



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra aplikované fyziky a techniky

Bakalářská práce

**Specializované uzavírací mechanismy mobilních  
cisteren se zaměřením na vyprazdňovací víka  
sklápěcích přepravníků**

Autor: Jaroslav Kadlec

Vedoucí práce: PaedDr. Veselý Bedřich, Ph.D.

České budějovice 2013

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá zdokonalením konstrukce zavěšení zadního vyprazdňovacího víka sklápěcího cisternového přepravníku. Práce řeší především nosný prvek víka. Funkční návrh je doplněn o konstrukční výpočty, které prověřují navržené řešení z kinematického i pevnostního hlediska. Při výpočtech se hlavní pozornost soustředila na pevnostní kontrolu. Pro větší názornost jsou uvedena výpočtová schémata, takže práce je využitelná i jako vzorová úloha pro výuku předmětu "Stroje a řízení".

## **Klíčová slova**

konstruování, pevnostní výpočet, uzávěr přepravníku

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with an improving of the design of the suspension folding rear discharge tank container lid. The work deals primarily supporting element cover. Functional proposal is complemented by structural calculations that examine the proposed solution of kinematic and the strength. When calculation should be the main focus was on the analysis. To illustrate the calculation schemes are listed, so the work is usable as a role model for the teaching of "Machinery and control".

## **Keywords**

constructing, strength calculation, seal of container

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce.

Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracoval samostatně a uvedl jsem veškeré použité informační prameny.

V Českých Budějovicích dne 26. dubna 2013

.....

Jaroslav Kadlec

## **Poděkování**

Za nemalou pomoc a podporu při výpočtech bych chtěl poděkovat svému konzultantovi Ing. Marku Pletkovi z firmy ZVVZ a.s. Milevsko, který i přes své pracovní vytížení věnoval čas této studentské práci. Dále bych chtěl poděkovat vedoucímu učiteli PaedDr. Bedřichu Veselému, Ph.D. za odborné konzultace. Také bych chtěl poděkovat Andree Odehnalové za stylistické úpravy a pomoc s překladem anotace.

## Obsah

Úvod.....	- 6 -
Cíle práce .....	- 9 -
1 Varianty řešení.....	- 10 -
1.1 Varianta A: Samostatný čep .....	- 10 -
1.2 Varianta B: Nosná hřídel.....	- 11 -
2 Zhodnocení variant a výběr řešení .....	- 12 -
3 Dimenzování nosné hřídele .....	- 13 -
3.1 Zvolení nosného prvku .....	- 13 -
3.2 Získané hodnoty pro výpočty .....	- 13 -
3.3 Výpočet rozměrů zjednodušeného tvaru .....	- 14 -
3.4 Síla působící na konci hřídele.....	- 15 -
3.5 Dovolená hodnota namáhání při míjivém zatížení .....	- 15 -
3.6 Maximální vnitřní účinky .....	- 15 -
3.7 Kontrola únosnosti v kombinovaném namáhání.....	- 15 -
3.8 Výpočet maximálního průhybu .....	- 16 -
3.9 Zhodnocení dimenzování nosné hřídele.....	- 17 -
4 Kontrola nosných plechů víka na otláčení .....	- 19 -
4.1 Zhodnocení otláčení .....	- 20 -
5 Dimenzování čepu a konzoly pro nosný prvek.....	- 21 -
5.1 Ohybové momenty a reakce.....	- 22 -
5.2 Zatížení a dimenzování čepu .....	- 23 -
5.3 Kontrola plechu příruby pouzdra na otláčení.....	- 24 -
5.4 Kontrola plechu konzoly na otláčení .....	- 25 -
6 Svary .....	- 27 -
6.1 Svar 1 .....	- 28 -
6.2 Svar 2 .....	- 28 -
6.3 Svar 3 .....	- 29 -
6.4 Svar 4 .....	- 29 -
7 Komentář k výrobě nosného prvku .....	- 30 -
7.1 Čep.....	- 30 -
7.2 Konzole .....	- 31 -
7.3 Pouzdro.....	- 31 -
7.4 Nosná hřídel .....	- 31 -
7.5 Žebro proti deformaci.....	- 32 -
7.6 Podpěrný prvek .....	- 32 -
7.7 Pojistka .....	- 32 -
Závěr .....	- 33 -
Seznam použitých informačních zdrojů .....	- 35 -
Seznam příloh .....	- 36 -

## Úvod

*„Bez vynálezu kola by kulturní historie lidstva vypadala úplně jinak, než jak ji známe dnes. Kdyby neexistovala doprava, jejíž vznik kolo umožnilo, bylo by mnohem obtížnější masové stěhování a stejně tak i vojenská tažení nebo dobývání nových krajů. Vozy byly nenahraditelné při převozu těžkých materiálů na stavbu domů či chrámů.“* (úryvek z knihy Světová kronika: Objevy & vynálezy, Jörg Meidenbauer, str. 40, kapitola: Kolo: vynález, který zrychlil historii)

Při výběru svého tématu pro bakalářskou práci jsem se zaměřil na odvětví, které je denně lidem prospěšné, proto předpokládám, že i tato práce bude pro tuto oblast přínosem. Mezi nejužitečnější a nejpotřebnější průmyslová odvětví nepochybně řadím stavebnictví. S tím souvisí další technologie, které podporují stavební práce a jsou zárukou kvality a pokroku.

Když se kolem sebe rozhlédneme, zjistíme, že ani dnes se neobejdeme bez tahačů s návěsy pro přepravu sypkých či kapalných látek. Proto jsem se rozhodl rozpracovat problematiku otvírání a uchycení víka ve své bakalářské práci. Hlavním cílem mé bakalářské práce je vytvořit podklad pro novou a vylepšenou konstrukci uchycení a otevírání víka cisternového přepravníku a současně dát praktický příklad pro výuku v předmětu stroje a řízení.

Pro co možná nejlepší porozumění celé problematice spjaté s přepravou sypkých materiálů jsem strávil velké množství času spoluprací s firmou ZVVZ a.s. Milevsko. Tato firma vyrábí přepravníky pro sypké materiály a má ohlasy svých zákazníků, jenž denně využívají výhody tohoto druhu přepravy. Námitky ze strany uživatelů jsou to, co nás žene kupředu a nutí nás předbíhat konkurenční společnosti.

Věřím, že k vyřešení daného problému mi pomůže studovaný obor Strojírenství, který jsem vystudoval při Střední průmyslové škole strojní a stavební v Táboře v letech 2005 - 2009. Využiji zde znalosti z předmětů "Stavba a provoz strojů", "Mechanika", "Konstrukční cvičení", ale i podklady a zkušenosti firmy ZVVZ a.s. Milevsko. Zároveň bych se chtěl opřít o znalosti, které jsem nabyl studiem na katedře aplikované fyziky a techniky při Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Konzultant ze zmíněné milevské společnosti mi objasnil celý problém a vyjádřil představu o dosažení lepšího umístění jejich pozice mezi konkurenčními firmami na trhu s přepravníky sypkého materiálu, což je možné jen za předpokladu splnění požadavků odběratelů. Mnou navržené víko by se mělo otvírat nahoru nebo do boku, podle potřeb provozovatele.

Svou prací bych chtěl navázat na práci studenta SPŠ Tábor Jana Večeři, který si toto téma zvolil pro ročníkovou práci ve školním roce 2007/2008 a zaměřil se na konstrukci uchycení víka, avšak jeho práce postrádala funkční detaily a výkresovou dokumentaci.

Při navrhování nosného prvku vyprazdňovacího zařízení se potýkáme s malým prostorem okolo víka a s jeho značnou tíhou. Víko se zvedá do velké výšky, což může působit problém lidem menšího vzrůstu, a právě na odstranění této nevýhody jsem se rozhodl zaměřit svou práci. Věřím totiž, že moderní stroje mají být lidem užitečné a usnadňovat jejich práci a ne komplikovat jejich obsluhu kvůli omezené funkci některého z komponentů celého stroje.

Při konzultaci s konstruktérem z firmy ZVVZ a.s. Milevsko, s panem Ing. Pletkou, jsem se seznámil s konstrukčním 3D programem Solid Edge, který firma používá. Tento program umožňuje vytvoření názorného modelu přepravníku či jeho části a je tak přínosem jednak pro zákazníky milevské firmy, kteří si mohou vše v počítači prohlédnout ještě před koupí stroje, tak i pro studenty, kteří by chtěli toto téma lépe poznat.

Pro velké klady programu a hlavně díky jednoduší komunikaci s firmou ohledně modelových parametrů jsem se rozhodl tento program použít ve své práci.

Zároveň jsem svou práci obohatil o reálné fotografie skutečných zařízení.

Při zjišťování přesných funkcí přepravníku jsem v katalogu firmy našel tyto údaje:

*"Návěs cisternový NSA 62 (dále jen návěs) je určen pro přepravu volně ložených, suchých, sypkých, prachových, jemně zrnitých i granulovaných materiálů používaných v průmyslu, stavebnictví a zemědělství. Zvláště pak elektrárenského popílku, mletého kaolínu, krmných směsí, krmných granulátů a granulovaných umělých hmot do +70°C.*

Návěs umožňuje následující manipulace:

- a) plnění volným sypáním
- b) vyprazdňování přetlakové do zásobníku cizím zdrojem tlakového vzduchu  
pozn.: Při přetlakovém vyprazdňování návěsu cizím zdrojem tlakového vzduchu o výkonu min.  $500 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , max.  $760 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  musí být tento vybaven odlučovačem kondenzátu ze vzduchu a redukován na max. přetlak vzduchu 2 bar.
- c) volné vysypání za současného otevření prvního horního víka plnicího otvoru." [1]



Obr. 1 – Fotografie cisternového přepravníku a detail vyprazdňovacího zařízení z produkce firmy ZVVZ a.s. Milevsko, původní zavěšení a otvírání víka směrem vzhůru, v detailu pohled zprava [1]



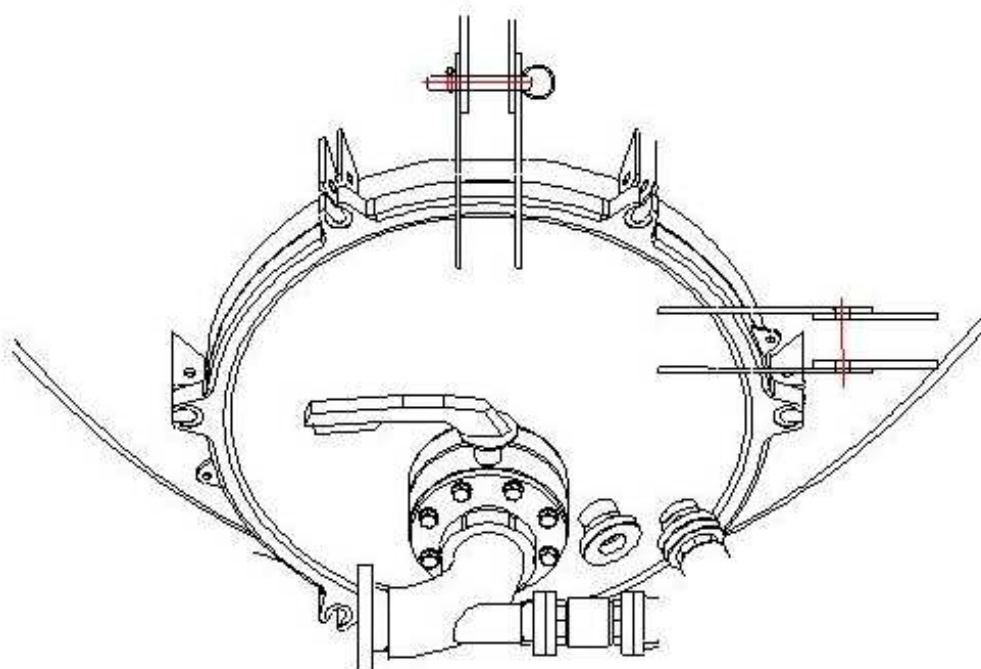
## **Cíle práce**

- rešerše literatury
- uvedení do problému
- požadavky a parametry
- varianty otvírání
- poznatky pracovníků
- konzultant z praxe
- firma vyrábějící přepravníky
- úprava a zlepšení
- výhoda a přínos
- prezentace

## 1 Varianty řešení

### 1.1 Varianta A: Samostatný čep

Jednou z cest k vyřešení problému otvírání víka je přemístění čepu při uzavřeném víku do zvolené roviny odklopení. Čep se přemístí ze svislých nosných plechů do nosných plechů, které jsou umístěny ve vodorovné poloze. Nevýhodou vidím v pracovním přemístění čepu a velké spotřebě materiálu na vytvoření nosného plechu pro svislou osu otáčení kvůli umístění víka na kuželové ploše zadní části cisterny.



Obr. 2 - Večera, J.: Zavěšení zadního vyprazdňovacího víka sklápěcího přepravníku, Ročníková práce SPŠ Tábor 2007/2008, str. 13 [6]

## 1.2 Varianta B: Nosná hřídel

Ve druhé variantě řešení daného problému se inspiroji u konkurenčních firem, které daný problém řeší za pomoci nosné hřídele. Ta je uchycena otočně ve vodorovné rovině díky konzole na nádobě a víko je umístěno na hřídeli pomocí vlastních nosných plechů. Nosná hřídel je na konci doplněna o podpěrný prvek, aby nedocházelo k trvalému namáhání od ohybu a za jízdy k poškození svarů popraskáním kvůli vibracím.



Obr. 3 – Fotografie konkurenčního přepravníku [1]

## 2 Zhodnocení variant a výběr řešení

Na výrobu nosného prvku bude třeba minimum obráběcích operací, jelikož se bude používat rovnou daný polotovar, který se bude svařovat, a proto není třeba dalšího spojovacího materiálu.

Řešení konkurence (varianta B: Nosná hřídel) mě natolik zaujalo, že jsem se rozhodl toto řešení dále rozpracovat formou pevnostních výpočtů a výkresové dokumentace. Výhodu tohoto řešení spatřuji v konstrukční jednoduchosti, snadné výrobě a v cenové dostupnosti. Věřím totiž, že má-li něco nové uspět na konkurenčním trhu, musí každá novinka disponovat víc, než jen funkčností. Jinak se stane pro teoretické zájemce nedostupná či neatraktivní a tím se zpomalí nejen zájem o ni, ale i technický pokrok, který tato novinka mohla poskytnout.

Přidání tažné pružiny by umožnilo zvedání víka efektivněji vzhůru. Pružina by snížila nároky na zvedací sílu obsluhy. Problém nastává v místě uchycení pružiny k nádobě a k víku tak, aby se víko mohlo otevírat nejen nahoru, ale i do strany. Tuto vylepšenou variantou nebudu nadále rozpracovávat z důvodu velké časové náročnosti. [2]

### 3 Dimenzování nosné hřídele

#### 3.1 Zvolení nosného prvku

Volím nerezovou ocel, materiál 17 240, jelikož výrobce tento materiál upřednostňuje při výrobě přepravníků. Z polotovarů jsem si vybral bezešvou trubku, jelikož je v ohybu a v krutu při stejném objemu materiálu odolnější než plná tyč. Tato trubka by měla lépe bránit průhybu nežádoucímu při uzavírání víka.

Předběžně volím velikost trubky: vnější průměr  $D=44,5$  mm, tloušťka stěny  $s=4$  mm dle polotovarové normy DIN 17456.

#### 3.2 Získané hodnoty pro výpočty

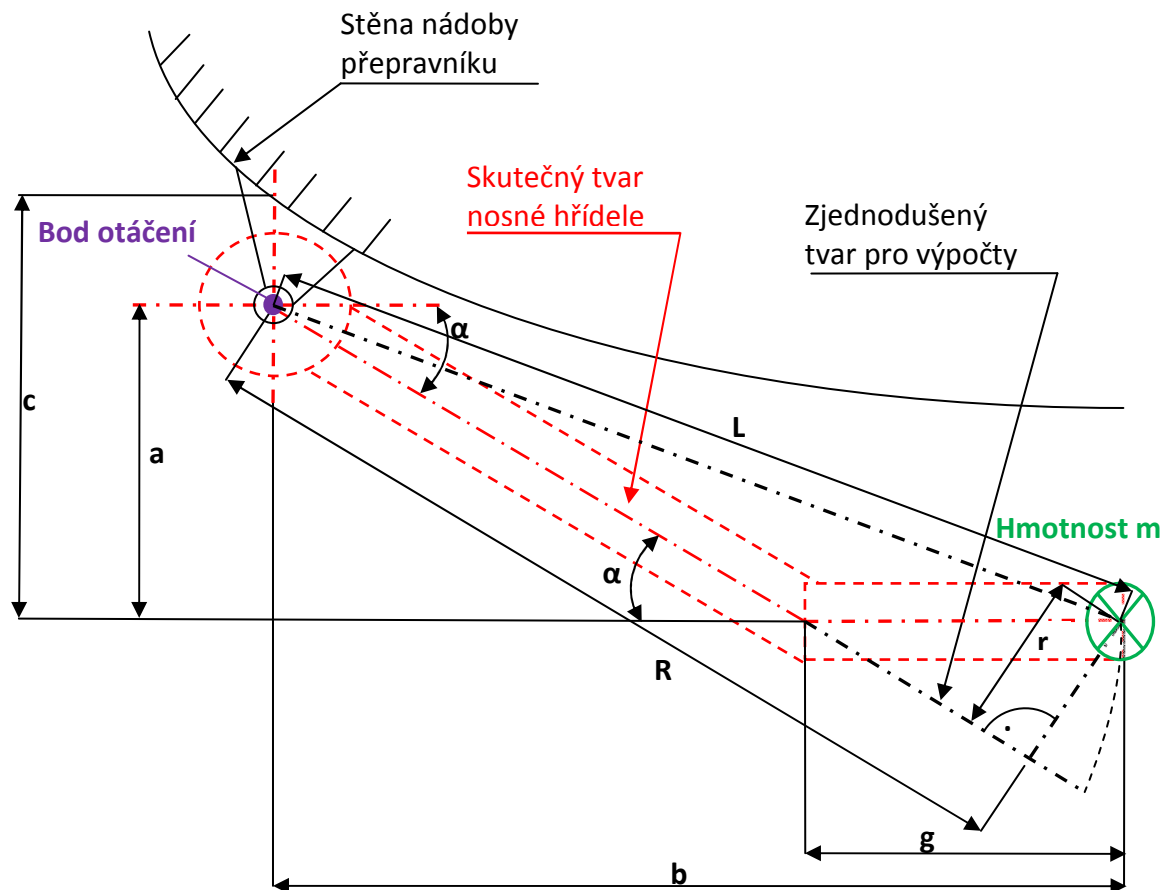
Rozměry součastné konstrukce jsem získal pomocí programu Solid Edge z modelu přepravníku od firmy ZVVZ a.s. Milevsko.

Hmotnost víka:  $m=54,4$  kg

Rozměry zakótované v obr. 4, str. 13:  $a=134$  mm;  $b=300$  mm;  $c=165$  mm;  $\alpha=35^\circ$

Rozměr  $b$  je kótovaný do svislého průmětu těžiště víka. Pro zjednodušení výpočtů počítáme s osamělou silou. Z toho plyne, že hřídel bude muset ve skutečnosti být delší, než je uvádí hodnota  $b$ . Hřídel musí procházet oběma plechy víka a dosáhnout na podpěrný prvek. Z hlediska statiky vyjdou reakce stejně velké.

Rozměry  $R$ ,  $r$ ,  $L$  zakótované v obr. 4 str. 14 jsou zavedeny pro zjednodušený tvar, teprve je zjistím výpočtem.



Obr. 4 – Tvar nosné hřídele, pohled ze shora

### 3.3 Výpočet rozměrů zjednodušeného tvaru

$$R = \frac{a}{\sin \alpha} + \cos \alpha * \left( b - \frac{a}{\operatorname{tg} \alpha} \right)$$

$$r = \sin \alpha * \left( b - \frac{a}{\operatorname{tg} \alpha} \right)$$

$$R = \frac{134}{\sin 35^\circ} + \cos 35^\circ * \left( 300 - \frac{134}{\operatorname{tg} 35^\circ} \right) \text{ mm}$$

$$r = \sin 35^\circ * \left( 300 - \frac{134}{\operatorname{tg} 35^\circ} \right) \text{ mm}$$

$$R = 322,6 \text{ mm}$$

$$r = 62,3 \text{ mm}$$

$$L = \sqrt{R^2 + r^2}$$

$$g = b - \frac{a}{\operatorname{tg} \alpha}$$

$$L = \sqrt{322,6^2 + 62,3^2} \text{ mm}$$

$$g = 300 - \frac{134}{\operatorname{tg} 35^\circ} \text{ mm}$$

$$L = 328,6 \text{ mm}$$

$$g = 108,6 \text{ mm}$$

Správnější je dosazovat do výpočtů hodnotou L, jelikož síla bude mít větší rameno, než s hodnotou R.

### 3.4 Síla působící na konci hřídele

$F = m \cdot g$	F ... síla
$F = 54,4 \cdot 10 \text{ N}$	m ... hmotnost vyprazdňovacího zařízení
$F = 540 \text{ N}$	g ... gravitační konstanta

### 3.5 Dovolená hodnota namáhání při míjivém zatížení

$\sigma_{DII} = c_{II} \cdot \frac{R_e}{k}$	$\sigma_{DII}$ ... maximální dovolené napětí při míjivém zatížení
$\sigma_{DII} = 0,75 \cdot \frac{210}{2,5} \text{ MPa}$	$R_e$ ... mez kluzu
$\sigma_{DII} = 63 \text{ MPa}$	$c_{II}$ ... konstanta míjivého zatížení
	$k$ ... konstanta bezpečnosti

### 3.6 Maximální vnitřní účinky

L, r ... rameno na kterém působí síla

$M_{oMAX}$  ... maximální ohybový moment       $M_k$  ... maximální kroutící moment

$$M_{oMAX} = F \cdot L$$

$$M_k = F \cdot r$$

$$M_{oMAX} = 544 \cdot 328,6 \text{ Nmm}$$

$$M_k = 544 \cdot 62,3 \text{ Nmm}$$

$$M_{oMAX} = 178758 \text{ Nmm}$$

$$M_k = 33891 \text{ Nmm}$$

### 3.7 Kontrola únosnosti v kombinovaném namáhání

$W_o$  ... průřezový modul v ohybu

D ... velký průměr trubky

$W_k$  ... průřezový modul v krutu

d ... malý průměr trubky

$$W_o = \frac{\pi \cdot D^3}{32} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^4 \right]$$

$$W_k = \frac{\pi \cdot D^3}{16} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^4 \right]$$

$$W_o = \frac{\pi \cdot 44,5^3}{32} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{36,5}{44,5} \right)^4 \right] \text{ mm}^3$$

$$W_k = \frac{\pi \cdot 44,5^3}{16} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{36,5}{44,5} \right)^4 \right] \text{ mm}^3$$

$$W_o = 4735,55 \text{ mm}^3$$

$$W_k = 9471,12 \text{ mm}^3$$

$\sigma_{red}$  ... pevnostní podmínka - výpočet podle pevnostní teorie HMH

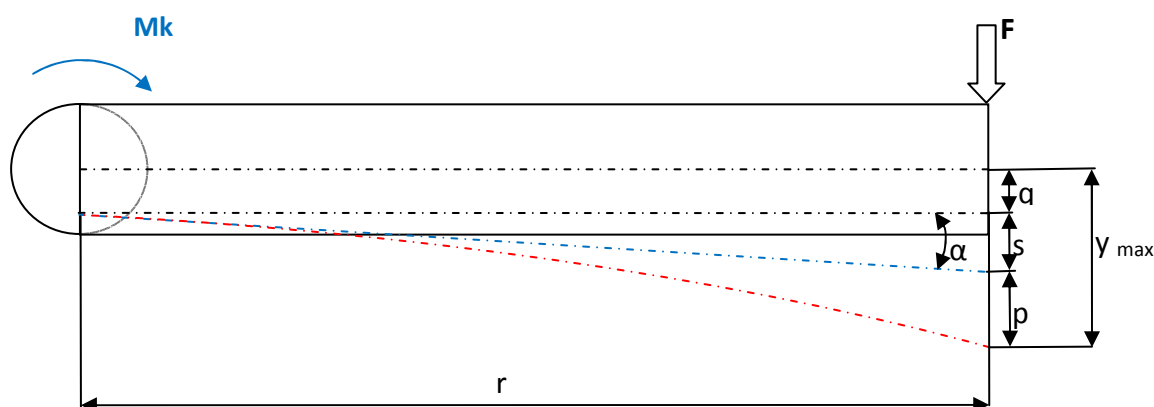
$$\sigma_{red} = \sqrt{\left(\frac{M_o}{W_o}\right)^2 + 3 * \left(\frac{M_k}{W_k}\right)^2} \leq \sigma_{DII}$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\left(\frac{178758}{4735,55}\right)^2 + 3 * \left(\frac{33897}{9471,12}\right)^2} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{red} = 38,3 \text{ MPa} \leq 63 \text{ MPa} = \sigma_{DII} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

### 3.8 Výpočet maximálního průhybu

Výpočtem průhybu zjistíme, o kolik se trubka při zatížení ohne na volném konci. Z této hodnoty odvodíme, jak je trubka tuhá a jestli je dostačující jako nosný prvek, který má ulehčit práci při zavírání víka.



Obr. 5 – Výpočtové schéma k řešení průhybu a zkrutu ve vodorovném pohledu

$J$  ... kvadratický moment průřezu k centrální ose průřezu

$J_p$  ... polární moment průřezu počítaný k podélné ose

$$J = \frac{\pi * D^4}{64} - \frac{\pi * d^4}{64}$$

$$J = \frac{\pi * 44,5^4}{64} - \frac{\pi * 36,5^4}{64} \text{ mm}^4$$

$$J = 105366 \text{ mm}^4$$

$$J_p = \frac{\pi * D^4}{32} - \frac{\pi * d^4}{32}$$

$$J_p = \frac{\pi * 44,5^4}{32} - \frac{\pi * 36,5^4}{32} \text{ mm}^4$$

$$J_p = 210732 \text{ mm}^4$$



E ... modul pružnosti v tahu,  $E=2,1 \cdot 10^5$  MPa

q ... průhyb úseku „R“ (podle obr. 4, str. 14)

p ... průhyb úseku „r“

$$q = \frac{F \cdot R^3}{3 \cdot E \cdot J}$$

$$q = \frac{544 \cdot 322,6^3}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 105366} \text{ mm}$$

$$q = 0,28 \text{ mm}$$

$$p = \frac{F \cdot r^3}{3 \cdot E \cdot J}$$

$$p = \frac{544 \cdot 62,31^3}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 105366} \text{ mm}$$

$$p = 0,00198 \text{ mm}$$

G ... modul pružnosti ve smyku,  $G=0,8 \cdot 10^5$  MPa

$\alpha$  ... úhel zkrutu úseku „R“ (podle obr. 4, str. 14)

$$\hat{\alpha} = \frac{M_k \cdot R}{G \cdot J_p}$$

$$\hat{\alpha} = \frac{33896,64 \cdot 322,6}{0,8 \cdot 10^5 \cdot 210732} \text{ rad}$$

$$\hat{\alpha} = 6,486 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

$$\alpha = \hat{\alpha} \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$$

$$\alpha = 6,486 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$$

$$\alpha = 0^\circ 2' 14''$$

s ... převedený úhel zkrutu na délkovou hodnotu do působivé síly

$y_{\max}$  ... maximální průhyb nosné hřídele

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{r}$$

$$s = \operatorname{tg} \alpha \cdot r$$

$$s = \operatorname{tg} 0^\circ 2' 14'' \cdot 62,31 \text{ mm}$$

$$s = 0,04 \text{ mm}$$

$$y_{\max} = p + q + s$$

$$y_{\max} = 0,00198 + 0,28 + 0,04 \text{ mm}$$

$$y_{\max} = 0,322 \text{ mm}$$

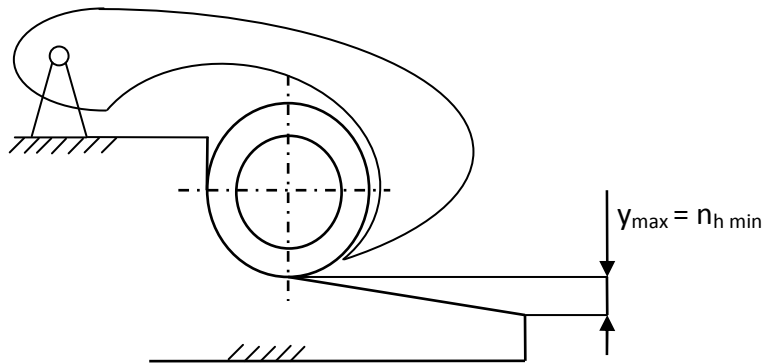
### 3.9 Zhodnocení dimenzování nosné hřídele

Předběžně zvolenou velikost trubky nechávám: vnější průměr  $D=44,5$  mm, tloušťku stěny  $s=4$  mm, jelikož je dostačující na unesení víka s minimálním průhybem při otevření.

Polotovary: Tr 44,5x4 – DIN 17456 – 17 240 DIN 1.4301

Při zavřeném víku průhyb nevadí, protože na konci bude nosná hřídel podepřena tak, aby nedocházelo k praskání svarů během jízdy.

Podpěrný prvek musí mít náběhovou hranu minimálně o hodnotu průhybu níže, než je základní poloha trubky odlehčené. Díky náběhové hraně se zabrání potížím způsobeným průhybem při zavírání víka, jak znázorňuje obr. 6.



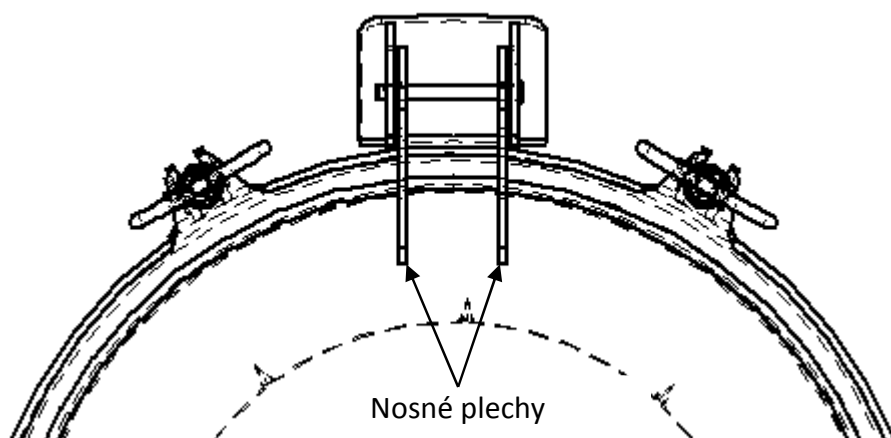
Obr. 6 – Náčrt náběhové hrany s pojistkou

$n_{h \min}$  ... minimální hodnota výšky náběhové hrany

[2]

#### 4 Kontrola nosných plechů víka na otláčení

Ve strojnických tabulkách je doporučená bezpečnost pro slitiny hliníku  $k=(8\div 10)$ . V praxi se ale ukázalo, že tato bezpečnost je až příliš vysoká pro některé případy, jako je využití u cisternového přepravníku a dimenzování jeho víka. Doposud firma neměla žádný problém se špatně nadimenzovaným víkem. Po dohodě s konzultantem mohu použít při výpočtech bezpečnost  $k=2,5$  pro slitiny hliníku.



Obr. 7 – Náčrt umístění nosných plechů víka, stávající uchycení

$R_e$  ... minimální mez kluzu nosného plechu vyrobeného ze slitin hliníku dle materiálové normy DIN AlMg4,5Mn

$c_{II}$  ... součinitel míjivého zatížení pro lehké slitiny a neželezné kovy, dle (4)  $c_{II}=0,65$

$$\sigma_{DII} = c_{II} * \frac{R_e}{k}$$

$$\sigma_{DII} = 0,65 * \frac{125}{2,5} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{DII} = 32,5 \text{ MPa}$$

$$p_D \cong \sigma_{DII} / k_p$$

t ... tloušťka nosného plechu víka

$k_p$  ... bezpečnost pro dotyk součástí pohyblivých pod zatížením

$$p = \frac{F}{2 * t * d} \leq p_D$$

$$p = \frac{544}{2 * 8 * 44,5} \text{ MPa}$$

$$p = 0,76 \text{ MPa} \leq 6,5 \text{ MPa} = p_D$$

$$p_D \cong \frac{\sigma_{DII}}{k_p}$$

$$p_D \cong \frac{32,5}{5} \text{ MPa}$$

$$p_D \cong 6,5 \text{ MPa}$$

#### 4.1 Zhodnocení otláčení

Plech na otláčení vyhovují, a tudíž je nechávám stejné, jako u původního

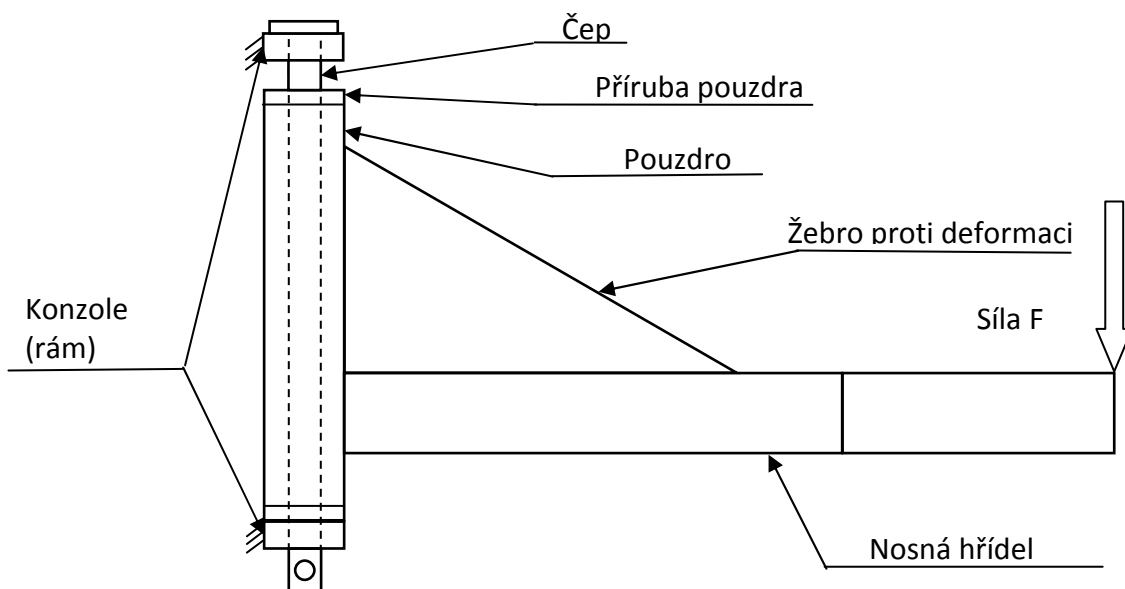
řešení → materiál: DIN AlMg4,5Mn

tloušťka: t=8 mm

[2]

## 5 Dimenzování čepu a konzoly pro nosný prvek

Pro konstrukci konzoly použijí plechy o tloušťce  $t_k=12$  mm, z materiálu DIN AlMg4,5Mn. Plech je ze stejného materiálu, který výrobce používá na výrobu přepravníku. Tloušťka zvolena dle používaných polotovarů firmou ZVVZ a.s. Milevsko.



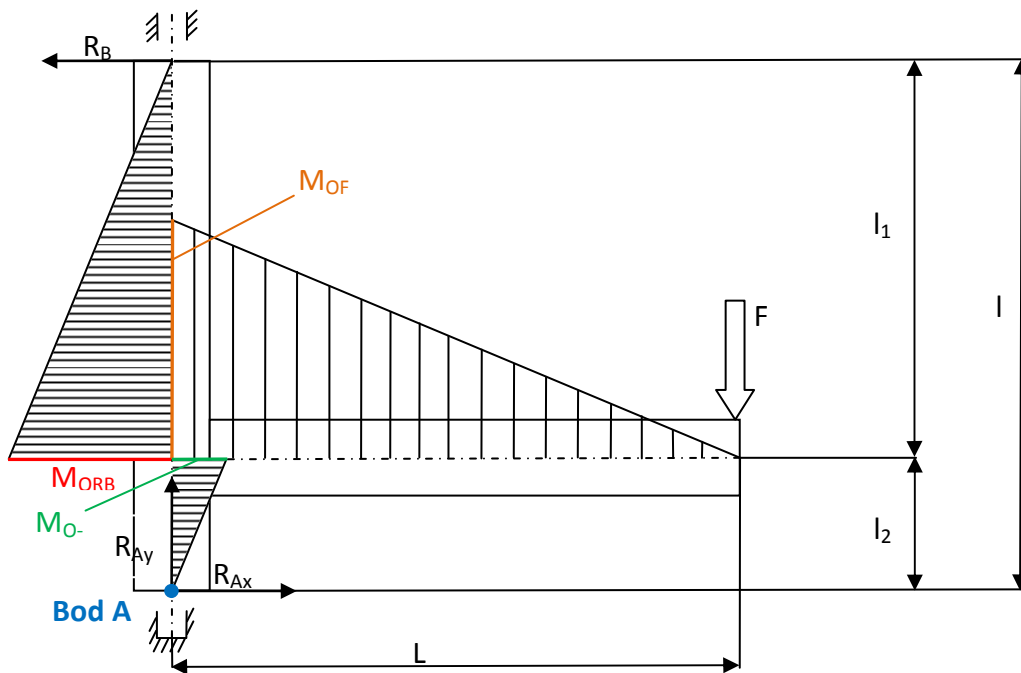
Obr. 8 – Schéma uspořádání nosného prvku

Volím délku trubky na pouzdro pro čep  $l=110$  mm, ze stejného materiálu a polotovaru jako je nosná hřídel. Na konce pouzdra se navaří čelní plech s dírou pro čep. Plech volím o tloušťce  $t_p=6$  mm ze stejného materiálu, aby bylo zaručeno dobré provaření základních materiálů.

Celková délka pouzdra bude o dvě hodnoty tloušťky plechu větší, tzn.:  $l_{cp}=122$  mm.

Na straně bezpečnosti budu počítat s délkou  $l$ . Ohybový moment trubky pouzdra budu počítat pro kontrolu, že navržená trubka vydrží jako pouzdro.

## 5.1 Ohybový momenty a reakce



Obr. 9 – Výpočtové schéma s vyobrazenými ohybovými momenty

Délky  $l_1$  a  $l_2$  volím s ohledem na konstrukci a nedostatek místa kolem víka  $\rightarrow l_1=80$  mm,  
 $l_2=30$  mm.

Jak je vidět ze schématu obr. 9, tak  $R_{Ax}$  a  $R_B$  je dvojice sil, tudíž jsou reakce stejně velké.

$$M_{iA} = 0; \quad F * L - R_B * l = 0$$

$$R_B = \frac{F * L}{l}$$

$$R_B = \frac{544 * 328,6}{110} \text{ N}$$

$$R_B = 1625,1 \text{ N}$$

$$M_{OF} = F * L$$

$$M_{OF} = 544 * 328,6 \text{ Nmm}$$

$$M_{OF} = 178758 \text{ Nmm}$$

$$M_{ORA} = R_B * l_2$$

$$M_{ORA} = 1625,1 * 30 \text{ Nmm}$$

$$M_{ORA} = 48753 \text{ Nmm}$$

$$M_{ORB} = R_B * l_1$$

$$M_{ORB} = 1625,1 * 80 \text{ Nmm}$$

$$M_{ORB} = 130008 \text{ Nmm}$$

Kontrola správnosti postupu spočívá v tom, že součet ohybových momentů pouzdra musí být stejný, jako je maximální ohybový moment nosné hřídele.

$$M_{ORA} + M_{ORB} \cong M_{OF}$$

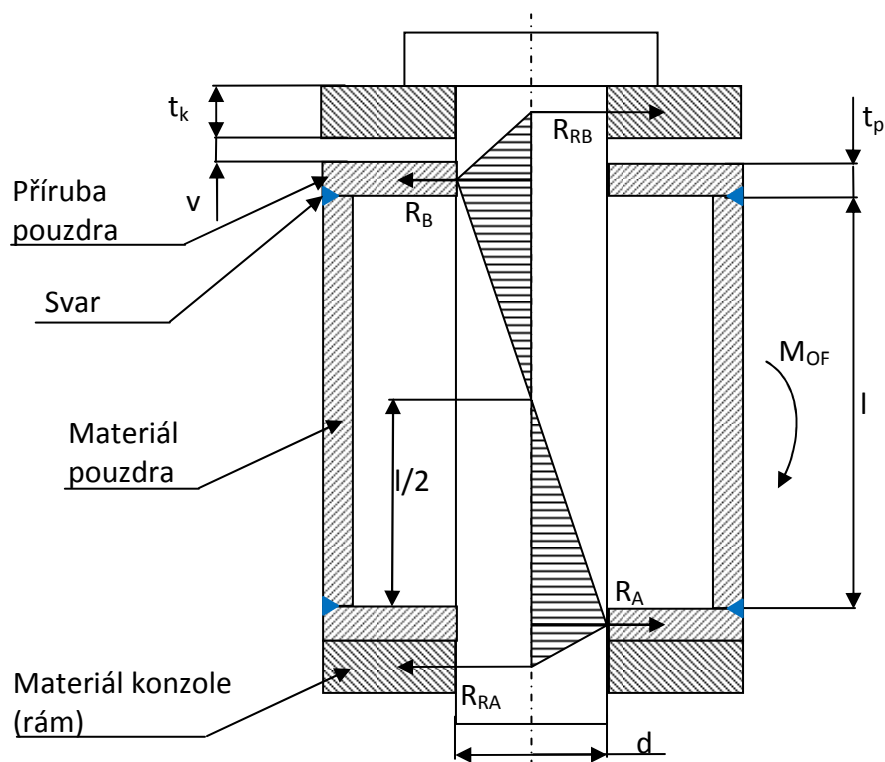
$$48753 + 130008 \cong 178758 \text{ Nmm}$$

$$178761 \text{ Nmm} \cong 178758 \text{ Nmm}$$

Správnost postupu byla ověřena, proto nemusím nadále kontrolovat trubku pouzdra a můžeme nechat trubku stejného materiálu a polotovaru jako je nosná hřídel, protože trpí menším ohybovým momentem.

Tzn.: Tr 44,5x4 – DIN 17456 – 17 240 DIN 1.4301

## 5.2 Zatížení a dimenzování čepu



Obr. 10 – Výpočtové schéma zatížení čepu

$R_{RA}, R_{RB}$  ... reakce konzoly na reakce  $R_A, R_B$  v čelech plechu příruby pouzdra, na straně bezpečnosti počítám s reakcí  $R_B \rightarrow$  reakce konzoly jsou na větším rameni, proto vyjdou menší než reakce příruby

$t_k$  ... tloušťka plechu konzole

$t_p$  ... tloušťka plechu příruby pouzdra

$v$  ... axiální vůle uložení, pro výpočty na straně bezpečnosti volím  $v=6$  mm

$R_e$  ... mez kluzu nerezového materiálu 17 240:  $R_e=210$  N/mm<sup>2</sup>

$$M_o = R_{RB} * \left( \frac{t_p}{2} + \frac{t_k}{2} + v \right) ; R_{RB} \cong R_B$$

$$M_o = 1625,1 * \left( \frac{6+12}{2} + 6 \right) \text{ Nmm}$$

$$M_o = 24376,5 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_{DII} = c_{II} * \frac{R_e}{k}$$

$$\sigma_{DII} = 0,75 * \frac{210}{2,5} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{DII} = 63 \text{ MPa}$$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{M_o}{\frac{\pi * d^3}{32}} \leq \sigma_{DII}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 * M_o}{\pi * \sigma_{DII}}}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{24376,5 * 32}{\pi * 63}} \text{ mm}$$

$d \geq 15,8 \text{ mm} \Rightarrow$  dle polotovarové normy tyče DIN 671:

volím nejbližší vyšší průměr čepu  $d=16$  mm

### 5.3 Kontrola plechu příruby pouzdra na otláčení

$$\sigma_{DII} = c_{II} * \frac{R_e}{k}$$

$$\sigma_{DII} = 0,75 * \frac{210}{2,5} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{DII} = 63 \text{ MPa}$$

$$p_D \cong \sigma_{DII} / k_p$$



$$p_D = \frac{\sigma_{DII}}{k_p}$$

$$p_D = \frac{63}{5} \text{ MPa}$$

$$p_D = 12,6 \text{ MPa}$$

$$p = \frac{R_B}{t_p * d} \leq p_D$$

$$p = \frac{1625,1}{6 * 16} \text{ MPa}$$

$$p = 16,93 \text{ MPa} \neq 12,6 \text{ MPa} = p_D$$

Protože podmínce na otláčení v plechu příruby pouzdra konstrukce nevyhověla, stává se rozhodující podmínkou, ze které teď budu dimenzovat průměr čepu.

$$\frac{R_B}{t_p * d} \leq p_D$$

$$d \geq \frac{R_B}{t_p * p_D}$$

$$d \geq \frac{1625,1}{6 * 12,6} \text{ mm}$$

$$d \geq 21,5 \text{ mm} \Rightarrow \text{dle polotovarové normy tyče DIN 671:}$$

volím nejbližší vyšší průměr čepu  $d=25 \text{ mm}$

#### 5.4 Kontrola plechu konzoly na otláčení

$R_e$  ... mez kluzu plechu konzoly z materiálu DIN AlMg4,5Mn

$$\sigma_{DII} = c_{II} * \frac{R_e}{k}$$

$$\sigma_{DII} = 0,65 * \frac{125}{2,5} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{DII} = 32,5 \text{ MPa}$$

$$p_D \cong \sigma_{DII} / k_p$$

$$p = \frac{R_B}{t_k * d} \leq p_D$$

$$p = \frac{1625,1}{12 * 25} \text{ MPa}$$

$$p = 5,42 \text{ MPa} \leq 6,5 \text{ MPa} = p_D$$

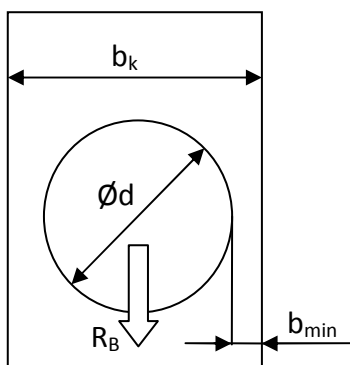
$$p_D \cong \frac{\sigma_{DII}}{k_p}$$

$$p_D \cong \frac{32,5}{5} \text{ MPa}$$

$$p_D \cong 6,5 \text{ MPa}$$

Čep je předimenzován, ale výrobce při tomto řešení nemusí čep jistit proti pootočení v konzole, jelikož je na konzole nedostatek místa pro přídržku čepu. Proto jsem prováděl výpočty pro pohyb pod zatížením jak v pouzdru, tak i v konzole.

Pro konzolu musíme vypočítat minimální šířku zbytkového materiálu ( $b_{\min}$ ), aby plech tak velké zatížení vydržel.



Obr. 11 – Výpočtové schéma průřezu oka konzole

$$\sigma_{DII} = c_{II} * \frac{R_e}{k}$$

$$\sigma_{DII} = 0,65 * \frac{125}{2,5} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{DII} = 32,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{DII} \geq \frac{R_B}{2 * b_{\min} * t_k} \Rightarrow b_{\min} \geq \frac{R_B}{2 * t_k * \sigma_{DII}}$$

$$b_{\min} \geq \frac{1787,6}{2 * 12 * 32,5} \text{ mm}$$

$$b_{\min} \geq 2,3 \text{ mm}$$

Z minimální šířky zbytkového materiálu zjistíme šířku vodorovného plechu na konzolu.

$$b_k = 2 * b_{\min} + d$$

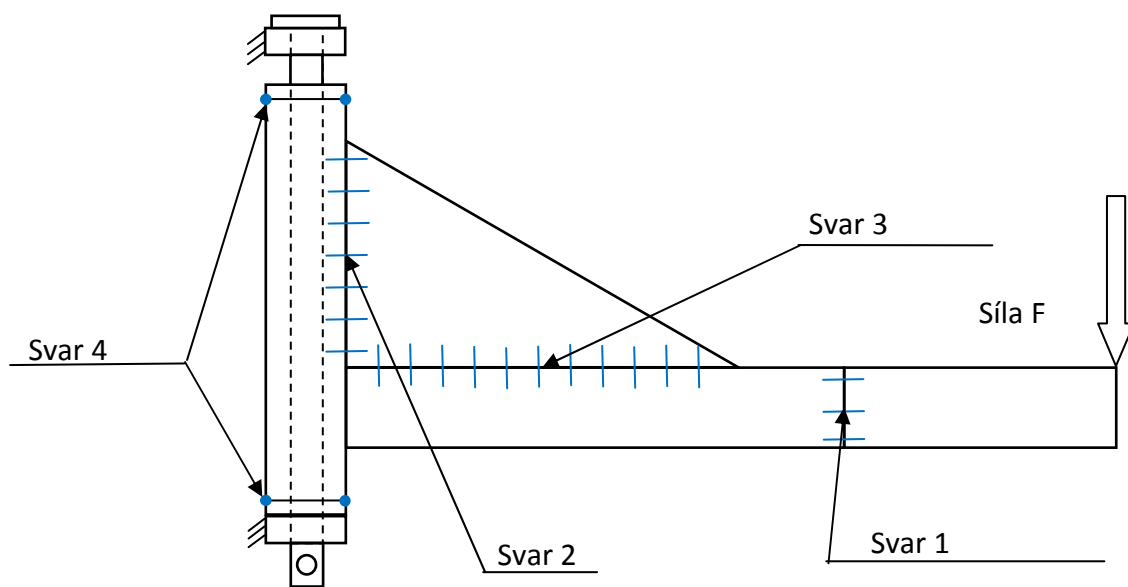
$$b_k = 2 * 2,3 + 25 \text{ mm}$$

$b_k = 29,6 \text{ mm} \rightarrow$  na straně bezpečnosti volím minimální šířku vodorovného plechu konzole  $b_k = 35 \text{ mm}$

[2]

## 6 Svary

Pro nerezovou ocel 17 240 určí předběžně výšku svaru  $a=4$  mm podle nejmenší tloušťky polotovaru, aby bylo zaručeně dobré provaření základních materiálů. Rozhodl jsem se, že svary pro materiál DIN AlMg4,5Mn nebudu upravovat, ale využiju hodnot od výrobce.



Obr. 12 - Schéma pro výpočet svarů

$F$  ... síla, viz. strana 15, kapitola 3.4

$\sigma_{DII}$  ... dovolená hodnota namáhání základního materiálu, viz. str. 15, kapitola 3.5

$M_{0MAX}$ ,  $M_k$  ... vnitřní účinky, strana 15, kapitola 3.6

$W_o$ ,  $W_k$  ... průřezové moduly, strana 15, kapitola 3.7

$g$  ... rameno působící na svar, obr. 4 na straně 14

$R_B$  ... reakce příruby, viz. str. 22, 23, kapitola 5.1 a 5.2

$S_{v1}$  ... celkové napětí ve svaru 1

$S_{v2}$  ... celkové napětí ve svaru 2

$a$  ... výška svaru

$l'$  ... skutečná délka svaru

$l$  ... výpočtová délka svarů, zkrácena o počáteční a koncové krátery

$D$  ... vnější průměr trubky

$d$  .. vnitřní průměr trubky

s ... tloušťka materiálu

$\sigma_{\perp}$  ... normálové napětí kolmé na svar

$\tau_{\perp}$  ... smykové napětí kolmé na svar

$\tau_{\parallel}$  ... smykové napětí rovnoběžné se svarem

## 6.1 Svar 1

Při zkoumání náčrtu obr. 4 na stránce 14 jsem zjistil, že tento obvodový svar trpí na ohyb a krut, proto pro vyšší bezpečnost počítám s kolmým průřezem trubky. To znamená kratší délku svaru, než bude ve skutečnosti.

$$\begin{aligned}\sigma_{\perp} &= \frac{F * g}{W_o} & \tau_{\parallel} &= \frac{Mk}{Wk} \\ \sigma_{\perp} &= \frac{544 * 108,6}{4735,55} \text{ MPa} & \tau_{\parallel} &= \frac{33891}{9471,12} \text{ MPa} \\ \sigma_{\perp} &= 12,5 \text{ MPa} & \tau_{\parallel} &= 3,58 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_{v1} &= \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 * \tau_{\parallel}^2} \leq \sigma_{DII} \\ S_{v1} &= \sqrt{12,5^2 + 3 * 3,58^2} \text{ MPa} \\ S_{v1} &= 14 \text{ MPa} \leq 63 \text{ MPa} = \sigma_{DII} \Rightarrow \text{Vyhovuje}\end{aligned}$$

## 6.2 Svar 2

Ze schématu obr. 12 str. 27 vyplývá, že tento koutový svár trpí na ohyb a smyk. Pro větší únosnost je svar z obou stran žebra. Z bezpečnostního hlediska budu počítat pouze se žebními svary, i když bude svar mezi nosnou hřídelí a pouzdrem.

$$\begin{aligned}l &= l' - 2 * a & \tau_{\perp} &= \frac{M o_{MAX}}{2 * a * l^2} & \tau_{\parallel} &= \frac{F}{2 * a * l} \\ l &= 55 - 2 * 4 \text{ mm} & \tau_{\perp} &= \frac{178758}{2 * 4 * 47^2} \text{ MPa} & \tau_{\parallel} &= \frac{544}{2 * 4 * 47} \text{ MPa} \\ l &= 47 \text{ mm} & \tau_{\perp} &= 60,7 \text{ MPa} & \tau_{\parallel} &= 1,45 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$S_{v2} = \sqrt{\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2} \leq \sigma_{DII}$$

$$S_{v2} = \sqrt{60,7^2 + 1,45^2} \text{ MPa}$$

$$S_{v2} = 60,72 \text{ MPa} \leq 63 \text{ MPa} = \sigma_{DII} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

### 6.3 Svar 3

Ze schématu obr. 12 str. 27 vyplývá, že tento koutový svar trpí na tah. Pro větší únosnost je svar z obou stran žebra.

$$l = l' - 2 * a \quad \sigma_{\perp} = \frac{F}{2 * a * l} \leq \sigma_{DII}$$

$$l = 130 - 2 * 4 \text{ mm} \quad \sigma_{\perp} = \frac{544}{2 * 4 * 122} \text{ MPa}$$

$$l = 122 \text{ mm} \quad \sigma_{\perp} = 0,6 \text{ MPa} \leq 63 \text{ MPa} = \sigma_{DII} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

### 6.4 Svar 4

Svary jsou zatížené stejnou silou viz. kapitola 5.1 na straně 22, tudíž stačí vypočítat pouze jeden z nich. Každý z těchto svarů je namáhán na smyk. Toto tvrzení vychází z obr. 10 na straně 23.

$$\tau_{\parallel} = \frac{R_B}{\frac{\pi * (D^2 - d^2)}{4}} \leq \sigma_{DII}$$

$$d = D - 2 * s$$

$$d = 44,5 - 2 * 4 \text{ mm} \quad \tau_{\parallel} = \frac{1625,1}{\frac{\pi * (44,5^2 - 36,5^2)}{4}} \text{ MPa}$$

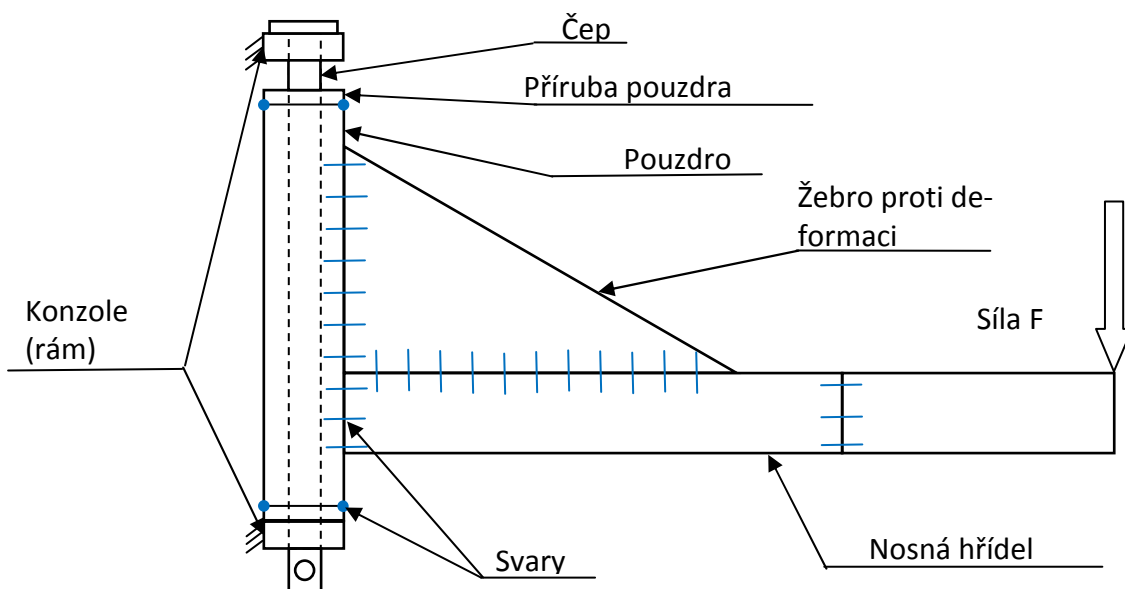
$$d = 36,5 \text{ mm} \quad \tau_{\parallel} = 3,19 \text{ MPa} \leq 63 \text{ MPa} = \sigma_{DII} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Všechny svary vyhovují, protože nepřekročily dovolené napětí základního materiálu. Tímto je celý nosný prvek nadimenzován a může být použit v praxi.

## 7 Komentář k výrobě nosného prvku

V této kapitole přiblížím výrobu, výrobní schéma a zohlednění prostorové dispozice na přichycení nosného prvku k nádobě.

Veškeré důležité výrobní rozměry budou uvedeny ve výkresech.



Obr. 13 – Schéma nosné konstrukce

### 7.1 Čep

Polotovary: tyč  $\varnothing d=25$  mm DIN 671 – 17240 DIN 1.4301  
(plech  $t=6$  mm DIN 17441 - 17240 DIN 1.4301)

Čep se bude vyrábět z tyčového materiálu. Plech se může použít na vytvoření hlavy, která se přivaří na čelo tyče. Ve spodní části čepu se vyvrtá díra pro závlačku, aby se čep pojistil proti vypadnutí nebo neúmyslnému vyndání.

Levnější je použití závlačky na obou koncích čepu. Tyč by se zkrátila jen na požadovanou délku a na koncích by se vyvrtala díra pro závlačku. Tudíž by se k čepu nevařil žádný materiál navíc.

## 7.2 Konzole

Polotovar: plech  $t=12$  mm DIN AlMg4,5Mn

Konzole se skládá ze dvou vodorovných plechů s dírou pro čep. Plechy se přivaří na nádobu v požadované rozteči, a tak se vytvoří rám pro sestavu nosného prvku.

## 7.3 Pouzdro

Polotovar: trubka 44,5x4 – DIN 17456 – 17240 DIN 1.4301

plech  $t=6$  mm DIN 17441 - 17240 DIN 1.4301

Pouzdro se skládá z trubky a dvou plechů, které jsou přivařeny na konce trubky. Vyvrtní děr pro čep by bylo lepší po navaření plechů. Tak to by byla zaručena souosost děr. Na pouzdro pak bude navařena nosná hřídel a žebro pro rozložení síly, aby nevznikaly deformace svarů a nosné hřídele.

## 7.4 Nosná hřídel

Polotovar: trubka 44,5x4 – DIN 17456 – 17240 DIN 1.4301

Nosná hřídel se skládá ze dvou částí, jsou to trubky o stejné velikosti průřezu přivařené k sobě pod určitým úhlem. Po svaření nosné hřídele se může kolmo k její rovině přivařit pouzdro.

Volný konec nosné hřídele bude muset být delší, než je uvedeno v obr. 4 na straně 14, jelikož schéma bylo určeno pro výpočty. Nosná hřídel musí dosáhnout na podpěrný prvek a mít alespoň malou úchopovou část pro otevírání do strany.

## 7.5 Žebro proti deformaci

Polotovary: plech  $t=6$  mm DIN 17441 – 17240 DIN 1.4301

Plech trojúhelníkového tvaru je přivařen k pouzdru a k nosné hřídeli, jak je vidět z obr. 13 na straně 30. Plech má zabránit deformacím trubek a svarů rozložením sil na větší plochu.

## 7.6 Podpěrný prvek

Polotovary: plech  $t=8$  mm DIN AlMg4,5Mn

Podpěrný prvek musí mít náběhovou hranu pro ulehčení zavírání víka při průhybu nosné hřídele. Pro správnou funkčnost konstrukčního řešení pohyblivého nosného prvku musí být podpěrný prvek vybaven pojistkou, aby nedošlo k samovolnému otevírání do strany. Pojistkou se zabrání potíží při zvedání víka nahoru. Ukázka v obr. 6 na straně 18.

## 7.7 Pojistka

Polotovary:  $t=6$  mm DIN 17441 – 17240 DIN 1.4301

Celkem budou dva pojistné prvky. První pojistka, která slouží pro zajištění otevřeného víka v horní poloze, zůstane stejná. Druhá pojistka bude bránit víku samovolnému otevření do strany. Oba tyto prvky jsou vidět v obr. 14 na straně 33.

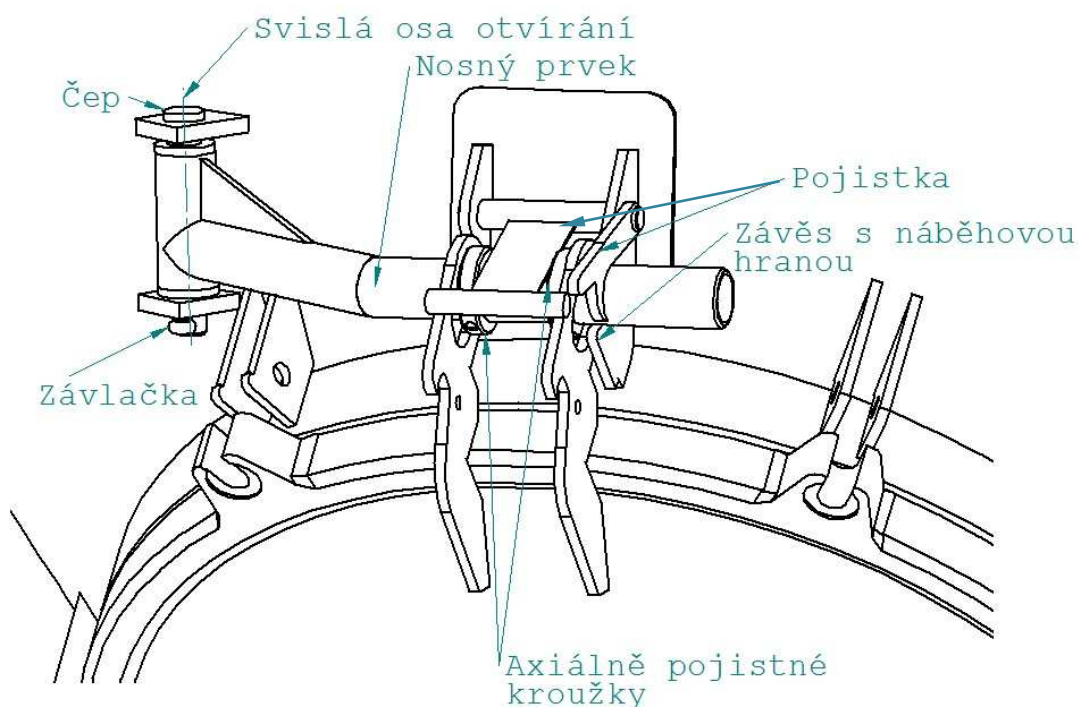
[2]



## Závěr

V bakalářské práci jsem se snažil vyřešit zdokonalení zavěšení zadního vyprazdňovacího víka sklápěcího cisternového přepravníku. Inspiraci pro návrh jsem viděl u konkurenčních firem, podle kterých jsem navrhoval podobný nosný prvek pro otevírání víka do strany. Při řešení jsem využil podklady od firmy ZVVZ a.s. Milevsko, rady konzultanta a znalosti z předmětů "Mechanika" a "Stavba a provoz stojů".

Poté jsem prováděl základní pevnostní výpočty na základě znalostí z vyučovacích předmětů. Snažil jsem se navrhnout co nejmenší nosný prvek kvůli úspoře materiálu, ale zároveň dostačující pro nesení víka a s dostatečnou otevíratelností do boku. Z důvodu omezené prostorové dispozice by mělo jít mnou navržené víko otevřít do boku alespoň o 90°, což by mohlo být dostačující pro vyčištění víka. Pro bezpečnou a bezproblémovou funkčnost je nutná pojistka proti samovolnému otevření a pojistné kroužky proti posunutí víka na tyči. K práci je přiložena výkresová dokumentace.



Obr. 14 – Celkový pohled na návrh uspořádání

Při řešení problematiky umístění zadního vyprazdňovacího víka jsem se musel vypořádat s nedostatečnou dostupností literatury. Opíral jsem se o strojnické tabulky, mechanické

výpočty [3] a podklady z praxe od firmy ZVVZ a.s. Milevsko. Dále byla využita "Kniha ocelí" [4] a online katalog polotovarů pro výběr normalizovaných rozměrů dané oceli. Zdroj [9] jsem nejvíce ocenil, protože zde byly uvedeny informace o všech běžně namáhaných svarech.

Jak již bylo řečeno v úvodu práce, hlavní myšlenkou bylo praktické využití otevírání víka i pro lidi menšího vzrůstu. Předpokládám, že i tomuto požadavku navržené řešení vyhovuje.

Jako hlavní požadavek jsem si stanovil funkčnost víka. Kalkuloval jsem s parametry, jako jsou váha víka s komponenty, prostorovou dispozicí v programu Solid Edge tak, aby nový nosný prvek mohl být co nejmenší a přitom stále účinný. Dále jsem myslel na snadnou obsluhovatelnost při otevírání. Způsob otevírání tohoto víka je na libovůli obsluhy.

Při plnění úkolu jsem myslel na obě varianty otevírání víka, ovšem upřednostnil jsem způsob méně náročný pro obsluhu. Tento způsob jsem dále rozpracoval.

Pracovníci firmy ZVVZ a.s. Milevsko viděli u konkurenčních firem na předváděcích akcích přepravníků daleko lepší variantu otevírání víka, než doposud vyráběli. Proto uvítali mojí práci jako zlepšovací návrh. Díky touze po konkurenceschopnosti mi konzultant firmy s mým návrhem ochotně vypomáhal tím, že poskytl materiály i postřehy z technických veletrhů, kterých se zúčastnil.

Úprava vyžaduje minimální zásah do stávající konstrukce a její výhody ocení zejména obsluha nižšího vzrůstu.

Myslím si, že by výsledek této práce mohl být použitelný v praxi, protože jsem se snažil vyřešit konstrukční problém tak, jako ho vyřešily konkurenční firmy. Podle konzultanta je tato práce vypracována obsahově dostatečně a hlavní úkol, vyřešení nosného prvku, byl splněn. Práce bude také přínosem do předmětu Stroje a řízení jako ukázka konstrukčního řešení pohyblivého nosného prvku.

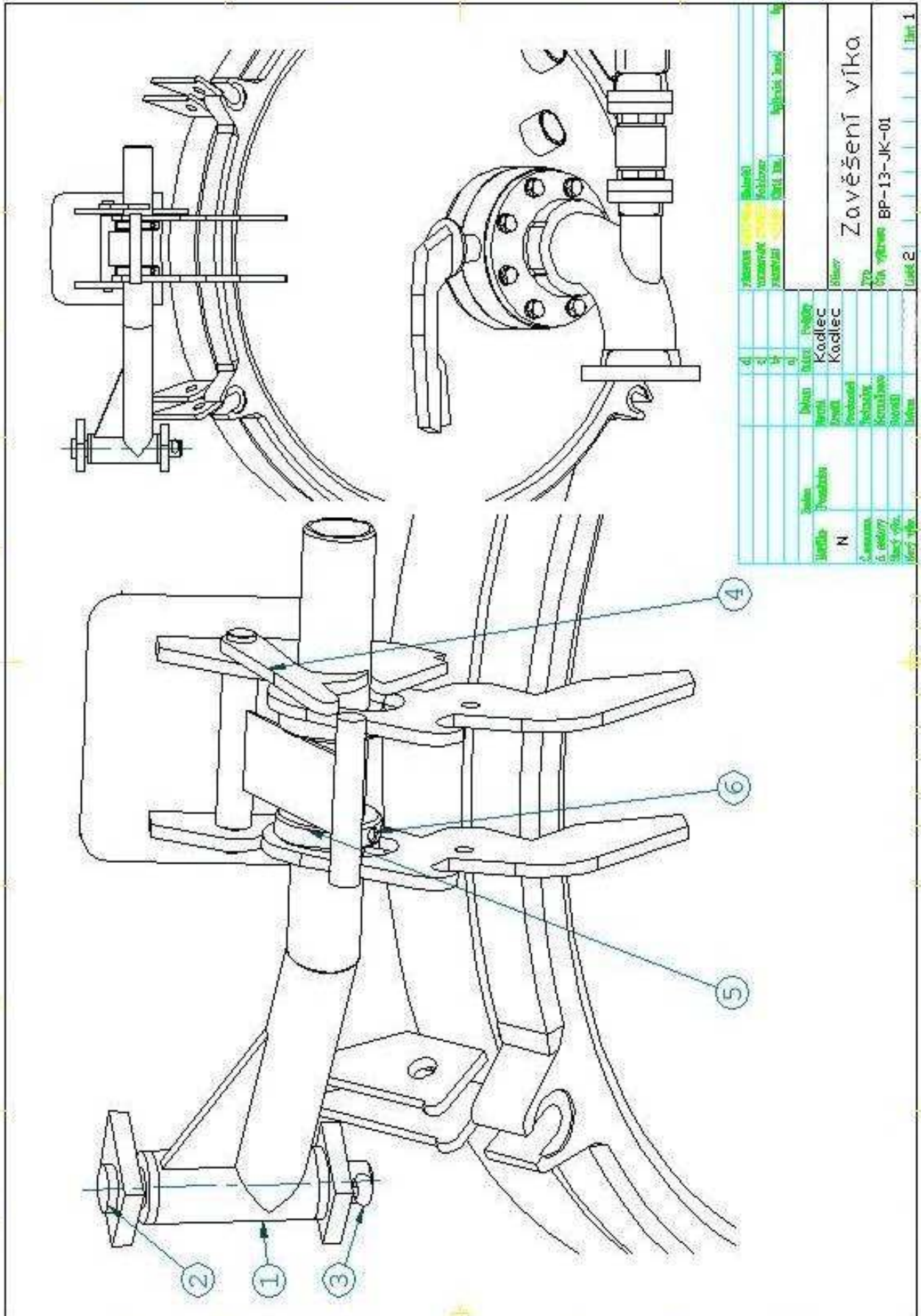
## Seznam použitých informačních zdrojů

- [1] Podklady od firmy ZVVZ a.s. Milevsko
- [2] Jaroslav Kadlec, Zavěšení zadního vyprazdňovacího víka sklápěcího přepravníku,  
Ročníková práce SPŠSS Tábor 2008/2009
- [3] Mrňák L., Drdla A., Mechanika – pružnost pevnost  
3. opravné vydání, Praha SNTL 1981
- [4] Emil Novák, Albín Köszegei, Kniha ocelí  
1. vydání, Feron Olomouc 1996
- [5] Lienverber Jan, Vávra Pavel, Strojnické tabulky  
1. Vydání, Praha Albra 2003
- [6] Jan Večera, Zavěšení zadního vyprazdňovacího víka  
sklápěcího přepravníku, Ročníková práce SPŠ Tábor 2007/2008
- [7] INOX, *Nerezový hutní materiál* [firemní stránky]. 4/2013  
URL: <http://inoxpol.cz/index.php?act=a&cat=4&art=16>
- [8] Feron, *Velkoobchod hutním materiálem* [firemní stránky, sortimentní katalog].  
4/2013.  
URL: <http://www.ferona.cz/cze/>  
URL: <http://www.ferona.cz/cze/katalog/search.php?kat=1>
- [9] MITCalc, *Svarové spoje* [technické údaje]. 4/2013  
URL: <http://www.mitcalc.com/doc/welding/help/cz/welding.htm>
- [10] Sešity poznámek z výkladu předmětů "Mechanika" a "Stavba a provoz stojů"

## Seznam příloh

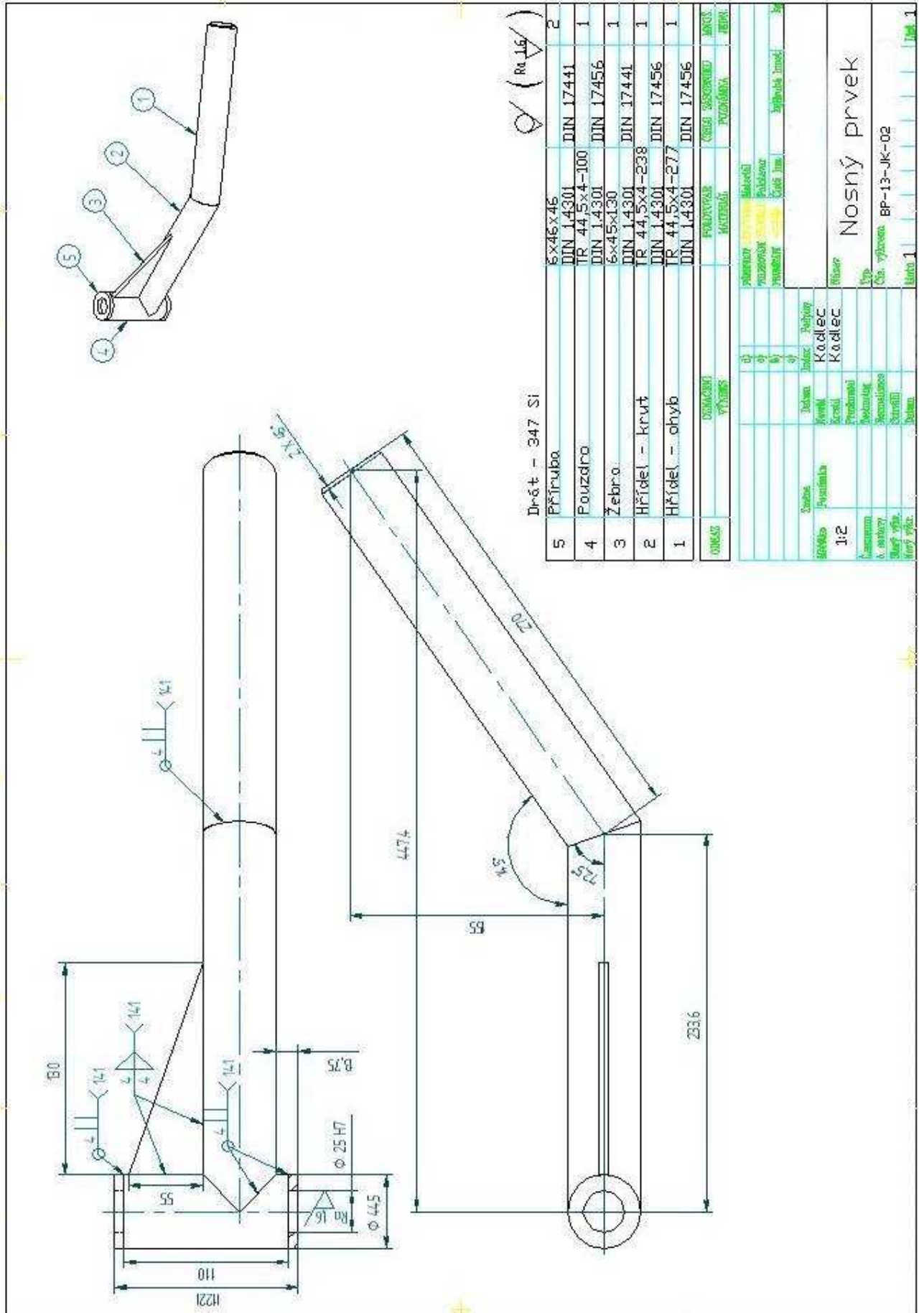
- I. Sestava zavěšeného víka s nosným prvkem
- II. Kusovník k sestavě
- III. Výkres nosného prvku
- IV. Materiálová norma slitiny hliníku
- V. Materiálová norma oceli
- VI. Normalizační tabulka trubky
- VII. Specifikace materiálu pro čep
- VIII. Elektronická podoba na přiloženém CD
  - Fotodokumentace prostorové dispozice
  - Podklad k výpočtu otláčení
  - Podklady od firmy ZVVZ a.s. Milevsko
    - Fotodokumentace
    - Materiálové normy
    - Sestava přepravníku
  - Polotovarové normy
  - Výrobní sestavy

Příloha 1 - sestava





Příloha 3 - výkres



Nosný prvek

BP-13-JK-02

Strana 1 z 1

Příloha 4 - materiálová norma slitiny hliníku

Plech

Normen · Richtlinien · Hinweise

Bleche und Bänder aus Aluminium / Mechanische Eigenschaften

Werkstoff	Kurzeichen	Nummer	Dicke				Zugfestigkeit		0,2%-Dehn- grenze R <sub>p0,2</sub> N/mm <sup>2</sup> min.	Bruch- dehnung		Brinell- härte HB 2,5/02,5	Zustands- hinweise	
			Bänder mm		Bleche mm		R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup> min.	R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup> max.		A <sub>5</sub> %	A <sub>10</sub> %			
AlMg3	W19	3.3535	10	0,35	3,0	0,35	6,0	190	230	80	20	17	50	weich
	W19		10	-	-	6,0	50,0	190	230	80	18	-	50	weich
	F19		07	-	-	25,0	50,0	190	-	80	12	-	50	warmgewalzt
	F20		07	-	-	10,0	25,0	200	-	120	10	-	60	warmgewalzt
	F21		07	3,0	10,0	5,0	10,0	210	-	140	12	-	60	warmgewalzt
	F22		24	0,35	3,0	0,35	10,0	220	260	165	9	7	65	kaltgewalzt
	G22		26	0,35	3,0	0,35	10,0	220	260	130	14	12	65	rückgeglüht
	F24		26	0,35	3,0	0,35	10,0	240	280	190	5	4	73	kaltgewalzt
	G24		27	0,35	3,0	0,35	10,0	240	280	180	10	8	73	rückgeglüht
	F27		28	0,35	3,0	0,35	4,0	265	305	215	4	3	80	kaltgewalzt
	G27		29	0,35	3,0	0,35	4,0	265	305	190	7	6	80	rückgeglüht
	F29		30	0,35	3,0	0,35	3,0	290	-	250	3	2	85	kaltgewalzt
AlMg2Mn0,3	W16	3.3525	10	0,35	3,0	0,35	6,0	155	200	60	20	17	45	weich
	F19		24	0,35	3,0	0,35	3,0	185	225	140	10	8	60	kaltgewalzt
	F21		28	0,35	3,0	0,35	3,0	205	245	170	5	4	65	kaltgewalzt
	G21		27	0,35	3,0	0,35	3,0	205	245	140	10	8	65	rückgeglüht
	F23		28	0,35	3,0	0,35	3,0	230	270	200	4	3	72	kaltgewalzt
	G23		29	0,35	3,0	0,35	3,0	230	270	170	9	7	72	rückgeglüht
	F26		30	0,35	3,0	0,35	3,0	255	-	230	3	2	80	kaltgewalzt
	AlMg2Mn0,8	W19	3.3527	10	0,35	3,0	0,35	6,0	190	230	80	20	17	50
W19			10	-	-	6,0	50,0	190	230	80	18	-	50	weich
F19			07	-	-	25,0	50,0	190	230	80	12	-	50	warmgewalzt
F20			07	-	-	10,0	25,0	200	240	120	10	-	60	warmgewalzt
F21			07	-	-	6,0	10,0	210	250	140	12	-	60	warmgewalzt
F22			24	0,35	3,0	0,35	10,0	220	260	165	9	7	65	kaltgewalzt
G22			25	0,35	3,0	0,35	10,0	220	260	130	14	12	65	rückgeglüht
F24			26	0,35	3,0	0,35	10,0	240	280	190	5	4	73	kaltgewalzt
G24			27	0,35	3,0	0,35	10,0	240	280	180	10	8	73	rückgeglüht
F27			28	0,35	3,0	0,35	4,0	265	305	215	4	3	80	kaltgewalzt
G27			29	0,35	3,0	0,35	4,0	265	305	190	7	6	80	rückgeglüht
F29			30	0,35	3,0	0,35	3,0	290	-	250	3	2	85	kaltgewalzt
AlMg2,7Mn	F22	3.3537	07	-	-	4,0	25,0	215	280	100	17	-	55	warmgewalzt
	F22		07	-	-	25,0	50,0	215	-	100	12	-	55	warmgewalzt
	G25		25	-	-	4,0	6,0	245	305	180	10	-	75	rückgeglüht
	G25		25	-	-	6,0	12,0	245	305	180	8	-	75	rückgeglüht
	G27		27	-	-	4,0	6,0	270	325	200	9	-	85	rückgeglüht
	G27		27	-	-	6,0	12,0	270	325	200	7	-	85	rückgeglüht
AlMg4Mn	W24	3.3645	10	-	-	1,0	6,0	240	310	100	18	-	65	weich
	W24		10	-	-	6,0	50,0	240	310	95	17	-	60	weich
	F28		24	-	-	1,0	6,0	275	330	200	7	-	80	kaltgewalzt
	G28		25	-	-	1,0	6,0	275	330	190	12	-	80	rückgeglüht
	G30		27	-	-	1,0	6,0	300	380	230	8	-	90	rückgeglüht
AlMg4,5Mn	W28	3.3647	10	0,35	3,0	0,35	50,0	275	350	125	17	15	70	weich
	F28		07	-	-	4,0	50,0	275	-	125	12	-	70	warmgewalzt
	G31		25	-	-	2,0	40,0	310	390	205	10	-	85	rückgeglüht
	G35		27	1,0	3,0	1,0	6,0	345	405	270	6	5	100	rückgeglüht

W - MĚKKÝ  
 F - VÁLCOVANÍ ZA STUDENA, ZA TEPLA  
 G - ŽIHANÝ



## NEREZOVÁ OCEL 1.4301

CHROM NIKLOVÁ austenitická nestabilizovaná  
nově značená dle ČSN 10088-1 1.4301 ( X5CrNi 18-10 )  
staré označení AISI 304, ČSN 17240, AKV 7

### Legování

Cr 17 - 19,5 %, Ni 8 - 10,5, C < 0,07%

### Mechanické vlastnosti

Pevnost v tahu Rm 520 - 720 N/mm<sup>2</sup>

Mez průtažnosti ( kluzu ) Rp 0,2 min. 210 N/mm<sup>2</sup>

Tažnost A80mm min. 45 %

Žihací teplota 1000-1100°C chlazení vodou, intenz. vzduchem

Nemagnetická

Nekalitelná

Má sklon ke zpevňování za studena při tažení, nebo při třískovém obrábění nevhodnými řeznými podmínkami. Zpevnění vzniká přetvořením austenitu na deformační martenzit, který zvýší pevnost, sníží tažnost a způsobí magnetovatelnost ( tažená tyčovina, za studena převálc. plechy od tl. 4 mm). U profilů s větší plochou průřezu ( tyče od pr. 80mm, plechy od tl. 15mm ) se může vyskytovat částečná magnetovatelnost v oblasti jádra profilu - je způsobena zbytkovým martenzitem z vysokých teplot při výrobě. Deformační i zbytkový martenzit lze odstranit žiháním. Tyto změny struktury nemají vliv na korozní odolnost materiálu a svařitelnost.

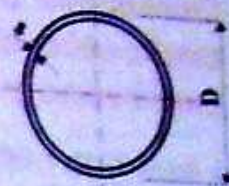
### Odolnost

proti korozi v prostředí běžného typu ( voda, slabé alkálie, slabé kyseliny, průmyslové a velkoměstské atmosféry ). Náchylnost k mezikystalové korozi v oblasti tepelného ovlivnění ( např. u svarů - CrC vznikají již od teploty 450° C ).

Příloha 6 - normalizační tabulka

## Bezešvé trubky nerezové

**Ferona**



- Dodáváme dle DIN 17456/17458
- Délky výrobní 4000–7000 mm
- Tolerance DIN 2462
- Zkoušeno dle DIN 50049/3.1B
- Povrch mořený
- Mimo uvedenou rozměrovou a jakostní řadu dodáváme za zvlášť dohodnutých podmínek.
- O příslušenství potrubí se informujte u dodavatele.
- Rozměry [mm]
- Na objednávku zajišťujeme a dodáváme trubky svařované v jakostech 17240.
- Zakázkově zajišťujeme k prodáváním trubkám trubkové oblouky, odbočky T a příruby.

Rozměr D x s	Hmotnost G [kg/m]	Jakosti <sup>DIN</sup> <sub>CSN</sub>		
		1.4301*	1.4541	1.4571*
		17240	17248	17347(B)
18,00x1,00	0,426	x	x	x
18,00x2,00	0,801	x	x	x
20,00x1,00	0,476	x	x	x
20,00x2,00	0,901	x	x	x
22,00x1,00	0,526	x	x	x
22,00x2,00	1,002	x	x	x
32,00x2,00	1,502	x	x	x
32,00x3,00	2,178	x	x	x
34,00x2,00	1,603	x	–	–
38,00x3,00	2,589	–	x	x
44,50x2,00	2,128	x	x	x
44,50x2,90	3,021	x	x	x
44,50x4,00	4,056	x	x	x
57,00x2,00	2,754	x	x	x
57,00x2,90	3,929	x	x	x
57,00x4,00	5,308	x	x	x
76,00x5,00	8,889	x	x	x
76,10x2,00	3,711	x	x	x
76,10x2,90	5,315	x	x	x
88,90x2,00	4,352	x	x	x
88,90x2,90	6,245	x	x	x
100,00x3,00	7,287	x	x	x
100,00x5,00	11,894	x	x	x

\* Jakosti uvažované k zavedení v průběhu let 1997–98.

## Příloha 7 - specifikace materiálu pro čep

### Specifikace výrobku

Tyč kruhová tažená za studena (hladký, lesklý povrch), DIN 671, úchylnka h9, průměr 25

**Kategorie:** Tyče kruhové, čtvercové, ploché, šestihranné tvářené za studena

**Norma:** DIN 671

**TDP:** ČSN EN 10088-3

**značka oceli /** 1.4301+2H (X5CrNi18-10) dle EN 10088-3

**materiál:** Obdobná: 17 240, 17 241

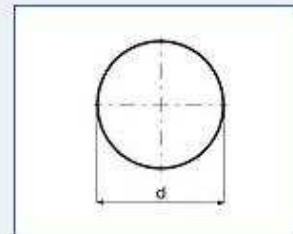
**Cena (6M0061K):** 151,00 Kč / kg

581,35 Kč / m

**Poptat:**  kg

m

[PŘIDAT DO POPTÁVKY](#)



Jmenovitý průměr	d	25 mm
Plocha průřezu		490,9 mm <sup>2</sup>
Hmotnost		3,85 kg/m
Mezní úchylnka průměru h9		0 mm -0,052 mm
Povrch		hladký, lesklý