

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: 2301R016-Dopravní a manipulační technika

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Tvůrčí metody využívané při konstruování technických produktů

Autor: **Lukáš Lažánek**
Vedoucí práce: **Ing. Martin Kopecký**

Akademický rok 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš LAŽÁNEK**
Osobní číslo: **S11B0027P**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**
Název tématu: **Tvůrčí metody využívané při konstruování technických produktů**
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

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

Základní požadavky:

Proveďte průzkum metod využívaných jako podporu při konstrukci technických produktů. V rešerši shrňte základní principy těchto metod a jejich využití. Z těchto metod vyberte jednu, kterou budete aplikovat na vybraném strojním zařízení. Pomocí této metody vytvořte inovativní návrh tohoto zařízení. Vypracujte několik variant, z nichž vyberte tu nejvhodnější, kterou zpracujte do podoby úplné stavební struktury. U klíčových komponent konstrukce proveďte kontrolní výpočet a zpracujte je ve formě výrobní dokumentace. V závěru vypracujte technicko-ekonomické hodnocení.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Rešerše a analýza metod využívaných při konstrukci technických produktů
2. Aplikace vybrané metody na zvoleném strojním zařízení - koncepční varianty návrhů, výběr finální varianty
3. Detailní zpracování vybrané varianty - CAD modely, technické výpočty, výkresová dokumentace
4. Technicko-ekonomické hodnocení a závěrečné shrnutí

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

MAŠÍN, I., ŠEVČÍL, L. *Metody inovačního inženýrství. Liberec: Computers Press, 2006*

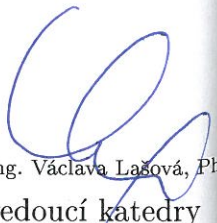
KOŠTURIAK, J., CHAL, J. *Inovace. Vaše konkurenční výhoda. Brno: Computers Press, 2008*

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

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Kopecký**
Katedra konstruování strojů
Konzultant bakalářské práce: **Prof. Ing. Stanislav Hosnedl, CSc.**
Katedra konstruování strojů
Datum zadání bakalářské práce: **19. září 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **25. května 2012**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




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

V Plzni dne 19. září 2011

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne: 27.6.2012

.....
podpis autora

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Lažánek	Jméno Lukáš	
STUDIJNÍ OBOR	23-35-8 „Dopravní a manipulační technika“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Kopecký	Jméno Martin	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Tvůrčí metody využívané při konstruování technických produktů		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2012
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	67	TEXTOVÁ ČÁST	54	GRAFICKÁ ČÁST	13
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p style="text-align: center;">ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Bakalářská práce obsahuje průzkum metod pro konstruování technických produktů. Na vybranou strojní součást byl vytvořen inovativní návrh. U jedné klíčové komponenty byl proveden kontrolní výpočet. Druhá klíčová komponenta byla zpracována ve formě výkresové dokumentace. Dále bylo vypracováno technicko-ekonomické hodnocení.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p style="text-align: center;">průzkum, identifikace problémů, návrh inovace, 3D model, úprava modelu, výpočet MKP,</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Lažánek	Name Lukáš	
FIELD OF STUDY	23-35-8 „Transport and handling machinery“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Kopecký	Name Martin	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Creative methods used in designing of technical products		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KKS	SUBMITTED IN	2012
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	67	TEXT PART	54	GRAPHICAL PART	13
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Bachelor thesis contains a survey of methods for designing of technical products. The selected part of the machine was created by an innovative design. The one key component was carried out control calculations. The second key component was prepared in the form of drawings. Then was prepared technical and economic evaluation.
KEY WORDS	research, identify problems, design innovation, 3D model, adaptation of the model, FEM calculation

Obsah

OBSAH	1
1. VÝCHODISKA A PRINCIPY INOVAČNÍHO TVŮRČÍHO INŽENÝRSTVÍ	3
1.1. DEFINICE INOVACE [1]	3
1.2. METODIKA KONSTRUOVÁNÍ – HISTORIE, VÝVOJ [2], [8].....	3
2. METODY PRO TVORBU KONCEPTU VÝROBKU	5
2.1. IDENTIFIKACE ZÁKAZNICKÝCH POTŘEB [1]	5
2.2. STANOVENÍ CÍLOVÉ VÝROBKOVÉ SPECIFIKACE [1]	7
2.3. METODA QFD [1],[2]	7
2.4. KREATIVNÍ GENEROVÁNÍ KONCEPTU VÝROBKU [1]	11
2.5. METODA TRIZ [1], [3].....	15
2.6. ZHODNOCENÍ A VÝBĚR KONCEPTU [1]	19
2.7. OVĚŘOVÁNÍ ZVOLENÉHO KONCEPTU [1]	21
2.8. STANOVENÍ FINÁLNÍCH SPECIFIKACÍ [1],[2]	22
3. SHRNUTÍ TEORETICKÝCH POZNATKŮ, VÝBĚR VHODNÉ METODY A VÝBĚR STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ PRO APLIKACI VYBRANÉ METODY	24
3.1. SHRNUTÍ TEORETICKÝCH POZNATKŮ	24
3.2. VÝBĚR VHODNÉ METODY	24
3.3. VÝBĚR STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ PRO APLIKACI VYBRANÉ METODY	24
4. PRAKTICKÁ ČÁST	25
4.1. INOVACE AUTOMATICKÉHO NAKLÁDACÍHO PŘEPRAVNÍKŮ BALÍKŮ	25
4.1.1. Úvod	25
4.2. IDENTIFIKACE PROBLÉMU	26
4.3. ZLEPŠUJÍCÍ A ZHORŠUJÍCÍ PARAMETRY	28
4.4. DEFINOVÁNÍ FYZIKÁLNÍCH KONFLIKTŮ	29
4.5. PRŮZKUM MATICE.....	29
4.6. PRŮZKUM EFEKTŮ ZPŮSOBENÉ ŘEŠENÍM MATICE	30
4.7. SPECIFIKACE A UPŘESNĚNÍ PROBLÉMU	30
4.7.1. Překreslení přepravníku v 3D CAD systému.....	30
4.7.2. Přidání mechanismu na horní část beranu.....	31
4.7.3. Úprava beranu.....	34
4.7.4. Navržení základních rozměrů hydromotoru [7]	35
4.7.5. Změna parametrů řetězového převodu	37
4.7.6. Pevnostní výpočet ruky.....	39
4.8. 3D MODEL PO INOVACI	47
4.9. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	48
5. TECHNICKO-EKONOMICKÉ HODNOCENÍ	49

5.1. TECHNICKÉ HODNOCENÍ	49
5.2. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ [9]	49
6. ZÁVĚR.....	50
POUŽITÁ LITERATURA	51
SEZNAM OBRÁZKŮ	52
PŘÍLOHY (VÝKRESY SESTAV, VÝKRESY DÍLŮ)	54

1. Východiska a principy inovačního tvůrčího inženýrství

1.1. Definice inovace [1]

Pojem inovace není až tak jednoduchý pojem. V minulosti byla studována v různých oblastech například technologie, politika, sociální systém, ekonomika a jiné.

Rakouský ekonom J. A. Shumpeter na začátku minulého století definoval „ekonomickou inovaci“ takto:

- Jako zavedení nového druhu výrobku nebo existujícího výrobku s novými vlastnostmi
- Jako zavedení nového výrobního procesu (postupu) do výroby
- Jako zavedení nového druhu prodeje
- Jako otevření nového trhu
- Jako použití nových zdrojů surovin nebo nových polotovarů
- Jako vytvoření nové organizace výroby (organizace práce)
- Jako vytvoření nového výrobního nebo obchodního seskupení

Současná odborná literatura definuje inovaci jako kombinaci technologického vynálezu a ekonomického využití.

Evropská komise definuje inovaci takto:

- obnovení a prodloužení sortimentu výrobku a služeb i příslušných trhů
- zavedení nové metody ve výrobě či dodávce zákazníkovi
- zavedení změny v managementu, organizaci práce, pracovních podmínkách nebo kvalifikaci pracovníků

Těchto definic je spousta, které můžete najít v odborných knihách.

Věnujte pozornost úseku neboli inovace je zpravidla výsledkem lidské kreativity, využívající podnikatelské charakteristiky. Jinými slovy inovace musí zákazníkovi nabídnout vyšší hodnotu.

1.2. Metodika konstruování – historie, vývoj [2], [8]

Metody návrhu strojů začaly být předmětem zkoumání již ve 30. letech minulého století, především v Německu, jako ve vyspělé průmyslové zemi, s vysokou úrovní strojírenství. Vědecky se touto problematikou zabývaly katedry vysokých technických škol, na které přicházely významné osobnosti z vedoucích míst konstrukcí a vývoje velkých strojírenských podniků. Postupně byly formovány příslušné teoretické základy této vědecké netechnologické disciplíny označované jako metodika konstruování (dále MK). S ohledem na Inženýrské činnosti a konstruování konkrétní historické, hospodářské a politické i kulturní podmínky procházel vývoj MK různě intenzivními fázemi vývoje a snahami o její využití. Mnoha autory z různých

států a odvětví průmyslu byly navrhovány nové a rozvíjeny již známé metody pro racionalizaci konstrukčních prací.

Je třeba konstatovat, že vývoj této disciplíny byl zhruba kopírován i jejím využitím na VŠ pro výuku studentů na strojních fakultách. V důsledku dlouhodobě jen pomalého vývoje strojírenství zejména v 1. polovině minulého století, byla výuka jednotlivých oborů založena na popisu a vysvětlování stávajících typů strojů a opakování jejich konstrukcí, či jejich dílčím zlepšováním. Omezená konkurence a trh dodavatele (převaha poptávky nad nabídkou) nepodněcovaly ani rychlejší vývoj metodiky konstruování.

Zejména po 2. světové válce přispěla celá řada autorů dílčími návrhy a jejich rozvíjením k prosazení určitých zásad a postupů v metodice konstruování, které se intenzivněji začaly uplatňovat v poválečném období, s rychlejším vývojem strojírenství a zlepšováním hospodářské situace a vznikem převahy nabídky nad poptávkou. Posledních 30 let, až k prosazení globalizačních procesů v době poměrně nedávné, se náročnost tvůrčí technické práce výrazně zvyšuje a její efektivnost, racionalizace a uplatnění metodiky konstruování, rozhoduje o úspěšnosti strojírenských firem a celých oborů i odvětví průmyslu.

V Obr. 1 je uveden zjednodušený model postupu konstruování, ze kterého budeme vycházet při posuzování vhodných metod a prostředků pro etapu stanovení úkolu a tvorbu koncepcí.

Přístup návrháře	Pravděpodobnost			Převažující činnosti návrháře	Celkový výsledek činnosti
	Funkce TS	Novost a pokrokovost TS	Realizovatelnost		
Practicistický	< 0, 1 >	< 0, 1 >	1	Intuice, zkušenost, pokus - omyl	Nejistý
Technický	1	< 0, 1 >	1	+ kopírování	Standardní
Inženýrský	1	≤1	1	Intuice, zkušenost, modelování	Pokrokový
Průkopnický	1	1	≤1	+ fantazie, počítačové modelování, metody a prostředky Design Science, TRIZ, ARIZ aj.	Perspektivní

Obr. 1 Dokumentace významu úvodních etap technického života produktu

2. Metody pro tvorbu konceptu výrobku

2.1. Identifikace zákaznických potřeb [1]

Filozofie metod pro identifikaci zákaznických potřeb vychází ze snahy vytvořit vysoce kvalitní informační tunel mezi zákazníky na cílovém trhu a pracovníky podílejícími se na inovaci výrobku. Cílem metod zaměřených na identifikaci zákaznických potřeb je proto zejména:

- Identifikovat skryté a zřejmé potřeby zákazníků
- Zajistit, že nebude opominuta žádná zásadní potřeba
- Umožnit ověřování vazby mezi potřebami a charakteristikami výrobku
- Zaznamenat informace o zákaznických potřebách
- Usnadnit porozumění jednotlivým potřebám zákazníků, manažerů a členy inovačního týmu

Identifikace zákaznických potřeb je dílčím procesem z následujících kroků:

- Sběr dat od zákazníků
- Interpretace dat
- Uspořádání potřeb do skupin
- Určení relativní významnosti jednotlivých potřeb
- Revize výsledků

Pro sběr dat od zákazníků můžeme využít metody moderního marketingového průzkumu:

- Interview
- Moderovaná diskuze
- Pozorování zákazníků

Potřeba zákazníka je to vyjádřená formulářem Obr. 2 a Obr. 3. Je to jednodušší vyjádření zákaznických potřeb a názorů zákazníka čili video záznam, poznámky, fotografie a apod.

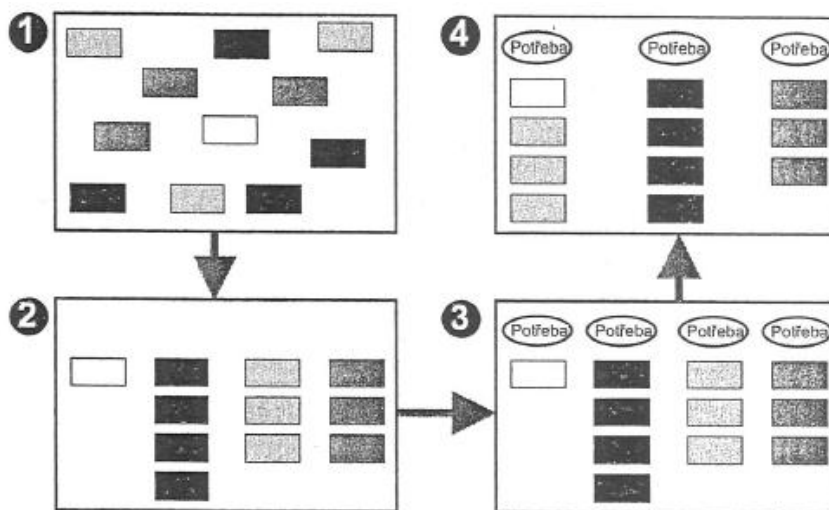
Zákazník: Z. Urbanec U nádraží 345 Malý Jablonec n. J.	Interview provedl	B. Šádek
	Datum	17. 4. 2007
	Současný výrobek	E-Driver 345/C
	Typ uživatele	hobby
1. Otázka	2. Vyjádření zákazníka	3. Interpretace potřeby
Na co současný výrobek používáte?	Občas potřebuji doma něco rychle vyvrtat nebo utáhnout a nechce se mi to provádět manuálně klíčem nebo šroubovákem.	S bateriovým šroubovákem je práce provedena výrazně rychleji než s klasickým šroubovákem.
	Používám ho i venku na zahradě.	Bateriový šroubovák je bezpečný a použitelný i při práci v exteriéru.
	Používá ho i manželka při míchání barev a montáži nábytku.	Bateriový šroubovák je ergonomicky řešen i pro ženy.

Obr. 2 Formulář zákaznických potřeb A

Co se Vám líbí na současném výrobku?	Líbí se mi snadná změna otáček.	Změna otáček je rychlá (jedním pohybem).
	Baterie vydrží i když ho třeba měsíce nepoužívám.	Kapacita baterií umožní použití i po několika měsících nepoužívání šroubováku.
Co se Vám na současném výrobku nelíbí?	Dlouho mi trvá povolení sklíčidla a manželka ho vůbec nepovolí	K povolení sklíčidla stačí síla, kterou mají ženy.
	Špatně se mi vrtá do betonových sloupků.	Šroubovák má i funkci přiklepu.
	Manželka neumí správně nastavit otáčky.	Na tělese šroubováku je pro ženy srozumitelná tabulka s informacemi pro nastavení správných otáček.
Jak by šlo tento výrobek zlepšit?	Bylo by dobré rozšířit sadu o další „nástavce“ pro další práce jako např. míchání, navijení apod.	Ke šroubováku lze mimo vrtáků a standardních nástavců přikoupit i sadu nestandardních nástavců.

Obr. 3 Formulář zákaznických potřeb B

Získání dat od zákazníků a jejich interpretace na potřeby může přinést stovky interpretovaných potřeb. Dalším krokem je jejich uspořádání viz Obr. 4.



Obr. 4 Uspořádání dat od zákazníků

Ohodnocení jednotlivých potřeb zákazníků pomocí škály významnosti:

- Po této vlastnosti výrobku netoužím, nevažoval bych o výrobku s podobnou vlastností
- Tato vlastnost pro mne není významná, ale nevadilo by ji mít
- Bylo by pěkné, aby tuto vlastnost výrobek měl, ale není to nutné
- Tuto vlastnost výrobku bych velmi ocenil, ale mohl bych uvažovat i o výrobku bez této vlastnosti
- Kritická vlastnost – o výrobku bez ní nebudu vůbec uvažovat

2.2. Stanovení cílové výrobní specifikace [1]

Touto metodou je nutné se systematicky zabývat tím jak přesně měřitelným způsobem popsat co musí výrobek mít, obsahovat či umět.

Tomuto se říká výrobní specifikace (*product specification, product requirement, engineering characteristics*), kterou definujeme jako přesný popis toho, co výrobek musí umět resp., co musí poskytovat zákazníkovi. Vždy se skládá z parametrů a jeho hodnoty vyjádřené ve fyzikálních jednotkách. Příklad vezmu-li strunu k sekačce a průměrný čas je 120s. Je vidět, že se ještě nezabýváme tím, jak požadavky zákazníka splníme a zajistíme.

V ideálním případě je lepší definovat výrobní specifikaci na začátku inovačního procesu a dodržovat je v celém zbývajícím čase procesu. Avšak v případě technických výrobků těžko dosažitelné, zabýváme se výrobní specifikací minimálně dvakrát:

- Cílová výrobní specifikace – nepromítla se omezení z reálného světa
- Finální výrobní specifikace – musí být výstupem procesu

Obecný postup cílových výrobních specifikací spočívá ve třech krocích:

1. Vytvoření seznamu fyzikálně měřitelných parametrů výrobků
2. Provedení benchmarkingu konkurenčních výrobků
3. Definování ideálních či kritických hodnot

2.3. Metoda QFD [1],[2]

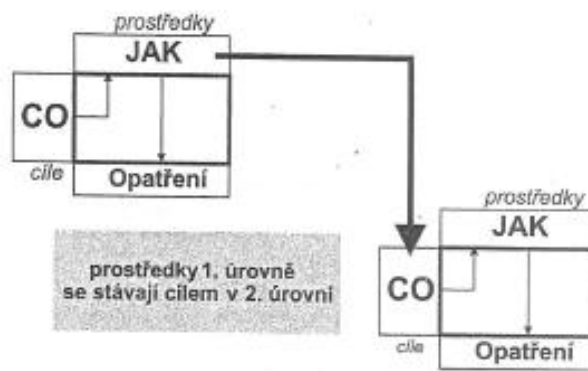
Metoda QFD byla vyvinuta v 70. letech v Japonsku ve Firmě Mitsubishi Heavy Industries Ltd.

Tato metoda už zahrnuje zákaznické potřeby ve fázi návrhu a plánování. Zaměřuje se na důkladnou analýzu zákaznických potřeb, které samozřejmě jdou i přes všechny fáze a to z výroby až k servisu. Je to i nákladově orientována preventivní metoda, která minimalizuje počáteční náklady na nejakost a zpoždění dodávek. Svým způsobem je to i marketingový nástroj, který se zabývá spíše rozvojem než řešením problémů. Uplatňuje se tam, kde se nacházejí nejdůležitější kvalitativní charakteristiky a či znaky, které musí být vylepšeny a poskytuje mechanismus pro úkolování v jednotlivých oblastech, které by mohlo vést ke zvýšení konkurence schopnosti a zvýšit podíl na trhu. Lze ji také popsat jako metodu, která konvertuje „zákaznické požadavky“ v opatření a aktivity, které mohou být dále rozpracovány napříč celou organizační strukturou.

Metoda QFD vychází z japonského managementu a je tedy řízena tím co chce zákazník a ne technologie. Nejprve musíme určit kdo je zákazník a co chce. Tyto znalosti teprve řídí nové technologie, inovace, zlepšování nových výrobků či služeb. Hlavní výhodou této metody je:

- Identifikace a zvýraznění zákaznických potřeb
- Jistota, že zákaznickovy potřeby nejsou při vývoji dezinterpretovány
- Minimalizace potřeby následných změn
- Zajištění standartního postupu při vývoji výrobku

Metoda QFD využívá tak zvaných korelačních matic Obr. 5, pomocí nich je možné kaskádovým způsobem rozpoznat zákaznickovy potřeby na technické charakteristiky výrobku, charakteristiky součástí až po parametry výrobního procesu. Obr. 6



Obr. 5 Korelační matice



Obr. 6 Kaskádové rozpoznání zákaznických potřeb metodou QFD

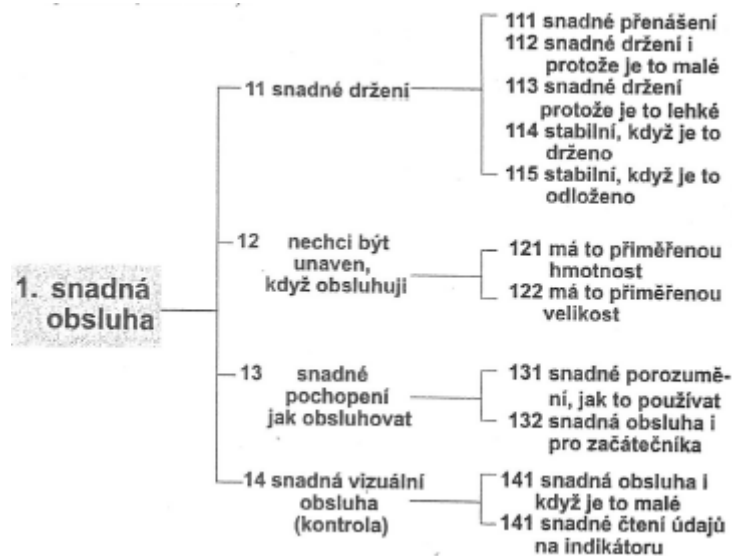
U této matice je vidět, že na svislé ose je co chceme dosáhnout a na vodorovné ose jak toho dosáhnout. V průsečíku obou položek se potom v korelační matici uvádí síla statistické závislosti (korelace) položek uvedených ve svislé ose na položkách uvedených v ose vodorovné.

Průběh metody lze nejčastěji rozdělit do 5 fází, které těsně korespondují s postupem projektu.

1. Příprava
2. Plánování
3. Návrh konstrukčního řešení
4. Návrh procesu a jeho parametrů
5. Návrh instrukcí a kontrolních plánů

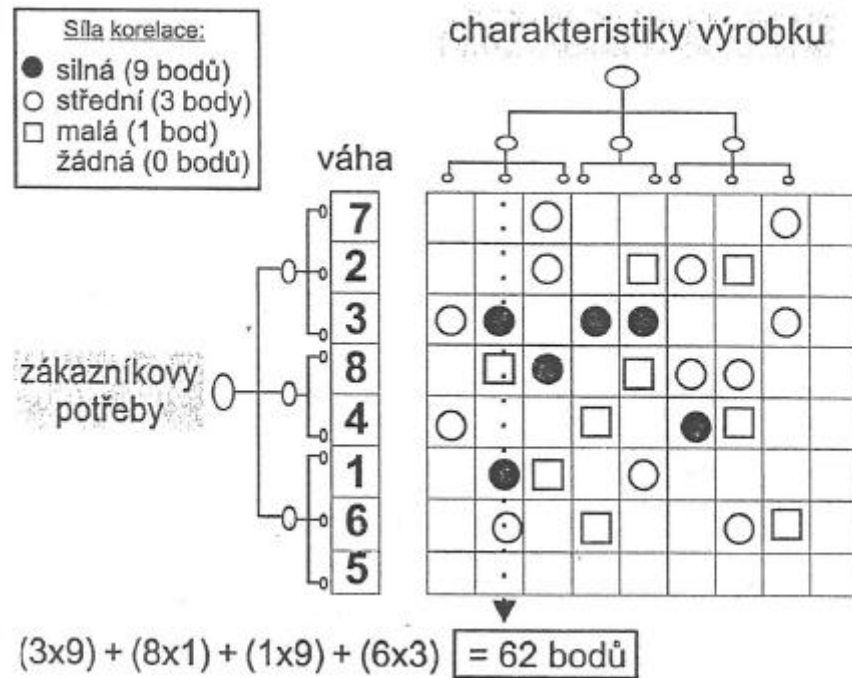
Jednoduché úkoly vyžadují pouze jednu nebo dvě matice, komplexnější projekty vyžadují úplné rozvinutí metody QFD. Sestrojení úvodní matice pro transformaci zákaznických potřeb na charakteristiky výrobku je označována jako „dům jakosti“ (House of Quality) lze provést v osmi krocích.

1. **Krok** slouží k přesnému určení požadavků na výrobek. Musíme rozvést do dalších úrovní, abychom získali rozvinutý seznam viz Obr. 7



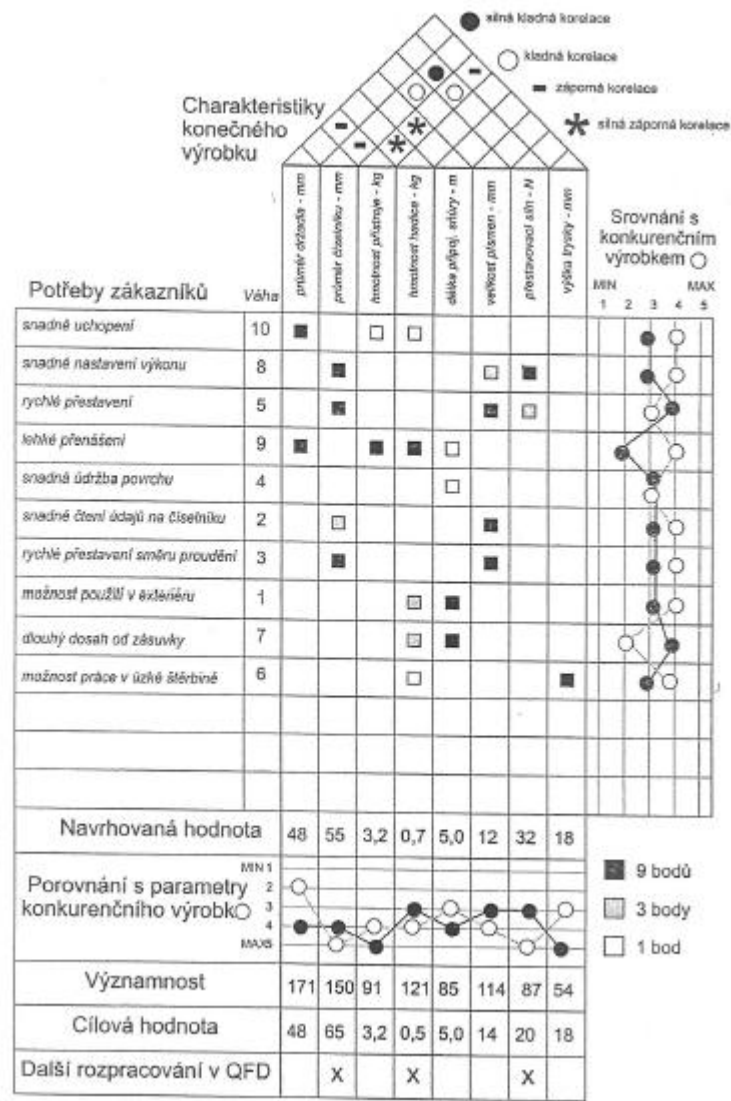
Obr. 7 Rozpoznání zákaznických potřeb ve třech úrovních

2. **Krok** je vypracování seznamu charakteristik konečného výrobku, které musí být zajištěny pro splnění zákaznických potřeb. Tyto charakteristiky musí mít vazbu na zákaznickovy potřeby a musí být vyjádřeny v měřitelných veličinách.
3. **Kroku** hodnotíme vzájemné korelace mezi potřebami a charakteristikami pomocí grafických symbolů a stupnic viz Obr. 8



Obr. 8 Korelace mezi potřebami a charakteristikami výrobku

4. **Krok** ohodnocení současných výrobků ve vztahu k výrobkům konkurenčním. Ohodnocení ukazuje, jak je výrobek ohodnocen zákazníky a zdůrazňuje potřeby, co musí být zlepšeno při inovaci.
5. **Kroku** se provádí obdobné hodnocení jednotlivých charakteristik finálního výrobku pomocí technického rozboru a testování vlastních i konkurenčních výrobků.
6. **Kroku** budování domu jakosti, se staví „střecha“, kterou je označována trojúhelníková korelační matice, která popisuje korelace mezi dílčími technickými charakteristikami výrobku.
7. **Krok** stanovení cílových specifikací, při kterých jsme vzali do úvahy všechny informace obsažené v „domě jakosti“. Při jejich vyjádření využíváme stejné fyzikální jednotky jako v případě navrhovaných hodnot.
8. **Kroku** probíhá výběr charakteristik, které musí být rozpoznány v dalších maticích. Vycházíme z první matice.



Obr. 9 Dům jakosti (první korelační matice)

2.4. Kreativní generování konceptu výrobku [1]

Koncept je přibližný popis technologie, tvarů a funkčních principů inovovaného výrobku. Popisuje nám, jak výrobek uspokojí potřeby a požadavky zákazníků. Zpravidla forma skici nebo hrubý návrh 3D se stručným popisem.

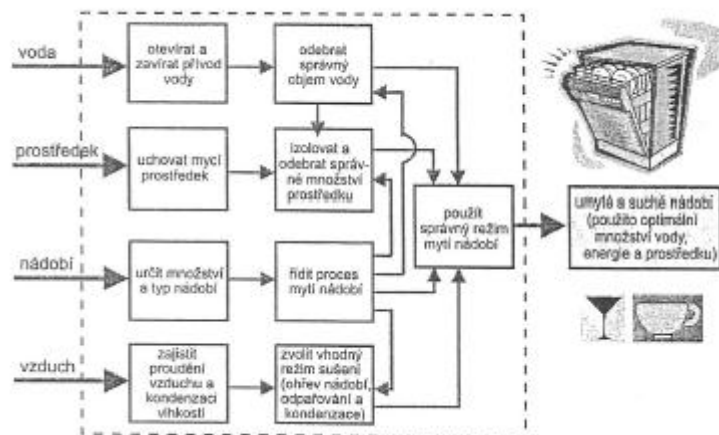
Jde o to zvládnout proces generování konceptu výrobku a dát jistotu, že je celý prostor alternativ a řešení dostatečně prověřen. Celý proces je rozdělen do následujících dílčích problémů:

- Dekompozice problému
- Kreativní řešení dílčích problémů
- Průzkum již známých řešení
- Syntéza dílčích řešení

V současné době jsou problémy příliš komplexní na to, aby se řešily jako dílčí velký problém. Je to tedy vhodné rozdělit na menší dílčí problémy. Jeden z příkladů je myčka. Musí se řešit jako specifický konstrukční problémy. Například mechanického řešení košů, konstrukce otáčivých odstříkovacích ramen, řešení rozvodu vody nebo mechanika a řízení dávkovače mycích prostředků.

Někdy takových dekompozic není možné využití. Například, řešení výrobku skládajícího se pouze u jedné nebo několika součástí (např. kolíček na prádlo).

Pro zobrazení se formálně provádí dekompozice např. pomocí tzv. funkčního diagramu viz Obr. 10.



Obr. 10 Funkční diagram inteligentní myčky na nádobí

Po dokončení dekompozice se začne inovační tým zabývat zásadními problémy pro myšlenou inovaci.

Další krok je logické hledání již známých řešení dílčích problémů, jsou levnější a rychlejší než kreativní řešení problémů. Tam, kde nevíme, jestli existuje řešení, tak tato metoda šetří kreativní energií inovačního týmu.

Hledání již známých řešení je založeno na vyhledávání informací z různých zdrojů.

- Interview se zkušenými zákazníky a uživateli
- Hledání po Internetu
- Diskuze pomocí koncernovaného Intranetu
- Konzultace řešení s experty v dané oblasti (univerzity, firmy)
- Patentový průzkum
- Studium odborné literatury
- Reverzní inženýrství
- Benchmarking konkurenčních výrobků
- Analýza příbuzných výrobků

Následující tzv. „desatero“ je pomůcka jak řešit efektivně a kreativně inovační problémy. Většinou se vychází z vlastních zkušeností a znalostí.

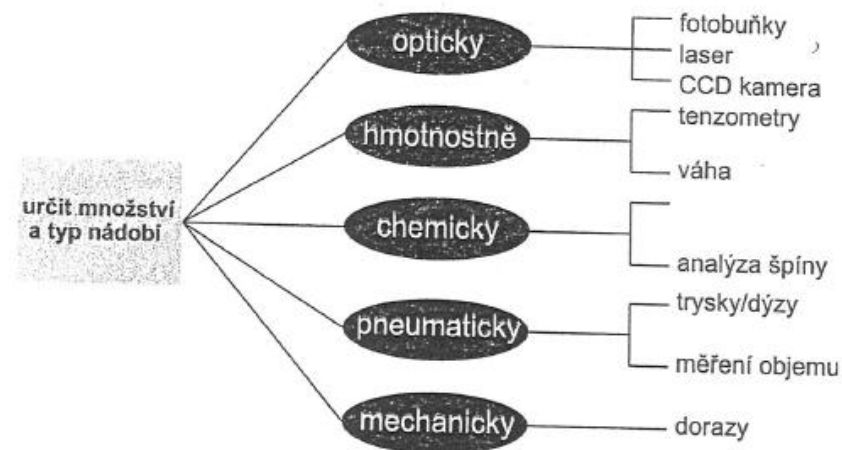
- Nejdříve divergujte (hledejte více řešení problémů)
- Zpozd'ujte posuzování návrhů (konvergence)
- Dbejte na kvantitu návrhu
- Podporujte vznik námětů, které se zdají být absurdní
- Kreslete a skicujte jak je to jenom možné
- Využívejte celé spektrum metod podporujících kreativitu
- Střídejte práci v týmu s individuální prací
- Studujte příbuzné problémy v jiném odvětví či v přírodě
- Využívejte metody průmyslové moderace
- Využívejte pomůcky a fyzikální modely

Při kreativním řešení problémů se využívá individuální a týmové formy práce. Současné studie a výzkumy ukazují, že členové inovačních týmů, by měli nějaký čas strávit ve fázi generování konceptu a při plánování samostatné práce diskutovat o zlepšení jednotlivých návrhů resp. hledat kompromisy.

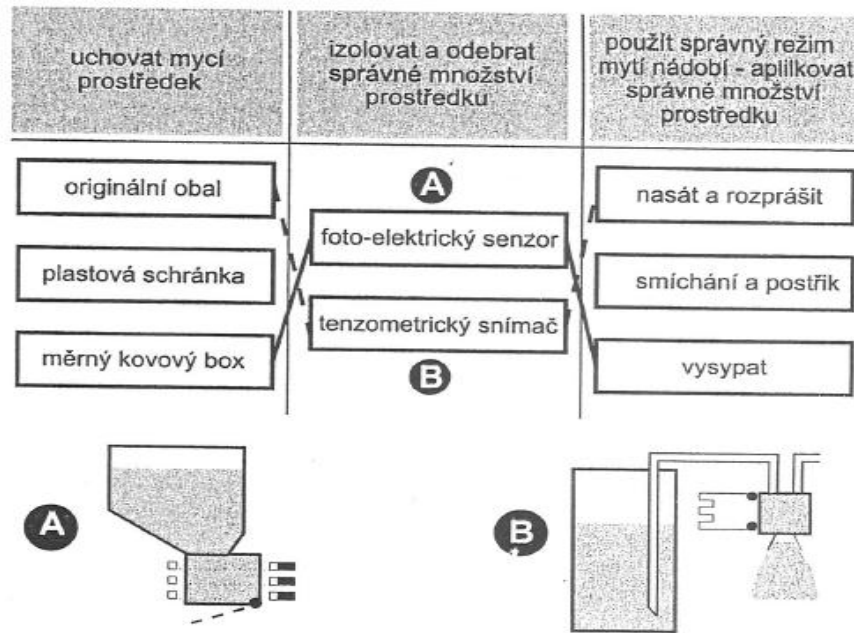
Pro řešení kreativních problémů se používají následující typy metod:

- Metody typu SCAMPER
- Metody vycházející z principu brainstormingu
- Metody vycházející z principu brainwritingu
- Metody orientované na vytváření analogií
- Morfologické analýzy
- Metody zaměřené na prezentace galerií možných řešení
- Metody využívající stimulační postupy
- Metoda TRIZ
- Metoda SAPB
- Metody založené na laterálním myšlení

Při syntéze již známých řešení a kreativních řešení kritických problémů musí inovační tým posoudit na desítky dílčích problémů, což vede k mnoha kombinacím, z nichž mají pouze některé velký potenciál finálního výrobku. Zbylé jsou buď nulové, nebo s malým potenciálem. Pro snadnější syntézu dílčích řešení do formy komplexního konceptu inovovaného výrobku můžeme například využít následující dvě metody: Klasifikační diagram dílčích řešení viz Obr. 11 a kombinační tabulku dílčích řešení viz Obr. 12.



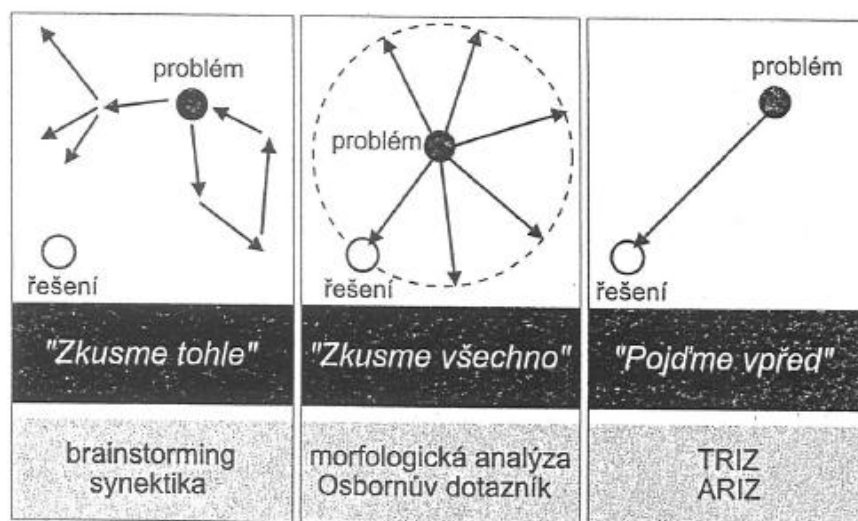
Obr. 11 Klasifikační diagram parciálních řešení



Obr. 12 Kombinační tabulka parciálních řešení

2.5. Metoda TRIZ [1], [3]

Pod zkratkou TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) se skrývá metodologie a soubor nástrojů pro generování inovačních myšlenek a řešení. TRIZ poskytuje nástroje a metody pro formulaci problémů, systémové analýzy, analýzu nedostatků a selhání i vývojové metody technických systémů. TRIZ je založen na náhodném generování myšlenek, využívá určitých algoritmů pro „vynález“ nového systému a zlepšení systémů současných viz Obr. 13.



Obr. 13 Porovnání různých kreativních metod

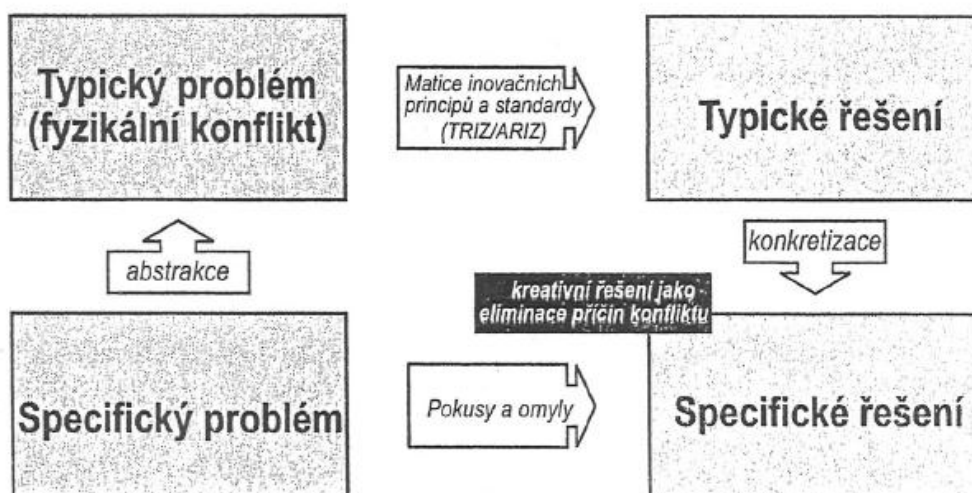
Termín „teorie“ v názvu si tato metoda zaslouží. Byla odvozena ze zákonitostí o vynalézání při studiu desetitisíců patentových spisů s cílem najít, co je v nich společného. Z toho pak byla odvozená obecná použitelná teorie.

Cílem metody, kterou vyvinul G. S. Altshuller, je dosáhnout ideálního výsledku odstraněním psychologické setrvačnosti a maximálním využitím všech systémových zdrojů. Autor na ní pracoval od roku 1946 až do konce svého života 1998 a neustále ji zlepšoval. Základní cíl bylo odhalit zákony platné při rozvíjení technických systémů a využít je k vynalézání. TRIZ má v současnosti dva zásadní efekty řešení inženýrských inovačních úloh:

- Zvyšuje kreativitu lidí a překonává bariéry psychologické setrvačnosti
- Dává nám možnost předvídat vývoj budoucí generace výrobků, systémů a metod

Metoda TRIZ vychází ze dvou zásad:

- Technické systémy se rozvíjí vždy překonáváním technického nebo fyzikálního konfliktu či rozporu (contradiction)
- Vznik a rozvoj technických systémů probíhá ve shodě s objektivními trendy rozvoje techniky



Obr. 14 Obecný princip metody TRIZ

Metoda TRIZ poskytuje odpověď na všechny tři základní otázky vynalézání CO? PROČ? JAK?. Metoda TRIZ má na to zobecněný postup:

1. Identifikuje problém (prostředí, funkce, efekty, ideální výsledek)
2. Pomocí tzv. standartních vlastností viz Obr. 15 popíše tzv. zlepšující standartní vlastnost (improving feature) – tj. řešení daného problému
3. Pomocí další standartní vlastnosti viz Obr. 15 popíše tzv. zhoršující standartní vlastnost (worsening feature), která je důsledkem využití zvoleného řešení daného problému
4. Definuje tzv. standartní fyzikální konflikt resp. Rozpor (contradiction) mezi vlastnostmi, která zlepšuje systém (tzv. navrhované řešení), a vlastností, která ho zhoršuje (pozn.: fyzikální konflikt vyvstane tehdy, jestliže jeden parametr nemůže být zlepšený bez toho, že způsobí zhoršení parametru druhého)
5. Prozkoumejte matici (databázi) již známých řešení, které jsou schopné překonat specifikovaný fyzikální rozpor – tj. vyberte některé z tak zvaně 40 inovačních principů (inventive principles) metody TRIZ vhodných pro řešení daného konfliktu vlastností viz Obr. 16
6. Prozkoumejte (negativní) efekty způsobené řešením z matice
7. Specifikujte a upřesněte řešení daného problému, které uspokojivě splní požadavky a potřebné funkce

	Standartní vlastnost – TRIZ	Inovační princip - TRIZ
1	hmotnost (pohybující se předmět)	segmentace
2	hmotnost (nepohybující se předmět)	odebírání
3	rozměr (pohybující se předmět)	lokální kvalita
4	rozměr (nepohybující se předmět)	asymetrie
5	rozsah (pohybující se předmět)	slučování
6	rozsah (nepohybující se předmět)	univerzálnost
7	objem (pohybující se předmět)	vkládání
8	objem (pohybující se předmět)	anti-gravitace
9	Rychlost	předběžná anti-aktivita
10	Síla	předběžná aktivita
11	tlak – tah	tlumení předem
12	Tvar	ekvivalentnost
13	Stabilita	obrácený postup
14	Pevnost	kulovitost (zaoblení)
15	trvanlivost (pohybující se předmět)	dynamika
16	trvanlivost (nepohybující se předmět)	neúplné nebo přehnané řešení
17	Teplota	další rozměr
18	Jas	mechanické vibrace
19	energie (pohybující se předmět)	periodické akce
20	energie (nepohybující se předmět)	nepřetržitost užitečné akce
21	Výkon	přeskočení
22	vyplývaná energie	"udělat z citronu limonádu"
23	vyplývaná hmota	zpětná vazba
24	ztráta informace	prostředník
25	proplývaný čas	samoobsluha
26	množství materiálů	kopírování
27	Spolehlivost	levnější krátkodobý objekt
28	přesnost měření	záměna mechanismů
29	přesnost výroby	pneumatika a hydraulika
30	škodlivý efekt	flexibilní obaly a tenké filmy
31	vedlejší škodlivý efekt	porézní materiál
32	Vyrobitelnost	změna barvy
33	snadnost použití	homogenita
34	snadnost opravy	znehodnocení a obnovení
35	Přízpusobivost	změna parametrů
36	systémová komplexita	změna fází
37	komplexita řízení a ovládání	teplotní expanze
38	stupeň automatizace	silné oxidace
39	Produktivita	inertní atmosféra
40		kompozitní materiály

Obr. 15 Standartní technické vlastnosti a inovační principy (TRIZ)

zlepšující vlastnost \ zhoršující vlastnost		hmotnost (pohybující se předmět)		hmotnost (nepohybující se předmět)		rozměr (pohybující se předmět)		rozměr (nepohybující se předmět)		rozsah (pohybující se předmět)		rozsah (nepohybující se předmět)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	hmotnost (pohybující se předmět)		-	15 8 29 34	-	29 29 15 2	-	-	-	-	-	-	-
2	hmotnost (nepohybující se předmět)	-		-	10 40 28 35	-	35 30 13 2	-	-	-	-	-	-
3	rozměr (pohybující se předmět)	8 15 29 34	-		-	15 17 4	-	-	-	-	-	-	-
4	rozměr (nepohybující se předmět)	-	35 28 40 29	-		-	17 7 10 40	-	-	-	-	-	-
5	rozsah (pohybující se předmět)	2 17 29 4	-	14 15 18 4	-		-	-	-	-	-	-	-
6	rozsah (nepohybující se předmět)	-	30 2 14 18	-	36 7 9 39	-		-	-	-	-	-	-

inovační principy pro řešení konfliktů

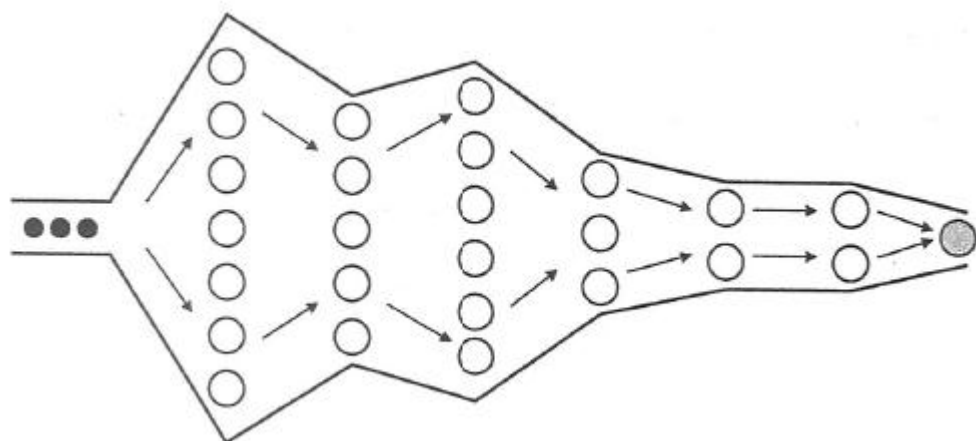
35	28
40	29

- ③⑤ - změna parametrů
- ②⑧ - změna mechanismů
- ④⑩ - kompozitní materiály
- ②⑨ - pneumatika a hydraulika

Obr. 16 Využití matice řešení standartních fyzikálních konfliktů

2.6. Zhodnocení a výběr konceptu [1]

Výběr konečného konceptu. Je to iterativní proces inovačního výrobku. Tento proces se zabývá zhodnocením vygenerovaných dílčích konceptů, porovnáním jednotlivých konceptů a výběrem jednoho nebo několika konceptů pro další vývoj, zlepšení a testování viz Obr. 17.



Obr. 17 Iterativní proces při výběru konceptu (tzv. Inovační trychtýř)

Je zde celá řada metod s různou úrovní objektivitu a subjektivitu:

- Intuitivní výběr - výběr na základě pocitů (zda je lepší než...)
- Externí posouzení konceptu – koncept je rozebírán se zákazníky a s jinými experty
- Výběr osobní preferencí – každý člen volí svého „šampiona“
- Volba – každý člen volí několik navržených konceptů, vyhrává s největším počtem hlasů
- Analýza silných a slabých stránek
- Testování prototypů
- Rozhodovací matice – ocenění každého konceptu na základě předem stanovených kritérií, které mohou mít různé váhy

Kritérium	Koncepty							
	FR	GR	TO	EF	JB	LA	MD	TM
ovladatelnost	0	0	0	-	+	-	0	0
nastavování	0	+	0	-	+	0	0	0
přesnost	+	-	0	-	+	0	+	-
hmotnost	-	+	0	0	0	0	+	-
trvanlivost	+	-	-	-	0	-	+	-
mobilita	-	+	0	0	0	+	+	0
součet (+)	2	3	0	0	3	1	4	0
součet (0)	2	1	5	2	3	3	2	3
součet (-)	2	2	1	4	0	2	0	3
skóre	0	+1	-1	-4	+3	-1	+4	-3
pořadí	4.	3.	5. - 6.	8.	2.	5. - 6.	1.	7.
další postup	komb. s GR	komb. s FR	ne	ne	ano	ne	ano	ne

Obr. 18 Rozhodovací tabulka pro hrubé roztřídění konceptů

Kritérium	váha	Koncepty					
		GFR		JB		MD	
		hodnota	vážená hodnota	hodnota	vážená hodnota	hodnota	vážená hodnota
ovladatelnost	30%	2	0,60	4	1,20	3	0,90
nastavování	20%	2	0,40	3	0,60	2	0,40
přesnost	20%	2	0,40	3	0,60	4	0,80
hmotnost	10%	2	0,20	5	0,50	3	0,30
trvanlivost	10%	4	0,40	2	0,20	3	0,30
mobilita	10%	1	0,10	4	0,40	2	0,20
Součet		2,10		3,50		2,90	
Pořadí		3.		1.		2.	
Další postup		ne		ověřit na trhu		ověřit na trhu	

Obr. 19 Rozhodovací tabulka pro detailní hodnocení konceptů

Pomocí těchto uvedených explicitních a strukturovaných metod umožní inovačnímu týmu výběr konceptu toto:

- Dosáhnout konkurenceschopného řešení
- Umožnit snadnější koordinaci inovačního procesu
- Zkrátit čas pro uvedení výrobku na trh
- Zefektivnit práci týmu
- Zajistit dokumentaci o rozhodovacím procesu

2.7. Ověřování zvoleného konceptu [1]

Ověřovat lze jeden i více konceptů, které byly vygenerovány a vybrány dosud popsány metodami. Jde o to, že při ověřování se získávají informace o tom, jak je inovovaný výrobek přijat zákazníky na cílovém trhu.

Problém tohoto ověřování je forma popisu a vysvětlení konceptu zákazníkům. Řešením tohoto bodu lze využívat těchto metod:

- Verbální popis
- Komerční obrázek
- Technická skica
- Dokumentace 3D
- Fotomontáž
- Foto-story
- Video
- Grafická simulace
- Model
- Interaktivní či multimediální program
- Funkční prototyp

Pro oslovení zvoleného počtu zákazníků lze využít veškerý informační sortiment. Od osobního interview až po internet.

Pro získání výsledků z průzkumu na cílovém trhu je nutno tyto výsledky správně interpretovat.

2.8. Stanovení finálních specifikací [1],[2]

V této fázi vytváření konceptu jsou zpřesněny původní cílové specifikace. Většinou se jedná o komplikovaný proces a není možno technicky jednoduché měnit charakteristiku výrobku, bez toho, a niž bychom ovlivnili nějakou jinou (příklad: pevnost-rozměr). Řešení je volba správných kompromisů přímo v inovačním týmu, využít lze:

- Metodu TRIZ
- Metodu QFD
- Technické modelování
- Nákladový model
- Metodu DOE (Design of Experiments)
- Kusovníky s jednotkovými náklady
- Benchmarking
- Mapu konkurenčních výrobků
- Systémové inženýrství

Příklad, máme zde tabulku vybraných konečných specifikací viz Obr. 20.

Č.	Charakteristika	Veličina	Hodnota
1	výška horního koše	mm	
2	výška spodního koše	mm	
3	průměr ostřikovacích ramen	mm	
4	hlučnost - mytí	dB	
5	hlučnost - sušení	dB	
6	spotřeba energie – ohřev	W	
7	spotřeba energie - mytí	W	
8	spotřeba energie - sušení	W	
9	tloušťka stěny korpusu	mm	
10	tloušťka stěny dvířek	mm	
11	celková hmotnost	kg	
12	životnost	cykly	
13	rychlost sušení	min	
14	objem nádoby na prášek	cm ³	
15	zavírací síla	N	
16	drsnost vnitřního povrchu	mm	

Obr. 20 Přehled vybraných konečných specifikací

3. Shrnutí teoretických poznatků, výběr vhodné metody a výběr strojního zařízení pro aplikaci vybrané metody

3.1. Shrnutí teoretických poznatků

Přínosem teoretických poznatků bylo provedení rešerše základních nástrojů používaných pro konstrukční návrhy. Základní teoretické poznatky uvedené v předešlých kapitolách lze shrnout do několika praktických pravidel:

- schopnost komunikovat se zákazníky
- pracovat se zadanými informacemi
- vytvářet inovační návrhy ať v týmu nebo individuální tvorbě
- rozhodování mezi vytvořenými návrhy, které by byly pro zákazníka vyhovující
- realizace do výrobního provozu.

3.2. Výběr vhodné metody

V praktické části bude využita metoda TRIZ. Tuto metodu jsem si vybral, protože byla vyvíjena po dlouho dobu. V této metodě se pracuje se standardními vlastnostmi a inovačními principy viz Obr. 15. Nejvíce mě zajímalo, jak tyto vlastnosti a principy, jsou využívány v matici průzkumu viz Obr. 16. Musí se rozhodnout, které vlastnosti se zlepší a zhorší. Pomocí základních inovačních principů se vytvoří matice inovací jednotlivých parametrů. Podle, které mohu sestavit různé varianty inovací.

3.3. Výběr strojního zařízení pro aplikaci vybrané metody

Ve své praktické části jsem si vybral automatický přepravník balíků pro kulatý typ. Výběr přepravníku proběhl na základě zkušeností s malopodnikateli Tomáš Rayser, Jaroslav Denk.

Pro zjednodušené přemodelování přepravníku byl použit CAD system NX 8.0. Následné výpočty byl taktéž použit NX 8.0 Nastran pro statické zatížení.

Pro tvůrčí postup realizaci tohoto produktu jsem využil metodu TRIZ. Postup byl na základě teorie viz. kapitola 2.5 na straně 15.

4. Praktická část

4.1. Inovace automatického nakládacího přepravníků balíků

4.1.1. Úvod

Automatický nakládací přepravník balíků je jedna z věcí jak ušetřit zemědělcům čas, pracovní sílu a zvýšení efektivity. Tyto automatické nakládací přepravníky mohou přepravovat lisované balíky sena, slámy a senáže. Je spousta druhů automatických nakládacích přepravníků, které vyrábějí firmy například: SMS Rokycany s.r.o., Vodosystém s.r.o..

Firma Vodosystém s.r.o. vyrábí spíše automatické nakládací přepravníky na hranaté balíky. Jsou lepší na uskladnění, šetří prostor, jen je horší manipulace viz Obr. 21. Firma SMS Rokycany vyrábí automatické nakládací přepravníky typu kulatých balíků (i hranatých) viz Obr. 22 Obr. 21.



Obr. 21 Svážeč firmy SMS Rokycany s.r.o.



Obr. 22 Svážeč firmy Vodosystém s.r.o.

4.2. Identifikace problému

Problém, který zde byl řešen, byl konzultován s malopodnikateli Tomáš Rayser, Jaroslav Denk.

U automatického nakládacího přepravníku byl řešen posuv beranu. U originálního přepravníku byl řešen posuv beranu viz Obr. 23, který byl připevněn k řetězovému převodu a poháněn dvousměrným motorem viz Obr. 24. Jde o to co nejlépe urychlit posuv jedné řady balíků a pak následné sundání všech balíků tudíž 15 kusů.



Obr. 23 Beran s řetězovým převodem



Obr. 24 Pohon řetězového převodu

Další identifikovaný problém byl se zadržením balíků, neboli zádržný systém na přepadávání balíků na horní části beranu. Problém se upřesňuje na horní balík. Tento balík má tendenci padat dvěma způsoby. Někdy, když stojí přepravník na svahu, má balík tendenci padat přes vyvýšené zábradlí. Druhý způsob je při rozjezdu. Pracovník si musí dávat pozor, aby se rozjížděl hodně opatrně a pomalu. Horní balík má tendenci padat na přepravník viz Obr. 25.



Obr. 25 Horní část beranu bez zádržného systému

4.3. Zlepšující a zhoršující parametry

Pro zadržení horního balíku u horní části beranu jsou tyto parametry:

- zlepšující parametry - Přidání mechanismu (pístový)
Ušetřené ztráty času
Stabilita
- zhoršující parametry - Snížení zdvihu beranu

Pro posun jedné řady balíků u spodní části beranu jsou tyto parametry:

- zlepšující parametry - Přidáním mechanismu (pístový, řetězový)
Zmenšení zdvihu beranu
Ušetřená ztráta času
- zhoršující parametry - Neefektivní
Větší pevnost a síla pro 15 kusů balíků

Posuv beranu a balíků:

- zlepšující parametry - Proplýtvaný čas
Trvanlivost
- zhoršující parametry - Pevnost

Hydraulická ruka mohou být dva typy:

- vidlicová - zlepšující - Jednoduché nabírání balíků
Použité dva písty
Pouze jedna vidlice je pohyblivá
Menší tlaky
Spolehlivé
- zhoršující - Přesné najetí na balík
 Ztráta času
 Větší pevnost
- kleštinová - zlepšující - Rychlejší nabírání balíků
 Menší objem
- zhoršující - Stabilita
 Větší síla v kleštinách
 Větší pevnost kleštin

4.4. Definování fyzikálních konfliktů

První konflikt, který zde může nastat, je přidáním pístového mechanismu. Musíme vyřešit objem a rozměr přidaného pístového mechanismu. Může také nastat to, že se musí vyřešit zdvih celého beranu. Při vylepšení posuvu beranu ušetřím ztrátový čas, lepší efektivnost, sníží se trvanlivost. Konflikt zde nastane přidáním dalšího pístového mechanismu a přibude další hydraulická hadice ne-li více.

4.5. Průzkum matice

Moje vynálezcká matice rozporů se skládá, z 12 parametrů viz Obr. 26, které byly zvolené po konzultaci s malopodnikateli. V každé buňce matice jsou uvedeny vynálezcké principy, které byly v patentech nejčastěji použity k vyřešení rozporu. Některé z principů se vztahují k vývojovým trendům technologií a systémů. Vynálezcké principy nebyly zvolené, ale použité z kapitola 2.5 na straně 18 Obr. 15.

		zhoršující vlastnost											
		přidání mechanismu	ušetření ztráty času	stabilita	zdvihu beranu	efektivnost	pevnost	trvanlivost	nabírání balíků	pohyblivost	spolehlivost	objem	síla, tlaky
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		1	přidání mechanismu			29	35	20		35		29	
2	ušetření ztráty času			6	6	3			35	6			
3	stabilita	29			29		29		35		11		29
4	zdvihu beranu	6	35	35	29	2	29		35	2	5		
5	efektivnost	6	1	12	2	29	3			3	12	12	2
6	pevnost	3	20	20	2	29			35				
7	trvanlivost				29				35	3	35	15	11
8	nabírání balíků			35	35				6	2	12	3	35
9	pohyblivost	35	35		35		35		3	28			5
10	spolehlivost			29					12				6
11	objem	29			2		15		35		35	35	
12	síla, tlaky	6			3	12		12	11		2	28	
				11	5		11			35			
				12	12		3			2	28		
		29							35				29
				12									
		29		11	2		35	28	5			29	
				11	2			29	6				

Obr. 26 Vynálezcká matice rozporů

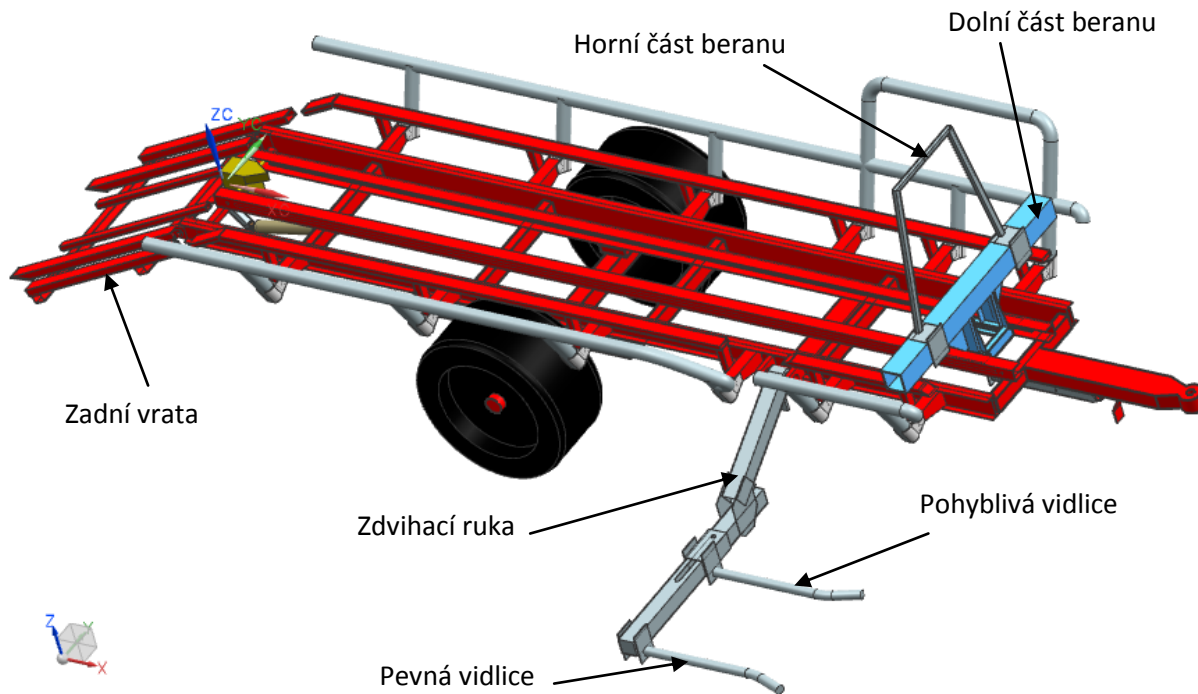
4.6. Průzkum efektů způsobené řešením matice

Podle průzkumu vynálezecké matice, se nám zvýší hmotnost celého přepravníku. Přidáním mechanismu na horní část mechanismu. Přidáním tohoto mechanismu se sníží zdvih beranu na pouhý jeden posun řady balíků. Z důvodu přidáním dalších hadic nebo kabelů, záleží na druhu mechanismu. Zdvih beranu bude muset být vyřešen přidáním mechanismu. Bude ponechán řetězový převod a provedou se změny parametrů a funkce řetězu.

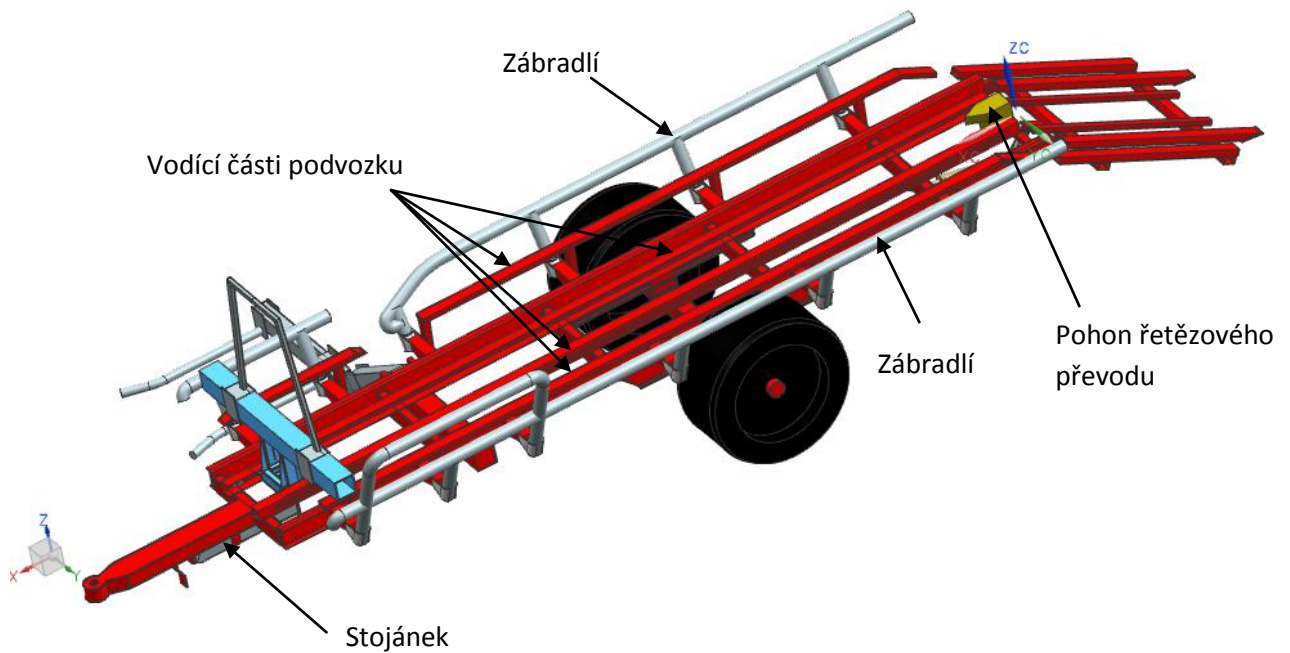
4.7. Specifikace a upřesnění problému

4.7.1. Překreslení přepravníku v 3D CAD systému

V systému NX 8.0 byl automatický přepravník zjednodušeně přemodelován. Jelikož nebyly známy všechny detaily, tak snaha byla zachovat základní rozměry přepravníku. Zachované rozměry byly délka přepravníku, šířka přepravníku, výška přepravníku. Dále byla zachována přibližná struktura celého přepravníku. Tato zjednodušení byla provedena na základě nedostatku času. Pro ilustraci je zde viděn základní model viz. Obr. 27 Základní pohled na 3D CAD model a popis částí – 1 Obr. 27 a Obr. 28.



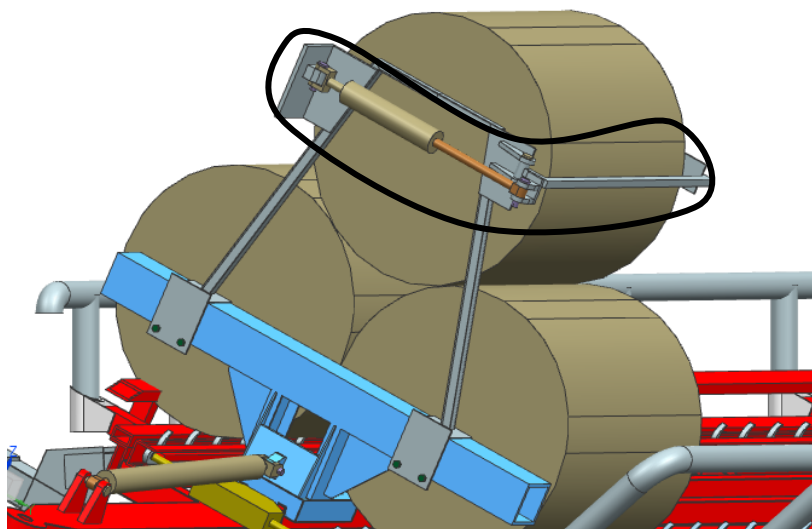
Obr. 27 Základní pohled na 3D CAD model a popis částí – 1



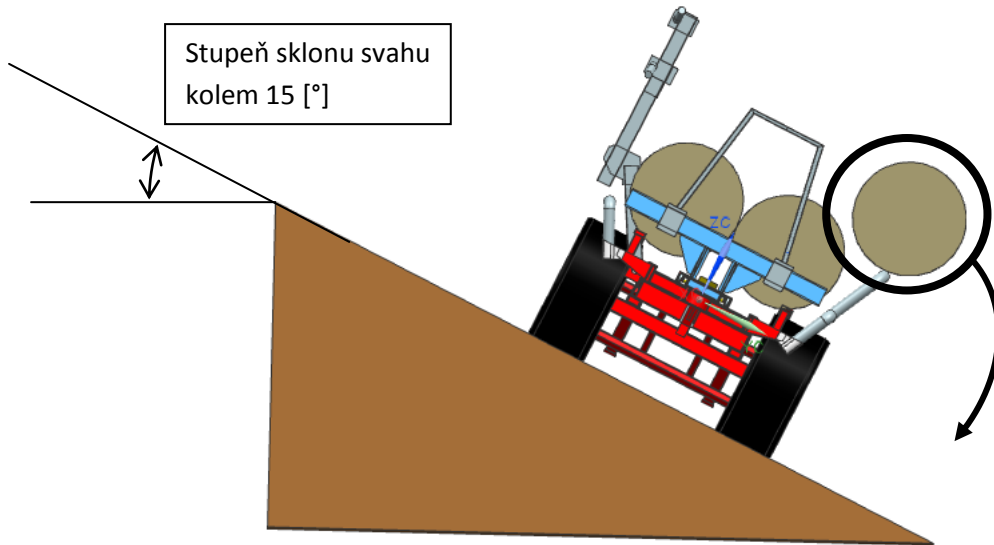
Obr. 28 Základní pohled na 3D CAD model a popis částí - 2

4.7.2. Přidání mechanismu na horní část beranu

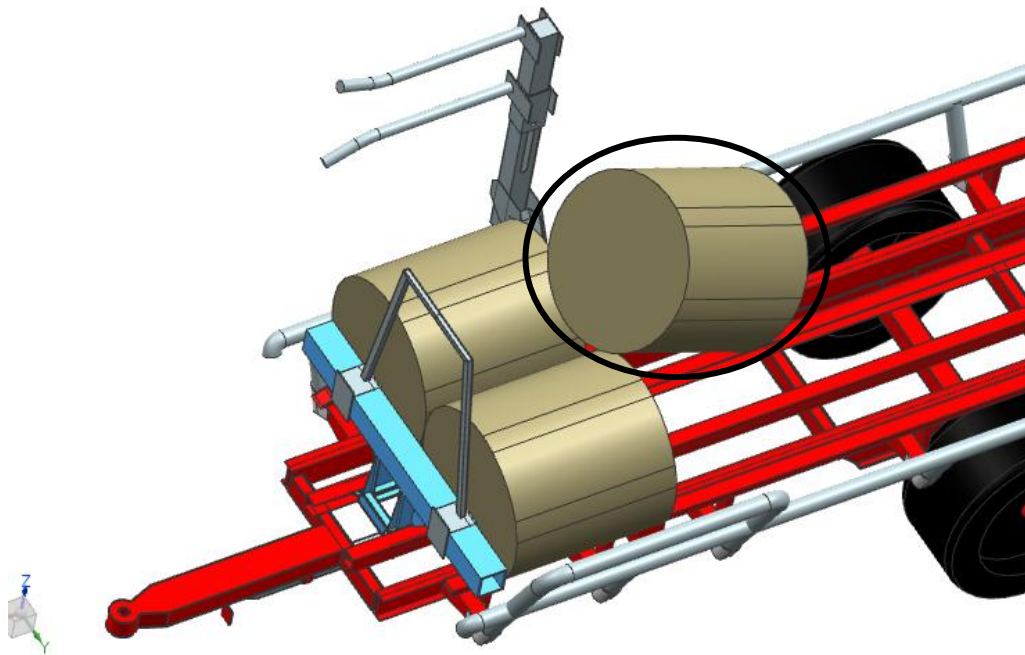
První krok byl přidáním mechanismu na horní část beranu viz Obr. 29. Tento mechanismus má první funkci zamezit padání balíku při nakládání ve statické poloze. Jestliže automatický přepravník stojí na svahu, stává se že, balík přepadne ven z přepravníku. Nastanou tím komplikace, že se musí balík nandat znovu viz. Obr. 30. Druhá funkce přidaného mechanismu je, aby horní balík první řady nespádl z pyramidy při rozjezdu viz Obr. 31.



Obr. 29 Přidán mechanismus na horní část beranu

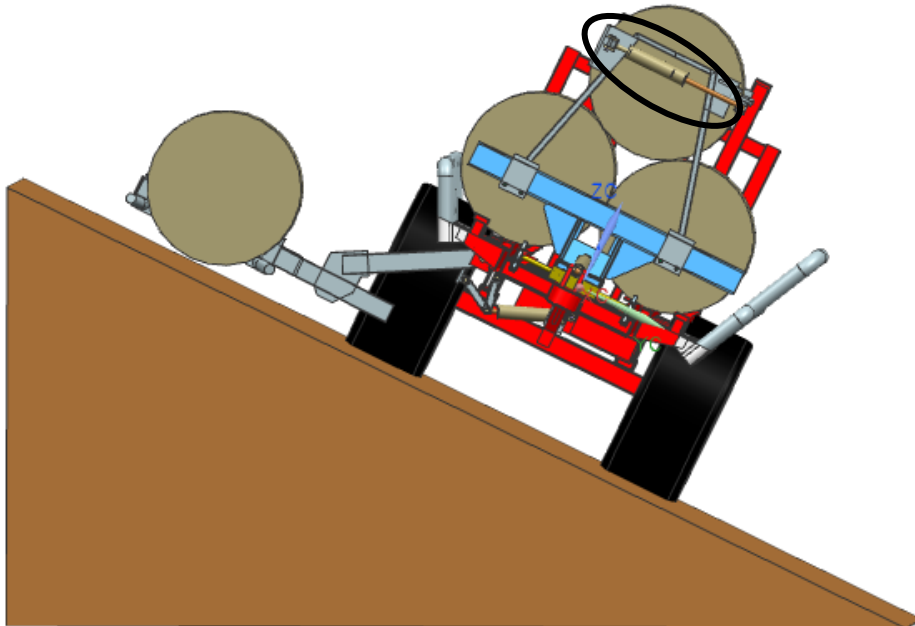


Obr. 30 Přepravník na svahu a možné komplikace

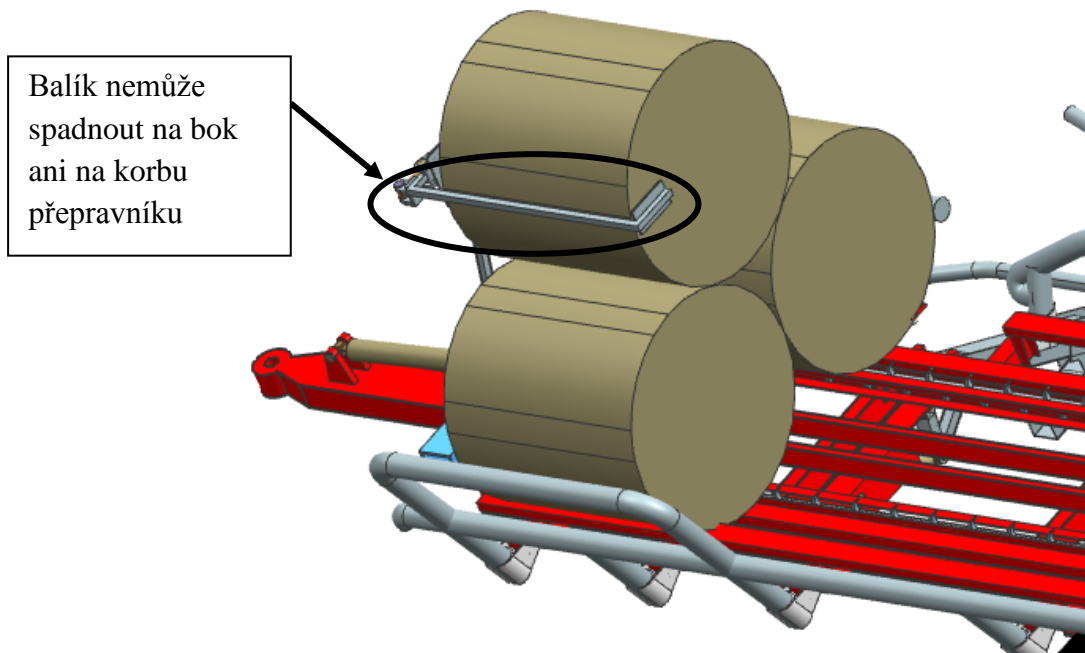


Obr. 31 Přepravník při rozjezdu a možné komplikace

Tento problém byl vyřešen přidáním mechanismu. Mechanismus byl nazván zádržný systém viz Obr. 32 a Obr. 33.



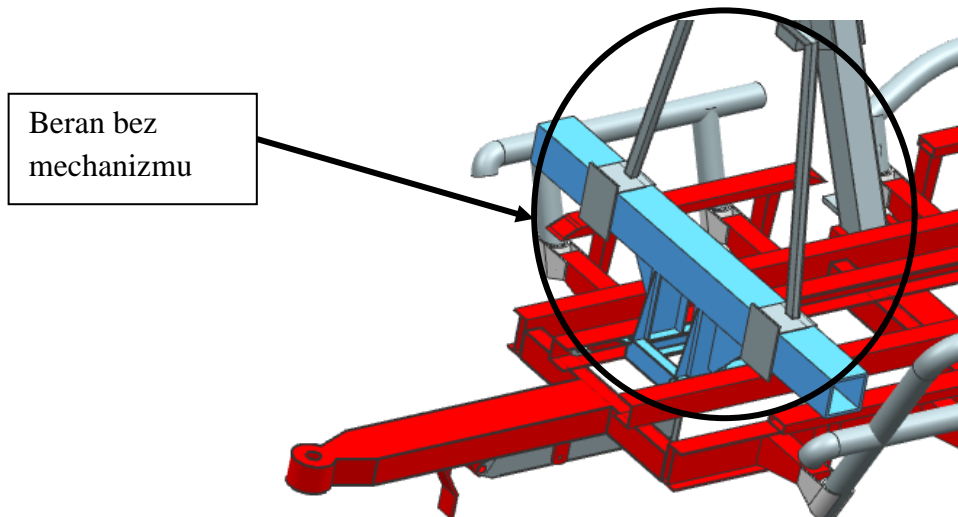
Obr. 32 Přidaný mechanismus



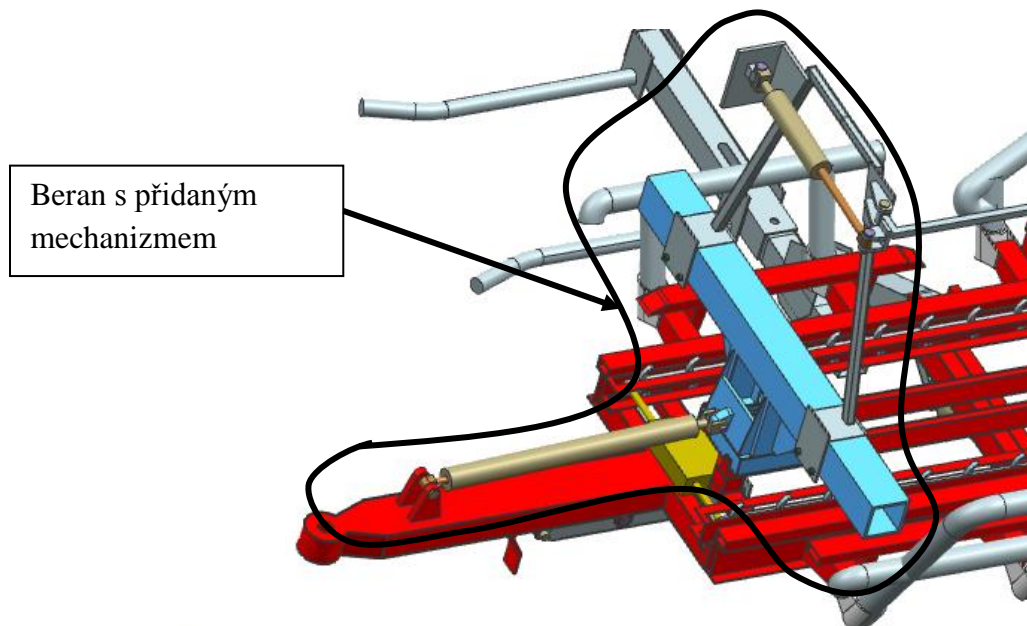
Obr. 33 Ukázka zamezení komplikací

4.7.3. Úprava beranu

Po přidání zádržného systému na horní části beranu se nám zkrátil zdvih (posuv) pouze na jednu řadu balíků. Kabely (hydraulické, elektrické), které jsou připojeny k zádržnému systému, nám neumožní větší zdvih. Mohl by být větší zdvih, ale pro ušetření kabelů, a aby se zbytečně nenatahovaly, byl zvolen právě zdvih pouze na jednu řadu balíků. Proto byl přidán hydraulický píst na daný zdvih jedné řady balíků viz Obr. 34 a Obr. 35.



Obr. 34 Beran bez přidaného mechanismu



Obr. 35 Beran s přidaným mechanismem

4.7.4. Navržení základních rozměrů hydromotoru [7]

Pro výpočet je dáno: hmotnost jednoho balíků 500 [kg] šířka balíku 1200 [mm], prostor pro zdvihací ruku 300 [mm], pracovní síla F_z vycházející z hmotnosti 12 kusů balíků $F_z=60000$ [N], zdvih pístu h vycházející z šířky jednoho balíků a místo pro zdvihací ruku $h=300$ [mm].

Dáno:

Pracovní síla.....	$F_z = 60000$ [N]
Pracovní tlak.....	$p_2 = 16$ [Mpa]
Zdvih pístu.....	$h=1,5$ [mm]
Materiál pístnice 14220.3.....	$R_e = 600$ Mpa
Bezpečnost	$K = 5$
Pracovní médium	Olej
Pracovní teplota	60°C

Materiál: 14 220.3, $R_e = 600$ MPa, $k = 5$

a) určení dovoleného namáhání

$$\sigma_D = \frac{R_e}{k} = \frac{600}{5} = 120 \text{ MPa}$$

b) určení kritického průměru pístnice

$$\sigma \leq \sigma_D$$

$$\sigma = \frac{F}{S} \leq \sigma_D$$

$$\sigma = \frac{F_z}{\frac{\pi \cdot d_p^2}{4}} \leq \sigma_D \Rightarrow d_p$$

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_z}{\pi \cdot \sigma_D}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 60000}{\pi \cdot 120}}$$

$$d_p \geq 25,23 [\text{mm}] \Rightarrow \text{volím } 26 [\text{mm}]$$

-kritický průměr pístnice $d_p = 26$ [mm], z toho dále navrhnu ostatní průměry pístnice, ale žádný nesmí být menší než tento. Volím tedy průměr pístnice $d_p = 30$ [mm].

c) výpočet \varnothing pístu D:

pro zatížení pístu musíme vyvodit sílu min. $1,1 \cdot F_z$

$$p_2 \cdot S_2 \geq 1,1 \cdot F_z \Rightarrow S_2 \geq \frac{1,1 \cdot F_z}{p_2} \Rightarrow \frac{\pi}{4} (D^2 - d_p^2) \geq \frac{1,1 \cdot F_z}{p_2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,1 \cdot F_z}{\pi \cdot p_2} + d_p^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,1 \cdot 60000}{\pi \cdot 16} + 30^2} = 78,43[\text{mm}]$$

=> volím průměr pístu **D = 85mm**

-podle vnějšího průměru těsnění.

f) Výpočet tloušťky stěny válce:

Pozn.: výpočet uvažujeme jako silnostěnnou nádobu

σ_t - tečné napětí $\sigma_t = \sigma_o + \sigma_r$

σ_r - radiální napětí

σ_o - osově napětí

$$\sigma_o = \frac{\frac{\pi}{4} D^2 \cdot p_2}{\frac{\pi}{4} [(D+t)^2 - D^2]}$$

t - tloušťka stěny

Podle teorie τ_{\max} platí $\sigma_{red} = \sigma_{t1} - \sigma_{r1} \leq \sigma_D$, po dosazení a po úpravách:

$$k \doteq 3$$

$$\sigma_D = \frac{R_e}{k} = \frac{300}{3} = 100[\text{MPa}]$$

$$t = \frac{p_2 \cdot D}{2 \cdot (\sigma_D - p_2)} = \frac{16 \cdot 85}{2 \cdot (100 - 16)} = 8,09[\text{mm}]$$

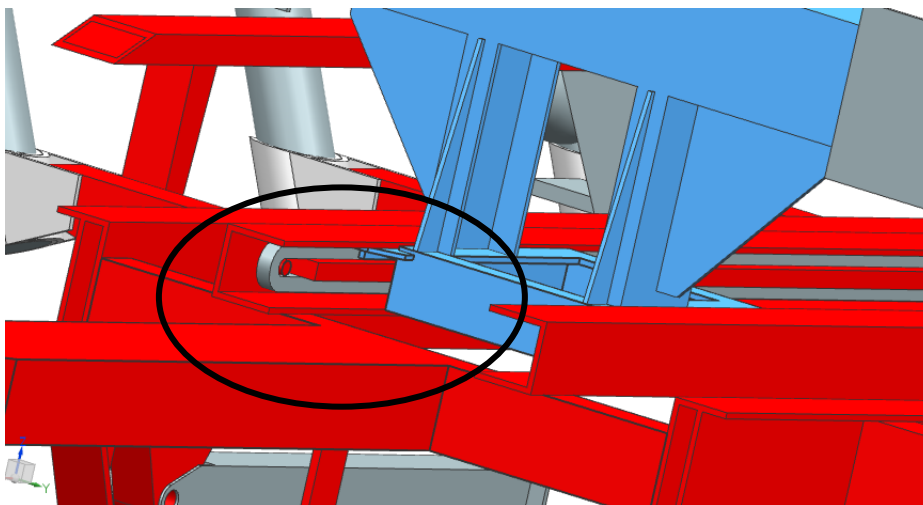
$$d_3 = D + 2 \cdot t = 85 + 2 \cdot 8,09 = 101,1[\text{mm}]$$

volím větší tedy $t \geq 6,66[\text{mm}] \Rightarrow$ volím **minimální** tloušťku stěny 12[mm]

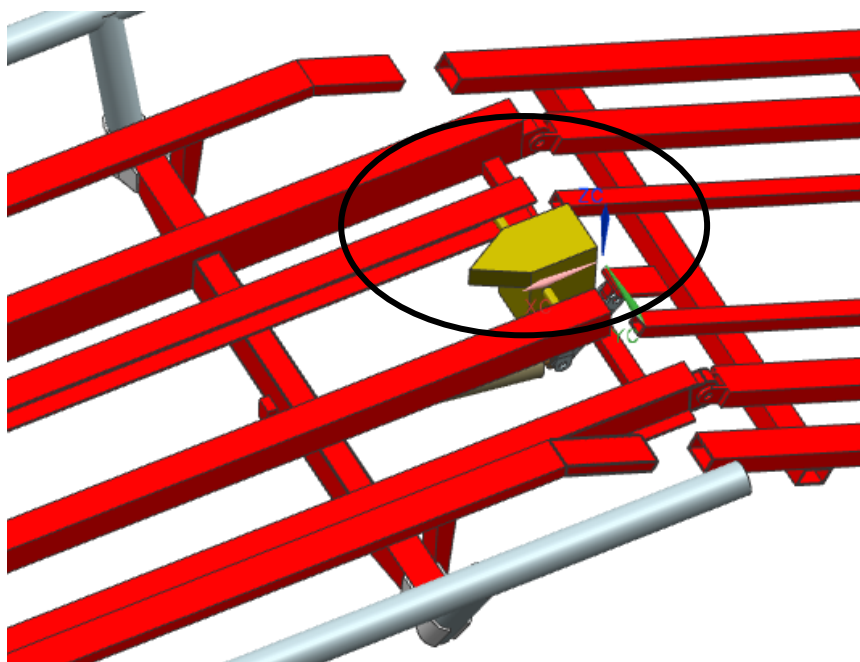
t = 12[mm]-tuto tloušťku volím v závislosti na volbě těsnění-O-kroužků

4.7.5. Změna parametrů řetězového převodu

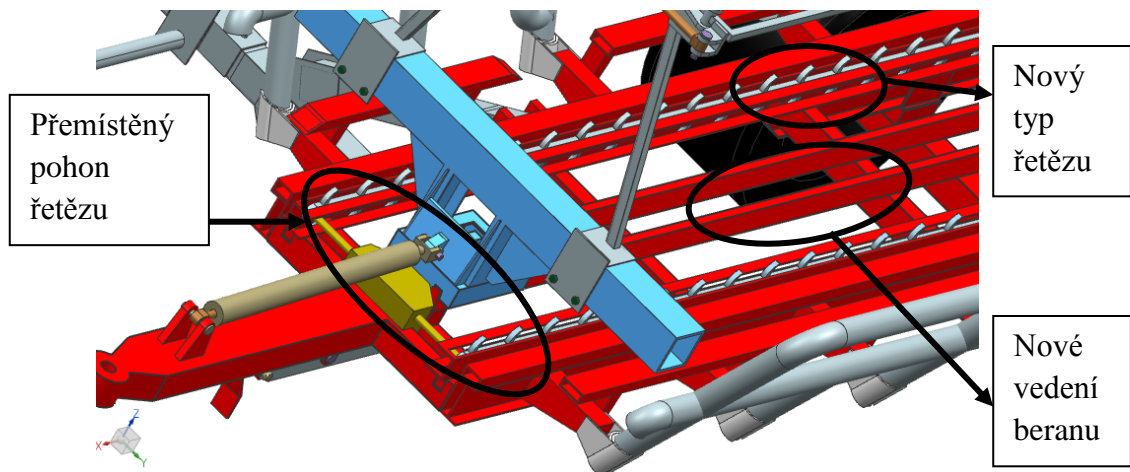
V původním konstrukčním řešení byl pouze řetěz a na něm byl uchycen beran viz Obr. 36. Přidáním dvou hydromotorů, viz kapitoly 3.8.3 a 3.8.4, se posuv beranu změnil. Beran byl umístěn na vlastní posuvné vedení viz Obr. 38. Toto vedení slouží také jako podpora balíků. Dále byl změněn typ řetězu. Obyčejný řetěz byl zaměněn za řetěz s háky viz Obr. 38. To slouží k tomu, aby se všechny balíky dostaly z přepravníku na zem. A podle toho jsem musel změnit rozteč dvou řetězů, aby řetězy s háky se zaryly do balíků. Pohon řetězu byl umístěn na přední části svážeče (oproti stávající variantě, kde je pohon řetězu umístěn na konci svážeče), aby se nemuseli elektrické kabely tahat přes celý přepravník viz Obr. 37 a Obr. 38.



Obr. 36 Původní uložení beranu na řetěz

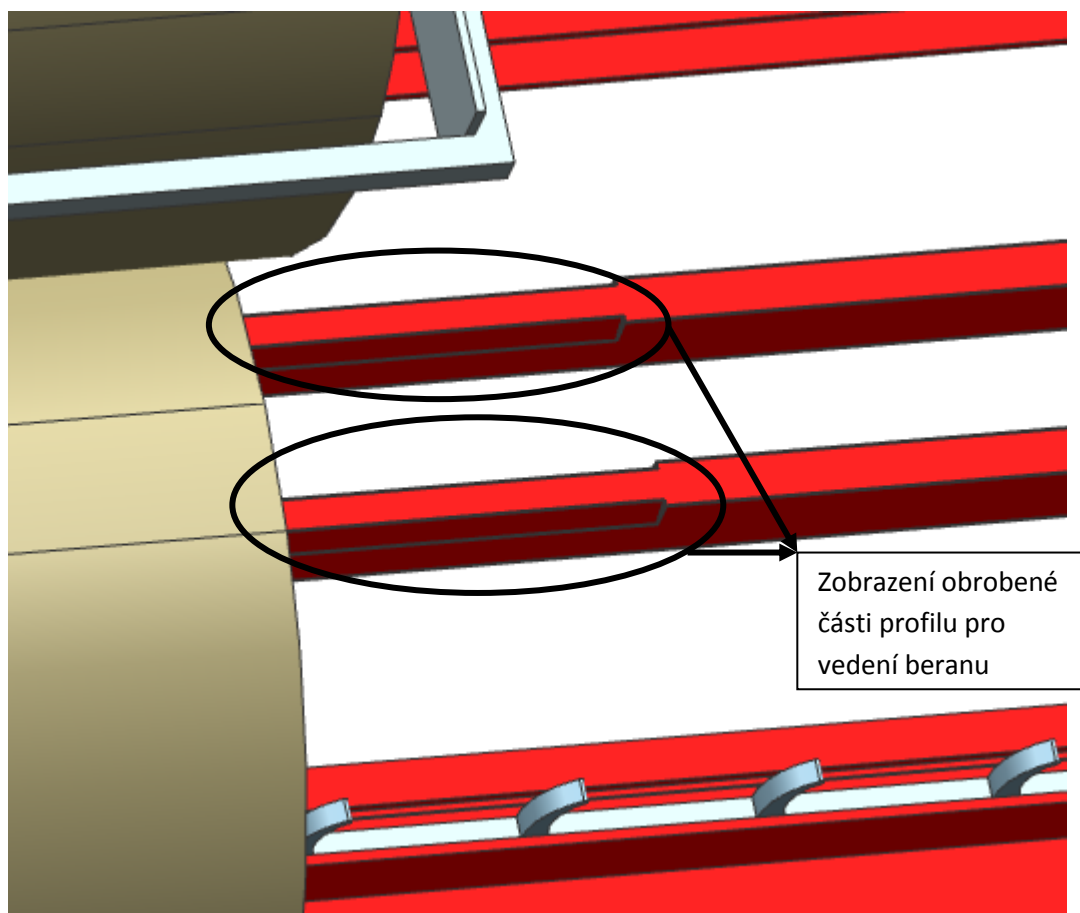


Obr. 37 Původní umístění pohonu řetězu

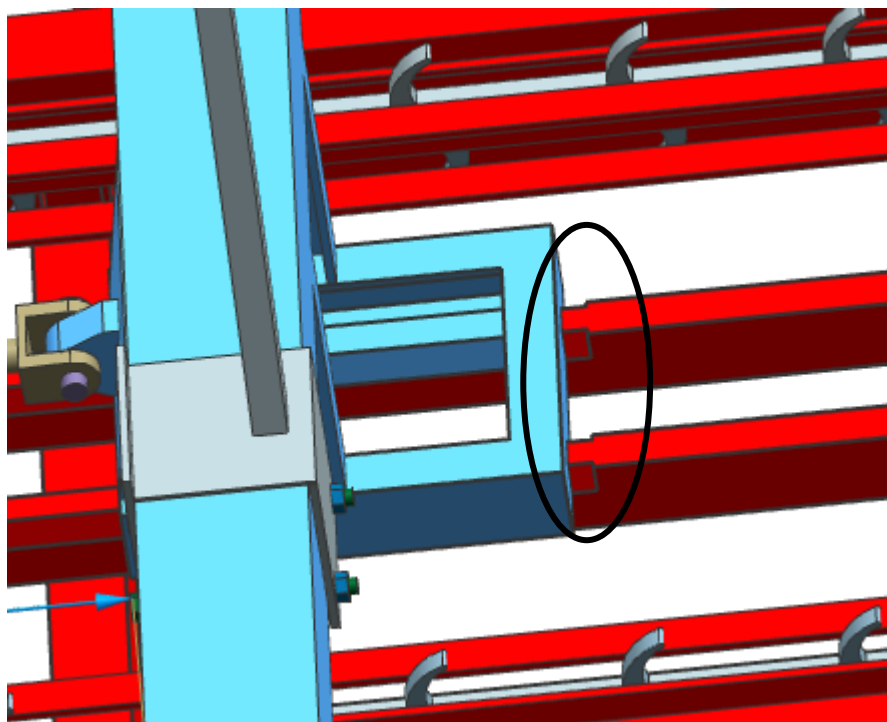


Obr. 38 Změna parametrů a typu řetězu

Vedení dolní části beranu bylo vyřešeno lichoběžníkovým vedením viz Obr. 39, které bylo vyrobeno z obdélníkového profilu podle normy ČSN 42 5522-1. Profil byl obroben do délky zdvihu beranu s připočtenou hodnotou spodní vodící části beranu viz Obr. 40 Zobrazení konce obrobené části profilu se spodní částí beranu. Rozměr profilu je (H x B) 100 x 50 [mm]. Materiál profilu je ocel 11 600. [4]



Obr. 39 Zobrazení obrobené části obdélníkového profilu za účelem vedení beranu



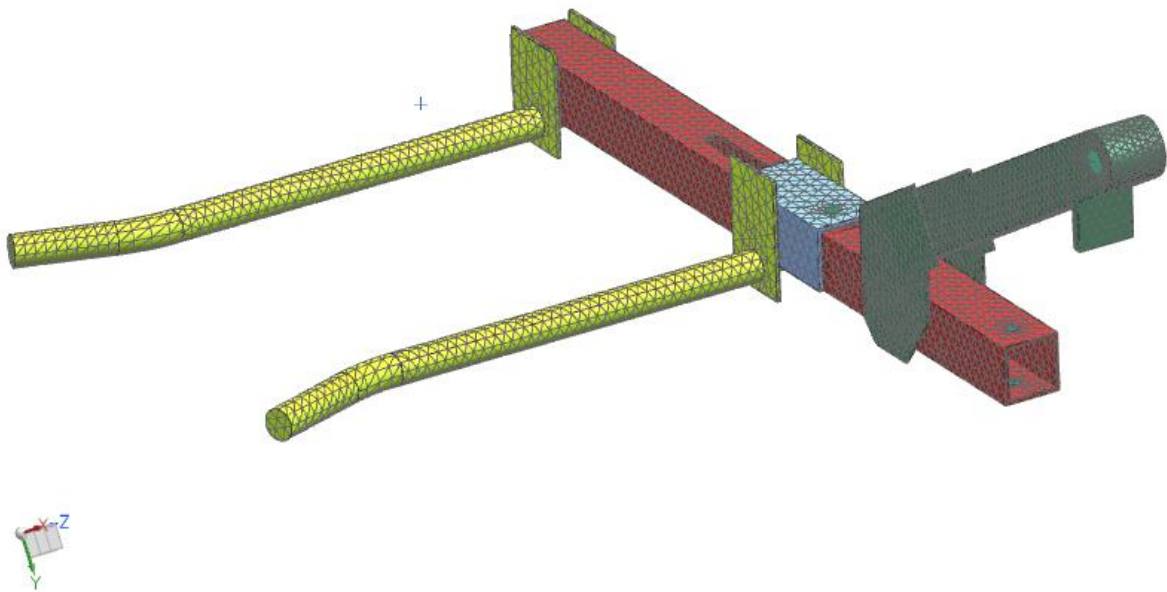
Obr. 40 Zobrazení konce obrobeneé části profilu se spodní částí beranu

4.7.6. Pevnostní výpočet ruky

U nakládací ruky byla optimalizována struktura a tloušťky stěn jednotlivých profilů. Cílem je úspora materiálu a snížení hmotnosti. První věc u výpočtu ruky bylo zjednodušení modelu. Vyvarovat se malých zaoblení a věcí jim podobných. Poté diskretizace modelu, pro laiky nasíťování modelu. Materiál byl nadefinován jako ocel z knihovny NX 8.0 s těmito vlastnostmi viz Obr. 41. Diskretizace a nadefinování materiálu bylo vytvořeno funkcí 3D mesh typem elementu CTETRA(10) viz Obr. 42.

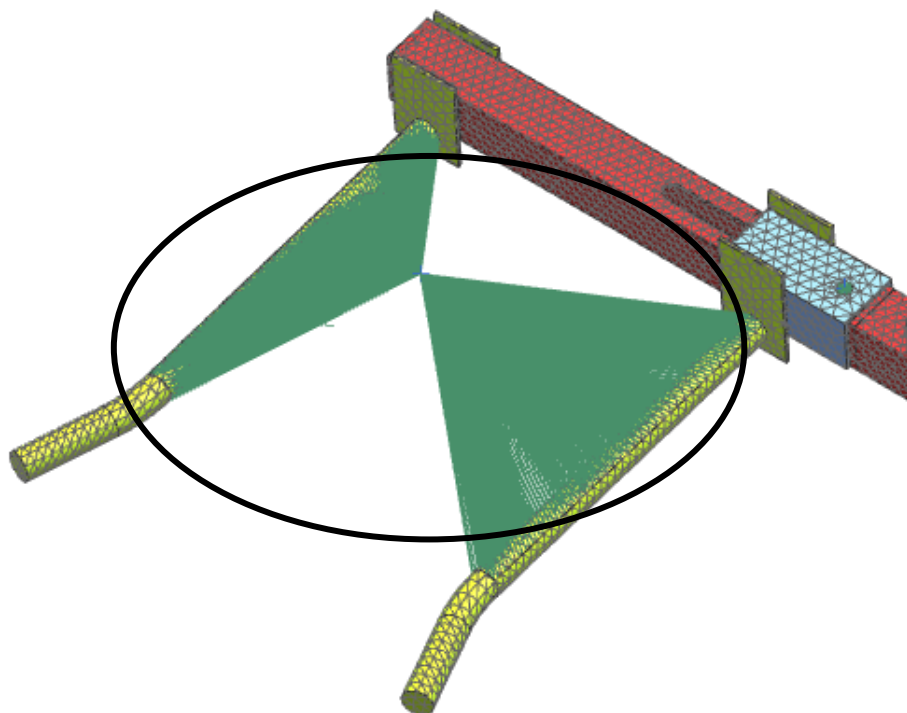
Magnitude	Symbol	Číselná hodnota	Jednotka	Magnitude
Hustota	ρ	7,85	kg/dm ³	Hustota
Bod tavby	T_{mp}	≈1530	°C	Bod tavby
Tepelná kapacita	c	0,50	kJ/kg°K	Tepelná kapacita
Tepelná vodivost	λ	≈58	W/m°K	Tepelná vodivost
Koeficient tepelné roztažnosti	α	12 x 10 ⁻⁶	1/°K	Koeficient tepelné roztažnosti
Rezistivita	ρ	140...250	nΩm	Rezistivita
Modul pružnosti	E	210000	MPa	Modul pružnosti
Modul pružnosti ve smyku	G	78500	MPa	Modul pružnosti ve smyku
Relative initial permeability	μ_0	165...520	–	Relative initial permeability
Relative maximum permeability	μ_m	600...1800	–	Relative maximum permeability
Poissonovo číslo	ν	0,3	–	Poissonovo číslo

Obr. 41 Tabulka mechanických vlastností [5]

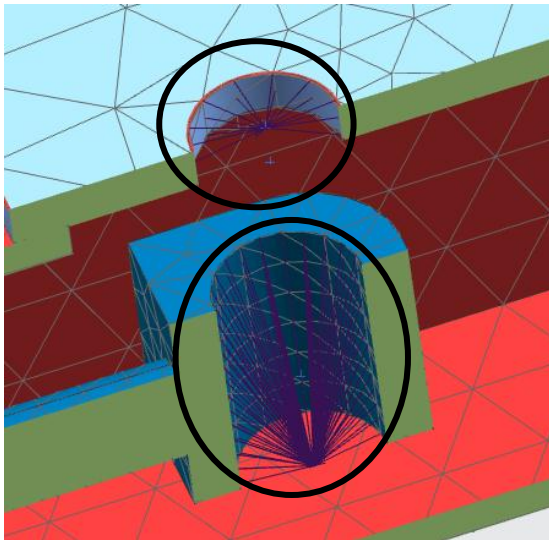


Obr. 42 Diskretizace na konečnoprvkový model pomocí CTETRA elementů

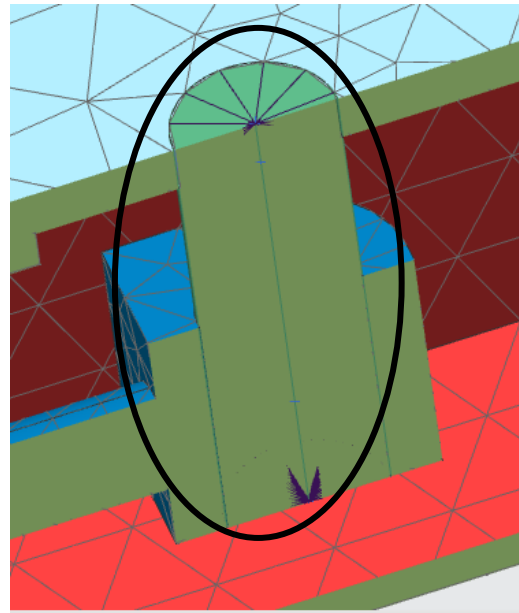
Poté byla použita funkce rigid, pro přenesení vlastností z uzlových bodů sítě do jednoho bodu viz Obr. 43, Obr. 44, Obr. 45 a Obr. 46 .



Obr. 43 Náhrada balíku a přenesení hmoty do jednoho místa těžiště



Obr. 44 Zobrazení prvku rigid bez čepu



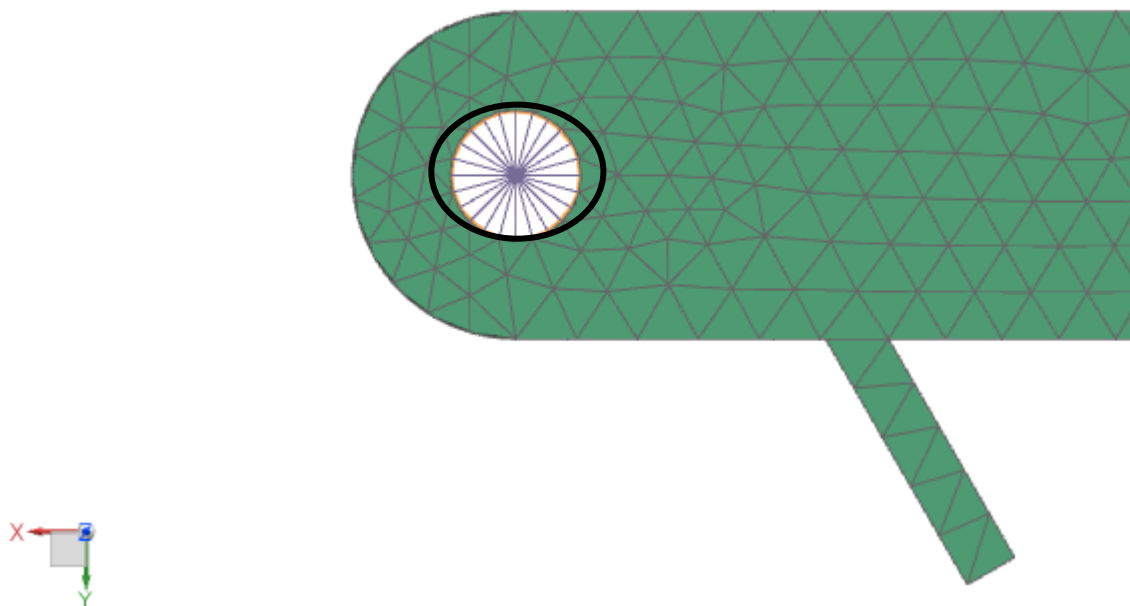
Obr. 45 Zobrazení prvku rigid s čepem

Okrajové podmínky pro uchycení zachycující realitu viz Obr. 46 Okrajové podmínky zobrazující uchycení ruky pomocí prvku rigid jsou tyto:

- Posuv ve směru osy: X = off (nesmí se posunout)
Y = off (nesmí se posunout)
Z = off (nesmí se posunout)
- Rotace ve směru osy: X = off (nesmí se potočit)
Y = off (nesmí se potočit)
Z = on (může se potočit)

Okrajové podmínky pro výpočtový model. Zdvihací ruka je uchycena na podvozku. Pro výpočet nám stačí jen zdvihací ruka. Proto pro zjednodušení výpočtu byl zvolen vetknutí stav zdvihací ruky. Okrajové podmínky jsou:

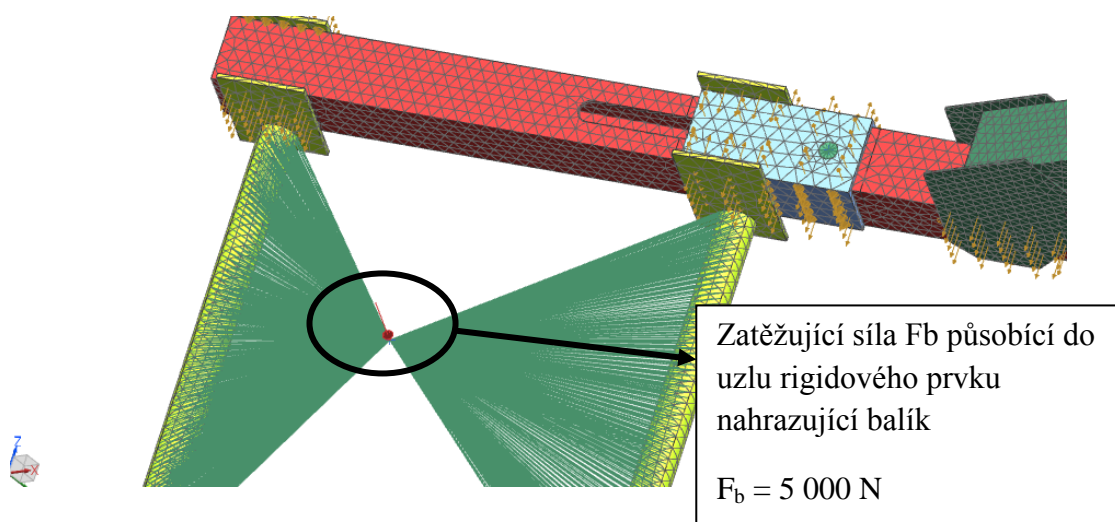
- Posuv ve směru osy: X = off (zakázáno)
Y = off (zakázáno)
Z = off (zakázáno)
- Rotace ve směru osy: X = off (zakázáno)
Y = off (zakázáno)
Z = off (zakázáno)



Obr. 46 Okrajové podmínky zobrazující uchycení ruky pomocí prvku rigid

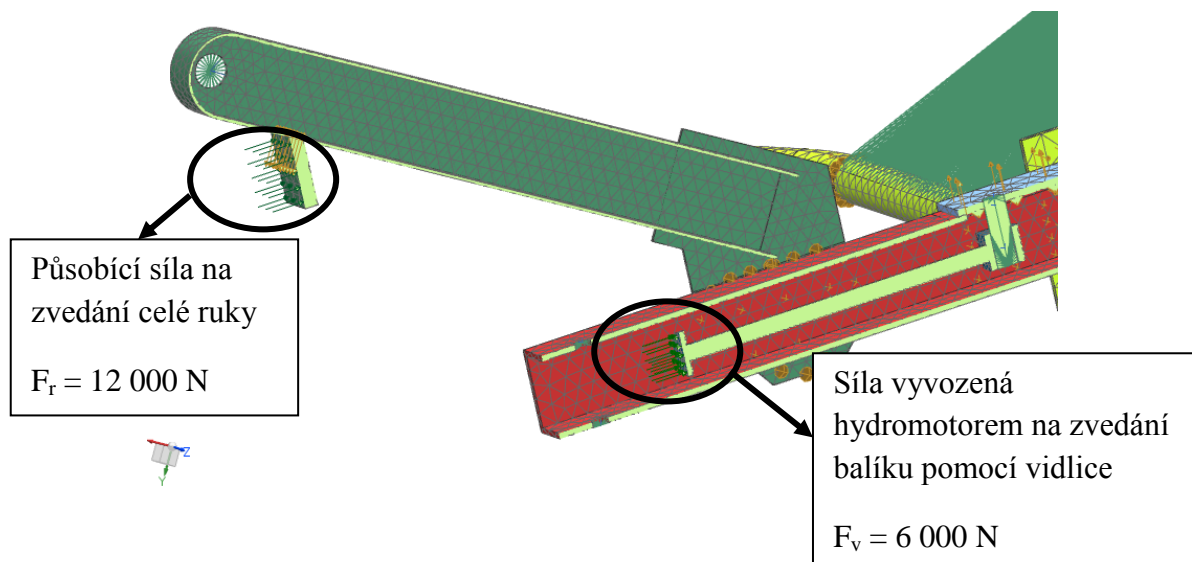
Dále byly nasimulovány tyto okrajové podmínky viz Obr. 47, Obr. 48 a Obr. 49.

Hmotnost jednoho balíku je 500 [kg] proto zatěžující síla F_b působící na vidlice je po zaokrouhlení $F_b = 5000$ [N] viz Obr. 47.

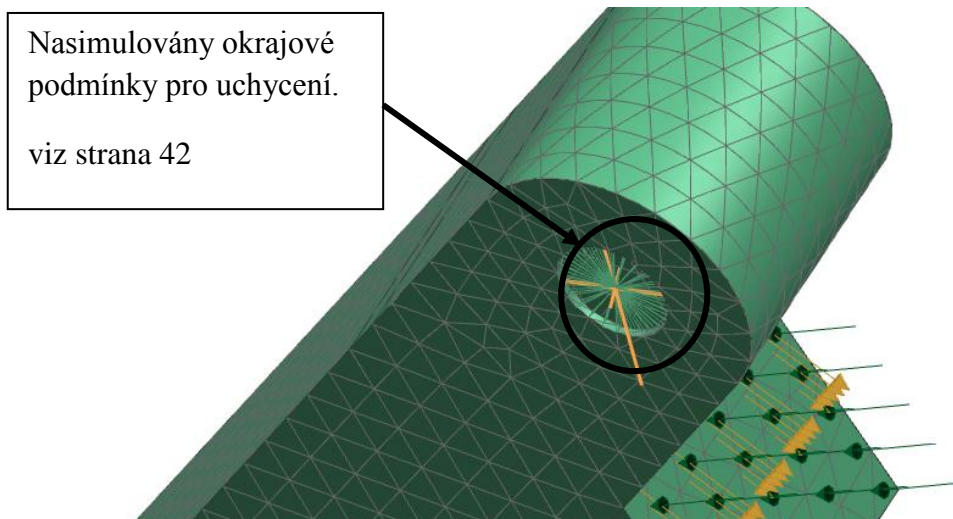


Obr. 47 Balík nahrazen silou do těžiště

Síla F_r působící na zvedání celé ruky byla odvozena od síly balíku. Aby jsmě měli jistotu, že ruka vyzdvihne balík a přitom pevnostně vydržela, byla tato síla zvolena 2,4 x větší než síla balíku $F_r = 12000$ [N]. Síla vyvozená hydromotorem na zvedání balíků pomocí vidlice byla zvolena 1,2 x větší než síla balíku $F_v = 6000$ [N]. Tato vyvozená síla je pouze pomocná síla, aby se dostal balík na vrchol proto zvoleno 1,2 x větší než síla vyvozená balíkem viz Obr. 48.

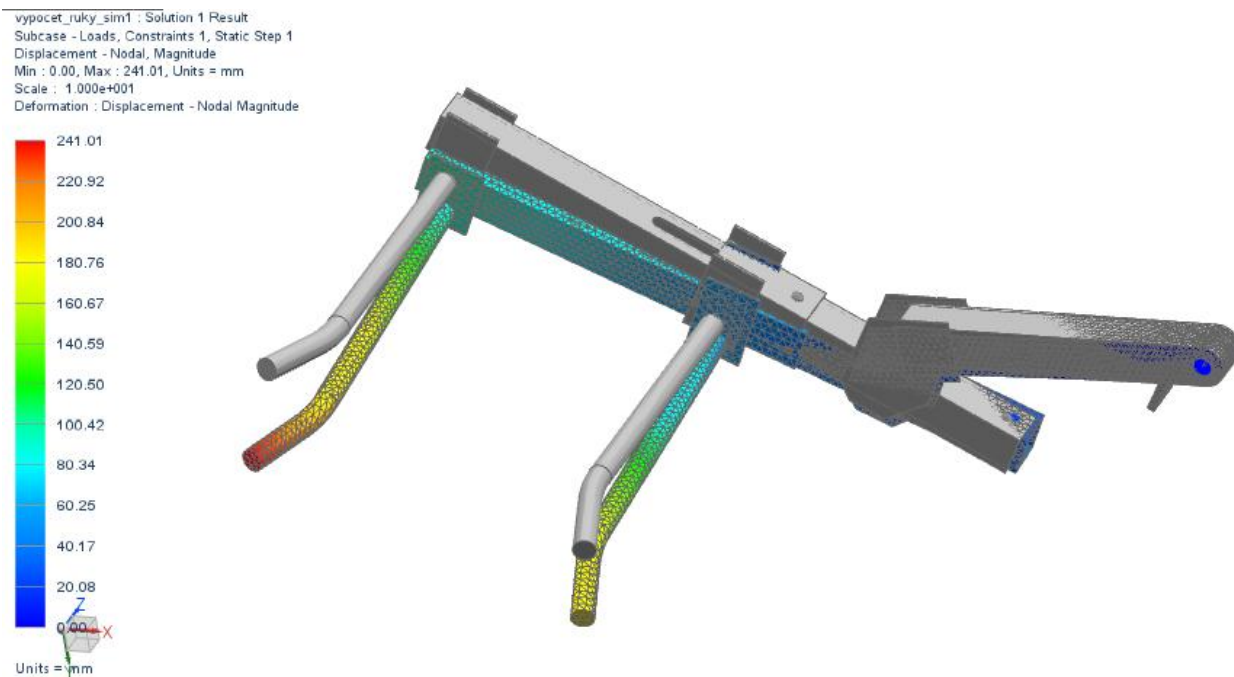


Obr. 48 Okrajové podmínky znázorňující zatížení



Obr. 49 Okrajová podmínka pro uchycení

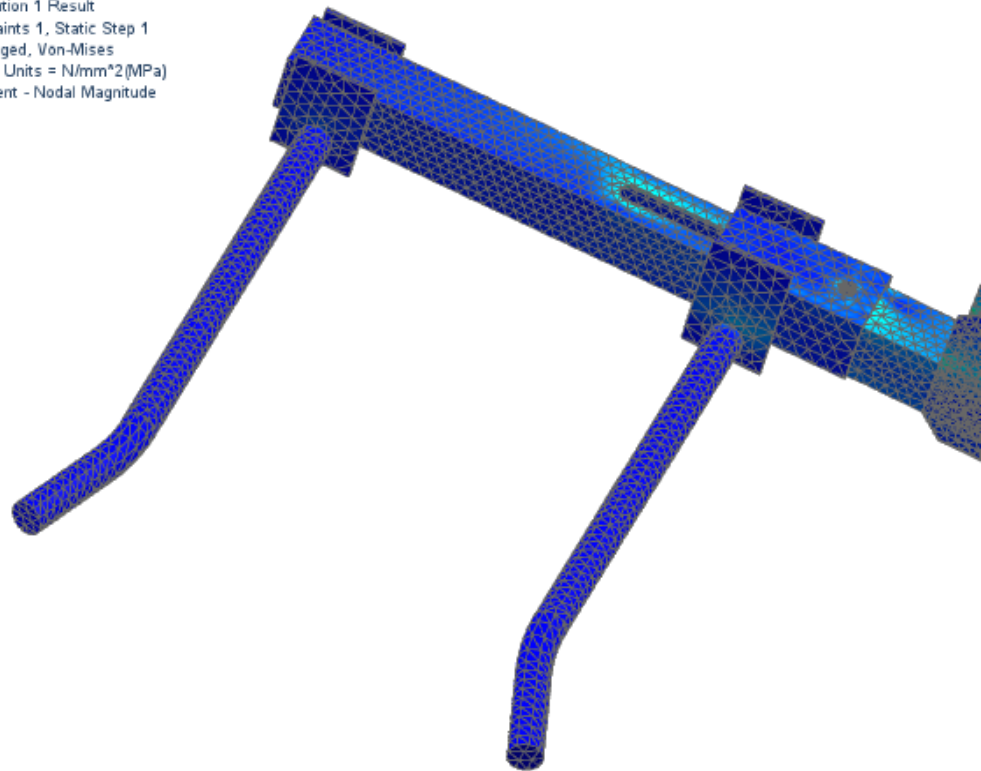
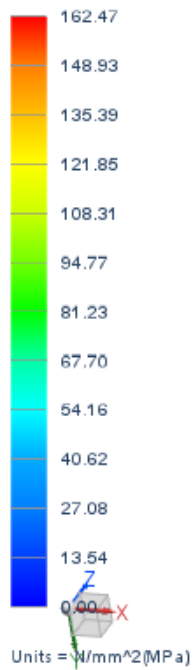
Po zadefinování všech těchto okrajových podmínek byl spuštěn výpočet. Byla vypočtena deformace při měřítku 10:1. Šedá část naznačuje model bez zatížení v původní poloze. Barevná škála modelu naznačuje deformované části a také jejich deformace v milimetrech uvedené na levé straně obrázku. Maximální deformovaná část je 24.1 mm a to na konci pevné vidlice viz Obr. 50.



Obr. 50 Deformace (posunutí) vidlice v mm

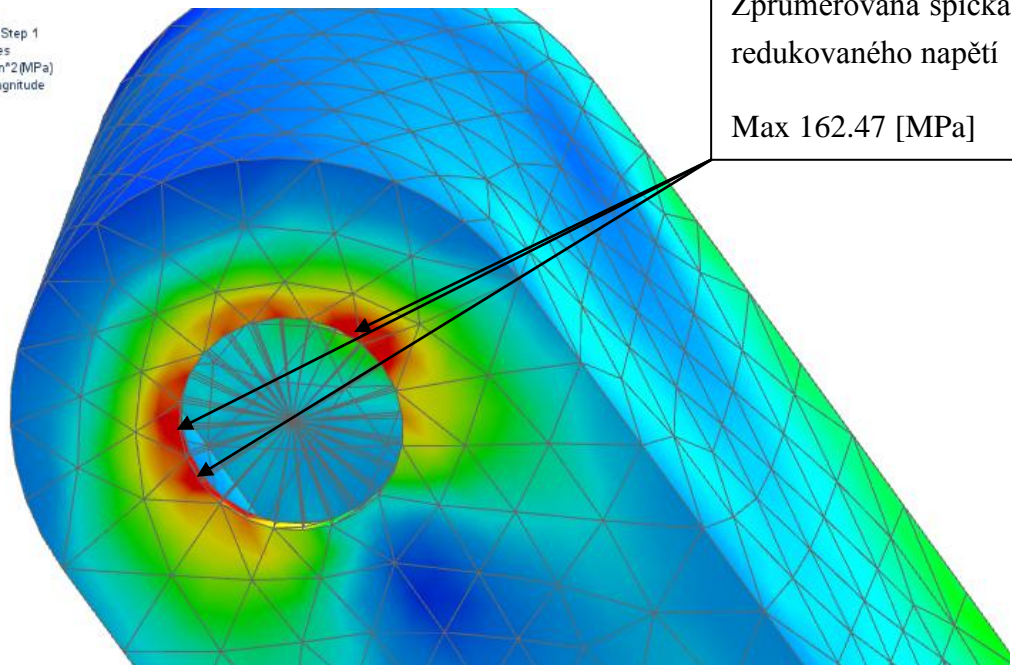
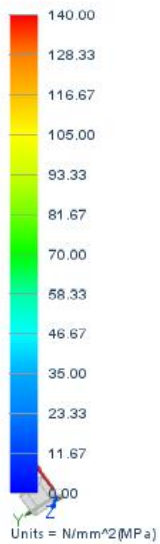
V další části šlo o to, jaké bude zprůměrované redukované napětí na celé ruce. Modré oblasti až světle modré naznačují zprůměrované redukované napětí, ve kterém, bychom se měli pohybovat viz Obr. 51. Jak se blížíme k červené oblasti, vytvářejí se nám zprůměrované redukované špičky napětí. Mohou se vytvořit na různých místech. Podle umístění špičky rozhodneme, jestli je můžeme nechat nebo udělat drobné změny. Drobnými změnami se rozumí úprava geometrii, zvolit jemnější síť modelu a jiné. V našem případě se zprůměrovaná redukovaná špička napětí vytvořila v místě vetknutí, díky nasimulovaným okrajovým podmínkám uchycení viz Obr. 52.

vypocet_ruky_sim1 : Solution 1 Result
Subcase - Loads, Constraints 1, Static Step 1
Stress - Elemental, Averaged, Von-Mises
Min : 0.00, Max : 162.47, Units = N/mm²(MPa)
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



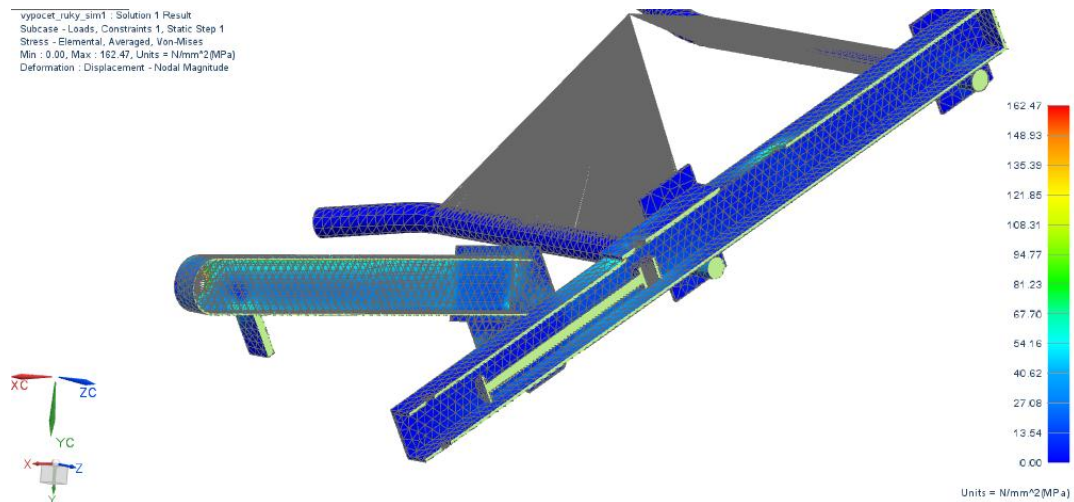
Obr. 51 Zprůměrované redukované napětí dle HMM v MPa

vypocet_ruky_sim1 : Solution 1 Result
Subcase - Loads, Constraints 1, Static Step 1
Stress - Elemental, Averaged, Von-Mises
Min : 0.00, Max : 162.47, Units = N/mm²(MPa)
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 52 Velikost špičky redukovaného napětí dle HMM v MPa

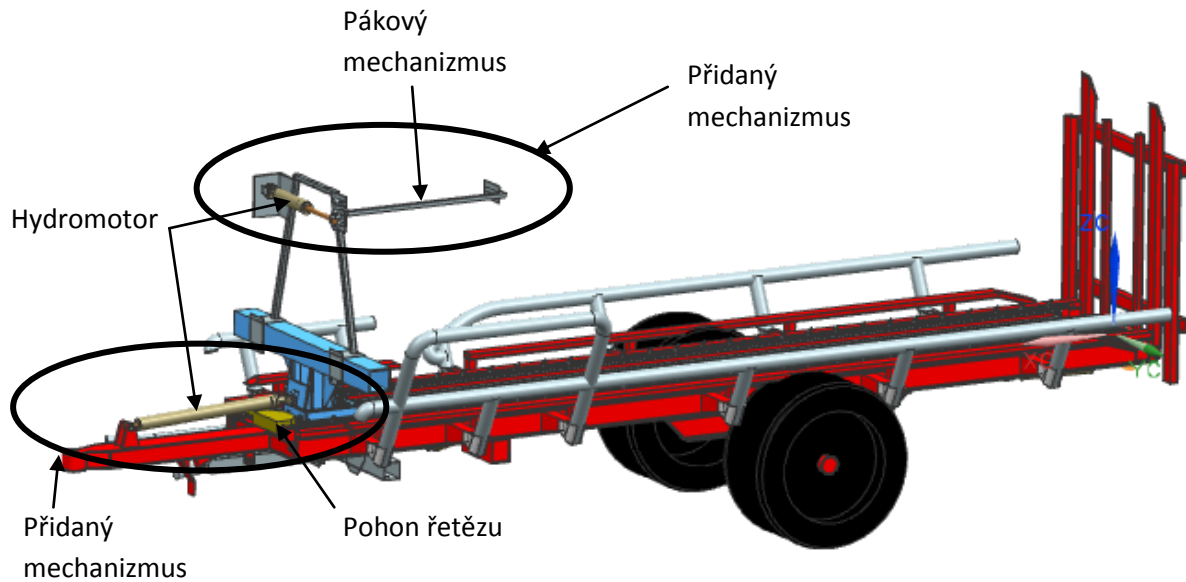
Obr. 53 ukazuje, jak při zadaných okrajových podmínkách se ruka nedeformuje. Drží stálý tvar. Můžeme říci, že ruka je na dimenzovaná dostatečně pro reálná zatížení.



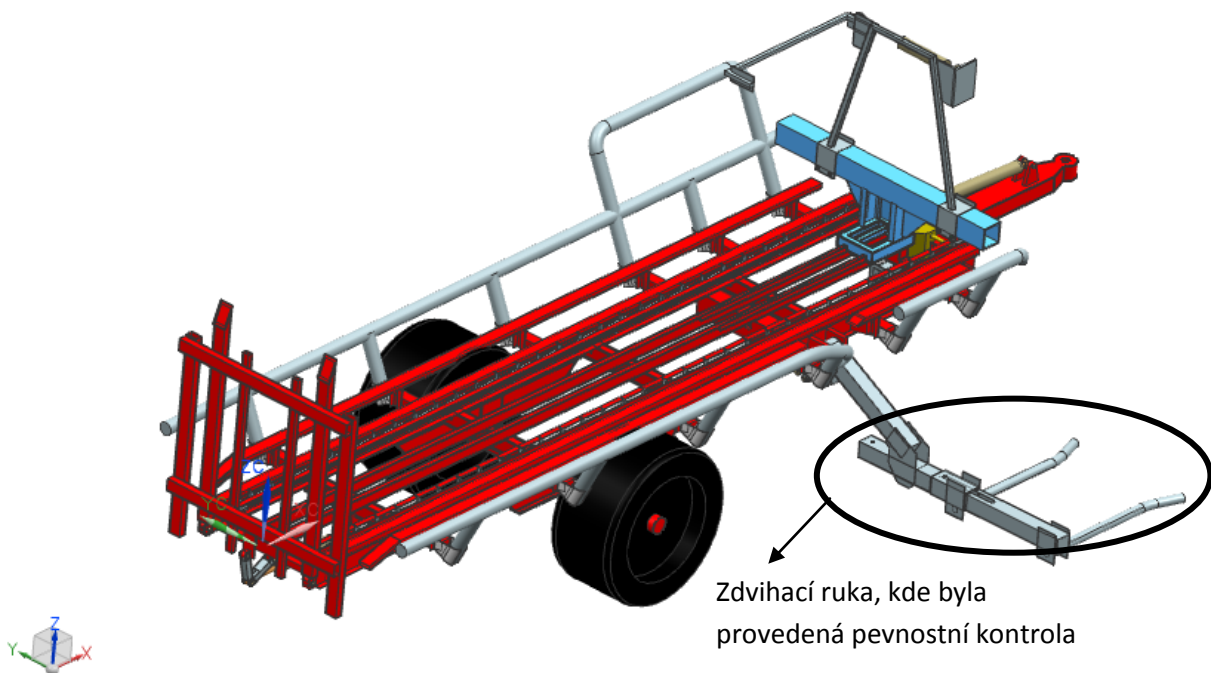
Obr. 53 Ukázka řezu do vnitřku ruky výpočtu

4.8. 3D model po inovaci

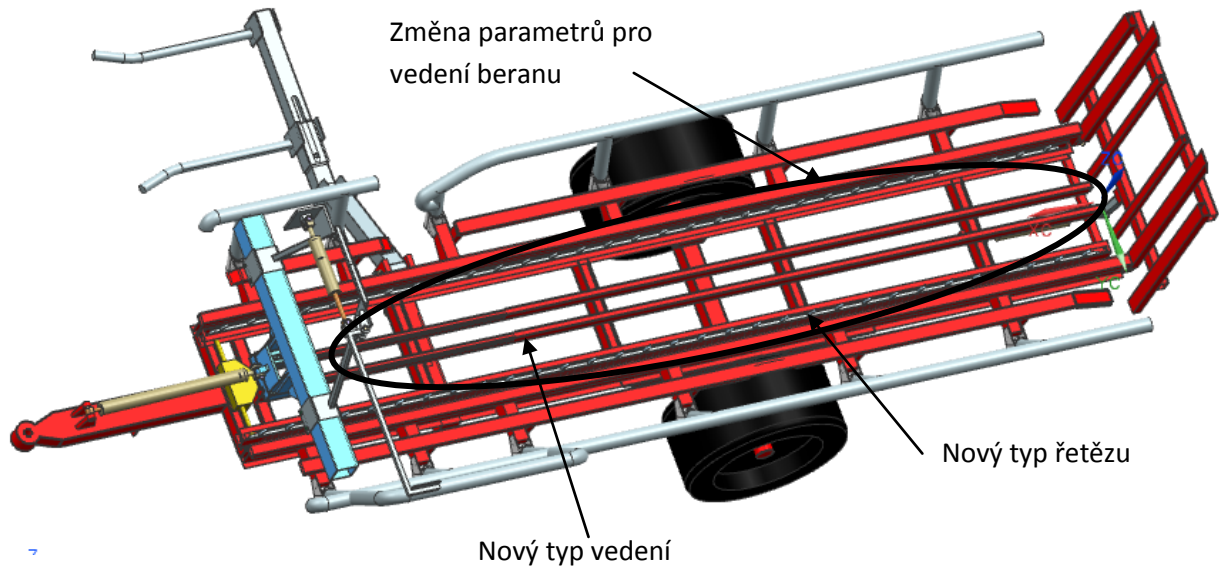
Zde jsou ilustrovány obrázky 3D modelu přepravníku s vyznačenými oblastmi, kde došlo ke změně viz Obr. 54, Obr. 55 a Obr. 56.



Obr. 54 3D model přepravníku po inovaci – pohled č.1



Obr. 55 3D model přepravníku po inovaci – pohled č.2



Obr. 56 3D model přepravníku po inovaci – pohled č.3

4.9. Výkresová dokumentace

Úkolem této kapitoly si bylo zvolit část přepravníku. Na zvolenou část zpracovat výkresovou dokumentaci do výroby.

Zvolená část byla „dolní část beranu“.

Tento celek je skládán z dílů a sestav. Většinou název dílů a sestav byl například „díl_beranu_001, sestava_beranu_1“.

Z dílů byly vytvořeny svařované podsestavy tak, aby byl co největší možný přístup ke svařovaným plochám. Pak už jen následovalo sestavit celý svařenec „dolní části beranu“.

Pro uskutečnění této části byl použit CAD Systém SolidWORKS 2012. Z mého hlediska neumí počítat pevnostní úlohy a jiné, ale výborně se v tomto programu modeluje a vytváří výkresové dokumentace.

5. Technicko-ekonomické hodnocení

V této části bakalářské práce se pokusím zhodnotit technickou úroveň inovovaného strojního zařízení a ekonomicky ohodnotit náklady na výrobu.

5.1. Technické hodnocení

Z hlediska technického, konstrukce splňuje požadavek po konzultaci s malopodnikateli. Technická úroveň automatického přepravníku se zvýšila přidáním hydromotorů a zádržného systému, což umožňuje bezproblémové rozjíždění vozidla a samozřejmě také klidné bezstarostné nakládání balíků na svahu.

Ovšem nemůžeme tvrdit, že tato konstrukce je z hlediska optimalizace a inovací bezchybná. Zajisté by se dalo najít lepší řešení, možná až několik variant. Jenže je to otázka času a nových trendů, které ještě nejsou dokonale publikovány. Proto právě pro vytvoření bezchybné a dokonalé konstrukce není dostatek času.

5.2. Ekonomické hodnocení [9]

V této části provedu ekonomické hodnocení nákladu před inovací a po inovaci.

Před inovací se cena automatického přepravníku pohybuje kolem 280 000,- Kč bez DPH. V mém řešení byly přidány 2 hydromotory, jejichž cena se pohybuje kolem 1500,- Kč s DPH. Po přesunutí pohonu řetězu do přední části přepravníku byla zkrácená kabeláž, tím se nám náklady trochu sníží. Přidáním nového vedení beranu, tedy dvou profilových tyčí se nepatrně zvedne cena. U zdvihací ruky se provedl pevnostní výpočet a drobná změna parametrů, která nemá skoro žádný vliv na změnu nákladů.

Shrnutím tohoto ekonomického hodnocení je, že cena přepravníku se bude v mém řešení pohybovat okolo 285000,- Kč. Což naznačuje zvýšení ceny přepravníků cca o 5 000,-. Z mého hlediska by neměl být problém se zvýšením částky pro nákupce.

6. Závěr

Cílem této práce bylo zpracovat rešerši tvůrčích metod pro konstruování technických produktů. Poté si zvolit jakýkoli technický produkt a vybranou metodou zpracovat v praktické části této práce. Technickým produktem této práce byl zvolen automatický přepravník na svážení balíků. Vybraný produkt byl zvolen na základě poznatků od malopodnikatelů.

Pro vybraný technický produkt byla zvolena metoda TRIZ, jejímž cílem bylo inovovat vybrané části po konzultaci s malopodnikateli. Hlavním problémem bylo padání horního balíků při nakládání balíků na šikmou plochu, který následně často padal. Tento problém byl vyřešen přidáním mechanismu nazvaný „zádržný systém“. Další problém byl padání balíku pouze první řady. Tento problém byl vyřešen společně s prvním hlavním problémem.

Přidáním mechanismu se nám snížil zdvih beranu, díky přidané kabeláži. Poté se muselo vyřešit, jak se dostanou balíky z přepravníku. Na základě těchto informací bylo rozhodnuto, že se vymění obyčejný řetěz za speciálně upravený. Nový typ řetězu obsahuje háky, kterými se zaryje do balíku a všechny najednou vysune z přepravníku. Samozřejmě se musely změnit parametry vedení beranu a nahradit za jiné.

Dalším bodem této práce bylo vytvořit výkresovou dokumentaci na zvolenou část přepravníku. Zvolená část byla dolní část beranu. Tato část přepravníku je svařovaná sestava. Ta se skládá z menších podsestav, z důvodu, aby se dali svařit. Poté byly zpracovány kompletní výrobní výkresy všech dílů dolního beranu. Veškeré výkresy byly zpracovány v CAD systému SolidWORKS 2012.

Dalším a posledním cílem této práce bylo na zvolené součásti provést pevnostní kontrolu. Zvolená část byla ruka na zdvihání jednotlivých balíků. Zde šlo pouze o to si pohrát se změnami parametrů, aby byly co nepříznivější výsledky. Pevnostní výpočet byl zpracován v CAD Systému NX 8.0 Nastran.

Použitá literatura

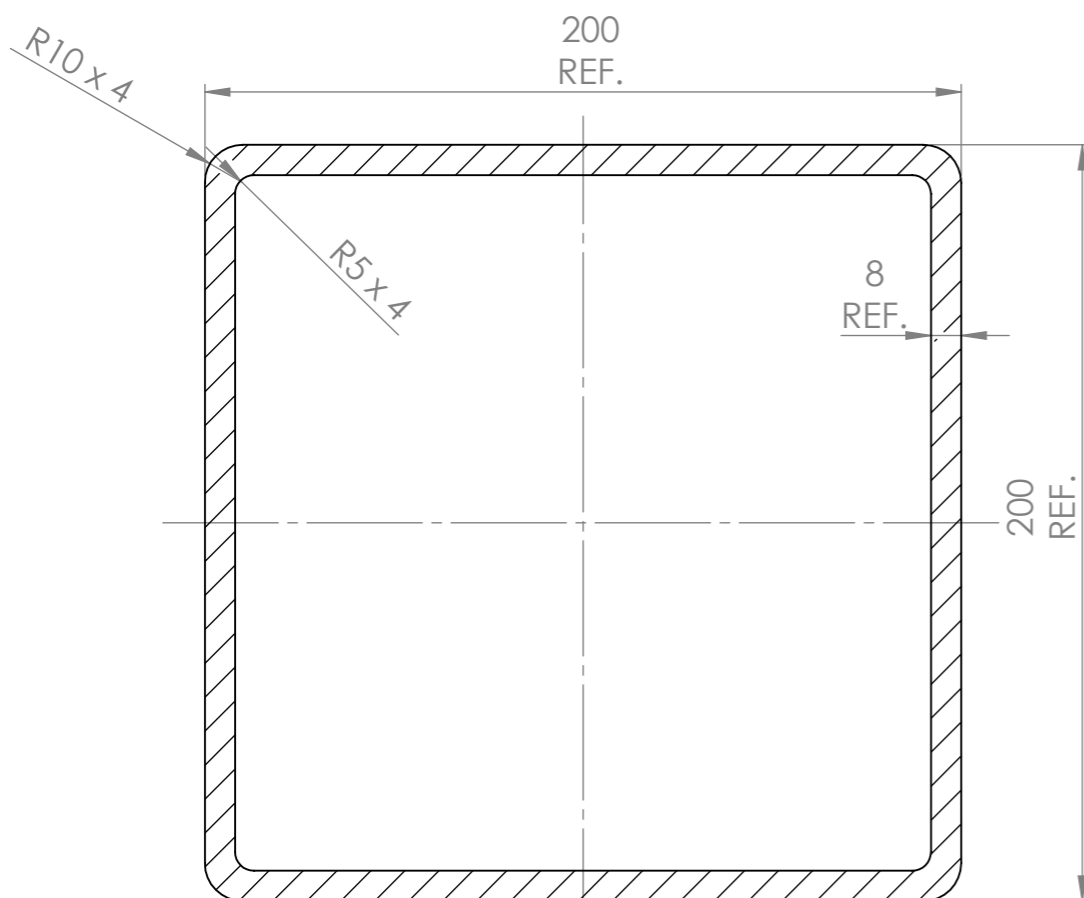
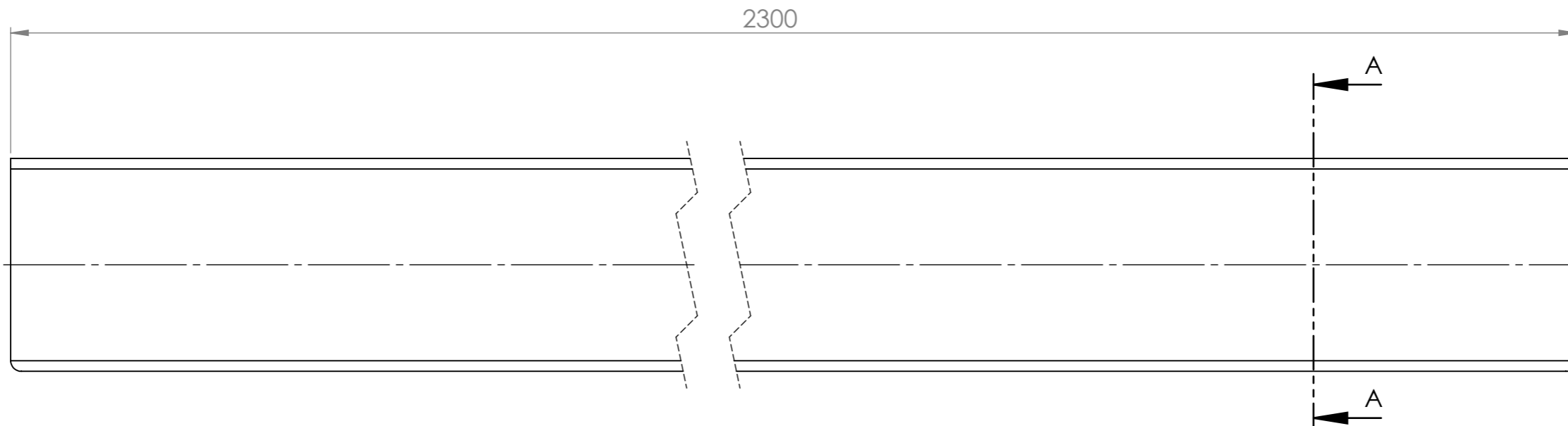
- [1] MAŠÍN I., ŠEVČÍK L.: *Metody Inovačního Inženýrství*, Liberec: Computers Press 2006
- [2] SKAŘUPA J.: *Kreativita a inovační myšlení v konstruování*, Ostrava: Editační středisko VŠB-TUO 2007
- [3] <http://www.triz40.com/>, zpřístupněno dne 28.11.2012
- [4] <http://www.ferona.cz/cze/katalog/detail.php?id=39424>, zpřístupněno dne 1.5.2012
- [5] <http://www.ruukki.cz/Produkty-a-reseni/Hutni-materialy/Layer-pages/Mechanicke-vlastnosti-pevnost-v-tahu-vs-tvrдост>, zpřístupněno dne 1.5.2012
- [6] <http://www.smscz.cz/zemedelske-stroje/cz/produkty/samonakladaci-prepravniky/>, zpřístupněno dne 1.5.2012
- [7] http://www.hydraulics.cz/?utm_source=Sklik&utm_medium=PPC&utm_campaign=hydro-motor, zpřístupněno dne 3.5.2012
- [8] SKAŘUPA, J. *Metodika konstruování*. 1. vyd. Ostrava: VŠB Ostrava, 1993. 158 s. ISBN 80-7078-167-X.
- [9] http://www.zemedelska-technika.cz/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=16&Itemid=74, zpřístupněno dne 2.6.2012

Seznam obrázků

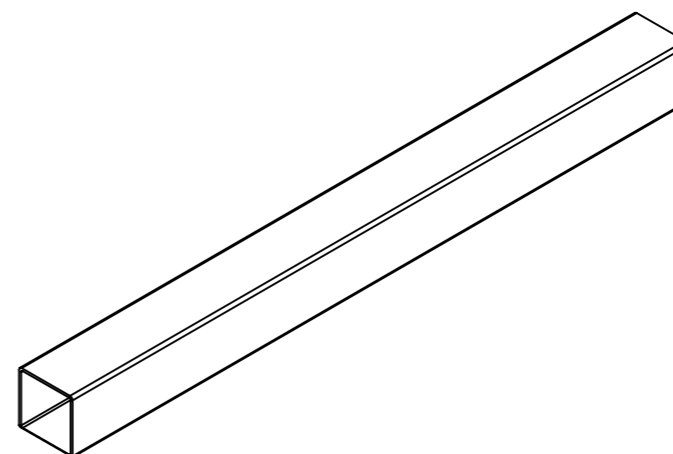
Obr. 1 Dokumentace významu úvodních etap technického života produktu	4
Obr. 2 Formulář zákaznických potřeb A	5
Obr. 3 Formulář zákaznických potřeb B	6
Obr. 4 Uspořádání dat od zákazníků	6
Obr. 5 Korelační matice	8
Obr. 6 Kaskádové rozpoznání zákaznických potřeb metodou QFD	8
Obr. 7 Rozpoznání zákaznických potřeb ve třech úrovních	9
Obr. 8 Korelace mezi potřebami a charakteristikami výrobku	10
Obr. 9 Dům jakosti (první korelační matice)	11
Obr. 10 Funkční diagram inteligentní myčky na nádobí	12
Obr. 11 Klasifikační diagram parciálních řešení	14
Obr. 12 Kombinační tabulka parciálních řešení	15
Obr. 13 Porovnání různých kreativních metod	15
Obr. 14 Obecný princip metody TRIZ	16
Obr. 15 Standartní technické vlastnosti a inovační principy (TRIZ)	18
Obr. 16 Využití matice řešení standartních fyzikálních konfliktů	19
Obr. 17 Iterativní proces při výběru konceptu (tzv. Inovační trychtýř)	19
Obr. 18 Rozhodovací tabulka pro hrubé roztřídění konceptů	20
Obr. 19 Rozhodovací tabulka pro detailní hodnocení konceptů	21
Obr. 20 Přehled vybraných konečných specifikací	23
Obr. 21 Svážeč firmy SMS Rokycany s.r.o.	25
Obr. 22 Svážeč firmy Vodostým s.r.o.	26
Obr. 23 Beran s řetězovým převodem	26
Obr. 24 Pohon řetězového převodu	27
Obr. 25 Horní část beranu bez zádržného systému	27
Obr. 26 Vynálezecká matice rozporů	29
Obr. 27 Základní pohled na 3D CAD model a popis částí – 1	30
Obr. 28 Základní pohled na 3D CAD model a popis částí - 2	31
Obr. 29 Přidán mechanismus na horní část beranu	31
Obr. 30 Převodník na svahu a možné komplikace	32
Obr. 31 Převodník při rozjezdu a možné komplikace	32
Obr. 32 Přidaný mechanismus	33
Obr. 33 Ukázka zamezení komplikací	33
Obr. 34 Beran bez přidaného mechanismu	34
Obr. 35 Beran s přidaným mechanismem	34
Obr. 36 Původní uložení beranu na řetěz	37
Obr. 37 Původní umístění pohonu řetězu	37
Obr. 38 Změna parametrů a typu řetězu	38
Obr. 39 Zobrazení obrobené části obdélníkového profilu za účelem vedení beranu	38
Obr. 40 Zobrazení konce obrobené části profilu se spodní částí beranu	39
Obr. 41 Tabulka mechanických vlastností [5]	39
Obr. 42 Diskretizace na konečnoprvkový model pomocí CTETRA elementů	40
Obr. 43 Náhrada balíku a přenesení hmoty do jednoho místa těžiště	40
Obr. 44 Zobrazení prvku rigid bez čepu	41
Obr. 45 Zobrazení prvku rigid s čepem	41
Obr. 47 Okrajové podmínky zobrazující uchycení ruky pomocí prvku rigid	42

Obr. 48 Balík nahrazen silou do těžiště.....	42
Obr. 49 Okrajové podmínky znázorňující zatížení.....	43
Obr. 50 Okrajová podmínka pro uchycení	43
Obr. 51 Deformace (posunutí) vidlice v mm	44
Obr. 52 Zprůměrované redukované napětí dle HMM v MPa	45
Obr. 53 Velikost špičky redukovaného napětí dle HMM v MPa	45
Obr. 54 Ukázka řezu do vnitřku ruky výpočtu	46
Obr. 55 3D model přepravníku po inovaci – pohled č.1	47
Obr. 56 3D model přepravníku po inovaci – pohled č.2	47
Obr. 57 3D model přepravníku po inovaci – pohled č.3	48

Přílohy (výkresy sestav, výkresy dílů)

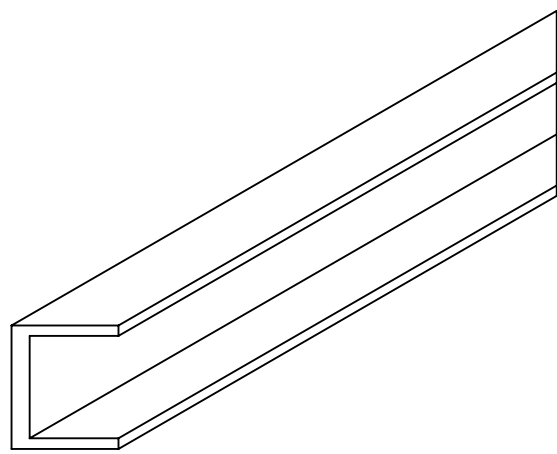
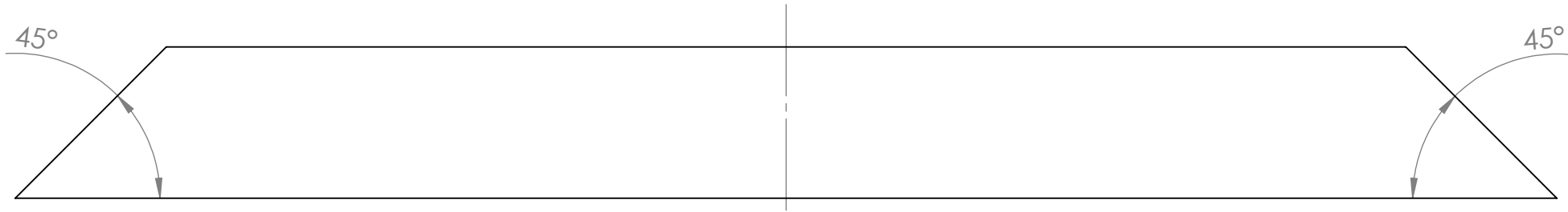
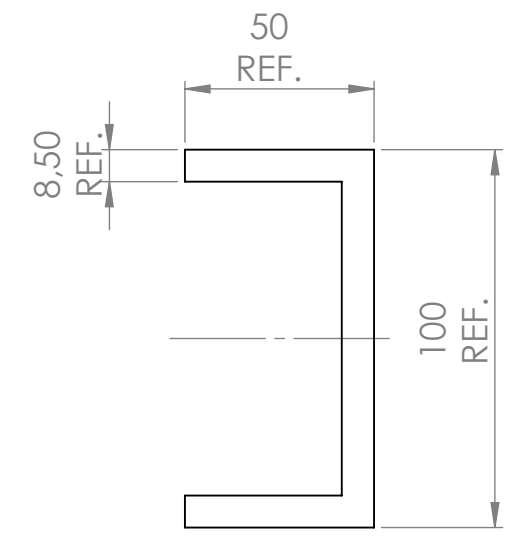
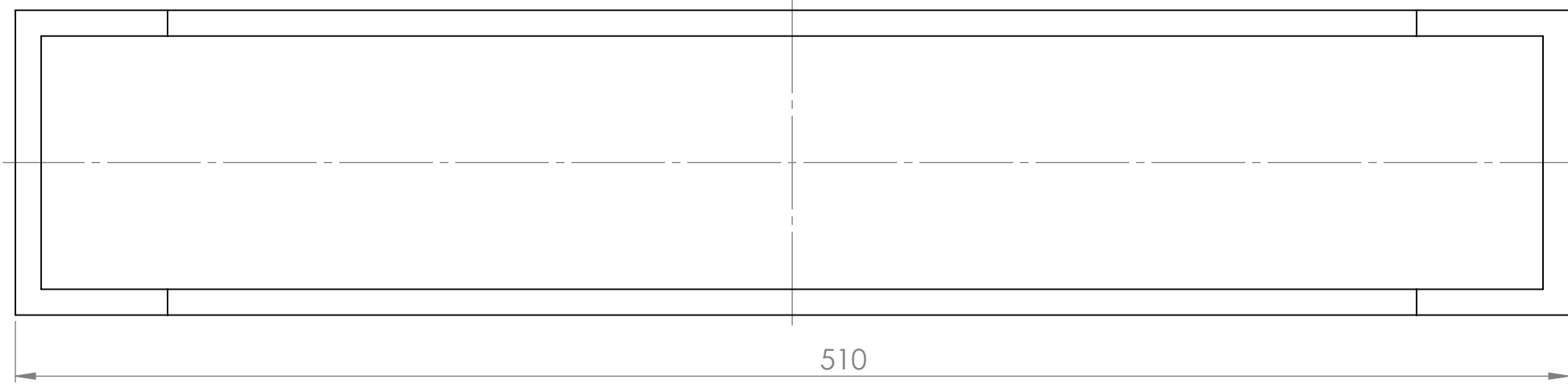


ŘEZ A-A
MĚŘÍTKO 1 : 2



3D POHLED
MĚŘÍTKO 1 : 20

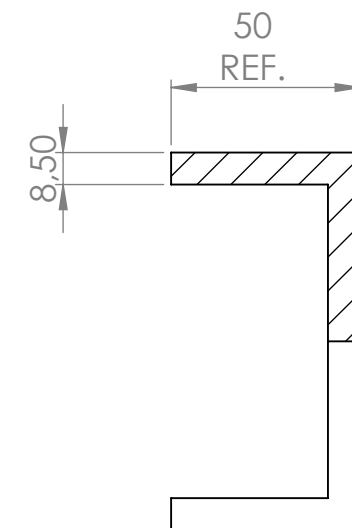
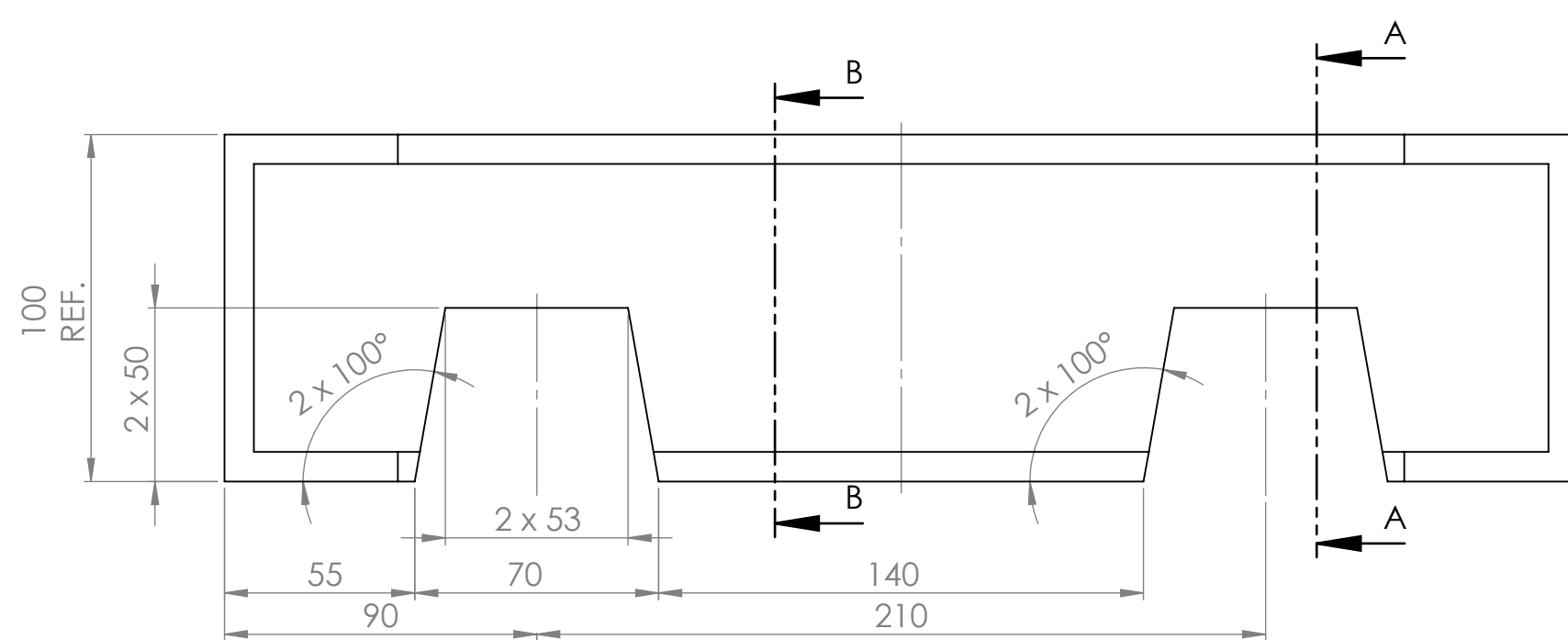
Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POLOTOVAR		Množství
1	dil_beranu_001	EN 10219 ČTVERCOVÝ PROFIL 200x8x 2300		1
POKUD NENÍ UVEDENO JINAK: JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH DRSNOST: TOLERANCE: LINEÁRNÍ: ÚHLOVÁ:		OPRACOVÁNÍ:	ODSTRANIT OSTŘÉ HRANY	NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU ZMĚNA
NAVRHL PŘEZKOUŠEL SCHVÁLIL VÝROBA Z. JAKOSTI		JMÉNO Lažánek Lukáš	PODPIS	DATUM 20.6.2012
		MATERIÁL: ocel 11 600		NÁZEV: Hranol 200 x 200
		HMOTNOST:		Č. VÝKRESU dil_beranu_001
		MĚŘÍTKO: 1:5		A3
		LIST 1 Z 1 LISTŮ		



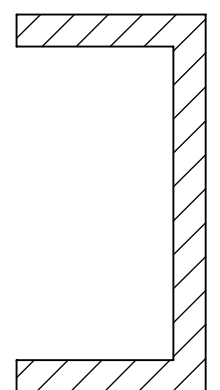
3D POHLED
MĚŘÍTKO 1:5

Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POPIS	Množství
1	díl_beranu_002	DIN 1026 UNP 100(100x8,5x510)	1
POKUD NENÍ UVEDENO JINAK: JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH DRSNOST: TOLERANCE: LINEÁRNÍ: ÚHLOVÁ:		OPRACOVÁNÍ:	ODSTRANIT OSTŘE HRANY
		NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU	ZMĚNA
Západočeská Univerzita v Plzni			
JMÉNO NAVRHL Lažánek Lukáš		PODPIS DATUM 20.6.2012	NÁZEV: Profil U
PŘEZKOUSEL			Č. VÝKRESU díl_beranu_002
SCHVÁLIL			
VÝROBA			MĚŘÍTKO: 1:2
Z. JAKOSTI		MATERIÁL: ocel 11 600	
		HMOTNOST:	LIST 1 Z 1 LISTŮ

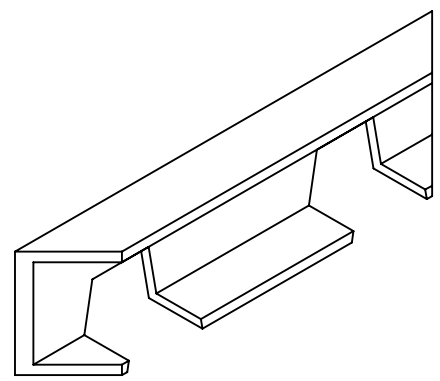
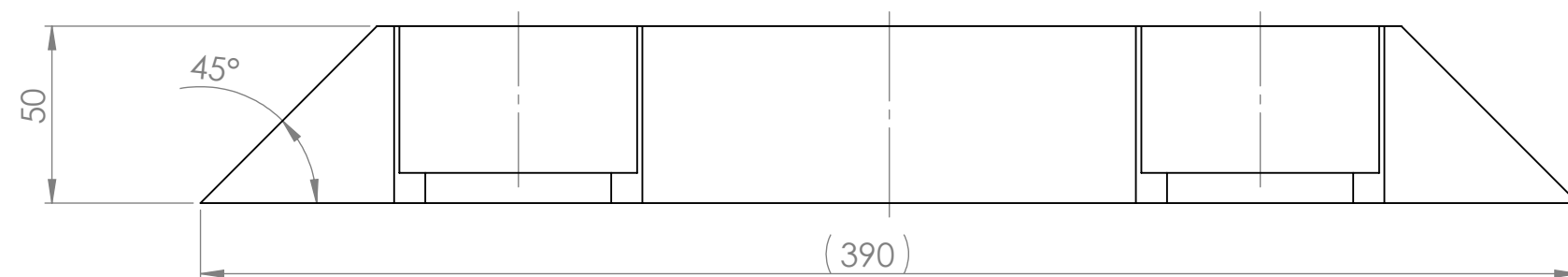
A3



ŘEZ A-A

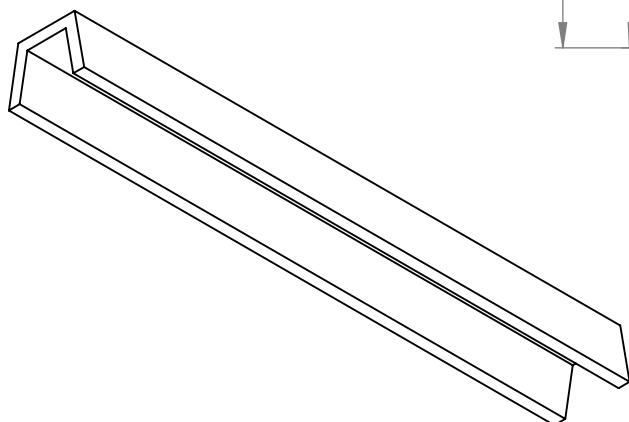
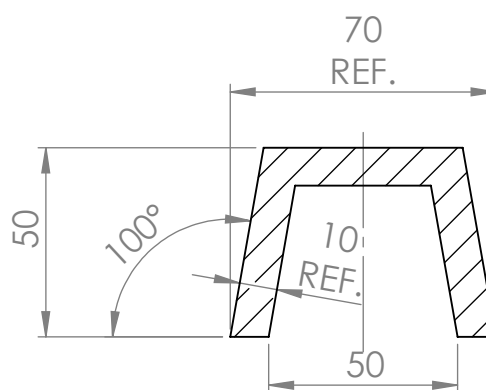
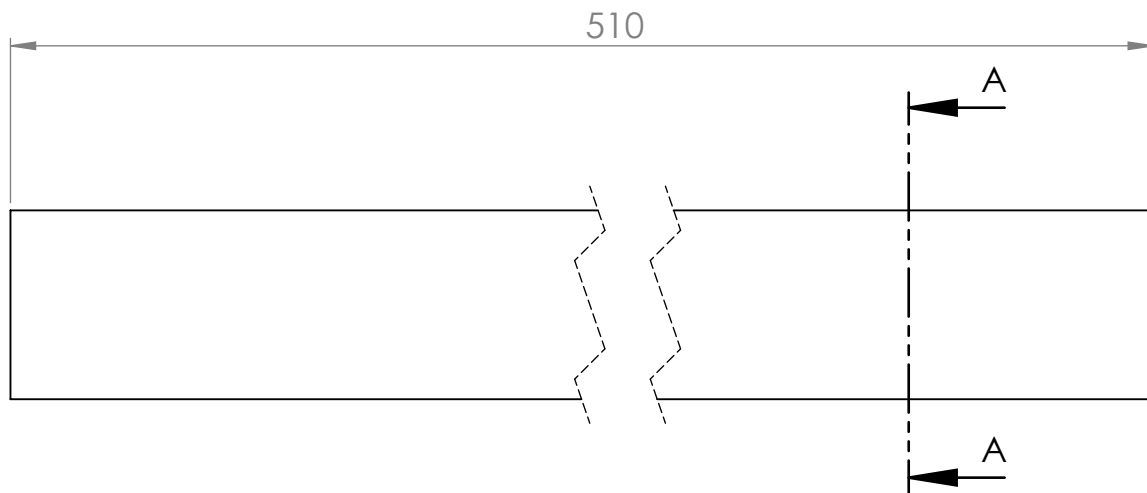


ŘEZ B-B



3D POHLED
MĚŘÍTKO 1:5

Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POLOTOVAR	Množství
1	dil_beranu_003	DIN 1026 UNP 100 (100x390x8,5)	1
POKUD NENÍ UVEDENO JINAK: JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH DRSNOST: TOLERANCE: LINEÁRNÍ: ÚHLOVÁ:		OPRACOVÁNÍ:	ODSTRANIT OSTŘÉ HRANY
		NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU	
		ZMĚNA	
		Západočeská Univerzita v Plzni	
		NÁZEV:	
		Profil U	
NAVRHL	Lažánek Lukáš	20.6.2012	
PŘEZKOUSEL			
SCHVÁLIL			
VÝROBA			
Z. JAKOSTI		MATERIÁL:	
		ocel 11 600	
		HMOTNOST:	
		Č. VÝKRESU	
		dil_beranu_003	A3
		MĚŘÍTKO:1:2	LIST 1 Z 1 LISTŮ



3D POHLED
MĚŘÍTKO 1:2

Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POLOTOVAR	Množství
1	dil_beranu_004	ČSN EN 10278 S70	1

POKUD NENÍ UVEDENO JINAK:
JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH
DRSNOST:
TOLERANCE:
LINEÁRNÍ:
ÚHLOVÁ:

OPRACOVÁNÍ:

ODSTRANIT
OSTŘÉ HRANY

NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU

ZMĚNA

Západočeská Univerzita v Plzni

NÁZEV	PODPIS	DATUM
NAVRHL Lažánek Lukáš		21.6.2012
PŘEZKOUSEL		
SCHVÁLIL		
VÝROBA		
Z. JAKOSTI		

NÁZEV:

Šestihran

Č. VÝKRESU

dil_beranu_004

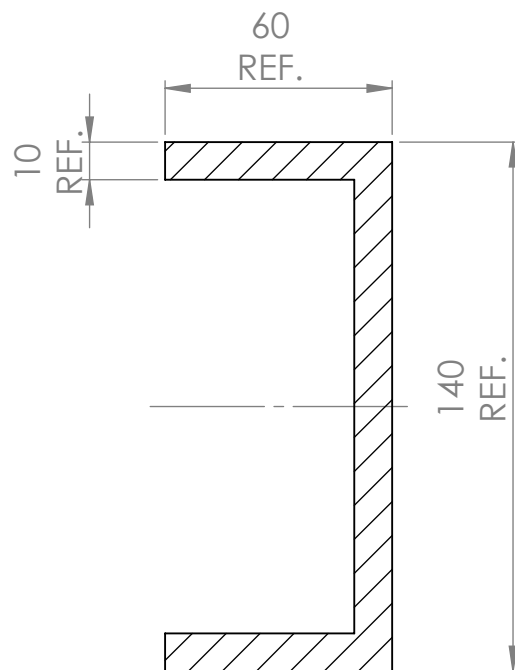
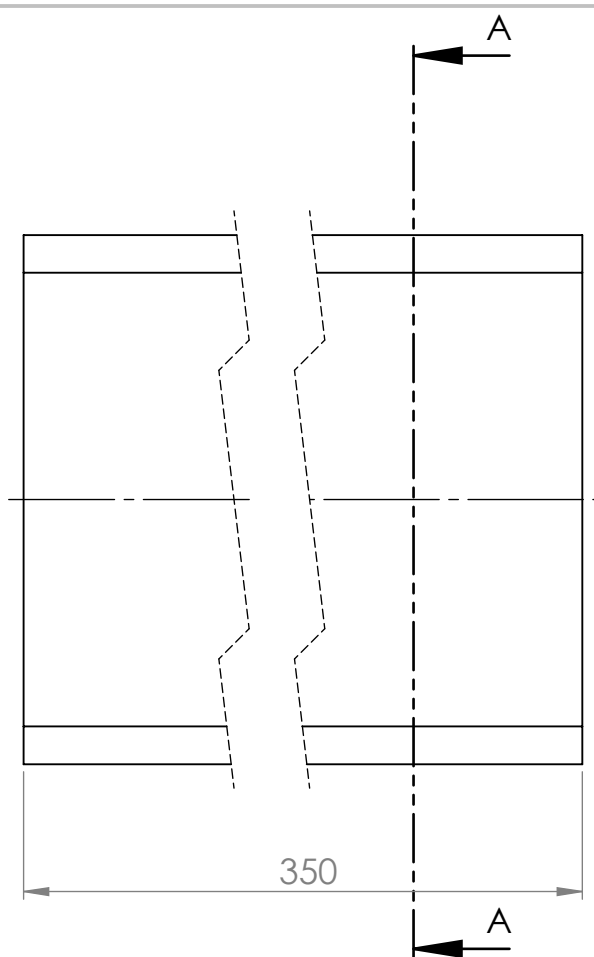
A4

MATERIÁL:
ocel 11 600

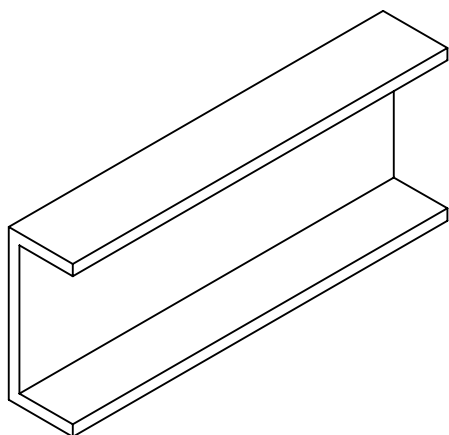
HMOTNOST:

MĚŘÍTKO: 1:2

LIST 1 Z 1 LISTŮ



ŘEZ A-A



3D POHLED
MĚŘÍTKO 1:5

Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POLOTOVAR	Množství
1	dil_beranu_005	DIN 1026 UNP 140 (140x60x350x10)	1

POKUD NENÍ UVEDENO JINAK:
JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH
DRSNOST:
TOLERANCE:
LINEÁRNÍ:
ÚHLOVÁ:

OPRACOVÁNÍ:

ODSTRANIT
OSTŘÉ HRANY

NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU

ZMĚNA

Západočeská Univerzita v Plzni

NÁZEV	PODPIS	DATUM	
NAVRHL	Lažánek Lukáš	21.6.2012	
PŘEZKOUSEL			
SCHVÁLIL			
VÝROBA			
Z. JAKOSTI			
MATERIÁL:		ocel 11 600	
HMOTNOST:			

NÁZEV:

Profil u

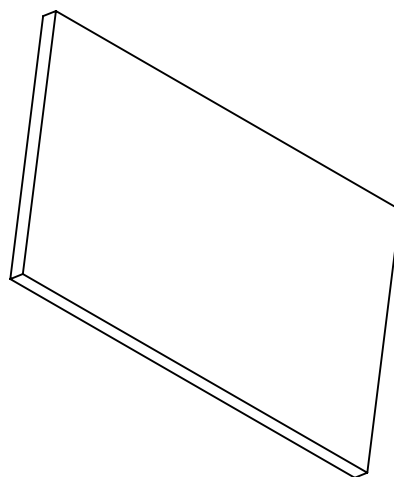
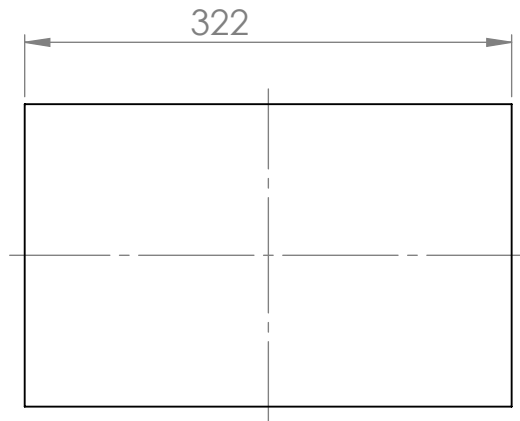
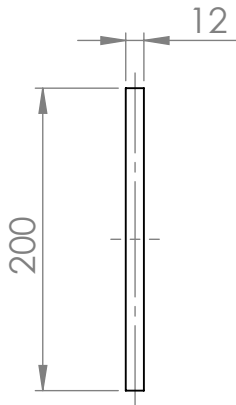
Č. VÝKRESU

dil_beranu_005

A4

MĚŘÍTKO: 1:2

LIST 1 Z 1 LISTŮ



3D POHLED

POLOTOVAR DLE POTŘEBY ZÁKAZNÍKA

Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POPLOTOVAR	Množství
1	dil_beranu_006	EN 10268 DESKA 330x200x12	1

POKUD NENÍ UVEDENO JINAK:
JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH
DRSNOST:
TOLERANCE:
LINEÁRNÍ:
ÚHLOVÁ:

OPRACOVÁNÍ:

ODSTRANIT
OSTŘE HRANY

NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU

ZMĚNA

Západočeská Univerzita v Plzni

NÁZEV	PODPIS	DATUM
NAVRHL	Ložánek Lukáš	21.6.2012
PŘEZKOUSEL		
SCHVÁLIL		
VÝROBA		
Z. JAKOSTI		

NÁZEV:

Deska

Č. VÝKRESU

dil_beranu_006

A4

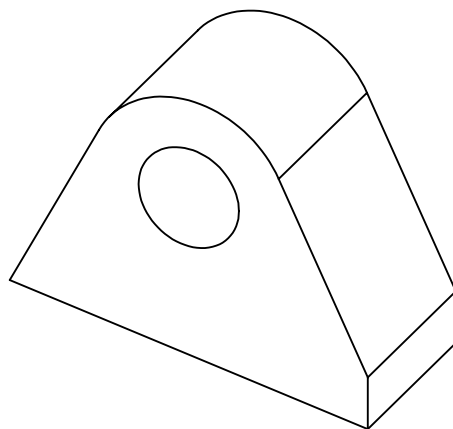
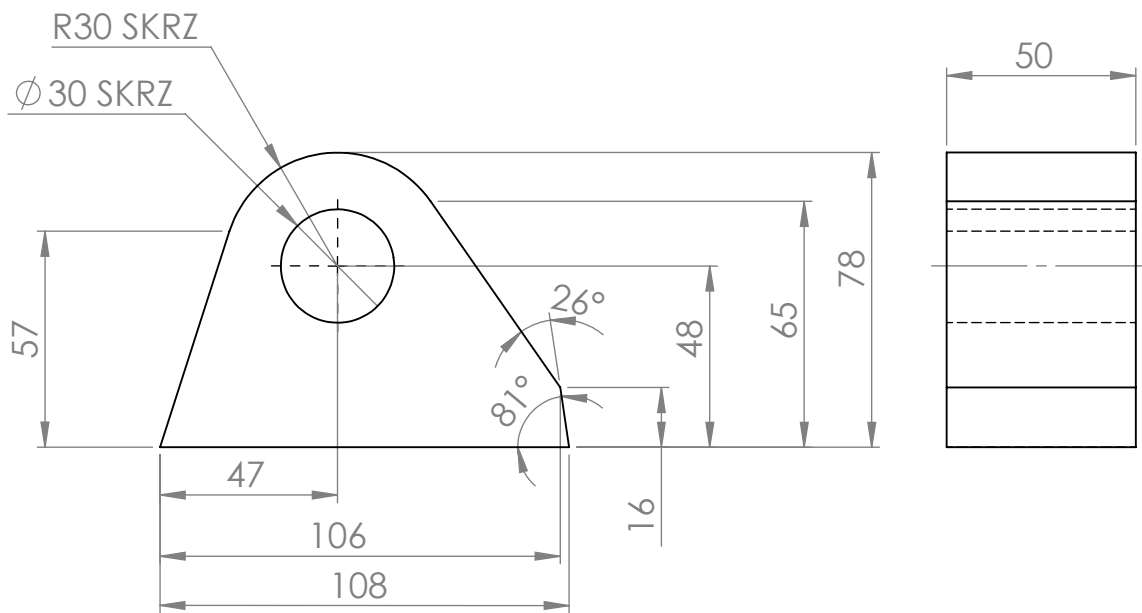
MATERIÁL:

ocel 11 600

HMOTNOST:

MĚŘÍTKO:1:5

LIST 1 Z 1 LISTŮ



3D POHLED

Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POLOTOVAR	Množství
1	dil_beranu_007	DIN 1014 ČTVERCOVÝ 110	1

POKUD NENÍ UVEDENO JINAK:
 JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH
 DRSNOST:
 TOLERANCE:
 LINEÁRNÍ:
 ÚHLOVÁ:

OPRACOVÁNÍ:

ODSTRANIT
 OSTRÉ HRANY

NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU

ZMĚNA

Západočeská Univerzita v Plzni

NÁZEV	PODPIS	DATUM
NAVRHL Lažánek Lukáš		21.6.2012
PŘEZKOUŠEL		
SCHVÁLIL		
VÝROBA		
Z. JAKOSTI		

NÁZEV:

Oko

Č. VÝKRESU

dil_beranu_007

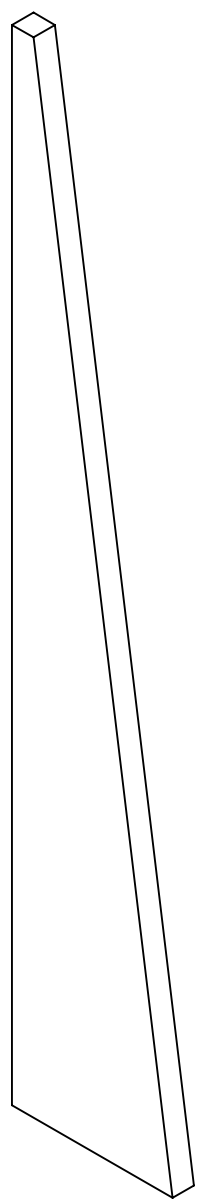
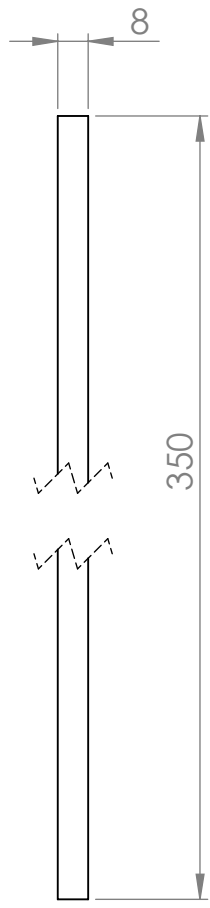
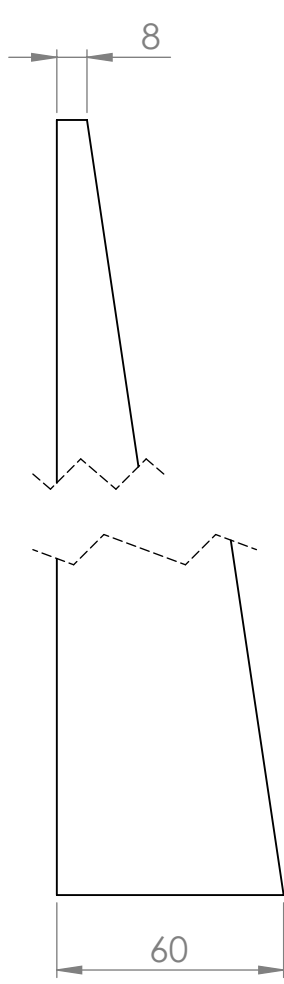
A4

MATERIÁL:
 ocel 11 600

HMOTNOST:

MĚŘÍTKO: 1:2

LIST 1 Z 1 LISTŮ



3D POHLED
MĚŘÍTKO 1:2

Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POLOTOVAR	Množství
1	dil_beranu_008	EN 10278 60x8x3000	1

POKUD NENÍ UVEDENO JINAK:
JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH
DRSNOST:
TOLERANCE:
LINEÁRNÍ:
ÚHLOVÁ:

OPRACOVÁNÍ:

ODSTRANIT
OSTŘE HRANY

NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU
ZMĚNA
Západočeská Univerzita v Pzni

NÁZEV	PODPIS	DATUM
NAVRHL Ložánek Lukáš		21.6.2012
PŘEZKOUSEL		
SCHVÁLIL		
VÝROBA		
Z. JAKOSTI		

NÁZEV:
Žebro

Č. VÝKRESU
dil_beranu_008

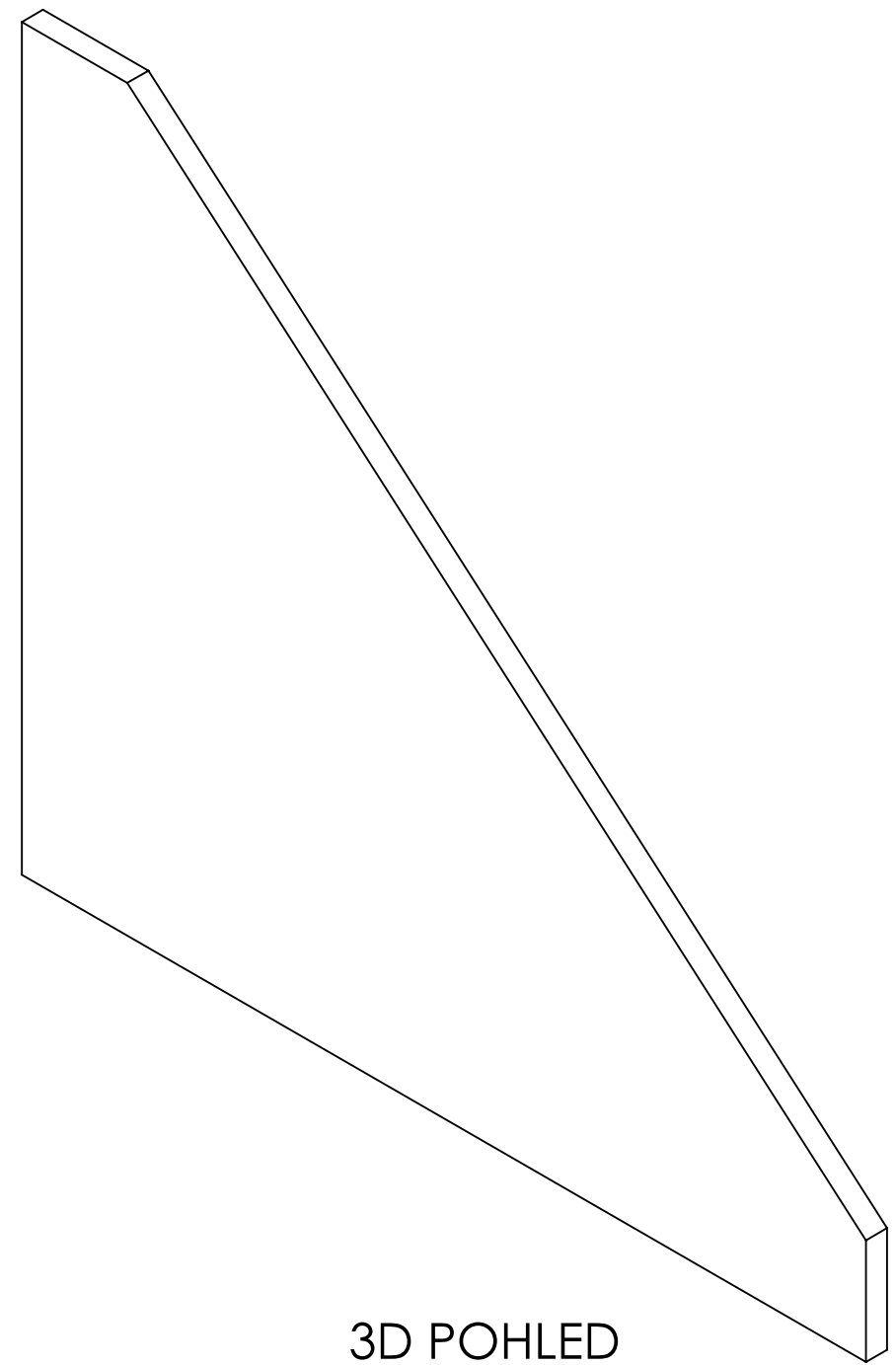
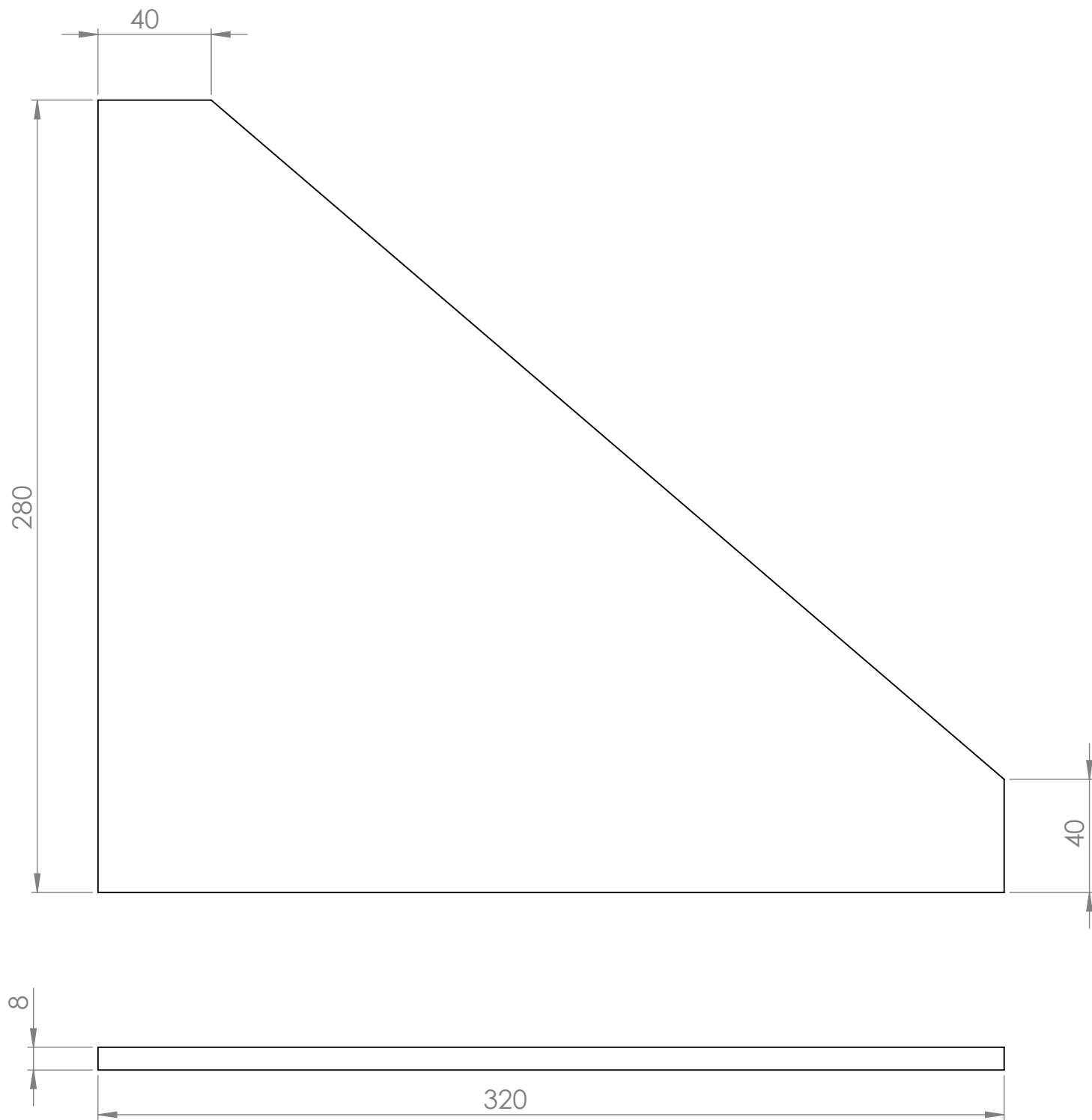
MĚŘÍTKO: 1:2

LIST 1 Z 1 LISTŮ

MATERIÁL:
ocel 11 600

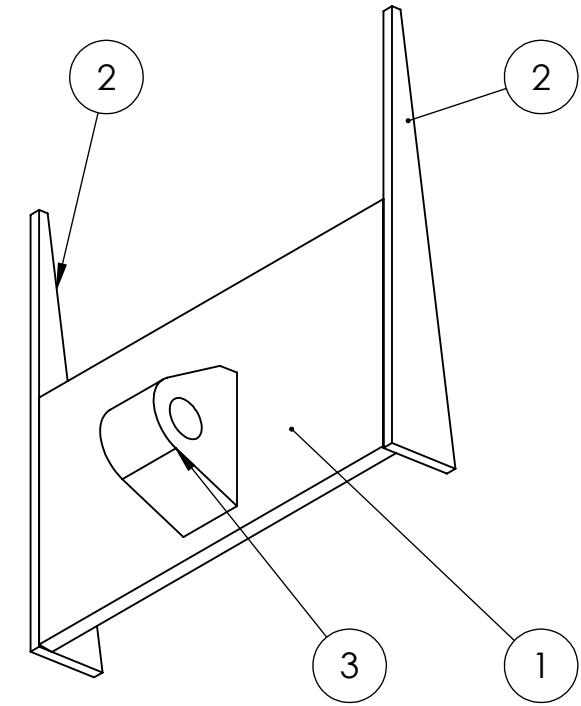
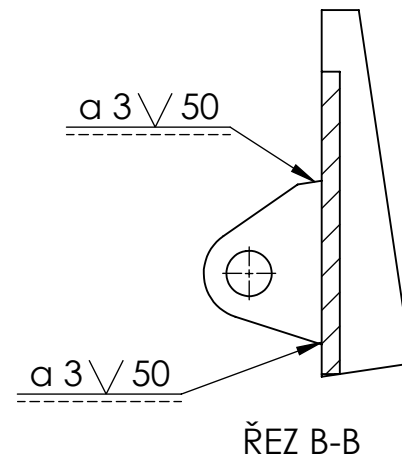
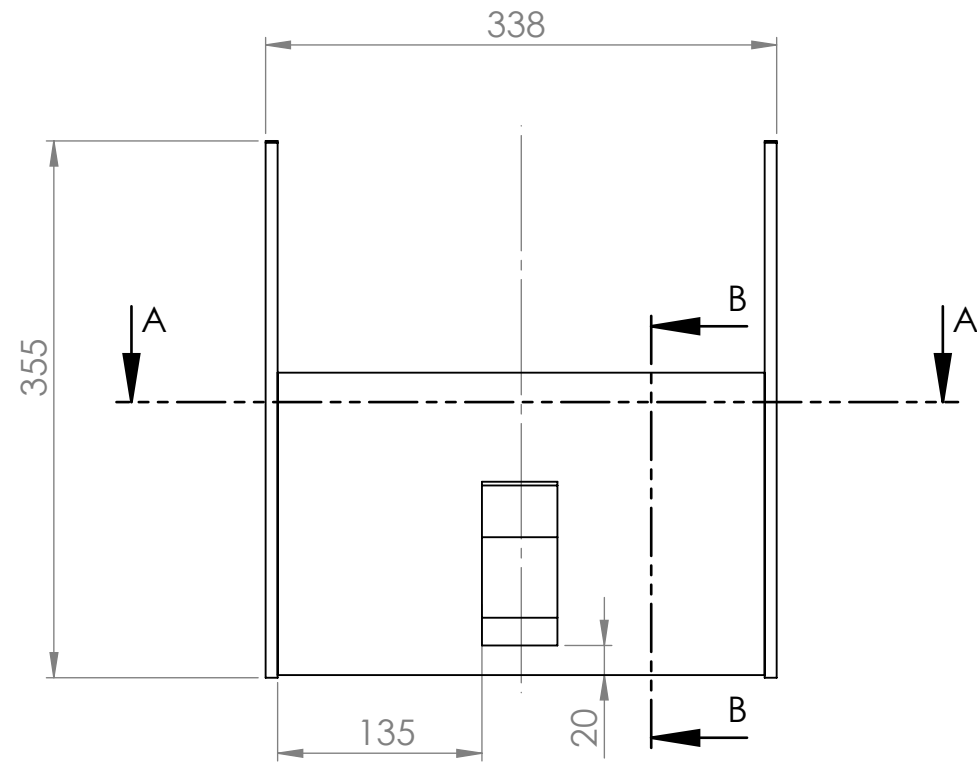
A4

HMOTNOST:

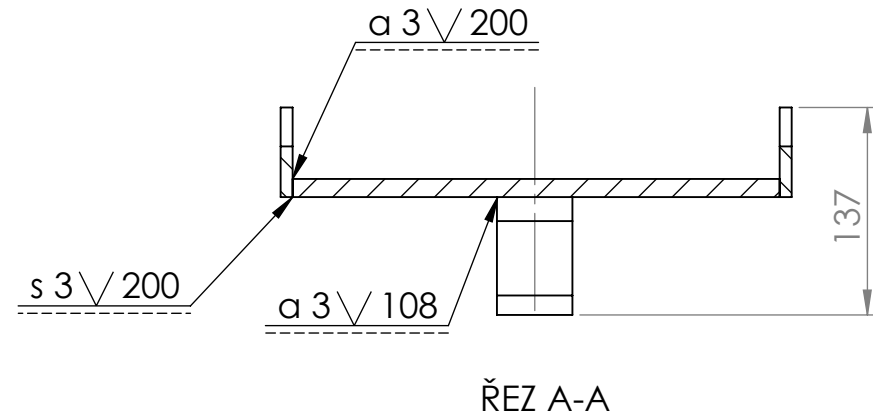


POLOTOVAR DLE POTŘEBY ZÁKAZNÍKA

Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POLOTOVAR	Množství
1	dil_beranu_009	EN 10268 DESKA 320x280x8	1
POKUD NENÍ UVEDENO JINAK: JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH DRSNOST: TOLERANCE: LINEÁRNÍ: ÚHLOVÁ:		OPRACOVÁNÍ:	ODSTRANIT OSTŘÉ HRANY
		NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU	
		ZMĚNA	
Západočeská Univerzita v Plzni			
		NÁZEV:	
		Žebro	
NAVRHL	JMÉNO Lažánek Lukáš	PODPIS	DATEM 21.6.2012
PŘEZKOUSEL			
SCHVÁLIL			
VÝROBA			
Z. JAKOSTI		MATERIÁL: ocel 11 600	Č. VÝKRESU dil_beranu_009
		HMOTNOST:	MĚŘÍTKO:1:2
			LIST 1 Z 1 LISTŮ



3D POHLED



Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POPIS	Množství
1	díl_beranu_006		1
2	díl_beranu_008		2
3	díl_beranu_007		1

POKUD NENÍ UVEDENO JINAK:
 JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH
 DRSNOST:
 TOLERANCE:
 LINEÁRNÍ:
 ÚHLOVÁ:

OPRACOVÁNÍ:

ODSTRANIT
 OSTRÉ HRANY

NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU

ZMĚNA

Západočeská Univerzita v Plzni

	JMÉNO	PODPIS	DATUM		
NAVRHL	Ložánek Lukáš		21.6.2012		
PŘEZKOUSEL					
SCHVÁLIL					
VÝROBA					
Z. JAKOSTI				MATERIÁL:	
				HMOTNOST:	

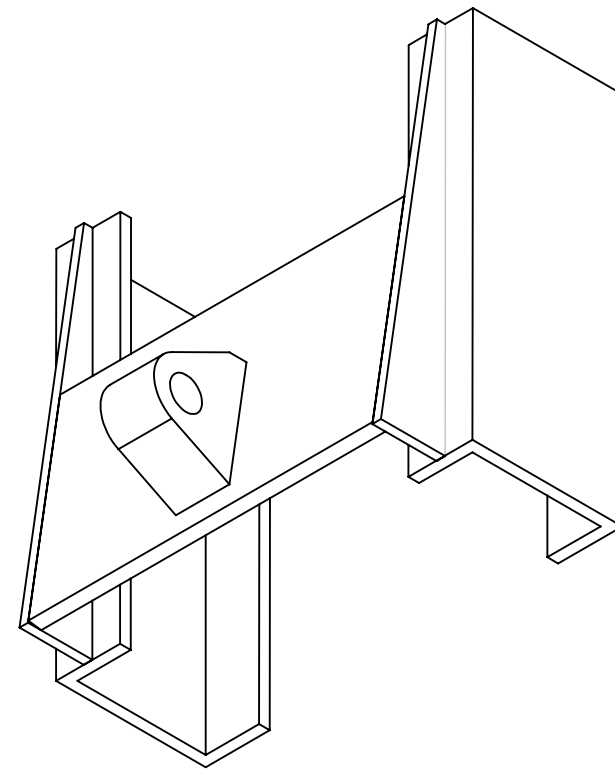
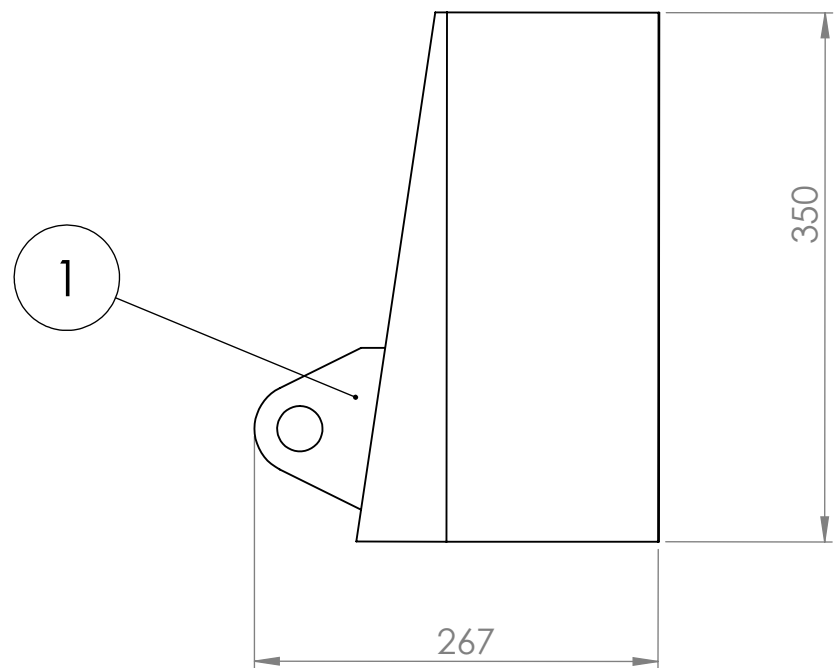
NÁZEV:

Svařenec 2

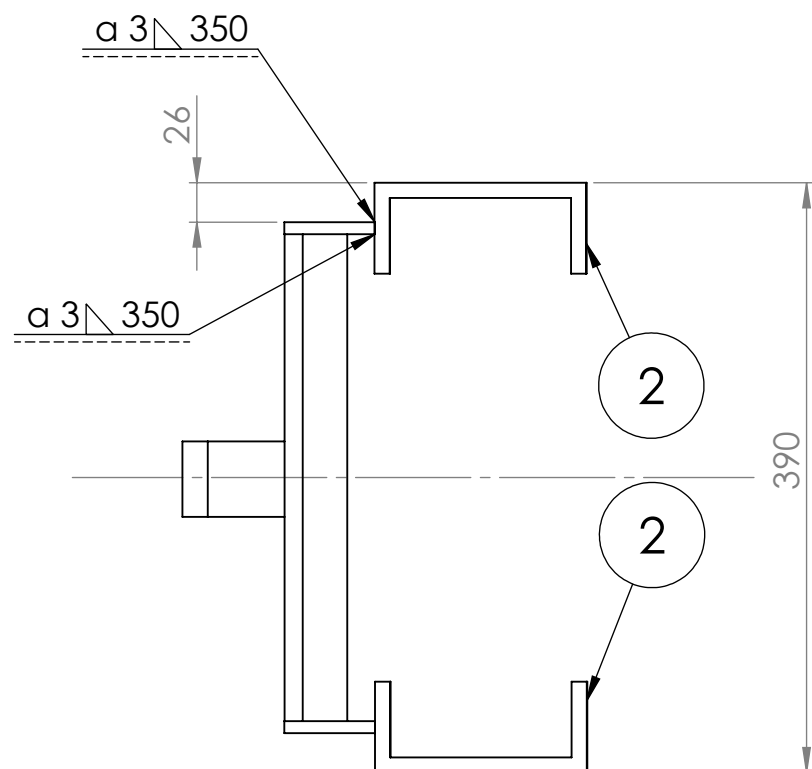
Č. VÝKRESU sestava_beranu_2 A3

MĚŘÍTKO:1:5

LIST 1 Z 1 LISTŮ

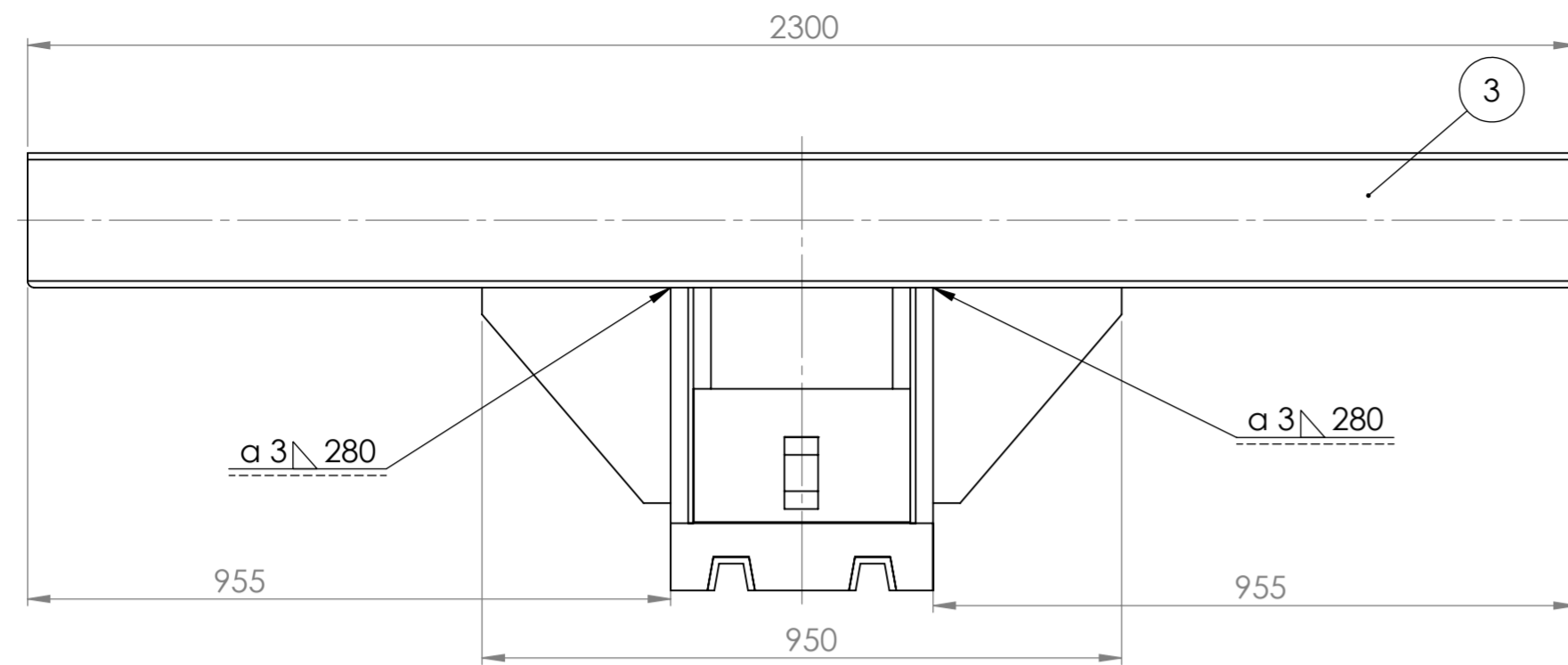


3D POHLED

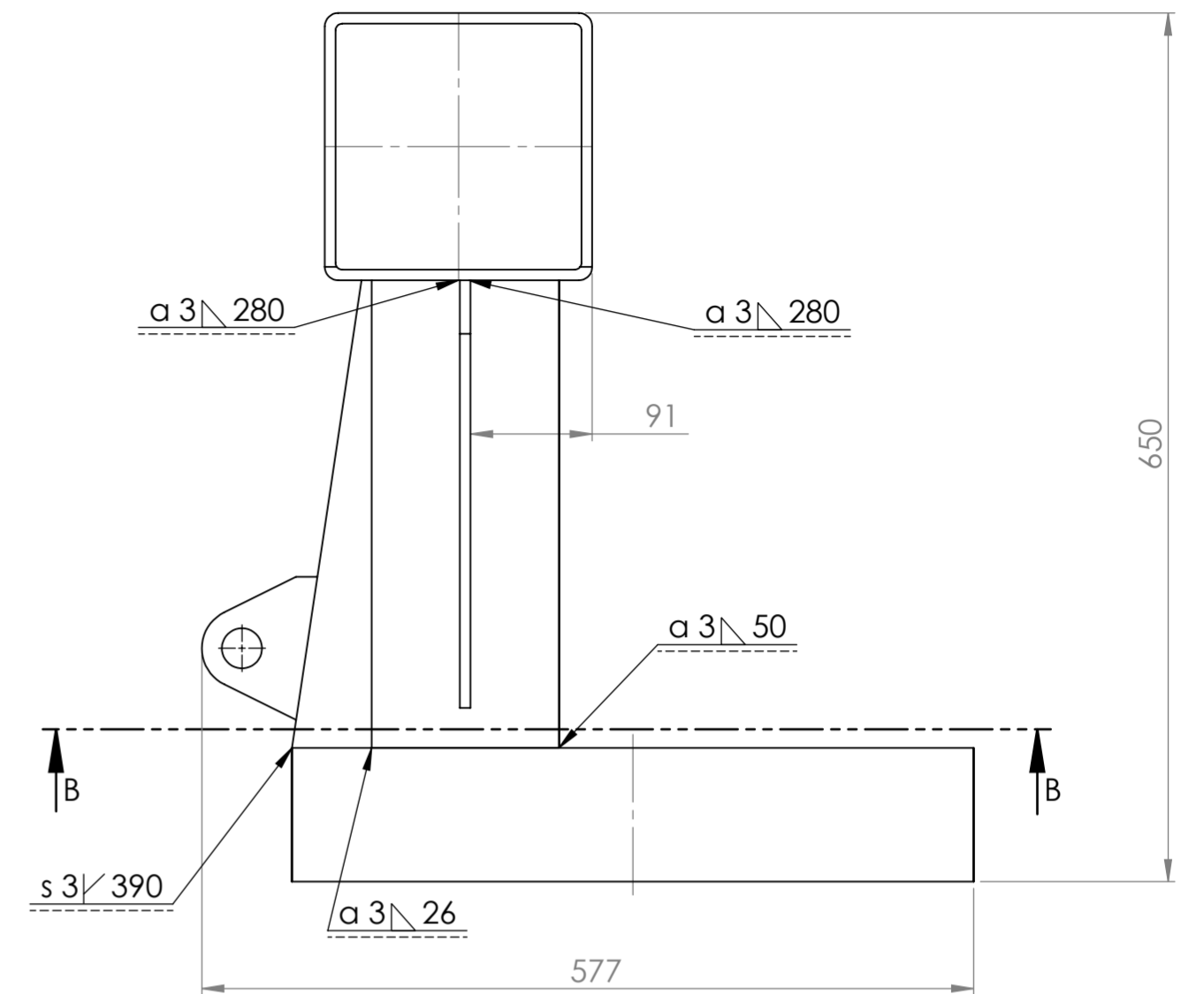


Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POPIS	Množství
1	sestava_beranu_2		1
2	dil_beranu_005		2

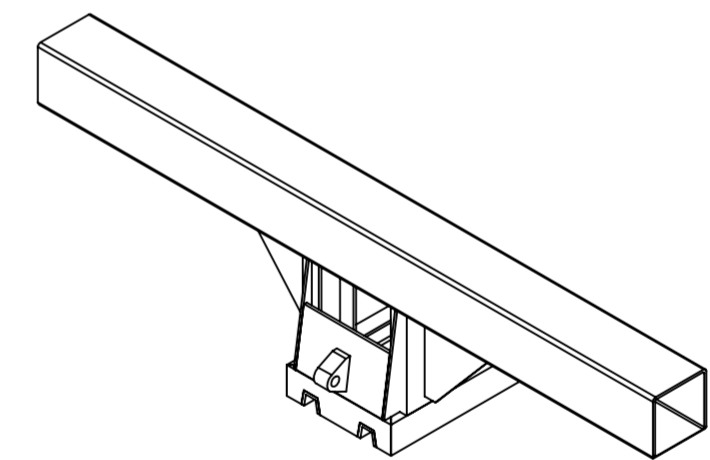
POKUD NENÍ UVEDENO JINAK: JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH DRSNOST: TOLERANCE: LINEÁRNÍ: ÚHLOVÁ:	OPRACOVÁNÍ:	ODSTRANIT OSTŘE HRANY	NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU ZMĚNA
			Západočeská Univerzita v Plzni
NAVRHL Lažánek Lukáš	PODPIS	DATUM 21.6.2012	NÁZEV: Svařenec 3
PŘEZKOUSEL			Č. VÝKRESU sestava_beranu_3 A3
SCHVÁLIL			
VÝROBA		MATERIÁL:	MĚŘÍTKO:1:5 LIST 1 Z 1 LISTŮ
Z. JAKOSTI		HMOTNOST:	



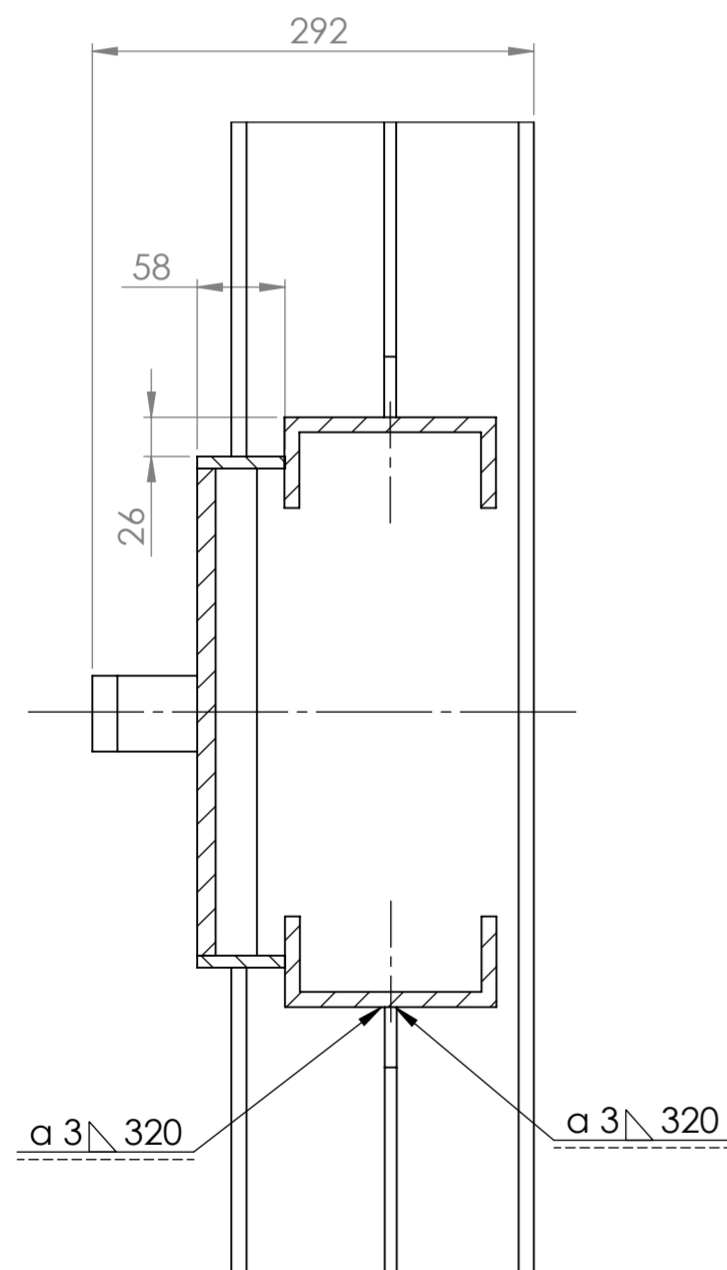
← POHLED A



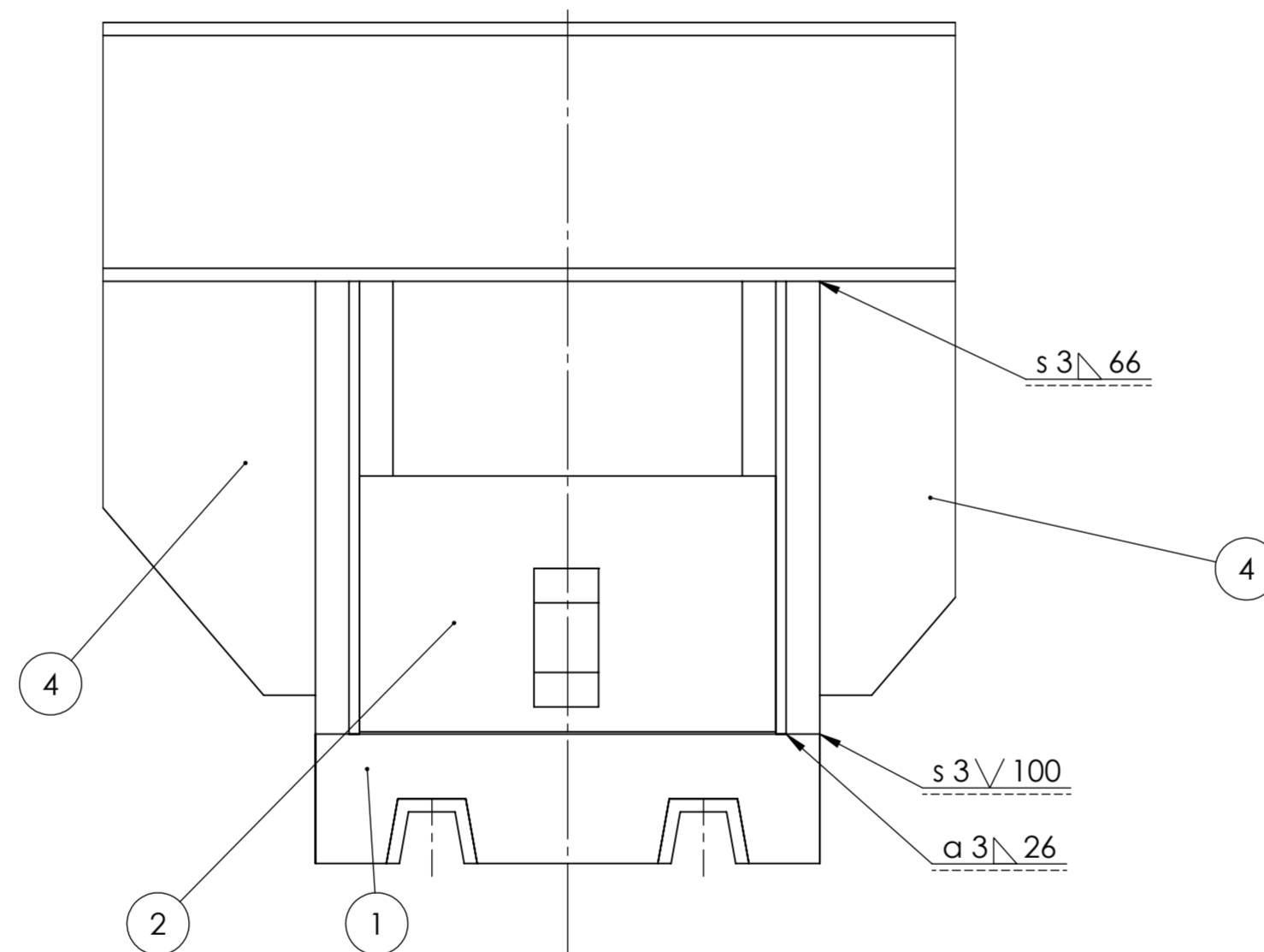
POHLED A
MĚŘITKO 1:5



3D POHLED
MĚŘITKO 1:20



ŘEZ B-B
MĚŘITKO 1:5



ŘEZ A-A
MĚŘITKO 1:5

Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POPIS	Množství
1	sestava_beranu_1		1
2	sestava_beranu_3		1
3	díl_beranu_001		1
4	díl_beranu_009		2

POKUD NENÍ UVEDENO JINAK:
JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH
DRSNOST:
TOLERANCE:
LINEÁRNÍ:
ÚHLOVÁ:

OPRACOVÁNÍ:

ODSTRANIT
OSTŘE HRANY

NEUPRAVOVAT MĚŘITKO VÝKRESU

ZMĚNA

NAVRHL	JMÉNO	PODPIS	DATUM
NAVRHL	Lažánek Lukáš		21.6.2012
PŘEZKOUSĚL			
SCHVÁLIL			
VÝROBA			
Z. JAKOSTI			

MATERIÁL:

HMOTNOST:

Západočeská Univerzita v Plzni

NÁZEV:
Svařenec Beran

Č. VÝKRESU
sestava_beranu_4 A2

MĚŘITKO:1:10

LIST 1 Z 1 LISTŮ