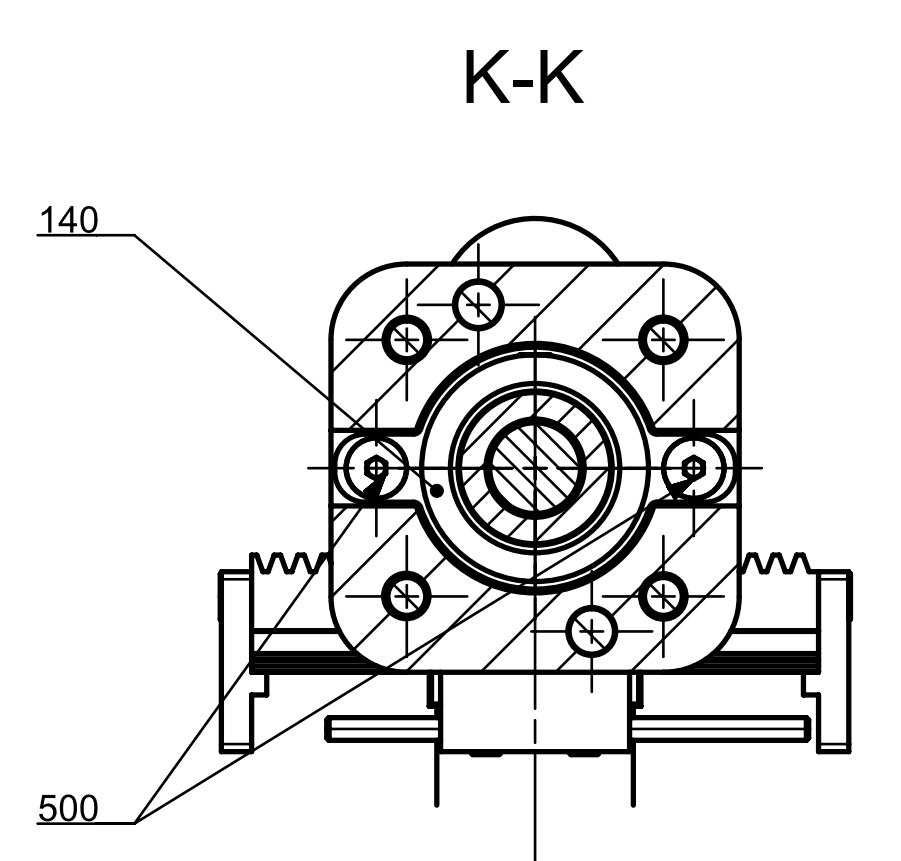
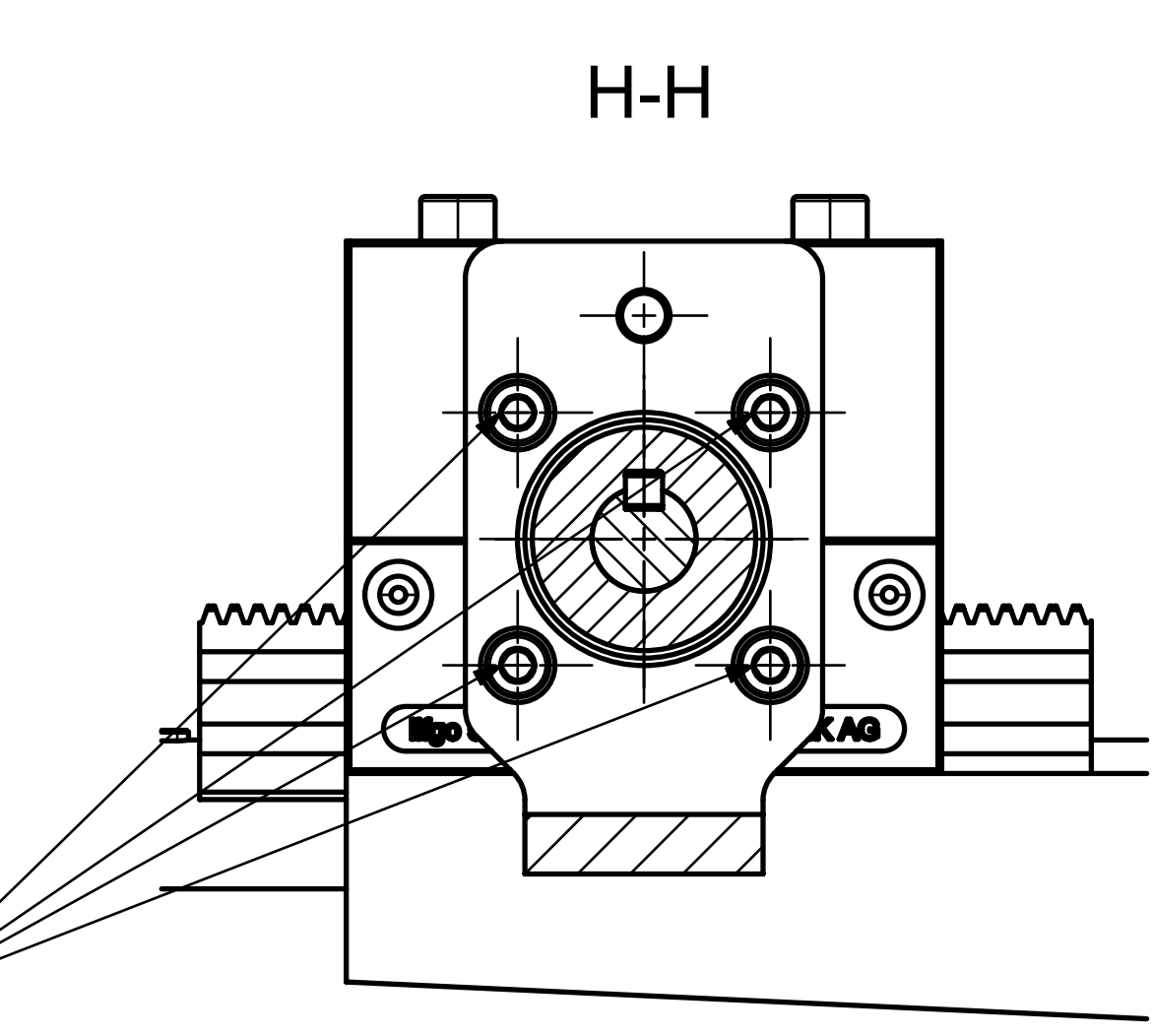
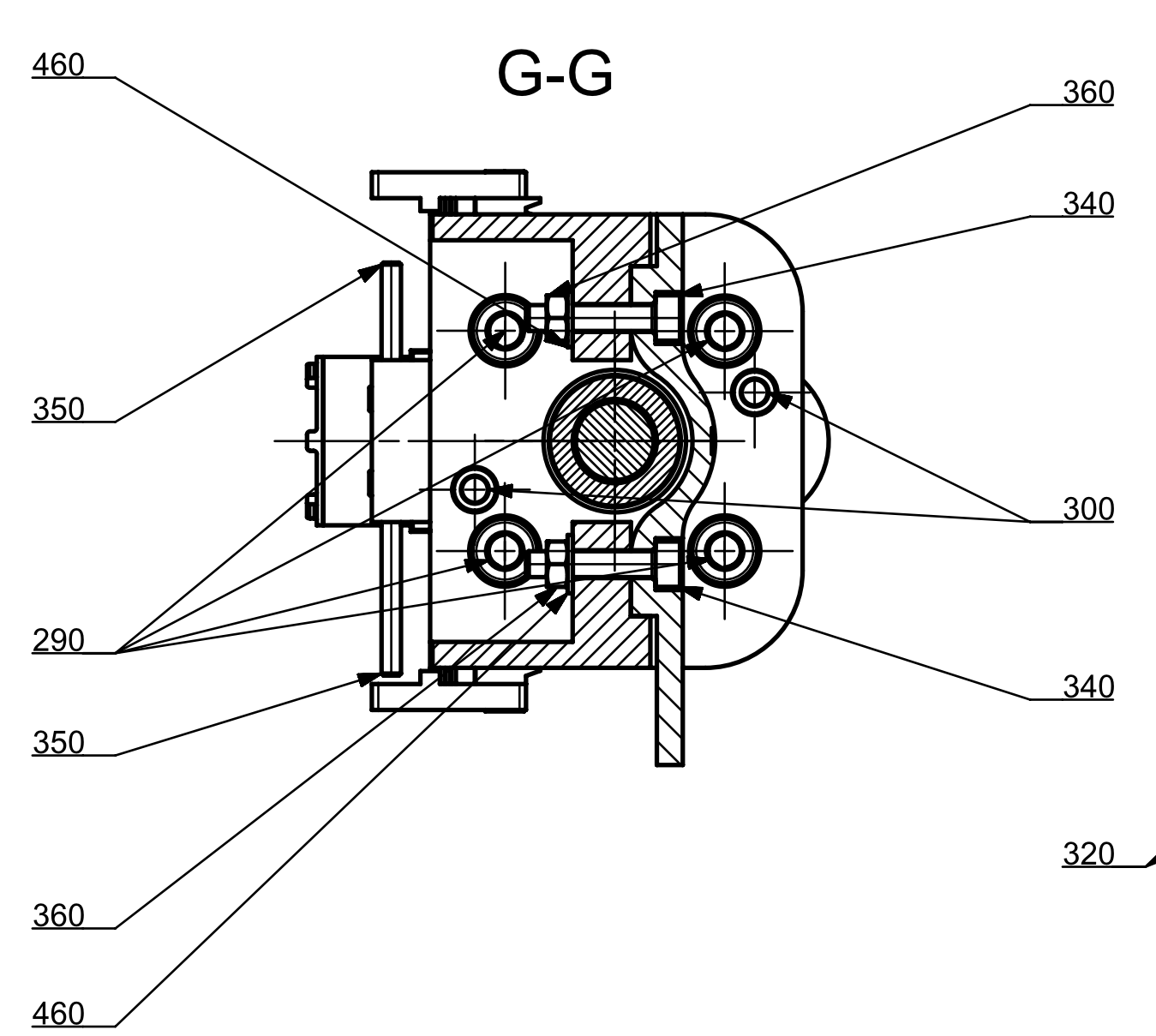
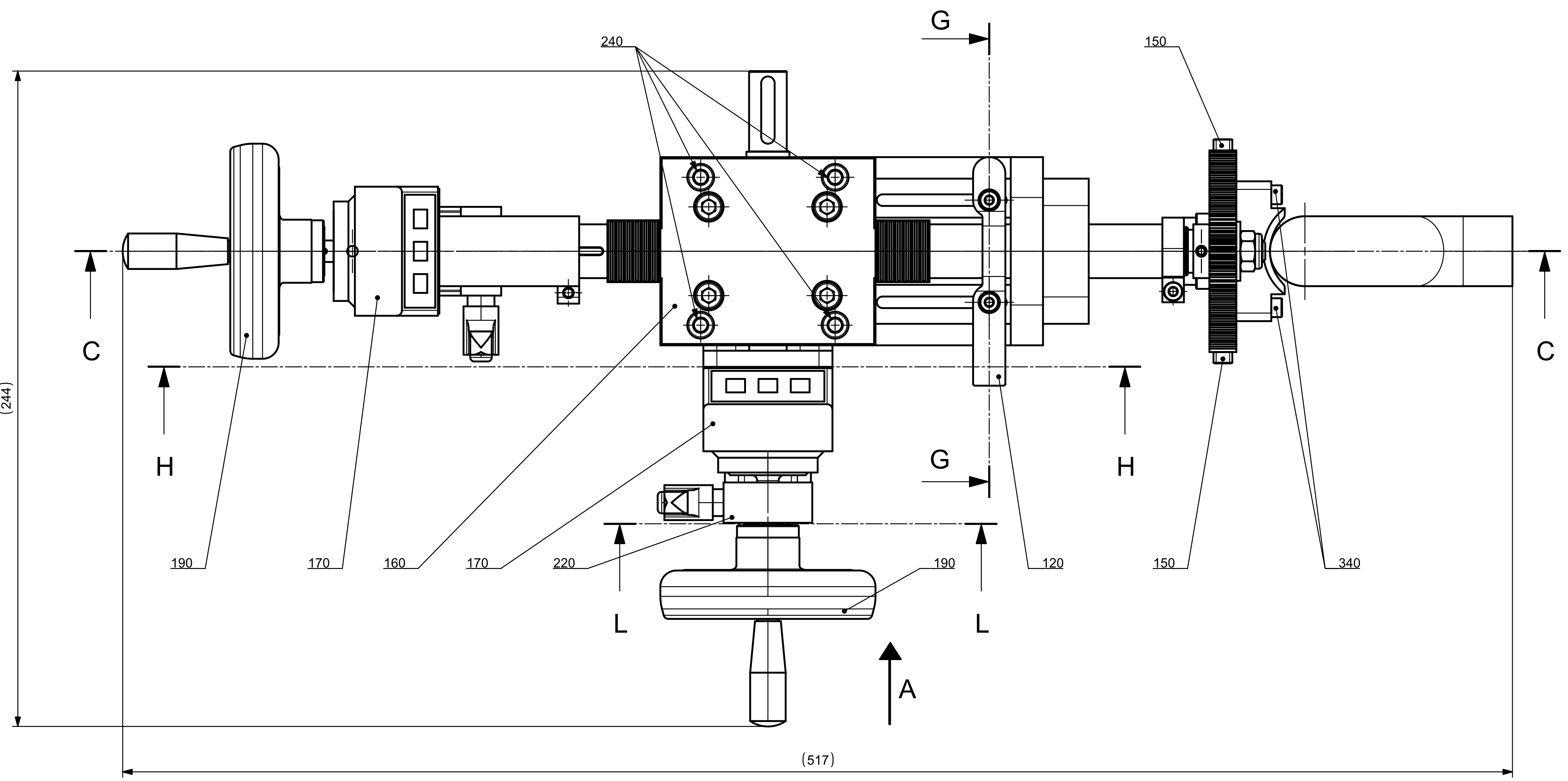
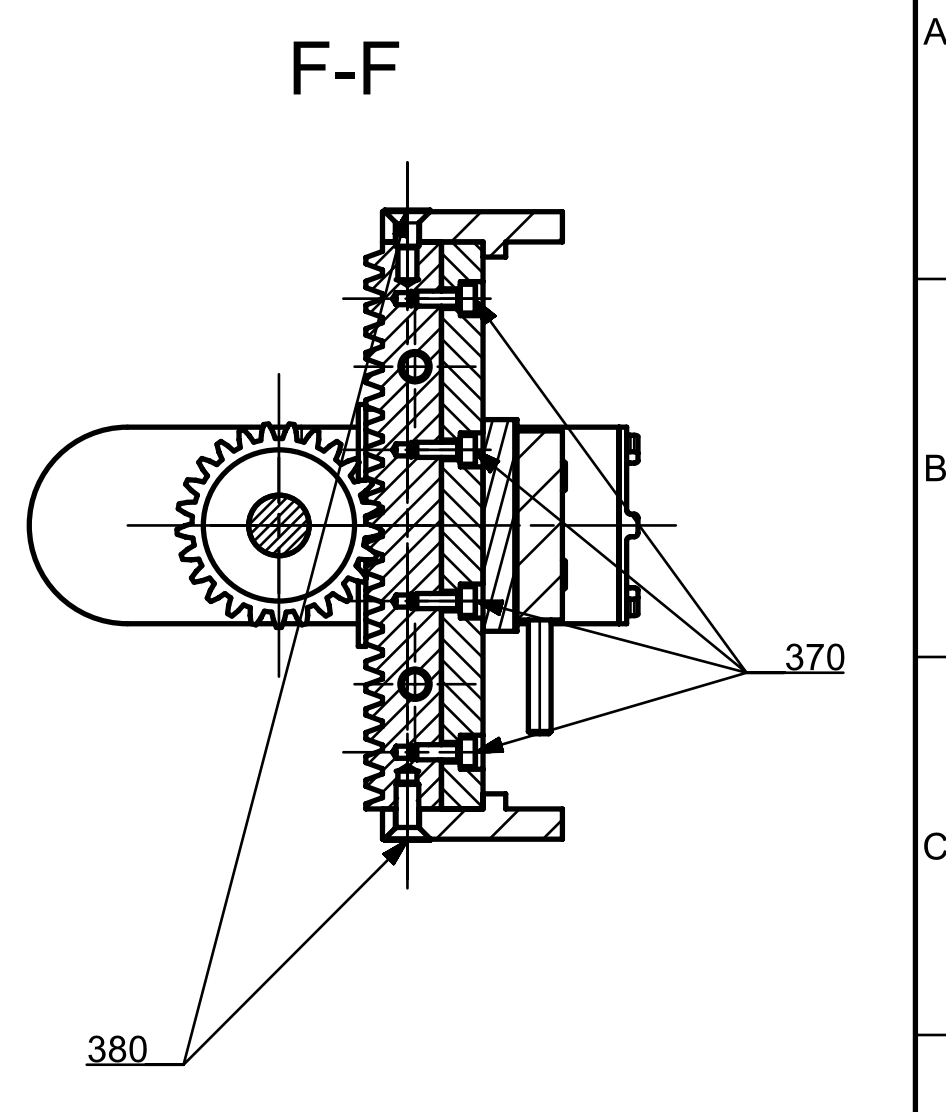
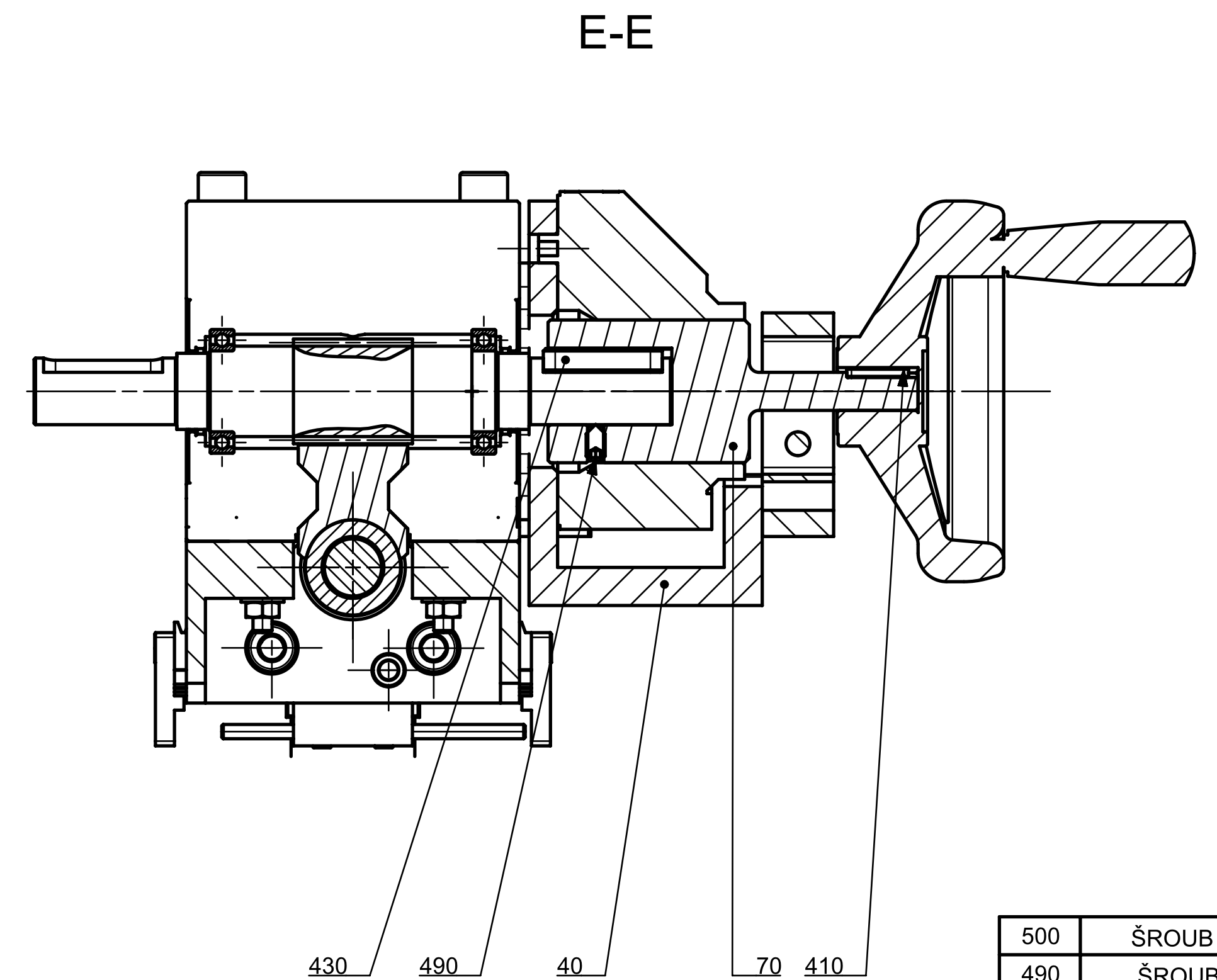
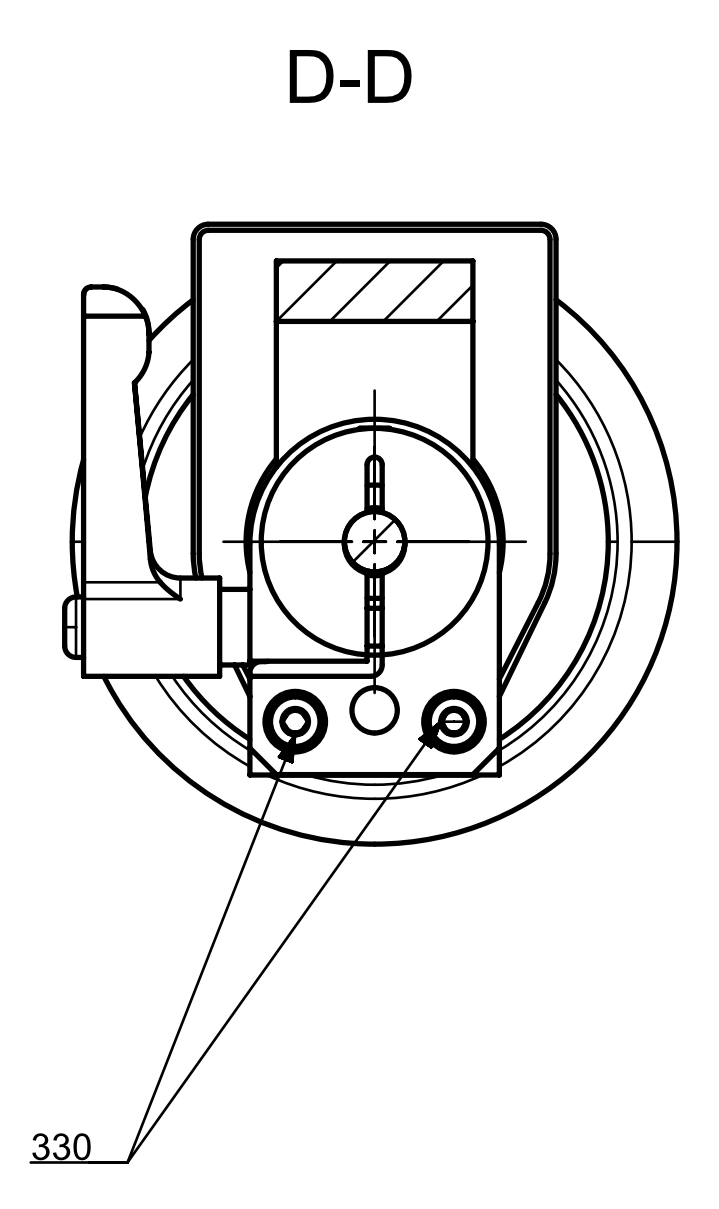
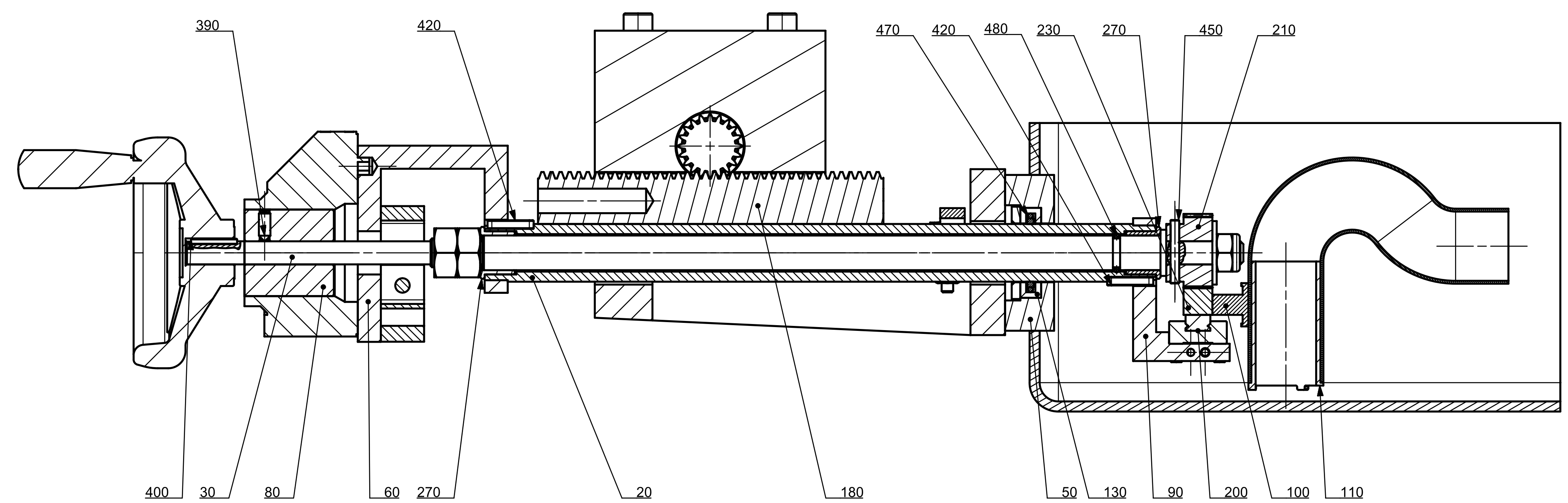
- [1] Logo MBtech a AKKA. In: *Sindelfingen* [online]. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <https://www.sindelfingen.de/Lde/start/Bildung+Leben/unsere+sponsoren.html>
- [2] Mbtech [online]. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://www.mbtech.jobs.cz/?page=onas&sub=mbtech-v-cr>
- [3] Mercedes-AMG GT, AMG V8-Zylinder-Benzinmotor mit Biturboaufladung, Baureihe M178, Trockensumpf inkl. Ölbehälter und Ölabsaugpumpe. In: *Media.Daimler* [online]. 2014 [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://media.daimler.com/marsMediaSite/de/instance/picture.xhtml?oid=7543923&ls=L2RIL2luc3RhbmNlL2tvLnhodG1sP29pZD05MjY3NTg4JnJlbElkPTEwMDEmZnJvbU9pZD05MjY3NTg4JmJvcmlcnM9dHJ1ZSZyZXN1bHRJbmZvVHlwZUlkaPTE3MiZ2aWV3VHlwZT10aHVtYnMmc29ydERlZmluaXRpb249UFVCTEITSEVEX0FULTImdGh1bWJTY2FsZUluZGV4PTAmcm93Q291bnRzSW5kZXg9NQ!!&rs=18>
- [4] Příslušenství spalovacích motorů. JAN, Zdeněk a Bronislav ŽDÁNSKÝ. Automobily: Motory. Brno: Avid, spol., 2012, s. 148. ISBN 978-80-87143-06-3.
- [5] M270 Oil pan. In: Forum - Mercedes [online]. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://www.forum-mercedes.com/topic-26003-le-moteur-m-270-4-cylindres-essence.html>
- [6] Fluid-Trac. In: [Http://www.ssi-sensors.com](http://www.ssi-sensors.com) [online]. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://www.ssi-sensors.com/products-levelsensors.php>
- [7] M270 Suction tube. In: *Forum - Mercedes* [online]. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://www.forum-mercedes.com/topic-26003-le-moteur-m-270-4-cylindres-essence.html>
- [8] Oil pump. In: *Forum - Mercedes* [online]. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://www.forum-mercedes.com/topic-17522-le-moteur-biturbo-v12-m-279-amg.html>
- [9] M270 Engine. In: *Forum - Mercedes* [online]. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://www.forum-mercedes.com/topic-26003-le-moteur-m-270-4-cylindres-essence.html>
- [10] Oil filter. In: *Rover.rs* [online]. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://rover.rs/Freelander-1/kategorija/4/strana-4/?id=4>
- [11] Oil scheme. In: *Forum - Mercedes* [online]. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://www.forum-mercedes.com/topic-17522-le-moteur-biturbo-v12-m-279-amg.html>
- [12] In: *Mbworld.org* [online]. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <https://mbworld.org/forums/e-class-w212/566894-2010-w212-oil-change.html>

8. Volně vložené přílohy

Výkres ZCU_FST_KN_01

Výkres ZCU_FST_KN_02

Výkres ZCU_FST_KN_03



POZ.	NÁZEV - ROZMÉR	NORMA	MATERIÁL	MNOŽ. [ks]	HMOT. [kg]
500	ŠROUB M4 x 10	DIN 7991	OCEĽ	2	0,001
490	ŠROUB M4 x 7	DIN 916	OCEĽ	1	0,001
480	O KROUŽEK 10 x 1,8	HENNLICH	NBR	1	0,001
470	TĚSNĚNÍ	TECHNÉ 43.0700.0202	PTFE + NBR70	4	0,001
460	PODLOŽKA 4,3	DIN 125	OCEĽ	2	0,001
450	KOLÍK 3 x 22	DIN 6325	OCEĽ	1	0,001
440	KOLÍK 3,3 x 25	DIN 6325	OCEĽ	2	0,001
430	PERO TĚSNÉ 5 x 5 x 25	DIN 6885	OCEĽ	1	0,001
420	PERO TĚSNÉ 3 x 3 x 15	DIN 6885	OCEĽ	2	0,001
410	PERO TĚSNÉ 2 x 2 x 13	DIN 6885	OCEĽ	1	0,001
400	PERO TĚSNÉ 2 x 2 x 18	DIN 6885	OCEĽ	1	0,001
390	ŠROUB M4 x 10	DIN 916	OCEĽ	1	0,001
380	ŠROUB M3 x 5	DIN 7991	OCEĽ	2	0,001
370	ŠROUB M2 x 6	DIN 912	OCEĽ	8	0,001
360	MÁTICE M4	DIN 934	OCEĽ	2	0,001
350	ŠROUB M3 x 30	DIN 913	OCEĽ	2	0,002
340	ŠROUB M4 x 20	DIN 912	OCEĽ	6	0,003
330	ŠROUB M4 x 16	DIN 912	OCEĽ	4	0,003
320	ŠROUB M5 x 10	DIN 912	OCEĽ	4	0,003
310	PODLOŽKA 8,25	DIN 125	OCEĽ	1	0,004
300	KOLÍK 6,8 x 20	DIN 7979	OCEĽ	2	0,004
290	ŠROUB M6 x 14	DIN 912	OCEĽ	4	0,006
280	MÁTICE M8	DIN 985	OCEĽ	1	0,006
270	KLUZNÉ LOŽISKO	MICHAUD CHAILLY C2-251-12-15-12	BRONZ	2	0,007
260	MÁTICE M10	DIN 934	OCEĽ	2	0,012
250	HADICE 24 x 2 x 160	PVC		1	0,019
240	ŠROUB M6 x 80	DIN 912	OCEĽ	4	0,02
230	OZUBENÝ HŘEBEN	MICHAUD CHAILLY A1-57-05-4-250	OCEĽ	1	0,05
220	ARETACE	EMILE MAURIN 17-751-47_8	ABS	2	0,038
210	OZUBENÉ KOLO	MICHAUD CHAILLY A1-28-25-1	OCEĽ	1	0,046
200	LINEÁRNÍ VEDENÍ	NIPPON BEARING SERS_9A1-75	OCEĽ	1	0,052
190	OVLÁDACÍ KOLO	EMILE MAURIN 13-186-80-8	ABS	2	0,085
180	OZUBENÝ HŘEBEN	LEANTECHNIK 500 113_5.0	OCEĽ	1	0,337
170	ODMĚROVACÍ ZARÍZENÍ	NORELEM 21922		2	0,352
160	ROTAČNĚ - LINEÁRNÍ PŘEVODOVKA	LEANTECHNIK LIFGO 5.0 LINEAR		1	0,91
150	DORAZ - SVISLÝ POSUV	ZCU_FST_KN_16	S235	2	0,005
140	VÍČKO TĚSNĚNÍ	ZCU_FST_KN_15	S235	1	0,014
130	POUZDRO TĚSNĚNÍ	ZCU_FST_KN_14	S235	1	0,018
120	DORAZ - VODOROVNÝ POSUV	ZCU_FST_KN_13	S235	1	0,035
110	VLOŽKA SACÍ TRUBICE	ZCU_FST_KN_12	S235	1	0,036
100	DRŽÁK SACÍ TRUBICE	ZCU_FST_KN_11	S235	1	0,041
90	DRŽÁK VEDENÍ	ZCU_FST_KN_10	S235	1	0,094
80	REDUKCE - VODOROVNÝ POSUV	ZCU_FST_KN_09	S235	1	0,159
70	HŘÍDEL - SVISLÝ POSUV	ZCU_FST_KN_03	S235	1	0,215
60	DRŽÁK ARETACE - VODOROVNÝ POSUV	ZCU_FST_KN_07	S235	1	0,23
50	KOSTKA	ZCU_FST_KN_06	S235	1	0,264
40	DRŽÁK ARETACE - SVISLÝ POSUV	ZCU_FST_KN_05	S235	1	0,265
30	HŘÍDEL - VODOROVNÝ POSUV	ZCU_FST_KN_04	S235	1	0,265
20	POUZDRO HŘÍDELE	ZCU_FST_KN_08	S235	1	0,319
10	RÁM	ZCU_FST_KN_02	S235	1	1,087

MECHANISMUS

ZCU_FST_KN_01

1:1

FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PRAZE

30.5.2017 KAREL NEKUT

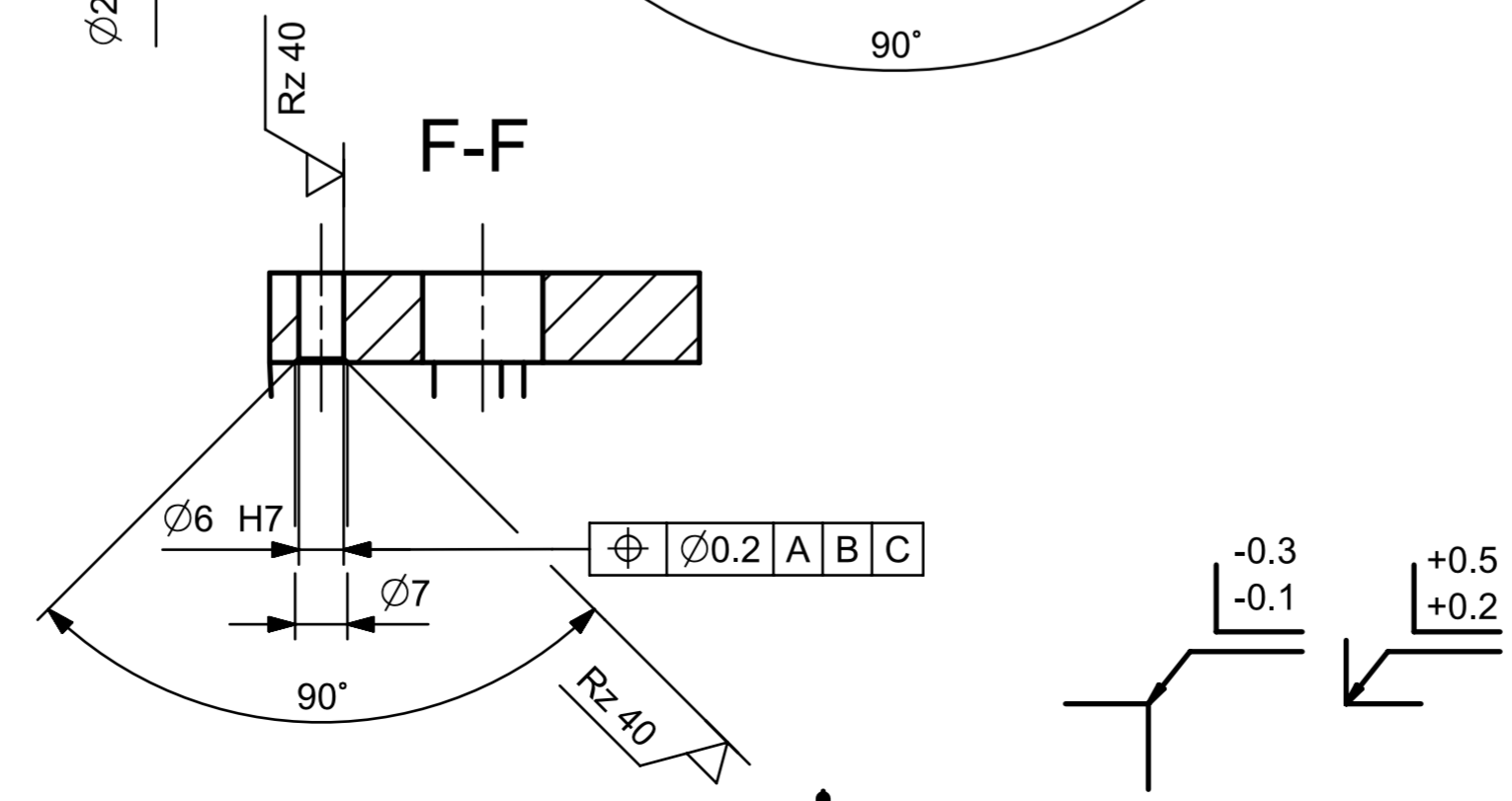
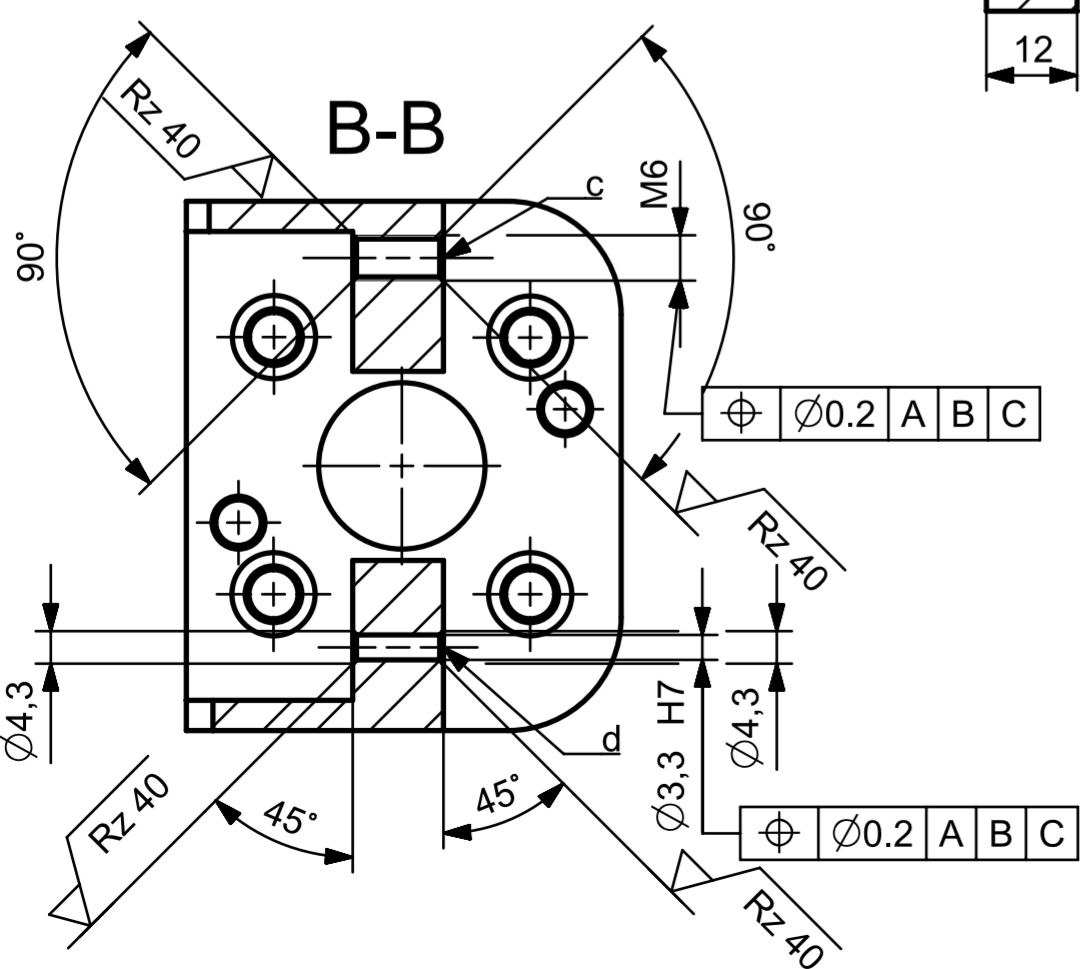
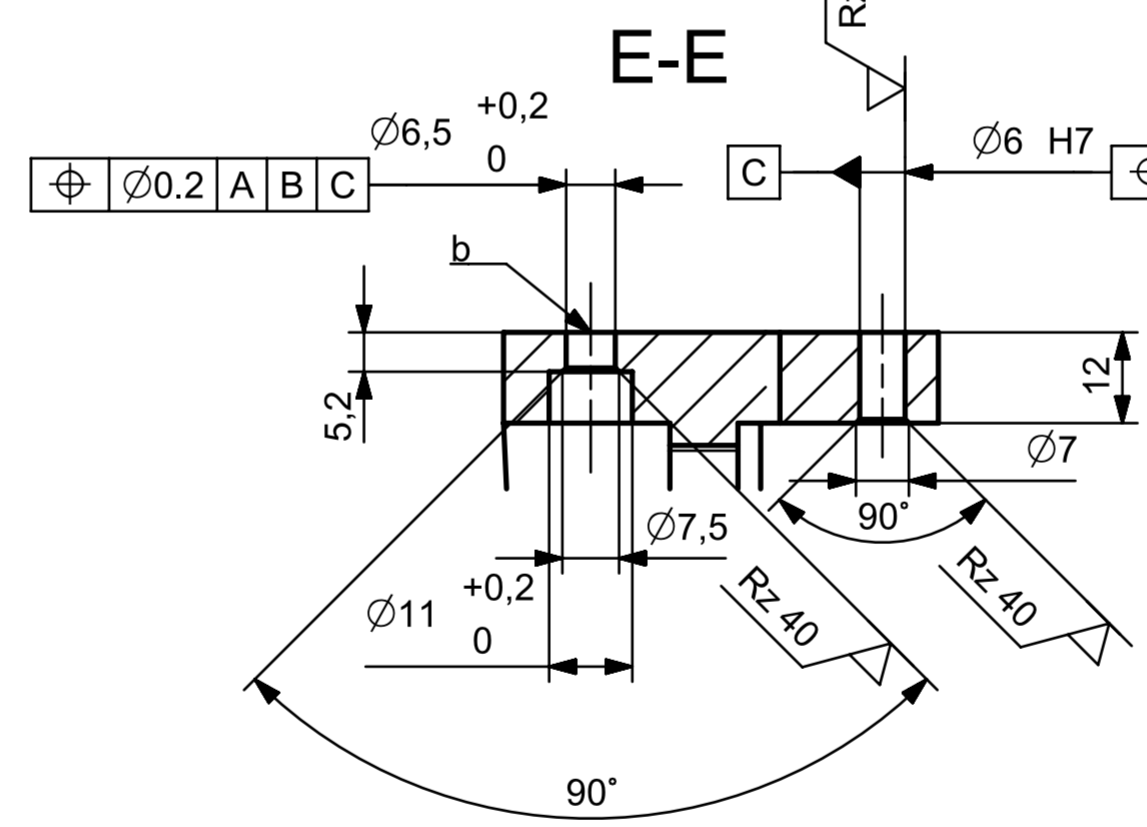
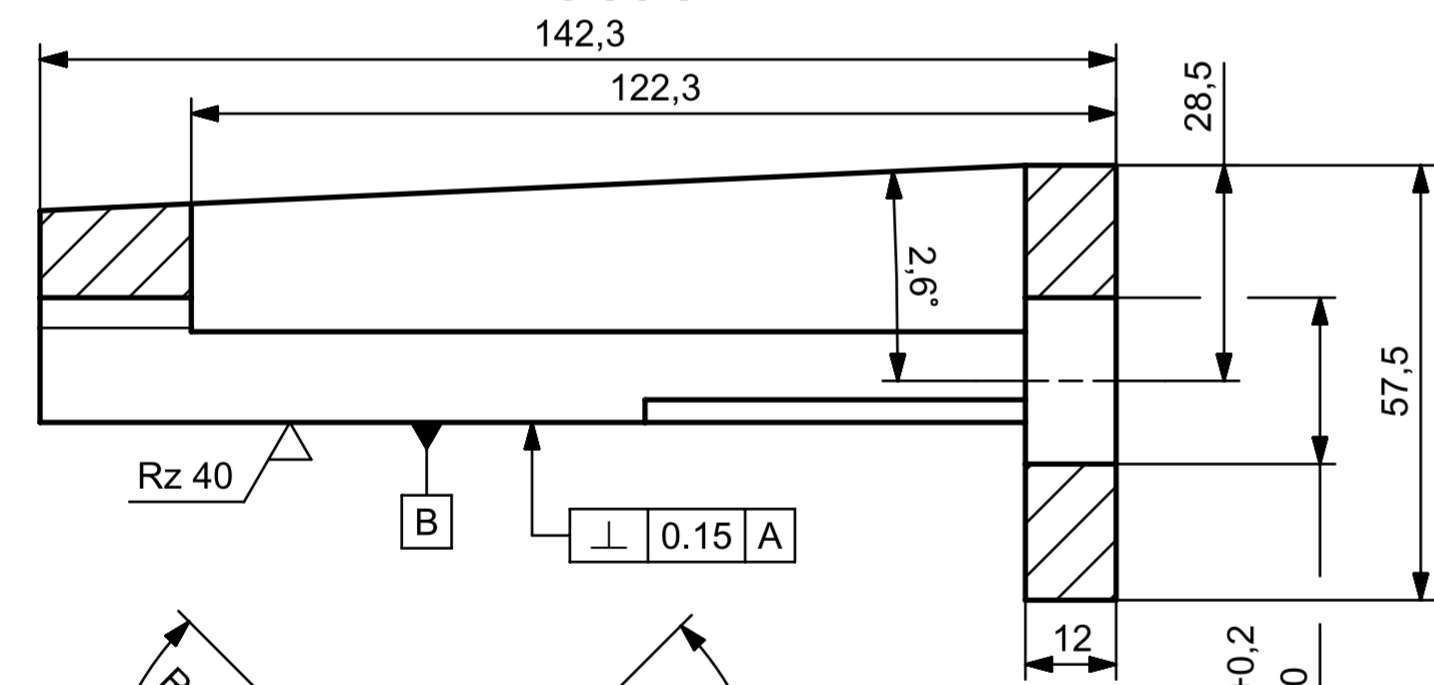
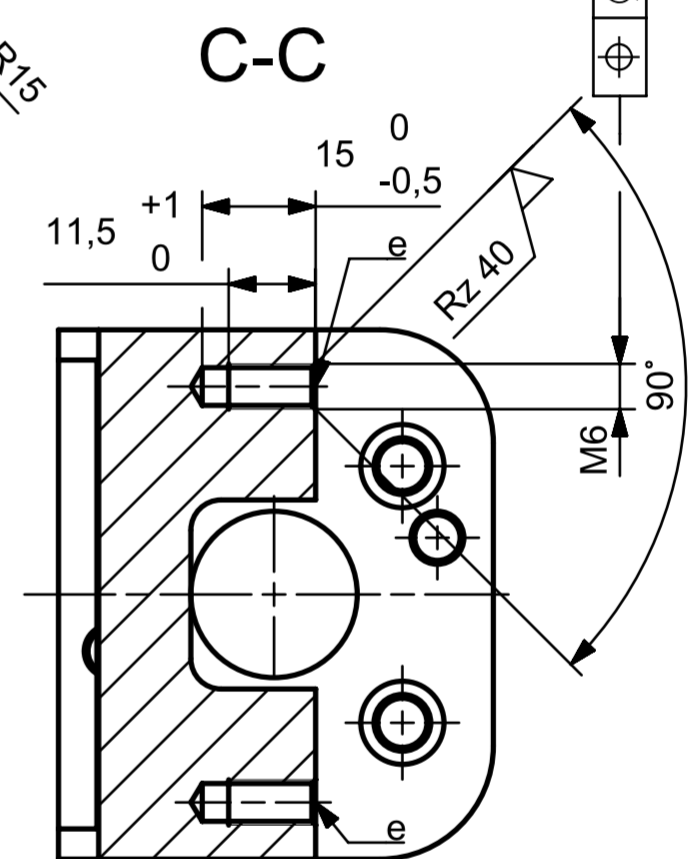
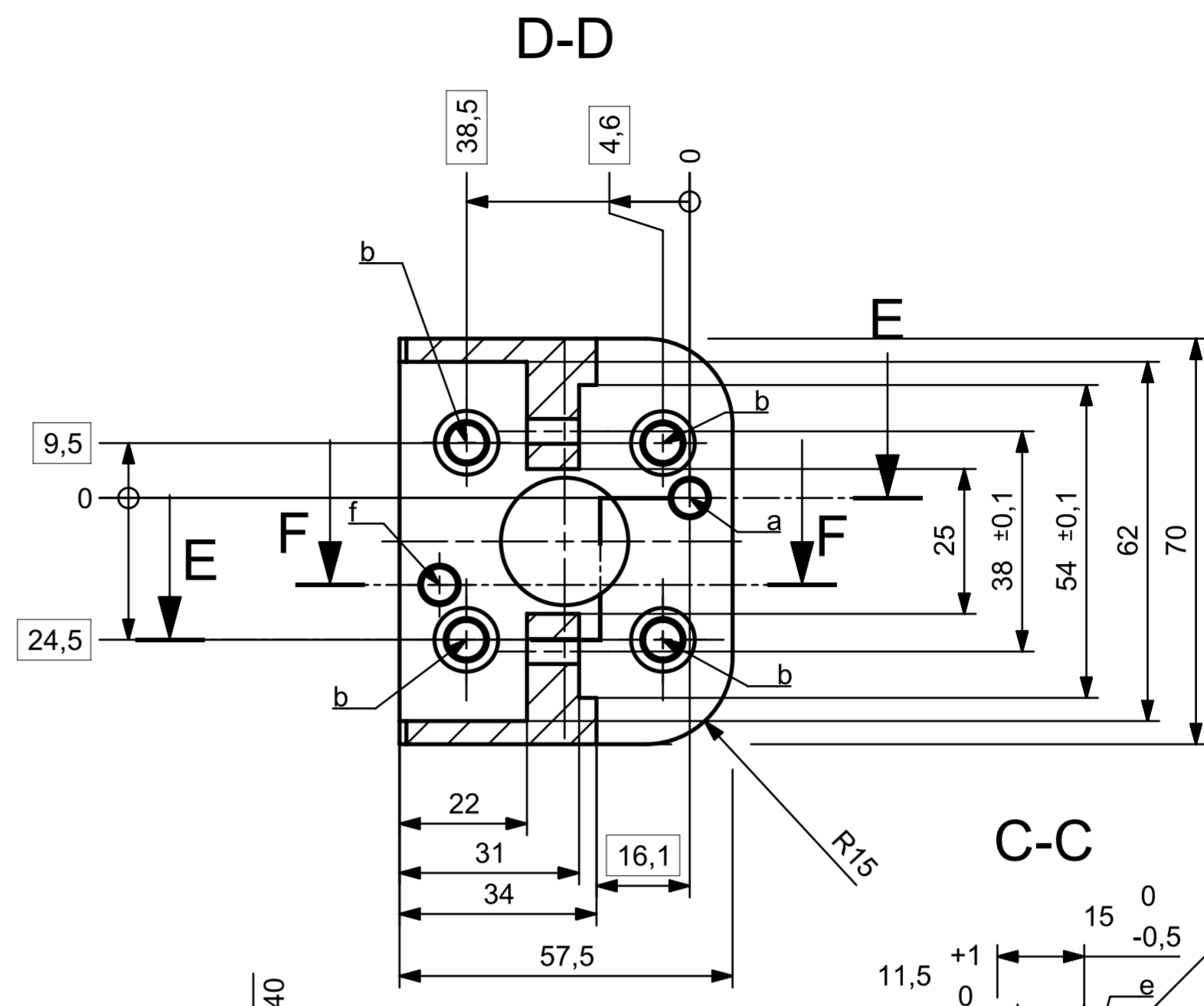
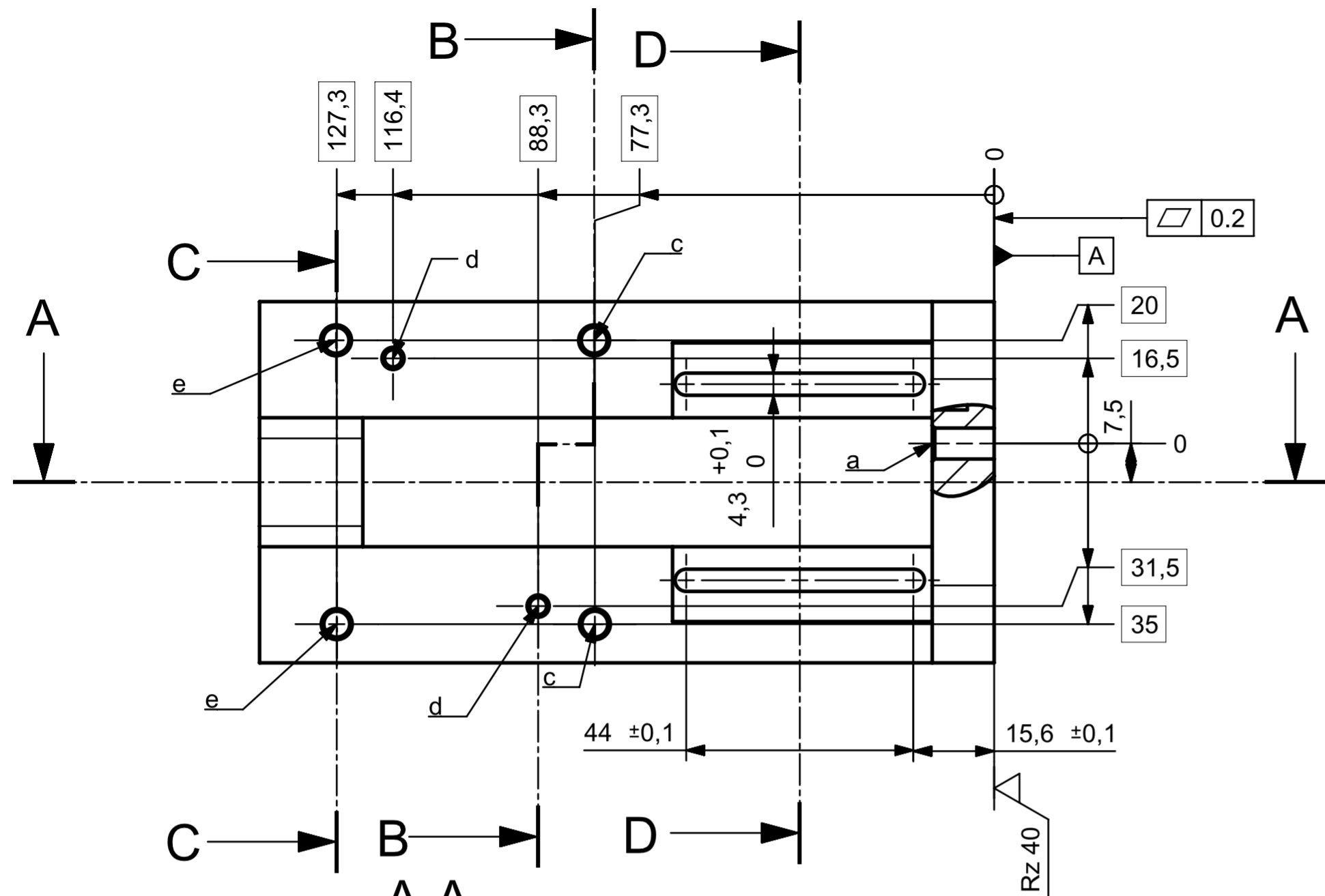
ISO 9001 ISO 27001

Výkres sestavy

5,64

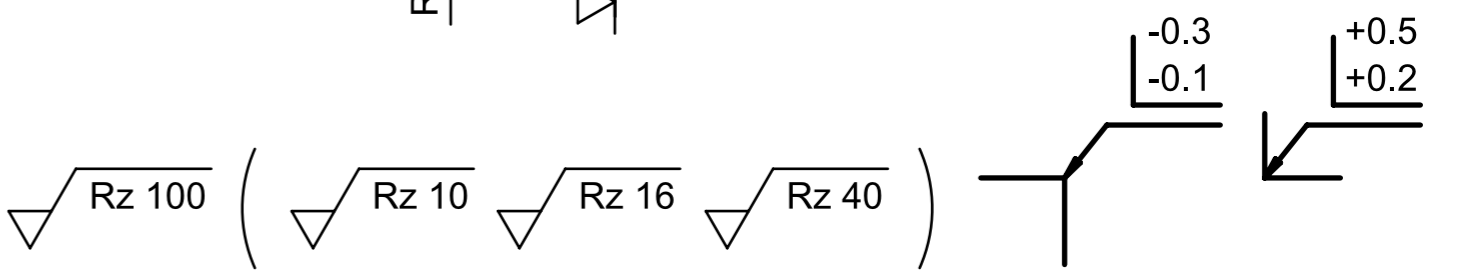
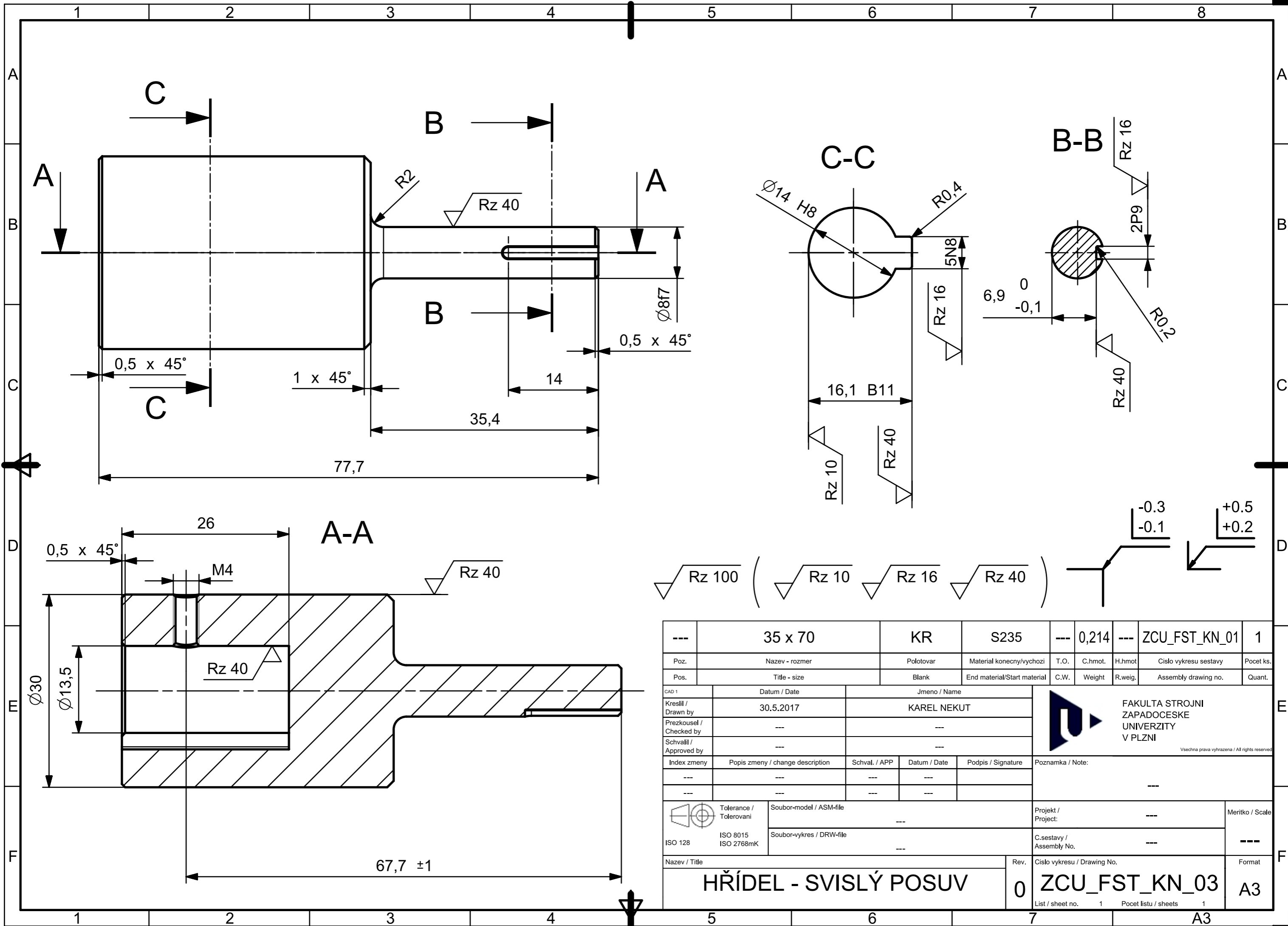
1:1

A0



Rz 100 (Rz 40)

---	75 x 60 x 150	PLO	S235	---	1,080	ZCU_FST_KN_01	1	
Poz.	Nazev - rozmer	Polotovar	Material konecny/vychazi	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	30.5.2017	KAREL NEKUT						
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	Soubor-vykres / DRW-file	Projekt / Project:	---	Meritko / Scale	1:1	
Nazev / Title		RÁM		Rev.	0	Cislo vykresu / Drawing No.	ZCU_FST_KN_02	Format
				Cislo vykresu / Drawing No.		ZCU_FST_KN_02		A2
				List / sheet no.		1		Pocet listu / sheets
						1		



---	35 x 70	KR	S235	---	0,214	---	ZCU_FST_KN_01	1
Poz.	Nazev - rozmer	Polotovar	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					
Kresil / Drawn by	30.5.2017		KAREL NEKUT					
Prezkoušel / Checked by	---		---					
Schválil / Approved by	---		---					
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznámka / Note:			
---	---	---	---	---	---			
---	---	---	---	---	---			
ISO 128	Tolerance / Tolerovani	Soubor-model / ASM-file			Projekt / Project:	---		
	ISO 8015 ISO 2768mK	Soubor-vykres / DRW-file			C.sestavy / Assembly No.	---		
Namez / Title				Rev.	Cislo vykresu / Drawing No.			Format
HŘÍDEL - SVISLÝ POSUV				0	ZCU_FST_KN_03			A3
				List / sheet no.	1	Pocet listu / sheets		1