

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ



Sofiya Tarassenko

Modelování a snižování ekonomických rizik vybraného  
investičního projektu

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Rudolf F. Heidu, Ph.D.

2023



**K617..... Ústav logistiky a managementu dopravy**

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Sofiya Tarassenko**

Studijní program (obor/specializace) studenta:

**bakalářský – LOG – Logistika a řízení dopravních procesů**

Název tématu (česky): **Modelování a snižování ekonomických rizik  
vybraného investičního projektu**

Název tématu (anglicky): Modelling and mitigation of economic risks of a selected  
investment project

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Popis ekonomického rizika všeobecně
- Pojem nejistota a riziko
- Charakteristika ekonomického rizika
- Globální trh s kolejovými vozidly
- Příjmy, konkureční prostředí, rizika
- Prognózy poptávky po kolejových vozidlech
- Analýza projektu bezpilotní lokomotivy

- Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: FOTR, J., HNILICA, J.: Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování. 2. vyd., Grada Publishing, 2014.  
HOPKIN, P.: Fundamentals of Risk Management: Understanding, Evaluating and Implementing Effective Risk Management. Kogan Page Publishers, 2018.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Rudolf F. Heidu, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **30. září 2021**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **7. srpna 2023**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia



doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.

vedoucí

Ústavu logistiky a managementu dopravy



prof. Ing. Ondřej Příbyl, Ph.D.

děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.



Sofiya Tarassenko

jméno a podpis studenta

V Praze dne ..... 12. prosince 2022



## Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Rudolfovi F. Heidovi, PhD. za jeho odborné vedení, podporu a trpělivost v průběhu vypracování bakalářské práce.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

## Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 30.7.2023

.....

Sofiya Tarassenko



# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

## FAKULTA DOPRAVNÍ

### Modelování a snižování ekonomických rizik vybraného investičního projektu

#### Bakalářská práce

2023

Sofiya Tarassenko

#### **Abstrakt**

Předmětem předložené bakalářské práce na téma „Modelování a snižování ekonomických rizik vybraného investičního projektu“ je rozbor rizik a nejistot. Dále průzkum a rozbor globálního trhu s kolejovými vozidly, jeho konkurenční prostředí a prognózy poptávek. Ve druhé části se následně práce zabývá analýzou rizik autonomní lokomotivy a dalších konceptů ATO.

#### **Klíčová slova**

ATO, globální trh, Intramotev, kolejová vozidla, nejistoty, Parallel Systems, poptávka, rizika



CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

FACULTY OF TRANSPORTATION SCIENCES

Modelling and mitigation of economic risks of  
a selected investment project

Bachelor's thesis

2023

Sofiya Tarassenko

**Abstract**

The subject of the submitted bachelor's thesis on the topic "Modelling and reduction of economic risks of a selected investment project" is the analysis of risks and uncertainties. Further research and analysis of the global rolling stock market, its competitive landscape and demand forecasts. In the second part, the work then deals with the risk analysis of the autonomous locomotive and other ATO concepts.

**Keywords**

ATO, demand, global market, Intramotev, Parallel Systems, risks, rolling stock, uncertainties



## OBSAH

ÚVOD .....	1
1. Definování nejistot .....	2
1.1. Nejistota .....	2
1.2. Zdroje nejistot .....	3
1.3. Příčiny nejistot podle pravděpodobnosti výskytu .....	4
1.4. Ztráty vlivem nejistot .....	5
2. Definování a vyhodnocování rizik .....	6
2.1. Zdroje rizik .....	6
2.2. Charakteristika ekonomického rizika .....	7
2.3. Ekonomické rizikové faktory .....	8
2.4. Funkce rizik .....	10
2.5. Analýza rizik .....	10
2.6. Vyhodnocování rizika .....	11
2.6.1. Vypočet stupně významnosti rizika .....	11
2.6.2. Analýzy a hodnocení rizik .....	12
2.7. Snižování rizik .....	15
3. Globální trh s kolejovými vozidly .....	16
3.1. Významní světoví výrobci kolejových vozidel .....	16
3.2. Srovnání konkurečního prostředí .....	21
3.3. Prognózy poptávky po kolejových vozidlech .....	25
4. Projekty autonomního řízení .....	27
4.1. Koncepty automatického řízení vlaku stupně GoA4 .....	29
4.1.1. Autonomní vagón – Intramotev .....	29
4.1.2. Autonomní vlakový podvozek – Parallel Systems .....	30
4.1.3. Autonomní lokomotiva .....	31



---

4.1.4. Modernizační komplet .....	31
4.2. SWOT analýzy vybraných konceptů ATO .....	31
5. RPD analýza projektu autonomní lokomotivy .....	34
5.1. Systém hodnocení jednotlivých rizik .....	35
5.1.1. Hodnocení vybraných rizik a návrhy protipatření .....	36
5.1.2. Hodnocení rizik po protipatřeních .....	41
5.2. Zhodnocení .....	43
6. Závěr .....	44
ZDROJE .....	45
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	52
SEZNAM TABULEK .....	53
SEZNAM GRAFŮ .....	54





## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AL	autonomní lokomotiva
ATO	automatické řízení vlaku (anglicky <b>automatic train operation</b> )
AV	autonomní vagón
AVP	autonomní vlakový podvozek
CAF	španělský výrobce kolejových vozidel (španělsky <b>Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles</b> )
CAGR	složení ročního tempa růstu (anglicky <b>compound annual growth rate</b> )
CHF	švýcarský frank
CNY	čínský jüan
CRRC	čínský výrobce kolejových vozidel (anglicky <b>China Railway Rolling Stock Corporation</b> )
CTM	ruský výrobce kolejových vozidel (rusky <b>Синара – Транспортные машины</b> )
EUR	Euro
GoA	stupeň automatizace (anglicky <b>Grade of Automation</b> )
JPY	japonský jen
KRW	jihokorejský won
OEM	označení originálního výrobku (anglicky <b>Original Equipment Manufacturer</b> )
RUB	ruský rubl
SWOT	metoda analýzy (z anglických <b>strength, weaknesses, opportunities, threats</b> )
TGV	francouzský rychlovlak (francouzsky <b>Train à Grande Vitesse</b> )
TMH	ruský výrobce kolejových vozidel (rusky <b>Трансмашхолдинг</b> )
USD	americký dolar (anglicky <b>United States Dollar</b> )



## ÚVOD

Investice jsou klíčovým faktorem pro rozvoj firem a ekonomickou prosperitu země. Nicméně investice jsou spojeny s rizikem a pochybnostmi o výsledcích. Proto je důležité, aby manažeři a investoři byli schopni identifikovat a ovládat podstatná rizika z investičního projektu a mohli je minimalizovat nebo eliminovat úplně.

Riziko je nedílnou součástí lidského života. Vzniká nejistotou, nedostatkem úplných informací o události nebo jevu a neschopností předvídat vývoj událostí. Riziko také vzniká, když je řešení vybráno z několika možných variant a není jisté, že je nejúčinnější.

Lze se rozhodovat a provádět opatření ke snížení rizika, ale nelze se ho úplně zbavit. Neexistují situace, kdy v ekonomice nehrozí žádné riziko. Většinu situací, ve kterých je riziko inherentní, je velmi obtížné předvídat a kontrolovat, takže je téměř nemožné riziko zcela eliminovat. To je hlavní důvod, proč i zdánlivě ideální řešení vedou ke ztrátám.

Cílem bakalářské práce je identifikovat a snížit ekonomická rizika v rámci analyzovaného projektu. Práce se zaměřuje na projekt autonomní lokomotivy a navrhuje postup pro minimalizaci rizik spojených s tímto projektem. Nejprve však pojednává o širších souvislostech jako je definování pojmů nejistota a riziko. Dále také rozebírá globální trh s kolejovými vozidly a jeho výsledky z posledních let, přičemž srovnává i největší světové výrobce kolejových vozidel. Zde je také detailněji rozebrán čínský koncern CRRC.

Ve své poslední části se práce zabývá rizikovou analýzou modelového projektu autonomní lokomotivy a také popisuje možné konkurenční koncepty, které jsou v současnosti ve vývoji.



## 1. Definování nejistot

V běžném životě je nejlepším příkladem nejistoty vytváření myšlenek a úsudků o budoucím vývoji událostí. Možnost získat absolutně přesné hodnoty neexistuje. V každodenním životě je budoucnost ovlivněna značným množstvím faktorů, které v mnohých případech nelze studovat a předvídat. Je tedy zpravidla založena na hrubých odhadech, což vytváří nejistotu.

### 1.1. Nejistota

Nejistota je trvalá a objektivní, ať už je brána v úvahu nebo ignorována. Ale jak ukazuje zkušenost, podceňování nejistoty je nebezpečné a někdy i ohrožující nejen pro jednotlivý subjekt, ale i pro lidstvo jako celek.

V obecném smyslu nejistota znamená nemožnost posoudit budoucí vývoj událostí z hlediska pravděpodobnosti jejich uskutečnění a z hlediska typů jejich projevů. To znamená, že nejistota není kvantifikovatelná. P. Samuelson poznamenává, že „*nejistota vytváří rozpor mezi tím, co lidé očekávají, a tím, co se skutečně děje*“. Míra nejistoty tedy závisí jak na charakteru nejistých parametrů, tak na prognózovaném období. [6] [25]

V ekonomické sféře pojem nejistota úzce souvisí s problémem úplnosti znalostí o provozním prostředí. Zejména s omezenými informacemi jako jedním z typů zdrojů, které jsou nezbytné pro přijímání ekonomických rozhodnutí. V tomto případě je omezený informační zdroj způsoben nesouladem mezi jeho hlavními kvalitativními charakteristikami. [7]

- **úplnost** – informace o všech ekonomických procesech a jevech, které jsou podstatné a důležité pro racionální ekonomické rozhodnutí
- **srozumitelnost** – snadné pochopení pro uživatele, kterému je informace určena
- **spolehlivost** – objektivita a soulad se skutečným stavem věcí
- **relevance** – soulad s aktuálním děním

Nejistota je na základě toho nedostatek informací o podmínkách, za jakých bude ekonomická činnost nebo projekt realizován, což ztěžuje stanovení konečných výsledků ekonomické činnosti na všech úrovních ekonomického systému.

Pojem nejistota je poměrně široký a složitý se značným rozsahem projevů. Nejistota v obecném smyslu znamená nemožnost posoudit budoucí vývoj událostí z hlediska pravděpodobnosti jejich uskutečnění a z hlediska typů jejich projevů. To znamená, že nejistota je něco, co nelze odhadnout



V ekonomické sféře je nejistota spojena s omezeným informačním zdrojem a znamená nedostatek informací o podmínkách, za kterých bude ekonomická činnost nebo projekt realizován. [6]

Podle povahy původu může být nejistota dána:

- **Složitosti** - dána vlastnostmi ekonomických procesů a jevů. V tomto případě je na jedné straně objektivní nemožnost zohlednit vliv náhodných faktorů a omezení lidského poznání v určité fázi jeho vývoje. Na straně druhé mnoho ekonomických subjektů s vlastními zájmy a zvláštním chováním.
- **Informacemi**  
Způsobena omezenými informacemi o objektivních procesech a ekonomickém chování subjektů.

## 1.2. Zdroje nejistot

### Informační

Způsobeny nedostatkem nebo přebytkem informací, jejich nespolehlivostí nebo irelevantností v danou chvíli nebo situaci. Problém informační asymetrie na trhu se stal ústředním ve studiích laureátů Nobelovy ceny z roku 2001 – amerických ekonomů J. Eikerlofa, M. Spence a J. Stiglitze. Charakterizuje situaci, kdy někteří účastníci trhu mají informace, které ostatní zainteresované strany nemají, což vede k neefektivnímu využívání finančních prostředků a zdrojů v ekonomice. [26] [4]

### Dočasné

Propojené s dynamikou vnějšího prostředí fungování ekonomického subjektu (například změny podmínek na trhu, sortimentu, chování konkurence) a v souladu s tím vliv časového faktoru na jeho manažerská rozhodnutí. [4]

### Sociálně-ekonomické

Vzhledem k nestabilitě podmínek pro fungování ekonomického systému země - daňová či rozpočtová politika státu, stabilita národní měny, objem zahraničních investic v zemi, míra nezaměstnanosti, ekonomická a sociální politika státu, ekonomická a sociální politika státu, stav školství a zdravotnictví, demografická situace. [4]

### Politické a právní

Spojené se změnami legislativních požadavků a pravidel práva, politického systému (včetně politické stability a směřování státní politiky).[4]



## Environmentální

Způsobeny globálními změnami situace životního prostředí, zejména změnami spojenými se znečištěním životního prostředí, globálním oteplováním nebo omezenými přírodními zdroji.

## Technologické

Přímo souvisí s tempem vědeckotechnického pokroku, úrovní inovace národního hospodářství země. [4]

### 1.3. Příčiny nejistot podle pravděpodobnosti výskytu

#### Úplná nejistota

Vyznačuje téměř nulovou předvídatelností výskytu událostí.

#### Úplná jistota

Charakteristická předvídatelnost výskytu událostí blízka 100%.

#### Částečná nejistota

Častější než výše uvedené možnosti a vyznačuje se mírou předvídatelnosti výskytu událostí v rozsahu od 0 do 1 (respektive od 0 do 100%). V procesu manažerského rozhodování tedy nejistota vyžaduje zvážení, nejčastěji prostřednictvím jejího formalizovaného popisu, zejména všech možných podmínek realizace projektu, s následnou transformací informací o faktorech nejistoty do informace o pravděpodobnosti jejich realizace. [6]

Nejistota je tedy nezbytnou a postačující podmínkou pro vznik rizika a je jednou z příčin rizika. Pouze za podmínky mnohorozměrného vývoje budoucnosti a přítomnosti prvků zpětného pohledu lze hovořit o existenci rizika (za podmínky jistoty žádná rizika neexistují).

V tržních podmínkách je riziko obvykle spojeno s výsledky ekonomické činnosti, které mohou být buď pozitivní (riziko je v tomto případě příležitost), nebo negativní (riziko je hrozba). Riziko tedy vzniká pouze v případě, že existují alespoň dva scénáře vývoje událostí, odpovídající dvěma nebo více možným výsledkům.



## 1.4. Ztráty vlivem nejistot

### Materiální ztráty

V případě špatného vývoje událostí se mohou ztráty vlivem nejistot projevit ve formě nepředvídaných výdajů na údržbu zařízení, nákup surovin, platby za energie a podobně.

### Pracovní ztráty

Pracovní ztráty vlivem nejistot jsou měřeny ztrátou pracovní doby v důsledku nepředvídaných okolností. Tedy subjekt ovlivněný nejistotou nebyl schopen vykonávat svěřenou práci včas.

### Finanční ztráty

Finanční ztráty způsobené nejistotou se určují odhadem peněžité škody způsobené placením nepředvídaných plateb, daní i ušlého příjmu. Vyjadřují se zpravidla v hlavní měně společnosti.

### Časové ztráty

Časové ztráty se odvíjejí od pracovních ztrát, ale jedná se o čisté časové prodlevy. Jsou určeny hodinami, dny, měsíci zpoždění požadovaného výsledku.

### Specifické ztráty

Jako specifické ztráty lze označit například morální ztráty. Tedy například ztráta pověsti společnosti, ztráta důvěry spotřebitelů a podobně. Vedou tedy k nedůvěře spotřebitelů ve společnost. [4]



## 2. Definování a vyhodnocování rizik

Předmětem rizika je zpravidla hmotný předmět (jednotlivec nebo majetek) či majetková účast (nehmotná vlastnost předmětu, například zisk). Riziko přitom není jen výsledkem určitého jednání nebo pravděpodobnosti výskytu určité události, odhaluje se také podstata rizika a příčiny jeho vzniku (zdroj rizika). Příčinou rizika je určitá událost, jejíž pravděpodobnost lze určit, nelze však přesně určit čas a místo vzniku.

Je dáno specifiky tržních vztahů, vlivem vnějších faktorů, což je prostředí, a vnitřních faktorů, včetně subjektivních charakteristik osob s rozhodovací pravomocí. Riziko má tedy z hlediska povahy vzniku tři stránky: objektivní, subjektivní, objektivně-subjektivní. Objektivní stránka zohledňuje zvláštnost rizika pro jevy a procesy v reálném životě, bez ohledu na jeho povědomí a zvážení jednotlivcem. Subjektivní stránkou se rozumí individualita hodnocení rizik na základě morálních, psychologických a ideologických principů a podobně. Objektivně-subjektivní stránkou rizika se rozumí jeho jistota související s procesy subjektivní i objektivní povahy.

### 2.1. Zdroje rizik

#### Nejistota

Může pocházet z přírodních procesů a jevů. Projevující se ve formě přírodních sil - zemětřesení, hurikány, krupobití atd., a v důsledku toho negativní dopad na výsledky hospodářské činnosti.

#### Nahodilost událostí

Vzhledem k pravděpodobnostní povaze socioekonomických a technologických procesů a nemožnosti předpovědět výskyt určitého výsledku mohou být rizika čistě nahodilá.

#### Protichůdné zájmy a trendy

Jako riziko, které pochází z protichůdných zájmů, lze jmenovat například konkureční boj firem, která se zaměřují na stejný trh.

#### Informační omezení

Mezi informační riziko patří například neúplnost nebo nedostatečná kvalita informací. Případně také v souvislosti s tím i nemožnost jednoznačné identifikace znalostí o předmětu, procesu nebo jevu.

#### Sociálně-psychologické postoje

Riziko může pocházet i ze sociálních vztahů mezi lidmi nebo z jejich psychologických postojů. Na tomto základě může být třeba ovlivněno hodnocení jednotlivců v rozhodovacím procesu.



Strukturálně je tedy riziko propojeným souborem takových složek, které jsou zdrojem rizika (události nebo skupiny událostí, které s sebou nesou hrozbu ztrát nebo možnost získat další výhody ve srovnání se situací odmítnutí rizika), dále je to objekt rizika (co je ovlivněno zdrojem rizika), důsledky realizace rizika (výsledek realizace hrozby nebo náhody).

## 2.2. Charakteristika ekonomického rizika

Pro ekonomickou činnost je důležité ocenění realizace rizikové události, ekonomické riziko je proto třeba chápat jako nákladovou míru důsledků realizace hrozby nebo šance, jejíž pravděpodobnost je dána vlivem události nebo skupiny událostí, které slouží jako zdroj rizika na objektu. [5]

Ekonomické riziko je nákladová míra důsledků realizace hrozby nebo náhody, jejíž pravděpodobnost je dána vlivem události nebo skupiny událostí, které slouží jako zdroj rizika.

Ekonomické riziko lze tedy popsat následujícími body:

- **Možnost ztráty**

Výroba jakéhokoli výrobku může být doprovázena vznikem ztrát. Situace, kdy je předem známo, že ke ztrátě nedojde s pravděpodobností blížíící se 100%, obecně nejsou považovány za rizikové. To znamená, že za daných podmínek podnikatelský subjekt působí v bezrizikových podmínkách.

- **Nejistota, nepředvídatelnost**

Podnik, který funguje na trhu v podmínkách konkurence, nemůže vždy předvídat, jak se bude chovat konkurent. To znamená, že je nucen jednat v podmínkách nejistoty. Dalším příkladem je inovační aktivita: při produkci inovací podnikatelský subjekt s jistotou neví, jak na ně bude reagovat trh.

- **Nežádoucí ztráta**

Pokud vznik ztráty neovlivní zájmy subjektu, se kterým může být tato ztráta spojena, pak to již pro tento subjekt nepředstavuje riziko. Například v situaci, kdy došlo u podnikatelského subjektu k požáru na pracovišti, v jehož důsledku došlo k poškození staré kompozice s určitými materiály. V případě, že subjekt zamýšlel použít tyto materiály ve výrobě, jde o ekonomické riziko. Pokud by vše zůstalo nedotčeno, neexistuje žádné ekonomické riziko.

- **Finanční posouzení ztráty**

Umožňuje kvantifikovat možná rizika a ztráty (v přirozené formě pro podnikání), stejně jako je řídit pomocí různých ekonomických nástrojů a metod, které umožňují pracovat





s peněžními částkami. Například riziko ztráty zdraví v důsledku nemoci nebo nehody je fyziologické povahy. Pokud však někdo vynakládá peníze na léčbu a nákup léků nebo má menší zisk z důvodu zdravotního postižení, pak existuje ekonomické riziko.

### 2.3. Ekonomické rizikové faktory

Moderní obchodní podmínky se vyznačují zvýšenou rolí rizik, která se stále více stávají globálními. Řada vlastností, které jsou součástí tržních vztahů, jmenovitě působení konkurence, změny trhu, cenová nestabilita a podobně, způsobují nejistotu v dosažení požadovaného konečného výsledku. V důsledku toho se podnikatelská činnost vyznačuje zvýšenou rizikovostí. Pro zobecnění příčin vzniku rizik existuje klasifikace rizikových faktorů v závislosti na takových vlastnostech, jako je rozsah dopadu, možnosti identifikace a řízení rizika, povaha původu a dopadu. [8]

V kontextu škály dopadu se rozlišuje mezi mega-, makro-, mezo- a mikro-riziky. V kontextu šíření integračních procesů a trendů v globalizaci národního hospodářství vznikají rizikové faktory na úrovni megaprostředí, tedy faktory na nadnárodní úrovni. Charakteristickým rysem těchto rizik jsou jejich systémové vlastnosti, to znamená, že jejich realizace postihuje několik zemí současně a má dlouhý časový horizont (až 10 let a více).

Obvykle lze megarizika rozdělit na následující.

- **ekonomická** - měnové, palivové krize, chronická nezaměstnanost a podobně
- **environmentální** - přírodní katastrofy
- **antropogenní** - narušení ekosystémů, nedostatek pitné vody, klimatické změny
- **geopolitická** - sféra politiky, diplomacie, kriminalita, terorismus, vojenské konflikty
- **technologická** - posílení role informací, kybernetické útoky
- **sociální** - problémy majetkové nerovnosti, potravinové krize, pandemie a podobně

Klíčová globální rizika pro roky 2014 - 2024 byla podle Světového ekonomického fóra především rostoucí rozdíly mezi bohatými a chudými a makroekonomická rizika spojená s fiskálními krizemi a ekonomickými potížemi. [14]

Podle kritéria možnosti identifikace rizik a jejich dalšího řízení se faktory dělí na řízené a neřízené. Faktory, jejichž stanovení je možné již ve fázi kvalitativní analýzy rozhodování s jejich následnou eliminací nebo řízením, jsou považovány za ovlivnitelné. Neovlivnitelné faktory mohou být tyto:

- **nejisté** - posouzení pravděpodobnosti výskytu takových rizik se stává složitějším a obvykle se omezuje na stanovení číselných rozsahů změn hodnot jejich možných



důsledků. V tomto případě je nutné použít metody pro stanovení optimální strategie chování v riziku, založené na teorii her, statistických nástrojích a podobně.

- **jisté** - posouzení pravděpodobnosti výskytu takových rizik se provádí pomocí příslušných statistických hodnot.

Podle charakteru původu se ekonomické rizikové faktory dělí na *vnitřní* a *vnější*. Vnitřní faktory přímo souvisejí s fungováním konkrétního ekonomického subjektu a pokrývají všechny procesy a jevy, které vznikají jak ve sféře výroby a oběhu, tak ve sféře řízení. Takovými faktory mohou být strategie společnosti, zásady její činnosti, vlastnosti zdrojové základny, úroveň využití nejnovějších technologií. Vnitřní faktory zase mohou být *objektivní* (jejich výskyt je minimálně závislý na lidském faktoru) a *subjektivní* (související s lidským faktorem).

Existence vnějších faktorů je podmíněna prostředím fungování firmy, respektive na něm nezávisí a potřebuje maximální přizpůsobení ze strany ekonomického subjektu, aby se předešlo negativním dopadům a maximalizovalo využití všech potenciálních příležitostí. [5]

Podle charakteru dopadu se vnější faktory dělí na faktory přímého a nepřímého působení. Přímý vliv na výskyt rizik během provozu společnosti mají následující faktory: [8]

- legislativní a regulační rámec, který reguluje podnikatelské a ekonomické aktivity
- rysy rozpočtového a měnového systému země
- činnost ústředních a místních orgánů, jejich koordinace a soudržnost
- jednání ekonomických subjektů-protistran (dodavatelé, konkurenti, spotřebitelé, regulátor trhu)
- akce zločinců a jiných nelegálních skupin

Nepřímé rizikové faktory mohou být následující:

- stabilita politické scény
- ekonomické faktory
- sociální faktory
- demografické a environmentální situace v zemi
- okolnosti vyšší moc
- rysy zahraniční hospodářské politiky státu
- geopolitické postavení ve světě
- vědecký a technologický pokrok



## 2.4. Funkce rizik

Navzdory skutečnosti, že riziko je obvykle spojeno s možností vzniku ztrát ze strany firmy, je nesprávné k němu přistupovat výhradně z negativní stránky. Riziko má v socioekonomickém životě společnosti určitou roli, která se projevuje ve funkci inovativní, ochranné, regulační a analytické.

**Inovační funkce** se projevuje v tom, že existence rizika nutí ekonomický subjekt využívat netradiční, nové způsoby organizace podnikatelských aktivit, aby se rizikům vyhnul nebo je minimalizoval. To vytváří předpoklady pro zahájení inovační činnosti, jejíž rozvoj má pozitivní důsledky jak pro spotřebitele (v podobě inovativních produktů a služeb), konkrétní firmu (ve formě zisku), tak pro celou zemi zvýšením své konkurenceschopnosti na zahraničních trzích. [14]

**Ochranná funkce** je dána schopností ekonomického subjektu vyhledávat a používat různé nástroje a metody k předcházení ztrátám v důsledku realizace rizik, a to ve formě právních, politických, ekonomických záruk nebo sociální ochrany. [15]

Projev **regulační funkce** rizika se projevuje v jeho schopnosti ovlivňovat činnost podniku prostřednictvím nutnosti neustálého studia rizikové situace, dále předvídaní míry rizika a upravování již přijatých rozhodnutí. V tomto případě se rozlišuje *konstruktivní* (pozitivní dopad stimulací inovační činnosti) a *destruktivní* projev regulační funkce (negativní dopad v podobě zvýšení pravděpodobnosti vzniku ztrát v důsledku přijímání nerozumných rozhodnutí a nezohledňování rizika). [15]

**Analytická funkce** rizika je realizována v potřebě ekonomického subjektu provádět analytickou práci v rozhodovacím procesu s využitím intuice, minulých zkušeností nebo speciálních analytických metod s cílem učinit nejlepší rozhodnutí a vyhnout se ztrátám. [15]

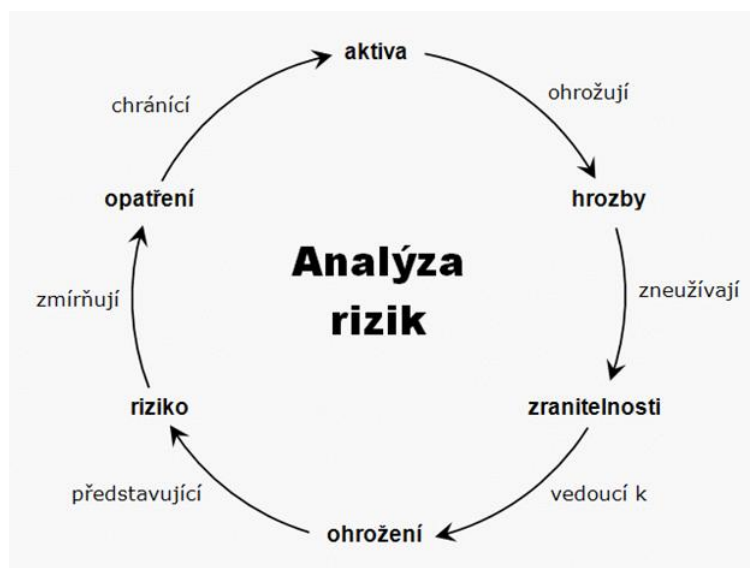
## 2.5. Analýza rizik

Analýzou rizik se rozumí proces, který slouží k ochraně zájmů nějakého projektu nebo lidské činnosti. V jeho průběhu jsou jako první krok nejprve definována rizika, která by mohla projekt ohrozit. Následně jim může být dle použité metodiky přiřazována váha a pravděpodobnost výskytu. Dále probíhá proces návrhu protiopatření, která mají za úkol identifikovaná rizika zmírnit. [19]

V analýze rizik se mohou používat následující termíny: [19]

- **aktiva** – předmět ochrany před riziky vyžadující ochranu
- **hrozby** – podněty, které mohou ohrozit aktiva a způsobit škodu
- **zranitelnosti** – vlastnost aktiv, které způsobují jeho sníženou ochranu před hrozbami

- **riziko** – vyjadřuje šanci na úspěšné vyplnění hrozeb a způsobení škody hrozbou
- **protiopatření** – činnosti mající za cíl snížení nebo eliminaci hrozeb



Obrázek 1: Schéma analýzy rizik [19]

## 2.6. Vyhodnocování rizika

### 2.6.1. Vypočet stupně významnosti rizika

Jakmile jsou rizika stanovena, je nutné určit hodnocení jejich dopadu a pravděpodobnosti ohodnocení jeho výskytu. Každé riziko má různé dopady, které může způsobit. Dopady rizika, neboli následky, lze hodnotit například takto v pětibodové stupnici:

Závažnost	Dopad rizika	Popis dopadu
5	Krizové	Situace zásadně omezí nebo ukončí provoz firmy (například bankrot, ztráty na životech)
4	Významné	Situace velmi nebezpečně ovlivňuje chod firmy (například vznik významných finančních ztrát)
3	Střední	Situace nebezpečně ovlivní vnitřní i vnější chod firmy (například menší finanční ztráty do výše 30% rozpočtu)
2	Nevýznamné	Situace omezuje vnitřní chod firmy (například časové prodlevy do 30 dní)
1	Zanedbatelné	Situace sice negativně omezuje chod firmy, ale nezpůsobuje ztráty větší jak 5%

Tabulka 1: Tabulka závažnosti rizik (autorka dle [23])



Závažnost	Pravděpodobnost výskytu rizika	Popis výskytu
5	Jisté	Riziko se téměř vždy vyskytne nebo s pravděpodobností 90-100%
4	Pravděpodobné	Riziko se pravděpodobně vyskytne
3	Možné	Riziko se někdy může vyskytnout (například za specifických podmínek)
2	Nepravděpodobné	Riziko se někdy může vyskytnout, ale je to nepravděpodobné
1	Vyloučené	Riziko se vyskytne pouze ve výjimečných případech a za specifických podmínek

Tabulka 2: Tabulka pravděpodobnosti výskytu rizik (autorka dle [23])

Stupeň významnosti vzniká výpočtem součinu bodů z pravděpodobnosti a dopadu rizika, rozděluje rizika do 3 hlavních pásem, viz tabulka 3. [20]

- **nízká** < 12 - vlivy na činnost organizace nejsou závažné
- **střední** 12 a < 16 - vlivy jsou závažné, avšak ne kritické
- **vysoká** > 16 - kritické vlivy a dopady na činnost organizace

	Pravděpodobnost výskytu rizika					
5	5	10	15	20	25	vysoká významnost
4	4	8	12	16	20	
3	3	6	9	12	15	střední významnost
2	2	4	6	8	10	nízká významnost
1	1	2	3	4	5	
	1	2	3	4	5	

Tabulka 3: Pravděpodobnosti výskytu rizik (autorka dle [20])

## 2.6.2. Analýzy a hodnocení rizik

Při přípravě řešení rozsáhlých mimořádných událostí a krizových situací je nezbytné provést analýzu rizik jako klíčový systémový krok. Riziko lze ohodnotit na základě informací kterou získáváme. Dále jsou uvedeny vybrané nejčastější metody analýzy rizik, které pomáhají jejich předcházení nebo alespoň k jejich snižování.



- **Metoda PNH [17]**

Je metoda hodnocení rizik, podle pravděpodobnosti jejich vzniku a názoru hodnotitelů.

Rizikový stupeň	R	Míra rizika
1	> 100	Nepřijatelné riziko
2	51 - 100	Nežádoucí riziko
3	11 - 50	Mírné riziko
4	3 - 10	Akceptovatelné riziko
5	< 3	Bezvýznamné riziko

Tabulka 4: Metoda PNH (autorka dle [17])

Vychází z rovnice analýzy rizik níže, které uvádí celkovou hodnotu rizika, viz tabulka 5.

$$R = P \cdot N \cdot H$$

Za pomocí metody PNH lze definovat, s jakou pravděpodobností může dané riziko nastat a jak velký dopad na fungování za dané období může ohrožení mít. [18]

Pravděpodobnost (P)		Možné následky hrozeb (N)		Náзор hodnotitele na míru (H)	
Nahodilá	1	Poškození zdraví bez pracovní neschopnosti	1	Zanedbatelný vliv na míru nebezpečí	1
Nepřavděpodobná	2	Absenční úraz	2	Malý vliv na míru nebezpečí	2
Pravděpodobná	3	Vážnější úraz s hospitalizací	3	Větší nezanedbatelný vliv na nebezpečí	3
Velmi pravděpodobná	4	Těžký úraz s trvalými následky	4	Velký vliv na míru ohrožení	4
Trvalá	5	Smrtelný úraz	5	Velice významný a nepříznivý vliv na míru ohrožení	5

Tabulka 5: Metoda PNH (autorka dle [17])

- **Kontrolní seznam**

Kontrolní seznam je seznam, na němž se nacházejí položky ke kontrole a ověřuje se splnění podmínek. Zpravidla je tvořen systematicky na sebe navazujícími položkami, které vedou ke kontrole celého předmětného systému. Struktura seznamu může být jednoduchá nebo složitější, s možností vážení jednotlivých parametrů. [27]

- **„Co, když?“ analýza**

Metoda „Co, když?“ je založena na hledání možných dopadů konkrétních provozních situací. Používá se nejčastěji při prověřování pracovních postupů a provozní bezpečnosti. Modelově se táže na situaci, která může nastat a co se bude v takovém případě dělat pro její nápravu. Proces se může provádět skupinově diskuzí, ale může ji provádět i jednatel. Výsledky pouze mohou být zkráceny charakteristicky jeho úsudkem. Tato metoda není pevně strukturovaná. [29]

- **SWOT Analýza**

SWOT analýza je založena na čtyřech základních parametrech, která slouží ke klasifikaci a hodnocení. Název SWOT je zkratka anglických slov: strengths (silné stránky), weaknesses (slabé stránky), opportunities (příležitosti) a threats (hrozby). Tyto faktory jsou rozděleny do dvou skupin, kde přednosti a slabiny reprezentují vnitřní faktory subjektu, zatímco příležitosti a hrozby jsou vnějšími faktory. [30]



Obrázek 2: Schéma SWOT analýzy [31]



- **BOMECH**

Metoda BOMECH je komplexní metoda, která poskytuje při analýze rizik vše od stanovení rizik, jejich vyhodnocení, návrhu protiopatření a vyhodnocení efektivity. Může poskytnout dostatečně přesná hodnocení rizikových faktorů. Avšak, jako všechny bodové metody, je subjektivní a závisí na posuzovateli, jeho znalostech a praxi. Pro objektivní výsledky je třeba splnit dvě podmínky - týmové hodnocení s minimálně třemi experty a odpovídající kvalifikaci posuzovatelů (školení a praxe). [22]

## 2.7. Snižování rizik

Nejdůležitější částí procesu analýzy rizik je ihned první krok jejich přesné identifikace. V případě, že dojde k nepřesnému formulování rizik nebo úplnému selhání s formulací, nelze poslední bod procesu (tedy snižování rizik) efektivně uplatnit. V lepším případě pouze protiopatření nebudou mít svůj nejvyšší možný efekt, v horším případě nebude dosaženo vůbec ničeho a dojde jen k zbytečnému plýtvání zdroji a vzniku škod. A škody se následně budou v různých mírách opakovat, dokud nebude přesně definováno jaký je zdroj problému.

Jako možná řešení snižování rizik se nabízí následující:

- **Prevence rizik** – první a nejčastěji užívanou možností je prevence rizik. Ne vždy se totiž dá všem rizikům vyhnout nebo je vyřešit jinými způsoby, které by nevyžadovaly jejich předcházení. Spočívá v jejich kvalitní a přesné identifikaci a následným prováděním činností, které mají za úkol eliminaci rizikových stavů.
- **Zajištění duplicit** – spočívá v identifikování nejzranitelnějších prvků a vytvoření jejich záloh. Tedy například pokud onemocní člověk na důležité pozici, je ihned k dispozici náhrada, která vykryje dobu jeho pracovní neschopnosti. Případně na příkladě strojů zajištění náhradních dílů. Ne vždy je však zajištění duplicit možné, zejména pokud se jedná o vysoce nákladný provoz.
- **Pojištění** – Pojištění může do jisté míry vykrývat rizika, ale nepomáhá k jejich snižování. Pouze přináší finanční a psychickou jistotu, že pokud se naplní nejhorší scénáře, nebude to pro daný projekt úplný konec, ale spíše zdržení. Zde je však nutné pojištění uzavřít vhodnou formou. Příliš specifické pojištění může mít za následek nevyplacení pojistky, naopak příliš obecné pojištění s sebou přináší vysoké finanční náklady.
- **Vyhnutí se riziku** – Nejjednodušší možností je vyhnout se riziku. Tato řešení však přináší komplikace, protože může znamenat v některých případech úplný stop.



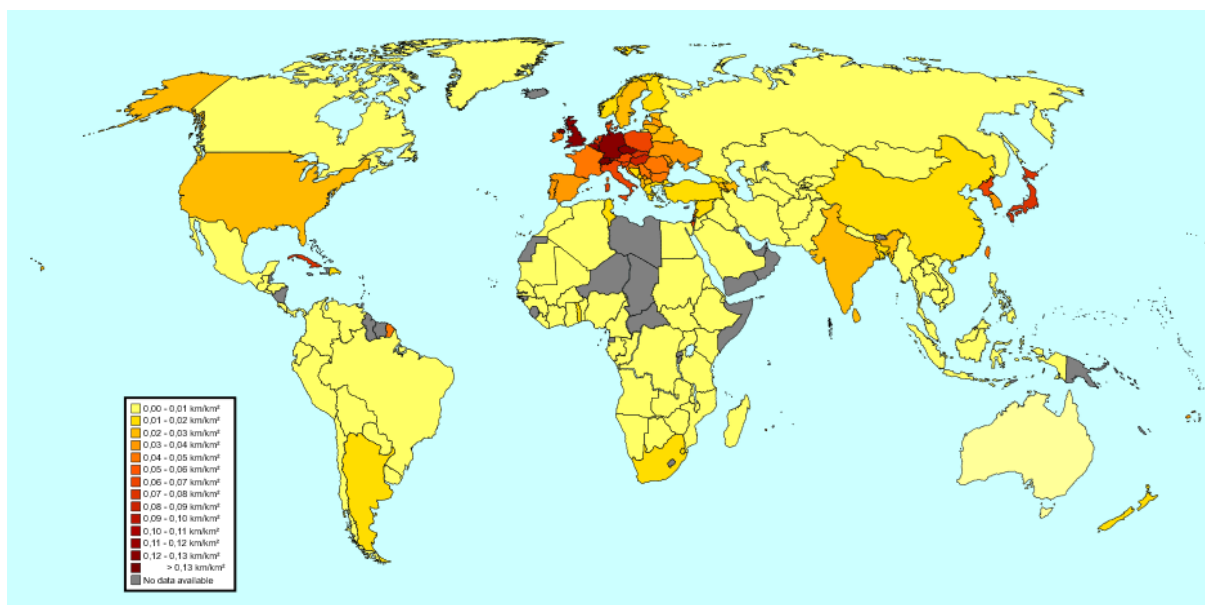
## 3. Globální trh s kolejovými vozidly

### 3.1. Významní světoví výrobci kolejových vozidel

Světový trh s produkty železničního strojírenství zahrnuje širokou škálu produktů, například:

- vozy různých typů (osobní, nákladní, specializované)
- vozy s vlastním pohonem
- lokomotivy různých typů
- pomocná technologická zařízení
- komponenty pro kolejová vozidla

Hlavními spotřebiteli produktů železničního strojírenství jsou země Evropy, Asie a Severní Ameriky, které mají největší vozový a lokomotivní park a také rozsáhlou železniční síť.



Obrázek 3: Hustota železničních sítí ve světě [32]

Rozvoj železniční infrastruktury, úroveň její kvality a vlastností přímo formuje poptávku po železničních výrobcích. Poptávku tvoří také výkyvy na dopravním trhu a samotný dopravní trh závisí na tržní situaci v těch produktových segmentech, které jsou těmito přepravami obsluhovány. Například zvýšení cen kovů vede ke zvýšení přepravy jak kovů samotných, tak jejich výrobků, a je také doprovázeno výrazným nárůstem poptávky po kolejových vozidlech a komponentech. Zároveň se ale zvyšují náklady na vozový park.

V této situaci tedy musejí největší železniční strojírenské podniky podrobně monitorovat situaci v těchto oblastech, aby si udržely své pozice na světovém trhu a mohly sestavovat obchodní plány výroby. [9]



V současnosti je největší koncentrace významných železničních výrobců soustředěna v Evropě. Historicky se evropští výrobci železniční techniky zaměřovali především na domácí trh. V důsledku fúzí a akvizic v 90. letech 20. století se však v Evropě vytvořili tři dominantní výrobci.

- **Bombardier** - kanadský výrobce s centrálou a výrobními závody v Německu
- **Alstom** - Francie
- **Siemens** - Německo / Rakousko

Menší společnosti, které operují na světovém trhu jsou poté:

- Kawasaki / Hitachi (Japonsko)
- General Electric (USA)
- Vossloh (Německo)
- General Motors (USA)

Prvně jmenované tři korporace však mají až 70% prodeje železničního zařízení a komponentů na světovém trhu. Evropští výrobci donedávna drželi 80% vnitroeurospkého trhu a také 50% světového trhu s výrobou železničních výrobků (lokomotivy a vagony) a komponentů. Situace se však rychle mění, protože čínští výrobci začínají mít na světové scéně stále důležitější roli. [13]

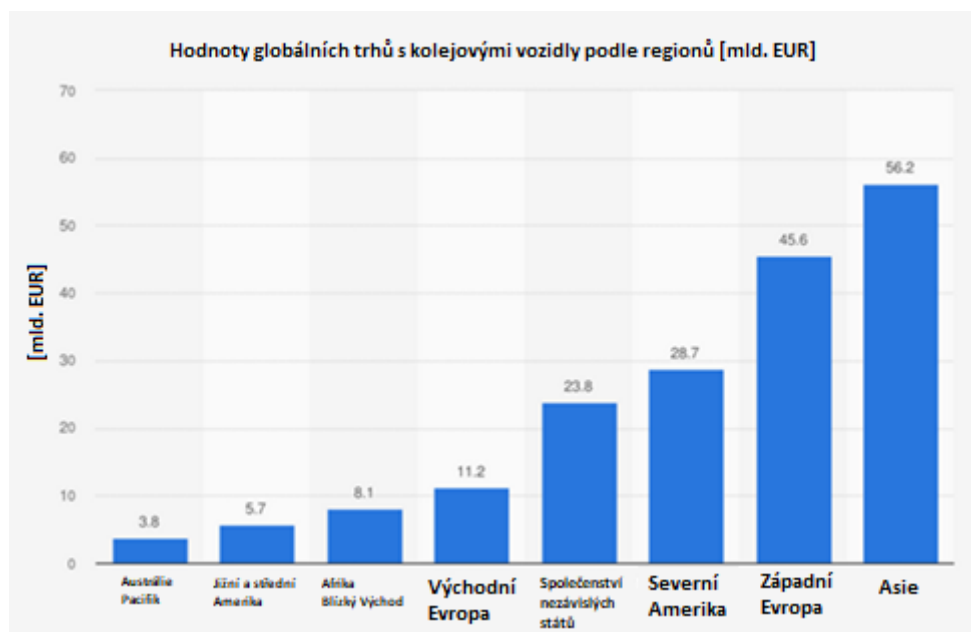
### Růst čínských výrobců

V roce 2002 byly po reformách čínské vlády založeny společnosti China South Locomotive & Rolling Stock Corporation Limited (CSR) a China North Locomotive and Rolling Stock Industry Corporation (CNR). Hlavní činností zavedených firem je výroba lokomotiv různých typů - dieselové, elektrické, rychlíkové. Ale i přes vytvoření vlastního vysokorychlostního vlaku v roce 2002 s názvem „China Star“ se čínské výrobky ukázaly jako nekonkurenceschopné na světovém trhu. [13] [33]

Čínští výrobci zaujímají vysoké postavení a to jak díky velkému objemu vlastního domácího trhu, tak díky aktivní expanzi do dalších částí světa.

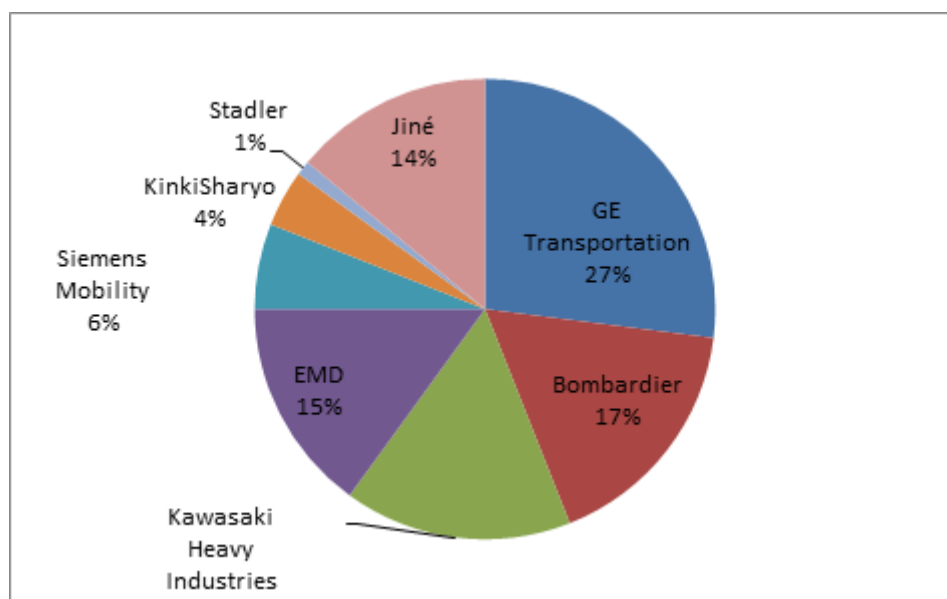
Růst čínských výrobců můžeme pozorovat na příkladu severoamerického trhu v grafu 1 (USA, Kanada, Mexiko). V letech 2016 - 2018 na nákup kolejových vozidel zde bylo vyčleněno téměř 30 miliard EUR. Segmentu nákladních vozů a lokomotiv tradičně dominují místní výrobci. [24]

Významnou událostí také byla koupě části německé společnosti Vossloh čínským koncernem CRRC v roce 2020. To tedy jen posílilo čínskou expanzi do Evropy. [76]



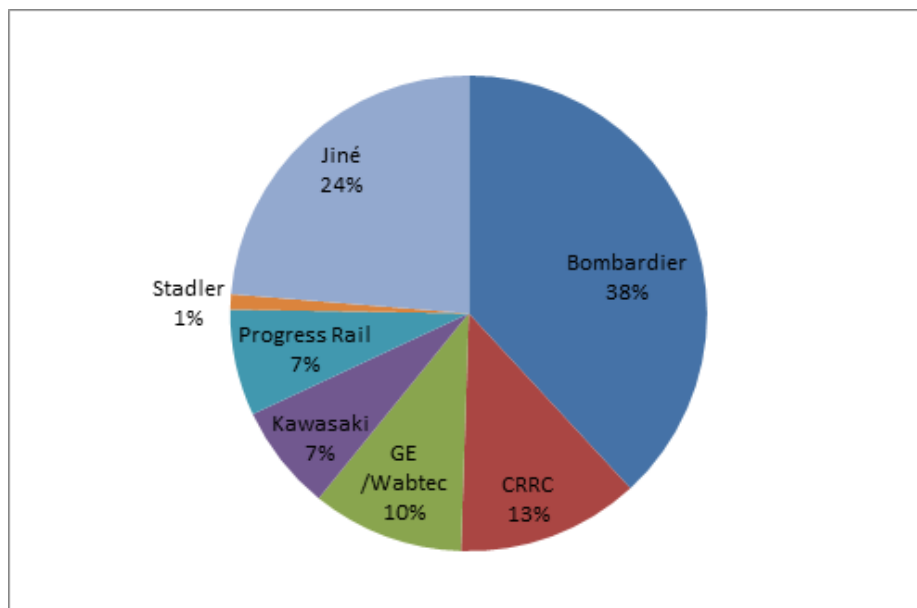
Graf 1: Přehled hodnot světových trhů (autorka dle [24])

Na trhu osobních vozidel však došlo ke zdatelným změnám. V období do roku 2017 bylo velké místo na trhu obsazeno převážně japonskými výrobci (Kawasaki, KinkiSharyo). Do roku 2019 však jejich pozice zaujala čínská CRRC. Viz grafy 2 a 3. [3] [24]



Graf 2: Dodavatelé kolejových vozidel v Severní Americe v letech 2013 - 2017 [24]

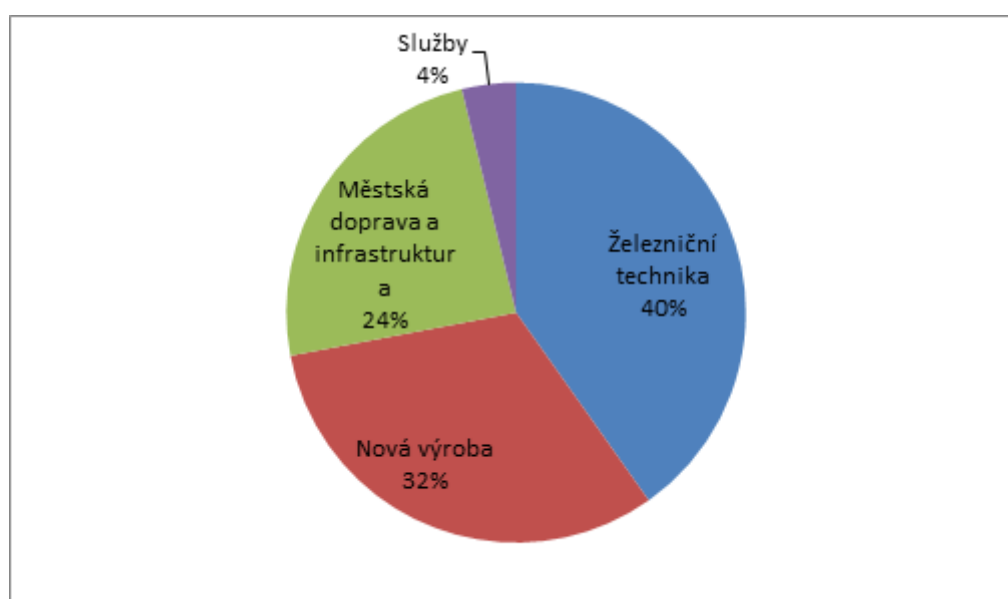
Je třeba poznamenat, že kolejová vozidla ve Spojených státech nejsou dodávána hotová, ale jsou vyráběna v souladu se zákony země v místních továrnách s alespoň 50% lokální výrobou, to se týká především finální montáže. Zahraniční korporace zpravidla za účelem prodeje svých výrobků budují nové závody na výrobu kolejových vozidel. [5]



Graf 3: Dodavatelé kolejových vozidel v Severní Americe v roce 2019 [24]

Od roku 2016 CRRC postavilo několik továren ve Spojených státech – ve městech Springfield (Massachusetts) a Chicago (Illinois). Dceřiná společnost CRRC Sifang America má s Chicago Transportation Authority desetiletou smlouvu na dodávku 846 nových železničních vozů v hodnotě až 1,3 miliardy USD. Závod pro výrobu zde byl postaven za pouhé 2 roky. Podíl lokalizace je podle výrobce 70% a v současné době se testují první osobní vlaky. [3]

Příjmy CRRC v roce 2021 vzrostly o 3,4% ve srovnání s rokem 2020 a dosáhly výše 29,6 miliardy EUR. Ve struktuře tržeb činily tržby za železniční zařízení 40,2% neboli 11,9 miliardy EUR. Tržby z nové výroby činily 31,8% neboli 9,4 miliardy EUR. Výnosy ze služeb v roce 2021



Graf 4: Rozdělení příjmů CRRC v roce 2021 podle prodejních segmentů [24]



činily 1,1 miliardy EUR (+22,3% ve srovnání s rokem 2020) nebo 3,8% v celkové struktuře výnosů (+0,6 %). Více než 90% příjmů CRRC ze všech prodejů pochází z prodeje produktů na domácím trhu v Číně. Podíl ostatních zemí na tvorbě tržeb byl v roce 2021 na úrovni 8,9% a zvýšil se o 1,4 % od roku 2020. [24] [40]

Klíčové výzvy CRRC v budoucnu mohou být následující:

- Bariéry na zahraničních trzích proti „čínské expanzi“, včetně poklesu přítomnosti na trhu USA v důsledku regulačních rozhodnutí.
- Zvýšení dovozní nezávislosti vyráběných výrobků z hlediska komponentové základny na pozadí zhoršování geopolitické situace.
- Vstup nových společností na globální trh.

## Globální trh

Objem globálního trhu kolejových vozidel v roce 2021 dosáhl 64,5 miliardy amerických dolarů. Podle předpovědí by měl trh dosáhnout do roku 2027 hodnoty 76,6 miliardy USD. To v letech 2022 - 2027 vykazuje CAGR 2,8%. [13]

Rostoucí městská populace a rostoucí průmyslová těžba po celém světě, které živí poptávku po lehké železnici, místních osobních vlacích a rychlých vlacích metra, jsou klíčovými faktory, které řídí globální trh kolejových vozidel. Lidé stále častěji volí veřejnou dopravu, protože snižuje dopravní kongesce a poskytuje pohodlný a dostupný způsob dopravy.

Inovace v oblasti velkých dat a analýzy navíc pomohly výrobcům a dodavatelům originálního průmyslového vybavení (OEM) a dalším dodavatelům zefektivnit provoz a poskytnout uživatelům kolejových vozidel digitální řešení pro monitorování v reálném čase a prediktivní údržbu. Technologické vymoženosti, jako jsou magnetické vlaky, aplikace internetu věcí v komunikaci a signalizaci a zvyšování pohodlí cestujících se také staly příčinami růstu globálního trhu kolejových vozidel.



## Inovativní přístupy ke globálnímu trhu

Koncept Železnice 4.0 zahrnuje komplexní strategii pro zavádění digitálních technologií na celé železniční síti v České republice. Tato inovativní iniciativa klade důraz na dva hlavní aspekty: zvýšení bezpečnosti železničního provozu a současně zlepšení využitelnosti a zapojení železnice do celého dopravního systému ČR. [63]

5G for Rail Communication (5G pro železniční komunikaci) představuje novou generaci bezdrátových sítí, která je navržena speciálně pro potřeby železničního provozu. Tato technologie poskytuje vysokorychlostní a spolehlivé připojení, které umožňuje rychlý přenos dat mezi železničními zařízeními a centrálním řídicím systémem. [64]

Digitale Schiene Deutschland je dále moderním konceptem v železniční dopravě, který se soustředí na železniční síť Německa. Tato koncepce využívá pokročilé digitální technologie a inovace s cílem zlepšit efektivitu, bezpečnost a komfort železničního provozu. [65]

### 3.2. Srovnání konkurečního prostředí

Mezi 14 největších světových výrobců kolejových vozidel patří: [11]

- 5 evropských společností: Alstom, Stadler, Siemens Mobility, Talgo a CAF
- 3 americké společnosti: Wabtec, Trinity Industry a The Greenbrier Companies (GBX)
- 2 japonské společnosti: Hitachi a Kawasaki
- 2 ruské společnosti: Transmashholding (TMH), Sinara - Transport Machines (STM)
- čínská společnost China Railway Rolling Stock Corporation (CRRC)
- jihokorejská společnost Hyundai Rotem.

Pro jejich srovnání byly jako zdroje informací pro zjištění tržeb použity veřejné finanční zprávy výrobců. V závislosti na vlastnostech manažerského a finančního účetnictví mohou společnosti používat fiskální rok, který se liší od kalendářního roku. V takových případech byly příjmy čtvrtletně upraveny podle kalendářního roku, s výjimkou společností The Greenbrier. GBX má fiskální rok od června do května, takže údaje pro tuto společnost jsou za období od prosince předchozího roku až listopad sledovaného roku 2021. [36] až [57]



Výrobce	Původ společnosti	Vykazovací měna	Fiskální rok
 ·mobility by nature·	Francie	EUR	Duben - Březen
	Španělsko	EUR	Leden - Prosinec
	Španělsko	EUR	Leden - Prosinec
	Německo	EUR	Říjen - Září
	Japonsko	JPY	Duben - Březen
	Jižní Korea	KRW	Leden - Prosinec
	Japonsko	JPY	Duben - Březen
	Čína	CNY	Leden - Prosinec
	Švýcarsko	CHF	Leden - Prosinec
	USA	USD	Červen - Květen
	USA	USD	Leden - Prosinec
	USA	USD	Leden - Prosinec
	Ruská federace	RUB	Leden - Prosinec
	Ruská federace	RUB	Leden - Prosinec

Tabulka 6: Přehled největších výrobců (autorka 2023 podle [36] až [57])



Pro samotné srovnání byly finanční ukazatele převedeny do EUR průměrným směnným kurzem Evropské centrální banky za odpovídající kalendářní rok. [34]

Mnoho výrobců železničních kolejových vozidel jsou diverzifikované holdingy s vlastním manažerským účetnictvím, v některých případech není možné alokovat výnosy ze segmentu železnice nebo železničního podnikání.

V letech 2020 – 2021 bylo CRRC lídrem v oblasti příjmů. Tržby společnosti v roce 2021 činily 29,6 miliardy eur. To je téměř dvojnásobek příjmů Alstomu, který je na 2. místě. Na třetím místě s tržbami 9,4 miliardy EUR v roce 2021 byl Siemens. [40] [36] [46] [47]

Stojí za zmínku, že 10 ze 14 zvažovaných společností v roce 2021 zaznamenalo nárůst příjmů ve srovnání s rokem 2020. Alstom a Stadler zaznamenaly nejvyšší růst (+25,5%, resp. +17,9%). Pokles tržeb zaznamenaly 4 společnosti. Tržby Greenbrier klesly nejvíce, s 21,2% poklesem v roce 2021 ve srovnání s rokem 2020. [36] [41] [48] [49]

Ruský holding TMH je mezi zkoumanými výrobci na 6. místě s tržbami 3,6 miliardy eur. Tržby společnosti v roce 2021 činily 3,6 miliardy EUR (+5,8% ve srovnání s rokem 2020). Zároveň v národní měně vzrostly příjmy TMH v roce 2021 o 2,1%, za což může posilování Rublu vůči Euru. V roce 2020 byl průměrný směnný kurz 90,2 RUB/EUR a v roce 2021 87,1 RUB/EUR. S tržbami v roce 2021 ve výši 1 miliardy EUR je STM na 12. místě mezi srovnávanými společnostmi. V EUR se tržby společnosti snížily o 4,5%, v národní měně byl poté pokles o 7,9%. [34] [56] [57]

Výrobce	Tržby v roce 2021 [miliardy EUR]	Růst oproti roku 2020
CRRC	29,6	3,40%
Alstom (po fúzi s Bomabardier)	15,1	25,50%
Siemens	9,4	4,20%
Hitachi	4,8	11,10%
Wabtec	4,4	6%
TMH	3,6	5,80%
Stadler	3,4	17,90%
CAF	2,2	9,10%
Hyundai Rotem	2,1	1,50%
GBX	1,5	-21,20%
Trinity Industry	1,1	-19,20%
STM	1	-4,50%
Kawasaki	0,9	-16,50%
Talgo	0,6	14%

Tabulka 7: Tržby největších výrobců [24] [36] až [57]





Příjmy lídra v oboru CRRC v národní měně v roce 2021 ve srovnání s rokem 2020 klesly o 0,8% na 225,7 miliardy jüanů. Tržby společnosti Hitachi v segmentu železničních systémů v EUR v roce 2021 vzrostly o 11,1%, v národní měně byl růst 14,3%. Greenbrier v místní měně zaznamenal výraznější pokles příjmů o 23,3% oproti poklesu o 21,2% v EUR. [40] [41]

### Zakázky a objednávky

Portfolio zakázek zveřejňuje omezený počet společností, zejména ruské společnosti tyto informace nezveřejňují. Pro Siemens Mobility je kniha objednávek prezentována k 30. září 2021, pro Alstom k 31. březnu 2022, pro GBX k 30. listopadu 2021, pro ostatní společnosti k 31. prosinci 2021. Hitachi má knihu objednávek pro segment mobility, nikoli pro železniční systémy. [46] [47]

V roce 2021 byl Alstom lídrem v knize objednávek s ukazatelem 81 miliard EUR. Na druhém místě se umístil Siemens s ukazatelem 36 miliard eur, což je zhruba 2,5 krát méně oproti prvnímu místu. Třetí místo obsadilo CRRC s portfoliem zakázek 28,9 miliardy eur. [40] [46] [47] [36]

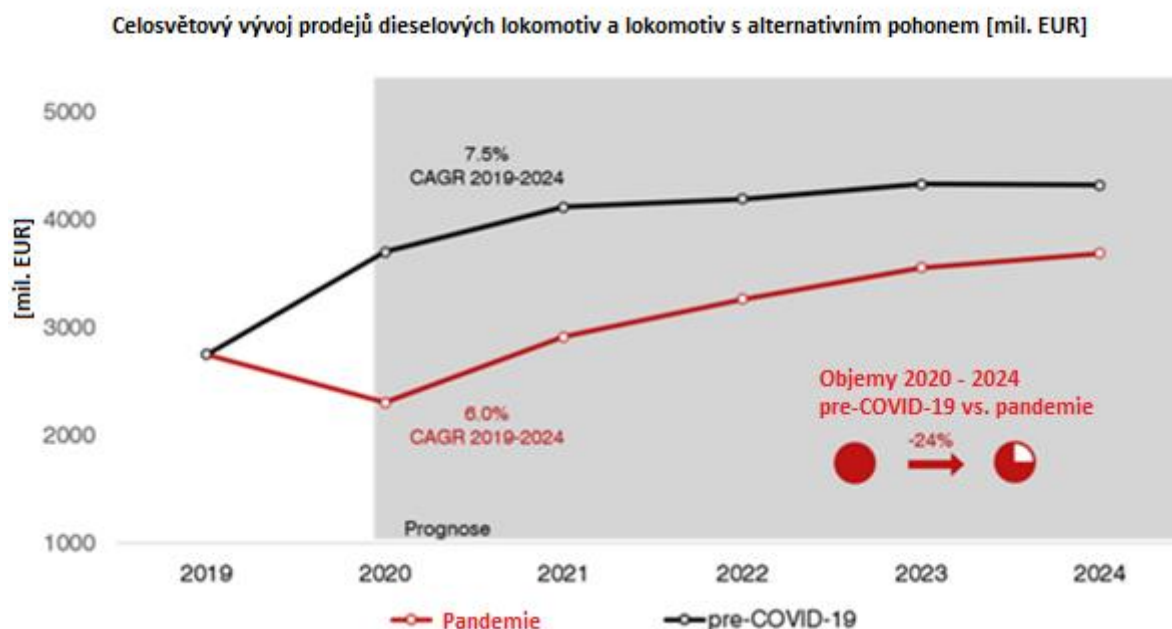
Kniha objednávek CRRC v roce 2021 ve srovnání s rokem 2020 v EUR zaznamenala pokles o 9,1%, v národní měně byl pokles o 12,8% na 220,3 miliardy jüanů. V roce 2021 Trinity Industry zaznamenala nárůst v knize objednávek o 49,5% v národní měně oproti nárůstu o 53,7% v EUR. [34] [40] [53] [54] [55]

Výrobce	Výše objednávek 2021 [miliardy EUR]	Růst oproti roku 2020
Alstom	81	8,70%
Siemens	36	12,50%
CRRC	28,9	-9,10%
Stadler	16,5	11%
Wabtec	15,6	6,40%
CAF	8,9	9,40%
Talgo	3,2	2%
Kawasaki	3	-13,80%
GBX	2,5	30,40%
Trinity Industry	1,3	53,70%

Tabulka 8: Přehled objednávek [24] [36] až [57]

### 3.3. Prognózy poptávky po kolejových vozidlech

V současnosti je celosvětovým trendem, který lze vidět na příkladu grafu 5, stagnace prodeje dieselových lokomotiv. Konkrétně se jedná o významné výrobce dieselových lokomotiv, jako jsou například Wabtec. [51] [52]

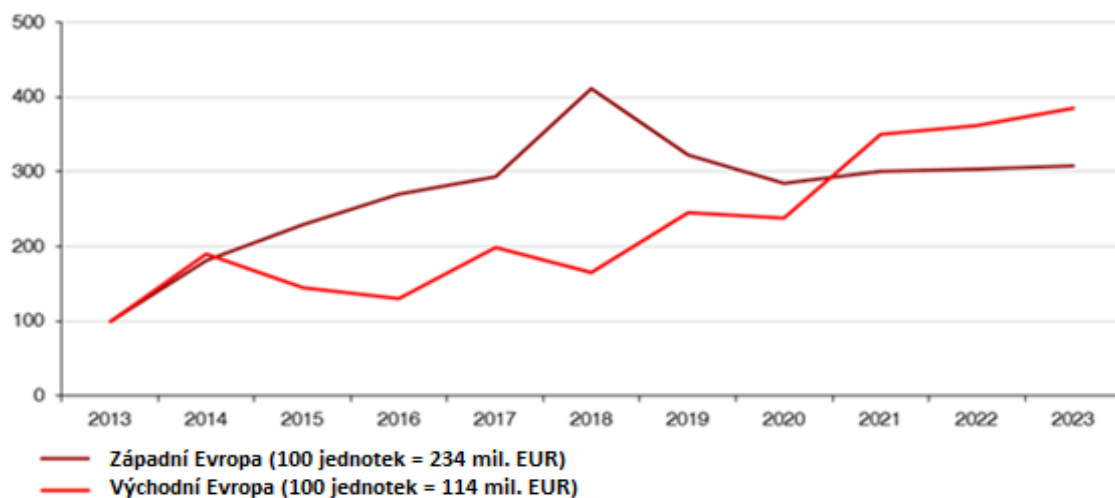


Graf 5: Historický vývoj poptávky po dieselových lokomotivách (autorka dle [24])

Podle prognóz SCI Verkehr se prodej nových dieselových lokomotiv v období 2020 - 2024 ve světě sníží o 24%. Jako příčiny této recese se nejčastěji uvádí ekonomické potíže v důsledku pandemie COVID-19, dále politika snižování emisí v rozvinutých zemích a vznik nových bateriových a vodíkových vlaků. Avšak s průměrnou celosvětovou mírou elektrifikace kolejí pouhých 28% (a pouze 1% v USA) budou dieselové lokomotivy v provozu a žádané ještě dlouhou dobu. [10]

Prodeje elektrických lokomotiv jsou v současnosti víceméně stabilní s ohledem na širší okolnosti, které silně ovlivňují ekonomiky států. Vývoj a jeho předpověď do současnosti lze spatřit na grafu 2. Očekává se, že evropské železnice, které mají největší podíl elektrifikovaných tratí, zaznamenají nárůst poptávky zejména ve východním regionu. V zemích postsovětského prostoru je průměrné stáří vlakového parku více než 35 let, což je mnohem vyšší než v západní Evropě (23 let). [13] [62]

Vývoj hodnot trhů východní a západní Evropy (výchozí stav 2013 = 100)



Graf 7: Předpověď prodeje elektrických lokomotiv západ/východ Evropy (autorka dle [24])

Ve Spojených státech, kde sídlí největší společnosti specializující se na výrobu nákladních vozů, bylo v prvním čtvrtletí roku 2021 dodáno 5996 vozů. Celkově loni průmysl výroby vagónů v Severní Americe vyrobil za posledních 5 let rekordně nízký počet kolejových vozidel – pouhých 33,4 tisíc kusů. Tyto údaje poskytuje americký Institut pro zásobování železnic. [10]

Aktuální hodnoty trhů pro nákladní vozy OEM a trendy jejich vývoje do roku 2023



Graf 6: Aktuální prognóza poptávky nákladních vozů dle regionu do 2023 [24]



## 4. Projekty autonomního řízení

Mezi hlavní cíle projektů autonomního řízení na železnici patří zejména zvýšení efektivity přepravy a zvýšení bezpečnosti vynecháním lidského faktoru a tím omezení chyb, které může přinášet. To ve svém výsledku vede i k zlepšení ekonomické stránky přepravy, protože nedochází ke zbytečným ztrátám. [16]

Automatické řízení se na světě využívá již téměř 45 let v různých mírách automatizace. Jako příklad lze jmenovat japonské město Kobe, kde v roce 1981 začal jezdit první automatizovaný vlak. [66]

ATO je komplexní systém, který umožňuje automatizaci jízdy kolejových vozidel. Zajišťuje vhodné přizpůsobení jízdy dle traťových podmínek i optimalizaci jízdy z energetického a časového hlediska. [16]

Skládá z mnoha různých komponentů. Základními prvky ATO jsou senzory, počítačový systém, komunikační infrastruktura a aktuátory. [16]

**Senzory** jsou umístěny jak na kolejích, tak ve vlaku a v jeho okolí. Slouží k detekci a sběru dat o jízdě, stavu infrastruktury a dalších relevantních informacích. Tyto senzory mohou využívat různé technologie, jako jsou laserové senzory, ultrazvukové senzory, optické snímače, akcelerometry, gyroskopy nebo GPS. [16]

Data získaná ze sensorů jsou následně zpracována a analyzována **počítačovým systémem**. Tento systém v reálném čase vyhodnocuje data a na základě předem stanovených algoritmů provádí rozhodnutí o řízení vlaku. Tedy reguluje rychlost, akceleraci, brzdění, průjezd stanicemi a zastávkami a další prvky provozu vlaku. [16]

**Komunikační infrastruktura** je nezbytná pro přenos dat ze sensorů pro jejich zpracování počítačovými systémy řídícími jízdu. K tomu mohou být využity různé technologie, jako jsou bezdrátové sítě, optická vlákna, satelitní komunikace nebo rádiové přenosy. [16]

**Aktuátory** jsou zařízení, která převádějí signály z počítačového systému na fyzické akce ve vlaku. Tedy ovládají brzdy, akceleraci, dveře a mnoho dalších věcí. [16]

V praxi umožňuje systém ATO tedy přesnou kontrolu nad chováním vlaku, což vede k mnoha výhodám:

- **Zvýšená bezpečnost** – minimalizuje se riziko lidských chyb, počítačový systém automaticky upravuje rychlost a provádí opatření pro plynulou a bezpečnou jízdu.



- **Zvýšená kapacita trati a efektivita** - ATO umožňuje snížení intervalů mezi vlaky, což má za následek zvýšení kapacity tratí a umožňuje provoz více vlaků na stejném úseku.
- **Plynulý provoz** - díky přesnému řízení vlaku lze optimalizovat jeho zrychlování a zpomalování, díky čemuž je jízda plynulejší a cestující mají lepší komfort.
- **Přesné zastavení vlaku** v určených místech, jako jsou nástupiště stanic nebo jiné zastávky. Díky přesné kontrole rychlosti a brzdění vlaku dochází k plynulému zastavení na požadovaných pozicích.
- **Snížení spotřeby energie a nákladů** díky optimalizaci jízdy, lze zajistit, aby byla spotřeba energie co nejmenší. Nedochozí tedy ke zbytečným ztrátám, což vede ke snížení provozních nákladů. Zároveň se zlepšuje úroveň ochrany životního prostředí.

### Stupně automatizace (GoA)

Stupeň automatizace se obecně definuje na základě toho, kolik lidské činnosti je zapojeno do procesu řízení a obsluhy.

- **GoA0** – takzvaný „nulový“ stupeň bez automatizace, standardní obsluha lidmi
- **GoA1** – první stupeň, kdy zastavování, rozjíždění, případně dveře vlaku jsou ovládány člověkem, který je kontrolován zabezpečovacím systémem
- **GoA2** – jízda a zastavování vlaku jsou automatizované, ale člověk ovládá ostatní prvky vlaku (dveře a podobně) a je odpovědný za detekci překážek, vlak nemůže jet sám bez operátora
- **GoA3** - jízda a zastavování vlaku jsou automatizované, ale člověk ovládá ostatní prvky vlaku (dveře a podobně) vlak nemůže jet sám bez operátora
- **GoA4** – vlak je plně automatizovaný a nevyžaduje přítomnost operátora

Mimo výše zmiňované stupně existují i takzvané „mezistupně“ či modifikace. Ty vznikají zejména při vývoji vlakových systémů a označují se zpravidla symbolem „+“ nebo „.5“. Tedy například GoA1+, GoA2+ nebo GoA2.5. Jedná se však spíše o dočasná nebo experimentální řešení. [67] [68] [69] [70]

Pro potřeby práce bylo zvoleno věnovat se poslednímu stupni GoA4 a analyzovat, porovnat a případně i navrhnout možná řešení plné automatizace jízdy vlaku.

#### 4.1. Koncepty automatického řízení vlaku stupně GoA4

Pro analýzu možností autonomní lokomotivy byly vybrány 3 různé koncepce, čtvrtá možnost je přidána jako možná ekonomická varianta pro modernizaci současných prostředků. Vybrané koncepce jsou záměrně orientovány na nákladní dopravu, případně univerzální použití, jelikož přeprava lidí je již automatizována na mnohých místech ve světě. Kupříkladu nejčastěji u městské dráhy metra ve světových metropolích. [73]

##### 4.1.1. Autonomní vagón – Intramotev

Americká společnost Intramotev je jedním z progresivních startupů, které nabízí inovativní řešení současných metod přepravy materiálu. Jejich hlavním produktem je koncept autonomního vagónu, který je výhradně elektrický-bateriový, jak lze vidět na obrázku 4. [72]

Vagón lze koncipovat v různých stupních výbavy, vizualizace níže byla záměrně vybrána pro zobrazení čelního panelu, který má za úkol sloužit jako aerodynamický štít pro efektivnější hospodaření s energiemi. Každý z těchto vagónů je schopen pohybu nezávisle na ostatních strojích železnice (nepotřebuje tedy doplňkový element pro jízdu).

Opět konkrétně vyobrazený model tedy lze využívat na železnici samostatně, nebo jej použít jako řídicí vagón soustavy pro lepší aerodynamiku. Menším nedostatkem je, že vagón nelze používat kvůli výkonu klasickým způsobem jako lokomotivu, pokud je ve vagónu náklad. [72]



Obrázek 4: Autonomní vagón společnosti Intramotev [74]

Koncept této společnosti je zaměřen jako konkurence nákladní kamionové dopravě, kdy by měl být alternativou pro přepravu nákladu na střední a krátké vzdálenosti. Díky integrovaným bateriím jej lze využít i na tratích, které nejsou elektrifikovány. Ovšem v omezeném režimu podle možného dojezdu. Pro jeho prodloužení je nutné vybudovat minimálně dobíjecí stanice.

#### 4.1.2. Autonomní vlakový podvozek – Parallel Systems

S odlišným přístupem přišla na trh společnost Parallel Systems. Tato společnost se rozhodla naprosto od základu změnit přístup k vlakové mobilitě a navrhla autonomní vlakový podvozek. V praxi je na klasických nákladních vagónech zpravidla umístěn jeden podvozek v přední části vagónu a druhý v zadní části vagónu (při přepravě nadrozměrných nákladů může být speciální vagón s více podvozky). [71] [75]



Obrázek 5: Parallel Systems autonomní vlakové podvozky [75]

Každý z podvozků je schopen se pohybovat samostatně, ale pro standardní přepravu jsou v základní konfiguraci využívány dva kusy společně. Rozmístěním obdobně jako na klasickém železničním voze a lze je spojovat do souprav dle potřeb. Podvozky jsou poháněné elektromotory a disponují vlastními bateriemi. Jejich velkou výhodou je široká možnost modularity a uzpůsobení soupravy jakémukoli nákladu. Vzhledem k bateriovému pohonu však tento koncept také trpí podobnými nedostatky jako předchozí a tím je omezený dojezd a závislost na dobíjení akumulátorů. [71] [75]



### 4.1.3. Autonomní lokomotiva

Třetím posuzovaným konceptem je projekt klasické, avšak autonomní lokomotivy. Konkrétní výrobce zde není uvedený úmyslně, jelikož se defakto jedná o evoluci klasického konceptu na železnici, pouze s vysokým využitím moderních technologií místo lidské obsluhy.

Velkou výhodou tohoto konceptu je snadnější implementace do současné podoby přepravy na železničních tratích, lokomotiva je totiž standardně kompatibilní s vozy, které se již globálně využívají. Jako další z výhod lze jmenovat, že tento typ lokomotivy může být poháněn jakýmkoli konvenčním způsobem, který je vhodný pro její nasazení v praxi. Odpadají tedy problémy předchozích konceptů, pokud by se výrobce nerozhodl pro typ pohonu, který je závislý na bateriích a dobíjecích stanicích.

### 4.1.4. Modernizační komplet

Čtvrtým a posledním posuzovaným konceptem v této práci je modernizační komplet. Jedná se pouze o myšlenkový model pro posouzení v rámci bakalářské práce. Konkrétní podoba a možná realizace v této práci není rozebírána a mohla by být vhodným tématem pro jinou práci většího rozsahu.

Jeho základem je modernizace stávajících lokomotiv přestavbou a instalací systémů, které by jí umožnily autonomní jízdu a defakto by tak vznikl stejný typ vozidla jako je jmenován v předchozím bodě.

Potenciálními výhodami by zde mohly být nižší pořizovací náklady a ekologičtější využití dostupných zdrojů. Jako velkou nevýhodu je však potřeba jmenovat nutnost proprietárních řešení pro každý možný typ lokomotivy a s tím spojenou složitější logistiku náhradních dílů, oprav, školení zaměstnanců a podobně.

## 4.2. SWOT analýzy vybraných konceptů ATO

Pro jednotlivé vybrané projekty byly vypracovány následující SWOT analýzy. Ty pokrývají pro každý projekt jeho silné a slabé stránky, hrozby a také jeho příležitosti.

V případě autonomního řízení je část znaků sdílená mezi všemi koncepty. Z těch pozitivních jde především o zvýšení bezpečnosti vyloučením lidského faktoru v řízení, kvůli kterému může docházet k vyšší chybovosti. To může být způsobeno únavou, nepozorností nebo nízkou mírou zkušeností dané osoby. Nelze však přehlížet ani možné zdravotní indispozice, které mohou postihnout lidské pracovníky, ale u elektronických systémů nic takového nehrozí.

Mezi hlavní společné slabé stránky a hrozby patří především zabezpečení řídicích systémů před možnými útoky zvenčí.



## SWOT autonomní vagón

<b>Silné stránky</b>	<b>Slabé stránky</b>
<p>efektivnější přeprava na krátké vzdálenosti možnost vyslat pouze 1 vagón rychlejší transport na kratší vzdálenosti nižší náklady na infrastrukturu samodiagnostika poruch</p>	<p>nutnost nabíjecích stanic kvalifikovanější pracovní síla pro údržbu omezená kompatibilita s existujícím vozovým parkem vyšší počáteční investice omezený trh (spíše pro bohatější státy)</p>
<b>Příležitosti</b>	<b>Hrozby</b>
<p>zlepšení logistiky v přepravě nákladů možnost sběru a vyhodnocení dat v reálném čase vylepšené diagnostické nástroje inovace v dopravě snížení lokálního znečištění</p>	<p>omezení kapacity a životnosti baterií poruchy řídicí elektroniky konkurence s tradičními vozy integrace s existujícími vozy</p>

Obrázek 6: SWOT autonomní vagón (autorka 2023)

## SWOT autonomní vlakový podvozek

<b>Silné stránky</b>	<b>Slabé stránky</b>
<p>efektivnější přeprava na krátké vzdálenosti možnost vysílat pouze jednu jednotku rychlejší transport na kratší vzdálenosti nižší náklady na infrastrukturu modulární skladba samodiagnostika poruch</p>	<p>nutnost nabíjecích stanic kvalifikovanější pracovní síla pro údržbu omezená kompatibilita s existujícím vozovým parkem nutnost výroby nových kontejnerů pro přepravu vysoká cena baterií zabezpečení řídicího SW</p>
<b>Příležitosti</b>	<b>Hrozby</b>
<p>zlepšení logistiky v přepravě nákladů možnost sběru a vyhodnocení dat v reálném čase vylepšené diagnostické nástroje inovace v dopravě snížení lokálního znečištění modifikace pro přepravu cestujících</p>	<p>omezení kapacity a životnosti baterií poruchy řídicí elektroniky konkurence s tradičními vozy integrace s existujícími vozy selhání jednoho podvozku</p>

Obrázek 7: SWOT autonomní vlakový podvozek (autorka 2023)

V případě autonomního vagónu a podvozku vychází dílčí SWOT analýzy s podobnými parametry, protože se defakto jedná o využití stejných technologií, pouze s odlišnou implementací.

## SWOT autonomní lokomotiva

<b>Silné stránky</b>	<b>Slabé stránky</b>
efektivnější přeprava na dlouhé samodiagnostika poruch efektivnější využití spotřeby energií snížení rizika lidských chyb	kvalifikovanější pracovní síla pro údržbu vyšší počáteční investice nedůvěra cestujících v technologii regulační bariéry zabezpečení řídicího SW
<b>Příležitosti</b>	<b>Hrozby</b>
možnost sběru a vyhodnocování dat v reálném čase vylepšené diagnostické nástroje inovace v dopravě růst přepravních služeb snížení ceny přepravy	poruchy řídicí elektroniky vysoké odpisy starých vozidel před koncem životnosti zanedbání údržby při záměně s klasickou lokomotivou

Obrázek 8: SWOT autonomní lokomotiva (autorka 2023)

## SWOT modernizační komplet

<b>Silné stránky</b>	<b>Slabé stránky</b>
možnost využití současných zdrojů samodiagnostika poruch efektivnější využití spotřeby energií snížení rizika lidských chyb ekonomicky dostupnější	kvalifikovanější pracovní síla pro údržbu nutnost proprietárních řešení nutnost správné diagnostiky pro modernizaci zabezpečení řídicího SW časová náročnost přestavby
<b>Příležitosti</b>	<b>Hrozby</b>
možnost sběru a vyhodnocování dat v reálném čase vylepšené diagnostické nástroje inovace v dopravě snížení ekologické zátěže	poruchy řídicí elektroniky nedostatečná standardizace nízká kvalita lokomotiv k modernizaci vyšší poruchovost složitější systém

Obrázek 9: SWOT modernizační komplet (autorka 2023)

Obdobně jako v případě autonomního vagónu a podvozku, i zde v případě autonomní lokomotivy a modernizačního kompletu si jsou jednotlivé parametry analýz podobné. Jedná se totiž defakto o stejný koncept autonomního řízení, pouze s odlišným využitím technologií.

## 5. RPD analýza projektu autonomní lokomotivy

Analýza projektu autonomní lokomotivy byla provedena na modelovém projektu bez volby konkrétního systému nebo společnosti. Jako metodu pro vyhodnocení byla vybrána metoda „RPD“, aneb riziko, pravděpodobnost výskytu, dopad rizika.

Definice možných rizik projektu a jejich dopady

Při řešení jakékoli problematiky je nutné nejprve správně identifikovat a pojmenovat její rizika nebo hrozby. Z pohledu projektu autonomní lokomotivy byly určeny dvě hlavní kategorie rizik.

- **Vnitřní** – rizika, která ohrožují projekt zevnitř. Mohou být zpravidla technická, systémová (vnitřní procesy ve společnosti) nebo personální
- **Vnější** – rizika, která ohrožují projekt z vnějšího prostředí. Nejčastěji to jsou legislativní otázky, mohou to ale být i politické záležitosti nebo zdroje potřebné pro realizaci projektu.

Původ		Riziko
Vnitřní	Technické	Poruchy řídicí elektroniky
		Nedostatečná standardizace
	Systémové	Údržba zařízení
		Zabezpečení řídicího softwaru
	Personální	Nízká úroveň personálu
		Úniky informací
Vnější	Legislativní	Legislativní omezení
		Chybějící legislativa
	Politické	Zvýhodňování
		Terorismus
	Ostatní	Nedostatek zdrojů
		Špatný stav infrastruktury

Tabulka 9: Přehled identifikovaných rizik (autorka 2023)



## 5.1. Systém hodnocení jednotlivých rizik

Riziko	Definice	Dopad
Poruchy řídicí elektroniky	Řídicí elektronika není spolehlivá při dlouhodobém provozu se zátěží.	Ztráta kontroly nad lokomotivou
Nedostatečná standardizace	Komponenty různých výrobců nejsou plně kompatibilní.	Nemožnost používání výrobků
Údržba zařízení	Špatně nastavené procesy údržby nových zařízení.	Selhání součástí vlivem opotřebení
Zabezpečení řídicího softwaru	Nedostatečné zabezpečení softwaru řídicího lokomotivu.	Zneužití přístupu k ilegální činnosti
Nízká úroveň personálu	Personál není schopen udržovat lokomotivu.	Nemožnost lokomotivu bezpečně provozovat
Úniky informací	Průmyslová špionáž a krádeže cenných informací.	Tržní porážka konkurencí
Legislativní omezení	Lokomotivu lze nasadit jen lokálně nebo omezeně.	Omezený provoz (například jen lokální trať)
Chybějící legislativa	Lokomotivu nelze nasadit vůbec.	Nemožnost jízdy
Zvýhodňování	Zvýhodňování určitých producentů, zpravidla domácích.	Odmítnutí nabídky
Terorismus	Teroristické útoky na železnici.	Zneužití lokomotivy k teroristickým činům
Nedostatek zdrojů	Nedostatečné zdroje surovin pro výrobu specifických součástek.	Nemožnost kompletace stroje
Špatný stav infrastruktury	Nedostatečná infrastruktura pro nasazení lokomotivy.	Omezený nebo znemožněný průjezd železniční sítí

Tabulka 10: Možné dopady rizik (autorka 2023)

Hodnocení rizik bylo následně provedeno pomocí další dvou parametrů – pravděpodobnosti  $P$  a jejich dopadu  $D$ . Rozsah stupnice lze zvolit na základě požadované přesnosti nebo počtu parametrů zkoumaného modelu, aby vhodně popisovala žádané možnosti.

V tomto případě bylo zvoleno hodnocení zvoleno od 1 do 10 ve stupních po 1 bodu pro celkem 5 stupňů závažnosti. Výpočet úrovně rizika byl následně stanoven podle vzorce níže.

$$R = P \cdot D$$

Stupeň	Pravděpodobnost (P)	Hodnocení	Definice
1	Zanedbatelná	1 - 2	riziko se prakticky nevyskytuje
2	Malá	3 - 4	riziko se vyskytuje výjimečně
3	Střední	5 - 6	riziko se vyskytuje
4	Závažná	7 - 8	riziko se pravděpodobně vyskytne
5	Kritická	9 - 10	riziko se vyskytne téměř jistě

Tabulka 11: Hodnocení pravděpodobnosti rizik  $P$  (autorka 2023)



K úrovni rizika se dále váže parametr klíčového rizika. Jako klíčové riziko bylo označeno takové riziko, které dosáhlo zvolené hladiny rizika 25 a výše. Hladinu rizika je možné v tomto modelu volit dle potřeby citlivosti analýzy.

Stupeň	Dopad (D)	Hodnocení	Definice
1	Zanedbatelný	1 - 2	riziko se prakticky nevyskytuje
2	Malý	3 - 4	riziko se vyskytuje výjimečně
3	Střední	5 - 6	riziko se vyskytuje
4	Závažný	7 - 8	riziko se pravděpodobně vyskytne
5	Kritický	9 - 10	riziko se vyskytne téměř jistě

Tabulka 12: Hodnocení dopadu D (autorka 2023)

### 5.1.1. Hodnocení vybraných rizik a návrhy protipatření

Konkrétní číselné hodnoty P a D byly určeny na základě expertního odhadu, průzkumu technologického trhu a širších souvislostí pro modelový příklad autonomní lokomotivy, jsou shrnuty v tabulce 13. V následující tabulce 14 na straně 37 je poté vypočítána úroveň rizika.

Původ		Definice	P	D
Vnitřní	Technické	Poruchy řídicí elektroniky	6	5
		Nedostatečná standardizace	2	8
	Systémové	Údržba zařízení	2	7
		Zabezpečení řídicího SW	4	9
	Personální	Nízká úroveň personálu	4	8
		Úniky informací	2	6
Vnější	Legislativní	Legislativní omezení	2	7
		Chybějící legislativa	4	4
	Politické	Zvýhodňování domácích producentů	6	4
		Terorismus	5	4
	Ostatní	Nedostatek zdrojů pro výrobu	4	6
		Špatný stav infrastruktury	6	7

Tabulka 13: Ohodnocení rizik (autorka 2023)

Úroveň rizika byla také vyhodnocena pro lepší vizuální představu přepočítáním na koeficienty stupňů na základě tabulek 11 a 12. Vznikla tak tabulka 15, která barevně odlišuje možná rizika.



Číslo před lomítkem značí hladinu rizika, číslo za lomítkem značí počet daných rizik. Zde tedy celkem 2 nízká rizika, 9 středních rizik a 1 vysoké.

Původ		Riziko	Úroveň rizika (R)	Kritické riziko
Vnitřní	Technické	Poruchy řídicí elektroniky	30	ano
		Nedostatečná standardizace	16	ne
	Systémové	Údržba zařízení	14	ne
		Zabezpečení řídicího softwaru	40	ano
	Personální	Nízká úroveň personálu	32	ano
		Úniky informací	12	ne
Vnější	Legislativní	Legislativní omezení	14	ne
		Chybějící legislativa	16	ne
	Politické	Zvýhodňování	24	ne
		Terorismus	20	ne
	Ostatní	Nedostatek zdrojů	24	ne
		Špatný stav infrastruktury	42	ano

Tabulka 14: Vyhodnocení úrovně rizika (autorka 2023)

Matice rizik		Dopad (D)				
		Zanedbatelný	Malý	Střední	Závažný	Kritický
Pravděpodobnost (P)	Kritická	5	10	15	20	25
	Závažná	4	8	12 / 1	16	20
	Střední	3	6 / 2	9 / 1	12	15
	Malá	2	4 / 1	6 / 1	8 / 1	10 / 1
	Zanedbatelná	1	2	3 / 1	4 / 3	5

Tabulka 15: Matice rizik (autorka 2023)



## Kritická rizika

Jako kritická rizika, překračující úroveň 25, byla určena následující:

- poruchy řídicí elektroniky
- zabezpečení řídicího softwaru
- nízká úroveň personálu
- špatný stav infrastruktury

**Poruchy řídicí elektroniky** mohou mít různé příčiny jako například špatnou instalaci daného zařízení, vadný výrobek nebo selhání vlivem opotřebení, případně poškození a podobně. Pro předcházení těchto rizik je nutné vyrábět všechny komponenty, které ovlivňují řízení lokomotivy, v průmyslových standardech, které zaručují potřebné parametry výrobku a kvalitu výstupní kontroly. Například ISO 61508, 9001 nebo IP.

Při **zabezpečení řídicího softwaru** je nutné zajistit, aby komunikace s lokomotivou neprobíhala v systému, který využívá veřejné sítě. Takové sítě (například internet) mohou být snadno znežitelné k různým druhům útoků s jakýmkoli cílem. Jako vhodné řešení je vybudování vlastní sítě s omezeným počtem vstupů do sítě a daná místa je také nutné fyzicky zabezpečit.

**Personál**, který v současnosti obsluhuje klasické železniční lokomotivy se může při příliš rychlém přechodu na nový typ vozidel ukázat jako nevhodný. Je tedy nutné zajistit jeho přípravu na změny, zajistit školení a seznámení s novými technologiemi, které je následně i vhodné ověřit certifikací nebo jiným způsobem testu. To pomůže předcházet jak nehodám na železnici, tak zbytečným ztrátám pracovních míst.

Před nasazením autonomní lokomotivy je také nutné zajistit, že **infrastruktura**, po které se má lokomotiva pohybovat, je pro ni vhodně uzpůsobená a je tedy možné ji dát do provozu s jistotou, že nebude docházet k nehodám nebo jiným nebezpečným situacím vlivem nekompatibility technologií nebo špatnému technickému stavu dané infrastruktury.

## Nekritická rizika

Jako nekritická rizika, tedy nepřekračující úroveň 25, byla určena následující:

- nedostatečná standardizace
- údržba zařízení
- úniky informací
- legislativní omezení



- chybějící legislativa
- zvýhodňování
- terorismus
- nedostatek zdrojů

V případě *nedostatečné standardizace* by mohly vznikat problémy mezi novým a starým vybavením nebo i vybavením od různých výrobců. To by mohlo v životním cyklu lokomotivy působit komplikace jak v rámci údržby, tak oprav. Je tedy vhodné, aby zařízení byla použitelná s co nejmenšími omezeními. To poté přináší i výhody univerzálního postavení na trhu, kdy nehrozí, že nebude o zboží zájem z důvodu nekompatibility.

Riziko týkající se *údržby zařízení* může vyplývat z takzvané setrvačnosti – tedy pracovníci, kteří byli zvyklí nějakým způsobem u strojů předchozí generace, mohou některým úkonům přisuzovat nižší prioritu, než ve skutečnosti mají. Zde je tedy nutné zajistit důkladné seznámení s novou technikou, aby k tomuto typu selhání v ideální případě vůbec nedocházelo. Zajímavou funkcí by mohla být například „sebediagnostika“, kdy by mohla řídicí elektronika monitorovat stav součástí a upozornit obsluhu na potřebné akce.

V případě *úniků informací* se může jednat jak o citlivá technická data, tak různé ekonomické záležitosti společnosti. Toto riziko se dnes standardně snižuje například diverzifikací přístupu k citlivým informacím (bankovníctví).

*Legislativní omezení a chybějící legislativa* mohou zkomplikovat nasazení nových technologií i v případě, že jsou z pozice výrobce již plně dokončeny. Nemusí totiž být zcela vyjasněna trestní odpovědnost za situace, které mohou nastat a podobně. Zde je vhodné, aby na řešení pracoval jak výrobce zařízení, tak provozovatelé a příslušné vládní orgány.

S legislativními omezeními úzce souvisí i princip *zvýhodňování*. Zpravidla se jedná o zvýhodňování domácích společností ve veřejných zakázkách například státních institucí. V případě, že se zahraniční společnost chce účastnit takového řízení, je vhodné, aby pro danou situaci vybudovala pobídku, jejíž součástí bude i začlenění místních firem (například částečně do výroby nebo kompletace a podobně).

V případě *terorismu* není kolejová doprava historicky příliš atraktivním cílem, avšak to neznamená, že proti němu nemusí být zabezpečena. Je tedy nutné dbát přísných bezpečnostních opatření a využívat jak elektronické prvky zabezpečení, tak fyzické dle příslušných bezpečnostních tříd a norem.

Rizika týkající se *nedostatku zdrojů* se mohou týkat jak primárních surovin, tak užívaných součástí. Kupříkladu automobilový průmysl je minimálně ve své evropské podobě značně





závislý na dodávkách dílů „on time“ a nedrží tedy z ekonomických důvodů mnoho dílů skladem. To se však ukázalo jako zásadní chyba při nedostatku elektronických součástek v posledních letech, kdy nebylo možné vozy zkompletovat k prodeji a musely být dlouhé měsíce odstavené na odstavných plochách. To se negativně projevuje jak na technickém stavu výrobku, tak na ekonomické stránce projektu. Výrobek který nelze prodat se musí na nálady společnosti skladovat a ta přichází prodlevami o finanční zdroje. Je tedy nutné, aby byl plně zajištěn dodej potřebných věcí předem a aby společnost byla případně schopna pružně a rychle reagovat na případný výpadek dodávek.

Přehled návrhů protiopatření všech rizik je shrnutý v tabulce 16 a 17.

Původ		Riziko	Protiopatření
Vnitřní	Technické	Poruchy řídicí elektroniky	Implementace a dodržování údržby dle přísných průmyslových norem, například ISO 61508.
		Nedostatečná standardizace	Ekonomická spolupráce mezi různými výrobci a stanovení přesných výrobních standardů.
	Systémové	Údržba zařízení	Údržbu zařízení je nutné provádět v pravidelných cyklech, přínosnou funkcí by byla samodiagnostika elektroniky.
		Zabezpečení řídicího softwaru	Řídicí software nesmí být připojený na globální internet, vhodnější je využít interní sítě provozovatelů.
	Personální	Nízká úroveň personálu	Obsazování míst musí být prováděno pouze pracovníky s odpovídajícím vzděláním a nabízet odpovídající ohodnocení.
		Úniky informací	Pro nakládání s citlivými informacemi je nutné zajistit diverzifikovaný přístup a nedávat příliš velké pravomoce do rukou jednoho pracovníka.

Tabulka 16: Protiopatření - vnitřní rizika (autorka 2023)



Původ		Riziko	Protiopatření
Vnější	Legislativní	Legislativní omezení	Před plánovaným vstupem na trh je nutné zajistit, že výrobek bude splňovat platné zákony dané země.
		Chybějící legislativa	Před plánovaným vstupem na trh je nutné zajistit aby byl provoz autonomních strojů ošetřen příslušnými zákony.
	Politické	Zvýhodňování	Při vstupu na nový trh je vhodné kontaktovat místní firmy a domluvit se s nimi na spolupráci při výrobě.
		Terorismus	Řídící prvky lokomotivy musí být zabezpečeny proti fyzickému poškození a vloupání, aby se zabránilo zneužití vozidel. Vhodné je také neustálé monitorování pomocí průmyslových kamer.
	Ostatní	Nedostatek zdrojů	Před zahájením výroby je nutné zajistit dostatek zdrojů pro výrobu, případně být připraven na pružné změny dodávek z různých zemí dle potřeby.
		Špatný stav infrastruktury	Před možným nasazením lokomotivy je nutné zjistit, zda je cílová infrastruktura dostačující. Případně je vhodné udělat průzkum firem a nabídnout mezipodnikovou spolupráci.

Tabulka 17: Protiopatření - vnější rizika (autorka 2023)

### 5.1.2. Hodnocení rizik po protiopatřeních

Po navržení protiopatření pro všechna rizika, a zejména ta kritická, byla opět vypracována tabulka (17) s jejich ohodnocením po protiopatřeních.

Matice rizik po protiopatřeních		Dopad (D)				
		Zanedbatelný	Malý	Střední	Závažný	Kritický
Pravděpodobnost (P)	Kritická	5	10	15	20	25
	Závažná	4	8	12	16	20
	Střední	3	6 / 1	9	12	15
	Malá	2 / 1	4 / 1	6 / 2	8	10
	Zanedbatelná	1	2 / 3	3 / 3	4 / 1	5

Tabulka 18: Matice rizik po protiopatřeních (autorka 2023)



V tabulce 20 jsou vypočítány nové koeficienty úrovně rizik a obdobně jako u dřívější tabulky 14 s maticí rizik je opět vytvořena další matice, tentokrát s úrovněmi po protipatřeních (tabulka 18).

Původ		Definice	P <sub>p</sub>	D <sub>p</sub>
Vnitřní	Technické	Poruchy řídicí elektroniky	3	5
		Nedostatečná standardizace	1	6
	Systémové	Údržba zařízení	2	4
		Zabezpečení řídicího SW	2	7
	Personální	Nízká úroveň personálu	4	6
		Úniky informací	1	5
Vnější	Legislativní	Legislativní omezení	2	5
		Chybějící legislativa	2	4
	Politické	Zvýhodňování domácích producentů	4	4
		Terorismus	2	4
	Ostatní	Nedostatek zdrojů pro výrobu	4	2
		Špatný stav infrastruktury	5	4

Tabulka 19: Ohodnocení rizik po protipatřeních (autorka 2023)

Původ		Riziko	Úroveň rizika po protipatření (R)	Kritické riziko
Vnitřní	Technické	Poruchy řídicí elektroniky	15	ne
		Nedostatečná standardizace	6	ne
	Systémové	Údržba zařízení	8	ne
		Zabezpečení řídicího softwaru	14	ne
	Personální	Nízká úroveň personálu	24	ne
		Úniky informací	5	ne
Vnější	Legislativní	Legislativní omezení	10	ne
		Chybějící legislativa	8	ne
	Politické	Zvýhodňování	16	ne
		Terorismus	8	ne
	Ostatní	Nedostatek zdrojů	8	ne
		Špatný stav infrastruktury	20	ne

Tabulka 20: Vyhodnocení úrovně rizik po protipatřeních (autorka 2023)



## 5.2. Zhodnocení

Již při porovnání vizuální stránky matic rizik před opatřeními a po opatřeních je zřejmé, že došlo k posunu rizik do nižších úrovní. Rizika jsou tedy po protiopatřeních hodnocena lépe a dle modelu tedy došlo k jejich snížení. Konkrétně jsou hodnoceny 8 jako nízkých a 4 jako střední. Dle modelového řešení tedy došlo i k omezení kritických rizik. Nedošlo však, a ani nemůže dojít, k jejich absolutní eliminaci, pokud má projekt pokračovat v řešení dané problematiky.

Omezení kritických rizik je v této analýze prioritou a dále na ni mohou navazovat další analýzy jiných typů a případně také práce s optimalizačními nástroji na minimalizaci nákladů při provádění definovaných protiopatření.

Zde je však nutné poznamenat, že se jedná o metodu, která využívá kvalifikovaný odhad. Výsledky tedy značně závisí na konkrétním řešiteli.



## 6. Závěr

Vypracovaná bakalářská práce se ve svém úvodu zabývá nejistotami a riziky obecně. Nejprve jsou rozpracovány nejistoty a to sice jejich definice, poté jejich zdroje a příčiny i podle pravděpodobnosti výskytu. V souvislosti s nimi jsou dále popsány i možné ztráty, které mohou nejistoty způsobit.

Druhá část práce pojednává o rizicích a opět definuje jejich zdroje, charakteristiky a jejich ekonomické varianty. Dále se ale zabývá i funkcemi rizik, která mohou být jak přínosná tak škodlivá podle jejich typu. V konci druhé části se také nachází přehled přístupů pro vyhodnocování rizik a vzor principu jejich výpočtu jednou z vybraných metod.

Ve své třetí části práce pojednává o globálním trhu s kolejovými vozidly a rozebírá podrobněji významné světové výrobce těchto strojů a porovnává konkurenční prostředí. Přináší také detailnější přehled o silném konkurentovi evropských výrobců a to sice čínském koncernu CRRC, který vykazuje v posledních letech velmi vysoké zisky. V souvislosti na tom práce uvádí i prognózy poptávky v budoucnu.

V poslední části se práce zabývá analýzou projektů autonomních lokomotiv. V úvodu této části se nachází přehled stupňů automatizace a popis ATO. Dále srovnání vybraných konceptů posledního stupně automatizace GoA4 za pomoci SWOT dílčích analýz. Na to následně navazuje RPD analýza projektu autonomní lokomotivy jako takové. Tato analýza je založena na modifikované metodě PNH, která je blíže popsána a vypracována. Jedná se o identifikaci možných rizik při realizaci projektu autonomní lokomotivy a jejich následné zpracování. Dále jsou zde navržena protipatření pro snížení rizik a ty jsou dále opětovně ověřena výpočtem a vizualizací v matici rizik.

Jako zajímavým tématem pro budoucí práci, které by mohlo bakalářskou práci souviset, by byla analýza rentability nových konceptů železniční dopravy z dílen společností Parallel Systems nebo Intramotev. Jako komplikace by se však mohla vyskytnout nedostupnost dat finančních parametrů a ukazatelů pro výrobky jmenovaných společností.



## ZDROJE

- [1] BOMBARDIER. A world leading manufacturer of business jets [online] 2023 [cit. 07.04.2023] Dostupné z: <https://bombardier.com/en/who-we-are>
- [2] BOMBARDIER. Bombardier Transportation v České republice [online] 2023 [cit. 07.04.2023] Dostupné z: <http://bombardier.trudo.cz>
- [3] CRRC. Manufacturing Facility [online] 2023 [cit. 18.02.2023] Dostupné z: <https://www.crrcma.com/manufacturing-facility/>
- [4] FOTR, Jiří, HNILICA, Jiří. Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2014. ISBN 978-80-247-5104-7
- [5] FOTR, Jiří, ŠVECOVÁ, Lenka. Manažerské rozhodování: Postupy, metody a nástroje. 3.vyd. Praha: Ekopres s.r.o, 2016. ISBN 978-80-87865-33-0.
- [6] GLADIŠ, Daniel. Naučte se investovat. Praha: Grada Publishing, a.s., 2016. ISBN 978-80-247-1205-5.
- [7] HOPKIN, P. Fundamentals of Risk Management: Understanding, Evaluating and Implementing Effective Risk Management. London: Kogan Page Publishers, 2018. ISBN 978-0-7494-8307-4.
- [8] KORECKÝ, Michal, TRKOVSKÝ, Václav. Management rizik projektu se zaměřením na [] projekty v průmyslových podnicích. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-3221-3.
- [9] LOGISTIKA. Výrobci kolejových vozidel [online] 2023 [cit. 01.02.2023] Dostupné z: [https://logistika.ekonom.cz/?search%5Bwhat%5D=v%FDrobci+kolejov%FDch+vozidel&p=B00000\\_search#result](https://logistika.ekonom.cz/?search%5Bwhat%5D=v%FDrobci+kolejov%FDch+vozidel&p=B00000_search#result)
- [10] RAILWAY SUPPLY INSTITUTE. New & Noteworthy [online] 2023 [cit. 18.02.2023] Dostupné z: <https://www.rsiweb.org/>
- [11] RESEARCH AND MARKETS. Global Rolling Stock Market (2022 to 2027) - Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecasts [online] 2022 [cit. 01.02.2023] Dostupné z: [www.yahoo.com/entertainment/global-rolling-stock-market-2022-120300530.html](http://www.yahoo.com/entertainment/global-rolling-stock-market-2022-120300530.html)
- [12] PRAHA AŽD. ATO (Automatické Vedení Vlaku) [online] [cit. 2023-07-14]. Dostupné z: [https://www.azd.cz/backend\\_bootstrap.php?netwings\\_query\\_key=/storage/get/250-](https://www.azd.cz/backend_bootstrap.php?netwings_query_key=/storage/get/250-)
- [13] Rolling Stock Market: Global Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2023-2028



- [14] SCHULZ, Benjamin, GÖLLER, Thomas. Das Unternehmer Buch: Wertvolle Basics, Wissensvermittlung & praxisnahe Tipps für Solopreneurs. 1. vyd. Berlin: WerdeWelt Verlags- und Medienhaus, 2017. ISBN 978-39-818-3009-5.
- [15] TICHÝ, Milík. Ovládání rizika: analýza a management. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, 2006. ISBN 80-7179-415-5.
- [16] AŽD.CZ AUTOMATICKÉ VEDENÍ VLAKU (ATO), [online]. [cit. 2023-07-19]. Dostupné z: [https://www.azd.cz/backend\\_bootstrap.php?netwings\\_query\\_key=/storage/get/250-](https://www.azd.cz/backend_bootstrap.php?netwings_query_key=/storage/get/250-)
- [17] KMOŠEK, Peter. PNH metoda. [online]. [cit. 2023-07-14]. Dostupné z: <https://www.kmosek.com/slovník/pojem/pnh-metoda/>
- [18] ŠEFČÍK, Vladimír. Analýza rizik. 2009. Zlín. ISBN 978-80-7318-696-8.
- [19] Clever and Smart [online]. [cit. 2023-07-14]. Dostupné z: <https://www.cleverandsmart.cz>
- [20] Vlastní cesta: Zvolte si svoji vlastní cestu [online]. 2015 [cit. 2023-07-14]. Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/analýza-rizik-risk/>
- [21] BusinessINFO.cz. Jak volit nástroje pro snižování rizika [online]. [cit. 2023-07-14]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/navody/metody-snizovani-rizika/>
- [22] BOZP.CZ, Metody a způsoby hodnocení rizik na pracovišti [cit. 2023-06-4]. Dostupné z: [https://www.dokumentacebozp.cz/aktuality/metody-hodnoceni-rizik-bozp/#kap\\_10](https://www.dokumentacebozp.cz/aktuality/metody-hodnoceni-rizik-bozp/#kap_10)
- [23] *Lean Talk: Průmyslové inženýrství* [online]. Ing. Jiří Střelec, 2023 [cit. 2023-07-30]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/podcast/lean-talk-3-jiri-strelec/>
- [24] *Statista* [online]. 2023 [cit. 2023-07-30]. Dostupné z: <https://www.statista.com/>
- [25] *PAUL SAMUELSON AND THE INVENTION OF THE MODERN ECONOMICS OF THE INVISIBLE HAND* [online]. 2023 [cit. 2023-07-30]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/23724554>
- [26] *The 2001 Prize in Economic Sciences - Popular information* [online]. 2023 [cit. 2023-07-30]. Dostupné z: <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/2001/popular-information/>
- [27] *What to Include in a Risk Assessment Checklist | ComplianceBridge* [online]. 2023 [cit. 2023-07-30]. Dostupné z: <https://compliancebridge.com/risk-assessment-checklist/>
- [28] *Risk Assessment Audit - Pro Safety Management* [online]. 2023 [cit. 2023-07-30]. Dostupné z: <https://www.prosafetymanagement.co.uk/risk-assessment-audit/>



- [29] *How to Conduct a Risk Assessment Using the What-If Methodology* [online]. ONSHORE Safety Alliance, 2023 [cit. 2023-07-30]. Dostupné z: <https://www.onshoresafetyalliance.org/-/media/BrightfindOSA/Resource-Library/What-If%20Methodology.pdf>
- [30] *SWOT Analysis - Understanding Your Business, Informing Your Strategy* [online]. MindTools, 2023 [cit. 2023-07-30]. Dostupné z: <https://www.mindtools.com/amtbj63/swot-analysis>
- [31] *SWOT analýza jako základ každého projektu | Lamael* [online]. Lamael, 2023 [cit. 2023-07-30]. Dostupné z: <https://www.lamael.cz/swot-analyza-jako-zaklad-kazdeho-projektu/>
- [32] *The World Factbook* [online]. CIA, 2023 [cit. 2023-07-30]. Dostupné z: <https://www.cia.gov/the-world-factbook/>
- [33] *China Star Electric Multiple Unit\_Products & Service\_Main Products\_AC Passenger Locomotive Series\_CRRC DATONG CO., LTD.* [online]. CRRC Datong Co., 2023 [cit. 2023-07-30]. Dostupné z: <https://www.crcgc.cc/dten/g10627/s20994/t273823.aspx>
- [34] *Kurzovní lístek Evropská centrální banka* [online]. 2023 [cit. 2023-07-30]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/kurzy-men/kurzovni-listek/evropska-centralni-banka/>
- [35] *What “Buy America” Means for International Rolling Stock and Rail* [online]. Smith, Gambrell & Russell, LLP, 2023 [cit. 2023-07-31]. Dostupné z: <https://www.sgrlaw.com/articles/what-buy-america-means-for-international-rolling-stock-and-rail/>
- [36] *Full Year Results Fiscal Year* [online]. Alstom, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: [https://www.alstom.com/sites/alstom.com/files/2023/05/10/20230510\\_Annual\\_Results\\_Analyt\\_Presentation\\_EN.pdf](https://www.alstom.com/sites/alstom.com/files/2023/05/10/20230510_Annual_Results_Analyt_Presentation_EN.pdf)
- [37] *Informe de Auditoría de Cuentas Anuales emitido por un Auditor Independiente* [online]. CAF, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://www.caf.net/upload/accionista/95980020140005275134-2022-12-31-es%5B3%5D.xhtml>
- [38] *TRUSTEES’ REPORT and financial statements* [online]. CAF, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://www.cafonline.org/docs/default-source/about-us-governance/caf-trustees-ar2022-210922-final.pdf>
- [39] *Quarterly Financial Report* [online]. CAF, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://www.caf.com/media/4662225/2303-quarterly-financial-report.pdf>





- [40] *Annual report 2022* [online]. CRRC, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://www1.hkxnews.hk/listedco/listconews/sehk/2023/0418/2023041800417.pdf>
- [41] *Annual report 2022* [online]. GBX - The Greenbrier Companies, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: [https://filecache.investorroom.com/mr5ir\\_gbrx/385/download/Final%20Annual%20Report%202022.pdf](https://filecache.investorroom.com/mr5ir_gbrx/385/download/Final%20Annual%20Report%202022.pdf)
- [42] *Hitachi Integrated Report 2022* [online]. Hitachi, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://www.hitachi.com/IR-e/library/integrated/2022/ar2022e.pdf>
- [43] *HYUNDAI MOTOR COMPANY AND ITS SUBSIDIARIES: CONSOLIDATED FINANCIAL STATEMENTS AS OF AND FOR THE YEARS ENDED DECEMBER 31, 2022 AND 2021* [online]. Hyundai, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://www.hyundai.com/content/dam/hyundai/ww/en/images/company/ir/financial-statements/hyundai-motor-company-annual-2022-consolidated-final.PDF>
- [44] *Kawasaki Report 2022* [online]. Kawasaki, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: [https://global.kawasaki.com/en/corp/sustainability/report/2022/pdf/22\\_houkokusyo.pdf](https://global.kawasaki.com/en/corp/sustainability/report/2022/pdf/22_houkokusyo.pdf)
- [45] *Financial Highlights Brief Report for Fiscal Year 2022* [online]. Kawasaki, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: [https://www.kline.co.jp/en/ir/library/presentation/main/011111111111/teaserItems1/0/linkList/01/link/2022\\_4\\_presentation\\_e.pdf](https://www.kline.co.jp/en/ir/library/presentation/main/011111111111/teaserItems1/0/linkList/01/link/2022_4_presentation_e.pdf)
- [46] *Siemens Report FOR FISCAL 2022* [online]. Siemens, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: [https://www.siemens.com/applications/b09c49eb-3a14-73b3-9f71-e30e3c2dfdbd/s3\\_assets/pdfs/en/Siemens\\_Report\\_FY2022.pdf?ste\\_sid=f2edd5ccf6843ed0b7c614db4e923fbd](https://www.siemens.com/applications/b09c49eb-3a14-73b3-9f71-e30e3c2dfdbd/s3_assets/pdfs/en/Siemens_Report_FY2022.pdf?ste_sid=f2edd5ccf6843ed0b7c614db4e923fbd)
- [47] *AC C E L E R A T E Digital Transformation* [online]. Siemens, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:2402de14-27da-4049-b740-ad8a214fd894/siemens-annual-report-2022.pdf>
- [48] *Stadler Annual Report Highlights Record-Breaking Results* [online]. Stadler, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: [https://railway-news.com/stadler-annual-report-highlights-record-breaking-results/#:~:text=In%202021%20the%20rail%20manufacturer,bn%20USD\)%20set%20in%202019.](https://railway-news.com/stadler-annual-report-highlights-record-breaking-results/#:~:text=In%202021%20the%20rail%20manufacturer,bn%20USD)%20set%20in%202019.)
- [49] *ANNUAL REPORT 2022* [online]. Stadler, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: [https://www.stadlerrail.com/media/pdf/stadler\\_annual\\_report\\_2022\\_en.pdf](https://www.stadlerrail.com/media/pdf/stadler_annual_report_2022_en.pdf)



- [50] *Annual Report 2022* [online]. Talgo, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: [https://investors.talgo.com/documents/116597/280308/Maqueta\\_Talgo\\_2023\\_ENG.pdf/2cdd6603-cb09-1c8a-647f-63fba9412354?t=1688124781278](https://investors.talgo.com/documents/116597/280308/Maqueta_Talgo_2023_ENG.pdf/2cdd6603-cb09-1c8a-647f-63fba9412354?t=1688124781278)
- [51] *Annual Report 2022: Revolutionizing the way the world moves for future generations* [online]. Wabtec, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://ir.wabteccorp.com/static-files/d44caffd-48b4-4378-9a99-c3c5ffabea99>
- [52] *Wabtec Reports Strong Fourth Quarter 2022 Results* [online]. Wabtec, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://ir.wabteccorp.com/static-files/9668298b-383e-4253-81f7-664a1ba90e5a>
- [53] *ANNUAL REPORT 2022* [online]. Trinity Industries, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: [https://s25.q4cdn.com/774532758/files/doc\\_financials/2022/ar/2022-annual-report.pdf](https://s25.q4cdn.com/774532758/files/doc_financials/2022/ar/2022-annual-report.pdf)
- [54] *Trinity Industries, Inc. Announces Fourth Quarter and Full Year 2022 Results* [online]. Trinity Industries, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: [https://s25.q4cdn.com/774532758/files/doc\\_financials/2022/q4/Exh.-99.1-Press-Release-12.31.2022.pdf](https://s25.q4cdn.com/774532758/files/doc_financials/2022/q4/Exh.-99.1-Press-Release-12.31.2022.pdf)
- [55] *Trinity Industries Annual Report 2022: Form 10-K (NYSE:TRN)* [online]. Trinity Industries, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: [https://s25.q4cdn.com/774532758/files/doc\\_financials/2022/q4/Exh.-99.1-Press-Release-12.31.2022.pdf](https://s25.q4cdn.com/774532758/files/doc_financials/2022/q4/Exh.-99.1-Press-Release-12.31.2022.pdf)
- [56] *ГРУППА КОМПАНИЙ «ТРАНСМАШХОЛДИНГ» КОНСОЛИДИРОВАННАЯ ФИНАНСОВАЯ ОТЧЕТНОСТЬ ЗА ГОД: ЗАКОНЧИВШИЙСЯ 31 ДЕКАБРЯ 2022 ГОДА* [online]. TMX, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://tmholding.ru/upload/iblock/5e8/wrf7fxz3ge19xmb659p162ufhobi1m5f.pdf>
- [57] *ГОДОВОЙ ОТЧЕТ: Акционерного общества «Синара - Транспортные Машины» по результатам работы за 2022 год* [online]. СТМ, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://sinaratm.ru/upload/iblock/a24/Godovoy-otchet-AO-STM-za-2022-god.pdf>
- [58] MILAN, Sojka. *Dějiny ekonomických teorií*. Havlíček Brain Team, 2010. ISBN 978-80-87109-21-2.
- [59] MILAN, Sojka. *John Maynard Keynes a současná ekonomie*. Grada, 1999. ISBN 80-7169-827-X.
- [60] FRANK, Romeike a Hager PETER. *Erfolgsfaktor Risiko-Management 4.0: Methoden, Beispiele, Checklisten Praxishandbuch für Industrie und Handel*. 2020. ISBN 978-3658294458.



- [61] STEINBERG, Richard. *Governance, Risk Management, and Compliance*. 2011. ISBN 978-1118024300.
- [62] *РЖД хочет обновить парк вагонов за счет средств из ФНБ* [online]. RG.RU, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://rg.ru/amp/2021/12/15/rzhd-hochet-obnovit-park-vagonov-za-schet-sredstv-iz-fnb.html>
- [63] *Domovská stránka - Železnice 4.0* [online]. ČVUT, 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://zeleznice40.cz/>
- [64] *Welcome to the 5G railway | Thales Group* [online]. 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://www.thalesgroup.com/en/worldwide/transport/magazine/welcome-5g-railway>
- [65] *Digital Rail for Germany | Digitale Schiene Deutschland* [online]. 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://digitale-schiene-deutschland.de/en>
- [66] *Rail revolution: autonomous trains coming down the line: Autonomous trains | AGCS* [online]. 2021 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://commercial.allianz.com/news-and-insights/expert-risk-articles/autonomous-trains.html>
- [67] *What is Grade of Automation (GoA)?* [online]. Naeem M Ali, 2022 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/what-grade-automation-go-a-naeem-m-ali-p-eng/>
- [68] *X2Rail-1 ATO over ETCS (up to GoA4)* [online]. 2017 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: [https://web.archive.org/web/20220718154845/https://www.era.europa.eu/sites/default/files/events-news/docs/ccrcc\\_2017\\_ato\\_era\\_en.pdf](https://web.archive.org/web/20220718154845/https://www.era.europa.eu/sites/default/files/events-news/docs/ccrcc_2017_ato_era_en.pdf)
- [69] *Anticiperen op waardevol vervoer* [online]. 2010 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://www.noordzuidlijnkennis.net/wp-content/uploads/2013/05/Rapportage-audit-projectbeheersing-NoordZuidlijn.pdf>
- [70] *Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism* [online]. 2023 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://www.mlit.go.jp/en/index.html>
- [71] *Autonomous battery-powered rail cars could steal shipments from truckers | Ars Technica* [online]. 2022 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://arstechnica.com/cars/2022/01/moving-more-with-less-freight-startup-bets-on-autonomous-electric-rail-cars/>
- [72] *Intramotev - Rail. Reborn. Ready to Roll.* [online]. 2022 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://intramotev.com/>
- [73] *List of driverless train systems - Wikipedia* [online]. 2022 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_driverless\\_train\\_systems](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_driverless_train_systems)



[74] *Disruption junction: Startup aims to replace locomotives with autonomous railcars* - *FreightWaves* [online]. 2021 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://www.freightwaves.com/news/disruption-junction-startup-aims-to-replace-locomotives-with-autonomous-railcars>

[75] *Welcome to Parallel Systems* [online]. USA, 2022 [cit. 2023-08-01]. Dostupné z: <https://moveparallel.com/>

[76] *Vossloh completes the sale of its locomotive business* [online]. Vossloh, 2020 [cit. 2023-08-05]. Dostupné z: [https://www.vossloh.com/en/press/press-releases/detail/pressdetail\\_34432.html](https://www.vossloh.com/en/press/press-releases/detail/pressdetail_34432.html)



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma analýzy rizik [19] .....	11
Obrázek 2: Schéma SWOT analýzy [31] .....	14
Obrázek 3: Hustota železničních sítí ve světě [32] .....	16
Obrázek 4: Autonomní vagón společnosti Intramotev [74] .....	29
Obrázek 5: Parallel Systems autonomní vlakové podvozky [75].....	30
Obrázek 6: SWOT autonomní vagón (autorka 2023) .....	32
Obrázek 7: SWOT autonomní vlakový podvozek (autorka 2023) .....	32
Obrázek 8: SWOT autonomní lokomotiva (autorka 2023) .....	33
Obrázek 9: SWOT modernizační komplet (autorka 2023) .....	33



## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Tabulka závažnosti rizik (autorka dle [23]) .....	11
Tabulka 2: Tabulka pravděpodobnosti výskytu rizik (autorka dle [23]) .....	12
Tabulka 3: Pravděpodobnosti výskytu rizik (autorka dle [20]) .....	12
Tabulka 4: Metoda PNH (autorka dle [17]) .....	13
Tabulka 5: Metoda PNH (autorka dle [17]) .....	13
Tabulka 6: Přehled největších výrobců (autorka 2023 podle [36] až [57]) .....	22
Tabulka 7: Tržby největších výrobců [24] [36] až [57] .....	23
Tabulka 8: Přehled objednávek [24] [36] až [57] .....	24
Tabulka 9: Přehled identifikovaných rizik (autorka 2023) .....	34
Tabulka 10: Možné dopady rizik (autorka 2023) .....	35
Tabulka 11: Hodnocení pravděpodobnosti rizik P (autorka 2023) .....	35
Tabulka 12: Hodnocení dopadu D (autorka 2023) .....	36
Tabulka 13: Ohodnocení rizik (autorka 2023) .....	36
Tabulka 14: Vyhodnocení úrovně rizika (autorka 2023) .....	37
Tabulka 15: Matice rizik (autorka 2023) .....	37
Tabulka 16: Protiopatření - vnitřní rizika (autorka 2023) .....	40
Tabulka 17: Protiopatření - vnější rizika (autorka 2023) .....	41
Tabulka 18: Matice rizik po protiopatřeních (autorka 2023) .....	41
Tabulka 19: Ohodnocení rizik po protiopatřeních (autorka 2023) .....	42
Tabulka 20: Vyhodnocení úrovně rizik po protiopatřeních (autorka 2023) .....	42



## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Přehled hodnot světových trhů (autorka dle [24]) .....	18
Graf 2: Dodavatelé kolejových vozidel v Severní Americe v letech 2013 - 2017 [24].....	18
Graf 3: Dodavatelé kolejových vozidel v Severní Americe v roce 2019 [24] .....	19
Graf 4: Rozdělení příjmů CRRC v roce 2021 podle prodejních segmentů [24] .....	19
Graf 5: Historický vývoj poptávky po dieselových lokomotivách (autorka dle [24]) .....	25
Graf 6: Aktuální prognóza poptávky nákladních vozů dle regionu do 2023 [24].....	26
Graf 7: Předpověď prodeje elektrických lokomotiv západ/východ Evropy (autorka dle [24])	26