

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Využití moderních technologií na zvýšení
bezpečnosti železničních přejezdů**

(Diplomová práce)

Přerov 2020

Bc. Aleš Kunovský, DiS.



**Vysoká škola
logistiky**
o.p.s.

Zadání diplomové práce

student **Bc. Aleš Kunovský, DiS.**

studijní program **Logistika**
obor **Logistika**

Vedoucí Katedry magisterského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v navazujícím magisterském studijním programu určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Využití moderních technologií na zvýšení bezpečnosti železničních přejezdů**

Cíl práce:

Provést analýzu současného stavu bezpečnosti železničních přejezdů a na základě využití moderních technologií navrhnout nové prvky zabezpečení. Dále tyto návrhy vyhodnotit.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Diplomovou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Teoretické základy řešeného problému
2. Analýza současného stavu v oblasti zabezpečení přejezdů
3. Zpracování návrhu na řešení dané problematiky
4. Zhodnocení navrhovaného řešení

Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

GROS, Ivan, BARANČÍK, Ivan a Zdeněk ČUJAN. Velká kniha logistiky. Praha: VŠCHT, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.

DVOŘÁK, Zdeněk a kol. Řízení rizik v železniční dopravě. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2010, ISBN 978-80-86530-71-0.

ŽEMLIČKA, Zdeněk a Jaroslav MYNÁŘÍK. Doprava a přeprava. Praha: Pro Dopravní vzdělávací institut vydal Nadatur, 2008. ISBN 978-80-7270-030-1.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Libor Kavka, Ph.D.

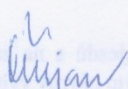
Datum zadání diplomové práce:

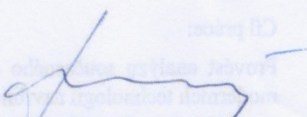
31. 10. 2019

Datum odevzdání diplomové práce:

14. 5. 2020

Přerov 31. 10. 2019


doc. Ing. Zdeněk Čujan, CSc.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivan Hlavoň, CSc.
rektor

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Vysokou školu logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že diplomová práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované diplomové práce v její tištěné i elektronické verzi. Tímto prohlášením souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

V Přerově, dne 17. 05. 2020

.....

podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Liboru Kavkovi, Ph.D. za odborné vedení, konzultování práce a za rady, které mi poskytoval.

Anotace

Diplomová práce se zabývá zabezpečením železničních přejezdů v České republice a bezpečností na nich. Teoretická část práce popisuje dopravu, konkrétně její členění, ale také aspekty železniční a silniční dopravy, jejich výhody, nevýhody a právní předpisy. Praktická část charakterizuje zabezpečení a analyzuje současný stav přejezdů v České republice. Součástí praktické části je také statistika dopravních nehod a mimořádných událostí na železničních přejezdech. Závěrečná část práce obsahuje návrhy a doporučení ke zvýšení bezpečnosti na železničních přejezdech.

Klíčová slova

železniční přejezd, zabezpečovací zařízení, železniční doprava, dopravní značení, pozemní komunikace

Annotation

The bachelor thesis deals with the security of railway crossings in the Czech Republic. In the theoretical part of the thesis general description of transport, specifically its breakdown, but also aspects of rail and road transport, their advantages, disadvantages and legislation. The practical part is concerned with the characteristics of security and analyzes the current state of railway crossings in the Czech Republic. A part of the thesis also consist statistics on traffic accidents at railway crossings. The final part contains recommendations and suggestions to increase security at railway crossings.

Keywords

rail crossing, security device, rail transport, traffic signs, road

Obsah

Úvod.....	9
1 Teoretické základy řešeného problému	10
1.1 Železniční doprava	11
1.1.1 Výhody a nevýhody železniční dopravy.....	13
1.1.2 Právní předpisy v železniční dopravě	14
1.1.3 Železniční trať.....	15
1.1.4 Železniční stanice	17
1.2 Silniční doprava.....	18
1.2.1 Výhody a nevýhody silniční dopravy	19
1.2.2 Právní předpisy v silniční dopravě.....	20
1.2.3 Kategorie silničních vozidel	20
2 Analýza současného stavu v oblasti zabezpečení přejezdů	22
2.1 Definice a schéma železničního přejezdu.....	22
2.2 Členění železničních přejezdů	23
2.3 Značení železničních přejezdů.....	24
2.3.1 Přejezdy označené výstražnými kříži	25
2.3.2 Přejezdy označené návěstními deskami.....	27
2.4 Výstraha železničního přejezdu.....	29
2.4.1 Signály železničního přejezdu	30
2.4.2 Stavby železničního přejezdu	31
2.4.3 Ovládání železničního přejezdu.....	32
2.4.4 Úseky železničního přejezdu	32
2.4.5 Pravidla silničního provozu na železničním přejezdu	33
2.5 Počet železničních přejezdů a jejich zabezpečení	34
2.6 Přejezdové zabezpečovací zařízení	36
2.7 Členění železničních přejezdů dle zabezpečovacích zařízení	38

2.7.1	Přejezdy zabezpečené výstražným křížem	38
2.7.2	Přejezdy zabezpečené mechanickým přejezdovým zabezpečovacím zařízením (dále jen „PZM“)	39
2.7.3	Přejezdy zabezpečené světelným přejezdovým zabezpečovacím zařízením (dále jen „PZS“)	42
2.8	C – ROADS	44
2.9	Statistika dopravních nehod a mimořádných událostí na železničních přejezdech v ČR.....	49
2.9.1	Vývoj mimořádných událostí na železničních přejezdech v ČR v letech 2010 – 2019	49
2.9.2	Statistika dopravních nehod na železničních přejezdech.....	50
2.9.3	Mimořádné události na železničních přejezdech podle přejezdového zabezpečovacího zařízení.....	52
3	Zpracování návrhu na řešení dané problematiky.....	54
3.1	Návrh na implementaci výklopných desek ve vozovce pro přejezdy na silnicích I. třídy	54
3.2	Návrh na realizaci a umístění detektoru překážek pro přejezdy na silnicích II. třídy.....	55
3.3	Návrh na instalaci chytrých kamer a závor s červeným osvětlením pro přejezdy na silnicích III. třídy	57
4	Zhodnocení navrhovaného řešení	60
	Závěr	62
	Seznam zdrojů.....	64
	Seznam grafických objektů.....	66
	Seznam zkratk	68
	Seznam příloh	69

Úvod

Doprava se řadí mezi nejrychleji se rozvíjející odvětví národního hospodářství. Jejím hlavním posláním je přeprava osob, materiálu a nabízí široký soubor služeb, které jsou ve společnosti poptávány, přičemž zároveň naplňuje ekonomické potřeby společnosti.

Cílem diplomové práce je analyzování současného stavu bezpečnosti železničních přejezdů a na základě využití moderních technologií navrhnout nové prvky zabezpečení a tyto návrhy poté vyhodnotit.

Diplomová práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. Teoretická část diplomové práce na základě odborných publikačních pramenů charakterizuje oblast dopravy spolu s jejím členěním a rozebírá aspekty železniční a silniční dopravy, jejich výhody a nevýhody, ale také jejich právní předpisy.

Praktická část popisuje členění, úseky, ovládání, signály a počet železničních přejezdů, ale také jejich dopravní značení a současně se věnuje analýze současného stavu bezpečnosti a zabezpečení železničních přejezdů, které zajišťují bezpečnost a plynulost železničního a silničního provozu. Jsou zde rovněž uvedeny podstatné informace získané od správy železniční dopravní cesty a drážní inspekce České republiky. Tato část je zakončena výsledky zjištěných nedostatků, statistikou nehod a počtem mimořádných událostí, ke kterým při úrovnovém křížení železniční dráhy s pozemními komunikacemi na železničních přejezdech dochází.

Závěrečná část práce obsahuje návrhy pro zlepšení a zvýšení zabezpečení železničních přejezdů, při využití moderních technologií na snížení mimořádných událostí, ke kterým na železničních přejezdech při různých okolnostech dochází a zároveň také zhodnocení navrhovaných řešení, které jsou podrobně popsány v předchozí části.

Diplomová práce vychází z odborné literatury, legislativních pramenů, českých technických norem, internetových zdrojů a interních dokumentů organizace správy železnic a drážní inspekce České republiky.

1 Teoretické základy řešeného problému

Železniční a silniční doprava zaujímá ve světě velké postavení a má velký význam pro mnohé z nás. Tato kapitola je zaměřena na železniční a silniční dopravu, na jejich výhody a nevýhody, právní předpisy a rozdělení do kategorií dle dopravních prostředků. Spojitost a provázanost železniční dopravy se silniční dopravou má velké opodstatnění v tom, jelikož velmi často dochází ke křížení pozemní komunikace s železnicí.

Doprava je tvořena veřejnou (železniční doprava, silniční doprava, letecká doprava, vodní doprava, městská hromadná doprava) a neveřejnou dopravou (individuální doprava) a je možné ji vymezit z řady hledisek jako např. z hlediska organizačního, koncepčního plánování, působení nástrojů ekonomického řízení, financování apod.

Doprava patří mezi infrastrukturální odvětví a zahrnuje železniční, silniční, leteckou, vodní, potrubní, městskou hromadnou a ostatní dopravu. Zároveň zaujímá v hospodářsky a kulturně vyspělém státu důležitou funkci, a to jak v oblasti technické infrastruktury, tak především v oblasti národního hospodářství, kde má vliv na několik odvětví. V důsledku strategického postavení České republiky¹ a s tím přímo související vysoké investiční obtížnosti dopravy se téměř vždy v tomto odvětví uplatňovala vyšší míra vlivu státu.

Ve vyspělých státech v západní části Evropy je ve vlastnictví státu buď celá, nebo většinová část dopravní infrastruktury a jakékoliv zásahy státu jsou uskutečňovány v podobě nepřímých zásahů do dopravní soustavy.

Dopravu lze také členit z různých hledisek. Prvním z nich je členění z hlediska vedení dopravní cesty. Patří mezi ně pozemní, podzemní, podpovrchová, letecká, vodní a potrubní doprava. Dopravu lze také ovšem členit dle polohy výchozího a určujícího místa přepravy, a to na vnitrostátní, zahraniční a tranzitní.

Žemlička a Mynařík (2008) v publikaci *Doprava a přeprava* rozdělují dopravu z hlediska určení a provozovatele právě na:

- Dopravu veřejnou,
- Dopravu neveřejnou,

¹ V textu práce bude uváděna zkratka ČR

- Dopravu městskou,
- Dopravu speciální,
- Dopravu kombinovanou,
- Dopravu technologickou. [1]

1.1 Železniční doprava

Hlavním vlastníkem a provozovatelem železničních drah na území ČR byl v minulosti nejčastěji stát, ale železniční síť byla vybudována převážně soukromými vlastníky. V dnešní době je vlastníkem převážné části železničních tratí stát v zastoupení státního podniku, kterým je správa železniční dopravní cesty, která zajišťuje výstavbu, modernizaci a údržbu železniční infrastruktury.

V železniční dopravě rozeznáváme následující druhy rychlosti:

- rychlost základní – uvádí se v drážních předpisech,
- rychlost traťová – nejvyšší rychlost na železniční trati,
- stanovená rychlost – rychlost předepsaná jednotlivým vlakům, [1]

Železniční doprava se vyznačuje kolejovými vozidly, která se rozdělují následujícím způsobem:

- hnací – jsou určena pro tažení, nebo tlačení vozů,
- přípojná – určena pro přepravu zboží a osob,
- speciální vozidla – využívají se pro zabezpečení provozu a jiné speciální úkoly,

Železniční vozidla se dělí do různých skupin, a to:

I. „Dle funkce

- hnací – lokomotivy, motorové vozy, hnací jednotky,*
- přípojná – osobní, nákladní, služební vozy,*
- speciální – vozy pro údržbu kolejového vedení, měřicí, nehodové, pro údržbu tratí, sněhové pluhy a frézy,*

II. Dle konstrukce pojezdové dráhy

- a) *Adhezní,*
- b) *Ozubnicová,*

III. Dle rozchodu kolejnic

- a) *S normálním rozchodem 1 435 mm,*
- b) *S úzkým rozchodem např. 600, 760 mm,*
- c) *Se širokým rozchodem např. 1 524, 1 600 mm. “ [1, s. 117]*

Hnací železniční vozidla se člení:

I. „Dle konstrukce

- a) *Lokomotivy,*
- b) *Motorové vozy,*
- c) *Jednotky,*

II. Dle druhu trakce

- a) *Motorová,*
- b) *Elektrická,*
- c) *Parní,*
- d) *Turbínová,*

III. Dle použití

- a) *Osobní,*
- b) *Nákladní,*

IV. Dle přívodu energie

- a) *Nezávislá – motorová, parní, turbínová trakce,*
- b) *Polozávislá – akumulátorová, setrvačnicková,*
- c) *Závislá – elektrická trakce,*

V. Dle pohonu dvojkolí

- a) *S individuálním pohonem,*
- b) *Se skupinovým pohonem,*

VI. Dle počtu dílů

- a) *Jednodílná,*
- b) *Dvojdílná,*
- c) *Vícedílná,*

Přípojná železniční vozidla, která slouží k přepravě osob v osobní dopravě a pro přepravu zboží v nákladní dopravě se dělí na:

- a) *Osobní,*
- b) *Nákladní,*
- c) *Speciální.*“ [1, s. 117 - 118]

1.1.1 Výhody a nevýhody železniční dopravy

Každý z druhů dopravy má své výhody a nevýhody. Mezi výhody železniční dopravy patří:

- spolehlivost dopravních prostředků,
- nižší náklady oproti kamionové přepravě,
- transport obrovských zásilek,
- přeprava nebezpečných nákladů,

Naopak mezi nevýhody železniční dopravy se často řadí:

- velmi vysoký podíl fixních nákladů,
- závislost na jízdních řádech, které mohou následně snižovat přepravní rychlost,
- omezená flexibilita,
- nesnadná dostupnost v terénu a likvidace škod při nehodě spojená se záchranou lidských životů,
- snížený manévrovací prostor, [2]

Výhody a nevýhody železniční dopravy lze charakterizovat různými způsoby. Žemlička a Mynařík (2008) v publikaci Doprava a přeprava uvádějí právě tyto její silné stránky, mezi které patří:

- a) vysoká hustota železničních tratí,
- b) návaznost železniční sítě na sítě ostatních okolních států,

Oproti silným stránkám naopak za slabé stránky považují:

- a) pokles podílu na celkových přepravních výkonech nákladní dopravy,
- b) ztrátovost provozu dopravce Českých drah,
- c) nekvalitní příměstská doprava,
- d) odliv cestujících na individuální automobilovou dopravu,
- e) zaostávající traťová rychlost,
- f) přechodnost tratí,
- g) zastaralý vozový park,

„Zastavení poklesu souvisí s rostoucí nabídkou, zvýšením kvality, zejména dálkové dopravy, dosažením minima přepravy na regionálních tratích. Bude třeba pokračovat v investicích do modernizace tratí a do modernizace vlaků příměstské a regionální dopravy. V nákladní dopravě se dá předpokládat zvyšování podílů železniční dopravy v souvislosti s dobudováním koridorů a zpoplatňováním sítě dálnic a rychlostních silnic.“
[1, s. 41]

1.1.2 Právní předpisy v železniční dopravě

Mezi důležité právní předpisy vztahující se k železniční dopravě patří:

Zákon č. 266/1994 Sb., o drahách, nařízení vlády č. 1/2000 Sb. o přepravním řádu pro veřejnou drážní nákladní dopravu. Dále poté nařízení vlády č. 133/2005 Sb., o technických požadavcích na provozní a technickou propojenost evropského železničního systému.

Zákon č. 77/2002 Sb., o akciové společnosti České dráhy, státní organizaci Správa železniční dopravní cesty a zákon č. 77/1997 Sb., o státním podniku, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhlášky:

- Vyhláška č. 177/1995 Sb., vyhláška Ministerstva dopravy, kterou se vydává stavební a technický řád drah,
- Vyhláška č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb, [1]

1.1.3 Železniční trať

Podél železničních tratí jsou rozmístěny stanoviště, které slouží k obsluze zastávek, závor, vleček a kolejových křižovatek. Železniční tratě jsou složeny ze tří hlavních částí:

- a) železničního spodku,
- b) železničního svršku,
- c) železničních staveb,

„Základní normou pro železniční tratě je průjezdný průřez. Rozměry železničních vozidel jsou omezeny do výšky a šířky nad temenem kolejnic obrysem pro železniční vozidla. Jedná se o vnější obrazec v rovině kolmé k ose koleje, do něhož je příčný průřez vozidla vepsán. Aby byla zajištěna dostatečně velká vůle mezi železničním vozidlem a stavbami vedle koleje a nad kolejí.

Průjezdný průřez je stanoven předpisem. V ČR musí být dodržen průjezdný průřez I – SM/ČD a na elektrifikovaných tratích I – Sme/ČD. Železniční tratě jsou podle nejvyšší přípustných hmotností na nápravu a hmotností na běžný metr vozu zařazeny do tříd, které udává tabulka:“ [1, s. 122]

Tab. 1.1 Zařazení železničních tratí do tříd

Trat'ová třída	Hmotnost na nápravu (t)	Hmotnost na běžný metr vozu (t/m)
A	16	5
B1	18	5
B2	18	6,4
C2	20	6,4
C3	20	7,2
C4	20	8
D2	22,5	6,4
D3	22,5	7,2
D4	22,5	8

Zdroj: vlastní zpracování podle [1, s. 122].

Železniční spodek - zajišťuje styk železniční trati a terénu. Důležitým prvkem je únosnost a stabilita, ale také dokonalé odvodnění. Součástí železničního spodku jsou násypy, zářezy a odřezy,

Železniční svršek - na základě konstrukce tvoří jízdní dráhu pro pohybující se železniční vozidla. Skládá se z kolejnic, pražců, drobného kolejiva a výhybek. Zaručuje spolehlivé vedení železničních vozidel při jízdě a přináší sebou dynamické síly, které se vytváří při jízdě na železniční spodek,

Kolejnice – tvoří část jízdní dráhy kolejových vozidel. Skládá se z hlavy, stojiny a paty. V ČR se na železnicích používají tři druhy kolejnic, a to R 65, S 49 a UIC 60, přičemž písmeno označuje tvar kolejnice a její únosnost, číslo pak znamená hmotnost jednoho metru kolejnice. Nejčastěji se používají kolejnice o délce 25 m,

Pražce – zabezpečují konstantní rozchod kolejí. Existují pražce příčné, ale vyskytují se i pražce podélné. K jejich výrobě se používá předpjatý beton, ocel, dřevo, ale i syntetické materiály,

Drobné kolejivo – propojuje jednotlivé díly kolejnice a upevňuje je k pražcům,

Kolejové lože – přesunuje síly z pražců na železniční spodek, který vytváří hranici mezi železničním svrškem a spodkem. Skládá se ze šterku a rovněž odvádí dešťovou vodu,

Výhybky – využívají se k rozvětvení kolejí do dvou nebo více kolejí. Vytváří spojitou jízdní dráhu pro přejíždění vlaků, aniž by vlaky byly nuceny přerušit svou jízdu.

1.1.4 Železniční stanice

„Železniční stanice dělíme dle různých hledisek:

1. Podle polohy na železniční síti

- a) výchozí – tvoří výchozí a koncové místo železniční trati,*
- b) mezilehlé – mají koleje pro křižování a předjíždění vlaků,*
- c) přípojné – železniční stanice na hlavních tratích, k nimž se připojují vedlejší tratě,*
- d) odbočné – železniční stanice, v nichž se trať dělí na více částí,*
- e) křižovatkové – křižují se v nich železniční tratě přibližně stejné důležitosti,*
- f) styčné – stýkají se v nich dvě tratě,*
- g) uzlové – železniční tratě, v nichž se sbíhá, nebo odbočuje více tratí,*
- h) úvratové – železniční trať pokračuje v opačném směru,*
- i) stykové – stýkají se v nich elektrizované tratě s různými proudovými soustavami.*

2. Podle povahy prováděných prací

- a) osobní,*
- b) nákladní,*
- c) smíšené,*
- d) seřadovací,*
- e) pohraniční přechodové.“ [1, s. 124-125]*

1.2 Silniční doprava

Pozemní komunikace je charakteristická zpevněnou vozovkou a je určena pro provoz silničních vozidel, která slouží k přepravě osob a patřičných nákladů.

„Pozemní komunikace se dále člení dle určení, technického vybavení a dopravního významu v souladu se zákonnými normami“: [1, s. 104]

1. dálnice – spojuje nejvýznamnější centra a slouží pro provoz silničních motorových vozidel, která splňují rychlost stanovenou pravidly daného provozu. Jsou ve vlastnictví státu a ve správě Ředitelství silnic a dálnic². Křížení s ostatními komunikacemi je pak mimoúrovňové,
2. silnice – tímto pojmem je často označována veřejně přístupná komunikace, která má úrovňové i mimoúrovňové křižovatky. Dělí se na:

Silnice I. třídy – rychlostní silnice, které jsou zpravidla určeny pro dálkovou a mezinárodní dopravu. Jsou ve vlastnictví státu a ve správě ŘSD a jsou přístupné pouze silničním motorovým vozidlům,

Silnice II. třídy – jsou ve vlastnictví krajů, určeny pro dopravu mezi okresy,

Silnice III. třídy – rovněž ve vlastnictví krajů, určeny k propojení obcí, případně k jejich napojení na ostatní pozemní komunikace,

„Silnice můžeme dále dělit:

- *dle počtu jízdních pruhů*
 - a) *jednopruhové,*
 - b) *dvoupruhové,*
 - c) *třípruhové,*
 - d) *vícepruhové,*
- *dle počtu dopravních směrů*
 - a) *jednosměrné,*
 - b) *obousměrné,*

² V textu práce bude uváděna zkratka ŘSD

- *dle rozestupu dopravních směrů*

- a) *směrově rozdělené,*
- b) *směrově nerozdělené,*

- *dle účelu*

- a) *mezinárodní silnice,*
- b) *dálkové silnice,*
- c) *výpadové silnice,*
- d) *rychlostní silnice,*
- e) *okružní silnice,*
- f) *rekreační silnice.* “ [1, s. 104]

1. *místní komunikace* – jsou jimi označovány veřejně přístupné komunikace pro místní dopravu v obcích. Z velké části podléhají vlastnictví obcí,
2. *účelové komunikace* – jsou určeny především pro obsluhu lesních a zemědělských pozemků, ale rovněž také slouží ke spojení jednotlivých nemovitostí s ostatními pozemními komunikacemi,
3. *Křižovatky* – označení pro místo, kde se pozemní komunikace protínají, nebo stýkají a alespoň dvě z nich jsou navzájem propojeny. Každá křižovatka musí mít dostatečnou propustnost. Pokud dojde k tomu, že se dvě pozemní komunikace protínají, a to bez vzájemného propojení, jde o tzv. křížení. Křížením se rozumí taktéž křížení dopravních cest pro různé druhy pozemní dopravy, např. železniční tratě se silnicí apod.,

1.2.1 Výhody a nevýhody silniční dopravy

Prostřednictvím silniční dopravy lze přepravovat velmi širokou škálu zboží. Představuje především velká pozitiva v rychlosti a operativnosti. Pro svou univerzálnost získala silniční doprava ve světě dominantní postavení a stala se tak velmi významným druhem dopravy.

Výhody silniční dopravy:

- varianta přepravy „z domu do domu“,
- hustá síť pozemních komunikací,

- poměrně velká univerzálnost,
- možnost přepravy nákladů se speciálními potřebami,

Nevýhody silniční dopravy:

- dopravní kolony,
- negativní vliv na životní prostředí,
- částečný vliv podnebí,
- těžko odhadnutelné doby přepravy,

1.2.2 Právní předpisy v silniční dopravě

Mezi důležité právní předpisy vztahující se k silniční dopravě patří:

Zákon č. 150/2000 Sb., o silniční dopravě, ve znění pozdějších předpisů, dále zákon č. 304/1995 Sb., zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů.

Důležitým zákonem je zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. Dále pak i zákon č. 247/2000 Sb., o získávání a zdokonalování odborné způsobilosti k řízení motorových vozidel a o změnách některých zákonů, ale také zákon č. 12/1997 Sb., o bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích spolu se zákonem č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích.

Vyhlášky:

- Vyhláška č. 104/1997 Sb., vyhláška Ministerstva dopravy a spojů, kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích,
- Vyhláška č. 294/2015 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích, [1]

1.2.3 Kategorie silničních vozidel

Silniční vozidla se dělí do různých kategorií:

1. „Dle vyhlášky 102/95 Sb. (kategorie vozidel)

- *kategorie L: motorová vozidla s 2 nebo 3 koly,*
- *kategorie M: motorová vozidla s minimálně 4 koly určená pro přepravu osob,*
- *kategorie N: motorová vozidla s minimálně 4 koly určená pro přepravu zboží,*

- *kategorie T: traktory,*
- *kategorie O: přípojná vozidla,*
- *kategorie R: ostatní vozidla,*

2. Dle způsobu pohonu

- *motorová vozidla: jsou poháněná vlastním motorem,*
- *přípojná vozidla: nejsou opatřena vlastním motorem a jsou tažena motorovými vozidly,*

3. Dle rozložení kol

- *jednostopá vozidla: mají kola umístěná v jedné rovině osy souměrnosti vozidla,*
- *dvou a vícestopá vozidla: mají rozložená kola ve dvou nebo více rovinách osy souměrnosti vozidla. “ [1, s. 97]*

2 Analýza současného stavu v oblasti zabezpečení přejezdů

Následující kapitola bude zaměřena železniční přejezdy. Bude popsáno členění, značení, počet a především zabezpečení železničních přejezdů v ČR, které jsou zabezpečeny s pomocí přejezdového zabezpečovacího zařízení. Dále budou popsány stavy, signály, úseky, ale také ovládání železničního přejezdu. Pro představu bude znázorněno i schéma železničního přejezdu a popsán projekt C-Roads³. Uvedena jsou rovněž i pravidla silničního provozu na železničním přejezdu, která jsou doplněna statistickými údaji a následným srovnáním o počtu dopravních nehod a mimořádných událostech na železničních přejezdech, a to i dle přejezdového zabezpečovacího zařízení v letech 2017 – 2019.

2.1 Definice a schéma železničního přejezdu

Železniční přejezd popisuje zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů č. 361/2000 Sb. následujícím způsobem:

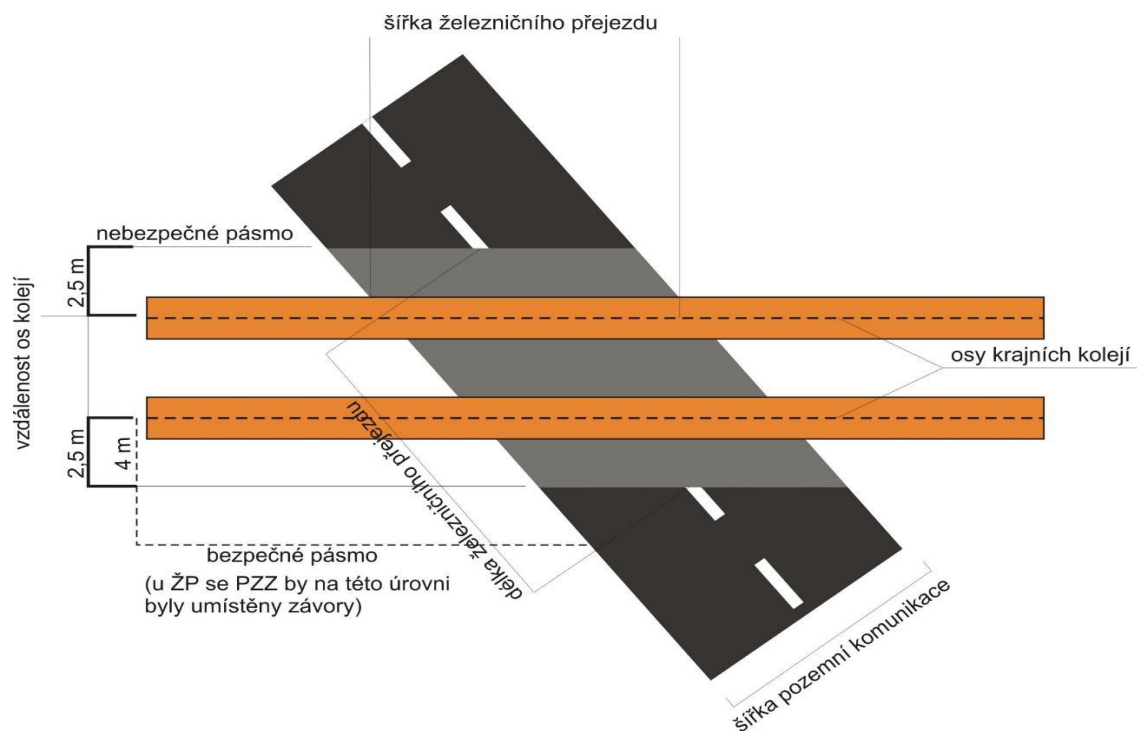
„Železniční přejezd je místo, kde se úrovně kříží pozemní komunikace se železnicí, popřípadě s jinou dráhou ležící na samostatném tělese, a označené příslušnou dopravní značkou.“ [3]

Rozděluje se na:

- a) otevřený přejezd - stav přejezdu v čase, kdy přejezdové zařízení neomezuje provoz na pozemní komunikaci a nezabraňuje řidiči motorového vozidla vjet v daném čase na železniční přejezd,
- b) uzavřený přejezd - přejezd v čase, kdy přejezdové zařízení dává uživatelům pozemní komunikace přísný zákaz jízdy přes železniční přejezd, [4]

Hlavoň a Kalupová (2013) v knize Teorie a konstrukce dopravních systémů – železniční dráha, znázorňují schéma železničního přejezdu následujícím způsobem, viz Obr. 2.1.

³ C-Roads - projekt, který je spojený s mezinárodní iniciativou C-ROADS. Cílem projektu je harmonizace a spolupráce při zavádění systémů C-ITS ve státech střední Evropy. Systémy C-ITS využívají data generovaná při jízdě vozidel, která si tyto data vyměňují mezi sebou, ale také s okolní infrastrukturou.



Obr. 2.1 Schéma železničního přejezdu

Zdroj: [5].

2.2 Členění železničních přejezdů

Dle ČSN 73 6380 se železniční přejezdy člení následujícím způsobem, a to na:

- **„přejezdy podle doby trvání jejich potřeby:**

a) trvalé,

b) dočasné,

- **přejezdy podle počtu křížených kolejí:**

a) jednokolejné,

b) dvoukolejné a vícekolejné,

- **přejezdy podle úhlu křížení pozemní komunikace s dráhou:**

a) kolmé,

b) šikmé,

- ***přejezdy podle druhu pozemní komunikace:***

- a) *na silnici,*

- b) *na místní komunikaci,*

- c) *na účelové komunikaci,*

- ***přejezdy podle povahy a účelu dráhy:***

- a) *přes celostátní dráhu,*

- b) *přes regionální dráhu,*

- c) *přes vlečku,*

- d) *přes tramvajovou dráhu,*

- ***přejezdy podle nejvyšší dovolené rychlosti silničních vozidel na přejezdu:***

- a) *přejezdy s nejvyšší dovolenou rychlostí 30 km/h,*

- b) *přejezdy s nejvyšší dovolenou rychlostí 50 km/h,*

- c) *přejezdy s odlišně omezenou rychlostí,*

- ***přejezdy podle zabezpečení:***

- a) *přejezdy zabezpečené pouze výstražným křížem,*

- b) *přejezdy vybavené přejezdovým zabezpečovacím zařízením,*

- c) *přejezdy řízené světelným signalizačním zařízením ovládaným jízdou tramvaje,*

- ***přejezdy podle způsobu používání uživateli pozemní komunikace:***

- a) *přejezdy trvale používané,*

- b) *přejezdy uzavřené závorami, otevírané na požádání,*

- c) *přejezdy opatřené mimo období používání uzamykatelnými zábranami znemožňujícími vjezd.“ [6]*

2.3 Značení železničních přejezdů

Dochází-li u železničních přejezdů ke křížení železniční tratě s pozemní komunikací, musí být v každém případě železniční přejezd patřičně označen dopravními značkami tak, aby se účastníci silničního provozu včas dozvěděli, že se blíží k železničnímu přejezdu.

2.3.1 Přejezdy označené výstražnými kříži

Jedná se o železniční přejezdy bez technického zabezpečení (viz Obr. 2.2), které se vyznačují menší intenzitou silničního provozu a nejsou vybaveny přejezdovým zabezpečovacím zařízením (dále jen „PZZ“). Tyto přejezdy jsou označeny jen výstražnými kříži, které se umísťují před železniční přejezd. Pokud rozhledové podmínky na přejezdu nejsou zcela ideální (např. zalesněná oblast), tak v takové situaci bývají výstražné kříže doplněny i dopravní značkou „STOP“, která účastníkovi silničního provozu dává jasně najevo, aby zastavil vozidlo v místě tak, aby měl co nejlepší rozhled na přejezd. Nevyskytují se na vícekolejných tratích, nebo na tratích s traťovou rychlostí větší než 60 km/h, pokud ovšem nejde o přechod pro pěší, kde je nejvyšší traťová rychlost větší než 100 km/h.



Obr. 2.2 *Železniční přejezd označený výstražným křížem*

Zdroj: vlastní foto.

Výstražný kříž pro železniční přejezd jednokolejný

Značka č. A32a zvýrazněná je situovaná u přejezdu se závorami i bez závor, s přejezdovým zabezpečovacím zařízením nebo bez něho. Umisťuje se před železničním přejezdem, nebo nad přejezdovým zabezpečovacím zařízením, viz Obr. 2.3.



Obr. 2.3 Výstražný kříž pro železniční přejezd jednokolejný A32a

Zdroj: [7].

Výstražný kříž pro železniční přejezd vícekolejný

Dopravní značka A32b zvýrazněná se umisťuje u přejezdu, kde jsou položeny dvě, anebo více kolejí a je umístěna při pravém okraji pozemní komunikace ve vzdálenosti 4 m od krajní osy koleje. V krajním případě ji ovšem lze umístit i v levém úseku pozemní komunikace, (viz Obr. 2.4).



Obr. 2.4 Výstražný kříž pro železniční přejezd vícekolejný A32b

Zdroj: [8].

2.3.2 Přejezdy označené návěstními deskami

Návěstní deska A31c je označení pro dopravní značku, která je typická červeným šikmým pruhem na bílém podkladu, který směřuje ke středu silnice. Umisťuje se 80 m před železničním přejezdem na který tak upozorňuje, viz Obr. 2.5.



Obr. 2.5 Návěstní deska A31c

Zdroj: [9].

Návěstní deska A31b je označení pro dopravní značku, na které se nachází dva červené šikmé pruhy, které směřují ke středu silnice, viz Obr. 2.6. Dopravní značka upozorňuje účastníka silničního provozu na to, že se blíží k železničnímu přejezdu, který se nachází ve vzdálenosti 160 m.



Obr. 2.6 Návěstní deska A31b

Zdroj: [10].

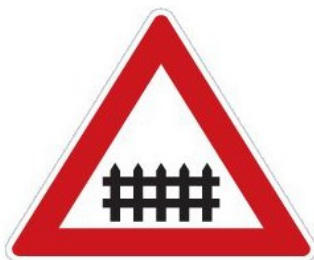
Návěstní deska A31a je označení pro dopravní značku, na které jsou znázorněny tři červené šikmé pruhy, které směřují ke středu silnice, viz Obr. 2.7. Značka má za úkol informovat účastníky silničního provozu o tom, že se ve vzdálenosti 240 m nachází železniční přejezd.



Obr. 2.7 Návěstní deska A31a

Zdroj: [11].

Značka A29 upozorňuje na železniční přejezd vybavený mechanickým přejezdovým zabezpečovacím zařízením, tj. celými nebo polovičními závory.



Obr. 2.8 Dopravní značka železničního přejezdu se závory (A29)

Zdroj: [12].

Dopravní značka A30 slouží k upozornění na železniční přejezd bez závor.



Obr. 2.9 Dopravní značka železničního přejezd bez závor (A30)

Zdroj: [13].

2.4 Výstraha železničního přejezdu

Výstraha na železničním přejezdu by měla být správně nastavena tak, aby uživatel pozemní komunikace při spuštění výstrahy metr před výstražníkem (nebo závorou, přečnívá-li před výstražník), minul závoru za přejezdem předtím, než se její břevno začne sklápět. Výstraha by měla být řádně ukončena ihned, jakmile konec železničního vozidla mine přejezd. Jestliže je přejezd s PZZ ve funkčním stavu, tak dává výstraha přejezdu prostřednictvím PZZ najevo, že se do prostoru přejezdu blíží vlak. Na základě vybavení příslušného typu železničního přejezdu existují následující signalizace výstrahy:

- a) světelná,
- b) zvuková,
- c) mechanická,

Světelná výstraha

Je směřována proti směru provozu na pozemní komunikaci a je poskytována dvěma červenými střídavě přerušovanými červenými světly, která musejí přetrvávat po celou dobu výstrahy. Dojde-li k poruše svícení jednoho z červených světél, nesmí být zařízením zamezeno svícení ostatních červených světél. U světelné výstrahy musí být doba sklápění břevna závoru nejvíce 10s.

Zvuková výstraha

Jedná se o zvukovou výstrahu, která je typická svým přerušovaným zvukovým signálem, který musí být jasně zřetelný a slyšitelný a zároveň nesmí být použitý k jinému účelu. Zvuková výstraha doprovází sklápění břevna závor do koncového procesu, jakmile ovšem dojde k docílení koncové polohy, tak se zvuk vypne.

Mechanická výstraha

Je poskytována sklápěným, sklopeným a zvedaným břevnem závor. Břevno závor je vyrobeno z lehkého materiálu, aby jej případně motorové vozidlo mohlo kdykoliv přerazit, jestliže před ním z nějaké příčiny nedokáže zastavit. Zvednuté břevno závor je uzpůsobeno tak, aby nezasahovalo do průjezdného prostoru pozemní komunikace. Doba zvedání břevna závor musí být nejvíce 18s. Sklopené břevno závor naopak musí zasahovat alespoň 90% šířky jízdního pruhu. [14]

2.4.1 Signály železničního přejezdu

Složky, které jsou pevnou součástí železničního přejezdu. Informují účastníky silničního provozu o hrozícím nebezpečí na železničním přejezdu. Informace je účastníkům silničního provozu předávána prostřednictvím výstražného, varovného, nebo pozitivního signálu.

Výstražný signál – upozorňuje uživatele pozemní komunikace před ohrožením železničním vozidlem – uzavřený přejezd (viz Obr. 2.10), v případě, že na přejezdu bliká červené světlo, tedy tzv. výstražný signál, nesmí na něj motorové vozidlo vjet,



Obr. 2.10 Výstražný signál na železničním přejezdu

Zdroj: [15].

Pozitivní signál – jeho úkolem je obeznámit uživatele pozemní komunikace o tom, že v blízkosti železničního přejezdu se nenachází železniční vozidlo, které by jej mohlo ohrozit na životě (viz Obr. 2.11). Pokud svítí bílé světlo, uživatel motorového vozidla může železniční přejezd překročit,



Obr. 2.11 Pozitivní signalizace na železničním přejezdu

Zdroj: [16].

Varovný signál - zpráva, která nedává uživateli pozemní komunikace najevo, zda se k přejezdu přibližuje, nebo nepřibližuje železniční vozidlo, které by jej mohlo ohrozit, Všechny uvedené signály patří k podstatným hlediskům bezpečnosti na železničních přejezdech. Nadále je pak zcela klíčové, aby tyto signály byly snadno pochopitelné a aby je účastníci provozu na pozemních komunikacích řádně, a především správně vyhodnotili, aby nedocházelo ke vzniku mimořádných událostí (nehodám) na pozemních komunikacích. [14]

2.4.2 Stavy železničního přejezdu

K tomu, aby PZZ správně fungovalo, musejí jednotlivé prvky, které mají elektrickou, nebo mechanickou závislost správně fungovat. U každého z těchto prvků může občas dojít k situaci, nebo může nastat závada (opotřebení materiálu, selhání výpočetní techniky, nebo zvukového zařízení apod.) a PZZ tak přestane fungovat, jak má. V návaznosti na tyto nenadálé skutečnosti může dojít k těmto stavům:

- a) bezporuchový stav – aktuální stav přejezdového zařízení, kdy na něm není zaznamenán nouzový ani poruchový stav,
- b) poruchový stav – stav přejezdového zařízení ve chvíli, kdy na něm došlo k závadě, která může ohrozit bezpečnost provozu na přejezdu,
- c) pohotovostní stav – status přejezdového zařízení v čase, kdy na něm není vyhodnocena žádná porucha,
- d) nouzový stav – stav přejezdového zařízení při závadě, která za žádných okolností nemůže ohrozit bezpečnost provozu na přejezdu,

2.4.3 Ovládání železničního přejezdu

Železniční přejezd je ovládán automaticky, a to prostřednictvím PZZ a ovládacích prvků, které jsou přímo závislé na jízdě železničního vozidla. Vede-li přes železniční přejezd více kolejí, vyhodnocuje se ovlivnění ovládacích prvků pro jednotlivou kolej zvlášť. Každá kolej má na straně přejezdu na začátku přibližovacího úseku umístěný zapínací prvek a v bezprostřední blízkosti přejezdu vypínací prvek. Zapínací prvek se umísťuje ve směru jízdy železničního vozidla před přejezdem a stává se tak prvkem kontrolním. Vypínací prvek, který je přímo závislý na jízdě železničního vozidla musí umožnit bezpečné vyhodnocení, pokud železniční vozidlo přejezdem projelo.

„Vypínací prvek nesmí být za přejezdem dále než:

- a) 150 m, pokud se jedná o přejezd účelové komunikace,
- b) 200 m směrem do tratě, pokud se jedná o přejezd silnice III. třídy,
- c) 150 m směrem do dopravní, pokud se jedná o přejezd silnice III. třídy,
- d) 125 m směrem do tratě, pokud se jedná o přejezd silnice I. nebo II. třídy,
- e) 75 m, pokud se jedná o přejezd, nebo přechod mezi výhybkami dopravní s kolejovým rozvětvením,
- f) 75 m v ostatních případech.“ [14 s. 25]

2.4.4 Úseky železničního přejezdu

Každý železniční přejezd je ovlivňován mnoha faktory a akčními prvky, které se nacházejí v tzv. obvodu přejezdu. Do tohoto obvodu se řadí také ovládací úsek přejezdu. Existují následující úseky železničního přejezdu.

Jsou jimi:

- a) přibližovací úsek - část obvodu železničního přejezdu, u kterého se spustí výstraha, když se blíží železniční vozidlo k obvodu. Nachází se před přejezdem ve směru jízdy vlaku,
- b) anulační úsek – označuje se tak ovládací úsek anulačního stavu, který má za úkol ukončit výstrahu po průjezdu železničního vozidla (vlaku) do základního stavu, nebo znovu do výstražného stavu,
- c) vzdalovací úsek – část obvodu železničního přejezdu, nachází se za přejezdem ve směru jízdy železničního vozidla.

2.4.5 Pravidla silničního provozu na železničním přejezdu

Na železničních přejezdech platí následující pravidla silničního provozu:

„Železniční přejezd

§28

- *Před železničním přejezdem si musí řidič počínat zvláště opatrně, zejména se přesvědčit, zda může železniční přejezd bezpečně přejet.*
- *Vozidla se před železničním přejezdem řadí za sebou v pořadí, ve kterém přijela. Nejde-li o souběžnou jízdu nebo o jízdu podle §12 odst. 2, směji vozidla přejíždět přes železniční přejezd jen v jednom jízdním proudu.*
- *Ve vzdálenosti 50 m před železničním přejezdem a při jeho přejíždění smí řidič jet rychlostí nejvýše 30 km/h. Svítí-li přerušované bílé světlo signálu přejezdového zabezpečovacího zařízení, smí 50 m před železničním přejezdem a při jeho přejíždění jet rychlostí nejvýše 50 km/h. Při přejíždění železničního přejezdu nesmí řidič zbytečně prodlužovat dobu jeho přejíždění.*
- *Dojde-li k zastavení vozidla na železničním přejezdu, musí jeho řidič odstranit vozidlo mimo železniční trať, a nemůže-li tak učinit, musí neprodleně učinit vše, aby řidiči kolejových vozidel byli před nebezpečím včas varováni.*
- *Před železničním přejezdem, u kterého je umístěna dopravní značka “Stůj dej přednost v jízdě!“, musí řidič zastavit vozidlo na takovém místě, odkud má náležitý rozhled na trať.*

§29

- *Řidič nesmí vjíždět na železniční přejezd,*

- *je-li dávana výstraha dvěma červenými střídavě přerušovanými světly signálu přejezdového zabezpečovacího zařízení,*
- *je-li dávana výstraha přerušovaným zvukem houkačky nebo zvonku přejezdového zabezpečovacího zařízení,*
- *sklápějí-li se, jsou-li sklopeny nebo zdvihají-li se závory,*
- *je-li již vidět nebo slyšet příjíždějící vlak nebo jiné drážní vozidlo nebo je-li slyšet jeho houkání nebo pískání; toto neplatí, svítí-li přerušované bílé světlo signálu přejezdového zabezpečovacího zařízení,*
- *dává-li znamení k zastavení vozidla zaměstnanec dráhy kroužením červeným nebo žlutým praporkem a za snížené viditelnosti kroužením červeným světlem,*
- *nedovoluje-li situace za železničním přejezdem jeho bezpečné přejetí a pokračování v jízdě.“ [17]*

2.5 Počet železničních přejezdů a jejich zabezpečení

V tabulce 2.1 je uveden počet železničních přejezdů v ČR a jejich zabezpečení k 31. 12. 2019. Záznamy na internetových stránkách zveřejnil provozovatel dráhy státní organizace správa železniční dopravní cesty (dále jen „SŽDC“).

Cílem SŽDC je nepoužívané a rizikové železniční přejezdy zrušit a zvolit jinou variantu mimoúrovňového křížení železniční trati s pozemní komunikací. Tyto změny by měly přispět k daleko větší bezpečnosti, i když nebude úplně jednoduché je uskutečnit. Množství železničních přejezdů, které jsou uvedeny v tabulce, se člení na železniční přejezdy zabezpečené přejezdovým zabezpečovacím zařízením a na železniční přejezdy zabezpečené výstražným křížem. Na rušných pozemních komunikacích jsou železniční přejezdy zabezpečeny světelným PZZ. Přejezdy, které jsou zabezpečeny světelným PZZ se závorami jsou mnohem bezpečnější, ale rovněž jsou nákladnější a proto jsou na rizikovějších železničních přejezdech tyto přejezdy doplněny závorami.

V největším počtu jsou železniční přejezdy zastoupeny na účelových komunikacích. Přibližně ve stejném počtu jsou místní komunikace a silnice III. třídy. Z celkového množství železničních přejezdů se 569 železničních přejezdů nachází na silnicích II. třídy a jen 162 železničních přejezdů je na silnicích I. třídy. Celkové množství a údaje o počtu železničních přejezdů v ČR a jejich zabezpečení jsou detailně uvedeny v tabulce (viz Tab. 2.1).

Tab. 2.1 Počet železničních přejezdů v ČR a jejich zabezpečení (2019)

Počet železničních přejezdů v České republice (stav k 31. 12. 2019)		
Údaje	Jednotka	Počet
Počet přejezdů celkem	kus	7 825
Přejezdy zabezpečené pouze výstražným křížem	kus	3 658
Přejezdy zabezpečené přejezdovým zabezpečovacím zařízením (PZZ)	kus	4 167
Přejezdy zabezpečené světelným PZZ	kus	3 863
PZS se závorami	kus	1 475
PZS bez závor	kus	2 388
Přejezdy zabezpečené mechanickým PZZ	kus	281
PZM obsluhované na dálku	kus	64
PZM obsluhované místně	kus	217
PZM obsluhované kombinovaně	kus	0
PZM 2 (přejezdy trvale opatřeny uzamykatelnou zábranou, odstraňovanou na požádání)	kus	105
PZZ ostatní (jednodrátové, otočné, posuvné závory)	kus	23
Přejezdy na silnicích I. třídy	kus	162
Přejezdy na silnicích II. třídy	kus	569
Přejezdy na silnicích III. třídy	kus	1 464
Přejezdy na místních komunikacích	kus	1 774
Přejezdy na účelových komunikacích	kus	3 856
Zrušené přejezdy ve sledovaném roce	kus	38
Prodané přejezdy ve sledovaném roce	kus	0
Nově zřízené přejezdy ve sledovaném roce	kus	7

Zdroj: vlastní zpracování podle [18].

2.6 Přejezdové zabezpečovací zařízení

První zabezpečovací zařízení, které se využívaly v železničních stanicích, byly vždy úzce spjaty s působením člověka. Mechanické zabezpečovací zařízení byly při správném použití téměř vždy jistotou. Dnes na ně můžeme narazit jen v ojedinělých případech. Později s rozvojem železniční dopravy, a hlavně se zvýšením rychlosti vlaků přestaly tyto zařízení vyhovovat a byly postupně nahrazeny elektronickými zabezpečovacími systémy.

Na základě druhu zabezpečovacího zařízení je zajišťována bezpečná jízda vlakových souprav. S ohledem na konstrukci, konstrukční součástky, zapojení a prvky elektrického obvodu ovšem existují různé typy zabezpečovacího zařízení, které se rozdělují na:

- staniční - zabezpečují jízdu vlaků v železničních stanicích. Nejmodernější zabezpečovací zařízení jsou řízena výpočetní technikou. Existuje několik typů zabezpečovacích zařízení (mechanická, elektromechanická, elektrodynamická, reléová),
- traťová - zaručují bezpečnost jízdy železničního vozidla na tratích. Mohou být buď poloautomatické, automatické, nebo dálkové,
- vlaková - jejich úkolem je zajistit přenos signálu na stanoviště strojvedoucího. K vybavení zařízení patří i tzv. autostop, který automaticky zastaví vlakovou soupravu, i když strojvedoucí vlak nezastaví,
- přejezdová – jejich hlavním úkolem je zajistit bezpečnost na železniční trati, ale i na křižující silnici,

Součástí přejezdových zabezpečovacích zařízení jsou:

- *„závory (v šíři celé komunikace, nebo pouze poloviční a jsou ovládány ručně, nebo automaticky),*
- *výstražné kříže (upozorňuje řidiče automobilů na železniční přejezd),*
- *automatická přejezdová výstražná zařízení (mohou být závorová, zvuková a světelná a jsou ovládána přímo jedoucí vlakovou soupravou).“ [4 s. 128]*

Speciální předpis provozovatele dráhy předepisuje, zda jízda železničního vozidla na přejezd může být povolena, ale jen za předpokladu, pokud je přejezdové zařízení schopno pro jeho jízdu dávat výstrahu, nebo je bezpečnost na přejezdu zaručena jiným

způsobem (např. obeznámením strojvedoucího o tom, že přejezdové zařízení nedává výstrahu). Přejezdové zabezpečovací zařízení nesmí zabraňovat provozu na pozemní komunikaci nad stanovený čas, který by tak bránil bezpečnému průjezdu železničního vozidla. Přejezdové zařízení musí za každou cenu dávat diagnostické informace dle požadavků provozovatele dráhy.

„Přejezdové zařízení musí být uzpůsobeno tak, aby umožnilo předání informace o svém okamžitém stavu:

- a) návaznému zabezpečovacímu zařízení,*
- b) dispečerskému pracovišti pro obsluhu, případně i dispečerskému pracovišti pro údržbu,*
- c) světelnému signalizačnímu zařízení na blízké křižovatce pozemní komunikace,*
- d) zařízení pro automatickou fotodokumentaci dopravních přestupků na přejezdu,*
- e) zvukové signalizaci pro nevidomé.“ [14 s. 12]*

Dle systému mechanické výstrahy se přejezdová zabezpečovací zařízení dělí na:

- a) zařízení s polovičnými závory,
- b) zařízení s celými závory,

„Podle způsobu spuštění výstrahy se přejezdová zařízení třídí na přejezdová zařízení ovládaná:

- a) ručním ovládním (např. obsluhujícím zaměstnancem, nebo strojvedoucím) bez dalších závislostí na jiném zabezpečovacím zařízení,*
- b) automatickým ovládním:*
 - technickým prostředkem pro zjišťování přítomnosti železničních vozidel,*
 - povelém ze spolupracujícího zabezpečovacího zařízení.“*

Přejezdové zabezpečovací zařízení je složeno:

„a) z částí, kterými se poskytuje:

- signalizace uživateli pozemní komunikace,*
- indikace obsluhujícímu zaměstnanci,*

- *informace strojvedoucímu,*
- *diagnostická informace udržujícímu zaměstnanci,*
- b) z ovládacích částí,*
- c) ze závislostních částí,*
- d) z komunikačního zařízení,*
- e) z napájecích částí,*
- f) z nosných částí,*
- g) z kabelového rozvodu.“ [14 s. 12-13]*

2.7 Členění železničních přejezdů dle zabezpečovacích zařízení

Železniční přejezd bývá zabezpečen tímto způsobem:

- Přejezdy zabezpečené výstražným křížem,
- Přejezdy zabezpečené mechanickým přejezdovým zabezpečovacím zařízením,
- Přejezdy zabezpečené světelným přejezdovým zabezpečovacím zařízením se závorami nebo bez závor,

2.7.1 Přejezdy zabezpečené výstražným křížem

Jedná se o železniční přejezdy bez technického zabezpečení, které nejsou vybaveny žádným signalizačním zařízením, které by dávalo účastníkovi silničního provozu na pozemní komunikaci výstrahu, která by mu nedovolovala přejezd přejet, a proto je řidič silničního vozidla nucen se u tohoto typu železničního přejezdu ujistit, že se k němu nepřibližuje žádné železniční vozidlo a může tak železniční přejezd bezpečně přejet. Přejezdy jsou pouze označeny výstražnými kříži, nebo doplněny značkou STOP.



Obr. 2.12 Přejezd zabezpečený pouze výstražným křížem

Zdroj: [19].

2.7.2 Přejezdy zabezpečené mechanickým přejezdovým zabezpečovacím zařízením (dále jen „PZM“)

Zařízení, u něhož je základní výstraha dávana břevny závor. Budují se jen v ojedinělých případech a mohou být doplněny o výstražníky a přejezdníky. Takle doplnění si ovšem žádají napájení elektrickou energií a je nutné si u nich vyhodnotit, zda není optimálnější vybudovat PZS. Obsluhují je zaměstnanci na základě předpisu provozovatele dráhy, kteří mají výrazný vliv na správné spuštění a ukončení výstrahy, ke kterému dochází při pohybu břeven. Zvedání a sklápění břevna závory se uskutečňuje mechanickým, nebo elektrickým pohonem závor a drátovými táhly, která jsou na koncích a v místech kolmého odbočení nahrazovány řetězy. Tomuto mechanickému zabezpečovacímu zařízení může být přidána světelná výstraha.

„U přejezdu, kde pozemní komunikace má samostatný pás, pruh, stezku nebo chodník pro pěší a pás, pruh nebo stezku pro cyklisty, mohou být závory dělené na hlavní závory (pro jízdní pruhy nebo pásy) a vedlejší závory (pro pás nebo stezku pro pěší nebo stezku pro cyklisty)“ [14 s. 20]



Obr. 2.13 Železniční přejezd zabezpečený mechanickým PZZ

Zdroj: [20].

PZM – mechanické přejezdové zařízení se dále člení následujícím způsobem, a to na:

- PZM 1 - mechanické PZZ obsluhované na dálku,
- PZM 2 – mechanické PZZ obsluhované na místě,
- PZM 3 - mechanické PZZ obsluhované kombinovaně,

PZM 1 – mechanické přejezdové zařízení obsluhované na dálku

U PZM 1 obsluhující zaměstnanec musí dodržet stanovenou rychlost obsluhy. Při jejím nedodržení lze dokončit obsluhu jen po použití nouzového vybavovacího zařízení.

„PZM 1 dává:

a) varovný signál – výstraha není dávana,

b) výstražný signál A – je dávana jen zvuková výstraha,

c) výstražný signál B – břevna závor jsou sklápěna a současně je dávana zvuková výstraha,

- d) výstražný signál C – břevna závor jsou sklopena, zvuková výstraha není dávana,
- e) výstražný signál D – břevna závor jsou zvedána, zvuková výstraha není dávana.“

„PZM 1 dává tyto výstrahy:

- a) zvukovou při výstražném signálu A a B,
- b) mechanickou při výstražném signálu B, C a D.“ [14 s. 21]

Obě uvedené výstrahy se řadí mezi základní výstrahy.

PZM 2 – mechanické přejezdové zařízení obsluhované na místě

U tohoto typu zařízení začíná výstraha začátkem sklápění břeven. Zaměstnanec, který zařízení obsluhuje na místě má možnost sklápění břeven přerušit a počkat, až účastníci silničního provozu, kteří se nacházejí v danou chvíli na přejezdu, daný přejezd uvolní.

PZM 2 dává:

- a) varovný signál – výstraha není dávana,
- b) výstražný signál – výstraha je dávana,

Jedná se o PZM, které splňuje následující podmínky:

- „a) závorářské stanoviště je vzdáleno od přejezdu méně než 60 m,
- b) z místa obsluhy je na celý železniční přejezd vidět i za snížené viditelnosti,
- c) obsluhující zaměstnanec je s ohledem na místní poměry (např. hladina hluku) schopen upozornit účastníky provozu na pozemní komunikaci na blížící se drážní vozidlo voláním, nebo jiným vhodným způsobem.“ [14 s. 21]

PZM 3 – mechanické přejezdové zařízení obsluhované kombinovaně

Označuje se tak mechanické přejezdové zařízení, které umožňuje měnit obsluhu na místě na obsluhu na dálku a naopak. Světelná výstraha je ovládána pohonem závor. U PZM 3 obsluhovaného na místě je spuštěna zároveň se sklápěním břeven, u PZM obsluhovaného na dálku je zahájena současně se spuštěním zvukové výstrahy. [14]

2.7.3 Přejezdy zabezpečené světelným přejezdovým zabezpečovacím zařízením (dále jen „PZZ“)

Jde o PZZ, která jsou typická velkou dopravní intenzitou a můžou být doplněna závorami. Primární výstraha je zde dávana najevo světlem. Ovládání světelné výstrahy a doplňkových výstrah je elektrické a závislé na způsobu momentální identifikace a na jízdě železničního vozidla. Výstraha na přejezdu je spuštěna automaticky s pomocí kolejových obvodů, nebo s pomocí počítače náprav, jakmile se železniční vozidlo dostane do přibližovacího úseku, ve kterém se vyskytuje paralelní kolejový obvod. Naopak k vypnutí dochází za pomoci krátkého sériového kolejového obvodu, ihned jak železniční vozidlo opustí daný přejezd. Tyto železniční přejezdy disponují výstražníkem se světelnou signalizací a zpravidla jsou závislé na jízdě vlaku.



Obr. 2.14 Železniční přejezd zabezpečený světelným PZZ bez závor

Zdroj: [21].

PZZ – světelné přejezdové zařízení se rozděluje na:

- PZZ 1 - světelné PZZ řízené ručně přímo z místa přejezdu,
- PZZ 2 - světelné PZZ řízené automaticky závislé na jízdě železničního vozidla,
- PZZ 3 - světelné PZZ řízené automaticky, v ojedinělých případech může být řízené ručně,

PZS 1 - světelné přejezdové zařízení řízené ručně přímo z místa přejezdu

Tento druh PZS je ovládán ručně z místa přejezdu a jedná se o nejjednodušší světelné přejezdové zařízení bez závislosti na jízdě železničního vozidla. PZS 1 dává varovný a výstražný signál a zapojení tohoto zařízení je provedeno co nejjednodušším způsobem a neobsahuje žádné další závislosti. Pro napájení je dostačující přípojka z lokální, nebo veřejné distribuční sítě a akumulátorová baterie, která zajišťuje, aby světelná signalizace nezhasla při případném výpadku napájení dříve, než může obsluhující zaměstnanec zahájit střežení přejezdu.

PZS 2 - světelné přejezdové zařízení řízené automaticky závislé na jízdě železničního vozidla

Ovládání u tohoto typu PZS je automatické a musí být doplněno z obou stran přejezdníkem. PZS 2 dává výstražný, varovný, popřípadě i pozitivní signál. Výstraha je u tohoto typu přejezdového zařízení spuštěna ovlivněním zapínacího prvku a ukončena je průjezdem železničního vozidla železničním přejezdem.

U tohoto typu světelného PZZ jsou provedeny splňující podmínky dle ČSN 34 2600 nejméně pro:

„a) informaci strojvedoucímu v závislosti na:

aa) výstraze a jejím spuštění pro danou kolej a směr jízdy,

aa) pohotovostním stavu,

aa) bezanulačním stavu pro danou kolej, pokud se u zařízení anulace vyskytuje,

b) ukončení výstrahy:

ba) vyhodnocením projetí železničního vozidla přejezdem,

bb) uplynutím mezní výstražné doby,

c) měření a uplatnění mezní výstražné doby, přitom:

ca) první část mezní výstražné doby se nesmí uvažovanou poruchou prodloužit,

cb) druhá část mezní výstražné doby se smí začít měřit po zrušení informace strojvedoucímu o výstraze (uplynutím první části mezní výstražné doby, povellem ruční obsluhy apod.),

cc) druhá část mezní výstražné doby se nesmí uvažovanou poruchou zkrátit,

d) ruční ovládání a nouzovou obsluhu. [14 s. 34]

PZS 3 - světelné přejezdové zařízení řízené automaticky, v ojedinělých případech může být řízené ručně

Jedná se o PZZ světelné, u kterého jsou rovněž závislosti provedeny podle ČSN 34 2600. Ovládání u PZS 3 je automatické, ale v ojedinělých případech může být i ruční. Dle indikací se musí před odjezdem vlaku zjistit pohotovostní a bezanulační stav.

2.8 C – ROADS

Perspektivnější alternativou budoucnosti zabezpečení železničních přejezdů může být projekt C-Roads, který je založený na principu komunikace přejezdu a inteligentního vozidla. Projekt je přímo řízen a dotován Ministerstvem dopravy ČR.

Automobilka ŠKODA již zahájila vývoj a testování vzorků vysílače informací o stavu PZZ určených pro budoucí inteligentní automobily. Automatizovaná silniční vozidla ale ještě nejsou nasazována do ostrého provozu. V současné chvíli probíhá testovací provoz vozidel, která disponují různými stupni automatizace řízení vozidla a prověří funkčnost, bezpečnost a implementace.

Základním cílem je implementovat nejnovější technologie založené na principu přímé komunikace mezi vozidly a dopravní infrastrukturou. Na základě nasbíraných poznatků z tohoto projektu by mělo v budoucnosti dojít k úpravě legislativy, aby bylo možné spolupracující systémy postupně uvádět do praxe bez technických bariér. Návrh a implementace systému jsou podmíněny specifikacemi zvolených případů užití v rámci projektu C-ROADS, jehož cílem je vytvořit mezi jednotlivými evropskými projekty funkční systém pro vnitrostátní i přeshraniční využití služeb kooperativních inteligentních dopravních systémů⁴.

Kooperativní dopravní systémy (C-ITS⁵) mají přispět ke zvýšení bezpečnosti a efektivity silniční dopravy. Umožňují přímou komunikaci mezi vozidly, ale i mezi vozidly a dopravní infrastrukturou a také i mezi řídicími či informačními centry a to prostřednictvím vozidlových C-ITS jednotek, jednotek dislokovaných na dopravní infrastruktuře, nebo prostřednictvím mobilních sítí.

⁴ Informace převzaty ze zdroje: <https://c-roads.cz/c-roads/cile-projektu/>

⁵ C-ITS – kooperativní inteligentní dopravní systém, který je založený na výměně dat mezi příslušnými vozidly a také mezi vozidly a zařízením na silniční infrastruktuře.

C-ITS systémy přispívají ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu tím, že včas a přesně informují řidiče o dopravní situaci (upozornění na anomálie na silnici, jako jsou práce na silnici či odstavené vozidlo). Díky obdržené varovné zprávě je tak řidič motorového vozidla včas informován tak, aby co nejlépe a co nejrychleji zareagoval na nenadálou vzniklou dopravní situaci v silničním provozu. Dopravní řídicí a informační centra na základě tohoto obdrží přesné a spolehlivé informace o aktuální dopravní situaci.

AŽD Praha ve spolupráci se SŽDC navrhuje v projektu řešení umožňující nasazení C-ITS systémů pro železniční přejezdy. Prvotním cílem je zvýšení bezpečnosti na přejezdech. V praxi by to mohlo vypadat tak, že vysílač v radiovém pásmu ITS G5 na přejezdu vyšle k přijíždějícím vozidlům zprávy a řidič je palubním systémem vozidla předem informován o tom, že se blíží k přejezdu. Řidič může prostřednictvím palubního informačního displeje obdržet informaci o tom, že přejezd je ve výstraze.

V praxi by to vypadalo tak, že samotná navigace vozu spustí alarm a upozorní řidiče, že zachováním současné trajektorie automobilu hrozí kolize s drážním vozidlem. Změny budou mít pozitivní dopad na evropskou ekonomiku, která potřebuje bezpečný, spolehlivý a účinný dopravní systém. Hlavním záměrem je vybavit dálniční síť i dílčí části městských infastruktur infrastrukturálními jednotkami, které budou řidiče informovat o dopravní situaci. Mobilní operátoři poskytnou informace svým zákazníkům vlastními mobilními aplikacemi.

Pokud je přejezd ve výstražném stavu, tj. výstražníky blikají, systém přenesení i tuto informaci do vozidla. Ve vozidle se zobrazí upozornění „STOP! PŘIJÍŽDÍ VLAK“. V této situaci užití C-ITS není možné vysílat jakoukoli pozitivní informaci o „volnosti“ přejezdu, protože zpracování informací nemá patřičnou integritu bezpečnosti.

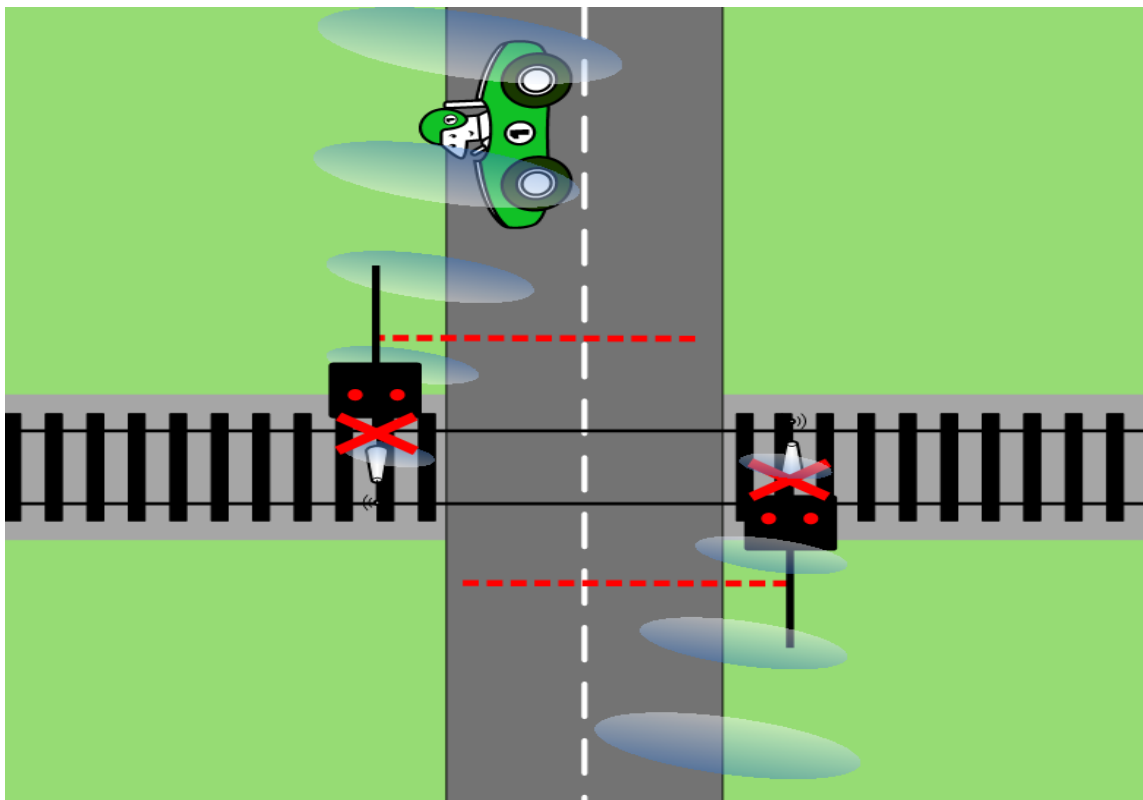
Přenášené informační zprávy jsou zabezpečeny šifrováním a autentizací proti napadení a podvržení falešných zpráv. K tomu je ovšem zapotřebí pokrýt oblast signálem ITS G5, který v místě železničního přejezdu významně ovlivňuje:

- způsob křížení železniční trati pozemní komunikací a případné navazující komunikace,
- hustota okolní zástavby,
- terénní situace,
- stav okolní vegetace,

Další provozní hlediska:

- šíření signálu do vzdálenosti minimálně 240 m ve směru křížující komunikace,
- šíření signálu oběma směry od přejezdu, které nesmí ovlivnit železniční vozidlo, na trati,
- možné rušení „éteru“ cizími rádiovými signály,
- sdílení rádiového pásma s dalšími zdroji a účastníky C-ITS,

C-ITS systémy na železničních přejezdech přinášejí obrovský potenciál zvýšit bezpečnost na železničních přejezdech tím, že včas varují nepozorné řidiče před následujícím přejezdem a případně i jeho výstražným stavem. V případě úspěchu může poté dojít k zavedení v železniční a silniční síti ČR.

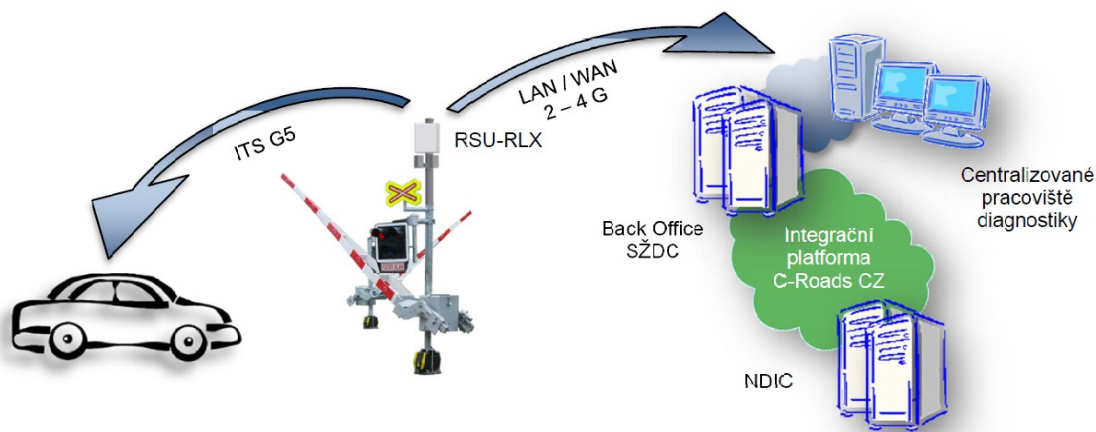


Obr. 2.15 Nasazení vysílačů C-ITS na obou stranách přejezdu

Zdroj: interní zdroj z konference týkající se propojení železničního prostředí a řidiče motorového vozidla (2019).

Varovné zprávy C-ITS typu RLX ve vozidle

Pokud vozidlo přijíždí k přejezdu, zobrazí se informace o přejezdu na informačním displeji vozidla nebo na přístrojovém štítu. Vysílání informací o železničním přejezdu v pásmu ITS G5 a začlenění železničních přejezdů do C-ITS systémů do integrační platformy C-Roads znázorňuje obrázek 2.16.



Obr. 2.16 Schéma komunikací RSU-RLX vs. vozidlo a C-ROADS integrační platforma

Zdroj: interní zdroj z konference zabezpečovacích a telekomunikačních systémů na železnici (2019).

Před několika měsíci proběhl i první testovací provoz, který se uskutečnil dne 21. 6. 2019 na trati Chrudim – Borohrádek na železničním přejezdu P5013 u obce Úhřetice. Na železničním přejezdu, který byl vybaven rádiovým zařízením RSU-RLX byly v pásmu ITS G5 neustále vysílány zprávy o železničním přejezdu s dosahem minimálně 240 m. V okamžiku, kdy vozidlo vybavené C-ITS jednotkou přijme tuto informaci, tak se informace řidiči motorového vozidla zobrazí na palubním displeji jako varování o blížícím se železničním přejezdu. Formu, způsob zobrazení a obsah varování v systémech C-ITS určují výrobci vozidel, nicméně pro účely projektu bylo navrženo vlastní řešení. Zobrazené informace následně závisí na stavu přejezdového zabezpečovacího zařízení. Pokud je přejezdové zabezpečovací zařízení ve výstraze, jsou řidiči motorových vozidel varováni například zobrazením výstražníku s textovým oznámením „POZOR VLAK!“, nebo je zobrazeno varování s textovým oznámením „JEĎTE SE ZVÝŠENOU OPATRNOSTÍ“.

Součástí testování je i napojení všech RSU-RLX do centrálního monitoringu a správy tzv. back office. Každý z poskytovatelů této služby provozuje vlastní back office, které jsou následně propojeny prostřednictvím tzv. integrační platformy, která zprostředkovává přenos specifických zpráv o stavu železničního přejezdu dalším centrálním řídicím a informačním systémům, například Národnímu dopravnímu informačnímu centru. Všechny přenášené zprávy jsou chráněny autentizací a šifrováním na nejvyšší možné úrovni.

Pokrytí oblasti rádiovým signálem v místě železničního přejezdu ovlivňuje vlastní konstrukce anténního systému. Šíření rádiového signálu je ovlivňováno různými faktory (hustota zástavby, vegetace apod.), které mají velký vliv na možnost šíření signálu do určité vzdálenosti od železničního přejezdu.



Obr. 2.17 Zobrazení přijímaných informací na displeji ve vozidle, C-ROADS – poznatky z testovacích provozů

Zdroj: interní zdroj z konference zabezpečovacích a telekomunikačních systémů na železnici (2019).

Zařízení slouží k prověření příjmu vysílaných zpráv při jízdě vozidlem v měřené vzdálenosti od železničního přejezdu pro:

- vyhodnocení vzdálenosti možného příjmu vysílaných zpráv z RSU-RLX,

- šíření signálu po obou stranách přejezdu i v případě projíždějícího kolejového vozidla, která může svojí konstrukcí zastínit prostor pro šíření signálu z infrastrukturální jednotky RSU-RLX,
- kontrolu a vyhodnocení změn stavů na železničním přejezdu a jejich včasné zobrazení na displeji ve vozidle,
- posouzení úrovně pokrytí dané lokality s ohledem na význam přenášené informace a její přínos pro řidiče⁶,

Z uvedeného vyplývá, že hlavním přínosem takového systému je možnost včas informovat řidiče vozidla o blížícím se železničním přejezdu, a to v takové vzdálenosti, aby řidič mohl přehodnotit pokračování jízdy.

2.9 Statistika dopravních nehod a mimořádných událostí na železničních přejezdech v ČR

Mimořádná událost (dále jen „MU“) je v drážní dopravě detailně popsána v zákoně č. 266/1994 Sb. a ve vyhlášce ministerstva dopravy č. 376/2006 Sb. MU se dělí dle důležitosti na vážnou nehodu, incident, nebo nehodu. Vzniklé MU ohrožují bezpečnost, plynulost a pravidelnost provozování drážní dopravy. Současně však také ohrožují bezpečnost osob a životní prostředí.

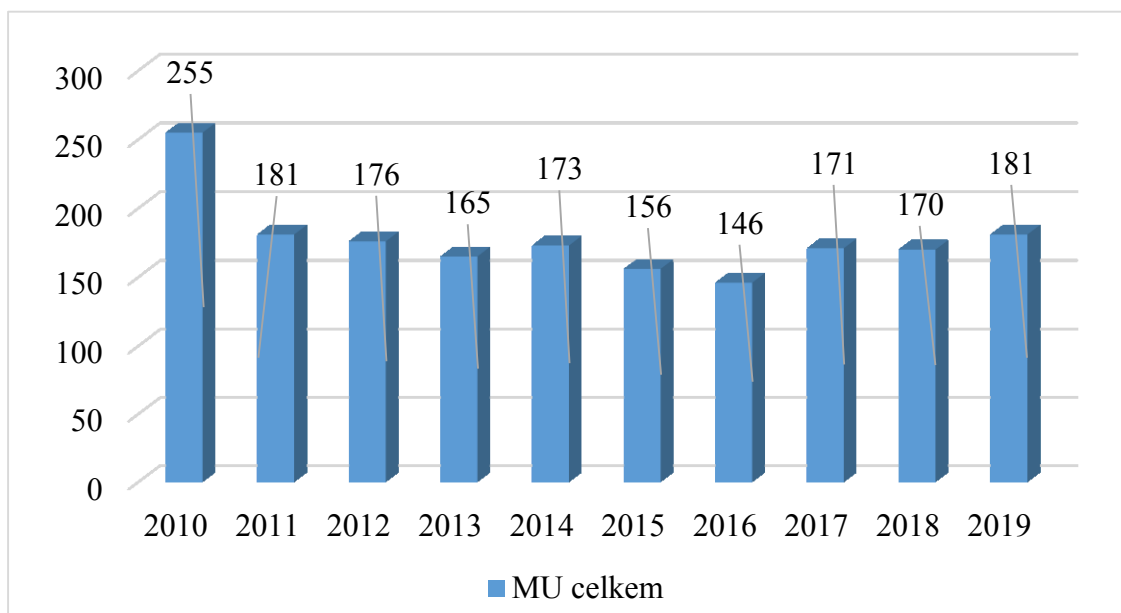
Následující část práce zachycuje statistické údaje o počtu MU na železničních přejezdech, které jsou podkladem pro zpracování ukazatelů bezpečnosti na železničních přejezdech, při nichž došlo ke střetu vlaku se silničním vozidlem.

2.9.1 Vývoj mimořádných událostí na železničních přejezdech v ČR v letech 2010 – 2019

Z grafického znázornění MU za období 2010 – 2019 lze vypořádat, že MU ubývá, viz graf 2.1. Ve sledovaném období lze ze zpracované statistiky vyčíst, že od roku 2010 má křivka grafu klesající tendenci, tedy až na dvě výjimky. Jednou z nich je rok 2014, kdy byl nárůst oproti předchozímu roku o 8 MU. Druhou výjimku představuje rok 2017,

⁶ Informace převzaty ze zdroje: konference zabezpečovacích a telekomunikačních systémů na železnici - https://www.ztscb.cz/wp-content/uploads/konf_2019/45_Hokes.pdf

ve kterém došlo oproti roku 2016 k nárůstu o 25 MU. V posledním sledovaném roce naopak došlo opět k nárůstu o 11 MU oproti roku 2018. Data o statistických událostech zveřejňuje drážní inspekce ve výročních zprávách na svých webových stránkách.



Graf 2.1 Vývoj mimořádných událostí v letech 2010 – 2019

Zdroj: vlastní zpracování podle statistické údaje DIČR.

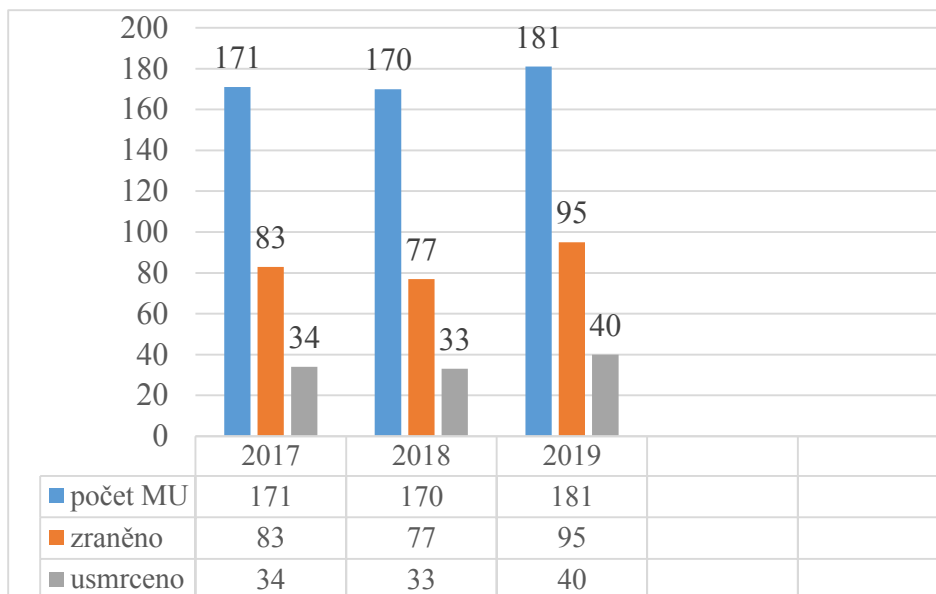
2.9.2 Statistika dopravních nehod na železničních přejezdech

Statistika drážní inspekce zachycuje počet dopravních nehod na železničních přejezdech v letech 2017 až 2019 (viz Tab. 2.2). Počet usmrcených osob se v letech 2017 – 2019 pohybuje mezi 30 – 40 osobami za rok a počet zraněných osob se pohybuje v rozmezí 70 – 100 osob za rok. Dle šetření nehod na železničních přejezdech vyplívá, že největší podíl je způsoben hlavně nepozorností řidičů silničních vozidel, poté porušováním pravidel silničního provozu (vysoká rychlost, nerespektování signalizace).

Tab. 2.2 Sřtětutí na Źelezničnřch pŹejzdech v letech 2017 – 2019

mĚsřc	2017			2018			2019		
	počet MU	zranĚno	usmrceno	počet MU	zranĚno	usmrceno	počet MU	zranĚno	usmrceno
leden	25	8	6	20	11	4	22	3	2
řnor	4	3	0	15	6	3	11	3	0
bŹezen	8	3	2	9	4	2	11	6	2
duben	13	12	3	11	8	2	18	8	4
kvĚten	17	5	2	10	2	2	18	3	4
ĉerven	11	0	3	17	5	2	13	6	1
ĉervenec	17	8	5	15	13	5	24	27	10
srpen	15	3	7	22	9	1	16	14	3
zřř	19	18	2	11	3	2	10	10	3
řřjen	15	4	2	10	3	1	17	9	6
listopad	15	12	2	15	5	4	5	2	4
prosinec	12	7	0	15	8	5	6	4	1
	171	83	34	170	77	33	181	95	40

Zdroj: [22].

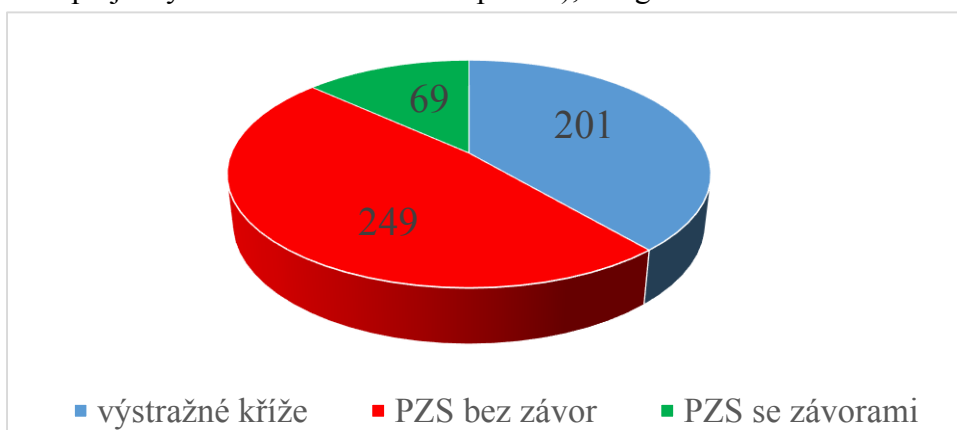


Graf 2.2 Střetnutí na železničních přejezdech v letech 2017 – 2019

Zdroj: vlastní zpracování podle statistické údaje DIČR.

2.9.3 Mimořádné události na železničních přejezdech podle přejezdového zabezpečovacího zařízení

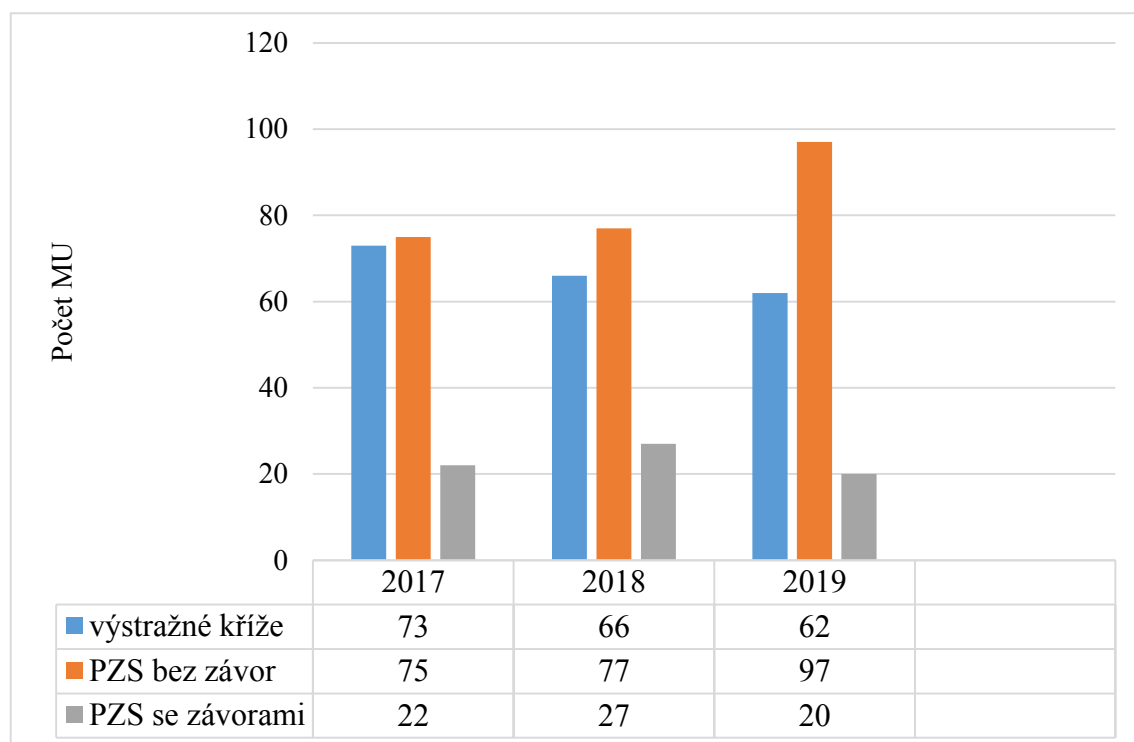
Z grafického znázornění vyplývá, že nejvíce MU je na přejezdech, které jsou zabezpečeny světelným PZZ bez závor (48%), i když si většina lidí může myslet, že nejvíce MU je na železničních přejezdech, které jsou zabezpečeny pouze výstražným křížem (jedná se o železniční přejezdy bez technického zabezpečení), viz graf 2.3.



Graf 2.3 Mimořádné události na železničních přejezdech dle zabezpečení přejezdu v letech 2017 – 2019

Zdroj: vlastní zpracování podle statistické údaje DIČR.

Jak již bylo podotknuto, k více MU dochází na přejezdech, které jsou zabezpečeny světelným PZZ bez závor, než na přejezdech, které jsou zabezpečeny pouze výstražným křížem. Ať je železniční přejezd zabezpečen jakkoliv, nic nezabrání tomu, aby řidiči motorových vozidel nevjížděli na uzavřený přejezd. V mnoha případech se jedná o přehlédnutí výstražného zařízení, nebo nedodržení pravidel silničního provozu, kterými řidiči motorových vozidel hazardují jak se svými životy, tak i s životy cestujících ve vlaku. Statistika MU za poslední 3 roky znázorňuje, že v každém roce bylo nejvíce MU na železničních přejezdech se světelným zabezpečovacím zařízením bez závor, naopak nejméně MU vzniklo na železničních přejezdech se světelným zabezpečovacím zařízením se závorami, kde se z velké většiny jednalo o chodce, nebo cyklisty, kteří vědomě objeli, nebo podlezy závoru, viz graf 2.4.



Graf 2.4 Mimořádné události na železničních přejezdech podle typu přejezdového zabezpečovacího zařízení v letech 2017 – 2019

Zdroj: vlastní zpracování podle statistické údaje DIČR.

3 Zpracování návrhu na řešení dané problematiky

Z analýzy statistiky dopravních nehod na železničních přejezdech v letech 2017 – 2019 lze vysledovat zvyšující se počet MU vzniklých na železničních přejezdech. Velkým problémem je statisticky zvyšující se počet usmrčených osob v roce 2019 ve srovnání s lety 2017 a 2018.

V následující kapitole budou uvedeny možná doporučení, možnosti pro zlepšení a především pro zvýšení bezpečnosti na železničních přejezdech.

3.1 Návrh na implementaci výklopných desek ve vozovce pro přejezdy na silnicích I. třídy

Navrhují umístění výklopných desek ve vozovce pro železniční přejezdy na silnicích I. třídy a to i přesto, že na silnicích I. třídy se nachází jen 162 železničních přejezdů, jak je uvedeno v tabulce (viz Tab. 2.1), ale i zejména kvůli tomu, že silnice I. třídy patří mezi velmi frekventované úseky s velkou intenzitou dopravy, kde je nutné zajistit plynulost dopravy.

Výklopné desky ve vozovce

Jedním z návrhů, který by mohl zvýšit bezpečnost na železničním přejezdu je instalace výklopných desek ve vozovce, které se po sklopení závor nadzvednou a otevřou tak příčný kanál na silnici v bezpečné vzdálenosti před železničním přejezdem, který se řidičům motorového vozidla jen tak překonat nepodaří. Překonají jej jedině za cenu značného poškození podvozku motorového vozidla. Po projetí železničního vozidla železničním přejezdem se výklopné desky ve vozovce zase sklopí a závory se zvednou.

System výklopných desek ve vozovce je velmi využíván např. v Rusku, viz Obr. 3.1, který znázorňuje výklopné desky ve vozovce v této zemi.

Jelikož v ČR narůstá počet řidičů, kteří ignorují všechna nařízení a předpisy silničního provozu, měla by státní organizace SŽDC, která má na starost železniční dráhy a plní funkci vlastníka a provozovatele dráhy v ČR ve spolupráci s Ministerstvem dopravy ČR velmi vážně zauvažovat a pokusit se zavést do naší legislativy, a hlavně do praxe právě tyto zábrany.



Obr. 3.1 Výklopné desky ve vozovce

Zdroj: [23].

3.2 Návrh na realizaci a umístění detektoru překážek pro přejezdy na silnicích II. třídy

Tab. 2.1 znázorňuje, že na komunikacích II. třídy se při úrovňovém křížení pozemní komunikace s železniční tratí nachází 569 železničních přejezdů. Jedná se o pozemní komunikace, které jsou na základě zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích určeny pro dopravu mezi okresy a jsou ve vlastnictví jednotlivých krajů.

Detektory překážek na přejezdu

Nejdůležitější je předcházet vzniku MU a nehod na železničních přejezdech a minimalizovat tím tak nehodovost a vznik těchto událostí. Jednou z možností, která by značně přispěla k výrazně většímu zabezpečení a bezpečnosti na železničních přejezdech je umístění detektoru překážek na železničních přejezdech, které se kříží s pozemní komunikací II. třídy.

Ve světě již existují státy (např. Polsko, Velká Británie), ve kterých musí být před vjezdem vlaku na železniční přejezd potvrzeno, že se mezi závorami nevyskytuje žádné vozidlo. Volnost přejezdu potvrzuje buď člověk, který je na přejezdu a vidí přímo na něj, nebo ji zjišťuje pomocí kamerového systému (analogového, aby nehrozilo zamrznutí obrazu), nebo se používá nějaký detektor.

Navrhuji využití laserových systémů, které monitorují vymezenou část přejezdu a umožňují poměrně přesně definovat prostor a velikost překážky. V praxi by to fungovalo tak, že by čidlo monitorovalo přesně vymezenou část přejezdu právě tehdy, pokud je přejezd ve výstraze a ještě i 5 sekund po úplném sklopení závor. Teprve následně poté by docházelo k jeho deaktivaci, aby potenciální protijedoucí vlak na dvoukolejné trati nevyvolal nežádoucí reakci.

Pokud v průběhu aktivní fáze detektoru systém zaregistruje předmět větších rozměrů, aktivuje bezpečnostní systém, a to generální stop na tratích s radiofikací, nebo vypne kód pro vlakový zabezpečovač na tratích s autoblokem. Laserové detektory překážek je z hlediska provozu možné instalovat pouze na přejezdy s celými závorami. U polovičních závor by netrpěliví řidiči uzavřené závory objížděli a docházelo by tak k zastavování vlaků.

V zahraničí jsou detektory překážek nejrozšířenější v Japonsku. V Evropě detektory překážek na přejezdu využívá např. Švédsko, nebo Velká Británie.

Pokud mají mít detektory na přejezdu účinný efekt, je třeba ovšem vázat jízdu vlaku na vyhodnocení volnosti přejezdu. K tomu, aby vlak zastavil včas před překážkou na přejezdu, bude ovšem nutné prodloužit délku přibližovacího úseku a dobu výstrahy na PZS. Tato skutečnost by ovšem nemusela mít takový dopad v případě, pokud se železniční přejezd nachází blízko za hlavním návěstidlem a část přibližovacího úseku PZS před návěstidlem je obsazená. Nicméně problematika detektorů překážek na železničních přejezdech a jejich následná implementace do zabezpečovacího zařízení není až tak jednoduchá a bude dle mého názoru vyžadovat další množství analýz.

Nevýhodou laserových systémů může být jejich závislost na čistotě průzoru, které bez speciální ochrany vyžadují čištění jednou za 1 až 2 dny. Další nevýhodou představuje pořizovací cena těchto systémů a také to, zda řidiči motorových vozidel nezačnou zneužívat detektory na přejezdech a nezačnou tak vjíždět na železniční

přejezd i v době svícení červených světel, jelikož budou spoléhat na to, že je detektor odhalí a vlak zastaví.

Navrhované doporučení ke zvýšení bezpečnosti na železničních přejezdech se nicméně odvíjí od zodpovědného chování řidičů motorových vozidel a také od toho, aby s tímto návrhem souhlasilo Ministerstvo dopravy a aby odbor pozemních komunikací případně vydal potřebný pokyn a začal tak o této možnosti velmi reálně uvažovat.



Obr. 3.2 Namontovaný laserový skener s krytem na železničním přejezdu

Zdroj: [24].

3.3 Návrh na instalaci chytrých kamer a závor s červeným osvětlením pro přejezdy na silnicích III. třídy

Na pozemních komunikacích III. tříd se nachází nejvíce železničních přejezdů, konkrétně 1 464 jak je i uvedeno v Tab. 2.1. Hustota a intenzita dopravy zde ovšem není taková, jako u silnic I. a II. tříd, proto zde navrhuji instalaci chytrých kamer a závor s červeným osvětlením na rizikových železničních přejezdech, kde trvale dochází k přestupkům ze strany řidičů motorových vozidel.

Instalace chytrých kamer na vybraných železničních přejezdech

Dalším doporučením, které by vedlo ke zvýšení bezpečnosti na železničním přejezdu je instalace chytrých kamer na rizikových železničních přejezdech. Navrhuji, aby státní organizace SŽDC ve spolupráci s Policií ČR prvotně vyzkoušeli instalaci těchto chytrých kamer na vybraném rizikovém železničním přejezdu, kde často dochází k velkému množství přestupků a až poté chytré kamery aplikovaly na další rizikové železniční přejezdy.

Chytrá kamera by mohla být umístěna na stožár, který by byl pro tento účel vybudován na určených pozicích. Další komponenty systému by mohly být umístěny do technologického objektu, který se bude nacházet v blízkosti určeného železničního přejezdu. V tomto objektu se bude také nacházet i speciální počítač určený pro softwarové detekce a pro ukládání videozáznamů. Bude zde ale také umístěn i switch se sloty pro propojení jednotlivých komponentů navrženého systému a k tomu příslušné napájecí zdroje. Aby nedocházelo k rušení, budou jednotlivé prvky propojeny pomocí optických kabelů.

Zmíněný návrh řešení je optimální variantou zejména kvůli tomu, že inteligentní kamery zaznamenají s pomocí kvalitního videa neukázněné řidiče, kteří vjedou na železniční přejezd právě v době, kdy se železniční přejezd nachází v činnosti (svítí, nebo blikají výstražná světla, nebo jsou sklopeny závory) a blíží se k němu vlak.

Inteligentní kamery by rovněž mohly mít i psychologický efekt, stejně jako je tomu u radarů, které jsou umístěny na pozemních komunikacích. Pokud řidič motorového vozidla uvidí, nebo bude vědět o umístěné kameře na železničním přejezdu, téměř vždy před ním zpomalí. Podle mého názoru upozornění na kamery mají vyšší účinek než skryté kamery, o kterých nikdo neví a nikdo je nevidí.

Pokud by se řidič motorového vozidla dopustil přestupku, tak záznamy a dokumentace o vzniklém přestupku by okamžitě zamířily k Policii ČR, která by s pomocí těchto chytrých kamer motorové vozidlo identifikovala, a na základě rozpoznatelné registrační značky motorového vozidla a jeho přítomnosti na železničním přejezdu, nebo v kolejišti by následně došlo ke vzniku správního řízení. Ve správním řízení by mohla řidiči motorového vozidla hrozit pokuta a několikaměsíční zákaz řízení motorových vozidel včetně připsání několika bodů. Instalace by měla přispět jednak k prevenci, ale především ke zlepšení dodržování pravidel silničního provozu na železničním přejezdu.

Na názorném příkladu jsem popsal řešení, které by mohlo přispět ke zvýšení bezpečnosti na železničním přejezdu a které by následně vedlo k udělování pokut neukázněným řidičům motorových vozidel a částečně tak zamezilo vzniku škody, ale především ztrátě na lidských životech. Řešení je výhodné i proto, že chytré kamery umí rozlišit den a noc a nic nezabrání tomu, aby neukázněné řidiče zachytily přímo při činu.

Závory s červeným osvětlením

Předcházení vzniku MU a nehod na železničním přejezdu je to nejdůležitější, čím se v současné době SŽDC zabývá. Jedním z dalších možných návrhů, který by zvýšil bezpečnost na železničních přejezdech, je podstatně větší instalace závor s výstražným osvětlením.

Přesněji jde o plastová břevna s aktivní signalizací (červené LED diody v bílých polích). Břevnové svítilny přerušovaně svítí na všech břevnech, které řidič motorového vozidla současně vidí a svítí po celou dobu světelné výstrahy na PZZ. Uvedená signalizace na břevnech je velmi dobře viditelná jak za tmy, tak i za snížené viditelnosti, viz Obr. 3.3.

V ČR již existují tyto závory s červeným osvětlením na několika železničních přejezdech, ale doporučuji provést tuto instalaci na větší počet železničních přejezdů.



Obr. 3.3 Osvětlená břevna závor na železničním přejezdu

Zdroj: vlastní foto.

4 Zhodnocení navrhovaného řešení

Zhodnocení a následná doba realizace navrhovaných řešení je zatím poměrně nejasná, jelikož přímo s tím souvisí rovněž financování a následná realizace, proto v této chvíli není možné definovat přesný časový harmonogram. Výhody a nevýhody navrhovaných řešení dle jednotlivých kategorií pozemních komunikací jsou přehledně znázorněny v tabulce (viz Tab. 4.1.)

Tab. 4.1 Zhodnocení navrhovaných řešení dle jednotlivých kategorií pozemních komunikací

kategorie pozemní komunikace	navrhované řešení	výhody	nevýhody
silnice I. třídy	výklopné desky	spolehlivost, odolnost	náklady spojené s realizací
silnice II. třídy	detektory překážek	rychlost předání informace	cena pořízení, údržba
silnice III. třídy	chytré kamery, závory s červeným osvětlením	nízké finanční náklady, krátká doba realizace, snadná údržba	riziko odcizení, zničení

Zdroj: vlastní zpracování.

Domnívám se, že návrh na instalaci chytrých kamer a závor s červeným osvětlením nebude pro správu železnic a Ministerstvo dopravy ČR význačně finančně nákladná ani časově nezvladatelná záležitost, se kterou by si management organizace správy železnic a Ministerstvo dopravy ČR nedokázali poradit.

Naopak návrh na realizaci a umístění detektorů překážek a výklopných desek ve vozovce považuji mezi mnohem nákladnější investice, co se týká financí. Bude zde třeba vynaložit velké úsilí na to, aby realizace a následná implementace těchto

technologií netrvala delší časový úsek a aby bezpečnost na železničních přejezdech dosáhla odpovídající úrovně.

Nejlevnějším návrhem dle mého uvážení je instalace chytrých kamer a závor s červeným osvětlením na vybraných rizikových železničních přejezdech. Větším problémem spojeným s vyšším objemem nákladů by naopak mohlo být umístění detektorů překážek a výklopných desek ve vozovce.

Všechna navržená doporučení, možnosti a návrhy ke zvýšení bezpečnosti na železničních přejezdech se nicméně odvíjí od zodpovědného chování řidičů motorových vozidel při přejíždění železničních přejezdů, ale také od možností státní organizace SŽDC, která má ve spolupráci s Ministerstvem dopravy ČR velký vliv na zabezpečení železničních přejezdů.

Závěr

Diplomová práce, jejímž tématem je „Využití moderních technologií na zvýšení bezpečnosti železničních přejezdů“ se zaměřením na zvýšení bezpečnosti na železničních přejezdech má za cíl provést analýzu současného stavu bezpečnosti železničních přejezdů a na základě využití moderních technologií a navrhnout nové prvky zabezpečení, které by vedly ke zvýšení bezpečnosti na železničních přejezdech a dále pak tyto návrhy vyhodnotit.

V praktické části byl analyzován současný stav v oblasti zabezpečení železničních přejezdů. Následně byla provedena statistika a srovnání dopravních nehod a mimořádných událostí na železničních přejezdech v ČR, které tvoří podklad pro zpracování ukazatelů bezpečnosti na železničních přejezdech v ČR. Hlavním cílem bylo zjistit, zda je zabezpečení železničních přejezdů na dostatečné úrovni, popř. navrhnout, nebo doporučit možnosti, které by vedly ke zvýšení zabezpečení železničních přejezdů a zároveň, aby byly akceptovatelné, realizovatelné a dosažitelné v rámci financí.

Na základě získaných podkladů od drážní inspekce a státní organizace správy železnic, která plní funkci vlastníka, provozovatele dráhy a má na starost modernizaci, spojenou s rozvojem železniční dopravní cesty byly zjištěny počty střetnutí a počty mimořádných událostí na železničních přejezdech, a to i podle přejezdového zabezpečovacího zařízení, které má vliv na potřebné zajištění bezpečnosti na železničních přejezdech.

V možnostech a návrzích pro zvýšení zabezpečení železničních přejezdů byly uvedeny doporučení, které by vedly k většímu zabezpečení železničních přejezdů a bezpečnosti na nich. Začátek realizace výklopných desek ve vozovce pro přejezdy na silnicích I. třídy, které se po sklopení závor zvednou, by mělo být jednou z hlavních priorit, další z mnoha možností je umístění detektorů překážek pro přejezdy na silnicích II. třídy. Jedním z dalších návrhů bylo také instalovat chytré kamery na vybraných rizikových železničních přejezdech na silnicích III. třídy, kde opakovaně dochází k přestupkům ze strany řidičů motorových vozidel.

Dalším zásadním návrhem bylo navýšení počtu závor s červeným osvětlením pro přejezdy na silnicích III. třídy.

Za velmi důležitý faktor je rovněž považován zodpovědný přístup řidičů motorových vozidel v rámci bezpečnosti při vjezdu na železniční přejezd. K realizaci návrhů a doporučení bude ovšem nutné aktivně zapojit organizaci správu železnic a Ministerstvo dopravy ČR v rámci zvýšení bezpečnosti na železničních přejezdech.

Seznam zdrojů

- [1] ŽEMLIČKA, Zdeněk a Jaroslav MYNÁŘÍK. *Doprava a přeprava*. Praha: Nadatur, 2008. ISBN 978-80-7270-030-1.
- [2] GROS, Ivan, BARANČÍK, Ivan a Zdeněk ČUJAN. *Velká kniha logistiky*. Praha: VŠCHT, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5. Dostupné také z: https://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/publikace?uid=uid_isbn-978-80-7080-952-5.
- [3] §2, písm. bb) zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361>.
- [4] DVORÁK, Zdeněk a kol. *Riadenie rizík v železničnej doprave*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2010. ISBN 978-80-86530-71-0.
- [5] HLAVOŇ, Ivan a Blanka KALUPOVÁ. *Teorie a konstrukce dopravních systémů – železniční dráha*. Přerov: Vysoká škola logistiky, 2013. ISBN 978-80-87179-23-9.
- [6] ČSN 73 6380. *Železniční přejezdy a přechody*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [7] Výstražný kříž pro železniční přejezd jednokolejný. *Vakomobiliar* [online]. 2020 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://www.vakomobiliar.cz/detail/doravni-znacka-a32c-vystrazny-kriz-pro-zeleznicni-prejezd-jednokolejny>.
- [8] Výstražný kříž pro železniční přejezd vícekolejný. *Vakomobiliar* [online]. 2020 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://www.vakomobiliar.cz/detail/doravni-znacka-a32d-vystrazny-kriz-pro-zeleznicni-prejezd-vicekolejny>.
- [9] Výstražné dopravní značky. *Zakruta* [online]. 2020 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://www.zakruta.cz/dopravni-znaceni/vystrazne-dopravni-znacky/a31c/navestni-deska-80-m/>.
- [10] Dopravní značka A31b. *Značení-eshop* [online]. 2020 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://www.znaceni-eshop.cz/Dopravni-znacka-A31b-Navestni-deska-160m-d37.htm>.
- [11] Dopravní značka A31a. *Sznak* [online]. 2020 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://www.sznak.cz/vystrazne-znacky/dopravni-znacka-a31a-navestni-deska--240-m-/>.

- [12] Značka železničního přejezdu se závorami. *Parkove-lavicky* [online]. 2020 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://www.parkove-lavicky.cz/zna-ka-zelezni-ni-p-ejezd-se-zavorami.html>.
- [13] Značka železničního přejezdu bez závor. *Parkove-lavicky* [online]. [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://www.parkove-lavicky.cz/zna-ka-zelezni-ni-p-ejezd-bez-zavor.html>.
- [14] ČSN 34 2650 ed. 2. *Železniční zabezpečovací zařízení - přejezdová zabezpečovací zařízení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [15] Ve Studénce testovali nové zabezpečení přejezdu. *Ostrava.rozhlas* [online]. 2020 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://ostrava.rozhlas.cz/ve-studence-testovali-nove-zabezpeceni-prejezdu-6951371>.
- [16] Opilý řidič narazil do signalizace na přejezdu. *Hodoninsky.denik* [online]. 2020 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://hodoninsky.denik.cz/nehody/opily-ridic-narazil-do-signalizace-na-prejezdu.html>.
- [17] §28, §29 zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích. *Zákony pro lidi.cz* [online]. [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361>.
- [18] Správa železniční dopravní cesty. *SŽDC* [online]. [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <https://www.szdc.cz/o-nas/bezpecnost/bezpecnost-na-prejezdech/prejezdy-v-cislech>.
- [19] Foto přejezdu. *Idnes* [online]. [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zlin/zpravy/foto/RAS559d58_elPejezd_5.jpg.
- [20] O železničních přejezdech. *Machinegun* [online]. 2020 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <http://www.machinegun.cz/o-zeleznicnich-prejezdech/>.
- [21] Na železničním přejezdu neblíká bílé světlo. *Auto* [online]. 2020 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/kdyz-na-zeleznicnim-prejezdu-neblika-bile-svetlo-muzu-pokracovat-v-jizde-110675>.
- [22] Drážní inspekce České republiky. *DICR* [online]. 2020 [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <http://www.dicr.cz/statistiky-mimoradnych-udalosti>.
- [23] Výklopné desky ve vozovce. *Vts.cd* [online]. 2020 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://vts.cd.cz/documents/168518/195360/4110.pdf/49ab32cf-e406-48c2-a790-6bb5fc8c1748>.
- [24] Kontrola volnosti přejezdu. *Fel.zcu* [online]. 2020 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: https://fel.zcu.cz/export/sites/fel/cz/about/conferences/2018/seminar_DE/materialy/05_Klega-Kontrola_volnosti_prejezdu.pdf.

Seznam grafických objektů

Seznam obrázků

Obr. 2.1	<i>Schéma železničního přejezdu</i>	23
Obr. 2.2	<i>Železniční přejezd označený výstražným křížem</i>	25
Obr. 2.3	Výstražný kříž pro železniční přejezd jednokolejný A32a	26
Obr. 2.4	Výstražný kříž pro železniční přejezd vícekolejný A32b	26
Obr. 2.5	Návěstní deska A31c	27
Obr. 2.6	Návěstní deska A31b.....	27
Obr. 2.7	Návěstní deska A31a	28
Obr. 2.8	Dopravní značka železničního přejezdu se závorami (A29).....	28
Obr. 2.9	Dopravní značka železničního přejezdu bez závor (A30).....	29
Obr. 2.10	Výstražný signál na železničním přejezdu	30
Obr. 2.11	Pozitivní signalizace na železničním přejezdu	31
Obr. 2.12	Přejezd zabezpečený pouze výstražným křížem	39
Obr. 2.13	Železniční přejezd zabezpečený mechanickým PZZ	40
Obr. 2.14	Železniční přejezd zabezpečený světelným PZZ bez závor	42
Obr. 2.15	Nasazení vysílačů C-ITS na obou stranách přejezdu	46
Obr. 2.16	Schéma komunikací RSU-RLX vs. vozidlo a C-ROADS integrační platforma	47
Obr. 2.17	Zobrazení přijímaných informací na displeji ve vozidle, C-ROADS – poznatky z testovacích provozů.....	48
Obr. 3.1	Výklopné desky ve vozovce.....	55
Obr. 3.2	Namontovaný laserový skener s krytem na železničním přejezdu	57
Obr. 3.3	Osvětlená břevna závor na železničním přejezdu	59

Seznam tabulek

Tab. 1.1	Zařazení železničních tratí do tříd	16
Tab. 2.1	Počet železničních přejezdů v ČR a jejich zabezpečení (2019)	35
Tab. 2.2	Sřetnutí na železničních přejezdech v letech 2017 – 2019	51
Tab. 4.1	Zhodnocení navrhovaných řešení dle jednotlivých kategorií pozemních komunikací	60

Seznam grafů

Graf 2.1	Vývoj mimořádných událostí v letech 2010 – 2019	50
Graf 2.2	Střetnutí na železničních přejezdech v letech 2017 – 2019	52
Graf 2.3	Mimořádné události na železničních přejezdech dle zabezpečení přejezdu v letech 2017 – 2019	52
Graf 2.4	Mimořádné události na železničních přejezdech podle typu přejezdového zabezpečovacího zařízení v letech 2017 – 2019.....	53

Seznam zkratk

AŽD	automatizace železniční dopravy
C-ITS	kooperativní inteligentní dopravní systém
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
DIČR	Drážní inspekce České republiky
MU	Mimořádná událost
PZM	Přejezdová zařízení mechanická
PZS	Přejezdová zařízení světelná
PZZ	Přejezdové zabezpečovací zařízení
RLX	Railway crossing
RSU	Roadside unit
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty

Seznam příloh

Příloha A – Železniční mapa České republiky 2019

Autor/ka	Bc. Aleš Kunovský, DiS
Název BP	Využití moderních technologií na zvýšení bezpečnosti železničních přejezdů
Studijní obor	Logistika
Rok obhajoby BP	2020
Počet stran	54
Počet příloh	1
Vedoucí BP	Ing. Libor Kavka, Ph.D.
Anotace	Diplomová práce se zabývá zabezpečením železničních přejezdů v České republice a bezpečností na nich. Teoretická část práce popisuje dopravu, konkrétně její členění, ale také aspekty železniční a silniční dopravy, jejich výhody a nevýhody a právní předpisy. Praktická část charakterizuje zabezpečení a analyzuje současný stav přejezdů v České republice. Součástí praktické části je také statistika dopravních nehod a mimořádných událostí na železničních přejezdech. Závěrečná část práce obsahuje návrhy a doporučení ke zvýšení bezpečnosti na železničních přejezdech.
Klíčová slova	železniční přejezd, zabezpečovací zařízení, bezpečnost, dopravní značení, pozemní komunikace
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
Signatura	