

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA EKONOMICKÁ

Bakalářská práce

Řízení rizik vývojového projektu

Development project risk management

Jan Tuka

Plzeň 2020

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta ekonomická

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan TUKA**
Osobní číslo: **K16B0531P**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Systémy projektového řízení**
Téma práce: **Řízení rizik vývojového projektu**
Zadávací katedra: **Katedra podnikové ekonomiky a managementu**

Zásady pro vypracování

1. Charakterizujte vybraný vývojový projekt.
2. Představte nástroje a možné postupy, které lze uplatnit při analýze rizik.
3. Identifikujte rizika ovlivňující vývojový projekt a proveďte jejich analýzu.
4. Navrhněte nápravná opatření pro ošetření rizik.
5. Proveďte zhodnocení přínosu řízení rizik pro vývojový projekt.

Rozsah bakalářské práce: **40 – 60 stran**
Rozsah grafických prací: **neuveđen**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- DOLANSKÝ, Václav, MĚKOTA, Vladimír, NĚMEC, Vladimír. *Projektový management*. Praha: Grada, 1996. ISBN 978-80-7169-287-5.
- KORECKÝ, Michal, TRNKOVSKÝ, Václav. *Management rizik projektů: se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3221-3.
- SMEJKAL, Vladimír, RAIS, Karel. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 3., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2010. 978-80-247-3051-6.
- TICHÝ, Milík. *Ovládání rizika: analýza a management*. Praha: C.H.Beck, 2006. ISBN 978-80-7179-415-5.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Januška, Ph.D.**
Katedra podnikové ekonomiky a managementu

Datum zadání bakalářské práce: **22. října 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **22. dubna 2020**



Doc. Ing. Michaela Krechovská, Ph.D.
děkanka



Doc. PaedDr. Dana Egerová, Ph.D.
vedoucí katedry

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma

„Řízení rizik vývojového projektu“

vypracoval/a samostatně pod odborným dohledem vedoucí/vedoucího bakalářské práce
za použití pramenů uvedených v příložené bibliografii.

Plzeň dne

.....

podpis autora

Obsah

Úvod	9
1 Uvedení do problematiky	10
1.1 Cíle práce	10
1.2 Důvody vzniku práce	10
1.3 Pracoviště	10
1.4 Riziko	11
1.5 Proces řízení rizik.....	13
1.6 Motorové vozy	14
1.7 Požadavky moderních vozidel	14
2 Jednotlivé kroky procesu řízení rizik.....	16
2.1 Plánování řízení rizik	17
2.2 Identifikace rizika.....	18
2.3 Kvalitativní analýza	20
2.4 Kvantitativní analýza	22
2.5 Plánování obrany proti rizikům.....	24
3 Kroky řízení rizik.....	31
3.1 Plánování řízení rizik	31
3.2 Identifikace rizika.....	33
3.2.1 Identifikace rizik celého vozu.....	33
3.2.2 Identifikace rizik pojezdu vozu.....	35
3.2.3 Identifikace rizik pohonu vozu	40
3.3 Kvalitativní analýza	42
3.3.1 Kvalitativní analýza rizik celého vozu.....	43
3.3.2 Kvalitativní analýza rizik pojezdu vozu	44

3.3.3	Kvalitativní analýza rizik pohonu vozu	45
3.4	Kvantitativní analýza	46
3.5	Plánování obrany proti rizikům	47
3.5.1	Plánování obrany rizik celého vozu	47
3.5.2	Plánování obrany rizik pojezdu vozu	48
3.5.3	Plánování obrany rizik pohonu vozu.....	51
4	Ekonomické zhodnocení	54
4.1	Ekonomické hodnocení výpočtových simulací	55
4.2	Ekonomické hodnocení stavby prototypu	57
4.3	Zhodnocení ekonomické analýzy	58
Závěr.....	Závěr.....	60
Seznam použitých zdrojů.....	Seznam použitých zdrojů.....	61
Seznam tabulek.....	Seznam tabulek.....	62
Seznam obrázků	Seznam obrázků	64
Abstrakt.....	Abstrakt.....	65
Abstract.....	Abstract.....	66

Úvod

Cílem této bakalářské práce je analýza rizik při vývoji nízkopodlažního regionálního motorového vozu s rejdovými dvojkolími, který jest zpracováván ve vývojovém programu moderních konstrukcí vozidel RTI. V rámci této práce jsou rizika analyzována, vyhodnocována a jsou navržena protiopatření k odstranění největších rizik jak samotného vývoje, tak následné konstrukce.

Mým výzkumným úkolem jest podrobné sledování vývoje motorového vozu a identifikace možných či již existujících rizik. Jak je známo, vývoj je projektem vysoce rizikovým. Riziko lze kvantifikovat jako funkci tří proměnných a to hrozby, dopadu a pravděpodobnosti nastání. A právě těmito třemi proměnnými se v této bakalářské práci především zabírám, jsou vyhodnocovány a kvantifikovány.

Struktura práce tedy jest taková, že nejprve jsou objasněny pojmy související s tématem práce, tedy především postupy řízení rizik projektů a také další pojmy. V další části jest provedena analýza rizik vývojového projektu a to od identifikace rizik, přes jejich kvalifikaci a kvantifikaci až po návržení obrany proti těmto zjištěným rizikům. Poslední částí pak jest ekonomické zhodnocení celého tohoto rizikového šetření, především však navržených opatření.

1 Uvedení do problematiky

1.1 Cíle práce

Hlavním cílem této bakalářské práce bude analýza a hodnocení rizik projektu vývoje hybridního nízkopodlažního motorového vozu pro provoz na vedlejších tratích. Tato rizika lze rozdělit do tří základních kategorií, které budou následně podrobněji zpracovávány. Těmito jsou:

- Rizika spojená s vývojem motorového vozu jako celku, tedy navržení základních parametrů a stavební struktury,
- Rizika spojená s vývojem inovativního řešení pojezdu nízkopodlažního vozu,
- Rizika spojená s vývojem hybridního pohonu

Po identifikaci a důkladné analýze rizik budou navrhována protiopatření proti nastání zmíněných rizik, a nebo v případě rizik již vyskytnuvších se, budou navržena protiopatření vedoucí ke zmírnění těchto nastalých rizik.

1.2 Důvody vzniku práce

Všechny výzkumné vývojové projekty jsou typické svou neurčitostí a velkým množstvím vstupů, které mohou výrazně ovlivnit směřování a úspěch celého projektu. Proto je dobré tyto vstupy a rizika z nich plynoucí sledovat, případně snažit se je předem identifikovat, a snažit se tímto zabránit jejich případnému destruktivnímu vlivu na výsledek projektu.

Důvodem vzniku této bakalářské práce je tedy mimo jiné snaha o plánování identifikaci, kvalifikaci, kvantifikaci a plánování obrany před těmito riziky. Identifikována a následně zpracovávána budou rizika ve fázi návrhu stavební struktury a následně během konstrukce.

1.3 Pracoviště

Bakalářskou práci na téma Řízení rizik vývojového projektu bude zpracována na výzkumném ústavu Západočeské univerzity v Plzni v Regionálním technologickém institutu. RTI je moderním strojírensko-technologickým výzkumným centrem FST ZČU v Plzni. Mezi aktivity výzkumného centra RTI spadají čtyři výzkumné programy.

Těmito jsou výzkum a vývoj moderních konstrukcí vozidel včetně jejich pohonných systémů, výzkum a vývoj výrobních strojů včetně jejich modernizací, výzkum a vývoj tvářecích technologií a technologií obrábění.

Regionální technologický institut patří také společně s výzkumným centrem fakulty elektrotechnické Regionálním inovačním centrem elektrotechniky (RICE) a výzkumným centrem fakulty aplikovaných věd Novými technologiemi pro informační společnost (NTIS) k základním pilířům výzkumu a vývoje na Západočeské univerzitě v Plzni. Všechna tyto centra byla v posledních letech podporována mohutnými investicemi z operačních fondů Evropské unie.

1.4 Riziko

Riziko lze definovat jako nejistou událost či podmínku, která v případě svého nastání přináší negativní, ale i pozitivní dopad na dosažení projektových cílů. Zároveň lze konstatovat, že riziko je kvantifikovaná trojice Hrozba - Dopad - Pravděpodobnost nastání. (Stejskal & Rais, 2010)

Riziko potom představuje situaci mezi dvěma stavy. Těmi jsou jistota a nejistota. Pod pojmem jistota lze rozumět, že je znám dostatek informací, dle kterých lze provést rozhodnutí, že daný výsledek nastane. Nejistotou pak je naopak úplný nedostatek informací k rozhodnutí potřebných, tedy lze jen velice obtížně uvažovat výsledek nějakého jevu. Rizikem pak je stav, kdy jsou známy informace o daném jevu, ale není jich dostatek pro jistotu výsledku, jen pro odhadnutí pravděpodobného výsledku. Výsledek tedy je nejistý.

O riziku se dále hovoří v případě, že alespoň jeden z výsledků je nežádoucí. Obvykle je tímto myšlena ztráta a to jak ztráta obecného charakteru, tak i například nižší výše výnosu, zisku či obrátu. Pak toto vede k názoru, že riziko je vnímáno jako nebezpečí vzniku takovéto ztráty a to v podobě čisté či kolísavé formě. (Stejskal & Rais, 2010)

Z hlediska pravděpodobnosti nastání se projekty obvykle řadí do dvou kategorií. Touto první kategorií jsou projekty nízkorizikové, u kterých je vysoká míra jistoty a rizika se v této kategorii zaznamenávají spíše jako odchylky od původních plánů a předpokladů. Předvídatelnost dopadů takovýchto rizik pak je za jinak stejných podmínek relativně přesná. Druhou takovouto kategorií pak jsou projekty vysoce rizikové, u kterých je naopak vysoká míra nejistoty, a rizika jsou natolik neurčitá, že možnost odhadu jejich

jednak nastání, ale i dopadu je nedostatečně nízká. U takovýchto projektů převažují vlivy nelineárního chování a chaosu. Častým zástupcem této druhé kategorie jsou projekty experimentálního výzkumu a vývoje.

Z hlediska směru působnosti (tedy odkud rizika mohou pocházet) lze rizika rozdělit do pěti dalších kategorií. První kategorií jsou rizika externí nepředvídatelná, která jsou specifická tím, že jsou obvykle nekontrolovatelná. Mezi tyto lze zařadit státní regulace a změny technických norem, přírodní katastrofy, vlivy životního prostředí ale také selhání subdodavatelů. Druhou kategorií jsou též rizika externí, ovšem předvídatelná, které lze v omezené míře, ovšem složitě, kontrolovat. Mezi tyto lze zařadit rizika tržní a obchodní, změn nominálních měnových kurzů, inflační či deflační tlaky, předvídatelné vlivy různých prostředí (trh práce, počasí) a v neposlední řadě i úpravy daňových zákonů a povinností. Třetí kategorií pak jsou rizika interní netechnického charakteru, která jsou již kontrolovatelná. Nejčastěji lze do této kategorie zařadit manažersko-ekonomické faktory, konkrétně manažerské potíže, časové prodlevy a průtahy, nevyvážené cash-flow a přečerpání nákladů. Další, tedy čtvrtou kategorií jsou rizika také interní, ovšem technického charakteru, která jsou taktéž kontrolovatelná. V této skupině lze identifikovat rizika technologických a technických změn, vlastní výkonnost technologií, ale i nedostatky technických návrhů i záměrů a také moc velký rozsah projektu, který není v silách podniku zvládnout. Poslední skupinou rizik pak jsou rizika legislativního charakteru, kde lze hovořit o rizicích spojených s držbou licencí a patentů, o aspektech vycházejících z podepsaných smluv a také o soudních řízeních.

Z hlediska přístupu k riziku pak lze identifikovat tři základní kategorie. První kategorií je averze, tedy snaha záměrně se vyhýbat projektům, které riziko nesou, a naopak preference projektů, jež s vysokou měrou jistoty zaručují výsledky přijatelné. Druhým přístupem je sklon k riziku, který se vyznačuje tím, že jsou záměrně vyhledávány projekty rizikové, které jsou sice charakteristické vyšším nebezpečím špatných výsledků, ale je u nich v případě úspěchu vysoký ziskový potenciál. Posledním přístupem pak je postoj neutrální, u kterého jsou averze i sklon k riziku přibližně vyrovnané. (Stejskal & Rais, 2010)

Obecně lze konstatovat, že každé riziko má nějaký vliv na rozpočet projektu. Tento vliv může být jak negativní, což je násobně obvyklejší, tak i pozitivní. Informace pro takovéto posouzení povahy rizik projektu stanovuje kvantitativní analýza, jež je podrobněji rozepsána níže, ale ve zkratce tato analýza postupuje v pěti krocích, kterými

jsou hodnocení vlivů a předpokladů nastání rizik s podmínkami jejich existence, dále rozdělení projektových rizik vzhledem k životnímu cyklu, poté identifikace zdrojů rizik a máť jejich vzniku, dále klasifikace závažnosti rizik a nakonec hodnocení stupně kontrolovatelnosti, odvrátitelnosti a předvídavosti.

Závažnost rizika je dynamická proměnná, která se v průběhu jednotlivých etap životního cyklu projektu mění. Standardně největší množství rizik, ale i příležitostí se nachází v plánovací etapě životního cyklu projektu a to více u konceptů než u plánů s návrhy. V této etapě je ovšem potenciaálně rizikem ohrožená hodnota malá. V etapě realizace projektu lze identifikovat množství a velikost rizik i příležitostí nižší, ovšem potenciaálně ohrožená hodnota je v tomto případě již s uplynulým časem a vynaloženými náklady poměrně vysoká a to hlavně ve fázi ukončení projektu, kdy je vytvořená hodnota logicky nejvyšší.

1.5 Proces řízení rizik

Je to proces, jehož cílem je minimalizovat pravděpodobnosti, že rizika vůbec nastanou, a zároveň příprava protiopatření ke snížení vlivu a dopadu rizik na minimum. Je to tedy ucelený soubor aktivit. Tento začíná mapováním všech neurčitostí daného projektu. Pak následuje identifikace událostí, jež mohou vést ke spuštění neplánovaných a obtížně řešitelných procesů. Poté dochází ke kvantifikaci potenciálních škod. Dále dojde ke stanovení limitů ohrožení, při jejichž nastání jsou v praxi uvedeny plánované sady protipůsobících opatření. Následně dojde k definování strategií a plánování opatření, která mají možnost redukovat pravděpodobnost nastání takovýchto jevů. Dále se aktivizují systémy monitoringu a kontrol a to pro oblast definovaných rizik. V neposlední řadě se přidělují pravomoci k monitoringu rizikových stavů a aktivizaci obranných opatření. (Merna & Al-Thani, 2007)

Proces řízení rizik se skládá ze tří základních (hlavních) částí. Tou první je příprava a plánování rizika. Pod tímto pojmem si lze představit definování zdrojů potenciaálních rizik, dále popis jednotlivých rizik a přípravy strategie pro řízení rizik. Druhou částí je pak analyzování rizik společně s hodnocením možných hrozeb a stanovení priorit. Poslední částí pak je monitoring a identifikace rizik v průběhu již probíhajícího procesu a to včetně případné implementace nápravných opatření.

1.6 Motorové vozy

Motorové vozy lze definovat jako vozy, které samostatně vyvozují tažnou sílu a zároveň slouží k přepravě osob či nákladu. Zdrojem energie pro vznik tažné síly je nejčastěji spalovací motor, který spaluje tekuté či plynné palivo, nebo případně akumulátor či superkapacitor v případě hybridního vozu. Lze je tedy charakterizovat jako vozy nezávislé trakce. (Heller, 2017)

Důvodem vzniku motorových vozů na přelomu 19. a 20. století byla především snaha o snížení pořizovacích a provozních nákladů, rozšíření nabídky spojů na místních lokálních tratích a zvýšení rychlosti provozu. Oproti klasickým soupravám osobních vozů poháněných parní lokomotivou byla ekonomičnost provozu několikanásobně lepší. Podobné důvody byly hnacím členem vývoje těchto vozů i v průběhu 20. století, kdy se zvětšovala poptávka po cestování a zároveň bylo nutné hledět na ekonomičnost provozu a pořizovacích nákladů při zabezpečení dostatečné pohodlnosti cestování. (Heller, 2017)

Dalo by se říci, že výše zmíněné požadavky, tedy ekonomičnost provozu s přijatelnou pořizovací cenou a komfortem cestujících, jsou na vozy kladeny i na začátku 21. století. Ovšem s narůstajícím množstvím zákonných regulací především v oblasti ochrany životního prostředí a dalších požadavků zákazníků na komfort provozu rostou i nároky na konstrukci a vývoj nových vozidel. Tento ovšem není nikterak překotný z důvodu dlouhodobosti v tomto průmyslu. Vzhledem k vysoké pořizovací ceně (desítky milionů korun za vůz) jsou vozy projektovány na životnost přesahující 40 let.

I přesto, a nebo právě proto, vznikl na Regionálním technologickém institutu Západočeské univerzity v Plzni projekt vývoje moderního motorového vozu respektujícího a splňujícího výše zmíněná omezení a nároky. Tato bakalářská práce pak bude řešit rizika spojená s vývojem.

1.7 Požadavky moderních vozidel

V této podkapitole budou identifikovány základní požadavky, které jsou v dnešní době kladené na stavbu motorových vozů a jejich samotný dopad na konstrukci. Tyto níže uvedené požadavky, dopady a z nich vycházející rizika budou následně jedny ze vstupů do analýzy rizik vývoje.

Hlavním požadavkem na každý výrobek je obecně jeho cena a ne jinak tomu je i u motorových vozů. Tedy postavit vozidlo s odpovídající kapacitou vzhledem k

požadavkům objednavatelů veřejné dopravy,¹ zároveň ovšem nízkými náklady vlastní výroby. Rizikem zde zcela jistě jsou nevhodné kapacitní řešení ale i růst vlastních nákladů výroby a vývoje a tím pádem i koncové ceny nad jistou pro objednavatele veřejné dopravy únosnou mez.

Důležitým požadavkem jsou ekonomičnost a nově i ekologičnost provozu, které spolu dosti souvisí, tedy aby cena za ujetý tzv. vlakokilometr byla co nejnižší. Tento požadavek se projevuje snahou o co největší využití pohonné jednotky. Tohoto lze dosáhnout využitím zbytkové energie například využití brzdící energie a chodu motoru na prázdno. Rizika zde lze identifikovat v jednak v překročení emisních limitů v případě instalace zastaralých pohonných jednotek, tak i ve vysoké pořizovací ceně hybridních komponent pohonu, která pak bude mít negativní vliv na konkurenceschopnost výrobku.

Následujícím požadavkem na moderní vozidla je toho času i požadavek na nízkopodlažnost. Za nízkopodlažní se považují taková vozidla, jejichž nástupní hrana je ve výšce 550 mm nad temenem kolejnice, přičemž nízkopodlažní vozidla nejenže umožňují rychlejší odbavení cestujících ve stanicích a zastávkách, čímž umožňují kratší stanicovací doby a přispívají tím k větší atraktivitě veřejné dopravy a její ekonomičnosti, ale i usnadňují odbavení cestujících se sníženou schopností pohybu a orientace. Tento požadavek, ač to na první pohled nemusí být zcela zřejmé, má zásadní vliv na samotnou stavbu menších vozidel z důvodu technických možností při zachování dostatečné kapacity a respektování norem.

¹ Více jak 95 procent veškeré dopravy na regionálních tratích je financováno prostřednictvím objednavatelů z veřejných rozpočtů.

2 Jednotlivé kroky procesu řízení rizik

Řízení rizika jest proces formálního charakteru, jenž umožňuje identifikaci, ohodnocení, plánování a řízení těchto rizik. (Stejskal & Rais, 2010)

Je to také proces, během něhož se řídicí subjekt pokouší zamezit vlivu již existujících, ale i budoucích faktorů. K těmto navrhuje možná řešení pomáhající redukovat účinek nevyhovujících vlivů a naproti tomu umožňující využít příležitostí působnosti pozitivních vlivů. Součástí těchto procesů je také rozhodovací proces, který vychází z analýzy rizika. Po uvážení dalších možných faktorů, tedy hlavně těch technicko-ekonomických ale i sociálně-politických, management pro řízení hrozeb vyvíjí, zkoumá a porovnává teoretická preventivní a omezující opatření, ze kterých poté zvolí ta, jež existující riziko minimalizují. Součástí tohoto procesu je i šíření informací o riziku a jeho vnímání. (Stejskal & Rais, 2010)

Celý proces řízení rizik lze rozdělit do přibližně šesti kroků, které budou v následujících podkapitolách podrobněji popsány a analyzovány. Výsledky všech těchto kroků procesu řízení rizik mají přímý vliv na plán řízení rizik. Těmito kroky jsou:

1. **Plánování řízení rizik**, jehož výstupem je úvodní plán řízení rizik, který je následně dále rozpracováván. Součástí tohoto kroku jsou tedy metody, kterými bude riziko plánováno.
2. **Identifikace rizika**, kdy se jednotlivá rizika identifikují. Výstupem tohoto kroku je identifikování (pokud možno) všech rizik na projekt působících a jejich registr.
3. **Kvalitativní analýza** podrobuje rizika detailnějšímu zkoumání, kdy je měřena závažnost, předvídatelnost, vazby na další rizika a také odvrátitelnost. Výstupem kvalitativní analýzy je aktualizovaný registr rizik.
4. **Kvantitativní analýza** podrobuje výše popsaná rizika číselnému zkoumání, kdy jsou rizikům přiřazeny hodnoty pravděpodobnosti nastání, hodnoty, která jest rizikem ohrožena, a očekávaným dopadem. Výstupem kvantitativní analýzy je upravený, doplněný a dále aktualizovaný registr rizik.
5. **Plánování obrany** navrhuje taktiky a opatření, jak s rizikem dále zacházet. Výstupy tohoto kroku jsou dva a to konkrétně dále aktualizovaný registr rizik a také aktualizovaný plán řízení rizik. Dalšími dílčími výstupy tohoto kroku jsou podklady pro vyjednávání a vytvoření smluvních závazků.

6. **Monitorování a kontrola rizik** mají za úkol sledovat celý výše popsany proces a tento zároveň koordinovat a výstupy tohoto kroku jsou poté součástí reportingu celého projektu.

2.1 Plánování řízení rizik

Tento krok zahrnuje především směr postupu zacházení s rizikem. Stanovují se tedy strategie, metody a postupy pro odvracení či zmenšení rizika. Postupuje se tedy tak, že nejprve se vytyčí metody a nástroje, podle kterých se bude následně postupovat a které se budou poté používat. Dále se stanoví obecná úroveň velikosti a rizikivosti projektu, která vlastně uvádí, jak moc ještě projekt může být rizikový, aby to pro firmu a management bylo únosné a aby zároveň nehrozilo nedokončení projektu v požadovaném čase a nákladech. Třetím bodem pak je posouzení posouzení hlavních projektových a externích rizik majících vliv na projekt, ovšem z podstaty a existence projektu nevycházejících (tedy v základní formě a strategii projektu), které ale ovšem mohou projekt zásadně ohrozit a přitom jsou nekontrolovatelné nebo jen velmi obtížně. Následujícím bodem je určení hlavních ukazatelů a levelu přijatelnosti. Pod tímto lze rozumět hladiny, nad nebo pod které je riziko již neakceptovatelné a ukazatele, podle kterých je riziko do levelu přijatelnosti zařazeno. Dalším bodem pak je nastínění základních přístupů managementu konkrétních rizik, tedy zmínění hlavních způsobů vypořádání se s jistými konkrétními nastalými typy rizik. Posledním bodem pak je nadefinování si systému měření rizik a stanovení měřících intervalů, kdy jsou určeny měřící techniky, podle kterých je riziko posuzováno, a jak často je třeba tyto techniky aktivovat. (Merna & Al-Thani, 2007)

V tomto kroku také musí být rozhodnuto, která aktiva (to co má pro subjekt hodnotu, která může být ohrožena) mají být do analýzy rizik zahrnuta, tedy měla by být stanovena jistá hranice analýzy rizik, která představuje pomyslnou čáru, jež od sebe odděluje ta aktiva, která do analýzy zahrnuta budou, a ta, která nikoliv. Při stanovení takovéto hranice se obvykle vychází z pokynu managementu, či ze specifických požadavků. (Stejskal & Rais, 2010)

Výstupem celého kroku (procesu) plánování rizik projektu je **Plán řízení rizik**, podle kterého se následně dále postupuje při podrobnějším zkoumání projektových rizik. Lze tedy ve zkratce říci, že tento plán řízení rizik je jakýmsi průvodním dokumentem, který nastiňuje možnosti, strategie, návody a postupy, podle kterých pak

jsou všechna identifikovaná rizika zpracovávána. Tento dokument tedy určuje způsoby identifikace rizik, jejich hodnocení, navrhuje základní postupy a přístupy, určuje hlavní ukazatele a v neposlední řadě stanovuje možnosti kontroly. Je nutné ovšem brát v potaz, že tento dokument slouží především ke strategickým účelům a stanovuje spíše jakési mantinely, ve kterých je třeba se dále pohybovat, ovšem konkrétněji do jednotlivých kroků nezasahuje a nechává jisté stupně volnosti pro operativní řešení nastalých rizik.

2.2 Identifikace rizika

V tomto kroku procesu řízení rizik začíná být vytvářen tzv. registr rizik, což je vlastně databáze, do které se zaznamenávají jednotlivá identifikovaná rizika. Do této databáze jsou kromě identifikovaných rizik přiřazovány i jejich hodnoty z hlediska pravděpodobnosti nastání, dopadu, hodnoty a vypořádání se s těmito riziky (protiopatřeními). Princip vzniku takovéhoho registru spočívá v tom, že všechna rizika jsou přehledně seskupena v jedné databázi, do které lze snadno nahlédnout a zapisovat do ní. V tomto kroku je založen registr rizik a jsou do něj zapisovány identifikovaná rizika. Celý tento krok by se již měl jaksi rámcově řídit výstupem kroku předchozího, tedy měl by respektovat plán řízení rizik. Samotný proces identifikace rizik se skládá ze tří dílčích částí.

První část má za úkol prošetřit a identifikovat všechna místa potencionálních problémů z pohledu výkonnosti zapojených zdrojů, nákladů a času. Toto se provádí tak, že dojde k prozkoumání definice projektu s akcentem na nejasnosti a neurčitosti, protože tyto mohou ve střednědobém horizontu způsobovat problematické stavy. Dále by měl být detailně prověřen podrobný rozpis prací (tzv. WBS, tedy Work breakdown structure) s akcentem na možné nastání rizikových faktorů. V neposlední řadě musí dojít k důkladnému prověření navrhovaných řešení, což je specificky u vývojových projektů nesmírně důležité. U těchto navrhovaných řešení musejí být vyhledávány slabá místa s vyšším stupněm nejistoty návrhu a také taková, kde dochází k revolučním návrhovým změnám. Všechna tato výše zmíněná místa musejí být podrobena analýze se zaměřením na porovnání s existujícími návrhy, harmonogramu projektu a jeho rozpočtu.

Druhou částí po rekapitulaci a prověření výše zmíněného je vytvoření soupisu možných rizik. Jde vlastně o vytvoření databáze registru rizik a její zaplňování daty. Tyto rizika, která byla dříve poodhalena musejí být nyní tedy uvedena do registru rizik a vhodně kategorizována. Toto roztrídění má za cíl zvětšení jasnosti a přehlednosti. Takovéto

třídění lze provést podle několika hledisek. Těmi mohou být jednotlivé části nějakého návrhu, rozřídění podle útvarů společnosti, které se riziko týká, třídění podle vnitropodnikových směrnic a tak dále. V těchto různých možných kategoriích se následně rizika řadí podle jejich váhy, tedy nejprve velká rizika a nakonec ta malá.

Poslední částí pak je ověření výše identifikovaných a zaznamenaných rizik a jejich kategorií. Toto ověření se dělá nejčastěji porovnáním s historickými daty úspěšně zakončených projektů a také se využívá zkušeností seniorních členů projektového týmu. Toto ověření má za účel především kritické zhodnocení identifikovaných rizik v tom, zda jsou identifikována všechna rizika obvyklá pro daný typ projektu a také pro vyřazení těch rizik, které z historických zkušeností na projekt vliv nemají, ale z prvotní identifikace jsou zřejmé.

Metod využitelných pro identifikaci rizik existuje nepřeberné množství. Na následujících několika řádcích budou zmíněny především ty nejpoužívanější a nejčastější. Mezi ty lze zařadit zkušenostní a znalostní rozhodování založené na poučení se z historických projektů. Dále lze používat tzv. brainstorming, což je skupinová kreativní technika, jejímž cílem je generování co největšího počtu nápadů na dané téma s využitím skupinového výkonu, nazývaná někdy jako burza nápadů. (Managementmania.com) Taktéž lze využít individuální konzultace s externími specialisty na daný obor či problematiku, přičemž se dá předpokládat, že takovýto specialista pracující za úplatu bude schopen identifikovat i rizika velice specifická a pro daný projekt neočekávaná. Poté lze dále použít techniku identifikace kořenů problému (nebo také analýzu hlavních příčin), která má za úkol systematicky identifikovat důvody vzniku problémů procesů a následně nalézt přístup pro použití adekvátní reakce. V neposlední řadě lze jistě využít i SWOT analýzu, což je důležitá strategická analýza mapující podnikové procesy za využití silných (S) a slabých (W) stránek, hrozeb (T) a příležitostí (O).

V souhrnu je tento krok procesu řízení rizik podstatný především proto, že dochází k identifikaci rizik a jejich přehlednému zařazení do registru. Mezi nejdůležitější informace generované v tomto kroku patří především hodnocení vlivů a předpokladů nastání určitých rizik s přihlédnutím na podmínky jejich existence. Dále to jsou kategorizace rizik podle předem daných kritérií a rozdělení vzhledem k jejich životnímu cyklu a životnímu cyklu projektu. V neposlední řadě to je identifikování zdrojů rizik pro

podrobnější analýzu a také identifikování míst vzniku těchto rizik s ohledem na jejich vztah k projektu.

Výstupem tohoto kroku pak je vznik registru rizik. Tento, jak již bylo výše zmíněno, shromažďuje identifikovaná rizika a přiřazuje k nim jejich hodnoty, pravděpodobnosti nastání a tak dále. V kroku identifikace rizik je tento registr založen a jsou naplněny jeho sloupce, viz tabulce 1. Pakliže jsou již při identifikaci známy další položky registru rizik, jak je vidět v dalších podkapitolách, tak je možné k identifikovaným rizikům přiřadit i tyto.

Tabulka 1: Registr rizik

Registr rizik		
Hrozba	Scénář	...
...		
...		

Zdroj: vlastní zpracování

Jak je z výše popsaného zřejmé, registr rizik je obsáhlejší nežli tabulka 1, na konci kroku identifikace rizik musí být tento registr založen a musejí být vyplněny tyto jeho sloupce.

2.3 Kvalitativní analýza

V tomto kroku procesu řízení rizik jsou již identifikovaná rizika uvedená v registru rizik podrobena detailnějšímu zkoumání za účelem zjištění dalších dat a informací vážících se k jednotlivým rizikům. V tomto kroku jsou tedy do registru rizik k jednotlivým rizikům doplňovány hodnoty jejich závažnosti, předvídatelnosti a stupně kontrolovatelnosti a odvratitelnosti. Mimo to se v tomto kroku ještě prověřují vazby jednotlivých rizik k dalším rizikům. Tyto budou v následujících odstavcích dále rozvedeny.

K pojmu kvalitativních metod lze dále konstatovat, že to jsou takové metody, jež jsou postaveny na pravděpodobnosti nastání jisté události a na popisu závažnosti možného dopadu. Tyto se vyznačují obvykle tím, že rizika jsou kvantifikována v určitém rozsahu, který může být jak bodový (0 až 100 bodů), pravděpodobnostní (pravděpodobnost nastání 0 až 1), nebo i slovní (nízké, střední, vysoké a podobně). Hladina úrovně daného vymezení se nejčastěji určuje za pomoci kvalifikovaného odhadu. Lze tedy konstatovat, že tyto metody jsou sice rychlejší a jednodušší, avšak mají nevýhodu v subjektivnosti

hodnotícího subjektu. Oproti kvantitativním metodám, zmíněným níže, jsou tyto nízko efektivní v hodnocení nákladů, protože u nich obvykle schází vyjádření finanční. (Stejskal & Rais, 2010)

Pod pojmem závažnosti lze rozumět velikost dopadu na projekt v případě nastání daného rizika. Tento je v tomto kroku kvalifikován bez přesných čísel, pod čímž lze rozumět, že takovýto dopad je kvalifikován za použití slovního vyjádření, tedy obvykle nízký, střední, vysoký a jiné. Závažnost pod sebou také skrývá intenzitu ohrožení, tedy zda je ohrožení dosahuje potenciálu totální destrukce projektu či pouze slabého rozkolísání. V neposlední řadě závažnost řeší i to, zda je riziko svou působností trvalé či v čase proměnné. (Stejskal & Rais, 2010)

Dalším výše zmíněným pojmem je předvídatelnost. Pod tímto pojmem si lze jednoduše představit, zda lze riziko snadno předem odhalit a předvídat možnosti jak jeho nastání, tak jeho dopadu. Předvídatelnost je důležitá především z toho pohledu, že upozorňuje management podniku či projektu na skrytá odvětví, ve kterých je pravděpodobnost nastání závažného rizika, ovšem tato jsou je složitě identifikovatelná a, nebo je složité identifikovat nastání již identifikovaného rizika. Také předvídatelnost je kvantifikována slovním popisem na úkor přesných číselných vyjádření.

Pro další analytické zjištění výše zmíněného pro jednotlivá rizika jsou využívány rozličné metody, přičemž mezi základní lze zařadit rozličné diagramy. Těmi mohou být například diagram tzv. rybí kosti tedy diagram příčin a následků, dále síťové grafy a vývojové diagramy. Tyto slouží především k vizuálnímu zjištění vazeb jak mezi jednotlivými riziky, tak pro znázornění jednotlivých rizik s důrazem na jejich předvídatelnost a jejich vývojový cyklus. Jednotlivé vazby mezi riziky z těchto provázaných totiž mohou vytvořit rizika s jednak větší pravděpodobností nastání, ale především mají vliv na hodnotu dopadu, zvláště při zřetězení. V neposlední řadě diagramové analýzy mohou vést k odhalení dalších skrytých rizik, která nebyla v průběhu identifikačního kroku zaznamenána.

Jedním z výstupů kvalitativní analýze je tzv. mapa rizik (někdy nazývaná matice rizik). Takovouto mapu rizik lze charakterizovat jako graf, jehož jedna osa reprezentuje pravděpodobnost nastání určitého rizika (dle normy ČSN ISO/IEC 27005:2008 pravděpodobnost vyjadřuje osa x) a jehož druhá osa reprezentuje velikost dopadu (dle výše zmíněné normy dopad vyjadřuje osa y). Na osách se pak je zpravidla pět intervalů

symbolizujících různou velikost. Počet intervalů je ovšem proměnný a jejich počet se odvíjí obvykle od metodiky určené v plánu řízení rizik stanovených managementem organizace. Do mapy (matice) rizik se pak rizika umísťují podle jejich identifikovaného dopadu a pravděpodobnosti nastání do příslušných políček. (Stejskal & Rais, 2010)

Tabulka 2: Mapa rizik kvalitativní analýzy

Mapa rizik		Pravděpodobnost		
		<i>Velmi nízká</i>	...	<i>Velmi vysoká</i>
Dopad	<i>Velmi vysoký</i>			
	...			
	<i>Velmi malý</i>			

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 2 zobrazuje příkladovou mapu rizik kvalitativní analýzy s osou pravděpodobnosti na ose v horizontálním směru a s osou dopadu ve vertikálním směru. Z této lze snadno vidět, že rizika zařazená do pravého horního rohu mají největší závažnost a tím pádem je lze hodnotit za největší rizika. Naproti tomu rizika umístěná v levém dolním rohu lze považovat za ta nejméně závažná, která lze přijmout až ze sta procent, jak bude níže vysvětleno.

Výstupem tohoto kroku pak je jednak výše zmíněná mapa rizik, ale především aktualizovaný registr rizik. V tomto kroku jsou tedy do registru jednak zavedena rizika, která nebyla dříve identifikována, ale především je tento registr rozšířen o hodnoty závažnosti jednotlivých rizik. Těchto hodnot závažnosti bude následně dále vhodně využito v dalších krocích procesu řízení rizik.

2.4 Kvantitativní analýza

Také v tomto kroku procesu řízení rizik jsou již identifikovaná rizika uvedená v registru rizik podrobována detailnějšímu zkoumání za účelem zjištění dalších dat a informací vážících se k jednotlivým rizikům. V tomto kroku jsou do registru rizik přiřazeny číselné hodnoty popisující očekávanou hodnotu dopad jednotlivých rizik. Jak bude dále rozvedeno, dopad rizika se vypočítá pomocí níže uvedené rovnice jako:

$$\text{Hodnota} = \text{Dopad} \cdot \text{Pravděpodobnost}$$

kde dopadem je myšlena celková hodnota, která je ohrožena při nastání daného rizika, a pravděpodobnost vyjadřuje buď pravděpodobnost nastání daného rizika samostatně, nebo v kombinaci s některými dalšími identifikovanými riziky.

K pojmu kvantitativních metod lze dále konstatovat, že to jsou takové metody, jež jsou založeny na matematickém výpočtu rizika z frekvence výskytu hrozby a jejího dopadu. Tyto se vyznačují obvykle tím, že pracují s číselnými kvantifikacemi jak pro pravděpodobnost nastání rizikové události, tak i pro kvantifikaci dopadu takovéto události. Riziko je poté vyjádřeno formou roční predikované ztráty, jež je kvantifikována konkrétní finanční částkou. Na rozdíl od kvalitativních metod jsou kvantitativní metody více exaktní. Jejich provedení je sice časově i silově náročnější, ovšem jejich výstupem je finanční vyjádření rizik. Toto finanční vyjádření je pro zvládnutí rizik, z pohledu jejich odvracení, výhodnější. (Stejskal & Rais, 2010)

Pod pojmem dopad rizika lze rozumět celkovou hodnotu, jež je při stoprocentním nastání rizika, ohrožena.

Dalším zmíněným pojmem je pravděpodobnost nastání rizika. Tato symbolizuje procentuální výskyt nastání jednotlivých rizik. Zde se pracuje s dvěma hodnotami. Tou první je pravděpodobnost nastání rizika samostatně, tedy že se za jinak stejných podmínek uvažuje jenom existence právě tohoto rizika. Druhou pak je pravděpodobnost nastání rizika, které již neexistuje samostatně, ale na jeho četnost výskytu mají vliv i rizika další, poté hovoříme o takzvané kombinované pravděpodobnosti nastání sledu vzájemně závislých rizik.

Hodnotou pak rozumíme konkrétní finančně vyjádřenou hodnotu závažnosti rizika. Jak je z výše zmíněné rovnice patrné, hodnota se vypočítá jako součin celkové ohrožené hodnoty a pravděpodobnosti nastání tohoto rizikového děje.

Výstupem tohoto kroku pak je dále aktualizovaný registr rizik. Registr rizik před tímto krokem již obsahuje identifikovaná rizika, tedy jaká je hrozba za daného scénáře. V tomto kroku jsou do registru dále doplněny data trojího typu. Tím prvním je celkový dopad daného rizika, pak jeho pravděpodobnost nastání a především poté výsledná hodnota rizika.

Tabulka 3: Aktualizovaný registr rizik po kvalitativní analýze

Registr rizik					
Hrozba	Scénář	Dopad	Pravděpodobnost	Hodnota	...
...					
...					

Zdroj: vlastní zpracování

Z výše popsaného je zřejmé, že v tomto kroku jsou již rizika obsažená v registru rizik (tabulka 3) lépe popsána a již je možno přistoupit ke stanovení postupu vypořádání se s jednotlivými riziky.

Semikvantitativní mapa rizik

Vzhledem k obtížnostem při určování přesných číselných velikostí výše zmíněných celkových hodnot rizika a jejich pravděpodobností nastání, přistupuje se někdy ke kompromisnímu řešení, kterým je tak zvaná *Semikvantitativní matice rizik*. Tuto lze charakterizovat jako hybrid vycházející jak z kvalitativní, tak z kvantitativní analýzy. Hybridní je z toho důvodu, že využívá pozměněnou matici rizik a že v této mapě jsou hodnoty vyjádřeny nikoli slovně, nýbrž číselně.

2.5 Plánování obrany proti rizikům

Krokem plánování obrany proti rizikům je myšleno navržení takových strategií, díky kterým se lze dopadům rizik vyvarovat. S existujícími riziky se musí počítat za každé situace, rizika tedy musejí být mapována a až na základě jejich analýzy lze rozhodnout, jak k nim bude přistupováno. Jak již bylo výše zmíněno, rizika vycházejí z nejistoty, takže při absolutně deterministickém chování systémů by toto třeba nebylo. Ale vzhledem k tomu, že subjekty se v reálném světě chovají nedeterministicky, některé až stochasticky, tak se s riziky pracovat musí. Jak bude níže podrobněji popsáno, tak existují čtyři základní scénáře (nástroje) práce s riziky. Těmito jsou:

- **Vyvarování se riziku** neboli odmítnutí, které se používá pro rizika s vysokou pravděpodobností a dopadem, která mohou na projekt mít katastrofální dopad.
- **Redukce rizika** neboli omezení, které se používá pro vysoce pravděpodobná rizika s nízkým dopadem.
- **Přenos rizika**, které spočívá v převedení rizika na jiný subjekt nejčastěji nějakou formou pojištění, se používá pro rizika s vysokým dopadem ale nízkou pravděpodobností nastání.

- **Zadržení rizika** neboli akceptace, která se používá pro nízko pravděpodobnosti rizika s malým dopadem a která má dva druhy:
 - *Akceptace aktivní*, kdy je riziko přijato, ale je i nadále monitorováno.
 - *Akceptace pasivní*, kdy je riziko přijato a dále se s ním již nepracuje.
- Teoreticky pátým scénářem mohou být i **Simulace a výzkum**, kdy jsou rizika podrobována dalšímu zkoumání. (Šťastná, 2019)

Vhodnost a výhodnost každého jednotlivého scénáře řízení rizik stanovují právě vlastnosti každého rizika. Využití každého jednotlivého nástroje by mělo být právě tehdy, když je tento nejvýhodnější s nejnižšími náklady na dosažení cíle s ohledem na to, co se s rizikem má stát (akceptováno, sníženo, vyloučeno a tak dále). (Stejskal & Rais, 2010)

Odmítnutí rizika

Pod tímto nástrojem se rozumí odstranění konkrétního ohrožení. Při aplikaci scénáře odmítnutí rizika se provádějí takové kroky vedoucí k tomu, že rizikový scénář vůbec nemůže nastat. Toto lze učinit tak, že je eliminována pravděpodobnost nastání rizika na absolutní nulu, nebo tak, že dojde k vyvarování se projektů či takové externí spolupráce se subjekty vystavenými riziku. (Stejskal & Rais, 2010)

Tento scénář se pak využívá pro taková rizika, jejichž dopad na projekt by byl destruktivně-katastrofální. Navíc pakliže je tvrdost dopadu značná, pak obvykle není moc možností k tomu provést reálnou a účinnou retenci (tedy zadržení rizika) či redukci (snížení rizika). Z hlediska finanční matematiky je také zřejmé, že pro takováto vysoce nebezpečná rizika není ani možnost převedení (tedy zajištění rizika třetí stranou, tedy pojištěním) reálná, neboť takováto pojistka by byla příliš nákladná.

Snížení rizika

Snížení neboli redukce rizika je další možností odezvy na rizika na projekt působící. Při této strategii je nutný průběžný monitoring jednotlivých kroků, aby byl rizikový proces držen v jistých limitách, které jsou pro něj přijatelné. Jelikož hodnota rizika přímo úměrně souvisí jak s možnou pravděpodobností jeho nastání, tak i s jeho dopadem, existují de facto dvě základní metody pro redukování projektových rizik. Snížení rizika tak lze dosáhnout buď snížením jeho dopadu, nebo pravděpodobnosti jeho nastání (případně obou dvou naráz). Tyto dvě metody se od sebe odlišují tím, že jedna

(pravděpodobnostní) řeší příčinu vzniku a druhá (dopadová) její následek. (Merna & Al-Thani, 2007)

Účelem metod odstraňující *příčiny vzniku rizika* je preventivně působit tak, aby došlo k redukci, v lepším případě až eliminaci, výskytu rizikových faktorů. (Stejskal & Rais, 2010)

Potom následně metody snižující *nepříznivé důsledky rizika* mají za úkol snižovat očekávaný dopad na projekt právě v tom případě, že riziko nastane. (Stejskal & Rais, 2010)

Tento scénář je nejčastěji využíván právě pro ta rizika, která by pro projekt následně sice nebyla zdrcující, avšak z důvodu jejich častého výskytu by tento značně komplikovala a zvyšovala jeho celkový rozpočet a očekávanou dobu trvání. Z této věty plyne, že nástroje snižování dopadu rizik jsou určeny především pro projekty s vysokou pravděpodobností nastání, která téměř hraničí s jistotou, avšak s ne moc vysokým dopadem. Vyhýbat se takovému rizikům totiž moc dobře nelze, jelikož jsou všudypřítomné. Taktéž pro akceptaci zde není důvod právě kvůli té vysoké pravděpodobnosti nastání. A převod rizika by byl dosti nákladný s ne moc vysokým stupněm rentability.

Přenos rizika

Dalším nástrojem práce s riziky je přenos těchto rizik na jiné subjekty a to za přiměřenou úplatu. Tento krok se nejčastěji provádí formou pojištění. Toto je oblíbeným nástrojem práce s riziky, ve kterém jsou na jiný subjekt přenášeny jenom teoretické finanční následky rizik. Oproti tomu odpovědnost za řízení rizik zůstává stále na straně podnikatelského subjektu, jež řídí projekt. Je to tedy metoda řešící následek (nikoli příčinu) rizika a lze ji zařadit do defenzivních strategií rizikového managementu. (Stejskal & Rais, 2010)

Z hlediska finančních trhů existuje velké množství způsobů zajištění se proti následkům rizik. Těmito mohou být například zajištění si cen vstupních komponent dlouhodobými smlouvami nejlépe s obcemi, výměnné obchody pro zmírnění kolísání cen, přesunutí některých problematických vývojových komponent na subdodavatele, ale patří sem i různá pojištění pro případ nenadálých událostí, prodeje licencí snižující podnikatelské riziko, různé metody vymáhání pohledávek a způsobů financování podnikatelských aktivit (faktoring, forfaiting) a tak dále. Tyto všechny metody se

vyznačují tím, že je třeba podrobit se jistým omezením vyplývajících z toho faktu, že je třeba respektovat podmínky druhých stran, na které je riziko přeneseno, zvláště pak jsou-li tyto silnějšími podnikatelskými subjekty. Tento "diktát" pak může vést k omezení podnikatelských a projektových možností. (Stejskal & Rais, 2010)

Tento nástroj bývá standardně využíván pro taková rizika, jež velikostí svého dopadu v případě nastání mohou zásadně ovlivnit nejen celý projekt, ale případně i existenci celého podniku. Zároveň ovšem pravděpodobnost nastání takovýchto rizik je relativně dosti nízká. Dalším kritériem pak je, že činnost, proti které je společnost zajištěna, je pouze okrajovým či nulovým způsobem firmou realizována, a proto je pro podnikatelský subjekt ekonomicky výhodnější takovéto činnosti převést na specializovanější subjekty a to včetně rizik a zisků s těmito činnostmi spojenými. Ekonomická výhodnost takového přenesení by ovšem vždy měla projít nějakou analýzou, aby bylo zřejmé, že se tento krok podnikatelskému subjektu vyplatí. Tento nástroj se tedy podniku vyplatí, pakliže je úplata, za kterou je riziko převedeno, přiměřená velikosti jeho dopadu a pravděpodobnosti nastání, tedy celkové hodnotě rizika. Z tohoto důvodu se nástroje přenosu rizika nevyužívají pro rizika nejzávažnější, kde by úplata byla moc vysoká, ani pro ta málo závažná, kde by sice úplata byla nízká, ovšem vzhledem ke kumulaci těchto by i zde úplata byla vzhledem k jejímu dopadu, nerentabilní.

Přijmutí rizika

Retence neboli přijmutí rizika je další možností odezvy na rizika na projekt působící. Princip této metody spočívá v tom, že se proti rizikům nijak nezasahuje a neřeší se jejich následky. Tato teorie vychází z toho předpokladu, že na všechny projekty působí nekonečně nespočítatelně mnoho různých malých marginálních rizik, která ovšem mohou projekt zásadněji ovlivnit jenom za předpokladu, že jich v určitém čase nastane větší množství naráz. Pravděpodobnost tohoto ovšem standartně není vysoká, proto se často u těchto rizik s malým dopadem a pravděpodobností přistupuje k přijmutím oněch rizik. (Stejskal & Rais, 2010)

Riziko bývá akceptováno dvěma způsoby - vědomě a nevědomě. Neúmyslné přijmutí rizika se vyskytuje jako důsledek selhání úvodního kroku nebo kroků procesu analýzy rizik. Tato selhání jsou buď v kroku identifikace rizik, kdy dané riziko není vůbec identifikováno, nebo v kroku kvantitativních a kvalitativních analýz, kdy jsou

identifikovanému riziku špatně přiřazeny hodnoty pravděpodobnosti nastání a dopadu, díky čemuž je svou nízkou celkovou hodnotou zařazeno do rizik vhodných k akceptaci. Tato rizika pak mohou projekt případně značně ohrozit. Vědomé přijetí rizika se praktikuje právě tehdy, když je vyhodnocena celková dopadová hodnota rizika jako nízká a pro projekt tedy tyto rizika nejsou podstatná a zdrcující. Riziko je tedy očekáváno a buď se s ním nedělá nic, nebo jsou na jeho zvládnutí vytvořeny potřebné krycí rezervy. Takovouto akceptaci pak lze rozdělit na dvě skupiny, kterými jsou retence aktivní a retence pasivní, které budou vysvětleny níže. (Stejskal & Rais, 2010)

Aktivní akceptace spočívá v tom, že rizika jsou přijata, nejsou proti nim činěny další kroky a opatření, maximálně je vytvořen rizikový plán definující potřebné kroky, které je třeba vykonat v případě nastání nebo mutaci rizika, avšak tato rizika jsou dále sledována pro ten případ, že by došlo k jejich mutaci v riziko pro projekt závažnější, kdy už by bylo potřeba konat kroky vedoucí k jejich eliminaci.

Pasivní akceptace pak spočívá v tom, že rizika jsou kompletně přijata a dále již nejsou v jejich směru konány žádné další kroky s těmito riziky přímo souvisejícími a to až do okamžiku dokud riziko případně nenastane. Podnik tedy rizika přijal a rozhodl se za ně nést plnou odpovědnost, pokud by došlo k jejich nastání. V praxi takto vypořádaná rizika obvykle nastávají velice často ovšem jejich dopad na projekt je mizivý a často jejich nastání skoro ani nelze přímo vypořádat.

Simulace a výzkum

Teoreticky posledním možným scénářem je právě další zkoumání a simulování rizikových dějů. Toto se děje v případě, že nelze přesně určit některé hodnoty s riziky přímo souvisejícími (dopad, pravděpodobnost) nebo nelze přesně rozhodnout o tom, který z výše popsanych nástrojů obrany proti rizikům použít. Tento scénář tedy vede přímo k tomu, že je dále snižován stupeň neurčitosti a jsou zpřesňovány hodnoty s rizikem přímo související (dopad, pravděpodobnost). Tento nástroj se pochopitelně nevyužívá pro rizika jasně určená k akceptaci. Hlavní pole využití je hlavně pro rizika jež mají vysoké hodnoty dopadu a pravděpodobnosti, kdy se zkoumá, zda nebyla některá hodnota mylně identifikována jako vysoká, nebo pro ta rizika, jež u historických (minulých) projektů byla řazena do vyšších či nižších kategorií, ale nyní v těchto nejsou, takže se zkoumá, zda došlo k chybě či změně okrajových podmínek.

Ne všechna rizika ovšem lze ovšem řídit přesně podle výše uvedených scénářů. Zásady pro jednotlivá rizika se mohou s ohledem na plán řízení rizik stanovovat třeba úsudkem, zkušenostmi a tak dále. Kromě toho existují jisté mantinely na využití jednotlivých nástrojů, které jsou často definovány pomocí státních zákonných regulací, právních předpisů, licenčních omezení a podobně. (Stejskal & Rais, 2010)

Tabulka 4: Matice rizik s vyznačenými scénáři

Mapa rizik		Pravděpodobnost	
		<i>Velmi nízká</i>	<i>Velmi vysoká</i>
Dopad	<i>Velmi vysoký</i>	Převod rizika	Odmítnutí rizika
	<i>Velmi malý</i>	Přijmutí rizika	Snížení rizika

Zdroj: vlastní zpracování

Výstupů tohoto kroku (plánování obrany proti rizikům) řízení rizik je kvůli jeho obsáhlosti hned několik. Jako první výstup lze dozajista uvést aktualizovaný registr rizik. Tento je na konci kroku obrany proti rizikům vedle ohodnocených (dopadem, pravděpodobností nastání, celkovou hodnotou) a identifikovaných (hrozba a scénář) rizik doplněno právě o to, jak se s riziky bude dále nakládat. K tomu jsou u jednotlivých rizik případně vyplněny položky hodnoty protipatření. Tedy kolik přibližně bude stát navržený scénář pro každé jednotlivé riziko. Ve zkratce tedy, jak nákladné bude vyhnutí se riziku, snížení rizika či jeho převedení na jiný subjekt (pojistka). Mimo to i v tomto kroku bývají dále aktualizovány data z kroků předchozích výše popsaných.

Dalším výstupem pak je aktualizace plánu celého projektu a případně i plánu řízení rizik. Zde jsou uvedeny soubory strategií na obranu proti daným rizikům. Dále jsou navrženy další postupy s riziky spjatými. Mezi tyto lze zařadit návrh monitorování, možnosti měření a dalších kontrolních metod vztahených k zjišťování aktuálního stavu projektu a dílčích částí s projektem souvisejících. Tyto kontrolní mechanismy musejí být dále podrobněji popsány, aby bylo zřejmé, kdy je možné indikované stavy považovat za potenciální hrozbu.

Kromě těchto dvou základních výstupů existují samozřejmě i leckteré další výstupy, kterými jsou všemožné podklady vyplývající z navržených protiopatření. Těmito mohou být například podklady pro vytvoření smluv s externími partnery u těch rizik, která jsou navržena pro přenesení na další subjekt. Mohou to ale také být podklady pro vyjednávání se sponzorem projektu z důvodu eventuálních vícenákladů plynoucích s většího množství identifikování většího než očekávaného množství kritických rizik, které je logicky nutno odvracet. Výstupů tohoto kroku ovšem logicky může (a obvykle i bývá) vícero.

3 Kroky řízení rizik

Jak již bylo v úvodu této práce nastíněno, hlavním jejím cílem je provést analýzu a hodnocení rizik projektu vývoje hybridního nízkopodlažního motorového vozu pro provoz na vedlejších tratích. Rizika v tomto vývoji jsou identifikovaná ve třech hlavních kategoriích, kterými jsou:

1. Rizika spojená s vývojem motorového vozu jako celku, tedy navržení základních parametrů a stavební struktury,
2. Rizika spojená s vývojem inovativního řešení pojezdu nízkopodlažního vozu,
3. Rizika spojená s vývojem hybridního pohonu

V této kapitole tedy budou jednotlivá rizika všech tří výše zmíněných kategorií analyzována podle metodiky nastíněné v předchozí kapitole. Nad riziky tedy bude prováděna pětistupňová analýza a její výstupy budou podkladem pro finální řešení.

3.1 Plánování řízení rizik

V tomto kroku je vytvořen plán řízení rizik, jež je jakýmsi manuálem pro celý proces řízení rizik. Tento plán definuje jednotlivé kroky, které po sobě následují, metody pro tyto kroky použité a v neposlední řadě i všechny údaje, které jsou pro rizika nutné znát, aby bylo možné navrhnout řešení.

1. Plán řízení rizik vývoje hybridního nízkopodlažního motorového vozu pro provoz na vedlejších tratích, který je předmětem této bakalářské práce, tedy jest takovýto:
2. Stanovení velikosti projektu, kdy se rizika budou řídit ve třech výše uvedených skupinách majících vliv na vývoj a návrh inovativních řešení jednotlivých částí motorových vozů.
3. Přípustná rizikovost projektu je vzhledem k jeho vývojovému zaměření stanovena jako vysoká a to pro všechny části projektu.
4. Vytvoření registru rizik, který bude mít tři části podle výše zmíněných kategorií rizik.
5. Naplnění této databáze daty, tedy dojde k identifikaci rizika a doplnění údajů těchto rizik do této databáze takto:

- a. Identifikace rizika, kdy je riziko identifikováno, je mu přiřazen název, značka.
 - b. Popsání scénářů jednotlivých již identifikovaných rizik, kdy je pro každé riziko popsán scénář, tedy přesně jaké dané riziko je a co může způsobit v případě svého nastání.
 - c. Seskupení jednotlivých identifikovaných rizik do věcně podobných rizikových kategorií, tedy aby v každé takovéto kategorii byla zařazena právě ta rizika, která ovlivňují některý konstrukční celek, aby tímto bylo možno procesně jednodušeji a přehledněji tato rizika dále řídit.
 - d. Provedení kvalitativní analýzy, kdy se každému riziku přiřadí předpokládané hodnoty dopadu a pravděpodobnosti nastání. Jak pro dopad, tak pro pravděpodobnost nastání se bude pracovat se stupnicí o pěti stupních. Tyto stupně budou od nejmenšího po největší (velmi malý, malý, střední, značný/vysoký, extrémní/velmi vysoký) v tomto pořadí.
 - e. Provedení kvantitativní analýzy tam, kde to bude možné. Přiřadit číselnou hodnotu pravděpodobnosti vycházející z kvalitativní analýzy problematice není, ovšem vyčíslit dopad je u těchto kroků relativně problematické.
 - f. Navrhnutí obrany a také protiopatření proti jednotlivým známým rizikům.
6. Vytvoření map rizik pro všechny tři posuzované oblasti a zařazení rizik těchto oblastí do mapy rizik.
 7. Vyčíslení nákladů na protiopatření proti rizikům a to jak pro jednotlivá rizika, tak případně i proti některým vybraným skupinám rizik za předpokladu, že skupinové opatření se bude jevit jako výhodnější varianta.

Z hlediska strategických projektových rizik jsou identifikována rizika:

- Riziko nevyvinutí potřebných inovativních komponent a konstrukčních celků, které bude mít vliv na tržní neúspěšnost výsledného výrobku. Toto riziko je snaha odmítnout právě řízením rizika celého tohoto projektu.
- Riziko odklonu objednavatelů veřejné dopravy od kolejových vozidel, které bude mít za následek nezájem o nové vozy. Toto riziko je přijato především proto, že pravděpodobnost nastání takového scénáře je v dnešní době limitně se blíží k nule.

- Riziko nezájmu veřejnosti o cestování na lokálních tratích, díky čemuž nebude zájem objednavatelů veřejné dopravy o nová vozidla. Toto riziko je snaha snižovat právě inovativními řešeními nových motorových vozů určených ke komfortnímu a rychlému cestování.

Všechna tři výše zmíněná strategická rizika by v případě svého nastání měla extrémní dopad na ekonomickou výhodnost projektu a tento by mohla velice ohrozit, avšak pravděpodobnost jejich nastání je velice nízká a samotný projekt má za cíl snížit už tak nízkou pravděpodobnost nastání těchto rizikových případů.

3.2 Identifikace rizika

V tomto kroku je založen registr rizika a jsou do něj zapsána identifikovaná rizika. Tato rizika jsou následně v registru seřazena a roztríděna do skupin podle jejich vztahové sounáležitosti.

V tomto kroku byly provedeny identifikace možných rizikových dějů a konstrukčních celků a to ve třech hlavních skupinách. Těmi jsou, jak již bylo výše zmíněno, celá koncepce motorového vozu, jeho pojezd a jeho pohon. Následně byly pro každou takovouto skupinu vytvořeny podskupiny, které zahrnují rizika vztahující se právě k jednotlivým dílčím funkčním uzlům.

Z hlediska struktury této práce budou jednotlivé skupiny vyjádřeny nižšími podkapitolami a podskupiny budou seskupeny do tabulek tak, aby byla zajištěna přehlednost a jednoznačnost. Všechna rizika jsou následně pro přehlednost a systematickosti značena pomocí dvou písmen a jednoho čísla, kdy první písmeno značí skupinu (W - Celý vůz, P - pojezd vozu a A - Pohon vozu), druhé písmeno značí podskupinu a číslo pořadí rizika v dané podskupině.

Z důvodu přehlednosti budou v tabulkách uvedeny pouze značky, názvy a hrozby rizik. Samotný scénář pro jednotlivá rizika bude následně kvůli jeho jasné definici popsán pod tabulkou v samostatných odrážkách s uvedením již jen značky rizika.

3.2.1 Identifikace rizik celého vozu

V této části procesu řízení rizik byly identifikovány celkem tři základní podskupiny rizik, kterými jsou navrhovaná kapacita vozu (WK), celková koncepce vozu (WT) a legislativní rizika (WL). V této části bylo celkem identifikováno **14 rizik**.

Tabulka 5: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **kapacita vozu**

Značka	Název	Hrozba
WK1	Velikost vozu	Nevhodně navržená velikost vozu
WK2	Přepravní kapacita	Kapacita neodpovídá poptávce
WK3	Nízkopodlažnost	Nesplnění požadavků na nízkopodlažnost
WK4	Počet sedadel	Nedostatek pevných sedadel
WK5	Jízdní komfort	Nedostatek jízdního komfortu

Zdroj: vlastní zpracování

- **WK1** - bude-li vůz moc velký, nesplní normy; bude-li vůz moc malý, nedosáhne potřebné kapacity
- **WK2** - navržená kapacita 70, objednavatel bude chtít jinou kapacitu a vůz nebude tržně úspěšný
- **WK3** - chybějící nízkopodlažnost redukuje tržní úspěšnost produktu, moc velká poptávaná nízkopodlažnost pak znemožní technické řešení
- **WK4** - při splnění požadavků nízkopodlažnosti nemusí být dostatek pevných sedadel podle vypočtené kapacity, neoblíbenost cestujících
- **WK5** - chybějící klimatizace, špatný návrh komfortních systémů, nekomfortní jízdní vlastnosti mají za následek potencionální nevyužití opce a tržní neúspěšnost

Tabulka 6: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **koncepce vozu**

Značka	Název	Hrozba
WT1	Počet náprav	Vysoké nápravové tlaky
WT2	Počet hnacích náprav	Špatná trakce
WT3	Stavba skříně	Nevhodnost diferenciální stavby
WT4	Stavba pojezdu	-
WT5	Druh pohonu	-
WT6	Požadovaná rychlost	Nedostatečnost rychlosti 120 km/h
WT7	Bezpečnostní požadavky	Nesplnění bezpečnostních předpisů
WT8	Hmotnost vozu	Překročení dovolených nápravových tlaků

Zdroj: vlastní zpracování

- **WT1** - překročení povolených nápravových tlaků pro provoz na lokálních tratích v případě vysoké hmotnosti a malého počtu náprav znemožní nasazení vozu
- **WT2** - v případě malého počtu hnacích náprav bude mít vůz špatné trakční vlastnosti, výsledkem budou delší jízdní doby a špatná stoupavost vedoucí k znevýhodnění produktu

- **WT3** - vyšší hmotnost povede k zvýšení spotřeby
- **WT4** - Riziko řešeno samostatně do podrobně ve skupině {it Pojezdu vozu}
- **WT5** - Riziko řešeno samostatně do podrobně ve skupině {it Pohonu vozu}
- **WT6** - požadavek zákazníků pro provoz na koridorových tratích s vyšší rychlostí nebude vůz schopen plnit, což povede k jeho znevýhodnění na trhu
- **WT7** - při homologačním provozu jsou objeveny nedostatky v plnění bezpečnostních předpisů vedoucí k dodatečným nákladům
- **WT8** - překročení hmotnosti ve vztahu ke počtu náprav má za následek neplnění norem pro jízdu na lokálních tratích s nižší únosností a znemožnění provozu

Tabulka 7: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **legislativa**

Značka	Název	Hrozba
WL1	Plnění norem	Nesplnění technických norem TSI a ČSN
WL2	Změny norem	Změny technických norem TSI a ČSN
WL3	Bezpečnost	Nesplnění požadavků na crashovou odolnost

Zdroj: vlastní zpracování

- **WL1** - jednotlivé vývojové komponenty neodpovídají právním předpisům díky čemuž nelze získat homologaci
- **WL2** - v průběhu vývoje dojde ke změnám technických norem díky čemuž bude třeba některé komponenty přepracovat, což zabere více času a nákladů
- **WL3** - riziko úzce spjaté s neplněním norem, jelikož bezpečnost je součástí norem, avšak velice obtížně měřitelná

3.2.2 Identifikace rizik pojezdu vozu

V této části procesu rizik bylo identifikováno celkem osm podskupin rizik, kterými jsou koncepce pojezdu (PK), uložení dvojkolí (PU), vedení dvojkolí (PD), pohon a brzdy dvojkolí (PA), primární vypružení (PP), sekundární vypružení (PS), rám podvozku (PR) a přenos tažných sil (PT). V této části bylo celkem identifikováno **38 rizik**.

Tabulka 8: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **koncepce pojezdu**

Značka	Název	Hrozba
PK1	Počet náprav podvozku	Nevhodně zvolený počet náprav
PK2	Otočnost podvozku	Nemožnost průjezdu oblouky
PK3	Nejvyšší rychlost	Nedosažení navržené rychlosti
PK4	Návrat po otočení	Řešení vratných pružin

Zdroj: vlastní zpracování

- **PK1** - navržené řešení jednonápravového polopodvozku nebude funkční pro jízdu
- **PK2** - v případě malé otočnosti podvozků nebude možné projíždět oblouky o malých poloměrech, které jsou pro lokální tratě časté a typické, což povede k absolutní tržní a funkční neúspěšnosti produktu
- **PK3** - podvozek nebude schopen dosáhnout nejvyšší rychlost projektovanou pro motorový vůz, výsledkem čehož bude omezení pro nasazení vozu a jeho tržní znevýhodnění
- **PK4** - inovativní řešení jednonápravového podvozku s vratnými pružinami nebude zcela funkční, což povede k špatným jízdním vlastnostem a delším jízdním časům

Tabulka 9: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **uložení dvojkolí**

Značka	Název	Hrozba
PU1	Typ ložisek	Špatný typ otočného uložení
PU2	Provozní životnost	Nedostatečná životnost ložisek
PU3	Spolehlivost	Nedosažení projektované spolehlivosti

Zdroj: vlastní zpracování

- **PU1** - zvolený typ ložisek nebude pro dané řešení vhodný z hlediska únosnosti a v důsledku bude třeba tyto často měnit
- **PU2** - úroveň výrobcem uváděné životnosti nebude dosahovat předpokládaných hodnot, což povede k častější výměně
- **PU3** - úroveň výrobcem zaručené spolehlivosti nebude dosahovat předpokládaných hodnot, což povede k častější výměně

Tabulka 10: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **vedení dvojkolí**

Značka	Název	Hrozba
PD1	Přenos tažných sil na rám	Nevhodnost navrženého řešení
PD2	Eliminace nerovností	Vyrovnání se s nerovnostmi
PD3	Jízdní vlastnosti	Vedení dvojkolí přenesení trakci
PD4	Typ vypružení	Negativní vliv vypružení
PD5	Uložení a montáž ložisek	Špatné ložiskové domky

Zdroj: vlastní zpracování

- **PD1** - navržené kavýčkové vedení dvojkolí nebude pro daný účel dostatečné a nezajistí dostatečný přenos sil, výsledkem čehož bude nefunkčnost podvozku

- **PD2** - kývačkové vedení nebude schopno vykrývat nerovnosti pro lokální tratě typické
- **PD3** - kývačkové vedení neumožní dostatečný přenos trakce
- **PD4** - navržený typ vypružení bude negativně působit na chodové vlastnosti podvozku a dvojkolí
- **PD5** - navržené ložiskové domky budou z hlediska výrobního složité a z hlediska montážního uživatelsky nepřívětivé což povede k větší pracnosti

K této podskupině identifikovaných rizik z tabulky 10 (rizika PD1 až PD4) lze poznamenat, že nastání těchto bude mít za následek faktickou nefunkčnost navrhovaného řešení, výsledkem čehož by bylo zmaření projektu, proto je tomuto třeba věnovat zvláštní důraz (a jak bude později poznamenáno) stavbou prototypu tato rizika odmítnout.

Tabulka 11: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **pohon a brzdy**

Značka	Název	Hrozba
PA1	Typ pohonu	Nefunkčnost pohonné hydrostatiky
PA2	Zajištění přenosu M_k	Volba nápravové převodovky
PA3	Uložení převodovky	Velikost neodpružených hmot
PA4	Snížení neodpružených hmot	Velikost nápravové převodovky
PA5	Typ brzd	Nedostatečné brzdící procento
PA6	Zajištění bezpečné jízdy	Nebezpečnost jízdy
PA7	Ovládání brzd	Nevhodnost brzdového ovládání

Zdroj: vlastní zpracování

- **PA1** - navržený hydrostatický způsob přenosu výkonu nebude vyhovovat požadovanému hybridnímu uspořádání a neumožní jeho funkci
- **PA2** - zvolená čelní/kuželová převodovka není vhodná pro takovýto pohon z důvodu vysokých neodpružených hmot
- **PA3** - závěskové uložení převodovky generuje velké síly neodpružených hmot do rámu a způsobuje jeho hmotnostní naddimenzování
- **PA4** - zvolená skříň nápravové převodovky vyvoluje zbytečné namáhání rámu a jeho větší hmotnost
- **PA5** - zvolený typ brzd není schopen zajistit dostatečné brzdění vozidla
- **PA6** - zvolená kombinace pohonu a brzd nebude plnit předepsané normy TSI a nebude schopna zajistit bezpečnost provozu - nezískání homologačního certifikátu

- **PA7** - zvolené pneumatické ovládání brzd není schopné vyvodit požadovanou brzdicí sílu čímž je ohrožena bezpečnost provozu

Tabulka 12: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **primární vypružení**

Značka	Název	Hrozba
PP1	Snížení dynamických účinků	Nedostatečné dynamické tlumení
PP2	Počet pružin primáru	Malý počet pružin primáru
PP3	Komfort jízdy vozidla	Nevhodné naladění frekvencí
PP4	Uložení vypružení	Nevhodné uložení pružin
PP5	Tuhost vypružení	Špatně navržená tuhost
PP6	Typ vypružení	Nevhodný typ vypružení

Zdroj: vlastní zpracování

- **PP1** - primární vypružení jako celek neznemožňuje dynamickým silám působit na zbylé hmoty a tím snižuje jejich životnost
- **PP2** - navržený počet pružin primárního vypružení není schopen dosáhnout požadované tuhosti
- **PP3** - nevhodným použitím kombinací pružin s tlumiči nastanou nechtěné vlastní frekvence vedoucí k nekomfortní jízdě
- **PP4** - pružiny s narážkami jsou špatně lokalizovány do stavby rámu a ložiskových domků což vede k jejich degradaci
- **PP5** - nevhodné naladění pružin na určitou tuhost má za následek zvýšené dynamické namáhání rámu podvozku a tím ke snížení jeho životnosti
- **PP6** - je zvolen typ vypružení, který není pro daný účel optimální, což vede ke zhoršení komfortu jízdy vozidla

Tabulka 13: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **sekundární vypružení**

Značka	Název	Hrozba
PS1	Jízdni komfort vozidla	Nevhodné naladění tuhostí
PS2	Tuhost vypružení	Špatně navržená tuhost
PS3	Uložení vypružení	Nevhodné uložení pružin
PS4	Typ vypružení	Nevhodný typ vypružení

Zdroj: vlastní zpracování

- **PP1** - nevhodným naladěním poměru tuhostí a vlastních frekvencí dojde k nekomfortní jízdě
- **PP2** - nevhodné naladění pružin na určitou tuhost má za následek zvýšené dynamické namáhání vozu, jeho posádky a tím i komfortu cestování

- **PS3** - pružiny s narážkami jsou špatně lokalizovány do stavby rámu a skříně vozu což vede k degradaci jejich účinku
- **PS4** - je zvolen typ vypružení, který není pro daný účel optimální, což vede ke zhoršení komfortu jízdy vozidla a jeho posádky

Tabulka 14: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **rám podvozku**

Značka	Název	Hrozba
PR1	Hmotnost	Nadměrná hmotnost rámu
PR2	Tuhost rámu	Nedostatečná tuhost rámu
PR3	Uložení dalších komponent	Umístění montovaných komponent
PR4	Zabezpečení montáže	Obtížnosti při výrobě rámu
PR5	Vhodnost materiálu	Nevhodnost použitého materiálu
PR6	Uložení skříně	Neefektivní spojení rámu se skříní

Zdroj: vlastní zpracování

- **PR1** - navržený rám bude mít zbytečně velkou hmotnost vedoucí k vyšší neefektivnímu využití materiálu, vyšší hmotnosti vozu vyšším nákladům na výrobu a provoz
- **PR2** - z důvodu vysoké poddajnosti rámu budou problematické jízdní zkoušky a bude muset dojít k jeho vyztužení a tím pádem zvýšení jeho hmotnosti, což bude obnášet vyšší náklady
- **PR3** - montáž dalších komponent na rám v případě jejich uživatelské nepřístupnosti zvýší pracnost a tím i cenu
- **PR4** - konstrukce rámu je taková, že neumožňuje efektivní svařování (výrobu) rámu na automatech, čímž se značně zvyšuje pracnost a náklady na výrobu
- **PR5** - pro stavbu rámu je využit nevhodný materiál (druh ocele, tloušťka plechů) a tím pádem dojde ke zvýšení hmotnosti za jinak stejných podmínek
- **PR6** - způsob spojení skříně s rámem neodpovídá potřebě, čímž dojde ke zvýšení hmotnosti

Tabulka 15: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **přenos tažných sil**

Značka	Název	Hrozba
PT1	Přenos sil na skřín	Neefektivní způsob přenosu sil
PT2	Rovnoměrnost rozdělení sil	Nerovnoměrné přenášení sil
PT3	Volnost pro vrtění	Umožnění podvozkového vrtění

Zdroj: vlastní zpracování

- **PT1** - zvolené řešení způsobu přenosu sil z rámu na skříň je neefektivní, což vede ke zvýšení hmotnosti a nákladů
- **PT2** - přenos statických sil ze skříňe na podvozek je rovnoměrně rozložen na otočný čep a na sekundární vypružení, v opačném případě je rám více zatěžován, což vede k jeho zvýšené hmotnosti
- **PT3** - při špatném nastavení tlumičů dojde k vrtivému pohybu skříňe vůči podvozku vedoucí ke snížení komfortu cestování

3.2.3 Identifikace rizik pohonu vozu

V této části procesu řízení rizik bylo identifikováno celkem pět podskupin rizik, kterými jsou typ pohonu (AT), spalovací motor (AV), hybridní část (AH), planetová převodovka (AG) a hydrostatické vedení (AU). V této části bylo celkem identifikováno **21 rizik**.

Tabulka 16: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **typ pohonu**

Značka	Název	Hrozba
AT1	Hybridnost	Navržené hybridní řešení nebude efektivní
AT2	Přenos výkonu	Nedostatečný přenos výkonu na kola
AT3	Emisní limity	Celkový provoz nebude dostatečně hybridní
AT4	Účinnost	Moc velké ztráty účinnosti přenosu M_k
AT5	Hmotnost	Příliš vysoká hmotnost pohonu
AT6	Požadovaný M_k	Nedostatečná generace M_k pohonem

Zdroj: vlastní zpracování

- **AT1** - hybridní pohon vozu nebude dostatečně efektivní, aby jeho přínosy převážily nad vynaloženými náklady
- **AT2** - pomocí hydrostatiky nebude možné zabezpečit požadovanou trakci, špatná trakce ovlivňuje tržní úspěšnost produktu
- **AT3** - vzniklé emise na kilometr jízdy budou překračovat povolené normy a vznikne povinnost platit ekologické daně
- **AT4** - efektivnost přenosu výkonu z hnacího agregátu na kola bude nízká, což povede k nutnosti předdimenzovat pohon za jinak stejných podmínek
- **AT5** - hmotnost celé pohonné jednotky bude nadměrná, což ztíží konstrukci celého vozu a vyžádá si dodatečné náklady
- **AT6** - pohonný celek nebude schopen vytvořit dostatečný M_k , což povede k omezení trakčních vlastností a tržnímu znevýhodnění produktu

Tabulka 17: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **spalovacího motoru**

Značka	Název	Hrozba
AV1	Účinnost	Nízká účinnost přeměny paliva
AV2	Hmotnost	Nadměrná hmotnost agregátu
AV3	Spotřeba	Nadměrná spotřeba paliva
AV4	Emisní limity	Překročené emisní limity
AV5	Uložení motoru	Nedostatečné uložení motoru
AV6	Cena	Vysoká cena agregátu

Zdroj: vlastní zpracování

- **AV1** - spalovací motor v reálném provozu bude vykazovat menší účinnost a tím větší spotřebu a emisní zátěž, neekonomické využití vynaložených prostředků
- **AV2** - vyšší hmotnost povede k větším nárokům na uložení motoru a konstrukci skříně vozu
- **AV3** - spotřeba v reálném provozu bude vyšší, což povede k horší ekonomičnosti provozu a vyšším emisím spojeným s vyššími provozními náklady
- **AV4** - množství emisí na kW energie v reálném provozu bude vysoké, což povede k ohrožení ekonomičnosti provozu a platbě ekologických daní
- **AV5** - uložení motoru nezajistí ochranu skříně vozu před vibracemi, což povede k provozní neoblíbenosti a tržnímu znevýhodnění
- **AV6** - cena pohonného agregátu bude příliš vysoká

Tabulka 18: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **hybridní část**

Značka	Název	Hrozba
AH1	Životnost baterií	Nízká provozní životnost baterií
AH2	Zlepšení účinnosti	Nízký pozitivní vliv na účinnost
AH3	Vliv na cenu	Vysoká cena hybridních komponent
AH4	Vliv na hmotnost	Nadměrná hmotnost hybridních komponent
AH5	Rekuperace	Technicky nedostatečná rekuperace

Zdroj: vlastní zpracování

- **AH1** - životnost baterií v reálném provozu bude nižší, než udával výrobce a bude častěji docházet k jejich výměně
- **AH2** - vliv hybridní částí na celkovou účinnost bude malý a ekonomicky nevýrazný
- **AH3** - celková cena hybridních komponent bude ve výrazné neúměře k provozním úsporám

- **AH4** - vyšší hmotnost povede k vyšším nárokům na uložení hybridní části a konstrukci skříně vozu
- **AH5** - rekuperace nebude schopna zajistit dostatečný přísun energie pro efektivní využití hybridnosti

Tabulka 19: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **planetové převodovky**

Značka	Název	Hrozba
AG1	Životnost	Nedostatečná životnost převodovky
AG2	funkčnost	Nefunkčnost planetových převodů podle předpokladů

Zdroj: vlastní zpracování

- **AG1** - provozní spolehlivost a životnost planetové převodovky bude nízká, což povede k vyšší servisním nákladům
- **AG2** - nedosažení předpokládaných provozních stavů v reálném provozu vedoucí k snížení funkčnosti pohonu a požadované ekonomické efektivitě

Tabulka 20: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny **hydrostatického přenosu**

Značka	Název	Hrozba
AU1	Dimenzování	Poddimenzované hydrostatické vedení
AU2	Vhodnost využití	Nevhodnost použití hydrostatiky

Zdroj: vlastní zpracování

- **AU1** - hydrostatika nebude schopna přenášet požadovaný výkon, což povede ke zhoršení trakčních vlastností a tržní úspěšnosti produktu
- **AU2** - pro daný typ motorového vozu nebude hydrostatika vyhovující

3.3 Kvalitativní analýza

V tomto kroku jsou již identifikovaná rizika uvedená v registru rizik podrobována detailnějšímu zkoumání. Je měřena jejich závažnost a předvídatelnost a to jak samostatně, tak ve vazbě na další rizika.

Kvalitativní analýza byla prováděna nad všemi riziky rozdělenými do tří již výše zmíněných skupin podle jejich vztahu k projekčním uzlům motorového vozu. Tyto skupiny jsou i nadále vyjádřeny samostatnými podkapitolami pro zachování přehlednosti. Po uvedení jednotlivých tabulek s kvalifikovaně analyzovanými riziky je každá podkapitola zakončena mapou rizik, do které byla výše identifikovaná a analyzovaná rizika přehledně umístěna.

Pro zajištění přehlednosti budou v této kapitole v tabulkách a mapách rizik použité již aplikované značky rizik z předchozího kroku. V tabulkách budou dále uvedeny sloupce dopadu a pravděpodobnosti, jejichž hodnoty se budou řídit podle klasifikace uvedené v plánu rizik.

3.3.1 Kvalitativní analýza rizik celého vozu

V tomto kroku procesu řízení rizik byly do registru doplněny údaje dopadu a pravděpodobnosti ke třem podskupinám a to navrhované kapacitě vozu (WK), celkové koncepcie (WT) a legislativním rizikům (WL).

Tabulka 21: Tabulka kvalifikovaných rizik skupiny **celého vozu**

Značka	Dopad	Pravděpodobnost	Značka	Dopad	Pravděpodobnost
WK1	extrémní	velmi vysoká	WK4	střední	malá
WK2	značný	velmi malá	WK5	střední	malá
WK3	značný	vysoká			
WT1	extrémní	velmi vysoká	WT5	-	-
WT2	značný	vysoká	WT6	střední	velmi malá
WT3	malý	velmi malá	WT7	extrémní	vysoká
WT4	-	-	WT8	značný	velmi vysoká
WL1	střední	malá	WL3	malý	malá
WL2	střední	malá			

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 1: Mapa rizik kvalitativní analýzy skupiny **celého vozu**

	Pravděpodobnost				
	<i>Velmi malá</i>	<i>Malá</i>	<i>Střední</i>	<i>Vysoká</i>	<i>Velmi vysoká</i>
<i>Extrémní</i>				WT7	WK1 WT1
<i>Značný</i>	WK2			WK3 WT2	WT8
<i>Střední</i>	WT6	WK4, WK5 WL1, WL2			
<i>Malý</i>	WT3	WL3			
<i>Velmi malý</i>					

Zdroj: vlastní zpracování, 2020

Obrázek 1 zobrazuje přehledné zařazení identifikovaných a již i kvalifikovaných rizik do mapy rizik. Tato přehledně ukazuje závažnost jednotlivých rizik z tabulky 21. Již z této mapy je dobře odušitelné, jakým způsobem budou tato rizika dále řešena. Tedy rizika umístěná v pravém horním rohu jsou zralá na odmítnutí a rizika zbylá na redukci či pojištění.

3.3.2 Kvalitativní analýza rizik pojezdu vozu

V tomto kroku procesu řízení rizik byly do registru doplněny údaje dopadu a pravděpodobnosti k osmi podskupinám a to koncepci pojezdu (PK), uložení dvojkolí (PU), vedení dvojkolí (PD), pohonu a brzd dvojkolí (PA), primárního (PP) a sekundárního (PS) vypružení, rámu podvozku (PR) a přenosu tažných sil (PT).

Tabulka 22: Tabulka kvalifikovaných rizik skupiny **pojezdu vozu**

Značka	Dopad	Pravděpodobnost	Značka	Dopad	Pravděpodobnost
PK1	extrémní	střední	PK3	střední	velmi malá
PK2	značný	malá	PK4	značný	vysoká
PU1	velmi malý	střední	PU3	malý	střední
PU2	malý	střední			
PD1	značný	velmi malá	PD4	velmi malý	malá
PD2	střední	velmi malá	PD5	malý	malá
PD3	střední	velmi malá			
PA1	velký	střední	PA5	značný	velmi malá
PA2	střední	střední	PA6	extrémní	velmi malá
PA3	malý	vysoká	PA7	značný	velmi malá
PA4	malý	střední			
PP1	značný	střední	PP4	střední	malá
PP2	střední	střední	PP5	malý	malá
PP3	malý	střední	PP6	značný	střední
PS1	malý	střední	PS3	střední	malá
PS2	malý	malá	PS4	značný	malá
PR1	malý	vysoká	PR4	střední	malá
PR2	značný	malá	PR5	malý	malá
PR3	malý	vysoká	PR6	střední	střední
PT1	střední	malá	PT3	střední	velmi malá
PT2	střední	střední			

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 2: Mapa rizik kvalitativní analýzy skupiny **pojezdu vozu**

	Pravděpodobnost				
	<i>Velmi malá</i>	<i>Malá</i>	<i>Střední</i>	<i>Vysoká</i>	<i>Velmi vysoká</i>
<i>Extrémní</i>	PD6		PK1		
<i>Značný</i>	PD1, PD5 PD7	PK2, PS4 PR2	PP1, PP6	PK4	
<i>Střední</i>	PK3, PD2 PT3	PP4, PS3 PR4, PT1	PP2, PT2 PR6		
<i>Malý</i>		PP5, PS2 PR5	PU2, PU3 PP3, PS1	PD3, PR1 PR3	
<i>Velmi malý</i>		PD4	PU1		

Zdroj: vlastní zpracování, 2020

Obrázek 2 zobrazuje přehledné zařazení identifikovaných a již i kvalifikovaných rizik do mapy rizik. Tato přehledně ukazuje závažnost jednotlivých rizik z tabulky 22. Vzhledem k umístění většiny rizik do středu mapy budou tato rizika dále řešena pomocí téměř všech nástrojů, kterými jsou rizika dále řízena.

3.3.3 Kvalitativní analýza rizik pohonu vozu

V tomto kroku procesu řízení rizik byly do registru doplněny údaje dopadu a pravděpodobnosti k pěti podskupinám a to typu pohonu (AT), spalovacímu motoru (AV), hybridní části (AH), planetové převodovce (AG) a hydrostatickému vedení (AU).

Tabulka 23: Tabulka kvalifikovaných rizik skupiny **pohonu vozu**

Značka	Dopad	Pravděpodobnost	Značka	Dopad	Pravděpodobnost
AT1	střední	střední	AT4	značný	malá
AT2	značný	střední	AT5	střední	malá
AT3	extrémní	střední	AT6	značný	malá
AV1	střední	malá	AV4	extrémní	malá
AV2	malý	velmi malá	AV5	střední	velmi malá
AV3	značný	malá	AV6	střední	malá
AH1	značný	malá	AH4	malý	velmi malá
AH2	malý	střední	AH5	střední	velmi malá
AH3	střední	malá			
AG1	malý	střední	AG2	střední	velmi malá
AU1	značný	velmi malá	AU2	extrémní	velmi malá

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 3: Mapa rizik kvalitativní analýzy skupiny **pohonu vozu**

	Pravděpodobnost				
	<i>Velmi malá</i>	<i>Malá</i>	<i>Střední</i>	<i>Vysoká</i>	<i>Velmi vysoká</i>
<i>Extrémní</i>	AU2	AV4	AT3		
<i>Značný</i>	AU1	AT4, AT6 AV3, AH1	AT2		
<i>Střední</i>	AV5 AH5, AG2	AT5, AV1 AH3	AT1, AV6		
<i>Malý</i>	AV2, AH4		AH2, AG1		
<i>Velmi malý</i>					

Zdroj: vlastní zpracování, 2020

Obrázek 3 zobrazuje přehledné zařazení identifikovaných a již i kvalifikovaných rizik do mapy rizik. Tato přehledně ukazuje závažnost jednotlivých rizik z tabulky 23. Vzhledem ke většinové lokaci rizik v mapě do středu až levého horního rohu, budou rizika následně řešena především pomocí redukcí a pojištění.

3.4 Kvantitativní analýza

V tomto kroku analýzy rizik jsou jednotlivým identifikovaným rizikům přiřazeny (po podrobném zkoumání) číselné hodnoty jejich dopadu a pravděpodobnosti, jejichž vynásobením je vyjádřena přesná hodnota rizika. Tyto jsou poté uvedeny do aktualizovaného registru rizik.

Vyčíslení **pravděpodobnosti** nastání jednotlivých rizik není problematické a více méně vychází z předchozího kroku (kvalitativní analýzy), kdy jsou slovním ohodnocením přiřazena číselná vyjádření z intervalu $<0;1>$. Lze tedy snadno provést interpolaci tohoto intervalu podle počtu kvalifikovaných kategorií.

Ovšem vyčíslení **dopadu** již takto jednoduché není. Z předchozího kroku jsou sice již známy slovní ohodnocení, avšak tato vyjadřují závažnost jednotlivých rizik a ne moc rozlišují mezi jednotlivými riziky. Pro podrobnou kvantifikaci dopadu je třeba znát přesné číselné hodnoty jednotlivých celků. Tyto přesné číselné hodnoty lze u některých rizik jen odhadovat na základě podrobných rozborů a u některých je pak možno tyto vyčíslit z podrobných kalkulací, jejichž dostupnost je extrémně omezená a výrobci

většinou značně chráněná. Vzhledem ke složitosti těchto postupů, ochraně obchodního tajemství a rozsahu bakalářské práce bylo v součinnosti s odbornými konzultanty rozhodnuto, o vypuštění tohoto kroku. Pro plánování obrany a odvrácení rizik bude využito výstupů kvalitativní analýzy.

3.5 Plánování obrany proti rizikům

Tento krok zahrnuje navržení taktik a opatření, která hrozící rizika vypořádávají. Je tedy rozhodnuto, jak se s rizikem bude dále zacházet a co bude třeba udělat proto, aby riziko bylo odvráceno. Výstupem tohoto kroku je dokončení registru řízení rizik.

Plánování obrany bylo provedeno pro všechny skupiny rizik z registru a to ve dvou krocích. Prvním krokem bylo navržení postupu práce s rizikem, tedy jak bude s rizikem dále nakládáno a pak jakými postupy bude tohoto dosaženo.

Pro zajištění přehlednosti bude i v této kapitole využito předchozích značek a členění do tří skupin podle vztahu rizik k jednotlivým funkčním celkům. Do tabulek bude uvedena kromě značky rizika též i navrhovaná obrana. Přesný způsob jak bude riziko vypořádáno, bude uveden v samostatných odrážkách pod tabulkami.

3.5.1 Plánování obrany rizik celého vozu

V tomto kroku procesu řízení rizik byly do registru doplněny údaje o plánované obraně a obraných opatřeních ke třem podskupinám a to navrhované kapacitě vozu (WK), legislativním rizikům (WL) a celkové koncepci (WT).

Tabulka 24: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupin **kapacita a legislativa**

Značka	Obrana	Značka	Obrana
WK1	odmítnutí	WL1	redukce
WK2	redukce, pojištění	WL2	zajištění
WK3	odmítnutí	WL3	přijmutí (aktivní)
WK4	redukce		
WK5	redukce		

Zdroj: vlastní zpracování

- **WK1** - důkladný rozbor technických uzlů s přesahem na požadavky trhu
- **WK2** - výzkum trhu objednavatelů veřejné dopravy na poptávaná vozidla
- **WK3** - výzkum trhu a trendu vývoje obdobných produktů
- **WK4** - výzkum trhu a trendu vývoje obdobných produktů

- **WK5** - výzkum vývojových trendů komfortních systémů, výzkum požadavků cestujících
- **WL1** - pravidelné kontroly normalizátorů nad vývojovými etapami
- **WL2** - smluvní ošetření s odběrateli, že dojde-li ke změnám norem, lze pak prodloužit dobu plnění
- **WL3** - působení na vývojáře a kvalitní výpočtové simulace

Tabulka 25: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupiny **koncepce**

Značka	Obrana	Značka	Obrana
WT1	odmítnutí	WT5	-
WT2	odmítnutí	WT6	přijmutí (aktivní)
WT3	přijmutí (pasivní)	WT7	odmítnutí
WT4	-	WT8	odmítnutí

Zdroj: vlastní zpracování

- **WT1** - rozbor technických uzlů ve vztahu ke kapacitě, výzkum trhu obdobných vozidel
- **WT2** - rozbor technických uzlů ve vztahu k trakčním požadavkům zákazníků
- **WT3** - tržně poukázat na výhody - lepší opravitelnost při srážce
- **WT4** - Riziko řešeno samostatně do podrobně ve skupině *Pojezd vozu*
- **WT5** - Riziko řešeno samostatně do podrobně ve skupině *Pohon vozu*
- **WT6** - naddimenzovat pojezd pro vyšší rychlost
- **WT7** - předimenzování bezpečnostních prvků
- **WT8** - pravidelný dozor v průběhu vývoje a kontrola jednotlivých technických celků

3.5.2 Plánování obrany rizik pojezdu vozu

V tomto kroku procesu řízení rizik byly do registru doplněny údaje o plánované obraně a obraných opatřeních k osmi podskupinám a to koncepci pojezdu (PK), uložení dvojkolí (PU), vedení dvojkolí (PD), pohonu a brzd dvojkolí (PA), primárního (PP) a sekundárního (PS) vypružení, rámu podvozku (PR) a přenosu tažných sil (PT).

Tabulka 26: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupin **koncepce pojezdu a uložení dvojkolí**

Značka	Obrana	Značka	Obrana
PK1	odmítnutí	PU1	přijmutí (aktivní)
PK2	redukce	PU2	zajištění
PK3	přijmutí (aktivní)	PU3	zajištění
PK4	odmítnutí		

Zdroj: vlastní zpracování

- **PK1** - důkladné výpočtové simulace pro potvrzení funkčnosti návrhu
- **PK2** - ověření funkčnosti navrženého řešení detailními jízdními simulacemi
- **PK3** - navržení konstrukčních úprav pro případ, že během jízdních zkoušek riziko nastane
- **PK4** - stavba prototypu a experimentální vyvrácení rizika
- **PU1** - využití předchozích zkušeností
- **PU2** - smluvní ošetření s dodavatelem, že životnost bude dle požadavků
- **PU3** - smluvní ošetření s dodavatelem, že spolehlivost bude dle požadavků

Tabulka 27: Tabulka navržených opatření pro rizika podskupiny **vedení dvojkolí**

Značka	Obrana	Značka	Obrana
PD1	odmítnutí	PD4	přijmutí (aktivní)
PD2	redukce	PD5	přijmutí (pasivní)
PD3	odmítnutí		

Zdroj: vlastní zpracování

- **PD1** - experimentální ověření navržené varianty na prototypu
- **PD2** - provedení kinematických výpočtů pro vyvrácení teorie
- **PD3** - vyvrácení rizika pomocí výpočetních metod
- **PD4** - použitím pružin flexi-coil bude riziko vyvráceno a dále nebude třeba ho řešit
- **PD5** - riziko je přijato

Tabulka 28: Tabulka navržených obraných opatření rizik podskupiny **pohonu vozu**

Značka	Obrana	Značka	Obrana
PA1	odmítnutí	PA5	zajištění
PA2	redukce	PA6	odmítnutí
PA3	redukce	PA7	odmítnutí
PA4	redukce		

Zdroj: vlastní zpracování

- **PA1** - experimentální testy vhodnosti hydrostatiky pro oboustranný přenos
- **PA2** - topologická optimalizace velikosti skříně a převodů nápravové převodovky
- **PA3** - výpočtové simulace dynamického namáhání rámu od převodovky
- **PA4** - topologická optimalizace velikosti převodové skříně
- **PA5** - smluvní ošetření s dodavatelem o funkčnosti
- **PA6** - výpočtové kinematické simulace a předimenzování klíčových uzlů
- **PA7** - předimenzování pneumatických prvků samočinných brzd

Tabulka 29: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupin **primárního a sekundárního vypružení**

Značka	Obrana	Značka	Obrana
PP1	odmítnutí	PS1	redukce
PP2	redukce	PS2	přijmutí (aktivní)
PP3	redukce	PS3	redukce
PP4	redukce	PS4	odmítnutí
PP5	přijmutí (aktivní)		
PP6	odmítnutí		

Zdroj: vlastní zpracování

- **PP1** - modální analýzy poměrů tuhostí vypružení během návrhu
- **PP2** - detailnější výpočet využití počtu pružin primárního vypružení
- **PP3** - výpočty komfortu jízdy vozidla s přesahem do návrhové sekce
- **PP4** - kontrola umístění pružin kinematickým a dynamickým výpočtem
- **PP5** - výměna pružin za tužší v případě nesrovnalostí při testování
- **PP6** - podrobný rozbor technických uzlů s důrazem na jízdní vlastnosti motorového vozu
- **PS1** - výpočty komfortu jízdy vozidla s přesahem do návrhové sekce
- **PS2** - výměna pružin za jinak tuhé v případě nesrovnalostí při testovacím provozu
- **PS3** - kontrola umístění pružin kinematickým a dynamickým výpočtem
- **PS4** - podrobný rozbor technických uzlů s důrazem na jízdní vlastnosti motorového vozu

Tabulka 30: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupin **rámu podvozku a přenosu tažných sil**

Značka	Obrana	Značka	Obrana
PR1	redukce	PR6	přijmutí (aktivní)
PR2	odmítnutí		
PR3	redukce	PT1	redukce
PR4	redukce	PT2	odmítnutí
PR5	přijmutí (aktivní)	PT3	přijmutí (aktivní)

Zdroj: vlastní zpracování

- **PR1** - typologická optimalizace navrženého rámu
- **PR2** - důkladný výpočet modální analýzou a experimentálním ověřením na prototypu
- **PR3** - zásah technologičnosti do návrhové sekce
- **PR4** - zásah technologičnosti a svařovacích technologií
- **PR5** - zhodnocení situace zkušenými pracovníky
- **PR6** - zhodnocení situace zkušenými pracovníky
- **PT1** - konzultace s odborným projektantem a dynamický výpočet
- **PT2** - podrobný výpočet technických uzlů s očekávaným zatížením vedoucí k optimalizaci působíště sil
- **PT3** - implementace nastavitelných tlumičů

3.5.3 Plánování obrany rizik pohonu vozu

V tomto kroku procesu řízení rizik byly do registru doplněny údaje o plánované obraně a obraných opatřeních k pěti podskupinám a to typu pohonu (AT), spalovacímu motoru (AV), hybridní části (AH), planetové převodovce (AG) a hydrostatickému vedení (AU).

Tabulka 31: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupiny **typ pohonu**

Značka	Obrana	Značka	Obrana
AT1	odmítnutí	AT4	redukce
AT2	odmítnutí	AT5	redukce
AT3	odmítnutí	AT6	redukce

Zdroj: vlastní zpracování

- **AT1** - výpočtové simulace ekonomičnosti provozu
- **AT2** - výpočty přenosu a jeho předimenzování
- **AT3** - výpočtové simulace úspornosti hybridního provozu
- **AT4** - vypuštění co nejvíce převodových stupňů a snaha o max. účinnost

- **AT5** - důkladný rozbor trhu nabízených komponent pro výběr optima
- **AT6** - předimenzování pohonného celku

Tabulka 32: Tabulka navržených obraných opatření rizik podskupiny **spalovacího motoru**

Značka	Obrana	Značka	Obrana
AV1	redukce, zajištění	AV4	zajištění
AV2	přijmutí (aktivní)	AV5	přijmutí (aktivní)
AV3	zajištění	AV6	přijmutí (aktivní)

Zdroj: vlastní zpracování

- **AV1** - výběr a testování agregátů, smluvní ošetření o požadované účinnosti s dodavatelem
- **AV2** - předimenzování uložení agregátu
- **AV3** - smluvní ošetření s dodavatelem o výměně/úpravě agregátu
- **AV4** - smluvní ošetření s dodavatelem o výměně/úpravě agregátu
- **AV5** - předimenzování uložení agregátu
- **AV6** - rešerše trhu, jinak přijmutí rizika

Tabulka 33: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupiny **hybridní části**

Značka	Obrana	Značka	Obrana
AH1	zajištění	AH4	přijmutí (aktivní)
AH2	redukce	AH5	redukce
AH3	přijmutí (aktivní)		

Zdroj: vlastní zpracování

- **AH1** - smluvní ošetření s dodavatelem
- **AH2** - vývoj ve směru zefektivnění
- **AH3** - vypuštění hybridní části z konstrukce
- **AH4** - předimenzování uložení hybridní části
- **AH5** - předimenzování hybridních rekuperačních komponent

Tabulka 34: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupiny **planetové převodovky a hydrostatiky**

Značka	Obrana	Značka	Obrana
AG1	přijmutí (aktivní)	AU1	redukce
AG2	redukce	AU2	odmítnutí

Zdroj: vlastní zpracování

- **AG1** - zajištění nákupu jiné lepší převodovky
- **AG2** - výpočtové provozní simulace
- **AU1** - předimenzování a výpočtové simulace tekutinových mechanismů
- **AU2** - experimentální simulace vhodnosti na prototypu

4 Ekonomické zhodnocení

Z dosavadního šetření analýzy rizik lze vydedukovat, že obranu proti navrženým rizikům lze rozdělit do přibližně tří až čtyř samostatných ekonomických celků. Těmito jsou:

- Výpočtové modely mající za následek odmítnutí nebo snížení rizika tím, že bude podrobnými výpočtovými simulacemi navrženo takové technické řešení, jež znemožní nastání uvažovaného rizika a to zcela úplně u zásadních komponent, nebo minimálně výpočtově snížit riziko nastání, kdy se dá předpokládat, že dopad v případě nastání bude minimální.
- Stavba prototypu podvozku, na kterém budou experimentálně ověřeny všechny rizikové části. Pakliže některá rizika při experimentálním ověření budou aktuální, bude možno následně učinit takové kroky, které povedou k nápravě.
- Přenesení rizik externě dodávaných katalogových komponent na dodavatele, kdy bude s dodavatelem smluvně ošetřena požadovaná funkčnost a v případě neplnění této budou náklady na odstranění za dodavatelem. Náklady pro tuto skupinu rizik by měly být minimální, většina z nich by měla být pouze na vhodnou úpravu kupní smlouvy vymezující záruční a servisní pravidla. Vzhledem k velké konkurenci na trhu by takovéto smluvní úpravy neměly mít vliv na výslednou cenu.
- Poslední touto skupinou pak jsou rizika řešená jiným způsobem a to především tržními analýzami, pasivním působením výrobních technologů s normalizátory na návrh či prach prostým předimenzováním některých navrhovaných komponent (použití většího koeficientu bezpečnosti). Náklady na oba tyto způsoby jsou složitě vyčíslitelné. U tržních analýz lze počítat s nákladovou prací pracovníků, avšak u předimenzování již přesný vzorec použít nelze, záleží zde jistě na úvaze projektantů a především pak na katalogových a technologických cenách, které jsou jen velice těžko přesně zjistitelné.

Vzhledem k výše popsanému budou nákladově řešeny pouze první dva body, tedy výpočtové simulace a stavba prototypu.

4.1 Ekonomické hodnocení výpočtových simulací

Jak již bylo výše nastíněno, výpočtové modely mají za cíl pokud možno vyvrácení rizika, nebo alespoň snížení jeho dopadu či pravděpodobnosti nastání. Tohoto lze dosáhnout tak, že jsou pomocí výpočtových modelů nasimulovány provozní podmínky, přičemž výsledek s dosti vysokou pravděpodobností určí, jestli daná komponenta vydrží provozní zatížení, či daný konstrukční celek je použitelný. Existuje zde přímá úměra, že s rostoucí kvalitou výpočtu roste jak jeho přesnost, tak ovšem i cena. Obecně platí, že výpočtové simulace a to jak statické, tak složitější dynamické nikdy nedávají stoprocentní jistotu, ale velmi vysokou pravděpodobnost. Jistotu pak dá až stavba prototypu a reálný provoz.

Pro výpočet nákladů na takovéto simulace byla použita hodinová sazba pracovníka včetně nákladů na provoz budov, informačních systémů a výpočtových programů, jejichž cena je často značná. Tato částka byla po konzultaci² přibližně stanovena na 1 000 Kč/h. Výpočtové časy pak byly odhadnuty odbornými konzultanty.³ Do této kategorie pak byly dodatečně zařazeny i náklady na výzkum trhu objednavatelů veřejné dopravy, protože i je aplikován stejný nákladový princip.

Tabulky 35 až 37 shrnují vybraná rizika vhodná pro toto nákladové šetření všech tří již několikrát nastíněných skupin.

Tabulka 35: Shrnutí rizik pro nákladovou analýzu skupiny **celého vozu**

Značka	Obrana	Cena [Kč]	Značka	Obrana	Cena [Kč]
WK1	odmítnutí	80 000	WK5	redukce	16 000
WK2	redukce	16 000			
WK3	odmítnutí	20 000	WT1	odmítnutí	80 000
WK4	redukce	16 000	WT2	odmítnutí	40 000

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky 35 plyne, že pro skupinu celého vozu budou předpokládáné náklady na redukci či odmítnutí rizik výpočtem činit 268 000 Kč, což je v přepočtu cirká 270 normohodin práce.

² Anonymní konzultace u dvou významných firem produkující kolejová vozidla

³ Anonymní konzultace zkušených projektantů jako přátelská výpomoc

Tabulka 36: Shrnutí rizik pro nákladovou analýzu skupiny **pojezdu vozu**

Značka	Obrana	Cena [Kč]	Značka	Obrana	Cena [Kč]
PK1	odmítnutí	200 000	PP1	odmítnutí	24 000
			PP2	redukce	16 000
PD1	odmítnutí	50 000	PP3	redukce	8 000
PD2	redukce	24 000	PP4	redukce	8 000
PD3	odmítnutí	32 000	PP6	odmítnutí	40 000
PA2	redukce	24 000	PS1	redukce	8 000
PA3	redukce	16 000	PS3	redukce	16 000
PA4	redukce	8 000	PS4	odmítnutí	20 000
PA6	odmítnutí	32 000			
PR1	redukce	32 000	PT1	redukce	16 000
PR2	odmítnutí	40 000	PT2	odmítnutí	24 000

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky 36 plyne, že pro skupinu pojezdu vozu budou předpokládané náklady na redukci či odmítnutí rizik výpočtem činit 638 000 Kč, což je v přepočtu cirka 640 normohodin práce.

Tabulka 37: Shrnutí rizik pro nákladovou analýzu skupiny **pohonu vozu**

Značka	Obrana	Cena [Kč]	Značka	Obrana	Cena [Kč]
AT1	odmítnutí	24 000	AU1	redukce	24 000
AT2	odmítnutí	24 000	AU2	odmítnutí	32 000
AT3	odmítnutí	40 000			
AH2	redukce	8 000	AG2	redukce	16 000

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky 37 plyne, že pro skupinu pohonu vozu budou předpokládané náklady na redukci či odmítnutí rizik výpočtem činit 168 000 Kč, což je v přepočtu cirka 170 normohodin práce.

Výstupem tohoto kroku, jak plyne z tabulek 35 až 37, je, že očekávané náklady na odmítnutí či redukci rizik dosahují hodnoty přibližně 1 174 000 Kč. Vzhledem k tomu, že tato rizika jsou natolik závažná, že mohou v případě nastání ohrozit bezpečnost provozu a samotnou funkčnost vozu, lze tuto sumu ve vztahu k očekávané ceně vozu (něco mezi 40 a 50 mil. Kč) považovat za přiměřenou a opodstatněnou. Je třeba si v tento moment uvědomit, že naplnění rizikových scénářů bez jejich ošetření by mělo fatální vliv na celý projekt a předmět výzkumu. Tento by se pak v lepším případě stal ekonomicky a tržně neuplatnitelným, v horším případě by však došlo k ohrožení bezpečnosti drážního provozu. A to by mělo za následek nejen nerentabilitu celého

výzkumu, ale mělo by to i za následek dodatečné náklady související se zákony o bezpečnosti drážního provozu. V případě ohrožení zdraví mohou být provozovateli či výrobci účtovány částky za poškození zdraví. Proto je nutné takovému scénáři předejít.

4.2 Ekonomické hodnocení stavby prototypu

Stavba prototypu má, jak již bylo výše nastíněno, za účel experimentální ověření vhodnosti navržených komponent a výraznou minimalizaci⁴ nastání popsaných, ale i jiných, rizikových jevů. Stavba prototypu je obvykle vyžadována za předpokladu, že je vyvíjena úplně nová komponenta či inovativní celek. Z logiky věci jsou tyto velice rizikové, jelikož nastiňují počáteční podmínky pro vznik úplně nových dříve neznámých rizik. Další výhodou stavby prototypu pro management rizik je i to, že se na jednom prototypu mohou vyzkoušet a ověřit teorie ne nutně nezbytné experimentálním ověřením, ale mající zpětnou vazbu na výpočtové modely a tyto buďto zpřesnit, nebo vyvrátit. Proto budou u tohoto ekonomického zhodnocení uvedena i rizika uvedená o podkapitolu výše.

V případě nákladů na stavbu prototypu lze hovořit o fixních nákladech. Počet řešených rizik přímo souvisejících s prototypem nemá (nebo má jen zanedbatelně minimální) přímý vliv na cenu prototypu. Zároveň z logiky věci budou v této sekci uvedeny pouze rizika z druhé skupiny (rizika pojezdu vozu), přičemž některá řešená rizika budou duplikována.⁵

Při nákladové analýze stavby prototypu lze vycházet z předpokladu, že za účelem snížení ceny, je tento pokud možno redukován oproti finální verzi tak, aby obsahoval jen ty nutné stavební struktury k ověření navržených rizik. Další běžnou možností pro redukcii ceny prototypu je využití tzv. recyklovaných komponent, které pro experimentální zkoušky ověří funkčnost. Těmito jsou u zkušebního prototypu pojezdu např. dvojkolí, podobné ložiskové domky, ložiska ale i brzdy, převodovka a některé podobné pružiny. Tyto sice nemohou fungovat v reálném provozu, ale pro účely ověření rizik jsou dostatečné.

⁴ úplnou redukcii na nulu zajistí až reálný provoz

⁵ byla řešena již v předchozí sekci výpočtovými modely

Z prototypu je tedy třeba především výroba lehce zjednodušeného rámu. Expertní odhad ceny pro výrobu takového rámu podvozku byl proveden analogií z ceny již pracovištěm dříve zhotovenému prototypu podvozku tramvajového vozidla, a tento činí cca 220 000 Kč.

Tabulka 38: Shrnutí rizik pro nákladovou analýzu **stavby prototypu pojezdu**

Značka	Obrana	Cena [Kč]	Značka	Obrana	Cena [Kč]
PK4	odmítnutí	50 000	PD1	odmítnutí	50 000
PA1	odmítnutí	60 000	PR1	redukce	32 000
PA3	redukce	16 000	PR2	odmítnutí	40 000
PT2	odmítnutí	24 000			

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky 38 plyne, že předpokládané náklady na stavbu prototypu dle jednotlivých rizik činí 240 000 Kč, avšak reálné předpokládané náklady na stavbu prototypu jsou odhadovány na 220 000 Kč. Lze tedy konstatovat a za výstup tohoto kroku označit, že řešení těchto závažných rizik, která je třeba redukovat či odmítnout, tímto způsobem je ekonomicky výhodné. Mimo těchto lze samozřejmě operativně provést i ověření dalších jinak řešených rizik. Proto je stavba prototypu nejvhodnější variantou.

Vzhledem k závažnosti rizik, které mají být stavbou prototypu pojezdu především odmítnuty, je téměř nezbytné stavbu prototypu pro experimentální zkoušky provést. V tomto bodě je třeba si také uvědomit, jaká hodnota by byla v případě nastání rizik v ohrožení. Nejedná se zde pouze o pojezd vozu, ale vlastně i o celý vůz, jelikož pojezd je jeho součástí. Mimo to je velice nepravděpodobné (a z pohledu praktického téměř nemožné) vyřešit výše popsaná rizika pouze za pomoci výpočtových simulací. Zde do procesu vstupuje spousta dalších faktorů (přesnost práce, jakost materiálu...), které mají vliv na celý proces.

4.3 Zhodnocení ekonomické analýzy

Jak již bylo uvedeno v závěrech dvou předchozích podkapitol, oba dva způsoby řešení rizik jsou pro podnik ekonomicky výhodné a z hlediska provozního téměř nezbytné. V těchto dvou sekcích (výpočtové metody a stavby prototypu) jsou obsažena rizika, jejichž závažnost je tak vysoká, že je třeba se s nimi nějakým způsobem vypořádat. Toto vypořádání je způsobeno jednak tím, že jsou to rizika přímo související s bezpečností provozu a tedy de facto zákonem regulovaná, a pak také tím, že jsou to

rizika koncepční, jejichž ignorováním může být ohrožen celý vývojový projekt a peněžní prostředky do tohoto vývojového projektu již investované, nehledě na možné další náklady související s případným porušením zákona o bezpečnosti drážního provozu.

Už jenom vzhledem k tomu, že předpokládaný prodej jednoho vozu za cenu v rozmezí od 40 do 50 mil. Kč a k předpokladu prodeje minimálně 10 vozů, do jejichž ceny je rozpočítán celý vývoj, jsou uvažované dodatečné náklady ve výši 1 394 000 Kč jednoznačně opodstatněné.

Nutno v tomto bodě poznamenat, že byly řešeny především dvě základní kategorie⁶ (ty nejdůležitější rizika), a proto při nákladové analýze zbývajících rizik, by tato částka jistě vzrostla, avšak není v tuto chvíli jisté, jak moc, jelikož zde už by nutnost řešení rizik nemusela být jednoznačná a i částky řešící tato méně významná rizika by byly dozajista nižší.

⁶ Z důvodu rozsahu bakalářské práce

Závěr

Ve své bakalářské práci, jež se zaměřovala na řízení rizik vývojového projektu v oblasti kolejových vozidel, jsem pracoval s možnostmi jak řídit rizika z pohledu jejich minimalizace na celkový rozpočet a cíl projektu. Toto řízení bylo prováděno v kooperaci s výzkumným ústavem Západočeské univerzity v Plzni, Regionálním technologickým institutem.

Cílem práce bylo průběžně monitorovat rizika při návrhu a vývoji inovativního motorového vozu. Tato rizika byla v průběhu práce monitorována, zaznamenávána do zřízené databáze (registru rizik) a následně nad touto databází byla prováděna analýza těchto identifikovaných rizik. Je třeba podotknout, že cílem tohoto (analýza rizik) by mělo být především vylepšení vývoje a tím pádem lepší tržní uplatnitelnost produktu. Kromě tohoto byly v práci jasně a přehledně shrnuty a naznačeny postupy pro řízení rizik, který byly následně vhodně aplikovány.

Výsledkem práce pak bylo zhodnocení identifikovaných rizik a to jak z hlediska rizikové analýzy, tedy ošetření práce s riziky (jak se s nimi bude dále postupovat), ale i ekonomická analýza, kdy byla zjišťována ekonomická návratnost takového rizikového šetření. Výsledkem tedy bylo konstatování (doporučení), že výhodnost tohoto šetření je prokázána. Bude třeba sice vynaložit jisté finanční prostředky (konkrétně téměř 1 400 000 Kč více), avšak vzhledem k ohrožené hodnotě (několik desítek miliónů) jsou tyto výdaje rentabilní a opodstatněné.

Seznam použitých zdrojů

- Dolanský, V., Měkota, V., & Němec, V. (1996). *Projektový management*. Praha: Grada.
- Heller, P. (2017). *Kolejová vozidla I*. Plzeň: Západočeská univerzita.
- Korecký, M., & Trnkovský, V. (2011). *Management rizik projektů se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích*. Praha: Grada.
- Managementmania.com*. (nedatováno). Získáno 2. února 2020, z <https://managementmania.com/cs/brainstorming>
- Merna, T., & Al-Thani, F. (2007). *Risk management*. Praha: Computer Press.
- Stejskal, V., & Rais, K. (2010). *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. Praha: Grada Publishing.
- Škoda Auto a.s. (2018). *Řízení projektových rizik*. Mladá boleslav, Středočeský kraj, Česká republika.
- Škoda Transportation. (2019). *Směrnice řízení rizik projektů*. Plzeň, Plzeňský, Česká republika.
- Šťastná, L. (2019). *Plánování projektu*. Plzeň, Plzeňský kraj, Česká republika.
- Tichý, M. (2006). *Ovládání rizika: analýza a management*. Praha: C.H.Beck.

Seznam tabulek

Tabulka 1: Registr rizik.....	20
Tabulka 2: Mapa rizik kvalitativní analýzy.....	22
Tabulka 3: Aktualizovaný registr rizik po kvalitativní analýze	24
Tabulka 4: Matice rizik s vyznačenými scénáři	29
Tabulka 5: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny kapacita vozu	34
Tabulka 6: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny koncepce vozu.....	34
Tabulka 7: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny legislativa	35
Tabulka 8: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny koncepce pojezdu.....	35
Tabulka 9: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny uložení dvojkolí	36
Tabulka 10: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny vedení dvojkolí	36
Tabulka 11: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny pohon a brzdy.....	37
Tabulka 12: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny primární vypružení.....	38
Tabulka 13: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny sekundární vypružení.....	38
Tabulka 14: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny rám podvozku	39
Tabulka 15: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny přenos tažných sil.....	39
Tabulka 16: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny typ pohonu	40
Tabulka 17: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny spalovacího motoru.....	41
Tabulka 18: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny hybridní část.....	41
Tabulka 19: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny planetové převodovky	42
Tabulka 20: Tabulka identifikovaných rizik podskupiny hydrostatického přenosu	42
Tabulka 21: Tabulka kvalifikovaných rizik skupiny celého vozu	43
Tabulka 22: Tabulka kvalifikovaných rizik skupiny pojezdu vozu	44
Tabulka 23: Tabulka kvalifikovaných rizik skupiny pohonu vozu.....	45
Tabulka 24: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupin kapacita a legislativa	47

Tabulka 25: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupiny koncepce..	48
Tabulka 26: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupin koncepce pojezdu a uložení dvojkolí.....	49
Tabulka 27: Tabulka navržených opatření pro rizika podskupiny vedení dvojkolí	49
Tabulka 28: Tabulka navržených obraných opatření rizik podskupiny pohonu vozu....	49
Tabulka 29: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupin primárního a sekundárního vypružení.....	50
Tabulka 30: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupin rámu podvozku a přenosu tažných sil.....	51
Tabulka 31: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupiny typ pohonu	51
Tabulka 32: Tabulka navržených obraných opatření rizik podskupiny spalovacího motoru.....	52
Tabulka 33: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupiny hybridní části	52
Tabulka 34: Tabulka navržených obraných opatření pro rizika podskupiny planetové převodovky a hydrostatiky.....	52
Tabulka 35: Shrnutí rizik pro nákladovou analýzu skupiny celého vozu.....	55
Tabulka 36: Shrnutí rizik pro nákladovou analýzu skupiny pojezdu vozu.....	56
Tabulka 37: Shrnutí rizik pro nákladovou analýzu skupiny pohonu vozu	56
Tabulka 38: Shrnutí rizik pro nákladovou analýzu stavby prototypu pojezdu	58

Seznam obrázků

Obrázek 1: Mapa rizik kvalitativní analýzy skupiny celého vozu	43
Obrázek 2: Mapa rizik kvalitativní analýzy skupiny pojezdu vozu	45
Obrázek 3: Mapa rizik kvalitativní analýzy skupiny pohonu vozu.....	46

Abstrakt

Tuka, J. (2020). *Řízení rizik vývojového projektu* (Bakalářská práce), Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta ekonomická, Česko.

Klíčová slova: projekt, řízení rizik, vývojový projekt, riziková analýza

Cílem práce je analýza rizik při vývoji nízkopodlažního regionálního motorového vozu. V rámci této práce jsou vyskytnuvší se rizika analyzována, vyhodnocována a jsou navržena protipatření vedoucí k odstranění takovýchto rizik, která mohou ovlivnit jak samotný vývoj, tak i následnou konstrukci. Výsledkem tedy je provedení kompletní analýzy rizik projektu a to od identifikace rizik, přes jejich kvalifikaci a kvantifikaci až po navržení obrany proti těmto rizikům. Druhým výstupem této práce pak je následné ekonomické zhodnocení navržených protipatření vzniklých tímto rizikovým šetřením. Takovéto ekonomické analýze jsou ovšem podrobovány pouze ta rizika s největší závažností a dopadem, u kterých jsou i navržena opatření z pohledu nákladů nejnákladnější.

Abstract

Tuka. J. (2019). *Development project risk management* (Bachelor Thesis). University of West Bohemia, Faculty of Economics, Czech Republic.

Key words: project, risk management, development project, risk analysis

The aim of this thesis is to analyze the risks in the development of a low-floor regional motor car. In this work, the occurring risks are analyzed, evaluated and countermeasures are proposed to eliminate such risks, which may affect both the development itself and the subsequent construction. The result is a complete analysis of project risks, from the identification of risks, through their qualification and quantification to the design of defenses against these risks. The second output of this work is the subsequent economic evaluation of the proposed countermeasures arising from this risk investigation. However, only those risks with the greatest severity and impact are subject to such an economic analysis, for which even the proposed measures are the most costly in terms of costs.