

Nehody na železnicích a železničních přejezdech a jejich prevence

Bc. Marek Šoltés

Diplomová práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Marek Šoltés**
Osobní číslo: **L18234**
Studijní program: **N3953 Bezpečnost společnosti**
Studijní obor: **Bezpečnost společnosti**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Nehody na železnicích a železničních přejezdech a jejich prevence**

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte rešerši vztahující se k dané problematice.
2. Vymezte základní pojmy a právní ukotvení týkající se daného tématu.
3. Zhodnotte současný stav dané problematiky.
4. Na základě zjištěných skutečností navrhnete doporučení ke zkvalitnění stávajícího stavu.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam doporučené literatury:

1. *Silniční doprava ; Pozemní komunikace ; Veřejné služby v přepravě cestujících ; Dráhy* [ÚZ 2018 č. 1284] Ostrava : Sagit, 2018. 336 stran (ÚZ : úplné znění ; č. 1284) ISBN:978-80-7488-317-0.
2. LESO, Martin. *Moderní trendy v technologii řízení a zabezpečení regionálních drah = The modern trends in technology of control and command on regional railways*. V Praze: České vysoké učení technické, 2012. 49 s. Habilitační přednášky; 3/2012. ISBN 978-80-01-05001-9.
3. FLAMMINI, Francesco. *Railway safety, reliability, and security: technologies and systems engineering*. Hershey PA: Information Science Reference, c2012. ISBN 978-1-4666-1643-1.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Strohmandl, Ph.D.

Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání diplomové práce: **1. listopadu 2019**
Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2020**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2019

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 15. 5. 2020

Jméno a příjmení studenta: Bc. Marek Šoltés

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce je věnována problematice nehod na železnici a železničních přejezdech včetně jejich prevence. Vychází z popisu současného stavu a zpracovává statistická data za posledních 10 let pro provoz na železnici a celkovém počtu nehod. Nehody rozděluje do skupin a vyjadřuje výsledek v grafické podobě. Tato data jsou následně zpracována a vyhodnocena s využitím regresní analýzy dat. Výsledkem práce jsou návrhy opatření ke snížení nehodovosti na železnicích v České republice.

Klíčová slova: bezpečnost, nehody, přejezdové zabezpečovací zařízení, železniční přejezd, železnice.

ABSTRACT

The diploma thesis is devoted to the issue of accidents on the railway and railway crossings, including their prevention. It is based on a description of the current situation and processes the statistical data for the last 10 years for railway traffic and the total number of accidents. It divides accidents into groups and expresses the result in graphical form. These data are processed and evaluated by using regression analysis of the data. The results of the work are proposals for measures to reduce accidents on the railways in the Czech Republic.

Keywords: security, accidents, security equipment at level crossings, rail crossing, railway.

Děkuji vedoucímu mé práce Ing. Janu Strohmandlovi, Ph.D. za dobré rady a vedení při psaní této práce. Závěrem bych chtěl poděkovat mé rodině, přátelům a všem ostatním, jenž mi pomáhali a byli mi jakkoliv nápomocni.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 DEFINICE ZÁKLADNÍCH POJMŮ	11
2 PRÁVNÍ A TECHNICKÉ PŘEDPISY	14
3 HISTORIE NAŠICH ŽELEZNIC	17
3.1 ŽELEZNIČNÍ DOPRAVA V SOUČASNOSTI	19
4 ŽELEZNICE	22
4.1 ZNAČENÍ NA ŽELEZNICI	25
4.2 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ ŽELEZNIČNÍCH TRATÍ	27
4.3 ŽELEZNIČNÍ PŘEJEZD	30
4.3.1 Železniční přejezdy v číslech	30
4.3.2 Technické normy	31
4.3.3 Označování a stavebně – technické zabezpečení železničních přejezdů	31
4.3.4 Evidence železničních přejezdů	42
4.3.5 Rozdílnost v zabezpečování železničních přejezdů v ČR a ve vybraných zemích	42
5 TYPY DOPRAVNÍCH NEHOD VZNIKLÝCH NA ŽELEZNICÍCH	46
CÍLE A METODY PRÁCE	47
METODA SBĚRU DAT	48
REGRESNÍ ANALÝZA	48
II PRAKTICKÁ ČÁST	50
6 MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI NA ŽELEZNIČNÍCH DRAHÁCH CELOSTÁTNÍCH, REGIONÁLNÍCH A VLEČKÁCH	51
7 MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI NA ŽELEZNIČNÍCH PŘEJEZDECH	55
7.1 NEJNEBEZPEČNĚJŠÍ PŘEJEZDY	60
8 REGRESNÍ ANALÝZA	65
8.1 REGRESNÍ ANALÝZA PRO OVĚŘENÍ HYPOTÉZY	66
8.2 REGRESNÍ ANALÝZA PRO OVĚŘENÍ DÍLČÍHO CÍLE PRÁCE - POČET NEDOVOLENÝCH JÍZD	68
8.3 SOUHRNNÉ VÝSLEDKY REGRESNÍ ANALÝZY	71
9 DISKUZE	72
ZÁVĚR	77
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	79
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	85
SEZNAM OBRÁZKŮ	86
SEZNAM TABULEK	88

SEZNAM PŘÍLOH.....	89
---------------------------	-----------

ÚVOD

Vznik a vývoj železniční dopravy v Evropě, je úzce spojen s vývojem industrializace, modernizací průmyslové výroby a jinak řečeno první průmyslovou revolucí. Ta vypukla na přelomu 18. a 19. století. Vynalezení a zavedení do provozu parního stroje se rozmach a budování železnic a železniční sítě výrazně zrychlil. Provoz na první parostrojní železnici v Českých zemích byl zahájen 7. července 1839, kdy byl spuštěn provoz na trati Vídeň – Břeclav – Brno. Posléze byla pomocí železnice spojena Praha s Olomoucí, přes Českou Třebovou, Brno s Českou Třebovou a Prahu s Drážďany, přes Děčín. Vybudování většiny dopravních sítí železnice, které využíváme v současnosti, byly dokončeny na konci 19. století. Za celou svou 175. letou existenci železnic v Českých zemích byl ve většině případů majoritním vlastníkem stát, nicméně železniční síť budovaly soukromé subjekty a investoři. Za tu dobu prošla železnice mnoha modernizacemi. Největší a nejvýznamnější rozvoj dráhy představovalo zavedení elektrické trakce, které se dělo v padesátých a šedesátých letech minulého století, čímž došlo k zelektrifikování významné části strategicky významných celostátních a mezinárodních úseků. Bohužel se v minulosti nepodařilo zelektrifikovat celou železniční síť na našem území, a tak na mnoha úsecích se na tuto elektrifikaci stále čeká.

Katastrální rozloha území, která jsou ve vlastnictví subjektů, jež vlastní a provozují železniční dopravu, činí, 301 km². S průměrnou délkou 0,12 km na 1 km² plochy území se Česká republika spolu s Belgií a Německem řadí mezi země, které mají nejhustší železniční síť na světě. Délka železniční sítě v ČR k 31. prosinci 2018 činila 9572 km. Základní oporu železniční sítě tvoří čtyři mezinárodní koridory.

Velmi hustá železniční síť v naší zemi s sebou nese negativní dopad, jelikož se vzrůstem silniční a železniční dopravy dochází k velkému počtu mimořádných událostí, při kterých umírá nebo je zraněno mnoho osob. Právě nehody na železnicích a železničních přejezdech jsou v poslední době často diskutovaným problémem mezi laickou i odbornou veřejností a v médiích. Především z důvodu velmi vysoké aktuálnosti jsem si vybral toto téma diplomové práce, poněvadž se domnívám, že je nezbytné navrhnout možné způsoby, jak tyto smutné statistiky snížit. Očekávám tedy, že zpracování celé práce bude přínosem pro provozovatele drah Správy železnic, potažmo Ministerstvo dopravy.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 DEFINICE ZÁKLADNÍCH POJMŮ

Druhá kapitola bude vysvětlovat základní pojmy, jelikož zvládnutí níže uvedených základních pojmů je nezbytné pro pochopení dalších informací v této práci. (Silniční doprava, 2011)

Dráhou se označuje cesta, jež slouží k pohybu drážních vozidel včetně pevných zařízení nezbytných pro zajištění plynulosti a bezpečnosti drážní dopravy. (Silniční doprava, 2011)

Provozoschopnost dráhy určuje technický stav dráhy garantující její bezpečné a plynulé provozování. (Silniční doprava, 2011)

Provozování dráhy je činnost vedoucí k zabezpečení a organizování drážní dopravy a obsluze dráhy. (Silniční doprava, 2011)

Zařízení služeb definuje železniční stanice, odstavné koleje, zastávku, čerpací stanice a ostatní technická zařízení, která jsou provozovatelem především určena k poskytování služeb přímo souvisejících s provozováním drážní dopravy na dráze regionální, celostátní nebo na veřejně přístupné vlečce. (Silniční doprava, 2011)

Kapacitou dráhy se chápe její využitelná průjezdnost umožňující uspořádání požadovaných tras vlaků na stanovených úsecích dráhy v určitém období. (Silniční doprava, 2011)

Dopravce je právnická nebo fyzická osoba, jež vykonává dopravu na dráze, vlastní dopravní prostředky nebo je má zapůjčené, podniká na základě licence a uzavřené smlouvy s provozovatelem dráhy. (Gašparík a Kolář, 2017)

Železniční síť se dělí na menší celky, které jsou zpravidla ohraničeny významnými železničními uzly nebo železničními stanicemi. (Gašparík a Kolář, 2017)

Železniční trati se rozumí železniční těleso zahrnující stavby a pevná drážní zařízení mezi dvěma určenými úseky, sloužící pro pohyb drážních vozidel a vlaků. (Gašparík a Kolář, 2017)

Nehoda je událost, přičemž dojde k smrti, újmě na zdraví nebo jiné újmě. Nehody se rozlišují do několika druhů: vykolejení vlaků, srážka vlaků včetně srážek s překážkami v průjezdném průřezu, požáry kolejových vozidel, nehody na úrovňových přejezdech, jiné.

Vážná nehoda je v trestním zákoníku formulována jako nehoda zapříčiněna srážkou nebo vykolejením drážních vozidel, čímž dojde k smrti, újmě na zdraví minimálně pěti osob nebo škodě velkého rozsahu na drážním vozidle, životnímu prostředí.

Škoda velkého rozsahu vznikne v případě, kdy dojde ke škodě větší než 5 000 000 Kč. Naopak **značnou škodou** se rozumí škoda přesahující 500 000 Kč. Škoda ve výši 150 000 EUR vzniká v případě **značných škod na vozidlech, kolejích, životnímu prostředí nebo na jiných zařízeních.**

Vykolejení drážního vozidla vzniká v případě, kdy nejméně jedno kolo vozidla opustí kolej. Avšak za vykolejení se nepovažuje vjetí drážního vozidla na zařízení, jehož působením se drážní vozidlo zastaví nebo se snižuje jeho rychlost. Druhým případem je povolená manipulace s drážním vozidlem v kombinaci s využitím speciálního zařízení, na kterém se drážní vozidlo přepravuje nebo vykládá, zkouší nebo měří.

Nehoda na úrovňovém přejezdu je definována jako nehoda, na kterém se participuje nejméně jedno železniční vozidlo a jedno či více přejíždějících vozidel, chodců nebo předmětů dočasně přítomných na trati nebo v její blízkosti, pokud je tento předmět ztracen překračujícím vozidlem či osobou.

Nehoda osob způsobená pohybujícím se kolejovým vozidlem je klasifikována jako nehoda jedné nebo více osob, které byly zasaženy železničním vozidlem, nebo předmětem upevněným k železničnímu vozidlu nebo předmětem, jenž se z vozidla oddělil. Jsou zde také zařazeny osoby, které spadnou ze železničních vozidel včetně osob, které spadnou z železničních vozidel nebo osoby trefené při cestě ve vozidlech uvolněnými předměty.

Požárem kolejového vozidla se chápe výbuch a požár, který vznikne v železničních vozidlech a jejich nákladech v době, kdy se nachází v cílové či výchozí stanici nebo v jednotlivých zastávkách, a rovněž také během přeřazování soupravy.

Úrovňový přejezd je úrovňová křižovatka mezi železnicí a komunikací, která je uznaná provozovatelem infrastruktury a otevřená pro soukromé nebo veřejné uživatele. Nepatří sem komunikace mezi nástupišti ve stanicích, rovněž i přechody přes koleje vyhrazené pouze pro zaměstnance.

Uživatel úrovňového přejezdu je každá osoba, která využívá úrovňový přejezd k překonání železniční trati jakýmkoli dopravním prostředkem nebo jej využije pěšky.

Úmrtí (usmrčené osoby) jsou všechny osoby, které byly přímo usmrceny nebo zemřely na následky nehody do 30 dnů po nehodě, přičemž zde nepatří osoby, které spáchaly sebevraždu. (DÚ, ©2016)

2 PRÁVNÍ A TECHNICKÉ PŘEDPISY

Jelikož touto problematikou se zabývá nespočet právní předpisů, vyhlášek a dalších předpisů, proto jsem vybral ty nejznámější právní předpisy, jež souvisejí s drážní dopravou. Bude zde zahrnut jak zákon o drahách, tak vyhlášky Ministerstva dopravy a v neposlední řadě také interní předpisy Správy železniční dopravní cesty.

Zákon č. 266/1994 Sb., o drahách

Tento zákon, jež byl několikrát novelizován, zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a navazuje na již použitelný předpis Evropské unie. Upravuje tak podmínky pro výstavbu železničních, trolejbusových, lanových, tramvajových drah a stavby na těchto drahách. Dále uspořádává podmínky pro provozování drah a provozování drážní dopravy na daných drahách. V poslední řadě upravuje výkon státní správy a státního dozoru v záležitosti týkající se drah, tramvajových, trolejbusových, lanových a železničních. (Silniční doprava, 2011)

Vyhláška MD č. 100/1995 Sb., Řád určených technických zařízení

Tato vyhláška stanovuje předpoklad pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení a jejich konkretizace. Tato technická zařízení jsou taková, jež jsou uzpůsobena k ochraně před účinky atmosférické a statické elektřiny a pro ochranu před negativními účinky zpětných trakčních proudů. Do těchto určených technický zařízení můžeme zařadit přístroje plynové, tlakové, zdvihací, elektrické a dopravní. (Aion CS, ©2010 – 2020)

Vyhláška MD č. 173/1995 Sb., Dopravní řád drah

Tento právní předpis stanovuje podmínky pro provozování dráhy a pravidla pro provozování drážní dopravy. Dále se zabývá způsobem zpracování, obsahem a zveřejňováním jízdního řádu včetně jeho změn. Poslední část této vyhlášky je věnována drážním vozidlům a jejich technické způsobilosti. (Aion CS, ©2010 – 2020)

Vyhláška MD č. 177/1995 Sb., Stavební a technický řád drah

Vyhláška stanovuje technické podmínky pro stavbu drah, osové vzdálenosti, prostorové uspořádání, traťové zatížení, uspořádání tělesa, geometrické uspořádání koleje včetně poloměrů, sklonů. Dále je pak věnována stavbám a zařízením železničního spodku, podmínkám staveb přejezdu a křížení s pozemní komunikací, způsobům značení tratí, technickým rozměrům železničního svršku, uspořádáním sdělovacího, elektrického a zabezpečovacího zařízení. (Aion CS, ©2010 – 2020)

Předpis SŽDC D1 – Dopravní a návěstní předpis

Jedná se o základní vnitřní předpis SŽDC o provozování dráhy, jež byl vydán na základě ustanovení právních předpisů. Předpis D1 zahrnuje vnitrostátní bezpečnostní předpisy v rámci legislativy Evropské unie pro provozování dráhy a zajišťování drážní dopravy na drahách, na kterých je provozovatel Správa železniční dopravní cesty. Od prováděcí vyhlášky Ministerstva dopravy byla odvozena jednotlivá ustanovení tohoto předpisu a dále byla doplněna o další vnitřní pokyny sloužící k zajištění činností určené k provozování dráhy a organizování drážní dopravy. Předpis mimo jiné popisuje vzájemné povinnosti zaměstnanců provozovatele dráhy a dopravců. (SŽ, ©2013)

Předpis SŽDC D3 – Předpis o zjednodušené řízení drážní dopravy

Tento předpis D3 charakterizuje zjednodušené řízení drážní dopravy na jednokolejných tratích s jednoduchými provozními poměry, na kterých není dovolena rychlost větší než 60 kilometrů za hodinu. Avšak před účinností tohoto předpisu byla na určitých tratích povolena vyšší rychlost. V těchto případech je možné ponechat rychlost až do 90 kilometrů za hodinu. Tento předpis platí pouze v návaznosti na příslušná ustanovení předpisu D1, který byl zmíněn v předchozí podkapitole. (SŽ, ©2013)

Předpis SŽDC D17 – Předpis pro hlášení a šetření mimořádných událostí

Vnitřní předpis definuje postupy při zajišťování činností u možného vzniku mimořádné události v rámci provozování dráhy a provozování drážní dopravy SŽDC, coby státní organizaci. Obsahem jsou také postupy zajišťující, že jsou vážné nehody, nehody a incidenty způsobené při provozování dráhy a drážní dopravy oznamovány. Dále jsou zjišťovány jejich příčiny a jsou analyzovány, včetně přijímání opatření ve smyslu legislativy Evropské unie týkající se provozování dráhy na drahách, kde je provozovatel dráhy SŽDC a provozování drážní dopravy dopravcem SŽDC. (ZO FS MOST, ©2014 – 2020)

Předpis SŽDC Bp1 – Předpis o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci

Předpis Bp1 objasňuje základní pravidla bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, pracovní postupy, možnosti bezpečné organizace práce a požadavky na bezpečný provoz a používání dopravních prostředků, strojů, technických zařízení, náradí na pracovištích a přístrojů. Tento předpis je závazný pro veškeré zaměstnance působící v SŽDC, jež vykonávají činnosti na železniční dráze provozované SŽDC nebo v prostorách SŽDC. (SŽ, ©2013)

Předpis SŽDC T100 – Předpis pro provozování zabezpečovacích zařízení

Předposlední uvedený předpis stanovuje základní pravidla pro obsluhu, provozní ošetřování, provozování a provádění údržby, kontrol, oprav, včetně rekonstrukce zabezpečovacích zařízení používaných na drahách, vlečkách, jež jsou provozovány SŽDC s cílem zajistit jejich provozuschopnost. Předpis dále stanovuje vztahy mezi organizacemi zúčastněnými na provozování dráhy se zaměřením na zabezpečovací zařízení. (SŽ, ©2019)

Norma TNŽ 34 3109 - Bezpečnostní předpisy pro činnost na trakčním vedení a v jeho blízkosti na železničních drahách celostátních, regionálních a vlečkách

Technická norma železnic (dále jen „TNŽ“) líčí základní požadavky na bezpečnost obsluhy a práce na trakčním vedení vleček, regionálních a celostátních drah. Dále se pak zabývá činnosti prováděných v blízkosti částí trakčního vedení pod napětím. (SŽ, ©2006)

Nařízení vlády č. 133/2005 Sb. o technických požadavcích na provozní a technickou propojenost evropského železničního systému

Nařízení převádí předpisy Evropské unie v odvětví technických požadavků na součásti a subsystémy evropského železničního systému a předpoklady pro pověření právnických osob k úkonům při posuzování shody a vhodnosti aplikace stanovených výrobků. (Gašparík a Kolář, 2017)

3 HISTORIE NAŠICH ŽELEZNIC

Železniční transportní systém je bezpochyby skvělý vynález, jenž otevřel nové obzory pro lidstvo, umožňující bližší interakci mezi komunitami a rychlejší pohyb materiálů a zboží. (Mundrey, 2009)

Vznik a vývoj železniční dopravy v Evropě, je úzce spojen s vývojem industrializace, modernizací průmyslové výroby a jinak řečeno první průmyslovou revolucí. Ta vypukla na přelomu 18. a 19. století. Vynalezení a zavedení do provozu parního stroje se rozmach a budování železnic a železniční sítě výrazně zrychlil. První snahy o využití železnice především v rámci průmyslového využití můžeme zaznamenat v Anglických uhelných dolech. Avšak začátek kolo-kolejnice byl zjištěn o mnoho století dříve. Bylo tomu ve střední Evropě, a to v dolech Saska, Tyrol, Uher a Čech, ve kterých se těžila ruda. Tento způsob dopravy vytěžené zeminy po železnici se dostal do Anglie teprve až na konci 16. století. Historickým příkladem využití průmyslu a železnice na našem území může být spojení Českých Budějovic a Lince koněspřežnou železnici, jež byla vystavěna v období 1825 – 1832.

Provoz na první parostrojní železnici v Českých zemích byl zahájen 7. července 1839, kdy byl spuštěn provoz na trati Vídeň – Břeclav – Brno. Zmíněná trať byla zhotovena soukromou společností Severní dráha císaře Ferdinanda (SDCF), která disponovala z většiny vídeňským bankovním kapitálem. Výstavba úseku společností (SDCF), z Břeclavi do Brna byla pouze odbočkou, jelikož hlavní trať měla sloučit Vídeň s Bohumínem, a to z důvodů spojení se solnými doly v Haliči. Tento cíl se téměř podařil naplnit v roce 1841, kdy byla dokončena výstavba trati v úseku Břeclav – Přerov a následně Přerov – Olomouc. Celková délka dráhy tehdy dosahovala 188 km.

Kromě této zmiňované tratě císaře Ferdinanda byly na našem území také vystavěny dvě koněspřežné železnice, jež měly úzký rozchod, který činil 1 106 mm. První z nich byla vystavěna v období 1825 – 1832 v úseku České Budějovice – Linec, přičemž vzdálenost tratě činila 129 km. Druhá trať byla dlouhá 51 km a vedla z Prahy přes Kladno do Lán. Výstavba byla realizována v letech 1828 – 1830.

Rakouský stát se v nadcházejících letech rozhodl investovat do budování železnice, kdy toto rozhodnutí pomohlo k vybudování tří nejvýznamnějších tratí v českých zemích. Došlo tak ke spojení Prahy s Olomoucí, přes Českou Třebovou, Brno s Českou Třebovou a Prahu s Drážďany, přes Děčín. Délka tratí vybudovaných státem tak představovala 490 km.

Vybudování většiny dopravních sítí železnice, které využíváme v současnosti, byly dokončeny na konci 19. století. Na nově zhotovené železnice byly tak napojeny významné průmyslové oblasti, města apod. Koleje byly také přivedeny k mnoha opěrným bodům již zaniklé státní hranice s Pruskem nebo rovnou navazovaly na pruskou železnici. Je nutné zmínit, že současná železniční síť byla vybudována za rakouské monarchie.

Po konci první světové války, následným rozpadem rakouské monarchie a vznikem Československé republiky, se začala rýsovat nová historie našich železnic. Došlo k zestátnění železnice a změně názvu. Nově tak vznikla Československá státní dráha (ČSD). Avšak tato změna neměla dlouhého trvání, jelikož po nástupu německé okupace a rozpadu Československa se dráhy opět přejmenovávají. Nová zkratka ČMD/BMB označuje Českomoravské dráhy/Böhmisch – Mährische Bahn. Na území Slovenska a se zřízením Slovenského státu vzniká také nová organizace, jež nese název Slovenská železnica (SŽ).

V roce 1945, kdy skončila 2. světová válka, se naše železnice navrátila k označení a pojmenování ČSD. Tento název se využíval až do roku 1993, kdy se nejenom rozpadl společný stát Čechů a Slováků, ale došlo také k rozpadu železnice, která byla rozdělena do dvou společností, s názvy České dráhy (ČD) a Železnica Slovenskej republiky (ŽSR).

K další významné změně a reorganizaci došlo v roce 2003, kdy se stávající společnost v rámci transformace rozdělila na České dráhy a.s. a na Správu železnic, s.o. České dráhy a.s. navíc založila ČD CARGO a.s., přičemž tato společnost patří mezi hlavní zprostředkovatele osobní a nákladní dopravy. Správa železnic s.o. provozuje dráhu a zaručuje tak provozuschopnost, rozvoj a modernizaci České železnice. Ke změně u této organizace došlo 1. ledna 2020, kdy byla přejmenován na Správu železnic (SŽ). (Kunc, ©2005)

Za celou svou 175. letou existenci železnic v Českých zemích byl ve většině případů majoritním vlastníkem stát, nicméně železniční síť budovaly soukromé subjekty a investoři. Za tu dobu prošla železnice mnoha modernizacemi. Největší a nejvýznamnější rozvoj dráhy představovalo zavedení elektrické trakce, které se dělo v padesátých a šedesátých letech minulého století, čímž došlo k zelektrifikování významné části strategicky významných celostátních a mezinárodních úseků. Bohužel se v minulosti nepodařilo zelektrifikovat celou železniční síť na našem území, a tak na mnoha úsecích se na tuto elektrifikaci stále čeká. (SŽ, ©2019)

3.1 Železniční doprava v současnosti

Společenské a politické změny v Evropě významně přispěly ke zvýšení mezinárodního obchodu a s ním spojené mezinárodní dopravy. Po roce 1989 vývoj přinesl pozvolné zapojení České republiky do evropských struktur, z čehož plyne postupné propojování dopravních infrastruktur jednotlivých států. Koncepce rozvoje železniční infrastruktury vychází v České republice z nutnosti docílení kompatibility na tratích evropského významu. Nejdůležitější pro Evropskou unii je vznik hlavní transevropské železniční sítě, na které by se soustřeďovala hlavní nákladní i osobní doprava. Významným úkolem je zároveň zabezpečit využitelnost a provázanost transevropské sítě se sítí místní, regionální, národní.

Evropská hospodářská komise OSN v roce 1985 vypracovala Evropskou dohodu o mezinárodních železničních magistrálách (AGC), kdy pro zpracování této dohody EHK/OSN čerpala své poznatky na základě získaných zkušeností z některých evropských zemí, které mají zkušenosti s modernizací či výstavbou železničních magistrál nebo vysokorychlostních tratí, jež vedly k několikanásobnému zvýšení přepravy. Následně byla 1. ledna 1991 v Ženevě ujednána Evropská dohoda o nejdůležitějších trasách mezinárodní kombinované dopravy a souvisejících objektech (AGTC). Mezi první komplexní koncepci, která se zabývala modernizací železniční sítě v České republice po roce 1989, představovaly tzv. „Zásady modernizace vybrané železniční sítě Českých drah“, kdy tato koncepce byla právě zpracována podle dohody AGC a AGTC. Zde byly jasně definovány hlavní prioritní směry a jejich technické parametry.

Účelem je modernizovat určenou železniční infrastrukturu podle parametrů dohod, tedy minimálně:

- zvýšit rychlost do 160 km/h pro osobní dopravu,
- zvýšit rychlost do 120 km/h pro nákladní dopravu, čímž by došlo k dosažení traťové třídy zatížení D4,
- zajištění prostorové průjezdnosti pro ložnou míru UIC GC,
- zavedení požadované kapacity dráhy při soudobém stanovení optimalizovaného rozsahu železniční infrastruktury,
- vybavení dráhy takovým technologickým systémem, které zabezpečuje plnou bezpečnost provozu při traťové rychlosti do 160 km/h, přičemž musí dovolit vzájemnou interoperabilitu,

- vybavení a konstrukce tratí musí zajistit nasazení železničních vozidel s naklápěcími skříněmi.

V rámci České republiky se modernizace stala prioritou pro tyto tranzitní železniční koridory:

- I. koridor: hranice Německa – Děčín – Praha – Česká Třebová – Brno – Břeclav – hranice Slovenska a Rakouska,
- II. koridor: hranice Polska – Ostrava – Přerov – Břeclav – hranice Rakouska,
- III. koridor: hranice Německa – Plzeň – Praha – Česká Třebová – Přerov – Ostrava – hranice Slovenska a Polska,
- IV. koridor: hranice Německa – Děčín – Praha – Veselí nad Lužnicí, od toho ve směru České Budějovice – Horní Dvořiště – hranice Rakouska.

Dle vymezených zásad se uskutečnila modernizace či optimalizace I. a II. koridoru. V této době právě probíhá modernizace III. a IV. koridoru.

Abychom nemluvili pouze o tranzitních železničních koridorech, tak lze také zmínit řadu ostatních významných staveb, jež prošly elektrifikací tratí včetně předelektrizačních úprav nosoucí prvky optimalizace či modernizace. Elektrifikace tratí tak například proběhla v roce 1993 na úseku Hradec Králové – Jaroměř v délce 17 km. O tři roky později pak byla dokončena z Plzně do Klatov v celkové délce 48 km. V roce 2006 se elektrifikace v délce 46 km dočkala železniční trať z Kadaně do Karlových Varů. V úseku Ostrava - Svinov – Opava východ proběhlo vybudování elektrifikace v roce 2007 v délce 28 km. O dva roky později byla elektrifikována železniční trať z Letohradu do Lichkova v celkové délce 21 km. V jižních Čechách byla elektrifikována trať v roce 2009 v délce 50 km v úseku, který vede z Českých Budějovic do Českých Velenic. Mezi další modernizované tratě tímto způsobem dále patří úsek Zábřehu na Moravě – Šumperk, Šumperk – Kouty nad Desnou. Proběhla také modernizace stanic a to např. v roce 1995 stanice Praha hl. n., Teplice v Čechách v roce 2005 a např. v roce 2009 stanice v Kroměříži. Dále je možné také zmínit výstavbu přeložek tratí např. v části Březno u Chomutova – Chomutov v délce 7 km nebo pražské „Nové spojení“ vystavěné v roce 2009.

V posledních dvaceti letech došlo ke zkrácení cestovní doby dálkové dopravy ve významných vnitrostátních směrech, a to vše díky modernizaci tranzitních železničních koridorů. Kvůli této skutečnosti je zaznamenána větší poptávka po přepravě. Avšak značnou

nevýhodou je kapacita železniční infrastruktury, zejména traťová rychlost a počet nástupišť v železničních stanicích.

V současné době je dopravní prostor v rámci Evropské unie otevřen na vybrané síti drah TERFN (Trans European Freight Network). Před doznívajícím rozmachem zaznamenala nákladní doprava neměnný nárůst. Ve výhledovém období se objevuje příležitost podchytit význam logistických procesů v oblasti multimodálních přeprav, s čím je úzce spojena výstavba logistických center. Na železničních tratích se tak bude přizpůsobovat počet a rozsah seřaďovacích míst. (Gašparík a Kolář, 2017)



Obrázek 1 – Seřaďovací místo. (Ona Man Brno Blog, ©2016)

4 ŽELEZNICE

Železniční doprava je forma veřejné dopravy, která slouží společnosti, přičemž cílem je bezpečná, rychlá, přesná, spolehlivá a ekonomická přeprava cestujících, nákladu. (Zhuo a Li-Min, 2011)

Je uskutečňovaná pomocí železničních dopravních prostředků, mezi které patří hnací vozidla, osobní a nákladní vozy, pomocná a speciální vozidla, kdy tato vozidla využívají železniční tratě. Železniční trať můžeme chápat jako dráhu, která je určena k pohybu drážních vozidel. Zde také patří pevné zařízení určené k zajištění bezpečnosti a plynulosti dopravy. Dráha je tak cesta určená k pohybu drážních vozidel včetně již zmíněných pevně vestavěných zařízení, sloužících k zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy. (Gašparík a Kolář, 2017) Do celé této železniční infrastruktury můžeme zahrnout také dopravní stavby, jako např. tunely, mosty, propustky apod. (Flammini, 2012)

Subjekty, které vlastní a provozují železniční dopravu v České republice, operují na 301 km². Proto se také řadíme spolu s Belgií a Německem mezi země, které mají nejhustší železniční síť na světě. Délka železniční sítě v ČR k 31. prosinci 2018 činila 9572 km. Základní oporu železniční sítě tvoří čtyři mezinárodní koridory vedoucí z: Přerov – Brno, České Budějovice – Plzeň, Brno – Jihlava – Veselí nad Lužnicí, Děčín – Nymburk – Kolín – Havlíčkův Brod - Brno, Cheb – Chomutov – Ústí nad Labem, Hranice na Moravě – Horní Lideč, Brno – Veselí nad Moravou – Vlárský průsmyk. (Gašparík a Kolář, 2017)

Železniční dráhy rozdělujeme podle § 3 zákona č. 266/1994 Sb. O drahách do čtyř kategorií, a to dle účelu, významu a technických podmínek.

- **Dráha celostátní** je dráha, jež slouží celostátní a mezinárodní veřejné železniční dopravě a je takto označována.
- **Dráha regionální** je dráha místního nebo regionálního významu, jenž slouží veřejné železniční dopravě a je začleněna do celostátní nebo jiné regionální dopravy.
- **Místní dráha** je dráha místního významu, přičemž je oddělena od celostátní nebo regionální dráhy. Oddělení dráhy umožňuje přesun drážních vozidel na jinou dráhu pouze s využitím zvláštního technického zařízení, nebo pokud slouží místní dráha výhradně k provozování neveřejné osobní drážní dopravy, osobní drážní dopravy pro potřeby cestovního ruchu nebo za účelem provozování historických vlaků.
- **Vlečka** je dráha sloužící k vlastním potřebám provozovatele nebo jiného podnikatele a je součástí celostátní nebo regionální dráhy či jiné vlečky.

- **Zkušební dráha** je určena k provádění zkušebního provozu drážních vozidel nebo zkoušek pro schválení typu nebo změny typu různých drážních vozidel a drážní infrastruktury.
- **Speciální dráha** je dráha, která slouží především k zajištění dopravní obslužnosti obce. (Silniční doprava, 2011)

Dráhy se dále dělí na trolejbusové, tramvajové a lanové.

Z technického pojetí železniční tratě, jež jsou zahrnuty do jedné železniční sítě, nemusí být elektrifikované jednou proudovou soustavou a nemusí mít stejný rozchod. Dle množství traťových kolejí rozlišujeme tratě na jednokolejné, dvoukolejné, trojkolejné, čtyřkolejné a vícekolejné. Například peážní tratí označujeme trať, která vede přes území sousedního státu a následně se vrací zpět na území vlastního státu.

Železniční tratě podle rozchodu dělíme na:

- trať s **normálním rozchodem**, která je využívána v 60 % případů světových železnic, včetně většiny těch českých. Rozchod měří 1435 mm. Tento rozchod byl zaveden Stephensonem a odvozen z rozměrů anglických silničních vozidel, jelikož rozchod měří 4 stopy 8 ½ palce,
- trať s **širokým rozchodem** využívaná např. v Rusku, Mongolsku (1520 mm), Finsku (1524 mm), Portugalsku, Španělsku (1668 mm), Indii, Bangladéši, Argentině (1676 mm),
- trať s **úzkým rozchodem** využívající rozchod 600 mm, 760 mm, 900 mm, 1000 mm, 1076 mm. V České republice se jedná o úsek Jindřichův Hradec – Obrataň, Jindřichův Hradec – Nová Bystřice a Třemešná ve Slezsku – Osoblaha.

Podle využití energie jako zdroje hnací síly se železniční síť dělí na:

- tratě neelektrifikované,
- tratě elektrifikované.

Elektrifikace tratě se v české technické praxi často označuje specifickým výrazem elektrizace. Tyto tratě se podle použitého proudu a frekvence dělí na:

- tratě elektrifikované stejnosměrným proudem s trakčním napětím 750 V, 1500 V a 3000 V,
- tratě elektrifikované střídavým proudem s trakčním napětím 25 000 V a frekvencí 50 Hz,

- tratě elektrifikované střídavým proudem s trakčním napětím 15 000 V a frekvencí 16,7 Hz.

Napájecí soustavu podle technického provedení můžeme členit na soustavu s využitím trolejového vedení, jedno, dvou nebo třívodičové soustavy případně napájecí kolejnice. Nejperspektivnější se z dnešního hlediska jeví soustava 25 kV / 50 Hz. Tento typ napájecí soustavy vykazuje nejmenší náklady zapříčiněné přenosem energie a trakční napětí je možné získat triviální transformací z normální elektrické soustavy. Střídavé napětí s frekvencí 16,7 Hz se v dnešní době stále využívá např. Rakousku, Švýcarsku nebo Německu. Toto řešení se využívalo ještě před objevením křemíkových usměrňovačů. V roce 2015 představoval podíl elektrifikovaných tratí v České republice 33,8 %. (Gašparík a Kolář, 2017)

Tabulka 1 – Infrastruktura železniční dopravy v kilometrech. (MD, ©2018)

	2010	2014	2015	2016	2017	2018
Stavební délka kolejí celkem	15 666	15 578	15 570	15 539	15 519	15 488
Neelektrizované	8 851	8 663	8 631	8 600	8 564	8 580
Elektrizované	6 815	6 915	6 939	6 939	6 955	6 908
Provozní délka tratí	9 568	9 559	9 556	9 564	9 567	9 572
Normální rozchod	9 467	9 457	9 467	9 464	9 468	9 471
Úzký rozchod	102	102	99	99	100	102
Jednokolejné	7 662	7 616	7 602	7 598	7 597	7 558
Dvou a vícekolejné	1 906	1 943	1 964	1 965	1 970	2 014
Elektrizované tratě celkem	3 208	3 216	3 237	3 236	3 237	3 235
50 Hz / 25 000 V st.	1 390	1 383	1 401	1 381	1 381	1 381
16,7 Hz / 15 000 V st.	14	14	14	14	14	14
3 000 V ss.	1 783	1 795	1 798	1 817	1 818	1 816
15 000 V ss	24	24	24	24	24	24

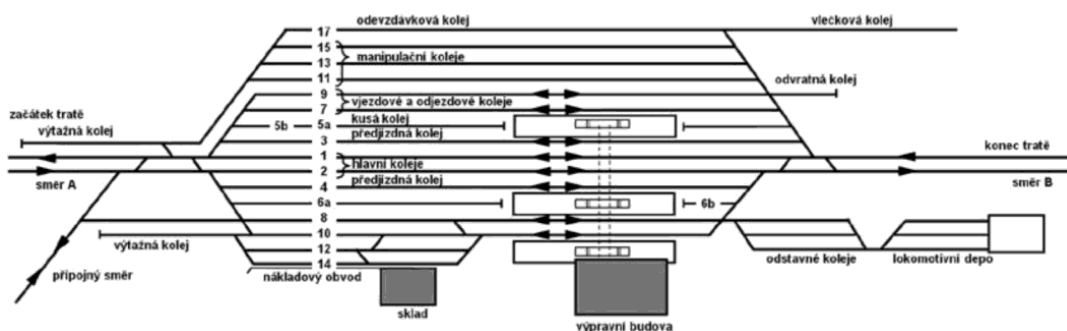
4.1 Značení na železnici

Prostor železnice se markantně liší od prostředí silniční dopravy. Největší rozdíly jsou především v signalizačním zařízení využívané pro řízení jízdy vlaků nebo číslování kolejí, které se v některých okolnostech liší od číslování kolejí pro cestující veřejnost umístěné na nástupištích. Trakční vedení má identické číselné označení jako kolej, na kterou vede.

Pojmenování tratě bývá stejné s názvem počáteční a koncové stanice, kdy zároveň může být využit i název některé stanice, která leží mezi nimi. Toto řešení je možné aplikovat pouze tehdy, jestliže spojení mezi počáteční a koncovou stanicí je možné více směry. Z důvodu přehlednosti jsou železniční tratě číselně označovány, kdy číslování a rozdělení tratí pro cestující veřejnost v jízdním řádu je rozdílné od číslování využívaného pro služební potřebu jako např. tabulkové jízdní řády apod. Pro cestující se tratě číslují od 010 do 343, kdy nejnižší čísla jsou využita v okolí hlavního města Prahy a naopak nejvyšší se používají na východních částech sítě. Pro služební účely jsou tratě na východě země číslovány od 301 a na západě číslování končí číslem 719. (Gašparík a Kolář, 2017)

Označování kolejí

Pravidla pro značení kolejí, jež se dnes používají, vznikla s menšími změnami v šedesátých letech 20. století. Koleje se ve stanicích značí pořadovými čísly. Hlavní kolej se označuje číslem 1, avšak jde-li o stanici umístěnou na dvoukolejně trati, pak mají hlavní koleje čísla 1 a 2. V případě trojkolejných tratí se prostřední kolej čísluje nulou. Pokud se díváme ve směru od začátku trati k jejímu konci (lichý směr), tak se staniční koleje vlevo označují lichými čísly (tedy 3, 5, 7 atd.). Vpravo se následně využívají čísla sudá (2, 4, 6 atd.). Čísla se mohou také rozšiřovat písemným indexem (1a apod.), což se používá při značení kolejí, které navazují. Pro odlišení kolejí v jednotlivých staničních obvodech se používá desítkové nebo stovkové značení (41, 91, 101, 401 aj.). (Gašparík a Kolář, 2017)



Obrázek 2 – Schéma kolejistiže. (Gašparík a Kolář, 2017, s. 41)

Označování kilometrické polohy na trati

Kilometrická poloha na tratích je označována pomocí kilometrovníku, jenž se odborně nazývá staničník. Jedná se o betonový kámen, který se nachází každých 100 metrů vedle kolejí nebo uprostřed mezi kolejemi v železničních stanicích. Tato metoda je využívána především u starších a na neelektrifikovaných tratích. V současné době se u nových, modernizovaných elektrifikovaných tratí používá plechová deska, která je umístěna na trakční podpěře v kombinaci s betonovým staničníkem, kdy se tyto dva prvky střídají většinou po 100 metrech.



Obrázek 3 – Označování kilometrické polohy na trati.

Označení na trakčních podpěrách

Dalším významným orientačním bodem například pro zasahující jednotky požární ochrany je číslování trakčních podpěr. Způsob číslování je aplikován nátěrem přímo na trakční podpěře. Druhým způsobem může být využití plechových tabulek s čísly, kdy tyto tabulky jsou na podpěru připevněny páskem. Většinou je číslování realizováno ve směru od začátku po konec trati. Trakční podpěry se začínají číslovat vždy od každé železniční stanice číslem 1 nebo začátku každého traťového úseku.

Na některých trakčních podpěrách se vyskytuje červenobílý pruh. Význam těchto pruhů spočívá v tom, že určují takovou trakční podpěru, na které jsou zavěšeny dvě různé napět'ové sekce. Apeluje na to, že v případě vypnutí jedné sekce, zůstává některá další sekce trakčního vedení na této trakční podpěře neustále pod napětím. V těchto případech je nutné dbát zvýšené opatrnosti a dodržovat předepsané vzdálenosti od tzv. živých částí trakčního vedení.



Obrázek 4 – Označení trakčních podpěr.

Na železničních tratích se samozřejmě vyskytují úrovněvé přejezdy, jež jsou samostatně značeny, avšak tato problematika bude mnohem více rozepsána ve podkapitole 4.3, která se bude věnovat železničním přejezdům jako takovým.

Značení a dokonalá znalost dopravních a provozních zařízení nebo prostředků je základem pro kvalitní určení místa nastalé mimořádné události v železniční dopravě z důvodu zajištění rychlého příjezdu složek IZS. A proto je žádoucí, aby tyto označení důvěrně ovládali jak zaměstnanci železniční sítě, tak především jednotky požární ochrany, které při příjezdu k železniční trati se musí podle daného značení zorientovat, aby se vydaly správným směrem k MU.

4.2 Konstrukční řešení železničních tratí

Železniční trať se skládá z železničního tělesa, dalších staveb a staveních prvků, které umožňují železniční provoz. Základní část železničního tělesa je složena z železničního spodku, kde na horní ploše tzv. pláni je položen železniční svršek.

Železniční spodek

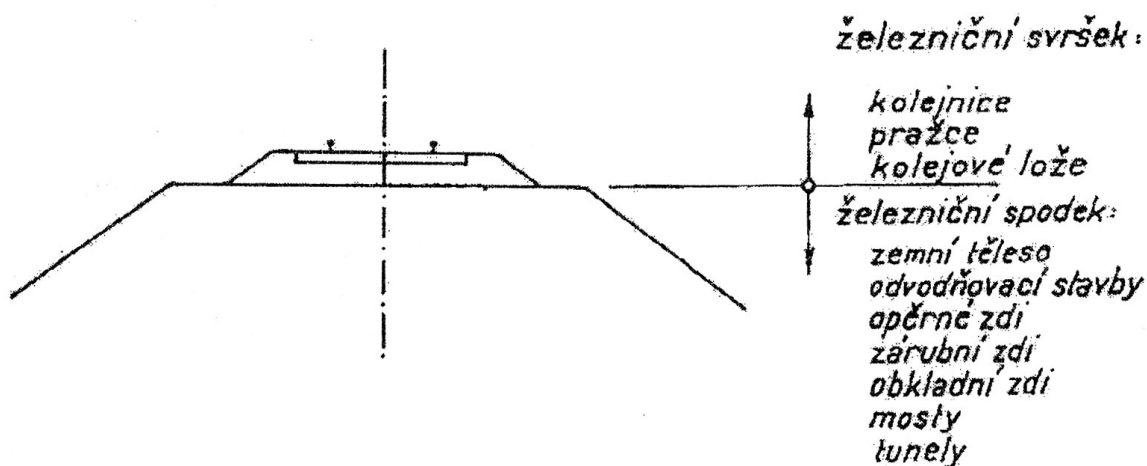
Představuje stavební inženýrskou konstrukci, která je vybudovaná úpravou terénu a stavbou umělých staveb, mezi které patří opěrné zdi, mosty, propustky atd. Cílem železničního spodku je zajistit dostatečně únosné spojení zemního železničního tělesa s terénem. K železničnímu spodku náleží také stavby, jež zajišťují stabilitu železničního tělesa. Železniční spodek tvoří dva prvky:

- **Zemní těleso** – je základní částí železničního spodku. Je zhotovené ze zemin nebo skalních hornin. Tyto materiály se následně určenou technologií budují do předem stanoveného tvaru, který je závislý na poloze nivelity, průběhu terénu, typu a vlastnosti materiálů, z kterých je tvořen. Těleso musí být dostatečně únosné, přičemž nesmí podléhat změnám při provozním zatížení a atmosférickým vlivům. Při stavbě zemního tělesa nejdůležitější požadavek představuje jeho důkladné odvodnění.
- **Umělé stavby** – umožňují vedení železničních tratí na úsecích, kde např. při překonávání horských masivů nebo vodních toků by použití samostatných násypů a zářezů nebylo možné nebo by jejich realizace byla extrémně finančně náročná.

Železniční svršek

Železniční svršek tvoří jízdní dráhu kolejovým vozidlům, která vede a nese. Tento prvek taktéž přenáší síly, které vzniknou v průběhu jízdy vozidel na železniční spodek. Železniční svršek se skládá z:

- **Kolejí** – železniční kolej vytváří samotnou jízdní dráhu pro drážní vozidla, přičemž nese a vede kolejové vozidlo. Spojením kolejnic normální délky (20 nebo 25 m, resp. 75 a 120 m) svařením nebo kolejnicovými spojkami vznikne již zmíněná železniční kolej. Na konstantní vzdálenost (rozchod koleje) jsou naproti sobě vázány kolejnicové pásy. Pod těmito pásy jsou umístěny kolejnicové podklady, což představují železniční pražce. Tento celek vytváří kolejový rošt.
- **Výhybek a křižovatek** – tyto zařízení umožňují plynulý přechod kolejového vozidla z jedné koleje na druhou. Pravou, levou nebo symetrickou výhybku rozlišujeme podle směru, kterým odbočuje odbočná větev výhybky od hlavního přímého směru pozorovaného od výměny k srdcovce.
- **Štěrkového lože** – slouží k vedení pražců v podélném, příčném a svislém směru, přenášení tlaků na pláš železničního spodku, umožnění úpravy geometrie koleje, odvádění a propouštění srážkové vody.
- **Zvláštních konstrukcí nebo konstrukčních článků, jež doplňují základní konstrukci**

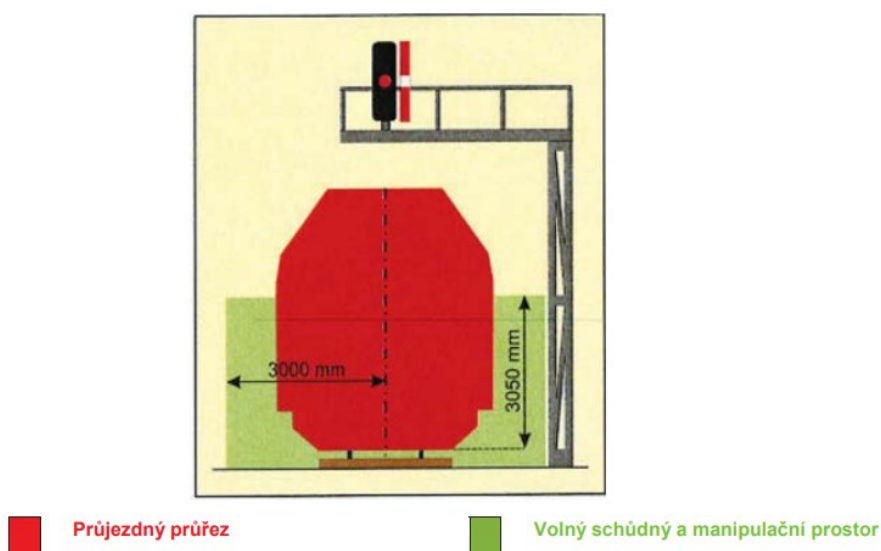


Obrázek 5 – Konstrukce železniční trati. (VŠB – TUO, ©2012)

Průjezdny průřez

Aby železniční vozidla mohla projíždět bezpečně po trati, nedotýkala se předmětů či staveb nacházejících se vedle koleje a nad kolejí, musí být zajištěn průjezdny obrys.

Jedná se o obrys obrazce v rovině kolmé k ose koleje, přičemž jeho osa prochází středem koleje, kterým se vymezuje volný prostor pro bezpečný průjezd železničních vozidel. Odvozuje se z něj prostorové uspořádání staveb, tratí a zařízení celostátních vleček a drah. Jmenovitý, základní, mezní tvar a rozměry průřezů jsou typu Z-GC, Z-GB, Z-GČD. (Gašparík a Kolář, 2017)



Obrázek 6 – Průjezdny průřez. (SŽ, ©2013, s. 12)

4.3 ŽELEZNIČNÍ PŘEJEZD

Tato podkapitola se bude zabývat železničními přejezdy, tedy místem, kde se železnice kříží s dalším typem komunikace. (Clark a Jones, 2013)

Z historického hlediska železniční a silniční úrovně křížení vzniklo především, kdy rostoucí silniční infrastruktura začala protínat železniční tratě, na kterých se v 19. století převážně transportovalo vytěžené uhlí a kamenivo do míst konečného využití. (Hall a Mark, 2008)

Železniční přejezd je podle zákona č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích definován jako místo, kde: „se úrovně kříží pozemní komunikace se železnicí, popřípadě s jinou dráhou ležící na samostatném tělese, a označené příslušnou dopravní značkou.“ (AION CS, ©2010 – 2020)

4.3.1 Železniční přejezdy v číslech

V tabulce níže je sepsán přehled železničních přejezdů ve vlastnictví Správy železnic k 31. 12. 2019.

Tabulka 2 – Počet železničních přejezdů. (SŽ, ©2020)

	Počet kusů
Počet přejezdů celkem	7 825
Přejezdy zabezpečené pouze výstražným křížem	3 658
Přejezdy zabezpečené přejezdovým zabezpečovacím zařízením (PZZ)	4 167
Přejezdy zabezpečené světelným PZZ	3 863
Přejezdové zabezpečovací zařízení se závorami	1 475
Přejezdové zabezpečovací zařízení bez závor	2 388
Přejezdy zabezpečené mechanickým PZZ	281
Přejezdové zabezpečení mechanické ovládané na dálku	64
Přejezdové zabezpečení mechanické ovládané místně	217

4.3.2 Technické normy

Problematiku železničních přejezdů a jejich zabezpečení popisují níže zmiňované tři technické normy.

ČSN 34 2650 ed. 2 Železniční zabezpečovací zařízení – Přejezdová zabezpečovací zařízení

Tato norma stanovuje základní technické požadavky pro řešení přejezdových zabezpečovacích zařízení využívaných na železničních drahách sloužící k zajištění bezpečnosti a řízení pohybu železničních a silničních vozidel, chodců a cyklistů na přejezdu. Norma se týká i přejezdových zařízení ostatních drah, jestliže předpisy a technické normy pro tato zařízení nestanoví jinak. Potřeby vyplývající s provozem, údržbou a obsluhou přejezdových zařízení řeší interní předpisy provozovatele dráhy na popud dokumentace výrobce. (ČSN 34 2650 ed. 2, 2010)

ČSN 73 6380 Železniční přejezdy a přechody

Norma stanovuje požadavky pro stavbu, přestavbu nebo navrhování křížení pozemních komunikací s dráhami ležící v úrovni kolejí včetně potřeb na úpravy pozemních komunikací v blízkosti přejezdů. (ČSN 73 6380, 2004)

ČSN 73 6021 Světelná signalizační zařízení. Umístění a použití návěstidel

Poslední norma definuje zásady pro použití a umístění návěstidel světelného signalizačního zařízení určené k řízení provozu na pozemních komunikacích, návěstidel světelného signalizačního zařízení pro zvýraznění nebezpečných míst, a to na pozemních komunikacích, mezi které patří např. staveniště, nebezpečné úseky či částečné nebo úplné uzavírky. Dále se to týká i pomalu pohybujících se vozidel údržby pozemních komunikací. Norma navazuje na nařízení pravidel silničního provozu, přičemž se nevztahuje na návěstidla železničního přejezdového zabezpečovacího zařízení a na zvláštní výstražná světla vozidel v rámci významu příslušných předpisů. (ČSN 73 6021, 1994)

4.3.3 Označování a stavebně – technické zabezpečení železničních přejezdů

Pozvolný vývoj železniční dopravy si vynutil stále větší nároky na konstrukci nových typů zabezpečovacích zařízení. Z pohledu bezpečnosti by mělo zabezpečovací zařízení dosahovat co nejvyššího stupně automatizace, jelikož základní funkce spočívá v zabránění vzniku nehod. Umístění technických zabezpečovacích prvků do provozu by mělo probíhat

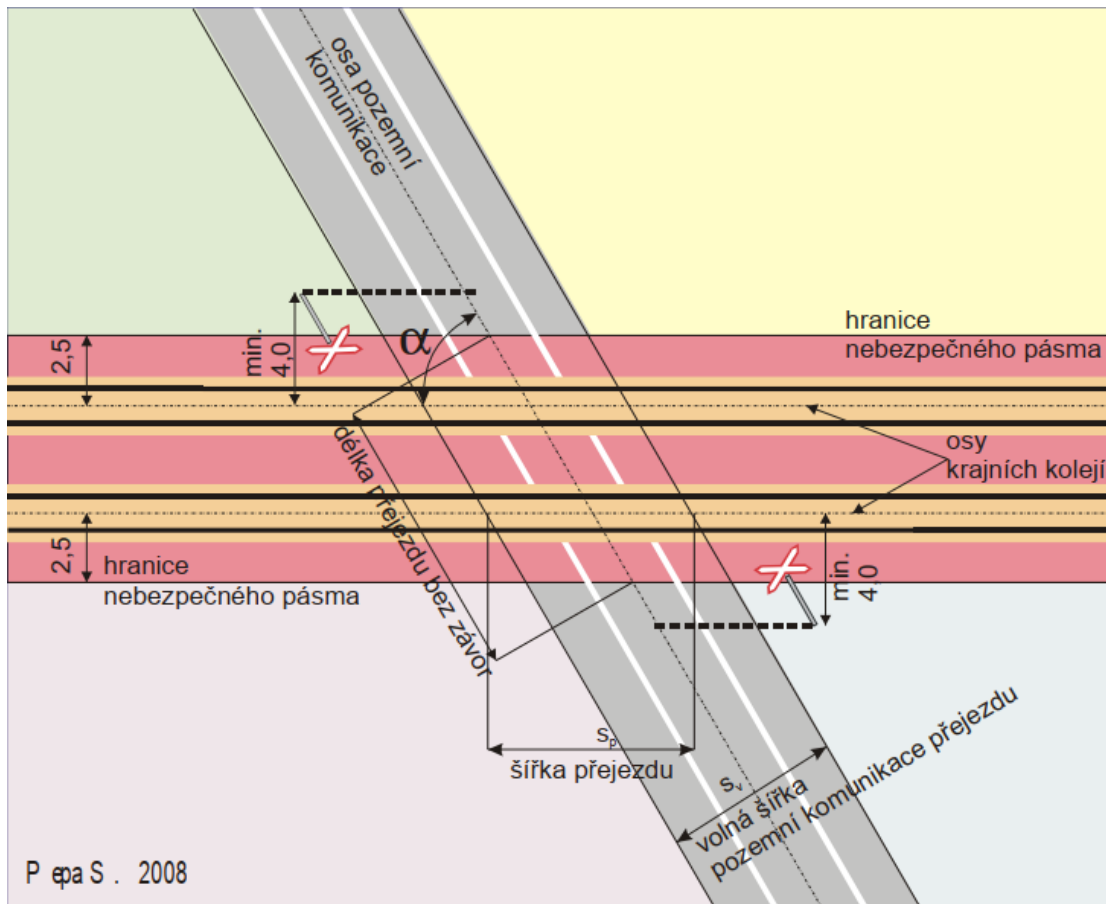
tím způsobem, že věnované finanční a kapacitní prostředky přinesou maximální efekt z pohledu zvýšení bezpečnosti provozu a zvýšení úrovně a výkonnosti řízení. (AŽD, ©2020)

Nejenom v provozu na českých železnicích se stále nevyskytuje moderní zabezpečovací technika, ale vyskytuje se stále ta zastaralá. Ovšem i ta musí vyhovovat nutným potřebám železničního provozu, neboť v krátkém časovém úseku tuto techniku ve většině případů nelze nahradit z důvodu nedostatku finančních prostředků. (VŠB – TU Ostrava, ©2009)

Železniční přejezd z hlediska stavebního řešení

V České republice se musí železniční přejezdy řídit normou ČSN 73 6380 Železniční přejezdy a přechody. Díky stavebnímu řešení železničních přejezdů mají následující parametry významný vliv na bezpečnost.

- **Délka přejezdu** – je měřena v ose pozemní komunikace. U přejezdu se závorami je to vzdálenost průsečíku této osy se závorovými břevny, naopak u přejezdu bez závor je to vzdálenost průsečíku této osy s hranicí nebezpečného pásma.
- **Šířka přejezdu** – je měřena v ose koleje a rovná se délce průsečíku této osy s ohraničením volné šířky pozemní komunikace na železničním přejezdu. V místě přejezdu musí být šířka přejezdové vozovky rovná volné šířce přilehlé pozemní komunikace po obou stranách dráhy, a to do vzdálenosti 30 m od ostatních krajních kolejí. V situaci, kdy šířka komunikace je menší než 5 m, musí být na přejezdu dodržena volná šířka vozovky minimálně 5 m.
- **Volná výška přejezdu** – je dána výškou trolejového drátu nad vozovkou přejezdu. Výška průjezdního prostoru je určena volnou výškou pozemní komunikace, jež je zmenšena o bezpečnostní vzdálenost trolejového drátu. V celé šířce a délce přejezdu musí být dodržena výška průjezdního prostoru pozemní komunikace.
- **Volný prostor přejezdu** – je vymezen délkou přejezdu, výškou vozovky na přejezdu a volnou šířkou. (ČSN 73 6380, 2004)



Obrázek 7 – Řešení železničního přejezdu. (ČSN 73 6380, 2004, s. 10)

Označení a technické zabezpečení železničního přejezdu z pohledu účastníka silničního provozu

V místech, kde dochází k úrovněmu křížení silniční a železniční dopravy, slouží přejezdová zabezpečovací zařízení, která zajišťují bezpečnost silničního a železničního provozu. V současné době se tak můžeme setkat na mnoha regionálních drahách s následujícími variantami řízení a zabezpečení provozu: (Leso, 2012)

- zabezpečení výlučně výstražným křížem,
- zabezpečení přejezdovým zařízením se světelnou signalizací (PZS),
- zabezpečení přejezdovým zařízením mechanickým (PZM).

Zmíněné zařízení musí zřetelně, včas a jednoznačně varovat účastníky silničního provozu v případě, že se k přejezdu blíží po trati železniční vozidlo, kterému musí účastníci silničního provozu dát přednost. Účastníci silničního provozu jsou varováni prostřednictvím výstrahy přejezdového zabezpečovacího zařízení. Varování je signalizováno tak, aby i nejpomalejší a nejdelší silniční vozidlo, jež nemůže bezpečně zastavit před přejezdem, spolehlivě opustilo

železniční přejezd ještě před aktivací závorových břevna, pokud je jimi přejezd vybaven. Popřípadě jestli silniční vozidlo minulo hranici nebezpečného pásma na druhé straně přejezdu. Signalizace výstrahy musí být zajištěna tak, aby neomezovala provoz na pozemní komunikaci na nezbytně dlouhou dobu sloužící k zajištění bezpečného průjezdu železničního kolejového vozidla. (VŠB – TU Ostrava, ©2009)

Přejezdové zařízení podle druhu mohou poskytovat tyto výstrahy:

- **Základní výstraha** – patří sem světelná výstraha, která dává účastníkům pozemní komunikace informaci, že se do blízkosti železničního přejezdu blíží vlak. Světelnou signalizaci představují dvě střídavě přerušovaná svítící červená světla, která jsou umístěna vedle sebe. Výstraha začíná vjezdem vlaku do přibližovacího úseku a končí při uvolnění anulačního úseku. Je-li přejezd opatřen závorami, světelná výstraha je přerušena až při úplném zdvižení závorových břevna, konkrétně v poloze 89°. Frekvence přerušování je 60 · za minutu. Na přejezdových zabezpečovacích zařízeních elektrických a od firmy AŽD se využívají dvouvláknové žárovky červených světel. (Pavlas, 2015)
- **Doplňková výstraha** – zde patří mechanická výstraha, při které se břevna závor sklápějí či zdvihají. U automatických přejezdů nesmí doba sklápění a zdvihání přesáhnout 10 sekund. Břevna jsou opatřena červeno – bílým nátěrem, červenými odrazkami. Mohou být také vybavena trojicí červených světel, které se střídavě rozsvěcují, přičemž nejprve dvě krajní a posléze prostřední. Jestliže dojde k uvěznění vozidla na přejezdu, musí být vozidlu umožněno tuto závoru prorazit. Z těchto důvodů musí být břevna vyrobena z lehké konstrukce, ve většině případů se jedná o dřevo. Závoru většinou zasahují pouze do poloviny pozemní komunikace. V dalších případech se přejezdové zabezpečovací zařízení využívá bez závor. Vždy záleží na typu pozemní komunikace. Břevna přes celou šířku vozovky se aplikují pouze v případech, kde nejsou dva jízdní pruhy v jednom směru a v místech, kde přechází mnoho chodců apod.
Poslední doplňkovou výstrahou je zvuková výstraha. Na přejezdu bez závor musí trvat po celou dobu. Naopak na přejezdu se závorami trvá do doby, než dojde ke sklopení závor. (Pavlas, 2015)

Účastníci silničního provozu, kteří využívají železniční přejezd, se musí řídit § 27 a § 28 zákona č. 361/2000 Sb. *o provozu na pozemních komunikacích*, kde jsou jasně definovány povinnosti, kterými se musí řidiči řídit. Výstražné dopravní značky, které upozorňují řidiče na blížící se železniční přejezd, se nachází ve vyhlášce č. 294/2015 Sb. Jedná se o tyto dopravní značky:

- A 29 – železniční přejezd se závorami, kdy značka upozorňuje na přejezd vybavený závorami.
- A 30 – železniční přejezd, kdy značka upozorňuje na přejezd, který není vybaven závorami.



Obrázek 8 – Dopravní značení. (CPSD, ©2014)

- A 31a – návěstní deska umístěná ve vzdálenosti 240 m od přejezdu, která na něj upozorňuje.
- A 31b – návěstní deska umístěná ve vzdálenosti 160 m od přejezdu, která na něj upozorňuje.
- A 32c – návěstní deska umístěná ve vzdálenosti 80 m od přejezdu, která na něj upozorňuje.



Obrázek 9 – Návěstní deska. (CPSD, ©2014)

- A 32a – výstražný kříž pro železniční přejezd jednokolejný, který upozorňuje na skutečnost, kdy řidič musí zastavit před touto značkou, je-li povinen zastavit před železničním přejezdem vozidlo.
- A 32b – výstražný kříž pro železniční přejezd vícekolejný upozorňuje na úroňové křížení, při kterém je nutné dbát zvýšené opatrnosti z důvodu současného průjezdu vlaků z obou směrů. Jestliže řidič musí zastavit vozidlo na přejezdu, zastaví tak před touto značkou.



Obrázek 10 – Výstražný kříž. (CPSD, ©2014)

U návěstních desek se může objevit také dodatková tabulka „Směrová šipka“, která upozorňuje na železniční přejezd, jež se vyskytuje na odbočující pozemní komunikaci. (Aion CS, ©2010 – 2020)

Železniční přejezd zabezpečený výstražným křížem

Železniční přejezdy tohoto typu jsou označovány pouze dopravní značkou. Jestliže se jedná o přejezd jednokolejný, je značen značkou A 32a. Vícekolejný přejezd se určuje značkou

A 32b. Značení se umísťuje před železniční přejezd minimálně 4 metry od krajní koleje. Toto značení se používá na méně frekventovaných přejezdech, avšak i přes to se jedná o velice nebezpečný přejezd, jenž představuje pro řidiče velké riziko. Důležitým faktorem je mít dostatečný rozhled. Výstražným křížem se ve většině případů vybavují přejezdy, které jsou určeny výlučně pro chůzi osob na tratích s traťovou rychlostí nižší nebo rovnou 100 kilometrů za hodinu, nejedná-li se o přejezd, kde dopravní moment přesáhne hodnotu 10 000 nebo tratě, kde je traťová rychlost nižší nebo rovná 60 kilometrů za hodinu. (Aion CS, ©2010 - 2020)

Na tomto otevřeném přejezdu strojvedoucí dává ve vzdálenosti 250 m od železničního přejezdu návěst „Pozor“, kterou opakuje minimálně třikrát až do doby než čelo prvního jedoucího vozidla neopustí přejezd. (SŽ, ©2013)



Obrázek 11 – Výstražný kříž. (CZECH NEWS CENTER, ©2001 – 2020)

Železniční přejezdy zabezpečené přejezdovým zabezpečovacím zařízením

Přejezdové zabezpečovací zařízení (dále jen „PZZ“) zajišťuje aktivaci PZZ na základě detekce přibližujícího se železničního vozidla. V předpisu SŽDC Z2 – pro obsluhu přejezdových zabezpečovacích zařízení jsou PZZ rozděleny do dvou základních typů.

Přejezdové zabezpečovací zařízení mechanické (PZM)

Tento typ mechanického přejezdového zabezpečovacího zařízení se v dnešní době využívá zřídka a ve většině případů na málo frekventovaných tratích. Přejezd může být doplněn světelnou doplňkovou výstrahou, jež se spouští na kontrolním stanovišti. PZM se dělí na:

- PZM 1 – mechanická PZM obsluhována dálkově z kontrolního stanoviště,
- PZM 2 – mechanická PZM obsluhována na místě z kontrolního stanoviště, přičemž toto stanoviště splňuje podmínky, za kterých pohon břevna závor není ve vzdálenosti více než 60 m od přejezdu a z místa obsluhy je dostatečný přehled na celý přejezd i za snížené viditelnosti.
- PZM 3 – mechanická PZM obsluhována kombinovaně, přičemž je možno měnit způsob obsluhy z místní na dálkovou a naopak. (ČD, ©2001)



Obrázek 12 – PZM. (VLTAVA LABE MEDIA, ©2014)

Přejezdové zabezpečovací zařízení světelné (PZS)

Přejezdové zabezpečovací zařízení světelné (dále jen „PZS“) dává účastníkům silničního provozu světelnou výstrahu v případech, kdy se k železničnímu přejezdu blíží železniční vozidlo. Přejezdy mohou být doplněny o mechanickou výstrahu, kterou představují závory. Tento typ přejezdu se označuje písmenem Z, přejezdy bez závor jsou označeny písmenem S. Některé typy PZS v odůvodněných případech mohou dávat pozitivní signál, který je udáván bílým přerušovaným světlem. PZS s touto funkcí jsou označovány písmenem B, přejezdy bez pozitivního signálu se značí písmenem N. Existují tři typy světelné PZS:

- PZS 1 – jednoduché PZS ovládané z místa kontrolního stanoviště bez závislosti na jízdě železničního kolejového vozidla. Na kontrolním stanovišti je signalizován pohotovostní a výstražný stav.

- PZS 2 – ovládání PZS je automatické, ale může být i ruční. Přejezd je označen přejezdnicí z obou stran přejezdu, případně hlavním nebo seřaďovacím návěstidlem.
- PZS 3 – ovládání PZS je taktéž automatické, v odůvodněných případech i ruční. Indikace stavu PZS je zřízeno na kontrolních stanovištích. (ČD, ©2001)



Obrázek 13 – PZS s břevny. (VLAKY.NET, ©2018)



Obrázek 14 – PZS bez závor. (ČT, ©1996 - 2020)

Označení a technické zabezpečení žel. přejezdů z pohledu provozovatele dráhy

Označení a technické zabezpečování železničních přejezdů je popsáno v Dopravním a návěstním předpisu D1 vydaného Správou železnic. Tyto prvky slouží strojvůdcům k včasnému informování, že se blíží k železničnímu přejezdu.

Výstražný kolík

Jedná se o nepřenositelné návěstidlo, které se využívá u železničních přejezdů, které nejsou vybaveny přejezdovým zabezpečovacím zařízením. Návěstidlo je situováno vpravo do kolejí ve směru jízdy železničního kolejového vozidla. Můžeme se setkat také s výstražnými kolíky s dočasnou platností, jež jsou navíc rozšířeny tabulkou s kilometrickou polohou. Ve většině případů se jedná o přejezdy, které jsou dočasně zřízené nebo přejezdy vybavené trvale uzamykatelnou zábranou. Toto návěstidlo má platnost výlučně při zpravení písemným rozkazem.



Obrázek 15 – Výstražný kolík. (Místní dráha Choceň – Vysoké Mýto – Litomyšl, ©2005 – 2015)

Přejezdník

Představuje nepřenositelné stožárové návěstidlo informující strojvedoucího o stavu PZZ, přičemž přejezdník je vybaven těmito návěstmi:

- Návěst **otevřený přejezd** se označuje dvojicí žlutých světel nebo kruhových odrazek umístěných vedle sebe, čímž strojvůdci přikazuje jet k blížícímu se přejezdu s PZZ za zvýšené opatrnosti.
- Návěst **uzavřený přejezd** označují dvě žlutá světla nebo žluté odrazky umístěné vedle sebe v kombinaci s bílým světlem, které svítí nebo svítí přerušovaně. V případě správné funkce PZZ svítí bílé světlo nepřerušovaně. V opačném případě strojvůdce dostává informaci, že funkce PZZ je správná, avšak musí oznámit výpravčímu, že tato návěst na přejezdníku svítí přerušovaně.



Obrázek 16 – Přejezdníky. (Partyk, ©2013 – 2016)

Umístění přejezdníku je závislé na rychlosti železničního kolejového vozidla, a proto se umísťuje před železničním přejezdem ve vzdálenosti:

- 400 m – pro tratě s rychlostí 60 km/h a nižší,
- 700 m – pro tratě s rychlostí vyšší než 60 km/h až do rychlosti 100 km/h,
- 1000 m – pro tratě s rychlostí vyšší než 100 km/h až do rychlosti 120 km/h,
- 1550 m – pro tratě s rychlostí vyšší než 120 km/h až do rychlosti 160 km/h. (SŽ, ©2013)

4.3.4 Evidence železničních přejezdů

Drážní inspekce ve spolupráci se Správou železnice vymyslela ojedinělý systém sloužící k evidenci železničních přejezdů, které jsou jak ve vlastnictví státu, tak soukromých subjektů (vlastníci vleček či jiní provozovatelé a majitelé drah). Systém byl otestován a spuštěn v roce 2009 na celém území České republiky.

Od této chvíle má každý železniční přejezd přidělené své jedinečné, nezaměnitelné číslo. Přejezdy v majetku státu jsou značeny P1, P2, P3 až P9000. Regionální železniční přejezdy patřící soukromým subjektům jsou označeny P9001 až P9999. Číselným tvarem P10000 až P99999 jsou značeny železniční přejezdy na vlečce.

Cílem evidence železničních přejezdů je zefektivnění a celkové zrychlení oznámení nastalé mimořádné události (překážka na přejezdu, nehoda na přejezdu atd.) na železničním přejezdu odpovědným orgánům. Tento způsob označování zřejmě nejvíce pomohl složkám IZS z důvodu rychlé lokalizace volajícího a vyslání sil a prostředků na místo události. (DI, ©2008)



Obrázek 17 – Značení přejezdů. (TECH MEDIA PUBLISHING, ©2010 – 2020)

4.3.5 Rozdílnost v zabezpečování železničních přejezdů v ČR a ve vybraných zemích

Počet nehod vzniklých na železničních přejezdech je velmi vysoký a v dnešní době je tento nešvar chápán jako společenský problém. Ve vyspělých evropských zemích představuje podíl usmrcených osob na železničních přejezdech méně než 1 % v celkové národní nehodové bilanci. Naopak v České republice je to okolo 3 %. (VŠB – TU Ostrava, ©2009)

Rozdílnost v zabezpečení železničního přejezdu mezi ČR a Německem

Vývoj na německých železnicích prošel za poslední roky značným vývojem, a to především v rušení železničních přejezdů. V Německu se ročně zruší v průměru 500 železničních přejezdů, zatímco v České republice se počet zrušených přejezdů pohybuje v řádu několika desítek. Tyto úspěchy v SRN jsou dány především díky legislativě, která dává možnost tzv. sdíleného financování, kdy majitel dráhy, pozemní komunikace nebo obce společně přispívají na provoz, úpravu, obsluhu a zabezpečení železničních přejezdů. Šance zrušit železniční přejezd je díky této legislativě mnohonásobně vyšší, poněvadž je to v zájmu i obce a majitele pozemní komunikace. (VŠB – TU Ostrava, ©2009)

Přehled ostatních důležitých odlišností v německých technických předpisech souvisejících se zabezpečováním železničních přejezdů:

- V této zemi na železničních přejezdech neexistuje pozitivní signalizace (přerušované bílé světlo). Řidiči tak spoléhají, že přejezdy vybavené PZZ spolehlivě fungují.
- Předpisy vyžadují použití závor na dvou a více kolejných tratích bez rozdílu na třídě pozemní komunikace.
- Na těchto tratích dochází k vypínání světelné výstrahy již v průběhu zvedání závor. V naší zemi je světelná signalizace vypínána až po úplném zvednutí závor.
- Zabezpečovací zařízení jsou navrhována tak, aby při zvedání závor bylo znemožněno opětovnému spadnutí závor v případech, kdy se blíží vlak z opačného směru. (VŠB – TU Ostrava, ©2009)



Obrázek 18 – Zabezpečení přejezdu v Německu. (EMPRESA MEDIA, ©2006)

Rozdílnost v zabezpečení železničního přejezdu mezi ČR a Velkou Británií

Pro ilustraci je uvedeno pár odlišných pravidel ze zákona The Highway Code.

- přejezdy jsou rozděleny na „otevřené“ (open crossing) a „řízené“ (controlled crossing). Členění je obdobné jako v ČR, ale u nás jsou „otevřené“ přejezdy zabezpečeny pouze výstražným křížem a „řízené“ přejezdy jsou zabezpečeny přejezdovým zabezpečovacím zařízením.
- Stejně jako v Německu, tak i ve Velké Británii neexistuje pozitivní signalizace. Výstražník, který nesvítí, indikuje, že vlak nejede, nikoli varovný stav.
- Varovný signál je dáván obdobně jako u nás střídavě svítící dvojicí červených světel červené barvy. V místech, kde je v ČR umístěno světlo pozitivní signalizace, je v této zemi umístěno světlo žluté barvy, jež se spouští před samotným spuštěním výstražného stavu.
- Každý přejezd musí být dle zákona označen názvem železničního přejezdu a telefonním číslem na výpravčího, což vede k rychlejšímu oznámení mimořádné události na přejezdu.
- Přejezdy jsou vybaveny PZZ v kombinaci s informačními dopravními značkami, jež stanovuje řidičům pomalých, dlouhých nebo velkých vozidel před vjezdem na přejezd telefonovat dispečerům. (VŠB – TU Ostrava, ©2009)



Obrázek 19 – Zabezpečení ve Velké Británii. (VŠB – TU Ostrava, ©2009)

Rozdílnost v zabezpečení železničního přejezdu mezi ČR a Rakouskem

- Stejně jako v Německu nebo Velké Británii jsou přejezdy rozděleny na technicky zabezpečené (vybavené světelnou signalizací, případně závorami) a technicky nezabezpečené (vybavené ondřejským nebo výstražným křížem).
- Obdobně jako v Německu funguje tzv. sdílené financování.

- Pro jasnou identifikaci přejezdu se využívá staničení tratí, které je uvedeno velkými číslicemi umístěné např. na stěně přejezdového domku.
- Jako v Německu nesmí dojít k opětovnému spadnutí závor a uvěznění tak automobilu na přejezdu. Závory mohou být spuštěny až za min. 3 vteřiny.
- Kromě PZZ se na vozovce před přejezdem vyskytuje také světelná závora, jež zobrazuje příčnou psychologickou bariéru, nahrazuje horší viditelnost výstražníku a další výhodou je výborná viditelnost přejezdu z dálky i za ostrého slunce. (VŠB – TU Ostrava, ©2009)



Obrázek 20 – Zabezpečení v Rakousku. (VŠB – TU Ostrava, ©2009)

5 TYPY DOPRAVNÍCH NEHOD VZNIKLÝCH NA ŽELEZNICÍCH

Na železnici jako takové každoročně vzniká mnoho mimořádných událostí, jež musí řešit příslušné orgány, mezi které např. patří Drážní inspekce, Hasičská záchranná služba Správy železnic, státní organizace apod.

Mimořádná událost je dle zákona č. 266/1994 Sb. o Drahách definovaná jako: „*nehoda nebo incident, ke kterým došlo v souvislosti s provozováním drážní dopravy nebo pohybem drážního vozidla na dráze nebo v obvodu dráhy a které ohrozily nebo narušily*

- *bezpečnost drážní dopravy,*
- *bezpečnost osob,*
- *bezpečnou funkci staveb nebo zařízení, nebo*
- *životního prostředí.*“ (Silniční doprava, 2011)

Již zmíněné mimořádné události můžeme řadit do několika kategorií, jež vznikají na železničních drahách regionálních, celostátních a vlečkách. Zde můžeme zahrnout:

- střety vlaku s člověkem,
- srážku drážního vozidla s jiným drážním vozidlem,
- střet drážního vozidla s překážkou,
- požáry drážních vozidel,
- vykolejení drážních vozidel,
- nedovolená jízda,
- střetnutí na přejezdech,
- ostatní MU (terorismus, pád předmětů atd.).

Každý rok vlivem mimořádných událostí na železnici dochází k mnoha usmrceným, či zraněným osobám, nebo vzniku finančních a materiálních škod. Je nutné zajistit možná co nejadekvátnější způsoby, kterými docílíme snížení hrozivého počtu vzniklých mimořádných událostí na železnici. Této otázce se nadále budeme věnovat v praktické části.

CÍLE A METODY PRÁCE

Cílem této diplomové práce je vyhodnocení počtu mimořádných událostí, jak na železnici, tak na železničních přejezdech za posledních 10 let s návrhem možných opatření ke snížení počtu mimořádných událostí na tuzemských železnicích. V této souvislosti budou vytvořeny statistické ukazatele v podobě grafů a tabulek, jež názorně vykreslí nejčastější příčiny dopravních nehod a počty mimořádných událostí na našich železnicích včetně počtů zemřelých a zraněných. Na základě těchto získaných dat bude provedena regresní analýza, v níž bude verifikována hypotéza. Pomocí regresní analýzy budou také ověřeny dílčí cíle práce, které se budou zabývat verifikací jednotlivých typů mimořádných událostí na železnicích, kdy návrhy budou prezentovány v diskuzi.

Hypotéza

V rámci zpracování této diplomové práce byla stanovena hypotéza, která bude ověřena s využitím lineární regresní analýzy. Na základě zjištěných výsledků bude tato hypotéza verifikována v diskuzi, kde bude v případě rostoucího trendu vyvrácena. Naopak při klesajícím trendu bude tato hypotéza přijata.

Hypotéza: „*Jsou železniční tratě pro přepravu osob bezpečné z hlediska počtu mimořádných událostí?*“

METODOLOGIE – POUŽITÉ VĚDECKÉ METODY

Rešerše dat

První z metod použitých v diplomové práci je rešerše. Obecně můžeme říci, že rešerše je souhrn informací na určité téma. Výsledkem je zisk mnoha přehledných zdrojů, díky kterým se můžeme rychle zorientovat, vnímat více souvislostí a mít přehled. (Fejtková, ©2020)

Vědecký popis

Jedná se o přesný záznam pozorovaných jevů. Popis si zakládá na materiálních pojmech při popisování věcí v jejich kvalitativních a kvantitativních vymezeních. Velmi důležité jsou správně definované nebo zvolené pojmy, jelikož popis dává svědectví o pozorovaných jevech, na které může být postaveno opakování. Věrohodnost se proto řadí na první místo. (Pstružina, ©2002)

Analýza a syntéza

Tyto metody patří mezi elementární a nejčastěji využívané vědecké metody. Analýza a syntéza může být realizována s reálnými objekty nebo ve sféře myšlení tzn. s ideálními objekty. Zde se jedná o abstraktní analýzu nebo syntézu. Obě tyto metody mohou být praktikovány na rozdílných úrovních, které jsou hierarchicky uspořádané. Žádoucí situace nastává, jestliže úroveň analýzy nebo syntézy se přibližuje k optimální úrovni. Zde patří např. úroveň klasifikační, vztahová nebo strukturálně genetická. (Pstružina, ©2002)

Metoda sběru dat

V diplomové práci bude využita metoda sběru dat, která při výzkumu používá statistická data Dražní inspekce České republiky. Tato data budou posléze analyzována pomocí metod matematické statistiky za účelem ověření hypotéz.

Regresní analýza

Jedná se o statistickou metodu, jež umožňuje prověřit vztah mezi dvěma proměnnými tzv. závislé proměnné Y (regresory) a nezávislé proměnné X (regresandy). Cílem této metody je pochopení, jakým způsobem se hodnota závislé proměnné změní v souvislosti se změnou jedné z nezávisle proměnných, kdežto ostatní nezávisle proměnné setrvávají konstantní. Celkový odhad je založen na tzv. regresní funkci. (CC BY 3.0 CZ, ©2013)

Za účelem splnění cílů práce bude provedena lineární regresní analýza, v rámci ověření hypotézy a dílčího cíle práce. Významem této analýzy bude objevení lineární regresní přímky, která bude vyjádřena vztahem:

$$y = b_1x + b_0 \quad (1) \text{ (Biskup, ©2009)}$$

b_1 – stanovuje směr přímky,

b_0 – stanovuje posun po přímce „y“.

Objevení přímky bude zjištěno pomocí dvou způsobů:

1. Výpočtem soustavy rovnic

$$\sum s_i = kb_0 + b_1 \sum x_1 \quad (2) \text{ (Biskup, ©2009)}$$

$$\sum s_i x_i = b_0 \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 \quad (3) \text{ (Biskup, ©2009)}$$

2. Výpočet v programové aplikaci s grafickým ztvárněním

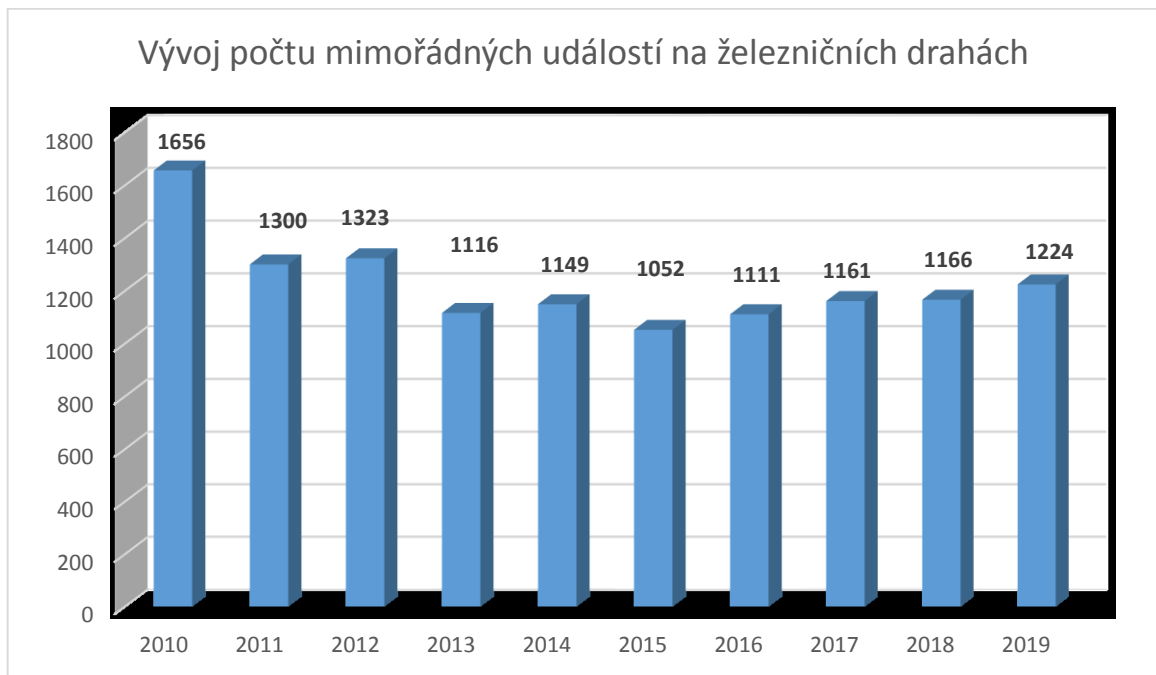
V programové aplikaci Excel budou zadávány na osu „x“ hodnoty statistických znaků SZ-1 a na osu „y“ statistické znaky SZ-2. Hodnoty SZ-1 představují roky 2010 až 2019, které jsou vyjádřeny formou prvků „ x_i “. Za hodnoty SZ-2 budou zadávány reálné počty dopravní nehod na železnicích „ s_i “.

Pro navržení možných opatření k snížení nehod na železnicích, bude vždy nalezen úhel (α), kdy regresní přímka je svírána s osou „x“. Rozhodující bude úhel 90° , jelikož úhel pod 90° bude znamenat rostoucí počet nehod a s tím taky související navrhovaná opatření.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI NA ŽELEZNIČNÍCH DRAHÁCH CELOSTÁTNÍCH, REGIONÁLNÍCH A VLEČKÁCH

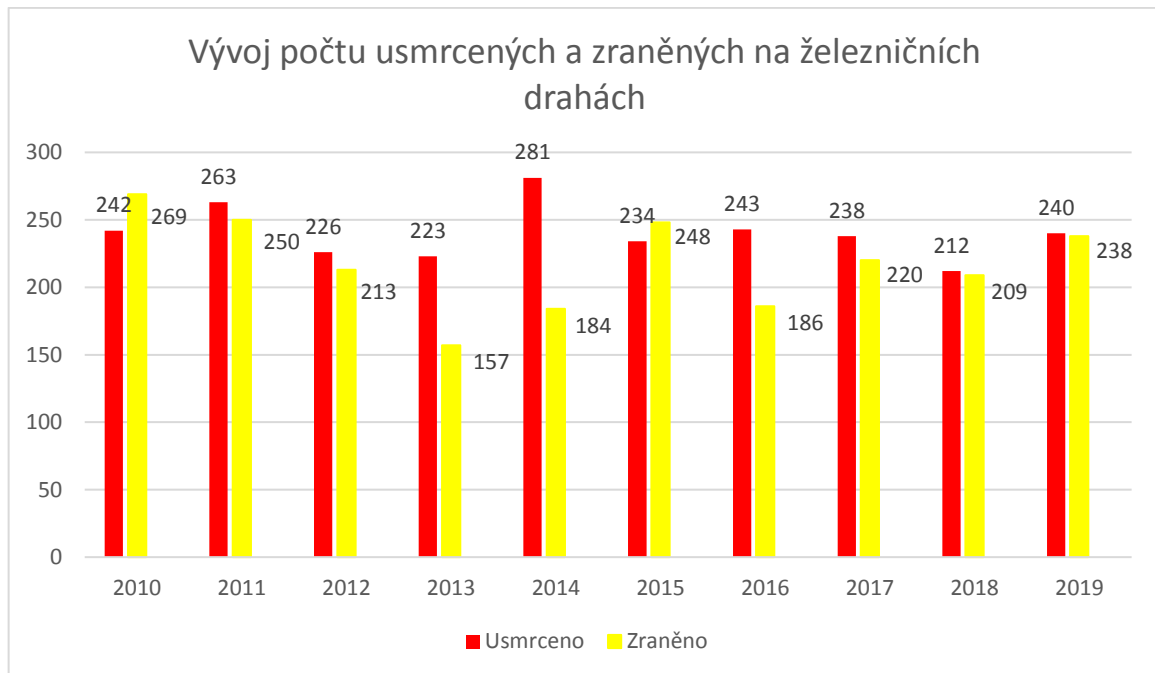
Níže umístěný sloupcový graf vykresluje počet mimořádných událostí na železničních drahách vyjímaje metra. Rok 2010 byl v počtu MU opravdu výjimečný, jelikož ve sledovaném období došlo k doposud nejvíce nehodám. Rok 2015 se v uvozovkách stal tím klidnějším. Nicméně v červenci 2015 vznikla ve Studénce jedna z nejvážnějších nehod v České republice. Právě od tohoto roku je patrný nárůst počtu mimořádných událostí.



Obrázek 21 – Vývoj počtu MU na železničních drahách. (DI, ©2008)

Druhý sloupcový graf popisuje počty usmrcených a zraněných na železničních drahách kromě metra. Nejvíce osob bylo usmrceno v roce 2014. Počet zemřelých je takto vysoký, poněvadž 236 lidí z celkového počtu nepřežilo srážku s drážním vozidlem, což je nejvíce za 10 let.

V roce 2010 bylo při vzniklých mimořádných událostech zraněno 269 osob, a to je nejvíce ve sledovaném období. Nejčastěji osoby přicházely k úrazům při střetnutí s drážními vozidly, celkem v 73 případech. Velký počet osob byl zraněn v útrokách svých vozidel, se kterými vjely na železniční přejezdy, kde se střetly s drážními vozidly. Těchto případů bylo 126.



Obrázek 22 – Vývoj počtu usmrcených a zraněných. (DI, ©2008)

Poslední tabulka v této kapitole se vztahuje na počty a následky mimořádných událostí na železnicích celostátních, regionálních a vlečkách za posledních 10 let.

Nejvíce střetů drážních vozidel s drážními vozidly proběhlo v loňském roce. Při 50 ti střetech došlo ke zranění 32 osob. Z tohoto počtu bylo 23 zraněno při střetu dvou osobních vlaků na brněnském hlavním nádraží. Avšak největší počet zraněných je zaznamenán v roce 2018, konkrétně 33 osob. Nejvíce zemřelých bylo v roce 2015.

Srážky s překážkami, jako jsou např. stromy, kameny se nevyhýbají ani drážním vozidlům. Opět v roce 2019 bylo nejvíce případů, celkem 207. Z tohoto počtu bylo nejvíce 34 ve Středočeském kraji.

Jednou z mimořádných událostí, u kterých často zasahují jednotky HZS Správy železnice je vykolejení. Hasiči u něj zasahovali v roce 2010 celkem 223krát.

Další z typických zásahů „drážních hasičů“ jsou požáry drážních vozidel. Těch bylo opět nejvíce v roce 2010. Nejzávažnější požár proběhl 7. 2. v 08:35 hod. v železniční stanici Železná Ruda – Alžbětín. Při požáru došlo k zranění osob a celková škoda byla vyčíslena na 2,7 milionu korun. (DI, ©2008)

Dalším typem mimořádných událostí se vzrůstající tendencí od roku 2013 jsou nedovolené jízdy. Těch bylo nejvíce v roce 2019. Naštěstí v posledních deseti letech nebyl nikdo zraněn ani usmrcen.

Ze všech typů mimořádných událostí se nejčastěji drážní vozidla střetávají s osobami. Těchto nehod za posledních 10 let bylo nejvíce v roce 2014. Z celkových 310 případů bylo usmrceno 236 a zraněno 75 osob.

Mimořádných událostí, které nelze zařadit do předchozích typů, bylo opět nejvíce v roce 2010. Při 554 ostatních mimořádných událostech bylo zraněno 34 osob a 3 osoby svým zraněním podlely.

Z celkových počtů mimořádných událostí na železničních tratích v České republice můžeme zaznamenat klesající trend těchto nehod. I přes to je nutné dle mého názoru stále častěji apelovat na prevenci, jelikož čísla jsou stále vysoká.

Tabulka 3 – Počet a následků MU na drahách. (DI, ©2008)

Počet a následky mimořádných událostí na dráze celostátní, regionální a vlečkách																											
	Srážka drážního vozidla s drážním vozidlem			Srážka drážních vozidel s překážkou			Vykojení drážních vozidel			Požáry drážních vozidel			Nedovolená jízda			Střet s osobou			Střetnutí na přejezdech			Ostatní mimořádné události			Celkem		
	Počet MU	Usmrceno	Zraněno	Počet MU	Usmrceno	Zraněno	Počet MU	Usmrceno	Zraněno	Počet MU	Usmrceno	Zraněno	Počet MU	Usmrceno	Zraněno	Počet MU	Usmrceno	Zraněno	Počet MU	Usmrceno	Zraněno	Počet MU	Usmrceno	Zraněno	Počet MU	Usmrceno	Zraněno
2010	30	0	17	179	0	9	223	1	9	54	0	1	80	0	0	261	189	73	275	49	126	554	3	34	1656	242	269
2011	28	1	24	164	1	10	166	0	0	35	0	1	77	0	0	282	222	63	190	34	107	358	5	45	1300	263	250
2012	33	0	4	158	0	8	155	0	0	34	0	1	77	0	0	267	197	68	188	27	110	411	2	22	1323	226	213
2013	26	0	5	160	0	3	149	0	0	38	0	1	76	0	0	243	199	47	180	23	83	244	1	18	1116	223	157
2014	30	0	3	139	0	2	143	0	1	46	0	0	77	0	0	310	236	75	180	43	77	224	2	26	1149	281	184
2015	36	2	20	153	0	16	129	0	0	35	0	0	80	0	0	260	198	64	165	32	130	194	2	18	1052	234	248
2016	41	0	19	133	0	7	142	0	1	52	0	2	112	0	0	258	193	67	176	46	68	197	4	22	1111	243	186
2017	37	0	5	203	0	7	162	0	0	35	0	2	114	0	0	257	203	56	171	34	83	182	1	67	1161	238	220
2018	34	0	33	203	0	2	147	0	4	39	0	0	137	0	0	224	176	49	170	33	77	212	3	43	1166	212	208
2019	50	0	32	207	0	6	144	0	0	32	0	3	141	0	0	252	197	59	181	41	95	217	2	43	1224	240	238

7 MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI NA ŽELEZNIČNÍCH PŘEJEZDECH

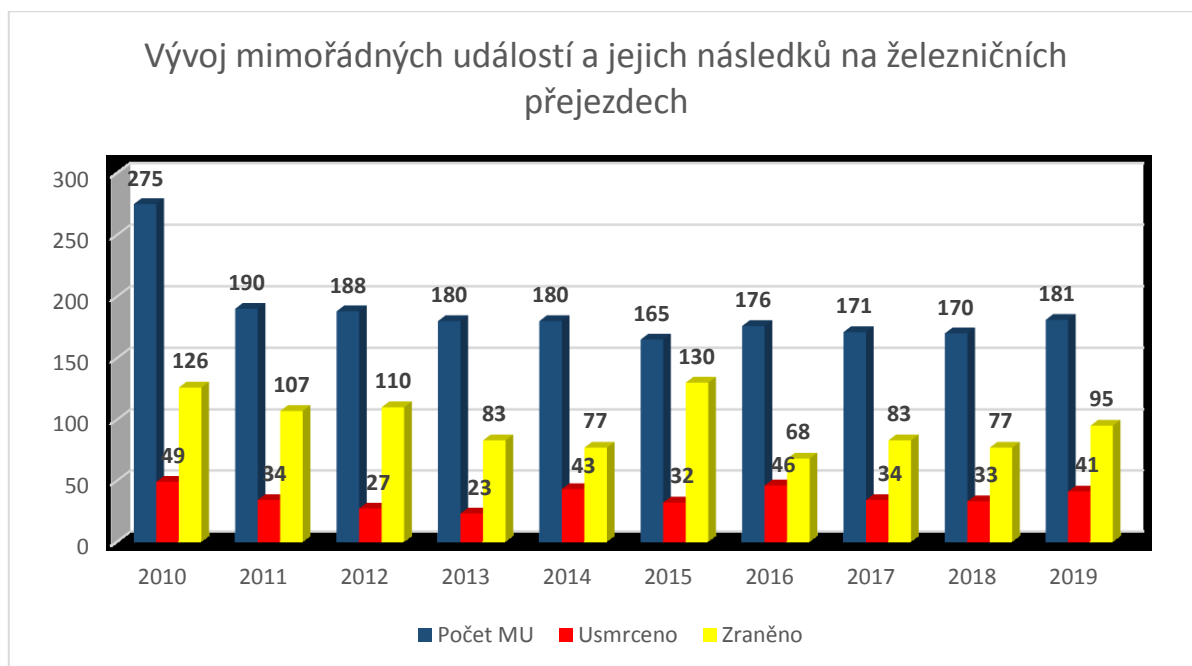
V této kapitole budou obsaženy tabulky a grafy s daty, jež úzce souvisí s mimořádnými událostmi na železničních přejezdech.

Z vývoje minulých let můžeme mínit, že počet nehod je relativně stálý, přičemž snížení nepříznivých čísel těchto nehod je možné různými způsoby. Mezi ně můžeme zařadit např. vyvinutí větší aktivity při zvětšování zabezpečení železničních přejezdů pomocí umístění přejezdových zabezpečovacích zařízení, jež budou vybavena dřevěnými břevny. Druhým bodem ke zlepšení celé situace je větší zapojení orgánů činných v trestním řízení, které by častěji prokazovaly a přísněji trestaly nedisciplinované chování účastníků silničního provozu, jež vjíždí nebo vstupují na železniční přejezd v době, kdy je to nepřípustné. Z čísel grafu níže můžeme vyčíst, že při každé páté nehodě umírá člověk.

Ve sledovaném období došlo v roce 2010 k největšímu počtu mimořádných událostí. Z toho logicky vyplývá, že v tomto roce podlehl svým zraněním nejvíce osob. Na druhém místě se tento rok umístil i v počtu raněných. Pomyslné prvenství si nese rok 2015. Větší počet zraněných osob je dán srážkou osobního vlaku SC Pendolino s nákladním automobilem ve Studénce.

Počet mimořádných událostí na železničních přejezdech v roce 2019 v porovnání s předešlými léty opět narostl a byl tak nejvyšší od roku 2013. Čísla usmrcených ve srovnání s rokem 2018 se zvýšila o 21 %. Počet zraněných se zvýšil o 25 %. Nejtragičtějším měsícem v souvislosti se střetnutími na železničních přejezdech byl nesporně červenec, kdy se přihodilo 24 nehod. Při těchto střetnutích bylo usmrceno 10 osob, což je nejvíce zemřelých v jednom kalendářním měsíci za posledních deset let. Největší zásluhu na této statistice má dopravní nehoda ze dne 14. 7. 2019, při níž se osm minut před třetí hodinou odpolední v Černožicích na Královéhradecku střetl spěšný osobní vlak mířící z Trutnova do Hradce Králové s osobním automobilem. Při tomto střetu v osobním automobilu vyhasly čtyři životy. Na celkový počet zraněných při nehodách na železničních přejezdech mají velký vliv tradičně střety nákladních automobilů s osobními vlaky. Zde často dochází k vykolejení drážních souprav a ke zranění cestujících ve vlacích. V loňském roce jsou evidovány tři nehody, při kterých došlo k více než sedmi zraněními. První vznikla 13. července v Příčině na Rakovnicku. Na konci července v Brance u Opavy a poslední dosti medializovaná nehoda se udála 6. září v Praze – Uhříněvsi. (DI, ©2008)

Počty mimořádných událostí jsou poměrně konstantní, avšak od roku 2017 je patrný mírný nárůst, který se bude dle mého názoru se vzrůstajícím provozem na železnici stále zvyšovat.



Obrázek 23 – Vývoj MU na železničních přejezdech a jejich následky. (DI, ©2008)

Tabulka umístěna níže popisuje střetnutí na železničních přejezdech dle zabezpečení přejezdů. Z hlediska dlouhodobých statistických dat mají nejtragičtější dopady srážky na železničních přejezdech zabezpečených světelnou signalizací bez závor.

Druhou nejpočetnější skupinou, co se týče počtu nehod a zraněných tvoří železniční přejezdy vybavené pouze výstražným křížem. Nejvíce nehod vzniklo v roce 2010, konkrétně 128, při kterých zemřelo, či bylo zraněno nejvíce osob vůbec. Čísla ukazují, že nehod na těchto přejezdech ubývá, a to díky doplnění výstražného kříže světelným přejezdovým zabezpečovacím zařízením.

Stejně jako u mimořádných událostí vzniklých na přejezdech vybavených pouze výstražným křížem, tak i na přejezdech vybavených světelnou signalizací, vzniklo v roce 2010 nejvíce nehod. O sedm méně než v prvním případě, bylo usmrceno 28 a zraněno 79 osob. Což opět není nejvíce. Nejvyšší počet zraněných osob bylo v roce 2015. Důvodem byla již zmíněná dopravní nehoda ve Studénce.

Železniční přejezdy vybavené světelnou signalizací v kombinaci s dřevěnými břevny se řadí z hlediska počtu nehod, usmrcených a zraněných k nejbezpečnějšímu typu

železničního přejezdu. Avšak i těchto nehod se na našich silnicích děje stále mnoho. Častou příčinou usmrcených osob je vědomé obcházení nebo podlézání sklopených závor chodců, či cyklistů. V těchto situacích, na rozdíl od přejezdů vybavených pouze světelnou signalizací, se nedá hovořit o přehlédnutí či omylu ze strany účastníků nehody, ale o vědomém riskování. Nejvíce střetů bylo zaznamenáno v roce 2016, tehdy se také nejčastěji umíralo.

Tabulka 4 – Počty střetů na jednotlivých přejezdech. (DI, ©2008)

	Výstražné křiže			Světelná signalizace			Světelná signalizace se závorami			Celkem		
	Počet střetnutí	Usmrceno	Zraněno	Počet střetnutí	Usmrceno	Zraněno	Počet střetnutí	Usmrceno	Zraněno	Počet střetnutí	Usmrceno	Zraněno
2010	128	11	42	121	28	79	26	10	5	275	49	126
2011	83	5	37	86	21	65	21	7	5	190	33	107
2012	79	8	23	82	10	84	27	9	3	188	27	110
2013	81	4	25	83	12	44	16	7	14	180	23	83
2014	71	5	28	84	25	45	25	13	3	180	43	76
2015	70	8	19	71	13	81	24	11	30	165	32	130
2016	69	7	21	78	25	34	29	14	13	176	46	68
2017	74	4	28	75	17	51	22	12	4	171	33	83
2018	66	3	16	77	20	49	27	10	12	170	33	77
2019	63	3	29	98	25	57	20	12	9	181	40	95

Další tabulka se bude týkat počtů střetnutí na železničních přejezdech, avšak tentokrát z pohledu zúčastněných uživatelů. Drtivý počet nehod na železničních přejezdech každoročně způsobují neukáznění účastníci silniční provozu, jež zásadním způsobem nerespektují hned několik paragrafů ze zákona č. 361/2000 Sb., *o provozu na pozemních komunikacích*. Řidiči těchto vozidel se nejčastěji prohřešují ignorováním světelné a zvukové signalizace přejezdového zabezpečovacího zařízení, nebo když se dostatečně nepřesvědčí o tom, zda se k přejezdu blíží vlak.

Nehody autobusů na železničních přejezdech nejsou tak časté, ale v průměru vznikne každý rok alespoň jeden případ. Nejzávažnější nehoda byla z roku 2012, kdy se 25. 5. v 12:35 hod. v Třešti na železničním přejezdu zabezpečeném světelnou výstražnou signalizací bez závor střetl autobus se speciálním hnacím drážním vozidlem, které následně vykolejilo. V útrokách autobusu zemřela jedna osoba a dalších 17 bylo zraněno. V hnacím drážním vozidle byl zraněn strojvůdce. Škoda byla posouzena na 468 tisíc korun. (DI, ©2008)

Druhou méně početnou kategorií jsou cyklisté. Ti ve většině případů nerespektují světelné přejezdové zabezpečovací zařízení, podlézají závory a vlivem své neopatrnosti a nedisciplinovanosti se střetnou s vlakem. Tyto případy téměř vždy končí smrtí cyklisty. Rok 2015 cyklistům moc nepřál, jelikož vzniklo 11 případů, při kterých zemřelo 5 osob, a další 2 byly zraněny.

Nehody na přejezdech se nevyhýbají ani motorkářům. Těch v roce 2012 bouralo úplně nejvíc. Konkrétně z šesti nehod byli usmrceni 2 motorkáři, 3 byli zraněni a jeden vyvázl bez zranění.

V posledních letech se v naší zemi stále častěji setkáváme se situací, při níž nákladní automobily nerespektují spuštěné světelné přejezdové zabezpečovací zařízení. Po spuštění závor jsou takovíto řidiči na železničním přejezdu uvězněni a neví si rady. Tento scénář je důsledkem největšího počtu usmrcených a zraněných v roce 2015. I když tento rok zdaleka nepatří mezi ty, kdy došlo ročně k nejvíce střetům, přesto se za posledních 10 let řadí díky nehodě ve Studénce mezi ty nejzávažnější. Tato nehoda vznikla 22. 7. v 7:43 hod. na železničním přejezdu P6501, který je vybaven světelným přejezdovým zabezpečovacím zařízením s břevely. Při střetu nákladního automobilu s návěsem a osobního vlaku Ex 512 se zranilo 25 osob, 3 osoby byly usmrceny. Celková škoda byla odhadnuta na 156 700 000,- Kč. (DI, ©2008)

Statisticky nejvíce osob umírá při střetu s drážním vozidlem. Nejvíce podlehl svým zraněním 23 osob v roce 2016 a 2019. Před čtyřmi lety došlo k 30 ti nehodám, což je nejvíce za posledních 10 let. Téměř vždy se jedná o sebevražedný úmysl.

Největší počet dopravních nehod bylo způsobeno osobním automobilem v roce 2010 a to neuvěřitelných 187. Při těchto nehodách bylo usmrceno 26 a zraněno 81 osob. Z tohoto roku rekordního na počty střetů můžeme zmínit nejvážnější nehodu, jež se stala 19. června v 13:47 v Olomouckém kraji, v úseku Moravský Beroun – Domašov nad Bystřicí. Pro posádku osobního automobilu se stal osudný železniční přejezd P7541, který je vybaven světelným přejezdovým zabezpečovacím zařízením bez závor. Při střetu došlo k usmrcení jedné osoby a další 4 osoby byly zraněny.

Nehody se nevyhýbají ani zemědělcům, ti se svými traktory nejčastěji bourali 13 · v roce 2012. Jedenáct traktoristů se zranilo v roce 2018, což je nejvíce ve sledovaném období.

Poslední kategorií jsou střety vlaků s dodávkami. Rok 2010 je znovu rekordní, jelikož těchto nehod bylo 18. Zemřely 3 osoby a 9 bylo zraněno. Nejtragičtější nehoda se stala 9. 2. v 14:22 na železničním přejezdu P4202 zabezpečeném pouze výstražným křížem v úseku Hlušovice – Olomouc hl. n. Při tomto střetu zemřela jedna osoba a další 2 byly zraněny. (DI, ©2008)

Tabulka 5 – Střety na přejezdech dle uživatele. (DI, ©2008)

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Autobus	Počet MU	2	1	2	1	2	1	1	1	0	0
	Usmrceno	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Zraněno	1	2	19	2	5	0	1	0	0	0
Cyklista	Počet MU	7	4	3	4	4	11	4	7	4	5
	Usmrceno	4	2	0	2	2	5	0	3	2	3
	Zraněno	3	1	2	0	1	2	3	3	1	1
Motocykl	Počet MU	3	3	6	0	2	2	2	0	3	3
	Usmrceno	0	0	2	0	1	0	0	0	3	2
	Zraněno	2	3	3	0	1	1	1	0	0	1
Nákladní automobil	Počet MU	25	17	20	20	15	21	17	28	17	24
	Usmrceno	1	0	2	0	0	3	2	0	1	0
	Zraněno	16	40	31	16	6	72	4	22	6	25

Pokračování tab. 5

Osoba	Počet MU	28	26	17	18	2	16	30	23	18	28
	Usmrceno	15	19	11	11	20	10	23	18	13	23
	Zraněno	13	6	5	8	8	6	8	5	5	5
Osobní automobil	Počet MU	187	118	125	123	120	108	114	111	116	114
	Usmrceno	26	14	11	9	18	14	19	13	14	12
	Zraněno	81	44	42	54	48	14	42	53	51	55
Traktor	Počet MU	4	7	13	5	3	4	5	0	9	4
	Usmrceno	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	Zraněno	1	3	8	2	0	5	9	0	11	0
Dodávka	Počet MU	18	14	2	8	5	2	3	0	0	2
	Usmrceno	3	0	0	0	2	0	0	0	0	1
	Zraněno	9	7	0	5	8	0	1	0	0	8

7.1 Nejnebezpečnější přejezdy

Vytvořená tabulka obsahuje železniční přejezdy ze všech čtrnácti krajů, na kterých v posledních pěti letech došlo ke střetům s drážním vozidlem a při nichž došlo k nejvíce zranění nebo usmrcení osob. Klíčem pro sběr dat byl součet usmrcených a zraněných osob na všech přejezdech v daném kraji. Přejezdy s největším počtem usmrcených a zraněných osob byly vyhodnoceny jako nejrizikovější.

Jihočeský kraj se v počtu střetů řadí mezi ty průměrné. Zde k nejtragičtějším nehodám došlo v roce 2018 na železničním přejezdu chráněném světelným přejezdovým zabezpečovacím zařízením bez závor, který leží v úseku Kamenný Újezd u Českých Budějovic – Včelná. V obou případech došlo k usmrcení jedné osoby. Nejvíce osob v tomto kraji bylo zraněno na železničním přejezdu, jenž leží v úseku Putim – Písek. Zde opět v roce 2018 došlo k dopravní nehodě traktoru s osobním vlakem s následným vykolejením. Při střetu bylo zraněno 6 osob a celková škoda byla vyčíslena na 13 600 000,- Kč. (DI, ©2008)

Z Jihomoravského kraje byly vybrány dva železniční přejezdy, přičemž na prvním z nich bylo při jedné nehodě zraněno 19 osob z celkového počtu 20. Nehoda vznikla 25. 5. 2015 v 11:15 hod. na železničním přejezdu P7140 na úseku Velké Pavlovice zastávka

– Velké Pavlovice. Došlo ke střetu nákladního automobilu s osobním vlakem s následným vykolejením. Škoda byla vyčíslena na bezmála tři a půl milionu korun. (DI, ©2008) Druhou závažnou nehodou za uplynulých pět let se stala nehoda v roce 2016 v úseku Strážnice – Vnorovy. Zde se opět střetl kolový traktor s osobním vlakem, kdy po samotném střetu došlo k požáru a vykolejení. Nehoda si vyžádala lidský život traktoristy a zranění devíti osob, přičemž vznikla škoda 13 690 000,- Kč. (DI, ©2008)

Karlovarský kraj patří mezi ty méně postižené. Za pět let byla zraněna či usmrcena osoba pouze na deseti železničních přejezdech v kraji. Na obou přejezdech chráněných pouze výstražným křížem byly zraněny tři osoby.

Dalším průměrným krajem na počty střetů je Královehradecký. Zde je nutné zmínit vážnou nehodu osobního automobilu, která se stala 13. 1. 2016 v úseku Pěčín – Rokytnice v Orlických horách, při níž zemřela 1 osoba, a další 3 byly zraněny. Železniční přejezd je chráněn pouze výstražným křížem. Čtyři životy zbytečně vyhasly 14. 7. 2019 na železničním přejezdu P5223 v úseku Smiřice – Černožice. Na přejezd vybavený světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením opět vjel osobní automobil, který se střetl s osobním vlakem.

Stejně jako v Karlovarském, tak i v Libereckém kraji za posledních pět let byly osoby zraněny či usmrceny pouze na deseti železničních přejezdech. Nejvážněji dopadly dopravní nehody na přejezdech P2817 a P3174. V obou případech došlo ke dvěma zraněním osob.

V Moravskoslezském kraji vzniká mnoho střetů v průmyslových podnicích, avšak naštěstí bez velkého počtu zraněných či usmrcených osob. Nejvážnější nehodou v kraji za posledních pět let byla ta z července roku 2015, již zmíněná nehoda nákladního automobilu s osobním vlakem ve Studénce. Dalším nechvalně známým přejezdem v kraji je ten v Brance u Opavy, kde každoročně vzniká v průměru alespoň 1 mimořádná událost. Za pět let na železničním přejezdu vybaveném pouze výstražným křížem bylo zraněno celkem 10 osob. Nejvíce však v roce 2019, tehdy 30. 7. v 18:11 hod. došlo ke střetu nákladního automobilu s návěsem s osobním vlakem.

Olomoucký kraj je nadprůměrný na nehody, při kterých dochází ke zranění či usmrcení. Jedním z nich bylo v Postřelmově, kde za 5 let zemřely dvě osoby, a jedna byla zraněna. Na druhém železničním přejezdu bylo zraněno při jedné nehodě 11 osob. Událo se tak v úseku Bystrovany – Olomouc hl. n. při střetu nákladního automobilu s osobním vlakem.

V Pardubickém kraji nedošlo k žádné nehodě, která by byla nějak abnormální. Přesto zmíním nehodu, jež se udála 4. 12. 2015 v 8:48 hod. v úseku Pokřikov – Žďárec u Skutče. Zde osobní automobil nedovoleně vjel na železniční přejezd v době, kdy byla dávana světelná a zvuková signalizace přejezdového zabezpečovacího zařízení. Střetl se tak s osobním vlakem. Na místě byly usmrceny tři osoby a další byla zraněna. (DI, ©2008)

V Plzeňském kraji bylo na obou zmíněných přejezdech zraněno celkem 8 osob. Jediná nehoda s úmrtím se odehrála ve Staňkově na přejezdu P619, kde řidička osobního automobilu nerespektovala aktivované přejezdové zabezpečovací zařízení a střetla se s osobním automobilem. Nehoda si vyžádala další 3 zraněné osoby. (DI, ©2008)

Praha patří mezi místo, kde na přejezdech dochází k nejméně zraněným a usmrceným účastníkům. Bylo zde vytipováno pouze 9 železničních přejezdů. Nejvážnější nehoda se stala 6. 9. 2019 v Praze - Uhřetěvesi, tehdy v dopoledních hodinách vjel nákladní automobil nedovoleně na železniční přejezd vybavený světelnou a zvukovou výstrahou PZZ doplněnou o břevna. Při střetu s osobním vlakem byla usmrcena jedna osoba a dalších sedm bylo zraněno.

Ve Středočeském kraji vzniká každoročně nejvíce střetů na železničních přejezdech. V pětileté historii v tomto kraji byla na 83 přejezdech zraněna či usmrcena alespoň jedna osoba. Nejvážnější střet se uskutečnil 13. 7. 2019 v úseku Příčina – Zavidov, kde se dodávkový automobil srazil s osobním vlakem, který následně vykolejil. Při nehodě byla v dodávce usmrcena jedna osoba a další 4 byly zraněny. V osobním vlaku se zranily 3 osoby.

Ústecký kraj patří mezi ty nadprůměrné, co se týče nehod na přejezdech. Mezi nejnebezpečnějším železniční přejezdy v kraji se řadí ten v úseku Odbočka Dolní Rybník - Odbočka Chomutov město, kde za posledních 5 let bylo při nehodách usmrceno 5 osob. Nejvíce v roce 2016 a 2019.

Předposlední je kraj Vysočina. Zde na přejezdu P6382 v úseku Obrataň – Chýnov se v období pěti let zranilo celkem 13 osob. Z tohoto počtu bylo 12 osob zraněno při dopravní nehodě, jež se stala 24. 3. 2015 v 6:59 hod., kdy se nákladní automobil s návěsem srazil s osobním vlakem, který vykolejil. Celková škoda byla vyčíslena na 7 878 862,- Kč. (DI, ©2008)

V posledním Zlínském kraji došlo k nejtragičtější nehodě dne 14. 8. 2015 v 14:51 hod. na železničním přejezdu v úseku Ostrožská Nová Ves – Uherský Ostroh, který je vybaven pouze výstražným křížem. Zde při srážce osobního automobilu s osobním vlakem byly

usmrceny 2 osoby, stejný počet osob byl zraněn. Největší počet zraněných osob byl zaznamenán na železničním přejezdu P8251 v úseku Lípa nad Dřevnicí – Želechovice nad Dřevnicí, kde 13. 11. 2017 v 7:34 hod. na železniční přejezd chráněný výstražným křížem vjel nedovoleně opět nákladní automobil, jenž se srazil s osobním vlakem. Při nehodě bylo zraněno 6 osob.

Většina nehod v uplynulých pěti letech vznikla na železničních přejezdech, které jsou zabezpečeny pouze světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením. Nejtragičtější nehody dále řidiči způsobují nejčastěji na železničních přejezdech vybavených pouze výstražným křížem, což je nutné změnit. Pouze na třech přejezdech ze všech čtrnácti krajů, které jsou vybaveny světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením s břevny, vznikly tragické dopravní nehody. Z toho je jasně patrné, že tento typ přejezdů je nejbezpečnější a je nutné rychleji modernizovat méně zabezpečené železniční přejezdy.

Tabulka 6 – Nejnebezpečnější přejezdy. (DI, ©2008)

Kraj	Místo MU	Zabezpečení přejezdu	Identifikační číslo přejezdu	Usmrceno	Zraněno	Celkem
JHČ	Písek - Putim	PZS	P483	0	6	6
JHČ	Kamenný Újezd u Českých Budějovic - Kamenný Újezd u Českých Budějovic zastávka	PZS	P5577	2	1	3
JMK	Velké Pavlovice zastávka - Velké Pavlovice	PZS	P7140	0	20	20
JMK	Strážnice - Vnorovy	PZS	P8139	1	9	10
KVK	Aš - Aš město	K	P331	0	3	3
KVK	Protivec - Záhořice	K	P1807	0	3	3
KHK	Pěčín - Rokytnice v Orlických horách	K	P4141	1	3	4
KHK	Smiřice - Černožice	PZS	P5223	4	0	4
LBK	Liberec - Stráž nad Nisou	PZS	P2817	0	2	2
LBK	Hrubá Skála – Karlovice Sedmihorky	PZS	P3174	0	2	2
MSK	Jistebník - Studénka	PZZ	P6501	3	25	28

Pokračování tab. 6

MSK	Odbočka Moravice - Branka u Opavy	K	P7812	0	10	10
OLK	Postřelmov - Postřelmov	PZS	P6655	2	1	3
OLK	Bystrovany - Olomouc hl. n.	PZS	P7513	0	11	11
PAK	Třemošnice - Závratec	K	P3762	0	3	3
PAK	Pokřikov - Žďárec u Skutče	PZS	P5312	3	1	4
PLK	Dolní Kamenice - Staňkov	PZS	P619	1	3	4
PLK	Kotouň - Životice	K	P1290	0	4	4
PHA	Praha-Čakovice - Hovorčovice	PZS	P2659	0	5	5
PHA	Praha-Kolovraty – Praha Uhřetěves	PZZ	P5674	1	7	8
STČ	Příčina - Zavidov	PZS	P1735	1	7	8
STČ	Běrunice - Městec Králové	K	P4574	1	4	5
ULK	Odbočka Dolní Rybník - Odbočka Chomutov město	PZS	P1961	5	0	5
ULK	Šluknov údolí - Šluknov	PZS	P3540	0	8	8
VYS	Golčův Jeníkov město - Golčův Jeníkov	PZZ	P3706	2	0	2
VYS	Obrataň - Pořín	PZS	P6382	0	13	13
ZLK	Ostrožská Nová Ves - Uherský Ostroh	K	P7953	2	2	4
ZLK	Lípa nad Dřevnicí - Želechovice nad Dřevnicí	K	P8251	0	6	6

8 REGRESNÍ ANALÝZA

V této kapitole bude provedena regresní analýza, jejímž úkolem bude ověření hypotézy: „*Jsou železniční tratě pro přepravu osob bezpečné z hlediska počtu mimořádných událostí?*“ Analýza bude zpracována na základě počtu mimořádných událostí na drahách celostátních i regionálních a vlečkách v rozmezí let 2010 až 2019. Vymezené statistické znaky (SZ) studovaných statistických jednotek v této oblasti jsou statisticky závislé.

Posléze budou v rámci lineární regresní analýzy verifikovány dílčí cíle práce, které budou sloužit k vyhodnocení jednotlivých typů mimořádných událostí v rozmezí let 2010 až 2019.

Výpočty jednotlivých mimořádných událostí se budou skládat z vyhodnocení těchto typů:

- V letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu střetů drážních vozidel s drážními vozidly.
- V letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu střetů drážních vozidel s překážkou.
- V letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu vykolejení drážních vozidel.
- V letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu požárů drážních vozidel.
- V letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu nedovolených jízd.
- V letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu střetů s osobou.
- V letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu ostatních mimořádných událostí.
- V letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu střetů na železničních přejezdech vybavených výstražným křížem.
- V letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu střetů na železničních přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením.
- V letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu střetů na železničních přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením s břevny.

8.1 Regresní analýza pro ověření hypotézy

SZ – 1: roky 2010 – 2019, které jsou vyjádřené formou prvků $\rightarrow x_i$.

SZ – 2: počty mimořádných událostí na drahách celostátních i regionálních a vlečkách $\rightarrow s_i$.

Tabulka 7 – SZ hypotézy.

SZ – 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ – 2	1656	1300	1323	1116	1149	1052	1111	1161	1166	1224

Výpočet podle soustavy normálních rovnic:

$$\sum s_i = kb_0 + b_1 \sum x_1 \quad (4)$$

$$\sum s_i x_i = b_0 \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 \quad (5)$$

$$k = 10$$

$$\sum x_1 = 55$$

$$\sum s_i = 1656 + 1300 + 1323 + 1116 + 1149 + 1052 + 1111 + 1161 + 1166 + 1224$$

$$\sum s_i = 12258$$

$$\begin{aligned} \sum s_i x_i = & 1 \cdot 1656 + 2 \cdot 1300 + 3 \cdot 1323 + 4 \cdot 1116 + 5 \cdot 1149 + 6 \cdot 1052 + 7 \\ & \cdot 1111 + 8 \cdot 1161 + 9 \cdot 1166 + 10 \cdot 1224 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum s_i x_i = & 1656 + 2600 + 3969 + 4464 + 5745 + 6312 + 7777 + 9288 + 10494 \\ & + 12240 \end{aligned}$$

$$\sum s_i x_i = 64545$$

$$\sum x_i^2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 + 6^2 + 7^2 + 8^2 + 9^2 + 10^2$$

$$\sum x_i^2 = 385$$

$$10b_0 + 55b_1 = 12258$$

$$\underline{55b_0 + 385b_1 = 64545}$$

$$10b_0 = 12258 - 55b_1$$

$$\underline{55b_0 + 385b_1 = 64545}$$

$$b_0 = 1225,8 - 5,5b_1$$

$$55 \cdot (1225,8 - 5,5b_1) + 385b_1 = 64545$$

$$67419 - 302,5b_1 + 385b_1 = 64545$$

$$82,5b_1 = -2874$$

$$b_1 = -34,836$$

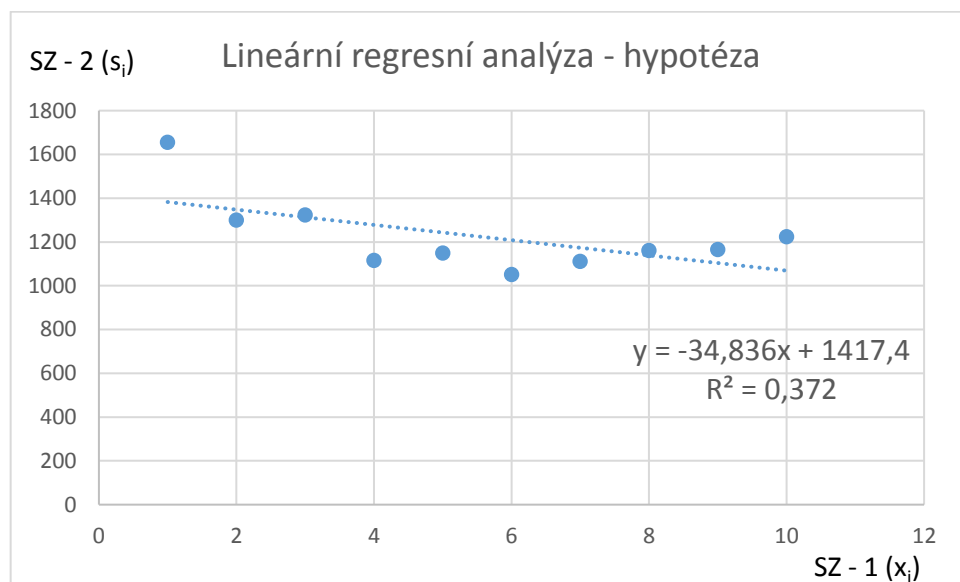
$$b_0 = 1225,8 - 5,5b_1$$

$$b_0 = 1225,8 - 5,5 \cdot (-34,8)$$

$$b_0 = 1417,4$$

Dosadíme hodnoty b_1 a b_0 do obecné rovnice pro lineární regresi: $y = b_1x + b_0$. (6)

$$y = -34,836x + 1417,4$$



Obrázek 24 – Graf – hypotéza.

Výstupem grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověření hypotézy, je rovnice regresní přímky: $y = -34,836x + 1417,4$. Tato přímka začíná v čase „0“ z počáteční teoretické hodnoty $b_0 = 1417,4$. Představuje tak roční počet mimořádných událostí na drahách celostátních i regionálních a vlečkách. Za každý následující rok se množství těchto střetů snižuje o hodnotu $b_1 = 34,836$. Dalším výstupem z výše uvedeného grafu je hodnota spolehlivosti $R^2 = 0,372$.

Výpočet úhlu, jenž svírá regresní přímka s osou „x“:

Regresní parametr „ b_1 “ definuje sklon úhlu regresní přímky. Jedná se o tangens tohoto úhlu. Konečná hodnota bude indikátorem pro zamítnutí nebo přijetí stanovené hypotézy.

$b_1 = \text{tg}(\alpha) \rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1}(-34,836) \rightarrow \alpha = 88^\circ 21' 20'' \doteq 88^\circ$ (ve druhém kvadrantu se jedná o úhel 92°).

Sklon lineární regresní přímky je 92° . Tato hodnota se nalézá v blízkosti úhlu 90° , jenž představuje dokonalou polohu regresní přímky v rámci snižování počtu mimořádných událostí, s ohledem na prevenci. Jestliže by hodnota úhlu (α) byla menší než 90° , docházelo by ke vzrůstu počtu těchto mimořádných událostí a z pohledu prevence by se jednalo o nežádoucí jev. Při sledování počtu vzniklých mimořádných událostí v rozmezí let 2010 až 2019, lze vyzorovat největší pokles v roce 2015.

Po provedení lineární regresní analýzy byla tato hypotéza **přijata**. Z grafu můžeme vyzorovat klesající křivku, která nám určuje trend, kdy počet těchto mimořádných událostí na drahách celostátních i regionálních a vlečkách klesá. Díky tomu jsou železniční tratě pro přepravu osob z hlediska počtu mimořádných událostí bezpečné. I přes to jsou každoroční počty natolik vysoké, že je nutné navrhnout patřičná opatření. Tato jednotlivá opatření budou popsána v diskuzi, zejména u typů mimořádných událostí, které po provedení regresní analýzy vykazovaly rostoucí trend.

8.2 Regresní analýza pro ověření dílčího cíle práce - počet nedovolených jízd

SZ – 1: roky 2010 – 2019, které jsou vyjádřené formou prvků $\rightarrow x_i$.

SZ – 2: počty nedovolených jízd $\rightarrow s_i$.

Tabulka 8 - SZ nedovolených jízd.

SZ – 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ – 2	80	77	77	76	77	80	112	114	137	141

Výpočet podle soustavy normálních rovnic:

$$\sum s_i = kb_0 + b_1 \sum x_1 \quad (7)$$

$$\sum s_i x_i = b_0 \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 \quad (8)$$

$$k = 10$$

$$\sum x_1 = 55$$

$$\sum s_i = 80 + 77 + 77 + 76 + 77 + 80 + 112 + 114 + 137 + 141$$

$$\sum s_i = 971$$

$$\sum s_i x_i = 1 \cdot 80 + 2 \cdot 77 + 3 \cdot 77 + 4 \cdot 76 + 5 \cdot 77 + 6 \cdot 80 + 7 \cdot 112 + 8 \cdot 114 + 9 \cdot 137 + 10 \cdot 141$$

$$\sum s_i x_i = 80 + 154 + 231 + 304 + 385 + 480 + 784 + 912 + 1233 + 1410$$

$$\sum s_i x_i = 5973$$

$$\sum x_i^2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 + 6^2 + 7^2 + 8^2 + 9^2 + 10^2$$

$$\sum x_i^2 = 385$$

$$10b_0 + 55b_1 = 971$$

$$\underline{55b_0 + 385b_1 = 5973}$$

$$10b_0 = 971 - 55b_1$$

$$\underline{55b_0 + 385b_1 = 5973}$$

$$b_0 = 97,1 - 5,5b_1$$

$$\underline{55 \cdot (97,1 - 5,5b_1) + 385b_1 = 5973}$$

$$5340,5 - 302,5b_1 + 385b_1 = 5973$$

$$82,5b_1 = 632,5$$

$$\mathbf{b_1 = 7,6667}$$

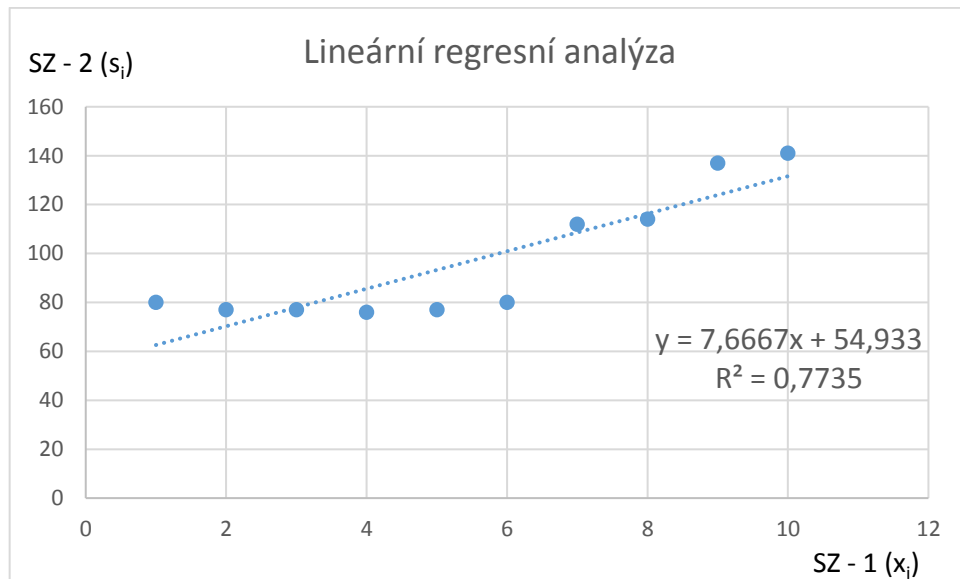
$$b_0 = 97,1 - 5,5b_1$$

$$b_0 = 97,1 - 5,5 \cdot (7,6667)$$

$$\mathbf{b_0 = 54,933}$$

Dosadíme hodnoty b_1 a b_0 do obecné rovnice pro lineární regresi: $y = b_1x + b_0$. (9)

$$\mathbf{y = 7,6667x + 54,933}$$



Obrázek 25 - Graf nedovolených jízd.

Výstupem grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověření dílčího cíle práce, jestliže v letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu nedovolených jízd, je rovnice regresní přímky: $y = 7,6667x + 54,933$. Tato přímka začíná v čase „0“ z počáteční teoretické hodnoty $b_0 = 54,933$. Představuje tak roční počet nedovolených jízd. Za každý následující rok se množství těchto jízd zvyšuje o hodnotu $b_1 = 7,6667$. Dalším výstupem z výše uvedeného grafu je hodnota spolehlivosti $R^2 = 0,7735$.

Výpočet úhlu, jenž svírá regresní přímka s osou „x“:

Regresní parametr „ b_1 “ definuje sklon úhlu regresní přímky. Jedná se o tangens tohoto úhlu. Konečná hodnota bude indikátorem vlivu prevence na počty nedovolených jízd.

$b_1 = \text{tg}(\alpha) \rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1}(7,6667) \rightarrow \alpha = 82^\circ 34' 7'' \doteq 83^\circ$ (ve druhém kvadrantu se jedná o úhel 83°).

Sklon lineární regresní přímky je 83° . Při sledování počtu nedovolených jízd v rozmezí let 2010 až 2019, lze vypočítat největší vzrůst v roce 2016.

A proto bylo toto tvrzení **vyvráceno**. Tato vzrůstající přímka určuje růst počtu nedovolených jízd. Díky tomu budou v diskuzi navržena taková opatření, která sníží tuto bilanci.

Verifikace dílčího cíle práce, který se týká počtu nedovolených jízd v rozmezí let 2010 až 2019 byl zde prezentován, jelikož tento typ mimořádné události po provedení matematických výpočtů vykazoval největší růst ze všech typů nehod na železnicích. Ostatní vypracované regresní analýzy jsou dále k dispozici v příloze P I.

8.3 Souhrnné výsledky regresní analýzy

V této podkapitole budou představeny výsledky regresní analýzy dat zpracované pro ověření hypotézy a jednotlivých typů mimořádných událostí vzniklých na drahách celostátních i regionálních a vlečkách v rozmezí let 2010 až 2019. Na základě těchto zjištěných výsledků budou v diskuzi popsány patřičná opatření sloužící ke zlepšení stávající situace právě u případů, u kterých byl prokázán rostoucí trend.

Tabulka 9 – Souhrnné výsledky.

	Rovnice regresní přímky	Sklon přímky	Tvrzení
Hypotéza	$y = -34,836x + 1417,4$	Klesající	Přijato
Typy mimořádných událostí			
Střet drážních vozidel	$y = 1,7758x + 24,733$	Rostoucí	Vyvráceno
Střet drážních vozidel s překážkou	$y = 4,1394x + 147,13$	Rostoucí	Vyvráceno
Vykolejení drážních vozidel	$y = -5,1152x + 184,13$	Klesající	Přijato
Požáry drážních vozidel	$y = -0,8121x + 44,467$	Klesající	Přijato
Nedovolené jízdy	$y = 7,6667x + 54,933$	Rostoucí	Vyvráceno
Střety s osobou	$y = -3,2848x + 279,47$	Klesající	Přijato
Ostatní mimořádné události	$y = -32,552x + 458,33$	Klesající	Přijato
Střety na přejezdech vybavené výstražným křížem	$y = -4,6788x + 103,73$	Klesající	Přijato
Střety na přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením	$y = -2,0727x + 96,8$	Klesající	Přijato
Střety na přejezdech vybavených světelným a zvukových zabezpečovacím zařízením s břevny	$y = 0,0061x + 23,667$	Rostoucí	Vyvráceno

9 DISKUZE

V rámci diskuze přejdeme k návrhům patřičných opatření, které budou sloužit k snížení počtu mimořádných událostí na drahách celostátních i regionálních a vlečkách. Při ověřování hypotézy lineární regresní analýzou jsme zjistili klesající trend počtu mimořádných událostí na tuzemských železnicích v rozmezí let 2010 až 2019. Avšak při zpracování dílčích cílů práce jsme odhalili, že ne všechny typy mimořádných událostí vykazují klesající trend.

Při verifikaci dílčích cílů práce nebyla prokázána lineární regrese u mimořádných událostí, které se týkají střetů drážních vozidel s drážními vozidly. Navrhovaná opatření jsou úzce spjata s návrhy, které jsou zmíněny níže, jelikož většina střetů drážních vozidel s drážními vozidly je spojena s nedovolenou jízdou.

Druhým případem, kdy nebyla prokázána lineární regrese, je typ mimořádné události, při kterém roste počet střetů drážních vozidel s překážkami.

Jedním z postupů může být sanace skal a svahů, na nichž dochází nebo je pravděpodobnost pádu předmětů na železniční trať. Ty mohou způsobit dopravní nehodu či vykolejení drážního vozidla. Dalším z opatření je častější kácení vzrostlých stromů v blízkosti železničních tratí. Ovšem tato problematika naráží na nutné posuzování zdraví a stavu těchto dřevin před jejich kácením. Problémem je i jejich umístění na soukromých pozemcích. Výše zmíněné kroky toto opatření výrazně prodlužují.

V rámci verifikace lineární regresní analýzou, byl prokázán významně rostoucí trend u nedovolených jízd, které způsobují každoročně mnoho střetů drážních vozidel s drážními vozidly.

Jedním z postupů může být častější instalace technického zabezpečovacího zařízení, které by při řízení drážního vozidla zabránilo selhání lidského činitele. Tento systém ETCS (European Train Control System) by zajistil vyšší bezpečnost provozu, přičemž by bylo postupně nahrazeno mnoho různých, zastaralých, vzájemně nespolečných systémů, kterými jsou vybaveny tuzemské železniční tratě. (SŽ, ©2020)

Odstrašujícím příkladem může být loňská nehoda, která se udála v Ronově nad Doubravou. Zde se střetl osobní vlak s nákladním, jelikož na této nezabezpečené trati strojvůdce osobního vlaku díky své lidské chybě nepočkal na křížení s nákladním vlakem. Díky včasnému brždění bylo při střetu zraněno pouze 5 osob.

Současně je nutné taky vybavit tímto systémem hnací drážní vozidla. Nicméně k zavedení tohoto opatření bude nutné vynaložit mnoho finančních prostředků, jelikož vybavení jedné lokomotivy systémem ETCS stojí zhruba 10 milionu korun. Stejně drahé je i zabezpečení tratí tímto systémem. Například úsek z Plzně do Chebu dlouhý zhruba 100 km stál Správu železnic asi miliardu korun. (ČT, ©1996 - 2020)

Dále je nutné zavést na celém území České republiky jednotnou rádiovou síť GSM-R, která by umožňovala „Generální stop“, což v praxi znamená, že dojde k zastavení vlaku bez zásahu strojvedoucího. Proto je žádoucí vybavit tímto systémem hnací drážní vozidla a dopravní, kde stále nemají možnost dálkově automaticky zastavit soupravu, jestliže vlak nerespektuje návěst, která zakazuje jízdu. (DI, ©2008)

Dostáváme se k mimořádným událostem, které vznikly na železničních přejezdech. Při zpracování lineární regresní analýzy byla prokázána lineární regrese u střetů na železničních přejezdech vybavených výstražným křížem a světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením. Paradoxně lineární regrese byla vyvrácena u střetů na železničních přejezdech, které jsou vybavené světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením s břevny. Jelikož je tato problematika velice aktuální, rozhodl jsem se navrhnout patřičná opatření, které povedou k snížení střetů na jednotlivých typech železničních přejezdů.

Na železničních přejezdech vybavených pouze výstražným křížem navrhuji postupně tyto přejezdy dovybavit světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením. V nejlepším případě by disponovaly PZZ s břevny.

Dalším opatřením, poněkud radikálnější je zrušení málo využívaných železničních přejezdů.

Železniční přejezdy vybavené světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením je potřeba dovybavit závorami, které již budou disponovat zabudovanými červenými LED světly.

Na poslední typ železničního přejezdu, který disponuje světelným zabezpečovacím zařízením s břevny, navrhuji instalaci závor, které již mají zabudovaná výstražná červená LED světla, jenž se spustí spolu s dvojicí světel červené barvy umístěné na výstražníku. Toto opatření se zdá být velmi efektivní, jelikož řidič vidí tuto překážku již z dálky.



Obrázek 26 – Nový typ závor. (ACRI, ©2020)

Dalším z opatření může být vybudování mimoúrovňového křížení vytížených železničních přejezdů. K tomuto kroku se například Správa železnice rozhodla ve Studénce. V roce 2022 má proto začít budování podjezdu pod tímto velmi vytíženým železničním přejezdem. O tři roky později má být tato stavba dokončena. Avšak toto řešení vyžaduje mnoho finančních prostředků.

V případech, kdy na železničním přejezdu jsou na každé straně pozemní komunikace dvě poloviční závory, můžeme tyto přejezdy dovybavit sekvenčním sklápěním závor. V praxi to vypadá tak, že závora vpravo se sklápí dříve, aby zabránila vjezdu vozidla po uběhnutí předzváněcí doby. Zatímco levá závora určená pro opačný směr je stále nahoře a sklápí se až po uplynutí předzváněcí doby. Tím je docíleno, že vozidlo, které vjelo na železniční přejezd v okamžiku aktivované výstrahy PZZ, může bezpečně opustit místo přejezdu bez nutnosti proražení závor. (DI, ©2008)

Mezi další opatření, jež připadají v úvahu pro všechny typy železničních přejezdů je např. instalace tzv. inteligentních kamer, které by zasílaly přestupky přímo orgánům činným v trestním řízení a trestaly tyto řidiče tvrdými peněžními tresty.

Další variantou je častější montáž výstražných světel do vozovky před samotný železniční přejezd, jak je tomu v zahraničí. Tyto červená světla se spustí spolu s dvojicí výstražných světel červené barvy, které jsou umístěné na výstražníku a vytvoří tak psychologickou bariéru pro účastníka silničního provozu.



Obrázek 27 – Světla ve vozovce. (VLTAVA LABE MEDIA, ©2013)

Levnější, přesto stále účinnou variantou je i jednoduchý nástřik vodorovného dopravního značení v podobě bílé „stopčáry“. K zlepšení viditelnosti hlavně železničních přejezdů vybavených pouze výstražným křížem, může být zrychlení výměny těchto výstražných křížů za dopravní značení, které bude vyrobeno z retroreflexních a fluorescenčních materiálů.



Obrázek 28 – Retroreflexní výstražný kříž. (ČT, ©1996 – 2020)

Předposledním navrhovaným opatřením k snížení nehodovosti na železničních přejezdech může být instalace laserového systému. Ve chvíli aktivace závor laser kontroluje místo přejezdu a v případě detekce překážky dojde k spuštění zabezpečovacího zařízení, které zastaví drážní soupravy, jež se blíží k železničnímu přejezdu. (ACRI, ©2016)

Posledním důležitým opatřením je eliminace překážek, které mohou řidiči vadit v jeho rozhledu na železničním přejezdu. Zejména se jedná o výsadbu vysokorostoucích polních plodin jako např. kukuřice nebo překážky nacházející se na soukromých pozemcích v těsné blízkosti. Proto je nezbytné zajistit dostatečný rozhledový poměr a odstraňovat tyto bariéry ze strany Správy železnice.



Obrázek 29 – Nepřehledný přejezd. (VLTAVA LABE MEDIA, ©2009)

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo zhodnocení počtu mimořádných událostí na železnicích a železničních přejezdech v České republice za posledních 10 let s návrhy patřičných opatření ke snížení počtu mimořádných událostí na tuzemských železnicích. Na základě vypracovaných tabulek a grafů s daty týkající se počtu mimořádných událostí vzniklých na železnicích byla dále zpracována regresní analýza.

Při tvorbě regresní analýzy byla verifikována hypotéza: „*Jsou železniční tratě pro přepravu osob bezpečné z hlediska počtu mimořádných událostí?*“ V rámci ověřování hypotézy, byla dokázána lineární regrese při vývoji počtu mimořádných událostí na drahách celostátních i regionálních a vlečkách v rozmezí let 2010 až 2019, a proto přeprava osob z hlediska počtu mimořádných událostí je bezpečná. Z tohoto důvodu můžeme hypotézu pokládat za ověřenou, **přijatou** a je potvrzeno výpočtem, že vymezené statistické znaky jednotlivých zkoumaných statistických jednotek v oblasti mimořádných událostí na drahách celostátních i regionálních a vlečkách v České republice jsou statisticky závislé.

Dále pomocí regresní analýzy byly verifikovány také dílčí cíle práce, které se zabývaly vyhodnocením jednotlivých typů mimořádných událostí vzniklých na drahách celostátních i regionálních a vlečkách v rozmezí let 2010 až 2019. Téměř u všech jednotlivých typů byla dokázána lineární regrese. Naopak ta byla vyvrácena u typů mimořádných událostí, mezi které patří střet drážního vozidla s ostatním drážním vozidlem, střet drážního vozidla s překážkou, nedovolená jízda a paradoxně střety na železničních přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením s břevny.

Na tento popud byla navrhnutá opatření, která jsou definována v diskuzi a budou sloužit pro zainteresované osoby v této problematice při čtení této diplomové práce.

Význam a zejména aktuálnost tématu této diplomové práce je v současné době dle mého názoru velmi vysoká. Při mimořádných událostech na českých železnicích a železničních přejezdech každoročně stále umírá nebo je zraněno několik desítek osob. Je nezbytné neustále investovat finanční prostředky do prevence, aby těchto mimořádných událostí bylo co nejméně. Dle mého názoru bych se nejvíce zaměřil v rámci prevence na účastníky silničního provozu, jelikož tato skupina je příčinou většiny nehod. Proto je žádoucí věnovat větší pozornost této problematice již v autoškolách. Dalším významným jednoduchým opatřením, které zajistí snížení počtu nehod na železničních přejezdech je instalace závor, poněvadž na přejezdech vybavených tímto zařízením vzniká rapidně méně nehod. Poslední

možností může být kampaň na sociálních sítích, která by si kladla za cíl zvýšit povědomí lidí o správném chování na železnici.

Díky aktuálnosti dané problematiky se domnívám, že by tato práce mohla být užitečným přínosem pro provozovatele drah Správy železnic, potažmo Ministerstvo dopravy. Závěrem lze konstatovat, že stanovený cíl práce byl splněn.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *AŽD Praha zkouší zabezpečení přejezdů laserovým systémem* [online], 2016. ACRI [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <https://acri.cz/2016/02/15/azd-praha-zkousi-zabezpeceni-prejezdu-laserovym-systemem/>.
- [2] CLARK, Lynda a Lloyd JONES, 2013. *Level Crossings*. London: Scottish Government papers. ISBN 978-0-10-187112-9.
- [3] *Co je ETCS* [online], 2020. Správa železnic, státní organizace [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznice.cz/stavby-zakazky/modernizace/etcs/co-je-etcs>.
- [4] *Co to je rešerše a proč mít rešerši než se pustíte do výzkumu* [online], 2020. Fejtková [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <http://www.petrafejtkova.cz/blog/16-reserse-proc-ji-mit-nez-se-pustite-do-vyzkumu>.
- [5] *ČD Z2 - PŘEDPIS PRO OBSLUHU PŘEJEZDOVÝCH ZABEZPEČOVACÍCH ZAŘÍZENÍ* [online], 2001. České dráhy [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: http://iwan.eu07.pl/jw/john_woods2009/predpisy/Z/Z2.pdf.
- [6] ČESKO. *Vyhláška č. 100/1995 Sb., Ministerstva dopravy, kterou se stanoví podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení a jejich konkretizace (Řád určených technických zařízení)*. In: *Zákony pro lidi.cz* [online], 2010-2020. © AION CS [cit. 25. 5. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-100>.
- [7] ČESKO. *Vyhláška č. 173/1995 Sb., Ministerstva dopravy, kterou se vydává dopravní řád drah*. In: *Zákony pro lidi.cz* [online], 2010-2020. © AION CS [cit. 25. 5. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-173>.
- [8] ČESKO. *Vyhláška č. 177/1995 Sb., Ministerstva dopravy, kterou se vydává stavební a technický řád drah*. In: *Zákony pro lidi.cz* [online], 2010-2020. © AION CS [cit. 25. 5. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-177>.
- [9] ČESKO. *Vyhláška č. 294/2015 Sb., vyhláška, kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích*. In: *Zákony pro lidi.cz* [online], 2010-2020. © AION CS [cit. 26. 5. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-294>.

- [10] ČESKO. Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů. In: *Zákony pro lidi.cz* [online], 2010-2020. © AION CS [cit. 25. 5. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361>.
- [11] ČSN 34 2650 ed. 2 (342650), 2010. *A Železniční zabezpečovací zařízení - Přejezdová zabezpečovací zařízení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 68 s.
- [12] ČSN 73 6021 (736021), 1994. *A Světelná signalizační zařízení. Umístění a použití návěstidel*. Praha: Český normalizační institut, 24 s.
- [13] ČSN 73 6380 (736380), 2004. *A Železniční přejezdy a přechody*. Praha: Český normalizační institut, 32 s.
- [14] FLAMMINI, Francesco, 2012. *Railway safety, reliability, and security: technologies and systems engineering*. Hershey PA: Information Science Reference. ISBN 978-1-4666-1643-1.
- [15] *Formuláře/dokumenty pro stažení – sekce provozně-technická* [online], 2016. Drážní úřad [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: https://www.ducr.cz/cs/?option=com_content&view=category&id=32.
- [16] HALL, Stanley a Peter van der MARK, 2008. *Level Crossings: The History, Development and Safety Record of Railway Level Crossings in Britain and Overseas from 1830 to 2008*. Ian Allan Publishing. ISBN 978-0711033085.
- [17] *Historie našich železnic v kostce* [online], 2019. Správa železnic, státní organizace [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/documents/50004227/50156852/historie-zeleznic-v-cr.pdf>.
- [18] *Historické souvislosti rozvoje průmyslu a železnic v českých zemích* [online], 2005. Kunc [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: http://www.itregep.eu/media/65148/rozvoj_prumyslu_zeleznic.pdf.
- [19] *Historie Železničního uzlu Brno* [online], 2016. One Man Brno Blog [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <http://www.onemanbrnoblog.cz/historie-zeleznicniho-uzlu-brno/>.
- [20] *Jak funguje systém číslování železničních přejezdů?* [online], 2020. TECH MEDIA PUBLISHING [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <http://www.techmagazin.cz/1516>.

- [21] JOZEF, Gašparík a Jiří KOLÁŘ, 2017. *Železniční doprava: technologie, řízení, grafikony a dalších 100 zajímavostí*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0058-3.
- [22] *Kapitola I. Příklady rizikových faktorů na železničních přejezdech a jejich odstraňování (ČÁST 1)* [online], 2009. VŠB - TU Ostrava [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <http://projekt150.ha-vel.cz/node/127>.
- [23] *Kapitola I. Příklady rizikových faktorů na železničních přejezdech a jejich odstraňování (ČÁST 2)* [online], 2009. VŠB - TU Ostrava [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <http://projekt150.ha-vel.cz/node/128>.
- [24] *Kapitola II. Zabezpečovací technika v železniční dopravě (ČÁST 1)* [online], 2009. Ostrava: VŠB - TU Ostrava [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <http://projekt150.ha-vel.cz/node/129>.
- [25] *Kapitola II. Zabezpečovací technika v železniční dopravě (ČÁST 2)* [online], 2009. Ostrava: VŠB - TU Ostrava [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <http://projekt150.ha-vel.cz/node/130>.
- [26] *Konstrukce železniční trati* [online], 2012. VŠB - TUO [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ1/vyuka/doprava/trat.html>.
- [27] *Korelační a regresní analýza* [online], 2013. CC BY 3.0 CZ [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: https://wikisofia.cz/wiki/Korela%C4%8Dn%C3%AD_a_regresn%C3%AD_anal%C3%BDza.
- [28] LESO, Martin, 2012. *Moderní trendy v technologii řízení a zabezpečení regionálních drah: The modern trends in technology of control and command on regional railways*. V Praze: České vysoké učení technické. ISBN 978-80-01-05001-9.
- [29] *Mechanické závory zvedne rukou naposled* [online], 2014. VLTAVA LÁBE MEDIA [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/liberecky-kraj/mechanicke-zavory-zvedne-rukou-naposled-20140801-8tla.html>.
- [30] MUNDREY, J. S., 2009. *Railway Track Engineering*. 4th. ed. India: Tata McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-068012-8.

- [31] PAVLAS, Jiří, 2015. *Zabezpečovací technika v dopravě*. Brno: Code Creator. ISBN 978-80-88058-17-5.
- [32] *Počet nehod na železničních přejezdech roste. Jak řešit tuto nebezpečnou situaci?* [online], 2020. CZECH NEWS CENTER [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/pocet-nehod-na-zeleznicnich-prejezdech-roste-jak-resit-tuto-nebezpecnou-situaci-130371>.
- [33] *Pochůzka po železniční trati Choceň - Vysoké Mýto - Litomyšl* [online], 2015. Místní dráha Choceň - Vysoké Mýto - Litomyšl [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <http://www.chocen-litomysl.cz/pochuzka-z-chocne-do-litomysle-3.html>.
- [34] *Polovinu jihočeských přejezdů mohli řidiči snadno přehlédnout* [online], 1996 - 2020. Česká televize [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/1249293-polovinu-jihoceskych-prejezdu-mohli-ridici-snadno-prehlednout>.
- [35] *PŘEDPISY* [online], 2013. Most: Federace strojířů Most [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <http://strankypavel.mzf.cz/predpisy.php?idqstahuj=7>.
- [36] *Přejezd na cestě od Vlčiny je zcela nepřehledný* [online], 2009. VLTAVA LABE MEDIA [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: https://novojicinsky.denik.cz/zpravy_region/prejezd-na-cestě-od-vlciny-je-zcela-20091014.html.
- [37] *Přejezdíky* [online], 2016. Partyk [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.masinky.info/2012/02/prejezdnyky/>.
- [38] *Přejezdy v číslech* [online], 2020. Správa železnic, státní organizace [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/o-nas/bezpecna-zeleznice/bezpecnost-na-prejezdech/prejezdy-v-cislech>.
- [39] *PŘES VŠECHNA VAROVÁNÍ POČET ÚMRTÍ NA ŽELEZNIČNÍCH PŘEJEZDECH STOUPÁ* [online], 2008. Drážní inspekce [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <http://www.dicr.cz/pres-vsechna-varovani-pocet-umrti-na-zeleznicnich-prejezdech>.
- [40] *Pstružina: Atlas filosofie vědy* [online], 2002. Pstružina [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <https://nb.vse.cz/kfil/win/atlas1/atlas3.htm>.

- [41] *RedRail – System for traffic violation monitoring at railway level crossings* [online], 2020. Praha: AŽD Praha [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <https://www.azd.cz/admin-data/storage/get/451-?fbclid=IwAR3Dmnr-YHVue8gQBupdUOs11I0xewWuzcISgTyhuGXdgoKE5cCgCSg-CjY>.
- [42] *Ročenka dopravy České republiky 2018* [online], 2018. Ministerstvo dopravy [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2018.pdf.
- [43] *ROK 2019 – VÍCE NEHOD, USMRCENÝCH I ZRANĚNÝCH – LETOS JIŽ PĚT MRTVÝCH* [online], 2008. Drážní inspekce [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <http://www.dicr.cz/rok-2019-vice-nehod-usmrcenych-i-zranenych-letos-jiz-pet>.
- [44] *Řidiče na projíždějící vlak upozorní nová světelná závora* [online], 2013. VLTAVA LABE MEDIA [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: https://pelhrimovsky.denik.cz/zpravy_region/ridice-na-projizdejici-vlak-upozorni-nova-svetelna-zavora-20130628.html.
- [45] *Silniční doprava: pozemní komunikace, veřejné služby v přepravě cestujících, dráhy: redakční uzávěrka k ..*, 2011-. Ostrava: Sagit. ÚZ. ISBN 978-80-7488-317-0.
- [46] *Statistika* [online], 2009. Biskup Roman [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <http://www2.ef.jcu.cz/~birom/stat/prednasky/18.pdf>.
- [47] *Správa železnic zvýší zabezpečení dalších desítek přejezdů* [online], 2020. ACRI [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://acri.cz/2020/05/05/sprava-zeleznic-letos-zvysi-zabezpeceni-dalsich-desitek-prejezdu/>.
- [48] *SŽDC Bp1 - Předpis o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci* [online], 2013. Správa železnice [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://provoz.szdc.cz/portal/ViewDirective.aspx?oid=948678>.
- [49] *SŽDC D1 - Dopravní a návěstní předpis* [online], 2013. Správa železnic, státní organizace [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://provoz.szdc.cz/portal/ViewDirective.aspx?oid=870001>.
- [50] *SŽDC D3 - Předpis pro zjednodušené řízení drážní dopravy* [online], 2013. Správa železnic, státní organizace [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://provoz.szdc.cz/portal/ViewDirective.aspx?oid=870002>.

- [51] *SŽDC T100 - Předpis pro provozování zabezpečovacích zařízení* [online], 2019. Správa železnice, státní organizace [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://provoz.szdc.cz/portal/ViewDirective.aspx?oid=1699362>.
- [52] *SŽDC ZVYŠUJE BEZPEČNOST NA PŘEJEZDECH* [online], 2018. Trnava: VLAKY.NET [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.vlaky.net/zeleznice/spravy/7049-SZDC-zvysuje-bezpecnost-na-prejezdech/>.
- [53] *TNŽ 34 3109 - Bezpečnostní předpisy pro činnost na trakčním vedení a v jeho blízkosti na železničních dráhách celostátních, regionálních a vlečkách* [online], 2006. Správa železnic, státní organizace [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://provoz.szdc.cz/portal/ViewDirective.aspx?oid=286889>.
- [54] *Vedlejší železniční tratě jsou špatně zabezpečené. Podle Drážní inspekce je třeba hledat řešení i doma* [online], 1996 - 2020. Česká televize [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/3103811-vedlejsi-zeleznicni-trate-jsou-spatne-zabezpecene-podle-drazni-inspekce-je-treba>.
- [55] *VÝROČNÍ ZPRÁVY* [online], 2008. Drážní inspekce [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <http://www.dicr.cz/vyrocnizpravy>.
- [56] ZHUO, Wang a Jia LI-MIN, 2011. *The Theory and Method of Design and Optimization for Railway Intelligent Transportation Systems (RITS)*. China: Bentham Science Publishers. ISBN 978-1-60805-323-0.
- [57] *Znovu železniční přejezd* [online], 2014. Centrum služeb pro silniční dopravu [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.cspsd.cz/732-znovu-zeleznicni-prejezd>.
- [58] *Železničáři zruší nebezpečný přejezd ve Vracově, na kterém minulý týden zemřel řidič* [online], 1996 - 2020. Česká televize [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/2198893-zeleznicari-zrusi-nebezpecny-prejezd-ve-fracove-na-kterem-minuly-tyden-zemrel-ridic>.
- [59] *Žena a dvě děti zemřely při nehodě na přejezdu v Německu* [online], 2006. EMPRESA MEDIA [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: https://www.tyden.cz/rubriky/zahranici/evropa/zena-a-dve-deti-zemrely-pri-nehode-na-prejezdu-v-nemecku_399530.html.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČD	České dráhy.
ČR	Česká republika
HZS	Hasičský záchranný sbor.
IZS	Integrovaný záchranný systém.
MD	Ministerstvo dopravy.
MU	Mimořádná událost.
OSN	Organizace spojených národů.
PZM	Přejezdové zabezpečovací zařízení mechanické.
PZS	Přejezdové zabezpečovací zařízení světelné.
PZZ	Přejezdové zabezpečovací zařízení.
SDCF	Severní dráha císaře Ferdinanda.
SRN	Spolková republika Německo.
SZ	Správa železnic.
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty.
TNŽ	Technická norma železnic.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Seřadovací místo. (Ona Man Brno Blog, ©2016)	21
Obrázek 2 – Schéma kolejíště. (Gašparík a Kolář, 2017, s. 41)	25
Obrázek 3 – Označování kilometrické polohy na trati.	26
Obrázek 4 – Označení trakčních podpěr.	27
Obrázek 5 – Konstrukce železniční trati. (VŠB – TUO, ©2012)	29
Obrázek 6 – Průjezdny průřez. (SŽ, ©2013, s. 12).....	29
Obrázek 7 – Řešení železničního přejezdu. (ČSN 73 6380, 2004, s. 10)	33
Obrázek 8 – Dopravní značení. (CPSD, ©2014).....	35
Obrázek 9 – Návěstní deska. (CPSD, ©2014).....	36
Obrázek 10 – Výstražný kříž. (CPSD, ©2014).....	36
Obrázek 11 – Výstražný kříž. (CZECH NEWS CENTER, ©2001 – 2020)	37
Obrázek 12 – PZM. (VLTAVA LABE MEDIA, ©2014).....	38
Obrázek 13 – PZS s břevny. (VLAKY.NET, ©2018).....	39
Obrázek 14 – PZS bez závor. (ČT, ©1996 - 2020)	39
Obrázek 15 – Výstražný kolík. (Místní dráha Choceň – Vysoké Mýto – Litomyšl, ©2005 – 2015).....	40
Obrázek 16 – Přejezdňíky. (Partyk, ©2013 – 2016).....	41
Obrázek 17 – Značení přejezdů. (TECH MEDIA PUBLISHING, ©2010 – 2020) ...	42
Obrázek 18 – Zabezpečení přejezdu v Německu. (EMPRESA MEDIA, ©2006)	43
Obrázek 19 – Zabezpečení ve Velké Británii. (VŠB – TU Ostrava, ©2009).....	44
Obrázek 20 – Zabezpečení v Rakousku. (VŠB – TU Ostrava, ©2009)	45
Obrázek 21 – Vývoj počtu MU na železničních drahách. (DI, ©2008)	51
Obrázek 22 – Vývoj počtu usmrcených a zraněných. (DI, ©2008).....	52
Obrázek 23 – Vývoj MU na železničních přejezdech a jejich následky. (DI, ©2008)	56
Obrázek 24 – Graf – hypotéza.	67
Obrázek 25 - Graf nedovolených jízd.....	70
Obrázek 26 – Nový typ závor. (ACRI, ©2020).....	74
Obrázek 27 – Světla ve vozovce. (VLTAVA LABE MEDIA, ©2013).....	75
Obrázek 28 – Retroreflexní výstražný kříž. (ČT, ©1996 – 2020).....	75
Obrázek 29 – Nepřehledný přejezd. (VLTAVA LABE MEDIA, ©2009).....	76
Obrázek 30 – Graf střetů drážních vozidel.	90

Obrázek 31 – Graf střetů drážních vozidel s překážkou.	92
Obrázek 32 – Graf vykolejení drážních vozidel.	93
Obrázek 33 – Graf požárů drážních vozidel.	94
Obrázek 34 – Graf střetů s osobou.	96
Obrázek 35 – Graf ostatních MU.	97
Obrázek 36 – Graf střetů na přejezdech vybavených výstražným křížem.	98
Obrázek 37 – Graf střetů na přejezdech vybavených PZS.	100
Obrázek 38 – Graf střetů na přejezdech vybavených PZS s břevny.	101

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Infrastruktura železniční dopravy v kilometrech. (MD, ©2018).....	24
Tabulka 2 – Počet železničních přejezdů. (SŽ, ©2020)	30
Tabulka 3 – Počet a následků MU na drahách. (DI, ©2008).....	54
Tabulka 4 – Počty střetů na jednotlivých přejezdech. (DI, ©2008)	57
Tabulka 5 – Střety na přejezdech dle uživatele. (DI, ©2008)	59
Tabulka 6 – Nejnebezpečnější přejezdy. (DI, ©2008)	63
Tabulka 7 – SZ hypotézy.	66
Tabulka 8 - SZ nedovolených jízd.	68
Tabulka 9 – Souhrnné výsledky.....	71
Tabulka 10 – SZ střetů drážních vozidel.	90
Tabulka 11 – SZ střetů drážních vozidel s překážkou.	91
Tabulka 12 – SZ vykolejení drážních vozidel.	93
Tabulka 13 – SZ požárů drážních vozidel.	94
Tabulka 14 – SZ střety s osobou.....	95
Tabulka 15 – SZ ostatních MU.....	97
Tabulka 16 – SZ střetů na přejezdech vybavených výstražným křížem.....	98
Tabulka 17 – SZ střetů na přejezdech vybavených PZS.	99
Tabulka 18 – SZ střetů na přejezdech vybavených PZS s břevny.....	101

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Vyhodnocení jednotlivých typů mimořádných událostí pomocí regresní analýzy.

PŘÍLOHA P I: VYHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ POMOCÍ REGRESNÍ ANALÝZY

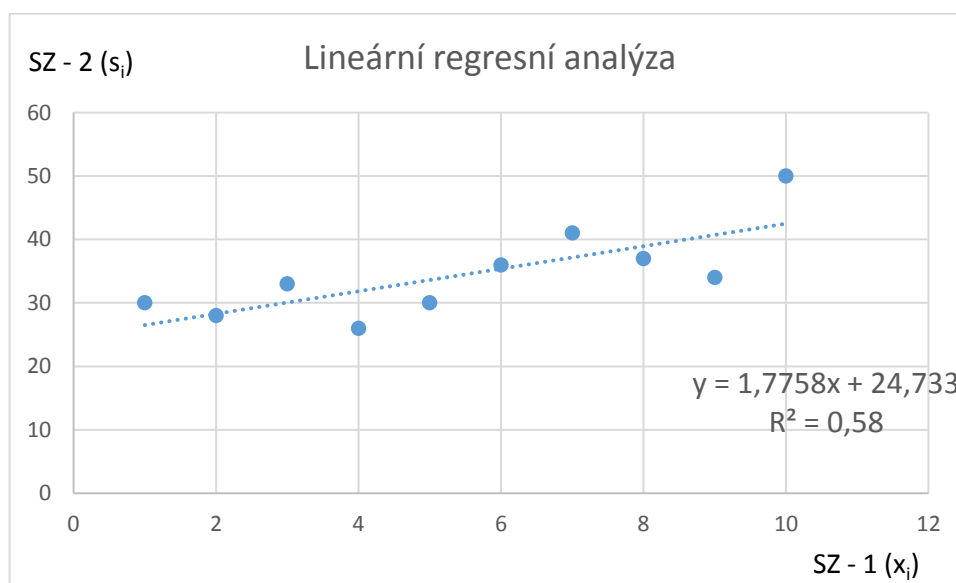
- Regresní analýza vyhodnocující dopravní nehodovost drážních vozidel s drážními vozidly.

SZ – 1: roky 2010 – 2019, které jsou vyjádřené formou prvků $\rightarrow x_i$.

SZ – 2: počty střetů drážních vozidel s drážním vozidlem $\rightarrow s_i$.

Tabulka 10 – SZ střetů drážních vozidel.

SZ – 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ – 2	30	28	33	26	30	36	41	37	34	50



Obrázek 30 – Graf střetů drážních vozidel.

Výstupem grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověření dílčího cíle práce, jestliže v letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu střetů drážních vozidel s drážními vozidly, je rovnice regresní přímky: $y = 1,7758x + 24,733$. Tato přímka začíná v čase „0“ z počáteční teoretické hodnoty $b_0 = 24,733$. Představuje tak roční počet střetů drážních vozidel s drážními vozidly. Za každý následující rok se množství těchto střetů zvyšuje o hodnotu $b_1 = 1,7758$. Dalším výstupem z výše uvedeného grafu je hodnota spolehlivosti $R^2 = 0,58$.

Výpočet úhlu, jenž svírá regresní přímka s osou „ x “:

Regresní parametr „ b_1 “ definuje sklon úhlu regresní přímky. Jedná se o tangens tohoto úhlu. Konečná hodnota bude indikátorem vlivu prevence na počty střetů drážních vozidel s drážními vozidly.

$b_1 = \text{tg}(\alpha) \rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1}(1,7758) \rightarrow \alpha = 60^\circ 36' 54'' \doteq 60^\circ$ (ve druhém kvadrantu se jedná o úhel 61°).

Sklon lineární regresní přímky je 61° . Při sledování počtu vzniklých střetů drážních vozidel v rozmezí let 2010 až 2019, lze vypočítat největší vzrůst v roce 2019.

A proto bylo toto tvrzení **vyvráceno**. Tato vzrůstající přímka určuje růst počtu střetů drážních vozidel s ostatními drážními vozidly. Díky tomu budou v diskuzi navržena taková opatření, která sníží tuto bilanci.

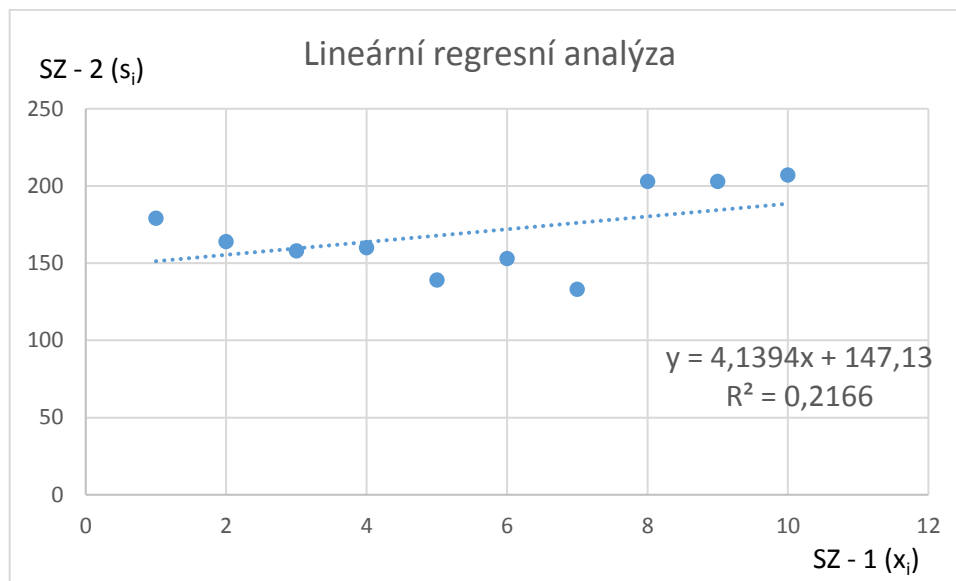
- **Regresní analýza vyhodnocující dopravní nehodovost drážních vozidel s překážkou.**

SZ – 1: roky 2010 – 2019, které jsou vyjádřené formou prvků $\rightarrow x_i$.

SZ – 2: počty střetů drážních vozidel s překážkou $\rightarrow s_i$.

Tabulka 11 – SZ střetů drážních vozidel s překážkou.

SZ – 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ – 2	179	164	158	160	139	153	133	203	203	207



Obrázek 31 – Graf střetů drážních vozidel s překážkou.

Výstupem grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověření dílčího cíle práce, jestliže v letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu střetů drážních vozidel s překážkou, je rovnice regresní přímky: $y = 4,1394x + 147,13$. Tato přímka začíná v čase „0“ z počáteční teoretické hodnoty $b_0 = 147,13$. Představuje tak roční počet střetů drážních vozidel s překážkami. Za každý následující rok se množství těchto střetů zvyšuje o hodnotu $b_1 = 4,1394$. Dalším výstupem z výše uvedeného grafu je hodnota spolehlivosti $R^2 = 0,2166$.

Výpočet úhlu, jenž svírá regresní přímka s osou „ x “:

Regresní parametr „ b_1 “ definuje sklon úhlu regresní přímky. Jedná se o tangens tohoto úhlu. Konečná hodnota bude indikátorem vlivu prevence na počty střetů drážních vozidel s překážkami.

$b_1 = \text{tg}(\alpha) \rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1}(4,1394) \rightarrow \alpha = 76^\circ 25' 7,1'' \doteq 76^\circ$ (ve druhém kvadrantu se jedná o úhel 76°).

Sklon lineární regresní přímky je 76° . Při sledování počtu vzniklých střetů drážních vozidel s překážkami v rozmezí let 2010 až 2019, lze vypořadovat největší vzrůst v roce 2017.

A proto bylo toto tvrzení **vyvráceno**. Tato vzrůstající přímka určuje růst počtu střetů drážních vozidel s překážkami. Díky tomu budou v diskuzi navržena taková opatření, která sníží tuto bilanci.

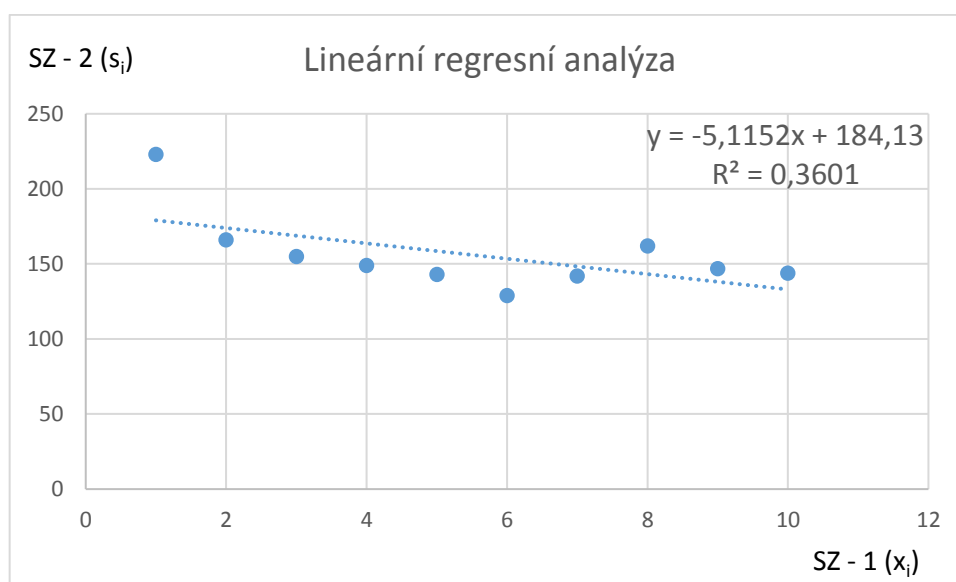
- **Regresní analýza vyhodnocující dopravní nehodovost při vykolejení drážních vozidel.**

SZ – 1: roky 2010 – 2019, které jsou vyjádřené formou prvků $\rightarrow x_i$.

SZ – 2: počty vykolejení drážních vozidel $\rightarrow s_i$.

Tabulka 12 – SZ vykolejení drážních vozidel.

SZ – 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ – 2	223	166	155	149	143	129	142	162	147	144



Obrázek 32 – Graf vykolejení drážních vozidel.

Výstupem grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověření dílčího cíle práce, jestliže v letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu vykolejení drážních vozidel, je rovnice regresní přímky: $y = -5,1152x + 184,13$. Tato přímka začíná v čase „0“ z počáteční teoretické hodnoty $b_0 = 184,13$. Představuje tak roční počet vykolejení drážních vozidel. Za každý následující rok se množství těchto vykolejení snižuje o hodnotu $b_1 = 5,1152$. Dalším výstupem z výše uvedeného grafu je hodnota spolehlivosti $R^2 = 0,3601$.

Výpočet úhlu, jenž svírá regresní přímka s osou „ x “:

Regresní parametr „ b_1 “ definuje sklon úhlu regresní přímky. Jedná se o tangens tohoto úhlu. Konečná hodnota bude indikátorem vlivu prevence na počty vykolejení drážních vozidel.

$b_1 = \text{tg}(\alpha) \rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1}(-5,1152) \rightarrow \alpha = 78^\circ 56' 18'' \doteq 79^\circ$ (ve druhém kvadrantu se jedná o úhel 101°).

Sklon lineární regresní přímky je 101° . Tato hodnota se nalézá v blízkosti úhlu 90° , jenž představuje dokonalou polohu regresní přímky v rámci snižování počtu vykolejení drážních vozidel, s ohledem na prevenci. Jestliže by hodnota úhlu (α) byla menší než 90° , docházelo by ke vzrůstu počtu těchto střetů a z pohledu prevence by se jednalo o nežádoucí jev. Při sledování počtu vzniklých vykolejení v rozmezí let 2010 až 2019, lze vypořadovat pokles v roce 2015.

A proto bylo toto tvrzení **přijato**. Díky tomu není nutné navrhovat příslušná opatření v rámci snížení počtu vykolejení drážních vozidel.

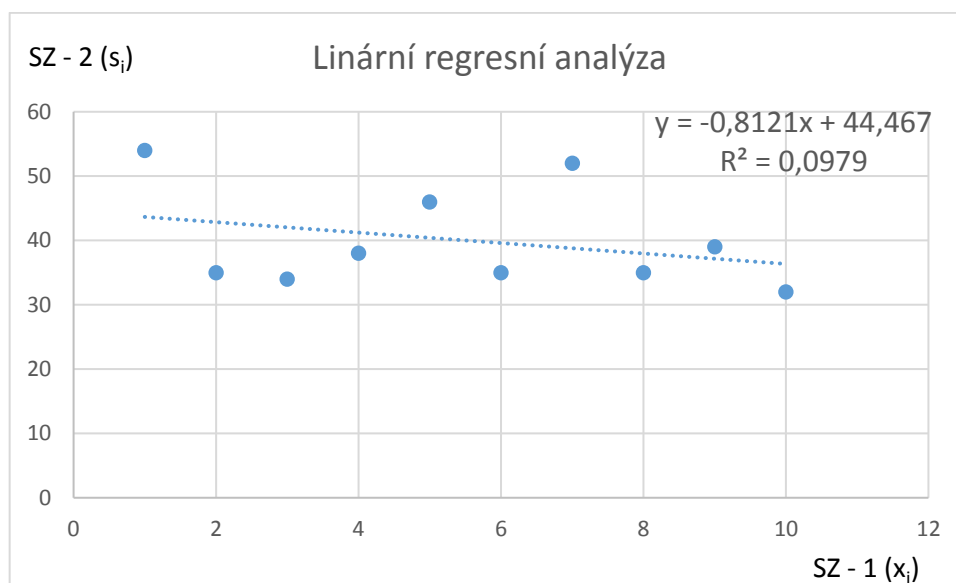
- **Regresní analýza vyhodnocující počty požárů drážních vozidel.**

SZ – 1: roky 2010 – 2019, které jsou vyjádřené formou prvků $\rightarrow x_i$.

SZ – 2: počty požárů drážních vozidel $\rightarrow s_i$.

Tabulka 13 – SZ požárů drážních vozidel.

SZ – 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ – 2	54	35	34	38	46	35	52	35	39	32



Obrázek 33 – Graf požárů drážních vozidel.

Výstupem grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověření dílčího cíle práce, jestliže v letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu požárů drážních vozidel, je rovnice regresní přímky: $y = -0,8121x + 44,467$. Tato přímka začíná v čase „0“ z počáteční teoretické hodnoty $b_0 = 44,467$. Představuje tak roční počet požárů drážních vozidel. Za každý následující rok se množství těchto požárů snižuje o hodnotu $b_1 = 0,8121$. Dalším výstupem z výše uvedeného grafu je hodnota spolehlivosti $R^2 = 0,0979$.

Výpočet úhlu, jenž svírá regresní přímka s osou „x“:

Regresní parametr „ b_1 “ definuje sklon úhlu regresní přímky. Jedná se o tangens tohoto úhlu. Konečná hodnota bude indikátorem vlivu prevence na počty požárů drážních vozidel.

$b_1 = \text{tg}(\alpha) \rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1}(-0,8121) \rightarrow \alpha = 39^\circ 4' 48'' \doteq 39^\circ$ (ve druhém kvadrantu se jedná o úhel 141°).

Sklon lineární regresní přímky je 141° . Tato hodnota se nalézá v blízkosti úhlu 90° , jenž představuje dokonalou polohu regresní přímky v rámci snižování počtu požárů drážních vozidel, s ohledem na prevenci. Jestliže by hodnota úhlu (α) byla menší než 90° , docházelo by ke vzrůstu počtu těchto střetů a z pohledu prevence by se jednalo o nežádoucí jev. Při sledování počtu vzniklých požárů v rozmezí let 2010 až 2019, lze vypočítat pokles v roce 2019.

A proto bylo toto tvrzení **přijato**. Díky tomu není nutné navrhovat příslušná opatření v rámci snížení počtu požárů drážních vozidel.

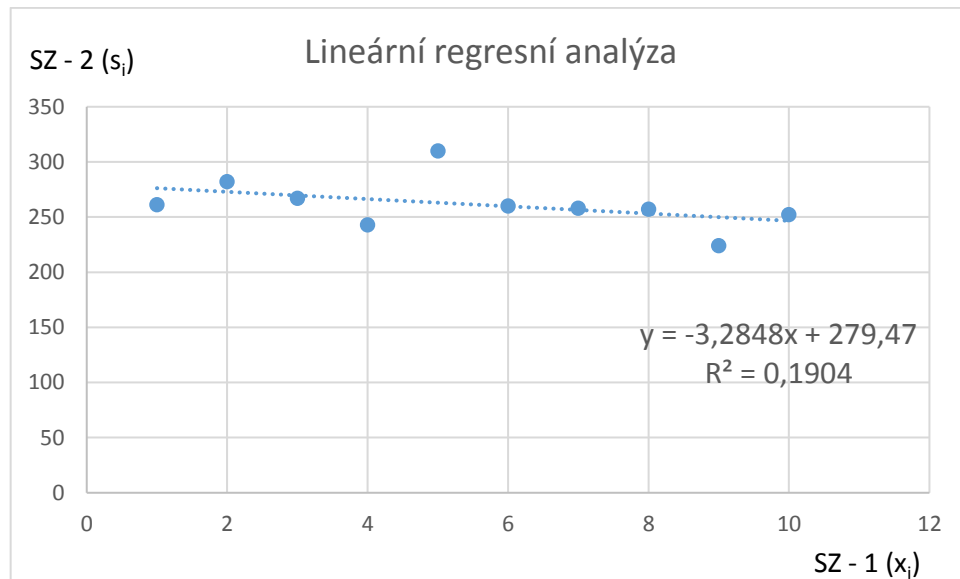
- **Regresní analýza vyhodnocující střety s osobou.**

SZ – 1: roky 2010 – 2019, které jsou vyjádřené formou prvků $\rightarrow x_i$.

SZ – 2: počty střetů s osobou $\rightarrow s_i$.

Tabulka 14 – SZ střety s osobou.

SZ – 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ – 2	261	282	267	243	310	260	258	257	224	252



Obrázek 34 – Graf střetů s osobou.

Výstupem grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověření dílčího cíle práce, jestliže v letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu střetů s osobou, je rovnice regresní přímky: $y = -3,2848x + 279,47$. Tato přímka začíná v čase „0“ z počáteční teoretické hodnoty $b_0 = 279,47$. Představuje tak roční počet střetů s osobou. Za každý následující rok se množství těchto střetů snižuje o hodnotu $b_1 = 3,2848$. Dalším výstupem z výše uvedeného grafu je hodnota spolehlivosti $R^2 = 0,1904$.

Výpočet úhlu, jenž svírá regresní přímka s osou „ x “:

Regresní parametr „ b_1 “ definuje sklon úhlu regresní přímky. Jedná se o tangens tohoto úhlu. Konečná hodnota bude indikátorem vlivu prevence na počty střetů s osobou.

$b_1 = \text{tg}(\alpha) \rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1}(-3,2848) \rightarrow \alpha = 73^\circ 4' 5'' \doteq 73^\circ$ (ve druhém kvadrantu se jedná o úhel 107°).

Sklon lineární regresní přímky je 107° . Tato hodnota se nalézá v blízkosti úhlu 90° , jež představuje dokonalou polohu regresní přímky v rámci snižování počtu střetů s osobou, s ohledem na prevenci. Jestliže by hodnota úhlu (α) byla menší než 90° , docházelo by ke vzrůstu počtu těchto střetů a z pohledu prevence by se jednalo o nežádoucí jev. Při sledování počtu vzniklých srážek v rozmezí let 2010 až 2019, lze vypočítat pokles v roce 2016.

A proto bylo toto tvrzení **přijato**. Díky tomu není nutné navrhovat příslušná opatření v rámci snížení počtu střetů s osobou.

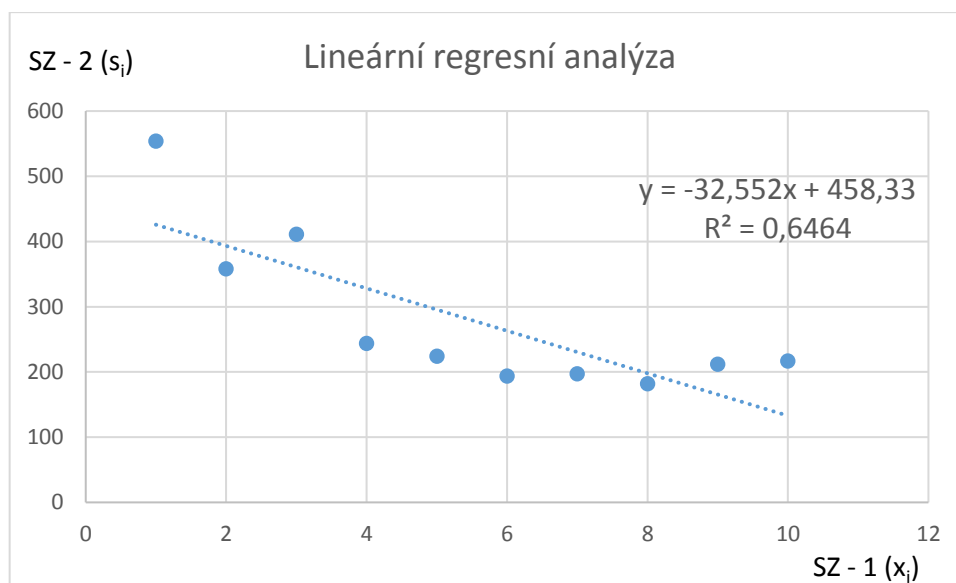
- **Regresní analýza vyhodnocující počty ostatních mimořádných událostí.**

SZ – 1: roky 2010 – 2019, které jsou vyjádřené formou prvků $\rightarrow x_i$.

SZ – 2: počty ostatních MU $\rightarrow s_i$.

Tabulka 15 – SZ ostatních MU.

SZ – 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ – 2	554	358	411	244	224	194	197	182	212	217



Obrázek 35 – Graf ostatních MU.

Výstupem grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověření dílčího cíle práce, jestliže v letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu ostatních mimořádných událostí, je rovnice regresní přímky: $y = -32,552x + 458,33$. Tato přímka začíná v čase „0“ z počáteční teoretické hodnoty $b_0 = 458,33$. Představuje tak roční počet ostatních MU. Za každý následující rok se množství těchto MU snižuje o hodnotu $b_1 = 32,552$. Dalším výstupem z výše uvedeného grafu je hodnota spolehlivosti $R^2 = 0,6464$.

Výpočet úhlu, jenž svírá regresní přímka s osou „ x “:

Regresní parametr „ b_1 “ definuje sklon úhlu regresní přímky. Jedná se o tangens tohoto úhlu. Konečná hodnota bude indikátorem vlivu prevence na počty ostatních MU.

$b_1 = \text{tg}(\alpha) \rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1}(-32,552) \rightarrow \alpha = 88^\circ 14' 25'' \doteq 88^\circ$ (ve druhém kvadrantu se jedná o úhel 92°).

Sklon lineární regresní přímky je 92° . Tato hodnota se nalézá v blízkosti úhlu 90° , jež představuje dokonalou polohu regresní přímky v rámci snižování počtu ostatních MU, s ohledem na prevenci. Jestliže by hodnota úhlu (α) byla menší než 90° , docházelo by ke vzrůstu počtu těchto ostatních MU a z pohledu prevence by se jednalo o nežádoucí jev. Při sledování počtu ostatních MU v rozmezí let 2010 až 2019, lze vypořádat pokles v roce 2013.

A proto bylo toto tvrzení **přijato**. Díky tomu není nutné navrhovat příslušná opatření v rámci snížení počtu ostatních MU.

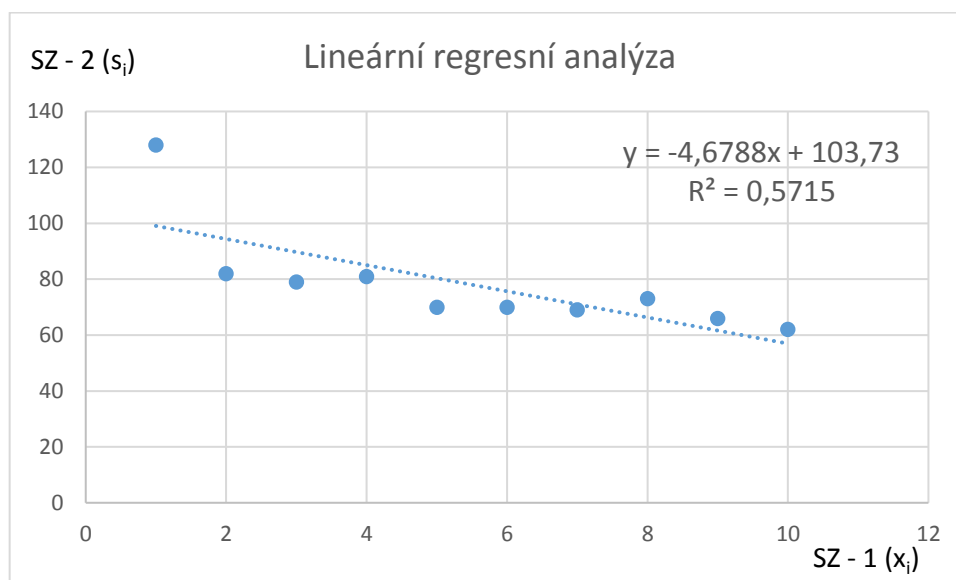
- **Regresní analýza vyhodnocující dopravní nehodovost na železničních přejezdech vybavených výstražným křížem.**

SZ – 1: roky 2010 – 2019, které jsou vyjádřené formou prvků $\rightarrow x_i$.

SZ – 2: počty střetů na železničních přejezdech vybavených výstražným křížem $\rightarrow s_i$.

Tabulka 16 – SZ střetů na přejezdech vybavených výstražným křížem.

SZ – 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ – 2	128	82	79	81	70	70	69	73	66	62



Obrázek 36 – Graf střetů na přejezdech vybavených výstražným křížem.

Výstupem grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověření dílčího cíle práce, jestliže v letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu střetů

na železničních přejezdech vybavených výstražným křížem, je rovnice regresní přímky: $y = -4,6788x + 103,73$. Tato přímka začíná v čase „0“ z počáteční teoretické hodnoty $b_0 = 103,73$. Představuje tak roční počet střetů na železničních přejezdech vybavených výstražným křížem. Za každý následující rok se množství těchto střetů snižuje o hodnotu $b_1 = 4,6788$. Dalším výstupem z výše uvedeného grafu je hodnota spolehlivosti $R^2 = 0,5715$.

Výpočet úhlu, jenž svírá regresní přímka s osou „x“:

Regresní parametr „ b_1 “ definuje sklon úhlu regresní přímky. Jedná se o tangens tohoto úhlu. Konečná hodnota bude indikátorem vlivu prevence na počty střetů na železničních přejezdech vybavených výstražným křížem.

$b_1 = \text{tg}(\alpha) \rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1}(-4,6788) \rightarrow \alpha = 77^\circ 56' 8'' \doteq 78^\circ$ (ve druhém kvadrantu se jedná o úhel 102°).

Sklon lineární regresní přímky je 102° . Tato hodnota se nalézá v blízkosti úhlu 90° , jenž představuje dokonalou polohu regresní přímky v rámci snižování počtu střetů na železničních přejezdech vybavených výstražným křížem, vztažené na prevenci. Jestliže by hodnota úhlu (α) byla menší než 90° , docházelo by ke vzrůstu počtu těchto střetů a z pohledu prevence by se jednalo o nežádoucí jev. Při sledování počtu vzniklých střetů na těchto přejezdech v rozmezí let 2010 až 2019, lze vypořizovat pokles v roce 2019.

A proto bylo toto tvrzení **přijato**. Díky tomu není nutné navrhovat příslušná opatření v rámci snížení počtu střetů na železničních přejezdech vybavených výstražným křížem. Avšak i přes to se domnívám, že počty těchto střetů jsou stále vysoké a je žádoucí navrhnout opatření, které uvedu v diskuzi.

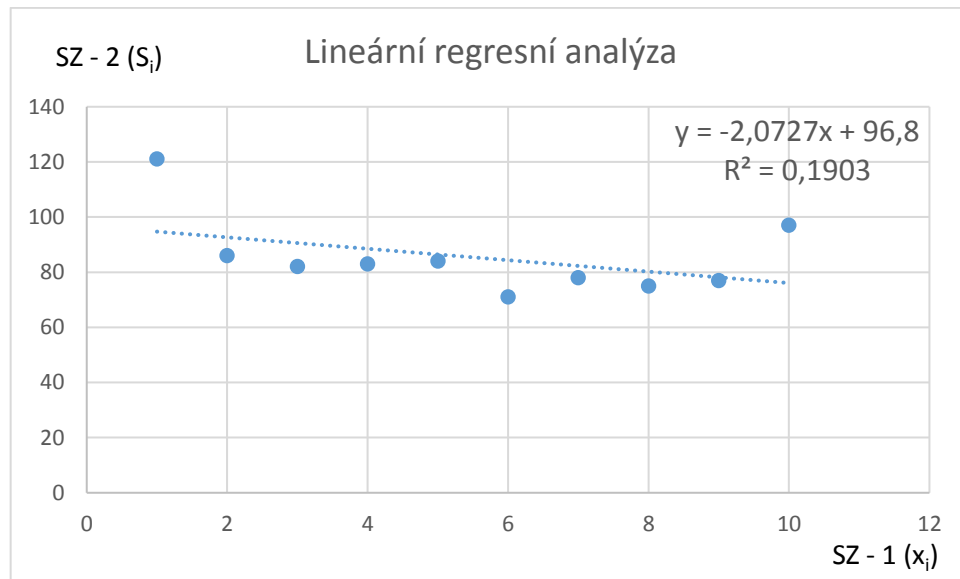
- **Regresní analýza vyhodnocující dopravní nehodovost na železničních přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením.**

SZ – 1: roky 2010 – 2019, které jsou vyjádřené formou prvků $\rightarrow x_i$.

SZ – 2: počty střetů na železničních přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením $\rightarrow s_i$.

Tabulka 17 – SZ střetů na přejezdech vybavených PZS.

SZ – 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ – 2	121	86	82	83	84	71	78	75	77	97



Obrázek 37 – Graf střeťů na přejezdech vybavených PZS.

Výstupem grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověření dílčího cíle práce, jestliže v letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu střeťů na železničních přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením, je rovnice regresní přímky: $y = -2,0727x + 96,8$. Tato přímka začíná v čase „0“ z počáteční teoretické hodnoty $b_0 = 96,8$. Představuje tak roční počet střeťů na železničních přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením. Za každý následující rok se množství těchto střeťů snižuje o hodnotu $b_1 = 2,0727$. Dalším výstupem z výše uvedeného grafu je hodnota spolehlivosti $R^2 = 0,1903$.

Výpočet úhlu, jenž svírá regresní přímka s osou „x“:

Regresní parametr „ b_1 “ definuje sklon úhlu regresní přímky. Jedná se o tangens tohoto úhlu. Konečná hodnota bude indikátorem vlivu prevence na počty střeťů na železničních přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením.

$b_1 = \text{tg}(\alpha) \rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1}(-2,0727) \rightarrow \alpha = 64^\circ 14' 40'' \doteq 64^\circ$ (ve druhém kvadrantu se jedná o úhel 115°).

Sklon lineární regresní přímky je 115° . Tato hodnota se nalézá v blízkosti úhlu 90° , jenž představuje dokonalou polohu regresní přímky v rámci snižování počtu střeťů na železničních přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením, vztažené na prevenci. Jestliže by hodnota úhlu (α) byla menší než 90° , docházelo by ke vzrůstu počtu těchto střeťů a z pohledu prevence by se jednalo o nežádoucí jev. Při sledování

počtu vzniklých střetů na těchto přejezdech v rozmezí let 2010 až 2019, lze vypočítat pokles v roce 2015.

A proto bylo toto tvrzení **přijato**. Díky tomu není nutné navrhovat příslušná opatření v rámci snížení počtu střetů na železničních přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením. Avšak i přes to se domnívám, že počty těchto střetů jsou stále vysoké a je žádoucí navrhnout opatření, které budou popsány v diskuzi.

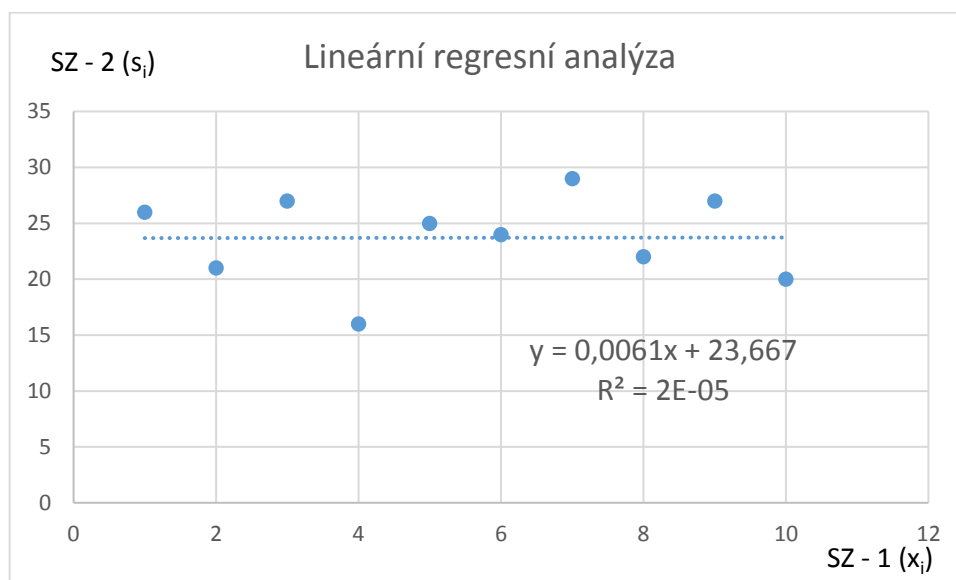
- **Regresní analýza vyhodnocující dopravní nehodovost na železničních přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením s břevny.**

SZ – 1: roky 2010 – 2019, které jsou vyjádřené formou prvků $\rightarrow x_i$.

SZ – 2: počty střetů na železničních přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením s břevny $\rightarrow s_i$.

Tabulka 18 – SZ střetů na přejezdech vybavených PZS s břevny.

SZ – 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ – 2	26	21	27	16	25	24	29	22	27	20



Obrázek 38 – Graf střetů na přejezdech vybavených PZS s břevny.

Výstupem grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověření dílčího cíle práce, jestliže v letech 2010 až 2019 můžeme vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu střetů

na železničních přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením s břevny, je rovnice regresní přímky: $y = 0,0061x + 23,667$. Tato přímka začíná v čase „0“ z počáteční teoretické hodnoty $b_0 = 23,667$. Představuje tak roční počet střetů na železničních přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením s břevny. Za každý následující rok se množství těchto střetů zvyšuje o hodnotu $b_1 = 0,0061$. Dalším výstupem z výše uvedeného grafu je hodnota spolehlivosti $R^2 = 2,16296$.

Výpočet úhlu, jenž svírá regresní přímka s osou „x“:

Regresní parametr „ b_1 “ definuje sklon úhlu regresní přímky. Jedná se o tangens tohoto úhlu. Konečná hodnota bude indikátorem vlivu prevence na počty střetů na železničních přejezdech vybavených výstražným křížem.

$b_1 = \text{tg}(\alpha) \rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1}(0,0061) \rightarrow \alpha = 0^\circ 20' 58'' \doteq 0,3^\circ$ (ve druhém kvadrantu se jedná o úhel **0,35°**).

Sklon lineární regresní přímky je $0,35^\circ$. Při sledování počtu vzniklých střetů na těchto přejezdech v rozmezí let 2010 až 2019, lze vypočítat největší vzrůst v roce 2016.

A proto bylo toto tvrzení **vyvráceno**. Tato vzrůstající přímka určuje růst počtu střetů na železničních přejezdech vybavených světelným a zvukovým zabezpečovacím zařízením s břevny. Díky tomu budou v diskuzi navržena taková opatření, která sníží tuto bilanci.