

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství

Studijní zaměření: Stavba výrobních strojů a zařízení

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Analýza rizik vybraného strojního zařízení v jeho životním cyklu

Autor: **Jiří MAJOR**

Vedoucí práce: **Ing. Josef Dvořák**

Akademický rok 2012/2013

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří MAJOR**  
Osobní číslo: **S12B0397P**  
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Stavba výrobních strojů a zařízení**  
Název tématu: **Analýza rizik vybraného strojního zařízení v jeho životním cyklu**  
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:

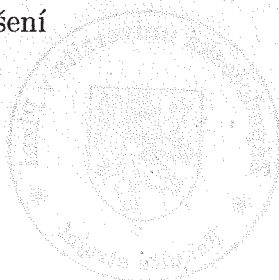
Úkolem je analýza technického zařízení z hlediska celoživotních rizik tohoto zařízení a jejich následné vyhodnocení. Na základě provedené analýzy budou navrženy případné technické změny zkoumaného zařízení. Cílem práce je rovněž navržení nové případně aplikace některé ze stávajících metod identifikace rizik.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Rešerše dostupných zdrojů týkajících se dané problematiky
2. Analýza a uspořádání dosažených poznatků
3. Konstrukční řešení zadaného úkolu
4. Hodnocení navrženého řešení
5. Závěr



Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **30-40 stran A4**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**KRULIŠ, J.** *Jak vítězit nad riziky : aktivní management rizik - nástroj řízení úspěšných firem.* **Praha: , 2011**

**KORECKÝ, M., TRKOVSKÝ, V.** *Management rizik projektů : se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích /1. vyd..* **Praha: , 2011**

**ČSN EN 31010** *Management rizik - Techniky posuzování rizik.* **Praha: , 2011**

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

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Josef Dvořák**

Katedra konstruování strojů

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Martin Kopecký**

Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce: **24. září 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **28. června 2013**

  
Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.

děkan



  
Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.

vedoucí katedry

V Plzni dne 24. září 2012

## **Prohlášení o autorství**

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

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

**V Plzni dne:** .....

.....  
**podpis autora**

Tato **bakalářská práce** byla podpořena formou odborné konzultace Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.3.00/35.0048 „Popularizace výzkumu a vývoje ve strojním inženýrství a jeho výsledků (POPULÁR)“

Odborným konzultantem byl Ing. Josef Dvořák, kterému děkuji za poskytnuté konzultace, kvalifikované rady a odbornou pomoc při sepsání této BP.

## ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Major	<b>Jméno</b> Jiří	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	Stavba výrobních strojů a zařízení		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Ing. Dvořák	<b>Jméno</b> Josef	
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Analýza rizik vybraného strojního zařízení v jeho životním cyklu		

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

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	55	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	33	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	22
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL</b> <b>POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Bakalářská práce obsahuje přehled základních metod pro analýzu rizik. Dále je rozebrána a použita jedna z těchto metod, konkrétně Ishikawa diagram. Tento diagram byl aplikován na jednoduché strojní zařízení- okružní pilu. V konstrukční části byla originální okružní pila upravena dle provedené analýzy, tak aby identifikovaná rizika byla eliminována nebo minimalizována.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	Riziko, Ishikawa, okružní pila

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Major	<b>Name</b> Jiří	
<b>FIELD OF STUDY</b>	Design of Manufacturing Machines and Equipment		
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> Ing. Dvořák	<b>Name</b> Josef	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Risk analysis of a selected technical product with consideration of lifecycle		

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

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

<b>TOTALLY</b>	55	<b>TEXT PART</b>	33	<b>GRAPHICAL PART</b>	22
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>  <b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	Bachelor thesis provides an overview of basic methods for risk analysis. It is analyzed and used one of these methods, namely the Ishikawa diagram. This diagram was applied to a simple mechanical device-circular saw. The design of the original circular saw was modified according to the analysis to minimize or eliminate identified risks.
<b>KEY WORDS</b>	Risk, Ishikawa, circular saw

## Obsah

1	Úvod.....	3
2	Přehled rizik a metod jejich identifikace.....	5
2.1	Základní terminologie.....	5
2.1.1	Management rizik.....	5
2.1.2	Riziko .....	5
2.1.3	Strojní zařízení .....	6
2.1.4	Životní cyklus produktu .....	8
2.2	Identifikace rizik.....	9
2.2.1	Třídění rizik.....	9
2.3	Metody identifikace rizik.....	15
2.3.1	Brainstorming .....	16
2.3.2	Strukturované rozhovory, diskuze s experty .....	16
2.3.3	Metoda Delphi.....	16
2.3.4	Kontrolní seznamy .....	17
2.3.5	HAZOP.....	17
2.3.6	Strukturovaná technika SWIFT .....	19
2.3.7	Analýza způsobů a důsledků poruch FMEA .....	19
2.3.8	Analýza příčin a důsledků (Ishikawa, rybí kost).....	20
2.4	Postup identifikace rizik .....	20
3	Ishikawa diagram .....	22
3.1	Postup tvorby diagramu:.....	22
4	Okružní pila .....	24
4.1	Typy provedení.....	25
4.1.1	Cirkulárka s kolébkou .....	25
4.1.2	Cirkulárka se stolem.....	26
4.1.3	Cirkulárka s kolébkou a stolem.....	26
4.2	Bezpečnostní prvky a zásady.....	27
4.2.1	Kotouč .....	27
4.2.2	Ochranný kryt kotouče .....	28



4.2.3	Kryt řemenice .....	28
4.2.4	Rozpěrný klín .....	29
4.2.5	System sawstop .....	29
5	Okružní pila před a po analýze rizik .....	30
5.1	Analyzovaná okružní pila .....	30
5.1.1	Rám .....	31
5.1.2	Přídavná kola .....	31
5.1.3	Úchytná deska .....	32
5.1.4	Hřídel .....	32
5.1.5	Stůl .....	33
5.2	Analýza okružní pily .....	34
5.3	Okružní pila po analýze .....	36
5.3.1	Spodní kryt kotouče .....	37
5.3.2	Rozpěrný trn .....	38
5.3.3	Horní kryt kotouče .....	40
5.3.4	Kryt řemenice .....	41
5.3.5	Kola .....	41
6	Závěr .....	42
7	Seznam použité literatury .....	43
8	Seznam obrázků .....	45

# 1 Úvod

V současné době, prakticky v každém oboru, roste konkurence. A je jedno ať se jedná o konkurenci z vyspělých zemí, nebo ze zemí rozvojových. Vlivem rostoucí konkurence roste i motivace podniků k inovacím a zlepšování produktů či služeb. Pokud má být výrobek konkurenceschopný, měl by splňovat 3 základní kritéria: kvalitu, relativně nízkou cenu a měl by být vyroben včas. Tyto 3 kritéria by měly být splněny všechny současně. V důsledku velké konkurence jsou rychle zaváděny nové výrobky a dodávky splňující komplexně potřeby odběratelů. Za nedodržení termínu dodávky hrozí vysoké sankce. [1]

Podniky produkující výrobky či poskytující služby se nenacházejí ve vzduchoprázdnu, ale obklopuje je určité prostředí. Toto prostředí se skládá z okolních společností, ekonomiky, životního prostředí, kultury, technologického prostředí, legislativy, veřejného sektoru a veřejné správy. Nedílnou součástí okolního prostředí jsou rovněž zájmové skupiny (stakeholders) a konkurenční organizace či podniky. Mezi podnikem a okolím probíhá výměna vstupů (například technologií), výstupů (včetně externalit) a informací. Okolní prostředí podnik různě omezuje (legislativa, různé standardy) a jeho organizační kultura je ovlivňována okolní kulturou (například kulturou dané země). [2]



**Obr. 1** Okolní prostředí podniku [2]

V okolním prostředí podniku neustále dochází ke změnám. Tyto změny se ustavičně zrychlují. Na změny podnik musí pružně reagovat, dále identifikovat již při přípravě každého projektu všechny nejistoty, jimiž bude projekt v průběhu jeho provádění vystaven a rizika vyvolána těmito nejistotami aktivně řídit. [1]

V současných podmínkách rychlých změn má na projekt velký vliv způsob managementu rizik. Podnik s vyspělým managementem rizik projektů, integrovaným do managementu projektů i ostatních rizik mimo projekty má konkurenční výhodu. Riziko je třeba chápat nejen jako hrozbu, ale i jako příležitost. Nalezení a využití příležitosti ke zlepšení projektu dokáže vyvážit hrozby, kterým se nedá zabránit nebo které se mohou objevit v celém průběhu provádění projektu. [1]

V předchozím textu je vysvětleno, jak je management rizik aplikován na celý projekt při jeho provádění. Toto lze aplikovat i na výrobek, což je také strojní zařízení.

Tato bakalářská práce má dvě hlavní části. V teoretické části jsou vysvětleny základní pojmy, utvořen přehled o rizicích a jejich identifikaci a neposlední řadě jsou zde uvedeny některé metody pro identifikaci rizik. V praktické části je jedna z metod identifikace rizik (diagram příčin a následků) aplikována na vybrané strojní zařízení (okružní pilu).

## 2 Přehled rizik a metod jejich identifikace

V této kapitole budou vysvětleny základní pojmy, se kterými je nutno se seznámit při řešení dané problematiky. Bude zde vysvětlen pojem management rizik, co to je vůbec riziko, co lze chápat jako strojní zařízení a také životní cyklus produktu. Dále jak z názvu vyplývá, zde budou vysvětleny druhy rizik a některé metody pro jejich identifikace.

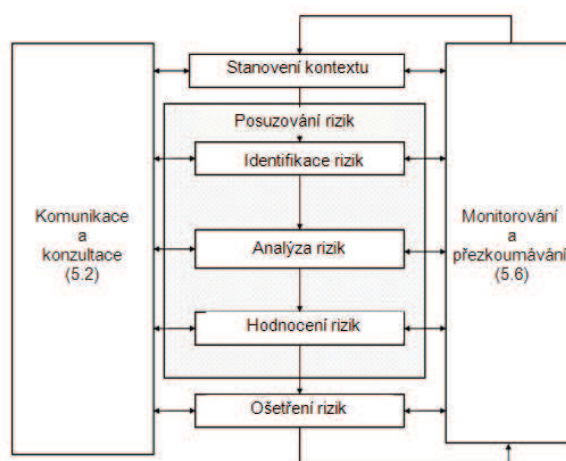
### 2.1 Základní terminologie

#### 2.1.1 Management rizik

Podle ČSN ISO 3100 se jedná o koordinované činnosti k vedení a řízení organizace s ohledem na rizika [3]

*Řízení rizik (Risk Management) je oblast řízení zaměřující se na analýzu a snížení rizika, pomocí různých metod a technik prevence rizik, které eliminují existující nebo odhalují budoucí faktory zvyšující riziko. Riziko je všude přítomným a charakteristickým průvodním jevem fungování organizací v soudobém turbulentním prostředí. [4]*

Řízení rizik se skládá ze šesti vzájemně provázaných fází, konkrétně ze stanovení kontextu managementu rizik, identifikace rizik, analýzy rizik, ošetření rizik, řízení rizik a závěrečného vyhodnocení. [1]



Obr. 2 Proces managementu rizik [5]

#### 2.1.2 Riziko

Riziko je slovo cizího významu, které znamená určité nebezpečí anebo vysokou pravděpodobnost nezdaru. [6]

V současné době neexistuje jediná obecně uznávaná definice rizika. Pojem riziko je definován v každé literatuře různě.

Uvedu zde několik příkladů:

*Pravděpodobnost či možnost vzniku ztráty, obecně nezdaru.*

*Variabilita možných výsledků nebo nejistota jejich dosažení.*

*Odchýlení skutečných a očekávaných výsledků.*

*Pravděpodobnost jakéhokoliv výsledku, odlišného od výsledku očekávaného.*

*Situace, kdy kvantitativní rozsah určitého jevu podléhá jistému rozdělení pravděpodobnosti.*

*Nebezpečí negativní odchylky od cíle (tzv. čisté riziko).*

*Nebezpečí chybného rozhodnutí.*

*Možnost vzniku ztráty nebo zisku (tzv. spekulativní riziko).*

*Neurčitost spojená s vývojem hodnoty aktiva (tzv. investiční riziko).*

*Střední hodnota ztrátové funkce.*

*Možnost, že specifická hrozba využije specifickou zranitelnost systému.*

S rizikem jsou ještě těsně spjaty dva pojmy:

1. Pojem neurčitého výsledku, o němž se implicitně uvažuje ve všech definicích rizika: výsledek musí být nejistý. Máme-li hovořit o riziku, musí existovat alespoň dvě varianty řešení.
2. Alespoň jeden z možných výsledků je nežádoucí. [7]

Pro řešenou problematiku je asi nejvýstižnější definice číslo 12. Lze si jí vysvětlit jako, že nalezneme případnou hrozbu na daném strojním zařízení (ostrá hrana), což může mít nežádoucí důsledky (pracovní úraz, vliv vrubu,...)

Pokud může mít riziko pouze negativní dopady (nehoda, poruchový provoz, ...), jedná se o čisté riziko. Pokud jsou důsledky pozitivní (nízké náklady) i negativní, jedná se o spekulativní riziko. [1]

### **2.1.3 Strojní zařízení**

Termín strojní zařízení zahrnuje velmi pestrý sortiment technických zařízení, vyznačujících se tím, že mají alespoň jednu motoricky poháněnou pohyblivou část. Tyto pohyby jsou zdrojem mechanických nebezpečí, která jsou obecně u strojních zařízení dominantní. Přesnou definici strojního zařízení lze dohledat na stránkách ministerstva průmyslu a obchodu. Termín strojní zařízení zahrnuje rovněž jednotlivé stroje nebo skupiny strojů a vyměnitelná přídatná zařízení. [8]

*„Za strojní zařízení se považuje:*

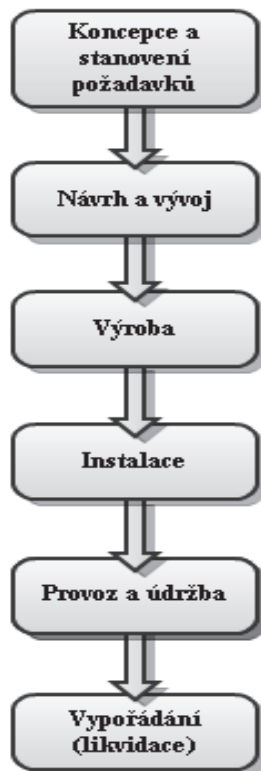
- 1. stroj, kterým je výrobek sestavený z částí nebo součástí, z nichž alespoň jedna je pohyblivá, z příslušných pohonných jednotek, ovládacích a silových obvodů a podobně, vzájemně spojených za účelem přesně stanoveného použití, zejména zpracování, úpravy, dopravy nebo balení materiálu,*
- 2. skupina strojů, kterou je funkčně spojený soubor strojů, uspořádaný a ovládaný jako integrovaný celek za účelem dosažení použití uvedeného pod bodem 1,*
- 3. vyměnitelné přídavné zařízení pozměňující funkci stroje, které se uvádí na trh za účelem připojení ke stroji nebo k řadě různých strojů nebo k traktorů jejich obsluhou, přičemž toto zařízení není náhradní díl ani nástroj“.* [9]

Typickým příkladem jsou různé výrobní stroje.

### 2.1.4 Životní cyklus produktu

Oficiální definice životního cyklu je uvedena v normě ČSN EN ISO 14040 a zní: „Všechna stadia života výrobku od získávání surovin potřebných k jeho výrobě, přes výrobu vlastního výrobku, jeho používání a likvidace použitého, již nepotřebného výrobku.“ [10]

Životní cyklus produktu je určitý časový interval. Tento interval začíná u stanovení koncepce produktu a končí jeho vypořádáním (likvidací). Je tvořen z celkem šest etap. [11]



**Obr. 3** Životní cyklus produktu [11]

Životní cyklus je velice obsáhlé téma a v jeho průběhu se vyskytuje nepoččetně mnoho rizik. V bakalářské práci se zaměřím hlavně na rizika ve fázi provozu.

## **2.2 Identifikace rizik**

Před analýzou rizik je nutno rizika identifikovat. Je třeba nalézt co nejvíce rizik, porozumět jejich podstatě a správně je popsat. Je lepší nalézt i ta rizika, jež budou později vyloučena jako nepřiměřená a zbytečná, nežli nějaká rizika přehlédnout. [1]

Identifikace a klasifikace rizik se standardně uskutečňuje ve dvou fázích, které nemusí neprobíhat po sobě, mohou se prostřídávat. Nejprve je třeba posbírat potřebné informace. Dále se identifikují procesy a faktory, hledají se jejich nedostatky a slabá místa, určují se v nich spočívající potenciální příčiny selhání a klasifikuje se jejich rizikovost. [12]

### **2.2.1 Třídění rizik**

Tříděním rizik se zařazují rizika do skupin. Rizika v jedné skupině mají něco společného. Je lepší používat třídění rizik se strukturou ve více úrovních a k tomu využít vhodné značení. [1]

Existuje mnoho skupin rizik a ještě více podskupin dále uvedu nejběžnější hlavní skupiny rizik a ke každé z nich uvedu několik příkladů. Jelikož bylo vybráno konkrétní roztrídění, nemůže být čerpáno z mnoho zdrojů. Následující text byl tedy převážně citován, zkrácen a lehce modifikován z [1] popř. z [13].

Rizika projektu se dělí do sedmi základních skupin. Jde o rizika finanční, garance a servisu, legislativní, manažerská, nákupu, obchodu a o rizika technická. Tyto hlavní skupiny rizik mohou mít své podskupiny. [13]



ID	Název	Popis
F	Finanční	Financování a cash flow, záruky za platby, směnný kurz, inflace, daně, dotace, sazby
G	Garance a servis	Veškeré podmínky záruky a servisu, provozní nebo celoživotní náklady
L	Legislativní, právní	Regulace, cla, průmyslová práva, škody, pokuty, vandalismus, smlouvy, odstoupení od smlouvy
M	Manažerská	Harmonogram, projektový tým, kvalifikace, vztah k organizaci podniku, management projektu
N	Nákup	Výběr dodavatelů, podmínky nákupu subdodávek i materiálu, outsourcing
O	Obchodní	Strategie, trh, zákazník + konečný uživatel, zadání a obchodní podmínky, cílová země
T	Technická	Definice a parametry produktu, vývoj, normy, výroba, zkoušky, balení a přeprava

**Tab. 1** Hlavní skupiny rizik [1]

Peněžní tok, nebo také cash flow, je jednoduše řečeno příjem nebo výdej peněžních prostředků. Peněžní tok za určité období představuje tedy rozdíl mezi příjmy a výdaji peněžních prostředků za toto období.

Pojmem outsourcing se obecně označuje zajištění určité části činnosti firmy jinou, externí organizací. Zjednodušeně tedy outsourcing představuje jakýsi pronájem externích zdrojů. Smyslem outsourcingu je nedělat to, co pro nás může zajistit někdo jiný levněji, a raději se soustředit na tu oblast podnikání, v níž sami vynikáme. Outsourcing také umožňuje přechodně zvýšit kapacity firmy a vyhovět tak náhlé poptávce. [14]

### 2.2.1.1 Finanční rizika

Finanční rizika označují v první řadě problémy v nalezení schématu financování kontraktu. Již se sice snížil ještě v nepříliš vzdálené době častý způsob financování dodávky prostřednictvím dalších subjektů technikami výměny zboží. Často se stává, že po dlouhé přípravě, následované počátečním bezproblémovým průběhem dodávek, došlo k zastavení plateb. Důvodem byla celková druhotná zadluženost zákazníka, který již nebyl svým závazkům schopen dostát, nebo nedostatek prostředků ve státním rozpočtu. S podobnými problémy se můžeme setkat i v aktuální krizi poměrně často. [1]

Zásadním poučením je nerozpracovávat zakázku, pokud není kontrakt účinný, což platí i pro vlastní zemi a i když jsou vztahy se zákazníkem velmi dobré. [1]

Pro zlepšení financování projektu je možné využít také čerpání dotací nebo daňových podpor. Dotace může čerpat přímo podnik, například na výzkum a vývoj, nebo dodává zákazníkovi, který dotace (zejména z programů EU) využívá. V obou případech je rizikem dodržení pravidel příslušného programu a je třeba si ověřit i podmínky na straně zákazníka. [1]

Riziko směnného kurzu existuje obecně tehdy, pokud příjmy a výdaje v každé měně použité v projektu nejsou vyrovnané jak z hlediska jejich celkové výše, tak i v čase. Rizika se zvyšují s délkou trvání kontraktu. Pro riziko kurzu je typická možnost zisku i ztráty. Standardním opatřením je zajištění kurzu (hedging), které umožní eliminovat kurzové riziko z hlediska dopadu na výsledek projektu. [1]

U dlouhodobých projektů může být problém dobře odhadnut vývoj reálných interních sazeb, které:

- vykazují růst s růstem souvisejících nákladů – personálních, cen energií, nájmu, spotřebního materiálu,
- mohou kolísat a vyrůst s poklesem vytížení příslušných pracovišť nebo celého podniku,
- mohou vyrůst v případě dodatečných neplánovaných investic, pokud se v kalkulacích používá sazba s nulovým odpisem u již odepsaného stroje. [1]

### 2.2.1.2 Rizika garanční a rizika servisu

Garanční rizika na první pohled vystupují jako náklady na garanční opravy vlastního produktu s díly od dodavatelů, je třeba brát v úvahu i vztah k nadřazenému celku, jehož je projektová dodávka součástí. Náklady na garanční opravy se obvykle pohybují v odhadnutelné výši (lze odvodit ze statistik servisních zásahů z minulých projektů) a v této výši jsou také uvedeny v nákladech projektu jako plánované garanční náklady. [1]

Garanční rizika souvisí s riziky technickými, speciálně s řešením spolehlivosti a udržovatelnosti produktu.

Pro omezení garančních rizik je žádoucí zaměřit se na potenciální problémy v etapě vývoje produktu se zaměřením na modularitu a variabilitu, aby bylo možné provádět modifikace pro různé zákazníky s různými požadavky na servis a záruky. Důležité je místo určení, neboť servis je prováděn vždy na místě u zákazníka a je tedy třeba brát ohled i na dostupnost (například volba mezi rychlejší výměnou dílu nebo jeho opravou). Je třeba řešit přenos veškerých záruk i odpovědnosti za škody z titulu subdodávek na subdodavatele. [1]

V případě příliš velkých dopadů garančního rizika může být rozpočet projektu zatížen tak, že je lepší do projektu nevstupovat. V případě dodávek na cizí teritoria, kde nemá podnik nebo dodavatel vlastní servisní síť, je třeba tento fakt zohlednit a riziko od samého počátku takto pojmenovat a dále řešit. [1]

Do stejné skupiny byla zařazena i rizika servisu, který je v současné době zákazníkem standardně vyžadován. Pro rychlost provedení opravy je důležitá i schopnost specifikovat druh poruchy pomocí softwaru, které je součástí produktu, a to i u dodávaných komponent, kde mohou být problémy s jejich úrovní v této oblasti nebo s kompatibilitou. V takových případech je třeba řešit většinu výše uvedených problémů obdobně jako u garančních oprav a nákladů na servis, nebo v širším měřítku na provoz produktu, které se často označují jako celoživotní náklady produktu (LCC – Life Cycle Cost). S tím souvisí i konečná likvidace produktu, kterou je výrobce často povinen zajistit. [1]

### 2.2.1.3 Legislativní rizika

Rizika legislativní neboli právní se soustředí nejprve na pokrytí požadavků právních předpisů nebo nařízení, která se týkají například clem, daňových zákonů a předpisů, zákonů pro ochranu životního prostředí, pracovní legislativy a s tím související postavení odborů a jejich práva, případně další předpisy nebo normy obecné platnosti, jejichž plnění je zákonem povinné. Rizika v této oblasti je třeba zjistit před realizací projektu. Některá omezení mohou mít zásadní dopad do celé koncepce projektu. Proto by za identifikaci těchto rizik měl být zodpovědný:

- u externích projektů dodávajících zákazníkovi obchodník, který daný potenciální obchod připravuje,
- u interních projektů ten, kdo zpracovává podklady ke schválení projektu, studii proveditelnosti apod. [1]

Z této skupiny jsou vyjmuta pouze rizika týkající se použití technických norem, která byla vzhledem k přímé souvislosti s návrhem produktu zařazena do technických rizik. [1]

Důležitou podskupinou je oblast průmyslových práv, patentů a licencí, kde může dojít k porušení práv cizích subjektů nebo mohou být zneužita vlastní práva. [1]

Rizika je třeba zjistit a ošetřit i v případech využívání cizích licencí a patentů na základě příslušných licenčních smluv. [1]

Samostatná podskupina pokrývá velmi důležitou oblast škod způsobených při realizaci projektu a neplnění důležitých smluvních ustanovení. S tím souvisí i možnost obou stran, zejména však zákazníka, odstoupit od smlouvy. Porušení některých důležitých povinností je často pokutováno, jedná se zejména o pozdní dodání, nedodržení klíčových parametrů produktu (hmotnost, provozní náklady). [1]

Pro identifikaci i ošetření právních rizik je třeba znát právo země, podle kterého se uzavřené smlouvy řídí, důležité je nalézt tzv. situace charakterizované jako „red flag situations“ (situace označené červeným praporem), jež mohou vést k soudním sporům. [1]

### 2.2.1.4 Manažerská rizika

Do rizik harmonogramu byla zařazena rizika přímo způsobující časové zpoždění projektu:

- Špatný časový odhad činností na projektu – problémy se projevují zejména v etapě návrhu produktu (zpracování projektu, konstrukční úpravy) nebo času potřebného na zkoušky a testování.
- Omezené kapacity v oblasti vývoje, přípravy výroby, vlastní výroby, uvádění do provozu, a to na straně přímého dodavatele, ale i subdodavatelů a v některých případech i u zákazníka, jehož kapacity jsou pro provedení projektu nezbytné. [13]

Tato rizika se projevují v jednotlivých projektech většinou ve vzájemné vazbě – zejména při nedostatku kapacit a vzniku zpoždění je nutné volit priority mezi projekty, čímž projekty s nižší prioritou často značně trpí. Výsledkem je nesplnění smluvních termínů, na něž se obvykle váží smluvní pokuty, nebo také náhrady škod za pozdní plnění – například ušlý zisk při pozdním uvedení elektrárny či tratě městské dopravy do provozu apod. [1]

Klíčovým pro úspěch projektu je vždy dobře sestavený projektový tým. Rizikem jsou zejména odchody členů týmu v průběhu řešení projektu nebo jejich nedostatečná kvalifikace či kapacita, vliv mohou mít i organizační změny v podniku. [1]

Důležité a často zanedbávané jsou problémy v oblastech komunikace:

- Problémy v interní komunikaci – špatný přenos informací, pozdě sdělené problémy.
- Problémy v komunikaci se zahraničním zákazníkem – špatný přenos informací, ale například i nedostatečná znalost světových jazyků u zákazníka, podobně i u dalších partnerů v projektu a dodavatelů, nebo nutnost překladů z málo používaných jazyků (maďarština, litevština).

Obtížně se pracuje s riziky lidského faktoru, který může projektu pomoci (vůdčí osobnost dokáže strhnout celý tým), ale častěji je zdrojem lidských chyb nebo příčinou subjektivních (neobjektivních) hodnocení rizik. Důležitá je v tomto ohledu zkušenost a proces učení a je možné se zlepšovat po tzv. učící křivce (learning curve). Příspěvkem k omezení rizik daných lidským faktorem je i systematické vzdělávání studentů a jejich příprava na reálné působení v praxi, ať již v podnicích, nebo v jiných organizacích. [1]

#### 2.2.1.5 Rizika nákupu

Postavení přímého dodavatele projektu zákazníkovi přináší přímou zodpovědnost vůči zákazníkovi. V etapě řešení problémů je výběr subdodavatelů a dobrá spolupráce s nimi klíčová, v tomto smyslu se projevují zejména tyto problémy:

- Na trhu je k dispozici omezený počet dodavatelů nebo dominantní dodavatel, který má silnou vyjednávací pozici a může zvýšit náklady, nabídnout příliš dlouhé termíny, provádět změny vyvolávající další vývoj nebo konstrukční změny u finálního produktu.
- Při výběru dodavatelů může být podceněno zadání nebo hodnocení některého ze soutěžících dodavatelů, zvláště při krátkém čase na výběr.
- Při přípravě nabídky zákazníkovi vyprší platnost nabídky od dodavatele.
- Nejsou jasně definována rozhraní mezi dodavatelem a dalšími partnery v projektu, může dojít k tomu, že část rozsahu dodávky není pokryta.
- Kompetence subdodavatele a jeho kapacity mohou být nedostatečné a páky na vymáhání kompenzací slabé, což může u projektu vyžádat vyšší zapojení vlastních kapacit, než by bylo nutné při volbě lepšího, i když dražšího dodavatele, a může to vést ke zdržení projektu. [13]

Doporučit lze zejména strategickou spolupráci s klíčovými dodavateli a uzavření rámcových smluv na dlouhodobý vývoj cen, rezervaci kapacit a spolupráci při vývoji. Řešením je nastavení partnerského vztahu, kdy výhodou dodavatele je zaručená účast v projektech finalisty a jako protiváhu zaručí dodavatel podmínky pro dodávky do dalších projektů z hlediska ceny, záruk a termínů, poskytnutí nových typů dodávaného produktu se zachováním základních rozměrů a připojovacích míst, spolupráci při vývoji, spolupráci a vzájemnou podporu při získávání dalších projektů. Toto ale na druhé straně může znamenat vyšší cenu než nekompromisní výběr dodavatele aukcí. Řešením může být rozdělení na klíčové/běžné komponenty (partnerství/aukce). [1]

Rizikem je také vazba na dodavatele přes prostředníka, což může kromě zvýšení ceny způsobit i komplikace v zajištění věrohodných informací o průběhu plnění, při zajištění záruky a vymáhání úhrady smluvních pokut nebo náhrady škod. [1]

Zejména u dlouhodobých projektů je riziko růstu cen komoditních materiálů, které vykazaly dramatické růsty, například ocel, měď, pryskyřice (vhodným opatřením je zde navázání na komoditní indexy, například u pryskyřic, plechů). [13]

Rizikem je také finanční slabost subdodavatelů, zejména je třeba zvážit, zda vybrat pro kritickou dodávku pro splnění projektu levného dodavatele (například ve formě malé s. r. o.) – pokud nejsme schopni tohoto dodavatele držet pod dostatečnou kontrolou (tedy v kritickém případě zajistit formou mimořádných opatření dokončení výroby u dodavatele). Potom však může být výhodnější dodávka od velkého renomovaného dodavatele s vyššími náklady, ale malými riziky. U dodavatelů doporučujeme také prověřit rozsah jejich pojištění, které může pomoci pokrýt následné škody. Riziko se projevuje v případě objednávek přes prostředníka, kdy kromě finančních problémů je rizikem například i zajištění záruk. Problematikou rizik v celém nákupním řetězci se zabývá podrobně práce. [1]

#### **2.2.1.6 Obchodní rizika**

V projektech typu dodávka zákazníkovi u průmyslových podniků jsou prvotními riziky rizika obchodní, finanční a technická. Obchodní rizika souvisí v první řadě s cílovou zemí a zákazníkem. Tato rizika se projevují v zemích, kde obchodní jednání probíhají obtížně, příprava kontraktu je časově náročná a bývá ovlivněna politickými vlivy.

Poučením pro tato rizika je nutnost důkladně prověřit partnery a zákazníka, trpělivě projednat vzájemné vztahy, rozdělení zodpovědností za rizika a nevstupovat do závazného kontraktu bez zajištění exportního pojištění, bankovních záruk a kvalitních smluv zpracovaných na základě znalosti místní legislativy.

Dalším rizikem jsou podmínky kontraktu na věcné bázi (tedy nikoli právní formulace). Může to být odlišné chápání cílů projektu a z toho plynoucí zadání, které není jednoznačné – k tomu může dojít z důvodů dosud neujasněných cílů projektu, nebo v případě složitějšího projektu, kdy lze rozsah prací upřesnit až v průběhu projektu (zejména u projektů s podílem vývoje), ale i v případě časového tlaku, kdy při přípravě nabídky není prostor k detailnějšímu zpracování. [1]

### 2.2.1.7 Technická rizika

Technická rizika jsou nejrozšířenější skupinou zejména u průmyslového podniku s vlastním vývojem a výrobou. U produktu, který je dodáván, ať již s nízkým nebo vyšším stupněm vývoje, se na dodávce podílí kromě podniku i jeho dodavatelé a partneři. Pokud je dodávka produktu součástí vyššího projektu, potom to platí i pro účastníky a veškeré vlivy z tohoto vyššího projektu. [1]

Do skupiny technických rizik se řadí rizika v oblasti technického řešení produktu a použitých technologií.

Nejčtenějším rizikem v projektech pro externího zákazníka je riziko poruch a defektů, jež se obvykle projevují v těch částech produktu, které byly nově navrženy. Vzhledem ke složitosti produktu je největší důraz kladen na dosažení dostatečné pevnosti, životnosti a základních požadovaných technických parametrů.

Do skupiny technických rizik lze počítat i požadavky norem a předpisů na technické řešení.

Technická rizika jsou u průmyslového podniku s vlastním vývojem a výrobou klíčovými riziky projektů. Na prvním místě v čase i důležitosti stojí celá oblast technické přípravy výroby (TPV) od návrhu produktu a patentové ochrany originálních řešení až po zpracování technologických výrobních postupů, následovaná vlastní výrobou produktu, které musí proběhnout v extrémně krátkých termínech. Nezbytností pro eliminaci rizik je proto dnes využívání IT systémů CAD/CAM, PLM, práce s daty v 3D digitalizované podobě a simulace výrobních procesů, tedy koncept digitální továrny, který se po zavedení v automobilovém průmyslu postupně šíří do dalších odvětví. [1]

V bakalářské práci se budu zabývat analýzou konkrétního strojního zařízení nejvíce technickými riziky. Ostatní podklady jako například plán exportu, kooperující podniky nebudou k dispozici, tudíž další rizika nebude možné identifikovat a ani analyzovat.

## 2.3 Metody identifikace rizik

Identifikace rizik může být provedena na různém stupni hloubky a podrobností a za použití jedné nebo mnoha metod od jednoduchých po složité.

Vhodné techniky mají vykazovat tyto charakteristiky:

- a) Má být oprávněná a vhodná vzhledem k situaci.
- b) Má poskytovat výsledky ve formě, která zdokonaluje pochopení rizika a způsobů jakým může být riziko ošetřeno.
- c) Má být způsobitelná k použitím způsobem, který je patrný, opakovatelný a ověřitelný. [3]

### 2.3.1 Brainstorming



Obr. 4 Brainstorming [15]

„Bouření mozků.“ Kreativní metoda umožňující zjistit názory na nějakou věc nebo najít co nejvíce variant řešení určitého problému [16]

Součástí brainstormingu je stimulace a povzbuzení k volně proudící konverzaci ve skupině znalých lidí s cílem identifikovat potenciální způsoby poruch přidruženého nebezpečí rizik, kritérií pro rozhodnutí nebo variant ošetření. [3]

Je to nejčastěji využívaná a velmi efektivní metoda získávání informací a hledání rizik. Má logický postup provádění, pro většinu lidí je dobře známý a většina pravidlům brainstormingu dobře rozumí. [1]

Tato metoda vyžaduje skupinu lidí, kteří jsou aktivní v konverzování a kteří dané problematice rozumí.

### 2.3.2 Strukturované rozhovory, diskuze s experty

Při strukturovaném rozhovoru je jednotlivým dotazovaným kladen soubor připravených otázek z listu výzev, které povzbuzují dotazovaného, aby nahlížel na situaci z různých hledisek a identifikoval tak rizika z tohoto úhlu pohledu. [3]

Podobný význam má semistrukturovaný rozhovor což je částečně řízený rozhovor.

Diskuze s experty má nezastupitelné místo v dalších krocích po první identifikaci rizik.

Kladou se tyto typy dotazů:

1. Otevřené dotazy – získání informací a faktů.
2. Sondážní otázky – získání dalších detailů.
3. Hypotetické otázky – pro přiblížení se závěru.
4. Reflexní otázky – kontrola vzájemného porozumění.
5. Uzavřené otázky – souhlas s výsledky diskuze, formulují závěry. [1]

Otázky mají být jednoduché, vyjádřeny v jazyce vhodném pro dotazovaného a mají pokrýt pouze jeden problém. [3]

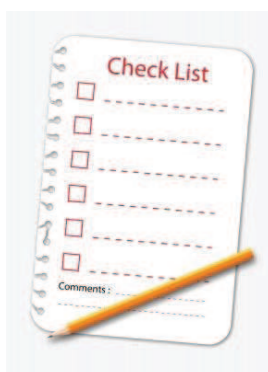
### 2.3.3 Metoda Delphi

Tato metoda probíhá na rozdíl od předchozích metod formou písemné komunikace. Je zaměřena zejména na externí odborníky. Cílem je získat společný názor odborníků na rizika projektu i na jejich analýzu a možnosti řešení. [1]

Odborníci své názory vyjadřují jednotlivě a anonymně, přičemž mají přístup k názorům ostatních odborníků. [3]

Spočívá v řízeném kontaktu mezi experty hodnotící skupiny a příslušnými představiteli hodnocené organizace. Oproti jiným metodám, založeným na strojovém zpracování velkého počtu dotazníků, používá metoda Delphi pro rizikovou analýzu souboru otázek, prodiskutovaných na účelových pohovorech, přičemž obvykle jsou tyto otázky tvořeny dvěma částmi – předem danou a variabilní, podle průběhu pohovoru a postavení respondenta. Výhodou této metody je třeba menší náročnost na spotřebu zdrojů a času, zohlednění specifik posuzovaného informačního systému, jeho správce, okolí, uživatelů. Metoda Delphi je vhodná pro analýzu rizik především proto, že určuje, co se může stát a za jakých podmínek. [17]

### 2.3.4 Kontrolní seznamy



Obr. 5 Kontrolní seznam [18]

Jsou to seznamy rizik a nebezpečí, které jsou vytvářeny na základě předchozích zkušeností. [3]

Odškrtávání v seznamu zajistí, že se takové riziko neopomene. Nedoporučuje se na tyto seznamy příliš spoléhat. Procházení dlouhého seznamu je únavné a bez aktivní interakce může být provedeno nedbale. [1]

### 2.3.5 HAZOP

HAZOP je zkratka pro studii nebezpečí (HAZard) a provozuschopnosti (OPerability) a je to strukturované a systematické zkoumání plánovaného nebo existujícího produktu, procesu, postupu nebo systému. Je to technika k identifikaci rizika pro lidi, zařízení a prostředí. [3]

Umožňuje identifikovat nebezpečné stavy, které se na zařízení mohou vyskytnout, najít tzv. kritická místa (prvky) a následně vyhodnotit riziko. Hlavním cílem přitom je identifikovat možné nebezpečné stavy. [19]

Technika HAZOP se podobá technice FMEA. Rozdíl je v tom, že se zohledňují nechtěné výsledky a odchylky od zamýšlených výsledků a stavů a propracuje se zpět k možným příčinám a způsobům poruchy, zatímco FMEA začíná tím, že se identifikují způsoby poruch. [3]

Principem, na němž je metoda HAZOP založena, je systematické generování odchylek od projektovaného stavu. Odchylky se generují připojením klíčového slova k účelu zařízení. Tímto postupem je možné vygenerovat téměř všechny odchylky, které mohou třeba jen teoreticky nastat.



Postup při studii metodou HAZOP se v principu skládá z těchto čtyř kroků:

1. Rozdělení celého systému (posuzovaného zařízení) na dílčí subsystémy a popis řádné funkce jednotlivých subsystémů (např. chlazení, průtok atd.), pokud možno způsobem jeden subsystém rovná se jedna základní funkce.
2. Popis odchylky od požadované funkce (např. není průtok apod.) s použitím sady klíčových slov (Tab.3).
3. Nalezení příčiny nebo souběhu příčin vedoucích k odchylce, tj. odpovědi na otázku „Co mohlo způsobit, že...?“.
4. Stanovení možných následků (generování scénářů) a doporučení opatření.

Guide word	Deviation	Consequences	Causes	Existing protection	Action items or recommendations
Li target beam spot size Less of	Beam spot smaller than nominal $5 \times 20 \text{ cm}^2$	Possible Li boiling, jet instability, excessive lithium evaporation and transport to HEBT	Fault in beam expander	Beam profile monitor	Rapid beam trip if beam spot smaller than allowable margin (margin TBD)
More of	Beam spot larger than nominal $5 \times 20 \text{ cm}^2$	Damage to target assembly permanent structure	Same as above	Same as above	Rapid beam trip if beam spot larger than allowable margin (margin TBD)
None of	No beam-on-target	None	None (beam temporal characteristics)	None	None

Tab. 2 HAZOP [20]

Klíčové slovo	Logický význam	Příklad
NENÍ	úplná negace původní funkce	není médium v zásobníku
VĚTŠÍ	kvantitativní nárůst	větší teplota v zásobníku
MENŠÍ	kvantitativní pokles	menší teplota v zásobníku
A TAKÉ, JAKOŽ I	kvalitativní nárůst (výskyt ještě jiného případu)	průnik chladicí vody do média v reaktoru
A ROVNĚŽ	kvalitativní nárůst	zanášení topného hadu
ČÁSTEČNĚ	kvalitativní pokles	nepřítomnost některé složky
REVERZE	opačná funkce (činnost)	reverzní tok média ve výměníku
JINÝ	úplná náhrada	jiné médium v koloně
PŘEDČASNÝ	předčasná funkce (činnost)	–
ZPOŽDĚNÝ	opožděná funkce (činnost)	–

Tab. 3 Seznam a význam klíčových slov metody HAZOP [19]

### 2.3.6 Strukturovaná technika SWIFT

Původně byla vytvořena jako jednodušší varianta ke studiím HAZOP. Je to systematická studie využívajících slov nebo frází za účelem identifikace rizik. Fráze jsou typu „co se stane když“ s cílem vyzkoumat, jak bude systém ovlivněn odchylkami od běžných operací a chování. [3]

Postup Co když analýzy:

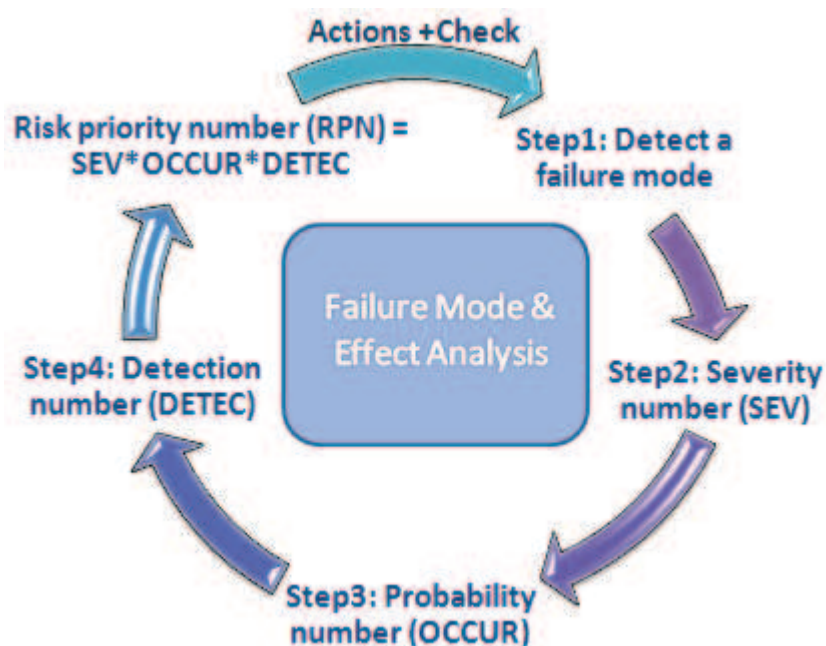
- Definování oblasti zájmu.
- Definování cílových zájmů problémů (např. finanční rizika, environmentální problémy, bezpečnost při práci, atd. ).
- Generování otázek (když).
- Generování odpovědí (co se stane).
- Generování opatření na situace (rozhodnutí, opatření atd. ). [21]

### 2.3.7 Analýza způsobů a důsledků poruch FMEA

FMEA je zkratkou anglických slov Failure Mode and Effect Analysis. Cílem je již ve fázi vývoje nového výrobku definovat všechny možné vady související s daným výrobkem/procesem a pro potenciálně nejrizikovější vady realizovat preventivní opatření. [1]

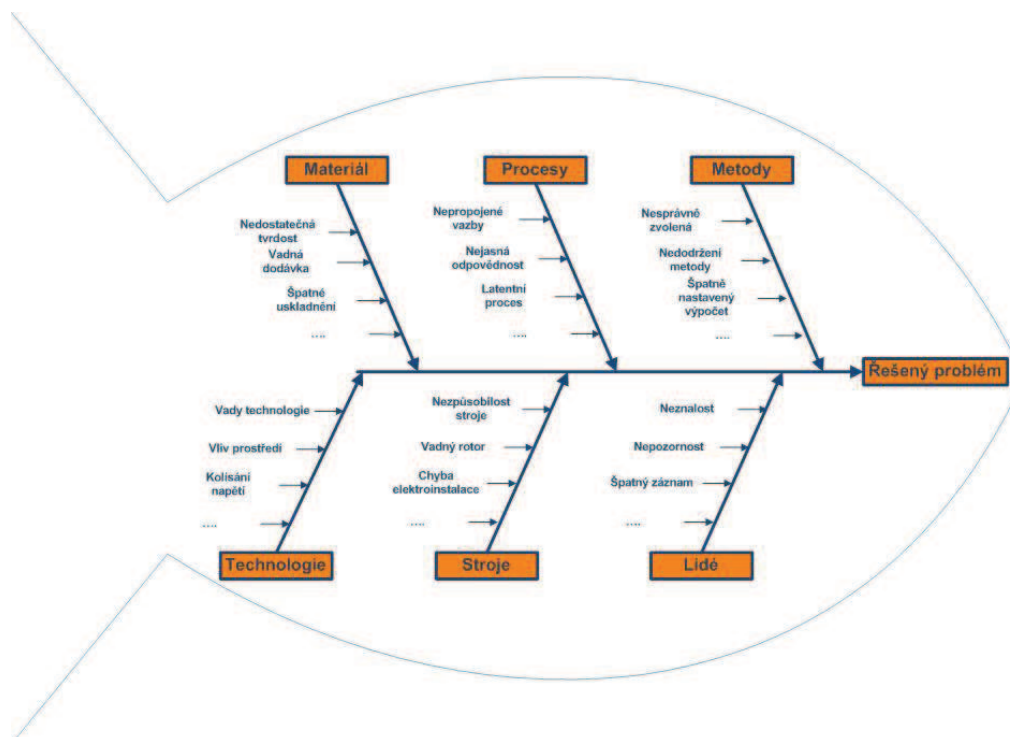
Proces FMEA:

- Stanovit rozsah a cíle studie.
- Porozumět systému podléhajícímu analýze FMEA.
- Rozložení systému na součásti.
- Stanovit funkci každé součásti.
- Pro každou součást se zjistí: jakým způsobem se může porouchat, jaké mechanismy mohou vyvolat tyto způsoby poruch, jaké jsou důsledky poruchy, škodlivost poruchy a jak lze poruchu identifikovat.
- Zajistit opatření s cílem eliminovat poruchu. [3]



Obr. 6 Cyklus FMEA [21]

### 2.3.8 Analýza příčin a důsledků (Ishikawa, rybí kost)



Obr. 7 Diagram Ishikawa [22]

Ishikawa diagram je diagram příčin a následků, jehož cílem je nalezení nejpravděpodobnější příčiny řešeného problému. Diagram popsal a zavedl Kaoru Ishikawa. Někdy je nazýván jako diagram rybí kosti (Fishbone) pro jeho vzhled.

Princip vychází ze základního zákona - každý následek (problém) má svou příčinu nebo kombinaci příčin. Jestliže Vám například nejde nastartovat auto, může to mít celou řadu příčin - slabou baterii, nedostatek paliva, vadné svíčky, zkrat elektroinstalace, poškozená centrální řídicí jednotka apod. Aby se snáze našlo řešení problému, znázorňují se příčiny do diagramu. [22]

Existuje ještě mnoho dalších metod pro identifikaci rizika, zde byly uvedeny jen nejnámější a nejpoužívanější metody. Popisování dalších metod by přesahovalo rozsah BP.

## 2.4 Postup identifikace rizik

Nejprve je třeba shromáždit a setřídít podklady, které budou využity pro identifikaci rizik. Chybějící podklady je třeba doplnit. U strojního zařízení se bude jednat o různé technické dokumentace, návody k obsluze, specifikace a účel použití tohoto zařízení, popř. normy, které musí splňovat. [1]

Dále je třeba zvolit vhodné metody identifikace rizik. V úvahu se bere typ projektu, jeho důležitost a rizikovost. U nízkého možného rizika většinou postačí prostudovat dokumentaci a znalosti z minulých obdobných projektů a doplnit krátkým brainstormingem. Při nebezpečnějších rizicích je vhodné využít metodu FMEA či HAZOP. [3]

Po ukončení identifikace rizik je třeba rizika uspořádat do strukturovaného seznamu. Takovýto seznam se nazývá registr rizik. Registr rizik je formulář, do něhož se postupně zaznamenávají rizika, jejich popis, hodnocení a akce k ošetření rizik. [1]

										<ul style="list-style-type: none"> <li>* postavení jednoduchého žebříku se sklony do 2,5 : 1;</li> <li>* při práci na žebříku, kdy je pracovník chodidly ve větší výšce než 5 m, používat osobní zajištění proti pádu;</li> <li>* před každým použitím žebříku provádět vizuální prohlídky žebříku (provádí pracovník užívající žebřík);</li> <li>* pravidelné prohlídky, nepřetěžování žebříku, řádné skladování dřevěných žebříků;</li> </ul>
SUPTel /montéři telekomunikačních sítí a zařízení	Jednoduché a dvojité žebříky	* převrácení žebříku jinou osobou, najezení na žebřík projíždějícím vozidlem apod.;	3	3	3	27				<ul style="list-style-type: none"> <li>* zajištění příp. ohrazení prostoru kolem paty žebříku;</li> <li>* bezpečnostní označení žebříku (červenobílou barvou, terčíky apod.);</li> </ul>
SUPTel /montéři telekomunikačních sítí a zařízení montéři elektro	Jednoduché a dvojité žebříky	* prasknutí, zlomení příče dřevěných žebříků s následným pádem pracovníka;	3	3	3	27				<ul style="list-style-type: none"> <li>* udržovat žebříky v řádném technickém stavu;</li> <li>* poškozené žebříky odstranit z pracoviště;</li> <li>* nepoužívat poškozené žebříky,</li> <li>* nepracovat nad sebou a nevystupovat ani nesestupovat po žebříku více osobami současně,</li> <li>* nevynášet ani nesnášet břemeno o hmotnosti nad 20 kg,</li> <li>* před každým použitím žebříku provádět vizuální prohlídky žebříku (provádí pracovník užívající žebřík);</li> <li>* pravidelné prohlídky, nepřetěžování žebříku, řádné skladování dřevěných žebříků;</li> </ul>

**Obr. 3.5** Ukázka z registru rizik [24]

Přiřazením identifikátorů rizik jsou rizika seříděna do kategorií struktury rizik (WBS). Přiřazení každého rizika do přísl. prvku je výhodné již ve fázi identifikace. Význam tohoto zařazení spočívá v tom, že se vyznačí rizikové prvky a na druhé straně jsou vidět i prvky, v nichž nebylo žádné riziko nalezeno. [1]

V dalším kroku je třeba posoudit kompletnost seznamu rizik. Identifikovaná rizika se stručně rekapitulují, posoudí se jejich úplnost, označí se nejasnost, rozpory a chybějící informace. Po posouzení seznamu rizik se doporučuje doplnit první návrh řešení. [1]

### 3 Ishikawa diagram

V této kapitole bude probrána více dopodrobna analýza příčin a důsledků, jelikož tato metoda bude dále aplikována na mnou vybraném strojním zařízení.

Diagram příčin a následků byl vybrán z důvodu jeho jednoduchosti. Dalším důvodem proč byla tato metoda vybrána je, že byla probírána podrobně v jednom z předmětů mého studijního plánu- Zvyšování tržní úspěšnosti výrobku (KKS/ZUV).

Jak již bylo řečeno výše, často se tento diagram nazývá po člověku, který ho poprvé představil – Ishikawa diagram. Cílem diagramu je nalezení nejpravděpodobnější příčiny hledaného problému. Diagram je aplikovatelný univerzálně, ať už na problém kvality výrobků a služeb, či analýzu rizik anebo při hledání různých nápadů či problémů. Rizika nemůžou být identifikována, pokud nebudou známy jejich potenciální příčiny.

Princip diagramu je jednoduchý: každý následek (problém, riziko) má svou příčinu nebo dokonce kombinaci příčin. Při vytváření Ishikawa diagramu je vhodné využít další metodu k nalezení rizik a to brainstorming. Při brainstormingu totiž vydefinoval daleko více příčin problému, který se řeší. Vyplývají z něho i málo pravděpodobné příčiny, které by jedince nikdy nenapadly. Při složitějších problémech by se mělo tedy jednat o týmovou metodu.

#### 3.1 Postup tvorby diagramu:

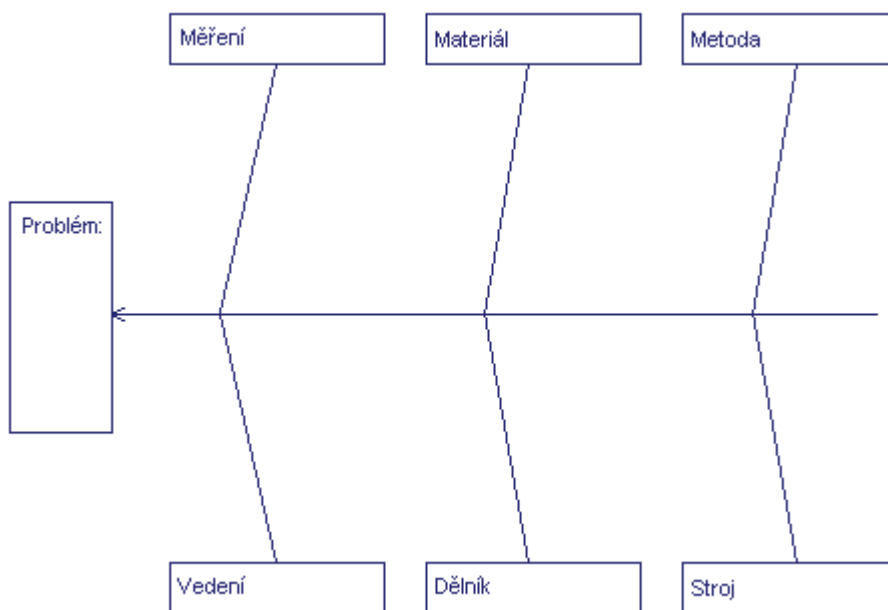
V moderní době počítačů existuje samozřejmě i na tvorbu Ishikawa diagramu speciální software. Jmenuji alespoň jeden – Minitab, což je balík statistických metod a lze v něm tvořit právě i Ishikawa diagramy. Mnohdy je výhodnější, obzvláště když není třeba sdílet diagram online, použít klasický papír a tužku. Formát papíru se volí dle rozvětvení diagramu. Je důležité zvolit velikost tak, aby byl výsledný diagram co nejpřehlednější. Pokud není známo, jak rozsáhlý diagram bude, doporučuje se volit formát papíru A3, většinou však postačí papír formátu A4. [23]

V prvním kroku se na jednom okraji papíru udělá „rybě“ hlava formou obdélníku. Do tohoto obdélníku se zapíše problém, který se řeší. Z tohoto obdélníku se vytvoří vodorovná čára jakožto páteř ryby. [23]



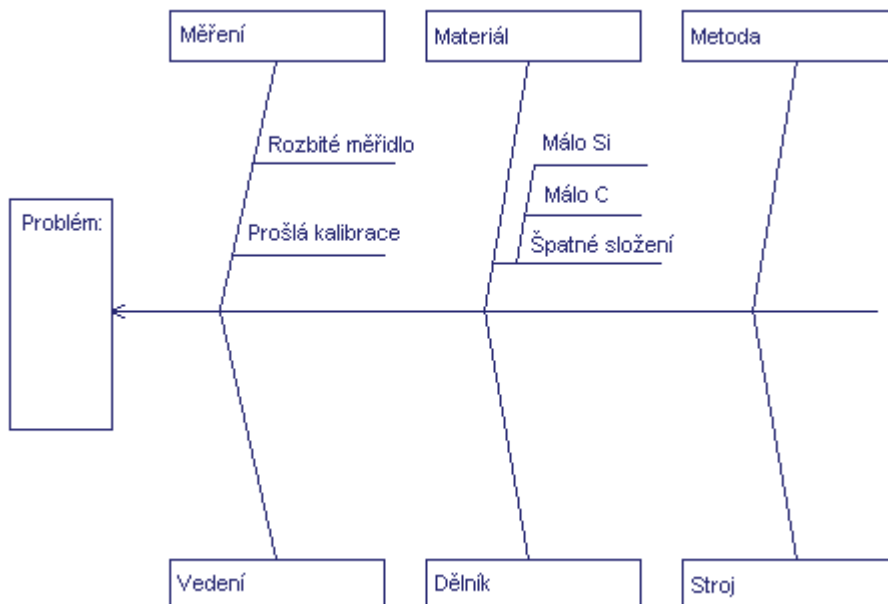
Obr. 8 První krok [23]

K páteři pak vedou hlavní kosti od ploutví. Ty se ve schématu znázorní šikmými čarami s obdélníky na koncích, do kterých se napíší příčiny problému. [23]



**Obr. 9** Druhý krok [23]

Nakonec se definují potenciální příčiny řešeného problému a vepisují se k hlavním kategoriím. Příčinám ještě mohou být přiřazeny subpříčiny. Je rozumné nevolit mnoho úrovní subpříčin. Pokud se subpříčiny řešit je optimální zvolit maximálně dvě úrovně. [23]



**Obr. 10** Třetí krok [23]

Následující část BP se bude zabývat aplikací diagramu příčin a důsledků na strojním zařízení. Jako strojní zařízení byla vybrána okružní pila. V další kapitole bude uvedeno několik informací o okružních pilách.

## 4 Okružní pila

Okružní pila, někdy nazývána kotoučová pila či cirkulárka, je stroj určený k řezání dřeva, kovů, případně jiných materiálů. Provedení může být buďto ruční anebo stolní, ale i stojanové provedení jako statický obráběcí stroj. Tato BP se zabývá okružní pilou na dřevo stolního provedení. [23]

Jde o poměrně jednoduché zařízení, které se skládá ze stolu, motoru, vypínače a řemenice. Touto jednoduchostí se však v minulosti nechalo zlákat mnoho domácích kutilů, kteří si cirkulárku vyrobili svépomocí. Jenomže cirkulárka dokáže být i velmi nebezpečná, zejména pokud neobsahuje důležité ochranné a bezpečnostní prvky. [24]



**Obr. 11** Stolní okružní pila na dřevo [23]

Cirkulárku je možno si koupit jako hotový výrobek, viz obr. 1, nebo si ji zhotovit doma vlastnoručně. Základem každé cirkulárky je rám, hřídel, pilový kotouč a hnací ústrojí. V této BP je pracováno s podomácku vyrobenou pilou. Okružní pila před analýzou skutečně existuje a je používána. Tuto pilu jsem podrobil analýze, zjistil nedostatky z hlediska bezpečnosti, popřípadě nedostatky z vlastní zkušenosti a konstrukčně upravil. Úpravy byly provedeny tak, aby původní díly nemusely být úplně předělány nebo dokonce nahrazeny novými. Nejvíce úprav bylo provedeno na rámu.

Cirkulárka je jednoznačně dle statistik nejnebezpečnější dřevoobráběcí nástroj. V první řadě je třeba dodržovat bezpečnostní zásady. Vysoká obvodová rychlost řezného kotouče, nezakrytá řemenice, nepřítomnost ochranného krytu kotouče či zfušovaný rozvod elektřiny (často i třífázového proudu) může být příčinou těžkých a bohužel i smrtelných úrazů.

## 4.1 Typy provedení

### 4.1.1 Cirkulárka s kolébkou



**Obr. 12** Cirkulárka s kolébkou [25]

Pro přípravu polen na topení je nejvhodnější použít cirkulárku s kolébkou. Toto zařízení se totiž nejlépe hodí pro řezání kulatiny. Dřevo se umístí do kolébky, což je přípravek, který značně zjednoduší a zrychlí práci. Další výhodou je, že obsluha nemusí přibližovat prsty blízko ke kotouči. Pilový kotouč je výhodně schován v ochranném krytu a do dřeva se zakousne až ve chvíli, kdy se kolébka natlačí dopředu směrem k pilovému kotouči. Kvalitní kolébka by ale měla být opatřena výstupky nebo hroty, které zabraňují protočení materiálu během řezání. [24]

Navíc při řezání dřeva na kolébce stojí pracovník mimo pilový kotouč. Jak jsem se dozvěděl od zkušeného pracovníka, kotouč občas praskne a rozletí se do stran. Takže pokud stojí pracovník bokem, odlomky kotouče prolétnou kolem jeho hlavy a s největší pravděpodobností ho nezasáhnou. Pokud ovšem stojí čelem ke kotouči jako u cirkulárky stolového provedení, je v případě defektu kotouče odsouzen k smrti.



#### 4.1.2 Cirkulárka se stolem



**Obr. 13** Cirkulárka se stolem [26]

Jak už název napovídá, tento model je opatřen stolem, v jehož středu je štěrba, kterou prochází pilový kotouč. Cirkulárky se stolem se hodí pro řezání kulatiny, ale také na přířezy stavebních desek. Výhodou této konstrukce ale je, že se díky stolu může řezat dříví nejen příčně, ale i podélně. [24]

#### 4.1.3 Cirkulárka s kolébkou a stolem



**Obr. 14** Cirkulárka s kolébkou a stolem [27]

Tento model je nejprodávanějším modelem cirkulárky, protože nabízí největší variabilitu použití. Pila je totiž vybavena jak kolébkou, tak i stolem, který je odnímatelný či odklápěcí. Přestavba ze stolní pily na pilu kolébkovou je proto velmi jednoduchá a mnoho modelů je konstrukčně řešeno tak, aby přestavba byla možná bez použití náradí. [24]

## 4.2 Bezpečnostní prvky a zásady

V této kapitole se nebudu zabývat elektroinstalací, jelikož si myslím, že tento obor spadá pod FEL. Mohu jen konstatovat, že je dobré provést občas vizuální kontrolu všech kabelů před zapojením do sítě. Dále se vyvarovat kontaktu kabelu s rotujícím kotoučem

### 4.2.1 Kotouč



**Obr. 15** Pilový kotouč [28]

Je vhodné volit velikost kotouče podle velikosti prořezu. Prořez označuje maximální hloubku řezu při jednom zářezu bez otáčení materiálu (příklad: u 700 mm kotouče se prořez pohybuje okolo 250 mm a u 500 mm kotouče to je okolo 180 mm). Prořez se však může lišit i konstrukcí samotné pily a můžeme tak narazit na pilu, která má shodný prořez u 600 mm i 700 mm kotouče. [29] Jestliže se zvolí kotouč s menším pořezem než je třeba, je nutno potom s řezaným materiálem manipulovat (různě otáčet, natáčet, naklápět). Toto se provádí při zapnuté cirkulárce nad rotujícím kotoučem.

Sebekvalitnější kotouč se jednou otupí a je potřeba ho nabrousit. To však není pro neznalého člověka úplně jednoduché a i zkušený uživatelé kotoučových pil radí nechat alespoň někdy naostřit kotouč u specializované firmy. Brusič-profesionál je totiž vybaven technikou, která umožňuje vybroušení zubů v přesných úhlech. Tyto úhly jsou u jednotlivých kotoučů různé a při broušení je nutné dodržet jejich sklon, jinak by pila špatně řezala, nebo by mohla „házet“ a zasekávat se ve dřevě. [24] Zkušený odborník navíc pozná poklepem na kotouč podle zvuku, zda není prasklý a nehrozí defekt a následné rozlínutí kotouče. Pokud se již na kotouči prasklina objeví je možno ho používat, ale na konci praskliny se musí vyvrtat otvor, aby se zabránilo jejímu dalšímu šíření.

#### 4.2.2 Ochranný kryt kotouče



**Obr. 16** Ochranný kryt [31]

Kryt na cirkulárku je buďto spodní anebo horní. Kryt má 2 funkce: a) usměrňovat létající piliny, případně také odlomku kotouče b) zabránit kontaktu lidského těla s rotujícím kotoučem. Při procházení diskuzí na internetu o cirkulárkách jsem narazil na častý problém: „Horní kryt vadí ve výhledu na řez a demontoval jsem jej.“ Rovněž si myslím, že horní kryt je často spíše na obtíž. Nicméně spodní kryt už je třeba, zvláště pokud máte vypínač pily jako v našem případě přidělaný ve spodní části a musíte se k jeho obsluze ohýbat a nebezpečně se přiblížit k rotujícímu kotouči.

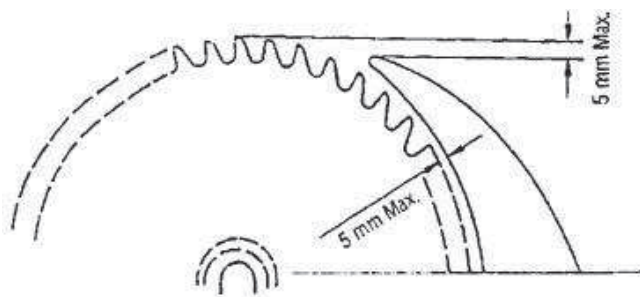
#### 4.2.3 Kryt řemenice



**Obr. 17** Kryt řemene [32]

Úkol zakrytí řemenice u cirkulárky je stejný, jako na všech strojích. Do nezakryté snadno obsluha strčí ruce a dojde k úrazu. Dalším rizikem je možnost namotání volné části oděvu, či namotání vlasů a následnému skalpování.

#### 4.2.4 Rozpěrný klín



Obr. 18 Rozpěrný klín [33]

Rozpěrný klín zabraňuje skřípnutí kotouče mezi řezaný materiál. Pokud dojde ke skřípnutí, řezaný materiál může být vymrštěn do vzduchu a obsluha stroje může být zasažena do obličeje.

#### 4.2.5 Systém sawstop



Obr. 19 Systém sawstop [34]

Tento systém uvádím jen pro zajímavost. Cirkulárku si se systémem sawstop musíte zakoupit, dodatečná montáž by se prodražila. Navíc jak jsem zmínil výše, řeším úpravy cirkulárky s minimální výměnou původních dílů.

Pilový kotouč nese malý elektrický signál (elektronické impulsy), který bezpečnostní systém neustále monitoruje. Při styku kůže a kotouče, se signál změní, protože lidské tělo je elektricky vodivé. Změnou signálu se aktivuje bezpečnostní systém. Čepel se zastaví během několika milisekund od detekování kontaktu s lidským tělem, dokonce rychleji než vystřelí airbag u automobilů.

Během této doby se dějí tyto tři věci:

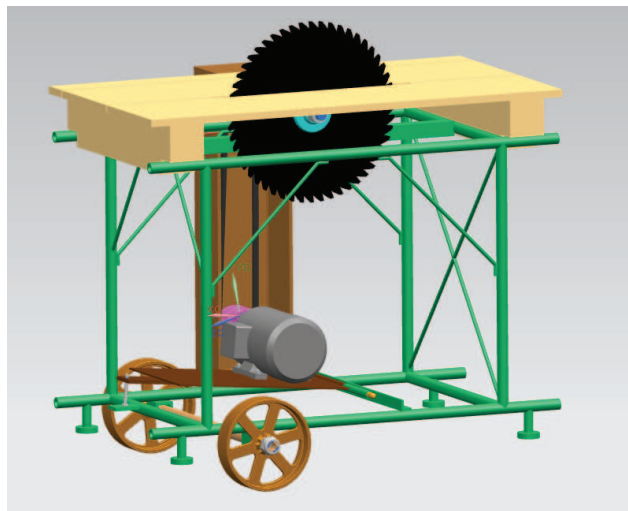
- 1) Hliníková brzda na pružinách koná pohyb směrem k rotujícímu kotouči a zastavuje ho.
- 2) Moment hybnosti kotouče zasune ostří pod stůl, aby nedošlo ke kontaktu s lidským tělem.
- 3) Elektromotor je odpojen od napětí.

Bezpečnostní systém Sawstop je natolik citlivý na maso, že když se prst dotkne pily, tak se okamžitě v průběhu 3-5 tisíciny sekundy pila schová pod úroveň stolu! Čepel obsahující elektronické impulsy, pokud vycítí blízkost jiného předmětu, než je dřevo, okamžitě reaguje. [34]

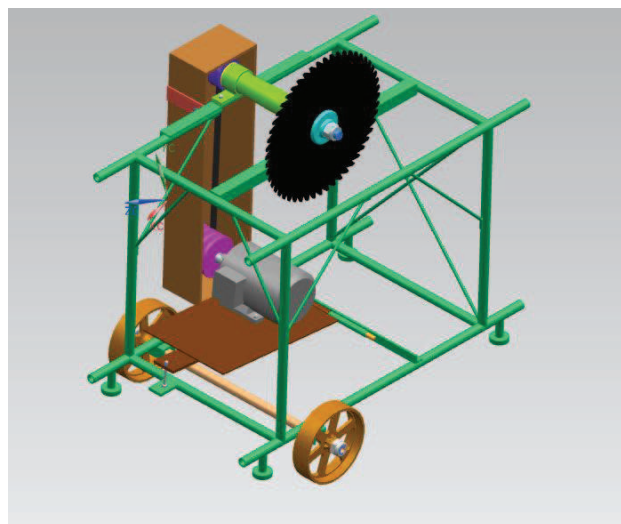
## 5 Okružní pila před a po analýze rizik

### 5.1 Analyzovaná okružní pila

Tento model cirkulárky je stolového typu, po domácku postavený. V následujícím textu budou popsány jednotlivé části cirkulárky. Model neobsahuje přepínač hvězda-trojúhelník ani elektrické kabely. Tyto komponenty jsou situovány na spodní desce vedle elektromotoru, který rovněž neodpovídá skutečnosti, jen byl pro ilustraci stáhnut ze stránky [www.traceparts.com](http://www.traceparts.com), stejně jako normalizované šroubové spoje... Zbytek cirkulárky byl vymodelován v programu SIEMES NX8.0. Jako předloha posloužila reálná okružní pila.



**Obr. 20** Celkový pohled na pilu



**Obr. 21** Pohled na pilu bez stolu

Okružní pila se skládá z rámu, přidavných kol, elektromotoru, úchytné desky, 2 řemenic, hřídele, řemene, krytu řemenice, pilového kotouče a stolu.

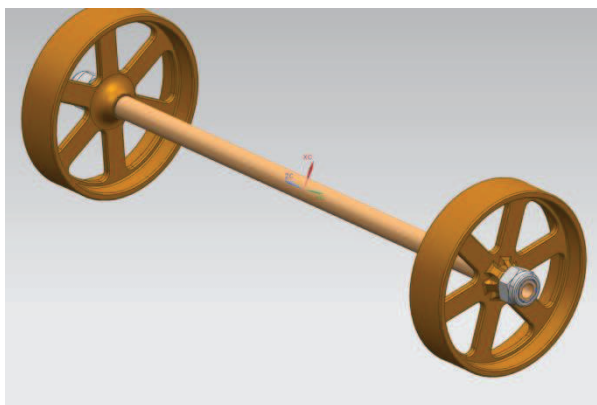
### 5.1.1 Rám



Obr. 22 Rám

Celý rám je svařený z jednotlivých ocelových profilů. Základní část tvoří trubky 20/30 mm. Ve spodní části jsou přivařeny 4 stojany z plného kruhového průřezu. Dále na pravé a levé straně jsou krátké U-profil, do nichž se při transportu vkládají přídatná kola. Ve spodní části je rovněž přivařen L-profil se dvěma trubkami sloužící pro ukotvení úchytné desky. Čtvereček, přivařený v popředí, slouží k podepření úchytné desky. V horní části rámu jsou další L-profil s vyvrtanými otvory. Kratší z nich je přivařen přímo na základní trubce. Delší je pak přivařen cca ve 2/3 šířky rámu k čelu a zadku. Tyto profily slouží k uchycení hřídele.

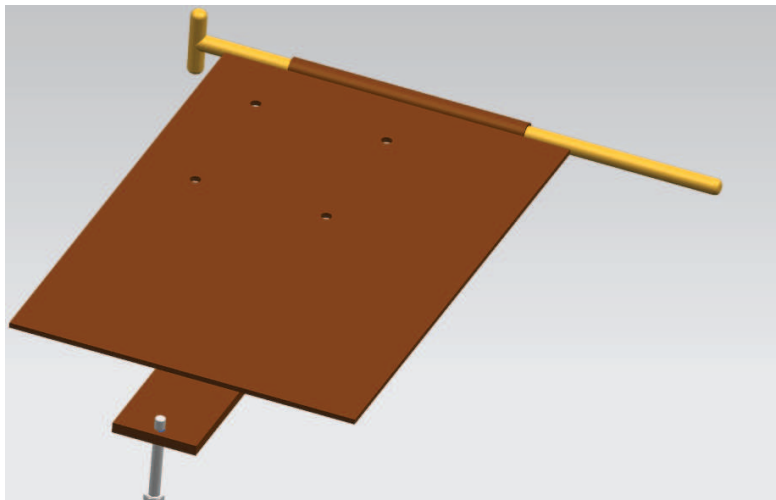
### 5.1.2 Přídatná kola



Obr. 23 Přídatná kola

Přídatná kola jsou vyjímatelná, během provozu jsou mimo pilu. Vložena jsou pouze při transportu pily z jednoho místa na druhé. Jako osa je použita ocelová trubka opatřená závity na obou koncích. Samotná kola jsou pak odlitky z litiny. Kola jsou nasazena na osu zajištěna maticemi. Nevýhodou je jejich vysoká hmotnost. Dále jsou zajištěna jen proti vyjetí z osy, v druhém směru jsou volná, hrozí úraz skřípnutím. Při jízdě po betonu není prakticky žádné odpružení. Při analýze jsem toto vzal v potaz a kola upravil.

### 5.1.3 Úchytná deska

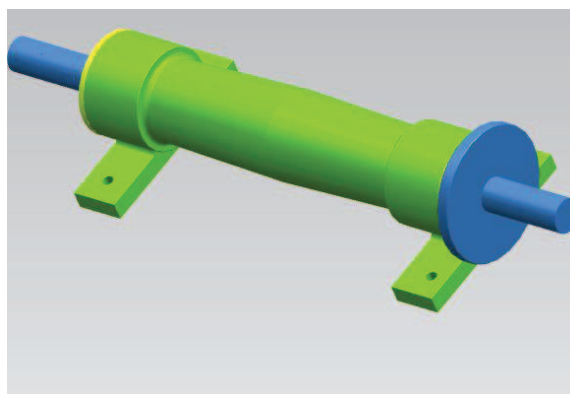


**Obr. 24** Úchytná deska

Na tuto desku je přichycen elektromotor spolu s přepínačem hvězda-trojúhelník. Jedná se o ocelový plát s otvory pro šrouby. Na zadní straně je přivařena trubka, kterou se prostrčí ocelový svařenec ve tvaru T. Tímto kusem se deska přidělá k rámu, funguje to jako pant, takže s deskou se dá natáčet. Toto natáčení je vytvořeno účelně, aby se vlastní tíhou motoru napínal řemen. Šroub na přední straně pak slouží k ustavení desky do určité polohy tak, aby řemen nebyl zatěžován plnou vahou motoru.

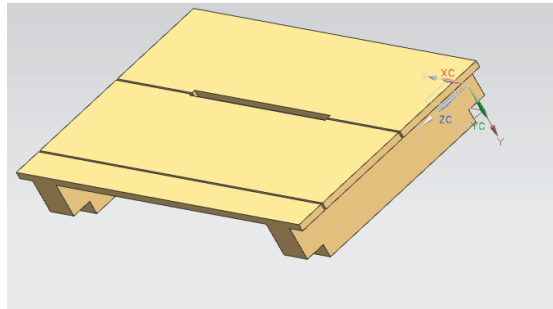
### 5.1.4 Hřídel

Hřídel je normalizovaná o kouponá. Uvnitř je pár kuličkových ložisek sloužící k radiálnímu uchycení hřídele. Axiální zatížení zde není. Ložiska jsou spolu s hřídelí nasunuty v pouzdře a zajištěny víky.



**Obr. 25** Hřídel

### 5.1.5 Stůl



**Obr. 26** *Stůl*

Stůl je zcela odnímatelný, na rám se pouze položí do určité polohy a je vyroben ze dřeva. Prkna jsou přitlučena na 2 trámky. Pro kotouč je vyříznut ve stolu otvor.

Další komponenty netřeba popisovat, jejich úkol je obecně známý a nejsou nijak speciálně upravovány.



## 5.2 Analýza okružní pily

Metoda analýzy je popsána v kapitole 3 Ishikawa diagram. Důvod, proč byla vybrána právě tato metoda, jsou rovněž uvedeny ve jmenované kapitole. Zde je pouze tento diagram vyobrazen a specifikovány hlediska posuzování rizik na okružní pile.

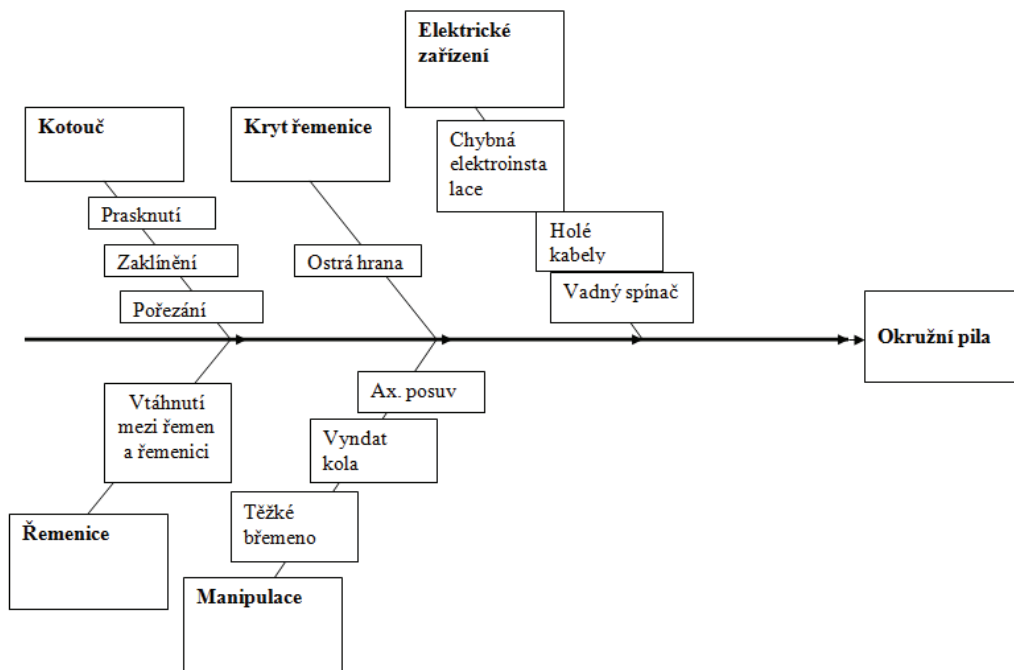
Obecně jsou nejnebezpečnější díly, které jsou v pohybu. Pozornost byla soustředěna zejména na tyto díly. Jedná se o řemenice, řemen, hřídel a kotouč. Hřídel je celý zakrytý, není k němu volný přístup, takže nebyl brán v potaz. Životu nebezpečný je zejména kotouč, z čehož vyplývá největší počet rizik. Další pohybující se součásti jsou řemenice a řemen. Nebezpečí úrazu od řemenice s řemenem se eliminuje pomocí krytu, který již obsahovala okružní pila před analýzou. Ovšem původní kryt měl ostré hrany a při zakopnutí o odřezky a následný pád na tento kryt hrozí úraz.

Další životu nebezpečné jsou komponenty pod elektrickým proudem, tyto rizika byla rovněž zakreslena do diagramu Ishikawa, avšak v konstrukčním řešení nebyly tyto díly řešeny.

Další nedostatek a příčinou možných rizik je původní řešení přídatných kol. Při přemístění okružní pily se musí její polovina bez kol nadzdvíhat nad zemí, hmotnost celé pily není zanedbatelná, takže hrozí namožení zádových svalů.

Hlavní skupinou rizik, která byla analyzována, jsou rizika provozní. Pila ovšem není neustále v provozu a existují i další rizika než jen provozní. Jmenuji alespoň další. Začneme s riziky údržby. Občas je třeba vyměnit kotouč a při povolování matky na konci hřídele se kotouč s hřídelí otáčí. Je třeba provést aretaci hřídele. Nebo další možnou skupinou rizik jsou rizika při likvidaci. Převážnou část okružní pily tvoří ocelové díly, neměl by být problém tyto díly prodat ve sběrně železného odpadu. Úraz hrozí tak maximálně při manipulaci s rozměrným rámem, bylo by lepší ho pomocí úhlové brusky rozdělit na více menších a lehčích částí.

V následujícím diagramu jsou zakomponovány pouze rizika provozní.



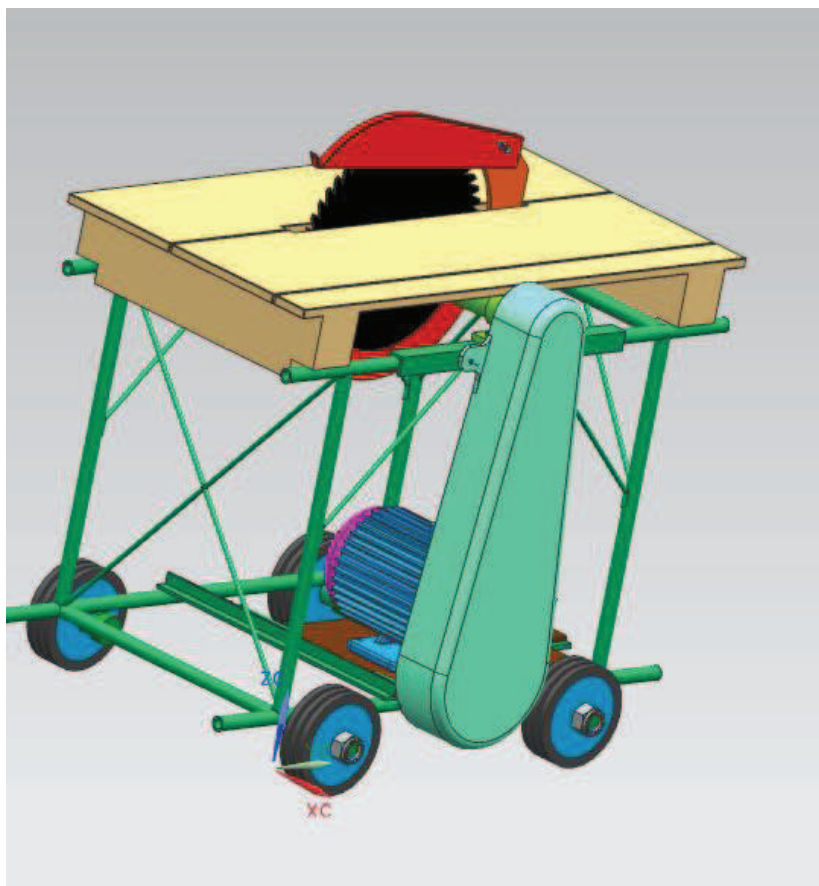
Obr. 27 Diagram příčin a následků pro okružní pilu

### 5.3 Okružní pila po analýze

Z provedené analýzy byla sestavena následující tabulka, ve které jsou uvedeny příčiny rizika, o jaké rizika se jedná a návrh řešení.

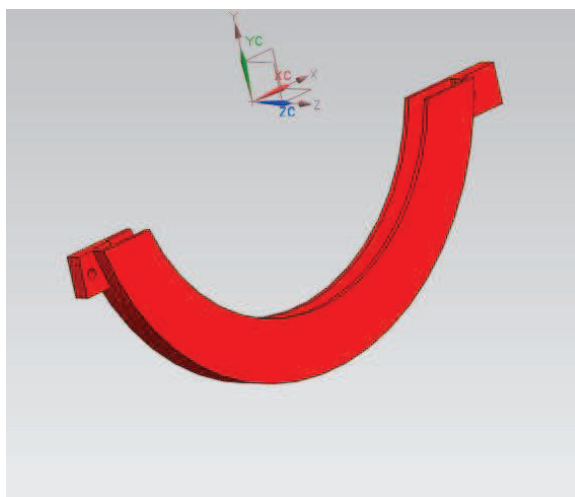
<b>Příčina</b>	<b>Riziko</b>	<b>Řešení</b>
<b>Kotouč</b>	Prasknutí	Pravidelná kontrola
	Zaklínění řezaného dřeva	Rozpěrný trn
	Pořezání obsluhy při manipulaci ve spodní části pily	Spodní kryt
	Pořezání obsluhy při manipulaci s řezaným dřevem	Horní kryt
<b>Řemenice</b>	Vtáhnutí oděvu či části lidského těla mezi řemen a řemenici	Kryt řemene
<b>Kryt řemenice</b>	Poranění o ostrou hranu	Zaoblený tvar krytu
<b>Přemístění pily</b>	Nutnost vyndávat kola	4 kola
	Zvedání těžkého břemena	
<b>Kola</b>	Nezajištění proti axiálnímu posuvu (hrozí skřípnutí prstů)	Axiálně zajistit, nejlépe na pevno montovat
<b>Elektrické zařízení</b>	Holé kabely	Pravidelná kontrola
	Špatně připojení na svorkách	Pravidelná kontrola
	Přepínač hvězda-trojúhelník	Kontrola

**Tab. 4** Rizika a jejich možné řešení

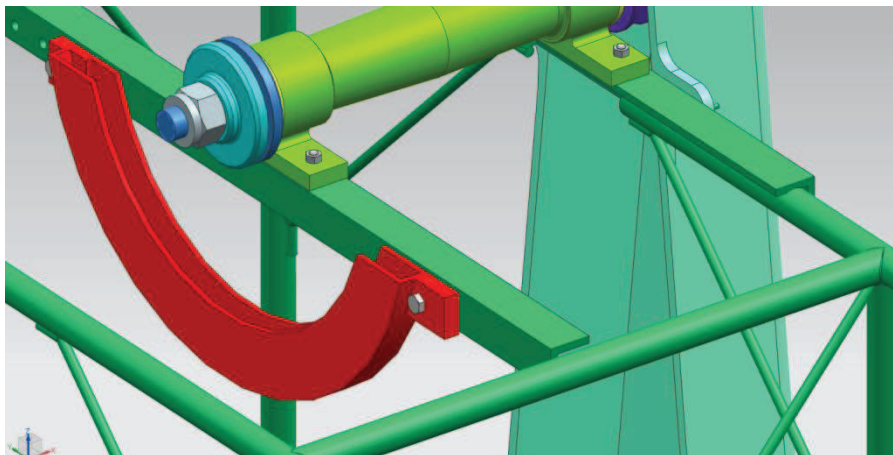


**Obr. 28** Celkový pohled na pilu po úpravách

### 5.3.1 Spodní kryt kotouče



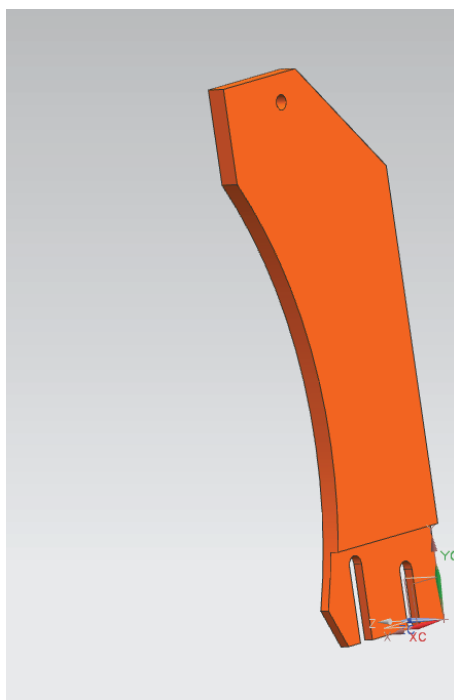
**Obr. 29** Spodní kryt kotouče



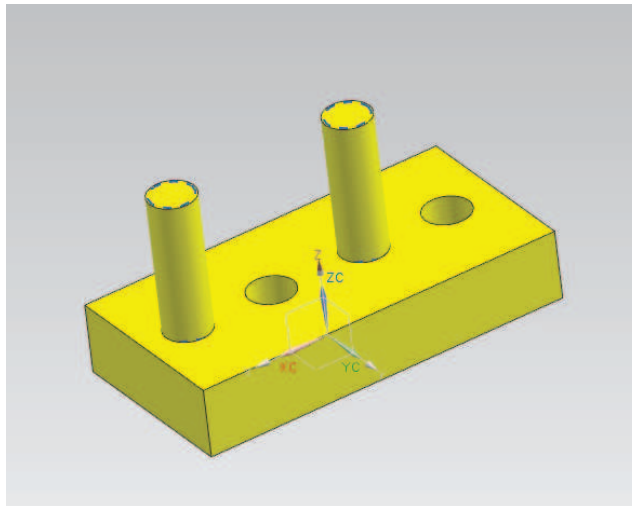
**Obr. 30** Uchycení spodního krytu

Polotovar krytu je plech, který se ohne do požadovaného tvaru. Pro uchycení krytu k rámu budou po jeho stranách přivařeny kousky oceli. Otvory pro šrouby by měli být vrtány při přichycení svařence provizorně k rámu. Díry pak budou současně vrtány jak do krytu, tak i do rámu.

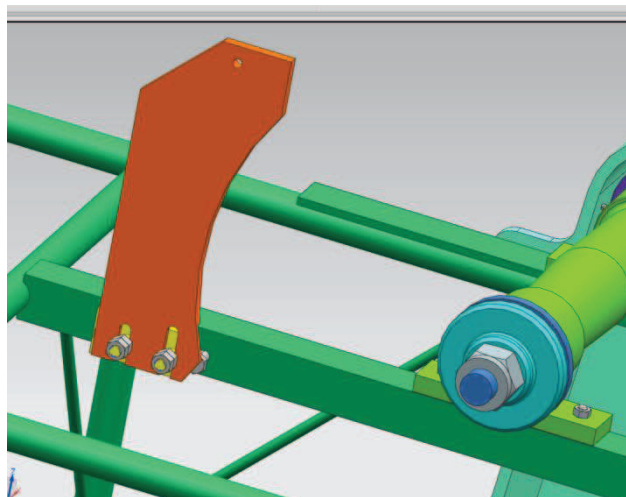
### 5.3.2 Rozpěrný trn



**Obr. 31** Rozpěrný trn



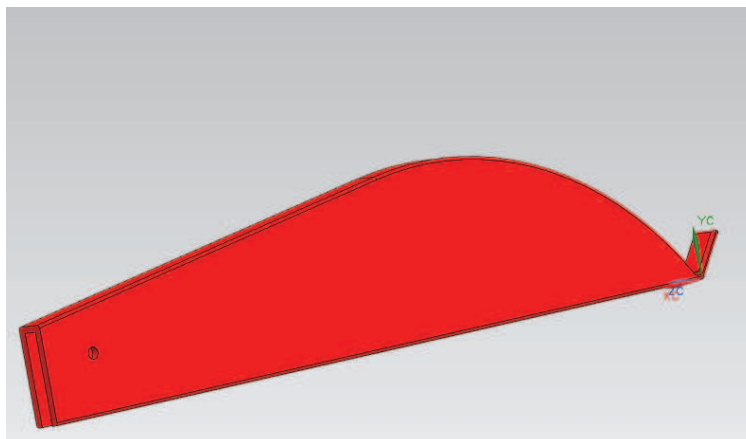
**Obr. 32** *Držák na trn*



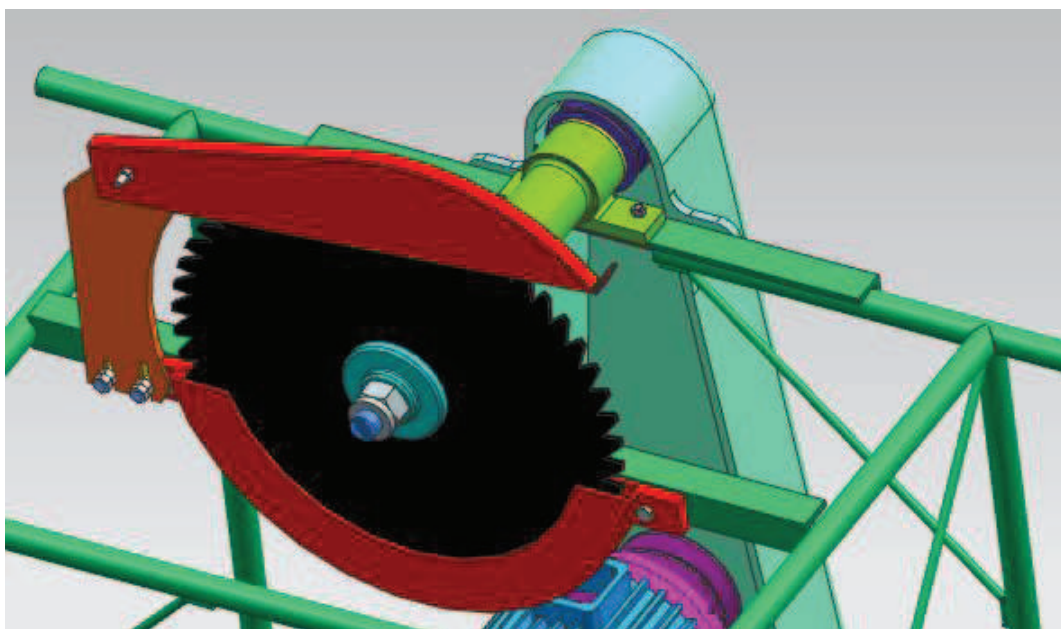
**Obr. 33** *Uchycení rozpěrného trnu*

Rozpěrný trn bude výhodnější koupit, protože jeho výroba nebude jednoduchá. Místo otvorů jsou jakési drážky. Tyto drážky jsou na trnu obrobny z důvodu nastavení sklonu trnu na různé průměry kotouče. Pro potřebu řešení okružní pily je třeba vyrobit ještě držák na rozpěrný trn, jinak by trn nebyl umístěn v zákrytu kotouče. Jedná se o ocelový kvádřík s 2 otvory pro šrouby na přichycení k rámu. Na tento kvádr jsou pomocí svaru přichyceny 2 závity, které slouží k uchycení rozpěrného trnu. Otvor v horní části trnu slouží k uchycení horního krytu kotouče.

### 5.3.3 Horní kryt kotouče



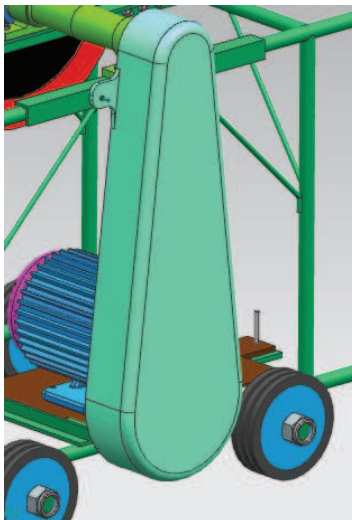
**Obr. 34** Horní kryt kotouče



**Obr. 35** Uchycení horního krytu kotouče

Polotovar krytu je stejný plech jako u spodního krytu kotouče. Vyrobit se též ohýbáním. Na jeho čele je přichycen svarem lehce tvarovaný plíšek sloužící k uchopení rukou obsluhy. Kdyby tam toto madélko nebylo, při nastavování polohy krytu by mohlo snadno dojít ke kontaktu prstů ruky s rotujícím kotoučem. Tento kryt je pomocí šroubu uchycen na rozpěrný trn. Jeho poloha se zajistí pomocí červíku.

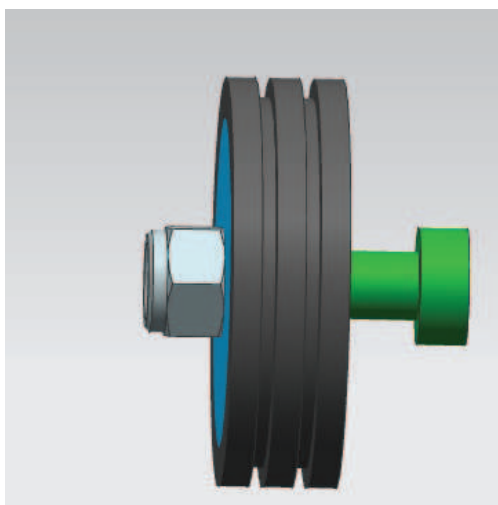
### 5.3.4 Kryt řemenice



**Obr. 36** Kryt řemenice

Jako polotovar slouží opět plech. Výroba konečného tvaru je rovněž ohýbáním. Po stranách krytu jsou v horní části krytu přivařeny 2 úchytky s otvory, které slouží k uchycení krytu k rámu. Tvar byl optimalizován tak, aby při upadnutí na něj nedošlo k poranění o ostrou hranu.

### 5.3.5 Kola



**Obr. 37** Kolo

Kola jsou na upravené okružní pile celkem 4. Skládají se z osy se závitem na jednom konci a zářezkou na konci druhém. Dále z ráfku, gumové pneumatiky a samozjistící matice. Osa je vložena do oka umístěného na rámu, následně se nasadí ráfek s pneumatikou a zajistí se samozjistící maticí.



## 6 Závěr

Bakalářská práce se zabývala analýzou rizik na reálné okružní pile stolového typu. Tato pila je určena k domácímu používání.

V první části práce bylo pojednáno o výčtu rizik a o jejich metodách identifikace. Byly zde zmíněny jen základní a nejjednodušší nástroje. Rozdělení rizik je zde také základní, existuje mnoha úhlů pohledu jak rizika dělit. Tato témata by se zajisté dala zkoumat dopodrobna, ale přesahovala by rámec BP.

Na základě jednoduchosti a vhodnosti si vyzkoušet aplikaci jedné z metod analýzy rizik byla vybrána analýza příčin a důsledků – Ishikawa. Tato metoda je zde aplikovaná na strojní zařízení, které je mi dobře známo – okružní pila, která stojí u nás doma a je hojně využívána na řezání otopového dřeva. Okružní pila samozřejmě prochází celým svým životním cyklem. Zde jsou analyzována rizika ve fázi provozu. Například ve fázi likvidace se může řešit otázka co s vyřazenými díly a jejich riziko pro okolí. Nebo ve fázi instalace existují různá rizika při montáži. Tato rizika zde vzhledem k tomu, že se jedná o okružní pilu pro domácí použití, řešena nejsou.

Konstrukční úpravy provedené na modelu okružní pily, mohou být realizovány na skutečném obráběcím stroji. Po provedení úprav by byla okružní pila z provozního hlediska mnohem bezpečnější.

## 7 Seznam použité literatury

- [1] **Korecký, Michal, Trkovský, Václav.** *Management rizik projektů: se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích.* Praha : Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-3221-3.
- [2] [Online] [Citace: 7. Prosinec 2012.] <https://managementmania.com/cs/okolni-prostredi>.
- [3] **Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.** *ČSN ISO 3100 Management rizik- principy a sběrnice.* Praha : autor neznámý, 2010. Bez ISBN.
- [4] Management mania. [Online] [Citace: 7. Prosinec 2012.] <https://managementmania.com/cs/rizeni-rizik>.
- [5] CQS - sdružení pro certifikaci jakosti. [Online] [Citace: 8. Prosinec 2012.] <http://www.cqs.cz/Novinky/Management-rizik-funguje-jako-nastroj-pro-zvysovani-bezpecnosti-ve-vsech-oblastech.html>.
- [6] Wikipedia. [Online] [Citace: 8. Prosinec 2012.] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Riziko>.
- [7] Business info. [Online] [Citace: 10. Leden 2013.] <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/co-je-to-riziko-a-analyza-rizik-7477.html>.
- [8] MM Průmyslové spektrum. [Online] [Citace: 15. Prosinec 2012.] <http://www.mmspektrum.com/clanek/strojni-zarizeni-pracovni-stroj-nebo-technologicke-zarizeni.html>.
- [9] Ministerstvo průmyslu a obchodu. [Online] [Citace: Leden. 8 2013.] <download.mpo.cz/get/26651/28208/311340/priloha008.doc>.
- [10] **Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.** *ČSN EN ISO 14040:2006 Enviromentální management.* Praha : autor neznámý, 2006. Bez ISBN.
- [11] Testování softwaru. [Online] [Citace: 4. Leden 2013.] <http://testovanisoftwaru.cz/manualni-testovani/zivotni-cyklus-produktu/>.
- [12] Management rizik. [Online] [Citace: 9. Leden 2013.] [http://www.management-rizik.cz/rizika\\_sub/analyza\\_rizik.html](http://www.management-rizik.cz/rizika_sub/analyza_rizik.html).
- [13] Buisness info. [Online] [Citace: 15. Prosinec 2012.] <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/charakteristika-hlavnich-skupin-rizik-2866.html#!>.
- [14] Adaptic. [Online] [Citace: 28. Prosinec 2012.] <http://www.adaptic.cz/znalosti/slovnicek/outsourcing/>.
- [15] Imagineering E-zine. [Online] [Citace: 4. Leden 2013.] <http://www.imagineeringezine.com/e-zine/brain-1.html>.
- [16] Mendelova základní škola. [Online] [Citace: 8. Leden 2013.] <http://www.mendelova.cz/files/content/150/files/Brainstorming.pdf>.
- [17] Risk-management. [Online] [Citace: 9. Leden 2013.] <http://www.risk-management.cz/index.php?cat2=1&clanek=3727>.
- [18] iYouth. [Online] [Citace: Leden. 10 2013.] <http://www.iyouth-project.eu/cz/skolici-materialy/posilovani-postaveni-mladych-migrantu/hodnoceni/kontrolni-seznam-tvorba-systemu-hodnoceni>.

Katedra konstruování strojů

Jiří Major

- [19] Automa. [Online] [Citace: 10. Leden 2013.] [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=31467](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=31467).
- [20] ENEA. [Online] [Citace: 9. Leden 2013.] [http://www.frascati.enea.it/cda/FinalReport/sec2\\_5-4-2.html](http://www.frascati.enea.it/cda/FinalReport/sec2_5-4-2.html).
- [21] Management mania. [Online] [Citace: 9. Leden 2013.] <https://managementmania.com/cs/co-kdyz-analyza-what-if-analysis>.
- [22] **Mazínová, Ing. Ivana.** Přednášky a cvičení z předmětu KKS/ZUV. 2012.
- [23] i kvalita. [Online] [Citace: 20. Červen 2013.] <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=26>.
- [24] wikipedia. [Online] [Citace: 3. Březen 2013.] [http://cs.wikipedia.org/wiki/Kotou%C4%8Dov%C3%A1\\_pila](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kotou%C4%8Dov%C3%A1_pila).
- [25] Muj dum. [Online] [Citace: 7. Březen 2013.] [http://mujdum.dumabyt.cz/rubriky/stavba/vyuzijte-sluzeb-cirkulariky\\_1697.html](http://mujdum.dumabyt.cz/rubriky/stavba/vyuzijte-sluzeb-cirkulariky_1697.html).
- [26] NOTO. [Online] [Citace: 10. Březen 2013.] <http://www.noto.cz/dilna-naradi/elektronaradi/pily/kolebkove-pily-cirkulariky/kolebkova-pila-scheppach-wox-d700-cirkularika.html>.
- [27] Aukro. [Online] [Citace: 30. Květen 2013.] <http://stroje.hyperinzerce.cz/cirkulariky/inzerat/6483260-cirkularika-hop-66-nabidka-nachod/>.
- [28] Hyperinzerce. [Online] [Citace: 30. Květen 2013.] <http://stroje.hyperinzerce.cz/cirkulariky/inzerat/6483260-cirkularika-hop-66-nabidka-nachod/>.
- [29] Historieweb. [Online] [Citace: 30. Květen 2013.] <http://www.historieweb.cz/bez-dreva-byla-zima>.
- [30] Skořupa. [Online] [Citace: 8. Duben 2013.] <http://www.akunaradi.cz/jak-a-podle-ceho-vybrat-cirkulariku/t-223/>.
- [31] Hyperinzerce. [Online] [Citace: 14. Červen 2013.] <http://zahrada.hyperinzerce.cz/motorove-pily/inzerat/7672329-bezpecnostni-kryty-na-cirkularika-hvp-hop-nabidka-olomouc/>.
- [32] Hyperinzerce. [Online] [Citace: 14. Červen 2013.] <http://stroje.hyperinzerce.cz/drevoobrabeci-pily/inzerat/7186936-cirkularika-hop-66-70-a-77-novy-kryt-remenu-nabidka-chrudim/>.
- [33] *ČSN EN 61029-2-1*. Praha : autor neznámý, 1993.
- [34] Sawstop. [Online] [Citace: 12. Květen 2013.] <http://sawstop.com>.

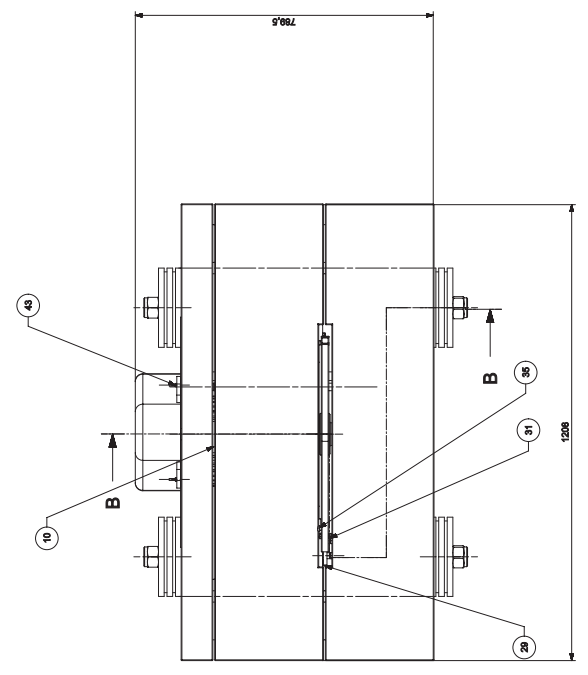
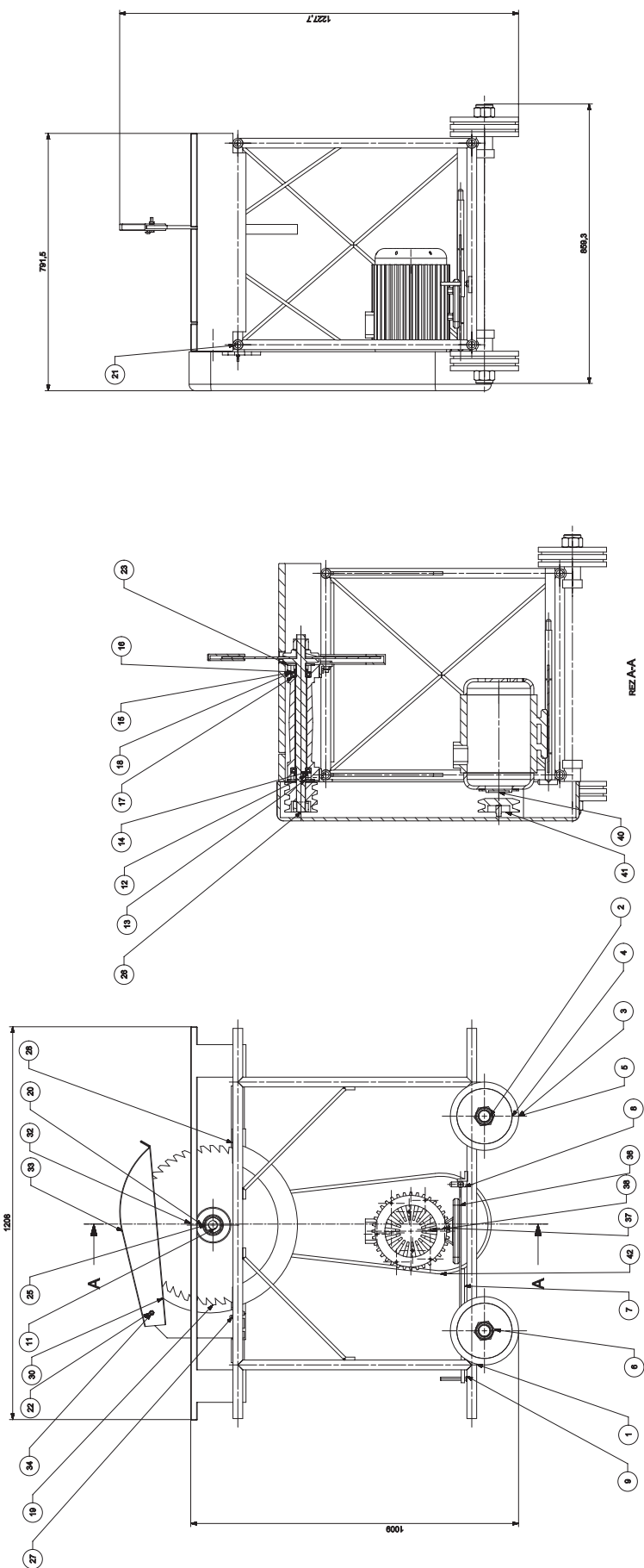
## 8 Seznam obrázků

<i>Obr. 1 Okolní prostředí podniku [2]</i> .....	3
<i>Obr. 2 Proces managementu rizik [5]</i> .....	5
<i>Obr. 3 Životní cyklus produktu [11]</i> .....	8
<i>Obr. 4 Brainstorming [15]</i> .....	16
<i>Obr. 5 Kontrolní seznam [18]</i> .....	17
<i>Obr. 6 Cyklus FMEA [21]</i> .....	19
<i>Obr. 7 Diagram Ishikawa [22]</i> .....	20
<i>Obr. 8 První krok [23]</i> .....	22
<i>Obr. 9 Druhý krok [23]</i> .....	23
<i>Obr. 10 Třetí krok [23]</i> .....	23
<i>Obr. 11 Stolní okružní pila na dřevo [23]</i> .....	24
<i>Obr. 12 Cirkulárka s kolébkou [25]</i> .....	25
<i>Obr. 13 Cirkulárka se stolem [26]</i> .....	26
<i>Obr. 14 Cirkulárka s kolébkou a stolem [27]</i> .....	26
<i>Obr. 15 Pilový kotouč [28]</i> .....	27
<i>Obr. 16 Ochranný kryt [31]</i> .....	28
<i>Obr. 17 Kryt řemene [32]</i> .....	28
<i>Obr. 18 Rozpěrný klín [33]</i> .....	29
<i>Obr. 19 Systém sawstop [34]</i> .....	29
<i>Obr. 20 Celkový pohled na pilu</i> .....	30
<i>Obr. 21 Pohled na pilu bez stolu</i> .....	30
<i>Obr. 22 Rám</i> .....	31
<i>Obr. 23 Přídavná kola</i> .....	31
<i>Obr. 24 Úchytná deska</i> .....	32
<i>Obr. 25 Hřídel</i> .....	32
<i>Obr. 26 Stůl</i> .....	33
<i>Obr. 27 Diagram příčin a následků pro okružní pilu</i> .....	35
<i>Obr. 28 Celkový pohled na pilu po úpravách</i> .....	37
<i>Obr. 29 Spodní kryt kotouče</i> .....	37
<i>Obr. 30 Uchycení spodního krytu</i> .....	38

Obr. 31 <i>Rozpěrný trn</i> .....	38
Obr. 32 <i>Držák na trn</i> .....	39
Obr. 33 <i>Uchycení rozpěrného trnu</i> .....	39
Obr. 34 <i>Horní kryt kotouče</i> .....	40
Obr. 35 <i>Uchycení horního krytu kotouče</i> .....	40
Obr. 36 <i>Kryt řemenice</i> .....	41
Obr. 37 <i>Kolo</i> .....	41

## **PŘÍLOHA č. 1**

**Výkres sestavy okružní pily po analýze**



43	Мат.вкл. М5	10 370	0,25	0
44	Скрыт. Болты	10 370	4,5	1
45	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
46	Мат.вкл. М4x16	10 370	0,25	1
47	Мат.вкл. М4x16	10 370	0,25	1
48	Мат.вкл. М4x16	10 370	0,25	1
49	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
50	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
51	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
52	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
53	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
54	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
55	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
56	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
57	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
58	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
59	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
60	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
61	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
62	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
63	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
64	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
65	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
66	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
67	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
68	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
69	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
70	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
71	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
72	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
73	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
74	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
75	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
76	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
77	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
78	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
79	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
80	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
81	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
82	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
83	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
84	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
85	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
86	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
87	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
88	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
89	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
90	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
91	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
92	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
93	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
94	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
95	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
96	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
97	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
98	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
99	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1
100	Скрыт. Болты	10 370	1,25	1