

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: Dopravní a manipulační technika

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Hydraulicky ovládaný spojovací člen rotačních bran a secího stroje**

Autor: **Jakub Kalčík**  
Vedoucí práce: **Ing. Michal Křížek, Ph.D.**

**Akademický rok 2012/13**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub KALČÍK**  
Osobní číslo: **S12B0032K**  
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**  
Název tématu: **Hydraulicky ovládaný spojovací člen rotačních bran a secího stroje**  
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:

Navrhnete hydraulicky ovládaný spojovací člen pro spojení rotačních bran Breviglieri Magnum a secího stroje Privat Drill 300 za účelem vytvoření secí kombinace. Provedte pevnostní výpočet spojovacího členu pomocí MKP. Vypracujte výrobní výkresovou dokumentaci.

#### Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

#### Osnova bakalářské práce:

1. Rešerše, specifikace požadavků
2. Konstrukční návrh
3. Ověření navržené konstrukce výpočtovou metodou MKP
4. Zhodnocení práce, závěr





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

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

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

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

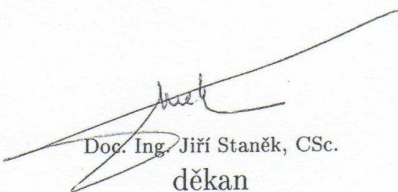
Katedra konstruování strojů

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Michal Křížek, Ph.D.**

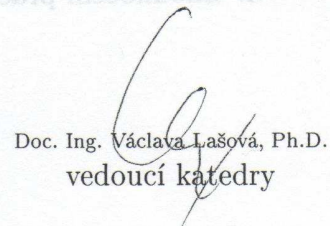
Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce: **4. února 2013**

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**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Michal Křížek, Ph.D., za velmi užitečnou metodickou pomoc a cenné rady při zpracování bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat p. Jaroslavu Ženíškovi za umožnění přístupu k jeho technice a ke všem technickým podkladům.

Tato bakalářská práce byla podpořena formou odborné konzultace Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.3.00/35.0048 „Popularizace výzkumu a vývoje ve strojním inženýrství a jeho výsledků (POPULÁR)“ Odborným konzultantem byl Ing. Michal Křížek, Ph.D., kterému děkuji za poskytnuté konzultace, kvalifikované rady a odbornou pomoc při sepsání této BP.

## ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Kalčík	<b>Jméno</b> Jakub		
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	B2301 „Strojní inženýrství“			
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Ing. Michal Křížek, Ph.D	<b>Jméno</b> Michal		
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST - KKS			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	<b>Nehodící se</b> <b>škrtněte</b>	
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Hydraulicky ovládaný spojovací člen rotačních bran a secího stroje			

<b>FAKULTA</b> A	Strojní	<b>KATEDRA</b>	KKS	<b>ROK ODEVZD.</b>	2013
---------------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	45	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	45	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Bakalářská práce je zaměřena na konstrukční návrh hydraulicky ovládaného spojovacího členu pro spojení rotačních bran Breviglieri Magnum 3 a secího stroje Privat Drill 300 za účelem vytvoření secí kombinace. Cílem této práce je vytvořit spojovací člen tak, aby bylo dosaženo co nejmenšího zatížení tažného prostředku. Bakalářská práce se vyvíjí od koncepčních návrhů dvou variant, přes analytické výpočty. Po vyhodnocení byla finální varianta zkontrolována pomocí MKP v systému NX 8 a dále byla zhotovena výkresová dokumentace.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>  <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	Secí stroj, rotační brány, secí kombinace, vibrační brány, set'ové lůžko, smykování, spojovací člen, hydromotor, čepy, jákl, tříbodový závěs, řepka olejka, traktor

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Kalčík	<b>Name</b> Jakub	
<b>FIELD OF STUDY</b>	B2301 „Mechanical Engineering”		
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> Ing. Michal Křížek, Ph.D	<b>Name</b> Michal	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Hydraulically actuated coupler power harrow and seed drill		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machine Design	<b>SUBMITTED IN</b>	2013
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

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

<b>TOTALLY</b>	45	<b>TEXT PART</b>	45	<b>GRAPHICAL PART</b>	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DESCRIPTION</b> <b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	<p>The Bachelor work focus' on engineering design of hydraulically actuated coupler for connecting power harrow Breviglieri Magnum 3 and seed drill Privat Drill 300 for the purpose of creating seed combination. The goal of this work is to create the coupler so there is as little stress on the tractor as possible. The Bachelor work is developed based on two variations of conceptual design, over analytic calculations. After evaluation the final variant has been checked using MKP in NX8 system and design documentation has been made.</p>
<b>KEY WORDS</b>	Seed drill, power harrows, seed combination, vibrating harrow, seed bed, smoothing, coupler, hydraulic, pins, jákl, linkage, rape, tractor

## OBSAH

1 Úvod.....	9
1.1 Vznik a popis farmy .....	9
1.2 Secí kombinace .....	10
1.3 Rešerše stávajícího řešení .....	11
1.3.1 Typ 1.....	11
1.3.2 Typ 2.....	12
1.3.3 Typ 3.....	13
1.3.4 Typ 4.....	14
1.4 Konkrétní stroje :.....	16
2 Konstrukční návrh.....	18
2.1 Konstrukční varianta A .....	18
2.2 Konstrukční varianta B .....	19
3 Výpočet.....	20
3.1 Silový rozklad na mechanismu .....	20
3.2 Dimenzování mechanismu .....	26
3.2.1 Výpočet ohybového napětí .....	27
3.2.2 Výpočet tlakového napětí .....	28
3.2.3 Návrh čepů.....	29
3.2.4 Návrh pístu : .....	34
3.2.5 Návrh držáku hydromotoru .....	35
3.2.6 Kontrola šroubů :.....	36
4 Kontrola MKP.....	39
5 Závěr .....	44
6 Použitá literatura.....	45



# 1 Úvod

Bakalářská práce je zaměřena na konstrukční návrh hydraulicky ovládaného spojovacího členu pro spojení rotačních bran Breviglieri Magnum 3 a secího stroje Privat Drill 300 za účelem vytvoření secí kombinace. Cílem této práce je vytvořit spojovací člen tak, aby bylo dosaženo co nejmenšího zatížení tažného prostředku. Hlavními parametry jsou výška zdvihu, vzdálenost těžiště secího stroje v přepravní poloze. Spojovací člen je navrhován pro konkrétní podmínky konzultované s majitelem strojů. Je také zohledněno, že jde o návrh originálního dílu, který není dodáván výrobcem ani jednoho ze jmenovaných strojů. Vlastní konstrukce je navrhována tak, aby byla výroba možná z vlastních prostředků a nemusela se zadávat k výrobě externí firmě.

## 1.1 Vznik a popis farmy

Farma se rozkládá na katastru obce Ejpovice a částečně na katastru obce Klabava a města Rokycany. Obec se nachází 11km východně od města Plzně je ohraničena dvěma povrchovými doly. Západně od obce leží důl na kaolin, kde se doposud aktivně těží. Severně od obce se nachází důl na železnou rudu, kde byla v roce 1967 ukončena těžba a téhož roku se nechal důl samovolně zatopit. Už přítomnost těchto dvou dolů nám naznačují půdní strukturu polí. Můžeme se zde setkat se středně těžkými půdami (písčitohlinitými) a také s těžkými půdami (jílovitými) s velkou četností kamenů. Rodinná farma vznikla v roce 1992, kdy po restituci byly získány zpět do vlastnictví pozemky, 5ha orné půdy a 3ha luk. Po technické stránce byla začínající farma vybavena velmi stroze. Všechny práce byly vykonávány pouze jedním traktorem „Zetor 25“, žně a chemická ochrana rostlin byly zajištěny formou služeb od místního zemědělského družstva. Dalším rozvojem farmy bylo založení živočišné výroby. Aktivním přístupem majitele byla farma dále rozšiřována.

K dnešnímu dni farma obhospodaruje 50ha orné půdy a 18ha luk. I po technické stránce došlo k velkému rozšíření. Všechny práce jsou rozloženy mezi tři traktory Zetor (6911, 6340, 16245), kde nejslabší disponuje výkonem 65koní [48kW] a nejsilnější 160 koní [118kW], dále farma vlastní sklízecí mlátičku Fortschritt E512. Jelikož vlastník se stará o chod farmy pouze ve volných chvílích z důvodů stálého zaměstnání, snaží uzpůsobit strojový park a technologické operace, tak aby byly co nejméně časově náročné. Z tohoto důvodu přišla myšlenka vytvořit z již využívaných strojů secí kombinaci. Kombinace se bude sestávat z rotačních bran Breviglieri Magnum 3 a secího stroje Privat Drill 300. Jako tažný prostředek bude používán nejsilnější traktor na farmě Zetor 16245. Po průzkumu trhu bylo zjištěno, že výrobce dodává spojovací členy na jiné typy secích strojů. Tento fakt nás dovedl k rozhodnutí vyrobit originální spojovací člen pro náš typ secího stroje. Secí kombinace bude využívána hlavně pro zakládání porostu řepky olejky. Při zhoršených podmínkách lze za rotační brány zapojit smykové brány a tím tak zlepšit přípravu půdy.

## 1.2 Secí kombinace

Secí kombinací se rozumí spojení secího stroje se strojem na přípravu půdy (kypřič, podmítač), nejčastěji se však používají rotační brány. Jak už z názvu vyplývá u tohoto typu přípravy půdy se využívá rotační pohyb hřebů bran. Hřeby rotují buď kolem vertikální osy nebo horizontální. Zvláštním případem jsou tzv. „Vibrační brány“, kde dochází k natočení



Obr. 1- Současná secí kombinace[4]

hřebů jen o určitý úhel a pak zase na zpět. Dnes se převážně používají rotační brány s vertikální osou rotace. Pohyb hřebů je zajištěn vývodovým hřídelem na traktoru. Správným nastavením otáček vývodového hřídele a pojezdové rychlosti traktoru dojde k velmi kvalitní přípravě půdy a seťového lůžka. Na počátku vzniku secí kombinace byla myšlenka spojit dvě technologické operace v jednu a tím snížit počet přejezdů po poli a pohonných hmot. Mohlo by se zdát že spojením dvou operací v jednu dojde k úspoře času, ale bohužel ne vždy tomu tak je. Vše je závislé na stavu obdělávaného pole. Stav pole je ovlivněn jak aktuálními podmínkami tak i dlouhodobými. Aktuálními podmínkami se rozumí povětrnostní situace (déšť, sucho), dlouhodobými se rozumí jarní nebo podzimní příprava. Jednou z neopomenutelných předností kombinace je možnost přípravy hrubé brázdy. Pro shrnutí lze tedy říci že kombinace je velmi efektivní při použití v těžších podmínkách, kde klasické metody selhávají. Většina farem využívá secích kombinací pouze při podzimním přípravě. Jarní příprava půdy probíhá snadněji, protože půda je po zimním období kyprá a tak lze použít jednodušší metodu smykování. Vývoj secích kombinací od počátku zaznamenal několik změn. Na počátku byla konstrukce secích kombinací založena na rotačních branách, secího stroje a hydraulicky ovládaného spojovacího členu. Za spojovací člen se považuje konstrukce, která je pevně spojena s rotačními bránami, na kterou lze připojit secí stroj. Člen je hydraulicky ovládaný a jeho úkolem je měnit polohu secího stroje. Secí stroj má dvě základní polohy pracovní a přepravní (manipulační). Funkce kombinace je založena na tom, že secí stroj je spuštěn do polohy pracovní, při které vykonává setí. Pro přepravu nebo manipulaci na poli je stroj zdvihnut do polohy přepravní (manipulační). Hlavní důvod změny polohy při manipulaci je ten, že chceme dosáhnout toho, aby těžiště secího stroje a tím i celé kombinace bylo co nejbližší třibodového závěsu traktoru. To nám zajistí menší namáhání traktoru a dosáhneme jeho větší stability. Dříve u starších traktorů docházelo po zdvihnutí secí kombinace k nadlehčení předních kol traktoru a to mělo za následek zhoršení ovladatelnosti.

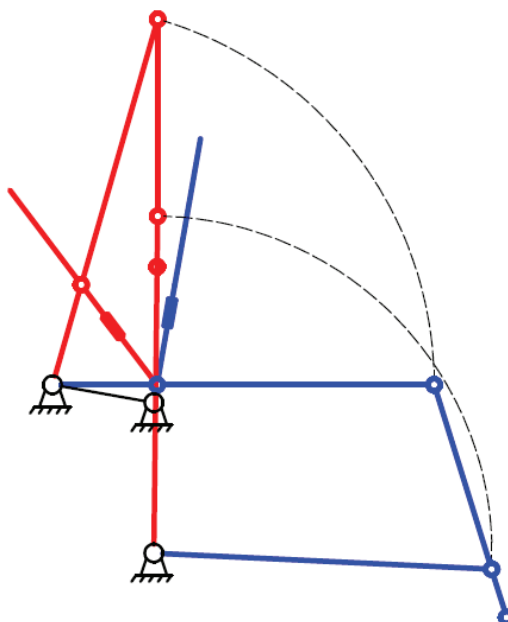
V nejhorších případech při špatné manipulaci docházelo k přelomení traktoru. Jelikož je trendem v zemědělské technice vše zvětšovat, jak konstrukčně, tak i výkonově došlo ke změně i secích kombinací. Dnes se vyrábějí secí kombinace bez spojovacího členu který mění polohu, ale rotační brány jsou osazeny závěsem pro připojení secího stroje. Závěs je koncipován tak, že kompletně spojuje celý stroj, jeho hmotnost je plně přenášena na rotační brány, takže secí stroj nemusí být vybaven opěrnými koly. Výhodou je, že nedochází k vytváření kolejí od secího stroje v již zasetých částech pozemku.

### 1.3 Rešerše stávajícího řešení

Secí kombinace vyrábí široká škála výrobců zemědělské techniky. Pro rešerši byly vybrány 4 typy spojovacích členů od výrobce Breviglieri. Tento výběr nám zajistí alespoň přibližně stejnou konstrukci rotačních bran jako jsou námi zvolené.

#### 1.3.1 Typ 1

U tohoto typu je zdvih zaručen pomocí dvou přímočarých hydromotorů, které jsou umístěny v horní části rámu bran. Hlavní nosný čep je umístěn v dolní části a přišroubován k pomocnému rámu bran. Konstrukce je tvořena z profilů „L“, které jsou k sobě svařeny a tvoří obdélníkový profil. Další prvky jsou tvořeny z profilů jákl a plochého materiálu. Tato konstrukce je velmi robustní. Pohyb mechanismu je znázorněn na kinematickém schématu.



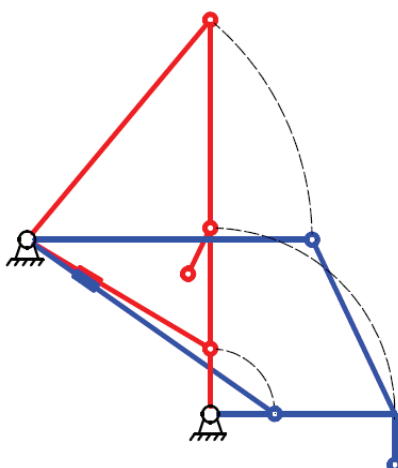
Obr. 3 – Kinematické schéma typ 1



Obr. 4 – Reálný pohled typ1[5]

### 1.3.2 Typ 2

Tato varianta je založena na jednom přímočarém hydromotoru, který je umístěn v horní části rámu bran. Konstrukce je převážně tvořena z plochého materiálů. Zadní část mechanismu je zhotovena z profilu jákl. Jak je na první pohled vidět, konstrukce je tvořena z ne příliš robustního materiálu. Lze tedy říct že spojovací člen bude využíván pro lehčí typy secích strojů.



Obr. 5 – Kinematické schéma typ 2

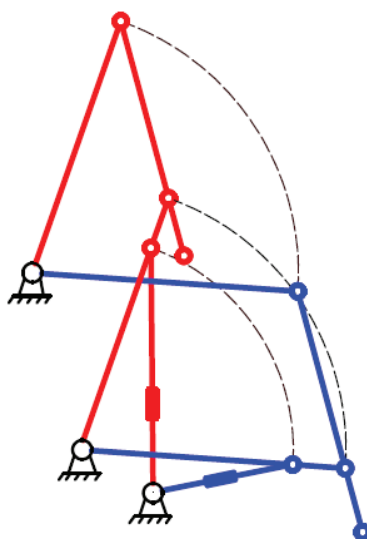




Obr. 6 – Reálný pohled typ2[6]

### 1.3.3 Typ 3

Spojovací člen je tvořen z větší části z profilů jähl. Uložení je řešeno pouze ve spodní části bran. Toto uložení je velmi vhodné z důvodu, že nosný rám nezatěžuje horní část konstrukce. V případě přetížení nebo poruchy tedy nedojde k poškození základního rámu rotačních bran. Zdvih je zde zaručen pomocí dvou hydromotorů, které jsou taktěž uloženy ve spodní části. Rám je zpevněn vůči bočnímu namáhání pomocí příčníku.



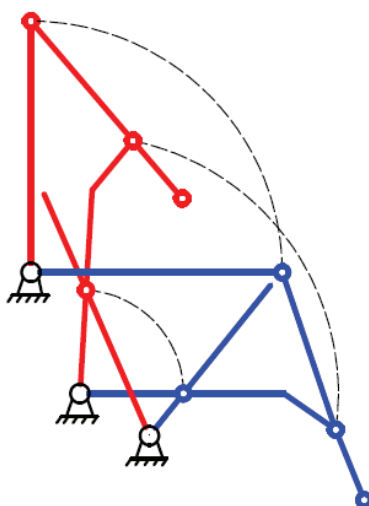
Obr. 7 – Kinematické schéma typ 3



Obr. 8 – Reálný pohled typ 3[7]

#### 1.3.4 Typ 4

Spojovací člen je opět uložen v dolní části rotačních bran. Člen je tvořen z plochého materiálu. Hydromotory nejsou klasicky uloženy pomocí tažných ok, ale pomocí čepů navařených na válci hydromotoru. Jak je vidět, spojovací člen je velmi propracován po tvarové stránce, to má za následek, že při zdvihnutí do přepravní polohy je secí stroj z větší části nad rotačními bránami a přitom výška zdvihu je minimální.



Obr. 9 – Kinematické schéma typ 4



*Obr. 10 – Reálný pohled typ 4[8]*



## 1.4 Konkrétní stroje :



Obr. 11 – Secí stroj Privat Drill 300[9]

Technické údaje - SE 1-055			
Délka stroje	1750mm	Počet pojezdových kol / z toho poháněcích	2/1ks
Šířka stroje	3000mm	Druh pojezdových kol	pneu 165x13
Výška stroje	1250mm	Základní počet řádků	24ks
Hmotnost stroje	560kg	Základní vzdálenost řádků	125mm
Pracovní záběr stroje	3000mm	Hloubka setí plynule stavitelná v rozmezí	od 10 do 100mm
Výkon max.	1,97ha/h	Šíře osivového lůžka	15mm
Max. pracovní rychlost	10km/h	Obsah výsevní skříně	400L
Max. přepravní rychlost	15km/h	Obsah jeteláku	40L





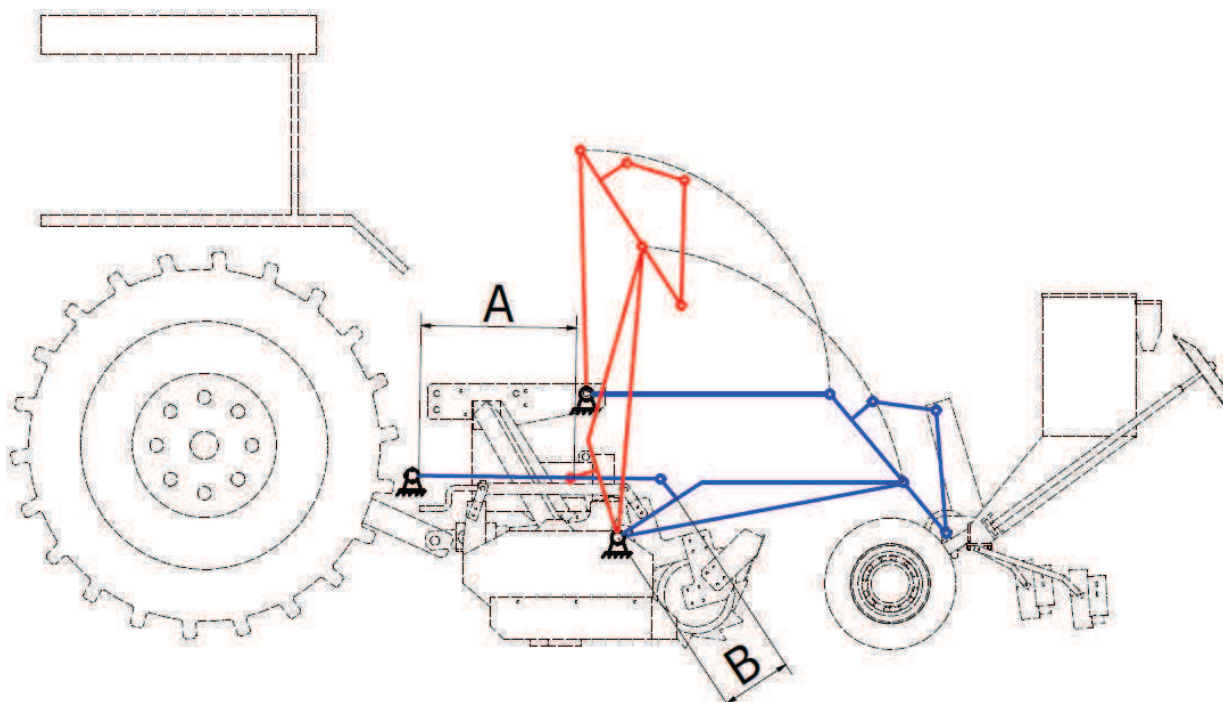
Obr. 12 – Rotační brány Breviglieri Magnum 3

Technické údaje - Breviglieri Magnum 3			
Délka stroje	1460mm	Počet nožů	24ks
Šířka stroje	3000mm	Délka nožů	100-300mm
Výška stroje	1020mm	Optimální výkon hnacího prostředku	140-160HP
Hmotnost stroje	1450kg	Otáčky výdového hřídele	540/1000
Pracovní záběr stroje	2950mm	Typ rozdrůžovacího válce	Packet válec
Max. přepravní rychlost	12km/h	Nastavení pracovní hloubky	Manuální

## 2 Konstrukční návrh

Spojovací člen by neměl mít vysokou hmotnost, aby (zbytečně) nezatěžoval třibodový závěs traktoru. Traktor je osazen hydraulickými okruhy a tak bude zdvih zajištěn hydraulicky. Tato metoda je již zaběhnutá, většina přípojných zemědělských náradí je takto ovládaná. V úvahu byl vzat i pneumatický systém, ale z důvodu špatné regulace rychlosti a plynulosti zdvihu byl zamítnut. Dalším aspektem je, že stroj bude pracovat ve velmi prašném prostředí a mohlo by tak docházet k vydírání těsnění a tím k netěsnosti soustavy. Jak už bylo zmíněno spojovací člen má za úkol pohyb sečky z pracovní polohy do polohy přepravní. Při tom by sečka měla být v pracovní poloze co nejlíže traktoru. Důraz je kladen také na výšku zdvihu v přepravní poloze, aby nedocházelo ke kývání a zhoršování stability tažného prostředku.

### 2.1 Konstrukční varianta A



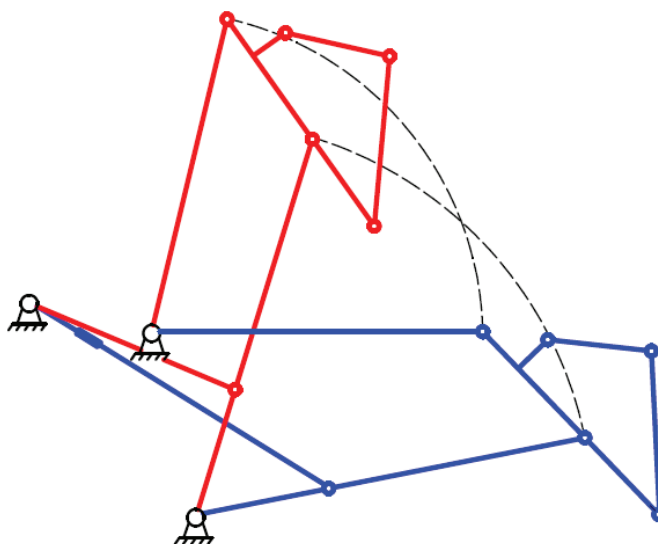
Obr. 13 – Kinematické schéma varianta A

Jako první byla navržena varianta, která se soustředila do spodní části rotačních bran. Uložení pístu a hlavního nosného čepu bylo navrženo podobně jako „Typ 3“ s tím rozdílem, že píst byl navrhnut z horní strany rámu (Obr. 13). Důvodem tohoto uložení byl úmysl vyhnout se namáhání horní části rámu rotačních bran. Konstrukce byla navržena z profilu jákl 70x70x8 (mm). Tento profil byl vybrán pro jeho dostatečnou pevnost a tuhost. Profil jákl je dobře dostupný a manipulace a přetváření je vyhovující. Aby nedocházelo k velkému průhybu nosných ramen byla ramena vyztužena ocelovými pláty o síle 8mm. Z důvodu, že spojovací člen bude vyroben pouze jako jeden kus, není ekonomicky vhodné navrhovat tvarově náročnou konstrukci. Při návrhu přímočarých hydromotorů byla zjištěna konstrukční chyba. Hydromotor v zasunutém stavu je příliš dlouhý (kóta „A“ na Obr. 13). To má za

následek, že uložení pístu vychází mimo rotační brány a docházelo by ke kolizi s tažným prostředkem. Tento problém by se dal řešit použitím teleskopického hydromotoru, ale to je v našich podmínkách nepřijatelné jak z finanční stránky, tak i z pohledu údržby. Dále by mohlo dojít ke zkrácení vzdálenosti („B“ na Obr. 13). To by mělo za následek zkrácení zdvihu pístu. Bohužel by došlo ke zvýšení síly v pístu, která už je i tak dost velká. Zkrácením délky („B“) by docházelo k velkému namáhání hlavního nosného čepu. Po shlednutí všech těchto hledisek byla varianta zamítnuta.

## 2.2 Konstrukční varianta B

Varianta B je navržena tak, že uložení hlavního čepu bylo zanecháno na stejném místě jako u varianty A. Jak můžete vidět na kinematickém schématu, došlo ke zjednodušení hlavních nosníků, a to z důvodu změny uchycení přímočarého hydromotoru. Bohužel nedošlo k dodržení záměru vyhnout se namáhání horní části rámu rotačních bran. Pro zajištění bezpečnosti a ujištění, že horní část rámu přeneše námi definované namáhání, byl tento uzel vymodelován a přepočítán metodou MKP. Výsledky a vyhodnocení budou v následující kapitole. Všechny tyto konstrukční změny vedly k, zjednodušení celého spojovacího členu a ke snížení jeho hmotnosti. Návrh materiálu zůstal stejný tedy profil jákl 70x70x8mm. Díky změně uložení hydromotorů došlo ke zmenšení síly a tím ke zmenšení hydromotorů. Varianta B splňuje námi zohledňované faktory a proto bude dále rozpracována.

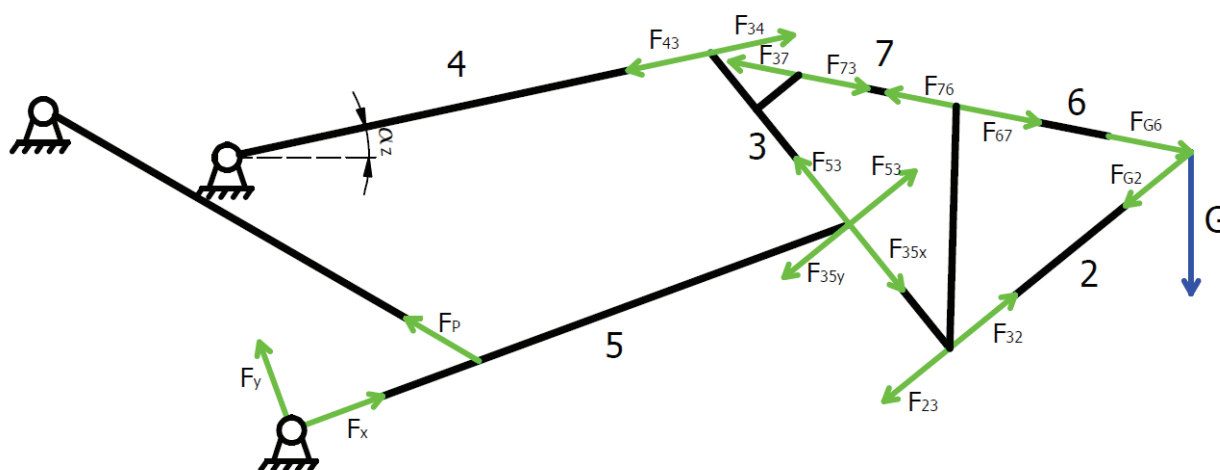


Obr. 14 – Kinematické schéma varianta B

### 3 Výpočet

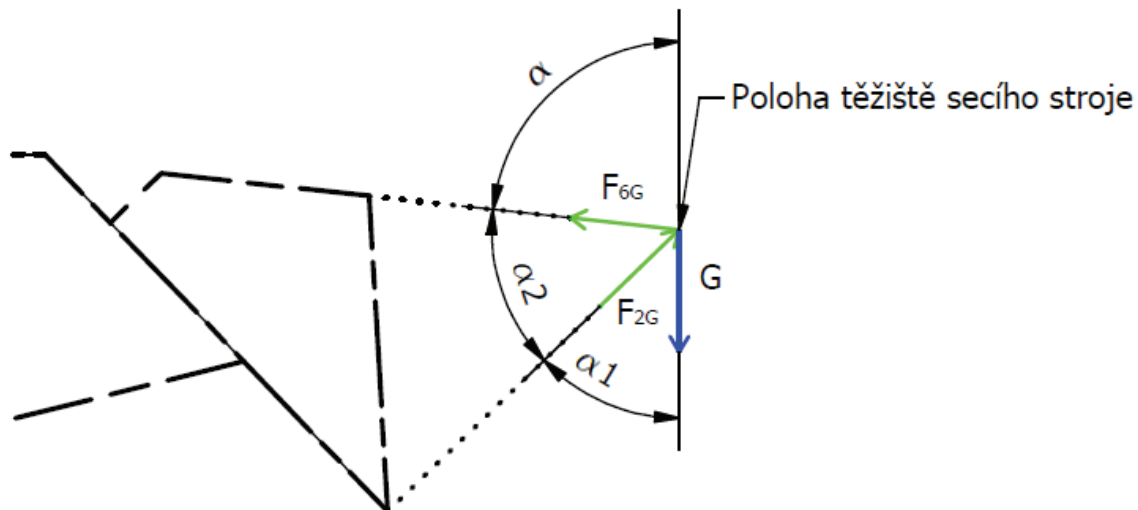
Výpočet mechanismu byl proveden tak, že v programu Autodesk Inventor byl vymodelován model secího stroje. Z toho modelu byla zjištěna poloha těžiště. Dále byly zakreslené všechny působící síly do kinematického schématu. Spojovací člen byl rozložen a spočítán po částech pomocí metody uvolňování. Namáhání spojovacího členu je během zdvihu proměnlivé. Naším úkolem je zjistit průběh namáhání, tedy působících sil. Celý zdvih spojovacího členu byl rozdělen do 16 poloh. Výpočty byly provedeny v tabulkovém procesoru pro všech 16 námi navržených poloh. Z tohoto průběhu sil vyčteme polohu, kde je spojovací člen maximálně namáhán. Po zjištění polohy můžeme mechanismus nadimenzovat. Výsledné síly jsou vyobrazené v tabulce na str. 28.

#### 3.1 Silový rozklad na mechanismu



Obr. 15 – Průběh sil





Obr. 16 – Poloha těžiště

Z podobnosti trojúhelníků ( obrázek silový trojúhelník ) zjistíme poměr mezi silami  $G_A$ ,

$$\frac{G_A}{\operatorname{tg}\beta_1} = \frac{G_B}{\operatorname{tg}\beta_2} \Rightarrow \frac{G_A}{G_B} = \frac{\operatorname{tg}\beta_1}{\operatorname{tg}\beta_2} = n \quad (1)$$

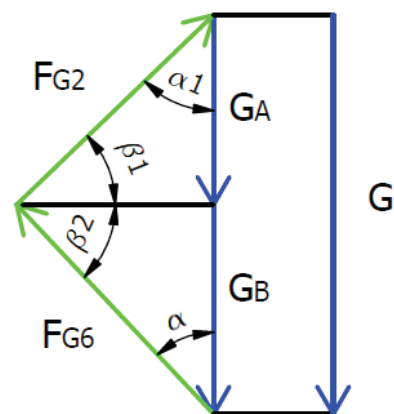
$$\frac{\operatorname{tg}\beta_1}{\operatorname{tg}\beta_2} = n \quad (2)$$

Z rovnice (1) vyjádříme sílu  $G_A$

$$G_A = G_B \cdot n \quad (3)$$

Celková síla  $G$ :

$$G = G_A + G_B \quad (4)$$



Obr. 16 – Silový trojúhelník

Dosazení síly  $G_A$  do rovnice (3) vyjádříme sílu  $G_B$

$$G = G_B \cdot n + G_B \quad (5)$$

$$G_B = \frac{G}{n+1} \quad (6)$$

Dosazením síly  $G_B$  do rovnice (4) vypočteme sílu  $G_A$

$$G_A = G - G_B \quad (7)$$

Pomocí goniometrické funkce vypočteme síly  $F_{G2}$  a  $F_{G6}$ :

$$\sin \beta_1 = \frac{G_A}{F_{G2}} \Rightarrow F_{G2} = \frac{G_A}{\sin \beta_1} \quad (8)$$

$$\sin \beta_2 = \frac{G_B}{F_{G6}} \Rightarrow F_{G6} = \frac{G_B}{\sin \beta_2} \quad (9)$$

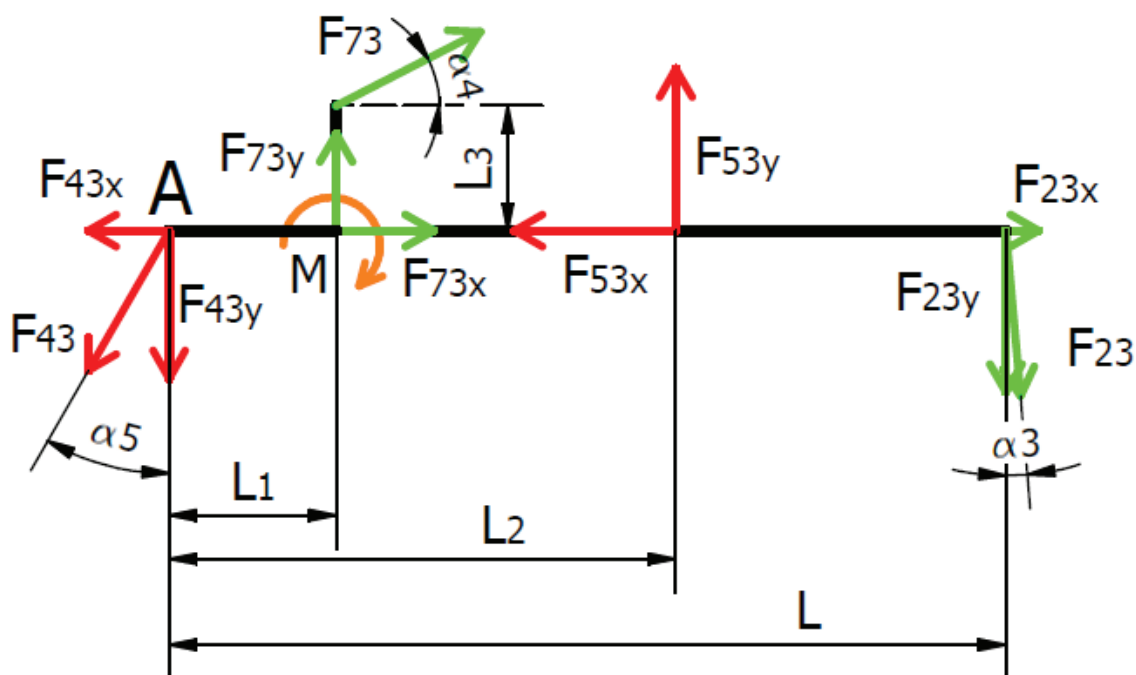
Pomocné úhly -  $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$

$$\alpha = 180 - (\alpha_1 + \alpha_2) \quad (10)$$

$$\beta_1 = 90 - \alpha_1 \quad (11)$$

$$\beta_2 = 90 - \alpha \quad (12)$$

## Uvolnění tělesa 3



Obr. 17 – Těleso 3

Pro výpočet tělesa byly napsány dvě podmínky rovnováhy sil a jedna momentová.

$$\sum F_{ix} = 0 : F_{23} \cdot \sin \alpha_3 - F_{53x} + F_{73} \cdot \cos \alpha_4 - F_{43x} = 0 \quad (13)$$

$$\sum F_{iy} = 0 : F_{73} \cdot \sin \alpha_4 - F_{43y} + F_{53y} - F_{23} \cdot \cos \alpha_3 = 0 \quad (14)$$

$$\sum M_{iA} = 0 : M - F_{73} \cdot \sin \alpha_4 \cdot L_1 - F_{53y} \cdot L_2 + F_{23} \cdot \cos \alpha_3 \cdot L = 0 \quad (15)$$

Výpočet momentu M:

$$M = F_{73x} \cdot L_3 = F_{73} \cdot \cos \alpha_4 \cdot L_3 \quad (16)$$

Z rovnice (16) vyjádříme sílu  $F_{53y}$ :

$$\begin{aligned} F_{53y} &= \frac{M - F_{73} \cdot \sin \alpha_4 \cdot L_1 + F_{23} \cdot \cos \alpha_3 \cdot L}{L_2} = \\ &= \frac{F_{73} \cdot \cos \alpha_4 \cdot L_3 - F_{73} \cdot \sin \alpha_4 \cdot L_1 + F_{23} \cdot \cos \alpha_3 \cdot L}{L_2} \end{aligned} \quad (17)$$

Dosazením síly  $F_{53y}$  do rovnice (14) vypočteme sílu  $F_{43y}$ :

$$F_{43y} = F_{73} \cdot \sin \alpha_4 + F_{53y} - F_{23} \cdot \cos \alpha_3 \quad (18)$$

Směr  $F_{43}$  je dán geometrií, proto pomocí goniometrické funkce vypočteme sílu  $F_{43x}$ :

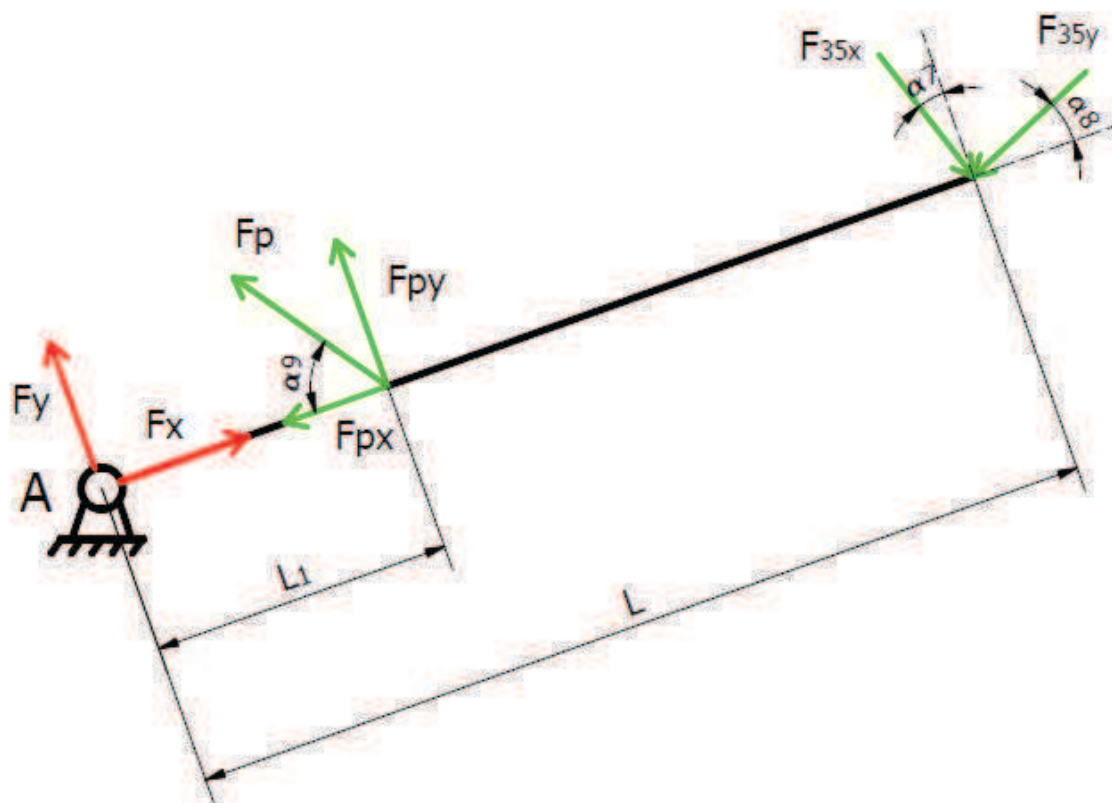
$$\operatorname{tg} \alpha_5 = \frac{F_{43y}}{F_{43x}} \Rightarrow F_{43x} = \frac{F_{43y}}{\operatorname{tg} \alpha_5} \quad (19)$$

Dosazením síly  $F_{43x}$  do rovnice (13) vypočteme sílu  $F_{53x}$ :

$$F_{53x} = F_{23} \cdot \sin \alpha_3 + F_{73} \cdot \cos \alpha_4 - F_{43x} \quad (20)$$



## Uvolnění tělesa 5



Obr. 18 – Těleso 5

Pro výpočet tělesa byly napsány dvě podmínky rovnováhy a jedna momentová.

$$\sum F_{ix} = 0 : F_x - F_{px} - F_{35y} \cdot \cos \alpha_8 + F_{35x} \cdot \sin \alpha_7 = 0 \quad (21)$$

$$\sum F_{iy} = 0 : F_y + F_{py} - F_{35y} \cdot \sin \alpha_8 - F_{35x} \cdot \cos \alpha_7 = 0 \quad (22)$$

$$\sum M_{iA} = 0 : F_{py} \cdot L_1 - F_{35x} \cdot \cos \alpha_7 \cdot L - F_{35y} \cdot \sin \alpha_8 \cdot L = 0 \quad (23)$$

Z rovnice (23) vyjádříme sílu  $F_{Py}$ :

$$F_{Py} = \frac{F_{35x} \cdot \cos \alpha_7 L + F_{35y} \cdot \sin \alpha_8 \cdot L}{L_1} = \frac{L \cdot (F_{35x} \cdot \cos \alpha_7 + F_{35y} \cdot \sin \alpha_8)}{L_1} \quad (24)$$

Dosazením síly  $F_{Py}$  do rovnice (22) vypočítáme sílu  $F_y$ :

$$F_y = F_{35y} \cdot \sin \alpha_8 + F_{35x} \cdot \cos \alpha_7 - F_{Py} \quad (25)$$

Směr  $F_P$  je dán goniometrií, proto pomocí goniometrické funkce vypočítáme  $F_{Px}$

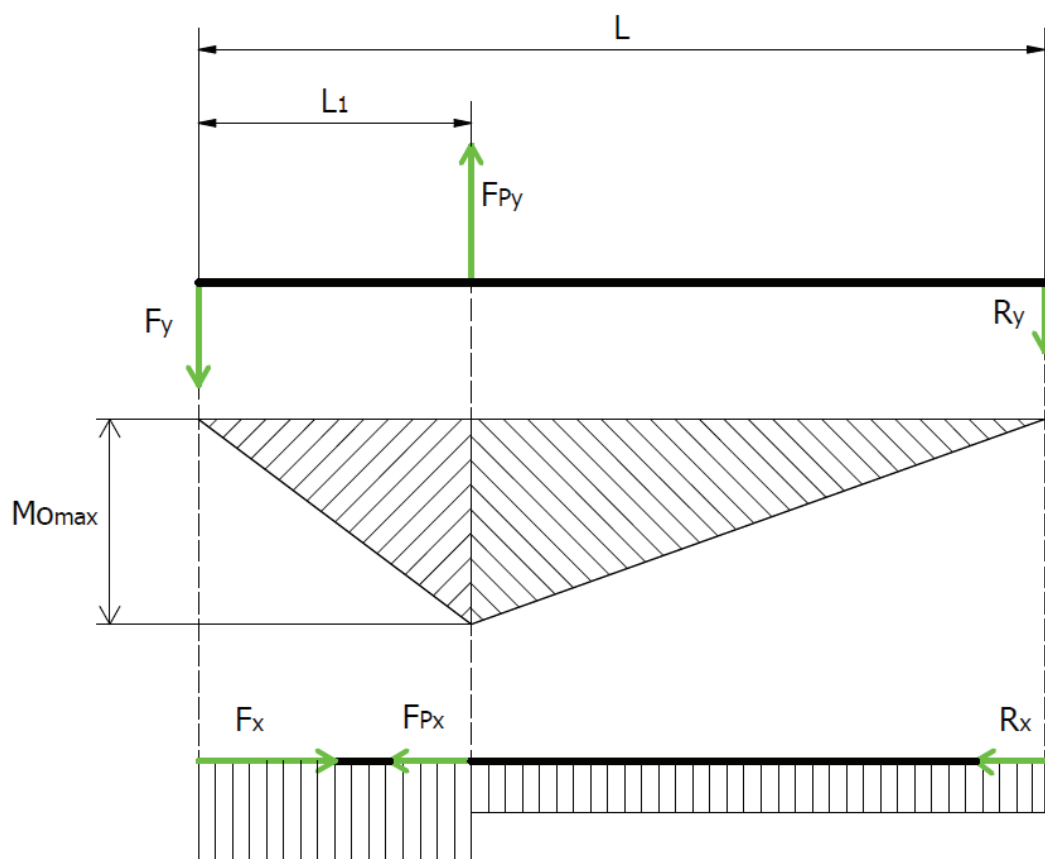
$$\operatorname{tg} \alpha_9 = \frac{F_{Py}}{F_{Px}} \Rightarrow F_{Px} = \frac{F_{Py}}{\operatorname{tg} \alpha_9} \quad (26)$$

Dosazením síly  $F_{Px}$  do rovnice (21) vypočítáme sílu  $F_x$

$$F_x = F_{35x} \cdot \sin \alpha_7 + F_{Px} - F_{35y} \cdot \cos \alpha_8 \quad (27)$$

### 3.2 Dimenzování mechanismu

Dimenzování mechanismu provedeme na tělese 5. Toto těleso bylo vybráno z důvodu, že zde předpokládáme největší ohybový moment. Náš předpoklad se zakládá na faktu, že těleso 5 je nejdelším tělesem v mechanismu a působí zde jedny z největších sil. Polohu, kde je těleso nejvíce namáháno, jsme určili z výpočtu maximálního napětí. Provedly jsme výpočet ohybového a tlakového napětí. Jelikož rotační brány jsou konstrukčně připraveny na spojovací člen, byl navrhnut nosník s profilem jákl o rozměrech 70x70x8. Na tomto profilu tedy provedeme pevnostní kontrolu.



Obr. 19 – Průběh ohybového a tlakového napětí

### 3.2.1 Výpočet ohybového napětí

Průřezový modul v ohybu  $W_o$  pro jekl 70x70x8mm

$$W_o = 29,74 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{Dov} = 140 \text{ MPa}$$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Dov} \quad (28)$$

### 3.2.2 Výpočet tlakového napětí

Pro výpočet tlakového napětí byla použita větší síla  $F_x$ , protože v bodě  $L_1$  je skoková změna posouvající síly. Tabulka respektuje rozdvojení konstrukce v některých uzlech.

Plocha  $S$  byla zjištěna z katalogového listu

$$S = 17,64 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{F_x}{S} \leq \sigma_{Dov} \quad (29)$$

$$\sigma_{\max} = \sigma_t + \sigma_o \quad (30)$$

Tabulka vypočtených sil a napětí v 16 polohách :

$\alpha_z$	FG2	FG6	F35x	F35y	F43	FP	Fy	Fx	$\sigma_{\max}$
0	12971	9405	20	12971	21110	12935	6027	20702	92
5	12878	9873	20	12878	18616	13951	6930	20055	103
10	12803	10146	20	12803	17432	14004	7284	19321	108
15	12730	10364	20	12730	16656	13733	7448	18536	110
21	12663	10539	20	12663	16160	13267	7475	17757	109
26	12602	10680	20	12602	15874	12688	7400	17021	108
31	12548	10797	20	12548	15758	12041	7243	16346	106
36	12501	10889	20	12501	15790	11354	7020	15749	102
41	12462	10964	20	12462	15958	10655	6748	15240	98
46	12431	11019	20	12431	16259	9957	6433	14848	94
52	12409	11058	19	12409	16696	9270	6096	14526	89
57	12397	11077	19	12397	17274	8610	5739	14336	84
62	12397	11078	19	12397	18007	8001	5385	14266	80
67	12409	11057	19	12409	18908	7453	5043	14320	75
72	12436	11009	20	12436	19999	6994	4737	14496	71
77	12480	10929	20	12480	21296	6651	4486	14783	68

#### Pevnostní kontrola při maximálním zatížení

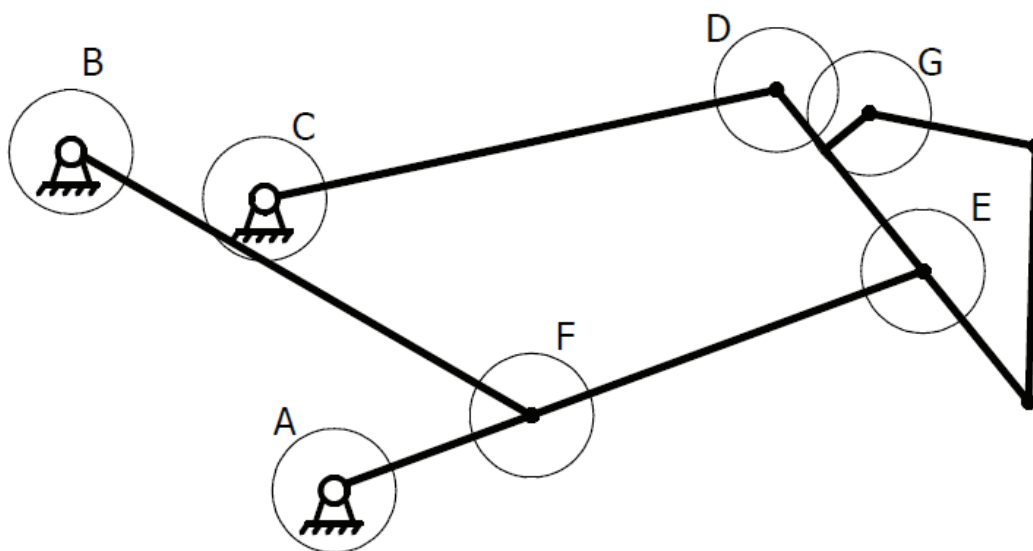
$$\sigma_o \leq \sigma_{Dov} \quad (31)$$

109,52 ≤ 140.....*Vyhovuje.*



### 3.2.3 Návrh čepů

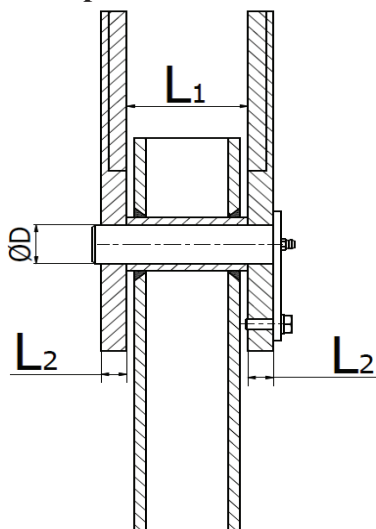
Uložení čepů je navrženo tak, že v profilu jákl jsou zavařeny trubky. Tato úprava zajistí větší styčnou plochu a menší otlačení čepů. Čepy byly zvoleny z materiálu 11373. Materiál rámu je tedy shodný s materiálem čepů a tak zde bude docházet k tření ocel/ocel. Z toho důvodu volím  $P_{Dov} = 100\text{MPa}$ . Čepové uložení je upraveno pro mazání tukovým mazivem aby nedocházelo k vydírání uložení či k zadření.



Obr. 20 - Schéma čepových spojů

## 3.2.3.1 Kontrola čepů na otláčení :

## Návrh čepu A



Obr. 21 – Čepový spoj A

$$F_{\max} = 21561\text{N}$$

$$\varnothing D = 29\text{mm}$$

$$L_1 = 80\text{mm}$$

$$L_2 = 17\text{mm}$$

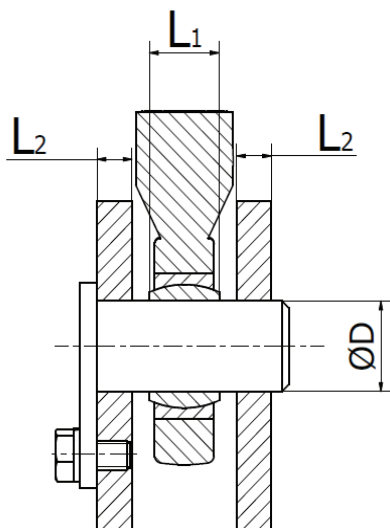
Otláčení mezi čepem a trubkou:

$$p = \frac{F_{\max}}{S} = \frac{F_{\max}}{D \cdot L_1} = \frac{21561}{0,029 \cdot 0,08} = 9,2 \text{ MPa} \quad (32)$$

Otláčení mezi čepem a rámem:

$$p = \frac{F_{\max}}{S} = \frac{F_{\max}}{D \cdot 2L_2} = \frac{21561}{0,029 \cdot 2 \cdot 0,017} = 21,8 \text{ MPa} \quad (33)$$

## Návrh čepu B,F



Obr. 22 – Čepový spoj B,F

$$F_{\max} = 14004\text{N}$$

$$\varnothing D = 25\text{mm}$$

$$L_1 = 20\text{mm}$$

$$L_2 = 10\text{mm}$$

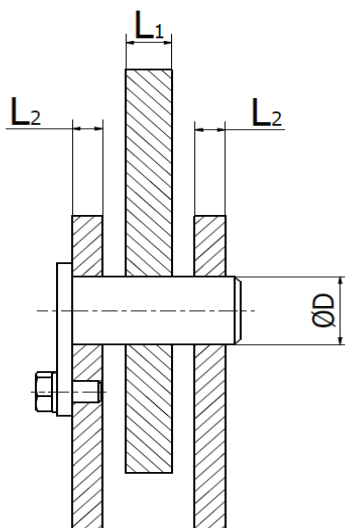
Otláčení mezi čepem a trubkou:

$$p = \frac{F_{\max}}{S} = \frac{14004}{0,025 \cdot 0,02} = 28 \text{ MPa} \quad (34)$$

Otláčení mezi čepem a rámem:

$$p = \frac{F_{\max}}{S} = \frac{14004}{0,025 \cdot 0,02} = 28 \text{ MPa} \quad (35)$$

## Návrh čepu C,D



Obr. 23 – Čepový spoj C,D

$$F_{\max} = 21296,28\text{N}$$

$$\varnothing D = 29\text{mm}$$

$$L_1 = 15\text{mm}$$

$$L_2 = 10\text{mm}$$

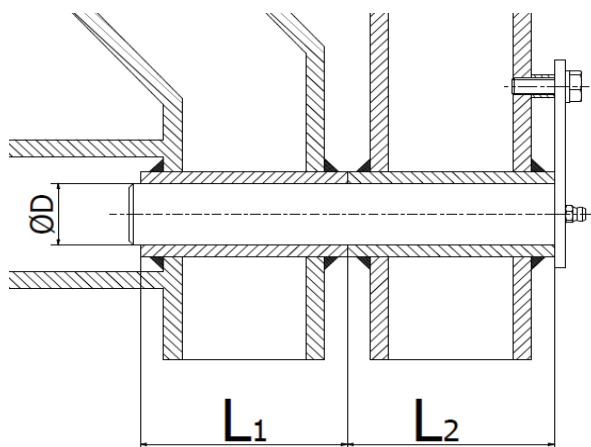
Otlačení mezi čepem a tělesem 4:

$$p = \frac{F_{\max}}{S} = \frac{21296}{0,029 \cdot 0,015} = 48,7 \text{ MPa} \quad (36)$$

Otlačení mezi čepem a rámem:

$$p = \frac{F_{\max}}{S} = \frac{21296}{0,029 \cdot 0,02} = 36,5 \text{ MPa} \quad (37)$$

## Návrh čepu E



Obr. 24 – Čepový spoj E

$$F_{\max} = 11534,5\text{N}$$

$$\varnothing D = 29\text{mm}$$

$$L_1 = 90\text{mm}$$

$$L_2 = 90\text{mm}$$

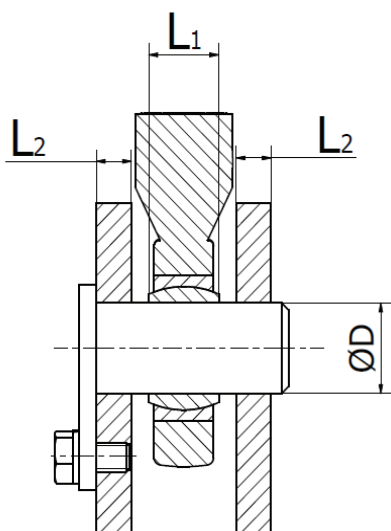
Otlačení mezi čepem a trubkou:

$$p = \frac{F_{\max}}{S} = \frac{11534}{0,029 \cdot 0,09} = 4,4 \text{ MPa} \quad (38)$$

Otlačení mezi čepem a trubkou:

$$p = \frac{F_{\max}}{S} = \frac{11534}{0,029 \cdot 0,09} = 4,4 \text{ MPa} \quad (39)$$

## Návrh čepu G



Obr. 25 – Čepový spoj G

$$F_{\max} = 11078,5\text{N}$$

$$\varnothing D = 25\text{mm}$$

$$L_1 = 20\text{mm}$$

$$L_2 = 10\text{mm}$$

Otlačení mezi čepem a okem pístu:

$$p = \frac{F_{\max}}{S} = \frac{11078}{0,025 \cdot 0,02} = 22,1 \text{ MPa} \quad (40)$$

Otlačení mezi čepem a rámem:

$$p = \frac{F_{\max}}{S} = \frac{11078}{0,025 \cdot 0,02} = 22,1 \text{ MPa} \quad (41)$$

## 3.2.3.2 Výpočet čepů na smyk

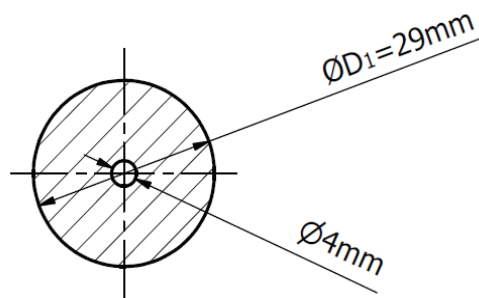
Při konstrukci spojovacího členu byly navrženy dva rozměry spojovacích čepů  $\varnothing 25$  mm a  $\varnothing 29$  mm. Čepy o  $\varnothing 29$  mm jsou navrženy s mazacím kanálkem, který je veden středem čepu a tím zmenšuje nosný průřez. Byly vybrány dva čepy s největším namáháním a na nich byla provedena kontrola.

Kontrola  $\varnothing D_1$ 

$F_1$  = maximální síla na čep

$$\sigma_{Dov} = 60\text{MPa}$$

$$\sigma = \frac{F_1}{S} \leq \sigma_{Dov} \quad (44)$$



Obr. 26 – Průřez čepu 1

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,029^2}{4} = 0,0006605\text{m}^2 \quad (45)$$

$$S_2 = 0,00001256\text{m}^2 \quad (42)$$



$$S = S_1 - S_2 = 0,000605 - 0,00001256 = 6,4794 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad (43)$$

$$\sigma = \frac{21889,3}{6,4794 \times 10^{-4}} = 33,7 \text{ MPa} \quad (44)$$

$$\sigma \leq \sigma_{Dov} \quad (45)$$

$$33,7 \leq 60 \dots \dots \dots \text{Vyhovuje}$$

### Kontrola $\text{ØD}_2$ :

$F_1$  = maximální síla na čep

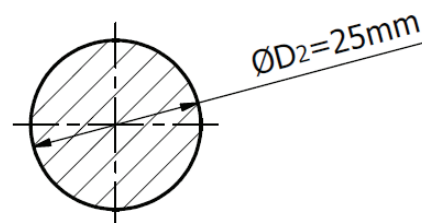
$$\sigma_{Dov} = 60 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{F_1}{S} \leq \sigma_{Dov} \quad (46)$$

$$\sigma = \frac{21841,5}{4,908 \times 10^{-4}} = 44,5 \text{ MPa} \quad (47)$$

$$\sigma \leq \sigma_{Dov} \quad (48)$$

$$44,5 \leq 60 \dots \dots \dots \text{Vyhovuje}$$



Obr. 27 – Průřez čepu 2

**3.2.4 Návrh pístu :**Síla v pístu  $F = 14004\text{N}$ 

$$P = \frac{F}{S} \leq P_{Dov} \quad (49)$$

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (50)$$

$$\frac{F}{S} \leq P_{Dov} = \frac{F}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot P_{Dov}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 14004}{\pi \cdot 12 \cdot 10^6}} = 0,037\text{m} \Rightarrow 37\text{mm} \quad (51)$$

$$S = \frac{\pi \cdot 0,04^2}{4} = 0,0012566\text{m}^2 \quad (52)$$

Z tabulky hydromotorů vyhledáme nejbližší vyšší plochu pístu. Plocha pístu je zmenšena o průměr pístnice a tak plochu vypočteme jako mezikruží.

$$S_H = \frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} (0,05^2 - 0,028^2) = 0,0013477\text{m}^2 \quad (53)$$

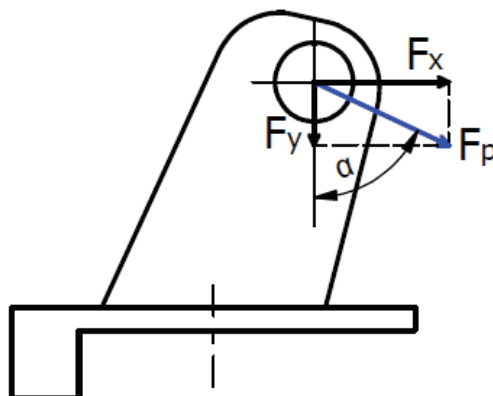
$$S \leq S_H \quad (54)$$

$$0,001266 \leq 0,0013477 \dots \dots \text{Vyhovuje} \quad (55)$$

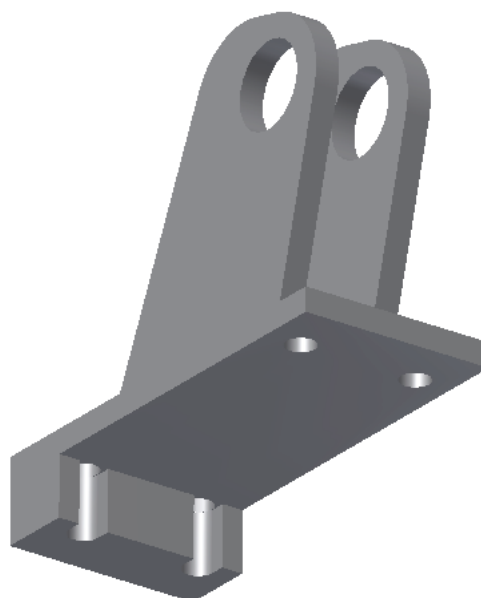
Požadovaný zdvih hydromotoru pro spojovací člen je 475mm, výrobce garantuje zdvih 380mm. V našich podmínkách hydromotor nebude nikdy namáhán na vzpěr ve vysunuté poloze. Z tohoto důvodu navrhuji přímočarý vratný hydromotor o rozměrech  $D=50\text{mm}$ ,  $d=28\text{mm}$  (další údaje viz Příloha)

### 3.2.5 Návrh držáku hydromotoru

Držák hydromotoru byl navržen tak, že síla  $F_x$  je zachycena tvarovým spojem. Tvarový spoj bude zkontrolován na sřih. Závitové tyče vyvozují třecí sílu, díky které je zachována pozice držáku. Tyče budou minimálně namáhány a byly zvoleny  $\varnothing 12\text{mm}$ .

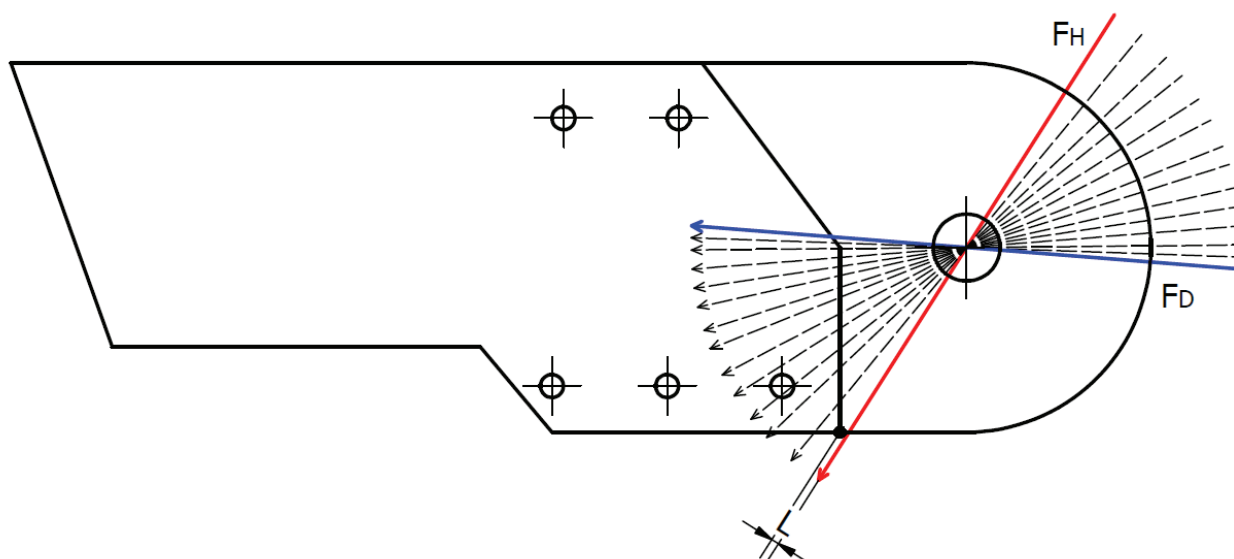


Obr. 28 – Uchycení hydromotoru v horní části konstrukce



Obr. 29 – Uchycení hydromotoru v horní části konstrukce 3D

### 3.2.6 Kontrola šroubů :



Obr. 30 – Průběh reakcí v uchycení hlavního čepu

Na obrázku jsou znázorněny reakce v hlavním čepu. Síla  $F_D$  reprezentuje reakci ve spodní poloze (pracovní), síla  $F_H$  znázorňuje reakci v horní přepravní poloze. V celém průběhu zdvihu krom reakce v horní poloze směřují reakce do materiálu a tím nedochází k namáhání šroubů. Reakce v horní poloze vytváří ohybový moment s ramenem  $L$  avšak toto rameno je tak malé že tento ohybový moment lze zanedbat. Na rámu rotačních bran jsou připravené díry  $\varnothing 11,5\text{mm}$  pro uchycení spojovacího. Z tohoto důvodu bylo zvoleny šrouby M10. Dále však musíme provést kontrolu šroubů když je secí stroj ve spodní (pracovní poloze). V této poloze secí stroj působí na rotační brány silou  $F_{ODP} = \text{tahový odpor} + \text{odpor půdy}$ .

### Navrhují šroub M10

#### 3.2.6.1 Výpočet odporu sečky :

Výpočet odporu secího stroje byl proveden na základě výpočtu orebního tělesa. Základní vzorec je složen ze tří složek odporu orebního tělesa. Při rychlostech do 5km/h byl vzorec zjednodušen do formy která je uvedena níže. Výpočet odporu je bráný jako vyhovující s minimální odchylkou. Měrný odpor půdy je velice složitá a proměnlivá veličina, proto není nikde tabuizována nebo normalizována. Při výpočtu byl použit měrný odpor půdy, který byl naměřený v diplomové práci. [2]



**Půdní odpor**

$N$  = počet secích botek

$H$  = hloubka setí

$L$  = šířka secí botky

$K_o$  = měrný odpor půdy

$$F_{OD} = K_o \cdot H \cdot L \cdot N \quad (56)$$

$$F_{OD} = 70 \cdot 10^3 \cdot 0,04 \cdot 0,02 \cdot 24 = 1008N \quad (57)$$

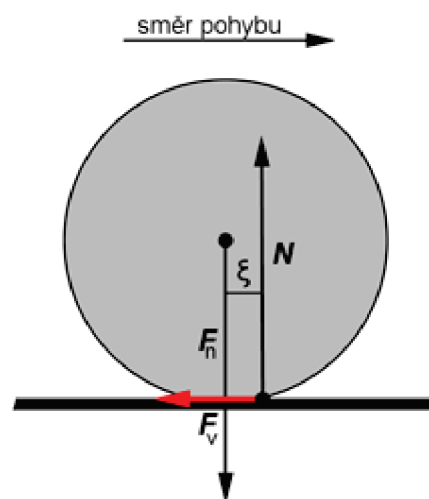
**Odpor kol:**

$R$  = poloměr kola

$F_n$  = tíha tělesa

$F_v$  = valivý odpor

$\xi$  = rameno valivého odporu



Obr. 31 – Schéma valivého odporu[10]

$$F_v = \xi \cdot \frac{F_n}{R} \quad (58)$$

$$F_v = 0,1 \cdot \frac{500}{0,56} = 89,3N \quad (59)$$

**Celkový odpor secího stroje :**

$$F_{OD-R} = F_{OD} + 2 \cdot F_v \quad (60)$$

$$F_{OD-R} = 1008 + 2 \cdot 89,3 = 1186,6N \quad (61)$$

**Kontrola maximální  $F_{ODP}$  :**

$N$  – počet šroubů

$f$  = součinitel tření

$d_3$  = vnitřní průměr závitu šroubu

$$\sigma_{Dov} = 180 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{F_{\xi}}{S \cdot N} \leq \sigma_{Dov} \quad (62)$$

$$F_{\xi} \leq \sigma_{Dov} \cdot \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot N \quad (63)$$

$$F_{\xi} \leq 180 \times 10^6 \cdot \frac{\pi \cdot 0,008466^2}{4} \cdot 10 \leq 202651,08N \quad (64)$$

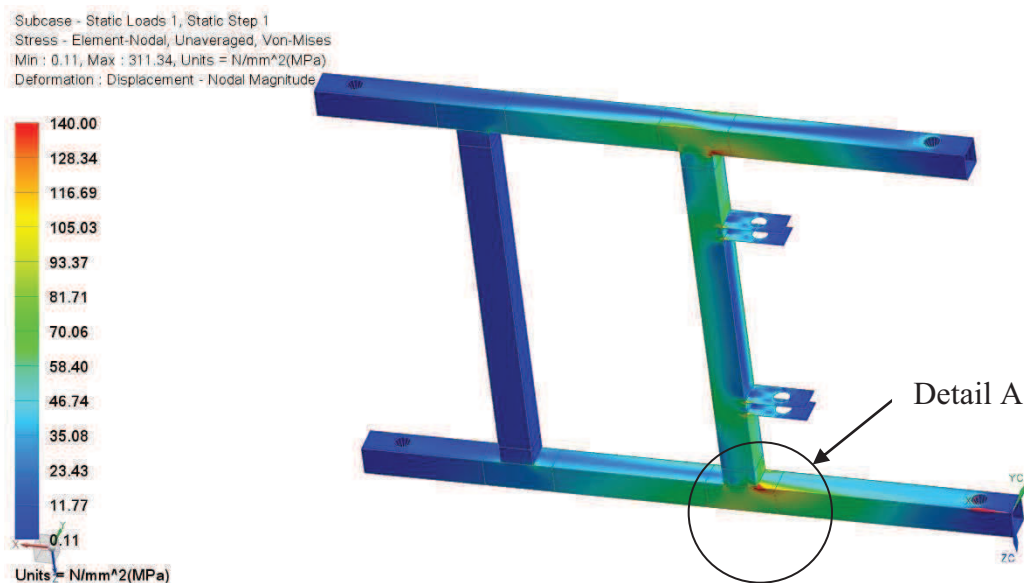
$$F_{ODP} = F_{\xi} \cdot f \quad (65)$$

$$F_{ODP} = 202651,08 \cdot 0,15 = 30397,66N \quad (66)$$

$$F_{ODP} \geq F_{OD-R} \quad (67)$$

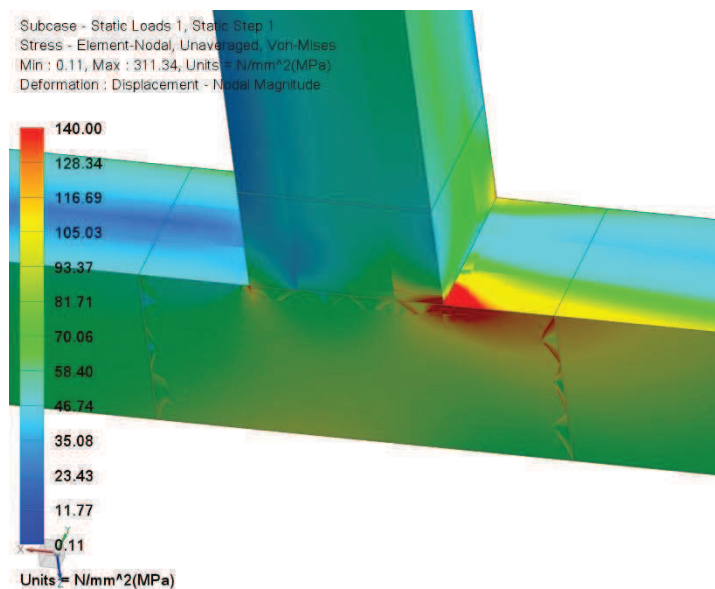
$$30397,66 \geq 1184,6 \dots \text{Vyhovuje} \quad (68)$$

## 4 Kontrola MKP



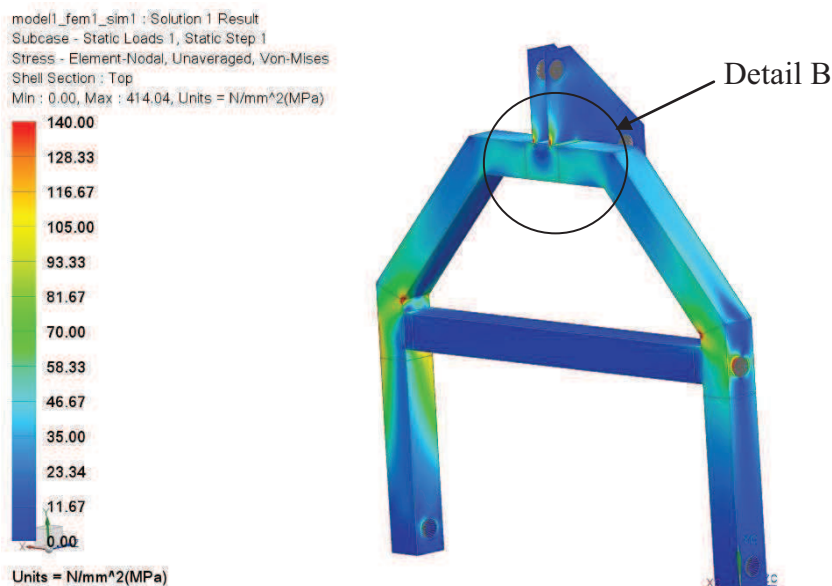
Obr. 32 - Ramena

Obrázek znázorňuje spodní část spojovacího mechanismu tzv. ramena. Ramena jsou nejvíce namáhány ve spoji mezi hlavními nosníky a příčnickem na kterém jsou navařena oka pro zachycení přímočarých hydromotorů.



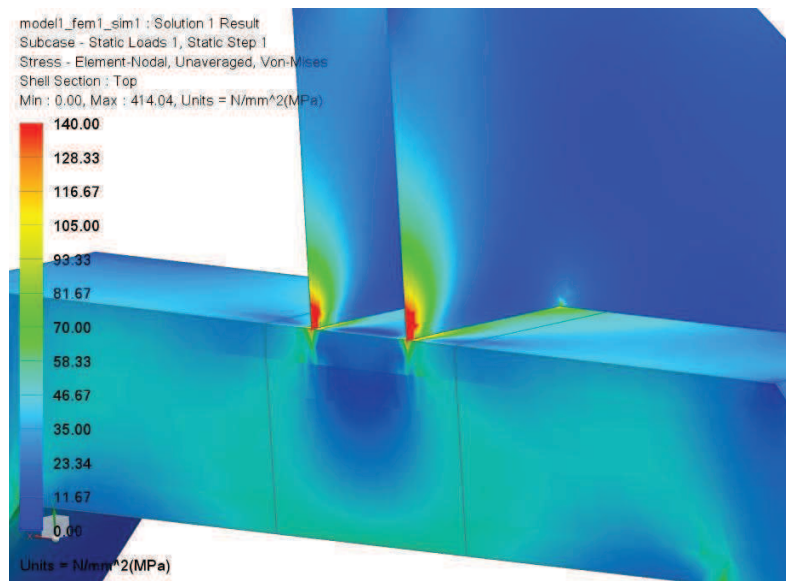
Obr. 33 – Detail A

V tom místě vzniká napěťová špička a to z důvodu kolmému spojení příčnicku s nosníkem. Okolo spoje byla zjemněna síť pro lepší rozpoznání napěťové špičky. Ve skutečnosti zde takto ostré spojení nebude protože ho překryje svar a tím se napětí rozloží.



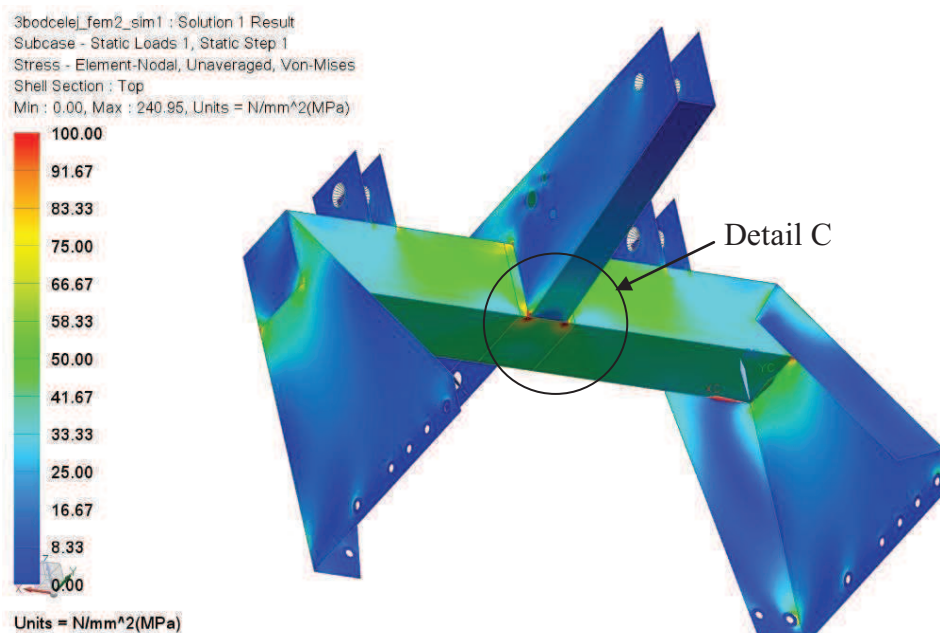
Obr. 34 – Kyvňý člen

Na obrázku je znázorněna zadní část spojovacího mechanismu tzv. kyvňý člen. Člen je svařen z několika profilů které jsou spojeny pod úhlem, tak zde vzniká více napěťových špiček. Největší napěťová špička vzniká v horní části členu. Zde vzniká napěťová špička opět z důvodu kolmé spojení (ostré hrany). V tomto místě bude svar a tak se zde napěťová špička neprojevív.



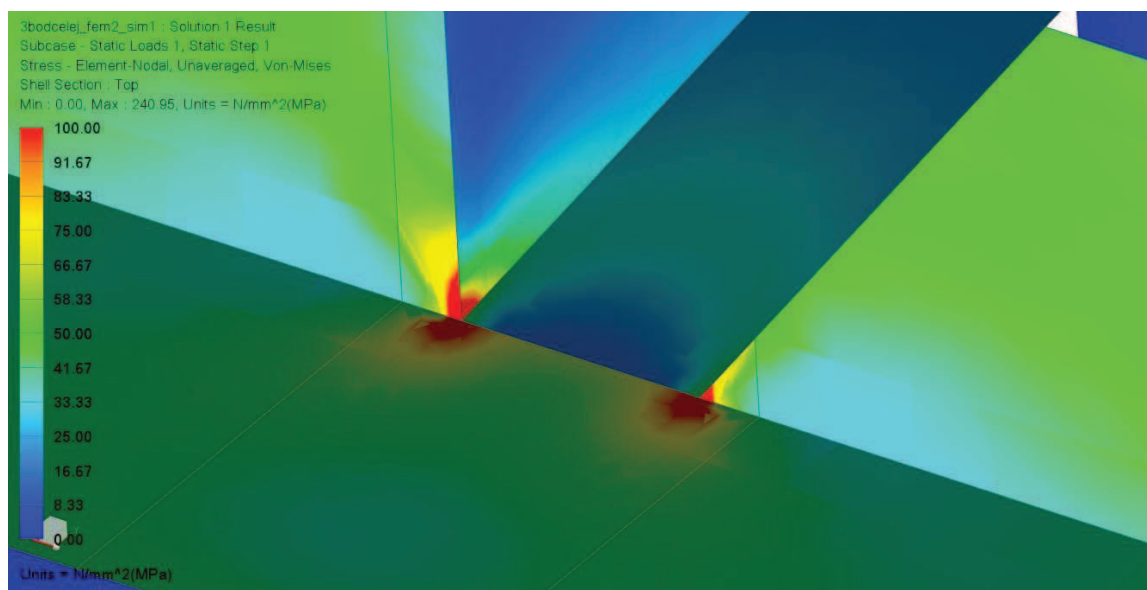
Obr. 35 – Detail B

Zde vzniká napěťová špička opět z důvodu kolmé spojení (ostré hrany). V tomto místě bude svar a tak se zde napěťová špička neprojevív.



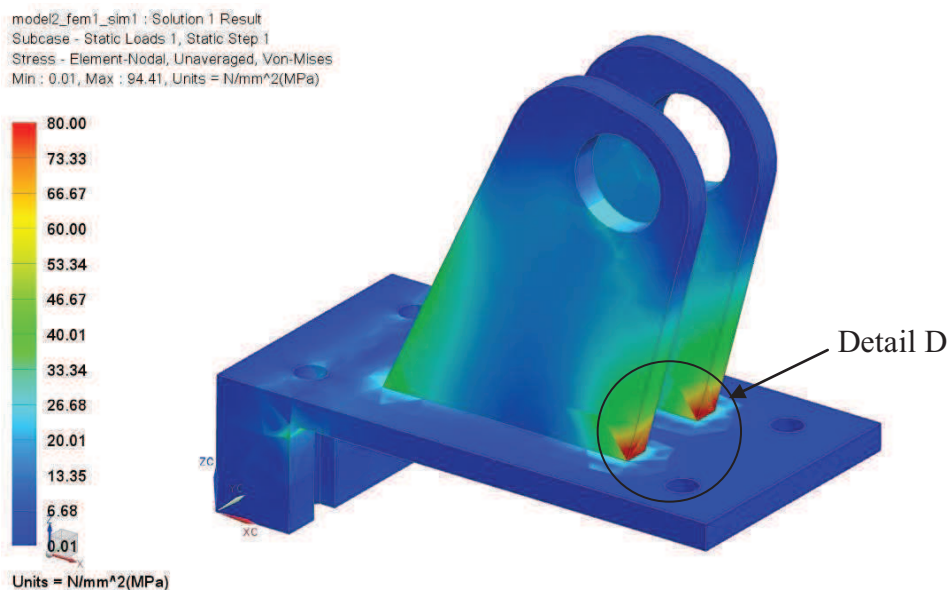
Obr. 36 – Horní část rámu rotačních bran

Na obrázku je vymodelován celý uzel uchycení horního rámu rotačních bran. Tento uzel byl vymodelován z důvodu že jeho horní část byla prodloužena a tak nebylo možné říci že rám navržený výrobcem námi definované namáhání vydrží. Rám byl prodloužen o 300mm.



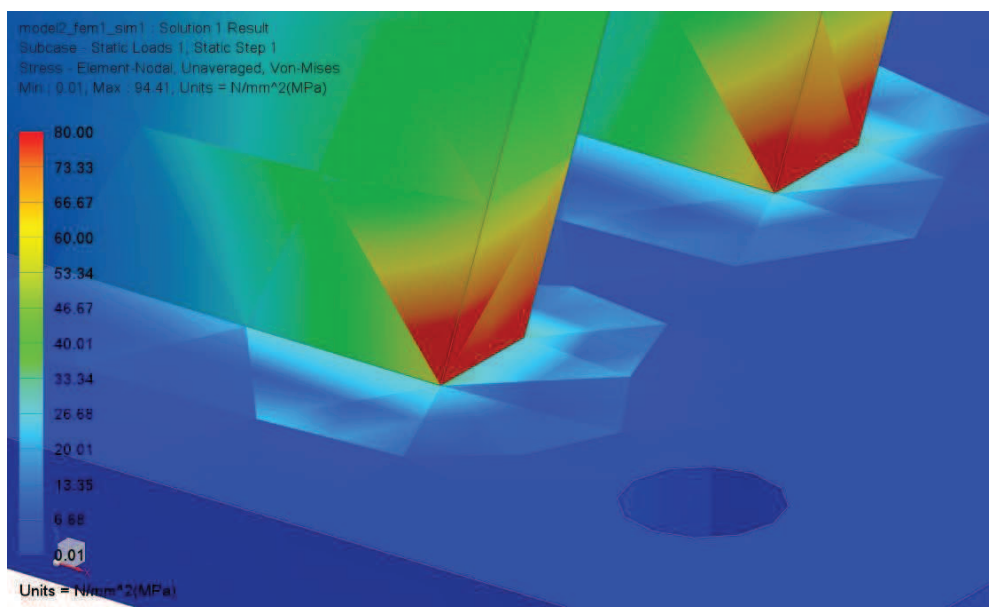
Obr. 37 – Detail C

Špičky napětí vznikají ve spojení dvou profilů. Toto místo bude vyplněno svarem a napětí zde nebude dosahovat tak vysokých hodnot.



Obr. 38 – Uchycení hydromotru v horní části konstrukce

Posledním kontrolovaným místem bylo spojení hydromoturu s horním rámem rotačních bran.



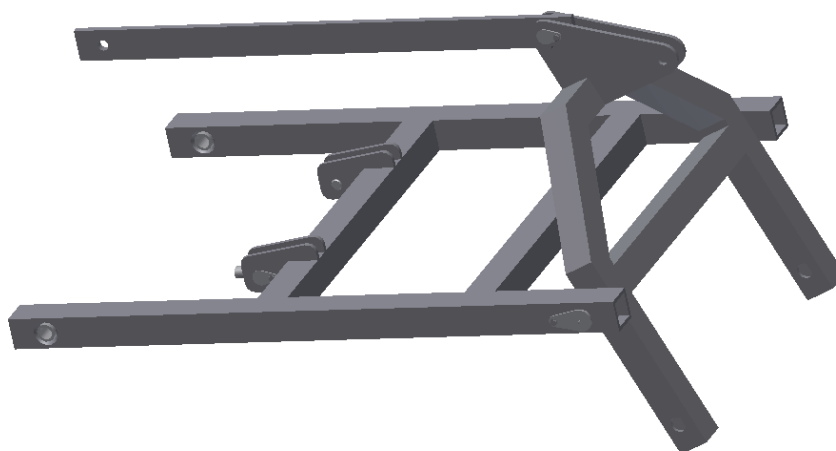
Obr. 39 – Detail D

Tento bodový nárůst vzniká opět z důvodu ostrého spojení dvou materiálů. Tato špička napětí ve skutečnosti bude rozložena díky svaru na větší plochu. Při pohledu na stupnici lze říci ,že i kdyby nedošlo k odstranění tak by vážně neohrožovala konstrukci.





*Obr. 40 – Výsledná secí kombinace 3D*



*Obr. 41 – Spojovací člen 3D*

## 5 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit konstrukční návrh hydraulicky ovládaného spojovacího členu pro spojení rotačních bran Breviglieri Magnum 3 a secího stroje Privat Drill 300 za účelem vytvoření secí kombinace. Dalším cílem bylo vytvořit spojovací člen tak, aby bylo dosaženo co nejmenšího zatížení tažného prostředku a výroba byla možná z vlastních prostředků.

Bakalářská práce se vyvíjí od koncepčních návrhů dvou variant, přes analytické výpočty. Po vyhodnocení byla finální varianta zkontrolována pomocí MKP v systému NX 8. Dále došlo k vytvoření detailní konstrukce v CAD systému Autodesk Inventor a následné zhotovení výkresové dokumentace.

Mezi přínosy bakalářské práce patří navržený hydraulicky ovládaný spojovací člen, který umožňuje spojení rotačních bran a secího stroje. Vytvořením secí kombinace dojde k úspoře přejezdů po poli. Další výhodou je úspora jednoho pracovníka, který by prováděl přípravu před setím.

V průběhu zhotovení bakalářské práce byla snaha uplatnit všechny znalosti získané na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

## 6 Použitá literatura

- [1] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J.: Příručka strojního inženýra 1. Brno: Computer Press, 1999
- [2] Diplomová práce, Josef Hoskovec, [online]. [cit. 2013-02-03] Dostupné z: [http://theses.cz/id/ic15dx/downloadPraceContent\\_adipIdno\\_3237](http://theses.cz/id/ic15dx/downloadPraceContent_adipIdno_3237)
- [3] Agrozet Roudnice : Universální secí stroje Brno: 1993
- [4] AD Pack Top seed drill, amazone.de [online]. [cit. 2013-02-12] Dostupné z: [http://mediathek.amazone.de/scripts/CUWP\\_CGI.EXE/AD-P%20Special-07.eps?directArg=VAC4070785581,AD-P%20Special-07.eps](http://mediathek.amazone.de/scripts/CUWP_CGI.EXE/AD-P%20Special-07.eps?directArg=VAC4070785581,AD-P%20Special-07.eps)
- [5] Breviglieri magnum 3, [online]. [cit. 2013-02-12] Dostupné z: [http://www.agcotrader.com/cs\\_CZ/breviglieri\\_magnum/mid\\_2985769.html](http://www.agcotrader.com/cs_CZ/breviglieri_magnum/mid_2985769.html)
- [6] Breviglieri magnum 3 [online]. [cit. 2013-02-21] Dostupné z: <http://www.tractorpool.co.uk/details/Power-harrows/Breviglieri-Breviglieri/1485471/>
- [7] Breviglieri magnum 4 [online]. [cit. 2013-02-22] Dostupné z: <http://www.traktorpool.de/details/Fraesen/Breviglieri-b170v-300-%28ohne-Walze-Hitch%29/1184224/>
- [8] Breviglieri, farmweb.cz [online]. [cit. 2013-02-22] Dostupné z: [http://www.farmweb.cz/index.php?page=view\\_image&id=NDC3NFgzNjUxOVg0MzM0NDE=#skok](http://www.farmweb.cz/index.php?page=view_image&id=NDC3NFgzNjUxOVg0MzM0NDE=#skok)
- [9] Secí stroj privat drill, [online]. [cit. 2013-02-27] Dostupné z: <http://agroseznam.cz/cz/agrobazar/detail-inzeratu/32239-secka-privat-drill-300-se-1-055.html>
- [10] Schéma valivého odporu, [online]. [cit. 2013-02-27] Dostupné z: [http://www.techmania.cz/edutorium/art\\_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=53ed6c61h&key=121](http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=53ed6c61h&key=121)

# Příloha č.1

akad. Rok 2012/13

Jakub Kalčík

S12B0039P

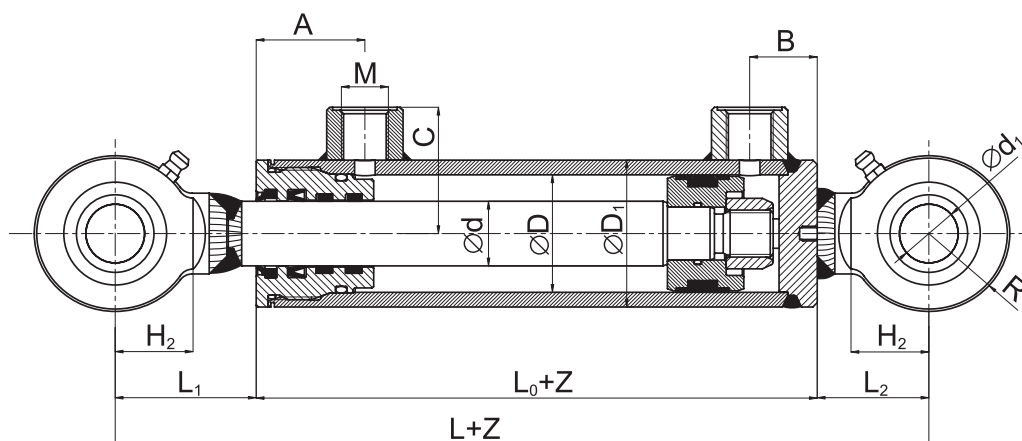
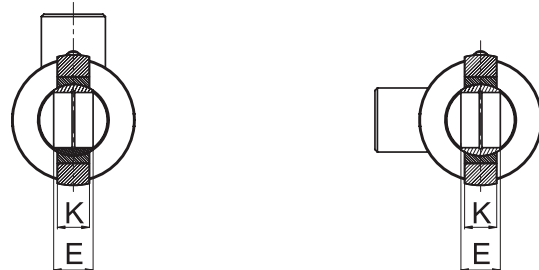
## Série EH

pro  $P_{max}$  18 MPa

Situace přívodního šroubení k rovině kývání

R

K



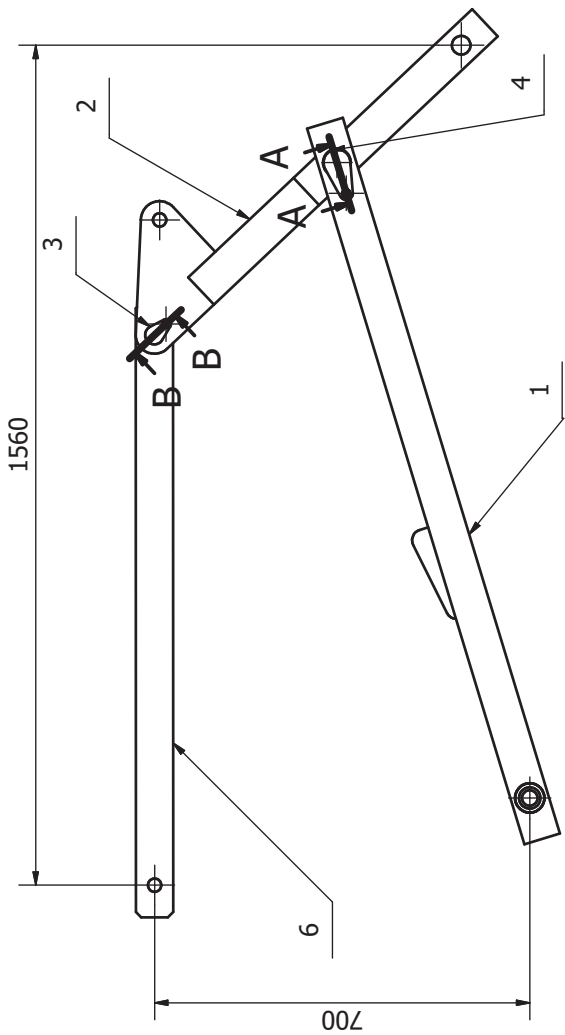
ØD	Ød	ØD <sub>1</sub>	Ød <sub>1</sub>	L	L <sub>0</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	M	A	B	C	R	K	E	Maximální doporučené zdvihy dle zvol. Ød	Hmotnost při zdvihu Z (kg)
40	22	50	20	177	91	48	38	26,5	16x1,5	37	23	43	26,5	13	16	280	1,73 + Z x 0,00900
40	25	50	20	177	91	48	38	26,5	16x1,5	37	23	43	26,5	13	16	380	1,75 + Z x 0,01000
40	28	50	20	177	91	48	38	26,5	16x1,5	37	23	43	26,5	13	16	480	1,77 + Z x 0,01080
50	25	60	25	207	105	57	45	32	16x1,5	40	23	48	32	17	20	280	2,93 + Z x 0,01080
50	28	60	25	207	105	57	45	32	16x1,5	40	23	48	32	17	20	380	2,95 + Z x 0,01160
50	32	60	25	207	105	57	45	32	16x1,5	40	23	48	32	17	20	500	2,95 + Z x 0,01310
63	32	73	25	224	199	60	45	32	16x1,5	46	28	54,5	32	17	20	370	4,11 + Z x 0,01651
63	36	73	25	224	199	60	45	32	16x1,5	46	28	54,5	32	17	20	500	4,12 + Z x 0,01821
63	40	73	25	224	199	60	45	32	16x1,5	46	28	54,5	32	17	20	650	4,29 + Z x 0,01821
70	36	82	30	251	134	66	51	36,5	22x1,5	51	30	59	36,5	19	22	430	5,93 + Z x 0,02200
70	40	82	30	251	134	66	51	36,5	22x1,5	51	30	59	36,5	19	22	550	5,93 + Z x 0,02380
70	45	82	30	251	134	66	51	36,5	22x1,5	51	30	59	36,5	19	22	730	5,94 + Z x 0,02630
80	40	92	30	264	145	68	51	36,5	22x1,5	55	31	64	36,5	19	22	450	7,57 + Z x 0,02600
80	45	92	30	264	145	68	51	36,5	22x1,5	55	31	64	36,5	19	22	600	7,59 + Z x 0,02850
80	50	92	30	264	145	68	51	36,5	22x1,5	55	31	64	36,5	19	22	700	7,60 + Z x 0,03140
90	45	102	35	296	156	79	61	41	22x1,5	61	34	73	41	21	25	500	10,12 + Z x 0,03050
90	50	102	35	296	156	79	61	41	22x1,5	61	34	73	41	21	25	650	10,13 + Z x 0,03340
90	55	102	35	296	156	79	61	41	22x1,5	61	34	73	41	21	25	850	10,16 + Z x 0,03660
90	63	102	35	296	156	79	61	41	22x1,5	61	34	73	41	21	25	1150	10,18 + Z x 0,04250
100	50	115	40	335	177	89	69	46	22x1,5	69	38	79,5	46	23	28	550	14,59 + Z x 0,04250
100	55	115	40	335	177	89	69	46	22x1,5	69	38	79,5	46	23	28	700	14,62 + Z x 0,04570
100	63	115	40	335	177	89	69	46	22x1,5	69	38	79,5	46	23	28	1000	14,59 + Z x 0,05160
100	70	115	40	335	177	89	69	46	22x1,5	69	38	79,5	46	23	28	1250	14,68 + Z x 0,05730
110	55	125	45	364	190	97	77	51	22x1,5	77	43	84,5	51	27	32	630	18,87 + Z x 0,04820
110	63	125	45	364	190	97	77	51	22x1,5	77	43	84,5	51	27	32	850	18,90 + Z x 0,05410
110	70	125	45	364	190	97	77	51	22x1,5	77	43	84,5	51	27	32	1100	18,93 + Z x 0,05980

Zdvih pístnice podle přání zákazníka.

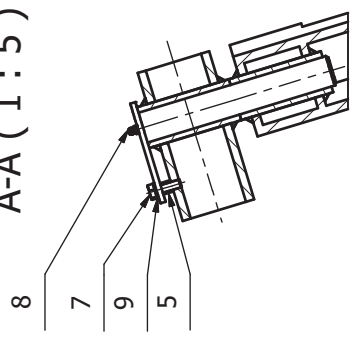
Zdvihy větší než maximální doporučené nutno kontrolovat na vzpěrnou pevnost.

Kloubové ložisko je uzpůsobeno i pro mazání čepem.

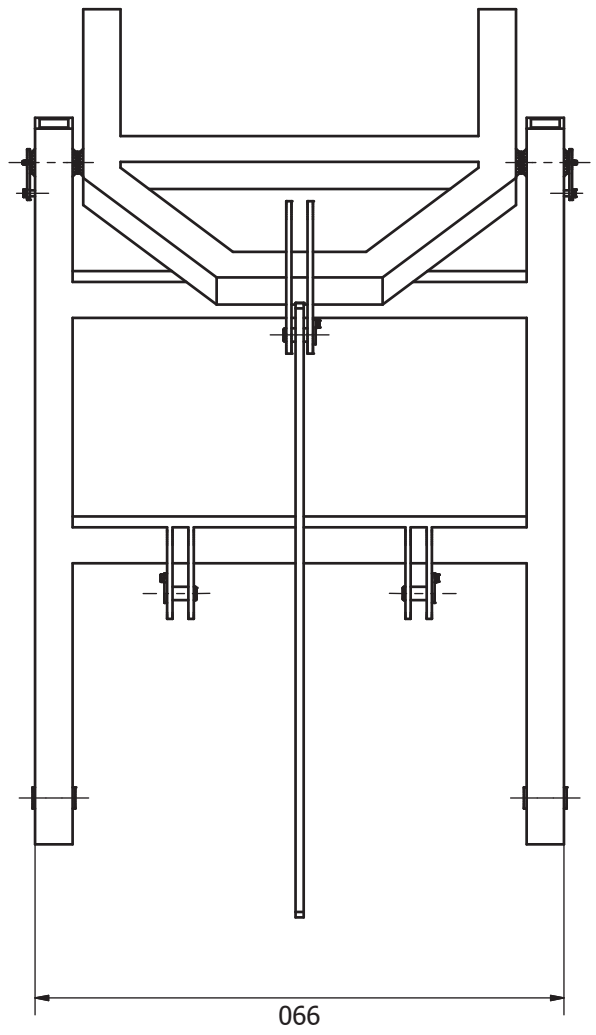
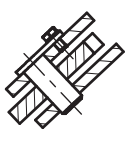
Hmotnosti jsou informativní v rozsahu  $\pm 5\%$ , uvedeno v kg.



A-A (1 : 5)



B-B (1 : 5)



POZICE	POPIS	MATERIÁL	NORMA	KS
9	Podložka 16	14.260	ČSN 02 1740	5
8	Maznice kulová M6		ČSN 23 1470	2
7	Šroub M12x16	13.240	ČSN EN 24017	5
6	Táhlo	11.373	Bk 01-06	1
5	Trubka vymezovací	11.373	Bk 01-05	2
4	Čep dlouhý	11.373	Bk 01-04	2
3	Čep krátký	11.373	Bk 01-03	3
2	Kyvňý člen	11.373	Bk 03-00	1
1	Ramena	11.373	Bk 02-00	1

<p>FAKULTA STROJINÍ ZAPADOCESKÉ UNIVERZITY V PLZNI</p>	PROMÍTANÍ MĚŘITKO <b>1:10</b>	CELK. HMOTNOSTI ZMĚNA 1 ZMĚNA 2
	KRESLIL <b>Jakub Kalčík</b>	DATUM
	TECH. REFERENT	DATUM
	SCHVÁLIL	DATUM

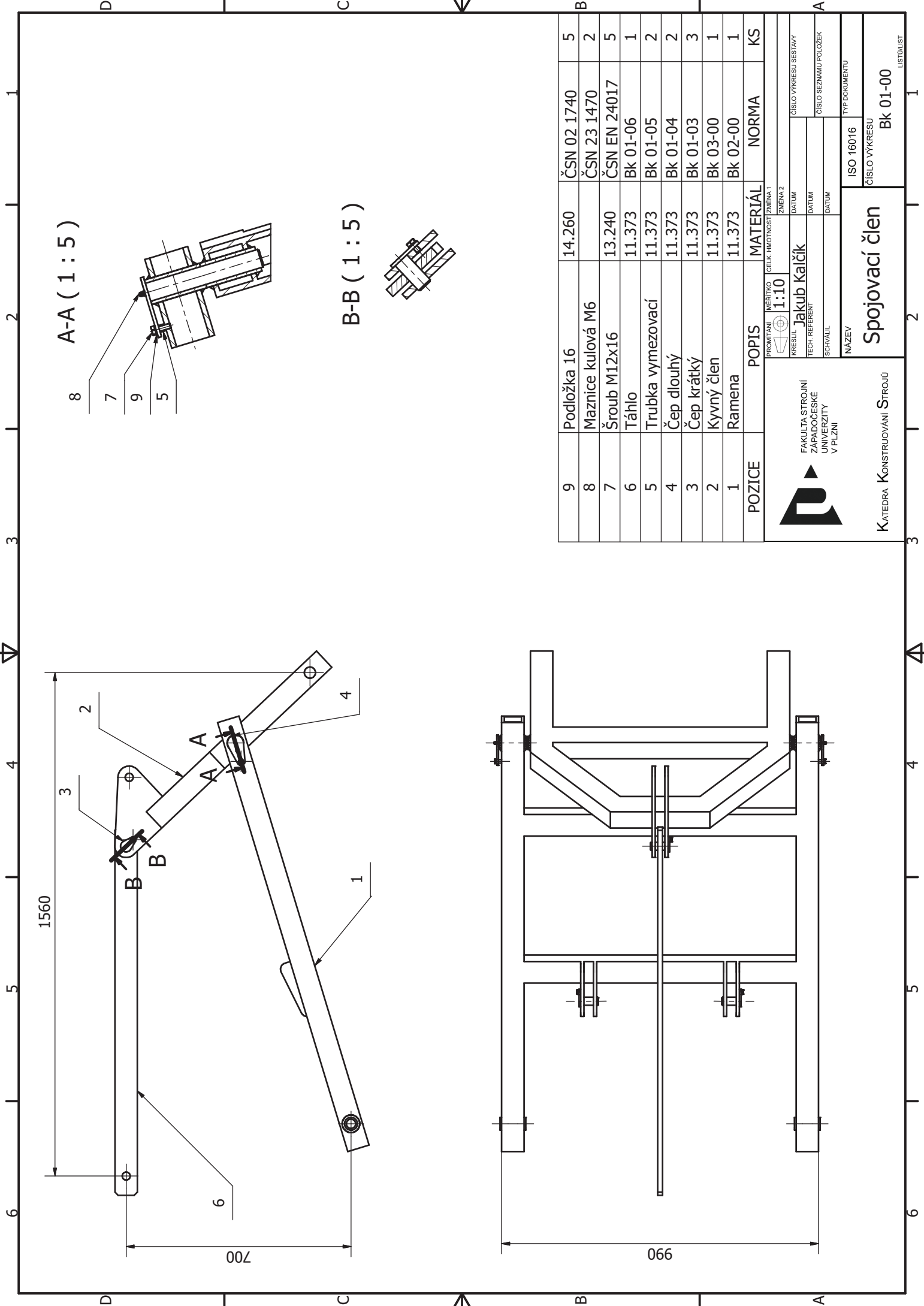
ISO 16016	TYP DOKUMENTU
ČÍSLO VÝKRESU Bk 01-00	ČÍSLO SEZNAMU POLOŽEK
<b>Spojovací člen</b>	
ČÍSLO VÝKRESU Bk 01-00	

KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ

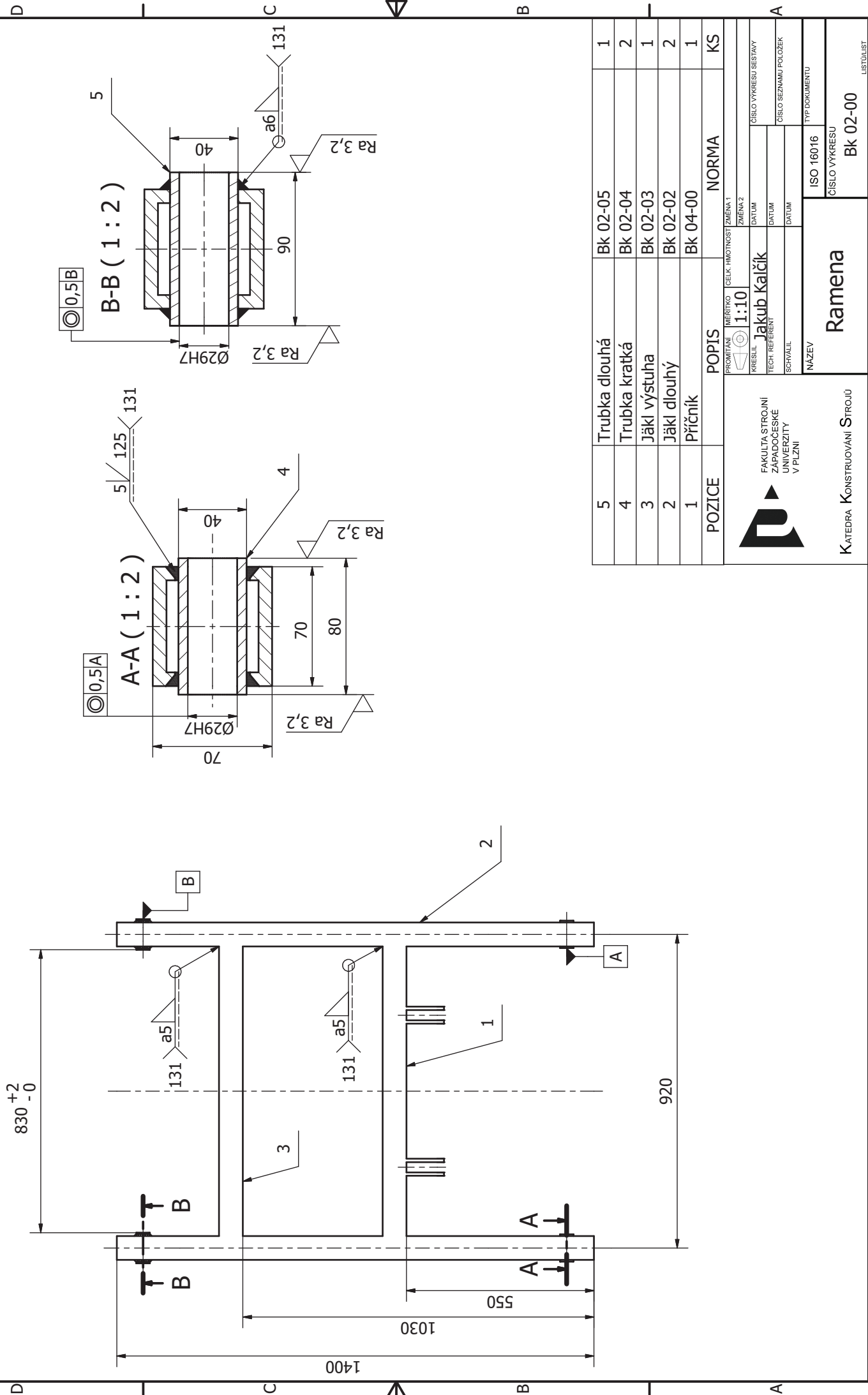
Spojovací člen


ČÍSLO VÝKRESU  
Bk 01-00

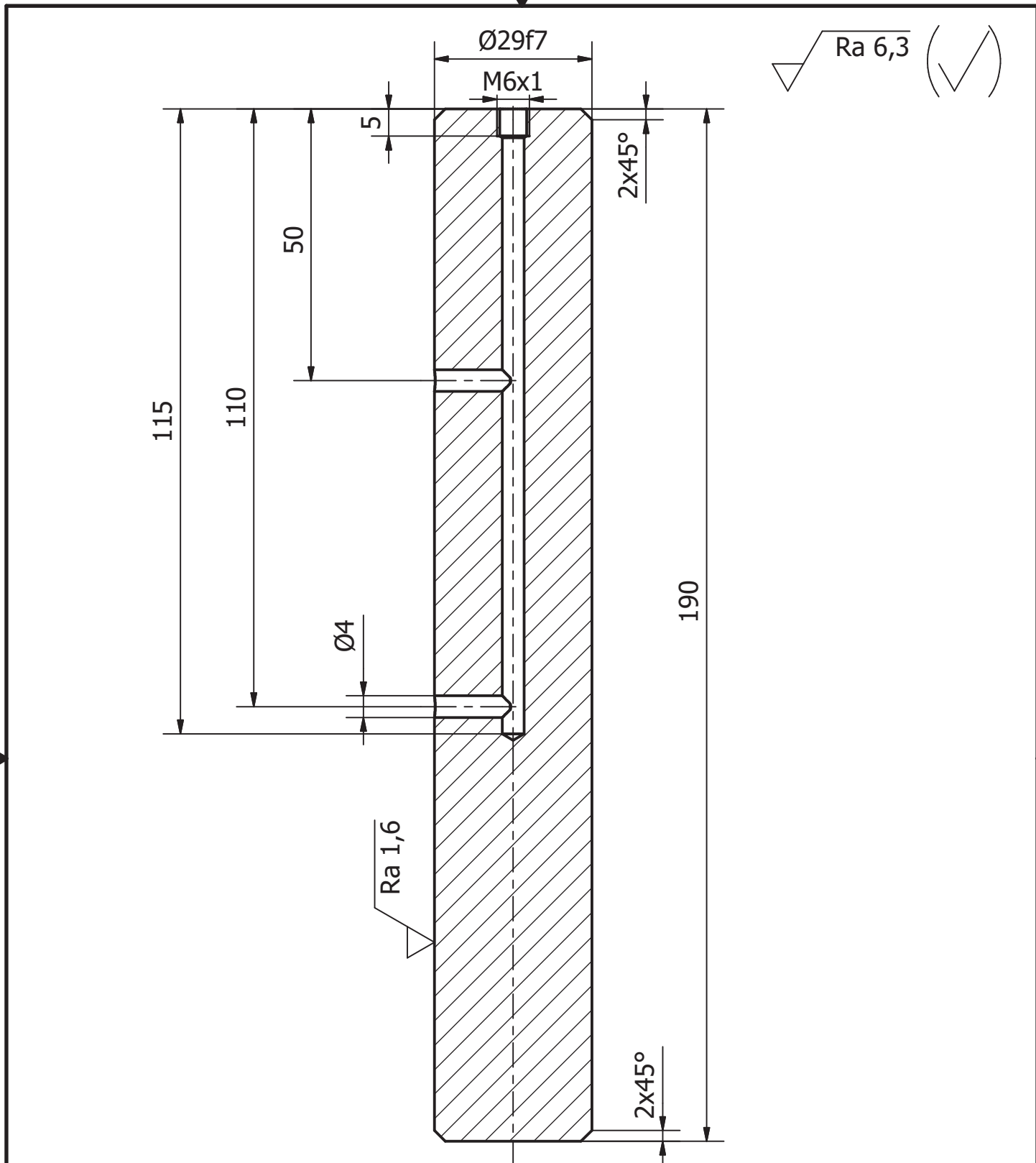
LISTUJIST







POZICE	POPIS	NORMA	KS
5	Trubka dlouhá	Bk 02-05	1
4	Trubka kratká	Bk 02-04	2
3	Jákl výstuha	Bk 02-03	1
2	Jákl dlouhý	Bk 02-02	2
1	Příčník	Bk 04-00	1
PROMITÁNÍ		CELEK, HMOTNOSTI ZMĚNA 1	
MĚŘÍTKO		1:10	
KRESLIL		Jakub Kalčík	
TECH. REFERENT			
SCHVÁLIL			
FAKULTA STROJINÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI		ČÍSLO VÝKRESU SESTAVY	
		ČÍSLO SEZNAMU POLOŽEK	
		ČÍSLO VÝKRESU	
NÁZEV		ISO 16016	
KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ		ČÍSLO VÝKRESU	Bk 02-00
		TYP DOKUMENTU	
			LISTUJIST



PROMÍTÁNÍ 	MĚŘÍTKO <b>1:1</b>	PŘESNOST ISO 2768 - mK	HMOTNOST <b>0,968kg</b>	INDEX _____	ZMĚNA _____
		TOLEROVÁNÍ ISO 8015	MATERIÁL <b>11.373</b> ROZMĚR - POLOTOVAR <b>KR 35x200 ČSN 42 6510.12-11 373</b>		
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI  KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	KRESLIL <b>Jakub Kalčík</b>	DATUM _____	ČÍSLO VÝKRESU SESTAVY _____		
	TECH. REFERENT _____	DATUM _____	ČÍSLO SEZNAMU POLOŽEK _____		
	SCHVÁLIL _____	DATUM _____	TYP DOKUMENTU _____		
	NÁZEV <b>Čep dlouhý</b>		ISO 16016	ČÍSLO VÝKRESU <b>Bk 01-04</b>	
					LIST/LISTŮ <b>1/1</b>