



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ANALÝZA KRITICKÝCH MÍST KŘÍŽENÍ SILNIČNÍ A ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY V JIHOMORAVSKÉM KRAJI

ANALYSIS OF CRITICAL PLACES OF ROAD AND RAILWAY TRANSPORT
INTERSECTIONS IN THE SOUTH MORAVIAN REGION

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Daniel Chlup

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Josef Libertín, CSc.

BRNO 2017

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2016/17

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Daniel Chlup

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Expertní inženýrství v dopravě (3917T002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Analýza kritických míst křížení silniční a železniční dopravy v Jihomoravském kraji

v anglickém jazyce:

Analysis of Critical Places of Road and Railway Transport Intersections in the Southmoravian Region

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Ve spolupráci s policií vytipovat nejméně tři kritická místa křížení silniční a železniční dopravy v Jihomoravském kraji, vyhodnotit provozní poměry na těchto místech a navrhnout opatření pro zvýšení jejich bezpečnosti. U navržených opatření je třeba se zabývat také finanční náročností úprav.

Cíle diplomové práce:

Navrhnout opatření pro zvýšení bezpečnosti na nejméně třech vybraných kritických přejezdech.

Seznam odborné literatury:

Statistika nehod na vybraných žel. přejezdch
Technické normy pro projektování žel. přejezdů
Zákon o provozu na pozemních komunikacích
Zákon o drahách

Vedoucí diplomové práce: Ing. Josef Libertín, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

V Brně, dne 20. 10. 2016



V2 Vémola

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel vysokoškolského ústavu

Abstrakt

Předmětem diplomové práce je provést analýzu třech autorem vybraných míst křížení silniční a železniční dopravy řízené institucemi Jihomoravského kraje. Jsou vybrány železniční přejezdy, na kterých došlo v posledních pěti letech ke střetu silničního a železničního vozidla s následkem úmrtí některého z účastníků. Dalším kritériem výběru přejezdu je typ použitého zabezpečovacího zařízení. Vybrané přejezdy zastupují základní, běžně používané typy. Je vybrán přejezd zabezpečený pouze výstražnými kříži, přejezd zabezpečený světelným zabezpečovacím zařízením a přejezd vybavený světelným zabezpečovacím zařízením doplněným o závorová břevna. Teoretická část se zabývá základními parametry železničních přejezdů, jejich dělením, číslováním, systémem funkce a značením pro účastníky provozu. V praktické části jsou použity matematické výpočty nezbytné pro posouzení bezpečnosti na vybraných přejezdech a stanovení možností odvrácení střetu oběma účastníky provozu. Nápravná opatření jsou navržena pro všechny tři přejezdy s přihlédnutím k jejich finanční náročnosti. Pro vybrané přejezdy je vytvořen polygon s pomocí programu Virtual Crash 3.

Abstract

Point of this diploma thesis is analyzing of three railroad crossing controlled by institutions of South-Moravian region, which are chosen by author. For analysis were chosen problematic railroad crossing where happened in last five years traffic accidents with consequences of death. Next criterion of choosing was type of security device. Chosen railroads crossing are representing all types of normally used security devices. That is why was chose railroad crossing with only warning crosses, light security device and last one with light security device with barrier beam. Theoretical part aims on: Basic parameters, dividing, numbering, system of function and marking of railroad crossing. In practical part, there are used mathematical calculations for assessment of safety on chosen railroad crossing and for determination of possibilities of averting a collision of both participants. Corrective measures are made for each railroad crossing taking to account it's financial conditions. For each railroad crossing is made polygon with help of program Virtual Crash 3.

Klíčová slova (vzor)

Železniční přejezd, možnost odvrácení střetu, výpočet, střet, rozhledové poměry

Keywords (example)

Railroad crossing, possibilities of averting a collision, calculation, clash, lookout ratios

Bibliografická citace

CHLUP, D. *Analýza kritických míst křížení silniční a železniční dopravy v Jihomoravském kraji*. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2017. 88 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Josef Libertín, CSc..

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

Bc. Daniel Chlup

Poděkování

Chtěl bych poděkovat mému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Josefu Libertínovi, CSc., za poskytnutí cenných informací. Rád bych poděkoval i celému akademickému sboru Ústavu soudního inženýrství za zapůjčení pomůcek nezbytných pro měření.

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| OBSAH..... | 9 |
| 1 ÚVOD A CÍL PRÁCE..... | 12 |
| 2 VYMEZENÍ ŽELEZNIČNÍHO PŘEJEZDU | 13 |
| 2.1 Dělení železničních přejezdů..... | 13 |
| 3 PARAMETRY ŽELEZNIČNÍHO PŘEJEZDU | 13 |
| 3.1 Nebezpečné pásmo přejezdu | 14 |
| 3.2 Délka přejezdu..... | 14 |
| 3.3 Šířka přejezdu..... | 14 |
| 3.4 Volná šířka pozemní komunikace | 15 |
| 3.5 Dopravní intenzita | 15 |
| 3.6 Rozhledové poměry u železničních přejezdů | 16 |
| 3.6.1 <i>Rozhledové poměry u železničních přejezdů vybavených PZS.....</i> | <i>16</i> |
| 3.6.2 <i>Rozhledové poměry u železničních přejezdů zabezpečených pouze výstražným křížem</i> | <i>17</i> |
| 4 SPRÁVA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY | 19 |
| 4.1 Oblastní ředitelství SŽDC | 20 |
| 4.2 Číslování železničních přejezdů | 20 |
| 5 OZNAČOVÁNÍ A ZABEZPEČENÍ PŘEJEZDŮ Z POHLEDU SILNIČNÍ DOPRAVY . | 22 |
| 5.1 Právní úprava provozu na železničním přejezdu..... | 22 |
| 5.2 Označování přejezdů | 23 |
| 5.3 Zabezpečení přejezdů | 24 |
| 5.3.1 <i>Zabezpečení výstražnými kříži.....</i> | <i>24</i> |
| 5.3.2 <i>Zabezpečení PZS pomocí červených kmitajících světél</i> | <i>25</i> |
| 5.3.3 <i>Zabezpečení PZS s doplněným kmitajícím bílým světlem</i> | <i>25</i> |
| 5.3.4 <i>Zabezpečení PZS doplněný o závorová břevna.....</i> | <i>26</i> |
| 5.4 Systém fungování železničního přejezdu | 27 |
| 5.4.1 <i>Princip činnosti červených kmitajících světél.....</i> | <i>27</i> |
| 5.4.2 <i>Princip činnosti bílého kmitajícího světla.....</i> | <i>29</i> |
| 6 OZNAČOVÁNÍ A ZABEZPEČENÍ PŘEJEZDŮ Z POHLEDU ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY | 30 |
| 6.1.1 <i>Výstražný kolík</i> | <i>30</i> |
| 6.1.2 <i>Přejezdník.....</i> | <i>30</i> |
| 6.1.3 <i>Staničnick.....</i> | <i>31</i> |

| | | |
|--------|--|-----------|
| 7 | PROBLEMATIKA PROVOZU NA ŽELEZNIČNÍCH PŘEJEZDECH | 32 |
| 7.1 | Rozhledové poměry | 32 |
| 8 | DYNAMIKA VOZIDEL | 35 |
| 8.1 | Zpomalení a zrychlení silničních vozidel | 36 |
| 8.2 | Zpomalení kolejových vozidel..... | 37 |
| 9 | MOŽNOST ODVRÁCENÍ STŘETU | 39 |
| 9.1 | Možnost odvrácení střetu řidičem silničního vozidla | 39 |
| 9.2 | Možnost odvrácení střetu strojvedoucím vlaku | 39 |
| 9.3 | Porovnání brzdných drah | 39 |
| 10 | ANALÝZA VYBRANÝCH ŽELEZNIČNÍCH PŘEJEZDŮ | 41 |
| 11 | ŽELEZNIČNÍ PŘEJEZD P7953..... | 42 |
| 11.1 | Provoz drážních vozidel na přejezdu P7953 | 43 |
| 11.2 | Dopravní situace v místě železničního přejezdu..... | 43 |
| 11.3 | Rozhledové poměry | 46 |
| 11.4 | Možnosti odvrácení střetu řidičem běžného silničního vozidla..... | 48 |
| 11.4.1 | <i>Možnost odvrácení střetu zastavením a následnou akcelerací.....</i> | <i>49</i> |
| 11.4.2 | <i>Možnost odvrácení střetu jízdou konstantní rychlostí</i> | <i>51</i> |
| 11.5 | Možnost odvrácení střetu řidičem nejpomalejšího vozidla | 52 |
| 11.5.1 | <i>Možnost odvrácení střetu zastavením a následnou akcelerací.....</i> | <i>53</i> |
| 11.5.2 | <i>Možnost odvrácení střetu jízdou konstantní rychlostí</i> | <i>54</i> |
| 11.6 | Možnost odvrácení střetu strojvedoucím vlaku | 54 |
| 11.7 | Návrh nápravných opatření..... | 55 |
| 12 | ŽELEZNIČNÍ PŘEJEZD P8143..... | 56 |
| 12.1 | Provoz drážních vozidel na přejezdu P8143 | 57 |
| 12.2 | Dopravní situace v místě železničního přejezdu..... | 57 |
| 12.3 | Rozhledové poměry | 59 |
| 12.4 | Možnosti odvrácení střetu řidičem vozidla..... | 62 |
| 12.4.1 | <i>Možnost odvrácení střetu zastavením před PZS.....</i> | <i>62</i> |
| 12.4.2 | <i>Možnost odvrácení střetu jízdou konstantní rychlostí</i> | <i>63</i> |
| 12.5 | Možnost odvrácení střetu strojvedoucím vlaku | 64 |
| 12.6 | Návrh nápravných opatření..... | 65 |
| 13 | ŽELEZNIČNÍ PŘEJEZD P7935..... | 67 |
| 13.1 | Provoz drážních vozidel na přejezdu P7935 | 67 |
| 13.2 | Dopravní situace v místě železničního přejezdu..... | 68 |
| 13.3 | Rozhledové poměry | 71 |

| | | |
|--------|--|-----------|
| 13.4 | Možnosti odvrácení střetu řidičem vozidla | 74 |
| 13.4.1 | <i>Možnost odvrácení střetu zastavením před PZS</i> | <i>74</i> |
| 13.4.2 | <i>Možnost odvrácení střetu jízdou konstantní rychlostí.....</i> | <i>75</i> |
| 13.5 | Možnost odvrácení střetu strojvedoucím vlaku..... | 77 |
| 13.6 | Návrh nápravných opatření | 77 |
| 14 | ZÁVĚR | 79 |
| 15 | SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ | 82 |

1 ÚVOD A CÍL PRÁCE

Hlavním cílem této diplomové práce je provést analýzu třech vybraných železničních přejezdů a následně posoudit možnosti vzniku dopravních nehod. Dalším cílem je na základě vypočtených hodnot navrhnout nápravná opatření pro každý analyzovaný železniční přejezd. Navrhovaná nápravná opatření budou přihlížet k jejich finanční náročnosti. Cílem je rovněž seznámení se základními pojmy používanými během posuzování dopravních nehod.

V případě vzniku dopravní nehody musí znalec perfektně znát předpisy a návěsti řídicí provoz na železnici i v silničním provozu. Bez těchto znalostí není možné správně provést komplexní analýzu nehodového děje, posoudit technickou příčinu vzniku nehody a stanovit možnosti odvrácení střetu oběma účastníky vzniklé nehody.

Statistiky dopravních nehod na železničních přejezdech patří již dlouhá léta k nejsledovanějším údajům. Česká republika je unikátní tím, že má jednu z nejhustějších železničních sítí v Evropě. Zároveň je však státem, který má jeden z nejmenších počtů mimoúrovňových křížení silniční a železniční sítě. Převážná většina křížení je úrovnňových, což není z hlediska bezpečnosti ideální. Každý železniční přejezd představuje potenciální riziko vzniku dopravní nehody.

Výstavba železničních přejezdů vždy podléhala požadavkům příslušných norem a dalších předpisů. Postupem času se normy a předpisy měnily, přejezdy vystavěné na základě jejich požadavků však zůstávaly beze změny. Na změny norem často nebraly ohled jiné subjekty, jako například stavební úřady. Následkem toho jsou v okolí železničních přejezdů nevhodně umístěné stavby, které neslouží potřebám železničního přejezdu a snižují v daných místech bezpečnost. V současné době jsou na území České republiky železniční přejezdy s parametry, které neodpovídají aktuálně platné normě ČSN 73 6380 Železniční přejezdy a přechody z roku 2004. Problémem je, že každá změna nebo úprava železničního přejezdu je velice nákladnou záležitostí. Častým řešením je doplňování stávajících přejezdů o další zabezpečovací zařízení, která zvýší jejich bezpečnost. Nezbytností správy přejezdu je i jeho údržba. Největším problémem při údržbě přejezdů je nutnost součinnosti správce železniční tratě a silniční komunikace. Pokud nejsou činnosti obou zmíněných subjektů synchronizovány, není možné, aby bylo okolí železničního přejezdu stále ve vyhovujícím stavu. Pouze pokud je vše provedeno správně, jsou výhledové poměry v požadovaných délkách.

2 VYMEZENÍ ŽELEZNIČNÍHO PŘEJEZDU

Z pohledu účastníků silniční provozu je železniční přejezd vymezen zákonem 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. Zákon popisuje přejezd jako místo, kde se v jedné úrovni kříží pozemní komunikace s železnicí nebo jinou dráhou, ležící na samostatném tělese a označené příslušnou dopravní značkou. Jako přejezd je rovněž označeno místo, kde se zmíněná dráha protíná s vyznačenou trasou pro pěší. Výjimkou jsou přechody v rámci železniční stanice, kde jsou tato místa přímo konstrukčně vedeny jako místa určená pro vchod do kolejiště za účelem jeho překonání. V případě křížení tramvajové dráhy a silniční komunikace se o železniční přejezd nejedná. Jedná se o křižovatku nebo o výjezd tramvaje z místa ležícího mimo pozemní komunikaci. (10)

Železniční přejezd je dle české legislativy součástí dráhy, nikoli součástí silniční pozemní komunikace.

Vymezení železničního přejezdu z pohledu železniční dopravy je uvedeno v normě ČSN 73 6380. Uvedená norma popisuje železniční přejezd jako „*křížení dráhy s pozemní komunikací v úrovni kolejí, které se označuje výstražným křížem.*“ (8)

2.1 DĚLENÍ ŽELEZNIČNÍCH PŘEJEZDŮ

Železniční přejezdy se dle normy ČSN 73 6380 dělí podle následujících kritérií:

- počtu křížených kolejí,
- doby trvání jejich potřeby,
- úhlu křížení pozemní komunikace s dráhou,
- druhu pozemní komunikace,
- povahy a účelu dráhy,
- nejvyšší dovolené rychlosti silničních vozidel na přejezdu,
- zabezpečení,
- způsobu používání uživateli pozemní komunikace. (8)

3 PARAMETRY ŽELEZNIČNÍHO PŘEJEZDU

Znalost správné terminologie používané v rámci silniční i železniční dopravy je při posuzování nehodové události nezbytností. Použití nepřesného pojmu nebo jeho špatný výklad může znamenat rozdíl mezi správným a nesprávným posouzením nehodové události.

3.1 NEBEZPEČNÉ PÁSMO PŘEJEZDU

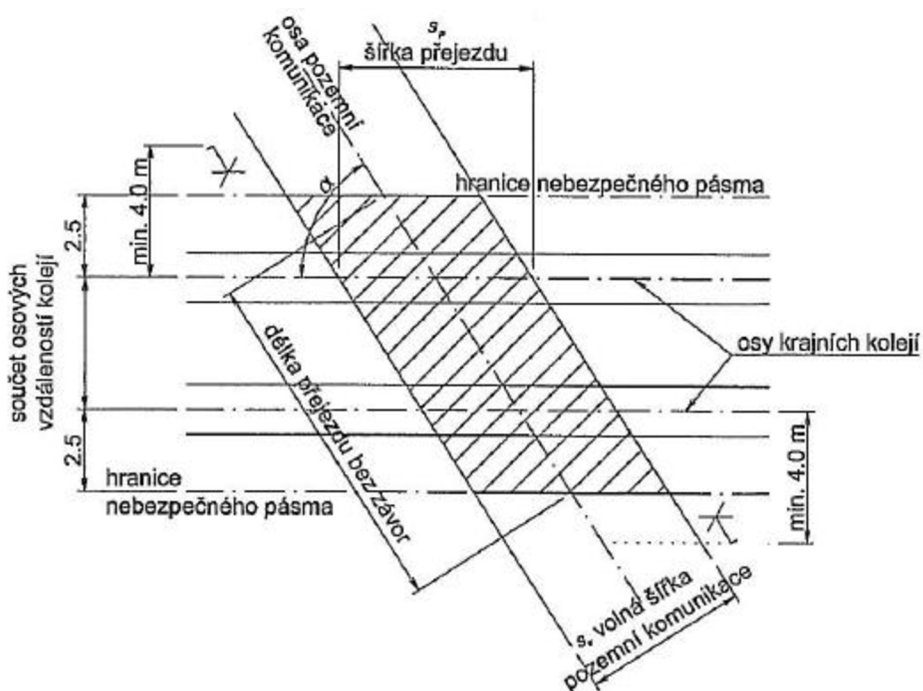
Norma ČSN 73 6380 popisuje nebezpečné pásmo přejezdu jako „*prostor na pozemní komunikaci, ohraničený svislými plochami vedenými rovnoběžně s osami vnějších kolejí ve vzdálenosti 2,5 m na vnější stranu přejezdu.*“ (8)

3.2 DÉLKA PŘEJEZDU

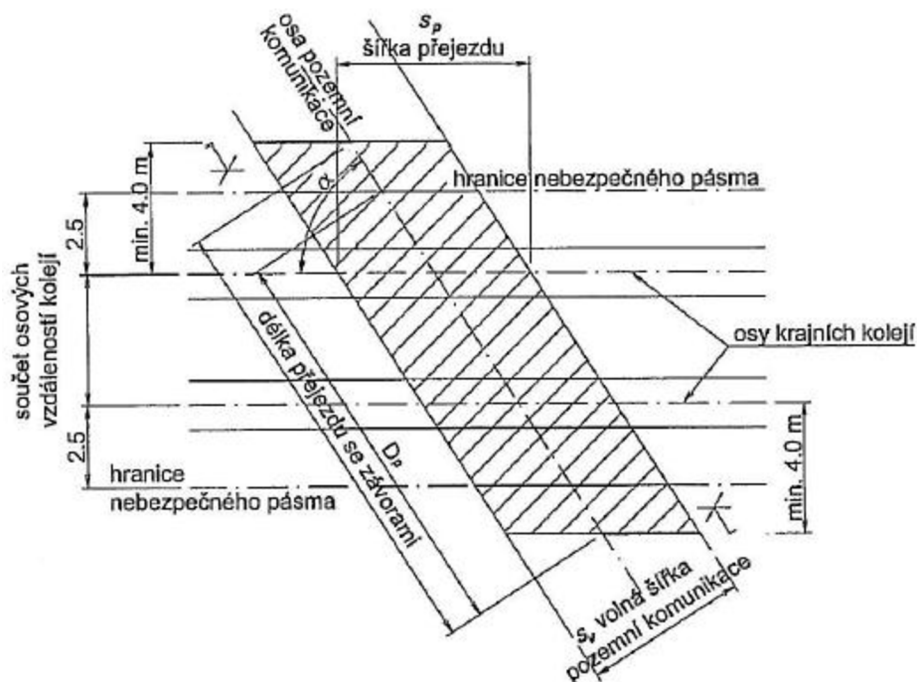
Délka železničního přejezdu se měří v ose pozemní komunikace. U přejezdů bez závorových břeven je to vzdálenost průsečíků os nebezpečného pásma, měřeného na obou stranách přejezdu. U přejezdů vybavenými závorovými břeveny je dána vzdáleností průsečíků os závorových břeven. (8)

3.3 ŠÍŘKA PŘEJEZDU

Šířka přejezdu se měří v ose koleje, je rovna vzdálenosti průsečíku této osy a ohraničení volné šířky pozemní komunikace na přejezdu. (8)



Obr. č. 1 - Délka a šířka u železničního přejezdu bez závorových břeven (8)



Obr. č. 2 - Délka a šířka u železničního přejezdu vybaveného závorovými břevny (8)

3.4 VOLNÁ ŠÍŘKA POZEMNÍ KOMUNIKACE

Volná šířka pozemní komunikace by měla být stejná na obou stranách dráhy, minimálně do vzdálenosti 30 m od os krajních kolejí. Jedná se o šířku pozemní komunikace, měřenou na železničním přejezdu. Minimální šířka u silnic a místních komunikací je 5 m. Maximální šířka je omezena pouze geografickými možnostmi v daném místě. (8)

3.5 DOPRAVNÍ INTENZITA

Dopravní intenzita je vyjádřena dopravním momentem, který se vypočítá jako součin intenzity provozu na pozemní komunikaci vynásobeného deseti hodinami a průměrné intenzity provozu na železniční trati za celý den. Vzorec pro výpočet je následující:

$$M = 10 * I_S * (P_V * P_P * P_{PMD})$$

- M – dopravní moment železničního přejezdu
 - I_S – intenzita silničního provozu (počet vozidel za jednu hodinu)
 - P_V – počet pravidelných vlakových jízd v obou směrech za 24 hodin
 - P_P – počet posunů v obou směrech za 24 hodin
 - P_{PMD} – průměrný počet posunů mezi dopravami v obou směrech za 24 hodin
- (9)

Dopravní intenzita železničního přejezdu je jedním ze základních kritérií, podle kterých se stanovuje systém zabezpečení přejezdu.

3.6 ROZHLEDOVÉ POMĚRY U ŽELEZNIČNÍCH PŘEJEZDŮ

Rozhled pro řidiče silničního vozidla má čtyři kvadranty. Každý kvadrant má tvar trojúhelníku. Rozlišují se dva přístupy k rozhledovým poměrům u železničních přejezdů. Prvními jsou rozhledové poměry u přejezdů, které jsou zabezpečeny přejezdovým zabezpečovacím zařízením světelným, dále jen PZS. Součástí PZS je výstražník, jehož účelem je signalizovat světelnou, případně zvukovou výstrahu pro řidiče silničních vozidel. Případně může být výstražník doplněn o závorová břevna. Druhý přístup je u rozhledových poměrů u přejezdů zabezpečených pouze výstražnými kříži.

3.6.1 Rozhledové poměry u železničních přejezdů vybavených PZS

U přejezdů vybavených PZS musí být pro řidiče silničních vozidel zabezpečen dostatečný rozhled pouze na výstražník či sklopené závorové břevno. Tento rozhled se nazývá Délka pro zastavení a je označován zkratkou Dz. Vzdálenost Dz musí být dostatečně dlouhá, aby řidič stihl vozidlo před PZS bezpečně zastavit z maximální dovolené rychlosti. Rozhled je měřen v ose příslušného jízdního pruhu pozemní komunikace od úrovně čela PZS, případně závorových břevna. Jiné rozhledové poměry než Dz nejsou normou u přejezdů vybavených PZS zohledňována. (8)

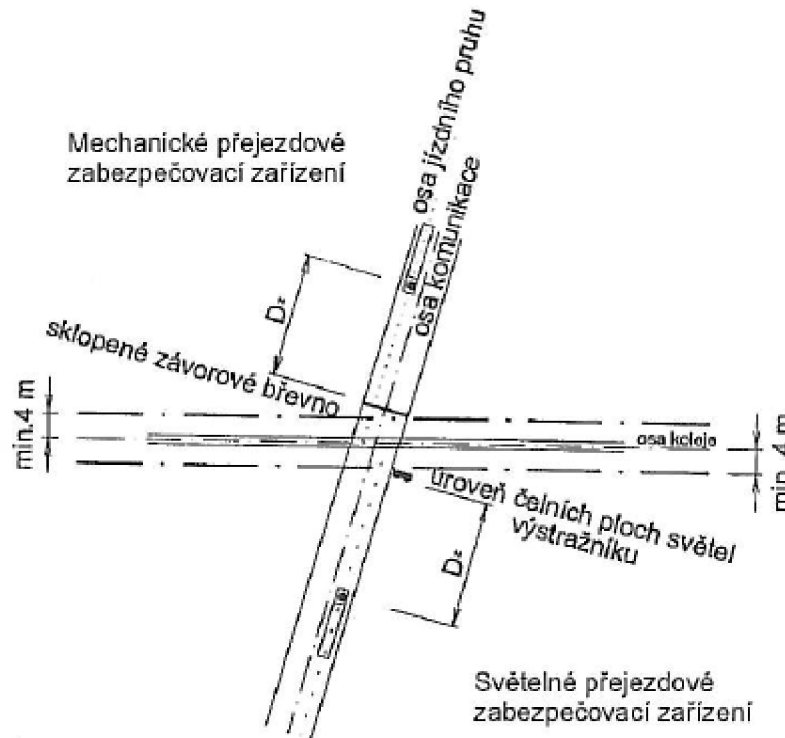
Délky těchto rozhledů jsou závislé na kategorii místní silniční komunikace, se kterou se přejezd kříží. Norma ČSN 76 6110 rozděluje místní komunikace podle urbanisticko-dopravní funkce na čtyři skupiny:

- A – rychlostní s funkcí dopravní,
- B – sběrné s funkcí dopravně-obslužnou,
- C – obslužné s funkcí obslužnou,
- D1 – komunikace se smíšeným provozem (pěší a obytné zóny),
- D2 – komunikace nepřístupné provozu silničních motorových vozidel. (7)

Délky Dz pro jednotlivé skupiny komunikací a maximální dovolené rychlosti:

- komunikace skupin A, B s nejvyšší dovolenou rychlostí 50 km/h je nejmenší dovolená délka Dz 40 m,
- komunikace skupin A, B s nejvyšší dovolenou rychlostí 30 km/h je nejmenší dovolená délka Dz 20 m,
- komunikace skupin C, D1 s nejvyšší dovolenou rychlostí 50 km/h, je nejmenší dovolená délka Dz 35 m,

- komunikaci skupin C, D1, s nejvyšší dovolenou rychlostí 30 km/h je nejmenší dovolená délka D_z 15 m. (8)



Obr. č. 3 – Délka rozhledu u železničního přejezdu vybavených PZS (8)

D_z se vypočítá dle následujícího vzorce:

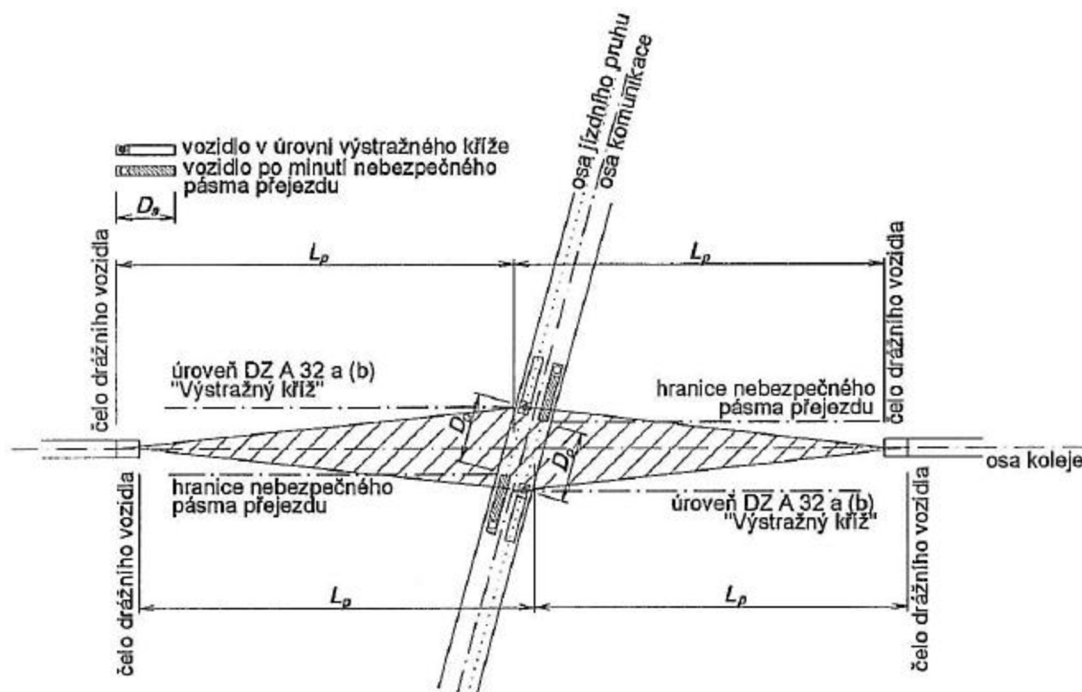
$$D_z = \frac{t_1 * v_s}{3,6} + \frac{v_s^2}{2g_n * 3,6^2 * (f_v \pm 0,01s)} + b_v$$

- t_r – doba reakce řidiče [s]
- v_s – rychlost silničního vozidla před přejezdem (maximální dovolená) [km/h]
- g_n – gravitační zrychlení ($9,81 \text{ m/s}^2$) [m/s^2]
- S – sklon [%] + 0,01 komunikace směrem k přejezdu stoupá
- 0,01 komunikace směrem od přejezdu klesá
- b_v – bezpečný odstup od PZS, zaokrouhlen na nejbližší vyšších 5 m (8) [m]

3.6.2 Rozhledové poměry u železničních přejezdů zabezpečených pouze výstražným křížem

U přejezdů zabezpečených pouze výstražným křížem musí být zajištěn rozhled na železniční trať, na čelo drážního vozidla ve výšce 2 m nad temenem kolejnice z výšky 1 m nad vozovkou. Rozhledové pole musí být zajištěno pro řidiče „nejpomalejšího silničního vozidla“ i pro řidiče „silničního vozidla.“ (8) Nejpomalejším vozidlem je vozidlo, které má délku 22 m a pohybuje se rychlostí 5 km/h. Rozhledová délka pro nejpomalejší vozidlo se

značí L_p . Měří se v průsečíku osy koleje a osy daného jízdního pruhu silniční komunikace. L_p je normou stanovena jako úsek dráhy před přejezdem, kterým projede čelo drážního vozidla za dobu, nutnou k bezpečnému překonání přejezdu v závislosti na úhlu křížení dráhy a silniční komunikace. (8)



Obr. č. 4 - Rozhledové pole pro řidiče nejpomalejšího silničního vozidla L_p (8)

Norma ČSN 73 6380 udává minimální délky L_p v závislosti na traťové rychlosti a úhel křížení 90° . Pro ostatní úhly křížení je nutné hodnoty L_p dopočítat.

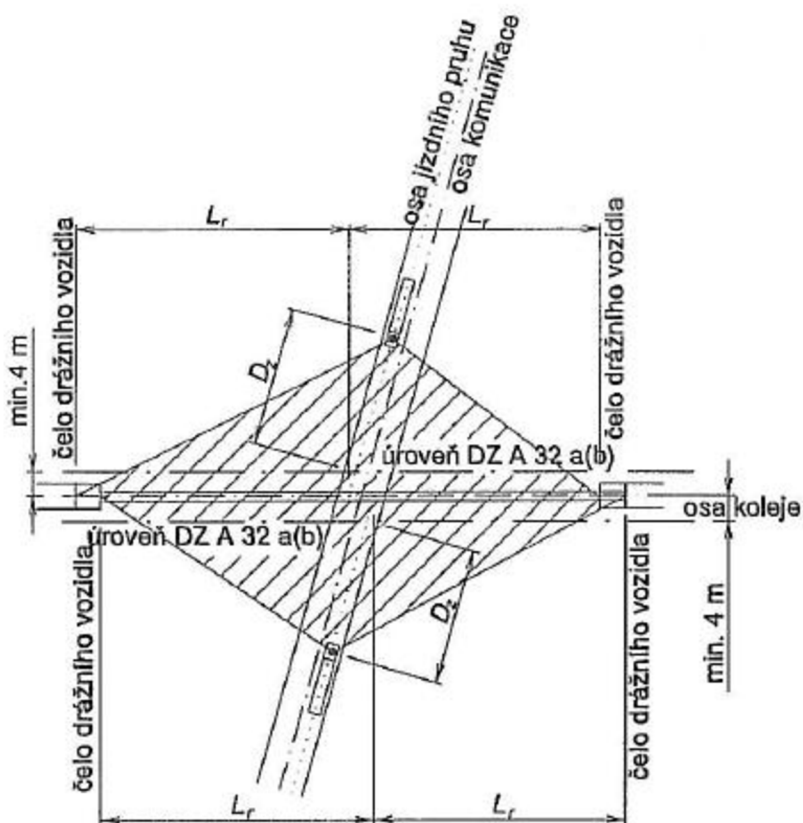
Tab. č. 1 – Rozhledová délka pro nejpomalejší silniční vozidlo L_p (8)

| Úhel křížení α ($^\circ$) | Traťová rychlost v_z [km/h] | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| 90 | 57 | 114 | 171 | 228 | 285 | 342 |
| 80 | 58 | 115 | 172 | 229 | 287 | 344 |
| 70 | 58 | 116 | 174 | 232 | 290 | 348 |
| 60 | 60 | 119 | 178 | 237 | 296 | 355 |
| 50 | 61 | 122 | 183 | 244 | 305 | 366 |
| 45 | 63 | 125 | 188 | 250 | 312 | 375 |

Zkratkou L_f je označována délka rozhledu pro řidiče silničního vozidla. Silniční vozidlo je takové, které není stanoveno jako nejpomalejší. Vzdálenost L_f je uvedena jako délka úseku dráhy před přejezdem, kterou protne čelo drážního vozidla traťovou rychlostí za dobu potřebnou k tomu, aby řidič bezpečně zastavil před přejezdem na vzdálenosti D_z . Délka L_f se měří v ose koleje od jejího průsečíku s osou pruhu silniční komunikace. (8)

Délka rozhledu pro zastavení silničního vozidla, D_z je vypočtena stejně jako pro rozhled u přejezdů vybavených PZS.

- komunikace skupin A, B s nejvyšší dovolenou rychlostí 30 km/h, je nejmenší dovolená délka D_z 25 m,
- komunikace skupin C, D1 s nejvyšší dovolenou rychlostí 30 km/h, je nejmenší dovolená délka D_z 20 m. (8)



Obr. č. 5 – Rozhledové pole pro řidiče silničního vozidla (8)

4 SPRÁVA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY

Správa železniční dopravní cesty je státní organizace, která vznikla k 1. 1. 2003 na základě zákona č. 77/2002 Sb. o transformaci Českých drah. Tímto zákonem došlo k zániku státní organizace České dráhy, která se následně rozdělila na společnosti Správa železniční a dopravní cesty, státní organizace a České dráhy a. s.. Tímto rozdělením se rovněž rozdělily pravomoci, předměty činnosti a majetek Českých drah, státní organizace, které byly v minulosti vlastníkem a zároveň dopravcem. Po rozdělení se České dráhy a.s. staly výhradně dopravcem, jehož majetkem jsou převážně hnací a hnaná drážní vozidla, zejména pro přepravu osob. Správa železniční dopravní cesty, dále jen SŽDC se stala vlastníkem

a správcem téměř všech železničních dopravních cest, včetně přejezdů, návěstidel a většiny budov spojených s dráhou. (18)

„Předmětem činnosti SŽDC je hospodaření s majetkem vymezeným v § 20 zákona č. 77/2002

Sb. jmenovitě:

- *zajišťování provozování železniční dopravní cesty a její provozuschopnosti;*
 - *zajišťování údržby a opravy železniční dopravní cesty;*
 - *zajišťování rozvoje a modernizace železniční dopravní cesty;*
 - *hospodaření s vymezenými závazky a pohledávkami Českých drah, s. o., existující ke dni vzniku České dráhy, a.s.;*
 - *příprava podkladů pro sjednávání závazků veřejné služby;*
 - *kontrola užívání železniční dopravní cesty, provozu a provozuschopnosti dráhy“*
- (19)

4.1 OBLASTNÍ ŘEDITELSTVÍ SŽDC

Oblastní ředitelství, dále jen OŘ jsou jednou z nejdůležitějších složek SŽDC. Náplní práce je řešení mimořádných událostí a správy majetku v rámci svého obvodu. OŘ mají zastoupení v krajských městech: Brno, Hradec Králové, Olomouc, Ostrava, Plzeň, Praha a Ústí nad Labem. Oblasti působnosti jednotlivých OŘ se neshodují s geografickým rozvržením krajů v rámci ČR. Například OŘ Brno má působnost v Jihomoravském kraji, zasahuje také do kraje Zlínského a kraje Vysočiny. V současné době spravuje OŘ Brno 920 železničních přejezdů. (21)

4.2 ČÍSLOVÁNÍ ŽELEZNIČNÍCH PŘEJEZDŮ

Od 1. 8. 2009 je každý železniční přejezd označen svým jedinečným číslem. Číslo přejezdu je napsáno černým písmem na bílé samolepící reflexní folii, která se nachází na zadní straně PZS, pokud je jím přejezd vybaven. V případě, kdy je přejezd zabezpečen pouze výstražným křížem, je číslo umístěno na zadní straně kříže. Umístění samolepek s číslem přejezdu si zajišťuje každý vlastník přejezdů sám. Vlastník rovněž odpovídá za kontrolu a obnovu samolepek. (22)



Obr. č. 6 – Ukázka číslování železničního přejezdu (Archív autora)

Přejezdy, které jsou ve vlastnictví státu, ve správě SŽDC, obsahují číselnou řadu P1-P9000. Číselnou řadu P9000-P9999 mají přejezdy, které jsou umístěny na regionálních drahách, avšak nejsou ve vlastnictví státu. V rozmezí P100000-99999 jsou číslovány přejezdy na vlečkách. Přečody v železničních stanicích, které nejsou označeny výstražným křížem a přejezdy na vlečkách, které jsou umístěny v uzavřených areálech, nejsou číslovány. (22)

Základní informace o každém železničním přejezdu je možné nalézt v centrální evidenci. Vlastníkem a provozovatelem centrální evidence je SŽDC, s. o.. Každou změnu je vlastník povinen SŽDC nahlásit. Následně se provede oprava v centrální evidenci. Evidovány jsou údaje uvedené v Obr. č. 7. (22)

| Číslo přejezdu železniční | Název definičního úseku | Žkm přejezdu | Přejezd s trolejovým vedením | Třída pozemní komunikace | Číslo pozemní komunikace | Místní název přejezdů | Zeměpisná šířka | Zeměpisná délka |
|---------------------------|--|--------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|
| P8362 | Květná - Polička | 18,909 | Ne | MK | | do průmyslové zóny | 49° 43' 08.74000" N | 16° 16' 09.39000" E |
| P8367 | Kutná Hora hl.n. - Kutná Hora město | 2,091 | Ne | MK | | | 49° 57' 14.59383" N | 15° 16' 57.71106" E |
| P8370 | Žst. Staré Město u U.H. | 137,870 | Ano | O | | spojka k místnímu nádraží | 49° 4' 30.394" N | 17° 25' 20.963" E |
| P8371 | Žst. Olomouc hl.n.-areál Hodolany - (kol. 401,402,403) | 1,037 | Ne | O | | Do pivovaru | 49° 34' 59.222" N | 17° 17' 10.072" E |
| P8371 | | 0,148 | | MK | | | 49° 34' 59.222" N | 17° 17' 10.072" E |
| P8374 | Dolní Poustevna - Dolní Poustevna st.hr. | 26,000 | Ne | O | | U hranic | 50° 58' 57.949" N | 14° 16' 55.183" E |

Obr. č. 7 – Ukázka z evidence železničních přejezdů (20)

5 OZNAČOVÁNÍ A ZABEZPEČENÍ PŘEJEZDŮ Z POHLEDU SILNIČNÍ DOPRAVY

Označování přejezdů a bližší specifikta maximálních povolených rychlostí je obsaženo v zákoně č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích v § 2, § 28 (3), § 77 (3) a (4) a vyhlášce č. 294/2015 Sb. kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích.

5.1 PRÁVNÍ ÚPRAVA PROVOZU NA ŽELEZNIČNÍM PŘEJEZDU

Podrobná znalost právních předpisů je zásadní pro bezpečný provoz na dráze i na pozemních komunikacích. V této oblasti jsou klíčové § 28 a § 29 zákona 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích, které jasně definují postupy a zásady, které musí řidiči motorových vozidel dodržovat.

§ 28 (1) Řidič si musí počínat zvláště opatrně a musí se přesvědčit, zda může železniční přejezd bezpečně projet.

(2) Vozidla se před železničním přejezdem řadí za sebou v pořadí, ve kterém přijela a to vždy jen v jednom jízdním proudu. Výjimku tvoří souběžná jízda.

(4) Pokud dojde k zastavení vozidla na železničním přejezdu, musí být vozidlo jeho řidičem neprodleně odstraněno mimo železniční trať. Pokud tak řidič nemůže učinit, musí neprodleně učinit vše, aby byli řidiči kolejových vozidel před nebezpečím včas varováni. (10)

§ 29 „(1) Řidič nesmí vjíždět na železniční přejezd:

- a) *je-li dávana výstraha dvěma červenými střídavě přerušovanými světly signálu přejezdového zabezpečovacího zařízení;*
- b) *je-li dávana výstraha přerušovaným zvukem houkačky nebo zvonku přejezdového zabezpečovacího zařízení;*
- c) *sklápějí-li se, jsou-li sklopeny nebo zdvihají-li se závory;*
- d) *je-li již vidět nebo slyšet příježdějící vlak nebo jiné drážní vozidlo nebo je-li slyšet jeho houkání, nebo pískání; toto neplatí, svítí-li přerušované bílé světlo signálu přejezdového zabezpečovacího zařízení;*

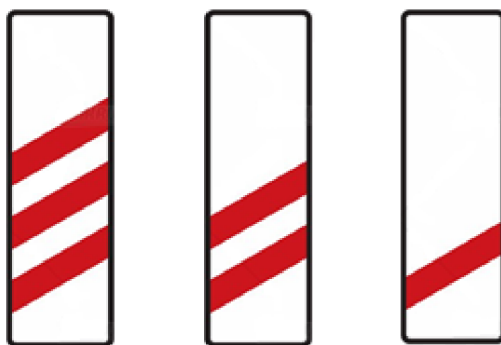
- e) *dává-li znamení k zastavení vozidla zaměstnanec dráhy kroužením červeným nebo žlutým praporkem a za snížené viditelnosti kroužením červeným světlem;*
- f) *nedovoluje-li situace za železničním přejezdem jeho bezpečné přejetí a pokračování v jízdě.*“ (10)

„(2) V případech uvedených v odstavci 1 písmeno a), b) a c) smí řidič vjíždět na železniční přejezd pouze tehdy, jestliže před železničním přejezdem dostal od pověřeného zaměstnance provozovatele dráhy k jízdě přes železniční přejezd ústní souhlas. V tomto případě je řidič povinen řídit se při jízdě přes železniční přejezd pokyny pověřeného zaměstnance provozovatele dráhy. Pověřený zaměstnanec provozovatele dráhy je povinen se na požádání řidiče prokázat platným pověřením provozovatele dráhy.“ (10)

Při křížení železniční dráhy se silniční komunikací v úrovni kolejí má drážní doprava přednost před silničními vozidly. (9)

5.2 OZNAČOVÁNÍ PŘEJEZDŮ

Účastníci silničního provozu jsou upozorněni na přítomnost, stupeň zabezpečení a počet kolejí železničního přejezdu pomocí svislého dopravního značení. Vzdálenost, ve které se železniční přejezd nachází, zobrazují dopravní značky s označením A 31. Podkategorie označení je A 31a, A 31b a A 31c. Značky vyznačují vzdálenost vždy po 80 m od vzdálenosti 240 m, kterou udává značka A 31a po vzdálenost 80 m od železničního přejezdu, kterou označuje značka A 31c.



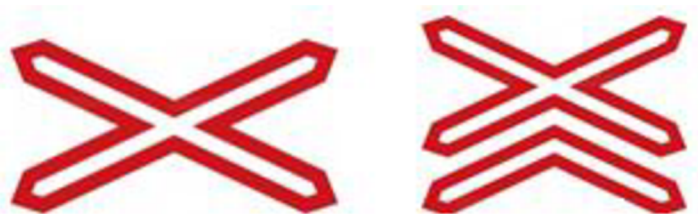
Obr. č. 8 – Svislé dopravní značení (zleva) A 31a, A 31b, A 31c (12)

Pokud není přejezd zabezpečen závorovými břevny, umísťuje se nad dopravní značku A 32a dopravní značky A 30 „Železniční přejezd bez závor“. Pokud je přejezd zabezpečen závorovými břevny, je na stejné místo umístěna dopravní značka A 29 „Železniční přejezd se závorami.“



Obr. č. 9 – Svislé dopravní značení (zleva) A 30, A 29 (12)

Železniční přejezd jednokolejný je vždy označen dopravní značkou A 32a „Výstražný kříž pro železniční přejezd jednokolejný“, vícekolejný přejezd je označen dopravní značkou A 32b „Výstražný kříž pro železniční přejezd vícekolejný.“ Pokud je přejezd zabezpečen pouze výstražnými kříži, jsou dopravní značky umístěny před železničním přejezdem ve vzdálenosti 4 m od osy krajní koleje. V případě, kdy na přejezdu umístěno světelné přejezdové zabezpečovací zařízení, jsou tyto dopravní značky umístěny nad světelným výstražníkem.



Obr. č. 10 – Svislé dopravní značení (zleva) A 32a, A 32b (12)

5.3 ZABEZPEČENÍ PŘEJEZDŮ

Volba typu zabezpečovacího zařízení podléhá hodnotám traťové rychlosti, dopravního momentu, rozhledových a místních poměrů. V závislosti na typu zabezpečovacího zařízení železničního přejezdu se udává maximální dovolená rychlost, kterou se smí řidič k přejezdu přibližovat. V České republice obecně rozeznáváme dva základní typy zabezpečovacích zařízení. Jedná se o zabezpečení výstražnými kříži a zařízením se světelnou signalizací, které může být vybaveno mechanickou zábranou.

5.3.1 Zabezpečení výstražnými kříži

Zabezpečení přejezdů se řídí vyhláškou Ministerstva dopravy č. 177/1995 Sb. kterou se vydává stavební a technický řád drah. Přejezd smí být zabezpečen výstražnými kříži jen v případě, kdy je umístěn na trati s traťovou rychlostí nižší nebo rovnou 60 km/h. Pokud se jedná o přejezd určený výlučně pro chůzi osob, smí být umístěn i na tratích s traťovou rychlostí nižší nebo rovnou 100 km/h. Zároveň však nesmí být hodnota dopravního momentu

v místě přejezdu vyšší než 10 000. Zabezpečení kříži spočívá v přítomnosti dopravní značky A 32a která se umísťuje přímo před železniční přejezd, do vzdálenosti 4 m od osy krajní koleje. (11) Tyto značky mohou být opatřeny zvýrazňujícím reflexním doplňkem, zajišťujícím její lepší viditelnost. K přejezdu zabezpečeným pouze výstražnými kříži se smí řidič po silniční komunikaci od vzdálenosti 50 m před přejezdem přibližovat maximální rychlostí 30 km/h.

V kombinaci s výstražnými kříži není užito závorových břevna, světelného nebo zvukového varování. Tento typ zabezpečení neinformuje přijíždějící řidiče silničních vozidel o blížícím se drážním vozidle. Počet železničních přejezdů vybavených pouze výstražnými kříži je v ČR přibližně 3 900, což tvoří přibližně 50 % celkového počtu železničních přejezdů na území ČR.

5.3.2 Zabezpečení PZS pomocí červených kmitajících světél

Ostatní přejezdy, které nejsou nebo nesmí být zabezpečeny pouze výstražnými kříži, se zabezpečují PZS. Výstražník se umísťuje vždy vpravo ve směru jízdy silničních vozidel. Na více exponované přejezdy se výstražník umísťuje vpravo i vlevo ve směru jízdy silničních vozidel. Výstražník je umístěn do vzdálenosti 4 m od osy krajní koleje a to vždy tak, aby byl vždy co nejlépe viditelný pro přijíždějící vozidla. (9)

Hlavní podstatou PZS je varování řidiče jak na přítomnost železničního přejezdu, tak i přímé varování, pokud se k přejezdu přibližuje železniční vozidlo. Samotný výstražník PZS se skládá ze dvou vedle sebe umístěných červených světél, které varují řidiče před přijíždějícím drážním vozidlem. Jedná se o světelnou výstrahu. Světla začínají střídavě kmitat ve frekvenci 60x za minutu +/- 20 %. Světelná výstraha je doplněna o výstrahu zvukovou. V případě, že se k přejezdu žádné drážní vozidlo nepřibližuje, jsou obě červená světla zhasnutá a zvukový signál je vypnut. Řidič se k takto zabezpečenému přejezdu smí přibližovat od vzdálenosti 50 m před přejezdem maximální rychlostí 30 km/h. (26)

5.3.3 Zabezpečení PZS s doplněným kmitajícím bílým světlem

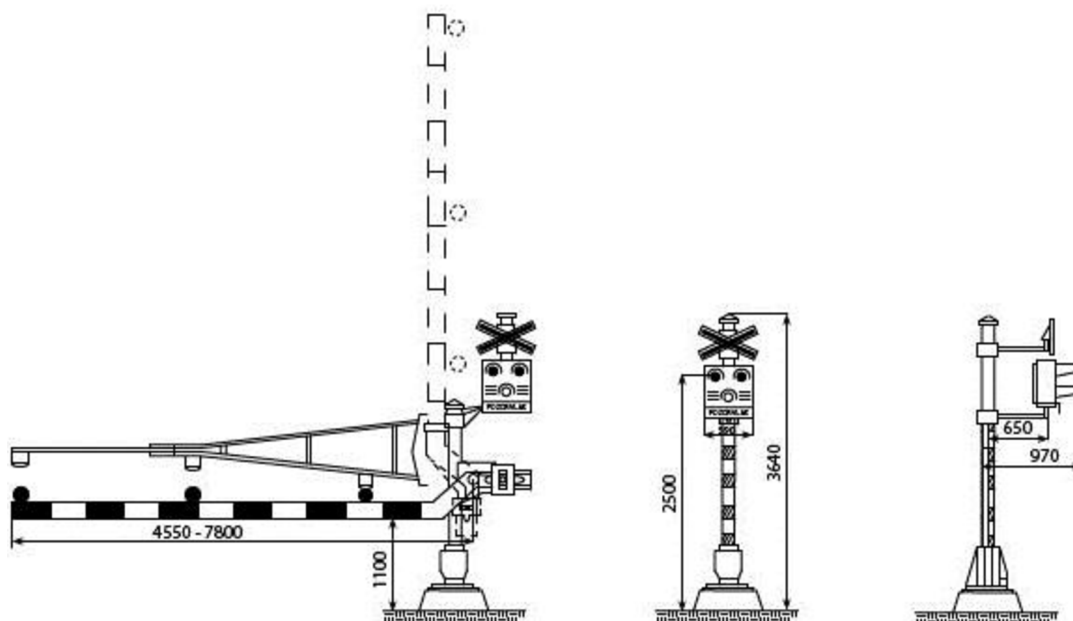
V některých případech je výstražník PZS doplněn bílým kmitajícím světlem. Bílé světlo se nachází ve spodní části výstražníku mezi červenými světly tak, že všechna světla svírají tvar rovnoramenného trojúhelníku. Bílé světlo kmitá frekvencí 40x za minutu +/- 20 % a to v případě, kdy se k přejezdu nepřibližuje žádné drážní vozidlo. Pokud se blíží drážní vozidlo k přejezdu, bílé světlo zhasne a následně se spustí světelná a zvuková výstraha.

K přejezdu, který je vybaven bílým světlem, je dovoleno se po silniční komunikaci od vzdálenosti 50 m před přejezdem přibližovat maximální rychlostí 50 km/h. (26)

5.3.4 Zabezpečení PZS doplněný o závorová břevna

PZS se dále doplňují o mechanickou zabezpečovací zábranu, kterou tvoří závorová břevna. Pokud jsou břevna ve svislé poloze je přejezd možno bezpečně překonat. Pokud jsou břevna ve vodorovné rovině, znemožňují vjezd a vchod na železniční přejezd, protože se přibližuje drážní vozidlo. Umístění břevna musí být vždy rovnoběžné s osou železniční dráhy a to ve vzdálenosti minimálně 4 m od osy krajní koleje. Doba sklápění břevna nesmí být kratší než 3 s a zvedání více jak 10 s. Výstraha kmitajícími červenými světly musí být dostatečně dlouhá na to, aby mohli všichni účastníci dopravního provozu i chodci prostor přejezdu bezpečně opustit. Délka prodlevy mezi světelnou výstrahou a následným spouštěním břevna je závislá od délky přejezdu. Čím větší je délka přejezdu, tím větší prodleva musí být. (26)

Závorová břevna mohou mít délku poloviny nebo celé šíře jízdního pásu silniční komunikace. Břevna jsou opatřena nátěrem střídajícím bílé a červené svislé pruhy. Nátěr může být opatřen reflexní úpravou nebo jsou v místě červených pruhů umístěny odrazky. Konstrukce břevna musí být natolik lehká, aby bylo možné je v případě nutnosti bez problémů prorazit. Břevna, která uzavírající silniční komunikaci v celé šířce jsou nejvyšším stupněm zabezpečení. Jsou umístěována zejména na přejezdy, kde se vyskytuje větší počet chodců nebo v místech, kdy jsou břevna přehrazující pouze pravý jízdní pruh nedostačující. (26)



Obr. č. 11 – Rozměry PZS [mm] (26)

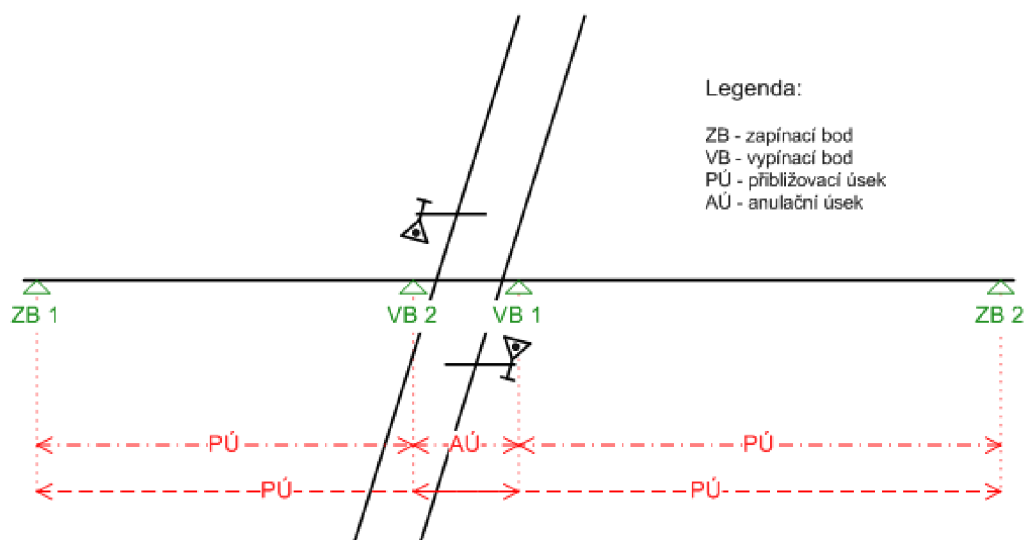
5.4 SYSTÉM FUNGOVÁNÍ ŽELEZNIČNÍHO PŘEJEZDU

Funkčnost PZS má zásadní vliv na posouzení nehodové události na železničním přejezdu. Znalec je povinen důkladně prověřit funkčnost zařízení v době nehodové události a posoudit správnost nastavení jednotlivých signálů, vzhledem k projektovaným parametrům rychlostí drážních a silničních vozidel v daném místě.

5.4.1 Princip činnosti červených kmitajících světél

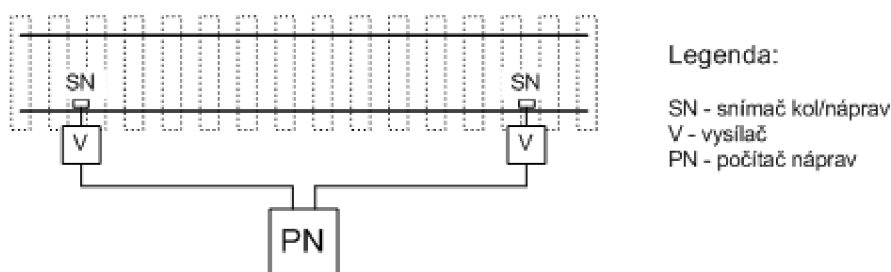
Všechny přejezdy vybavené světelným zabezpečovacím zařízením, ať s břevny či bez břeven jsou napojeny na traťové zabezpečovací zařízení. Běžně používanými zařízeními je kolejový obvod a počítač náprav. Vzdálenost, ve které jsou obě zařízení umístěna od železničního přejezdu se značně liší v závislosti na charakteristice tratě a přejezdu. Prodleva mezi zahájením výstrahy, případného spuštění závor a příjezdem vlaku musí být dostatečná, aby bylo možné přejezd bezpečně opustit. Prodleva je kalkulována pro maximální traťovou rychlost a délku přejezdu. Na koridorových tratích jsou zabezpečovací zařízení v delší vzdálenosti od daného přejezdu, jelikož se zde vlaky pohybují vysokou rychlostí a na přejezdech bývá větší počet kolejí, které je nutno překonat. Naopak u regionálních tratí je tato vzdálenost kratší, jelikož se na přejezdech překonává zpravidla jedna kolej a rychlost jízdy vlaku je značně nižší. (23)

Kolejový obvod tvoří z obou stran přejezdu na trati tzv. přibližovací a anulační úsek. Přibližovací úsek se nachází vždy v určité vzdálenosti před přejezdem. Délka, kterou tento úsek před přejezdem zaujímá, je stanovena maximální traťovou rychlostí a počtem kolejí. Význam přibližovacího úseku spočívá v tom, že při vjezdu jakékoli drážní vozidla do tohoto úseku, se na přejezdu spustí výstraha pro řidiče. Druhým prvkem kolejového obvodu je tzv. anulační obvod, který se stejně jako obvod přibližovací, nachází na obou stranách přejezdu. Tento obvod je přejezdu podstatně blíže, než obvod přibližovací. Anulační obvod slouží naopak k vypínání výstrahy na železničním přejezdu. Kolejový obvod funguje na bázi vodiče. V předepsaném místě jsou kolejnice přerušeny a izolovány. Jakmile se po kolejích přibližuje vlak nebo jiné drážní vozidlo, jsou prostřednictvím jeho náprav obě kolejnice propojeny. Důsledkem je uzavření elektrického obvodu v přibližovacím úseku, pomocí kterého se vyše signál k danému PZS, který spustí světelnou a zvukovou výstrahu. Při vyjetí vlaku nebo jiného drážního vozidla z anulačního obvodu, dojde k rozpojení elektrického obvodu a systém vyhodnotí přejezd jako bezpečný. (23)



Obr. č. 12 – Schéma funkce kolejového obvodu (23)

Druhým typem zabezpečovacího zařízení, které ovládá činnost PZS je počítač náprav. Počítač náprav funguje na principu elektromagnetické indukce. Každý počítací bod tvoří dvojice kolejnicových kontaktů, které jsou pomocí kabelu propojeny s počítačem náprav. Každý zaznamenaný vjezd dvojkolí drážního vozidla je načítán v počítači náprav. Naopak každé dvojkolí, které na druhé straně přejezdu opustí úsek projetím přes druhý kontakt, se z počítače náprav odečte. Pokud je stav v počítači nulový, je kolej vyhodnocena jako neobsazená a PZS přestane signalizovat výstrahu. (23)



Obr. č. 13 – Schéma funkce počítače náprav (23)

Nebezpečné situace spojené se signalizací PZS

Na základě vlastních zkušeností autor diplomové práce odhalil dvě nebezpečné situace, se kterými se lze v běžném životě setkat v místech křížení silniční a železniční dopravní cesty.

Obě situace pramení z toho, že se po přejezdu pohybuje drážní vozidlo jinou rychlostí, než je v místě obvyklé. První situace je taková, kdy se běžně po přejezdu pohybují pouze vlaky s nízkou rychlostí a například pouze jednou denně po přejezdu projede vlaková souprava vysokou rychlostí. Druhá situace je opačná. V místě běžně pojíždějí vlaky vysokou rychlostí a pouze výjimečně se vyskytnou vlaky s nízkou rychlostí.

V první situaci je dlouhá prodleva mezi tím, kdy PZS začne signalizovat příjezd vlaku a okamžikem příjezdu vlaku na přejezd. Místní obyvatelé jsou zvyklí, že je výše uvedená prodleva dostatečně dlouhá k překonání přejezdu i navzdory vydávané signalizaci. Problém nastane, když se po trati pohybuje vlak vyšší rychlostí, než je v daném místě obvyklé. Prodleva se výrazně zkrátí. Pokud se někdo na přejezdu v tu dobu nachází, je střet nevyhnutelný.

Druhá situace je naprosto opačná. Prodleva mezi signalizací PZS a dobou příjezdu vlaku nebo drážního vozidla je poměrně krátká. V případě, kdy je však uvedená prodleva v daném místě značně delší, než je obvyklé, mohou místní obyvatelé mylně nabýt dojmu, že je PZS v poruše a na přejezd vstoupí. Důvodem velké prodlevy před příjezdem vlaku v tomto případě není způsoben poruchou PZS. Příčinou je pouze nižší rychlost, kterou se vlak nebo drážní vozidlo pohybuje oproti rychlosti, která je v místě obvyklá.

Důvodem, proč jsou tyto situace nebezpečné je lidská přirozenost v podobě zvyku a netrpělivosti. Pokud jsou lidé zvyklí na jev, který se stále opakuje a najednou se tento jev poruší, většina z nich se tomu nemusí hned přizpůsobit.

Výše uvedené poznatky o funkci PZS se vztahovaly pouze k činnosti signalizací kmitáním červených světél.

5.4.2 Princip činnosti bílého kmitajícího světla

Je-li přejezd vybaven bílým kmitajícím světlem, znamená to značně vyšší bezpečnost na daném přejezdu. Důvodem je napojení bílého světla na nejbližší návěstidlo na trati. Pokud je vlaková cesta postavena na „Stůj“, bílé světlo kmitá a přejezd je bezpečné překonat. Naopak v případech, kdy je vlaková cesta postavena na „Volno“, bílé světlo zhasne a jakmile vlak najede do přibližovacího úseku nebo k počítadlu náprav, spustí se výstražná signalizace PZS. Není tedy možné, aby se na trati neočekávaně vyskytovalo drážní vozidlo, se kterým by hrozil střet. Zmiňované bílé světlo lze považovat jako formu předzvěsti signalizace PZS pro řidiče osobních vozidel a chodců. Pokud kmitá, znamená to, že se po trati žádné drážní vozidlo nepřibližuje. V době, kdy bílé světlo nekmitá, drážní vozidlo se přibližuje, ale stále je bezpečné přejezd překonat. V situaci, kdy jsou všechna světla na PZS zhasnuta, není běžný účastník dopravního provozu schopen stanovit, zda je PZS v poruše či nikoli. Z tohoto důvodu musí dbát zvýšené bezpečnosti při přejezdu kolejiště. Kmitají-li červená světla, je drážní vozidlo nedaleko a není bezpečné na přejezd vjíždět a vcházet.

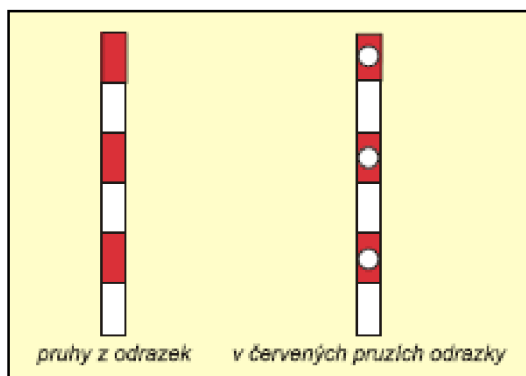
6 OZNAČOVÁNÍ A ZABEZPEČENÍ PŘEJEZDŮ Z POHLEDU ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY

Označování železničních přejezdů v železniční dopravě stanovuje předpis SŽDC D1 Dopravní a návěstní předpis. Tento předpis je velice rozsáhlý a uvádí podrobná pravidla pro provoz železničních vozidel. Například obsahuje články o návěstidlech, návěstech, grafikonu vlakové dopravy a železničních přejezdech.

Výstražný kolík, přejezdník a staničnický patří mezi nejdůležitější návěstidla, která strojvedoucí varují na přítomnost železničního přejezdu.

6.1.1 Výstražný kolík

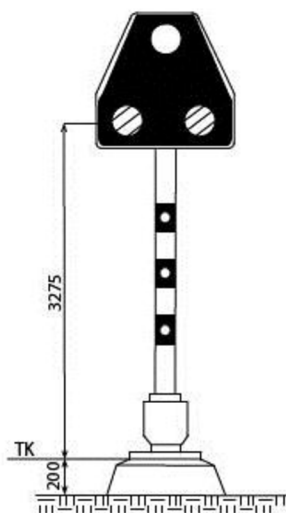
Výstražný kolík je nepřenositelné, sloupové, svislé návěstidlo, opatřené nátěrem se střídavými červenými a bílými pruhy. Umisťuje se vpravo od koleje ve směru jízdy vlaku na vzdálenost odpovídající délce rozhledu pro nejpomalejší silniční vozidlo. Je-li délka rozhledu pro nejpomalejší vozidlo menší než 250 m, umístí se výstražný kolík na vzdálenost 250 m měřenou v ose koleje od průsečíku osy pozemní komunikace s osou koleje. Výstražný kolík udává strojvedoucímu návěst „Piskejte“. (6)



Obr. č. 14 – Výstražný kolík (6)

6.1.2 Přejezdník

Přejezdník je svislé návěstidlo, které informuje strojvedoucího o stavu PZS. Předpis SŽDC D1 rozlišuje mezi kmenovým a opakovacím přejezdníkem. Kmenový i opakovací přejezdník vždy musí vždy dávat stejnou návěst. Kmenový přejezdník lze považovat za předzvěst, jelikož je umístěn vždy na zábrzdnu vzdálenost. Opakovací přejezdník opakuje návěst kmenového v bližší vzdálenosti od přejezdu. (6)



Obr. č. 15 – Rozměry přejezdníku [mm] (26)

Přejezdník obecně udává dvě návěsti. Otevřený a uzavřený přejezd.

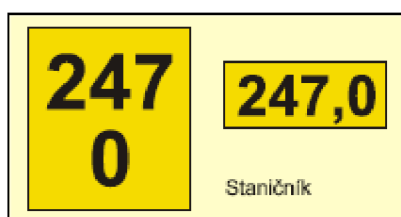
„Návěst **Otevřený přejezd** (dvě žlutá světla nebo dvě žluté kruhové odrazky vedle sebe) přikazuje strojvedoucímu jet k následujícímu přejezdu s PZS se zvýšenou opatrností.“ (6)

„Návěst **Uzavřený přejezd** (dvě žlutá světla nebo dvě žluté kruhové odrazky vedle sebe a nad nimi uprostřed svítící bílé nepřerušované světlo) informuje o správné činnosti PZS.“ (6)

„Návěst **Uzavřený přejezd s povinností** (dvě žlutá světla nebo dvě žluté kruhové odrazky vedle sebe a nad nimi uprostřed přerušované bílé světlo tvořící rovnoramenný trojúhelník) informuje o správné činnosti PZS. Dále tato návěst přikazuje strojvedoucímu oznámit výpravčímu, že na přejezdě svítí přerušované bílé světlo.“ (6)

6.1.3 Staničník

Staničník je nepřenosné návěstidlo. Jedná se o žlutou desku s černými čísly. Informuje o kilometrické poloze místa na trati, ale i o tom, že minimálně na zábrzdnu vzdálenost je přejezd s PZS. Staničník není nutno umísťovat před přejezdy s přejezdníky, v dopravnách, nebo před nimiž je návěstidlo označeno štítem Op. Staničník se umísťuje na vzdálenost 400-1550 m před přejezdem. Vzdálenost je závislá na traťové rychlosti. (6)



Obr. č. 16 – Staničník (6)

7 PROBLEMATIKA PROVOZU NA ŽELEZNIČNÍCH PŘEJEZDECH

Vlivem existence velice husté železniční sítě dochází v České republice k častému křížení se silniční sítí. Na našem území je velký počet úrovnňových křížení, která je nutno zabezpečit. Ideální by bylo snížení počtu úrovnňových křížení, která by se nahradila mimoúrovňovými. Vybudování mimoúrovňových křížení by vyřešilo většinu současných problémů, protože by se tím odstranilo samotné křížení obou komunikací. Důsledkem by bylo zvýšení bezpečnosti a plynulosti silniční i železniční dopravy. Některé z hlavních problémů, které výstavbu zpomalují, jsou vysoká finanční náročnost, výkup pozemků pro stavbu a postupy pro ochranu životního prostředí. Mimoúrovňová křížení jsou zatím prosazována pouze u dálnic a částečně u silnic I. tříd. (16)

Železniční přejezdy se vyznačují v současné době hlavně těmito nedostatky:

- nedostatečné rozhledové poměry;
- situování přejezdu v oblouku;
- nevhodný úhel křížení železnice s pozemní komunikací;
- špatná kvalita povrchu vozovek před, i na vlastním železničním přejezdu;
- nedostatečné zaclonění výstražného světelného zařízení proti slunci.

(16)

V této diplomové práci je z výše vyjmenovaných nedostatků zvláštní pozornost věnována pouze nedostatečným rozhledovým poměrům. Problematika nedostatečných rozhledových poměrů má na vybraných železničních přejezdech nejvyšší předpokládané zastoupení. Ani jeden z vybraných přejezdů nemá nevhodný úhel křížení ani se nenachází v oblouku. V případě zjištění špatné kvality povrchu nebo nedostatečného zaclonění PZS proti slunci bude tato problematika zahrnuta do nápravných opatření.

7.1 ROZHLEDOVÉ POMĚRY

V poslední době je v řadě medií řešena problematika bezpečnosti na železničních přejezdech v oblasti rozhledových poměrů, které neodpovídají současně platné normě ČSN. Pravda je taková, že většina přejezdů, jež jsou v současné době v provozu, nebyly vystavěny na základě požadavků současně platné normy ČSN 73 6380 Železniční přejezdy a přechody, jelikož tato norma vzešla v platnost až v roce 1993. Přejezdy vystavěné před rokem 1993 byly vystavěny na základě tehdejších platných norem. Jednou z norem byl „Předpis pro správu

a udržování železničních přejezdů a přechodů“. Uvedená norma byla schválena bývalým federálním ministerstvem dopravy v roce 1985 s účinností od 1. 9. 1987. V roce 1993 vzešla v platnost norma ČSN 73 6380, která byla pod stejným číslem a názvem novelizována v roce 2004. Část přejezdů, které odpovídaly tehdejšímu předpisu, neodpovídají požadavkům současné normy. Neznamená to však, že přejezdy je nutno zrušit nebo, že nebyly postaveny v souladu s normou a jsou proto nebezpečné. Výstavba a posuzování bezpečnosti přejezdů je dána vždy k aktuálnímu znění příslušné normy. Přejezdy vystavěné v době platnosti dřívějšího nařízení tedy lze bez problémů využívat i v případě, kdy nesplňují požadavky aktuální ČSN normy. Při výstavbě nových nebo kompletních rekonstrukcích stávajících přejezdů je nutné dodržet parametry udávané aktuální normou.

Podrobné informace ohledně aktuálně platných hodnot pro rozhledové poměry jsou obsaženy v kapitole 3.6, diplomové práce.

Hodnoty pro určování D_z dle neplatného Předpisu pro správu a udržování železničních přejezdů a přechodů, z roku 1985. Uvedené vzdálenosti se měří naprosto stejně jako v aktuálně platné normě. Změnou prošly pouze hodnoty D_z .

- D_z 50 m pro pozemní komunikace I. a II. skupiny,
- D_z 25 m pro pozemní komunikace III. skupiny,
- D_z 10 m pro pozemní komunikace IV. skupiny. (5)

Aktuální hodnoty pro přejezdy zabezpečené PZS dle normy ČSN 73 6380 Železniční přejezdy a přechody:

- D_z 40 m pro komunikace skupiny A, B s nejvyšší dovolenou rychlostí 50 km/h,
- D_z 20 m pro komunikace skupiny A, B s nejvyšší dovolenou rychlostí 30 km/h,
- D_z 35 m pro komunikace skupiny C, D1 s nejvyšší dovolenou rychlostí 50 km/h,
- D_z 15 m pro komunikace skupiny C, D1 s nejvyšší dovolenou rychlostí 30 km/h. (8)

Hodnoty pro rozhledové délky L_p udávané v Předpisu pro správu a udržování železničních přejezdů a přechodů. Hodnoty jsou uvedeny pouze pro úhel křížení 90° . Pro jiné stupně křížení je nutno hodnotu L_p dopočítat.

Tab. č. 2 – Neaktuální hodnoty rozhledové délky L_p z roku 1985 (5)

| Hodnoty rozhledových délek L_p | | |
|----------------------------------|--|---|
| Traťová rychlost (V_z) | Rozhledové délky L_p pro jednokolejný provoz | Přídavná hodnota pro každou další kolej |
| km/h | m | m |
| 15 a méně | 86 | 12 |
| 20 | 114 | 16 |
| 30 | 171 | 24 |
| 40 | 228 | 32 |
| 50 | 285 | 40 |
| 60 | 342 | 48 |
| 70 | 399 | 56 |
| 80 | 456 | 64 |
| 90 | 513 | 72 |
| 100 | 570 | 80 |

Hodnoty rozhledové délky L_p , dle aktuálně platné normy ČSN 73 6380 Železniční přejezdy a přechody:

Tab. č. 3 – Aktuální hodnoty rozhledové délky L_p z roku 2004 (8)

| Úhel křížení α (°) | Traťová rychlost v_z [km/h] | | | | | |
|------------------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| 90 | 57 | 114 | 171 | 228 | 285 | 342 |
| 80 | 58 | 115 | 172 | 229 | 287 | 344 |
| 70 | 58 | 116 | 174 | 232 | 290 | 348 |
| 60 | 60 | 119 | 178 | 237 | 296 | 355 |
| 50 | 61 | 122 | 183 | 244 | 305 | 366 |
| 45 | 63 | 125 | 188 | 250 | 312 | 375 |

U přejezdů zabezpečených PZS se norma ČSN 73 6380 nezabývá rozhledovými poměry na oba směry tratě. Norma se zabývá pouze výhledem na výstražník a závorová břevna. Bylo by vhodné, aby se norma ČSN 73 6380 doplnila o rozhledové poměry na trať. Zároveň by se měl změnit systém výstavby zařízení zajišťující činnost PZS. V současné době jsou tato zařízení umístěna na úrovni výstražníku, čímž značně snižují výhled řidiče na trať.

U přejezdů zabezpečených pouze výstražnými kříži je nezbytné, aby byla zajištěna dostatečná viditelnost pro řidiče na obě strany tratě. Jedním z častých problémů je přerostlá vegetace podél tratí, která tuto viditelnost snižuje. V jarních nebo letních měsících je tempo růstu rostlin velice rychlé a udržovaných úseků je mnoho. V minulosti prováděl údržbu

podél silnic v okolí železničních přejezdů správce železniční tratě. Výhodou bylo, že údržba přejezdu probíhala vždy současně podél železnice i silnice. V současné době údržbu vegetace podél železničních tratí provádí její správce, což je u naprosté většiny tratí SŽDC, s. o. a podél silnic její vlastník. Údržbu podél silničních komunikací pro silnice I. tříd zajišťuje Ředitelství silnic a dálnic, II. a III. tříd Správa a údržba silnic, pověřená příslušným Krajským úřadem. U místních komunikací tuto činnost vykonává obec, v jejímž katastru se komunikace nachází. Účelové komunikace udržuje majitel, kterým je fyzická nebo právnická osoba. V případech údržby okolí železničních přejezdů se tedy střetávají správci obou dopravních cest a jejich práce je nutné koordinovat tak, aby bylo okolí přejezdu vždy v dobrém technickém stavu a byly dodrženy předepsané rozhledové poměry.

8 DYNAMIKA VOZIDEL

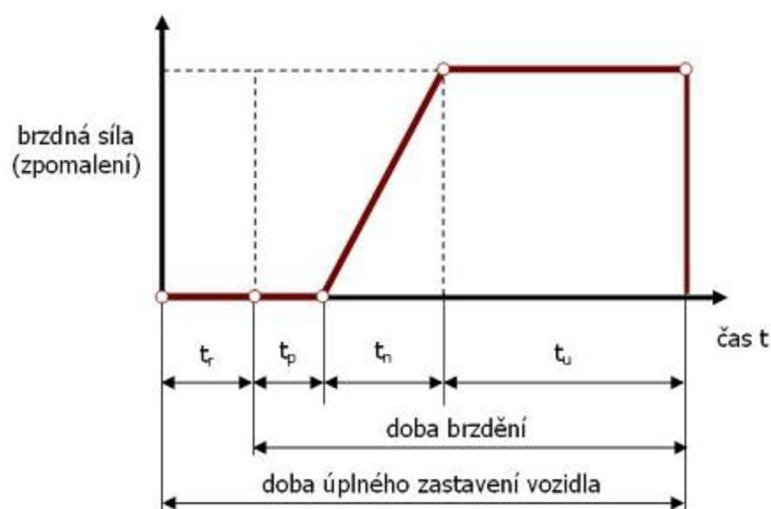
Pro potřeby analýzy dopravních nehod je jedním z nejdůležitějších parametrů určení součinitele adheze značeného “ μ “. Součinitel adheze je dán poměrem adhezivní síly k adhezivní tíze při daných provozních podmínkách. Hodnota součinitele do značné míry ovlivňuje dosažitelné brzdné zpomalení i zrychlení. Velikost součinitele adheze významně souvisí s jakostí styčných ploch mezi pneumatikou a vozovkou. Důležitými faktory jsou konstrukce, směs a technický stav pneumatiky, kvalita a technický stav vozovky. Uvažované hodnoty součinitelů adheze pro styk pneumatiky s pozemní komunikací jsou následující:

Tab. č. 4 – Hodnoty součinitele adheze pro silniční vozidla (1)

| Povrch | Stav povrchu | Hodnota μ |
|---------------------|--------------|---------------|
| Beton | Suchý | 0,8-1 |
| | Mokrý | 0,5-0,8 |
| Asfalt suchý | Suchý | 0,6-0,9 |
| | Mokrý | 0,3-0,8 |
| Dlažba | Suchá | 0,6-0,9 |
| | Mokrá | 0,3-0,5 |
| Makadam | Suchý | 0,6-0,8 |
| | Mokrý | 0,3-0,5 |
| Polní cesta | Suchá | 0,4-0,6 |
| | Mokrá | 0,2-0,5 |
| Tráva | Suchá | 0,4-0,6 |
| | Mokrá | 0,2-0,5 |
| Hluboký písek, sníh | | 0,2-0,4 |
| Náledí | | 0,05-0,2 |

8.1 ZPOMALENÍ A ZRYCHLENÍ SILNIČNÍCH VOZIDEL

Brzdné zpomalení představuje snížení rychlosti za určitý čas a je udáváno v jednotkách m/s^2 . Naopak zrychlení značí zvýšení rychlosti za určitý čas, udává se v jednotkách m/s^2 . Hodnoty zpomalení i zrychlení závisí na technických vlastnostech vozidla, zejména na brzdách, výkonu motoru a součiniteli adheze. Čím vyšší hodnota součinitele adheze se nachází mezi kolem a podložkou, tím vyšších hodnot zpomalení a zrychlení vozidlo dosáhne. Průběh brzdění popisuje obrázek č. 17.



Obr. č. 17 – Průběh brzdění (13)

- t_r – čas reakce řidiče. Jedná se o dobu, mezi zpozorováním překážky řidičem do doby sešlápnutí brzdového pedálu. Běžně uvažovaná doba času reakce řidiče je 0,8 s.
- t_p – čas prodlevy brzd. V tomto čase je vymezena vůle kloubů, ložisek a dalších součástí mechanismu.
- t_n – čas náběhu brzd. Do tohoto okamžiku vozidlo nezpomaluje. Během doby náběhu dochází k nárůstu brzdné síly od nuly po maximální hodnotu. Čas, který je běžně uvažován v rámci analýzy dopravních nehod je zhruba 0,2 s. Tato hodnota zahrnuje i čas prodlevy brzd. Během doby náběhu brzd je uvažována polovina maximálního brzdného účinku.
- t_u – čas, během kterého vozidlo brzdí maximální možnou silou. (13)

V tabulce č. 5 jsou uvedeny hodnoty brzdného zpomalení pro jednotlivé třídy silničních osobních vozidel. Hodnoty zrychlení jednotlivých tříd silničních osobních vozidel jsou uvedeny v tabulce č. 6.

Tab. č. 5 – Hodnoty brzdného zpomalení pro silniční vozidla (2)

| Třída vozidla | Rozmezí hodnot zpomalení | Medián |
|---------------------|--------------------------|--------|
| Minivozy | 8,2-9,2 | 8,7 |
| Malá vozidla | 8,0-10,4 | 9,7 |
| Nižší střední třída | 8,7-10,8 | 9,7 |
| Střední třída | 8,8-10,8 | 9,7 |
| Vyšší střední třída | 9,0-10,7 | 10 |
| Luxusní vozidla | 9,0-10,5 | 9,9 |
| Sportovní vozidla | 9,1-11,1 | 10,2 |
| Terénní vozidla | 7,9-10,3 | 9,4 |

Tab. č. 6 – Hodnoty zrychlení pro silniční vozidla (2)

| Třída vozidla | Rozmezí hodnot zrychlení | Medián |
|---------------------|--------------------------|--------|
| Minivozy | 2,2-2,9 | 2,8 |
| Malá vozidla | 2,8-3,9 | 3,3 |
| Nižší střední třída | 3,0-5,2 | 3,7 |
| Střední třída | 3,3-6,4 | 3,9 |
| Vyšší střední třída | 3,6-7,0 | 4,5 |
| Luxusní vozidla | 4,1-6,7 | 5,6 |
| Sportovní vozidla | 3,6-8,0 | 6,3 |
| Terénní vozidla | 3,1-5,8 | 3,7 |

8.2 ZPOMALENÍ KOLEJOVÝCH VOZIDEL

Průběh zpomalení kolejových vozidel je totožný s průběhem brzdění silničních vozidel. Křivka průběhu brzdění je zobrazena v obrázku č. 17.

Účinek brzd se u kolejových vozidel udává pomocí brzdícího procenta. Aby bylo možné spočítat brzdící procento, je nejprve nutné znát skutečnou brzdící váhu vlaku. Hodnota brzdící váhy vlaku se udává se v tunách a liší se pro jednotlivé druhy vlaků. Tabulka brzdících vah je umístěna na hnacích i hnaných železničních vozidlech. (25) Tabulka na obrázku č. 18 rozlišuje celou řadu jízdních režimů vlaku. Základními režimy jsou:

- R+Mg – vysoce výkonná brzda pro rychlíky a magnetická kolejnicová brzda
- R+E – vysoce výkonná brzda pro rychlíky a elektropneumatická brzda
- R – rychlíková brzda
- P – brzda pro osobní vlaky
- P+E – brzda pro osobní vlaky a elektropneumatická brzda
- G – brzda pro nákladní vlaky (4)

| | | | |
|--------------|------|--------------------|-------|
| Lokmasse | | R+E ₁₆₀ | 180 t |
| Total weight | | R+E | 168 t |
| Masse totale | | P+E | 124 t |
| Massa reale | 87 t | R | 111 t |
| | | P | 100 t |
| | | G | 80 t |
| | | W | 36 t |

Obr. č. 18 – Tabulka brzdících vah na hnacím vozidle (archiv autora)

Brzdící procento vyjadřuje schopnost vozu zastavit z dané rychlosti na určité dráze při rychločinném brzdění z plného provozního tlaku. Plný provozní tlak je dosažen v okamžiku, kdy se naplní tlakové jímky na každém z vozů vlaku stlačeným vzduchem na úroveň 5 barů. Rychločinné brzdění spočívá v náhlém vyprázdnění hlavního potrubí. Brzdící procento γ se spočítá dle následujícího vztahu: (25)

$$\gamma = \frac{\text{součet brzdících vah všech vozů vlaku}}{\text{součet hmotností všech vozů vlaku}} * 100\%$$

Nejnižší hodnota potřebného brzdícího procenta je předepsána na všech tratích v tabelárním jízdním řádu. Hodnota udává, zda vlak zastaví na maximální povolené zábrzdě vzdálenosti. (25) Pokud vlak na této vzdálenosti není schopen zastavit, nesmí na trať vyjet bez předchozího svolení. Výjimka smí být udělena jen v případě, že vlak nepřekročí rychlost, ze které bezpečně na zábrzdě vzdálenosti zastaví. (4)

Zábrzdě vzdálenost je stanovena na všech tratích, ve všech úsecích. Jedná se o vzdálenost, na které musí vlak s nejnižší hodnotou brzděného zpomalení, jedoucí nejvyšší povolenou rychlostí v daném úseku zastavit. Zábrzdě vzdálenost je dráha mezi předzvěstí a následným traťovým návěstidlem. Předzvěstí návěstí strojvedoucímu návěst, která bude následovat na hlavním návěstidle s dostatečným předstihem. Pokud tedy bude na předzvěstí návěst „Stůj“, vlak musí zastavit před hlavním návěstidlem, aniž by narušil úsek za hlavním návěstidlem, a to za všech podmínek. (4)

Zábrzdě vzdálenosti jsou pro tratě ve správě SŽDC stanoveny následovně:

- 400 m pro tratě s rychlostí 60 km/h a nižší,
- 700 m pro tratě s rychlostí vyšší než 60 km/h do rychlosti 100 km/h,
- 1000 m pro tratě s rychlostí 100 km/h a vyšší (maximálně do 160 km/h). (6)

9 MOŽNOST ODVRÁCENÍ STŘETU

Možnost odvrácení střetu, dále jen MOS, je jedním ze standardních výstupů analýzy dopravních nehod. Jedná se o analýzu chování jednotlivých účastníků dopravní nehody. Posuzuje se, zda měli možnost střet odvrátit a zda udělali vše, co bylo v jejich možnostech, aby střetu zabránili.

Odvrácení střetu na přejezdech lze provádět následujícími úkony:

- brzděním,
- zrychlením.

9.1 MOŽNOST ODVRÁCENÍ STŘETU ŘIDIČEM SILNIČNÍHO VOZIDLA

Řidič silničního vozidla má na železničních přejezdech možnost odvrátit střet brzděním nebo zrychlením. Výsledkem je stav, kdy vozidlo žádnou svojí částí nezasahuje do prostoru železničního přejezdu v okamžiku průjezdu drážního vozidla.

MOS pomocí brzdění je nejjednodušší. Princip spočívá v zastavení vozidla před PZS nebo výstražnými kříži tak, aby vozidlo žádnou svou částí nezasahovalo do prostoru železničního přejezdu.

MOS pomocí zrychlení je možné střetu též zabránit. Principem je dosažení potřebné hodnoty zrychlení, během které silniční vozidlo překoná a opustí přejezd v celé jeho délce ještě před příjezdem vlaku k přejezdu.

9.2 MOŽNOST ODVRÁCENÍ STŘETU STROJVEDOUCÍM VLAKU

Strojvedoucí vlaku může střetu zabránit pouze brzděním.

9.3 POROVNÁNÍ BRZDNÝCH DRAH

Brzdění kolejových vozidel má podstatné odlišnosti v hodnotě součinitele adheze, hmotnosti železničního vozidla a době náběhu brzd. Hodnoty součinitele adheze pro drážní vozidla jsou v následující tabulce č. 7.

Tab. č. 7 – Hodnoty součinitele adheze pro železniční vozidla (3)

| Povrch | Hodnota μ |
|---|---------------|
| Suchá kolejnice | 0,15 |
| Mokrá kolejnice | 0,1 |
| Znečištěná kolejnice (listí, sníh, led) | 0,05 |

Na základě hodnot součinitelů adheze z tabulek č. 4 a č. 7 je patrné, že součinitel adheze pro drážní vozidla dosahuje podstatně nižších hodnot než pro silniční vozidla. Nejvyšší hodnota součinitele adheze pro železniční vozidla se přibližně pohybuje na úrovni zledovatělého povrchu pro silniční vozidla.

Hmotnost vlaku tvořeného běžnou diesel-elektrickou lokomotivou řady 750 a dvěma vozy pro přepravu cestujících Bee²⁷² dosahuje hmotnosti přibližně 155 t. Hmotnost běžného osobního vozidla se pohybuje řádově kolem hodnoty 1,6 t. Rozdíl mezi těmito dvěma hmotnostmi je více jak 96násobný.

Doba náběhu brzd je závislá od typu vlaku. Obecně platí, že osobní vlaky mají kratší dobu náběhu brzd než nákladní vlaky.

t_n – čas náběhu brzd se pohybuje v závaznosti na režimech jízdy v hodnotách:

- R+Mg – 3-5 s,
- R+E – 3-5s,
- R – 3-5s,
- P – 6-10 s,
- P+E – 4-6 s,
- G – 18-30 s. (4)

V tabulce č. 9 je uvedeno porovnání brzdných drah železničního a silničního vozidla z rychlosti 50 km/h.

Tab. č. 8 – Vstupní technické údaje pro železniční a silniční vozidlo (autor)

| Vstupní veličiny | Vlaková souprava – rychlík | Silniční vozidlo – Škoda Octavia |
|--|----------------------------|----------------------------------|
| Hmotnost m [kg] | 155 000 | 1 600 |
| Doba reakce strojvedoucího/řidiče t_r [s] | 0,8 | 0,8 |
| Doba náběhu brzd t_n [s] | 4 | 0,2 |
| Gravitační zrychlení g [m/s^2] | 9,81 | 9,81 |
| Součinitel adheze μ | 0,1 | 0,8 |
| Výchozí rychlost v_r [m/s] | 13,9 | 13,9 |

Tab. č. 9 – Výsledná tabulka zachycující porovnání brzdné dráhy železničního a silničního vozidla (autor)

| Výpočet veličiny | Vlaková souprava – rychlík | Silniční vozidlo – Škoda Octavia |
|---|----------------------------|----------------------------------|
| Dosažitelné brzdné zpomalení $a_b = \mu * g$ [m/s ²] | 0,98 | 7,85 |
| brzdné zpomalení během náběhu brzd $a_n = a_b / 2$ [m/s ²] | 0,49 | 3,92 |
| Rychlost v počátku plného brzdění $v_n = v_v - a_n * t_n$ [m/s] | 11,9 | 13,1 |
| Doba plného brzdění $t_b = v_n / a_b$ [s] | 12,14 | 1,6 |
| Dráha nutná pro zastavení $s = s_r + s_n + s_b$ [m] $s_r = v_v * t_r$ $s_n = 0,5 * a_n * t_n^2$ $s_b = 0,5 * a_b * t_b^2$ | 87,54 | 22,13 |

Na základě výsledků v tabulce č. 9 lze prohlásit, že jsou délky brzdných drah silničního a železničního vozidla značně rozdílné. Z důvodu technických vlastností má železniční vozidlo brzdnou dráhu více než čtyřnásobně delší než silniční vozidlo. Konkrétní délka brzdné dráhy závisí u železničního vozidla na režimu brzdění. Strojvedoucí má možnost odvrácení střetu značně omezenou, a to i v případě, zareaguje a správně vyhodnotí celou situaci. Ve většině případů může strojvedoucí pouze snížit rychlost, avšak zastavit vlak již nedokáže.

10 ANALÝZA VYBRANÝCH ŽELEZNIČNÍCH PŘEJEZDŮ

K analýze byly vybrány tři železniční přejezdy. Hlavními kritérii výběru byly počty mimořádných událostí a jejich následky, dále pak typ zabezpečovacího zařízení přejezdu. Na každém z vybraných přejezdů v posledních letech vnikla mimořádná událost představující střet silničního a drážního vozidla, při které došlo k úmrtí některého z účastníků. Každý z vybraných přejezdů je vybaven rozdílným druhem zabezpečovacího zařízení. Prvním analyzovaným je přejezd P7953, který je zabezpečen pouze výstražnými kříži. Druhý vybraný přejezd má označení P8143, je zabezpečen PZS bez závorových břevna. Poslední vybraný přejezd má v centrální evidenci číslo P7935, je zabezpečen PZS doplněným o závorová břevna.

Pro výpočty byla vybrána dvě vozidla. Běžné silniční vozidlo zastupuje vozidlo Škoda Octavia, jelikož se jedná o nejpočetnějšího zástupce vozidel střední třídy v ČR. Nejpomalejší vozidlo nemá konkrétního zástupce. Norma ČSN popisuje toto vozidlo pouze jako vozidlo s délkou 22 m a pohybující se rychlostí 5 km/h.

Zmíněné železniční přejezdy, včetně jejich bezprostředního okolí byly zaměřeny pomocí geodetického přístroje GNSS CHC X91+. Toto zařízení vyniká skvělou měřicí přesností. Na základě naměřených dat byly vymodelovány polygony každého z přejezdů, včetně nejdůležitějších prvků okolí. Polygony přesně korespondují se skutečnými rozměry v místě měření. Samotné délky rozhledových poměrů a délky pro zastavení byly měřeny pomocí kolového délkoměru.

11 ŽELEZNIČNÍ PŘEJEZD P7953

Železniční přejezd P7953 je zabezpečen pouze výstražnými kříži. Geograficky se nachází těsně za hranicí Jihomoravského kraje, v kraji Zlínském, v obci Ostrožská Nová Ves. Z hlediska státní správy železnic je jeho umístění stále v Jihomoravském kraji, protože je správcem tohoto přejezdu OŘ Brno. V kapitole č. 5 diplomové práce je uveden rozdíl mezi oblastí působnosti OŘ Brno geografickým rozdělením ČR na kraje.

Statistiky nehod jsou na tomto železničním přejezdu tragické. Za uplynulých pět let se zde staly tři dopravní nehody. Ve všech případech se jednalo o střet silničního a drážního vozidla. Ke střetům s chodci na přejezdu v posledních pěti letech nedošlo. Následkem dopravních nehod byly dvě osoby cestující silničním vozidlem usmrceny.

Tab. č. 10 – Technické informace o železničním přejezdu č. P7953 (autor)

| Data o přejezdu č. P7953 | |
|--|-----------------------------|
| Číslo tratě | 340 |
| Počet kolejí | 1 |
| Evidenční km přejezdu | 94,356 |
| Úhel křížení | 90° |
| Délka přejezdu | 8 m |
| Trat'ová rychlost v úseku | 100 km/h |
| Maximální dovolená rychlost na silniční komunikaci | 30 km/h |
| Druh silniční komunikace | Místní komunikace skupiny C |

11.1 PROVOZ DRÁŽNÍCH VOZIDEL NA PŘEJEZDU P7953

Většina vlaků, které železničním přejezdem č. P7953 projíždějí, jsou osobní vlaky. Osobní vlaky jsou nejčastěji tvořeny z motorových vozů řady 810, 812 a 854. Motorový vůz řady 854 je z uvedených vozů používán nejčastěji. V naprosté většině spojů je spřažen s osobním nemotorovým vozem řady Bdm⁷⁵⁶. Nejvyšší maximální rychlost této soupravy je 120 km/h a hmotnost 95 t. Do výpočtů je použita hmotnost 95 t a maximální traťová rychlost 100 km/h.



Obr. č. 19 – Motorový vůz řady 854 a nemotorový vůz řady Bdm⁷⁵⁶ (15)

11.2 DOPRAVNÍ SITUACE V MÍSTĚ ŽELEZNIČNÍHO PŘEJEZDU

Délka Dz je normou stanovena pro křížení dráhy a silniční komunikací skupiny C v délce minimálně 20 m.

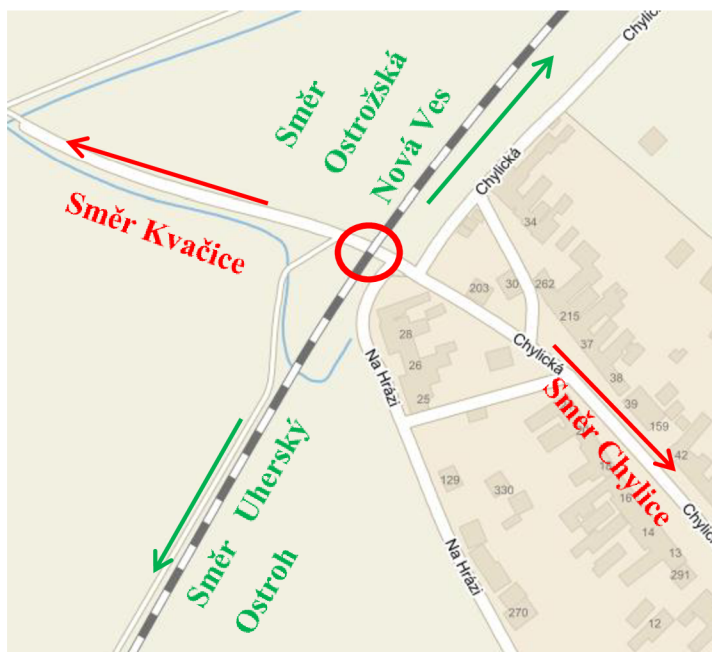
Ve směru Kvačice se nachází ve vzdálenosti 30 m před přejezdem křižovatka ulic Chylická, vedoucí kolmo k železničnímu přejezdu a Chylická, vedoucí podél železniční tratě. Na křižovatce je pro ulici Chylická, vedoucí kolmo na železniční přejezd umístěna dopravní značka P 6. Křižovatka ulic Na Hrázi, směřující podél železniční tratě ve směru Uherský ostroh a Chylická, vedoucí kolmo na železniční přejezd se nachází těsně před železničním přejezdem. Na křižovatce je v ulici Na Hrázi umístěna dopravní značky P 6. Jediným směrem, ze kterého se Dz zohledňuje je ulice Chylická, vedoucí podél železniční tratě. Jedná o jedinou komunikaci, na které není umístěna dopravní značka P 6. Viditelnost příkazové značky P 6 umístěné pod výstražnými kříži ve směru Kvačice je z této ulice ve vzdálenosti 50 m. Dz z této ulice je tedy 50 m. Zjištěná délka Dz na ulici Chylická, vedoucí podél tratě plně vyhovuje požadavkům normy ČSN 73 6380.

Před železničním přejezdem je umístěna svislá zákazová dopravní značka B 11, „Zákaz vjezdu všech motorových vozidel“, která je doplněna o dodatkovou tabulku E 3a „Vzdálenost“. Platnost dopravní značky je na základě dodatkové tabulky od vzdálenosti 240 m od umístění obou dopravních značek. Značka B 11 má platnost 225 m za železničním přejezdem na účelové komunikaci. Na všech silnicích jsou ve směru Kvačice umístěny dopravní značky skupiny A 31 v souladu se zákonem č. 361/2000 Sb..



Obr. č. 20 – Pohled na železniční přejezd a dopravní značku B 11 ve směru Kvačice (archív autora)

Ve směru Chylice vede k přejezdu cyklostezka a účelová komunikace. Příkazová dopravní značka P 6 umístěná pod výstražnými kříži je na účelové komunikaci viditelná na vzdálenost 95 m. Dz ve směru Chylice je 95 m. Viditelnost příkazové dopravní značky P 6 je na cyklostezce na vzdálenost 200 m. Dz je na cyklostezce 200 m. Zjištěné délky Dz plně vyhovují požadavkům normy ČSN 73 6380. Na účelové komunikaci ani na cyklostezce nejsou umístěny dopravní značky skupiny A 31.

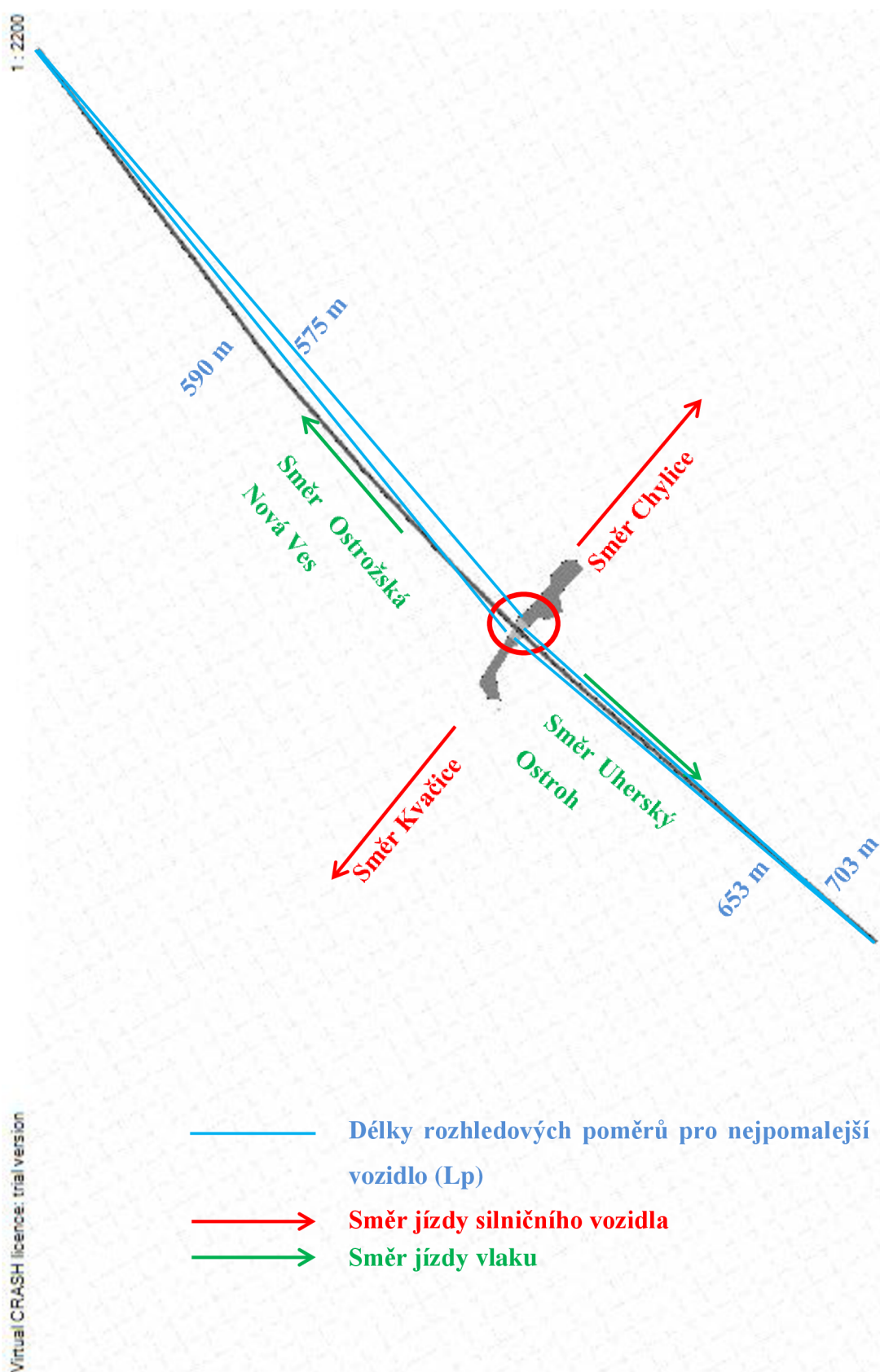


Obr. č. 21 – Zaznačení polohy železničního přejezdu č. P7953 v mapě (17)

Přejezd č. P7953 je zabezpečený pouze výstražnými kříži. Podle vyhlášky Ministerstva dopravy č. 177/1995 Sb. kterou se vydává stavební a technický řád drah smí být přejezd zabezpečen pouze výstražnými kříži jen v případě, kdy je umístěn na trati s traťovou rychlostí nižší nebo rovnou 60 km/h a dopravním momentem nepřevyšující hodnotu 10 000. Uvedené podmínky však platí pouze pro přejezdy, pro které byla ověřena projektová dokumentace nebo výstavba proběhla před účinností této vyhlášky. Vyhláška nabyla účinnosti 30. června roku 1995. Přejezd č. P7953 byl zřízen v roce 1950, tudíž se na něj uvedené požadavky nevztahují a smí být v provozu do doby nejbližší rekonstrukce nebo modernizace. Tuto výjimku umožňuje § 88 vyhlášky č. 177/1995.

Pokud by se na něj požadavky vztahovaly, nebylo by možné přejezd využívat pro provoz silničních vozidel, protože traťová rychlost na tomto přejezdu je 100 km/h. Lze tedy stanovit, že ačkoli přejezd nevyhovuje současným předpisům, je možné jej nadále využívat. Přejezd byl vystavěn v souladu s předpisy, kterými se jeho výstavba tehdy řídila. Podrobněji o této problematice pojednává kapitola 7.1.

11.3 ROZHLEDOVÉ POMĚRY



Obr. č. 22 – Polygon přejezdu č. P7953 v měřítku 1:2200, vytvořený autorem v programu Virtual CRASH 3

Jelikož je přejezd zabezpečen pouze výstražnými kříži, jsou řešeny rozhledové poměry v charakteru Lf a Lp. Výstražné kříže jsou na obou stranách přejezdu vybaveny zvýrazňujícími prvky a doplněny o dopravní značku „Stop, dej přednost v jízdě!“, která má označení P 6. Tato dopravní značka je stejně jako výstražné kříže opatřena zvýrazňujícími prvky. Z důvodu umístění dopravní značky P 6 na přejezdu, jsou hodnoty délek Lf a Lp totožné. Dopravní značka P 6 přikazuje řidiči zastavit v každém případě. Z tohoto důvodu není vzdálenost Lf v rámci rozhledových poměrů zohledňována. Nejmenší možná délka Lp pro traťovou rychlost 100 km/h, pro úhel křížení 90° byla pomocí extrapolace hodnot z tabulky č. 1 stanovena na 570 m.

Délka Lp byla splněna pro všechny čtyři kvadranty rozhledu v obou směrech. Jednotlivé hodnoty v každém směru jsou zakresleny v obrázku č. 22. Rozhled není ani pro jednoho z účastníků omezen. V rozhledu se nenachází žádné stavby, nevhodně rostoucí vegetace ani jiné překážky, které by rozhled snižovaly.

Délka rozhledu strojvedoucího ve směru Ostrožská Nová Ves je 850 m. Ve směru Uherský Ostroh má strojvedoucí výhled na vzdálenost 680 m.



Obr. č. 23 – Pohled na ulici Chylická, vedoucí podél tratě ve směru Kvačiče $Dz = 50$ m (archív autora)



Obr. č. 24 – Pohled na účelovou komunikaci ve směru Chylice $Dz = 95$ m (archív autora)



Obr. č. 25 – Rozhled $Lp = 575$ m ve směru Kvačiče na trať ve směru Ostrožská Nová Ves (archív autora)



Obr. č. 26 – Rozhled $Lp = 703$ m ve směru Kvačiče na trať ve směru Uherský Ostroh (archív autora)



Obr. č. 27 – Rozhled $L_p = 590$ m ve směru Chylice na trať ve směru Ostrožská Nová Ves (archív autora)



Obr. č. 28 – Rozhled $L_p = 653$ m ve směru Chylice na trať ve směru Uherský Ostroh (archív autora)



Obr. č. 29 – Rozhled strojvedoucího vlaku ve směru Ostrožská Nová Ves ve vzdálenosti 850 m (archív autora)



Obr. č. 30 – Rozhled strojvedoucího vlaku ve směru Uherský ostroh ve vzdálenosti 680 m (archív autora)

11.4 MOŽNOSTI ODVRÁCENÍ STŘETU ŘIDIČEM BĚŽNÉHO SILNIČNÍHO VOZIDLA

Řidič silničního vozidla má dvě možnosti jak střetu s drážním vozidlem zabránit. Vzhledem k přítomnosti svíslé dopravní značky „Stůj, dej přednost v jízdě!“ má řidič povinnost před přejezdem vozidlo vždy zastavit. První možností je vyčkat projetí vlaku a následně vozidlo uvést do pohybu a přejezd překonat. Druhou možností je akcelerovat a přejezd překonat před příjezdem vlaku. Výjimečnou situací, kterou je nutno zohlednit je, že se řidič nebude řídit příkazem dopravní značky P 6, před přejezdem nezastaví a bude jej překonávat konstantní rychlostí.

11.4.1 Možnost odvrácení střetu zastavením a následnou akcelerací

V této situaci řidič vozidla zastaví před dopravní značkou P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“. Předmětem výpočtu je posoudit, zda je technicky přijatelné zastavit vozidlo před uvedenou dopravní značkou při respektování místních rozhledových poměrů a brzdné dráhy vozidla. Pro výpočet brzdné dráhy vozidla Škoda Octavia jsou použity vzorce a výpočty z kapitoly 9.3, diplomové práce. Vstupní údaje silničního vozidla:

- hmotnost – 1600 kg
- doba reakce řidiče – 0,8 s
- doba náběhu brzd – 0,2 s
- rychlost – 30 km/h

Rychlost 30 km/h je v místě dána jako maximální dovolená. Do tabulky jsou uvedeny hodnoty brzdných drah v závislosti na hodnotě součinitele adheze.

Tab. č. 11 – Brzdná dráha běžného silničního vozidla (autor)

| | $\mu = 0,8$ (suchý asfalt) | $\mu = 0,6$ (mokrý asfalt) | $\mu = 0,3$ (sníh) | $\mu = 0,1$ (led) |
|------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|
| Brzdná dráha [m] | 10,4 | 11,8 | 17,7 | 41,2 |

Hodnoty brzdných drah uvedené v tabulce č. 11 udávají, že je řidič schopen zastavit vozidlo v dostatečné vzdálenosti před železničním přejezdem. Brzdná dráha není ani na jednom z vybraných povrchů delší než vzdálenost, která je hranicí rozhledu.

Pokud je vlak v dostatečné vzdálenosti od přejezdu má řidič možnost akcelerovat a přejezd překonat dříve, než se k němu vlak přiblíží. Výpočet udává vzdálenost, ve které se musí vlak od přejezdu nacházet, aby bylo možné přejezd bezpečně překonat způsobem, kdy řidič akceleruje z nulové rychlosti. Při výpočtu se uvažuje s osobním vozidlem Škoda Octavia. Hodnota zrychlení je převzata z tabulky č. 6. Do výpočtu nejsou zahrnuty jízdní odpory obou vozidel. U drážního vozidla se uvažuje s konstantní rychlostí na hranici maximální traťové rychlosti. Vstupní hodnoty výpočtu jsou následující:

Tab. č. 12 – Vstupní údaje pro výpočet porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté silničním vozidlem během akcelerace na 30 km/h (autor)

| Název vstupního údaje | Hodnota vstupního údaje |
|---------------------------------|-------------------------|
| Konstantní rychlost vlaku | 100 km/h |
| Délka železničního přejezdu | 6,5 m |
| Délka vozidla Škoda Octavia | 4,5 m |
| Zrychlení vozidla Škoda Octavia | 3,7 m/s ² |

Vzdálenost, kterou musí silniční vozidlo překonat, aby nedošlo ke střetu je 11 m. Jedná se o součet délky silničního vozidla a délky železničního přejezdu.

Výpočet času t_1 , který reprezentuje čas, během kterého vlak ujede danou vzdálenost, je počítán dle vzorce:

$$t_1 = \frac{s_v}{v_v}$$

- t_1 – čas, za který vlak překoná vzdálenost, ve které se od přejezdu nachází [s]
- s_v – dráha, ve které se nachází vlak od přejezdu [m]
- v_v – rychlost vlaku [m/s]

Dále je nutné spočítat čas t_0 , který vozidlo potřebuje k akceleraci na maximální dovolenou rychlost.

$$t_0 = \frac{v_a}{a}$$

- t_0 – čas, který vozidlo potřebuje k akceleraci na danou rychlost [s]
- v_a – požadovaná maximální rychlost vozidla [m/s]
- a – zrychlení vozidla [m/s^2]

Níže uvedený vzorec se vztahuje k výpočtu dráhy, kterou vozidlo ujede během akcelerace z nulové rychlosti na požadovanou rychlost. Do výpočtu se vždy dosahuje hodnota časů t_0 nebo t_1 . Z uvedených dvou časů se vždy použije ten, jehož hodnota je nižší.

$$s_a = \frac{a * t_0^2 / t_1^2}{2}$$

- s – dráha, kterou vozidlo překoná [m]
- a – zrychlení vozidla [m/s^2]
- t_0 – čas, který vozidlo potřebuje k akceleraci na maximální rychlost [s]
- t_1 – čas, za který vlak překoná vzdálenost, ve které se od přejezdu nachází [s]

Během výpočtu je nutné zjistit, na jakou rychlost vozidlo za čas t_0 nebo t_1 akceleruje. Rychlost přejíždění přejezdu č. P7953 je omezena na 30 km/h. Výpočet rychlosti je následující:

$$v = a * t_0 / t_1$$

- v – okamžitá rychlost vozidla [m/s]
- t_0/t_1 – použije se vždy nižší hodnota (t_0 nebo t_1) [s]

Dráha ujetá silničním vozidlem za dobu konstantní jízdy má hodnotu $s_{kon} > 0$ pouze v případě, kdy je $t_1 > t_0$. Dráha ujetá za dobu konstantní jízdy se tedy počítá jen, pokud je $t_1 > t_0$. Výpočet je následující:

$$s_{kon} = t_1 * v$$

- s_{kon} – dráha ujetá silničním vozidlem za dobu konstantní jízdy [m]
- t_1 – čas, za který vlak překoná vzdálenost, ve které se od přejezdu nachází [s]
- v – okamžitá rychlost vozidla [m/s]

Posledním krokem výpočtu je sečíst hodnoty s_a a s_{kon} . Výsledkem je celková dráha s_c ujetá vozidlem za dobu akcelerace na příslušnou rychlost a dráha ujetá příslušnou rychlostí.

Tab. č. 13 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté silničním vozidlem během akcelerace na 30 km/h [m] (autor)

| Vzdálenost vlaku od přejezdu [m] | Čas (t_1) [s] | Čas (t_0) [s] | Dráha ujetá během akcelerace za dobu (t_1 nebo t_0) (s_a) [m] | Dosažená rychlost za dobu akcelerace (v) [km/h] | Dráha ujetá za dobu konstantní jízdy (s_{kon}) [m] | Celková dráha ujetá silničním vozidlem za dobu akcelerace i konstantní jízdy (s_c) [m] |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|---|---|--|--|
| 40 | 1,4 | 2,3 | 3,8 | 19 | 0 | 3,8 |
| 60 | 2,2 | 2,3 | 8,6 | 29 | 0 | 8,6 |
| 69 | 2,5 | 2,3 | 9,4 | 30 | 1,9 | 11,3 |
| 100 | 3,6 | 2,3 | 9,4 | 30 | 11,2 | 20,6 |

Na základě hodnot tabulky č. 13 je průkazné, že pokud se vlak jedoucí maximální traťovou rychlostí 100 km/h bude nacházet ve vzdálenosti kratší než 69 m a řidič vozidla bude akcelerovat s uvedeným zrychlením, dojde ke střetu. Naopak, pokud se vlak bude nacházet ve vzdálenosti větší než 69 m, je možné s daným zrychlením akcelerovat a přejezd překonat, aniž by došlo ke střetu.

11.4.2 Možnost odvrácení střetu jízdou konstantní rychlostí

Možností, kterou je nutno zohlednit je neuposlechnutí příkazové dopravní značky P 6 „Stop, dej přednost v jízdě!“ řidičem silničního vozidla. Pro tento případ je uvažována konstantní rychlost vozidla i vlaku.

Tab. č. 14 – Vstupní údaje pro výpočet porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté silničním vozidlem během konstantní jízdy 30 km/h (autor)

| Název vstupního údaje | Hodnota vstupního údaje |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Konstantní rychlost vlaku | 100 km/h |
| Délka železničního přejezdu | 6,5 m |
| Délka vozidla Škoda Octavia | 4,5 m |
| Konstantní rychlost Škoda Octavia | 30 km/h |

Výpočtový vztah pro výpočet dráhy silničního vozidla je následující:

$$s = v * t_1$$

- s – dráha ujetá silničním vozidlem během konstantní rychlostí [m]
- v – rychlost vozidla [m/s]
- t₁ – čas, za který vlak překoná vzdálenost, ve které se od přejezdu nachází [s]

Tab. č. 15 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté silničním vozidlem během konstantní jízdy 30 km/h [m] (autor)

| Vzdálenost vlaku od přejezdu [m] | Dráha ujetá vozidlem během konstantní rychlosti 30 km/h [m] |
|----------------------------------|---|
| 30 | 9 |
| 35 | 10,5 |
| 37 | 11,1 |
| 40 | 12 |

Tabulka č. 15 dokazuje, že v případě, kdy řidič vozidla neuposlechne příkazu dopravního značení a vjede na přejezd konstantní rychlostí 30 km/h ve chvíli, kdy je vlak vzdálen od přejezdu na méně než 37 m, dojde ke střetu. Vzdálenost, kterou musí silniční vozidlo překonat, aby došlo k bezpečnému minutí obou vozidel je stejně jako v předchozím případě 11 m.

11.5 MOŽNOST ODVRÁCENÍ STŘETU ŘIDIČEM NEJPOMALEJŠÍHO VOZIDLA

Zvláštním případem je situace, která se nazývá průjezd nejpomalejšího vozidla. Jedná se o vozidlo, které má na délku 22 m a pohybuje se rychlostí 5 km/h. Toto vozidlo musí být schopno přejezd bezpečně překonat, a to při vzdálenosti L_p. V tomto případě jsou hodnoty L_p a L_f totožné z důvodu přítomnosti dopravní značky P 6. Nejnižší naměřená vzdálenost L_p na přejezdu má hodnotu 575 m. Vzdálenost D_z je naprosto stejná jako v případě silničního vozidla. Vzhledem k rychlosti nejpomalejšího vozidla není nutné vzdálenost D_z zohledňovat.

11.5.1 Možnost odvrácení střetu zastavením a následnou akcelerací

Pro výpočet je uvažována stejná situace jako v předchozím případě, kdy se výpočet vztahoval k běžnému silničnímu vozidlu. Možnost odvrácení střetu je uvažována situace, kdy řidič nejpomalejšího vozidla zastaví před příslušnou dopravní značkou a následně bude akcelerovat před příjezdem vlaku.

Pro výpočet jsou využity vzorce použité pro akceleraci v případě běžného silničního vozidla Škoda Octavia.

Tab. č. 16 – Vstupní údaje pro výpočet porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté nejpomalejším vozidlem během akcelerace na 5 km/h (autor)

| Název vstupního údaje | Hodnota vstupního údaje |
|----------------------------------|-------------------------|
| Konstantní rychlost vlaku | 100 km/h |
| Délka železničního přejezdu | 6,5 m |
| Délka vozidla | 22 m |
| Zrychlení nejpomalejšího vozidla | 1,5 m/s ² |

Celková délka, kterou vozidlo musí překonat, aby žádnou svou částí nezasahovalo do prostoru přejezdu, je 28,5 m.

Tab. č. 17 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté nejpomalejším vozidlem během akcelerace na 5 km/h [m] (autor)

| Vzdálenost vlaku od přejezdu [m] | Čas (t ₁) [s] | Čas (t ₀) [s] | Dráha ujetá během akcelerace za dobu (t ₁ nebo t ₀) (s _a) [m] | Dosažená rychlost za dobu akcelerace (v) [km/h] | Dráha ujetá za dobu konstantní jízdy (s _{kon}) [m] | Celková dráha ujetá silničním vozidlem za dobu akcelerace i konstantní jízdy (s _c) [m] |
|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|--|---|--|--|
| 100 | 3,6 | 0,9 | 0,6 | 5 | 3,7 | 4,4 |
| 200 | 7,6 | 0,9 | 0,6 | 5 | 8,7 | 9,4 |
| 400 | 14,4 | 0,9 | 0,6 | 5 | 18,7 | 19,4 |
| 500 | 18 | 0,9 | 0,6 | 5 | 23,7 | 24,4 |
| 570 | 20,5 | 0,9 | 0,6 | 5 | 27,2 | 27,9 |
| 575 | 20,7 | 0,9 | 0,6 | 5 | 27,5 | 28,1 |
| 585 | 21,1 | 0,9 | 0,6 | 5 | 28 | 28,6 |

Celkovou vzdálenost 28,5 m vozidlo ujede, pokud se vlak nachází ve vzdálenosti alespoň 585 m od přejezdu. Délka výhledu Lp 570 m je na přejezdu dle normy ČSN 73 6380 na základě výsledků měření na místě splněna. Naměřená hodnota výhledu Lp je 575 m. Výše uvedené výsledky v tabulce č 17 však dokazují, že minimální stanovená hodnota Lp dle normy ani naměřená hodnota Lp nedosahují hodnot, při kterých je bezpečné s nejpomalejším

vozidlem akcelarovat před příjezdem vlaku. Hodnota, při které je technicky přijatelné s nejpomalejším vozidlem akcelarovat je na hranici výhledu L_p 585 m.

11.5.2 Možnost odvrácení střetu jízdou konstantní rychlostí

I v případě nejpomalejšího vozidla lze počítat s nedisciplinovaností jeho řidiče. Důsledkem je neuposlechnutí příkazu dopravní značky P 6 „Stop, dej přednost v jízdě!“ a vjetí na přejezd konstantní rychlostí.

Tab. č. 18 – Vstupní údaje pro výpočet porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté nejpomalejším vozidlem během konstantní jízdy 5 km/h (autor)

| Název vstupního údaje | Hodnota vstupního údaje |
|--|-------------------------|
| Konstantní rychlost vlaku | 100 km/h |
| Délka železničního přejezdu | 6,5 m |
| Délka vozidla | 22 m |
| Konstantní rychlost nejpomalejšího vozidla | 5 km/h |

Výpočtový vztah je naprosto stejný jako v případě výpočtu této situace pro běžné silniční vozidlo. Vzdálenost, kterou musí vozidlo překonat je dána součtem délky vozidla a železničního přejezdu. Výsledná vzdálenost je spočtena na 28,5 m.

Tab. č. 19 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté nejpomalejším vozidlem během konstantní jízdy 5 km/h [m]

| Vzdálenost vlaku od přejezdu [m] | Dráha ujetá nejpomalejším vozidlem během konstantní rychlosti 5 km/h [m] |
|----------------------------------|--|
| 200 | 10 |
| 400 | 20 |
| 550 | 27,5 |
| 570 | 28,5 |
| 575 | 28,8 |

Na základě tabulky č. 19 je průkazné, že k tomu, aby nejpomalejší vozidlo bezpečně překonalo železniční přejezd konstantní rychlostí 5 km/h a žádnou svou částí nezasahovalo do prostoru přejezdu, musí být vlak alespoň ve vzdálenosti 570 m od přejezdu. Vypočtená vzdálenost plně odpovídá minimální délce výhledu L_p , kterou určuje norma ČSN 73 6380. Vzhledem k tomu, že na místě byla nejnižší naměřená délka výhledu L_p 575 m lze prohlásit, že plně odpovídá předepsaným požadavkům bezpečnosti silničního a drážního provozu.

11.6 MOŽNOST ODVRÁCENÍ STŘETU STROJVEDOUCÍM VLAKU

Strojvedoucí vlaku má možnost odvrácení střetu pouze brzděním rychločinnou brzdou. Délka výhledu ve směru Ostrožská Nová Ves je 850 m. Ve směru Uherský Ostroh má

strojvedoucí výhled na vzdálenost 680 m. Konkrétní délky brzdných drah jsou kalkulovány naprosto stejným způsobem, který je zachycen v kapitole 9.3, této diplomové práce. Na základě stavu povrchu kolejnice jsou brzdné dráhy kalkulovány pro tři vybrané hodnoty součinitele adheze. Vstupní data pro výpočet jsou následující:

- hmotnost – 50 000 kg
- doba reakce strojvedoucího – 0,8 s
- doba náběhu brzd – 6 s
- rychlost – 100 km/h

Rychlost 100 km/h byla stanovena, jelikož představuje maximální traťovou rychlost.

Tab. č. 20 – Brzdná dráha železničního vozidla (autor)

| | $\mu = 1,5$ (suché kolejnice) | $\mu = 1$ (mokré kolejnice) | $\mu = 0,05$ (znečištěné kolejnice listím, sněhem) |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--|
| Brzdná dráha [m] | 220,9 | 345,4 | 732,1 |

Nejnižší naměřená hodnota výhledu strojvedoucího je 680 m. Brzdná dráha vlaku jedoucí rychlostí 100 km/h je v délce až 732,1 m.

Dražní hnací vozidla jsou však běžně vybavena zařízením pro posyp kolejnice pískem. Písek zdrsňuje povrch kolejnice, následkem čehož se zlepšuje kontakt kola s kolejnicí. Vlivem zdrsnění dochází ke zvýšení hodnoty součinitele adheze a brzdná dráha se zkrátí. Na základě naměřených a vypočtených hodnot lze prohlásit, že je strojvedoucí schopen vlak včas zastavit, pokud má možnost na překážku reagovat v dostatečné vzdálenosti od přejezdu.

11.7 NÁVRH NÁPRAVNÝCH OPATŘENÍ

Nápravná opatření, která by na přejezdu č. P7953 mohla zvýšit bezpečnost je doplnění chybějícího dopravního značení skupiny A 31 nebo vybudování světelného přejezdového zabezpečovacího zařízení. Krajiní možností by mohlo být omezení vjezdu pro některá vozidla, např. pro traktory nebo odstranění dopravní značky P 6 „Stop, dej přednost v jízdě!“.

Na účelové komunikaci ani na cyklostezce ve směru Chylice nejsou umístěny svislé dopravní značky skupiny A 31. Bylo by vhodné je na zmíněné komunikace doplnit. Výše finanční náročnosti je v řádu tisíců korun českých. Cena je závislá na dodavateli dopravní značky.

Finančně náročnější variantou by bylo vybudování světelného přejezdového zabezpečovacího zařízení bez závorových břevien. Cena výstavby PZS se pohybuje okolo částky 7 milionů korun českých. Vyhláška 177/1995 Sb. stavební a technický řád drah

umožňuje výjimku pro provozování železničních přejezdů, které byly naplánovány nebo vystaveny před účinností této vyhlášky, což je případ i přejezdu č. P7953. Nelze tedy říci, že přejezd nevyhovuje předepsaným provozním poměrům, pohybuje se však na hraně bezpečnosti. Výstavba PZS by byla vzhledem k traťové rychlosti vhodná.

Pokud by k výstavbě PZS nedošlo, krajní možností je omezení vjezdu vozidel pomocí zákazové dopravní značky B 6, „Zákaz vjezdu traktorům“ nebo odstranění značky P 6 „Stop, dej přednost v jízdě!“. Návrh nápravného opatření byl stanoven na základě výsledků výpočtů pro nejpomalejší vozidlo. Nejpomalejší vozidlo není schopno přejezd překonat při respektování dopravní značky P 6, které spočívá v zastavení vozidla před dopravní značkou P 6 „Stop, dej přednost v jízdě!“ a následné akceleraci při naměřeném rozhledu Lp. V případě, kdy řidič nebude značku P 6 respektovat a bude pokračovat konstantní rychlostí 5 km/h, přejezd bez problémů překoná. Finanční náročnost tohoto opatření je zanedbatelná.

12 ŽELEZNIČNÍ PŘEJEZD P8143

Železniční přejezd P8143 je zabezpečen PZS a je umístěn v obci Strážnice. Přejezd se nachází v Jihomoravském kraji jak z pohledu geografického, tak z pohledu státní správy železnic. Správcem přejezdu je SŽDC, s. o., OŘ Brno.

Statistiky nehodovosti jsou na tomto železničním přejezdu katastrofální. Během posledních pěti let zde došlo ke čtyřem dopravním nehodám. U všech dopravních nehod se jednalo o střet silničního a drážního vozidla. Na přejezdu v posledních pěti letech nedošlo k žádné dopravní nehodě s chodcem. Následkem střetů byly tři osoby usmrceny a jedna osoba těžce zraněna. Ve všech případech se jednalo o osoby cestující silničním vozidlem.

Tab. č. 21 – Technické informace o železničním přejezdu č. P8143 (autor)

| Data o přejezdu č. P8143 | |
|--|-----------------------------|
| Číslo tratě | 343 |
| Počet kolejí | 1 |
| Evidenční km přejezdu | 8,985 |
| Úhel křížení | 90° |
| Délka přejezdu | 9 m |
| Traťová rychlost v úseku | 80 km/h |
| Maximální dovolená rychlost na silniční komunikaci | 30 km/h |
| Druh silniční komunikace | Místní komunikace skupiny C |

12.1 PROVOZ DRÁŽNÍCH VOZIDEL NA PŘEJEZDU P8143

Na železničním přejezdu č. P8143 se pohybují výhradně vlaky pro osobní dopravu. Nejčastějšími vozovými jednotkami jsou motorové vozy řady 809 a 842 a motorová souprava řady 814.2. Motorová souprava 814.2 se skládá ze dvou motorových vozů řady 814 a jednoho vloženého vozu řady 014. Hmotnost motorové jednotky je 62 t a maximální rychlost 80 km/h. Pro výpočet jsou použity technické údaje této uvedené jednotky, protože je nasazována na většině spojů, které se na přejezdu P8143 projíždějí.



Obr. č. 31 – Motorová souprava řady 814.2. (24)

12.2 DOPRAVNÍ SITUACE V MÍSTĚ ŽELEZNIČNÍHO PŘEJEZDU

Délka Dz, je normou stanovena pro křížení dráhy a silniční komunikací skupiny C v délce minimálně 20 m.

Na přejezdu jsou celkem tři výstražníky. Ve směru Radějov je umístěn jeden výstražník a v opačném směru jsou umístěny dva. Jeden z nich je směřován tak, aby byl viditelný pro řidiče přijíždějící kolmo k přejezdu ve směru ulice Za Valy. Druhý pootočen o přibližně 20° ve směru Petrov.

Viditelnost PZS je ve směru Radějov, z ulice Za Drahou ze vzdálenosti 100 m. Dz je tedy 100 m. Ulice Za Drahou vede od ulice Za Valy a pokračuje kolmo přes železniční přejezd.

Jako hlavní komunikace je ve směru ulice Za Vály označena ulice Za Drahou. Viditelnost PZS z ulice Za Drahou je na vzdálenost 300 m. Dz je tedy 300 m. Jako vedlejší komunikace je vedena ulice U Podjezdu, která vede podél železniční tratě směr Veselí nad Moravou. Na křižovatce ulic U Podjezdu a Za Drahou je na ulici U podjezdu, ve směru Veselí nad Moravou umístěno vodorovné dopravní značení „VLAK“ a svislá dopravní značka P 6, která je viditelná na vzdálenost 204 m. Dz z tohoto směru není nutno zohledňovat, protože řidič má povinnost na příkaz dopravní značky P 6 zastavit. V místě zastavení má na výstražník výhled. Ulice U podjezdu je od křižovatky s ulicí Za Drahou ve směru Veselí nad Moravou přístupná pouze pro majitele přilehlých pozemků. Na ulici U Podjezdu, na opačné straně křižovatky, ve směru Petrov je umístěna svislá dopravní značka P 4, „Dej přednost v jízdě!“, která je viditelná na 480 m. Dz z tohoto směru není nutno zohledňovat. Výstražník je nasměrován přesně do místa, na kterém řidič musí dát přednost vozidlům na hlavní silnici.

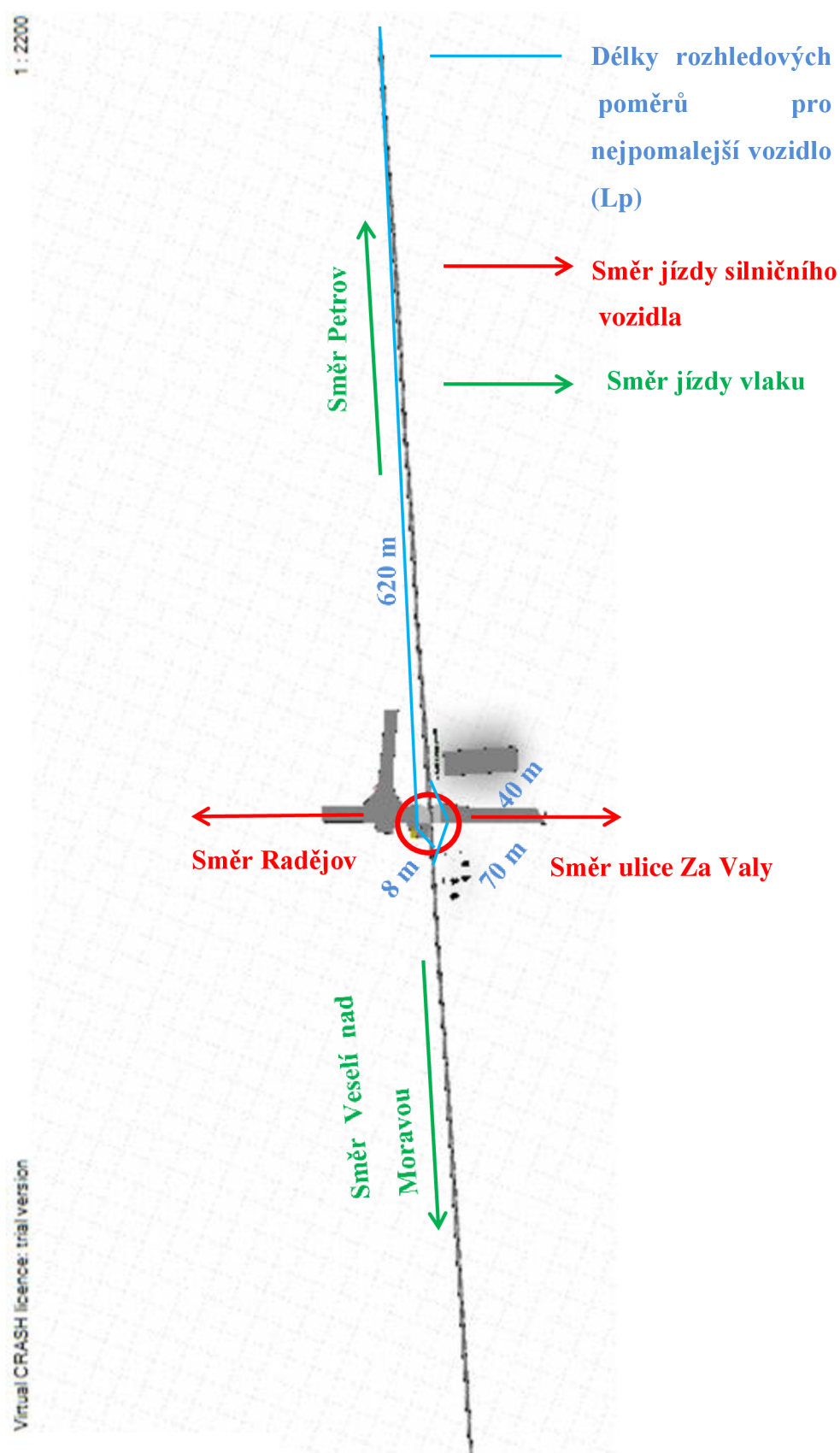
Na všech silnicích, ve všech směrech jsou umístěny dopravní značky skupiny A 31 v souladu se zákonem č. 361/2000 Sb.. Zjištěné délky Dz plně vyhovují požadavkům normy ČSN 73 6380.



Obr. č. 32 – Zaznačení polohy železničního přejezdu č. 8143 v mapě (17)

Průměrná doba prodlevy mezi zahájením výstrahy výstražníkem a příjezdem vlaku k přejezdu je 34 s. Ukončení výstrahy nastává průměrně po 4 s od opuštění přejezdu poslední nápravou železničního vozidla.

12.3 ROZHLEDOVÉ POMĚRY



Obr. č. 33 – Polygon přejezdu č. P8143 v měřítku 1:2200, vytvořený autorem v programu Virtual CRASH 3

Železniční přejezd č. P8143 je vybaven PZS bez závorových břevna. U přejezdů zabezpečených PZS se norma ČSN 73 6380 zabývá pouze vzdáleností, ze které má řidič výhled na výstražník a závorová břevna. Přejezd č. P8143 se kříží se silniční komunikací skupiny C, minimální vzdálenost Dz musí být dle normy minimálně 15 m. Norma ČSN 73 6380 stanovuje nejmenší možnou délku Lp pro přejezdy vybavené výstražnými kříži. Pro traťovou rychlost 80 km/h a úhel křížení 90° je minimální délka Lp 456 m. Pro přejezdy vybavené PZS se délkou Lp norma nezabývá. V případě poruchy nebo špatné čitelnosti výstražníku z důvodu oslnění by měl mít řidič možnost výhledu na trať, aby se přesvědčil, zda je bezpečné na přejezd vjet. Výhled na trať u tohoto přejezdu je značně omezen vzrostlými stromy a stavbami.

Z úrovně výstražníku ve směru Radějov má řidič výhled na trať ve směru Veselí nad Moravou 70 m a ve směru Petrov 40 m. Ve směru Veselí nad Moravou omezují výhled na železniční trať vzrostlé stromy vysazené na soukromém pozemku. Ve směru Petrov brání ve výhledu skleník a řada tují, které jsou v blízkosti železniční tratě na soukromém pozemku. Majitel pozemku dokonce usiluje o výstavbu dalšího skleníku. Místo, kde by měla nová stavba končit je vyznačeno kolíkem na obrázku č. 37. Pokud k této výstavbě dojde, sníží se rozhled řidiče na trať ve směru Petrov na 20 m.

Z úrovně výstražníku ve směru ulice Za Valy má řidič výhled na trať ve směru Veselí nad Moravou zacloněn budkou pro činnost PZS. Viditelnost v tomto směru je pouze na 8 m. Výhled na opačný směr tratě je ničím neomezen, vzdálenost rozhledu je 620 m.

Pokud by se tedy norma zabývala rozhledem Lp i pro přejezdy zabezpečené PZS, tento přejezd by požadovaný rozhled splnil pouze v jediném kvadrantu. Jednotlivé hodnoty v každém směru jsou zakresleny v obrázku č. 33.

Délka rozhledu strojvedoucího ve směru Veselí nad Moravou je 700 m. Ve směru Petrov má strojvedoucí výhled na vzdálenost 530 m.



Obr. č. 34 – Pohled na ulici Za Drahou ve směru Radějov $Dz = 100$ m (archív autora)



Obr. č. 35 – Pohled na ulici Za Drahou ve směru ulice Za Valy $Dz = 300$ m (archív autora)



Obr. č. 36 – Rozhled $Lp = 70$ m ve směru Radějov na trať ve směru Veselí nad Moravou (archív autora)



Obr. č. 37 – Rozhled $Lp = 40$ m ve směru Radějov na trať ve směru Petrov (archív autora)



Obr. č. 38 – Rozhled $Lp = 8$ m ve směru ulice Za Valy na trať ve směru Veselí nad Moravou (archív autora)



Obr. č. 39 – Rozhled $Lp = 620$ m ve směru ulice Za Valy na trať ve směru Petrov (archív autora)



Obr. č. 40 – Rozhled strojvedoucího vlaku ve směru Veselí nad Moravou ve vzdálenosti 700 m (archív autora)



Obr. č. 41 – Rozhled strojvedoucího vlaku ve směru Petrov ve vzdálenosti 530 m (archív autora)

12.4 MOŽNOSTI ODVRÁCENÍ STŘETU ŘIDIČEM VOZIDLA

Řidič silničního vozidla má jedinou možnost jak střetu zabránit. Pokud PZS udává výstrahu, musí řidič zastavit tak, aby žádná část vozidla nezasahovala do prostoru železničního přejezdu. V krajním případě má řidič možnost překonat přejezd konstantní rychlostí. Uvedená možnost odvrácení střetu však není standardní s je přípustná jen v případě, pokud výstražník začne signalizovat výstrahu těsně před přijíždějícím vozidlem, kdy řidič nemá již možnost vozidlo bezpečně zastavit.

12.4.1 Možnost odvrácení střetu zastavením před PZS

Možnost odvrácení střetu zastavením před PZS spočívá v zastavení vozidla před výstražníkem PZS. Výpočet posuzuje, zda je řidič schopen zastavit na vzdálenosti D_z . Pro výpočet brzdné dráhy jsou použity vzorce z kapitoly 9.3, této diplomové práce. Jako modelové vozidlo je vybrána Škoda Octavia s těmito parametry:

- hmotnost – 1600 kg
- doba reakce řidiče – 0,8 s
- doba náběhu brzd – 0,2 s
- rychlost – 30 km/h

Maximální dovolená rychlost v místě přejezdu je 30 km/h. Do tabulky jsou uvedeny hodnoty brzdných drah v závislosti na hodnotě součinitele adheze.

Tab. č. 22 – Brzdná dráha běžného silničního vozidla (autor)

| | $\mu = 0,8$ (suchý asfalt) | $\mu = 0,6$ (mokrý asfalt) | $\mu = 0,3$ (sníh) | $\mu = 0,1$ (led) |
|------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|
| Brzdná dráha [m] | 10,4 | 11,8 | 17,7 | 41,2 |

Na základě výpočtu je průkazné, že řidič je schopen vozidlo zastavit před výstražníkem PZS. Brzdná dráha není ani na jednom z vybraných povrchů delší než vzdálenost, která je hranicí rozhledu. Nejnižší hodnota rozhledu D_z je ve vzdálenosti 100 m.

12.4.2 Možnost odvrácení střetu jízdou konstantní rychlostí

Z výše uvedené tabulky je zřetelná maximální brzdná dráha 41,2 m. Pokud začne výstražník signalizovat výstrahu a vozidlo se nachází ve vzdálenosti kratší než 41,2, je předpoklad, že řidič nestihne před výstražníkem bezpečně zastavit. Na základě této skutečnosti je stanovena možnost, že vozidlo nestačí včas před přejezdem zastavit, pokud výstražník začne signalizovat výstrahu a vozidlo bude od výstražníku vzdáleno 41,1 m.

Tab. č. 23 – Vstupní údaje pro výpočet porovnání času prodlevy před příjezdem vlaku k přejezdu a vzdálenosti ujeté běžným silničním vozidlem během konstantní jízdy 30 km/h [m] (autor)

| Název vstupního údaje | Hodnota vstupního údaje |
|---|-------------------------|
| Doba prodlevy před příjezdem vlaku k přejezdu | 34 s |
| Délka železničního přejezdu | 9 m |
| Délka vozidla | 4,5 m |
| Konstantní rychlost vozidla | 30 km/h |

Vzdálenost, kterou musí vozidlo překonat, je součet vzdálenosti od výstražníku 41,1 m, délky běžného silničního vozidla 4,5 m a délky železničního přejezdu 9 m. Rychlost, která je uvažována během výpočtu je v místě maximální dovolená, a sice 30 km/h. Jako modelové vozidlo je určena Škoda Octavia.

Vzdálenost, kterou musí silniční vozidlo překonat, aby nedošlo ke střetu je 54,6 m. Prodleva mezi zahájením signalizace a příjezdu vlaku je 34 s. Výpočet je proveden na základě vztahu:

$$s_{kon} = v * t$$

- s_{kon} – dráha ujetá silničním vozidlem za dobu konstantní jízdy [m]
- v – rychlost vozidla [m/s]
- t – čas prodlevy mezi zahájením signalizace a příjezdem vlaku [s]

Tab. č. 24 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání času prodlevy před příjezdem vlaku k přejezdu a vzdálenosti ujeté běžným silničním vozidlem během konstantní jízdy 30 km/h [m] (autor)

| Prodleva mezi zahájením signalizace a příjezdu vlaku k přejezdu [s] | Dráha ujetá vozidlem během konstantní rychlosti 30 km/h [m] |
|---|---|
| 5 | 41,7 |
| 7 | 58,3 |
| 20 | 166,7 |
| 34 | 283,3 |

Tabulka č. 24 dokazuje, že doba prodlevy 34 s při konstantní rychlosti běžného silničního vozidla 30 km/h je dostatečná. Vozidlo za dobu prodlevy ujede 283,3 m. Za hraniční dobu prodlevy lze na základě výsledků považovat 7 s. Při prodlevě 7 s vozidlo ujet celkovou vzdálenost 58,3 m.

Možnost, kterou je nutno zohlednit při posuzování bezpečnosti je přejezd nejpomalejšího vozidla přes přejezd, kdy výstražník spustí výstrahu. Modelovou situací je, že PZS spustí výstrahu v okamžiku, kdy je nejpomalejší vozidlo na úrovni výstražníku. V tu chvíli není možné bezpečně zastavit, protože by vozidlo zasahovalo do prostoru železničního přejezdu. Jediná možnost je pokračovat konstantní rychlostí a přejezd překonat. Vzdálenost, kterou musí vozidlo překonat je součtem délky vozidla 22 m a délky železničního přejezdu 9 m. Celková dráha je tedy 31 m. Konstantní rychlost je na úrovni 5 km/h. Doba prodlevy počátku signalizace a příjezdu vlaku je 34 s.

Výpočet je totožný s výpočtem hodnot v tabulce č. 24.

Tab. č. 25 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání času prodlevy před příjezdem vlaku k přejezdu a vzdálenosti ujeté nejpomalejším silničním vozidlem během konstantní jízdy 5 km/h [m] (autor)

| Prodleva mezi zahájením signalizace a příjezdu vlaku k přejezdu [s] | Dráha ujetá vozidlem během konstantní rychlosti 5 km/h [m] |
|---|--|
| 5 | 6,9 |
| 7 | 9,7 |
| 20 | 27,8 |
| 23 | 31,9 |
| 34 | 47,2 |

Z hodnot v tabulce č. 25 je průkazné, že doba prodlevy 34 s je při uvažované konstantní rychlosti nejpomalejšího vozidla 5 km/h je dostatečná. Vozidlo za dobu prodlevy 36 s ujede dráhu 47,2 m, což znamená dostatečnou vzdálenost pro překonání uvedeného železničního přejezdu. Prodleva, kterou lze považovat za bezpečnou je 23 s. Za dobu 23 s nejpomalejší vozidlo ujede dráhu 31,9 m.

12.5 MOŽNOST ODVRÁCENÍ STŘETU STROJVEDOUCÍM VLAKU

Strojvedoucí vlaku má možnost odvrácení střetu pouze brzděním rychločinnou brzdou. Délka rozhledu strojvedoucího ve směru Veselí nad Moravou je 700 m. Ve směru Petrov má strojvedoucí výhled na vzdálenost 530 m. Délka brzděné dráhy je počítána pro hodnoty součinitele adheze u suché, mokré a znečištěné kolejnice. Výpočet brzděných drah je totožný

s výpočtem použitým v kapitole 9.3, diplomové práce. Vstupní data pro výpočet jsou následující:

- hmotnost – 62 000 kg
- doba reakce strojvedoucího – 0,8 s
- doba náběhu brzd – 6 s
- rychlost – 80 km/h

Rychlost 80 km/h představuje traťovou rychlost.

Tab. č. 26 – Brzdná dráha železničního vozidla (autor)

| | $\mu = 0,15$ (suché kolejnice) | $\mu = 0,1$ (mokrý kolejnice) | $\mu = 0,05$ (znečištěné kolejnice listím, sněhem) |
|------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|
| Brzdná dráha [m] | 138,8 | 216,1 | 461,1 |

Nejnižší naměřená hodnota výhledu strojvedoucího je 530 m. Výpočtem bylo stanoveno, že strojvedoucí potřebuje vzdálenost maximálně 461,1 m, aby vlak bezpečně zastavil. Na základě těchto hodnot lze prohlásit, že je výhled strojvedoucího dostatečný.

V případě nutnosti je možné brzdnou dráhu drážního vozidla snížit při využití zařízení pro posyp kolejnic pískem.

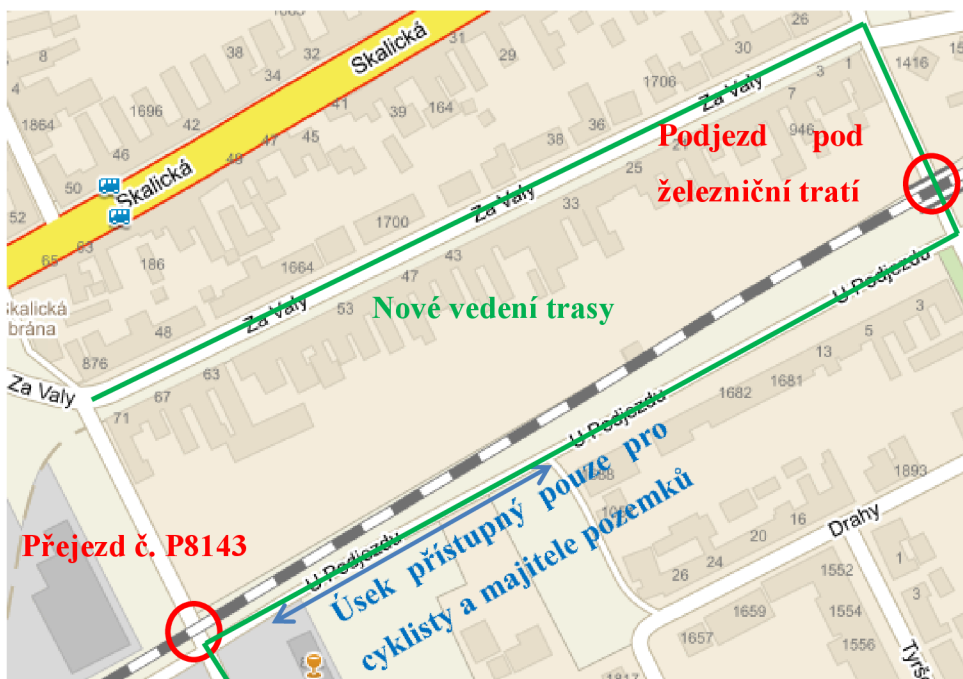
12.6 NÁVRH NÁPRAVNÝCH OPATŘENÍ

Možná opatření, která by na přejezdu č. P7953 mohla zvýšit bezpečnost je umístění výstražného vodorovného značení, výstavba druhého výstražníku ve směru Radějov a doplnění světelného přejezdového zabezpečovacího zařízení o závorová břevna. Zvláštním opatřením by mohlo být zamítnutí stavebního povolení pro výstavbu dalšího objektu ve směru Radějov nebo vykoupení podílů v ulici U Podjezdu od soukromých majitelů.

Nápravné opatření s nejmenší finanční náročností je zamítnutí stavebního povolení pro výstavbu dalšího objektu majiteli pozemku ve směru Radějov. Plánované umístění stavby je zamýšlené v blízkosti ulice Za Drahou a železniční tratě směr Petrov. Pokud by výstavba proběhla, došlo by k ještě většímu omezení výhledu řidičů ve směru Radějov na železniční trať ve směru Petrov. Toto opatření by nezvýšilo současnou úroveň bezpečnosti, zamezilo by však snížení bezpečnosti v místě přejezdu č. P7953. Cena tohoto opatření je v podstatě nulová.

Zvláštním nápravným opatřením by mohlo být zahájení vyjednávání obce Strážnice s vlastníky pozemků v ulici U Podjezdu. V současné době není část ulice U Podjezdu veřejně přístupná pro silniční vozidla. Vjezd je dovolen pouze pro cyklisty a majitele pozemků podél

této ulice. Úsek, který činí tuto komunikaci veřejně neprůjezdnou je dlouhý 200 m. Bylo by vhodné, aby se obec domluvila s vlastníky komunikace na možnosti uvolnění komunikace pro veřejnou dopravu nebo na odkupu pozemku. Následně by byla učiněna opatření, aby byla povinně využívána komunikace U Podjezdu a přejezd by byl podjezdem vyloučen ze silničního provozu. Pokud by trasa vedla podjezdem pod železniční tratí, odpadl by problém s překonáváním přejezdu. Podjezd se nachází ve vzdálenosti 400 m od železničního přejezdu č. P8143 ve směru Veselí nad Moravou. Cenu tohoto opatření není možné odhadnout.



Obr. č. 42 – Zaznačení návrhu bezpečnějšího vedení trasy v mapě (17)

Dalším možným nápravným opatření, které by zvýšilo bezpečnost na analyzovaném přejezdu, je doplnění výstražného vodorovného značení. Vodorovné dopravní značení „VLAK“, které se nachází v ulici U Podjezdu ve směru Veselí nad Moravou, by bylo vhodné umístit i na ulici Za Drahou v obou směrech před přejezdem. Finanční náročnost uvedeného opatření se pohybuje v řádu tisíců korun českých.

Dalším navrhovaným opatřením je vybudování druhého výstražníku ve směru Radějov. V současné době je v tomto směru umístěn pouze jeden výstražník směřující na jihovýchod. Během doby východu slunce, kdy se nachází těsně nad horizontem, dochází k oslnění řidičů. Bylo by vhodné vybudovat ještě jeden výstražník, aby mohl řidič směřovat pohled na jinou stranu než proti vycházejícímu slunci. Cena výstavby výstražníku se pohybuje okolo částky sedm set tisíc korun českých.

Finančně nejnáročnějším opatřením by bylo doplnění stávajícího PZS o závorová břevna. Cena tohoto stavebního zásahu by se pohybovala přibližně okolo třech milionů korun českých. Pokud by došlo k instalaci závorových břeven a zároveň se uskutečnily výše uvedené návrhy, bezpečnost přejezdu by se značně zvýšila. V obci Strážnice se místní obyvatelé již dlouhou dobu snaží přesvědčit příslušné orgány o doplnění PZS o závorová břevna. Vzhledem k množství a následkům dopravních nehod by to bylo jednoznačně vhodné.

13 ŽELEZNIČNÍ PŘEJEZD P7935

Železniční přejezd P7935 je zabezpečen PZS doplněným o závorová břevna. Přejezd se nachází v Jihomoravském kraji, v obci Kyjov. Správcem přejezdu je SŽDC, s. o., OŘ Brno.

Statistika nehodovosti je na přejezdu č. P7935 tragická. Ačkoli je přejezd zabezpečen nejvyšším možným způsobem, během posledních pěti let zde došlo ke třem dopravním nehodám. Ve všech případech se jednalo o střet silničního a drážního vozidla. Střet s chodcem nebyl v uplynulých pěti letech na přejezdu zaznamenán. Následkem těchto nehod byla jedna osoba usmrcena. Jednalo se o osobu cestující silničním vozidlem.

Tab. č. 27 – Technické informace o železničním přejezdu č. P8143 (autor)

| Data o přejezdu č. P7935 | |
|--|------------------------------|
| Číslo tratě | 340 |
| Počet kolejí | 3 |
| Evidenční km přejezdu | 64,247 |
| Úhel křížení | 75° |
| Délka přejezdu | 18 m |
| Traťová rychlost v úseku | 80 km/h |
| Maximální dovolená rychlost na silniční komunikaci | 30 km/h |
| Druh silniční komunikace | Místní komunikace skupiny D1 |

13.1 PROVOZ DRÁŽNÍCH VOZIDEL NA PŘEJEZDU P7935

Vlaky, které se na železničním přejezdu č. P7935 pohybují, jsou značeny zejména jako vlaky pro osobní dopravu. Nejčastějšími vozovými jednotkami jsou motorové vozy řady 810, 812 a 854. Motorový vůz řady 854 bývá nejčastěji spřažen s osobním nemotorovým vozem řady Bdtⁿ 756 a je nejčastější soupravou projíždějící přes přejezd. Hmotnost soupravy je 95 t a maximální rychlost 120 km/h. Pro výpočet je použita hmotnost této soupravy a maximální traťová rychlost 80 km/h.



Obr. č. 43 – Motorový vůz řady 854 a nemotorový vůz řady Bdtm756 (14)

13.2 DOPRAVNÍ SITUACE V MÍSTĚ ŽELEZNIČNÍHO PŘEJEZDU

Pro křížení dráhy a silniční komunikací skupiny D1, udává norma délku D_z v délce minimálně 15 m.

Přejezd P7935 je vybaven čtyřmi výstražníky a dvěma závorovými břevny, které mají délku jednoho jízdního pruhu. Dva výstražníky a jedno závorové břevno je umístěno ve směru Šroubárna Kyjov. V opačném směru je rozložení totožné.

Hlavní komunikací ve směru Šroubárna Kyjov je ulice Jiráskova. Viditelnost výstražníku z ulice Jiráskova ve směru Šroubárna Kyjov je na vzdálenost 120 m. Sklopené závorové břevno je z tohoto směru viditelné na vzdálenost 220 m. Jako D_z se tedy považuje vzdálenost 220 m. Jako vedlejší komunikace je ve směru Šroubárna Kyjov značena ulice Na Trávníkách, která vede rovnoběžně s železniční tratí směr Kyjov a je kolmá na ulici Jiráskova. Křižovatka ulic Na Trávníkách a Jiráskova se nachází ve vzdálenosti 12 m od výstražníku. Na křižovatce na ulici Na Trávníkách je umístěna dopravní značka P 4, která je viditelná na 91 m. D_z z tohoto směru není nutno zohledňovat, jelikož je předpoklad, že řidič přijíždějící ulicí Na Trávníkách sníží před křižovatkou rychlost. Rozhled na výstražník z křižovatky není ničím omezen. Ve směru Šroubárna Kyjov je minimální délka D_z splněna. Dopravní značky skupiny A 31 jsou umístěny pouze na hlavní komunikaci Jiráskova.

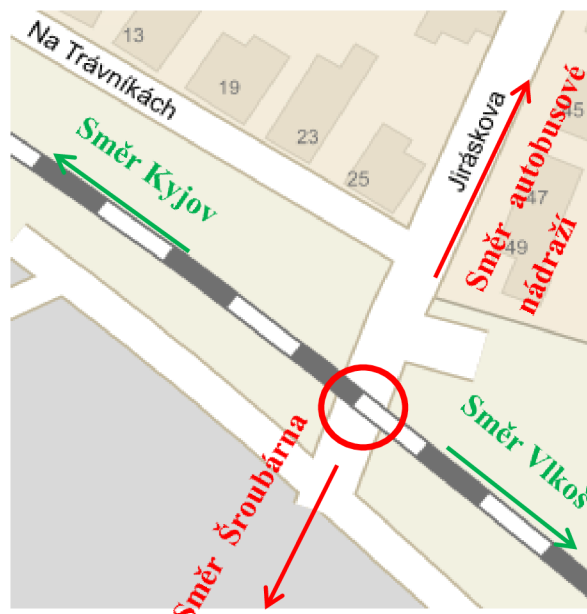
Ve směru autobusové nádraží je jako hlavní komunikace značena ulice Jiráskova. Výstražník i závorové břevno je z hlavní ulice viditelný ze vzdálenosti 45 m. Rozhled omezují zaparkovaná osobní vozidla a větve vzrostlé břízy. Na ulici Jiráskova jsou kolmé dvě účelové komunikace. Komunikace ve směru Vlkoš je značena jako slepá ulice a je na ní dopravní značka B 1, „Zákaz vjezdu všech vozidel (v obou směrech)“. Umístěné dopravní značky však nesplňují technické parametry předepsané normou ČSN EN 12899-1. Lze se tedy domnívat,

že dopravní značky nejsou umístěny se souhlasem příslušných orgánů. Na křižovatce této komunikace a ulice Jiráskova není před křižovatkou žádná dopravní značka upravující přednost. Podle pravidel silničního provozu by tedy měla platit přednost zprava. Výstražník i závorová břevna jsou viditelná ze vzdálenosti 120 m. Dz z tohoto směru dostatečná, avšak tato Dz z této komunikace nebude ve výpočtech zohledňována.



*Obr. č. 44 – Pohled na dopravní značku B 1 na účelové komunikaci směr Vlkoš
(archív autora)*

Druhá účelová komunikace je rovněž kolmá na ulici Jiráskova. Trasa účelové komunikace je ve směru Kyjov. Na křižovatce s ulicí Jiráskova je umístěna dopravní značka P 6, viditelná ze vzdálenosti 75 m. Dz z této komunikace není zahrnuta do výpočtu, jelikož má řidič povinnost před značkou P 6 zastavit bez ohledu na signalizaci přejezdu. Viditelnost výstražníku a závorového břevna není z úrovně dopravní značky P 6 ničím omezena. Délka Dz je dle normy ČSN 73 6380 ve směru autobusové nádraží splněna. Dopravní značky skupiny A 31 jsou umístěny pouze na účelové komunikaci ve směru Kyjov. Na ostatních komunikacích nejsou tyto značky umístěny.

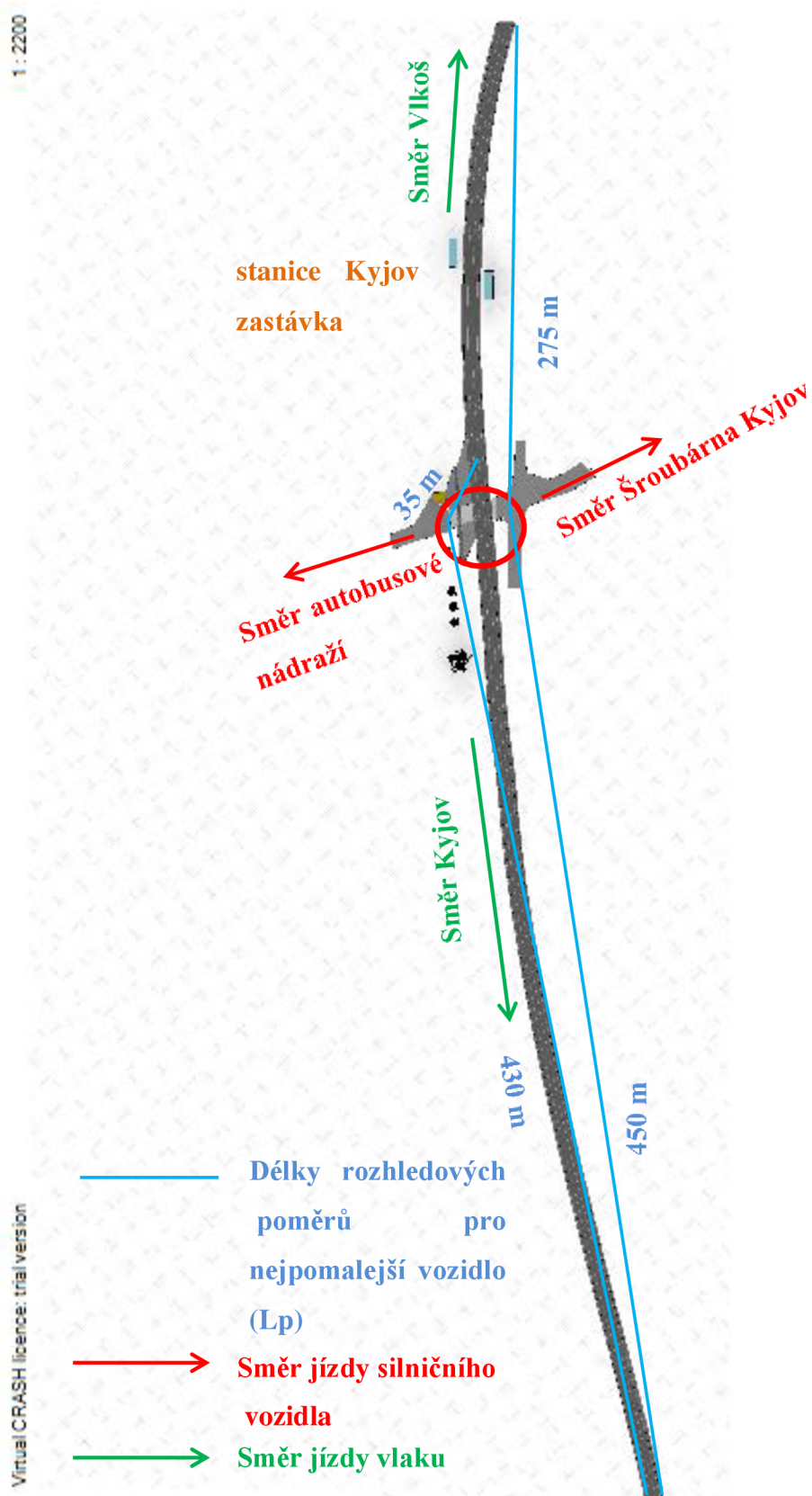


Obr. č. 45 – Zaznačení polohy železničního přejezdu č. 7935 v mapě (17)

Průměrná doba prodlevy mezi zahájením výstrahy výstražníkem a zahájením spouštění závor je na základě měření vyčíslena na 18 s. Doba spouštění závorových břevnen je 5 s. Celková prodleva od zahájení signalizace výstražníkem a příjezdem vlaku k přejezdu je 50 s. Ukončení výstrahy nastává průměrně po 7 s od opuštění přejezdu poslední nápravou železničního vozidla. Závorová břevna se přesunou do svislé polohy 13 s od ukončení výstrahy výstražníkem.

Uvedená doba prodlevy od dokončení spouštění závorových břevnen a příjezdem vlaku k přejezdu je platné pouze pro jízdu vlaku směr Vlkoš nebo pro vlaky nezastávající na stanici Kyjov zastávka. Stanice Kyjov zastávka je vzdálená od přejezdu 110 m. Pokud jede vlak ve směru Kyjov a zastaví ve stanici Kyjov zastávka, je výstraha i závorová břevna spuštěna po celou dobu stání vlaku ve stanici. Důvodem je, že se počítač náprav nachází před stanicí Kyjov zastávka.

13.3 ROZHLEDOVÉ POMĚRY



Obr. č. 46 – Polygon přejezdu č. P7935 v měřítku 1:2200, vytvořený autorem v programu Virtual CRASH 3

Železniční přejezd č. P7935 je vybaven PZS doplněný o závorová břevna. Norma ČSN 73 6380 se u přejezdů zabezpečených PZS zabývá pouze vzdáleností D_z . Uvedený přejezd se kříží se silniční komunikací skupiny D1. Minimální délka D_z je dle normy ČSN 73 6380 stanovena na 15 m. Pokud by se norma ČSN 73 6380 zabývala rozhledy L_p i pro přejezdy zabezpečené PZS, byla by nutné přepočítat hodnotu L_p pro úhel křížení 75° . V tabulce č. 1 jsou uvedeny stupně křížení na celé desítky. Výpočet L_p pro jiné úhly je následující:

$$L_p = \frac{V_z}{V_{sn}} * (D_p + D_s)$$

- v_z – traťová rychlost na přejezdu [km/h]
- v_{sn} – rychlost nejpomalejšího vozidla (5 km/h) [km/h]
- D_p – délka přejezdu [m]
- D_s – délka nejpomalejšího vozidla (22 m) [m] (8)

Po dosazení hodnot do uvedeného vzorce je výsledkem minimální předepsaná délka L_p 640 m. Délkou L_p se však norma pro přejezdy vybavené PZS nezabývá.

Z úrovně výstražníku ve směru Šroubárna Kyjov má řidič výhled na trať ve směru Vlkoš 35 m a ve směru Kyjov 430 m. Ve směru Vlkoš omezuje výhled na železniční trať zděný domek, jehož účelem je zajišťování funkce PZS. Délka uvedeného výhledu ve směru Kyjov je pouze v ideálních podmínkách. Podél tratě jsou vysazeny košaté stromy a přímo u přejezdu je vzrostlá tůje. V doby olistění stromů, což je zhruba od půlky dubna do půlky listopadu, je rozhled řidiče omezen na přibližně 100 m.

Ve směru autobusové nádraží nejsou rozhledové poměry ničím omezeny. Rozhled z úrovně výstražníku na trať ve směru Vlkoš je 275 m a ve směru Kyjov 450 m.

Pokud by se norma zabývala rozhledem L_p i pro přejezdy zabezpečené PZS, tento přejezd by požadovaný rozhled nesplnil ani v jednom kvadrantu. Jednotlivé hodnoty L_p v každém směru jsou zakresleny v obrázku č. 46.

Délka rozhledu strojvedoucího ve směru Vlkoš je 500 m. Ve směru Kyjov má strojvedoucí výhled na vzdálenost 300 m.



Obr. č. 47 – Pohled na železniční přejezd ve směru Šroubárna Kyjov $Dz = 200\text{ m}$ (archív autora)



Obr. č. 48 – Pohled na železniční přejezd ve směru autobusové nádraží $Dz = 45\text{ m}$ (archív autora)



Obr. č. 49 – Rozhled $Lp = 35\text{ m}$ ve směru Šroubárna Kyjov na trať ve směru Vlkoš (archív autora)



Obr. č. 50 – Rozhled $Lp = 430\text{ m}$ ve směru Šroubárna Kyjov na trať ve směru Kyjov (archív autora)



Obr. č. 51 – Rozhled $Lp = 275\text{ m}$ ve směru autobusové nádraží na trať ve směru Vlkoš (archív autora)



Obr. č. 52 – Rozhled $Lp = 450\text{ m}$ ve směru autobusové nádraží na trať ve směru Kyjov (archív autora)



Obr. č. 53 – Rozhled strojvedoucího vlaku ve směru Vlkoš ze vzdálenosti 500 m (archív autora)



Obr. č. 54 – Rozhled strojvedoucího vlaku ve směru Kyjov ze vzdálenosti 300 m (archív autora)

13.4 MOŽNOSTI ODVRÁCENÍ STŘETU ŘIDIČEM VOZIDLA

Řidič silničního vozidla má pouze jednu možnost jak střetu zabránit. V případě, kdy PZS udává výstrahu nebo jsou břevna sklopena, musí před nimi řidič vozidlo zastavit. Krajní možností odvrácení střetu je překonat přejezd konstantní rychlostí. Tato možnost nepatří mezi standardní. Je přípustná pouze v případě, kdy výstražník začne signalizovat výstrahu těsně před přijíždějícím vozidlem a řidič nemá možnost vozidlo zastavit. Jedinou možností je pokračovat v jízdě a přejezd překonat.

13.4.1 Možnost odvrácení střetu zastavením před PZS

Standardní možnost odvrácení střetu řidičem spočívá v zastavení před PZS. Výpočet posuzuje, zda je řidič schopen zastavit na vzdálenosti D_z . Pro výpočet brzdné dráhy jsou použity vzorce z kapitoly 9.3 diplomové práce. Jako modelové vozidlo je vybrána Škoda Octavia s těmito parametry:

- hmotnost – 1600 kg
- doba reakce řidiče – 0,8 s
- doba náběhu brzd – 0,2 s
- rychlost – 30 km/h

Maximální dovolená v místě přejezdu je 30 km/h. Do tabulky jsou uvedeny hodnoty brzdných drah v závislosti na hodnotě součinitele adheze.

Tab. č. 28 – Brzdná dráha běžného silničního vozidla (autor)

| | $\mu = 0,8$ (suchý asfalt) | $\mu = 0,6$ (mokrý asfalt) | $\mu = 0,3$ (sníh) | $\mu = 0,1$ (led) |
|------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|
| Brzdná dráha [m] | 10,4 | 11,8 | 17,7 | 41,2 |

Na základě výpočtu je průkazné, že řidič je schopen vozidlo zastavit před PZS na dráze D_z . Brzdná dráha není ani na jednom z vybraných povrchů delší než vzdálenost, která je hranicí rozhledu. Nejnižší hodnota rozhledu D_z je ve vzdálenosti 45 m.

13.4.2 Možnost odvrácení střetu jízdou konstantní rychlostí

Z výše uvedené tabulky je zřetelná maximální brzdná dráha 41,2 m. V případě, kdy výstražník začne signalizovat výstrahu a vozidlo se nachází ve vzdálenosti kratší než 41,2 m je předpoklad, že řidič nemá dostatečně dlouhou dráhu pro zastavení před výstražníkem. Řidič tedy musí pokračovat konstantní rychlostí 30 km/h. Na základě této skutečnosti je nutné posoudit, zda vozidlo překoná vzdálenost k výstražníku a délku železničního přejezdu v době prodlevy mezi výstrahou výstražníku a zahájením sklápění závorových břeven.

Tab. č. 29 – Vstupní údaje pro výpočet porovnání času prodlevy před sklopením břeven a vzdálenosti ujeté běžným silničním vozidlem během konstantní jízdy 30 km/h (autor)

| Název vstupního údaje | Hodnota vstupního údaje |
|--|-------------------------|
| Doba prodlevy před sklopením závorových břeven | 18 s |
| Délka železničního přejezdu | 18 m |
| Délka vozidla | 4,5 m |
| Konstantní rychlost vozidla | 30 km/h |

Vzdálenost, kterou vozidlo musí překonat je dána součtem vzdálenosti 41,1 m, délkou vozidla Škoda Octavia 4,5 m a délkou přejezdu 18 m. Součet uvedených hodnot je 63,6 m. Modelovým vozidlem je určena Škoda Octavia. Výpočet je proveden na základě vztahu:

$$s_{kon} = v * t$$

- s_{kon} – dráha ujetá silničním vozidlem za dobu konstantní jízdy [m]
- v – rychlost vozidla [m/s]
- t – čas prodlevy mezi zahájením signalizace a příjezdem vlaku [s]

Tab. č. 30 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání času prodlevy před sklopením břeven a vzdálenosti ujeté běžným silničním vozidlem během konstantní jízdy 30 km/h [m] (autor)

| Prodleva mezi zahájením signalizace a příjezdu vlaku k přejezdu [s] | Dráha ujetá vozidlem během konstantní rychlosti 30 km/h [m] |
|---|---|
| 5 | 41,7 |
| 8 | 66,7 |
| 10 | 83,3 |
| 18 | 150 |

Z výsledků uvedených v tabulce č. 30 lze prohlásit, že doba prodlevy 18 s mezi zahájením výstrahy a zahájením sklápění závorových břeven je při konstantní rychlosti běžného silničního vozidla 30 km/h dostatečná. Vozidlo za dobu prodlevy ujede 150 m. Doba prodlevy, kterou lze pro rychlost 30 km/h pro běžná silniční vozidla považovat za bezpečnou je 8 s. Za prodlevu 8 s ujede vozidlo dráhu 66,7 m, což je v daných podmínkách dostatečné.

Při posuzování bezpečnosti přejezdu je nutné zohlednit i přejezd nejpomalejšího vozidla přes přejezd v době, kdy výstražník spustí výstrahu. Nebezpečnou situací může být, že výstražník spustí výstrahu v okamžiku, kdy je nejpomalejší vozidlo na v jeho úrovni. Řidič vozidla nemůže vozidlo bezpečně zastavit, protože by vozidlo zasahovalo do prostoru železničního přejezdu. Výpočtem je nutno zjistit, zda vozidlo překoná přejezd během doby prodlevy mezi zahájením signalizace výstrahy výstražníkem a zahájením sklápění břevien. Vstupní údaje jsou uvedeny v tabulce č. 31.

Tab. č. 31 – Vstupní údaje pro výpočet porovnání času prodlevy před sklopením břevien a vzdálenosti ujeté nejpomalejším silničním vozidlem během konstantní jízdy 5 km/h (autor)

| Název vstupního údaje | Hodnota vstupního údaje |
|---|-------------------------|
| Doba prodlevy před sklopením závorových břevien | 18 s |
| Délka železničního přejezdu | 18 m |
| Délka vozidla | 22 m |
| Konstantní rychlost vozidla | 5 km/h |

Vzdálenost, kterou vozidlo musí překonat je dána součtem délky vozidla 22 m a délky železničního přejezdu 18 m. Součet uvedených hodnot je 40 m.

Výpočet je totožný s výpočtem hodnot v tabulce č. 30.

Tab. č. 32 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání času prodlevy před sklopením břevien a vzdálenosti ujeté nejpomalejším silničním vozidlem během konstantní jízdy 5 km/h [m]

| Prodleva mezi zahájením signalizace a příjezdu vlaku k přejezdu [s] | Dráha ujetá vozidlem během konstantní rychlosti 5 km/h [m] |
|---|--|
| 5 | 6,9 |
| 10 | 13,9 |
| 15 | 20,8 |
| 18 | 25 |
| 29 | 40,3 |
| 50 | 69,4 |

Z hodnot v tabulce č. 32 je průkazné, že doba prodlevy 18 s při uvažované konstantní rychlosti nejpomalejšího vozidla 5 km/h není dostatečná. Vozidlo za dobu prodlevy ujede dráhu pouze 25 m, přičemž dráha pro bezpečné překonání přejezdu je 40 m. Při vjezdu na přejezd dojde ke sklopení závorových břevien dříve, než vozidlo přejezd překoná. Vzhledem k tomu, že mají břevna délku pouze jednoho jízdního pruhu, nedojde k uvěznění vozidla na přejezdu. Minimální doba prodlevy, kterou lze považovat za bezpečnou je na úrovni 29 s. Při prodlevě 29 s ujede vozidlo dráhu 40,3 m, což je pro dané podmínky dostatečné aby vozidlo překonalo celý prostor přejezdu před zahájením sklápění břevien.

Hodnotu prodlevy, kterou lze považovat za výjimečných okolností za nejnižší možnou v rámci bezpečnosti je 50 s. Prodleva 50 s je dobou, která uplyne od zahájení signalizace výstražníkem do příjezdu vlaku na přejezd.

13.5 MOŽNOST ODVRÁCENÍ STŘETU STROJVEDOUCÍM VLAKU

Strojvedoucí vlaku má možnost odvrátit střet brzděním rychločinnou brzdou. Délka rozhledu strojvedoucího ve směru Vlkoš je 500 m. Ve směru Kyjov má strojvedoucí výhled na vzdálenost 300 m. Délka brzděné dráhy je počtena jednotlivě pro hodnoty součinitele, které je možno použít pro suché, mokré a znečištěné kolejnice. Výpočet brzděných drah je totožný s výpočtem použitým v kapitole 9.3, diplomové práce. Vstupní data pro výpočet jsou následující:

- hmotnost – 62 000 kg
- doba reakce strojvedoucího – 0,8 s
- doba náběhu brzd – 6 s
- rychlost – 80 km/h

Rychlost 80 km/h byla stanovena, jelikož představuje maximální traťovou rychlost.

Tab. č. 33 – Brzděná dráha železničního vozidla (autor)

| | $\mu = 0,15$ (suché kolejnice) | $\mu = 0,1$ (mokrý kolejnice) | $\mu = 0,05$ (znečištěné kolejnice listím, sněhem) |
|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|
| Brzděná dráha [m] | 138,8 | 216,1 | 461,1 |

Nejnižší naměřená hodnota výhledu strojvedoucího je ve směru Vlkoš na hranici 300 m. Výpočtem bylo stanoveno, že brzděná dráha vlaku může být až 461,1 m.

V případě nutnosti je možné brzděnou dráhu drážního vozidla snížit při využití zařízení pro posyp kolejníc pískem. Při využití posypu kolejníc by strojvedoucí byl s největší pravděpodobností schopen při daném výhledu před přejezdem bezpečně zastavit.

13.6 NÁVRH NÁPRAVNÝCH OPATŘENÍ

Navrhovanými opatřeními zvyšující bezpečnost na přejezdu č. P7953 je doplnění chybějícího dopravního značení, změna nastavení PZS a odstranění vzrostlých stromů podél tratě ve směru Kyjov.

Dopravní značky skupiny A 31 nejsou umístěny na vedlejší komunikaci Na Trávníkách ve směru Kyjov, na hlavní komunikaci ulice Jiráskova ve směru autobusové

nádraží a na účelové komunikaci ve směru Vlkoš. Na uvedených komunikacích by měly být dopravní značky skupiny A 31 doplněny. Výše finanční náročnosti je v řádu tisíců korun.

Druhým nápravným opatřením je změna nastavení světelného přejezdového zabezpečovacího zařízení. Z vypočtených hodnot v tabulce č. 32. Je patrné, že při současném nastavení prodlevy zahájení výstrahy výstražníkem a zahájením sklápění závorových břevnen nemá řidič nejpomalejšího vozidla šanci přejezd překonat. Současná doba prodlevy je 18 s. Minimální potřebná doba pro překonání přejezdu nejpomalejším vozidlem je 29 s. Náprava by spočívala pouze ve změně nastavení prodlevy mezi zahájením výstrahy výstražníkem a zahájením sklápění závorových břevnen na dobu 29 s. Cena tohoto opatření je prakticky nulová.

Posledním nápravným opatřením je odstranění vzrostlých stromů, které omezují výhled na železniční trať ve směru Kyjov. V době, kdy stromy nejsou olistěny, výhled omezují jen částečně. Většinu roku jsou však olistěny a výhled značně omezují. Řešením by bylo tyto stromy pokácet. Rozhled na trať ve směru Kyjov, ve směru Šroubárna Kyjov by se značně zlepšil. Řidič by měl možnost lepšího vyhodnocení situace a posouzení, zda je bezpečné na přejezd vjet. Problémem v tomto opatření je, že stromy jsou vysazeny na soukromém pozemku. Pokud by vlastník nesouhlasil s jejich pokácením, muselo by se postupovat soudní cestou. Finanční náročnost tohoto opatření nelze přesně stanovit.

14 ZÁVĚR

Teoretická část diplomové práce tvořila přehled informací, které je nutné znát při řešení dopravních nehod na železničních přejezdech.

Hlavní náplní praktické části této diplomové práce bylo provedení analýzy na vybraných železničních přejezdech a následné posouzení možnosti vzniku dopravních nehod. Na základě zjištěných výsledků byla vypracována nápravná opatření, včetně vyčíslení jejich finanční náročnosti. Pro všechny výpočty byly použity vstupní hodnoty naměřeny autorem v místě přejezdu nebo byla použita veřejně přístupná technická data.

Prvním byl pro analýzu vybrán železniční přejezd č. P7953, který se nachází v obci Ostrožská Nová Ves a je zabezpečen pouze výstražnými kříži. Uvedený přejezd je v souladu s vyhláškou 177/1995 Sb. kterou se vydává stavební a technický řád drah pouze na základě výjimky umožněné § 88 uvedené vyhlášky.

Výsledky pro běžné silniční vozidlo stanovily, že není problém přejezd tímto vozidlem překonat jak v případě akcelerace, tak konstantní jízdy. Na základě výsledků výpočtů pro nejpomalejší vozidlo bylo zjištěno, že vozidlo není po zastavení před dopravní značkou P 6 „Stop, dej přednost v jízdě!“ schopno akcelarovat a přejezd překonat při naměřeném rozhledu Lp. Jedině v případě konstantní jízdy, kdy řidič nebude respektovat příkaz dopravní značky P 6 je schopen přejezd překonat bez problémů. Nápravným opatřením by mohlo být vybudování přejezdového světelného zabezpečovacího zařízení. Výhodou výstavby PZS by byla dřívější signalizace pro řidiče. PZS by signalizovalo příjezd vlaku dříve, než by byl vlak na úrovni rozhledu, což by zajistilo delší prodlevu před příjezdem vlaku k přejezdu. Řidič nejpomalejšího vozidla by měl dostatek času přejezd překonat. Tímto opatřením by přejezd nemusel být provozován pouze na základě výjimky, ale splňoval by požadavky na přejezdy dle současných právních předpisů. Byl by to značný krok ke zvýšení bezpečnosti.

Možným vysvětlením, proč v minulosti na tomto přejezdu došlo k dopravním nehodám je zřejmě špatný odhad vzdálenosti řidičem silničního vozidla nebo nepozornost. Při vzdálenosti vlaku 69 m od přejezdu je pravděpodobnost špatného odhadu vzdálenosti ze strany průměrného řidiče běžného silničního vozidla velice malá. Je patrné, že na tuto krátkou vzdálenost není bezpečné na přejezd vjíždět. Vzhledem k přítomnosti výstražného kolíku na trati je strojvedoucí povinen dát zvukovou výstrahu. Zvukový signál téměř znemožňuje přijíždějící vlak nezaznamenat. Není tedy možné stanovit, co bylo hlavním důvodem vzniku dopravních nehod na tomto přejezdu.

Druhým vybraným křížením byl přejezd s číslem P8143 umístěn v obci Strážnice. Přejezd je vybavený PZS bez závorových břevna. Na základě výsledků lze říci, že tento přejezd je možné s naměřenou prodlevou překonat bez problémů oběma typy vozidel. Nápravné opatření, které by úplně odstranilo problém s překonáváním přejezdu, navrhuje vyloučit jej ze silničního provozu. Podjezd, kterým by vedla nová trasa je vzdálený pouze 400 m od přejezdu. Jediným problémem je, že ulice, kterou by měla vozidla využívat je v současné době soukromým majetkem. Obec Strážnice by se musela dohodnout s jejími majiteli na odkupu nebo využívání.

Navzdory výsledkům, které popisují přejezd č. P8143 jako bezpečný se zde v minulosti staly dopravní nehody s následky smrti. Výstraha PZS je signalizována s dostatečným předstihem před příjezdem vlaku. Výstražník je viditelný na dostatečnou vzdálenost, ze které řidič nemá problém vozidlo bezpečně zastavit. Jediným důvodem, proč řidiči na přejezd vjeli, bylo zřejmě přehlédnutí výstrahy PZS. Mohli být oslněni slunečními paprsky a nebyli schopni rozeznat činnost červených kmitajících světél. Pokud se tak skutečně stalo, výhledy Lp nejsou v okolí přejezdu dostatečné, aby se řidič přesvědčil, zda je přejezd bezpečný. Hlavními důvody vzniku dopravních nehod mohly být dva faktory, nedisciplinovanost řidičů a částečně i možný nedostatečný výhled na trať.

Posledním analyzovaným byl přejezd č. P7935 nacházející se v obci Kyjov. Přejezd je zabezpečen PZS doplněný o závorová břevna. Výpočtem bylo stanoveno, že pro běžné osobní vozidlo je doba prodlevy mezi zahájením sklápění závorových břevna od okamžiku zahájení výstrahy výstražníkem dostatečná a není problém jej překonat. Pro nejpomalejší silniční vozidlo, však doba prodlevy dostatečná není. V tomto případě by se břevna sklopila rychleji, než by vozidlo přejezd překonalo. Výhodou je, že břevna nepřehrazují celou délku jízdního pásu, tudíž nedojde k uvěznění vozidla na přejezdu. Hlavním nápravným opatřením by bylo prodlevu prodloužit, aby měl i řidič nejpomalejšího vozidla možnost přejezd bezpečně překonat.

Vzhledem ke stupni zabezpečení přejezdu č. P7935 je pravděpodobně jedinou možnou příčinou vzniku dopravních nehod kritické selhání lidského faktoru. Viditelnost PZS je dostatečná. Pro běžná silniční vozidla je prodleva mezi zahájením signalizace výstražníkem a počátkem sklápění závorových břevna dostatečná. V případě nejpomalejšího vozidla doba prodlevy dostatečná není. Řidič má však možnost přejezd překonat, jelikož mají břevna délku pouze pravého jízdního pruhu. V případě, kdy by byl řidič oslněn je na nebezpečí upozorněn

sklopeným závorovým břevnem. Chování řidiče, který sklopené břevno objede, však neodpovídá standardnímu racionálnímu rozhodování běžného řidiče.

Ve všech případech bylo uvažováno s možností odvrácení střetu strojvedoucím vlakem, který by brzdil rychločinnou brzdou. Na základě výsledků výpočtů a měření bylo stanoveno, že pokud by strojvedoucí měl možnost na překážku zareagovat v dostatečné vzdálenosti, mohl by vlak před přejezdem bezpečně zastavit na všech analyzovaných přejezdech. Výhled strojvedoucího byl tedy vyhodnocen jako vyhovující ve všech případech.

Některá z navržených nápravných opatření jsou poměrně finančně nákladná. Pokud se však vezmou do úvahy náklady spojené s odstraněním nehody, poškození tratě, náklady spojené s výlukou a prostojem provozu, není ani jedno z navržených opatření příliš finančně náročné. Stejně tak v porovnání s cenou lidského života je finanční náročnost navržených opatření zcela zanedbatelná.

Snahy o snižování počtu dopravních nehod na železničních přejezdech jsou všude jasně patrné. Jedná se o dlouhodobý problém, který nelze vyřešit v horizontu měsíců. Ideální by bylo odstranění všech míst úrovněvého křížení silniční komunikace s železniční dráhou. Každé úrovněvé křížení je nebezpečné. To však není v současné době realizovatelné. Možnými opatřeními, které je možné implementovat do současných podmínek, by mohlo být zvýšení úrovně výstrah na přítomnost přejezdu a doplňování PZS o závorová břevna. Fyzická překážka v podobě sklopených břeven je z hlediska funkčnosti jedním z nejlepších zabezpečovacích prvků.

Pro zvýšení bezpečnosti celého silničního provozu by bylo vhodné změnit systém výuky v autoškolách i celý postup při získání řidičského oprávnění. Hlavním cílem by mělo být zvýšení disciplinovanosti samotných řidičů pro dodržování předpisů silničního provozu. Největší podíl na nehodách mají právě řidiči vozidel, kteří neuposlechnou příkazu dopravních značek. Pokud jsou všechna zabezpečovací zařízení v provozu bez poruchy a jsou dodržovány všechny předpisy, je téměř nemožné, aby k nehodové události došlo. Bylo by vhodné usnadnit a zrychlit výkon práva v oblasti trestů za porušování dopravních předpisů.

Rovněž by bylo vhodné, aby se norma ČSN 73 6380 zabývala alespoň částečně rozhledem Lp i pro přejezdy zabezpečené PZS. Dosud se u těchto přejezdů norma zabývá pouze délkou Dz.

15 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) BRADÁČ, A. a kol. *Soudní inženýrství*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. r. o. Brno, 2007. 725 s. ISBN 80-7204-133-9.
- (2) SEMELA, M. *Analýza silničních nehod I.* 2. vydání. Brno: Vysoké učení technické v Brně Ústav soudního inženýrství, 2014. 84 s. ISBN 978-80-214-5037-0.
- (3) ŠIROKÝ, Jaromír. *Mechanika v dopravě I. - kolejová vozidla*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2004. 122 s. ISBN 80-248-0536-7.
- (4) ČD V 15/I. *Předpis pro obsluhu brzdových zařízení železničních kolejových vozidel*. Praha: České dráhy, 1997. 172 s.
- (5) ČSD S 4/3. *Předpis pro správu a udržování železničních přejezdů a přechodů*. Praha: Federální ministerstvo dopravy, 1985. 40 s.
- (6) SŽDC D1. *Dopravní a návěsní předpis*. Praha: Správa železniční dopravní cesty, 2013. 366 s.
- (7) ČSN 73 6110. *Projektování místních komunikací*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 128 s.
- (8) ČSN 73 6380. *Železniční přejezdy a přechody*. Praha: Český normalizační institut, 2004. 32 s.
- (9) Zákon č. 266/1994 Sb., o drahách, ve znění pozdějších předpisů.
- (10) Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
- (11) Vyhláška č. 177/1995 Sb., kterou se vydává dopravní řád drah, ve znění pozdějších předpisů.
- (12) Vyhláška č. 294/2015 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích, ve znění dalších předpisů
- (13) *Autolexicon.net* www.autolexicon.net [online], 2017 [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/brzdna-draha/>.

- (14) *Fosashop* www.foto.net [online], 2017 [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <www.foto.net/obrazky/uvod/305-854215.jpg>.
- (15) *Hiveminer* www.hiveminer.com [online], 2017 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <<https://hiveminer.com/Tags/854,vlak>>.
- (16) *Katedra dopravního stavitelství VŠB-TU Ostrava* www.kds.vsb.cz [online], 2017 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <<http://kds.vsb.cz/ord/prejezdy-nedostatky.htm>>.
- (17) *Mapy.cz* www.mapy.cz [online], 2017 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <<https://mapy.cz>>.
- (18) *Portál SŽDC* www.szdc.cz [online], 2017 [cit. 2017-03-25]. Dostupné z: <<http://www.szdc.cz/o-nas/vznik-szdc.html>>.
- (19) *Portál SŽDC* www.szdc.cz [online], 2017 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <<http://www.szdc.cz/o-nas/zakladni-udaje.html>>.
- (20) *Portál SŽDC* www.szdc.cz [online], 2017 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <<http://www.szdc.cz/web/prejezdy/seznam-prejezdu-szdc/seznam-prejezdu-szdc.pdf>>.
- (21) *Portál SŽDC* www.szdc.cz [online], 2017 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <<http://www.szdc.cz/o-nas/organizacni-struktura/vedeni-oj.html>>.
- (22) *Portál SŽDC* www.szdc.cz [online], 2017 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <<http://www.szdc.cz/web/prejezdy/cislovani-prejezdu.html>>.
- (23) *Přejezdy.info* www.prejezdy.info.cz [online], 2017 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: <<http://prejezdy.info/node/94>>.
- (24) *Stránky přátel železnic* www.spz.logout.cz [online], 2017 [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: <http://spz.logout.cz/album/cz/cz_cd8142.html>.
- (25) *Vagony* www.vagony.cz [online], 2017 [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <<http://www.vagony.cz/pojezdy/brzda/brzda.html>>.
- (26) *Zabezpečovací technika v dopravě* www.publi.cz [online], 2017 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <<https://publi.cz/books/147/19.html>>.

Seznam použitých symbolů a zkratek

| Zkratka | Jednotka | Popis |
|-----------|---------------------|--|
| γ | [%] | Brzdící procento |
| μ | [-] | Součinitel adheze |
| a | [m/s ²] | Zrychlení |
| a_b | [m/s ²] | Dosažitelné brzdné zpomalení |
| a_n | [m/s ²] | Brzdné zpomalení během náběhu brzd |
| b_y | [m] | Bezpečný odstup od PZS |
| D_p | [m] | Délka přejezdu |
| D_s | [m] | Délka nejpomalejšího vozidla |
| D_z | [m] | Délka rozhledu pro zastavení silničního vozidla |
| g_n | [m/s ²] | Gravitační zrychlení |
| I_s | [-] | Intenzita silničního provozu (počet vozidel za jednu hodinu) |
| L_p | [m] | Rozhledová délka pro nejpomalejší vozidlo |
| L_f | [m] | Délka rozhledu pro řidiče silničního vozidla |
| M | [-] | Dopravní moment železničního přejezdu |
| m | [kg] | Hmotnost |
| P_p | [-] | Počet posunů v obou směrech za 24 hodin |
| P_{pmd} | [-] | Průměrný počet posunů mezi dopravami v obou směrech za 24 hodin |
| P_v | [-] | Počet pravidelných vlakových jízd v obou směrech za 24 hodin |
| S | [%] | Sklon |
| s_a | [m] | Dráha, kterou vozidlo překoná |
| s_c | [m] | Celková dráha ujetá silničním vozidlem za dobu akcelerace i konstantní jízdy |
| s_{kon} | [m] | Dráha ujetá silničním vozidlem za dobu konstantní jízdy |
| s_v | [m] | Dráha, ve které se nachází vlak od přejezdu |
| t | [s] | Čas prodlevy mezi zahájením signalizace a příjezdem vlaku |
| t_0 | [s] | Čas, který vozidlo potřebuje k akceleraci na určitou rychlost |
| t_1 | [s] | Čas, za který vlak ujede vzdálenost, ve které se od přejezdu nachází |
| t_b | [s] | Doba plného brzdění |
| t_n | [s] | Čas náběhu brzd |
| t_p | [s] | Čas prodlevy brzd |
| t_r | [s] | Čas reakce řidiče |
| t_u | [s] | Čas, během kterého vozidlo brzdí maximální možnou silou |
| v | [m/s] | Okamžitá rychlost vozidla |
| v_a | [m/s] | Požadovaná maximální rychlost vozidla |
| v_n | [m/s] | Rychlost v počátku plného brzdění |
| v_r | [m/s] | Výchozí rychlost |
| v_{sn} | [km/h] | Rychlost nejpomalejšího vozidla |
| v_s | [km/h] | Rychlost silničního vozidla před přejezdem |

| | | |
|-------------|--------|--|
| v_v | [m/s] | Rychlost vlaku |
| v_z | [km/h] | Traťová rychlost |
| ČR | | Česká republika |
| ČSN | | Česká státní norma |
| G | | Brzda pro nákladní vlaky |
| MOS | | Možnost odvrácení střetu |
| OŘ | | Oblastní ředitelství |
| P | | Brzda pro osobní vlaky |
| P+E | | Brzda pro osobní vlaky a elektropneumatická brzda |
| PZS | | Přejezdové zabezpečovací zařízení světelné |
| R | | Rychlíková brzda |
| R+E | | Vysoce výkonná brzda pro rychlíky a elektropneumatická brzda |
| R+Mg | | Vysoce výkonná brzda pro rychlíky a magnetická brzda |
| SŽDC, s. o. | | Správa železniční dopravní cesty, státní organizace |

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obr. č. 1 - Délka a šířka u železničního přejezdu bez závorových břeven (8) | 14 |
| Obr. č. 2 - Délka a šířka u železničního přejezdu vybaveného závorovými břevny (8) | 15 |
| Obr. č. 3 – Délka rozhledu u železničního přejezdu vybavených PZS (8) | 17 |
| Obr. č. 4 - Rozhledové pole pro řidiče nejpomalejšího silničního vozidla Lp (8) | 18 |
| Obr. č. 5 – Rozhledové pole pro řidiče silničního vozidla (8) | 19 |
| Obr. č. 6 – Ukázka číslování železničního přejezdu (Archív autora) | 21 |
| Obr. č. 7 – Ukázka z evidence železničních přejezdů (20) | 21 |
| Obr. č. 8 – Svislé dopravní značení (zleva) A 31a, A 31b, A 31c (12) | 23 |
| Obr. č. 9 – Svislé dopravní značení (zleva) A 30, A 29 (12) | 24 |
| Obr. č. 10 – Svislé dopravní značení (zleva) A 32a, A 32b (12) | 24 |
| Obr. č. 11 – Rozměry PZS [mm] (26) | 26 |
| Obr. č. 12 – Schéma funkce kolejového obvodu (23) | 28 |
| Obr. č. 13 – Schéma funkce počítače náprav (23) | 28 |
| Obr. č. 14 – Výstražný kolík (6) | 30 |
| Obr. č. 15 – Rozměry přejezdníku [mm] (26) | 31 |
| Obr. č. 16 – Staničník (6) | 31 |
| Obr. č. 17 – Průběh brzdění (13) | 36 |
| Obr. č. 18 – Tabulka brzdných vah na hnacím vozidle (archív autora) | 38 |
| Obr. č. 19 – Motorový vůz řady 854 a nemotorový vůz řady Bdt ⁿ 756 (15) | 43 |

| | |
|---|----|
| Obr. č. 20 – Pohled na železniční přejezd a dopravní značku B 11 ve směru Kvačice (archív autora)..... | 44 |
| Obr. č. 21 – Zaznačení polohy železničního přejezdu č. 7953 v mapě (17)..... | 45 |
| Obr. č. 22 – Polygon přejezdu č. P7953 v měřítku 1:2200, vytvořený autorem v programu Virtual CRASH 3..... | 46 |
| Obr. č. 23 – Pohled na ulici Chylická, vedoucí podél tratě ve směru Kvačice Dz = 50 m (archív autora)..... | 47 |
| Obr. č. 24 – Pohled na účelovou komunikaci ve směru Chylice Dz = 95 m (archív autora)..... | 47 |
| Obr. č. 25 – Rozhled Lp = 575 m ve směru Kvačice na trať ve směru Ostrožská Nová Ves (archív autora)..... | 47 |
| Obr. č. 26 – Rozhled Lp = 703 m ve směru Kvačice na trať ve směru Uherský Ostroh (archív autora)..... | 47 |
| Obr. č. 27 – Rozhled Lp = 590 m ve směru Chylice na trať ve směru Ostrožská Nová Ves (archív autora)..... | 48 |
| Obr. č. 28 – Rozhled Lp = 653 m ve směru Chylice na trať ve směru Uherský Ostroh (archív autora)..... | 48 |
| Obr. č. 29 – Rozhled strojvedoucího vlaku ve směru Ostrožská Nová Ves ve vzdálenosti 850 m (archív autora)..... | 48 |
| Obr. č. 30 – Rozhled strojvedoucího vlaku ve směru Uherský ostroh ve vzdálenosti 680 m (archív autora)..... | 48 |
| Obr. č. 31 – Motorová souprava řady 814.2. (24)..... | 57 |
| Obr. č. 32 – Zaznačení polohy železničního přejezdu č. 8143 v mapě (17)..... | 58 |
| Obr. č. 33 – Polygon přejezdu č. P8143 v měřítku 1:2200, vytvořený autorem v programu Virtual CRASH 3..... | 59 |
| Obr. č. 34 – Pohled na ulici Za Drahou ve směru Radějov Dz = 100 m (archív autora)..... | 61 |
| Obr. č. 35 – Pohled na ulici Za Drahou ve směru ulice Za Valy Dz = 300 m (archív autora)..... | 61 |
| Obr. č. 36 – Rozhled Lp = 70 m ve směru Radějov na trať ve směru Veselí nad Moravou (archív autora)..... | 61 |
| Obr. č. 37 – Rozhled Lp = 40 m ve směru Radějov na trať ve směru Petrov (archív autora)..... | 61 |
| Obr. č. 38 – Rozhled Lp = 8 m ve směru ulice Za Valy na trať ve směru Veselí nad Moravou (archív autora)..... | 61 |
| Obr. č. 39 – Rozhled Lp = 620 m ve směru ulice Za Valy na trať ve směru Petrov (archív autora)..... | 61 |
| Obr. č. 40 – Rozhled strojvedoucího vlaku ve směru Veselí nad Moravou ve vzdálenosti 700 m (archív autora)..... | 62 |
| Obr. č. 41 – Rozhled strojvedoucího vlaku ve směru Petrov ve vzdálenosti 530 m (archív autora)..... | 62 |

| | |
|---|----|
| Obr. č. 42 – Zaznačení návrhu bezpečnějšího vedení trasy v mapě (17) | 66 |
| Obr. č. 43 – Motorový vůz řady 854 a nemotorový vůz řady BdtN756 (14) | 68 |
| Obr. č. 44 – Pohled na dopravní značku B 1 na účelové komunikaci směr Vlkoš (archív autora)..... | 69 |
| Obr. č. 45 – Zaznačení polohy železničního přejezdu č. 7935 v mapě (17)..... | 70 |
| Obr. č. 46 – Polygon přejezdu č. P7935 v měřítku 1:2200, vytvořený autorem v programu Virtual CRASH 3 | 71 |
| Obr. č. 47 – Pohled na železniční přejezd ve směru Šroubárna Kyjov Dz = 200 m (archív autora)..... | 73 |
| Obr. č. 48 – Pohled na železniční přejezd ve směru autobusové nádraží Dz = 45 m (archív autora)..... | 73 |
| Obr. č. 49 – Rozhled Lp = 35 m ve směru Šroubárna Kyjov na trať ve směru Vlkoš (archív autora)..... | 73 |
| Obr. č. 50 – Rozhled Lp = 430 m ve směru Šroubárna Kyjov na trať ve směru Kyjov (archív autora)..... | 73 |
| Obr. č. 51 – Rozhled Lp = 275 m ve směru autobusové nádraží na trať ve směru Vlkoš (archív autora)..... | 73 |
| Obr. č. 52 – Rozhled Lp = 450 m ve směru autobusové nádraží na trať ve směru Kyjov (archív autora)..... | 73 |
| Obr. č. 53 – Rozhled strojvedoucího vlaku ve směru Vlkoš ze vzdálenosti 500 m (archív autora)..... | 74 |
| Obr. č. 54 – Rozhled strojvedoucího vlaku ve směru Kyjov ze vzdálenosti 300 m (archív autora)..... | 74 |

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tab. č. 1 – Rozhledová délka pro nejpomalejší silniční vozidlo Lp (8)..... | 18 |
| Tab. č. 2 – Neaktuální hodnoty rozhledové délky Lp z roku 1985 (5)..... | 34 |
| Tab. č. 3 – Aktuální hodnoty rozhledové délky Lp z roku 2004 (8) | 34 |
| Tab. č. 4 – Hodnoty součinitele adheze pro silniční vozidla (1) | 35 |
| Tab. č. 5 – Hodnoty brzdného zpomalení pro silniční vozidla (2) | 37 |
| Tab. č. 6 – Hodnoty zrychlení pro silniční vozidla (2)..... | 37 |
| Tab. č. 7 – Hodnoty součinitele adheze pro železniční vozidla (3)..... | 40 |
| Tab. č. 8 – Vstupní technické údaje pro železniční a silniční vozidlo (autor)..... | 40 |
| Tab. č. 9 – Výsledná tabulka zachycující porovnání brzdné dráhy železničního a silničního vozidla (autor) | 41 |
| Tab. č. 10 – Technické informace o železničním přejezdu č. P7953 (autor)..... | 42 |
| Tab. č. 11 – Brzdná dráha běžného silničního vozidla (autor) | 49 |
| Tab. č. 12 – Vstupní údaje pro výpočet porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté silničním vozidlem během akcelerace na 30 km/h (autor) | 49 |

| | |
|---|----|
| Tab. č. 13 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté silničním vozidlem během akcelerace na 30 km/h [m] (autor)..... | 51 |
| Tab. č. 14 – Vstupní údaje pro výpočet porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté silničním vozidlem během konstantní jízdy 30 km/h (autor)..... | 52 |
| Tab. č. 15 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté silničním vozidlem během konstantní jízdy 30 km/h [m] (autor) . | 52 |
| Tab. č. 16 – Vstupní údaje pro výpočet porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté nejpomalejším vozidlem během akcelerace na 5 km/h (autor) | 53 |
| Tab. č. 17 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté nejpomalejším vozidlem během akcelerace na 5 km/h [m] (autor) . | 53 |
| Tab. č. 18 – Vstupní údaje pro výpočet porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté nejpomalejším vozidlem během konstantní jízdy 5 km/h (autor) . | 54 |
| Tab. č. 19 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání vzdálenosti vlaku od přejezdu a vzdálenosti ujeté nejpomalejším vozidlem během konstantní jízdy 5 km/h [m] | 54 |
| Tab. č. 20 – Brzdná dráha železničního vozidla (autor)..... | 55 |
| Tab. č. 21 – Technické informace o železničním přejezdu č. P8143 (autor)..... | 56 |
| Tab. č. 22 – Brzdná dráha běžného silničního vozidla (autor)..... | 62 |
| Tab. č. 23 – Vstupní údaje pro výpočet porovnání času prodlevy před příjezdem vlaku k přejezdu a vzdálenosti ujeté běžným silničním vozidlem během konstantní jízdy 30 km/h [m] (autor)..... | 63 |
| Tab. č. 24 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání času prodlevy před příjezdem vlaku k přejezdu a vzdálenosti ujeté běžným silničním vozidlem během konstantní jízdy 30 km/h [m] (autor)..... | 63 |
| Tab. č. 25 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání času prodlevy před příjezdem vlaku k přejezdu a vzdálenosti ujeté nejpomalejším silničním vozidlem během konstantní jízdy 5 km/h [m] (autor) | 64 |
| Tab. č. 26 – Brzdná dráha železničního vozidla (autor)..... | 65 |
| Tab. č. 27 – Technické informace o železničním přejezdu č. P8143 (autor)..... | 67 |
| Tab. č. 28 – Brzdná dráha běžného silničního vozidla (autor)..... | 74 |
| Tab. č. 29 – Vstupní údaje pro výpočet porovnání času prodlevy před sklopením břevna a vzdálenosti ujeté běžným silničním vozidlem během konstantní jízdy 30 km/h (autor)..... | 75 |
| Tab. č. 30 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání času prodlevy před sklopením břevna a vzdálenosti ujeté běžným silničním vozidlem během konstantní jízdy 30 km/h [m] (autor)..... | 75 |
| Tab. č. 31 – Vstupní údaje pro výpočet porovnání času prodlevy před sklopením břevna a vzdálenosti ujeté nejpomalejším silničním vozidlem během konstantní jízdy 5 km/h (autor)..... | 76 |
| Tab. č. 32 – Výsledná tabulka s uvedením porovnání času prodlevy před sklopením břevna a vzdálenosti ujeté nejpomalejším silničním vozidlem během konstantní jízdy 5 km/h [m]..... | 76 |
| Tab. č. 33 – Brzdná dráha železničního vozidla (autor)..... | 77 |