



**FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE**

Ústav konstruování a částí strojů

**Návrh konstrukce kontejneru a jeho
aretačních mechanismů**

**Design of the Container with Locking
Mechanism**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

Jan Gruber

Studijní program: B2342 TEORETICKÝ ZÁKLAD STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

Studijní obor: 2301R000 Studijní program je bezoborový

Vedoucí práce: Ing. Jiří Mrázek, Ph.D.

ZADÁNÍ

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem: „Návrh konstrukce kontejneru a jeho aretačních mechanismů“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jiřího Mrázka, Ph.D., s použitím literatury, uvedené na konci mé bakalářské práce v seznamu použité literatury.

V Praze dne 14.6. 2018

Jan Gruber

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval panu Ing. Jiřímu Mrázkovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, za jeho rady a doporučení, které mi velmi pomohly. Dále bych také poděkoval rodině za jejich podporu.

ANOTAČNÍ LIST

- Jméno autora: Jan Gruber
- Název BP: Návrh konstrukce kontejneru a jeho aretačních mechanismů
- Anglický název: Design of the Container with Locking Mechanism
- Rok: 2018
- Studijní program: B2342 Teoretický základ strojního inženýrství
- Obor studia: 2301R000 Studijní program je bezoborový
- Ústav: Ústav konstruování a částí strojů
- Vedoucí BP: Ing. Jiří Mrázek, Ph.D.
- Konzultant: Ing. Jiří Mrázek, Ph.D.
- Bibliografické údaje: počet stran 49
počet obrázků 57
počet tabulek 3
počet příloh 2
- Klíčová slova: Kontejner, aretační mechanismus, SKOTRANS
- Keywords: Container, locking mechanism, SKOTRANS
- Anotace: Tato bakalářská práce se zabývá návrhem konstrukce kontejneru a jeho aretací. Ten slouží k převozu odpadků na tramvaji T3. Konstrukce obsahuje podélné ližiny a závěs pro nákladní automobily. Kontejner je aretován na tramvaj pomocí normalizovaných trnů a na příčném vozíku pro překlad kontejnerů aretačním čepem.
- Abstract: This bachelor thesis deals with design of container structure and its security on tram. Container is used to transport garbage on tram type T3. Construction of container includes lengthwise skid and suspension for lorry. Container is secured by standardized mandrel on tram and on transverse carriage by security stopper.

OBSAH

Zadání.....	2
Prohlášení.....	3
Poděkování.....	4
Anotační list	5
Obsah.....	6
Seznam zkratk a symbolů.....	1
1. Úvod.....	2
2. Rešerše.....	3
2.1. Kontejner	3
2.1.1. Kontejnery ISO řady 1.....	3
2.1.1.1. Kontejner pro všeobecné použití – univerzální	4
2.1.1.2. Kontejner s otevřeným vrchem	5
2.1.1.3. Nádržkový kontejner	5
2.1.1.4. Kontejner pro suchý sypký náklad	6
2.1.1.5. Plošinový kontejner se sklopnými čely	6
2.1.1.6. Chladicí kontejner	7
2.1.2. Valivé kontejnery (Abroll).....	7
2.1.2.1. Otevřený kontejner Abroll	7
2.1.2.2. Uzavřený kontejner Abroll.....	8
2.1.2.3. Abroll na tříděný odpad	8
2.1.2.4. Odlehčený kontejner Abroll	9
2.1.2.5. Lisovací kontejner	9
2.2. Otočené zámky pro zajištění kontejneru (twistlock)	10
2.2.1. Otočné zámky.....	11
2.2.2. Sklopné trny.....	11
2.3. Aretační mechanismus pro zajištění kontejneru na příčném vozíku	12
2.3.1. Pneumatické otočné upínače	12
2.3.2. Pneumatické pákové upínače.....	12
2.3.3. Pneumatické přitlačné upínače	13
3. Praktická část	14
3.1. Konstrukce kontejneru.....	14
3.1.1. Podélné ližiny	14
3.1.2. Závěs pro nákladní automobily	14

3.1.3.	Rolny kontejneru	15
3.1.4.	Rohové prvky kontejneru	16
3.1.5.	Nabírací otvory pro vysokozdvizhny vozík	16
3.1.6.	Konstrukce nákladového prostoru	16
3.1.7.	Konstrukce kontejneru – první návrh	17
3.1.8.	Konstrukce kontejneru – druhý návrh	17
3.1.8.1.	Zmenšení zkosení u horního a spodního rohového prvku	18
3.1.8.2.	Umístění nabíracích otvorů do prostoru spodních ližin	18
3.1.9.	Optimalizace výztuh kontejneru	20
3.1.10.	Optimalizace tlouštěk plechů	25
3.1.11.	Finální verze kontejneru	28
3.2.	Návrh aretace kontejneru na příčném vozíku	31
3.2.1.	Výpočet klopné síly kontejneru	31
3.2.2.	Pneumatické upínky	32
3.2.2.1.	Pneumatický otočný upínač 9500	32
3.2.2.2.	Pneumatický pákový upínač 8750G	33
3.2.2.3.	Pneumatický přítlačný upínač 868	33
3.2.3.	Aretační čep	33
3.2.4.	Dimenzování aretačního čepu	34
3.2.5.	Kluzné pouzdro	36
3.2.5.1.	Výpočet únosnosti kluzného pouzdra	37
3.2.5.2.	Mazání kluzného pouzdra	38
3.2.6.	Axiální pojištění	39
3.2.7.	Pohon aretačního čepu	40
3.3.	Aplikace normalizované aretace na adaptační plošinu pro tramvaje a plošinové vozy	42
3.3.1.	Otočný zámek JOST F 10 SK-RV	42
3.3.2.	Otočný zámek JOST F 17 SKA-70 V	43
4.	Závěr	45
	Seznam použité literatury	47
	Seznam obrázků	47
	Seznam tabulek	49
	Seznam příloh	49

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

m [kg] [t]	hmotnost
V [m ³]	objem
Q, F [N] [kN]	síla
G [N] [kN]	gravitační síla
a [m/s ²]	zrychlení
g [m/s ²]	gravitační zrychlení
σ [N/mm ²] [MPa]	napětí
M [N.mm]	moment síly
k [1]	bezpečnost
S [mm ²]	plocha
h [mm]	výška
b [mm]	šířka
d [mm]	průměr

1. Úvod

Tato práce je součástí projektu SKOTRANS, který se zabývá alternativním řešením svozu komunálního odpadu v Praze. Důvodem je současná nevyhovující forma přepravy odpadu. Popelářské automobilové svozy odpadků jsou neekologické a brzdí provoz v centru města. Tento odpad je převážen po místních komunikacích do spalovny v Malešicích. Když se zde potká více automobilů u násypky, vytváří se fronty a tím brzdí dopravu.

Jedním z řešení je lokální překladiště s možností krátkodobého skladování a následná přeprava odpadu po tramvajových kolejích v méně vytížených časech. Toto řešení je rozpracováno v projektu SKOTRANS. Základem je přestavba tramvaje T3 na nákladní tramvaj. Tato tramvaj by měla tři vagóny, dva tažné s jedním kontejnerem a jeden vlečený uprostřed, s dvěma kontejnery. Dále se zde vypracovává koncept plnicí stanice kontejnerů s lisováním, automatizované skladiště a překládání kontejneru z tramvají a vlaků.

Náhrada popelářských automobilových vozů tramvajovými by mohla v Praze nejen zlepšit provoz po místních komunikacích a zamezit dopravním zácpám, ale i snížit lokální emise výfukových plynů. Tramvajové svozy odpadu by mohly probíhat nejen přes den, ale i v noci, kdy není hustá doprava.

Naše skupina se zabývá přesunem kontejneru mezi tramvajemi, vlaky a násypkami. Tento přesun je prováděn pomocí překládacího vozíku s výsuvným mostem a zdvihacím zařízením (viz projekt SKOTRANS).

Mým cílem je navrhnout kontejner a jeho aretaci na tramvaji a překládacím vozíku. Tento kontejner by měl obsahovat podélné ližiny, závěs pro nákladní automobil, nabírací otvory pro vidlice a rohové prvky.

2. Rešerše

V této teoretické části se věnuji shromažďování informací o dostupných variantách řešení mého problému a hledání existujících kontejnerů, které by se daly využít na přepravu odpadu.

2.1. Kontejner

„Kontejner je přepravní prostředek, který tvoří zcela nebo z části uzavřený prostor, je určen k vícenásobnému použití a vnitřní objem má větší než 1 m³.“ [1]

Kontejnery obsahují různé otvory, kapsy a oka pro snadnou manipulaci pomocí překládacích strojů. To jim umožňuje jednoduché uchycení na dopravním prostředku. Tyto fixační prvky jsou normalizované, a proto lze jednoduše měnit dopravní prostředek bez nutnosti překladač obsahu kontejneru. Jednoduchá konstrukce je přizpůsobena rychlému naplnění nebo vyprázdnění.

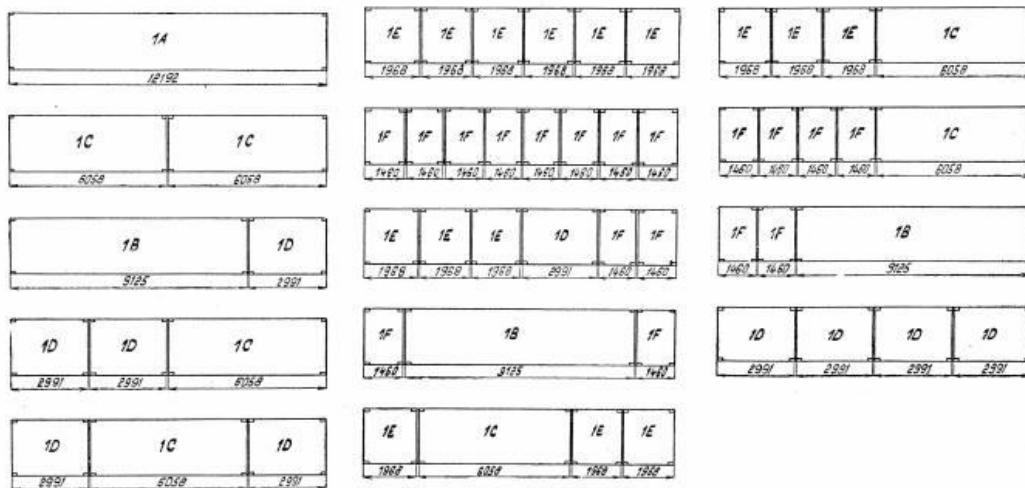
Nejčastěji se kontejnery rozdělují podle hmotnosti a objemu na malé kontejnery a velké kontejnery. Malé kontejnery váží maximálně 10 tun a mají vnitřní objem do 14 m³. Velké kontejnery váží na 10 tun a jejich vnitřní objem je větší jak 14 m³. Mezi velké kontejnery patří mezinárodně normalizované kontejnery ISO řady 1. [1]

2.1.1. Kontejnery ISO řady 1

V České republice a celé střední Evropě se používají kontejnery o rozměrech dané normou ISO řady 1. Tyto kontejnery mají stejnou šířku 2438 mm, délka a výška se liší vždy podle typu. Všechny rozměry základních typů kontejnerů lze nalézt v tabulce 1. Ostatní typy kontejnerů a jejich rozměry jsou obsaženy v normě [2]. Délkové rozměry kontejnerů jsou vždy v násobcích základního modulu, aby mohly být stohovány. Různé kombinace kontejnerů, které se vejdou na 12 metrů podstavce dopravního prostředku, jsou vidět na obr. 1. Jelikož vnější síly se mohou přenášet jen přes rohové prvky, lze stohovat pouze větší kontejnery na menší.

Tab. 1.: Rozměry kontejnerů ISO řady 1 [2]

Kontejner	výška [mm]	šířka [mm]	délka [mm]
1A	2438	2438	12192
1AA	2591	2438	12192
1B	2438	2438	9125
1C	2438	2438	6058
1CC	2591	2438	6058
1D	2438	2438	2991
1E	2438	2438	1968
1F	2438	2438	1460



Obr. 1.: Kombinace kontejnerů na 12metrovém podstavci dopravního prostředku [3]

2.1.1.1. Kontejner pro všeobecné použití – univerzální

Je nejčastěji používaný kontejner pro přepravu a skladování baleného i nebaleného zboží, které lze ukládat na paletách nebo je volně uloženo. Lze jej také použít pro sypké a tekuté materiály v tenkých obalech. Nejčastěji obsahuje čelní dvojdílné dveře. Je plně uzavřený a vodotěsný. [1]

Na obr. 2 je vidět kontejner pro všeobecné použití, který obsahuje horní fixační prvky (1), dolní fixační prvky (2) a nabírací otvor pro vidlice (3).



Obr. 2.: Kontejner pro všeobecné použití [4]

2.1.1.2. Kontejner s otevřeným vrchem

Tento kontejner konstrukcí vychází z univerzálního kontejneru, má však odepínatelnou střechu, která je tvořena plachtou. Tento druh kontejneru se používá k přepravě sypkých hmot nebo těžkých součástí, které se snadno naloží střešním otvorem. [4]

2.1.1.3. Nádržkový kontejner

Nádržkový kontejner je vhodný pro přepravu a skladování volně uloženého sypkého materiálu, kapalin nebo chemických látek. Výhodou je vyšší rozsah teplot od -30 do $+70^{\circ}\text{C}$. Objem nádržkového kontejneru je 20 m^3 . [4]



Obr. 3.: Nádržkový kontejner [4]

2.1.1.4. Kontejner pro suchý sypký náklad

Konstrukce kontejneru pro suchý sypký náklad vychází z univerzálního kontejneru, má navíc ve střeše tři otvory pro násyp materiálu. Tyto otvory mohou mít tvar čtverce nebo obdélníku a mají těsnění. Na jednom čele má klasické dvoukřídlé dveře, na druhém čele je výsypný otvor, který je vidět na obr. 4. Tento kontejner se používá na přepravu a skladování zrnitých, sypkých materiálů bez balení. [4]



Obr. 4.: Kontejner pro suchý sypký náklad [4]

2.1.1.5. Plošinový kontejner se sklopnými čely

Jde o kontejner bez bočních stěn. Podlaha má otvory pro klanice v místě chybějících stěn. Na obr. 5. jsou vidět dvě čela, která se dají úplně sklopit. To je velkou výhodou pro skladování, pět složených plošinových kontejnerů má výšku jednoho univerzálního kontejneru. [4]



Obr. 5.: Plošinový kontejner se sklopnými čely [3]

2.1.1.6. Chladicí kontejner

Tento kontejner je určen pro přepravu a skladování předem mraženého nebo chlazeného zboží. Jedná se především o zboží, které by se mohlo zkazit. Chlazení se provádí pomocí ledu, suchého ledu, zkapalněných plynů nebo kompresorem. [4]

2.1.2. Valivé kontejnery (Abroll)

Valivé kontejnery vznikly za účelem jednoduché a rychlé manipulace mezi železniční a automobilovou dopravou. Tento způsob kombinované dopravy je založen na tom, že manipulaci kontejneru provádí samo vozidlo. Nejrozšířenější kombinovanou dopravou je systém ACTS (Abroll Container Transport System), který používá valivé kontejnery. Tyto kontejnery obsahují na jedné spodní straně opěrná kolečka či válce, mají na přední straně oko pro zachycení háku a ve spodní části opěrné ližiny. Tyto kontejnery zatím neobsahují rohové prvky, a proto je omezené jejich stohování. Používají se převážně pro přepravu komunálních odpadů nebo k uskladnění sypkých materiálů. [5]

2.1.2.1. Otevřený kontejner Abroll

Standardní verze se prodává s 4 mm silnou podlahou a 3 mm silnými bočními stěnami. Tyto kontejnery se uzpůsobují individuálně k potřebám zákazníků z hlediska hmotnosti, způsobu plnění a vyprazdňování, nosnosti a jeho způsobu přepravy. Jeho nejčastější provedení je vidět na obr. 6. Podlaha a boky jsou zpevněny žebry U90x55x4 s roztečí 750 mm. [5]



Obr. 6.: Otevřený kontejner Abroll [5]

2.1.2.2. Uzavřený kontejner Abroll

Standardní verze má 5 mm silnou podlahu a 3 mm silné boční stěny. V zadním čele má dvoukřídlá vrata, která jsou z boku jištěná. Uzavírání kontejneru lze provádět různými způsoby. Nejčastěji je to odklápěcí střecha, která je vidět na obr. 7, ovládaná mechanicky nebo hydraulicky. Další varianty střechy jsou například síť, plachta nebo pevně navařená sedlová střecha. Podlaha a boky jsou zpevněny stejně jako u kontejneru otevřeného. [5]



Obr. 7.: Uzavřený kontejner Abroll s odklápěcí střechou [5]

2.1.2.3. Abroll na tříděný odpad

Konstrukce vychází z uzavřeného kontejneru s odklápěcí střechou nebo pevně navařenou střechou. Liší se tím, že na bočních stěnách jsou gumové vhozy, které jsou vidět na obr. 8. Uvnitř kontejneru jsou přepážky, které brání promíchání odpadu. [5]



Obr. 8.: Kontejner na třídění odpad Abroll [5]

2.1.2.4. Odlehčený kontejner Abroll

Podlaha odlehčeného kontejneru je stejně jako u předchozích variant zpevněná. Boky tohoto kontejneru jsou bez žeber, ale jsou průběžně ohýbány, což je vidět na obr. 9. [5]



Obr. 9.: Odlehčený kontejner [5]

2.1.2.5. Lisovací kontejner

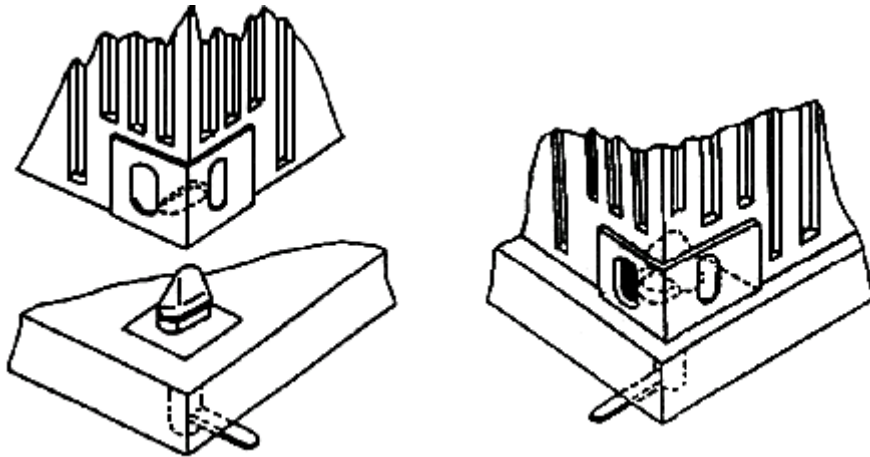
Na obr. 10 lze vidět lisovací kontejner, jak název napovídá tato konstrukce obsahuje lisovací část. Ta umožňuje zmenšit objem odpadu až na čtvrtinu nebo šestinu podle lisovaného materiálu a výrobce. To snižuje náklady na jeho odvoz. Nejčastěji se používají na odpad jako je papír, plasty nebo komunální odpad. [6]



Obr. 10.: Lisovací kontejner [6]

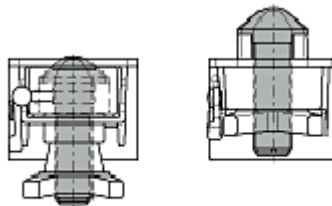
2.2. Otočené zámky pro zajištění kontejneru (twistlock)

Otočné zámky neboli twistlock se používají k zajištění kontejneru na dopravním prostředku. Existují různé typy, principem jsou však všechny stejné. Druhá část aretačního mechanismu je rohový prvek. Oba prvky jsou normalizované a jejich základní rozměry lze najít v normě ČSN 26 9344. [7] Základním principem je, že twistlock zajede do rohového prvku a otočí se, aby se kontejner nemohl uvolnit. To je vidět na obr. 11.



Obr. 11.: Otevřený (vlevo) a uzavřený (vpravo) twistlock v rohovém prvku

Twistlock se prodává zatahovatelný nebo nezatahovatelný. Zatahovatelný twistlock lze zasunout úplně pod jeho dosedací rovinu, jak je vidět na obr. 12.



Obr. 12.: Zatažený (vlevo) a vysunutý (vpravo) twistlock [8]

2.2.1. Otočné zámky

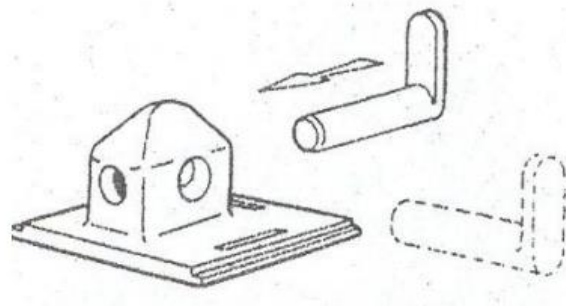
Otočné zámky se používají hlavně v silniční a lodní dopravě. Existuje mnoho druhů, které se liší podle výrobce. Jejich uvolňování a utahování se provádí ručně obsluhou dopravního prostředku. Na obr. 13 je možné vidět jeden z typů od firmy JOST – WORLD, která sídlí v Německu. [8]



Obr. 13.: Otočný zámek (twistlock) [8]

2.2.2. Sklopné trny

Sklopné trny se používají v železniční dopravě na speciálních kontejnerových vozech. Tyto trny nejsou otočné, ale zajišťují kontejner na plošinovém voze pomocí kolíků, které se vkládají do díry uprostřed sklopného trnu. Sklopné trny a jejich zajištění je možné vidět na obr. 14.



Obr. 14.: Sklopné trny

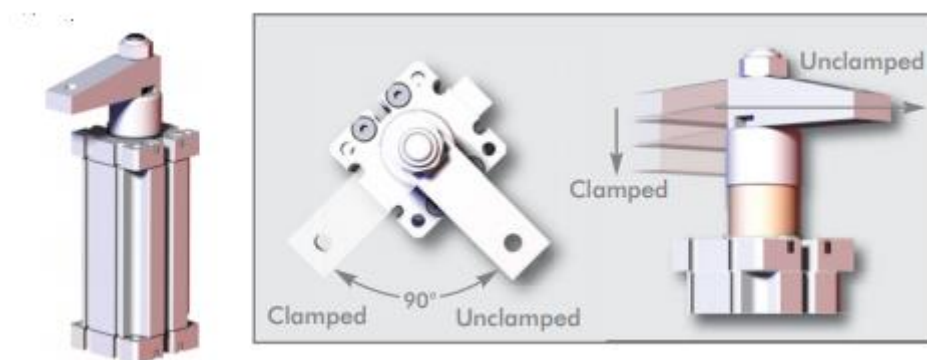
2.3. Aretační mechanismus pro zajištění kontejneru na příčném vozíku

Kontejner se při přepravě mezi nákladním a překládajícím vozem aretuje různými palcovými zámky nebo upínkami.

Jedna z možností, která je volně dostupná na trhu, jsou pneumatické upínky, ty využívají vzduchem ovládané válce pro aktivaci upínacího pohybu. Pneumatické upínky se dělí podle způsobu upínání na přítlačné, přímočaré a otočné. [9]

2.3.1. Pneumatické otočné upínače

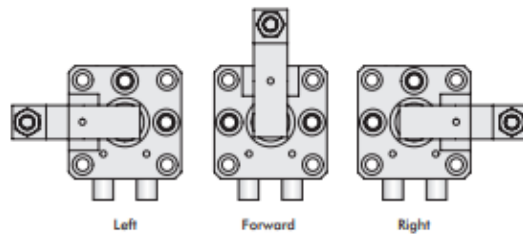
Pneumatické otočné upínače se používají pro rychlé upnutí při výrobních operacích. Upínací síla je přímo úměrná velikosti a pístu a vstupnímu tlaku. Otočný pohyb obvykle o 90°. Na obr. 15 je možné vidět příklad otočného pneumatického upínače od firmy D-S-C Czech Technology. [9]



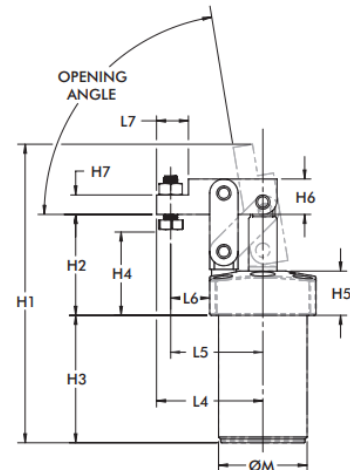
Obr. 15.: Pneumatický otočný upínač [9]

2.3.2. Pneumatické pákové upínače

Pneumatické pákové upínače obsahují upínací rameno, přes které je těleso upínáno. Toto rameno je polohovatelné v rámci konstrukce horní příruby, to je vidět na obr. 16. Pákové upínače se používají ve stísněných prostorech a mají větší upínací sílu oproti otočným upínačům. Na obr. 17 je vidět schéma pákového upínače. [9]



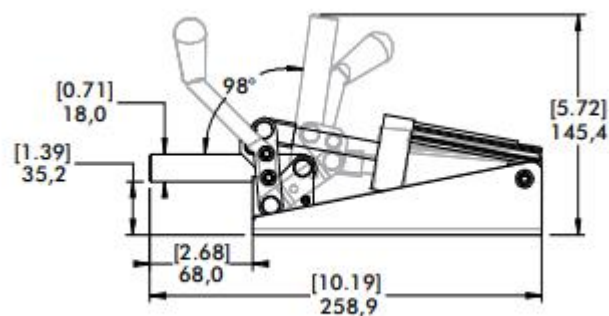
Obr. 16.: Polohy ramene pákového upínače [9]



Obr. 17.: Pákový upínač [9]

2.3.3. Pneumatické přitlačné upínače

Pneumatické přitlačné upínače jsou používány pro aplikace s větší přitlačnou silou a delší životností. Čepy a pouzdra jsou kalena. Pneumatický válec obsahuje magnetický kroužek pro snímání polohy pístu. Upínací rameno lze upravit pro různá uplatnění. Konstrukce se podobá pákovému upínači, což lze vidět na obr. 18. [9]



Obr. 18.: Přitlačný upínač

3. Praktická část

V této části bakalářské práce se zabývám návrhem rozměrů konstrukce, pevnostními výpočty a kontrolou řešených konstrukčních uzlů.

3.1. Konstrukce kontejneru

Rozměry konstrukce kontejneru jsou 5x2x2 metry dle zadání. Tyto rozměry nesmějí být překročeny, aby nedošlo ke kolizi na kolotoči pro vysypávání a lisování odpadu (viz projekt SKOTRANS). Dále má obsahovat podélné ližiny, závěs pro nákladní automobily, rolny pro posuv kontejneru, nabírací otvory pro překlád vysokozdvizným vozíkem a rohové prvky. Hmotnost kontejneru i s obsahem by neměla přesahovat 15 tun. Mojí úlohou je navrhnout pouze konstrukci bez dveřního mechanismu. Na konstrukci dveřního mechanismu nechávám prostor 150 mm na šířku na konci kontejneru.

3.1.1. Podélné ližiny

Podélné ližiny slouží pro pojezd po rolnách na podvozku a zároveň k vyztužení konstrukce kontejneru, a proto jsou téměř po celé délce spodní části kontejneru, výjimkou je pouze přední část kontejneru, kde se nachází závěs pro nákladní automobily. Na šířku jsou středy podélných ližin vzdáleny 1060 mm. Ližiny jsou tvořeny normalizovaným profilem průřezu I 180. Délka ližin je 4875 mm.

3.1.2. Závěs pro nákladní automobily

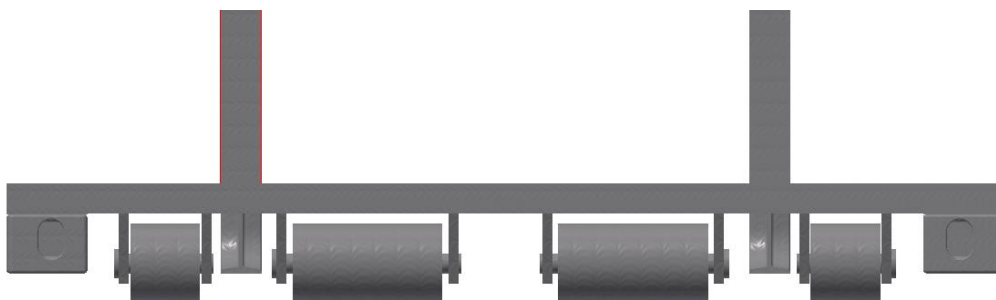
Závěs umožňuje manipulaci kontejneru pomocí nákladních automobilů, které jsou vybaveny zdvihacím mechanismem s hákem a pomocnými rolnami pro překládání kontejneru. Závěs je umístěn na přední straně kontejneru. Závěs je tvořen zahnutou tyčí o průměru 50 mm. Na obrázku 19 lze vidět závěs přivařený k podélným ližinám pomocí plechů.



Obr. 19.: Závěs pro nákladní automobily s podélnými ližinami

3.1.3. Rolny kontejneru

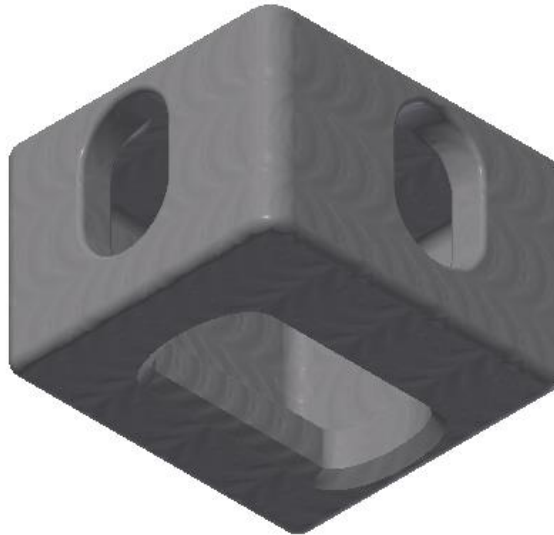
Rolny kontejneru slouží pro překládání kontejneru pomocí zdvihacího mechanismu s hákem. Při překládání je kontejner nadzvednut hákem a po rolnách se odvaluje až ke korbě nákladního automobilu, než je na ní vyzvednut. U kontejnerů Abroll jsou tyto rolly vně ližin na konci druhé strany, než je závěs a mají průměr 159 mm a šířku 200 mm. Jelikož v mém případě jsou v tomto místě také rohové prvky, navrhl jsem dvě rolly uvnitř ližin o průměru 159 mm a šířce 200 mm a vně ližin dvě rolly o stejném průměru a poloviční šířce. Tím vznikne prostor pro rohové prvky. Na obrázku 20 jsou vidět rolly a umístění rohových prvků.



Obr. 20.: Rolny a rohové prvky kontejneru

3.1.4. Rohové prvky kontejneru

Rohové prvky obsahují například kontejnery ISO řady 1. Tyto prvky jsou normalizované a jejich rozměry a specifikace lze najít v normě ČSN 26 9344. Za tyto prvky jsou kontejnery aretovány k dopravnímu prostředku nebo překládány pomocí speciálních jeřábů. Slouží také ke stohování kontejnerů na sebe. Na obrázku 21 je vidět 3 D model pravého spodního prvku.



Obr. 21.: 3 D model pravého spodního rohového prvku

3.1.5. Nabírací otvory pro vysokozdvizný vozík

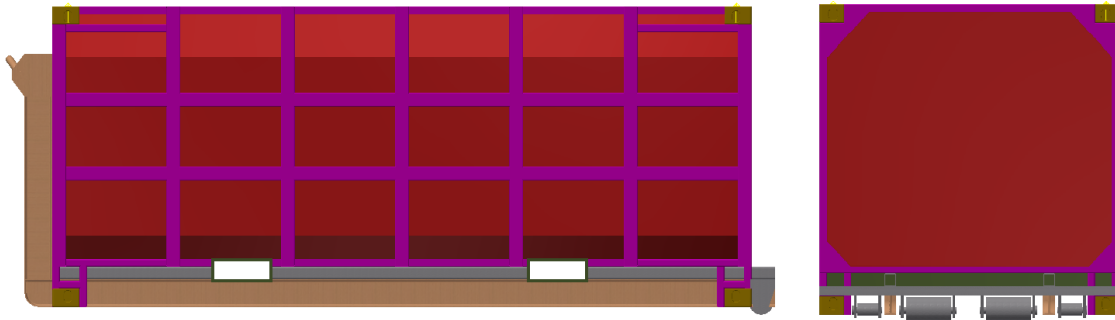
Nabírací otvory slouží k překládání pomocí vysokozdvizného vozíku. Tyto otvory se používají u kontejnerů ISO řady 1 jsou normalizované. Rozměry těchto otvorů lze najít v normě ČSN ISO 1496-4. Pro kontejner jsem použil normalizované rozměry jako pro kontejner ISO řady 1C, protože jeho hmotnost je větší, než navrhovaného kontejneru, a proto by tyto otvory měly být dostatečné.

3.1.6. Konstrukce nákladového prostoru

Nákladový prostor je tvořen konstrukcí z plechu, který je vyztužen výztuhy. Výztuhy jsou tvořeny ohýbaným plechem průřezu U rovnoramenným U90x50x tloušťka. Dno kontejneru je tvořeno plechem o tloušťce 5 mm a stěny a strop mají tloušťku 3 mm. Tloušťka plechu výztuh se liší na základě výpočtů MKP.

3.1.7. Konstrukce kontejneru – první návrh

Na obrázku 22 je vidět boční a zadní pohled na první návrh kontejneru. Výztuhy jsou zde fialovou barvou a jsou umístěny pouze orientačně bez výpočtů. Nabírací otvory pro vysokozdvizný vozík jsou umístěny nad spodní ližiny. Rohové prvky jsou ke konstrukci připojeny pomocí svařované konstrukce z dutých profilů se čtvercovým průřezem.



Obr. 22.: Boční a zadní pohled na kontejner – první návrh

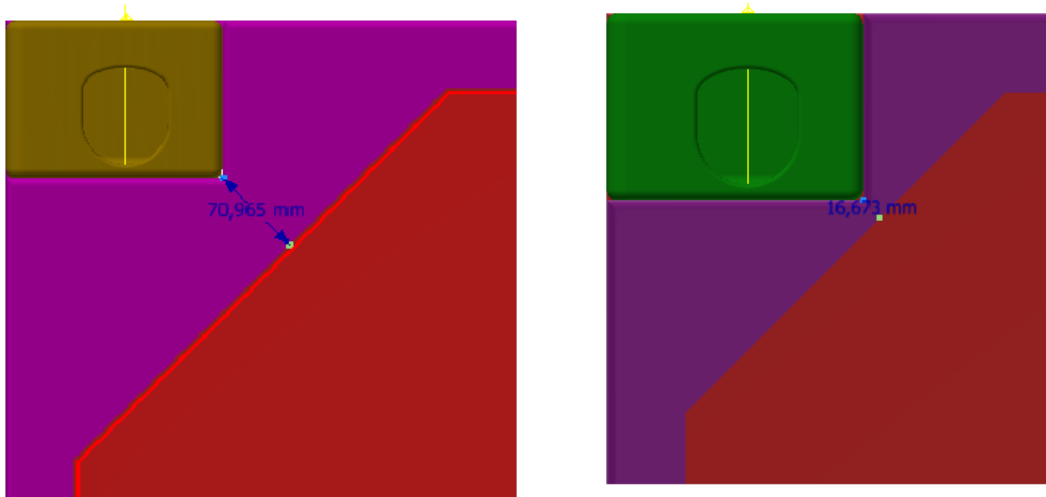
Hmotnost této verze kontejneru je 2850 kg. Užitečný prostor pro náklad je 13,27 m³. V projektu SKOTRANS se uvažuje o lisování odpadu v kontejneru. Při takovémto objemu bychom museli vyvinout příliš velkou lisovací sílu, a proto jsem se snažil zvýšit objem kontejneru.

3.1.8. Konstrukce kontejneru – druhý návrh

V druhém konstrukčním návrhu jsem se snažil navýšit objem na maximální hodnotu. Tento návrh vychází z předchozího prototypu, pouze jsem hledal vhodné konstrukční řešení k navýšení užitečného prostoru pro náklad.

3.1.8.1. Zmenšení zkosení u horního a spodního rohového prvku

Na obrázku 23 je vidět zmenšení zkosení u horního rohového prvku. Toto zkosení jsem zmenšil tak, že nejužší místo výztuhy má pouze 16,673 mm.



Obr. 23.: Zmenšení zkosení u horního rohového prvku

Toto zkosení jsem zmenšil i u spodku nákladového prostoru, a to zkosení ze $150 \times 45^\circ$ na zkosení $100 \times 45^\circ$.

3.1.8.2. Umístění nabíracích otvorů do prostoru spodních ližin

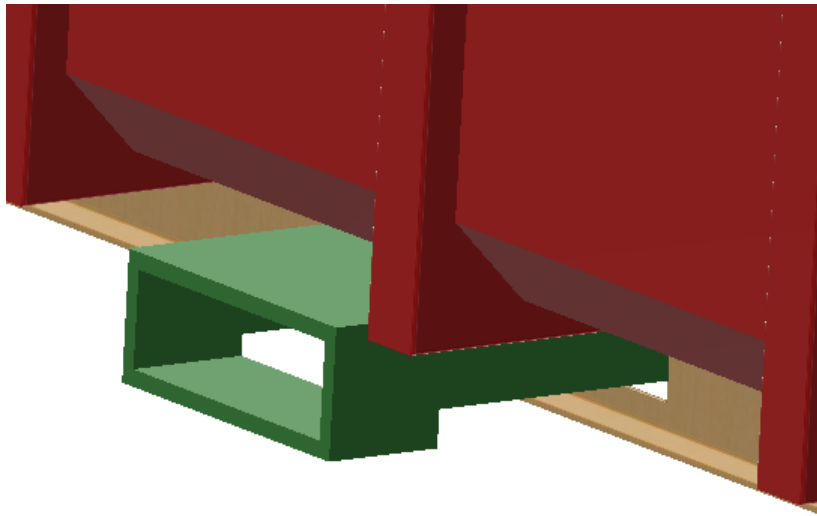
Další prostor jsem získal tím, že jsem zabudoval nabírací otvory pro vysokozdvizný vozík do prostoru spodních ližin, jak je vidět na obrázku 24.



Obr. 24.: Umístění nabíracích otvorů do prostoru spodních ližin

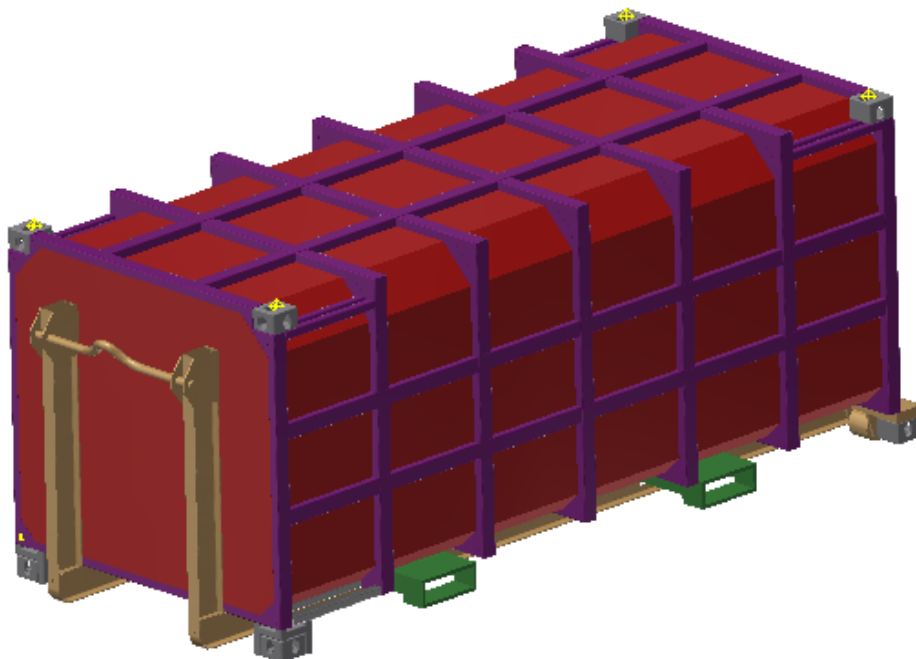
Tímto přesunem jsem však naboural tuhost spodních ližin, a proto se musí spodní ližiny v prostoru nabíracích otvorů vyztužit navařeným plechem. Dále je také potřeba upravit nabírací otvory, aby jejich spodní část nezasahovala do prostoru pro aretaci na příčném vozíku nebo na nákladním automobilu. Tato aretace probíhá

připnutím kontejneru za spodní ližiny k rámu dopravního přepravku. Proto jsem spodní část otvorů nechal pouze na začátku kapsy pro navedení vidlí. To je vidět na obrázku 25.



Obr. 25.: Upravení nabíracích otvorů

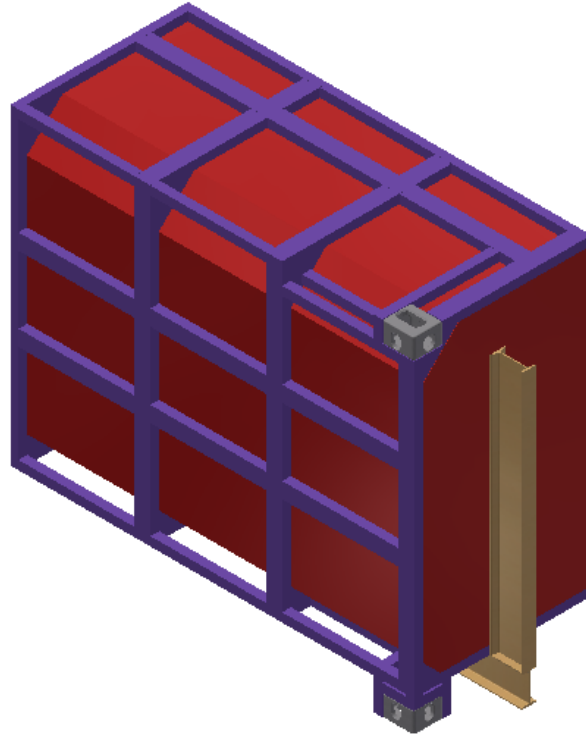
Těmito úpravami jsem se dostal na užitečný objem pro náklad kontejneru 13,98 m³. Další úpravy na zvýšení objemu nebyly možné vzhledem k zadaným rozměrům a požadavkům na konstrukční prvky. Na obrázku 26 je vidět 3 D model druhého koncepčního návrhu kontejneru.



Obr. 26.: 3 D model druhého koncepčního návrhu kontejneru

3.1.9. Optimalizace výztuh kontejneru

Pro prvotní odhad jsem použil na všech výztuhách plech o tloušťce 4 mm. Pro zrychlení výpočtů jsem kontejner zjednodušil jako těleso, které má dvě osy symetrie, a proto jsem pro výpočty počítal pouze s čtvrtinovým modelem. Na obrázku 27 lze vidět čtvrtinový model, jehož výztuhy jsou pouze proporcionálně rozloženy.

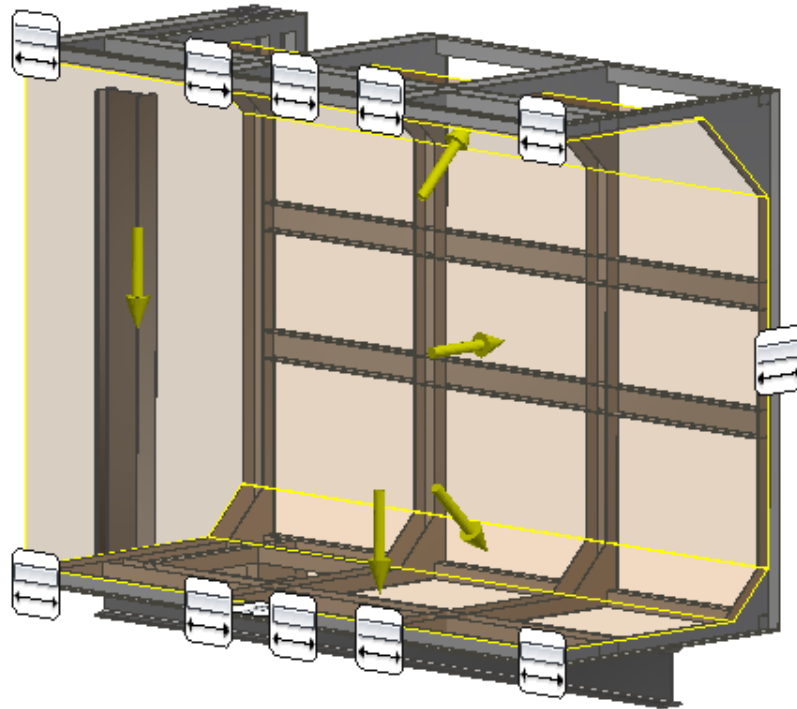


Obr. 27.: Čtvrtinový model kontejneru

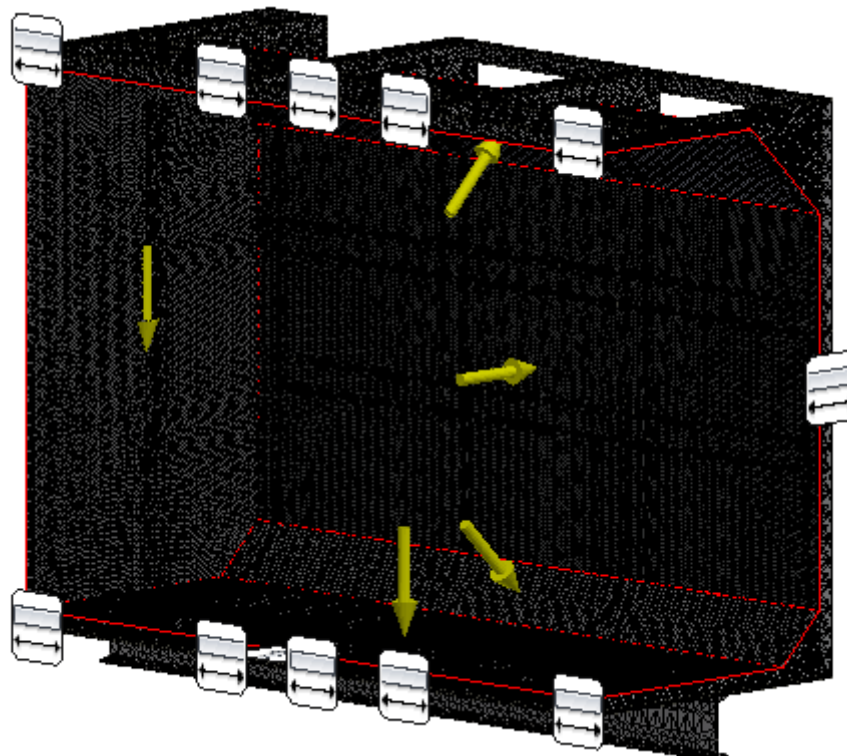
Pro výpočty jsem používal pevnostní analýzu systémového prostředí programu Autodesk Inventor Professional 2018.

Plochám, které vznikly čtvrtinovým řezem kontejneru, jsem přidal ideální vazbu. Tato vazba znemožňuje pohyb v kolmém směru vybrané plochy. Na spodní rohový prvek jsem přidal pevnou vazbu, která znemožňuje pohyb vybrané geometrie ve všech směrech. To simuluje kontejner připevněný pomocí otočných zámků na dopravním prostředku. Materiál plechových výztuh jsem zvolil ocel 11 375, která je vhodná pro svařování. Pro první výpočet jsem použil zatížení podlahy a boční stěny kontejneru silami, které odpovídají čtvrtině zatížení 15 tunami, tedy 36787,5 N. Stěny a podlahu vyhodnotil program jako tenké těleso a nahradil ho střednicovou plochou.

Kontakty a síť vyhodnotil program automaticky. Kontakty jsou řešeny vazbou bonded. Na některých místech se mi síť nezdála dostatečně hustá, a proto jsem ji ručně doopravil. Na obrázku 28 je vidět zatížení a vazby a na obrázku 29 je pohled sítě.



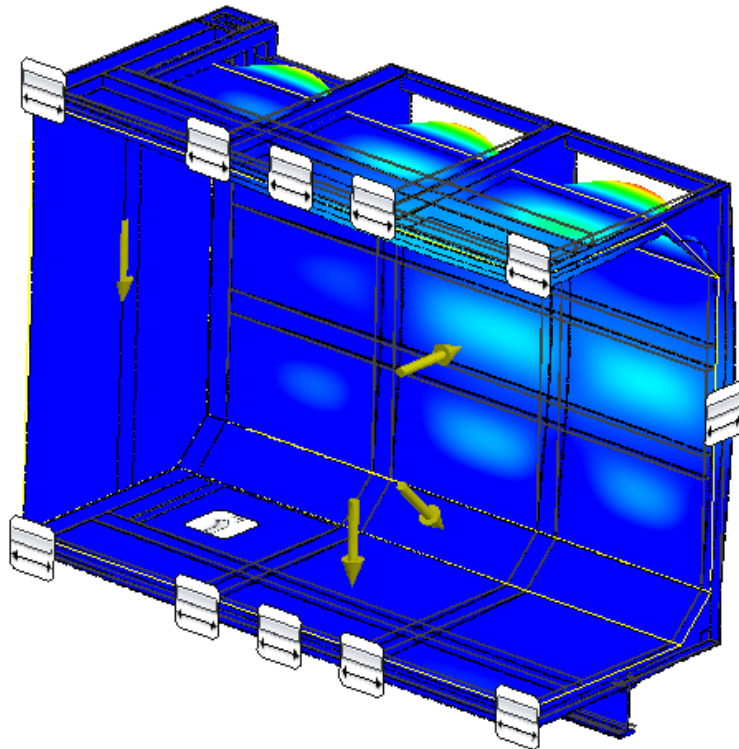
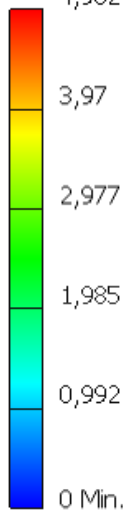
Obr. 28.: Zatížení a vazby čtvrtinového modelu



Obr. 29.: Pohled sítě čtvrtinového model

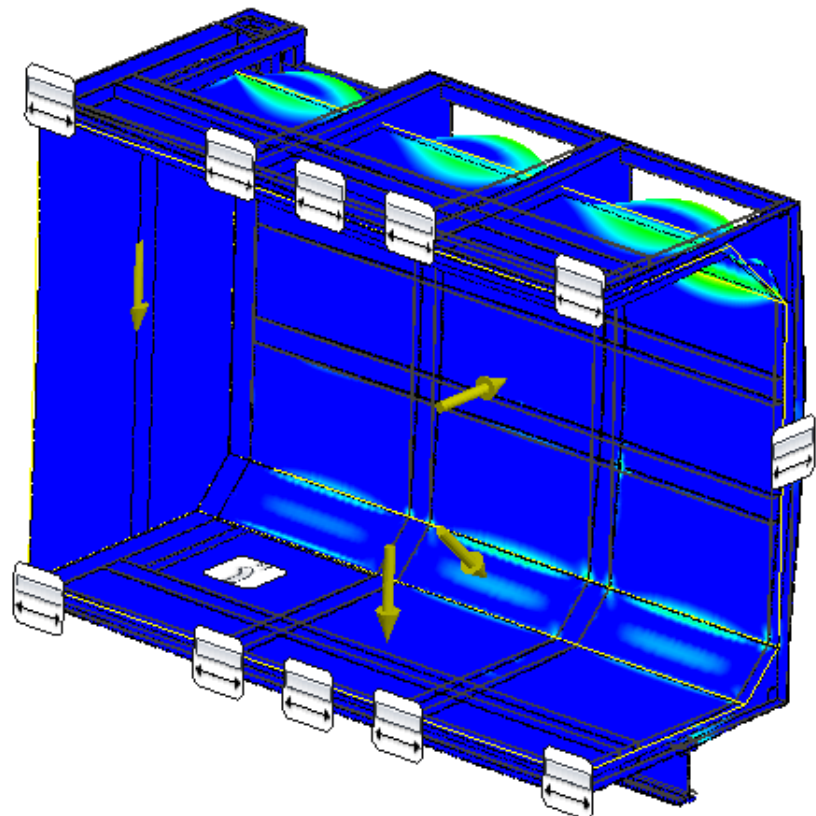
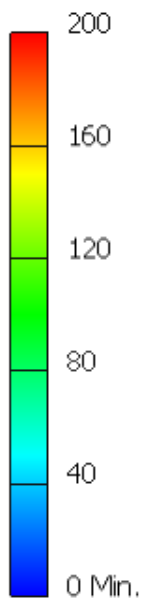
Na obrázku 30 lze vidět průběh posunutí a na obrázku 31 průběh napětí von Mises od 0 do 200 MPa.

Typ: Posunutí
 Jednotka: mm
 10.06.2018, 9:09:09
 4,962 Max.



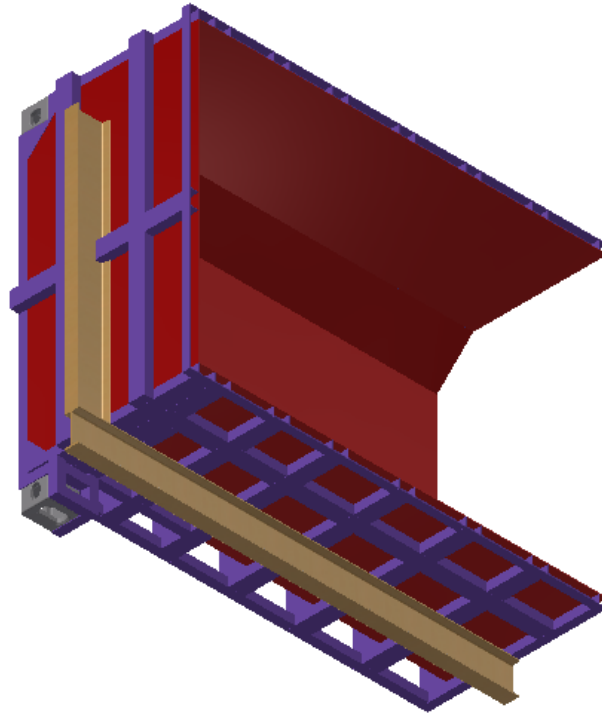
Obr. 30.: Průběh posunutí

Typ: Napětí Von Mises
 Jednotka: MPa
 10.06.2018, 9:07:56

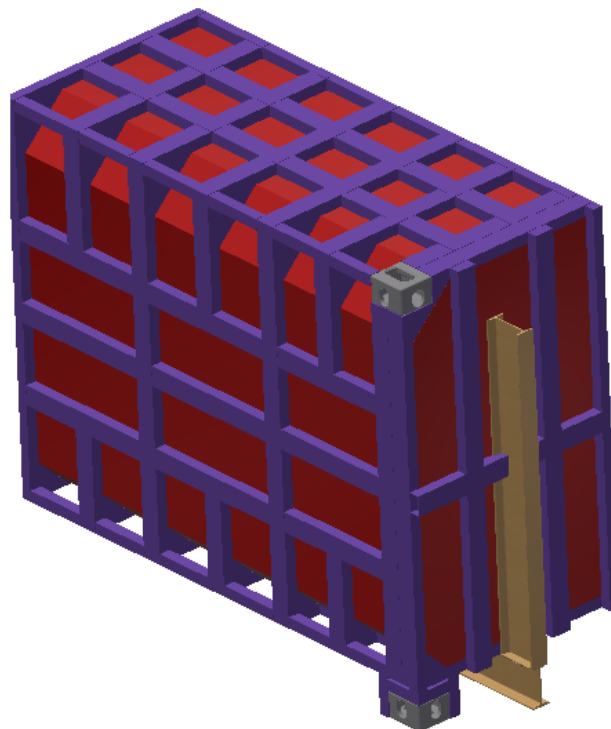


Obr. 31.: Průběh napětí ven Mises od 0 do 200 MPa

Na základě průběhů napětí a posunutí jsem se rozhodl vyztužit spodní a horní část kontejneru, hlavně místa zkosení, kde přechází podlaha v bok. Výtuhy jsem také přidal na čelo kontejneru. Vyztužení spodku je vidět na obrázku 32 a vyztužení horní části na obrázku 33. Dále jsem také zvětšil profil krajních žeber, na kterých jsou přivařeny rohové prvky.

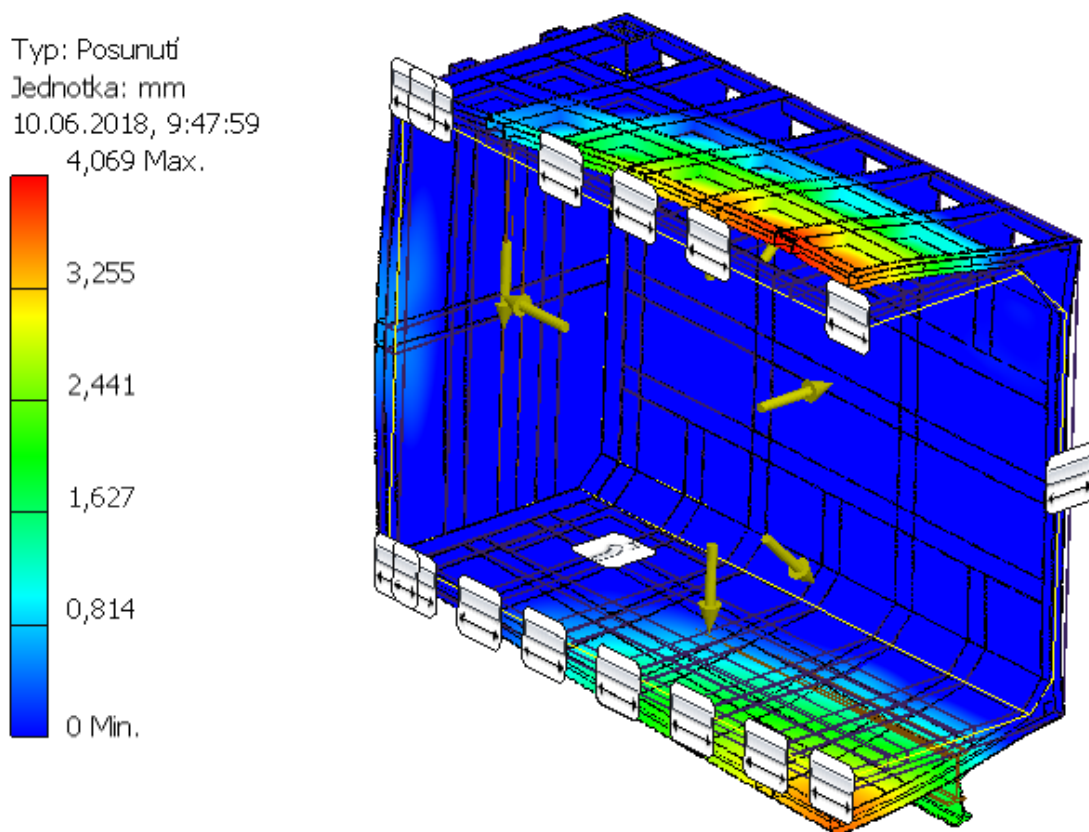


Obr. 32.: Vyztužení spodní části kontejneru



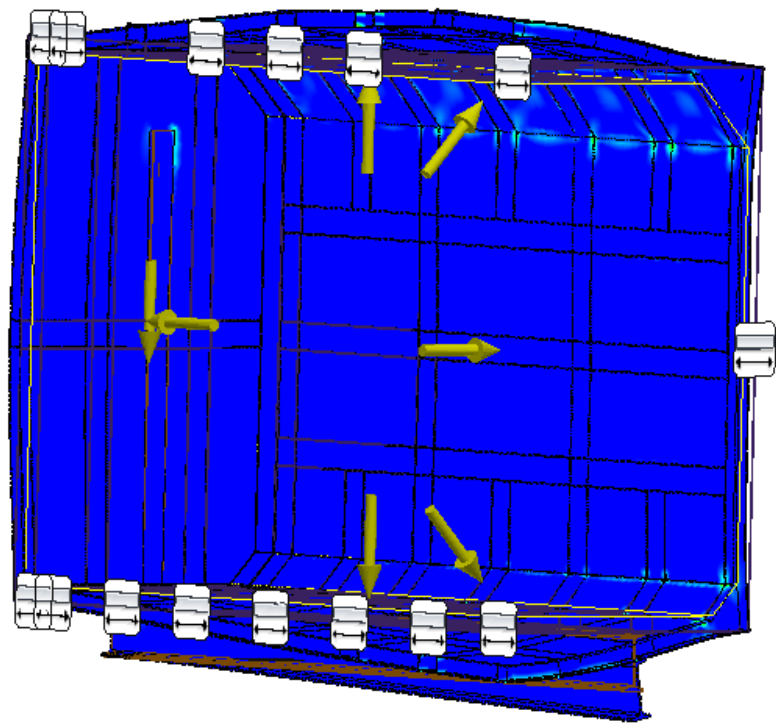
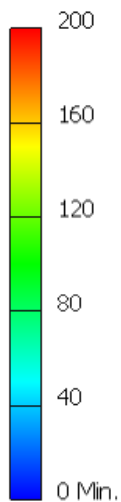
Obr. 33.: Vyztužení horní části kontejneru

Pro vyztužený model jsem použil opět výpočet v programu Autodesk Inventor Professional 2018. Vazby jsem použil stejné jako v předchozím případě, jednu pevnou a ideální na plochách vzniklé čtvrtinovým řezem kontejneru. Zatížení jsem provedl silou odpovídající rozložení 15 tunám. Tentokrát však působím silou 36787,5 N už na všechny stěny i čelo, neboť je kontejner během nakládání a vyprazdňování otáčen na rotačním zařízení (viz projekt SKOTRANS), a proto musím dimenzovat kontejner také na zatížení ostatních stěn, které budou během otáčení zatíženy jeho náplní. Na obrázku 31 je vidět vlevo průběh posunutí a vpravo napětí von Mises od 0 do 200 MPa.



Obr. 34.: Průběh posunutí

Typ: Napětí Von Mises
 Jednotka: MPa
 10.06.2018, 9:45:45

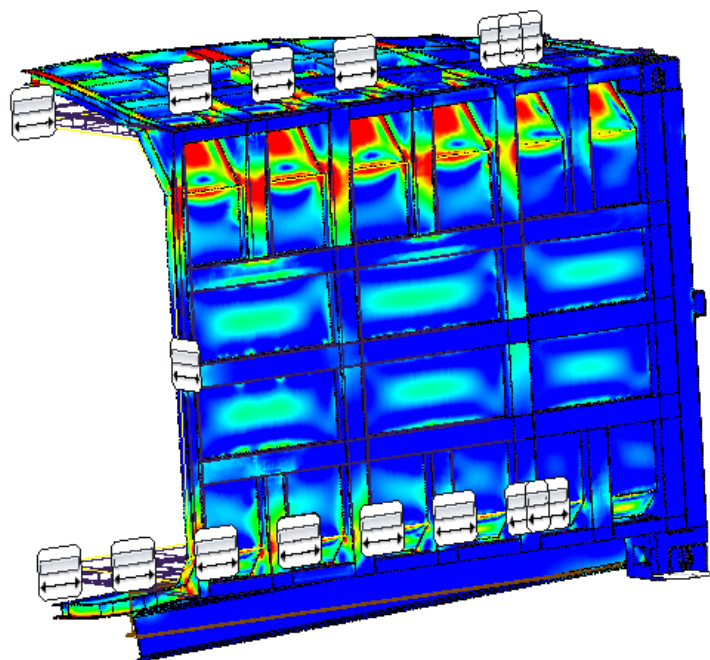
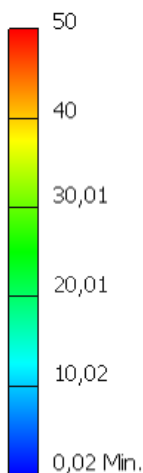


Obr. 35.: Průběh napětí von Mises

3.1.10. Optimalizace tloušťek plechů

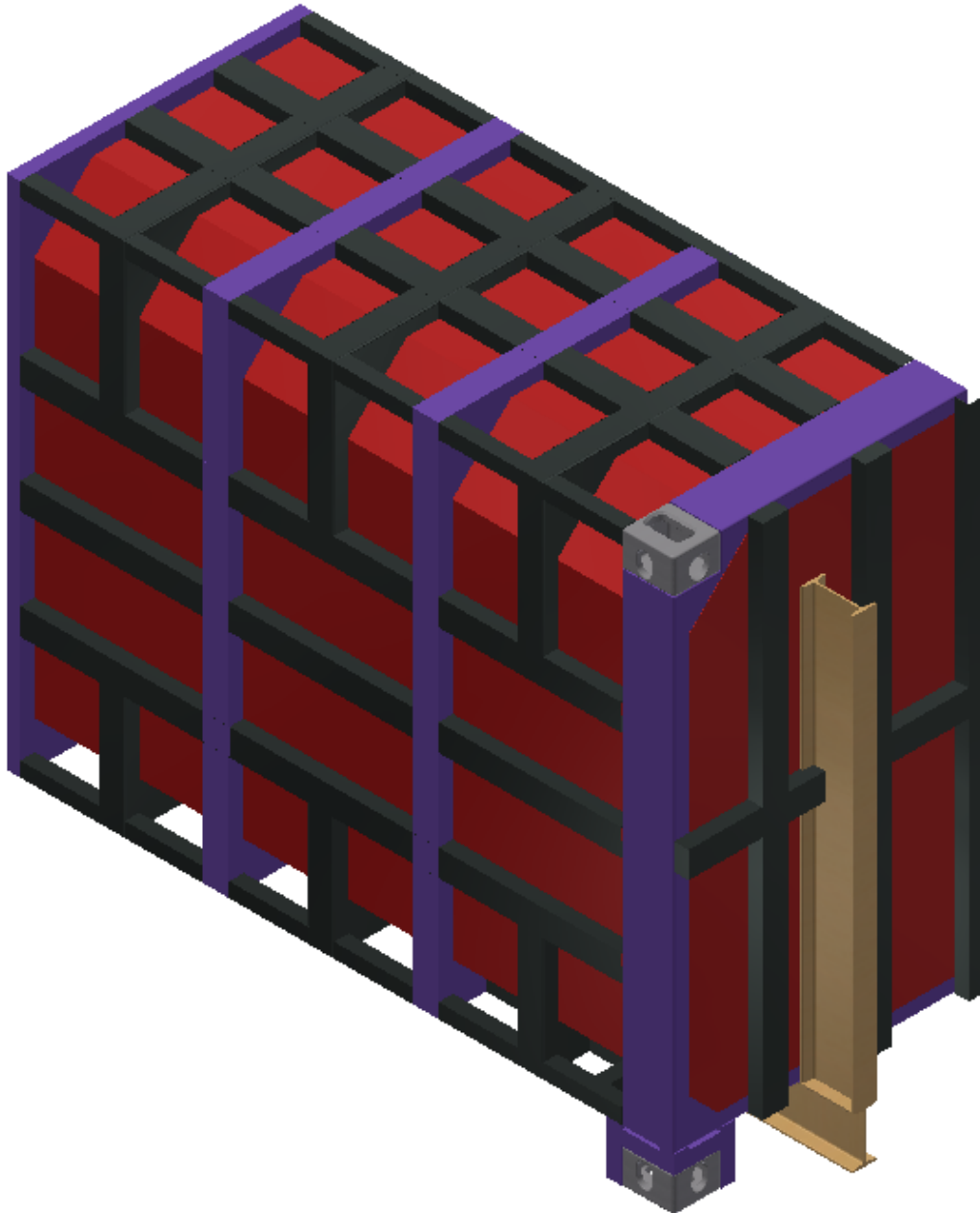
Z průběhů napětí a posunutí vyplývá, že předchozí model je předdimenzovaný. Proto jsem si v programu Autodesk Inventor Professional 2018 nastavil průběh napětí von Mises od 0 do 50 MPa (Obr. 36) a hledal místa, která jsou méně namáhána a na těchto místech jsem zmenšil tloušťku výztuh na 2 mm.

Typ: Napětí Von Mises
 Jednotka: MPa
 10.06.2018, 9:53:55



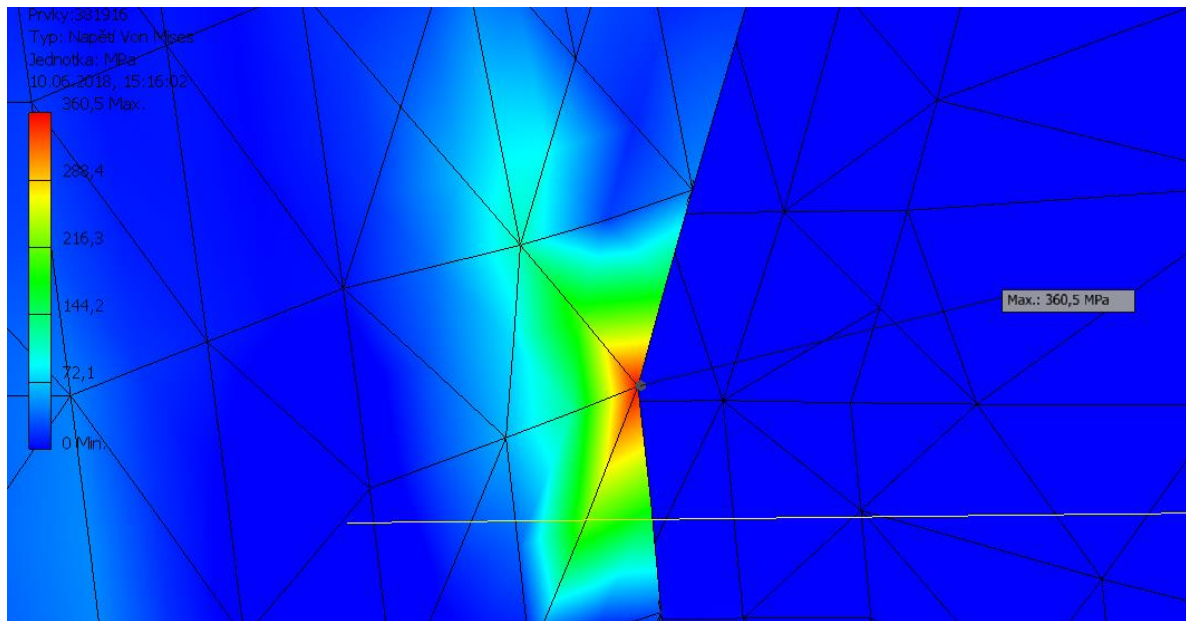
Obr. 36.: Napětí von Mises od 0 do 50 MPa

Na obrázku 37 jsou vidět černou barvou výztuhy s tloušťkou plechu 2 mm a fialovou barvou výztuhy s tloušťkou plechu 4 mm.



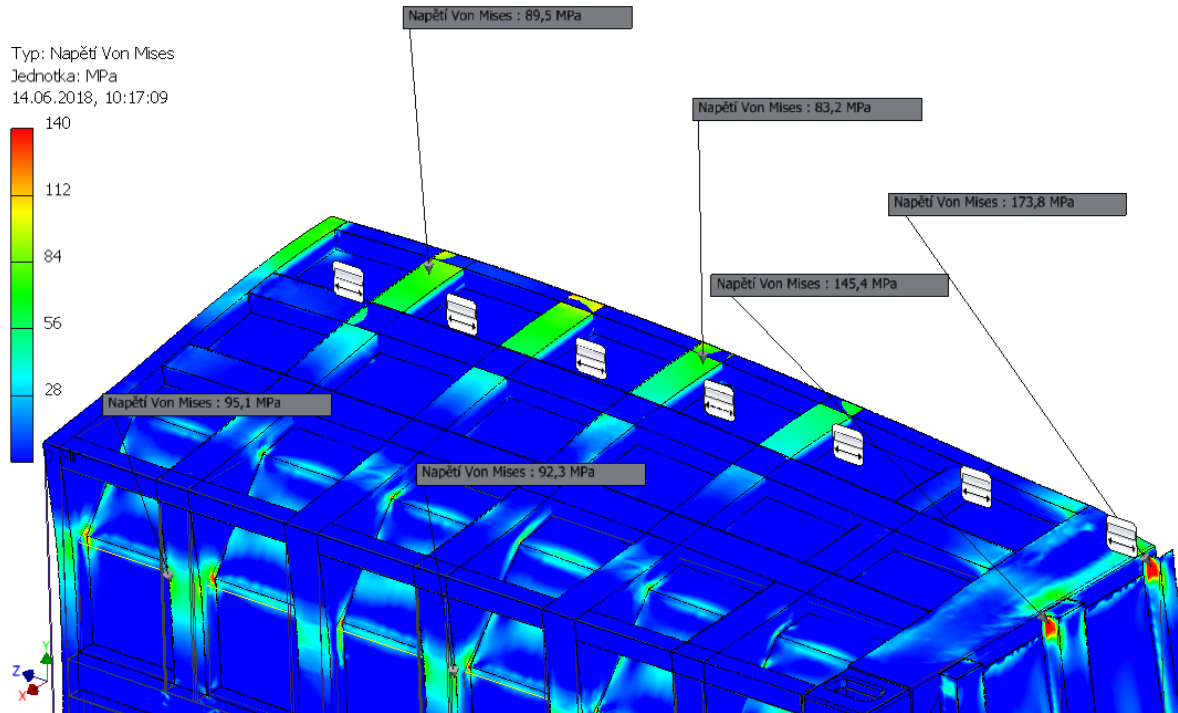
Obr. 37.: Rozložení tlouštěk plechu výztuh kontejneru

Maximální napětí von Mises v celé konstrukci vyšlo 360,5 MPa. Toto napětí by nespĺňovalo mechanické vlastnosti materiálu, avšak toto napětí je způsobeno pouze přechodem hrany sítě na plochu, a to způsobí v síti špičku napětí. Jedná se o špičku napětí způsobenou typem sítě, její hrubostí a geometrickým zjednodušením modelu bez svarů. Jelikož se jedná o vysoký peak v malém objemu, mohu tuto špičku zanedbat. Vrchol v napětí je vidět na obrázku 38.

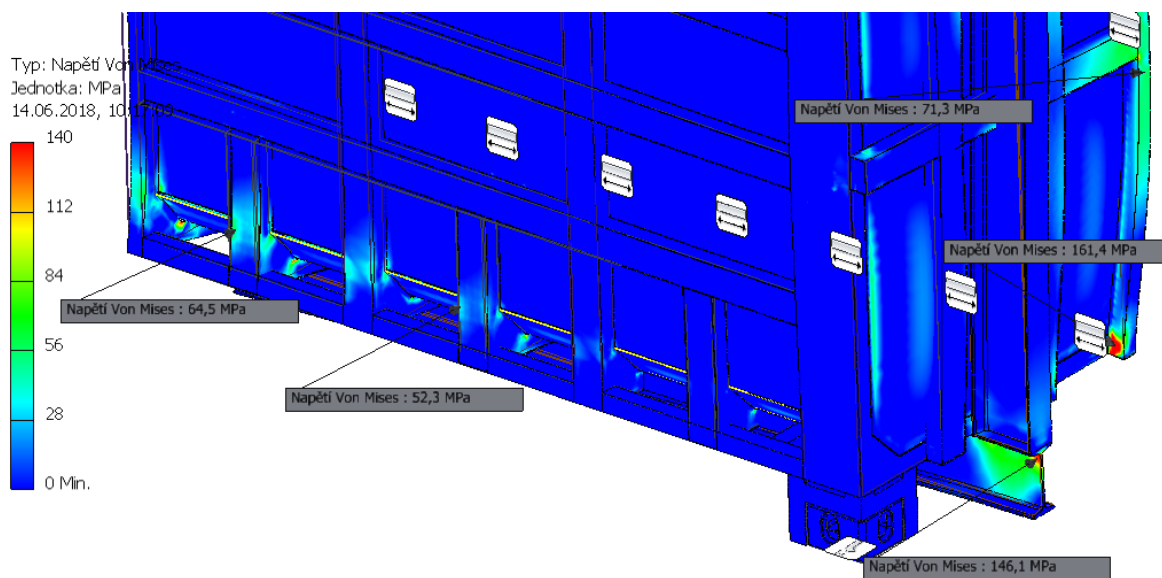


Obr. 38.: Vrchol napětí

Pomocí sondy jsem vyznačil nejvyšší napětí na výztuhách s tloušťkou 2 mm. Maximální napětí von Mises se na horních výztuhách pohybuje okolo 80 MPa (obr. 39), na spodních výztuhách okolo 60 MPa (obr. 40) a na čele přibližně 170 MPa (Obr. 39 a obr. 40).



Obr. 39 Sondování vrchní výtuh



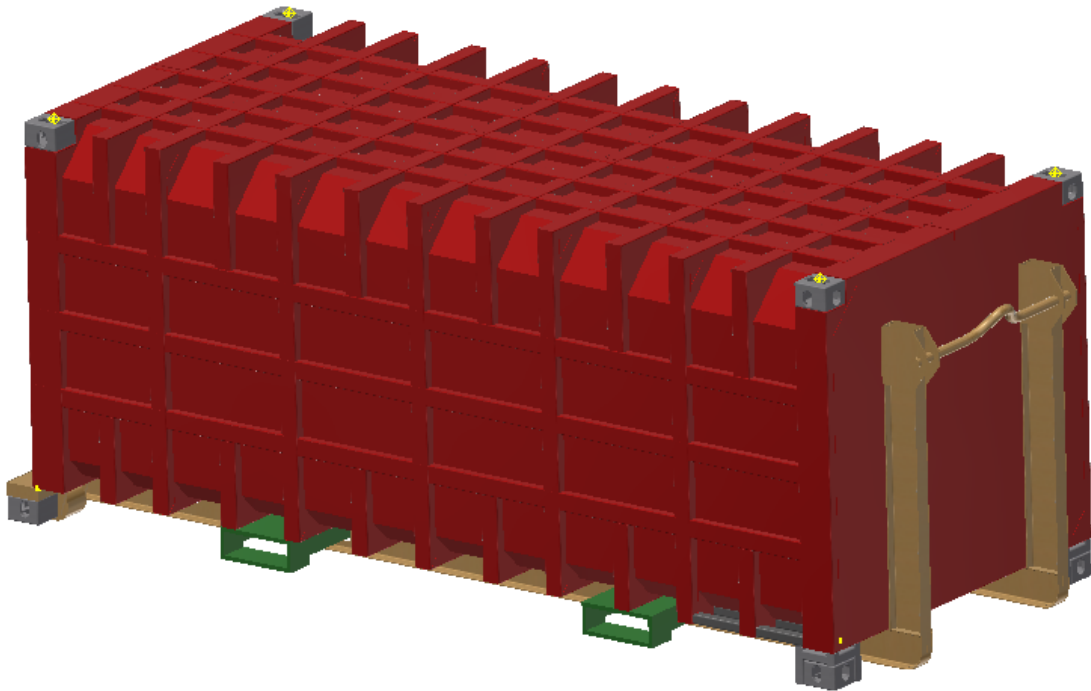
Obr. 40.: Sondování spodních výtuh

Snížením tloušťky výtuh z 4 mm na 2 mm se snížila hmotnost celého kontejneru o 442 kg.

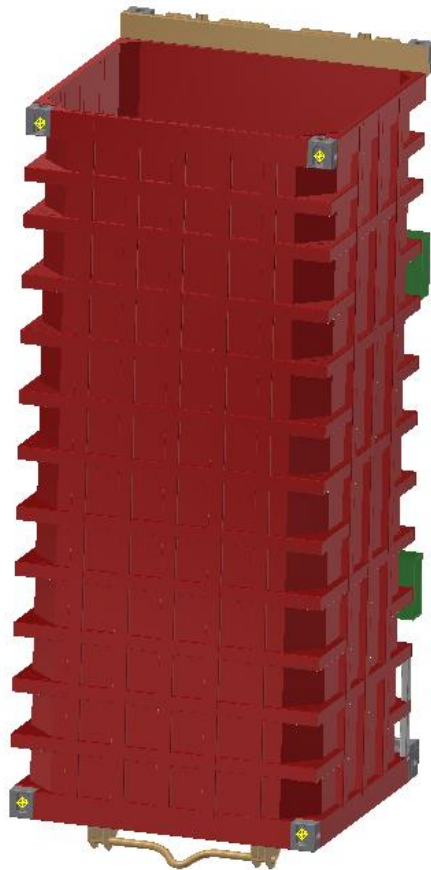
3.1.11. Finální verze kontejneru

Finální verze kontejneru obsahuje podélné ližiny, závěs pro nákladní automobily, rolny, rohové prvky a nabírací otvory pro vysokozdvizný vozík. Užitečný prostor pro náklad je 13,98 m³. Kontejner po pevnostní stránce musí vydržet zatížení od nákladu 15 tun, a to na všech stěnách kvůli otáčení kontejneru při

překlada. Na obrázku 41 je vidět 3 D model kontejneru. Na obrázku 42 je poloha kontejneru v rotačním zařízení.



Obr. 41.: 3 D model kontejneru



Obr. 42.: Poloha kontejneru v rotačním zařízení

3.1.12. Vyhodnocení výsledků návrhu kontejneru

Nejprve jsem navrhl konstrukční prvky, které musí kontejner obsahovat pro snadnou manipulaci. Poté jsem maximalizoval užitečný prostor pro náklad.

Vzhledem k tomu, že uvažujeme lisování odpadu v kontejneru, je užitečný prostor malý. Jednou z možností je zvětšit výšku nebo šířku kontejneru. Vzhledem zadání této bakalářské práce toto není možná, a proto se tím budu zabývat pouze v projektu SKOTRANS.

Pomocí programu Autodesk Inventor Professional 2018 jsem provedl pevnostní analýzu zalouženou na metodě konečných prvků. Z této analýzy jsem zjistil průběhy napětí v konstrukci a vyztužil konstrukci na místech, která nespĺňovala mechanické vlastnosti materiálu. Poté jsem z průběhů napětí našel místa, která jsou méně zatížená a na těchto místech jsem snížil tloušťky výtuh.

V následující tabulce je vidět vyhodnocení výsledků návrhu konstrukce kontejneru. (tab. 2)

Tab. 2.: Vyhodnocení výsledků návrhu kontejneru

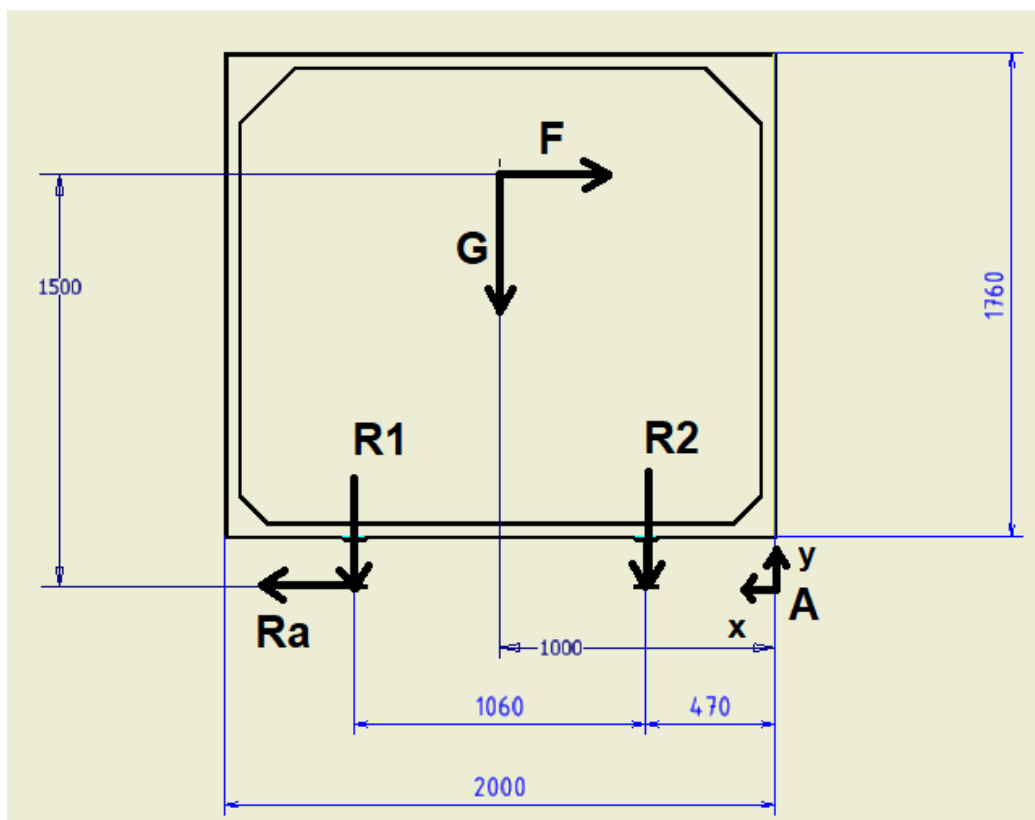
Délka [m]	5
Šířka [m]	2
Výška [m]	2
Vnější objem [m ³]	20
Užitečný prostor pro náklad [m ³]	13,98
Hmotnost konstrukce bez nákladu [kg]	2 635,7
Maximální hmotnost konstrukce s nákladem [kg]	17 635,7
Materiál nenormalizovaných částí	ocel 11 375
Maximální zatížení [t]	15

3.2. Návrh aretace kontejneru na příčném vozíku

Kontejner je překládán z tramvaje na překládací vozík pomocí příčného vozíku (viz projekt SKOTRAS). Během této manipulace není kontejner připevněn pomocí otočných zámků a rohových prvků. V této kapitole hledám vhodné konstrukční řešení zajištění kontejneru na příčném vozíku. Rychlost příčného vozíku při překládání kontejneru je 0,1 m/s a hmotnost kontejneru je 15 tun. Vzhledem k velké hmotnosti a malé rychlosti by kontejner držel na příčném vozíku jen pomocí gravitace. Proto jsem se rozhodl pro zajištění pouze bezpečnostní, které by zabránilo překlopení kontejneru během nouzového přesunu.

3.2.1. Výpočet klopné síly kontejneru

Klopný moment vypočítám ze statické rovnováhy kontejneru. Pro zvýšení bezpečnosti počítám s hmotností kontejneru 20 tun a havarijní zrychlení jsem zvolil 5 m/s². Těžiště kontejneru jsem vybral výše, než je teoretická hodnota, protože nelze odhadnout, jak bude odpad v kontejneru rozmístěn. Základní rozměry a působíště sil lze vidět na obrázku 43.



Obr. 43.: Schéma pro výpočet klopné síly

Výpočet klopné síly:

$$F = m \cdot a = 20 \cdot 5 = 100 \text{ [kN]}$$

Výpočet gravitační síly:

$$G = m \cdot g = 20 \cdot 9,81 = 196,2 \text{ [kN]}$$

Suma všech sil do směru x:

$$Ra - F = 0 \tag{1}$$

Suma všech sil do směru y:

$$G + R1 + R2 = 0 \tag{2}$$

Suma všech momentů k bodu A:

$$R2 \cdot 470 + R1 \cdot 1530 + G \cdot 1000 - F \cdot 1500 = 0 \tag{3}$$

Z rovnice (1) vyplývá:

$$R1 = -R2 - G \tag{4}$$

Dosazením rovnice (4) do rovnice (3) dostaneme reakci R2:

$$R2 \cdot 470 + (-R2 - G) \cdot 1530 + G \cdot 1000 - F \cdot 1500 = 0 \tag{5}$$

$$R2 \cdot (470 - 1530) = G \cdot (1530 - 1000) + F \cdot 1500 \tag{6}$$

$$R2 = \frac{G \cdot 530 + F \cdot 1500}{-1060} = \frac{196,2 \cdot 530 + 100 \cdot 1500}{-1060} = -239,61 \text{ [kN]} \tag{7}$$

Dosazením výsledku rovnice (7) do rovnice (4) dopočítáme reakci R1:

$$R1 = -R2 - G = 239,61 - 196,2 = 43,41 \text{ [kN]} \tag{8}$$

Z rovnice (7) vyplývá, že reakce R2 má velikost 239,61 kN, ale působí ve směru gravitace, proto jí nemusíme zachytávat. Reakce R1, jak je vidět z rovnice (8), má velikost 43,51 kN a působí proti směru gravitace. Z toho vyplývá, že síla R2 by mohla kontejner při havarijním zastavení se zrychlením 5 m/s² překloupat, a proto jsem dimenzoval aretační prvky na tuto sílu.

3.2.2. Pneumatické upínky

Na zajištění kontejneru během přepravy na příčném vozíku by se daly použít pneumatické upínky. Dostupné varianty upínek pro tento případ jsem vypracoval v teoretické části. Vzhledem k velké síle, kterou by musely pneumatické upínky udržet, jsem vybíral vždy upínky s největší upínací silou.

3.2.2.1. Pneumatický otočný upínač 9500

Pneumatický otočný upínač 9500 od firmy D-S-C Czech Technology má upínací sílu 465 N. Aby tento upínač zajistil nepřeklopení kontejneru, muselo by kontejner držet 94 těchto upínačů, proto jsem tuto variantu vyloučil. [9]

3.2.2.2. Pneumatický pákový upínač 8750G

Pneumatický pákový upínač 8750G od firmy D-S-C Czech Technology má upínací sílu 745 N. Zde by opět muselo být příliš mnoho upínačů, a proto mi tato varianta nepřišla vhodná. [9]

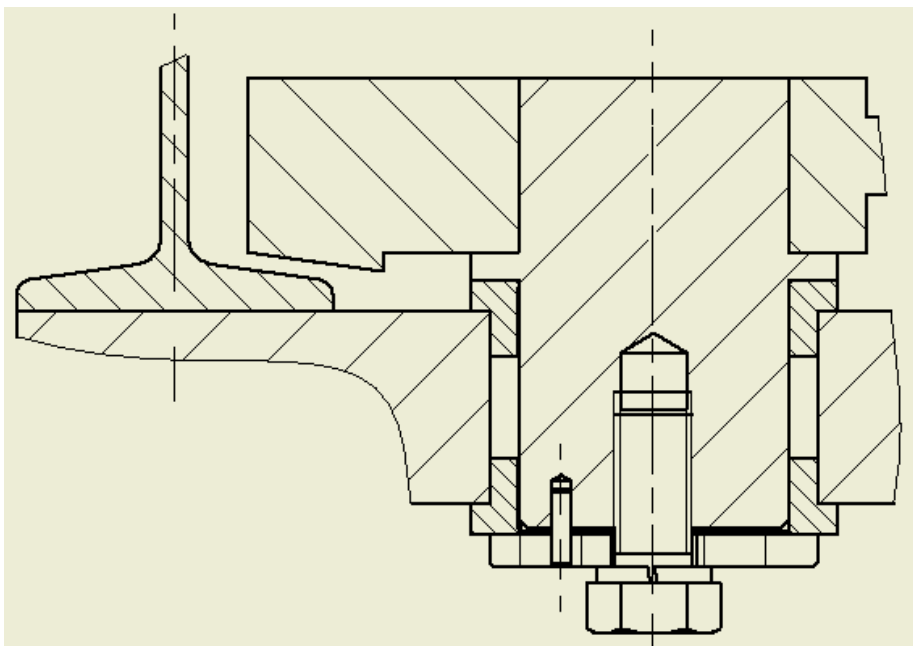
3.2.2.3. Pneumatický přítlačný upínač 868

Pneumatický přítlačný upínač 868 od firmy D-S-C Czech Technology má upínací sílu 16 kN. Tato upínací síla už je dostatečná, neboť by stačily tři nebo čtyři tyto upínače a zabránily by případnému překlopení kontejneru. Tento upínač však má výšku 472,3 mm ve sklopeném stavu a délku 258,4 mm. Vzhledem k malému prostoru na aretaci kontejneru na příčném vozíku jsem se rozhodl, že tyto upínky nepoužiji. [9]

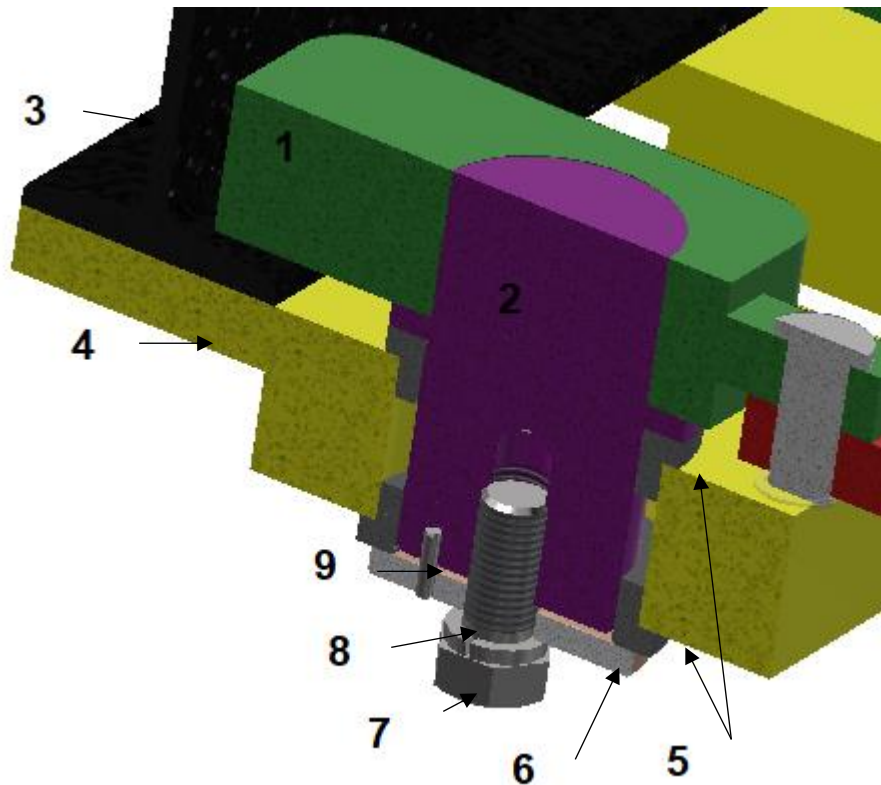
Vzhledem k velké síle a nedostatku prostoru navrhuji použít jinou metodu upínání než kupované pneumatické upínače.

3.2.3. Aretační čep

Pro zajištění kontejneru na příčném vozíku jsem se rozhodl navrhnout vlastní aretační mechanismus. Jedná se o jednoduchý otočný čep, který má na jedné straně rameno pro zachytávání klopné síly. Na obrázku 44 je schéma aretačního čepu a na obr. 45 je vidět sestava aretačního čepu, skládá se z (1) otočného ramena, (2) čepu, (3) I profilu spodku kontejneru, (4) příčného vozíku, (5) kluzných pouzder, (6) pojistné desky, (7) šroubu, (8) pružné podložky a (9) kolíku.



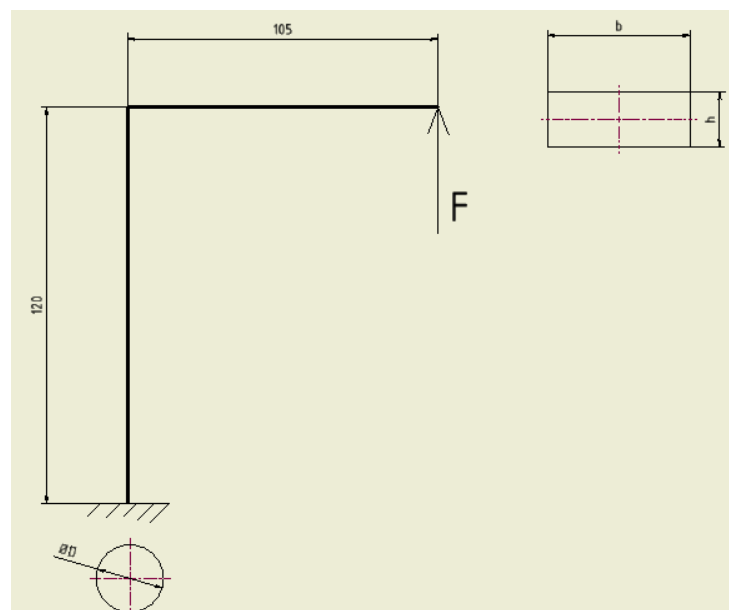
Obr. 44.: Schéma aretačního čepu 1



Obr. 45.: Sestava aretačního čepu

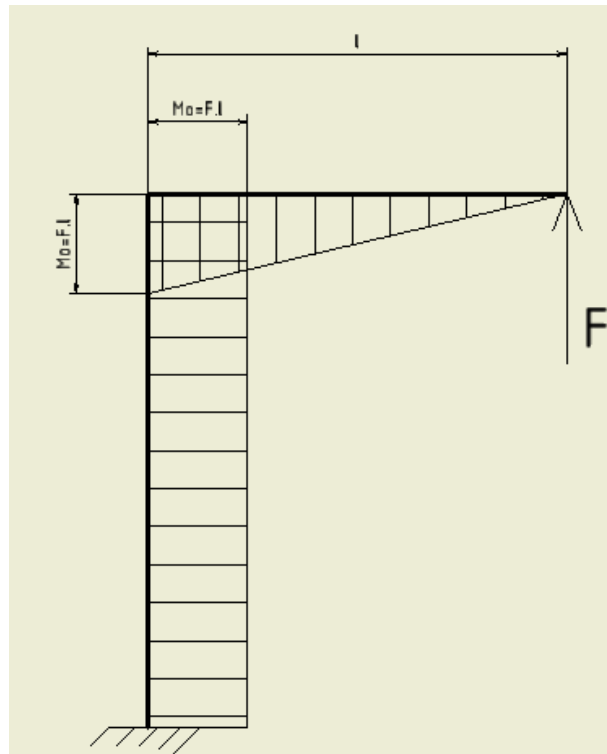
3.2.4. Dimenzování aretačního čepu

Aretační čep pro výpočet nahrazuji křivým prutem, který je vetknutý a je zatížen klopnou silou 43,41 kN. Průřezem svislé části je kruh a rameno má obdélníkový profil. Výška čepu od spodku ližin je 60 milimetrů, aby šlo kontejner přes čep přeložit. Schéma pro výpočet průměru a obdélníkového profilu ramena čepu je na obr. 46.



Obr. 46.: Schéma pro dimenzování aretačního čepu

Na obrázku 47 je průběh ohybového momentu na křivém prutu, podle kterého budu navrhovat průměr čepu a výšku a šířku ramene.



Obr. 47.: Průběh ohybového momentu

Z důvodů omezené velikosti čepu navrhuji umístit vždy čtyři čepy z vnější strany ližiny kontejneru. Proto na každý čep bude působit pouze čtvrtinová síla a velikost čepu bude odpovídat vymezenému prostoru do 60 mm na výšku. Délka ramene čepu je 105 mm a dovolené napětí v ohybu volím 80 MPa. Výšku obdélníkového průřezu ramene vzhledem k prostoru volím 45 mm, aby se čep dal otáčet a nenarážel do spodních ližin.

Maximální moment působící na jeden čep:

$$M_o = \frac{F}{4} \cdot l = \frac{43410}{4} \cdot 105 = 1139513 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad (9)$$

Návrh průměru čepu:

$$d' = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_o}{\pi \cdot \sigma_D}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 1139513}{\pi \cdot 80}} = 52,5 \text{ mm} \quad (10)$$

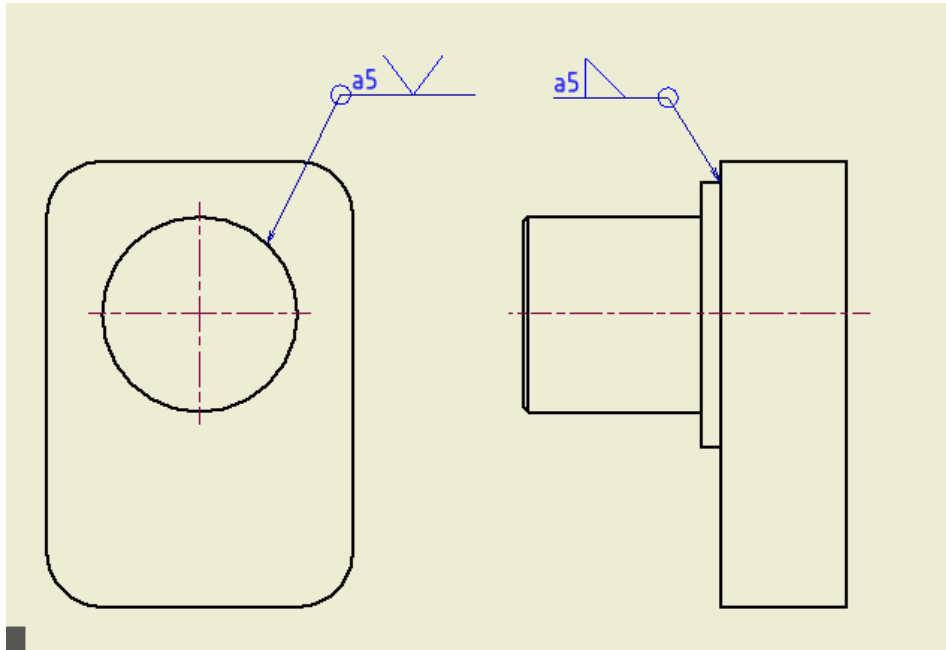
Z důvodů bezpečnosti volím průměr čepu 70 mm.

Návrh šířky obdélníkového profilu ramene:

$$h' = \sqrt{\frac{6 \cdot M_o}{b \cdot \sigma_D}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1139513}{45 \cdot 80}} = 43,6 \text{ mm} \quad (11)$$

Z důvodů bezpečnosti volím šířku obdélníkového profilu 110 mm.

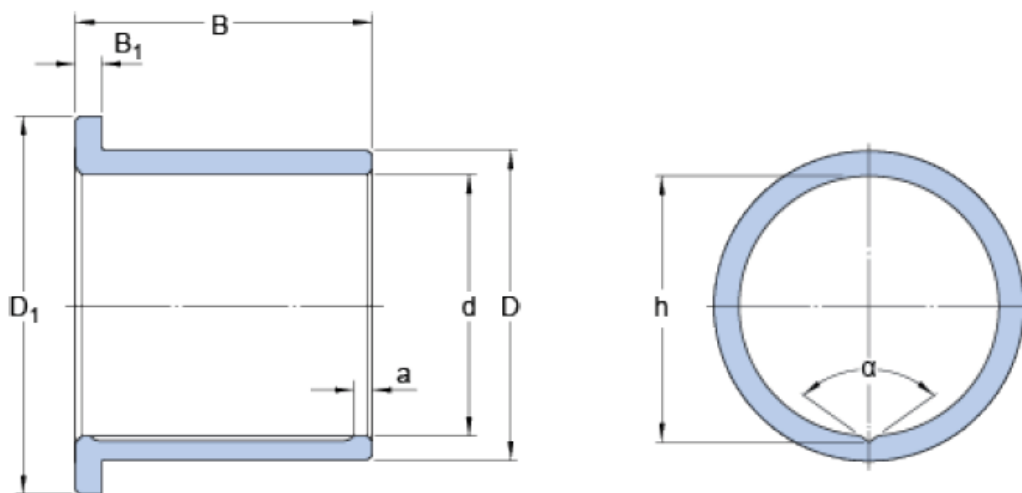
Čep o průměru 70 mm je s obdélníkovým ramenem o rozměrech 45 na výšku a 110 na šířku spojen svary. Z vrchu je to tupý V svar s velikostí 5 mm po celém obvodu čepu a zespodu koutovým svarem o velikosti 5 mm opět po celém obvodu, jak je vidět na obrázku 48.



Obr. 48.: Polohy svarů

3.2.5. Kluzné pouzdro

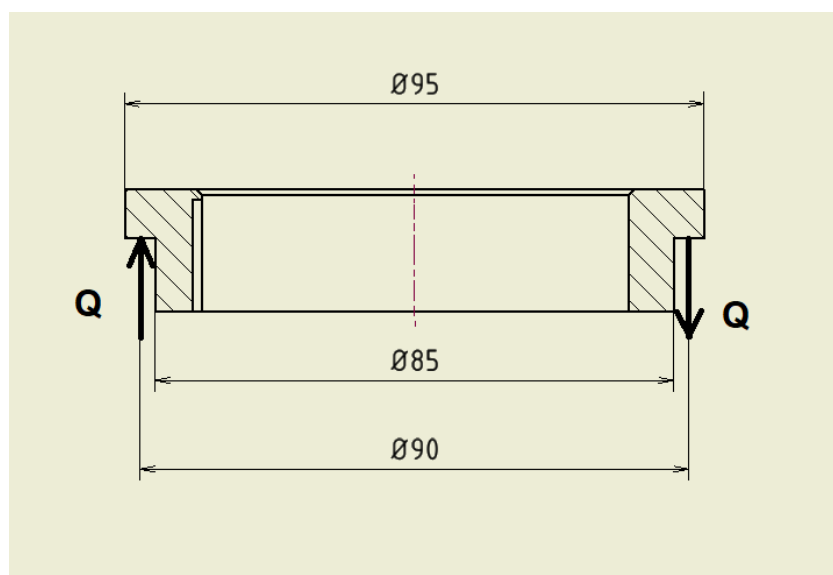
Otáčení čepu je zajištěno pomocí dvou kluzných pouzder. Pouzdra jsem vybral přírubová od firmy SKF typ PBMF 708535 M1G1. Délku B (Obr. 49) jsem zkrátil z původních 35 mm na 20 mm. To zmenší délku konstrukce. Všechny ostatní rozměry jsem nechal podle výrobce. Materiál pouzder je vícesložkový bronz CuSN7Zn4P7-B. Přípustný rozsah provozních teplot je -40 až +250 °C. Přípustné dynamické zatížení je 25 N/mm² a přípustné statické zatížení je 45 N/mm². [10]



Obr. 49.: Kluzné pouzdro [10]

3.2.5.1. Výpočet únosnosti kluzného pouzdra

Kluzná pouzdra jsou během aretace namáhána ohybovým momentem od klopné síly F . Průběh ohybového momentu je po celou dobu konstantní a jeho velikost je stejná jako při dimenzování průměru aretačního čepu, tedy 1139513 N.mm. Způsob namáhání je vidět na obrázku 50.



Obr. 50.: Namáhání kluzného pouzdra

Výpočet síly působící na pouzdro:

$$Q = \frac{M_o}{r} = \frac{1139513}{45} = 25322,5 \text{ N} \quad (12)$$

Výpočet plochy, na kterou působí síla:

$$S = S_1 - S_2 = \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - D^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (95^2 - 85^2) = 1413,72 \text{ mm}^2 \quad (13)$$

Výpočet tlaku v kluzném pouzdra:

$$\sigma = \frac{Q}{S} = \frac{25322,5}{1413,72} = 17,9 \text{ N/mm}^2 \quad (14)$$

Statická bezpečnost:

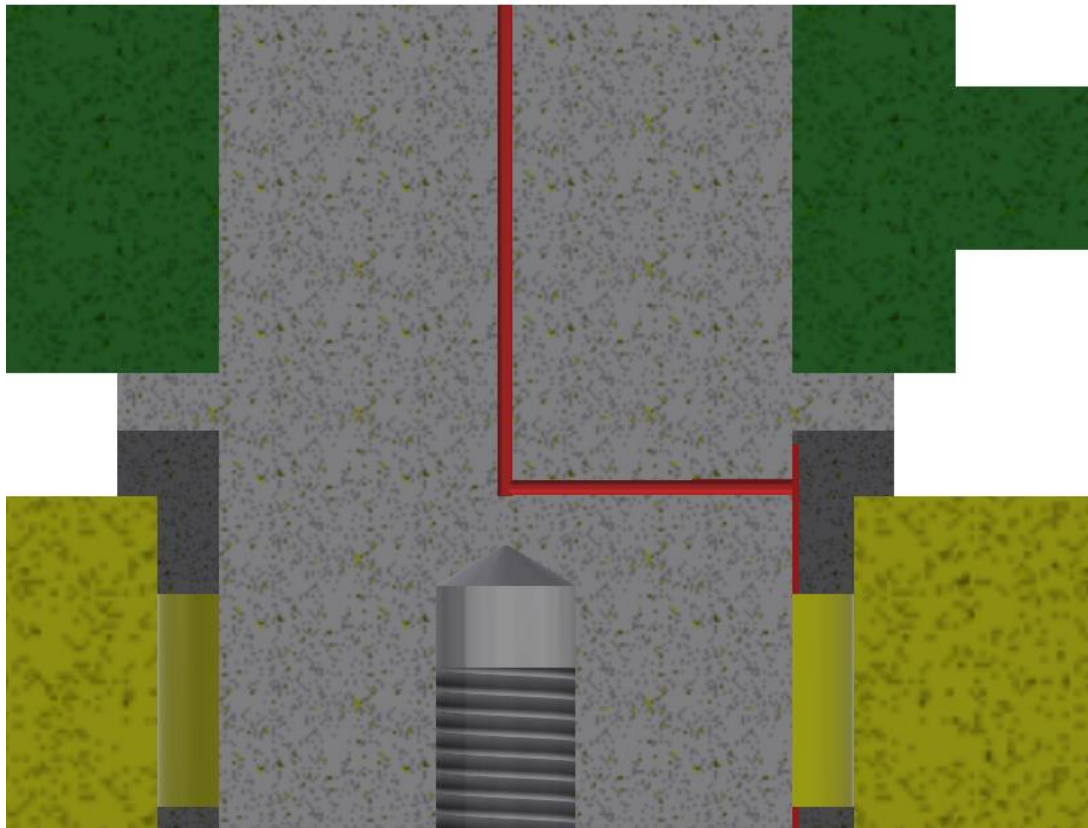
$$k_s = \frac{K_0}{\sigma} = \frac{45}{17,9} = 2,5 \quad (15)$$

Dynamická bezpečnost:

$$k_d = \frac{K}{\sigma} = \frac{25}{17,9} = 1,4 \quad (16)$$

3.2.5.2. Mazání kluzného pouzdra

Mazání kluzného pouzdra probíhá vnitřkem čepu. V čepu jsou vytvořeny kanálky pro rozvod oleje přímo do drážek pro mazání kluzného pouzdra. Otvory a drážky pro mazání jsou na obrázku 51 červenou barvou.



Obr. 51.: Otvory pro mazání kluzných pouzder

Mazivo je přiváděno do otvoru z vrchu aretačního čepu pomocí mazacího systému od firmy perma-tec. Tento systém sám vstřikuje potřebnou dávku maziva v určitých intervalech. Dávka maziva a interval vstřiku se dají nastavit dle potřeby. Tento způsob mazání je bezúdržbový, stačí vždy jednou za jeden, tři, šest nebo 12 měsíců podle nastavení dávky a intervalu vstřiku maziva, vyměnit prázdný zásobník oleje za nový.

3.2.6. Axiální pojištění

Aretační čep je axiálně zajištěn pomocí pojistné desky hřídelů. Desku jsem vybral z tabulky 2 podle průměru čepu 70 mm. Deska je pojištěná šroubem M20x45 a čepu 5x20. Materiál desky je ocel 11 373.0 (viz tab. 3). [11]

Tab. 3.: Pojistní desky hřídelů [11]

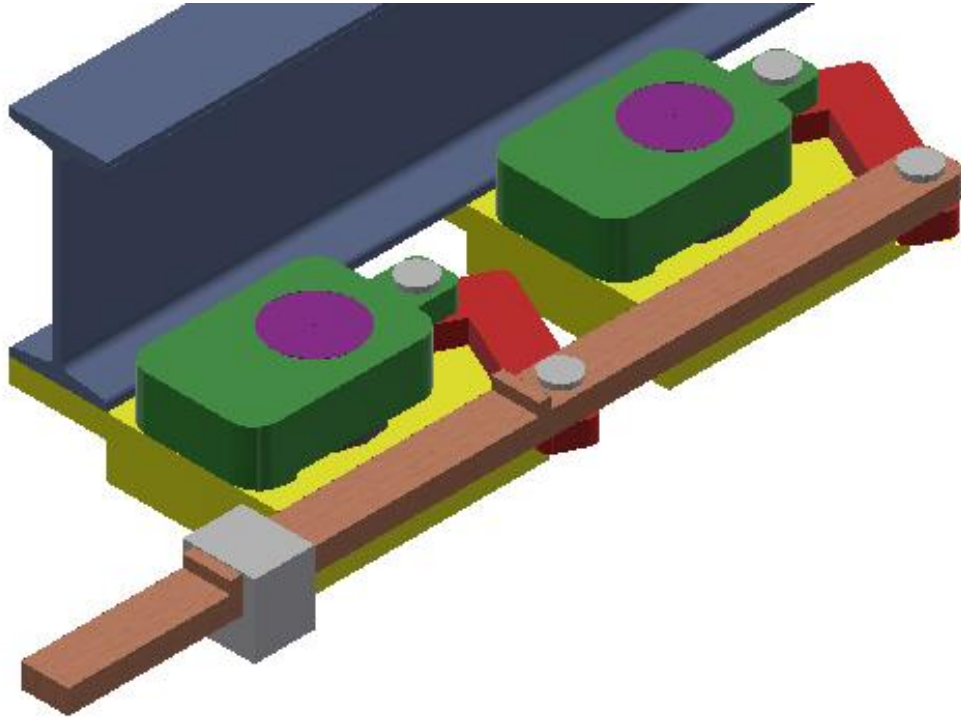
Př. ozn. pojistné desky průměru D 85mm : DESKA 85 ČSN 02 2703

D ₀	D	t	d	d ₁	s	z	f	l	l ₁	l ₂	Sroub	Podl.	Čep	G[kg]
10- 14	18			5,5	3	0,5	1	18	14		M5x16	5,1		0,01
14- 17	22			6,6	4	0,5	1	18	14		M5x16	6,1		0,01
17- 22	28			9	4	0,5	1	20	15		M8x16	8,2		0,02
22- 30	36			11	4	0,5	1	27	22		M10x25	10,2		0,03
30- 38	46	12 3)	4	14	6	1	2	32	25	10	M12x30	12,2	4x16	0,07
38- 50	58	16 3)	4	18	6	1	2	35	28	10	M16x35	16,3	4x16	0,11
50- 63	70	20 3)	5	22	8	1	2	40	32	12	M20x45	20,5	5x20	0,21
63- 75	85	24 3)	5	22	8	1	2	45	35	12	M20x45	20,5	5x20	0,35
75- 85	95	28 3)	5	22	8	1	2	45	35	12	M20x45	20,5	5x20	0,35
85- 95	110	52		18	12	1,6	2	30	22		M16x35	16,3		0,85
95-110	125	60		22	15	2	2	35	25		M20x40	20,5		1,35
110-130	150	70		22	15	2	3	35	25		M20x40	20,5		1,99
130-150	170	80		26	18	3	3	40	30		M24x50	24,5		3,15
150-170	190	95		26	18	3	3	40	30		M24x50	24,5		3,84
170-200	220	125		26	18	3	3	40	30		M24x50	24,5		5,22
200-230	250	140		30	20	4	3	45	32		M27x55	27,5		7,52
230-260	280	160		30	20	4	3	45	32		M27x55	27,5		9,44
260-290	310	190		30	20	4	3	45	32		M27x55	27,5		11,62

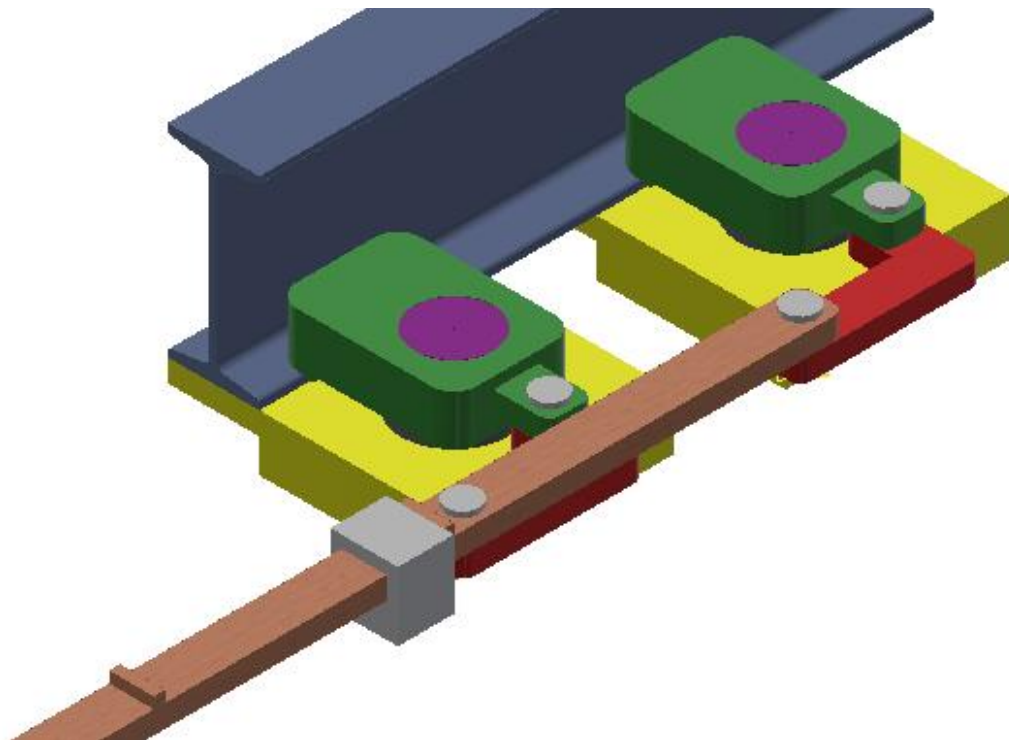
1. V tabulce jsou soustředěny rozměry desek a jejich přiřazení k průměrům hřídelů.
2. Materiál desek: ocel 11 373.0
3. Rozměr určuje polohu čepu t₁
4. Desky D=46-85mm se používají bez díry d pro čep. Požadavek na díru d je nutno uvést v označení DESKA 70/2 ČSN 02 2703.
5. Desky D ≥ 220mm je možné používat se třemi dírami. Příklad označení: DESKA 280/3 ČSN 02 2703.

3.2.7. Pohon aretačního čepu

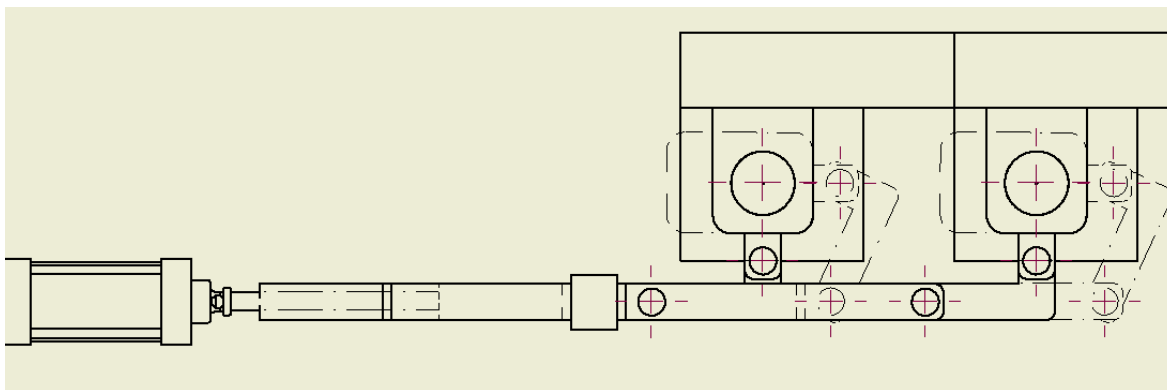
Aretační čep je ovládán pomocí pákového mechanismu, který je složený z táhel a čepů. Tento mechanismu je v otevřené poloze na obrázku 52 a v uzavřené poloze na obrázku 53. Schéma pohonu aretačního čepu je na obrázku 54.



Obr. 52.: Otevřený aretační čep



Obr. 53.: Uzavřený aretační čep



Obr. 54.: Schéma pohonu aretačního čepu

Vždy jsou dva čepy vedle sebe spojeny jedním delším táhlem, které je poháněno pneumatickým válcem. Pneumatický válec musí být dvojčinný a musí mít minimální zdvih 200 mm. Například pneumatický dvojčinný válec DCBG o průměru pístu 32 mm a zdvihu 2800 od firmy FESTO.

Poloha aretačního čepu je snímána indukčními polohovými, které zachycují čep pouze v uzavřené anebo otevřené poloze.

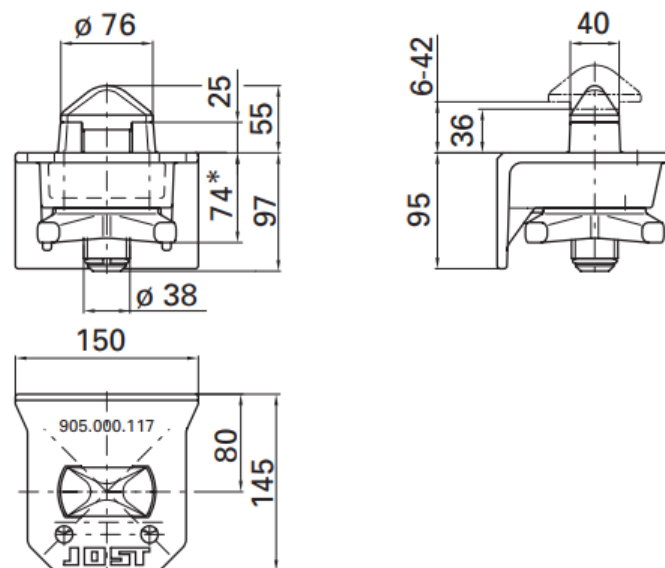
3.3. Aplikace normalizované aretace na adaptační plošinu pro tramvaje a plošinové vozy

V této kapitole jsem vybíral nejvhodnější otočné zámky pro aretaci na adaptační plošinu tramvaje a plošinové vozy. Jak už jsem uváděl v kapitole 2.3, otočné zámky jsou normalizované, a proto jsem pouze vybíral z již vyráběných zámků. Vybíral jsem z otočných zámků pro nákladní automobily, protože jsem našel nejvíce druhů, které se lišily výškou trnu, utahovacím mechanismem nebo aretací v poloze uzavřeno a otevřeno.

Nejdůležitějším faktorem pro výběr otočného zámku byla jeho výška, protože přes tuto výšku se musí zvednout kontejner o hmotnosti 15 tun (viz projekt SKOTRANS). Jednou z variant, kde by byl potřeba nulový zdvih, je zatahovatelný aretační trn (viz kapitola 2.2). Tuto variantu jsem zavrhl, protože jeho zatahování a vytahování by zbytečně zabíralo čas při překládání kontejneru a jeho konstrukce je složitější než klasický nezatahovatelný aretační trn, a tedy i náchylnější k poruchám. Proto jsem vybíral mezi nezatahovatelnými aretačními trny a hledal trn s nejmenší výškou. Výška otočných zámků se pohybuje obvykle okolo 60 milimetrů.

3.3.1. Otočný zámek JOST F 10 SK-RV

Tento otočný zámek má trn o výšce 55 mm, což je nejmenší výška, kterou jsem u nezatahovatelných trnů našel. Jeho základní rozměry jsou na obr. 55.

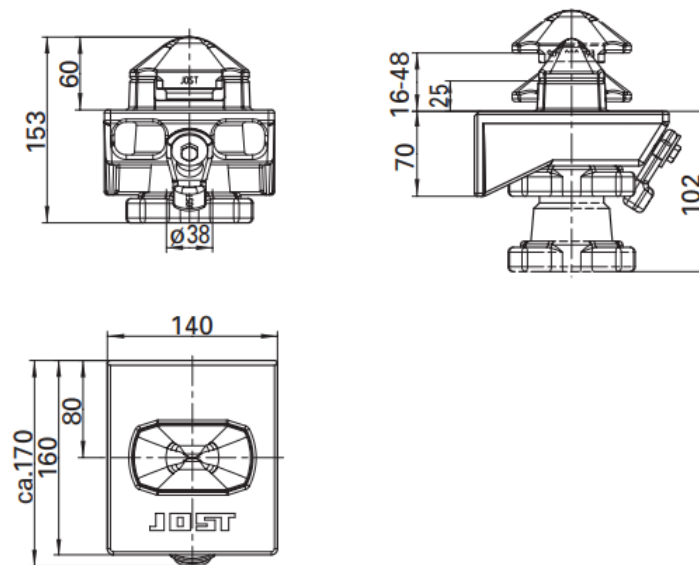


Obr. 55.: JOST F 10 SK-RV [8]

Tento otočný zámek má trn o průměru 38 mm. Tento trn však není kompatibilní s ISO 1161, lze ho použít pouze s rohovým odlitkem CC012. Maximální hmotnost kontejneru při použití tohoto rohového prvku a trnu je 10 tun, proto tento trn nelze použít pro aretaci 15 tunového kontejneru v projektu SKOTRANS.

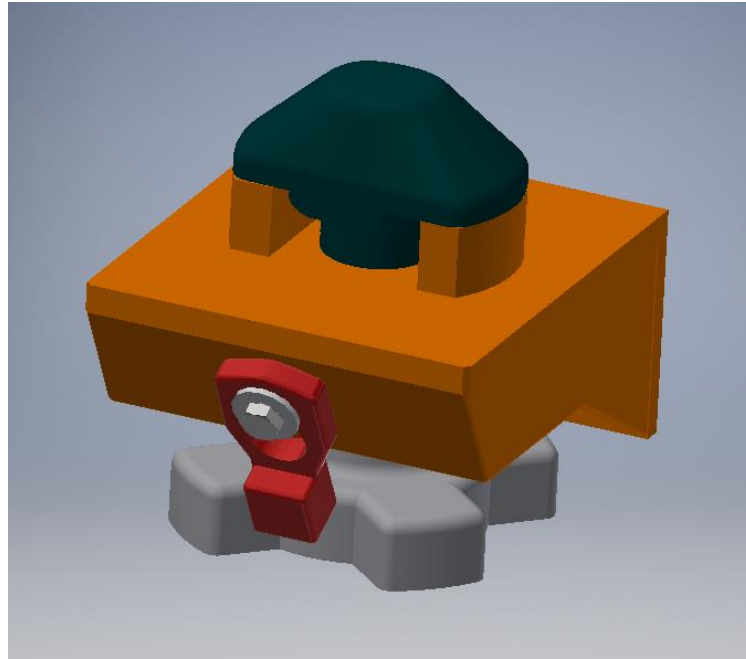
3.3.2. Otočný zámek JOST F 17 SKA-70 V

Výška trnu tohoto nezatahovacího otočného zámku je 60 mm. Lze jej použít na intermodální vozidlo a kontejnerový podvozek. Trn má průměr 38 mm a je kompatibilní s ISO 1161. Trn lze přišroubovat k rohovému prvku a zajistit pomocí západky, která je vidět na Obr. 56.



Obr. 56.: JOST F 17 SKA-70 V [8]

Maximální hmotnost kontejneru při aretování tímto trnem je 30,5 tuny. Montážní díly zámku jsou pozinkované. Na Obr. 57 je možné vidět orientační 3 D model.

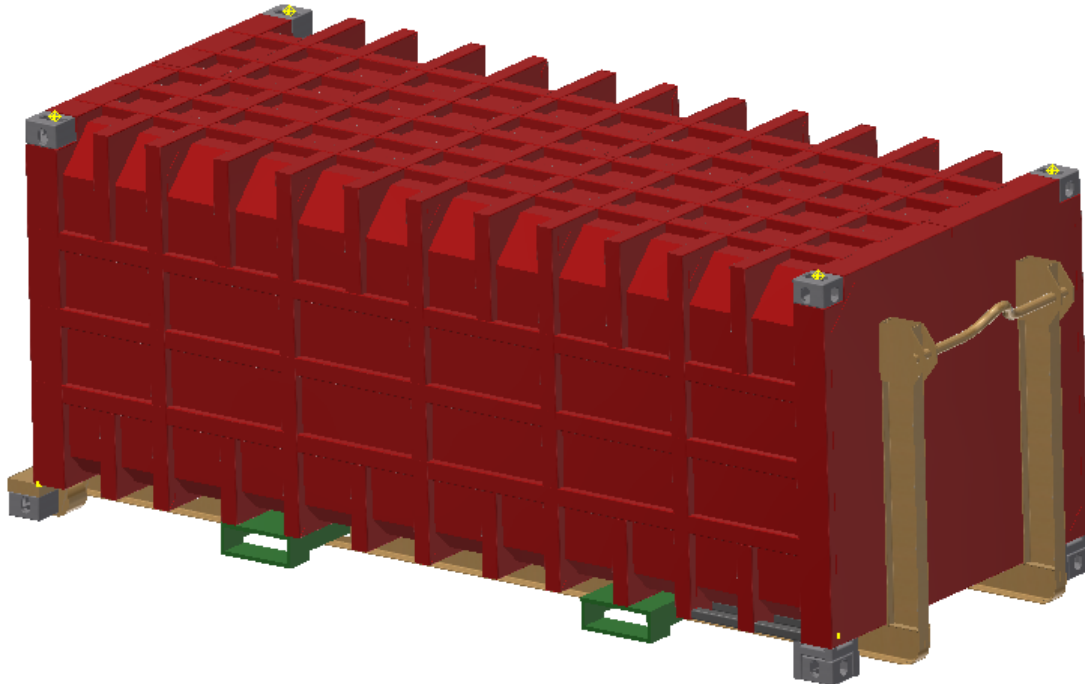


Obr. 57.: 3 D model JOST F 17 SKA-70 V

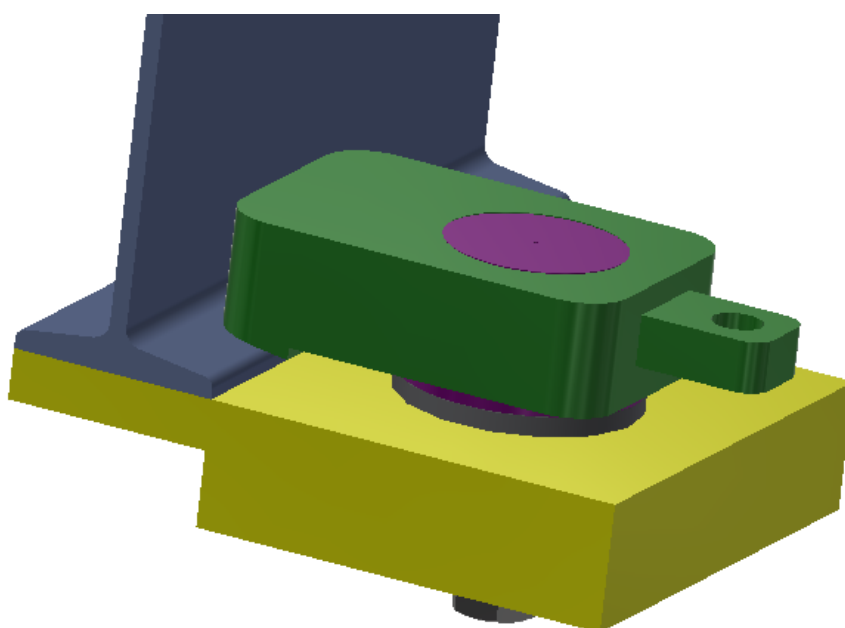
Tento otočný zámek jsem vybral pro zajištění kontejneru v projektu SKOTRANS, protože jeho výška je 60 mm, kterou musí překonat zdvižný mechanismus (viz projekt SKOTRANS). Dále ho lze přišroubovat k rohovému prvku a zajistit západkou. Výrobce je firma JOST – WORLD z Německa, ale výrobek je dostupný na českém trhu.

4. Závěr

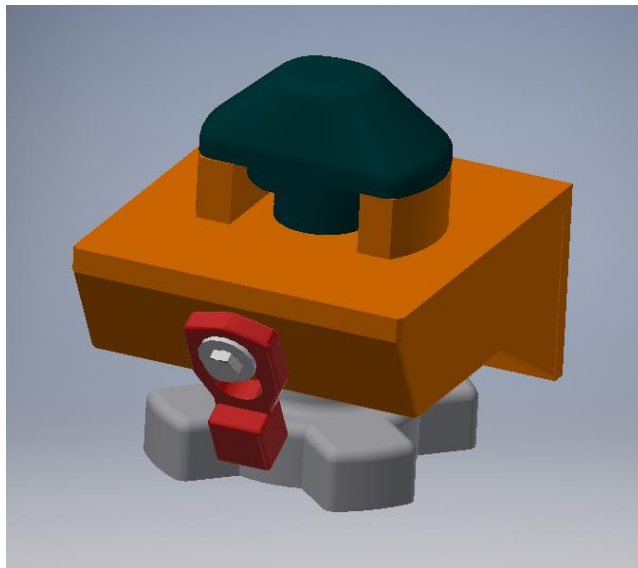
V této bakalářské práci jsem navrhl koncept konstrukčního řešení kontejneru o rozměrech 5x2x2 bez dveřního mechanismu. Kontejner obsahuje podélné ližiny, závěs pro nákladní automobily, rolny pro odval kontejneru, nabírací otvory pro vysokozdvizný vozík a rohové prvky. Kontejner jsem dimenzoval na zatížení 15 tun.



Dále jsem navrhl aretační čep pro zajištění kontejneru na příčném vozíku. Tento čep zabraňuje překlopení kontejneru při poruchovém zastavení příčného vozíku.



Poté jsem vybral normalizovaný aretační trn pro plošinové vozy a plošinu tramvaje.



V teoretické části práce jsem vyhledal dosud existující možnosti řešení a zhodnotil jejich použití pro můj návrh.

V praktické části jsem provedl základní výpočty konstrukce a její bezpečnost. Z vypočtených hodnot jsem vytvořil 3 D modely a u kontejneru jsem provedl analýzu pomocí MKP výpočtu. Z 3 D modelů jsem pak vytvořil 2 D koncepční výkresy.

Navržená konstrukce splňuje požadavky zadání, byl navržen kontejner o rozměrech 5x2x2 s respektováním podélných ližin, aretační trn pro aretaci kontejneru na příčném vozíku a vybral jsem normalizovaný aretační trn.

Nadále budu pokračovat v projektu SKOTRANS, ve kterém zvýšíme šířku kontejneru, aby se zvýšil užitečný prostor pro náklad. Dále se budeme zabývat sjednocením všech uzlů dohromady a výslednou prezentací výsledků.

Seznam použité literatury

- [1] LACHNIT, František. *Kontejnerová silniční nákladní doprava* [online]. [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: http://sszplana.cz/dumy/os/Kontejnery_Lachnit.pdf
- [2] ISO 668. 6. Ženeva: ISO, 2013.
- [3] LITOMYSKY, Petr. Litomysky. *Kontejnery u nás* [online]. 2001 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.litomysky.cz/index.html>
- [4] *Nákladní doprava* [online]. Nákladní doprava, 2009 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.nakladni-doprava.info/druhy-kontejneru/>
- [5] *Kontejnery-abroll* [online]. kontejnery-abroll.cz, 2015 [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <http://www.kontejnery-abroll.cz/kontejnery-abrollu>
- [6] *OZD Podhoran Lukov* [online]. PODHORAN STK, 2015 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://www.podhoran.cz/kontejnery/kontejnery-lisovaci>
- [7] ČSN 26 9344. Praha: Český normalizační institut, 1992.
- [8] *JOST-World* [online]. JOST-Werke Deutschland, 2017 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <https://www.jost-world.com/en/home.html>
- [9] *DESTACO* [online]. D-S-C Czech Technology, 2018 [cit. 2018-5-8]. Dostupné z: <https://dsczech.cz/pneumaticke-upinace-vyber>
- [10] *SKF CZ* [online]. [cit. 2018-06-09]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/index.html>
- [11] DRÁSTÍK, František. *Strojnické tabulky pro konstrukci i dílnu*. 2. dopl. vyd. Ostrava: Montanex, 1999. ISBN 80-857-8095-X.

Seznam obrázků

- Obr. 1.: Kombinace kontejnerů na 12metrovém podstavci dopravního prostředku [3]
- Obr. 2.: Kontejner pro všeobecné použití [4]
- Obr. 3.: Nádržkový kontejner [4]
- Obr. 4.: Kontejner pro suché sypké materiály [4]
- Obr. 5.: Plošinový kontejner se sklopnými čely [3]
- Obr. 6.: Otevřený kontejner Abroll [5]
- Obr. 7.: Uzavřený kontejner Abroll s odklápěcí střechou [5]
- Obr. 8.: Kontejner na třídění odpad Abroll [5]
- Obr. 9.: Odlehčený kontejner [5]
- Obr. 10.: Lisovací kontejner [6]
- Obr. 11.: Otevřený a uzavřený twistlock v rohovém prvku
- Obr. 12.: Zatažený a vysunutý twistlock [8]
- Obr. 13.: Otočný zámek [8]
- Obr. 14.: Sklopné trny
- Obr. 15.: Pneumatický otočný upínač [9]
- Obr. 16.: Polohy ramene pákového upínače [9]
- Obr. 17.: Pákový upínač [9]

- Obr. 18.: Přítlačný upínač [9]
- Obr. 19.: Závěs pro nákladní automobily s podélnými ližinami
- Obr. 20.: Rolny a rohové prvky kontejneru
- Obr. 21.: 3 D model pravého spodního rohového prvku
- Obr. 22.: Boční a zadní pohled na kontejner – první návrh
- Obr. 23.: Zmenšení zkosení u horního rohového prvku
- Obr. 24.: Umístění nabíracích otvorů do prostoru spodních ližin
- Obr. 25.: Upravení nabíracích otvorů
- Obr. 26.: 3 D model druhého koncepčního návrhu kontejneru
- Obr. 27.: Čtvrtinový model kontejneru
- Obr. 28.: Zatížení a vazby čtvrtinového modelu
- Obr. 29.: Pohled sítě čtvrtinového modelu
- Obr. 30.: Průběh posunutí
- Obr. 31.: Průběh napětí von Mises
- Obr. 32.: Vyztužení spodní části kontejneru
- Obr. 33.: Vyztužení horní části kontejneru
- Obr. 34.: Průběh posunutí
- Obr. 35.: Průběh napětí von Mises
- Obr. 36.: Napětí von Mises od 0 do 50 MPa
- Obr. 37.: Rozložení tlouštěk plechu výztuh kontejneru
- Obr. 38.: Vrchol napětí
- Obr. 39.: Sondování vrchní výztuh
- Obr. 40.: Sondování spodních výztuh
- Obr. 41.: 3 D model kontejneru
- Obr. 42.: Poloha kontejneru v rotačním zařízení
- Obr. 43.: Schéma pro výpočet klopné síly
- Obr. 44.: Schéma aretačního čepu
- Obr. 45.: Sestava aretačního čepu
- Obr. 46.: Schéma pro dimenzování aretačního čepu
- Obr. 47.: Průběh ohybového momentu
- Obr. 48.: Polohy svarů
- Obr. 49.: Kluzné pouzdro [10]
- Obr. 50.: Namáhání kluzného pouzdra
- Obr. 51.: Otvory pro mazání kluzných pouzder
- Obr. 52.: Otevřený aretační čep
- Obr. 53.: Uzavřený aretační čep
- Obr. 54.: Schéma pohonu aretačního čepu
- Obr. 55.: JOST F 10 SK-RV [8]
- Obr. 56.: JOST F 17 SKA-70 V [8]
- Obr. 57.: 3 D model JOST F 17 SKA-70 V



Seznam tabulek

Tab. 1.: Rozměry kontejnerů ISO řady 1 [2]

Tab. 2.: Vyhodnocení výsledků návrhu kontejneru

Tab. 3.: Pojistné desky hřídelů [11]

Seznam příloh

Koncepční výkres sestavy kontejneru

Koncepční výkres aretačního čepu