



**FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ  
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY  
V PLZNI**

# **DISERTAČNÍ PRÁCE**

**K získání akademického titulu doktor v oboru  
Elektrotechnika**

**Metodika pro modelování a řízení rizik v  
elektrotechnice**

**Autor: Ing. Jan Šimota**

**Školitel: Doc. Ing. Jiří Tupa, Ph.D.**

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma "Metodika pro modelování a řízení rizik v elektrotechnice" vypracoval samostatně a použil jsem jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu literatury.

V Plzni dne 30.8.2019

Ing. Jan Šimota

## Poděkování

Rád bych využil této příležitosti a poděkoval svému školiteli doc. Ing. Jiřímu Tupovi, Ph.D. za odborné vedení mé práce, za cenné rady při jejím zpracování, a také za přátelský přístup při vedení mého studia.

Také bych rád poděkoval kolegům z Katedry technologií a měření a týmu z projektu RiMaCon, kteří mi pomáhali a poskytovali cenné rady v průběhu mého studia. V neposlední řadě děkuji rodině a blízkým za projevenou podporu při studiu.

Tato práce byla podpořena grantem Studentské grantové soutěže ZČU č. SGS-2012-026 "Materiálové a technologické systémy v elektrotechnice" a projektem Evropské komise pod Marie Curie action FP7, projekt Risk Management Software System for SMEs in the Construction Industry (RiMaCon), project No. FP7-2012-IAPP-324387.

## **Anotace**

Tato práce se zabývá návrhem metodiky pro modelování a řízení rizik v elektrotechnice. V úvodní části shrnuje problematiku procesního řízení a používaných metod pro řízení, vizualizace a simulaci procesů. Dále pak shrnuje problematiku teorie řízení rizik. V práci je dále definován malý a střední podnik a obecné cíle pro vývoj DSS systému, ze kterých je následně navržena metodika na inovativním přístupu v řízení rizik. Tato metodika byla zpracována na základě výzkumu současného stavu formou rešerše a stanovení klíčových aspektů pro její návrh s následnou implementací v rámci vývoje systému pro řízení rizik a procesů pro malé a střední podniky v oblasti elektrotechniky. Jednotlivé fáze návrhů byly prezentovány jako výstupy na mezinárodních konferencích a z části použity i v rámci mezinárodního projektu Marie Curie. Metodika je následně navržena prostřednictvím funkčního modelu s podrobným popisem jeho struktury a režimů použití. V práci jsou diskutovány možné další výzkumné směry.

### **Klíčová slova:**

Řízení rizik, riziko, vizualizace procesů, proces, metodika, inovativní přístup

112 stran   30 obrázků   4 tabulky   6 příloh

## **Abstract**

This thesis deals with design of a methodology for risk modelling and management in electrical engineering sector. The opening part summarizes topic of process management and common used methods for their control, visualization and simulation. Further, summarizes topic of theory of risk management. Definition of small and medium enterprise, general objectives of DSS system are basis for development of DSS system and risk management methodology with innovative approach. This methodology was designed based on research of the current state of the art and definition of key aspects for its design with implementation within development of risk and process management system for small and medium enterprises in electrical engineering. Individual phases of methodology design were presented within International conferences and they were partly used within International project of Marie Curie. The methodology is designed as a functional model with detailed description of its structure and regimes of use. In this thesis potential research extensions are discussed.

### **Key words:**

Risk management, risk, process visualization, process, methodology, inovative approach.

112 pages   30 figures   4 tables   6 appendixes

## **Použité zkratky**

DSS	Decision Support System - Systém pro podporu rozhodování
BPR	Business Process Reengineering - Reengineering obchodních procesů
ICT	Information and Communication Technologies - Informační a komunikační technologie
BPMN	Business Process Model and Notation - Notace pro modelování podnikových procesů
KPI	Key Performance Indicator - Klíčový indikátor výkonnosti
KRI	Key Risk Indicator - Klíčový indikátor rizika
RF	Risk Factor – Rizikový faktor
MOTSP	Management of Technology Step to Sustainable Production
FAIM	Flexible Automation and Intelligent Manufacturing

# OBSAH

ÚVOD .....	9
<b>1 CÍLE A HYPOTÉZY DISERTAČNÍ PRÁCE .....</b>	<b>10</b>
1.1 STRUKTURA DISERTAČNÍ PRÁCE .....	12
<b>2 POUŽITÉ METODY VÝZKUMU A ZÁKLADNÍ TEORETICKÁ VÝCHODISKA POUŽITÉ K NAPLNĚNÍ CÍLŮ PRÁCE.....</b>	<b>13</b>
2.1 ZÁKLADNÍ TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRO ŘEŠENÍ CÍLŮ PRÁCE .....	14
2.1.1 <i>Procesní řízení</i> .....	14
2.1.2 <i>Využití průmyslového inženýrství</i> .....	20
2.1.3 <i>Vizualizace procesů</i> .....	22
2.1.4 <i>Metody pro modelování procesů</i> .....	24
2.1.5 <i>Metody pro optimalizace procesů</i> .....	30
2.1.6 <i>Simulace procesů</i> .....	38
2.1.7 <i>Obecný postup při simulačních</i> .....	39
2.1.8 <i>Teorie řízení rizik</i> .....	43
2.2 ANALÝZA POŽADAVKŮ MALÝCH A STŘEDNÍCH PODNIKŮ NA SYSTÉM ŘÍZENÍ RIZIK A PROCESŮ.....	48
2.2.1 <i>Popis systému řízení rizik pro malé a střední podniky v elektrotechnickém průmyslu</i> <i>48</i>	
2.2.2 <i>Definice malých a středních podniků</i> .....	49
2.2.3 <i>Obecné zákonitosti a pilíře pro systém řízení rizik</i> .....	50
2.2.4 <i>Obecné cíle pro vývoj DSS systému</i> .....	51
2.2.5 <i>Vývoj systémů řízení rizik</i> .....	52
2.2.6 <i>Risk management a systém pro podporu rozhodování</i> .....	53
2.2.7 <i>Výzvy a vyhlídky</i> .....	56
2.3 INFORMAČNÍ ASPEKTY V NÁVRHU SYSTÉMŮ ŘÍZENÍ RIZIK .....	59
2.3.1 <i>Strukturální aspekty rizik</i> .....	61
2.3.2 <i>Role a režimy používání</i> .....	63
2.3.3 <i>Získávání informací</i> .....	65
2.3.4 <i>Konverze informací</i> .....	67
2.3.5 <i>Objevené výzvy</i> .....	68
<b>3 NÁVRH METODIKY PRO SYSTÉM ŘÍZENÍ RIZIK A PROCESŮ .....</b>	<b>69</b>
3.1 DEFINICE STRUKTURY A SYSTÉMU SBĚRU DAT PRO DATABÁZI RIZIKOVÝCH FAKTORŮ .....	69
3.2 SESTAVENÍ INOVATIVNÍHO KOMPLEXNÍHO MODELU .....	70
3.3 ROZKLAD KONCEPTU DLE REŽIMŮ POUŽITÍ .....	72
3.4 NÁVRH ZOBRAZOVACÍ METODY PRO ŘÍZENÍ RIZIK V RÁMCI MODELOVÁNÍ PROCESŮ.....	77
3.4.1 <i>Výběr vhodné metodiky pro modelování procesů</i> .....	77

3.4.2	<i>Návrh rozšíření metodiky</i> .....	78
3.5	VÝLEDNÝ NÁVRH METODIKY .....	79
3.6	OVĚŘENÍ VLASTNÍHO NÁVRHU .....	80
3.6.1	<i>Výběr rizikových faktorů a skupin v rámci projektu</i> .....	80
3.6.2	<i>Definice výkonnostních ukazatelů, cílů projektu</i> .....	82
3.6.3	<i>Struktura rizik</i> .....	83
3.6.4	<i>Tvorba projektové databáze, přístupová práva</i> .....	84
3.6.5	<i>Vyhodnocování scénářů a jejich kvantifikace, referenční scénáře</i> .....	85
3.6.6	<i>Posouzení výsledků analýzy</i> .....	88
3.6.7	<i>Aplikace metodiky v rámci uceleného systému řízení procesů a rizik</i> .....	88
3.7	SHRNUTÍ PROBLÉMŮ FORMALIZOVANÝCH PŘI VÝVOJI .....	89
3.8	OVĚŘENÍ CÍLŮ A HYPOTÉZ.....	93
	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>94</b>
	<b>POUŽITÁ LITERATURA</b> .....	<b>96</b>
	<b>SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA</b> .....	<b>105</b>



# Úvod

Problematika řízení procesů a rizik v oblastech vývoje, výroby a diagnostiky v elektrotechnice se řadí v dnešní spotřební společnosti mezi důležité a přední příčky. Ve všech aspektech elektrotechniky se udržuje stále více informací, lidí a materiálů v oběhu, který je nutno řídit, kontrolovat, neustále vylepšovat a zefektivňovat. Tyto fakta úzce souvisí s krátkou délkou životního cyklu jednotlivých výrobků a řízení zdrojů je stále náročnější a to hlavně v oblastech výroby.

Pochopení, výběr správného směru a následná udržitelnost dané filozofie v oblasti procesního managementu a řízení rizik se jeví jako nejdůležitější pro zavedení fungujícího systému řízení procesů a rizik v oblasti elektrotechnického průmyslu. Mnoho firem se po nedostatečné analýze daného prostředí při zavádění takových systémů setkalo s neúspěchem a nemalými finančními ztrátami ať už byly důvodu selhání implementace či rozběhu systému jakékoli. V rámci globalizace a narůstající konkurenceschopnosti okolí je zavedení takových systémů řízení mnohdy nutný krok a proto je tato problematika stále více připomínána a mnoho výzkumných týmů celého světa se jí zabývá. Počet zdrojů je důkazem důležitosti této problematiky.

Vzhledem k tomu, že mnoho takových systémů je primárně určeno pro velké podniky a podíl malých a středních podniků začíná razantně stoupat, je v posledních letech upínána pozornost na vývoj a modifikaci těchto systémů řízení právě pro tyto podnikatelské subjekty. I přes to, že bylo do dnešního dne realizováno již mnoho výzkumů a představena řada nových systémů, zdá se, že mnoho malých a středních firem stále nemá takový systém implementován. Důvodů může být mnoho, ať už z důvodu nedostatku odborníků, potřeby finančních zdrojů nebo nevyhovující i tak optimalizovaných systémů. Tato práce má za cíl navrhnout metodiku pro systém řízení procesů a rizik pro malé a střední podniky pro následný vývoj a aplikaci do softwarového prostředí.

V této práci jsou uvedeny základní teoretická východiska z průmyslového inženýrství, procesů, procesního řízení a řízení rizik, která jsou použita pro další výzkum a vývoj vedoucí k naplnění cílů práce. Vlastní jádro práce pak vývoj inovativní metodiky pro řízení rizik a procesů, která je podložena poznatky z odborné literatury a výstupy z mezinárodního projektu. Metodika je následně aplikována při vývoji softwarového prostředí a otestována v rámci případové studie.

# 1 Cíle a hypotézy disertační práce

V současné době je v odborné literatuře a praxi popsáno mnoho rozdílných způsobů a přístupů v oblasti řízení procesů v kontextu řízení rizik. Většina z nich, jak je v této práci zdůrazněno v další části, ovšem neodpovídá standardům a požadavkům malých a středních podniků působících nejen v elektrotechnickém průmyslu. V oblasti řízení elektrotechnické výroby v rámci malých a středních podniků tak stále existuje potřeba vývoje inovativních přístupů pro tento vědní obor, což také dokládá množství výzkumů v této oblasti. Práce si tak klade za cíl navrhnout a úspěšně aplikovat metodiku pro řízení rizik s rozšířením do oblasti řízení procesů, její aplikaci v rámci softwarového řešení a následné ověření v rámci případové studie.

Z tohoto pohledu lze toto téma pokládat za aktuální, což je v práci podloženo odbornými publikacemi a výzkumy v této oblasti, které byly důkladně analyzovány. Výsledky analýzy, které sloužily jako pilíře pro formování výzkumu, byly průběžně konzultovány v rámci odborných konferencí a řešitelského kolektivu mezinárodního projektu.

Na základě rešerše metod pro řízení a simulaci procesů a rizik se zaměřením na prostředí malých a středních podniků v oblasti elektrotechniky byly stanoveny následující cíle disertační práce.

- 1) Analýza současného stavu procesního řízení a optimalizaci ve vazbě na řízení rizik.
- 2) Analýza vhodných metod pro řízení a simulaci rizik v oblasti elektrotechniky se zaměřením na následnou softwarovou aplikaci.
- 3) Návrh vhodné metodiky pro řízení rizik a procesů, se zaměřením na standardy kvality a procesního řízení pro oblast malých a středních podniků.
- 4) Návrh aplikace navržené metodiky do softwarového prostředí.

Ad. 1)

Cílem tohoto bodu je analyzovat vztahy mezi kvalitou, procesním řízením a řízením rizik. K realizaci tohoto bodu bude použita odborná literatura a zdroje z vědeckých databází. Hlavním cílem je získání kvalitního rešeršního základu pro realizaci dalších cílů této práce.

Ad. 2)

Cílem této části je získání uceleného přehledu současně používaných metod pro řízení a simulaci rizik v oblasti elektrotechnického průmyslu. Zpracováním této části se předpokládá získání dostatečného množství informací pro výchozí bod návrhu metodiky v bodu 3).

Ad. 3)

Cílem tohoto bodu je návrh obecně použitelné metody pro analýzu a následné hodnocení rizik, se zaměřením na standardy kvality a procesního řízení pro oblast malých a středních podniků. Výchozím bodem se předpokládá dostatečný teoretický rozbor problematiky pro stanovení jasných a reálných cílů pro návrh zmíněné metodiky. Dalším pilířem je analýza podnikatelského prostředí v daném oboru pro potvrzení či úpravu poznatků z teoretického rozboru.

Ad. 4)

Posledním cílem práce je návrh metodiky tak, aby byla splněna podmínka její aplikace do softwarového prostředí. Metodika tak musí splňovat předpoklad uživatelské přívětivosti s ohledem na její budoucí využití.

Hlavním cílem disertační práce je tedy vývoj nové, ucelené metodiky v rámci softwarového řízení kvality a rizik s vazbou na procesní řízení pro elektrotechnický průmysl. Vzhledem k tomu, že v rámci rešeršní činnosti byly identifikovány silné vazby právě mezi těmito oblastmi, je vhodnou příležitostí se zabývat vývojem flexibilnější metodiky. Metodika si klade za cíl efektivně identifikovat rizika s vazbou na firemní procesy.

Ze stanovených cílů byly stanoveny následující hypotézy:

1. Pro malé a střední podniky v elektrotechnice není standardní přístup k řízení rizik vyhovující z hlediska komplexnosti tématu a náročnosti na lidské zdroje.
2. Pro uživatele z prostředí malých a středních podniků v oblasti elektrotechniky je zásadní uživatelsky přívětivé prostředí s důrazem na jednoduchost ovládání a prezentaci výstupů.

## 1.1 Struktura disertační práce

Práce se v první části zabývá rešeršní činností s cílem dostatečného zmapování a vytyčení důležitých aspektů v oblasti procesního řízení a řízení rizik. Výstupy rešeršní činnosti jsou použity k naplnění cílů a s tím souvisejícímu vyvrácení či potvrzení stanovených hypotéz. Z důvodů komplexnosti tématu, množství informací a zdrojů se jedná k danému tématu jen o důležité poznatky. Rešerše se odkazuje na kompletní zdroje, které jsou případně uvedeny v části referencí. V rámci první části jsou vytyčeny důležité aspekty pro návrh zmiňované metodiky, které jsou následně aplikovány do jejího návrhu pro praxi. Tyto aspekty jsou výstupem rozsáhlého výzkumu v oblasti výzkumů a již publikovaných metodik aplikovaných do softwarového prostředí v oblasti týkající se tématu disertační práce.

Druhá část práce je pak věnována návrhu výsledné metodiky. Celé problematika je zformována do komplexního tvaru, který je následně myšlenkově otevřen. Použitelnost metodiky je široká a její potenciální úpravy nejsou vyloučeny. Předpokladem je i případné pokračování výzkumu. Text disertační práce je členěn v návaznosti na dílčí cíle práce.

## **2 Použité metody výzkumu a základní teoretická východiska použité k naplnění cílů práce**

Pro realizaci výzkumu byla nejprve provedena rešerše současného stavu v oblasti problematiky procesního řízení, modelování procesů a řízení rizik. Výstupem rešerše těchto problematik je uvedení základních požadavků pro vlastní řešení cílů práce. Součástí rešerše je také výběr nejvhodnější zobrazovací metody pro modelování procesů pro výslednou metodiku. Nejdůležitějším kritériem zobrazovací metody je snadná uživatelská orientace v procesu a možnost zobrazení rizik. Jednotlivé zobrazovací metody budou teoreticky rozebrány za pomoci odborné literatury, článků a příspěvků z odborných vědeckých časopisů, konferencí a zkušeností.

Pro definování základních pilířů pro vývoj ucelené metodiky pro softwarové řešení řízení rizik a procesů aplikovatelné pro prostředí malých a středních podniků je důležité sestavit prototyp systému pro řízení rizik aplikovatelný do prostředí těchto podniků. Pro sestavení prototypu byla realizována podrobná analýza současného stavu v oblasti vývoje inovativních přístupů k tomuto tématu z odborné literatury a vědeckých databází. Dále pak výstupy z reportů první fáze průzkumu prostředí a potřeb zmíněných podniků v řešené oblasti v rámci řešitelského týmu mezinárodního projektu zabývající se touto problematikou, jehož jsem byl součástí. V rámci této fáze výzkumu byly stanoveny také obecné cíle pro vývoj takového systému.

Další fází výzkumu bylo stanovení informačních aspektů pro návrh systému řízení rizik. V rámci této fáze byly diskutovány strukturální aspekty rizik ke správnému pochopení rizikové struktury a následnému vývoji metodiky. Dalším krokem byla definice uživatelských rolí a režimů použití takového systému. Problémy formalizované při vývoji by měly být diskutovány.

Na základě předchozích fází byla navrhována výsledná metodika, které byla podrobně rozpracována. Následně byla ověřena na případové studii v rámci vývoje softwaru aplikovatelného do prostředí malých a středních podniků. Cíle a hypotézy byly na závěr práce diskutovány.

## 2.1 Základní teoretická východiska pro řešení cílů práce

V této části práce jsou formou rešerše shrnuta základní teoretická východiska související s problematikou procesního řízení, simulace, optimalizace procesů a řízení rizik. Tyto přístupy v dnešní době spolu úzce souvisejí, jsou například použity v normách řízení kvality, a proto je nutné je zohlednit pro vlastní řešení. Na tento přehled pak navazuje analýza požadavků na systém řízení rizik a související informačními aspekty.

### 2.1.1 Procesní řízení

V dnešní době je zlepšování podnikových procesů dá se říci nutností. Hlavním cílem takového zlepšování je konkurenceschopnost, která výrazně ovlivňuje výkonnost firmy, čili to, aby se dokázala udržet na trhu. To se netýká jen podniků, ale i celých ekonomik, kde je nutností realizovat změny často a zcela odlišného charakteru než tomu bylo dříve. To ústí v potřebu měnit způsoby chování a přizpůsobování se novým situacím. Často se hovoří o změnách ve třech základních faktorech, které jsou označovány jako 3C:

- Customers – zákazníci
- Competition – konkurence
- Change – změna

V literatuře lze nalézt mnoho definic pro procesní řízení (Business Process Management), například:

- Procesní řízení je samo o sobě procesem, který zajišťuje neustále zlepšování výkonnosti organizace. [1]
- Procesní řízení znamená ujišťovat se, že procesy pracují na nejvyšší úrovni jejich potenciálu, vyhledávat příležitosti jejich zlepšení a přenesení těchto zlepšení do reality. [2]
- Procesní řízení je metoda, systém a standard, který umocňuje realizaci jakékoli existující teorie managementu a který podporuje pohotovější vytváření a osvojení nových teorií do podnikové reality. [3]

- Procesní řízení je identifikace, pochopení a management podnikatelských procesů, které interagují s lidmi a systémy jak mezi organizacemi, tak uvnitř nich. [3]

Ve zdroji [4] se uvádí mnohem lépe vymezená a upřesněná definice: „Procesní řízení (management) představuje systémy, postupy, metody a nástroje trvalého zajištění maximální výkonnosti a neustálého zlepšování podnikových i mezipodnikových procesů, které vycházejí z jasně definované strategie organizace a jejichž cílem je naplnit stanovené strategické cíle.“

#### 2.1.1.1 Proces

Slovo proces má latinský původ vyjadřující postup, pochod, vývoj a přechod. Definice tohoto pojmu existuje celá řada:

- Procesem se rozumí sled činností, při nichž se aplikuje intelektuální nebo manuální působení na postupně vznikající předmět nebo službu, která přináší hodnotu zákazníkovi procesu. [5]
- Proces je jednoduše strukturovaný, měřitelný soubor činností navržených za účelem vytvoření specifikovaného produktu pro konkrétního zákazníka nebo trh. [6]
- Proces je úplně a dynamicky koordinovaný soubor spolupracujících a transakčních činností, které poskytují zákazníkům hodnotu. [3]
- Proces je soubor provázaných činností, které vezmou vstup, transformují jej a vytvoří výstup. [7]
- Proces je sled vzájemně souvisejících činností, které přeměňují podnikatelské výstupy na podnikatelské vstupy (prostřednictvím změny stavu příslušných podnikatelských entit). [8]
- Proces je jakákoli sekvence předem definovaných činností, vykonávaných za účelem dosažení předem specifikovaného typu nebo rozsahu výsledků. [9]
- Norma ISO 9000:2001 definuje jako systém činností, který využívá zdroje (pracovníky, materiál, zařízení, stroje, metody, postupy a prostředí) pro přeměnu vstupů na výstupy. Proces má vždy jasně vymezený začátek, určitý počet kroků (pod-procesů) a jasně vymezený konec.

Přestože se většinou definice v mnohém shodují a mají mnoho společného, lze se domnívat, že jsou neúplné. Neuvádí se v nich, že procesy se například mohou skládat ze sub-procesů, konkrétnější definice vstupů, propojenost procesů napříč odděleními organizace, existence interních a externích zákazníků a tak podobně. Proto je ve zdroji [4] definice procesu vymezena mnohem přesněji: „Proces je organizovaná skupina vzájemně souvisejících činností a/nebo sub-procesů, které procházejí jedním nebo více organizačními útvary či jednou (podnikový proces) nebo více spolupracujícími organizacemi (mezipodnikový proces), které spotřebovávají materiální, lidské, finanční a informační vstupy a jejichž výstupem je produkt, který má hodnotu pro externího nebo interního zákazníka.“

Procesy nebo spíše aktivity, ze kterých jsou procesy složeny, jsou často podporovány informačními systémy. Z toho důvodu se často zavádí speciální typ vstupu, kterým je právě informační systém, který proces podporuje. [10]

Informační systémy sehrály ve vývoji procesního řízení svůj neopomenutelný podíl. Dnes již počítači zpracované modely, které umožňují modelovat různé scénáře, jejich statické i dynamické analýzy, díky kterým se snáze dospěje k rozhodování, která varianta je pro daný podnikatelský záměr tou nejlepší, nejsou skoro v žádném větším podniku výjimkou. Právě nástup informačních technologií umožnil velmi rychlé a flexibilní změny procesů reagující na změny vnějšího i vnitřního prostředí firmy. [11]

#### 2.1.1.2 Optimalizace podnikových procesů

Existují dva základní přístupy pro optimalizace procesů:

- 1) Business Process Reengineering (BPR)
- 2) Průběžné zlepšování

Výchozí pozicí BPR je předpoklad, že proces je zcela špatný a je zapotřebí ho navrhnout celý znovu. Podrobněji je problematika BPR rozebrána v kapitole 4.3. Metod, patřící do skupiny průběžného zlepšování je celá řada, ale většinou si kladou stejný či podobný cíl – optimalizovat procesy směrem k větší výkonnosti, efektivitě, ziskovosti, konkurenceschopnosti atp. V oblasti elektrotechniky se metod pro optimalizace a řízení procesů používá velké množství, a proto je v tabulce níže přehledně zobrazen jejich výčet i s oblastmi, ve kterých je možné dané metody aplikovat. Současně hlavním odvětvím, kde se metody rozvíjí je automobilový průmysl. Některé metody jsou kombinací (či sloučením) jiných a jejich vznik bývá podložen



nějakým nedostatkem, či mezerou v potřebných oblastech v procesním řízení průmyslového inženýrství. [3], [12], [6], [13]

Problematika	Metoda	Použití		
		Výroba	Diagnostika	Vývoj
Řízení / průběžné zlepšování procesů	Six Sigma			
	PDCA cyklus			
	DMAIC			
	Statistické metody			
	TQM			
	Risk Management			
	TOC			
	BPR			
	FMEA			
	Lean Management			
	Just In Time			
	JIDOKA			
	Kanban			
	Kaizen			
	MOST			
	5 S			
	Poka Yoke			
	TPM			
	SMED			
	DBR			
Analýza a optimalizace procesů - notace	BPMN			
	EPC			
	UML			
	IDEF			
	Vývojový digram			
Analýza a optimalizace procesů - ucelené	ARIS			
	IDEF3			
	PDT			
	Časové snímky			

Tab. 1 - Přehled metod pro řízení a optimalizace procesů s oblastí jejich využitelnosti popsané v odborné literatuře.

Volba optimalizační metody, právě dle oblasti použití v elektrotechnice, může být tedy považována za ten nejdůležitější krok k její úspěšné implementaci a následnému přínosu požadovaných výsledků. Dostatečná prvotní (přípravná) analýza daného prostředí organizace a zjištění požadavků managementu společnosti je ten nejzásadnější krok pro správnou volbu filozofie pro řízení procesů. Vše by pak mělo ruku v ruce

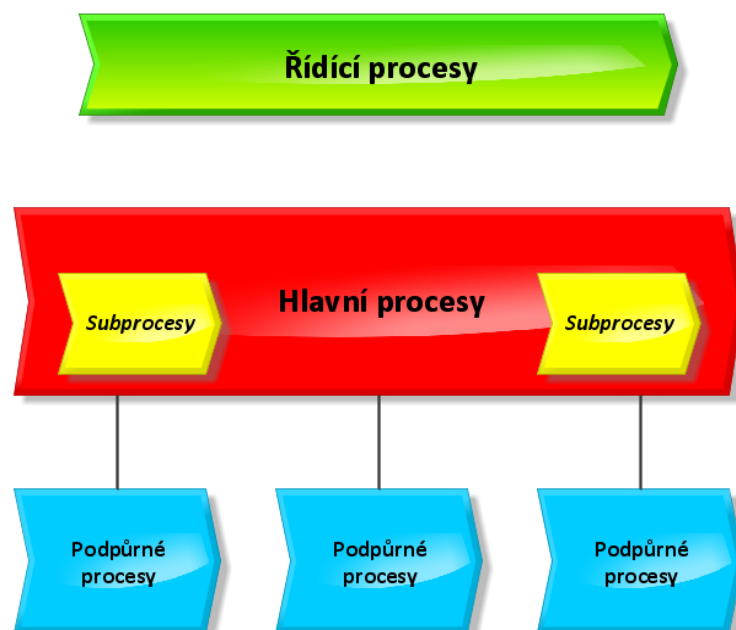
korespondovat s cíli a vizí organizace. Z uvedeného přehledu je zřejmé, že většina metod je definována pro oblast výroby a tudíž se lze domnívat, že existuje určitá absence metod v oblastech diagnostiky, výzkumu a vývoje.

Podrobně jsou optimalizační metody rozebrány v kapitolách níže.

### 2.1.1.3 Dělení procesů

Procesy lze dělit dle chování na stochastické a deterministické. Stochastický proces je takový, kde lze další vývoj předvídat je s určitou pravděpodobností. Naproti tomu deterministický se vyznačuje tím, že následující stav v takovém procesu vyplývá z předchozího.

Z hlediska dělení procesů dle toho, kdo je jejich zákazníkem a dle přidané hodnoty, kterou mu přinášení, je dělíme, jak je vyobrazeno na obrázku 1, na tři základní typy: řídicí, hlavní a podpůrné. Hlavní procesy jsou orientovány vůči zákazníkovi organizace a vytvářejí výrobek nebo službu. Podpůrné procesy jsou všechny procesy, jejichž jediným cílem je zajistit fungování hlavních procesů a organizace. Řídicí procesy a činnosti jsou všechny aktivity, které koordinují, řídí, organizují a plánují vše ostatní. [14]



Obrázek 1 Dělení procesů [15]

#### 2.1.1.4 Měření výkonnosti procesů

Pokud je zapotřebí procesy regulovat, je nutné měřit i jejich výkonnost, kde důležitým aspektem je předchozí stanovení měřících bodů v procesu. Měřit je zapotřebí nejen výstupy, ale i vstupy do procesu (i v průběhu vlastního procesu - sub-procesy, či v jednotlivých procesních „blocích“). Stanovení měřících bodů je většinou odvislé od požadovaných ukazatelů, které je potřeba zjišťovat a metodách analýzy. V průběhu vlastního procesu musí počet měřících bodů odpovídat možnostem vzniku variability, protože kdyby se měřily pouze vstupy a výstupy, nebylo by možné nikdy identifikovat příčiny vzniku odchylek od požadavků, které mohou vzniknout v jakémkoliv místě procesu.

Výběr metod měření výkonnosti procesů (detailnější rozbor je uveden v [16]):

Univerzální ukazatele měření výkonnosti:

- průběžná doba procesu,
- efektivní využití doby procesu,
- celkové náklady na proces,
- efektivní využití nákladů,
- podíl neshod v procesu,
- procesem přidaná hodnota (úroveň Sigma způsobilosti, počet registrovaných odchylek) apod.

Ukazatele měření výkonnosti výrobních procesů:

- průměrnou ziskovost na pracovníka,
- indexy způsobilosti strojů a procesu,
- obrátkovost materiálu,
- podíl neshodných výrobků k výstupům,
- účinnost zajištění termínů ve výrobě apod.

Ukazatele měření výkonnosti nevýrobních procesů:

- 1) před výrobou (marketing apod.),
- 2) v průběhu výroby (údržba, zásobování apod.):
  - podíl nákladů na údržbu k výrobním nákladům,
  - obrátka zásob apod.,
- 3) po skončení výroby (servis apod.):
  - podíl splněných reklamací v termínu a dalších závazků servisu zákazníkům,

- náklady na reklamace apod.

## 2.1.2 Využití průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství je oborem, který se věnuje řešení potřeb jednotlivých společností a detailněji se zabývá zejména oblastmi zlepšování a inovací. V [17] je průmyslové inženýrství definováno jako: „Interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd a managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy.“ Za výhodu tohoto oboru lze považovat to, že se neustále vyvíjí a dokáže i pružněji reagovat na změny, které probíhají ve vysoce konkurenčním prostředí. V posledních deseti letech prošlo toto odvětví velkým vývojem a muselo tak rychle reagovat na nové potřeby průmyslu a také nových podnikatelských systémů. Z těchto důvodů začaly firmy zakládat nové organizační jednotky zabývající se primárně touto oblastí, z čehož lze odvodit významnost této oblasti. Jedná se tedy o poměrně mladý multidisciplinární obor řešící aktuální potřeby organizací v oblasti moderního managementu, který kombinuje technické znalosti inženýrských oborů s poznatky z podnikového řízení. A právě z tohoto důvodu a jejich pomocí racionalizuje, optimalizuje a zefektivňuje procesy v organizaci. Průmyslové inženýrství lze také chápat jako hledání způsobů, jak jednodušeji, kvalitněji, rychleji, flexibilněji vykovávat a řídit podnikové procesy. [18], [19]

### 2.1.2.1 Organizace průmyslového inženýrství v podniku

Organizace je u jednotlivých společností odlišná a není ani jednoznačně definovaná. Dle [19] je ale zapotřebí splnit podmínku, kde útvar pro průmyslové inženýrství musí být samostatný a autonomní a neměl by být organizačně pod výrobou ani pod jiným útvarem a měl by spadat přímo pod vedení společnosti a to z následujících důvodů:

- Metody průmyslového inženýrství se musí využívat v celém podniku, nejen ve výrobě.
- Nezávislý a nezájatý pohled na procesy v organizacích.
- Tvorba produkčního systému jako kontinuálního nástroje pro realizaci podnikatelské strategie organizace.

Pokud se organizace rozhodne budovat takový systém, je zapotřebí aby se dle [19] důkladně věnovala následujícím oblastem:

- Rozsah optimalizace – výroba versus administrativa versus servis versus vývoj.
- Propojení průmyslového inženýrství se strategií organizace.
- Úroveň a význam budování produkčního systému.
- Kompetence průmyslového inženýra a jeho zařazení do organizační struktury.
- Systém zlepšování a jeho strategie, použití existujícího nebo vývoj nového.
- Zohlednění úrovně podnikové kultury a úrovně odolnosti vůči změnám.
- Očekávání od průmyslových inženýrů.

#### 2.1.2.2 Přínosy procesního řízení

Jednoznačným přínosem je fakt, že implementace procesního řízení může vést ke snižování nákladů, zvyšování rychlosti a kvality. [4] Všechny tyto efekty spolu úzce souvisejí a vyplývají z odstraňování bariér mezi jednotlivými útvary a i mezi podnikem a jeho okolím a partnery. To má za následek eliminaci opakování činností, které vznikají z mnoha důvodů – díky nedorozumění, nedostatku informací, nerespektování zásad a postupů, atp. V oblasti přínosů procesního řízení se také hovoří o zcela unikátní schopnosti dosahovat dříve navzájem nekompatibilních cílů. Celá řada podniků totiž dokázala díky implementaci procesního řízení snížit náklady, zvýšit kvalitu, spolehlivost a drasticky zkrátit dobu reakce, a to nejen v souhrnu firma jako celek, ale dokonce i v jednotlivých procesech. [6], [7], [13]

Přestože existují důkazy o tom, že procesně řízené organizace dosahují řádově větší efektivnosti než funkčně řízené organizace, proti procesnímu řízení a jeho zavádění se ve světě, a i v České Republice, od samých začátků zvedala vlna odporu. Ve světovém měřítku byl důsledek v tom, že se manažeři podniků obávali, zda se nejedná o další z mnoha „všeléků“ a navíc implementace procesního řízení byla ve svých počátcích velmi riziková a setkávala se s některými závažnými problémy. Zdroj [13] hovoří asi o 30% úspěšnosti. V našich podmínkách je příčina odporu odlišná. Český manažer většinou klade odpor při zavádění nových technik, protože by mohla vyjít najevo jeho nekompetentnost a často se bojí rizika ztráty pracovního místa. [4]

### 2.1.3 Vizualizace procesů

V dnešní době není prakticky možné přesně popsat složité jevy a procesy reálného života, kde jsou obvykle jednotlivé systémy propojeny komplikovanými vazbami a navíc jsou běžně ovlivňovány celou řadou vlivů. Z dlouhodobého hlediska se tak jako jediná možná cesta jeví používat zjednodušené modely, kde zjednodušení neznamená nějaké ochuzení. Tyto fakta obecně platí i u podnikových procesů, kde pouhý popis je značně nepřehledný a jeho komplexnost roste se složitostí daného procesu. [20] V rámci projektu pro vývoj procesního portálu pro Západočeskou univerzitu byly tyto fakta mnohonásobně potvrzena, protože slovní popisy procesů vybraných fakult byly často značně nepřehledné a mnohdy postrádaly logickou posloupnost a členění.

V dnešní době existuje mnoho technik pro vizualizace procesů, mnohdy označované také jako notace. Užití těchto notací nezáleží pouze na jejich expresivitě a komplexnosti, ale také na jiných faktorech. Například, dle [21], je velmi důležité jak se daná technika používá a do jaké míry jsou vypracované a jasné instrukce pro její užití. Proto by také technika pro mapování procesů měla obsahovat samotnou notaci spolu s instrukcemi pro její použití. Výstupem takové notace je pak model, který by měl sloužit jako srozumitelný prostředek k vizualizaci daného procesu. Model se často označuje jako procesní mapa, procesní diagram, workflow diagram či diagram datových toků. V literatuře se také hojně uvádí flowchart – vývojový diagram. Zmíněné termíny jsou pak výsledkem procesního mapování a mají za účel přehledně graficky zobrazit mapovaný proces v uceleném sledu činností tak, jak by měl být proces nastaven. V [22] se uvádí, že vývojový diagram pomáhá „dělat“ práci viditelnou, nebo při nejmenším alespoň v nějakých aspektech ji „dělá“ viditelnou.

#### 2.1.3.1 Nástroje pro mapování procesů

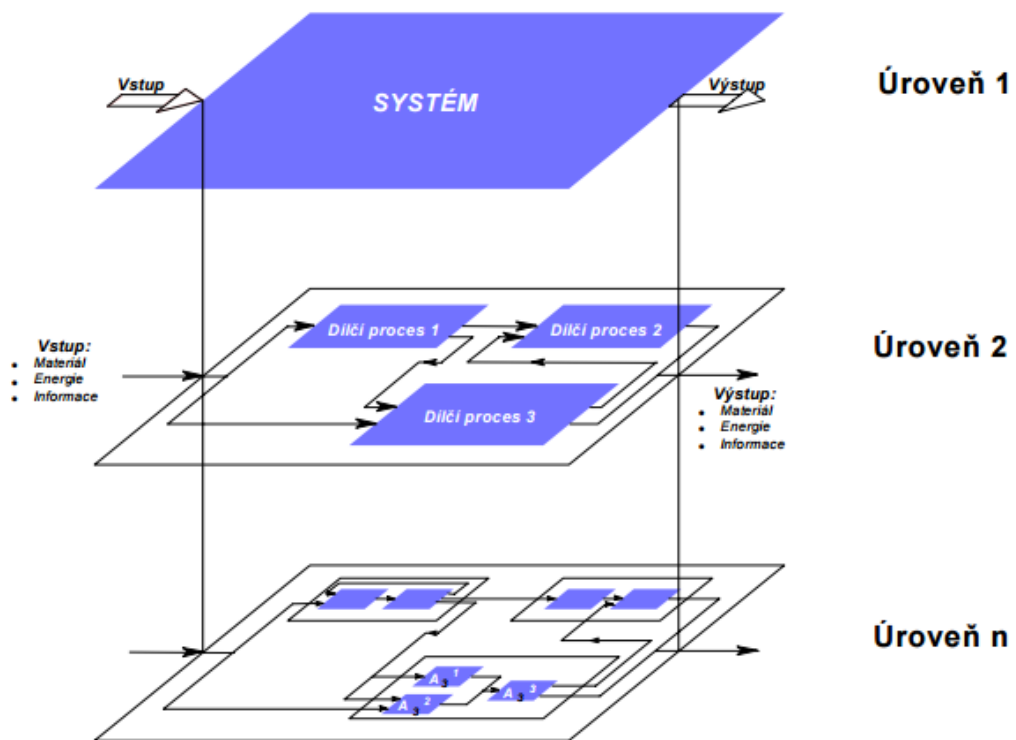
Pro mapování procesů se často využívá softwarových nástrojů, kterých bylo v posledních letech vytvořeno velké množství. Většina těchto nástrojů popisuje proces spolu s jeho aktivitami pomocí grafických symbolů a obecně by se daly rozdělit do následujících tří hlavních skupin:

- Nástroje pro znázornění toků – tyto nástroje patří většinou k těm na nejnižší úrovni a pomáhají zobrazit procesy pomocí grafických symbolů přenesením

z jejich slovního popisu. Tyto nástroje většinou neposkytují možnost procesní analýzy nebo jsou tyto možnosti značně omezené.

- CASE nástroje – tyto nástroje poskytují konceptuální rámec pro modelování hierarchie procesů a jejich popis. Obvykle bývají založeny na relačních databázích a obsahují funkce, které poskytují možnosti lineární, statické a deterministické analýzy.
- Simulační nástroje – tyto nástroje poskytují hlubší dynamickou analýzu spojitých nebo diskrétních dat a umožní tak zobrazení jak daný objekt prochází systémem. Simulační nástroje bývají většinou součástí CASE systémů. [23]

Z důvodu mnohdy vysoké komplexnosti podnikových procesů je zapotřebí takové procesy rozdělit na sub-procesy. Není to ovšem podmínkou a pro definování takových sub-procesů platí stejná pravidla jako pro definování hlavních firemních procesů. [24] Princip rozklad procesů na jednotlivé sub-procesy je znázorněn na obrázku 2.

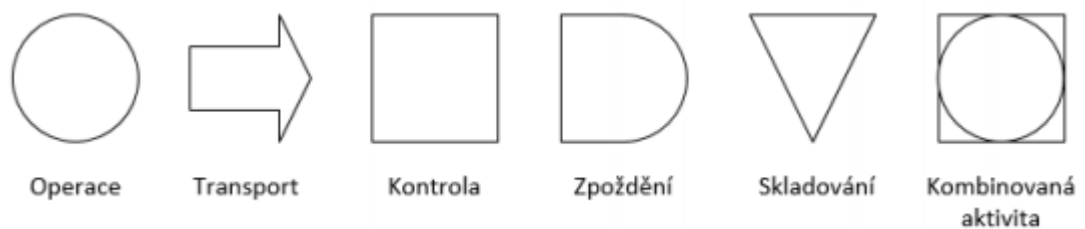


Obrázek 2 Rozpad procesu na sub-procesy[24]

## 2.1.4 Metody pro modelování procesů

### 2.1.4.1 Procesní diagramy

Historicky byly procesní diagramy prvním standardizovaným postupem pro mapování procesů. Tyto diagramy využívají šest hlavních symbolů: operace, transport, kontrola, zpoždění, skladování, a kombinovaná aktivita. Standardizace symbolů je spojena se jménem amerického inženýra Franka Gilbretham, jednoho ze členů organizace American Society of Mechanical Engineers (ASME), která má cíl rozvoj standardizací v různých odvětvích. Symboly procesního digramu dle ASME standardu jsou zobrazeny na následujícím obrázku. [25], [26]



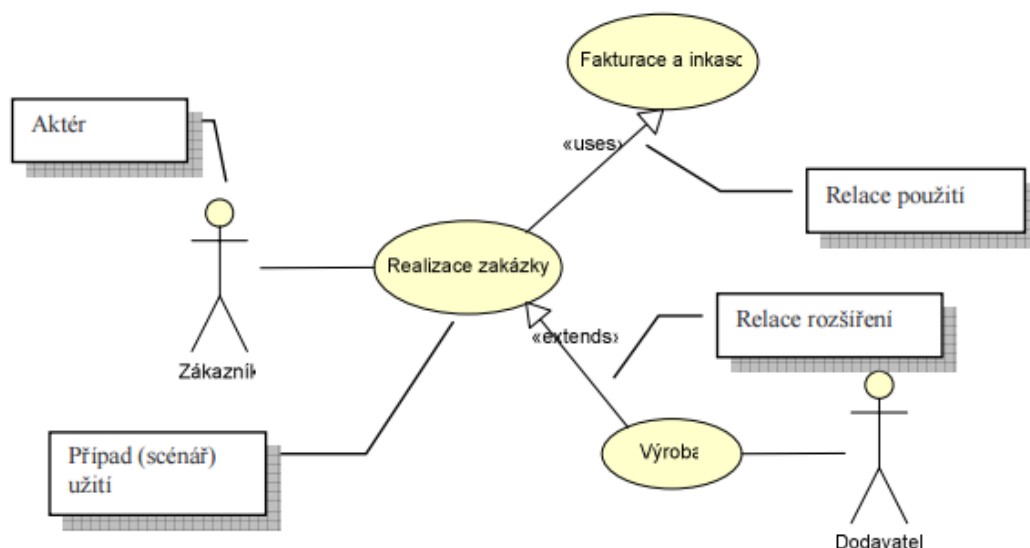
**Obrázek 3 Symboly procesního diagramu dle ASME standardu[27]**

### 2.1.4.2 Unified Modeling Language – UML

Tento nástroj patří mezi nejvíce používané v problematice modelování procesů a je spojen s organizací Object Management Group (OMG), která vyvíjí a spravuje standardy pro procesní modelování. UML diagramy byly vyvinuty především pro návrhy softwarových aplikací a dají se pomocí nich znázorňovat procesy se sekvenčním postupem aktivit. Tento modelovací nástroj používá shodné symboly (elementy) jako vývojové diagramy. [28] Obvyklou formou v UML pro mapování procesů dle [29] jsou:

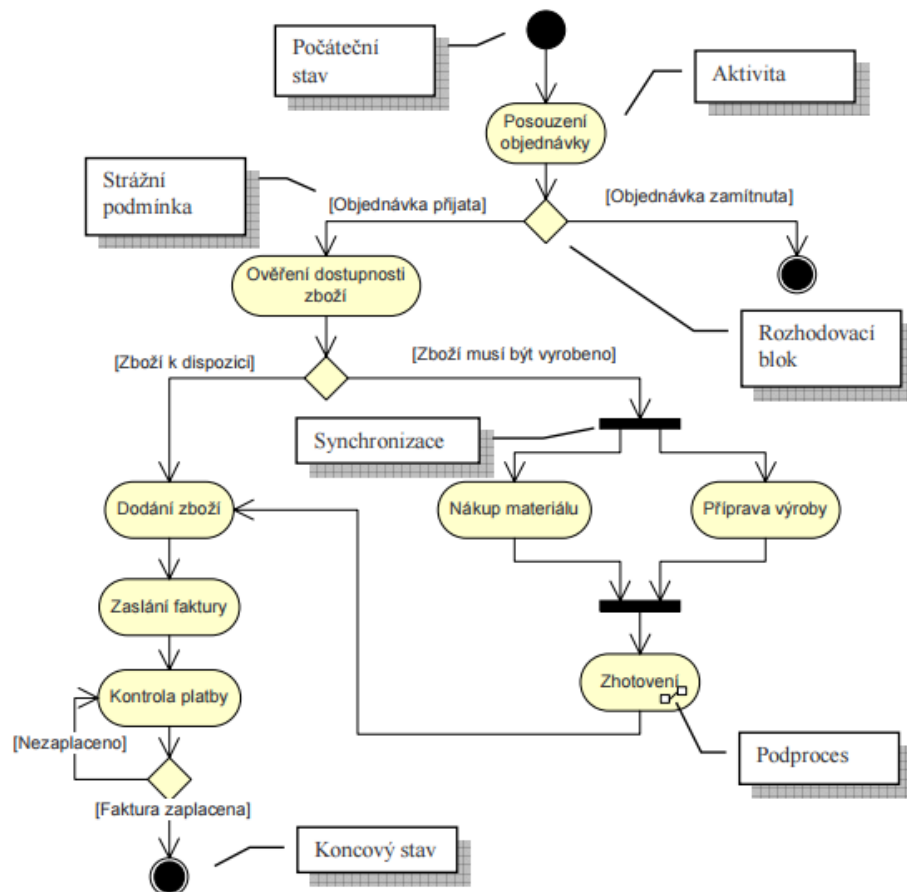
- Diagramy případů (scénářů) užití určený k popisu a analýze funkcí modelovaného systému. Primárním účelem těchto diagramů je dokumentovat interakce mezi službami, které jsou podnikem poskytovány a těmi, kdo tyto služby požaduje. Takto vytvořený pak identifikuje, co je vlastně účelem podnikání daného podniku a jaké funkce nabízí svému okolí. Příklad diagramu užití je zobrazen na následujícím obrázku.





**Obrázek 4 Příklad diagramu případu užití[29]**

- Dynamický náhled popisující chování je vyjádřen v diagramu aktivit. Tento typ diagramu popisuje toky činností pomocí aktivit reprezentujících (akční) stavy a přechody mezi nimi, kde přechod je realizován cestou ukončení stavu předchozího. Dalším účelem je definice odpovědností u jednotlivých aktivit, případně jaké objekty jsou aktivitami vytvářeny, spotřebovávány nebo modifikovány. To znamená, že poté v jednom digramu jsou promítnuty nejen toky řízení, ale také datové toky. Definice odpovědností je realizována tzv. plavečnými dráhami, které se objevují i v notaci BPMN. Obdobně se pak zakreslují i toky objektů a jejich stavy. Základními prvky takových digramů jsou pak aktivity, startovací a ukončovací symboly, rozhodovací bloky a synchronizace. Příklad takového diagramu je vyobrazen na následujícím obrázku.



Obrázek 5 Příklad diagramu aktivit[29]

- Logický (strukturální) náhled využívá v minulé kapitole popsaný diagram tříd.

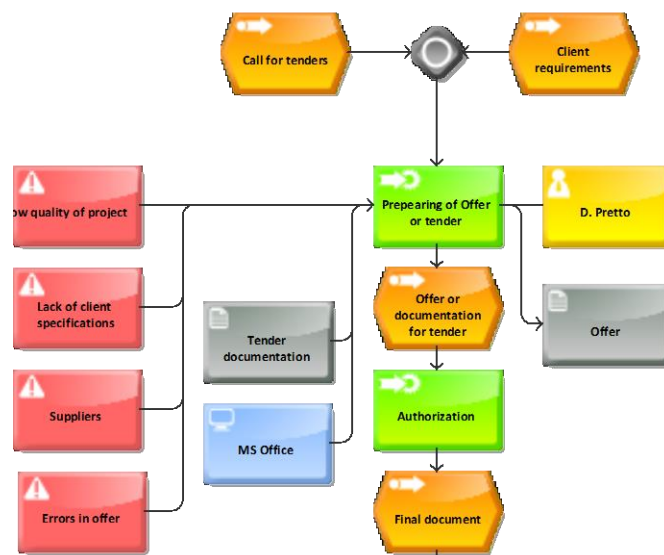
Kromě těchto diagramů poskytuje UML mnoho dalších, jejich kompletní výčet je uveden například ve zdroji [30]. Mezi výhody jazyka UML patří, že mnoho diagramů, které mají širokou škálu využití a umožňují kompletní popis i velmi složitých procesů. Dále, že notace jazyka UML je standardizována a je součástí velké řady softwarových produktů určených k modelování procesů. Za nevýhodu lze považovat fakt, že jazyk UML není stále formálně definovaný a mohou tak nastávat problémy při odhalování chyb ve specifických procesech. Je ale zapotřebí podotknout, že specifikace jazyka UML se stále vyvíjí s cílem zajistit jeho jednoznačnost z hlediska syntaxe a sémantiky. Za velký pokrok v této problematice lze považovat vytvoření meta-modelu jazyka UML, který popisuje samotný modelovací jazyk a díky tomu lze zajistit sdílení vytvořených modelů mezi různými softwarovými nástroji. [28], [29], [30]

### 2.1.4.3 Event-Driven Process Chain – EPC

Tento modelovací nástroj je poměrně nový, vznikl v roce 1990 v Německu, a jeho využití je velmi široké. EPC metoda se stala součástí systému jako SAP R/3 a ARIS. Podstata metody spočívá v řetězení událostí a aktivit do posloupnosti realizující požadovaný cíl, kde z obecného pohledu událost definuje vstupní podmínku (predictions) uskutečnění aktivity. Realizace (ukončení) aktivity pak definuje další událost (vstupní podmínku), na kterou poté mohou navazovat další aktivity. Z toho vyplývá, že každá aktivita je vymezena dvěma událostmi a tak je i jednoznačně definován její začátek a konec. [31], [32] Proces specifikovaný pomocí EPC využívá následujících elementů:

- Aktivity – základní stavební bloky, které určují, co má být v rámci procesu vykonáno.
- Události – popisují situace před a/nebo po vykonání aktivity.
- Logické spojky – EPC využívá tří typy spojek AND (a současně), OR (nebo) a XOR (exkluzivní OR – vzájemně se vylučující nebo). [29]

Mezi výhody EPC diagramů nesporně patří fakt, že poskytují jednoduchý princip spojení události a aktivit usnadňující vytváření i velmi složitých procesů. Dále pak, že jsou nástrojem pro modelování procesů u celé řady komerčně úspěšných a v masovém měřítku nasazovaných softwarových systémů (např. SAP, ARIS, LiveModelAnalyst, Microsoft Visio). Mezi nedostatky patří fakt, že jazyk, který je v EPC používán není formálně definovaný, syntaxe ani sémantika není důsledně určena (např. OR-join nemá jasně dáno, zda je či není synchronizovaný), což může důsledky v nejednoznačnosti ve specifikaci procesů. To poté může mít důsledky v komplikacích během jejich vykonávání (nezaručenost dosažení koncového stavu z důvodu jeho uvíznutí čekáním na nesplnitelnou podmínku nebo nekonečném opakování nějakého cyklu, který je obsažen v procesu). Další nevýhodou je fakt, že formální specifikace omezuje možnosti použití procesů specifikovaných v EPC v jiných softwarových produktech, což omezuje přenositelnost mezi jednotlivými produkty. [29], [33] Příklad EPC diagramu je zobrazen na následujícím obrázku.

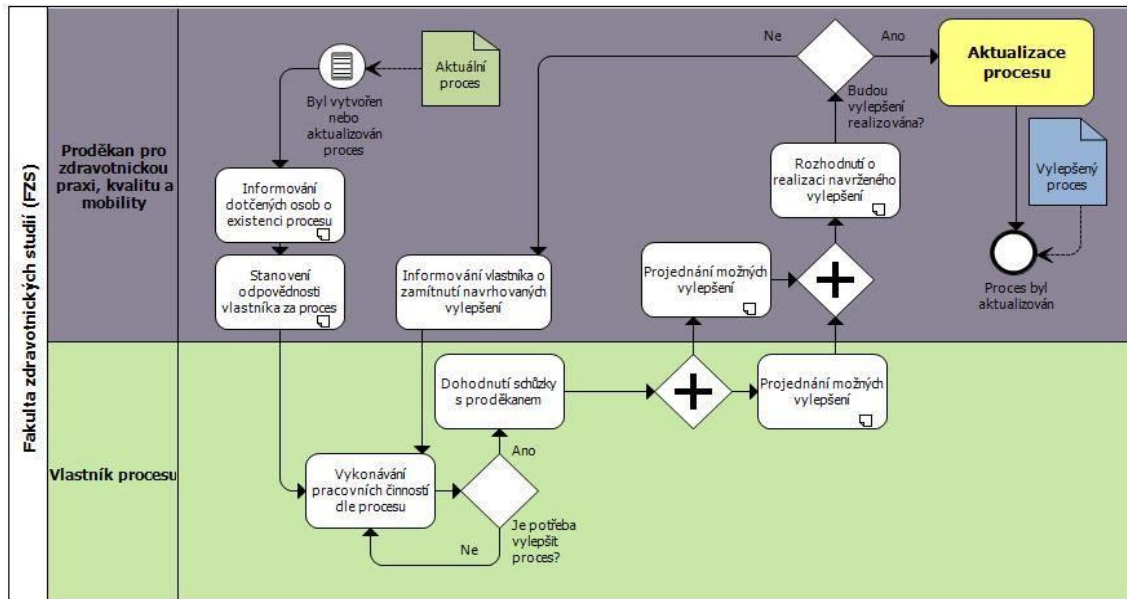


Obrázek 6 Příklad EPC diagramu[34]

#### 2.1.4.4 Business Process Model and Notation - BPMN

Důvodem pro vznik této notace byla absence srozumitelné metody pro všechny účastníky procesu (od analytiků, vývojářů, manažerů až po pracovníky, kteří mají proces realizovat, řídit, monitorovat, atp.). Obecněji řečeno bylo zapotřebí vytvořit notaci, která bude jednoduchá a zároveň komplexní. Prvním výsledkem pověřeného týmu pro vývoj byla notace BPMN 1.0, která definovala tzv. Business Process Diagram (BPD), který vychází z vývojových diagramů, ale i z jiných notací (UML, IDEF, ADF, atd.). Grafické objekty byly záměrně voleny podobných tvarů, jako u klasických vývojových diagramů, hlavně z důvodů jejich rozšířenosti. Později byla vyvinuta notace BPMN 2.0, která oproti předchozí verzi s sebou přinesla formalizaci sémantiky pro veškeré elementy, zdokonalení vztahů mezi událostmi a jejich uspořádání, rozšíření definice vzájemných mezilidských interakcí atp. Krom plaveckých drah k přiřazení odpovědností, které již přinesla metodika UML, se v BPMN objevily i plavecké bazény, které jsou základním kamenem pro znázornění spolupráce a oddělení účastníků procesu. Lze tak s jejich pomocí lépe znázornit dodavatele, zákazníky, apod. Samotný plavecký bazén pak může obsahovat několik plaveckých drah. Důležitým faktem je, že v rámci bazénu je možné používat sekvenční toky, tedy plné šipky, kdy tento tok nesmí překročit hranice daného bazénu. Při znázornění toků mezi bazény se používají toky zpráv, tedy přerušované šipky. [35], [36] Příklad modelu BPMN je zobrazen na následujícím obrázku.

## R2.03 - Aktivní procesní řízení



Obrázek 7Příklad BPMN diagramu

### 2.1.4.5 Standardy pro modelování podnikových procesů

Standardů týkajících se mapování procesů existuje mnoho. Souhrnným standardem je norma ISO 14258, definující základní pojmy a pravidla modelování. Na zmíněnou normu navazuje standard ISO 15704, definující potřeby rámců, metodik, jazyků, nástrojů, modelů a aplikačních modulů pro vlastní modelování. Na základě této normy pak vznikaly modelovací jazyky, které jsou použity v softwarových aplikacích pro modelování procesů, případně i pro jejich simulace. Dále existuje standard ISO 18629 (ProcessSpecificationLanguage). Jedná se o modelovací jazyk, který vznikl hlavně pro podporu výrobních procesů. Podrobně se tedy zaměřuje na tzv. výrobní cyklus a zdůrazňuje se zde spjitost výrobních procesů s vývojem a následným prodejem.

Dalším standardem je evropský standard CEN ENV 12204, který je pod záštitou evropské standardizační komise CEN. Podnik je v něm chápán jako systém, který tvoří skupina společně působících podnikových procesů zajišťujících cíle podniku. Tento standard využívá tzv. konstrukty jako základní nástroj pro modelování, kde konstrukty vystihují určité skupiny podobných jevů s obdobnými vlastnostmi. Je jich definováno 12. [37], [38]

## 2.1.5 Metody pro optimalizace procesů

### 2.1.5.1 Lean Manufacturing

Štíhlou výrobou, se dnes rozumí systém, který se zavádí v podnicích pro zefektivnění produktivity a tím i finančních a časových nákladů na dané procesy. Eliminuje se tak plýtvání při zachování kvality. Kladný vliv to má nejen na podnik samotný, ale hlavně na koncové zákazníky, protože je výroba přizpůsobována zejména jejich požadavkům. Požadavky zákazníků se dnes dynamicky mění a podnik tak musí být schopen na tyto změny pružně reagovat a zároveň zachovávat požadovanou kvalitu při relativně nízkých nákladech, aby byl stále ziskový a konkurenceschopný. [39]

National Institute of Standards and Technology (NIST) vydal ke štíhlé definici následující definici: „Systematický přístup k identifikaci a eliminaci plýtvání prostřednictvím nepřetržitého zlepšování, tlačící produkt taženým zákazníkem při honbě za dokonalostí“. Jinými slovy lze štíhlou výrobu definovat jako výkonnostně orientovaný proces, používaný ve výrobních podnicích ke zvýšení konkurenční výhody. Eliminace plýtvání je založena na krocích, které netvoří přidanou hodnotu napříč celou organizací. Podnik, využívající štíhlou výrobu má za úkol vytvořit kulturu, která bude udržována a reprezentována top managementem veškeré pracovní síle v dané organizaci. [40]

## Cílených osm typů výrobního plýtvání metodikou Lean

	TYP PLÝTVÁNÍ	PŘÍKLADY
1	Defekty	Komponenty nebo služby, které se stávají odpadem; reworky; výměna produkčních, inspekčních a/nebo defektních materiálů; produkce nspecifikovaných výrobků
2	Čekání	Zpoždění spojené s nedostatkem zásob; odstávky přístrojů; procesní zpoždění; úzká kapacitní místa
3	Zbytečné zpracování	Procesní kroky, které nejsou potřebné k výrobě produktu
4	Nadprodukce	Vyrobené jednotky, pro které nejsou objednávky
5	Přeprava	Lidské činnosti (pohyby), které nejsou potřebné; jednotky WIP transportované na dlouhé vzdálenosti
6	Inventarizace	Přebytek surovin, WIP nebo hotového zboží
7	Nevyužitá kreativita zaměstnanců	Slhání ve výběru zaměstnanců, přínosných pro procesní zlepšování
8	Komplikovanost	Více času, procesních kroků nebo času potřebných (než je potřeba) k uspokojení zákaznických potřeb

**Tab. 2 Cílených osm typů výrobního plýtvání metodikou Lean [40]**

Metody a nástroje, které se při zavádění Lean výrobního systému používají, jsou:

1. Kaizen Rapid ImprovementProcess
2. 5S
3. TotalProductiveMaintenance (TPM)
4. CellularManufacturing / One-pieceFlowProduction Systems
5. Just-in-timeProduction / Kanban
6. Six Sigma
7. Pre-ProductionPlanning (3P)
8. LeanEnterpriseSupplierNetworks

Většina těchto metod je vzájemně propojená a jejich realizace je seřazena v pořadí, ve kterém jsou uvedeny výše. Mnoho organizací začíná implementací těchto technik v určité produkční oblasti nebo v „pilotním“ podniku a poté rozšiřují jejich

použití v průběhu času. Společnosti také typicky přizpůsobují metody konkrétním okolnostem pro řešení svých vlastních a jedinečných potřeb, i když se dá říci, že zůstávají podobné definicím. Tento fakt dává možnost rozvíjení vlastních terminologií kolem těchto rozmanitých metod. [41]

#### 2.1.5.2 Six Sigma

Six Sigma je strategie řízení, která byla v roce 1986 vyvinuta společností Motorola (USA). Firmy, které se dále podílely na jejím zdokonalování, byly dnešní Honeywell

a General Electric (GE). Vynálezcem tohoto konceptu je Bill Smith (1929 – 1993). On jako první zavedl ve firmě Motorola posuzování kvality na základě měření směrodatných odchylek proměnlivosti procesů. Posuzování kvality nikoli na základě výrobků, ale výrobního procesu, nebylo v té době úplně originální myšlenkou. Nicméně došlo k zavedení měřítka Six Sigma a vypracování metodologie DMAIC v projektech pro zlepšování. Tento koncept byl záhy přijat a podporován ředitelem Motoroly Bobem Galvinem do té míry, že se stal hlavní filozofií firmy Motorola. [42]

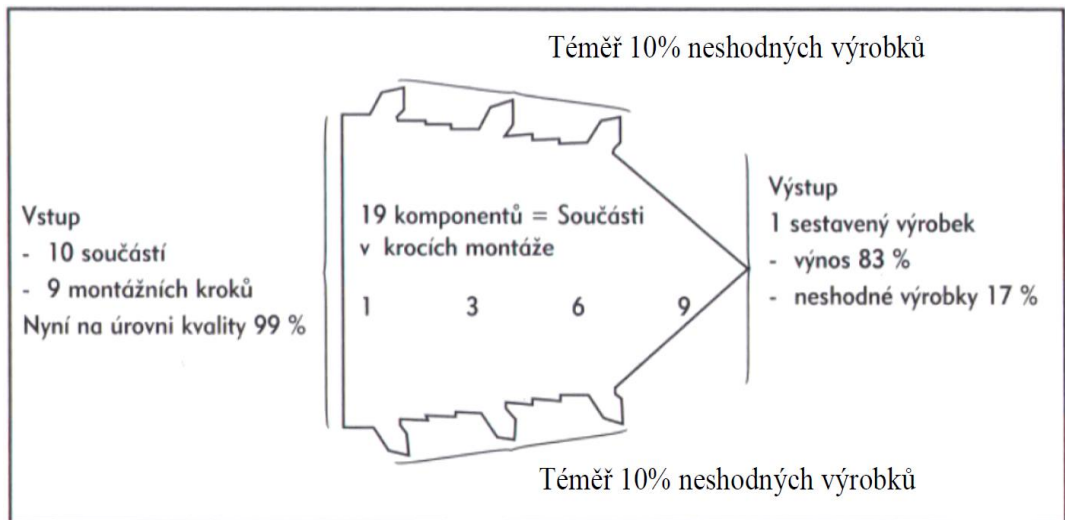
### **Odlíšnost od konkurence díky Six Sigma**

Six sigma má definovanou úroveň pouze 3,4 vad na milion příležitostí. Tyto příležitosti můžeme chápat jako specifické znaky či hodnoty výrobků, nebo činnosti zaměřené na poskytování služeb či servisu. Znamená to tedy, že organizace fungující na úrovni  $6\sigma$  musí dosáhnout úrovně kvality ve výši 99,99966%. „Průměr německého průmyslu leží kolem  $3,8\sigma$ , což je cca 99,0 % kvality na úrovni nulových defektů. To nicméně stále ještě představuje 10.724 závadných výrobků nebo služeb na milion příležitostí (DPMO – Defects per Million Opportunities).“ [42]

Ke zhoršování kvality dochází tehdy, pokud se proces neskládá jen z jedné činnosti, ale jak je tomu ve většině případů ze souboru více činností, které se provádějí ve více úrovních. V literatuře [42] se uvádí příklad s kompletací výrobku o 10 - ti součástech

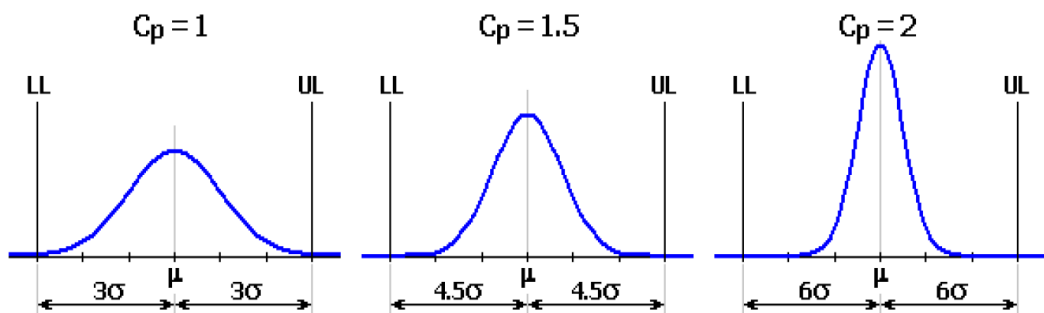
a 9 - ti krocích montáže. To znamená 19 komponentů, které jsou vždy provedeny s 99 % úrovní kvality (Německý průmysl –  $3,8\sigma$ ). Následně vzniká výnos ve výši 83% výrobků bez defektů, jak je vyobrazeno na obrázku níže.





**Obrázek 8 Klesající výnos při rostoucím počtu komponentů[42]**

Přesně tento problém snižuje kvalitu. Současně ale zvyšuje i náklady a spotřebovává čas na odstraňování právě zmíněných defektů. Zvláště pak při inovacích, které ze začátku představují méně stabilní procesy a systémy. Z toho vyplývá, že úroveň kvality 99 % není dostačující pro jednotlivé komponenty a úroveň bez defektů. Defekt vzniká vždy, jsou-li překročeny toleranční meze, které jsou vyobrazeny na následujícím obrázku (dolní mez LL a horní mez UL).



**Obrázek 9 Toleranční meze[43]**

„Jinými slovy, všechny znakové hodnoty pro dosažení dobré kvality by se měly pohybovat v intervalu o délce  $6\sigma$  mezi střední hodnotou a mezemi tolerance. Čím vyšší je úroveň Sigma a tím požadovaná úroveň kvality, tím užší je toleranční interval a také menší počet defektů.“ [42] Koncept  $6\sigma$  by měl být zaměřen na snížení odchylek a průběžného času u výrobků či procesů, které jsou obzvlášť kritické pro spokojenost zákazníka.  $6\sigma$  se poté dostává do dvou dimenzí. Charakterizovat je můžeme jako novou filozofii řízení kvality a jako pevnou součást úspěšného podnikového vedení

pro zvýšení hodnoty podniku. Také se dají pojmenovat jako koncepce manažerská (filozofie) a koncepce měření.

### 2.1.5.3 Business Process Reengineering (BPR)

„Business Process Reengineering představuje zásadní přehodnocení a radikální rekonstrukci (redesign) podnikatelských procesů tak, aby mohlo být dosaženo dramatického zdokonalení z hlediska kritických měřítek výkonnosti, jako jsou náklady, kvalita, služby a rychlost.“ [5] BPR si zakládá na předpokladu, že odstranění opakujících se chyb se dosáhne návrhem nových procesů, oproti kontinuálnímu zlepšování těch původních. V literatuře se často ukazuje, jak mnoho času se spotřebuje předáváním úkolů z oddělení na oddělení. Efektivnějším řešením je tým, který je složený z členů napříč celou organizací (její strukturou) a je zodpovědný za celý proces oproti funkčnímu řízení, kde je zodpovědnost pouze za jeho část. [44]

### 2.1.5.4 Theory of Constraints (TOC)

Český překlad této optimalizační metody zní Teorie omezení. Její kořeny sahají do konce sedmdesátých let a jejím autorem je E. M. Goldratt. TOC vznikla zobecněním principů Optimized Production Technology (OPT) – metoda, která sloužila k řízení výroby. TOC bývá někdy označována jako Constraints Management. Z tohoto názvu lze odvodit co je cílem – řídit omezení.

TOC jako výchozí základ používá systémový přístup, dívá se tedy na organizaci (systém) z globálního pohledu. Nezajímá ji, jak fungují jednotlivé části celku, ale jak funguje celek. Jednotlivé části systému se musí podřít cíli, který si daný systém určil. Tomuto globálnímu pohledu odpovídá jak metrika, tak metody řešení problémů včetně jejich nástrojů. [11], [45]

Tento přístup předpokládá:

- každý systém je součástí většího systému
- systém má cíl, kterého chce dosáhnout
- systém jako celek je více než pouhý součet jeho částí
- úsilí systému je omezeno jednou proměnnou (nebo velmi málo proměnnými)

U této metody je důležité při plánování respektovat omezení systému. Proto se na začátku musí identifikovat omezení. Dobrý plán dle metody TOC je:

- realistický – lze podle něj vyrábět, protože bere v úvahu všechna omezení ve výrobě
- produktivní – plán, který zaručuje nárůst průtoku a současně pokles zásob a nákladu
- imunní vůči problémům – nečekané narušení plánu (nemoc důležitého dělníka, pozdě dodaný materiál, porucha stroje apod.) nesmí způsobit jeho selhání.

Za cíl metody TOC je nejčastěji považováno včasné dodání požadovaného produktu. Pro správnou funkci metody TOC je také důležitá otázka, jak je produkt vyráběn. Touto otázkou se zabývá i metoda JIT. TOC řeší změnu výrobního procesu a proměnnou velikost dávky. Tím zdůrazňuje úzká místa ve výrobě. Podniky řeší v současné době mnoho problémů, jakými jsou např. nízká ziskovost, dlouhé dodací lhůty, na které zákazník není ochoten čekat, atp. S tím je spojené časté nedodržování termínu dodávek, nadbytek nedokončené výroby, přesouvání úzkých míst ve výrobě z jednoho místa na jiné, časté změny plánu apod. [5] Metoda TOC hledá úzké místo a řídí se následujícími kroky:

1. Nalezení momentálního úzkého místa.
2. Maximální využití nalezeného úzkého místa.
3. Podřízení všeho ostatního úzkému místu.
4. Zlepšení úzkého místa (rozšíření kapacity omezení).
5. Opakování celého postupu (nalezení nového úzkého místa, které vzniklo odstraněním předešlého úzkého místa).

Metoda TOC se uplatnila hlavně v pokročilém plánování. V souvislosti s TOC jsou také metody OPT a DBR. Metoda DBR se používá pro zlepšení úzkého místa, při využívání třífázového postupu. Metoda OPT popisuje pokročilé plánování úzkých míst ve výrobě.

#### 2.1.5.5 Total Quality Management (TQM)

Total Quality Management vznikl v sedmdesátých letech v Americe v souladu se vzrůstající silou konkurence japonských výrobců. Strategie TQM staví do centra všech činností podniku spokojenost zákazníků, za podmínky maximální kvality všech podnikových procesů. [11] TQM je také definován jako integrace všech funkcí a procesů napříč organizací, která má za cíl dosažení trvalého zlepšování. [46] Je také

označován jako přístup pro zlepšování konkurenceschopnosti, efektivnosti a flexibility v celé organizaci, kde jádrem přístupu Johna S. Oaklanda[47] je zaměření se na procesy, identifikaci interních a externích požadavků zákazníků.

Dle P. Juliarda v minulosti skončilo mnoho projektů zavádění TQM do praxe neúspěchem. Hlavně v dobách, kdy tato metodika byla v „módě“ („buzzword“). Management podniků se často snažil zavést TQM co nejrychleji, bezbolestně a často bez ohledu na náklady, což nemělo požadovaný efekt. [48]

Na základě problematiky implementace a pochopení základních principů této metodiky byly v [48] formulovány čtyři základní koncepty filozofie TQM a zkoumány z pohledu působení na lidi v organizaci.

Čtyři základní koncepty filozofie TQM jsou:

- 1) Celková spokojenost zákazníků
- 2) Týmová práce
- 3) Posílení postavení zaměstnanců
- 4) Neustálé zlepšování

#### 2.1.5.6 Statistická regulace procesu

Historickým jádrem zabezpečování jakosti je kontrola kvality výstupů z procesu a vyřídění takových jednotek, které nesplňují specifikace. Tato strategie je ovšem neekonomická, protože ke kontrole výrobků dochází až po výrobě, tzv. „ex post“, tudíž zdroje na takový výrobek byly již zbytečně vynaloženy. Moderní systémy pro zabezpečení kvality jsou stavěny na principu předcházení zbytečnému vynakládání zdrojů (plýtvání). Jednou z cest je zajištění neustálé kontroly procesu, tj. neustálé získávání informací o chování procesu a následnou analýzu s cílem působit na proces tak, aby výstupy měly požadované vlastnosti a funkce. [49]

V současnosti je v organizacích managementem kvality vyvíjen stále větší tlak na využívání statistických metod, kde dle [50], je tento stav příčinou stále větší diskrepance mezi rostoucí náročností zákazníků na kvalitu produktu (správné vlastnosti s přijatelnou variabilitou) a velkou variabilitou vstupů (kvalita subdodávek, stroje, výrobní postupy, personál, prostředí). To má za následek rozličné chování procesů a samozřejmě variabilní výstupy. Variabilita výstupu je značně ovlivňována v podstatě nekonečným množstvím příčin variability každého vstupu. To je tedy hlavním

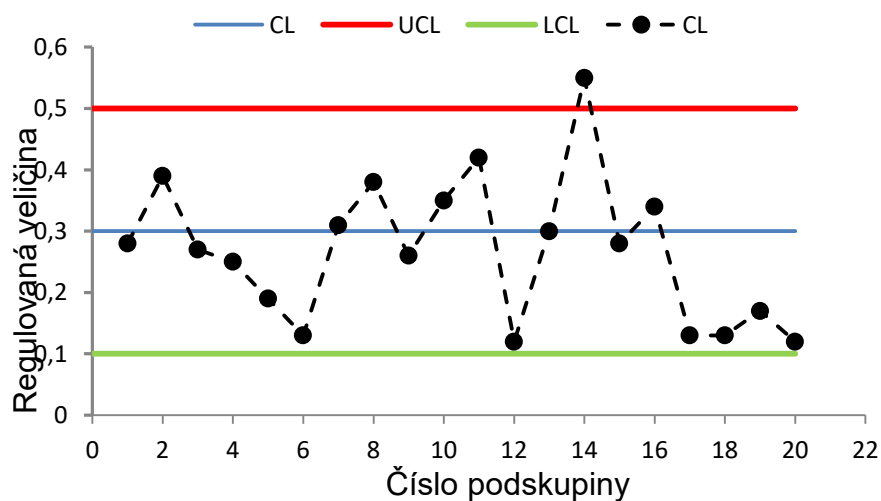
zdůvodněním nutnosti využívání statistických metod, které umožní variabilitu popsat a poznat a tedy i ovlivňovat na základě těchto poznatků. [50]

Statické metody v oblasti řízení kvality popisují i normy ČSN třídy 01, skupiny 02. Dále např. norma ČSN ISO/TR 10017, která obsahuje zprávu s návodem pro volbu vhodných statistických metod, které mohou být užitečné organizaci při vývoji, zavádění, udržování a zlepšování systému managementu jakosti právě v souladu s ISO 9001.

#### 2.1.5.7 Regulační diagramy

Regulační diagramy jsou používaným nástrojem pro znázornění vývoje regulovaného procesu. Jejich nespornou výhodou je fakt, že jednoznačně graficky zobrazují velikost odchylky regulované veličiny dané podskupiny dle toho, zda překračuje či nepřekračuje regulační meze. Z tohoto hlediska je pak okamžitě vidět, zda je proces ve staticky zvládnutém či nezvládnutém stavu (stabilní / nestabilní). Po překročení mezí se poté vstupuje do procesu se snahou danou vymežitelnou příčinu odhalit a zabezpečit možnost jejího následného výskytu. Ke zjištění faktu, že proces vybočuje mimo regulační meze se používají tři horizontální přímky CL (Central Line), LCL (LowerControl Limit) a UCL (UpperControl Limit). Tyto přímky jsou společně s příkladem regulačního diagramu zobrazeny na obrázku 8. [49], [51]

Vhodnost statistické regulace potažmo regulačních diagramů, v oblasti řízení kvality a procesů při zajišťování servisních služeb v elektrotechnice, byla ověřena v rámci mého výzkumu. Kompletní článek [52] je k nalezení v databázi IEEE.



Obrázek 10 - Příklad regulačního diagramu[51]

## 2.1.6 Simulace procesů

Simulace je moderní metodou analýzy složitých podnikových procesů, které obsahují prvky náhodného a dynamického chování. Je to také svým způsobem jediná dostupná metoda, jak složité systémy studovat, z důvodu nepoužitelnosti analytických postupů pro složitější úlohy. [53] S důrazem na zlepšování procesů ve všech aspektech podnikání je simulace uznávaný nástroj, který může mít významný přínos. Simulace totiž pomáhá maximalizovat výkonost procesů před tím, než je proces implementován do praxe. [54] Simulace je nejen považována za klíčový prvek pro řízení a návrh podnikových procesů, ale pro jejich neustálé zlepšování. Navzdory prediktivní schopnosti simulace se objevují často nedostatky v oblasti adaptace v rámci procesního řízení. Například v [55] se uvádí, že v hojném počtu „zralých“ norem v oblasti procesního řízení, se v nich objevují nedostatky standardů pro definování simulačních parametrů.

Simulace má přirozený a přesvědčivý postoj v oblasti řízení podnikových procesů. I když je v mnoha případech tato problematika chápána koncepčně správně, objevilo se mnoho firem, které simulaci podnikových procesů nepoužívaly strukturovaným a účinným způsobem. Dle [56] mohou být na vině následující faktory:

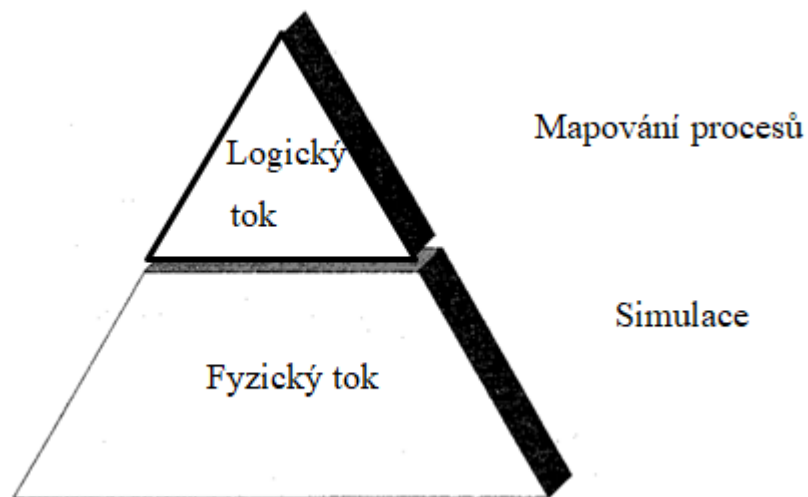
- nedostatečné vzdělávání či zkušenosti zodpovědných pracovníků,
- náklady na pořízení potřebných dat,
- uspěchaný přesun k automatizaci,
- nesprávné používané modely.

Existuje tak domněnka, že při detailním zkoumání každého faktoru, by mělo být umožněno pochopení, jak standardy pro definování modelů v oblasti simulace podnikových procesů pomohou organizacím integrovat a používat simulační analýzu efektivněji. Logicky pak zmírnění těchto problémů povede k mnohem účinnějšímu šíření adaptace simulací v oblasti řízení procesů v organizaci.

Počítačová simulace je moderním nástrojem pro analýzu komplikovaných výrobních, zásobovacích, obslužných, komunikačních a dalších podnikových procesů – systémů. Simulace tak díky počítačovému modelu podnikového procesu umožňuje manažerům předvídat chování tohoto systému při změně vnitřních nebo vnějších

podmínek. Dále pak optimalizovat podnikové procesy vzhledem k potřebným kritériím. Ty mohou být například zisk, náklady nebo spolehlivost. Díky simulaci lze také porovnat mezi sebou navrhované alternativy organizace studovaného procesu. Výhodou je pak fakt, že vše se děje pouze v počítačovém modelu, bez nutnosti zasahovat do reálného provozu podniku. Manažeři se při hledání metod pro zvýšení efektivity podnikových procesů setkávají s pojmy jako business process improvement, reengineering, process redesign, process mapping, atp. Simulace podnikových procesů je jednak praxí odzkoušený efektivní nástroj, který lze využívat při aplikaci výše zmíněných přístupů a jednak i tyto techniky pro zvyšování efektivity sama o sobě zahrnuje. [53]

Procesní mapování se běžně používá jako technika pro dokumentaci a hodnocení procesu. Procesní mapa je grafická dokumentace procesu, která popisuje, co se stane, ale ne to, jak se věci dějí. Na rozdíl od kvalitativních metod, jako je například právě procesní mapování, simulace je metoda kvantitativní, která se zaměřuje na detailní provádění procesu na systémové úrovni. Jak je zobrazeno na obrázku X procesní mapování je zaměřeno na celkový logický tok nebo sled činností, kdežto simulace se dostává do podrobností skutečného fyzického toku práce. [54]



**Obrázek 11 - Rozdíl mezi procesním mapováním a simulací[54]**

### **2.1.7 Obecný postup při simulačních**

Následujících sedm kroků je dle [57] obecně platným doporučením, jak při simulačních projektech postupovat.

- 1) Rozpoznání problémů a stanovení cílů
- 2) Vytvoření konceptuálního modelu
- 3) Sběr dat
- 4) Tvorba simulačního modelu
- 5) Verifikace a validace modelu
- 6) Provedení experimentů a analýza výsledků
- 7) Implementace

#### 2.1.7.1 Simulační modely

Základním parametrem při volbě vhodného simulačního modelu je způsob prezentace času v daném modelu. V modelech, kde je simulovaný čas spojitou veličinou, může nabývat jakýkoliv hodnot. Naopak v diskrétních modelech nabývá jen předem určené diskrétní množiny. V případě, kdy změna stavu v modelu nenastává průběžně, ale v okamžiku výskytu pro daný model významné události, jedná se o simulaci diskrétní. Sama událost může nastat v kterýkoliv okamžik spojitého času – toto řešení lze použít pro velkou část procesů v elektrotechnice, protože v případě spojitých stavů má model formu diferenciálních či diferenčních rovnic, které je nutné řešit aproximativně. Dle skutečnosti, zda jsou v modelu obsaženy pravděpodobnostní charakteristiky, se modely dělí na:

- deterministické – získáváme přesné řešení,
- stochastické – výsledkem je statistický odhad. [57], [58]

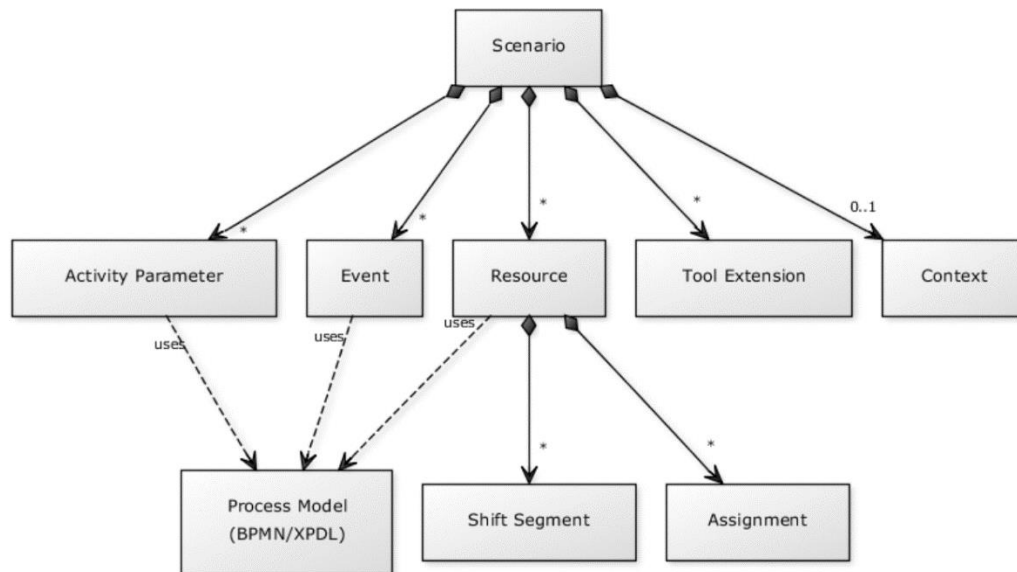
Používané simulační modely v problematice řízení podnikových procesů se vyznačují podobnou sadou parametrů. Pochopení společných prvků všech parametrů simulačního modelu podnikových procesů umožní identifikovat jaké informace je zapotřebí adekvátním způsobem popsat a tedy vyjmenovat komponenty standardní definice a výměnného formátu.[55] Tyto komponenty mohou být rozděleny následovně:

- Scénář meta-dat a kontextu
- Popisy procesů
- Události
- Model zdrojů
- Parametry činností



- Rozšíření nástroje

Komponenty standardu pro definování simulačních scénářů podnikových procesů jsou vyobrazeny na obrázku 10.



**Obrázek 12 - Komponenty standardu pro definování scénářů podnikových procesů[55]**

I přesto že existuje pestrá různorodost procesů (zaměření firmy, vyráběné produkty a poskytované služby, atp.), mnoho simulačních modelů takových procesů mnohdy obsahuje základní prvky (často označované jako „stavební kameny“).

#### 2.1.7.2 Modelování variability procesů

V problematice řízení procesů se často vyskytují různé prvky variability, kde nejčastěji se jedná o různou délku jejich trvání. Variabilita je managementem často podceňována a nebrána v úvahu. Pro modelové zachycení náhody v simulačním modelu se používá generátor náhodných čísel, kde mezi nejpoužívanější pro počítačovou simulaci patří generátory aritmetické. Náhodná čísla se získávají tak, že každé nově vygenerované číslo je generované pomocí určité aritmetické operace z čísla vygenerovaného před ním. V současnosti se využívají lineární kongruenční generátory, které byly vynalezeny v roce 1951 panem Lehmerem. [12], [57], [58]

Pro otestování zda generátor poskytuje posloupnosti náhodných čísel, se běžně používají empirické nebo teoretické testy. Empirické testy hodnotí vlastnosti vygenerované posloupnosti pomocí statistických testů. Teoretické testy jsou založeny na matematickém zkoumání parametrů samotného generátoru. V neposlední řadě

je důležitá volba rozdělení generovaných čísel. V případech, kdy jsou k dispozici data z reálných systémů, se tato data doporučují přezkoumat (například pomocí histogramů) a poté otestovat pomocí testů dobré shody (například pomocí Chí-kvadrát testu). V případech, kdy se zkoumaný proces nikdy neměřil, nebo to z nějakých důvodů nelze, je řešením najít analogickou shodu s jiným procesem a poté získat expertní odhady. [12], [57], [58]

### 2.1.7.3 Přehled dostupných simulačních softwarů

Největší limity v oblasti simulování procesů je rozvoj výpočetní techniky, protože většina simulačních modelů je dnes reprezentována počítačovým programem. Velké množství simulačních softwarových produktů má formu tzv. vizuálního interaktivního modelovacího systému, kdy je programování v maximální míře nahrazeno operacemi s předem definovanými objekty v uživatelsky přívětivém prostředí s animací průběhu simulace a grafickými výstupy. [12], [57], [58]

Mezi neznámější simulační softwary patří:

- ARENA – obecný simulační jazyk pro průmyslové aplikace. Jedná se o grafický systém založený na principech hierarchického modelování, který umožňuje i kombinovanou simulaci. Obsahuje i modul se zaměřením na reengineering procesů.
- PROMODEL – určený pro diskrétní simulaci výrobních, skladovacích a logistických systémů. Obsahuje Six Sigma metodiku a lean principy k nalezení úzkých míst v procesu s cílem jejich odstranění.
- SIMPROCESS – jedná se o integraci mapování procesů, jejich simulaci a použití metody ABC. Obsahuje i zajímavý modul pro podporu rozhodování, kde odpovědná osoba doplní do procesů parametry a údaje (například počet strojů, doba trvání jednotlivých kroků), kde jejich pomocí jsou následně vypočítány náklady procesu.
- SIMUL8 – simulační program pro modelování procesů s možností animace průběhu procesu pro kontrolu správnosti i pro prezentaci analýzy systému. Také má v sobě integrován modul pro podporu rozhodování a modul change managementu, kde je patrné fungování procesu po simulované implementaci změny v horizontu 6 měsíců.

- BPA – tento systém umožní simulaci pro procesy modelované metodou ARIS. Zároveň je možnost vizualizací výsledků simulace a k jednotlivým objektům je možné doplnit i jejich atributy. Z uživatelských zkušeností je ale patrné, že tento nástroj není zdaleka uživatelsky přívětivý a výsledky vyhodnocování dat jsou poněkud omezené. [57], [58]

### 2.1.8 Teorie řízení rizik

Pod pojmem riziko si většina lidí představuje něco ohrožujícího, naopak pod pojmem příležitost si lidé představují něco pozitivního. Takové představy při řešení běžných životních situací obvykle postačují. Samozřejmostí je, že pro řízení projektů či podniků je to nedostačující. Jak rizika, tak příležitosti je nutné v rámci projektů či firem efektivně řídit. I když s tvrzením, že je vhodné řídit příležitosti, ne celá odborná veřejnost souhlasí, protože není vždy pravdou, že je výhodné docílit lepšího výsledku, než byl plánovaný. Nicméně tlak na efektivitu, s vývojem ICT produktů a technologií obecně, v této problematice stále roste.

Mnohé směrnice, metodiky a normy zabývající se tématem řízení rizik bohužel aspekt řízení příležitostí plně nevysvětlují, nerozlišují či nepopisují. [59]–[61] Řízení rizik je tak ve většině případů popisováno jako proaktivní přístup s cílem včas odhalit a eliminovat či ošetřit nejistoty s možným negativním dopadem. Vyskytují-li se nejistoty s pozitivním dopadem, mají být stejně tak včas rozpoznány a ošetřeny. Z toho plyne, že řízení rizik a příležitostí je vnímám jako stejný proces, ve kterém figurují stejné role s přidělenými pravomocemi a odpovědnostmi vůči projektu. Odlišovat od sebe proces řízení rizik a příležitostí je ale potřeba, protože v zásadě je proces stejný, ale osoby činící kvalifikovaná rozhodnutí stejné nejsou. Lze to uvést na příkladu, že projektový manažer nikdy nemá takový kontext reality okolí projektu, jako má zadavatel či uživatel. [59], [62], [63] Nemůže tedy vždy správně rozhodnout, je-li daná změna skutečně vylepšením dohodnutého stavu. [64], [65], [66]

#### 2.1.8.1 Definice rizika

Riziko je historickým výrazem, který pochází údajně ze 17. století a objevil se v souvislosti s lodní plavbou. Pochází z italského a pojmem „risico“ označovali plavci úskalí, kterému se museli vyhnout. Ve starších zdrojích se uvádí, že tímto pojmem se označovala odvaha či nebezpečí. Teprve později se objevuje i význam možné ztráty. Dnes je termínem nebezpečí označováno trochu něco jiného a teorie rizika souvisí

s hrozbou. Obecně dle výkladů se tedy rizikem rozumí nebezpečí vzniku škody, poškození, ztráty či zničení, případně nezdaru při podnikání. Neexistuje ovšem jedna obecně uznávaná definice a pojem riziko je tak ve zdrojích označován různě. V souvislosti s podnikatelskými aktivitami je riziko významným atributem. Výzkum a vývoj nových produktů, zavádění moderních technologií, vstupy na nové trhy, realizace projektů aj. mohou sloužit jako příklady aktivit, jejichž budoucí výsledky jsou nejisté a tím pádem se mohou odchýlovat od výsledků plánovaných či předpokládaných, být tedy lepší či horší. [67][68] Je ale také pravdou, že v odborné praxi existuje svým způsobem chaos v oblasti definic. Některé rizika staví na pravděpodobnosti, některé na očekávané hodnotě (utilitě) a jiné na neurčitosti a nejistotě. Některé definice také riziko chápou subjektivně a epistemicky v závislosti na míře znalostí, kdežto jiné ho definují jako ontologickou entitu nezávislou na hodnotiteli rizika. Vzhledem k tomu, že některým definicím a interpretacím rizika často chybí odborná podpora a odůvodnění, je nezbytné odlišit koncept rizika založeného na události, neurčitosti a důsledcích od rizika, které má modelovaný a kvantitativní koncept. [69] Výše uvedené skutečnosti ukazují, že v chápání rizika lze pozorovat několik odlišností a za společné by se dal považovat fakt, že riziko vychází z obav z nejisté budoucnosti.

S rizikem jsou spjaty dva pojmy:

- 1) Neurčitý výsledek – o tomto pojmu se implicitně uvažuje ve všech definicích, čili výsledek musí být nejistý. Pokud se hovoří o riziku, musí existovat alespoň dvě varianty řešení. Pokud je jisté, že dojde například ke ztrátě, nejedná se pak o riziko. Dobrý příklad uvádí [67], že investice do základních prostředků například obvykle zahrnují znalost toho, že prostředky podléhají fyzickému znehodnocování a že jejich hodnota bude klesat. Výsledek je zde jistý a riziko neexistuje. Riziko je spjato s rozhodnutím, kdy a do jakého základního prostředku investovat.
- 2) Alespoň jeden z možných výsledků je nežádoucí. V obecném slova smyslu může jít o ztrátu, kdy jistá část majetku jednotlivce je ztracena – investor nevyužije příležitost a tím „ztrácí“ zisk. Může jít o výnos, který je nižší než možný výnos – investor, který se rozhodoval mezi dvěma akciemi, trafil, když si vybral tu, jejíž hodnota se zvýšila méně než té druhé. [67]

### 2.1.8.2 Analýza rizika

Prvním krokem k ovládní rizik a jejich následného modelování je jejich analýza. Tou se rozumí systematické použití dostupných informací k identifikaci potenciálního nebezpečí (odhadu rizika). Jedná se o týmovou činnost, kde zainteresovaní lidé musí být kompetentní, způsobilí k dané činnosti a musí znát metody využitelné pro analýzu rizik. Práce pak probíhá v následujících krocích:

- Stanovení rozsahu platnosti rizika
- Identifikace nebezpečí a počáteční vyhodnocení následků – vychází se většinou z předcházejících zkušeností s podobnými problémy. Na základě výsledků jejich řešení se volí buďto zavedení nápravných opatření, ukončení analýzy nebo pokračování odhadem rizika.
- Odhad rizika – právě z důvodu nedostatku informací o systému, poruchách a lidském faktoru nelze vždy riziko plně kvantifikovat. Analyzují se tak všechny možné příčiny.

Při odhadu rizika se poté nejčastěji lze setkat s následujícími typy analýz:

- Analýza četností (odhad pravděpodobnosti výskytu na základě údajů z minulosti, simulací a analýz, znaleckých posudků).
- Analýza následků (závažnost následků spojených s nebezpečím se posuzuje z pohledu pravděpodobného dopadu s ohledem na podobné události z minulosti, popis následků, existující opatření ke zmírnění následků, možné pozdější a sekundární škody).
- Výpočet rizik (předpověď úmrtnosti, nemocnosti, grafy, statisticky vyjádřené očekávané ztráty na životech, výrobní náklady a škody na životním prostředí, vrstevnicový graf rozdělení pravděpodobnosti rizika).
- Odhad nejistot (analýza citlivosti na změny parametrů zvoleného modelu).

Vlastní výpočet rizik pak vychází z matematického vyjádření rizika jako funkce více proměnných

$$R = f(p_1, p_2, \dots, p_n), \quad (1)$$

kde proměnné bývají nejčastěji dvě, pravděpodobnost výskytu a velikost následků.

Mnoho vědeckých publikací označuje analytickou metodiku FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) jako efektivní nástroj pro hodnocení a analýzu rizika pro celý podnikatelský sektor. Spolu s metodou DES (Discrete Event Simulation) bylo poté dosaženo vysoké přesnosti při analýze rizika. Tento přístup pak často využívá kombinace kvalitativní a kvantitativní analýzy. V této souvislosti byla navržena i speciální šablona pro FMEA metodiku nazývaná SB-FMEA (Simulation-Based-FMEA) pro dosažení vysoké kompatibility mezi FMEA a simulačním procesem. [70], [71], [66]

### 2.1.8.3 Hodnocení rizika

Pokud je obecně stanovena hranice přijatelnosti rizika, je možné všechna vyšetřená rizika rozdělit do dvou skupin:

- Přijatelná rizika
- Nepřijatelná rizika

Stanovení hranice přijatelnosti je pro každý podnikatelský subjekt ryze manažerskou úlohou. Je tedy jedinečné, neopakovatelné, subjektivní a je ovlivněno mnoha faktory. Závěr posouzení přijatelnosti či nepřijatelnosti rizika ovlivňují především riziková kapacita společnosti a velikost rizika, kterou je daná společnost ochotna tolerovat. Riziková kapacita se obvykle vyjadřuje jako finanční ztráta, která výrazně neovlivní existenci společnosti. Přijatelná rizika pak představují takovou výši ztráty, kterou je organizace ochotna přijmout v rámci své rizikové kapacity.

### 2.1.8.4 Modelování rizik

Mezi nejpoužívanější modely rizik patří:

- Deterministické modely rizik - tento model rizika je založený na předpokladu, že každý následek má svojí příčinu. Pokud je možné co nejpřesněji analyzovat příčiny, tak je možné lépe identifikovat následky.
- Stochastické modely rizik - tyto modely zahrnují nestálosti a náhodnosti. Proměnná je obvykle založena na výkyvech v historických datech za vybrané období.

- Statistické modely - tyto modely jsou závislé na datech, a proto se hodí převážně tam, kde je dostupné velké množství dat. Ve výrobním procesu se události neustále opakují, tudíž mohou být předmětem opatrných a řízených studií.
- Simulace Monte Carlo – tato metoda se nejčastěji využívá ke hledání přibližného řešení takových úloh, u kterých by analytické řešení bylo příliš obtížné. Pomocí distribučních funkcí vstupů se generují náhodné vstupy (čísla, vektory) a zaznamenávají se výstupy. Po dostatečném opakování lze pomocí statistické analýzy výstupů odhadnout potřebný parametr.

V problematice modelování rizik existují ještě modely:

- Model příčina - riziko – účinek.
- Událostní modely - jednoduchý, standardní a kaskádový model.

Používané grafické metody pro modelování rizik jsou:

- Metoda FTA - Analýza stromu poruch - technika zaměřena pouze na jednu konkrétní nehodu nebo selhání systému a je vhodná při použití na analýzu velmi rozsáhlých systémů.
- Metoda ETA - Analýza stromu událostí - tato metoda je určena pro analýzu sledu událostí, které vyvolá prvotní událost. Tou může být určitá porucha zařízení nebo lidská chyba.
- Ishikawův diagram - jednoduchý nástroj pro získání přehledných informací o příčinách a následcích.
- Rozhodovací stromy - u této metody jsou za pomoci grafů zobrazovány nejen různé varianty a rizikové faktory, ale také rozvoj těchto rizikových faktorů a jejich následky.
- Metoda CCA - Analýza příčin a následků - kombinace metod FTA a ETA. Účelem této metody je objevit základní příčiny nehod a jejich všechny možné následky.

Technika modelování scénářů - cílem je vytvoření hypotetických scénářů, které poskytují zlepšení kvality řízení rizik. Výstupem by měla být četnost výskytu rizikové události a odhad finanční ztráty v případě jejího vzniku. [72]

## **2.2 Analýza požadavků malých a středních podniků na systém řízení rizik a procesů**

Cílem této práce je návrh metodiky pro řízení rizik a procesů v malých a středních podnicích. Jak již bylo zmíněno, výstup pro uživatele musí být v první řadě co možná nepřehlednější se snadnou orientací v procesu z mnoha hledisek. Je totiž předpokladem, že uživatel z prostředí malých a středních podniků není ve svém profesním životě natolik na problematiku orientován a není jeho hlavní pracovní náplní.

Důležitým aspektem je proto už mnohokrát zmíněná uživatelská přívětivost. Stejně tak se musí pohlížet i na aspekty risk managementu. Na základě teorie výše, lze usuzovat, že řízení rizik je značně rozsáhlé téma, kde volba metodiky a stanovení klíčových pilířů je naprosto zásadním problémem, který následně ovlivní výstup této práce. Proto je zapotřebí analyzovat obecné zákonitosti a pilíře pro systém řízení rizik s ohledem na budoucí uživatele z prostředí malých a středních podniků.

### **2.2.1 Popis systému řízení rizik pro malé a střední podniky v elektrotechnickém průmyslu**

Elektrotechnický průmysl se dá považovat za jeden z klíčových průmyslů z hlediska jeho ekonomické významnosti a zaměstnanosti. Celková zaměstnanost je v tomto sektoru okolo 200 tisíc osob. Navíc v uplynulých sedmi letech měla výrazně rostoucí tendenci. [73], [74]

Malé a střední podniky jsou v současné době z hlediska risk managementu vystavovány škále rozdílných rizik, a fungují ve velmi dynamickém a konkurenčním prostředí. Postoj těchto podniků k řízení rizik není jen otázkou perspektivy a strategie, ale spíše předmětem pečlivé a detailní kvantifikace. Nedostatek znalostí, zkušeností a informačních zdrojů v problematice řízení rizik může často vést k nízké výkonnosti a produktivitě daného subjektu. Nástroje, sloužící k podpoře rozhodování a samotné softwarové systémy navržené pro řízení rizik často vykazují nutnost implementace rozdílných uživatelských módů. A to sice z důvodu pokrytí co nejširšího rozsahu odborných uživatelských znalostí, dostupnosti dat a požadované sofistikovanosti. V této souvislosti je důležité shrnout, přezkoumat a vyhodnotit trendy posledních dvou desetiletí s ohledem na jejich vhodnost a použitelnost právě v rámci malých a středních podniků v elektrotechnice.



## 2.2.2 Definice malých a středních podniků

Sektor malých a středních podniků je mnohdy považován za citlivý, flexibilní a adaptivní. Ale bariéry jako vzdělávání a trénink, závislost často na několika zákaznících, nedostatek strategického plánování, neefektivní řízení, marketing a špatné finanční plánování jsou hojně zmiňovány a zjišťovány ve výzkumech zabývajícím se tímto sektorem podnikání. Stojí za to poznamenat, že technický průmysl v tomto byznys sektoru se často zaměřuje na převzetí a analýzu nových technologií a postupů, které jsou často definovány velkými, mnohdy nadnárodními firmami. Vzhledem k tomu, že rozdíly mezi takovou firmou oproti malému a střednímu podniku, nejsou vždy zcela pochopeny a mnohdy managementem ignorovány, jsou mnohdy investice a úsilí vynaložené na takovou adaptaci zbytečné a taková firma čelí zbytečným problémům. Mnohdy se ukázalo, že ani jakási asistence a podpora velkého podniku nepřináší očekávané výsledky a to ze stejných důvodů. Z toho důvodu vznikala stále větší tlak na potřebu definice takových podniků, která je bude jasně charakterizovat v globálním měřítku pro průmyslové odvětví. [75], [76]

Tyto podniky hrají klíčovou roli v globální ekonomice. Pro příklad lze uvést, že v roce 2014 napříč EU28 21.6 milionů malých a středních podniků, podnikajících v nefinančním sektoru, zaměstnávalo 88.8 milionu lidí a vygenerovalo 3.666 trilionu euro v rámci přidané hodnoty. Jinými slovy, 99 ze 100 podniků je právě malých a středních, pracují v nich každý dva, ze tří zaměstnaných lidí a každých 58 centů z jednoho eura přidané hodnoty je generováno právě těmito podniky. Poslední finanční krize a hospodářská recese těžce zasáhly malé a střední podniky v EU28 a ekonomické podmínky zůstávají ve většině případů obtížné. Jasným faktem je, že přidaná hodnota v roce 2013 vytvořená malými a středními podniky byla pouze o 1% nad úroveň roku 2008 a zaměstnanost byla stále o 2,6% pod úroveň registrovanou v tomtéž roce. Tato celková situace maskuje značnou heterogenitu, jelikož výkonnost malých a středních podniků se značně liší v závislosti na jejich velikosti, sektoru podnikání a geografickém výskytu. V oblastech stavebnictví a výroby byla přidaná hodnota v roce 2013 stále pod úroveň roku 2008, zatímco v ostatních klíčových sektorech malých a středních podniků tj. v odborných, vědeckých a technických činnostech, ubytování a stravování, velkoobchod a maloobchod, opravy vozidel a motocyklů, byla přidaná hodnota již nad touto úrovní. [77]

### 2.2.3 Obecné zákonitosti a pilíře pro systém řízení rizik

Základem každého řízení rizik je již výše zmíněná analýza, která má jasně definovat rizika, a dá se tak považovat za neodmyslitelnou součást metodiky. Teorie vymezuje analýzu rizik jako systematické používání dostupných informací k identifikaci rizik – jejich odhadu. Toto má být jednoznačně týmová práce, kde je většinou kladen důraz na kompetenci zainteresovaných lidí. Konkrétně na jejich způsobilosti, znalosti a zkušenosti v problematice. Zde by se dalo namítnout, že takoví lidé se často v prostředí malých a středních podniků nevyskytují, protože střední management je většinou reprezentován projektovými manažery. Prvním pilířem pro úspěšný model je **analýza rizik**. Analýza by měla být efektivní, jednoduchá, ale zároveň by měla poskytovat výstup v dostatečné kvalitě pro další fáze zpracování dat směrem k výstupu.

Následující krokem je rozhodovací proces, vycházející právě z výsledků analýzy. Vstupem do rozhodovacího procesu ale nemohou být pouze data z analýzy. V úvahu se musí brát také další faktory, které mohou ovlivňovat rizika, například faktory ekonomické, technické (např. technický stav strojů, budov atp.), ale i sociální a politické. Pokud se opět zaměříme na sektor malých a středních podniků a na fakt, že si takové firmy nemohou dovolit svůj tým rozšířit o odborníky na řízení rizik a procesů, dá se uvažovat, že rozhodovací proces musí být „živen“ dostatečným množstvím dat už ze samotné analýzy. Je tedy důležité uvažovat, aby byl samotný proces analýzy a zadávání datových vstupů poměrně propracovaný a aby uživatel byl za krátký čas schopen poskytnout co možná největší objem relevantních dat. Jako další pilíř se tedy dá uvažovat **získávání dat pro rozhodovací procesy**.

Aby efektivně systém řízení rizik fungoval, mnoho zdrojů hovoří o implementaci takzvaného integrovaného systému s jasně a srozumitelně formulovanými cíli, přehlednou strukturou a postupy. Často se tento systém označuje jako strategie managementu rizik.[78][79][80][81] V kostce to znamená nastavení podnikové politiky, cílů a vize do managementu rizik, kde výstupem by měl být strategický dokument a akční plány pro jednotlivá rizika či jejich skupiny. Taková strategie poté stanovuje základní postupy, principy, kritéria a postupy pro všechny kategorie rizik napříč celou společností. Výše zmíněné je určitě důležitým pilířem a uvažujeme-li o aplikaci do modelu pro malé a střední podniky je určitě důležitým bodem.

Poslední pilíř se dle mého názoru musí týkat oblasti pro podporu rozhodování, tzv. DSS (Decision Support System) systému. To znamená, že výstupy metodiky musí být přehledné a adekvátní danému problému a uživateli tak musí nabídnout vše potřebné k takzvanému zvládnutí rizik, které má za cíl dostatečnou prevenci nežádoucích událostí a zmírnění jejich následků. Zdroje k dosažení tohoto cíle často hovoří o třech fázích - návrh opatření, plán implementace a jeho aplikace, např. [82][80]. DSS systém tak musí uživateli poskytovat adekvátní výstupy tak, aby je byl schopen naplnit.

V dalších kapitolách je popsán návrh výše zmiňovaného systému s ohledem na teoretické poznatky z předchozích kapitol.

## **2.2.4 Obecné cíle pro vývoj DSS systému**

Cílem návrhu metodiky je vyvinout rentabilní a uživatelsky přívětivý systém pro řízení rizik pro malé a střední podniky pro elektrotechnický sektor. Elektrotechnický sektor je na předních příčkách ekonomické významnosti a to i z hlediska zaměstnanosti a v mnoha ohledech, z pohledu řízení rizik, se dá považovat za podobný s tím elektrotechnickým. Ať už se jedná o management projektů, řízení kvality, ekonomické rentability atp. Klade se zde především důraz na kvalitu a bezpečnost práce a společnosti podnikající v tomto odvětví jsou vystavovány široké škále rizik.[83] V rámci plánování až po samotnou realizaci se mohou projekty v těchto sektorech potýkat se značnou variabilitou a komplexností, s nákladnými a časově náročnými procesy, s komplikovanými vztahy více zúčastněných a zainteresovaných stran a s mnoha dalšími nejistotami různých typů a zdrojů.[84] Mimo to, v dnešní době se projekty stávají stále komplikovanější a dynamičtější.[85]

Technické problémy zde nejsou jediným zdrojem složitosti a nejistoty. Signifikantní jsou i rizika z oblasti legislativy a právních záležitostí, bezpečnosti, politické stability a mnoho dalších je v rámci literatury a vědeckých článků zmiňováno.[86], [87], [88] Z toho plyne jasný závěr, že systém pro řízení rizik by se neměl soustředit pouze na technické problémy, ale měl pokrýt i problematiku ne-technických záležitostí, které často unikají pozornosti odborníků.

Problémy a výzvy v risk managementu se často netýkají jen samotné povahy a dopadu rizik, ale také omezení konvenčního managementu. Ačkoli přijetí risk managementu do systémů řízení je v poslední době trendem, mnoho společností často vyjadřuje neochotu a nedůvěru tento systém přijmout a implementovat, jako tomu

bývalo hojně v minulosti. [89] Jedním z důvodů může být zátěž poměrně složitých kvantitativních metod, nedostatek jednoduchých a uživatelsky přívětivých nástrojů. Směr možného vývoje systému řízení rizik je potřeba zkoumat ve vztahu k:

1. požadavkům malých a středních podniků působících v oblasti elektrotechniky,
2. současným postupům “běžného” řízení procesů,
3. schopnosti inženýrů a odborníků efektivně využívat tyto systémy a
4. výsledkům relevantních studií v řešené oblasti z hlediska nákladů, času a kvality.

Vzhledem k současnému stavu, poptávce a trendu řízení rizik v rámci zkoumané problematiky je možné formulovat a navrhnout systém řízení rizik vhodný právě pro software určený malým a středním podnikům.

Dále se tedy stojí za to zabývat předběžným pohledem do jistých vyhlídek prototypu systému pro řízení rizik, který by měl být vhodný pro malé a střední podniky a tak jsou dále rozpracovány následující dvě teze:

1. Pozoruhodné pokroky v systémech řízení rizik především během posledních dvou desetiletí.
2. Výzvy a vyhlídky v budování systému podpory rozhodování pro analýzu rizik.

Je tedy zapotřebí zkoumat různé problematiky z oboru, zvážit požadované vlastnosti budoucího systému z hlediska proveditelnosti a účinnosti a následně diskutovat důsledky spolehlivého a uživatelsky přívětivého prototypu řízení rizik pro výkonnost malých a středních podniků. Závěrem poté shrnout výsledky studie.

### **2.2.5 Vývoj systémů řízení rizik**

Již v prvních zmínkách o rizicích ve vědeckých studiích, např. v [90], byla potvrzena potřeba systematicky a přesně hodnotit jejich dopady na lidské činnosti. Zejména v posledních letech je zaznamenáván značný nárůst literatury o rizicích a s nimi spojené nejistotě, stejně tak jako zavádění procesů řízení rizik v průmyslu. V důsledku toho byly postupy řízení rizik formulovány, rafinovány a začleněny do projektového řízení a softwarových systémů.

Potřeba formalizace v risk managementu byla potvrzena zavedením normy ISO 31000; navíc nejnovější verze knihy Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide 2013) věnuje celou kapitolu právě rizikům. Nicméně, od koncepční až po praktickou úroveň, může být role automatizovaných řešení kritická. Cílem této části je prozkoumat některé aspekty tohoto mostu mezi teorií a praxí.

## **2.2.6 Risk management a systém pro podporu rozhodování**

Z praktického hlediska, výsledky úsilí o začlenění pojmu řízení rizik do softwarových nástrojů vedly ke vzniku několika prototypů. Již v roce 1990 byla publikována rešerše stavu techniky v oblasti expertních systémů a řízení.[91] Některé ze systémů uvedených v této zprávě se zaměřují na rizika, což naznačuje obrovský výzkum, který stál v pozadí a zajisté i zájem tehdejšího trhu v souvislosti s vývojem softwaru. S příchodem osobního počítače postupně převládala potřeba řešení systémů na míru vzhledem k rostoucí poptávce. Systémy pro podporu rozhodování (DSS) jsou definovány obecně jako softwarové nástroje, které mohou zvýšit schopnost jednotlivce nebo skupiny činit informovaně rozhodnutí.[92] V posledních letech bylo vyvinuto několik prototypů řízení rizik a DSS, jejichž cílem je pokrýt co nejširší spektrum aplikačních oblastí, odborné znalosti uživatelů, dostupnost dat a požadovanou sofistikovanost. Tyto systémy však většinou sledovaly vývoj metod analýzy rizik, a tak nějak přehlíželi poptávku na trhu pro uživatelsky přívětivá řešení.

Cíle využití DSS pro řízení rizik jsou především následující:

1. Kvantifikace impaktu rizik vzhledem k nákladům, času a výsledné kvalitě (jakožto trojimperativu v projektovém řízení).
2. Formulace strategie pro řízení postoje k riziku (odvrácení, transfer, zmírnění nebo akceptace).

Benefity používání DSS pro řízení rizik avšak mohou překročit očekávání z perspektivy projektového řízení. Některé z těchto výhod jsou popsány níže.

### **2.2.6.1 Potřeba softwarových modelů a systémů**

Využití specializovaného softwaru v oblasti řízení rizik, a to i pro malé projekty v rámci malých a středních podniků, může být odůvodněno z následujících důvodů:

- Nabízí schopnost formulovat a modelovat komplexní systémy, které je nemožné ovládat, vizualizovat a dokumentovat “na papíře”.
- Poskytují náhled na průběžný vývoj projektů oproti běžnému reportingu, který mnohdy nereflektuje jejich dynamické povahy.
- Umožňují ukládat a pracovat s velkým objemem strukturovaných i nestrukturovaných dat a dokumentací souvisejícími s projekty.
- Je poměrně snadné zaznamenávat, ukládat a obnovovat data a informace generované projekty, což může být užitečné pro závěry založené na konkrétních případech a to i v budoucích podobných projektech.
- Nabízejí možnost provozovat výpočetně náročné modely, jako jsou například modely založené na simulaci Monte Carlo.
- Je možné prozkoumat libovolný počet případů a scénářů s cílem nalezení a formulace alternativní strategie proti výskytu rizik a následné optimalizace výkonnosti.
- Softwarová řešení mohou produkovat různé druhy grafů; vizualizace je velmi důležitá pro zkoumání a prezentaci kvantitativních informací.

#### 2.2.6.2 Modely podporující rozhodování pro rané fáze projektů

V praxi se mnoho projektů setkává se soubojem udržitelnosti a konkurenceschopnosti, kde rizika vzala za své, například již v rané fázi. Dá se tak domnívat, že právě modely pro podporu rozhodování zde sehrávají velikou roli. Například v oboru stavebnictví, od roku 1956 [93], kde se v literatuře objevují první zmínky právě o takových modelech, po současnost, bylo učiněno několika pokroků. Dvě základní rozhodnutí, zda se o projekt ucházet či nikoli, a jakou případnou strategii zvolit v případě výběrového řízení. [94] Neaktivita v těchto procesech podnikání, ať už z jakýchkoli příčin, může vést ke ztrátě zisků, zajímavých příležitostí, klientů či dokonce postavení firmy na trhu v daném odvětví. Ve zdroji [95] se uvádí, že v oboru stavebnictví je to alfa-omega podnikání a konkurenceschopnosti.

V rámci výzkumu [95] bylo shromážděno 94 potenciálních faktorů ovlivňujících toto rozhodování. Autoři také sepsali několik technik založených na vícekritériálních modelech, neuronových sítích, logistické regresi a fuzzy úvahách. Dalšími pozoruhodnými pokusy jsou softwarový systém, vyvinutý v rámci výzkumu [96], který je založený na třístupňovém hierarchickém scoringovém modelu. Ve výzkumu

[94] kombinovali myšlenky z vícekritériálního rozhodování, fuzzy logiky a simulace, aby vytvořili model pro odhad nákladů nabídek do výběrových řízení. Dikmen, Birgonul, & Han [97] představili softwarový prototyp založený na influenčních diagramech a fuzzy logice. Caron, Fumagalli, a Rigamonti [60] vyvinuli model založený na konceptu Value-at-Risk získaném pomocí simulace Monte Carlo. Lai, Wang a Wang [98] navrhli model odhadu nákladů založený na AHP (Analytic Hierarchy Process) a simulaci pomocí 20 faktorů.

Ačkoli tyto modely nejsou kompletní systémy řízení rizik, studium jejich struktury a funkce je důležité, protože:

1. rozhodnutí o nabídkovém řízení jsou kritická pro malé a střední podniky a
2. stejné myšlenky z těchto modelů lze rozšířit tak, aby zahrnovaly všechny fáze v rámci životnosti projektů.

#### 2.2.6.3 Modely pro odhadování nákladů

Náklady jsou považovány za nejdůležitější z pohledu dopadů rizik. Speciálně také v malých a středních podnicích, ekonomické selhání v projektu může být zásadní hrozbou. Simulace Monte Carlo, od jejího zavedení ve 40. letech [99], je až do dnes nejpoužívanějším nástrojem pro agregaci nejistých nákladových položek. Od vývoje prvních uživatelsky přívětivých řešení na trhu, založených na Monte Carlu, v roce 1987, byla navržena řada modelů na základě rozdílných přístupů. Například Li [100] představil nástroj pro odhad nákladů založený na Artificial Neural Networks (ANN). Carr & Tah [101] vyvinuli softwarový systém, který používal fuzzy logiku o rizicích uspořádaných v hierarchické struktuře rozkladu. Luu, Kim, Tuan, & Ogunlana [102] navrhli metodu založenou na Bayesian Belief Networks (BBNs). Pro odhad nákladů byly často navrženy regresní techniky, např. v [103], ale pokusy o jejich použití v softwarovém formátu příliš nezkvétaly.

#### 2.2.6.4 Plánovací modely

Subjektivní časové odhady mohou být velmi nepřesné, trpící podjatostí a jinými problémy. [104] Modely pro plánování v rámci nejistoty jsou složitější, ve srovnání s těmi pro náklady, právě kvůli vysokému vlivu příčiny a následku ve struktuře činností. Proto specializované DSS, které se zaměřují na plánování, bývají obvykle zcela odlišné a jsou založeny na programovém hodnocení a technice zkoumání (PERT) a metody kritické cesty (CPM). Jiné metody uváděné v literatuře jsou založeny na regresi, BBNs,

stejně jako u Monte Carlo nebo fuzzy logice. [63], [105] Snad největšími problémy těchto systémů jsou:

1. integrace s dalšími dimenzemi impaktu rizika, jako jsou náklady nebo kvalita, a
2. formulace těchto technik do uživatelsky přívětivého systému.

## 2.2.7 Výzvy a vyhlídky

Největší výzvou pro vývoj DSS systému pro řízení rizik je vybudování systému pro jeho používání nezkušenými uživateli. Namísto toho, aby se začalo přímo s kvantifikací rizik, stojí za zmínku, že systém řízení rizik má za cíl podporovat rozhodnutí uživatelů. Proto typy fundamentálních rozhodnutí, které jednotlivec bude muset udělat, mohou posloužit jako základní prvek pro samotný návrh systému.

### 2.2.7.1 Rozhodování a role uživatelů

Návrh DSS systému pro řízení rizik by měl být zjevně řízen rozhodováním uživatele, jehož cílem je následná podpora. Ve zdroji [106] se uvádí, že hlavní typy rozhodovacích problémů mohou být přizpůsobeny v rámci systému řízení rizik následujícím způsobem:

- Volba: zvolí se riziko nejvyšší důležitosti.
- Třídění: rizika jsou seskupena do kategorií z hlediska jednotlivých atributů.
- Pořadí: rizika jsou řazena od nejvyšší po nejnižší hodnoty na základě definovaných pravidel hodnocení rizik.
- Popis: rizika spolu s jejich možným dopadem jsou popsána.
- Eliminace: rizika jsou rozdělena do dvou skupin na základě definovaného kritéria.
- Návrh: vytvoří se opatření ke snížení rizika.
- Vyžádání dat: jsou definována, vybrána a následně vyžádána požadovaná riziková data.

Typy rozhodnutí mohou být kombinovány s vyhodnocenými rysy rizik pro formulaci vícekritériálních rozhodnutí. [107] Úloha uživatelů v DSS pro řízení rizik závisí na jejich odbornosti. Podle Dreyfusova modelu získávání dovedností [108] lze rozlišovat pět úrovní odborných znalostí: "Expert", "Zkušený", "Kompetentní",



"Pokročilý začátečník" a "Začátečník". Dvě další role lze v navrhovaném systému zavést, "Majitel" systému, který je zodpovědný za implementaci systému v malém a středním podniku, a "Správce", který definuje nové projekty, řídí tým zúčastněných uživatelů v každém z nich a přiřazuje role podle úrovně odbornosti.

#### 2.2.7.2 Identifikace rizika

V systému řízení rizik jsou rozhodnutí tvořena na rizikových entitách, čili proces začíná identifikací rizik. Existují dva způsoby, jak zjednodušit a zefektivnit tento proces v malém a středním podniku:

1. strukturovanou technikou k identifikaci rizikových faktorů a
2. rizikovým katalogem získaným z průzkumu literatury a / nebo dotazníků, důkazů z předchozích zkušeností.

Může být velmi užitečné klasifikovat identifikovaná rizika podle různých taxonomií, např. jako interní nebo externí, místní / globální, pojistitelné / nepojistitelné atd. [84]. Všechny tyto informace mohou být kritické při formulování strategie reakce na rizika. Identifikace rizika proto není pouze jeho verbálním popisem, ale spíše vyvoláním všech možných užitečných kvalitativních a kvantitativních rizikových atributů.

#### 2.2.7.3 Kvantifikace rizika

Většina kvantitativních systémů řízení rizik je založena na vzorci

$$R = P * I \quad (2)$$

čili riziko  $R$  se rovná pravděpodobnost jeho výskytu  $P$  násobeného dopadem / impaktem  $I$ . Tento přístup je tak těsně spojen s řízením rizik, že je často označován jako "primární cíl" [109]. Kvantifikace rizik založená primárně na tomto přístupu byla ale často kritizována [85], [110]–[112]. Když bylo například identifikováno 100 rizik, bylo zapotřebí získat 200 čísel. Dá se domnívat, že v uživatelsky přívětivém přístupu je nutná alternativa, může to být buď kvantifikace pouze klíčových ukazatelů rizika, které je třeba identifikovat před tímto krokem, nebo použití AHP (Analytický Hierarchický Proces).

#### 2.2.7.4 Vzájemné závislosti rizika

Pro zkoumání skutečnosti, zda existuje vzájemná provázanost rizik, bylo použito řady metod. Prototyp, který kombinuje analytický hierarchický proces s BBN, byl představen v [113]. Zeng, An, & Smith [85] vyvinuli metodu kombinující AHP s fuzzy logikou. Byly navrženy také další metody, například copulas [114] nebo Petriho sítě [115].

#### 2.2.7.5 Perspektivy rozvoje

Největší výzvou DSS pro řízení rizik je poskytnout nejen měření rizikového impaktu, ale také doporučení vhodného rizikového postoje a optimalizace výkonu. Pokud se kvantifikace rizik zaměřuje pouze na odhady nákladů a času, zdá se, že zlepšení je výrazně menší oproti použití empirického zkoumání nepředvídatelných událostí. Pokud jsou však v procesu řízení rizik zahrnuty také kvalita a výkon, může takový DSS sloužit ke zlepšení fungování malého a středního podniku v mnoha aspektech.

Modely odhadů nákladů a času pro hodnocení rizik jsou obecně rozděleny do těch, které vyžadují dostatečný objem kvantitativních dat, jako je ANN a regrese, a ty, které jsou schopny zachytit subjektivní úsudky, jako jsou simulace nebo nástroje založené na fuzzy logice. Navzdory tomu, že zmíněné metody jsou teoreticky zvládnuté, mnoho z nich počítá s údaji, které často nelze nebo je problematické získat [85]. Vzhledem k tomu, že malé a střední podniky mají zřídka takové údaje, některé prototypy řízení rizik se mohou ukázat jako nepraktické.

Dva další pozoruhodné rysy DSS, kterým se zatím dosud dostatečně nevěnovala pozornost, jsou validace modelů a jejich schopnosti učit se. Je zde tedy důležité specifikovat validační cíle před fází ověřování, abychom dostatečně ověřili, že softwarový systém skutečně funguje podle očekávání za reálných podmínek. Cílem schopností učení se, je propagace informací a nejistoty nejen v rámci projektů, ale také mezi nimi a samotnými uživateli.

Šíření výzkumu v oblasti analýzy rizik, zejména prostřednictvím programových kódů a norem, nabídlo malým a středním podnikům možnost začlenit řízení rizik do svých procesů. Vzhledem k tomu, že analýza rizik může být formální a precizní, může být také formulována jako počítačový proces. To by mělo vést k vývoji standardizovanějších řešení pro systémy řízení rizik, na rozdíl od současně existujících a používajících ad hoc a vysoce specializovaných řešení.

## 2.3 Informační aspekty v návrhu systémů řízení rizik

Jak již zde bylo několikrát diskutováno, systémy pro podporu rozhodování, které zaznamenávají v oblasti aplikací řízení rizik v současné době růst, jsou spojitou souvislostí mezi kvalitativními a kvantitativními informacemi. Kvalitativní informace jsou vyvolávány formou subjektivních úsudků, které dávají uživatelé systému. Kvantitativní informace jsou potřebné pro implementaci výpočetních modelů, které se obvykle nacházejí v jádru těchto systémů. Proto je nutné při navrhování softwarového systému analýzy rizik vytvořit pevné zásady pro získávání, ukládání a konverzi informací z jednoho typu do druhého.

Kromě toho musí být rozhodnutí, výstupy, které systém doporučuje, předloženy uživateli praktickým a spolehlivým způsobem. Vzhledem k tomu, že rizika jsou do značné míry duševními artefakty uživatele, je vysokou prioritou robustnost takového systému. Je tedy důležité pečlivě zvážit výzvy z pohledu softwarového inženýrství s cílem zdůraznit důležité klíčové poznatky při výzkumu analýzy rizik a následně navrhnout životaschopné směry pro návrh takového systému. Sektor elektroprůmyslu je zde užít jako případová studie pro takový návrh.

Systémy pro podporu rozhodování (DSS) je pojem zahrnující počítačové aplikace, které mohou doplnit schopnost jednotlivce nebo skupiny činit informovaná rozhodnutí. Několik DSS se během posledních let rozrostlo, v oblasti aplikačního řešení řízení rizik, v mnoha oblastech praxe. Mezi příčiny patří, bez ohledu na vznik osobního počítače, stále důležitější role rizik v podnicích a organizacích, naléhavá potřeba formalizace a řízení znalostí v moderním konkurenčním prostředí podnikání, vznik nových systémových rizik a vývoj multi-kriteriální rozhodovací metody.

Souběžně s rostoucím přijímáním postupů řízení rizik v komerční sféře, se neustále rozrůstá i literatura v otázkách, které souvisejí s riziky. Potřeba formalizace v řízení rizik byla potvrzena zavedením ISO 31000. Navíc nejnovější verze příručky Guide to the Project Management Body of Knowledge [116] věnuje celou kapitolu rizikům. Rozšiřování výzkumu analýzy rizik, zejména prostřednictvím kódů a norem, nakonec povede k vývoji standardizovanějších řešení pro řízení rizik DSS, na rozdíl od současně existujících ad hoc a vysoce specializovaných řešení.

Řízení rizik se nejvíce rozvíjí kolem nejistoty, která se objevuje, když jsou informace nedostačující či neúplné. Právě tam se systémy DSS v oblasti řízení rizik liší od těch založených na běžných a dostupných informacích. Systémy rizik však stále

vyžadují stejnou úroveň formálnosti, zatímco v pozadí v souvislosti s jejich vývojem jsou stále více založeny na poměrně sofistikovaných výpočetních modelech. Pro efektivitu a široké spektrum použití takovýchto DSS je proto důležité dokázat řídit informace jak v jejich typu, ale i ve struktuře, aby bylo zajištěno, že modely mohou přinést smysluplné výsledky s ohledem na definované cíle.

Cíle DSS pro řízení rizik jsou obvykle následující (např. [117], [118]):

1. identifikovat potenciální rizika,
2. identifikace nejkritičtějších rizik,
3. schopnost vyhodnocovat scénáře řízení rizik, a
4. doporučení postupů, které optimalizují výkonnost.

Každý cíl podléhá různým výzvám a vyžaduje specifické principy z hlediska návrhu. Největším problémem, který vzniká v průběhu procesu, je skutečnost, že rizika jsou do značné míry duševními artefakty uživatele, a nikoli předměty mající přesné atributy a hodnoty.

Mezi typickou mylnou představou mezi manažery, osobami s rozhodovací pravomocí a zúčastněnými stranami je, že riziko v inženýrské či průmyslové praxi je zcela nežádoucí a mělo by být odstraněno. To samozřejmě není pravda, protože projekt může být vystaven nepředvídatelným událostem a četným rizikům nebo rizikovým faktorům, jejichž výskyt je zkrátka nejistý. Implementace jisté metriky pro každé možné riziko by bylo, a dá se domnívat, že i je ekonomicky neefektivní a zcela nepraktické. Eliminace nejistoty je navíc takřka nereálné, bez ohledu na ekonomickou stránku problému.[119]

Je tedy zcela na místě věnovat se a zamýšlet se nad výzvami DSS pro řízení rizik. Ty se mohou pohybovat od abstraktních, např. „Zda skutečná hodnota pravděpodobnosti existuje pro jednotlivé události?“, až po ty reálné, které souvisejí se softwarem, jako je použití DSS pro softwary uživatelsky přívětivé a aplikovatelné do malých a středních podniků. V následující části práce je zkoumána struktura rizikových položek jako taková, stejně jako struktura celé řady rizik. Dále jsou otázky rozhodování v oblasti řízení rizik sledovány z pohledu uživatele. A v neposlední řadě se zaměřuji na identifikaci typů informací potřebných v systému řízení rizik DSS a následně jsou diskutovány problémy vznikající při konverzi informací z jedné formy na druhou. Nakonec jsou shrnuty výsledky studie.

## 2.3.1 Strukturální aspekty rizik

Struktura systému řízení rizik silně závisí na formulování informací do rizikových položek a na uspořádání těchto položek do procesu, který spojuje nejisté prostředí s cíli projektu. Tato část pojednává o složkách rizikových položek, jejich možných smysluplných konfiguracích a výzvách v oblasti návrhu, které vznikají v těchto dvou oblastech.

### 2.3.1.1 Rizikové složky

Zdá se, že v literatuře existuje jistý zmatek ohledně orientace v identifikaci rizik. Například riziko větru může pro konstrukční projekt představovat "extrémní větrné podmínky", "extrémní zatížení větrem" nebo "poškození konstrukce kvůli extrémnímu větru". Zatímco všechny tři pohledy jsou v podstatě věcné, žádný z nich neobsahuje kompletní konstrukci – jakýsi úplný obraz rizika získaný kombinací všech možných pohledů v pragmatickém smyslu. Z uvedeného příkladu lze ve skutečnosti vysledovat, že typickým rizikem jsou nežádoucí scénáře, které mají příčinu (nebezpečí nebo podmínku), a které mohou vyvolat výskyt události (rizikové instance), které mohou mít hmatatelný dopad na cíle projektu. [120]

Výše uvedený rozklad je důležitý, pokud je věnována pozornost možným opatřením proti riziku. Některé spouštěče jsou typické pro vnější prostředí projektu, proto jsou méně kontrolovatelné, zatímco jiné spadají už do oblastí kolem návrhů či počátečních fází [101]. Čili zavedením kontrolních metrik nebo účelných rozhodnutí v počátečních fázích projektu mohou snížit jeho zranitelnost. Vzhledem k tomu, že konečným cílem DSS pro řízení rizik je poskytnout doporučení pro aktivní a reaktivní opatření, rozklad rizikových položek může pomoci „rozhodovateli“ při hledání praktických řešení a při efektivním přidělování zdrojů projektu.

Dalším důvodem k provedení tohoto rozkladu je kvantifikace rizik. Zdroji rizika, skutečné události nebo konečnému dopadu mohou být přiděleny různé pravděpodobnosti výskytu, takže je podstatné, aby věcní odborníci věděli, zda se od nich požaduje kvantifikovat pravděpodobnost nežádoucí události samotné nebo „čihajícího“ důsledku. [120] Navíc se odhad závažnosti rizika může značně lišit v rámci jednotlivých složek rizikových položek. Posouzení rizikového spouštěče z hlediska závažnosti, je do jisté míry nezávislé na projektu, zatímco posouzení očekávaného dopadu přináší další informace o návrhu projektu a povědomí o otázkách zranitelnosti a budoucího vývoje.

Rozložení rizik tímto způsobem je nejdůležitější pro uspořádání rizikových položek pro strukturu vyšší úrovně. Přidáním vlivů a asociace mezi jednotlivými komponenty může pomoci při určování hierarchií a při formulování koncepčního mechanismu, jak rizika jako celé portfolio ovlivňují cíle projektu [98]. Opačným způsobem, konkrétní cíle je možné optimalizovat zpětným sledováním a kontrolováním nejkritičtějších faktorů. Uspořádání rizikových složek v mnohostranném nárazovém mechanismu je dále zkoumáno.

### 2.3.1.2 Struktura rizika - přístupy

V literatuře bylo uvedeno několik metod uspořádání rizikových položek v plném rozsahu. Volba vhodné metody závisí na dostupných datech, výpočetním modelu a na úrovni požadované sofistikovanosti.

Struktura kontrolního seznamu je jednodušší, kde jsou identifikována rizika jako možné nezávislé faktory, které mohou mít dopad na cíle projektu. Faktory jsou uspořádány jako seznam, posuzování pravděpodobnosti a dopadu rizik se obvykle používají při hodnocení rizik a vytváření seznamu krátkých priorit. Výsledky jsou zobrazeny v grafu registru rizik, tento přístup byl nedávno kritizován za řadu koncepčních nedostatků. [111]

Seznam rizik sestavených během identifikačního procesu neposkytuje žádné informace o struktuře rizik. [121] Ve skutečnosti je možné dosáhnout lepších výsledků hodnocení pomocí struktury členění, kde jsou zvažovány různé kategorizace rizikových faktorů, aby se vytvořil vhodný kontext pro hodnocení každého faktoru. Atributy přiřazené rizikům lze použít k získání různých pohledů na databázi rizik.

Dle určitých taxonomií, je v hierarchické struktuře nižší vrstva obsahující jednotlivé rizikové položky použita jako základ pro hierarchie vyšší úrovně. Nejvyšší vrstva pak obsahuje jednotlivé cíle projektu, které chceme pomocí DSS vyhodnocovat a optimalizovat. Jako příklad vezměme již zmíněný příklad “Extrémní větrné podmínky”, které mohou být s jinými rizikovými faktory spojeny do hierarchie vyšší úrovně jako například “Nepříznivé podmínky počasí”, což ve skutečnosti můžeme přiřadit k nejvyšší úrovni rizikových položek “Environmentální rizika”. Tato metodika je používána několika vícekritériálními rozhodovacími postupy.

Maticová struktura je založena na čtvercové matici  $(r_{ij})$  o rozměrech  $n \times n$ , kde  $n$  je počet rizikových faktorů, které lze použít k uložení párových korelací mezi riziky. Pro agregaci rizik lze použít model s vícerozměrným spojením se simulací Monte Carlo

[122], kdy je impakt měřen ve společném kontinuální měřítku. Výhodou tohoto přístupu je začlenění vzájemných závislostí mezi proměnné, jelikož předpoklad nezávislosti může způsobit vážné podhodnocení. [123] Hlavní nevýhodou je, že počet požadovaných korelací je  $O(n^2)$ , takže rychle roste s počtem proměnných.

Síťová struktura rizik se snaží vysvětlit rizikové položky spolu s jejich příčinnými vlivy. Zvláštní formou struktury sítě je řízený acyklický graf (DAG), který lze modelovat jako Bayesian Belief Network (BBN). [120] Rizikové položky jsou zde reprezentovány jako uzly sítě, zatímco kauzální závislosti jsou jako šipky spojující uzly. BBN je pravděpodobně nejdokonalejší struktura rizik, která může být konstruována pomocí subjektivních úsudků.

### 2.3.2 Role a režimy používání

Návrh systému pro systémovou podporu rozhodování v oblasti řízení rizik záleží především na způsobu, jak bude systém následně používán. Základními kritérii jsou:

1. Požadovaný stupeň sofistikovanosti.
2. Profesní úroveň uživatelů.
3. Dostupné informace.

Tyto body vyjadřují přirozenou posloupnost otázek: "Co bude systém dělat?", "Kdo poskytne vstup?" a "Jaký vstup je k dispozici?". Tato analýza kritérií pomáhá při identifikaci doménových omezení a brání tomu, aby se zaměřila na nerealistické koncepty.

#### 2.3.2.1 Uživatelská rozhodnutí

Návrh DSS je očividně řízen rozhodováním uživatele, které vlastně samotný systém podporuje. Dle [124] je možné adaptovat hlavní typy rozhodovacích problémů tak, abychom získali potřeby právě DSS pro řízení rizik:

1. Volba: zvolí se riziko nejvyšší důležitosti.
2. Třídění: rizika jsou seskupena do kategorií podle určitých taxonomií.
3. Pořadí: rizika jsou řazena od nejvyššího k nejnižšímu, na základě skórovacích schémat.
4. Popis: jsou popsána rizika a jejich možné důsledky.

5. Vyřazení: rizika jsou rozdělena do dvou skupin na základě příslušné akce.
6. Návrh: vytvoří se opatření ke snížení rizika.
7. Elicitace: jsou vybrány a získány typy příslušných rizikových dat.

Různé typy rozhodnutí mohou být kombinovány se stanovenými rizikovými atributy a kritérii DSS do vícekritériálního schématu. [125] Takový přístup "zdola nahoru" upravuje tato základní, dobře definovaná rozhodnutí způsobem, který umožňuje rozhodování na úrovni projektu.

### 2.3.2.2 Uživatelské role

V systému řízení rizik DSS lze definovat alespoň čtyři odlišné uživatelské role:

1. Vývojář, nebo spíše tým odborníků, který pokrývá základní aspekty návrhu, jako je struktura databáze, uživatelské rozhraní, elicítace subjektivního úsudku a výpočetní model.
2. Správce, osoba se značnými znalostmi v oblasti hodnocení a řízení rizik, která může zavést znalosti domény, ověřit systém a poskytnout zpětnou vazbu z pohledu uživatele.
3. Uživatel, který může používat DSS v různých režimech podle svých odborných znalostí.
4. Divák, který může sledovat příklady jednotlivých případů a vyhodnotit DSS systém.

### 2.3.2.3 Režimy použití

Na základě předchozích dvou podkapitol, čili rozsahu a kombinaci kritérií, lze navrhnout 5 možných režimů, úrovní, používání:

- Úroveň 1

Uživatel má k dispozici hierarchickou strukturu rizik a posoudí rizika v každé hierarchické úrovni uspořádáním dle jejich závažnosti. Většina respondentů může dosáhnout poměrně přesného výsledku v tomto typu hodnocení. [61] Vzhledem k tomu, že impakt rizik je často považován za zápornou preferenci, lze předpokládat, že jejich dopady mají velký vliv na elementární cíle [126], zejména pokud jsou shrnuty rizika podobných charakteristik a evaluace je provedena s ohledem na tyto cíle.



- Úroveň 2

Uživatel vyhodnocuje párové srovnání rizik v rámci stejné hierarchické úrovně. Tato metoda tvoří základ analytického hierarchického procesu (AHP) [127], který v posledních letech našel rozsáhlé využití v oblasti analýzy rizik.

- Úroveň 3

Uživatel vyhodnotí jedno nebo více rizik v absolutních hodnotách. V závislosti na zvolené technice mohou být váhy posuzovaných rizikových složek kombinovány, aby se získaly relativní hodnoty rizikových scénářů. Takže hodnocení v této fázi se může převést z relativního na absolutní. Na základě získaných časových, prostorových nebo jiných rizikových charakteristik, lze některé scénáře rizik doporučit jako referenční pro kvantifikaci všech rizik.

- Úroveň 4

Uživatel posuzuje přímo pravděpodobnost výskytu a dopad rizik, a to buď s bodovou hodnotou, nebo stanovením minimálních, nejpravděpodobnějších a maximálních hodnot. Tyto tři odhady mohou být použity k budování empirických pravděpodobnostních rozdělení.[128]

- Úroveň 5

Uživatel může převzít roli administrátora, navrhnout nová rizika, upravit hierarchie a síťovou strukturu.

### **2.3.3 Získávání informací**

Dalším důležitým bodem je získat uživatelské úsudky prostřednictvím rozhraní systému, které by mělo být navrženo tak, aby vstupy uživatele byly zcela a správně zachyceny. Na druhém konci musí být uživateli prezentovány modelové výstupy rozumným a užitečným způsobem, aby je mohly dále interpretovat i “ne-odborníci”. I když jsou dostupné historické údaje, jejich užitečnost při řízení rizik je sporná. Kromě toho shromažďování informací a shromažďování údajů může být bezcenné, pokud nejsou doprovázeny výpočetními modely schopnými zpracovávat vstupy a poskytovat příslušné výstupy. Návrhář DSS pro řízení rizik musí pečlivě zkontrolovat typy informací, které lze získat, a následně správně adresovat vznikající problémy.

#### **2.3.3.1 Kvalitativní informace**

Může být shromážděno několik kvalitativních charakteristik o rizicích v binární formě (pravda nebo nepravda) a některé jsou pro DSS opravdu důležité, a to hlavně ve

smyslu, zda je rizikovým faktorem ztráta nebo příležitost, zda je interní nebo externí, místní nebo globální, specifický pro projekt nebo relevantní pro obecné podnikání, kontrolovatelný či nikoli, přímý nebo nepřímý, přijatelný, pojistitelný, zjistitelný, má vliv na činnosti, položky, bezpečnost, návrh, náklady, čas, kvalitu, rozsah nebo jiné důležité aspekty projektu atd. Podrobný seznam kvalitativních rizikových charakteristik lze nalézt např. v [129].

### 2.3.3.2 Kvantitativní informace

Kvantitativním atributem je typicky pravděpodobnost výskytu rizikového faktoru, minimální, předpokládaná a maximální hodnota impaktu, a korelační koeficient pro pár přidružených faktorů. Měřený impakt je typicky pokládán do souvislosti s náklady a časem, ale i jiných aspektů, které bychom mohli v této souvislosti uvažovat, jako např. vliv na kvalitu.

### 2.3.3.3 Výzvy při získávání informací

Existuje poměrně rozsáhlá literatura kolem otázek, které vznikají při získávání kvantitativních odborných posudků. Komplexní seznam předsudků spolu s opatřeními k minimalizaci jejich účinku lze nalézt například v [130]. Nejběžnější formou zkreslení je nadměrná důvěra, kdy odborník poskytuje velmi úzké rozsahy odhadů, často nedokáže zachytit skutečnou neznámou hodnotu. Další výzva souvisí s počtem odhadovaných veličin, protože pro  $n$  rizik a  $m$  jejich vlastností, může celkový počet hodnocení  $n \times m$  překročit schopnosti odborníka v uživatelsky přívětivém nastavení. Proto by měly být kvantifikovány nejdůležitější vlastnosti rizikové struktury napřímo. Techniky třídění a hodnocení, uvedené v kapitole 8.2.3, mohou být velkým přínosem pro přiřazení priorit rizikovým atributům.

## 2.3.4 Konverze informací

Aplikace DSS pro systém řízení rizik zahrnuje nepřetržitou souvislost mezi kvalitativními a kvantitativními informacemi. V tomto kontextu, je informace vnímána jako jakýkoli prvek znalostí schopný změnit rozhodnutí.[131] Kvalitativní informace se objevují ve formě subjektivních úsudků, které dávají uživateli systému, nebo jako výstupní rozhodnutí doporučovaná uživateli systémem. Kvantitativní informace jsou potřebné pro implementaci modelů neurčitosti, které se obvykle nacházejí v jádře takových systémů. Proto je při vytváření softwarového systému pro analýzu rizik nutné stanovit pevné zásady pro konverzi mezi kvalitativními a kvantitativními daty. Přeměna informací o nejistotě z různých forem se rozrostla na živé výzkumné téma za posledních 40 let, přinejmenším po práci.[132] Nebylo by rozumné navrhnout systém podpory rozhodování v oblasti řízení rizik, bez pečlivého přezkoumání některých klíčových objevů a výzkumů v této oblasti.

### 2.3.4.1 Od neformálního k formálnímu

Existují varování a námitky v překladi informální informace o riziku na formální jakéhokoli druhu. Taková formalizace může být pro organizaci jistým způsobem přitažlivá, ale může také vést ke ztrátě základních informací nebo k zavádění nepravdivých údajů. To platí zejména v oblasti řízení rizik, kde se hledají rysy nejistoty. Například formálně definované riziko může zaznamenat pouze některé aspekty vnímání konkrétního jednotlivce z hlediska ohrožení projektu. Při přesunu mezi projekty nebo odborníky mohou mít tato data za následek řadu bezvýznamných čísel.

### 2.3.4.2 Od tacitního k explicitnímu

Proces překladi tacitní znalosti, kterou je obtížné formalizovat do explicitních poznatků, které lze převést do čísel, má logicky obrovský význam. [133] Rizika jsou však pouze mentální reprezentace ohrožení [61], ještě horší je, že vnímání odborníků trpí stejnými předsudky a nedostatky jako neexistující odborníci.[118] Proto výslovné vyjádření rizika může navíc vykazovat nesrovnalosti mezi odborníky, kteří se pokoušejí kvantifikovat stejné riziko, přičemž všichni disponují stejnými zdrojovými informacemi.

#### 2.3.4.3 Od kvalitativního ke kvantitativnímu

Tímto procesem se již dlouhou dobu literatura v oblasti rizik zabývá. Je obecně uznáváno, že kvantifikace rizik může způsobit ztrátu informace a nesrovnalosti.[111] Například, jaká je "správná" hodnota korelačního koeficientu pro "silnou" korelaci? Robustní DSS pro řízení rizik musí být schopen zpracovat tuto konverzi takovým způsobem, že malé změny interpretace rizikových prvků nevedou k velkým změnám na výstupu DSS.

#### 2.3.4.4 Od kvantitativního ke kvalitativnímu

Nezávisle na výběru modelu pro zpracovávání rizik, by měl být výstup prezentován uživateli komplexním způsobem. Pokud to takto neučiníme, může to mít katastrofální následky, jako v často uváděném příkladu výbuchu kosmické lodi Challenger. [134] Účinná vizualizace rizika může být kritická pro komunikaci a samotné řízení rizik. Dalším důležitým aspektem konverze kvantitativních a kvalitativních informací je klasifikace, kde se DSS může použít k doporučení rizikového přístupu k jednotlivým rizikovým položkám, jako je:

1. odvrácení,
2. transfer,
3. zmírnění nebo
4. zachování.

Na základě této myšlenky byl také navržen management příležitostí. [135]

### 2.3.5 Objevené výzvy

Návrh systému podpory rozhodování v oblasti řízení rizik zahrnuje řadu výzev, které přesahují konvenční hranice softwaru. Za účelem stanovení realistických cílů a dosažení uživatelské přívětivosti je potřeba formalizovat a zpracovat základní znalosti z různých oblastí výzkumu. Kognitivní předsudky, statistické koncepce, reprezentace dat a další otázky je třeba řešit již ve fázi návrhu.

### **3 Návrh metodiky pro systém řízení rizik a procesů**

Návrh metodiky byl rozdělen na tyto fáze:

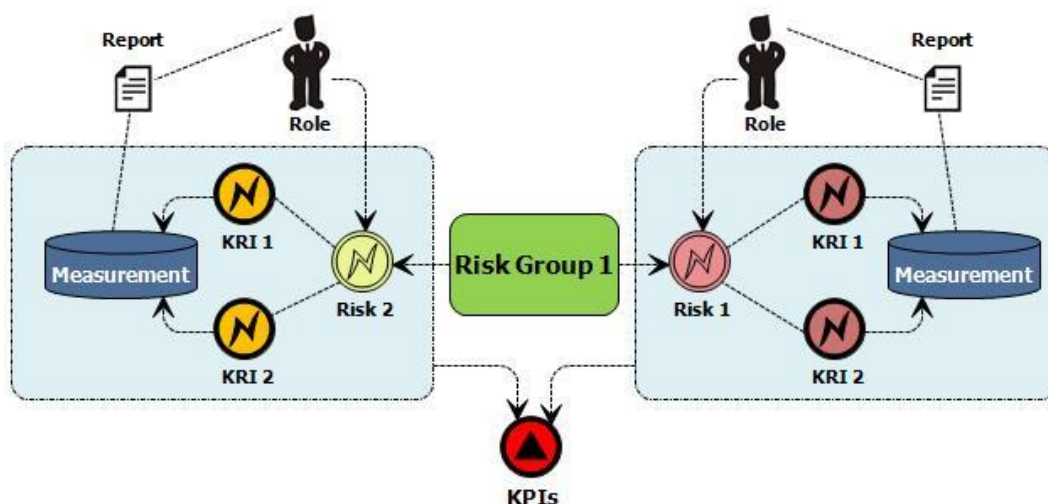
1. Definice struktury a systému sběru dat pro databázi rizikových faktorů.
2. Sestavení konceptu metodiky.
3. Rozklad konceptu dle režimů použití.
4. Návrh efektivní a uživatelsky přívětivé zobrazovací metody pro řízení rizik v rámci modelování procesů a její aplikace do metodiky.
5. Doporučení pro praxi.

#### **3.1 Definice struktury a systému sběru dat pro databázi rizikových faktorů**

V rámci řešeršní činnosti, vlastním výzkumem, participování v řešitelském týmu mezinárodního projektu RiMaCon a v neposlední řadě mnoha diskusí na vědeckých konferencích bylo zjištěno, že management malých a středních podniků není většinou schopen zanalyzovat a identifikovat klíčové výkonnostní ukazatele, přiřadit jim rizika, adekvátně je ohodnotit, efektivně je řídit a vyvodit z toho závěry pro daný subjekt, ostatně to potvrzuje fakt, který zde byl několikrát zmíněn na základě průzkumů literatury.

V rámci návrhu funkčního modelu DSS systému bylo proto zapotřebí shromáždit co možná největší soubor rizikových faktorů a následně je rozšířit o databázové atributy, které bude budoucí model používat. Jako příklad, je v příloze 1 vyobrazen takový rozklad rizikových faktorů s databázovými atributy pro finanční rizika. Databázové atributy byly navrženy na základě případové studie v rámci projektu RiMaCon, kde byly shromážděny data z projektů z praxe. Následně byl sestaven seznam klíčových rizikových faktorů a indikátorů. Podoba seznamu je vyobrazena v příloze 6.

Prvotní myšlenky, že inovativní model musí na problematiku řízení rizik v rámci malých a středních podniků nahlížet z úplně odlišného pohledu než je klasický přístup, přinesly první rámcový návrh modelu, který je vidět na obrázku níže. Tento rámcový model byl publikován a diskutován na vědeckých konferencích MOTSP a FAIM.

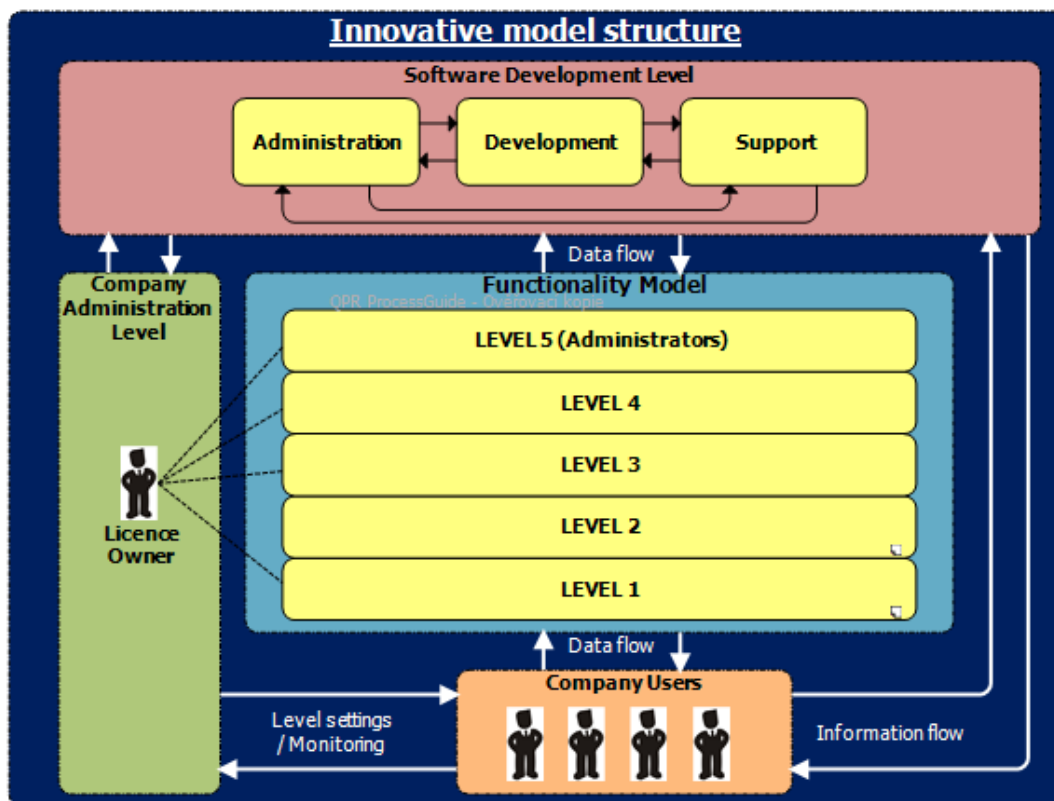


**Obrázek 13 Rámcový model inovativního konceptu pro řízení rizik**

Hlavní myšlenkou konceptu byl rozklad rizikových skupin na rizika a jednotlivé rizikové indikátory. Následně byl tento koncept přehodnocen, protože se ukázalo, že rizikové indikátory, které reprezentují samotný vznik událostí (ať už přijatelných nebo nepřijatelných), musí v modelu reprezentovat samotná rizika, která se dále větví do rizikových faktorů. Do konceptu již byly zasazeny klíčové výkonnostní ukazatele, které jsou výskytem rizikových událostí ovlivňovány, potřeby měření, reportingu a uživatelské role. Model byl proto dále rozpracován do výsledného konceptu prezentovaného v následujících kapitolách.

### 3.2 Sestavení inovativního komplexního modelu

Na základě poznatků výše, byl jako hlavní výstup této práce vytvořen funkční model, aplikovatelný v rámci vývoje softwaru pro řízení procesů a rizik v malých a středních podnicích. Rámcové funkční schéma modelu je zobrazeno na obrázku níže.



Obrázek 14 Koncept struktury modelu

Koncept zmíněného modelu je uspořádán do několika sekcí.

1. Vývojová sekce.

Tato sekce je určena pro vývoj modelu, potažmo výsledného softwaru. Nejedná se pouze o sekci pro vývojáře a programátory, ale měla by reprezentovat i mechanismy k reportingu a podpoře tvůrcům a uživatelům. Tuto sekci jsem navrhl jako soubor tří vzájemně propojených částí: Administrace (Administration), Vývoj (Development) a Podpora (Support). Administrace by měla uvažovat veškerá nastavení parametrů modelu směrem k majitelům licencí. Za pomoci administrace by tak mělo být dostupné elementární nastavení modelu na konkrétní subjekt dle požadavků použití a využití. Vývoj uvažuje jádro celého systému, díky němuž se stává model funkční, od nastavení uživatelského rozhraní a prostředí, definice jednotlivých rolí, vývoj matematického modelu, atp. Podpora je zamýšlena hlavně z důvodu zpětné uživatelské vazby pro následný vývoj a zdokonalování systému. Další rolí je pak komunikační kanál mezi uživateli a vývojáři.

## 2. Funkční sekce.

Funkční sekce je hlavní pracovní prostředí, kde se odehrává většina operací. Je strukturována na jednotlivé úrovně (level), které jsou detailně popsány níže. Hlavním důvodem dělení funkční sekce na další úrovně je spektrum konečného využití systému a různorodosti uživatelů, které bylo již diskutováno.

## 3. Administrativní sekce.

Administrativní sekce je primárně určena majiteli licence. V této sekci uvažují primární nastavení systému z pohledu nadřazeného subjektu. Předpokladem používání modelu je několik pod-uživatelů v rámci jedné licence, kde majitel licence je těmto nadřazeným. Dá se totiž předpokládat, že v rámci jedné licence bude žádoucí široké spektrum využití modelu v rámci jednoho subjektu. Administrativní sekce tak musí plnit úkol jednak kontrolní pro nadřazeného uživatele a jednak prvotní a následné nastavení modelu.

## 4. Uživatelská sekce.

Uživatelská sekce je podřízená administrativní sekci a dovoluje jejímu uživateli nastavení vlastního profilu a následně práci v rámci funkční sekce dle nastavení jeho nadřazené role.

### 3.3 Rozklad konceptu dle režimů použití

Výsledný koncept modelu metodiky pro řízení rizik v rámci malých a středních podniků je rozfázován do pěti úrovní, režimů používání – úrovní.

- Úroveň 1

Jak již bylo navrženo v předchozí kapitole, „Uživatel má k dispozici hierarchickou strukturu rizik a posoudí rizika v každé hierarchické úrovni uspořádáním dle jejich závažnosti.“. Další otázkou je, kde čerpat uvedenou strukturu rizik. Jak je vidět na obrázku níže, vycházím z toho, že rizikové faktory či skupiny jsou předefinovány uživatelem či nadřazenou rolí v modelu nebo je možno si tyto faktory či skupiny vytvářet. Otázkou je, zda by měly vytvořené faktory a skupiny projít kontrolou a schválením nadřazené role. Je možno uvažovat nadefinování daných skupin a parametrů, které musí podřízená role splnit pro vytvoření nového rizikového faktoru. Příklad nadefinování rizikových faktorů je vyobrazen v příloze 1. Tím by se mohlo zamezit případného nepořádku v rámci rizikových skupin a zdvojení. Dá

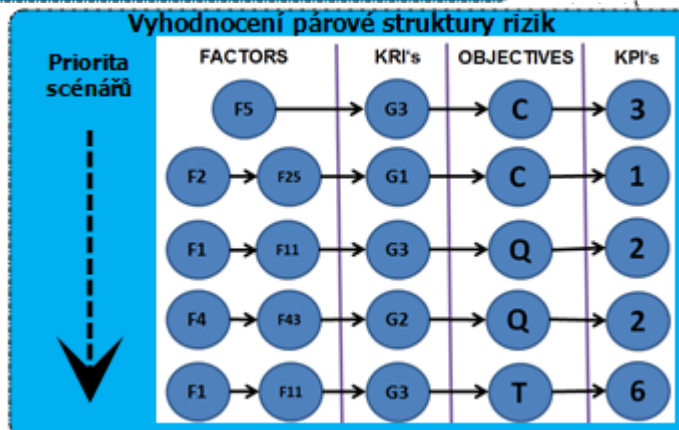
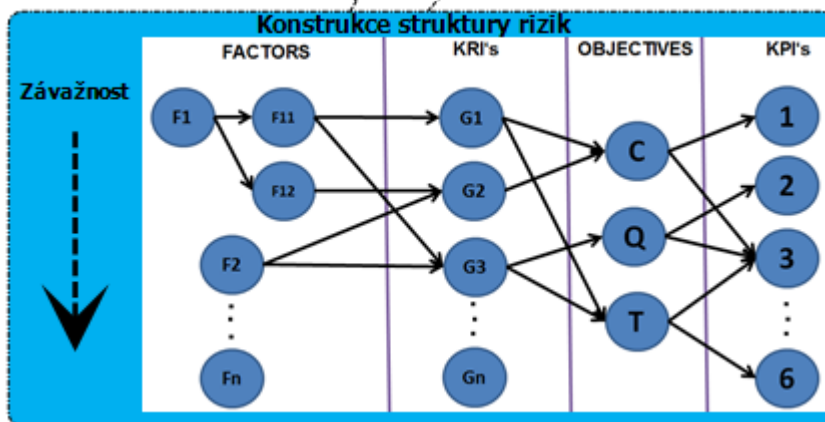
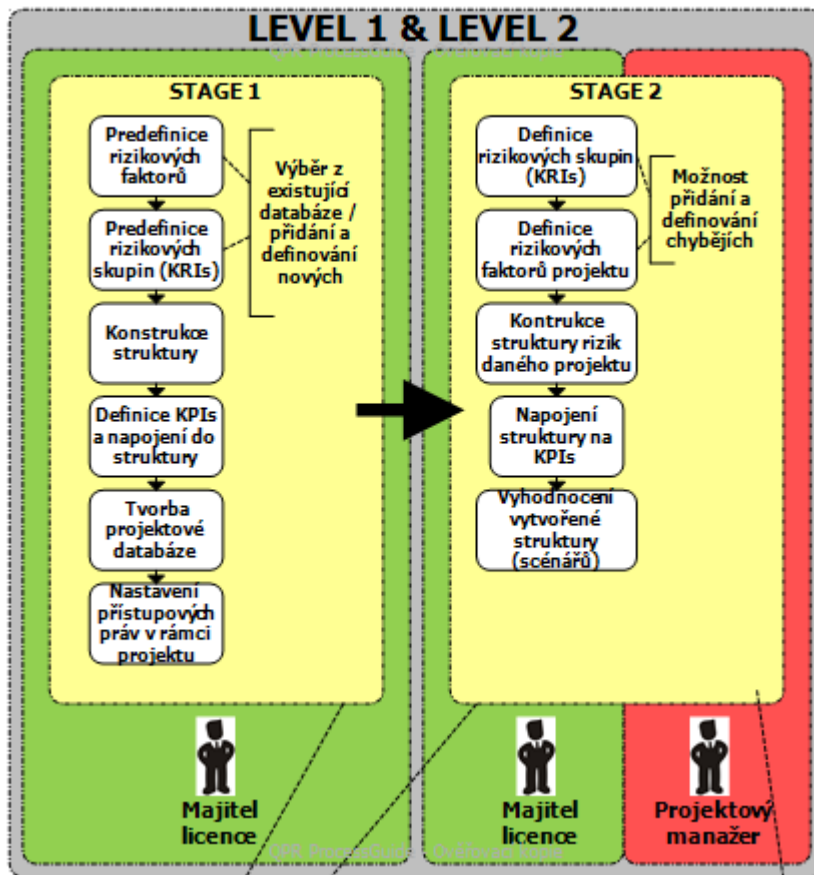


se předpokládat, že kontrolní mechanismus před vytvořením nového rizikového faktoru je na místě. Tím že uživatel má k dispozici již danou strukturu rizik či je pod dostatečnou kontrolou vytváření nových, je předpokladem, že většina respondentů bude dosahovat přesných výsledků hodnocení rizik, což bylo podloženo výsledky z výzkumu zmíněného v kapitolách výše. [114] Po definici rizikových faktorů by měl být uživatel schopen vytvořit rizikovou strukturu, která je díky své konstrukci dalším datovým zdrojem pro následnou analýzu a dále uživateli, po systémové úpravě, poskytuje přehledný model, který lze dále hodnotit a upravovat.

Dalším uvažovaným krokem po definování rizikových faktorů a klíčových rizikových indikátorů a jejich vzájemného propojení je napojování této sítě na cíle projektu, tedy náklady (C – Cost), čas (T – Time) a kvalita (Q – quality). Toto napojení dává síti další rozměr, tedy vliv jednotlivých rizikových scénářů na dílčí cíle.

Měření výkonnosti projektů v projektovém řízení je v dnešní době upínáno na takzvané klíčové výkonnostní ukazatele (KPI – Key Performance Index). Z toho důvodu by se mělo uvažovat o možnosti připojení těchto ukazatelů do struktury rizik. Uživatel by tak získal komplexní přehled o tom, které konkrétní rizikové řetězce ovlivňují výkonnost. Grafickým a datovým výstupem části modelu „Level 1“ by tak měla být ucelená databáze rizik a výkonnostních ukazatelů. V rámci takového projektu je i možnost nastavit přístupová práva dalším zainteresovaným uživatelům. Práva by měla být minimálně dělena na takzvané nahlížecí či administrátorská (v rámci projektu).

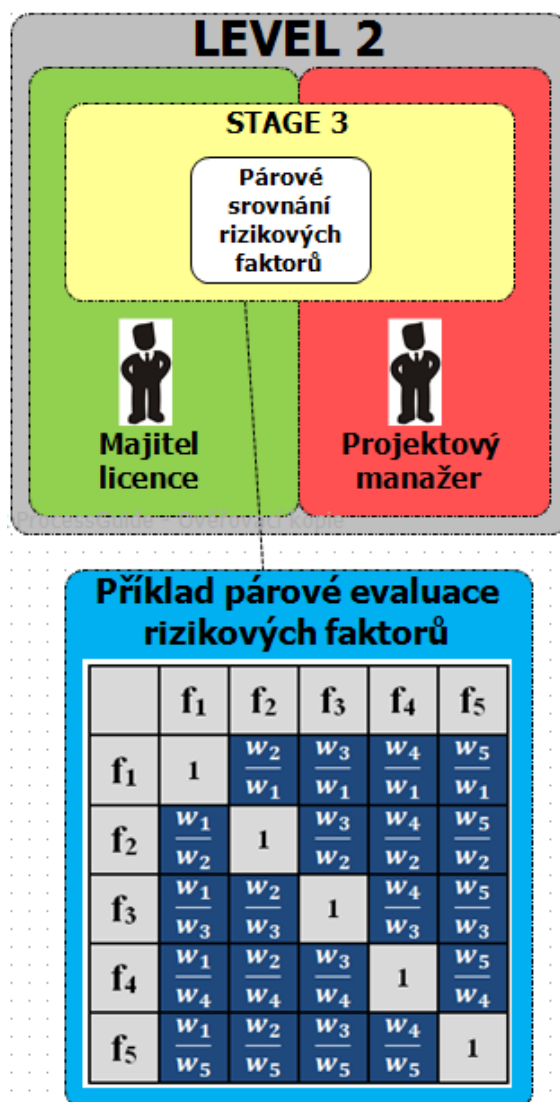
Z výše zmíněného usuzují, že tento typ evaluace a vytváření databáze rizikových faktorů a indikátorů, dílčích cílů, a výkonnostních ukazatelů je pro navrhovaný model vyhovující a z hlediska předchozích přístupů výzkumu v této oblasti i inovativní.



Obrázek 15 Struktura modelu (Úroveň1)

- Úroveň 2

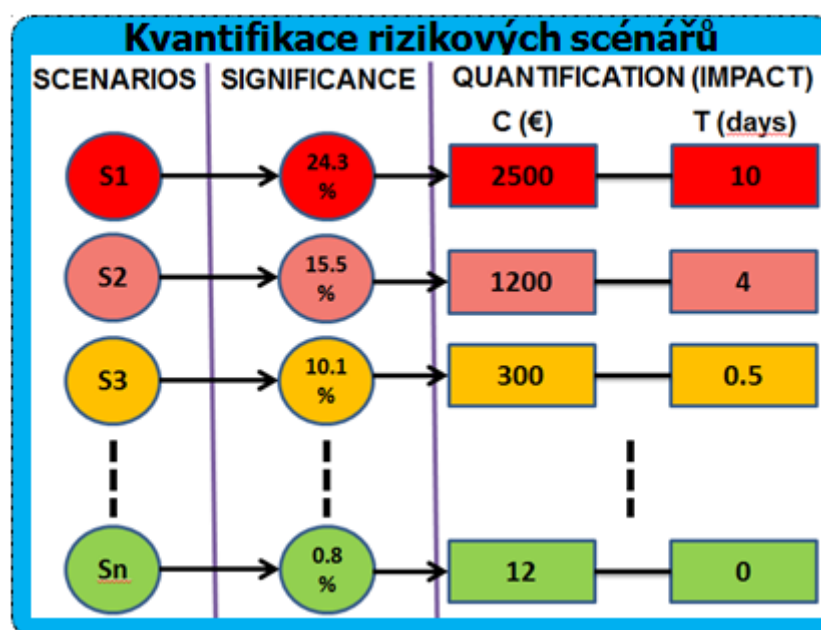
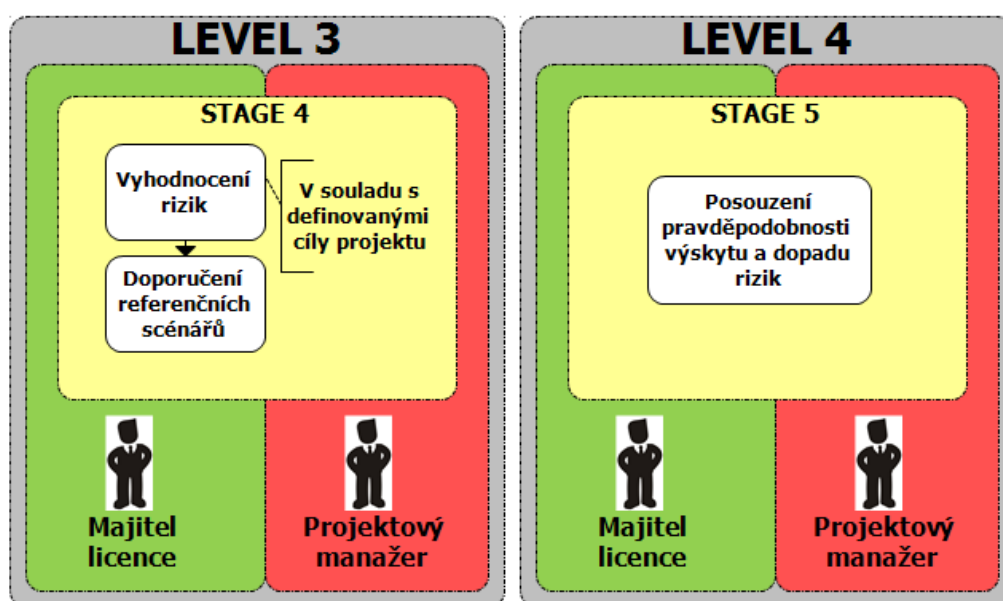
Uživatel v této úrovni vyhodnocuje párové srovnání rizik v rámci stejné hierarchické úrovně. Tato metoda tvoří základ analytického hierarchického procesu (AHP) [116], který v posledních letech našel rozsáhlé využití v oblasti analýzy rizik. Model je tedy navržen tak, aby uživatel po dokončení konstrukce rizikové struktury a napojení konstrukce na cíle a klíčové výkonnosti ukazatele začal vyhodnocovat jednotlivé scénáře, tak jak je vidět na obrázku níže. Řazení scénářů by mělo probíhat dle jejich priority, významnosti či velikosti vlivu na cíle. Je jasné, že toto vyhodnocování je čistě lidskou rolí závisící na úsudku a zkušenostech daného uživatele. Ve výsledku je ale pro uživatele jednoznačně jednodušší scénáře řadit dle zmíněných parametrů, než jednotlivá rizika hodnotit tak, jak je definován standardní přístup k hodnocení rizik, zde již mnohokrát zmíněn.



Obrázek 16 Struktura modelu (Úroveň 2)

- Úroveň 3 a 4

V této úrovni uživatel vyhodnotí jedno nebo více rizik v absolutních hodnotách. V závislosti na zvolené technice mohou být váhy posuzovaných rizikových složek kombinovány, aby se získaly relativní hodnoty rizikových scénářů. Systém tak uživateli předkládá jednotlivé rizikové scénáře k vyhodnocení jejich vzájemnému. Díky tomu, se hodnocení v této fázi může převést z relativního na absolutní. Následně, na základě získaných časových, prostorových nebo jiných rizikových charakteristik, lze některé scénáře rizik doporučit jako referenční pro kvantifikaci všech rizik. Uživatel dále posuzuje přímo pravděpodobnost výskytu a dopad rizik, a to buď s bodovou hodnotou, nebo stanovením minimálních, nejpravděpodobnějších a maximálních hodnot.



Obrázek 17 Struktura modelu (Úroveň 3 a 4)

- Úroveň 5

Uživatel může převzít roli administrátora, navrhnout nová rizika, upravit hierarchie a síťovou strukturu.

### **3.4 Návrh zobrazovací metody pro řízení rizik v rámci modelování procesů.**

Pro komplexnost a splnění podmínky uživatelské přívětivosti pro model pro řízení rizik, je dle mého názoru důležitá volba a vývoj zobrazovacích metod, které do sebe dokážou efektivně skloubit jak pohled procesní, tak pohled samotných rizik. Je třeba vycházet z existence předpokladu, že potenciální uživatelé budou osoby primárně zaměřující se na jinou problematiku v rámci svých činností. Tento předpoklad si lze lehce odvodit z již zmíněných faktů, že firmy spadající do kategorií malých a středních podniků nemají potřebné odborníky, kteří se primárně věnují právě procesním optimalizacím a risk managementu. Proto byl pro návrh grafické zobrazovací metody definován následující postup:

1. Výběr vhodné metodiky pro modelování procesů s důrazem na přehlednost výsledného modelu, a zároveň na objemu poskytovaných informací uživateli.
2. Návrh rozšíření vybrané metodiky o schopnost zobrazení rizik a jejich parametrů potřebných pro uživatele. (vychází z definice modelu).

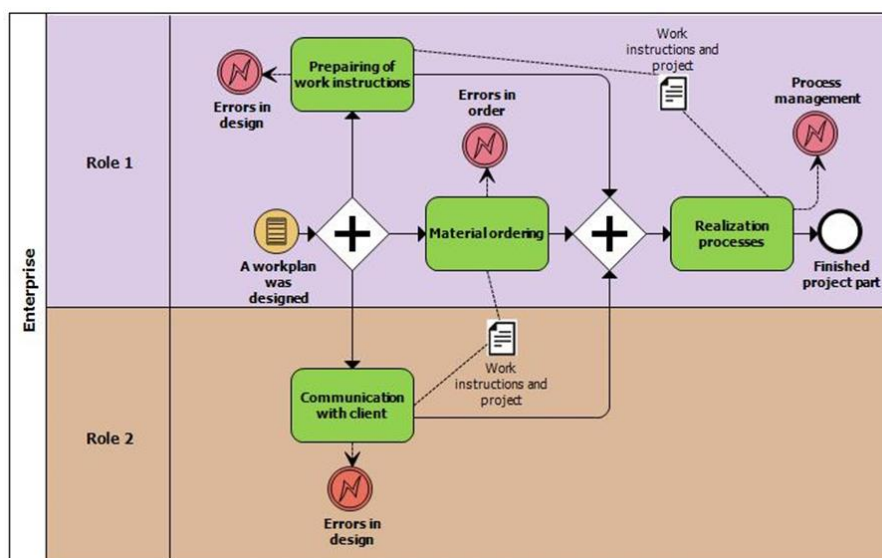
#### **3.4.1 Výběr vhodné metodiky pro modelování procesů**

Pro výběr vhodné metodiky pro modelování procesů posloužila řešerše problematiky zobrazovacích metod. Hlavním kritériem výběru notace pro vizualizaci procesů byla její jednoduchost, ale současně možnost využít ji komplexněji. Důraz byl kladen na přehlednost výsledného modelu a zároveň na objemu poskytovaných informací uživateli. Jelikož v historii již byl tento problém řešen ([35], [36]), je na místě využít již existující notaci BPMN, jelikož tato notace byla primárně vyvíjena pro absenci srozumitelnosti metodiky pro všechny účastníky procesu (od analytiků, vývojářů, manažerů až po samotné uživatele procesu, kteří ho mají realizovat, monitorovat, řídit atp.). To dle mého názoru zapadá do konceptu navrhované metodiky pro řízení rizik a procesů pro malé a střední podniky.

### 3.4.2 Návrh rozšíření metodiky

Nutnost a způsob vizualizace rizik do notace BPMN byly již diskutovány na odborné konferenci MOTSP 2016 v rámci výzkumu zaměřeného na management rizik pro malé a střední podniky. V rámci tohoto výzkumu bylo navrženo jak rizikové faktory vhodně zakomponovat do metodiky. Pro rizikové faktory navrhuji použít kulatý prvek reprezentující výskyt události. Notace obsahuje v rámci svých definovaných prvků událostí i takzvaný prvek „Poruchová událost“, „ErrorEvent“, který je dle mého názoru vhodný pro zmíněný účel použít. Dalším nutným krokem je návrh připojení rizikového faktoru na elementární činnosti procesu.

Notace BPMN nabízí tři základní tokové (spojovací) objekty: Sequenceflow, Messageflow a Assosiation. Z hlediska definice notace by se spíše hodilo použít tokový objekt asociace, ta je určena primárně pro napojení artefaktů nebo textu k tokovým objektům. Hrozí ale následná nepřehlednost v rámci asociačních toků v modelu procesu, což je jistě nežádoucí. Navrhuji proto použít tokový objekt „Messageflow“, který notace definuje pro tok zpráv mezi „bazény“ v rámci procesního modelu a nejde ho používat pro propojení činností v rámci „bazénu“. Notace by tak mohla být rozšířena o možnost napojení tokového objektu „Messageflow“ směrem z objektu procesní činnosti na objekt reprezentující rizikový faktor a to ve směru z procesní činnosti do rizikového faktoru. Vizualizace rozšíření notace je znázorněno na obrázku níže.



Obrázek 18 Znárodnění rozšíření BPMN notace o rizikové faktory a jejich napojení na procesní činnosti

### 3.5 Výsledný návrh metodiky

Výsledná podoba navrhované metodiky je prezentována v tabulce níže. Jednotlivé kroky jsou popsány aktivitami s uvedením jejich výstupů. V Tabulce 1 je popsána ucelená metodika pro řízení rizik s inovativním přístupem, aplikovatelná v malých a středních podnicích. V Tabulce 2 je pak popsána aplikace metodiky v rámci systému řízení procesů.

**Tabulka 1 Výsledná podoba navržené metodiky pro řízení rizik**

<b>Krok</b>	<b>Fáze</b>	<b>Aktivity</b>	<b>Výstupy</b>
Rizikové faktory a skupiny	Level 1 a 2	Výběr rizikových faktorů a skupin v rámci projektu	Rizikové faktory a skupiny definovány
Klíčové výkonnostní ukazatele	Level 1 a 2	Definice KPIs a jejich napojení na strukturu	Klíčové výkonnostní ukazatele definovány v rámci struktury
Riziková struktura	Level 1 a 2	Vzájemné pospojování faktorů a skupin	Riziková struktura vytvořena
Projektová databáze	Level 1 a 2	Tvorba projektové databáze	Projektová databáze vytvořena
Přístupová práva	Level 1 a 2	Definice uživatelů a nastavení práv v rámci projektu	Uživatelská práva nastavena
Vyhodnocení scénářů	Level 1 a 2	Vyhodnocení jednotlivých rizikových scénářů	Jednotlivé scénáře ohodnoceny
Párové srovnání faktorů	Level 2	Rizikové faktory vzájemně evaluovány	Základ pro analýzu AHP
Kvantifikace rizikových scénářů	Level 3	Jednotlivé scénáře kvantifikovány z hlediska projektových cílů	Scénáře kvantifikovány
Referenční scénáře	Level 3	Doporučení referenčních scénářů	Referenční scénáře doporučeny
Posouzení pravděpodobnosti výskytu a dopadu rizik	Level 4	Posouzení výsledků analýzy, možná úprava	Výsledky analýzy posouzeny
Administrátorská role	Level 5	Převzetí projektu, definice nových rizik, úprava hierarchie a síťové struktury, atp.	Administrátorský zásah do projektu

**Tabulka 2 Aplikace metodiky v rámci systému řízení procesů**

<b>Krok</b>	<b>Aktivity</b>	<b>Výstupy</b>
Analýza a modelování procesů	Pochopení procesů, přijetí procesního řízení jako součást firemní kultury	Procesy jsou analyzovány a namodelovány
Riziková analýza	Pochopení problematiky řízení rizik a možných přínosů	Orientace firmy na řízení rizik
Aplikace metodiky	Aktivní využívání metodiky formou softwarového řešení	Aktivní řízení rizik
Rizika a procesní řízení	Definice sledovaných rizik a jejich zanesení do procesních map	Rizika jsou součástí procesních map
Proces realizace a aktivní kontroly	V rámci firmy je definován postup jak procesy a rizika pravidelně aktualizovat a vyhodnocovat	Fungující metodika pro řízení procesů a rizik

### 3.6 Ověření vlastního návrhu

Ověření navržené metodiky bylo provedeno formou implementace v rámci případové studie, která byla realizována v malém a středním podniku poskytující služby výrobní i nevýrobní povahy pro elektrotechnický průmysl. Výsledky testování a aplikace byly přeneseny do vývoje softwarového řešení pro řízení rizik v rámci malých a středních podniků. Vzhledem k tomu, že ověřování probíhalo v mezinárodní společnosti jsou některé výstupy prezentovány v anglickém jazyce.

#### 3.6.1 Výběr rizikových faktorů a skupin v rámci projektu

V rámci navrhované metodiky se počítá s databází faktorů a skupin. Uživatel má možnost:

- aktivace a deaktivace zvolených faktorů či skupin
- definice nových v rámci databáze na licenci

Doporučené množství je 200 faktorů a 8-10 indikátorů na vytvářený projekt. Rizikové faktory mají v rámci databáze definovány atributy tak, jak je popsáno v kapitole 6.1 a vyobrazeno v příloze 1. V rámci tohoto kroku uživatel definuje rizikové faktory a skupiny v rámci projektu.. Uživatel vybírá vhodné faktory a skupiny



zaklikáváním (výběrem) z databáze. Prostředí definice nového faktoru je vyobrazeno na obrázku níže.

**Edit**

Node Description: KPIQ

Node ID: 1702

Project ID: 20

Version ID: 1

Node Status: Inventory

NodePath Attributes (JSON): {"OBJCostRelative":null,"OBJTimeRelative":null,"OBJQualityRelative":null,"OBJTimeAbsolute":null,"OBJCostAbsolute":null,"OBJUncert

Node Notes:

Hints: off

Go Back Cancel Save

**Obrázek 19** Tvorba nového rizika/skupiny do databáze

Vybrané atributy je možné následně zobrazit a editovat.

**Risk List**

Go Back View Model View Scenario Create Hints: off

Node ID	Node Description	Node Type	Node Status	
1702	KPIQ	OBJQ	INV	Edit
1701	RF2	RF	INV	Edit
1703	KPIC	OBJC	INV	Edit
1700	EF1	KRI	CAT	Edit

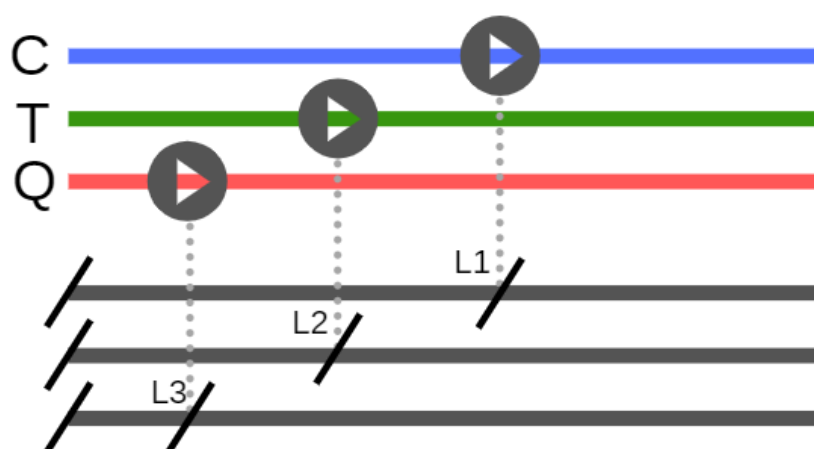
**Obrázek 20** Seznam vybraných atributů (rizika a skupiny)

### 3.6.2 Definice výkonnostních ukazatelů, cílů projektu

Metodika pracuje s takzvaným projektovým trojimperativem. Cíle projektu jsou tedy definovány jako:

- C – Cost – Náklady
- T – Time – Čas
- Q – Quality – Kvalita

Pro posouzení významnosti dílčích cílů je uživatel vyzván k vyznačení jejich významnosti pomocí posuvných prvků na ose, jak je vyobrazeno na obrázku níže. Další možností je přímé ohodnocení pomocí zadání číselné hodnoty uživatelem.



Obrázek 21 Vyhodnocení vah dílčích cílů projektu

Váha dílčích cílů je následně spočítána následovně:

$$L_{TOT} = L_1 + L_2 + L_3 \quad (3)$$

$$W_C = \frac{L_1}{L_{TOT}} = 0,6 \quad (4)$$

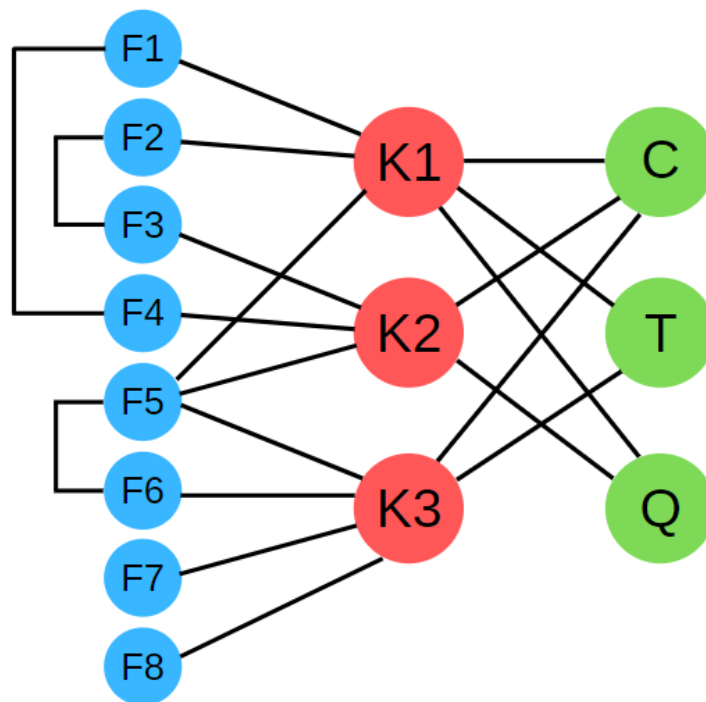
$$W_T = \frac{L_2}{L_{TOT}} = 0,3 \quad (5)$$

$$W_Q = \frac{L_3}{L_{TOT}} = 0,1 \quad (6)$$

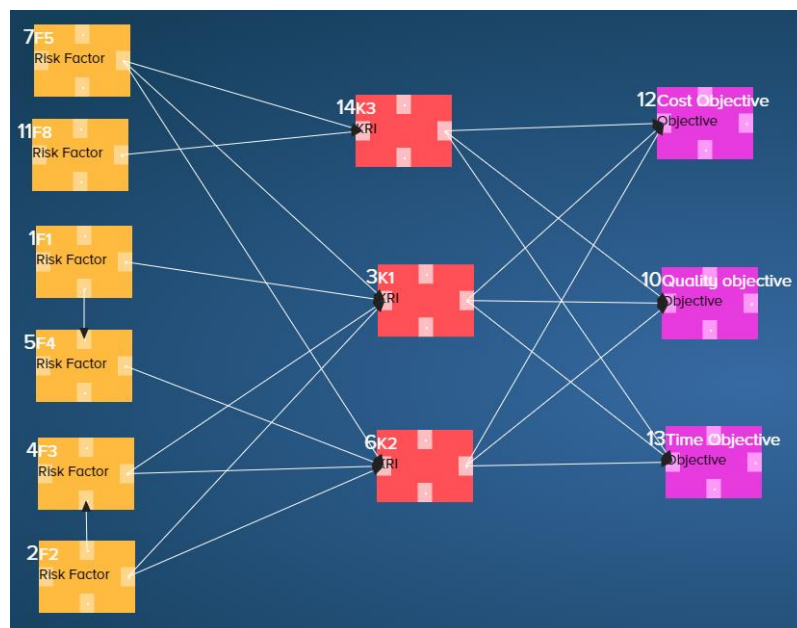
System následně ukládá váhy dílčích cílů.

### 3.6.3 Struktura rizik

Uživatel v rámci definice cílů, KRI a RF tvoří rizikovou strukturu pomocí spojení mezi jednotlivými prvky struktury. Doporučený postup je nejprve definovat vzájemné spojení KRI s cíli, které je defaultně nastaveno tak, že všechny definované KRI jsou napojené na dílčí cíle projektu. Uživatel může jednotlivé spojení deaktivovat, jak je vidět na obrázku níže (K2 – T či K3 – Q), pokud se tvůrce struktury domnívá, že daný rizikový faktor nemá vliv na daný dílčí cíl. Dále pak vzájemné spojení RF – KRI, kde za tvorbu spojení je plně odpovědný uživatel (není defaultně dáno napojení na všechny RF). Posledním krokem je tvorba spojení RF – RF, které je také plně v odpovědnosti uživatele. V rámci rizikové struktury byly stanoveny následující objekty: Dílčí cíle projektu (C, Q, T), KRI, RF, spojnice (KRI na dílčí cíl, KRI na RF, RF na RF). Výsledná struktura je vyobrazena na obrázku níže.



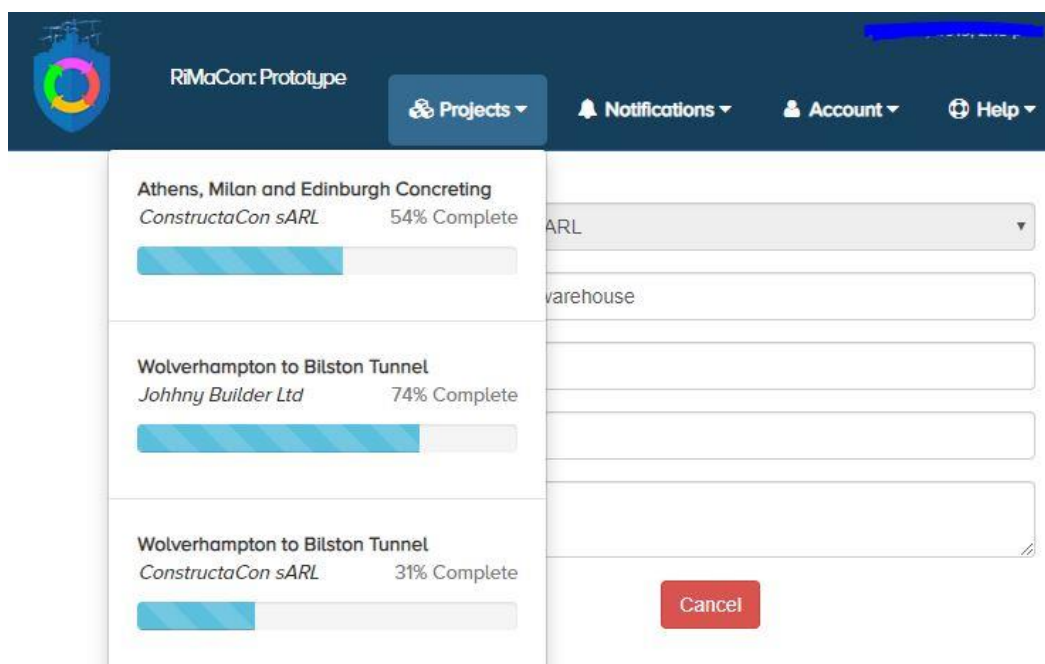
Obrázek 22 Riziková struktura projektu



Obrázek 23 Front-end model vytvořené struktury v softwaru

### 3.6.4 Tvorba projektové databáze, přístupová práva

Pro každý takový projekt je v rámci metodiky vytvořena projektová databáze. Software tak umožňuje nastavovat každý projekt naprosto identicky. Soubor takových projektů v rámci uživatelské role je vyobrazen na obrázku níže. Vlastník licence a jím zvolené role mají možnost úpravy přístupových práv v rámci licence a zároveň i v rámci jednotlivých projektů.



Obrázek 24 Projektová databáze

### 3.6.5 Vyhodnocování scénářů a jejich kvantifikace, referenční scénáře

#### Seřazení KRI uživatelem

V rizikové struktuře výše uživatel definoval 3 KRI, vyobrazené jako K1, K2 a K3. Uživatel je následně metodikou vyzván k jejich seřazení dle priority. Uživatelem jsou následně seřazeny v pořadí K2, K1 a K3. Jejich váha je získána pomocí inverzního číslování.

**Tabulka 3 Řazení KRI uživatelem**

Vstupní řazení (náhodné)	Řazení uživatelem dle priority	Inverzní číslování	Výpočet váhy	Váha
K1	K2	3	3/6	0,5
K2	K1	2	2/6	0,333
K3	K3	1	1/6	0,167
SUMA		6		

#### Celková váha KRI na projekt

Předpokládejme, že K2 má váhu vůči nákladům (C)  $W_{K2C} = 0,5$ , vůči času (T)  $W_{K2T} = 0,5$  a vůči kvalitě (Q)  $W_{K2Q} = 0,167$ . Potom celkovou váhu vůči projektu spočteme jako:

$$W_{TOTK2} = W_C * W_{K2C} + W_T * W_{K2T} + W_Q * W_{K2Q} = 0,6 * 0,5 + 0,3 * 0,5 + 0,1 * 0,167 = 0,467 \quad (7)$$

Systém takto spočítá váhu pro všechny KRI a ty následně seřadí dle spočtených výsledných vah.

#### Dostupné informace pro KRI

Pro klíčové rizikové indikátory máme tedy k dispozici tyto informace:

- Seznam KRI
- Seřazení KRI uživatelem ve vztahu k dílčím cílům projektu (C, T, Q)
- Váhu KRI k jednotlivých dílčím cílům
- Váhu KRI k projektu jako celku
- Seřazení KRI k projektu jako celku
- Statistickou nejistotu KRI ve vztahu k nákladům a času

Stejně jako byly seřazeny KRI jsou následně řazeny rizikové faktory FR propojené na daný KRI. V tabulce níže je vidět řazení FF napojených v rizikové struktuře na K1 (KRI), čili F1, F2 a F5.

**Tabulka 4 Řazení RF uživatelem**

Vstupní řazení (náhodné)	Řazení uživatelem dle priority	Inverzní číslování	Výpočet váhy	Váha
F1	F2	3	3/6	0,5
F2	F5	2	2/6	0,333
F5	F1	1	1/6	0,167
SUMA		6		

Takto následně postupujeme pro každý KRI.

### **Dostupné informace pro RF**

Pro rizikové faktory máme k dispozici tyto informace:

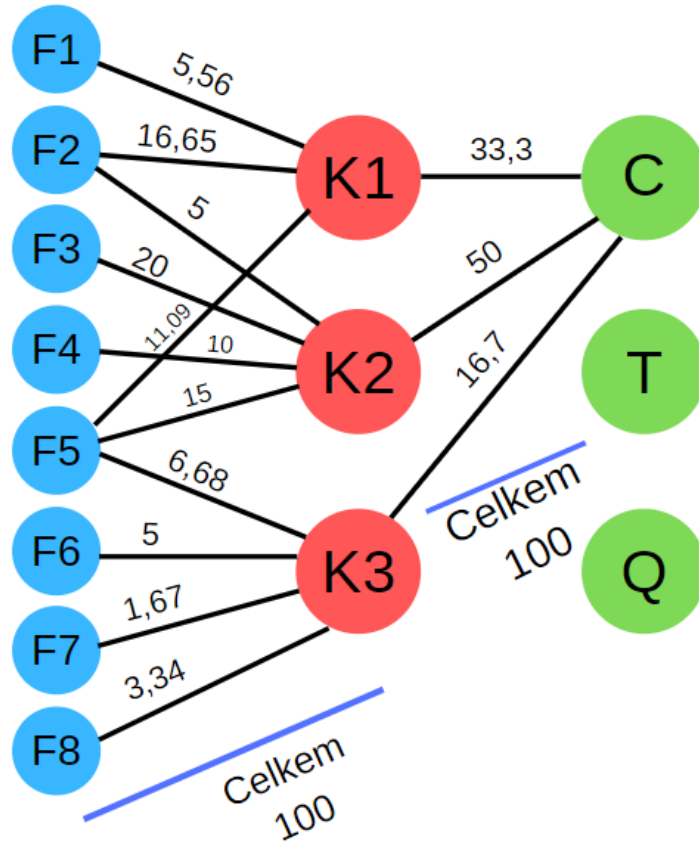
- Seznam rizikových faktorů (popis, zdroje, záznamy, atp.)
- Definované atributy (True/False) uložené v jejich databázi
- Status pro dílčí cíle projektu (Ano / Ne)
- Komplexnost
- Relativní podíl na cíle projektu (C, T, Q, celku)
- Absolutní podíl na cíle projektu (C, T)
- Seřazení a hodnocení dle významnosti k cílům projektu
- Statistickou nejistotu (verbální / numerickou) k cílům projektu (C, T)

V rámci spojů v rizikové struktuře na KRI máme k dispozici tyto informace:

- Seznam RF napojených na KRI
- Řazení a váhy RF na dílčí cíle projektu (C, T, Q, celku)
- Absolutní hodnotu RF pro cíle projektu (C, T)

### **Příklad výpočtu váhy jednotlivých scénářů**

Pro každý jednotlivý scénář z rizikové struktury lze spočítat jeho procentuální váhu. Takový výpočet je uveden na příkladu F1 -> K1 ->  $C = 0,167 * 0,333 = 0,056$ . V procentech poté 5,56%. Pokud takto spočteme všechny scénáře, můžeme tyto výpočty agregovat do rizikové struktury, viz obrázek níže pro dílčí cíl nákladů projektu.



**Obrázek 25** Váhy scénářů v rizikové struktuře

Pro interpretaci výsledků je tento způsob výpočtu označován jako „backwards distribution“. Přehled jednotlivých scénářů ve front-end prostředí je vyobrazen na obrázku níže.

The screenshot shows the RiMaCor: Prototype user interface. The Scenario List table is as follows:

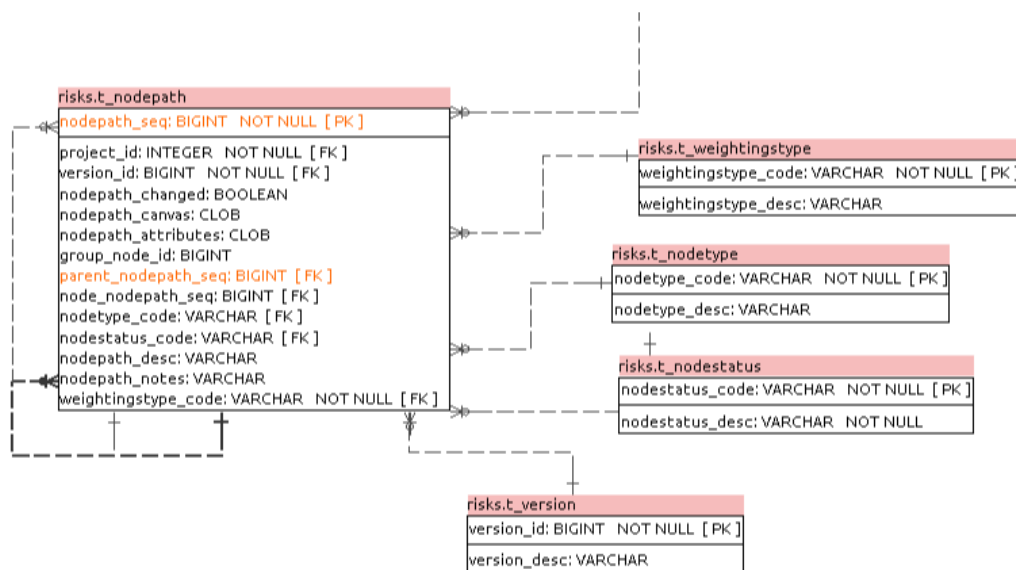
Cost	Quality	Time	Scenario Weight
RF	KRI		
F5	K2		0
F4	K2		0
F3	K2		0
F2	K2		0
F5	K3		0
F8	K3		0
F3	K1		0
F5	K1		0
F2	K1		0
F1	K1		0

**Obrázek 26** Seznam scénářů v uživatelském prostředí

Uživatel má možnost definice referenčních scénářů v rámci jejich uživatelské editace. V úvahu připadá i zaškrtnutí políčka vedle jejich grafického či tabulkového vyobrazení.

### 3.6.6 Posouzení výsledků analýzy

Pro analýzu dat byl navržen databázový model týmem IT odborníků. Jako podklad k tomuto návrhu byla použita navržená metodika, Model byl následně použit při vývoji front-end prostředí pro uživatele. Databázový model byl tvořen v souladu s navrženou metodikou a případovou studií. Případová studie byla následně rozšířena o statistické výpočty distribuce rozptylu RF -> KRI. To umožnilo získat interpretaci, jak efekt RF je rozložen napříč KRI. Předpokladem je, že toto případně umožní uživateli přehodnotit jeho předchozí hodnocení v rámci procesu posouzení výsledků. Uživatel má následně možnost vrátit se v rámci metodiky do jakéhokoli kroku a datové vstupy upravovat dle potřeby.



Obrázek 27 Příklad vývoje databázové struktury metodiky

### 3.6.7 Aplikace metodiky v rámci uceleného systému řízení procesů a rizik

Jako rozšíření využitelnosti, výše navržené metodiky pro řízení rizik, je uvažována aplikace do ucelených systémů řízení procesů a rizik pro malé a střední podniky. Postup je popsán v tabulce 2 výše. Jako prvním krokem je zapotřebí pochopení procesů a přijetí



procesního řízení jako součást firemní kultury, což je předpokladem úspěchu jakékoli změny v rámci aplikace takových systémů. Podnik se dále musí orientovat i na řízení rizik, kde je mimo jiné výše popsaná metodika aplikována. Předpokladem je, že metodika následně umožní identifikaci rizik, jejich kontrolu a následné zanesení do procesních map. Tato problematika a praktický návrh jsou rozebrány podrobněji v kapitole 6.4.2. Následně je zapotřebí kladná orientace podniku na procesy realizace a aktivní kontroly, v rámci kterých je definován postup jak procesy a seznam rizik pravidelně aktualizovat a vyhodnocovat.

### **3.7 Shrnutí problémů formalizovaných při vývoji**

Při vývoji modelu jsem narazil na několik potenciálních problémů, které je zapotřebí formalizovat a pokusit se je návrhem metodiky ošetřit či stanovit základní pilíře pro jejich další řešení v rámci navazujícího výzkumu. Tyto problémy tedy mohou následně posloužit jako základ pro stanovení cílů a hypotéz pro rozšiřující či následný výzkum problematiky.

#### **1. Příliš mnoho hodnocení a posuzování (tradiční způsob hodnocení rizik).**

Objevuje se reálný problém, že uživatel hodnotící riziko s ohledem na všechny aspekty, myšleno z pohledu dopadu na cíle projektu (náklady, kvalitu a čas) a následné přiřazení pravděpodobnosti jeho výskytu, musí systému poskytnout ohromné množství čísel. Jednoduchým příkladem je, že uživatel bude chtít ohodnotit 200 rizik, čili systém v tuto chvíli požaduje 800 čísel. Jak již bylo v práci zmíněno, tento přístup není zcela efektivní a už vůbec ne uživatelsky přívětivý.

Tento problém je v navrhovaném modelu ošetřen, protože uživatel sestrojí strukturu rizikových faktorů a indikátorů, které následně napojí na cíle projektu a jeho klíčové výkonnostní ukazatele. Prostřednictvím systému pak metodika uživateli nabízí jednotlivé rizikové cesty z předtím sestrojené sítě k jejímu ohodnocení dle priority. Uživatel tak systému poskytuje vstupní data tím, že vyhodnocuje scénáře jejich řazením dle priority jejich impaktu na výstup v případě jejich výskytu. Dále metodika poskytuje možnost párově vyhodnocovat rizikové faktory a kvantifikaci scénářů. Vše je rozebráno v práci níže.

## **2. Pravděpodobnost a její chápání uživateli**

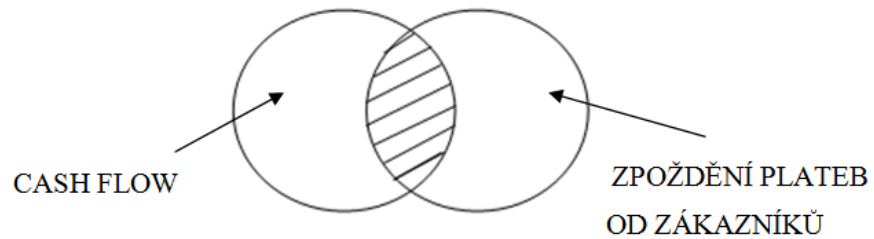
V průběhu rešerše a vývoje metodiky bylo několikrát zjištěno, že je pro uživatele složité odhadnout pravděpodobnost výskytu rizik v rámci jejich hodnocení. Je zde na místě se domnívat, že tento fakt je značně ovlivněn danou osobou a existuje tak silná spojitost s nastavením škál pro takové přiřazování. V rámci reportů z projektu pro vývoj systému pro řízení rizik v rámci malých a středních podniků, RiMaCon, je to patrné právě z výstupů dotazníkových šetření, protože se zde objevují značné diference v hodnocení stejných rizik v rámci stejného statistického souboru.

## **3. Pravděpodobnost a impakt – „škálování“**

Změna rozsahů pro přiřazení pravděpodobnosti a dopadu může být také faktorem, který značně zkreslí vstupní data a následně výsledky, protože v mnoha případech závisí na kontextu nebo je obtížné vůbec dané rozmezí, škály, definovat. Pokud například nastavíme škály pro hodnocení pravděpodobnosti a impaktu "tradičním" způsobem hodnocení rizik, např. pro vliv použité pájecí slitiny na kvalitu pájeného spoje, s krokem 20%, čili 0-20%, 21-40%, 41-60%, 61-80% a 81-100%, je poměrně složité dostat přesné výsledky z hodnocení person z jednoho statistického souboru. Pokud budeme uvažovat, že reálný vliv pájecí slitiny na kvalitu pájeného spoje, je v nějakém konkrétním případě okolo 80% a pravděpodobnost výskytu takového rizika je blízko 100%, budeme se pravděpodobně s výsledky takového hodnocení pohybovat v rámci dvou škál 61-80% a 81-100%. Pokud stejné osoby sestaví strukturu rizik dle navrhované metodiky a následně je seřadí rizikové scénáře dle priority, dá se uvažovat, že výsledky budou daleko přesnější. Dále se dá předpokládat, že následná kvantifikace těchto scénářů bude mít také přesnější výsledky, protože navrhovaná metodika nepožaduje škálování, ale odhad signifikance a vyčíslení dopadu na cíle v absolutních hodnotách.

## **4. Rizika nejsou aditivní (princip superpozice), překrývání rizik (overlapping)**

Jako příklad můžeme uvést rizikové faktory špatného cash flow a zpoždění plateb od zákazníků. Překrývání rizik je vyobrazeno na obrázku níže.



**Obrázek 28 Příklad překrývání rizik**

### **5. Tradiční přístup ke kvantifikaci rizik**

Opakovaný a řadou zdrojů uváděný způsob kvantifikace rizik (riziko = pravděpodobnost výskytu x impakt). Pokud budeme uvažovat v rámci jednoho modelu dvě stě rizik, musíme pracovat se čtyřmi sty čísly. Čili uživatelsky přívětivý systém je zde opět otázkou.

### **6. Vývoj rizika v čase, disperse, nejistota**

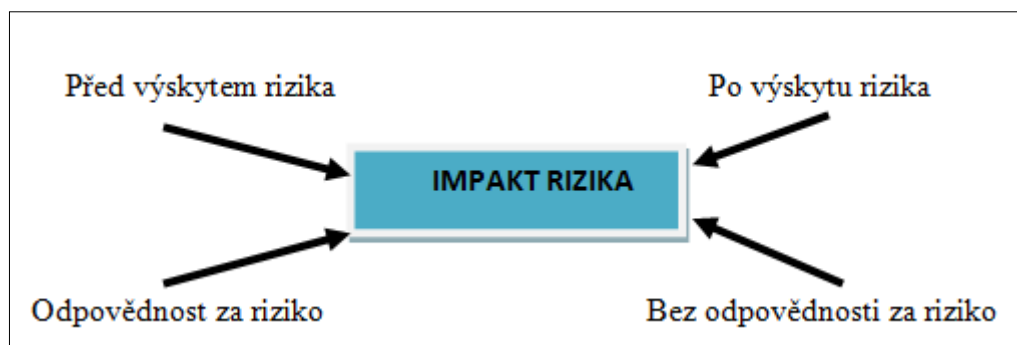
Je otázkou, zda model navrhovat tak, aby s časovým vývojem projektu, od odhadů po výsledné / pravdivé hodnoty, byl schopen aktualizace a přehodnocení evaluací.

### **7. Známe a umíme pojmenovat veškerá rizika? Existuje metoda pro případ, že nedokážeme ohodnotit pravděpodobnost a dopad rizik?**

Navrhovaný model dokáže na určitých úrovních pracovat pouze s rizikovou strukturou a významností jednotlivých rizikových scénářů. Evaluace rizik tak není nutná ve všech fázích modelu.

### **8. Předsudky, tendence uživatelů v hodnocení rizik**

Dá se předpokládat, že uživatel je při hodnocení rizika určitým způsobem ovlivněn jeho předsudky a tendencemi vlivem jeho vnímání. Dá se tudíž předpokládat, že pro zpřesnění výsledků a vstupních dat bude za potřebí systém vylepšovat. Pro znázornění můžeme uvést příklady vlivů hodnocení impaktu vyobrazené níže.



Obrázek 29 Příklad faktorů ovlivňujících hodnocení impaktu

## 9. Extrémní a vzácná rizika

Tradiční systémy pro hodnocení rizik popisují taková rizika, nicméně výsledek hojně popisovaného vztahu (1) pro odhad rizika může být pro obě tato rizika stejný. Mějme příklad dvou rizik, jedno riziko má zanedbatelný dopad v případě jeho výskytu (např. 0,001) a pravděpodobnost výskytu je velmi vysoká (např. 0,999) a naproti tomu riziko s obrovským dopadem (např. 0,999) a s velmi nízkou pravděpodobností výskytu (např. 0,001). Pokud dosadíme tyto hodnoty do vztahu 1, dostaneme totožné výsledky.

$$R_1 = P_1 * I_1 = 0,999 * 0,001 \doteq 0,0001 \quad (8)$$

$$R_2 = P_2 * I_2 = 0,001 * 0,999 \doteq 0,0001 \quad (9)$$

Výsledky odhadu rizika jsou stejné, ale v praxi tato rizika určitě stejná nebudou. Navíc extrémní rizika nemusí být kolikrát podloženy zkušenostmi či předchozím výskytem.

## 10. Uživatelské role

Dle mého názoru je výsledný systém pro řízení rizik rozdělit dle typu použití (pracovní zařazení, typ projektu, atp.) a také s tím související úrovně znalostí a zkušeností uživatelů. V návrhu modelu je uvažováno pět úrovní uživatelských rolí. Je otázkou, zda je takové členění dostačující či vhodné.

## 11. Problém rozkladů

Navrhovaný model se snaží co nejlépe a nejdělněji popsat rizikovou cestu od prvotních rizikových faktorů, přes rizikové indikátory až po ovlivnění klíčových cílů a výkonnostních ukazatelů. Dá se předpokládat, že čím hlouběji je problém analyzován tím více dat je zapotřebí zpracovávat a může hrozit i vyšší míra

zkreslení a překrývání vstupních dat od uživatele. Otázkou je, zda detailnější rozklad omezit či nastavit v tomto ohledu určitá pravidla.

### 3.8 Ověření cílů a hypotéz

Hlavním cílem disertační práce byl vývoj nové, ucelené metodiky v rámci softwarového řízení kvality a rizik s vazbou na procesní řízení pro elektrotechnický průmysl. V práci tak byla navržena ucelená metodika, která vychází z kombinace tradičních přístupů k problematice řízení rizik a procesů v literatuře, inovativních přístupů, výzkumných směrů a metodik, které byly navrženy v rámci výzkumů z těchto oblastí a nově navržených přístupů, které jsou výsledkem výzkumné aktivity během doktorského studia a mezinárodní spolupráce v rámci vývoje softwaru pro řízení rizik. Navržený systém tak splňuje požadavek na inovativní přístup, který má cíl nabídnout uživateli přívětivé a flexibilní prostředí. Metodika umožňuje efektivně identifikovat rizika s vazbou na firemní procesy. Dá se tak tvrdit, že cíl práce byl naplněn.

V úvodu práce byly stanoveny následující hypotézy:

- 1. Pro malé a střední podniky v elektrotechnice není standardní přístup k řízení rizik vyhovující z hlediska komplexnosti tématu a náročnosti na lidské zdroje.**

Tato hypotéza byla potvrzena na základě rešerše. Byly tak stanoveny základní pilíře pro vývoj prototypu systému řízení rizik pro malé a střední podniky, které byly následně realizovány v návrhu metodiky.

- 2. Pro uživatele z prostředí malých a středních podniků v oblasti elektrotechniky je zásadní uživatelsky přívětivé prostředí s důrazem na jednoduchost ovládání a prezentaci výstupů.**

Tato hypotéza byla potvrzena na základě rešerše předešlých výzkumů a z reportů dotazníkových šetření projektu Marie Curie s cíle vývoje softwarového prostředí pro řízení rizik pro malé a střední podniky. Metodika je tak navržena s ohledem na uživatelskou přívětivost.

## Závěr

V předkládané disertační práci je na základě analýzy a poznání současného stavu problematiky řízení procesů a rizik navržena metodika pro systém řízení rizik a procesů pro malé a střední podniky. Metodika je navržena inovativně s ohledem na skutečnost, že malé a střední podniky nemají lidské kapacity na tradiční přístupy pro řízení rizik, které jsou většinou založeny na týmu odborníků, sofistikovaných systémech, komplexních analýzách, měřeních a následné aplikaci a neustálém vyhodnocování. To vše, jak již bylo řečeno, přináší obrovský tlak na lidské a finanční zdroje, které jsou pro malé a střední podniky mnohdy nepřekonatelnou překážkou.

Ucelená metodika, která je v práci navržena a je hlavním výsledkem práce vychází z kombinace tradičních přístupů k problematice řízení rizik a procesů v literatuře, inovativních přístupů, výzkumných směrů a metodik, které byly navrženy v rámci výzkumů z těchto oblastí a nově navržených přístupů, které jsou výsledkem výzkumné aktivity během doktorského studia a mezinárodní spolupráce v rámci vývoje softwaru pro řízení rizik. Tato metodika je tedy navržena tak, aby byla aplikovatelná pro vývoj softwaru. Metodika je prezentována formou uceleného konceptu modelu.

Metodika zahrnuje tvorbu a analýzu rizikových scénářů od vývoje databáze rizikových faktorů, rizikových indikátorů, dílčích projektových cílů a klíčových výkonnostních ukazatelů, tvorbu rizikové struktury, kvalitativní a kvantitativní analýzy a hodnocení po návrh rozšíření existující notace pro vizualizaci procesů. Navržená metodika byla aplikována do softwarového řešení pro malé a střední podniky s ohledem na různorodost potenciálních uživatelů z hlediska různorodosti jejich profesního zařazení a zkušeností. Tak bylo umožněno metodiku formou případové studie otestovat v reálném prostředí zmiňovaných podniků poskytující služby výrobní i nevýrobní povahy pro elektrotechnický průmysl. Metodika je tak navržena s přihlédnutím na uživatelskou různorodost a je členěna do několika úrovní navržených tak, aby v každé bylo možno poskytnout uživateli efektivní možnosti použití. Metodika tak reprezentuje ucelený a inovativní systém pro řízení rizik a procesů v rámci malých a středních podniků. Pro praxi a následné potenciální rozšiřování metodiky a softwarového prostředí, tak doporučuji zpracovat procesní mapy pro vývojáře softwaru, aby výstup byl v souladu s metodikou. Příklady takových zpracovaných procesních map jsou součástí příloh této práce.

Na základě navržených a zpracovaných cílů považuje autor práce za vlastní tyto výsledky a přínosy:

- Byly zanalyzovány a zhodnoceny poznatky ze současné odborné literatury zabývající se řízením procesů a rizik
- Byla vytvořena zcela nová ucelená metodika pro řízení rizik a procesů
- Metodika byla prezentována a zhodnocena v rámci aplikace vývoje softwarového prostředí a následně byla otestována na případové studii.
- Metodika byla v po celou dobu jejího vývoje diskutována v rámci mezinárodní spolupráce s výzkumným týmem a softwarovými inženýry a v rámci mezinárodních konferencí. Výstupy projektu a konferencí dokázaly její funkčnost a použitelnost v praxi.

Předpokladem je aplikace této metodiky v mnoha prostředích malých a středních podniků v elektrotechnickém oboru. V práci byly položeny i základní otázky a směry, které mohou být použity pro následný rozvoj a vývoj metodiky napříč vědními obory.

Výsledky a závěry, které jsou uvedeny v této disertační práci, byly v průběhu studia průběžně publikovány a prezentovány na tuzemských či zahraničních konferencích i časopisech. Tyto publikace jsou uvedeny v seznamu publikovaných prací autora. Pokračování či další vývoj této metodiky by v budoucnu měl vést ke standardizaci a optimalizaci pro využití v různých oblastech průmyslu a aplikaci do softwarového prostředí. Na základě stanovených cílů práce a výsledků předkládané práce, lze stanovené cíle považovat za splněné.

## Použitá literatura

- [1] R. T. Burlton, *Business Process Management - Profiting from Processes*. Tampa: Sams, 2003.
- [2] M. Hammer, *Beyond Reengineering: How the Processed-Centered Organization is Changing Our Work and Our Lives*. HarperBusiness, 1997.
- [3] H. Smith and P. Fingar, *Business Process Management - the Third Wave*. Tampa: Meghan - Kiffer Press, 2003.
- [4] F. Šmída, *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě: procesní řízení a modelování*. Grada, 2007.
- [5] A. Svozilová, *Zlepšování podnikových procesů*. Grada, 2011.
- [6] T. H. Davenport, *Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology*. Harvard Business School Press, 1993.
- [7] D. K. Carr and H. J. Johansson, *Best Practices in Reengineering: What Works and What Doesn't in the Reengineering Process*. McGraw-Hill Professional, 1995.
- [8] R. L. Manganelli and M. M. Klein, *The Reengineering Handbook: A Step-By-Step Guide to Business Transformation*. Amacom, 1996.
- [9] R. Talwar, "Business Re-engineering - A Strategy-Driven Approach," *Long Range Plann.*, vol. 26, no. 6, pp. 22–40, 1993.
- [10] P. Lukášik, J. Procházka, and V. Vaněk, "Procesní řízení, učební skripta," Ostravská univerzita.
- [11] J. Basl, *Modelování a optimalizace podnikových procesů: procesní řízení a modelování*. Západočeská univerzita, 2002.
- [12] V. Glombíková, "Počítačová simulace podnikových procesů, podklady k přednáškám," 2015. [Online]. Available: [http://www.kod.tul.cz/predmety/PSI/Prednasky/prednasky\\_2015/prednaska\\_2014\\_1.pdf](http://www.kod.tul.cz/predmety/PSI/Prednasky/prednasky_2015/prednaska_2014_1.pdf). [Accessed: 07-Jan-2016].
- [13] M. Hammer and J. Champy, *Reengineering - manifest revoluce v podnikání, radikální proměna firmy*. Management Press, 2000.
- [14] T. Baťa, "Řízení procesů (Process Management)," 2014. [Online]. Available: <https://managementmania.com/cs/rizeni-procesu>. [Accessed: 04-Jan-2016].
- [15] V. Skočil, "Učební materiály k předmětu RIP: Procesy a procesní řízení," Západočeská univerzita, 2012.



- [16] J. Nenadál, *Měření v systémech managementu jakosti*, 2. vydání. 2004.
- [17] I. Mašín and M. Vytlačil, *Cesty k vyšší produktivitě*. 1996.
- [18] “Využití průmyslového inženýrství v procesech společnosti.” [Online]. Available: <http://www.podnikator.cz/provoz-firmy/management/rizeni-podniku/n:16451/Vyuziti-prumysloveho-inzenyrstvi-v-procesech-spolecnosti>. [Accessed: 11-Feb-2016].
- [19] P. Debnár, “Nové trendy v oblasti průmyslového inženýrství,” 2011. [Online]. Available: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/nove-trendy-prumyslove-inzenyrstvi-2849.html>. [Accessed: 10-Feb-2016].
- [20] R. Prášek, “Jsou postupové diagramy dostatečné pro zdokonalování procesů systému jakosti?,” *Kval. Inovacia Prosper. III*, 1999.
- [21] T. Rozman and R. V. Horvat, “Case study of the suitability of the process modelling methodology in a team,” in *28th International Conference on Information Technology Interfaces, 2006.*, 2006, pp. 103–108.
- [22] R. Damelio, *The Basics of Process Mapping*. New York: CRC Press, 2011.
- [23] J. Fiala and J. Ministr, *Průvodce analýzou a modelováním procesů*. VŠB TU, Ostrava, 2003.
- [24] “Výukový modul 6.1. - Mapování procesů.” [Online]. Available: <http://www.komora-khk.cz/business/documents/?soubor=moduly/5-jakost/06-procesni-model-systemu-managementu-jakosti/06-01-mapovani-procesu.pdf>. [Accessed: 10-Feb-2016].
- [25] I. Mašín and J. Mašín, *Analýza procesů*. Technická univerzita v Liberci, 2012.
- [26] ASME, “Standards and Certification Chronology.” .
- [27] Český normalizační institut, *ČSN ISO 5807 Zpracování informací. Dokumentační symboly a konvence pro vývojové diagramy toku dat, programu a systému, síťové diagramy programu a diagramy zdrojů systému*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1996.
- [28] “Unified Modeling Language (UML).” [Online]. Available: <http://www.uml.org/>. [Accessed: 07-Dec-2015].
- [29] I. Vondrák, “Metody byznys modelování,” 2004. [Online]. Available: [http://vondrak.cs.vsb.cz/download/Metody\\_byznys\\_modelovani.pdf](http://vondrak.cs.vsb.cz/download/Metody_byznys_modelovani.pdf). [Accessed: 12-Nov-2015].
- [30] G. Booch, J. Rumbaugh, and I. Jacobson, *Unified Modeling Language User Guide*. Addison Wesley, 1998.

- [31] ARIS Community, “Event-driven process chain (EPC).” [Online]. Available: <http://www.ariscommunity.com/event-driven-process-chain>. [Accessed: 12-Nov-2015].
- [32] L. Rolínek, *Procesní management*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2008.
- [33] W. M. P. van der Aalst, “Formalization and verification of event-driven process chains,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 41, no. 10, pp. 639–650, 1999.
- [34] J. Tupa, “Rimacon Secondment Report,” 2015.
- [35] B. Silver, *BPMN method and style*. Cody-Cassidy Press, 2009.
- [36] Object Management Group (OMG) Inc., *Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0*. USA, 2011.
- [37] L. Pekárková, “Techniky modelování a optimalizace podnikových procesů,” Masarykova univerzita, 2007.
- [38] V. Řepa, *Podnikové procesy, procesní řízení a modelování*. Grada, 2007.
- [39] J. Košturiak and Z. Frolík, *Štíhlý a inovativní podnik*. Alfa Publishing, 2006.
- [40] H. Srivastava and R. Sharma, “Lean Manufacturing Process Implementation and Their Case Study,” *SSRN*, p. 7, 2010.
- [41] P. Found, “Lean and Low Environmental Impact Manufacturing,” *POMS 20th Annu. Conf.*, p. 7, 2009.
- [42] A. Töpfer and a kolektiv, *Six Sigma, koncepce a příklady pro řízení bez chyb*. 2008.
- [43] “Tolerenční meze.” [Online]. Available: <http://www.mitcalc.com/doc/tolanalysis1d/help/pic/TolAnalyse07.gif>. [Accessed: 10-Feb-2016].
- [44] J. Becker and M. Kugeler, *Process Management*. Springer, 2003.
- [45] J. Basl and R. Blažíček, *Podnikové informační systémy*. Grada, 2008.
- [46] F. Francis, “Total Quality Management - A tool for design for environment,” in *2009 International Conference on Advances in Computational Tools for Engineering Applications*, 2009, pp. 351–354.
- [47] J. S. Oakland, M. Turner, and R. Oakland, *Total Quality Management and Operational Excellence: Text with Cases*. Oxford: Routledge, 2014.
- [48] P. Juliard, “Total quality management-making the concept work,” in *Proceedings:Electrical Electronics Insulation Conference and Electrical Manufacturing & Coil Winding Conference*, pp. 199–203.

- [49] J. Tošenovský and D. Noskiewičová, *Statistické metody pro zlepšování jakosti*. Montanex, 2000.
- [50] M. Hůlová and E. Jarošová, *Statistické metody v managementu kvality, environmentu a bezpečnosti*. Oeconomica, 2007.
- [51] M. Hutýra, “Management jakosti: Regulační diagram,” 2008. [Online]. Available: <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FMMI/MJ/>. [Accessed: 20-Jan-2016].
- [52] J. Simota and J. Tupa, “Implementation of SPC methodology to service processes,” in *Proceedings of the 2014 37th International Spring Seminar on Electronics Technology*, 2014, pp. 298–302.
- [53] M. Dlouhý, J. Fábry, M. Kuncová, and T. Hladík, *Simulace podnikových procesů, principy simulace, simulační programy, aplikace v MS Excel, případové studie*. Computer Press, 2007.
- [54] C. Harrell, “Process simulation vs. system simulation,” in *1998 IEEE Information Technology Conference, Information Environment for the Future (Cat. No.98EX228)*, pp. 41–44.
- [55] J. Januszczak and G. Hook, “Simulation standard for business process management,” in *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference (WSC)*, 2011, pp. 741–751.
- [56] W. M. P. van der Aalst, “Business Process Simulation Revisited,” 2010, pp. 1–14.
- [57] M. Dlouhý, J. Fábry, M. Kuncová, and T. Hladík, *Simulace podnikových procesů*, 1. vydání. Brno: Computer Press, 2007.
- [58] D. Janíková, “Model pro ekonomickou simulaci procesů (sledování nákladů na nízkou jakost),” *Vysoké učení technické v Brně*, 2011.
- [59] E. S. Chia, “Risk Assessment Framework for Project Management,” in *2006 IEEE International Engineering Management Conference*, 2006, pp. 376–379.
- [60] F. Caron, M. Fumagalli, and A. Rigamonti, “No Title Engineering and contracting projects: A value at risk based approach to portfolio balancing,” *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 25, no. 6, pp. 569–578, 2007.
- [61] O. Renn, “The role of risk perception for risk management,” *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, vol. 59, no. 1, pp. 49–62, Jan. 1998.
- [62] L. Anthony TonyCox, “What’s Wrong with Risk Matrices?,” *Risk Anal.*, vol. 28, no. 2, pp. 497–512, Apr. 2008.

- [63] V. Khodakarami, N. Fenton, and M. Neil, "Project scheduling: Improved approach to incorporate uncertainty using bayesian networks.," *Proj. Manag. J.*, vol. 38, no. 2, pp. 39–49, 2007.
- [64] J. Hujňák, P. Hujňák, and M. Motal, *Doporučená praxe, Společnosti pro projektové řízení, oblast Řízení rizik*. 2013.
- [65] L. Spedding and A. Rose, *Business Risk Management Handbook, A Sustainable Approach*. CIMA Publishing, 2008.
- [66] H. Berg, *Risk management: procedures, methods and experiences*. RT&A, 2010.
- [67] V. Smejkal and K. Rais, *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. Grada, 2010.
- [68] J. Fotr and J. Hnilica, *Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování, 2. aktualizované a rozšířené vydání*. Grada, 2014.
- [69] D. Procházková, *Analýza a řízení rizik*. České vysoké učení technické v Praze, 2011.
- [70] A. P. Neghab, A. Siadat, R. Tavakkoli-Moghaddam, and F. Jolai, "An integrated approach for risk-assessment analysis in a manufacturing process using FMEA and DES," in *2011 IEEE International Conference on Quality and Reliability*, 2011, pp. 366–370.
- [71] D. Hilson, "Integrated risk management as a framework for organisational success," in *Proceedings of the PMI Global Congress*, 2006.
- [72] Š. Zapletalová, *Krizový management podniku pro 21. století*. Ekopress, 2012.
- [73] "Annual Report on European SMEs." [Online]. Available: [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/facts-figures-analysis/performance-review/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/facts-figures-analysis/performance-review/index_en.htm). [Accessed: 08-Dec-2014].
- [74] "Výstupy sektorových studií - Budoucnost profesí." .
- [75] P. Burns, *Strategies for success and routes to failure*. London, 1989.
- [76] D. Smallbone and D. North, "Targeting Established SMEs: Does Their Age Matter?," *Int. Small Bus. J. Res. Entrep.*, vol. 13, no. 3, pp. 47–64, Apr. 1995.
- [77] "Annual Report on European SMEs." [Online]. Available: [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/facts-figures-analysis/performance-review/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/facts-figures-analysis/performance-review/index_en.htm). [Accessed: 08-Dec-2014].
- [78] J. Kruliš, *Jak vítězit nad riziky: aktivní management rizik - nástroj řízení úspěšných firem*. Linde, 2011.
- [79] R. R. Moeller, *COSO enterprise risk management: establishing effective*

- governance, risk, and compliance processes*. Wiley, 2011.
- [80] P. Hopkin, *Risk Management*. .
- [81] T. Merna and F. AL-Thani, Eds., *Corporate Risk Management*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2012.
- [82] R. R. Moeller, *COSO enterprise risk management: establishing effective governance, risk, and compliance processes*. Wiley, 2011.
- [83] A. S. Akintoye and M. J. MacLeod, “Risk analysis and management in construction,” *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 15, no. 1, pp. 31–38, Feb. 1997.
- [84] D. Baloi, “Risk analysis techniques in construction engineering projects,” *J. Risk Anal. Cris. Response*, vol. 2, no. 2, pp. 115–123, 2012.
- [85] J. Zeng, M. An, and N. J. Smith, “Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment,” *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 25, no. 6, pp. 589–600, Aug. 2007.
- [86] J. Charlson and C. Oduoza, “Legal Risk Identification for SMEs in the Construction Industry,” Jan. 2014.
- [87] A. Taroun, “Towards a better modelling and assessment of construction risk: Insights from a literature review,” *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 32, no. 1, pp. 101–115, Jan. 2014.
- [88] T. Zayed, M. Amer, and J. Pan, “Assessing risk and uncertainty inherent in Chinese highway projects using AHP,” *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 26, no. 4, pp. 408–419, May 2008.
- [89] R. Flanagan and G. Norman, *Risk management and construction*. Blackwell Scientific, 1993.
- [90] J. Haynes, “Risk as an Economic Factor,” *Q. J. Econ.*, vol. 9, no. 4, p. 409, 1895.
- [91] R. Levitt and N. Kartam, “Expert systems in construction engineering and management: state of the art,” *Knowl. Eng. Rev.*, vol. 5, no. 2, pp. 97–125, 1990.
- [92] D. J. Power, F. Burstein, and R. Sharda, “Reflections on the Past and Future of Decision Support Systems: Perspective of Eleven Pioneers,” in *Decision Support, Annals of Information Systems*, 2011, p. 25.
- [93] L. Friedman, “A Competitive-Bidding Strategy,” *Oper. Res.*, vol. 4, no. 1, pp. 104–112, Feb. 1956.
- [94] W.-C. Wang, R.-J. Dzung, and Y.-H. Lu, “Integration of Simulation-Based Cost Model and Multi-Criteria Evaluation Model for Bid Price Decisions,” *Comput. Civ. Infrastruct. Eng.*, vol. 22, pp. 223–235, 2007.

- [95] A. Bagies and C. Fortune, "BID/ NO-BID DECISION MODELLING FOR CONSTRUCTION PROJECTS," pp. 4–6, 2006.
- [96] L. Shen, W. Lu, Q. Shen, and H. Li, "A computer–aided decision support system for assessing a contractor’s competitiveness," *Autom. Constr.*, vol. 12, no. 5, pp. 577–587, 2003.
- [97] I. Dikmen, M. T. Birgonul, and S. Han, "Using fuzzy risk assessment to rate cost overrun risk in international construction projects," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 25, no. 5, pp. 494–505, 2007.
- [98] Y.-T. Lai, W.-C. Wang, and H.-H. Wang, "AHP-and simulation-based budget determination procedure for public building construction projects," *Autom. Constr.*, vol. 17, no. 5, pp. 623–632, 2008.
- [99] N. Metropolis and S. Ulam, "The Monte Carlo Method," *J. Am. Stat. Assoc.*, vol. 44, no. 247, pp. 335–341, 1949.
- [100] H. Li, "Neural networks for construction cost estimation," *Build. Res. Inf.*, vol. 23, no. 5, pp. 279–284, 1995.
- [101] J. H. M. Tah and V. Carr, "A proposal for construction project risk assessment using fuzzy logic," *Constr. Manag. Econ.*, vol. 18, no. 4, pp. 491–500, Jun. 2000.
- [102] V. T. Luu, S.-Y. Kim, N. Van Tuan, and S. O. Ogunlana, "Quantifying schedule risk in construction projects using Bayesian belief networks," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 27, no. 1, pp. 39–50, Jan. 2009.
- [103] R. Sonmez, "Conceptual cost estimation of building projects with regression analysis and neural networks," *Can. J. Civ. Eng.*, vol. 31, no. 4, pp. 677–683, Aug. 2004.
- [104] R. Buehler *et al.*, "Exploring the 'Planning Fallacy': Why People Underestimate Their Task Completion Times," *J. Pers. Soc. Psychol.*, vol. 67, no. 3, pp. 366–381, 1994.
- [105] H. Al-Tabtabai, N. Kartam, I. Flood, and A. Alex, "Expert judgment in forecasting construction project completion," *Eng. Constr. Archit. Manag.*, vol. 4, no. 4, pp. 271–293, 1997.
- [106] A. Ishizaka and P. Nemery, *Multi-criteria decision analysis: methods and software*. .
- [107] D. Jato-Espino *et al.*, "A review of application of multi-criteria decision making methods in construction."
- [108] S. Dreyfus and H. Dreyfus, *A five-stage model of the mental activities involved in*

*directed skill acquisition*. 1980.

- [109] A. Karimiazari, N. Mousavi, S. Farid Mousavi, and S. Hosseini, “Risk assessment model selection in construction industry,” 2011.
- [110] F. Zammori and R. Gabrielli, “ANP/RPN: a multi criteria evaluation of the Risk Priority Number,” *Qual. Reliab. Eng. Int.*, vol. 28, no. 1, pp. 85–104, Feb. 2012.
- [111] L. A. (Tony) Cox, D. Babayev, and W. Huber, “Some Limitations of Qualitative Risk Rating Systems,” *Risk Anal.*, vol. 25, no. 3, pp. 651–662, Jun. 2005.
- [112] M. Elmontsri, “Review of the strengths and weaknesses of risk matrices,” *J. Risk Anal. Cris. Response*, vol. 4, no. 1, pp. 49–57, 2014.
- [113] A. Ahmed *et al.*, “Application of Analytical Hierarchy Process and Bayesian Belief Networks for Risk Analysis.”
- [114] I.-T. Yang, “Stochastic time–cost tradeoff analysis: A distribution-free approach with focus on correlation and stochastic dominance,” *Autom. Constr.*, vol. 20, no. 7, pp. 916–926, Nov. 2011.
- [115] D. Aloini, R. Dulmin, and V. Mininno, “Modelling and assessing ERP project risks: A Petri Net approach,” 2012.
- [116] *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) 2000 Edition Library of Congress Cataloging-in-Publication Data*. Project Management Institute, Newton Square, Pennsylvania, USA, 2000.
- [117] T. Aven and O. Renn, “Risk Management,” in *Risk Management and Governance*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010, pp. 121–158.
- [118] H. Shang and B. Wentworth, “Expert judgment and risk perception,” in *Proceedings of the 11th International Offshore and Polar Engineering Conference*, 2001, pp. 537–544.
- [119] A. Der Kiureghian and O. Ditlevsen, “Aleatory or epistemic? Does it matter?,” *Struct. Saf.*, vol. 31, pp. 105–112, 2008.
- [120] N. Fenton and M. Neil, “The use of Bayes and causal modelling in decision making, uncertainty and risk,” 2011.
- [121] D. Hillson, “Using a Risk Breakdown Structure in project management,” *J. Facil. Manag.*, vol. 2, no. 1, pp. 85–97, Jan. 2003.
- [122] I.-T. Yang, “Simulation-based estimation for correlated cost elements.”
- [123] D. M. Wall, “Distributions and correlations in Monte Carlo simulation,” *Constr. Manag. Econ.*, vol. 15, no. 3, pp. 241–258, May 1997.
- [124] A. Ishizaka and P. Nemery, *Multi-criteria decision analysis: methods and*

*software.* .

- [125] D. Jato-Espino, E. Castillo-Lopez, J. Rodriguez-Hernandez, and J. C. Canteras-Jordana, “A review of application of multi-criteria decision making methods in construction,” *Autom. Constr.*, vol. 45, pp. 151–162, Sep. 2014.
- [126] M. Peterson, *An Introduction to Decision Theory*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
- [127] T. L. Saaty, L. G. (Luis G. Vargas, T. L. Saaty, and L. G. Vargas, *Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process*. Springer, 2012.
- [128] R. Jiang, W. J. Zhang, P. Ji, R. Jiang, W. J. Zhang, and P. Ji, “Required characteristics of statistical distribution models for life cycle cost estimation,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 83, no. 2, pp. 185–194, 2003.
- [129] Stuart G. Reid, “Perception and communication of risk, and the importance of dependability,” *Struct. Saf.* 21, pp. 373–384, 1999.
- [130] I. C. Cárdenas, S. S. H. Al-jibouri, J. I. M. Halman, and F. A. van Tol, “Capturing and Integrating Knowledge for Managing Risks in Tunnel Works,” *Risk Anal.*, vol. 33, no. 1, pp. 92–108, Jan. 2013.
- [131] S. L. Savage, *The flaw of averages : why we underestimate risk in the face of uncertainty*. Wiley, 2009.
- [132] A. Tversky and D. Kahneman, “Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases,” *Sci. New Ser.*, vol. 185, no. 4157, pp. 1124–1131.
- [133] P. Woolliscroft, M. Relich, D. Caganova, M. Cambal, J. Sujanova, and J. Makraiova, “The implications of tacit knowledge utilisation within project management risk assessment,” in *International Conference on Intellectual Capital and Knowledge Management and Organisational Learning*, 2013, pp. 645–652.
- [134] E. R. Tufte, *Visual explanations : images and quantities, evidence and narrative*. Graphics Press, 1997.
- [135] D. Hillson, “Extending the risk process to manage opportunities,” *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 20, no. 3, pp. 235–240, 2002.



## Seznam publikací autora

### Vysokoškolské kvalifikační práce

- [1] ŠIMOTA, Jan. *Návrh a ověření nových metod pro optimalizace a simulace procesů se zaměřením na oblast vývoj, výroby a diagnostiky v elektrotechnice*. Západočeská univerzita v Plzni, 2016. Teze k disertační práci. Vedoucí práce doc. Ing. Jiří Tupa, Ph.D.

### Publikace vztahující se k předmětu disertační práce

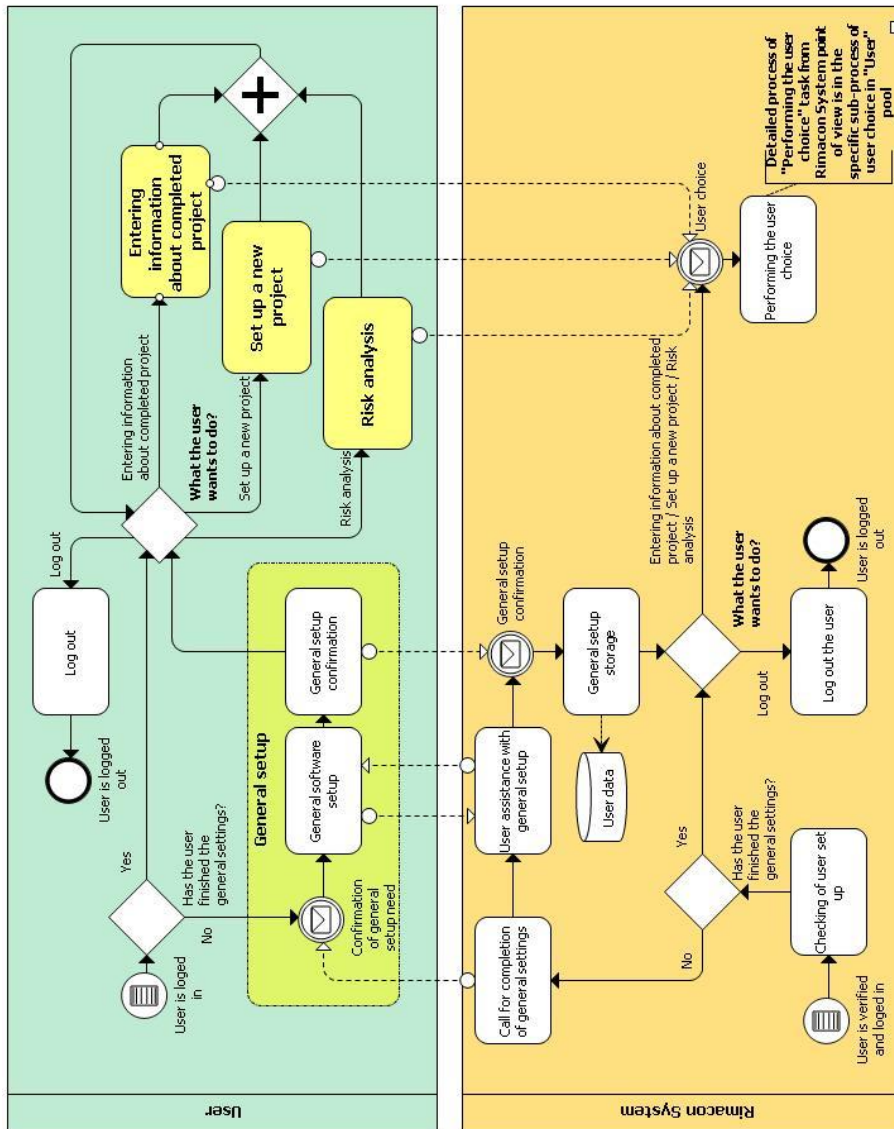
- [1] ŠIMOTA, Jan. *Optimalizace servisních procesů*. Elektrotechnika a informatika 2012. Část 1., Elektrotechnika. Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni, 2012. s. 129-132. ISBN 978-80-261-0233-5.
- [2] ŠIMOTA, Jan, BANDŽÁKOVÁ, Katarína; TUPA, Jiří. *Implementation of Lean management for diagnostic processes*. Diagnostika '13. Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni, 2013. s. 144-147. ISBN 978-80-261-0210-6.
- [3] ŠIMOTA, Jan. *Zavádění metody SPC do servisních procesů*. Elektrotechnika a informatika 2013. Část 1., Elektrotechnika. Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni, 2012. s. 143-146. ISBN 978-80-261-0233-5.
- [4] ŠIMOTA, Jan, TUPA, Jiří. *Implementation of SPC Methodology to Service Processes*. ISSE 2014 - 37th International Spring Seminar on Electronics Technology - "Advances in Electronic System Integration". IEEE, 2014. s. 298-302. ISBN 978-1-4799-4455-2.
- [5] ŠIMOTA, Jan, TUPA, Jiří. *Možnosti modelování rizik v elektrotechnické výrobě*. Elektrotechnika a informatika 2014. Část 1., Elektrotechnika. Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni, 2012. s. 131-134. ISBN 978-80-261-0367-7.
- [6] ŠIMOTA, Jan, TUPA, Jiří. *Role of risks modelling in electronics manufacturing*. Proceedings of the 2015 38th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE 2015). IEEE, 2015. s. 1-4. ISBN 978-963-313-177-0.
- [7] ŠIMOTA, Jan, TUPA, Jiří, STEINER, František, *Concept of risk modelling for SMEs*. Proceedings of the 25th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM 2015). Volume 1. Wolverhampton, UK, 2015. s. 150-157. ISBN 978-1-910864-00-5.

- [8] ŠIMOTA, Jan, BENEŠOVÁ, Andrea, HIRMAN, Martin, NAVRÁTIL, Jiří, TUPA, Jiří, STEINER, František. *Connection technologies quality improving*. Proceedings of the International Spring Seminar of Electronics Technology (ISSE 2016), IEEE. s 342-347. ISBN 978-1-5090-1389-0.
- [9] ŠIMOTA, Jan, TUPA, Jiří. *Risk and performance management*. Proceedings of 8th International Scientific Conference Management of Technology Step to Sustainable Production (MOTSP 2016), Zagreb, Croatia. s. 1-7. ISSN 1849-7586.
- [10] ŠIMOTA, Jan, TUPA, Jiří, STEINER, František. *Bulding an effective management system for performance and risk management in small and medium enterprices (SMEs)*. Proceedings of 26th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM 2016), Seoul, Korea. s. 541-548.
- [11] ŠIMOTA, Jan, BENEŠOVÁ, Andrea, HIRMAN, Martin, NAVRÁTIL, Jiří, TUPA, Jiří, STEINER, František. *Methodologies to improve experimental research processes in soldering technology*. Periodica Polytechnica Electrical Engineering and Computer Science, 2016, roč. 60, č. 4, s. 237-244. ISSN: 2064-5260.
- [12] ŠIMOTA, Jan, TUPA, Jiří, STEINER, František. *Aspects of risk management implementation for Industry 4.0*. Procedia Manufacturing. Amsterdam: Elsevier, 2017. s. 1223-1230. ISSN: 2351-9789
- [13] ŠIMOTA, Jan, TUPA, Jiří, STEINER, František. *Risk management to enhance performance in the construction SME sector : theory and case study*. Risk Management Treatise for Engineering Practitioners. London : IntechOpen, 2018, s. 139-156. ISBN: 978-1-78984-600-3

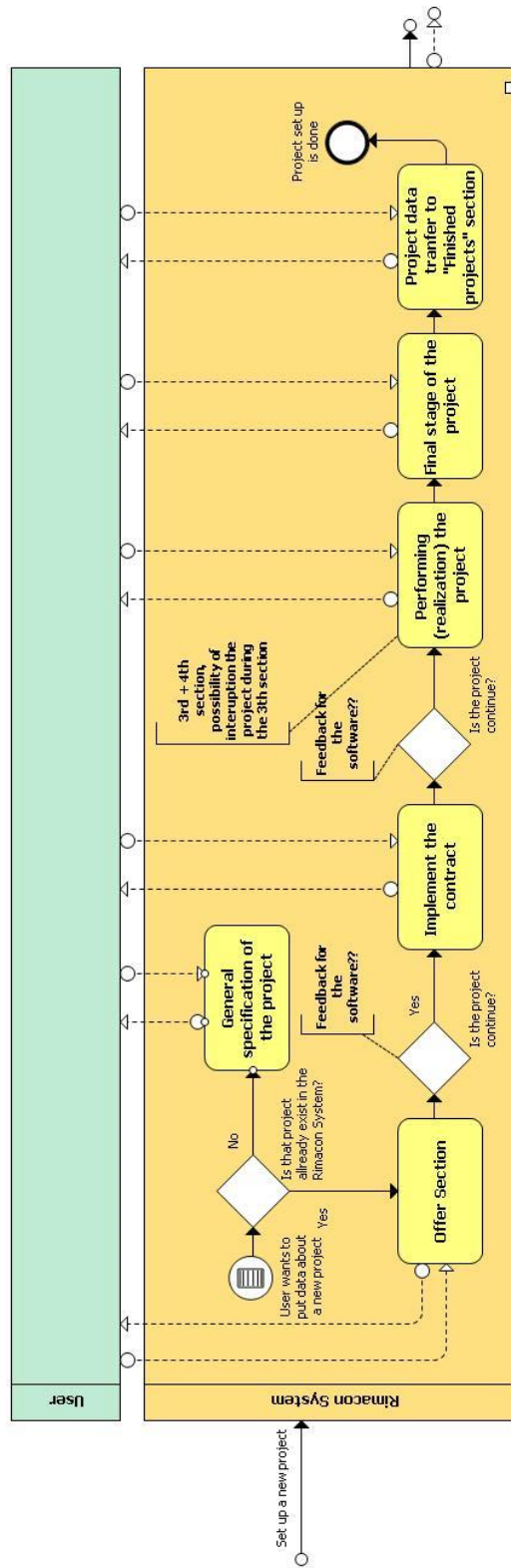
**Příloha 1 - Příklad rizikových faktorů s databázovými atributy pro finanční rizika**

ID	Risk Factor - Financial (Short description)	WP's factors							Design
		Intern Internal	Local Local	Control Controllable	Constr Construction	ActEff Activity Effect	ItemEff Item Effect	SafetyEff Safety Effect	
1	Inflation and sudden changes in prices	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TR
2	Exchange rate fluctuation	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TR
3	Incomplete and inaccurate cost estimates	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TR
4	High competitions in bids	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	NULL	FALSE	FALSE	TR
5	Unmanaged cash flow	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FAI
6	Delayed payment in contracts	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FAI
Věsto									
7	Unpaid invoice	TRUE	FALSE	NULL	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FAI
8	Incomplete or inaccurate estimates - Actual quantities differ from the contract quantities	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FAI
9	Incomplete or inaccurate estimates - Errors in estimated cost	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TR
10	Excessive penalty for delayed delivery	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FAI
11	Lack of guarantees from the client	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TR
12	Price inflation of construction materials	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	TR
13	Excessive administrative procedures	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TR
14	Poor financial attraction of project to investors	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TR
15	Market instability	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TR
Financial (economical) - literature review									
16	Change in interest rates	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TR
17	Inputs are expensive then expected (or unavailable required quantity, insufficient required quality)	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TR
18	Inadequate price of project documentation in relation to project scope, quality and uniqueness	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TR
19	Outsourcing	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	TR

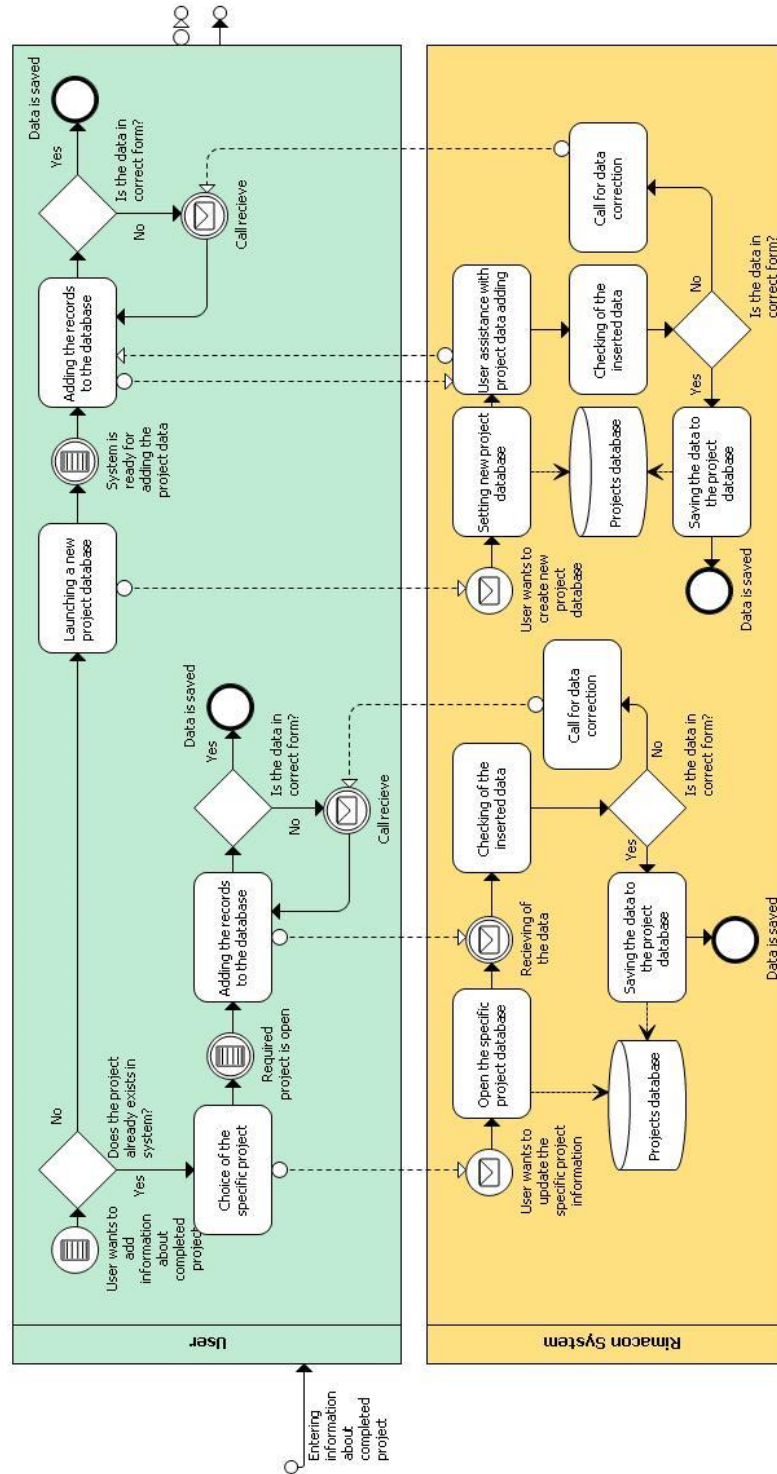
## Příloha 2 - Návrh procesního diagramu (Struktura systému)



### Příloha 3 - Návrh procesního diagramu (Nastavení projektu)



## Příloha 4 - Návrh procesního diagramu (Zadávání informací - projekt)



**Příloha 5 - Návrh procesního diagramu (Základní specifikace - projekt)**

