

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

*Janova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si*



Univerzitetni program Gradbeništvo,  
Prometna smer

Kandidat:

**Danijel Landeka**

# **Varnost nivojskih prehodov, zavarovanih z andrejevim križem**

**Diplomska naloga št.: 3173**

**Mentor:**  
prof. dr. Bogdan Zgonc

**Somentor:**  
asist. Darja Šemrov

Ljubljana, 27. 6. 2011

## **POPRAVKI**

**Stran z napako**

**Vrstica z napako**

**Namesto**

**Naj bo**

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Skladno s 27. členom Pravilnika o diplomskem delu UL Fakultete za gradbeništvo in geodezijo,

Podpisani Danijel Landeka izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom: »Varnost nivojskih prehodov, zavarovanih z Andrejevim križem«.

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL, Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Noben del tega zaključnega dela ni bil uporabljen za pridobitev strokovnega naziva ali druge strokovne kvalifikacije na tej ali na drugi univerzi ali izobraževalni inštituciji.

Ljubljana, 26. 05. 2011

Danijel Landeka

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>625.1/.5(043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Danijel Landeka</b>
<b>Mentor:</b>	<b>prof. dr. Bogdan Zgonc, univ. dipl. ing. grad.</b>
<b>Somentor:</b>	<b>asist. Darja Šemrov, univ. dipl. ing. grad.</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Varnost nivojskih prehodov, zavarovanih z Andrejevim križem</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>70 str., 21 pregl., 29 sl., 4 graf., 19 en.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>nivojski prehod, pregledna razdalja, Andrejev križ, vidljivostni trikotnik, nesreča, prometna varnost</b>

### **Izvleček**

V prometnem omrežju cest in železnic neizogibno prihaja do medsebojnih križanj, ki s stališča varnosti prometa predstavljajo ranljiva mesta sistema, kjer nujno prihaja tudi do konfliktov. Posledice prometnih nesreč na teh mestih so praviloma za udeležence najusodnejše. V Sloveniji je 888 nivojskih križanj cest z železniškimi progami. Dolžina vseh železniških prog znaša 1228 kilometrov, kar pomeni eno nivojsko križanje na približno vsak kilometer proge. Več kot 61 % nivojskih križanj je zavarovanih le s cestnimi prometnimi znaki. Število zavarovanih cestno železniških prehodov je žal še vedno v manjšini, odstotek nezavarovanih pa še vedno prevelik. Preglednost na nivojskih prehodih predstavlja enega od pomembnih dejavnikov za zagotavljanje varnosti prometa, zlasti v primerih, ko cestni prehod ni zavarovan z ustreznimi tehničnimi sredstvi. Namen naloge je pregled domače regulative, ki ureja področje zagotavljanja preglednosti na nivojskih prehodih, in podati predloge za njeno zagotovitev. S tem bi vsaj delno dosegli zmanjšanje nevarnosti na nivojskih prehodih, posledično bi se zmanjšalo tudi število izrednih dogodkov, predvsem tistih s tragičnimi posledicami.

## **BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

<b>UDK:</b>	<b>625.1/.5(043.2)</b>
<b>Author:</b>	<b>Danijel Landeka</b>
<b>Supervisor:</b>	<b>Prof. Bogdan Zgonc, Ph.D., C.E.</b>
<b>Cosupervisor:</b>	<b>Assist. Darja Šemrov, C.E.</b>
<b>Title:</b>	<b>Safety at level crossing equipped only with the warning cross</b>
<b>Scope and tools:</b>	<b>70 p., 21 tab., 29 fig., 4 graph., 19 eq.</b>
<b>Key words:</b>	<b>level crossing, sight distance, warning cross, visibility triangle, accident, traffic safety</b>

### **Abstract**

In the complex traffic network of roads and railways, there are crossings which from the point of view of the traffic safety represent vulnerable points of system where there also necessarily arise conflicts. Consequences in these places are largely the most fatal for the participants. In Slovenia there are 888 roads and railway lines level crossings. Length of all the railway lines amounts 1228 kilometres, it means that one level crossing comes to approximately each kilometre of the line. Among the whole number of level crossings there are more than 61 % of the equipped or secured only by traffic signs. The number of secured road railway crossing is unfortunately still in minority, and the percentage of the unsecured crossing is still too high. The clear view of the level crossing is one of the important factors of the traffic safety, especially in cases when the crossing is not protected with appropriate technical devices. The purpose of this paper is a review of domestic regulations, which regulates a sphere of assuring sight distance on level crossing and give the proposal for its assurance. A decrease in danger on level crossings would be at least partially achieved by that, and consecutively the number of exceptional events would also be decreased, mainly those with tragic consequences.

## **ZAHVALA**

Za pozitiven odnos, podporo in pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju prof. dr. Bogdanu Zgoncu in somentorici asist. Darji Šemrov. Hvala tudi vsem na katedri, ki so prisostvovali pri nastajanju tega dela in omogočili prijetno delovno vzdušje. Hvala vsem bližnjim, ki so mi ves čas študija stali ob strani.

## KAZALO VSEBINE

<b>1</b>	<b>UVOD</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Namen in cilj naloge</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>ZGODOVINSKI RAZVOJ ŽELEZNIŠKEGA IN CESTNEGA PROMETA</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Razvoj železniškega in cestnega prometa v Republiki Sloveniji</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>KRIŽANJE CESTE IN ŽELEZNICE</b>	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>Vrste zavarovanj prometa na cestno železniških križanjih</b>	<b>6</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Nezavarovani nivojski prehodi</b>	<b>7</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Zavarovani nivojski prehodi</b>	<b>7</b>
<b>3.2</b>	<b>Obstoječe stanje</b>	<b>8</b>
<b>3.3</b>	<b>Zakonski predpisi o cestno železniških križanjih</b>	<b>10</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Pravilnik o nivojskih prehodih</b>	<b>11</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Zakon o varnosti v železniškem prometu</b>	<b>12</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Zakon o varnosti cestnega prometa</b>	<b>13</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Pravilnik o prometni signalizaciji in opremi na javnih cestah</b>	<b>14</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Signalni pravilnik</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>NIVOJSKI PREHODI</b>	<b>16</b>
<b>4.1</b>	<b>Vrste nivojskih prehodov</b>	<b>16</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Nivojski prehodi iz betonskih elementov</b>	<b>17</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Nivojski prehodi iz montažnih gumijastih elementov</b>	<b>18</b>
<b>4.2</b>	<b>Nivojski prehod kot gradbeni objekt</b>	<b>20</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Kot križanja ceste in proge</b>	<b>21</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Območje nivojskega prehoda</b>	<b>21</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Razdalje med sosednjimi nivojskimi prehodi</b>	<b>22</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Širina cestišča na nivojskih prehodih</b>	<b>22</b>
<b>4.2.5</b>	<b>Gradbene karakteristike ceste na nivojskih prehodih</b>	<b>23</b>
<b>4.2.6</b>	<b>Označbe na vozišču pred nivojskim prehodom in na njem</b>	<b>23</b>

<b>5</b>	<b>VARNOST NA NIVOJSKIH PREHODIH</b>	<b>24</b>
<b>5.1</b>	<b>Izredni dogodki na nivojskih prehodih</b>	<b>25</b>
<b>5.2</b>	<b>Polje preglednosti na nivojskih prehodih</b>	<b>30</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Določitev vidljivostnega trikotnika</b>	<b>31</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Cona nivojskega prehoda</b>	<b>33</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Dolžina poti ustavljanja</b>	<b>37</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Čas zapustitve cone prehoda</b>	<b>40</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Izračun polja preglednosti pri križanju ceste in železnice</b>	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>ANALIZA IN PREDLOGI ZA IZBOLJŠANJE PREGLEDNOSTI NA IZBRANIH NIVOJSKIH PREHODIH</b>	<b>53</b>
<b>6.1</b>	<b>Primer 1</b>	<b>54</b>
<b>6.1.1</b>	<b>Obstoječe stanje</b>	<b>54</b>
<b>6.1.2</b>	<b>Preglednost</b>	<b>55</b>
<b>6.1.3</b>	<b>Ugotovitve</b>	<b>56</b>
<b>6.1.4</b>	<b>Predlog ukrepov</b>	<b>57</b>
<b>6.2</b>	<b>Primer 2</b>	<b>59</b>
<b>6.2.1</b>	<b>Obstoječe stanje</b>	<b>59</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Preglednost</b>	<b>60</b>
<b>6.2.3</b>	<b>Ugotovitve</b>	<b>63</b>
<b>6.2.4</b>	<b>Predlog ukrepov</b>	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>ZAKLJUČEK</b>	<b>65</b>
	<b>VIRI</b>	<b>67</b>



## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Razmerje kilometer/prehod v Sloveniji in EU	8
Preglednica 2:	Vrste zavarovanj nivojskih prehodov	9
Preglednica 3:	Zmanjševanje št. nezavarovanih nivojskih prehodov na slovenskih železnicah	10
Preglednica 4:	Pregled prometnih nesreč na nivojskih prehodih ceste preko železniške proge	26
Preglednica 5:	Pregled prometnih nesreč na nivojskih prehodih ceste preko železniške proge v Evropi	27
Preglednica 6:	Prijavljeni kršitelji na nivojskih prehodih SŽ	29
Preglednica 7:	Dolžine poti ustavljanja cestnega vozila	37
Preglednica 8:	Koeficient oprijemljivosti v odvisnosti od vozne hitrosti	39
Preglednica 9:	Dolžina poti ustavljanja	40
Preglednica 10:	Povečanje ali zmanjšanje časa (s), ki ga potrebuje voznik, da zapusti območje prehoda v odvisnosti od vzdolžnega nagiba ceste	41
Preglednica 11:	Dolžine vozil glede na razred vozila	44
Preglednica 12:	Izračun preglednosti, ko vozilo miruje (slo pravilnik)	48
Preglednica 13:	Izračun preglednosti, ko vozilo miruje (Road/Railway Grade Crossing Technical Standards and Inspection)	48
Preglednica 14:	Izračun preglednosti, ko se vozilo giblje (slo pravilnik)	51
Preglednica 15:	Izračun preglednosti, ko se vozilo giblje (Road/Railway Grade Crossing Technical Standards and Inspection)	52
Preglednica 16:	Izračun pregledne razdalje in ostalih parametrov (slo pravilnik)	55
Preglednica 17:	Izračun predlagane pregledne razdalje in ostalih parametrov (Road/Railway Grade Crossing Technical Standards and Inspection)	55
Preglednica 18:	Izračun pregledne razdalje in ostalih parametrov (slo pravilnik)	61
Preglednica 19:	Izračun predlagane pregledne razdalje in ostalih parametrov (Road/Railway Grade Crossing Technical Standards and Inspection)	61
Preglednica 20:	Izračun pregledne razdalje in ostalih parametrov (slo pravilnik)	62
Preglednica 21:	Izračun predlagane pregledne razdalje in ostalih parametrov (Road/Railway Grade Crossing Technical Standards and Inspection)	62

## KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1:	Razčlenitev žrtev v Evropi glede na vrsto nesreče	28
Grafikon 2:	Zlomi zapornic na nivojskih prehodih ceste čez železniško progo	28
Grafikon 3:	Prijavljeni kršitelji na nivojskih prehodih SŽ	29
Grafikon 4:	Krivulje časov v odvisnosti od prevožene razdalje med pospeševanjem vozil	42

## KAZALO SLIK

Slika 1:	Posledica prometne nesreče ob trčenju vlaka in osebnega vozila	1
Slika 2:	Prometna signalizacija, ki opozarja na nivojski prehod	14
Slika 3:	Nivojski prehod izdelan v peščeni izvedbi (tolčenec)	16
Slika 4:	Nivojski prehod izdelan iz pragov	17
Slika 5:	Nivojski prehod iz betonskega elementa	18
Slika 6:	Prečni prerez nivojskega prehoda iz montažnih gumijastih elementov	19
Slika 7:	Spodnji del svetlega profila (prostor za varen prehod koles tirnih vozil)	19
Slika 8:	Nivojski prehod iz montažnih gumijastih elementov	20
Slika 9:	Meja nevarnega območja na nivojskem prehodu	22
Slika 10:	Vidljivostni trikotnik	32
Slika 11:	Cona prehoda	34
Slika 12:	Dolžina cone prehoda (ostrokotno križanje)	35
Slika 13:	Dolžina cone prehoda (topokotno križanje)	36
Slika 14:	Nivojsko križanje ceste in železnice, ko vozilo miruje	43
Slika 15:	Glavni elementi nivojskega križanja	46
Slika 16:	Minimalna preglednost za voznike, ki se ustavijo na nivojskem prehodu	47
Slika 17:	Nivojsko križanje ceste in železnice, ko se vozilo približuje z neko hitrostjo	49
Slika 18:	Minimalna preglednost za voznike, ki se približujejo nivojskemu prehodu	50
Slika 19:	Lokacija nivojskega prehoda Ranca 2	54
Slika 20:	Grafični prikaz izračuna preglednih razdalj	56
Slika 21:	Dolžine preglednih razdalj	57
Slika 22:	Drevje in grmičevje, ki omejuje polje preglednosti	57
Slika 23:	Nerodno postavljena prometna signalizacija	58
Slika 24:	Neppravilna postavitev prometnega znaka	59
Slika 25:	Lokacija nivojskega prehoda Jarše - uvoz	60
Slika 26:	Grafični prikaz izračuna preglednih razdalj	61
Slika 27:	Grafični prikaz izračuna preglednih razdalj	62
Slika 28:	Oddaljenost nivojskega prehoda od cestnega križišča	63
Slika 29:	Ovire, ki omejujejo polje preglednosti	64

## KRATICE

ACPR	Avtomatski cestni prehod z zapornicami
AK	Andrejev križ
AVP	Javna agencija Republike Slovenije za varnost prometa
$C_p$	Cona prehoda
$d_{cv}$	Dolžina merodajnega vozila
$d_p$	Dolžina nivojskega prehoda
$d_{pu}$	Dolžina poti ustavljanja
$D_{tv}$	Pregledna razdalja
$d_{zp}$	Zavorna pot
f	Koeficient oprijemljivosti
g	Težni pospešek
MZ	Mehanska zapornica
NPr	Nivojski prehod
PLDP	Povprečni letni dnevni promet
SCS	Svetlobno cestni signal
SŽ	Slovenske železnice
$t_{cv}$	Skupni čas cestnega vozila
$t_p$	Čas približevanja tirnega vozila
$t_r$	Reakcijski čas
$t_{zp}$	Čas zapustitve cone prehoda
$V_{cv}$	Hitrost cestnega vozila
$V_{tv}$	Hitrost tirnega vozila
ZB	Zaporna bruna

## 1 UVOD

Nivojska križanja cest in železniških prog so točke križanja infrastrukturnih objektov dveh različnih prometnih podsistemov, kjer lahko prihaja do konfliktov, saj je tako na cesti kot na železnici oviran varen in tekoč potek prometa. Konfliktom na nivojskih križanjih posvečajo veliko pozornosti prav zaradi dejstva, ker so posledice prometnih nesreč na teh mestih za udeležence praviloma najusodnejše. Pretežni del tovrstnih prometnih nesreč se zgodi na nezavarovanih nivojskih prehodih ceste preko železniških prog, ki so označene le z »Andrejevim križem«. Tveganje, da bo oseba, ki je udeležena v trku cestnega vozila z vlakom, umrla, je namreč 20- do 40-krat večje od tveganja v cestnih nesrečah. Izgube življenj so najhujše posledice prometnih nesreč, vendar so velik nacionalni problem tudi hude in lahke telesne poškodbe ter velika materialna škoda. Na problematiko varnosti cestnega prometa vpliva veliko število dejavnikov in eden izmed pomembnejših je preglednost na nezavarovanih nivojskih prehodih, zato bo v nadaljevanju podrobno obravnavan.



Slika 1: Posledica prometne nesreče ob trčenju vlaka in osebnega vozila (Regent, 2010)

## 1.1 Namen in cilj naloge

Zakoni in podzakonski akti natančno opredeljujejo, kako mora biti zagotovljena varnost na nivojskih prehodih. Kljub temu prihaja na teh mestih do pogostih prometnih nesreč, kjer lahko nastane materialna škoda, vozniki in ostali potniki pa se lahko poškodujejo ali celo smrtno ponesrečijo. Neustrezna preglednost predstavlja enega izmed ključnih dejavnikov, ki vpliva na nastanek prometnih nesreč, zlasti v primerih, ko prehod ni zavarovan s tehničnimi sredstvi. Pri zagotavljanju varnosti prometa je potrebno na obstoječih nivojskih prehodih, na katerih ni zagotovljena ustrezna preglednost, poiskati takšne rešitve, ki so primerne za posamezne lokacije. Osnovni namen pričujočega diplomskega dela je prikazati zahteve za določanje preglednosti, ki jih predpisuje slovenska zakonodaja, in podati morebitne predloge za njihovo izboljšanje.

Za lažjo predstavitev glavnega dela diplomske naloge kot vmesne vsebinske sklope, ki logično sledijo drug drugemu, se dopolnjujejo in nadgrajujejo, opišemo:

- kratek zgodovinski razvoj železniškega in cestnega prometa,
- vrste zavarovanj prometa na cestno železniških križanjih, obstoječe stanje in zakonske predpise v Republiki Sloveniji,
- vrste nivojskih prehodov,
- izredne dogodke na nivojskih prehodih.

## 2 ZGODOVINSKI RAZVOJ ŽELEZNIŠKEGA IN CESTNEGA PROMETA

Delovanje gospodarskega sistema neke države je tesno povezano z dobro organiziranimi prometnimi tokovi, med katere zagotovo uvrščamo učinkovitost železniškega in cestnega prometnega podsistema, po katerih prepeljejo več milijonov ton različnega blaga in potnikov ter katerih zgodovina razvoja sega daleč nazaj.

Prva vlečna vozila so se pojavila pred vsaj 2000 leti v Grčiji, na Malti in v nekaterih delih Rimskega imperija. Premikala so se po tirih, ki so bili izklesani v kamen. Proti koncu 18. stoletja so se začele pojavljati železne tirnice. Britanski gradbeni inženir William Jessop je zasnoval tirnico, pri kateri so se uporabljala kolesa z robnim vencem. Jessop je leta 1802 odprl Surrey Iron Railway, ki je najverjetneje prva javna železnica, čeprav so jo še vedno poganjali konji (Wikipedija, 2010). Ob koncu 18. stoletja se je kot novo pogonsko sredstvo uveljavil parni stroj, ki je omogočil revolucionaren razvoj industrije. Prvo parno lokomotivo je zgradil Richard Thevitchik, ki pa finančno ni bila uspešna. Prve uporabne parne lokomotive je zgradil George Stephenson. Najbolj znana med njimi je bila »The Rocket« (Wikipedija, 2010). Parna lokomotiva je postala dejavnik, ki je železnici omogočil, da je kot najvažnejše transportno sredstvo osvojila svet. S pojavom električnih kablov, ki jih je leta 1888 izumil Granville T. Woods, se prične razvoj elektrificirane železnice. Prva takšna železnica je delovala na Coney Islandu od leta 1892 (Wikipedija, 2010). Novo prelomnico v železniškem prometu predstavljajo dizelske in električne lokomotive, ki so kot pogonsko sredstvo po drugi svetovni vojni v večini držav zamenjale paro. V 60. letih 20. stoletja pa je veliko držav začelo uporabljati hitro železnico. Potreba po večji hitrosti je narekovala razvoj vlakov. Ker pa večja hitrost predstavlja večjo nevarnost za potnike, se je skupaj z razvojem vlakov razvijala tudi oprema, ki zagotavlja večjo varnost.

Izum parnega stroja je predstavljal pomemben mejnik tudi pri razvoju cestnega vozila, saj so se ob razvoju cest začela razvijati tudi razna prevozna sredstva. Najbolj napredni v tistem času so že takrat razmišljali o možnosti, da bi s pomočjo vodne pare poganjali tudi vozila. Leta 1769 je prvo cestno vozilo na parni pogon izdelal Nicolas Joseph Cugnot (Kramberger, T., 2008). Razvoj parnih vozil je v Angliji ovirala železnica, ki je od vlade izsilila ukrepe, ki so onemogočali enakopraven boj cestnih in železniških vozil. Na srečo pa v Nemčiji, Franciji in

Italiji ni bilo takih ovir, zato se je lahko razvoj nadaljeval vse do današnje stopnje elegance in varnosti. Primerjati promet na cestah nekoč in danes je povsem nesmiselno, saj je tehnika močno napredovala in so današnje ceste ter vozila povsem drugačna tako v materialu in načinu izdelave kot tudi v zmogljivosti, stopnji varnosti, obliki itd. Današnja vozila v večini primerov poganjajo motorji z notranjim izgorevanjem. Napredne tehnologije pa preizkušajo številne druge možnosti, ki bi izkoriščale druge vire energije.

## **2.1 Razvoj železniškega in cestnega prometa v Republiki Sloveniji**

Železniški promet je ena izmed najpogostejših oblik prometa in transporta tudi v Sloveniji. Za uradni začetek železnice v Sloveniji velja datum 2. 6. 1846, ko je bila odprta železniška proga Gradec – Celje (Wikipedija, 2010). Na Slovenskem železnica seveda ni nastala z namenom razvoja lokalnega gospodarstva. Država jo je gradila predvsem zato, da bi povezala Dunaj s svojim največjim pristaniščem Trstom. Leto dni po dograditvi proge do Trsta je zašla država v hudo finančno stisko, zato je vse svoje železnice razprodala – privatizirala. Zvezo Dunaj – Trst je prevzela zasebna Južna železnica. Položaj v železniškem omrežju se je po drugi svetovni vojni še poslabšal, saj so bile v 60. letih zaradi prepričanja, da ima promet prihodnost na cesti, ukinjene številne lokalne proge. Leta 1967 je bila zgrajena pomembna proga v Luko Koper (Wikipedija, 2010). Novo prelomnico v slovenskem železniškem omrežju predstavlja leto 1991, ko je Slovenija postala samostojna in neodvisna Republika Slovenija. Skupnost Jugoslovanskih železnic je razpadla. Železniško gospodarstvo Ljubljana se je preimenovalo v Slovenske železnice, ki ima v upravljanju železniške proge v Sloveniji še danes.

Ceste v Sloveniji imajo zelo dolgo zgodovino, saj so bile zgrajene že v času rimskega imperija. Nekatere ceste, ki so bile zgrajene v preteklosti, so svojo traso ohranile še danes. V srednjem veku je razvoj cest na Slovenskem za nekaj stoletij tako rekoč zastal. Ob koncu 18. stoletja je bilo oblastem jasno, kakšno vlogo in pomen imajo ceste. Pomembnejše ceste je zato gradila in vzdrževala država. Glavne ceste, ki so jih gradili in vzdrževali na Kranjskem, so bile grajene kot makadamske ceste, saj so imele kamnito podlago. V 19. stoletju so bile v večjem obsegu zgrajene prve z asfaltom utrjene prometne površine. Uporaba asfalta predstavlja pomembno prelomnico pri gradnji cest. V Sloveniji se je asfalterstvo uveljavilo okoli leta 1935 na cesti med Mariborom in Šentiljem, ko so na makadamsko podlago nanесли



enojno površinsko prevleko. V obdobju od leta 1946 do 1960 se je v Sloveniji močno razmahnila modernizacija vozišč. Večinoma so bile izvajane površinske prevleke na makadamske podlage. Leta 1955 pa so začeli uporabljati prvo strojno opremo za asfaltiranje, kar predstavlja velik napredek v kakovosti cest (Kuhar, A., 2009).

Z leti uveljavljanj obeh prometnih podsistemov so se začele pojavljati tudi prve prometne nesreče. Zaradi številnih križanj ceste z železniško progo v isti ravnini in težkih posledic prometnih nesreč na teh mestih je bilo potrebno pravno urediti pravice in obveznosti oz. postaviti prometna pravila za udeležence v cestnem in železniškem prometu.

### 3 KRIŽANJE CESTE IN ŽELEZNICE

Interes vsakega posameznika je, da bi bil povezan z vsemi po najkrajši in najugodnejši poti, vendar splošni družbeni interes v veliko primerih tega ne dopušča. V primeru križanj cest in železnic prihaja velikokrat do nasprotja interesov.

V Republiki Sloveniji prihaja zaradi gostote cestnega in železniškega prometa do pogostih križanj ceste z železniško progo. Križanja so lahko izvedena v istem nivoju ali izvennivojsko z nadvozom ali podvozom. Križanja, ki so izvedena v istem nivoju, so lahko zavarovana samo s prometno signalizacijo ali s fizičnim zavarovanjem.

#### 3.1 Vrste zavarovanj prometa na cestno železniških križanjih

Vedno večja gostota prometa in vedno več gradenj cest velikokrat povzroči križanje z železnico, torej srečanje dveh različnih prometnih sistemov, ki sta po svojih karakteristikah zelo različna. Če križanje ni izvedeno v različnih nivojih, lahko prihaja do medsebojnih konfliktov, zato je potrebno takšna križanja ustrezno zavarovati. Načini zavarovanja so različni. V Sloveniji je največ prehodov zavarovanih s prometnimi znaki, kot je »Andrejev križ« (v nadaljevanju AK), bistveno manj je zavarovanj s svetlobnimi signali in zapornicami ali pol zapornicami. Zavarovani prehodi najavljajo, da vlak prihaja in tudi sporočajo, da je v tem času prepovedan prehod preko proge. Prehodi z zapornicami ali pol zapornicami pa poleg navedenega obveščanja v tem času tudi fizično preprečujejo dostop do proge. Nezavarovani nivojski prehodi so označeni le z AK, zato mora voznik cestnega vozila, ki se približuje takšnemu nivojskemu prehodu, pred prehodom ustaviti in se prepričati, da lahko varno prečka železniško progo. Nivojski prehod, zavarovan z AK, opozarja voznike na cesti samo na približevanje križanju z železnico, ne opozarja pa na prihod vlaka, zato je takšen način zavarovanja najmanj varen. Kombinacija vseh teh sistemov predstavlja najvarnejšo izvedbo nivojskega križanja ceste preko železnice. Postavitev takšnih prehodov je s finančnega vidika zelo draga, zato je na področju Slovenije veliko prehodov zavarovanih samo z AK.

Javna železniška infrastruktura se deli na glavne in regionalne proge. Za obe kategoriji velja, da so na njih nezavarovani in z naslednjimi vrstami zavarovanj zavarovani nivojski prehodi:

- avtomatske naprave s cestnimi signali,
- avtomatske naprave s cestnimi signali in polzapornicami ali zapornicami,
- mehanske zapornice,
- zaporna bruna.

### **3.1.1 Nezavarovani nivojski prehodi**

Nezavarovani nivojski prehodi predstavljajo križanja železniške proge s cesto, ki so opremljena s prometnimi znaki tipa AK. Udeleženci v cestnem prometu morajo biti s prometnimi znaki na cesti pravočasno opozorjeni na nevarnost približevanja nezavarovanemu nivojskemu prehodu, vendar signali na teh prehodih zgolj označujejo mesto prehodov, ne opozarjajo pa voznika na bližino vlaka.

Nezavarovani nivojski prehodi se lahko nahajajo le na cestah z občasnim ali redkim prometom (oz. od 25 do 250 PLDP). Hitrost vožnje na cesti je na teh prehodih omejena na maksimalno hitrost 50 km/h oz. ustrezno manjšo hitrost v odvisnosti od zagotovljene preglednosti na prehodu. Ne glede na to, da gre za pasivno varovan prehod, je veliko pozornosti namenjeno zagotavljanju varnega prečkanja nivojskega prehoda. Osnovni pogoj za varno prečkanje je prav preglednost.

### **3.1.2 Zavarovani nivojski prehodi**

Zavarovani nivojski prehodi so opremljeni s tehničnimi sredstvi oz. aktivnimi signali, ki udeležence v cestnem prometu opozarjajo na bližino prihajajočega vlaka in jim prepovedujejo ali preprečujejo prečkanje železniške proge. Naprave za avtomatsko zavarovanje morajo imeti status signalnovarnostne naprave, ki ga določa tehnični predpis (Pravilnik o nivojskih prehodih, Ur. l. RS št. 85/2008). Naprave vklaplja in izklaplja vlak samodejno ob vožnji po progi na ustrezni oddaljenosti od križanja s cesto. Zavarovani nivojski prehodi so opremljeni s polzapornicami ali zapornicami, s katerimi upravlja avtomatika ali pooblaščen oseba.

Osnovni pogoji za zavarovanje prehodov:

- pri križanjih, kjer je gost cestni promet ali/in gost železniški promet,
- če na nezavarovanih nivojskih prehodih ni možno doseči ustreznega preglednostnega prostora,
- na odseku proge, na katerem je največja dovoljena progovna hitrost večja od 100 km/h,
- na cestah z rednimi avtobusnimi linijami javnega prevoza potnikov,
- na glavni cesti 2. reda in regionalni cesti 1. reda,
- na dvo- ali večtirnih progah.

### 3.2 Obstoječe stanje

Železniška mreža v Sloveniji obsega trenutno 1228 kilometrov železniških prog, od tega je 330 kilometrov dvotirnih, 503 kilometrov pa je elektrificiranih. Po statističnih podatkih je na Slovenskih železnicah danes 888 nivojskih prehodov cest preko železniške proge. Od tega jih je 339 zavarovanih s tehničnimi sredstvi, 549 pa nezavarovanih (Slovenske železnice, d.o.o., 2011). V navedenih podatkih niso zajeta križanja cest na industrijskih tirih, nakladališčih in javnih skladiščih ter znotraj tovarniških dvorišč. To pomeni, da je na železniški infrastrukturi v Sloveniji na vsakih 1,38 kilometra proge en nivojski prehod.

Preglednica 1: Razmerje kilometer/prehod v Sloveniji in EU

	Slo	EU
Železniške proge (km)	1228	210000
Število nivojskih prehodov	888	125000
Kilometer/prehod	1,38	1,68

Spodnja tabela prikazuje načine zavarovanja cestno železniških križanj v Sloveniji:

Preglednica 2: Vrste zavarovanj nivojskih prehodov

Vrsta zavarovanja	Št. Prehodov	Delež v %
AK	549	61,8
MZ	26	2,9
SCS	21	2,4
ACPR	284	32
ZB	8	0,9
<b>Skupaj</b>	<b>888</b>	<b>100</b>

Legenda:

AK (Andrejev križ),

MZ (mehanske zapornice),

SCS (svetlobno cestni signal),

ACPR (avtomatski cestni prehod z zapornicami),

ZP (zaporna bruna).

Iz statistike SŽ smo razbrali, da je proga Metlika – Novo mesto – Ljubljana proga z največ nivojskimi prehodi, saj jih zajema 157 ali 17,7 % vseh prehodov. Istočasno pa je, kar se tiče opremljenosti prehodov, ena izmed najslabše opremljenih, saj ima kar 115 ali 73 % nivojskih prehodov nezavarovanih oz. so zavarovani samo z AK. Najbolje je opremljena proga Zidani Most – Šentilj, ki ima 39 ali 81,3 % vseh prehodov opremljenih z avtomatskimi zapornicami.

Rekorder po številu nivojskih prehodov glede na dolžino proge je proga Ljutomer – Gornja Radgona, saj ima kar 45 ali 95,7 % nivojskih prehodov nezavarovanih oz. opremljenih le z AK. Veliko število prehodov pogojuje pretežno kmetijsko področje, kjer se kmetje dnevno vozijo s traktorji preko proge na obdelavo njiv. Zaradi tega prihaja prav na tem območju do velikega števila nesreč. Največkrat se zaradi rednih prehodov čez progo pozabi na varnost.

Iz preglednice 2 je razvidno, da je od celotnega števila nivojskih prehodov 62 % prehodov zavarovanih le s prometno signalizacijo, kar je približno dve tretjini vseh prehodov. Slovenske železnice so zato v svoj Strateški načrt med drugim vključile tudi zmanjšanje števila prehodov in števila nezavarovanih nivojskih (AK) prehodov. To poskušajo doseči z izvedbo povezovalnih cest in združevanjem prometnih tokov na že zavarovane nivojske prehode in ukinjanjem nezavarovanih nivojskih prehodov. Zaradi omejenih sredstev v proračunu poteka proces zavarovanja počasi, z ureditvijo 10 ali največ 20 prehodov na leto.

Preglednica 3: Zmanjševanje števila nezavarovanih nivojskih prehodov na slovenskih železnicah (Slovenske železnice, d.o.o., 2011)

Leta	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Št. Npr	1006	988	976	974	972	966	944	932	913	888
% Npr z AK	69 %	67 %	67 %	67 %	66 %	66 %	65 %	64 %	63 %	62 %
Št. Npr z AK	691	661	651	648	638	637	610	599	573	549

Ker imajo na javni železniški infrastrukturi v Sloveniji še vedno veliko število križanj prog in cest, ki niso zavarovana, in ker prihaja na teh mestih do težkih posledic izrednih dogodkov, je potrebno to problematiko opredeliti z zakonom in na ta način zagotoviti varnost prometa.

### 3.3 Zakonski predpisi o cestno železniških križanjih

Nivojski prehodi predstavljajo šibko točko v prometno varnostnem pogledu, kjer se dogajajo nesreče, kar pomeni veliko nevarnost za uporabnike (cestni promet) in veliko težav za upravljalce (železnico). Iz tega sledi, da so nivojski prehodi problem tako upravljavca železniške infrastrukture kot upravljavcev cest in lokalne skupnosti. Zato je za povečanje stopnje varnosti nujno potrebno sodelovanje vseh navedenih. Zakonski predpisi, ki urejajo problematiko zavarovanja nivojskih prehodov javne železniške infrastrukture v Sloveniji, predpisujejo različne pogoje, ki so potrebni za povečanje stopnje varnosti.

Osnovni zakoni, ki obravnavajo to problematiko, so:

- Pravilnik o nivojskih prehodih (Ur. l. RS, št. 85/2008),
- Zakon o varnosti v železniškem prometu (Ur. l. RS, št. 36/2010),
- Zakon o varnosti cestnega prometa (Ur. l. RS, št. 56/2008),
- Pravilnik o prometni signalizaciji in opremi na javnih cestah (Ur. l. RS, št. 65/2008),
- Signalni pravilnik (Ur. l. RS, št. 123/2007).

### **3.3.1 Pravilnik o nivojskih prehodih**

Podrobnosti o nivojskih križanjih ureja Pravilnik o nivojskih prehodih. Zakonski predpisi, ki urejajo problematiko zavarovanja nivojskih prehodov javne železniške infrastrukture v Republiki Sloveniji, predpisujejo pogoje za obvezno nadomeščanje nivojskih prehodov (v nadaljevanju NPr) z izvennivojskimi, določitev kraja križanja železniške proge in javne ali nekategorizirane ceste, njegovega tehničnega zavarovanja ter prostorske, gradbene, prometne, tehnične in varnostne pogoje na nivojskih prehodih v prometu (Pravilnik o nivojskih prehodih, Ur. l. RS št. 85/2008).

#### **Določila, ki upoštevajo prostorske pogoje:**

- kraj križanja na železniški progi,
- razdalje med obstoječimi NPr.

#### **Določila, ki upoštevajo gradbene pogoje:**

- geometrija NPr,
- gradbene karakteristike proge in ceste,
- gradbene karakteristike peščevih in kolesarskih površin.

#### **Določila, ki upoštevajo prometne pogoje:**

- kategorija javne ceste na kraju križanja,
- gostota cestnega in pogostnost železniškega prometa,
- največja dovoljena progovna hitrost,
- javni prevoz potnikov v cestnem prometu.

#### **Določila, ki upoštevajo krajevne pogoje:**

- preglednost NPr,
- vidljivost NPr,
- prostorska ureditev NPr na mikro ravni.

#### **Določila, ki upoštevajo varnostne pogoje:**

- pogoji varnega prečkanja proge na NPr,
- razmejitev zavarovanih in nezavarovanih NPr,
- obveznost zavarovanja NPr,
- cona prehoda,
- pot in čas približevanja železniškega vozila NPr.

#### **Določila, ki upoštevajo tehnične zahteve:**

- namen in opis cestnega signala,
- pogoji postavitve cestnega signala,
- postavitve cestnih signalov na levi strani ceste,
- postavitve cestnih signalov na priključnih cestah,
- opremljenost cestnih signalov z zvonci,
- lega (pol) zapornic,
- pogona (pol) zapornic,
- namen in videz (pol) zapornic.

### **3.3.2 Zakon o varnosti v železniškem prometu**

Zakon o varnosti v železniškem prometu zavezuje Slovenske železnice, da zagotovijo pogoje za varen, urejen in neoviran železniški promet, ki je potreben za vse udeležence prometnega sistema. V zakonu je opredeljeno, da ima železniški promet prednost pred vsemi udeleženci v cestnem prometu, torej so cestna vozila tista, ki se morajo ustaviti oz. paziti na varnost. Za nivojska križanja so pomembna predvsem določila v členih, ki predpisujejo pogoje, kdaj mora biti križanje proge in ceste izvedeno izven nivojsko, kdaj se smejo graditi novi nivojski



prehodi in določila, ki določajo prometno varnost na prehodih. Izvennivojsko križanje se izvede:

- če je promet vozil po cesti zelo gost (več kot 7000 vozil PLDP),
- če železniški promet na progi vsebuje povprečno več kot 70 vlakov na dan,
- če je progovna hitrost večja od 160 km/h,
- kadar pride do križanja proge z avtocesto, hitro cesto ali cesto prvega reda.

Zakon opredeljuje, da gradnjo novega nivojskega prehoda preveri komisija, ki jo imenuje minister. Na podlagi mnenja komisije minister poda soglasje za vzpostavitev nivojskega prehoda. Novi nivojski prehodi se smejo graditi le na regionalnih progah. Razdalja med novim in obstoječim nivojskim prehodom ali izvennivojskim prehodom ne sme biti manjša od 2000 metrov. Nivojske prehode se ne sme graditi med uvoznimi in izvoznimi kretnicami, ki so na glavnih tirih na prometnem mestu.

Stroške v zvezi z vzdrževanjem, obnovo ali rekonstrukcijo nivojskih prehodov in progovne signalizacije krije lastnik javne železniške infrastrukture oz. upravljavec (SŽ). Upravljavec je dolžan vzdrževati prehode vključno s cestišči v širini treh metrov od osi skrajnih tirov, tako da je zagotovljen varen železniški in cestni promet. V bližini nivojskih prehodov ob progi ni dovoljeno graditi objektov, saditi drevja, visokega rastlinja ali storiti česa drugega, kar preprečuje ali zmanjšuje preglednost. Upravljavec ceste mora zagotoviti zadostno preglednost s ceste na progo, tako da lahko udeleženci v cestnem prometu varno in neovirano prečkajo nivojske prehode. Poleg tega mora vzdrževati ceste in prometno signalizacijo na prehodih.

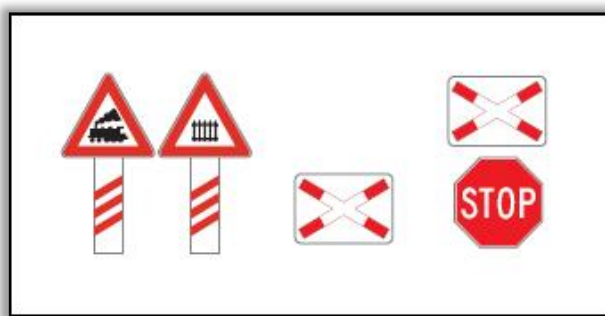
### **3.3.3 Zakon o varnosti cestnega prometa**

S stališča križanja ceste in železnice zakon o varnosti cestnega prometa navaja, katere obveznosti morajo upoštevati udeleženci v cestnem prometu pri prehodu čez železniško progo, kadar je prehod zavarovan z zapornicami ali pol zapornicami oz. ko je zavarovan samo s prometnim znakom. Na nezavarovanem prehodu ceste čez železniško progo mora biti udeležencem cestnega prometa zagotovljena zadostna pregledna razdalja. Udeležencem mora biti omogočeno, da pravočasno opazijo bližajoči se vlak. Ko se prehodu približuje vlak,

morajo vozilo ustaviti pred preходом in pustiti vlak mimo. Progo smejo prečkati šele, ko se prepričajo, da se preходу ne približuje vlak.

### 3.3.4 Pravilnik o prometni signalizaciji in opremi na javnih cestah

Pravilnik o prometni signalizaciji in opremi na javnih cestah predpisuje postavljanje prometne opreme in prometne signalizacije na cestah v odvisnosti od načina zavarovanja cestnega prehoda. Vozniki cestnih vozil morajo biti obveščeni o približevanju križanja ceste z železniško progo. Takšna mesta so zaznamovana s pomočjo ustreznih prometnih znakov. Poleg tega pravilnik pogojuje tudi vrsto, pomen, obliko, barvo, velikost in položaj postavljanja prometne signalizacije.



Slika 2: Prometna signalizacija, ki opozarja na nivojski prehod (AVP, 2011)

Osnovna zakonska zahteva upravljavcem cest je, da zagotovijo prometno signalizacijo, ki opozarja na nevarnost približevanja nivojskemu preходу. Prometni znak s tremi rdečimi poševnimi trakovi opozarja na bližino nivojskega prehoda, od katerega smo praviloma oddaljeni 240 metrov, zato je potrebno prilagoditi hitrost vožnje na cesti. Simbol lokomotive v prometnem znaku za nevarnost še posebej opozarja na nezavarovan nivojski prehod. Pred nivojskim preходом je obvezno potrebno ustaviti vozilo, če je prometnemu znaku AK dodan prometni znak Ustavi. V tem primeru prometna znaka označujeta nevarno mesto, kjer ni zagotovljenega ustreznega preglednostnega prostora. Preden odločno prevozimo nivojski prehod, se moramo prepričati, da se vlak ne približuje.

### **3.3.5 Signalni pravilnik**

Poleg prometnih znakov na cesti obstajajo tudi svetlobni znaki, ki napovedujejo približevanje vlaka cestnemu prehodu. Signalni pravilnik določa prometno signalizacijo, vrsto signalov, mesto za njihovo vgraditev in številne druge dejavnike. Natančno opisuje način uporabe takšne signalizacije v železniškem prometu. S stališča cestnih prehodov morajo biti ob železniški progi postavljeni predpisani signalni znaki, ki obveščajo vlakovno osebje, da se vlak približuje cestnemu prehodu. Prav tako so v pravilniku določene obveznosti udeležencev v železniškem prometu pred prehodom ceste. Kot primer navajam, da je strojevodja dolžan večkrat oddati signalni znak »pazi« pred cestnimi prehodi, ki so zavarovani s cestnimi prometnimi znaki ter pri srečanju vlakov v bližini cestnih prehodov, kakor tudi pred vsemi ostalimi potnimi prehodi, ne glede na način zavarovanja prometa. Pravilnik določa tudi dolžnosti delavcev, ki upravljajo z mehničnimi zapornicami ali ročnimi signali in pazijo prehod, kjer ni zapornic ali pol zapornic oz. so te izven obratovanja.

## 4 NIVOJSKI PREHODI

### 4.1 Vrste nivojskih prehodov

V preteklosti so izvajali nivojske prehode na različne načine. Prostor med tirnicami so zapolnili s tolčencem, tlakovali s kamnitimi kockami ali pa so uporabili hrastove plohe oz. pragove. Pri uporabi tolčenca so prehod izvedli brez vodilnih tirnic in plohov. Kadar so prehod izvedli s kamniti kockami, so stike zalivali z asfaltom, da se na površini niso nabirali prašni delci. Pri izdelavi nivojskega prehoda iz pragov pa so morali paziti, da stike med pragovi niso zbili preveč tesno skupaj, saj je v vlažnih vremenskih razmerah les nabrekli, kar je posledično lahko povzročilo zmanjšanje širine žleba ali povečanje tirne širine. Vsi omenjeni klasični nivojski prehodi predstavljajo starejše rešitve. Opisani načini izdelave imajo veliko pomanjkljivosti in zahtevajo zelo drago vzdrževanje prog.



Slika 3: Nivojski prehod izdelan v peščeni izvedbi (tolčenec)



Slika 4: Nivojski prehod izdelan iz pragov

Kasneje so namesto klasičnih nivojskih prehodov gradili prehode iz asfaltne voziščne konstrukcije in betonskih elementov. Danes pa se za voziščno konstrukcijo uporabljajo montažni gumijasti elementi.

#### **4.1.1 Nivojski prehodi iz betonskih elementov**

Poznamo tri različne skupine prehodov iz betonskih elementov, in sicer:

- prehodi iz betonskih elementov malih dimenzij,
- prehodi iz velikih betonskih plošč,
- prehodi iz masivnih betonskih elementov, na katerih se že nahajajo tirnice.

V kolikor so nivojski prehodi izdelani iz betonskih elementov malih dimenzij, so dimenzije elementov odvisne od medsebojnega razmaka med pragovi. Teža elementa se giblje od 200 do 400 kilogramov.

Dolžina elementa iz velikih betonskih plošč znaša 2 do 3 metre. Njihova teža se giblje od 1200 do 1500 kilogramov. Takšne elemente izdelujejo v betonarnah ali v bližini samega nivojskega prehoda.

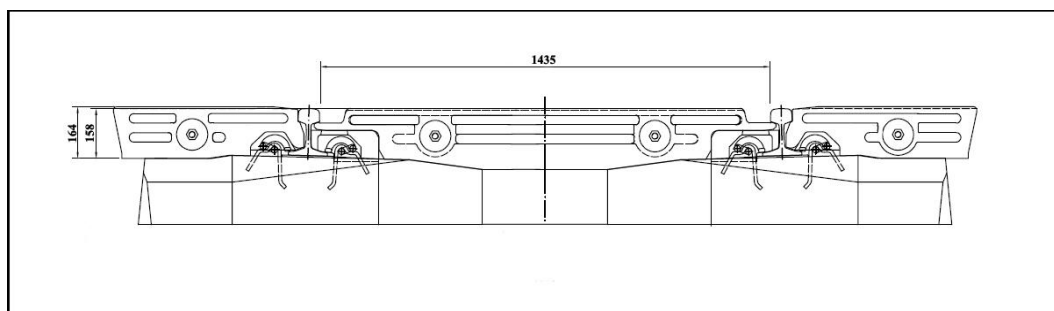
Prehodi iz masivnih betonskih elementov predstavljajo najtežji tip nivojskega prehoda. Njihova teža znaša tudi 5000 kilogramov ali več. Betonski elementi so armirani, izdelujejo jih na samem mestu vgradnje ali v betonarnah s tem, da v elementih pustijo žlebove, v katere naknadno vgrajujejo tirnice.



Slika 5: Nivojski prehod iz betonskega elementa

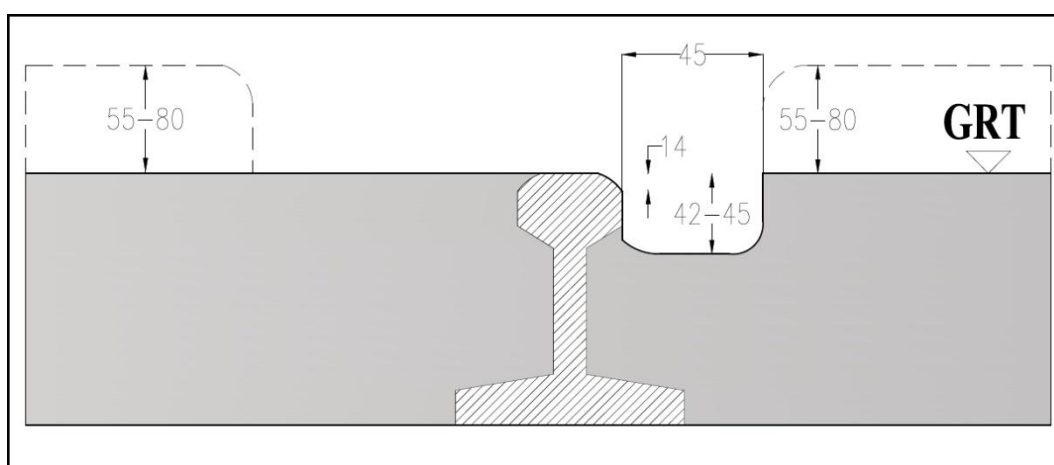
#### **4.1.2 Nivojski prehodi iz montažnih gumijastih elementov**

Nivojske prehode iz montažnih gumijastimi elementov uporabljajo na prehodih, ki so obremenjeni z velikim številom cestnih vozil vseh kategorij. Njihova prednost je odporna in dolgotrajna obloga, ki dolgo zdrži visoke obremenitve, poleg tega pa se vgradijo na enostaven in hiter način. Modularno zgrajeni sistem sestavljajo posamične plošče iz polne gume. Plošče se med seboj povežejo s spojnimi elementi v celoto. Povožno površino sestavlja visokokvalitetna mešanica gume, kar zagotavlja visoko odpornost in odlično protizdrsnost, ki je enaka kot pri asfaltu (tudi v mokrem vremenu).



Slika 6: Prečni prerez nivojskega prehoda iz montažnih gumijastih elementov

Potrebno je paziti, da sta širina in globina žleba med ščitno in vozno tirnico usklajeni z dopustnimi merami spodnjega dela svetlega profila. Minimalna širina žleba za prehod kolesnih vencev mora biti na nivojskih prehodih najmanj 45 milimetrov. Normalna globina žleba za prehod kolesnega venca, merjena od GRT, mora biti v mejah od 42 do 45 milimetrov.



Slika 7: Spodnji del svetlega profila (prostor za varen prehod koles tirnih vozil)

Vgradnja takega sistema poteka hitro, enostavno in ne zahteva nobenega tehničnega truda. Ko določijo lego prehoda, očistijo tirno gredo in zagotovijo razmak med pragovi, tir smerno in višinsko naravnajo. Nato pričnejo z vgradnjo betonskih robnikov. Po vgradnji robnikov vzpostavijo cestni priključek. Asfaltni cestni priključek je sestavljen iz več slojev. Vsakega posebej utrdijo. Med robnike in asfalt postavijo trajno elastično fugo. Nato položijo naležne

plošče in montažne gumijaste plošče. Z elementi pritrdilnega sistema jih spojijo v celoto. Z vgradnjo plošč pričnejo iz sredine prehoda navzven. Prehodi iz montažnih gumijastih elementov praktično ne potrebujejo vzdrževanja, saj zanesljivi materiali zagotavljajo izjemno dolgo življensko dobo.



Slika 8: Nivojski prehod iz montažnih gumijastih elementov

#### 4.2 Nivojski prehod kot gradbeni objekt

Konflikti, ki nastanejo pri križanju ceste in železnice, so odvisni od načina izvedbe nivojskega križanja in njegove organizacije oz. naprav, ki skrbijo za časovno porazdelitev prometnih tokov obeh sistemov. Na izvedbo cestno-železniških križanj vpliva več različnih dejavnikov, ki jih je potrebno obravnavati celovito. Upoštevati je potrebno različne kriterije, ki zajemajo makro prostorski položaj cestno železniškega križanja, kategorijo ceste in železniške proge ter številne druge dejavnike, med katerimi so najpomembnejši reliefna podoba in gostota poseljenosti regije, gostota cestnih povezav, konfiguracija terena, prostorska lega železniške proge, lokacija in bodoči razvoj urbanih središč, čas in namen gradnje, gospodarska razvitost ob progi in s tem povezan razvoj cestne in železniške infrastrukture ipd. Določeni kriteriji so opredeljeni že z zakonskimi predpisi, nekateri kriteriji pa izhajajo predvsem iz drugih vidikov in analiz preteklega, sedanjega ali prihodnjega stanja.

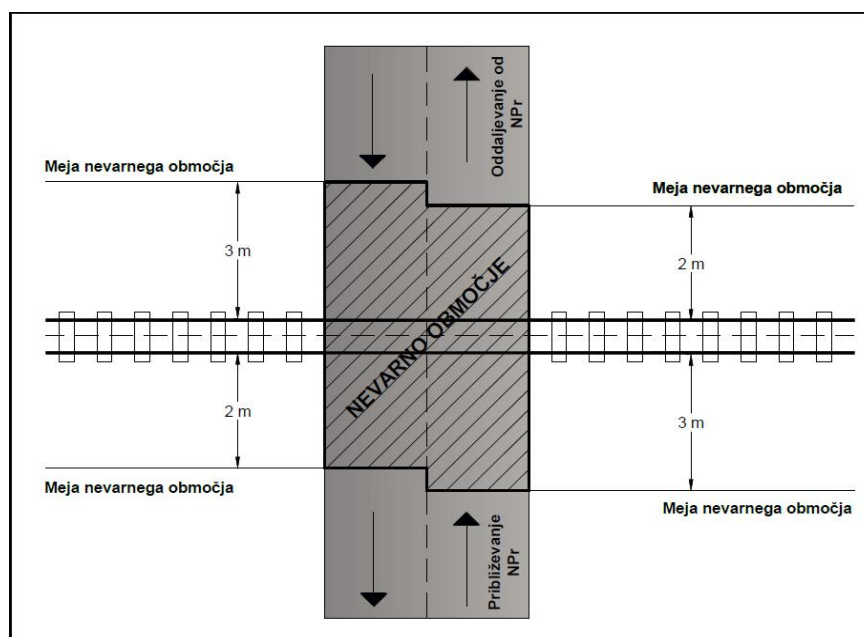


#### **4.2.1 Kot križanja ceste in proge**

Križanja na nezavarovanem nivojskem prehodu morajo biti čim bližje pravemu kotu. V kolikor so terenske razmere neugodne, stroški izvedbe pa bi zaradi zahtevane pravokotnosti križanja močno porastli, smemo uporabiti tudi manjši kot križanja, toda ne manjši od  $75^\circ$ . Na zavarovanem nivojskem prehodu je križanje dopustno pod kotom, ki je večji ali enak  $75^\circ$ , in izjemoma pod kotom, ki je večji ali enak  $45^\circ$ . Za križanja pod kotom, manjšim od  $75^\circ$ , je potrebno pridobiti soglasje organov, pristojnih za varnost v železniškem in cestnem prometu (Pravilnik o nivojskih prehodih, Ur. l. RS št. 85/2008). Križanja pod ostrim kotom so lahko zelo nevarna predvsem zaradi slabe preglednosti za voznika cestnega vozila, saj slednji težje opazi vlak, ki se mu približuje s hrbtne strani.

#### **4.2.2 Območje nivojskega prehoda**

Gradbeno območje nivojskega prehoda predstavlja prostor, ki poteka preko proge na dolžini 3 metrov od osi skrajnih tirov z obeh strani nivojskega prehoda po vsej širini cestišča. V cestnoprometnem pomenu je to območje od prvega prometnega znaka, ki označuje prehod ceste čez železniško progo, do dolžine 3 metrov za zadnjo tirnico na strani oddaljevanja od nivojskega prehoda. Križanje proge je lahko izvedeno za cestni promet, za kolesarske steze ali celo za prehod pešcev z uporabo pločnikov. Omeniti je potrebno, da nevarno območje nivojskega prehoda predstavlja del ceste, ki je 3 metre pred prvo tirnico na strani približevanja nivojskemu prehodu in 2 metra za zadnjo tirnico pri oddaljevanju od nivojskega prehoda.



Slika 9: Meja nevarnega območja na nivojskem prehodu

#### 4.2.3 Razdalje med sosednjimi nivojskimi prehodi

Križanja železniške proge s cestami je potrebno omejiti na najnujnejši obseg z ukinitvami nivojskih prehodov ali z ureditvijo povezovalnih cest med nivojskimi prehodi in preusmeritvami cestnega prometa na skupni nivojski prehod. Razdalja med dvema nivojskima prehodoma ali med nivojskim prehodom in izvennivojskih križanjem ne sme biti manjša od 2000 metrov (Pravilnik o nivojskih prehodih, Ur. l. RS št. 85/2008). Izjemoma je lahko razdalja med dvema sosednjima nivojskima prehodoma manjša, če je gradnja povezovalnih poti znatno otežena ali če njihova dolžina presega 4000 metrov.

#### 4.2.4 Širina cestišča na nivojskih prehodih

Minimalna širina ceste na območju nivojskega prehoda je odvisna od kategorije ceste in ne sme biti manjša od 3 metrov. Širina cestišča na prehodu mora biti enaka širini cestišča pred in za nivojskim prehodom v dolžini najmanj 20 metrov. Če je cestišče ožje od 6 metrov, mora imeti na desni strani v smeri vožnje pred nivojskim prehodom izogibališče takšne širine, da

znaša skupna širina z voziščem minimalno 6 metrov. Poleg tega mora upravljalec cestišča s cestno signalizacijo signalizirati način varne vožnje cestnih vozil preko nivojskega prehoda.

#### **4.2.5 Gradbene karakteristike ceste na nivojskih prehodih**

Na nivojskih prehodih morajo biti karakteristike vozišča ceste usklajene s pravili projektiranja. Niveleta ceste, ki križa nivojski prehod, se mora prilagoditi niveleti proge in geometriji tira. Na dolžini ceste najmanj 20 metrov od nivojskega prehoda vzdolžni nakloni ceste ne smejo presegati 3,5 %. Poleg tega mora biti cestišče na nivojskem prehodu v razdalji 3 metre pred prvo in 3 metre za zadnjo tirnico v nivoju zgornjega roba tirnic. Pomembno je tudi, da se horizontalni elementi osi ceste v območju prehoda železniške proge prilagodijo vzdolžnemu in prečnemu nagibu zgornjega roba tirnic.

#### **4.2.6 Označbe na vozišču pred nivojskim prehodom in na njem**

Cestni vozni pasovi z voziščem širine 5 metrov ali več morajo biti ločeni z ločilno neprekinjeno črto na razdalji 50 metrov od nivojskega prehoda. Minimalna razdalja označevanja je lahko 25 metrov samo v primeru, ko tehnični parametri ceste ne omogočajo označevanja na večji razdalji. V kolikor je nivojski prehod zavarovan s polzapornicami in je progovna hitrost večja od 120 km/h, morata biti smerni vozišči ločeni najmanj z ločilno črto na obeh straneh nivojskega prehoda, in sicer vsaj na razdalji 50 metrov pred prehodom.

## 5 VARNOST NA NIVOJSKIH PREHODIH

Železnica predstavlja enega redkih tehničnih dosežkov industrijske dobe, ki se do današnjih dni ni bistveno spremenil. Večino železniških evropskih prog in naprav so zgradili že v prejšnjem stoletju. Konec devetnajstega stoletja so se razvile tudi druge oblike tirnega transporta. Kot primer lahko navedemo tramvaj, električno cestno železnico, primestno in podzemno železnico ter metro. Iz tega je mogoče sklepati, da je tirni promet v obdobju hitrega razvoja avtomobilizma veljal za iznajdbo preteklosti, medtem ko naj bi prihodnost krojile ceste in letalski promet.

Kljub prognozam je danes železnica ena najmočnejših oblik kopenskega transporta, ki ima vrsto posebnosti:

- železniško vozilo je utirjeno in ima točno določeno smer gibanja,
- potovalne hitrosti železniškega prometa se bistveno ne razlikujejo od hitrosti cestnih vozil, so pa cestna vozila neprimerno lažja od železniških, kar vpliva na dolžino zavorne poti vlaka,
- železniška vozila lahko prevažajo neprimerno težje tovore od cestnih, predvsem pa lahko železniška vozila prevažajo več potnikov kot cestna, zato je varnost še toliko bolj pomembna.

Veliko pozornosti je potrebno posvetiti prometni varnosti znotraj prometnega sistema. Če bi železniški promet v kopenskem transportu nastopal samostojno, bi bila ustrezna varnost železniškega prometa dosežena veliko lažje. Ker pa je v sistemu kopenskega transporta prisotnih več prometnih podsistemov, je potrebno zagotoviti ustrezno varnost vseh sodelujočih. Prometno varnost na nivojskih križanjih je sicer mogoče izboljšati, vendar pa je najvarnejša rešitev pogosto tudi najdražja. Pomanjkanje finančnih sredstev ima za posledico slabše rešitve z vidika varnosti, zato prihaja na teh prehodih tudi do prometnih nezgod, ki so za udeležence praviloma usodne.

## 5.1 Izredni dogodki na nivojskih prehodih

Stopnjo varnosti in urejenosti odvijanja prometa ocenjuje železniški prometni podsistem na osnovi škodljivih vplivov, ki so učinkovali na delovanje cestnega in železniškega podsistema in so odraz zunanjih ali notranjih motilnih dejavnikov. Motilni dejavniki v železniškem prometu se imenujejo izredni dogodki.

Pravilnik o ravnanju ob resnih nesrečah, nesrečah in incidentih (Ur. l. RS, št. 119/2007) izredne dogodke deli na:

- resne nesreče,
- nesreče,
- incidente,
- motnje.

Resna nesreča v železniškem prometu pomeni vsak izredni dogodek, v katerem je ena ali več oseb izgubilo življenje ali je bilo huje poškodovanih oz. je nastala precejšnja materialna škoda na voznihih sredstvih ali v okolju, in vsaka druga podobna nesreča, ki ima očitni vpliv na ureditev varnosti na železnici ali na upravljanje varnosti.

Nesreča je nehoteni ali nenamerni nepričakovani dogodek ali posebni niz dogodkov, ki imajo škodljive posledice. Razvrščajo se v več kategorij, in sicer: trčenja, iztiranja, nesreče na železniških prehodih, nesreče, ki jih povzročijo tirna vozila med gibanjem in v katerih so udeležene osebe, požari in druge nesreče, zaradi katerih nastane vsaj ena od posledic:

- resne poškodbe ene do štirih oseb,
- materialna škoda od 5.000 do 2.000.000 EUR,
- prekinitev železniškega prometa več kot dve uri.

Incident pomeni katerikoli dogodek, razen resne nesreče ali nesreče, ki je povezan s prometom vlakov in ki bi lahko vplival na varnost prometa (Pravilnik o ravnanju ob resnih nesrečah, nesrečah in incidentih, Ur. l. RS št. 119/2007) .

Motnje so izredni dogodki, ki imajo za posledico prekinitve prometa, njegovo oviranje ali materialno škodo, vendar primer ne ogroža varnosti železniškega prometa.

Na slovenskih železnicah se letno zgodi večje število izrednih dogodkov oz. prometnih nesreč. V letu 2010 je v prometnih nesrečah na nivojskih prehodih umrlo 10 ljudi ali 7,5 % vseh umrlih v prometnih nesrečah. Po statističnih podatkih Slovenskih železnic je v zadnjih šestnajstih letih na križanjih ceste preko železniške proge umrlo 147 oseb ali v povprečju 9 na leto. Večina prometnih nesreč na nivojskih prehodih ceste preko železniške proge se zgodi na lokalnih cestah, saj je tukaj število nivojskih prehodov največje.

Preglednica 4: Pregled prometnih nesreč na nivojskih prehodih ceste preko železniške proge  
 (Slovenske železnice, d.o.o., 2011)

	Prometne nesreče NPr				Posledice			
	Signalno varnostne naprave - zapornice	Signalno varnostne naprave - luči	Ročne zapornice	Andrejev križ	Prehod za pešče	Skupaj PN	Mrtvi	Telesno poškodovani
1995	15	3	0	46	0	64	15	24
1996	8	1	0	50	0	59	11	28
1997	12	5	0	41	0	58	12	17
1998	8	1	0	36	1	46	13	19
1999	12	1	0	32	2	47	17	42
2000	8	1	0	28	1	38	5	19
2001	7	2	2	31	0	42	16	13
2002	6	2	0	22	1	31	5	11
2003	6	1	0	28	0	35	5	7
2004	11	1	0	20	0	32	4	6
2005	2	2	0	26	0	30	4	15
2006	13	3	1	24	0	41	9	9
2007	7	1	0	24	0	32	10	20
2008	6	3	1	25	0	34	4	20
2009	9	2	0	18	0	29	7	14
2010	5	0	1	22	0	28	10	11
<b>Skupaj</b>	<b>135</b>	<b>29</b>	<b>5</b>	<b>473</b>	<b>5</b>	<b>646</b>	<b>147</b>	<b>274</b>

Iz tabele je razvidno, da se pretežni del prometnih nesreč zgodi na nezavarovanih nivojskih prehodih. V letu 2010 se je na nivojskih prehodih zgodilo najmanj prometnih nesreč v zadnjih šestnajstih letih, vendar se je kljub številnim opozorilom in povečanemu obsegu preventivnega in represivnega dela na tem področju kar 38 % prometnih nesreč zgodilo na zavarovanih nivojskih prehodih. V povprečju se je na nivojskih prehodih ceste preko železniške proge v zadnjih šestnajstih letih zgodilo vsako leto 41 prometnih nesreč, pri čemer se število prometnih nesreč v zadnjih treh letih ni povzpelo preko 40. Leta 2009 je število prometnih nesreč v obravnavanem obdobju celo prvič padlo pod 30. Poleg tega je iz tabele razvidno tudi to, da se je v letu 2009 kljub zmanjšanju števila prometnih nesreč število umrlih povečalo. Ponovno se je izkazalo, da je v prometnih nesrečah, v katerih sta udeležena tirno in cestno vozilo, možnost smrtnih žrtev povečana.

Rezultati zbiranja podatkov v evropskih državah kažejo, da se je število žrtev na nivojskih prehodih v zadnjih treh letih zmanjšalo. Iz tabele je razvidno, da je v letu 2008 število prometnih nesreč na nivojskih prehodih doseglo število 548, medtem ko je leta 2007 to število znašalo 621. Leta 2008 je odstotek prometnih nesreč na nivojskih prehodih v primerjavi z vsemi prometnimi nesrečami znašal 24,2 %.

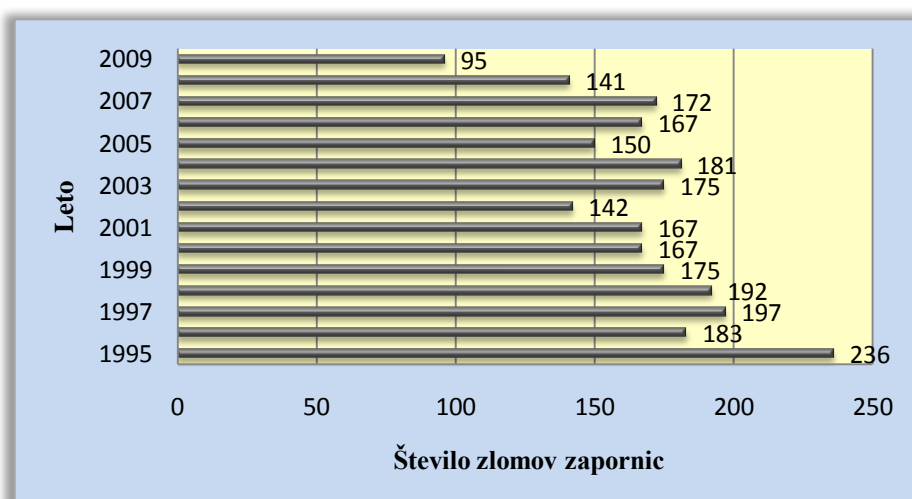
Preglednica 5: Pregled prometnih nesreč na nivojskih prehodih ceste preko železniške proge v Evropi (International Union of Railway, 2009: str 7.)

Leto	Pomembne nesreče na NPr	% Nesreč	Št. smrtnih žrtev / 100 pomembnih nesreč na NPr			Št. žrtev / 100 pomembnih nesreč na Npr
			Potniki	Osebje	Ostalo	
2006	638	27,4	0,2	0,5	52	121,3
2007	621	27,3	0,3	0,3	67	114,7
2008	548	24,2	0,5	0,4	60	125,2



Grafikon 1: Razčlenitev žrtev v Evropi glede na vrsto nesreče

Prometne nesreče se ne zgodijo le zaradi nezavarovanih nivojskih prehodov ceste preko železniške proge. Velikokrat prav človeška nepazljivost in objestnost povzročita takšen dogodek. V zadnjih petnajstih letih je bilo na slovenskih železnicah tudi do 2540 lomov zapornic oz. povprečno 169 na leto, kar kaže na neodgovoren odnos udeležencev cestnega prometa do varnosti, prometne signalizacije in opreme (Slovenske železnice, d.o.o., 2011).



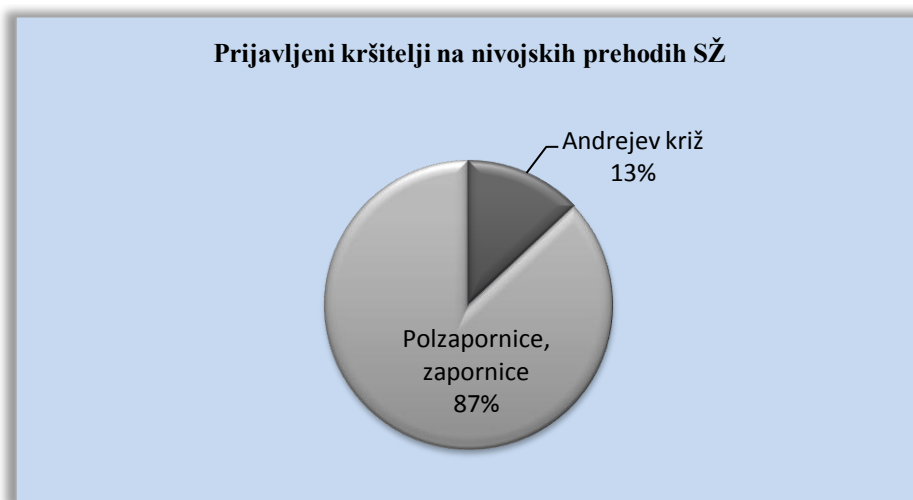
Grafikon 2: Zlomi zapornic na nivojskih prehodih ceste čez železniško progno  
(Ministrstvo za promet, 2010)



V naslednji tabeli in grafu so prikazani podatki o številu prijavljenih kršiteljev (identificirani, neidentificirani) na nivojskih prehodih ceste čez železniško progo. Podatki zajemajo celotno število tistih prijavljenih kršiteljev, ki so bili udeleženi v resni nesreči, nesreči ali incidentu. Dejansko število kršiteljev je neznano, saj v nekaterih primerih pri nivojskih prehodih, zavarovanih z AK, s strani uradnih oseb niso prijavljeni vsi kršitelji in tako niso zajeti v podatkih. Število voznikov je tako pri nivojskih prehodih z AK majhno, saj je nemogoče videti in prijaviti kršitelja, za razliko od nivojskih prehodov, zavarovanih z zapornicami ali polzapornicami, kjer se vidita tako zlomljena zapornica kot tudi kršitelj.

Preglednica 6: Prijavljeni kršitelji (identificirani, neidentificirani) na nivojskih prehodih SŽ  
(Krajnc, 2010: str 18 – 22.)

Obdobje	Andrejev križ	Polzapornice, zapornice
1.7.2008 - 31.12.2008	15	111
2009	26	194
1.1.2010 – 30.6.2010	20	96
Skupaj	61	401



Grafikon 3: Prijavljeni kršitelji (identificirani, neidentificirani) na nivojskih prehodih SŽ  
(Krajnc, 2010: str 24.)

Problematika varnosti cestnega prometa na nivojskih prehodih ceste preko železniške proge je povezana predvsem z nepreglednostjo in slabšo tehnično opremljenostjo prehodov ter neupoštevanjem prometnih pravil. Posledice takšnega obnašanja so prepogoste prometne nesreče, predvsem na nezavarovanih nivojskih prehodih ceste preko železniške proge s hudimi posledicami tako za posameznike kakor tudi za družbo kot celoto.

## 5.2 Polje preglednosti na nivojskih prehodih

Slovenski predpisi s področja varnosti v cestnem in železniškem prometu predpisujejo, da ima vlak ali drugo prevozno sredstvo, ki se premika po železniških tirih, prednost pred drugimi udeleženci v cestnem prometu. Pri vožnji na prehodu ceste čez železniško progo je zato potrebna posebna previdnost. Problematici so predvsem nezavarovani nivojski prehodi ceste preko železniške proge, ki so zavarovani le s prometnimi znaki, zato mora voznik, ki se približuje takšnemu nivojskemu prehodu pred prehodom ustaviti in se prepričati, ali lahko varno prečka železniško progo.

Na teh mestih ni realnih pogojev, da bi se voznik tirnega vozila lahko prilagajal vozniku cestnega vozila, zato je voznikom tirnega vozila objektivno nemogoče pripisati enako mero odgovornosti za stanje prometne varnosti na teh mestih, saj:

- je zavorna razdalja tirnega vozila zaradi majhnega tornega koeficienta med kolesi in tirnicami veliko večja od zavorne razdalje cestnega vozila. Ustavlja se torej tisti, ki je podrejen oz. tisti, ki to lahko izvede hitreje in na krajši razdalji,
- je potrebna pregledna razdalja tirnega vozila veliko večja od pregledne razdalje, ki jo potrebuje voznik cestnega vozila,
- voznik tirnega vozila ne more pred vsakim nivojskim prehodom zmanjševati hitrosti na vrednost, ki bi še omogočala varno ustavitev pred prehodom. V takšnem primeru bi bile energijske izgube zaradi zaviranja pred in pospeševanja po vsakem nivojskem križanju prevelike.

Glede na navedena dejstva je očitno, da je odgovornost za prometno varnost v nivojskih križanjih ceste z železnico odvisna od voznikov cestnih vozil in samega nivojskega prehoda.

### 5.2.1 Določitev vidljivostnega trikotnika

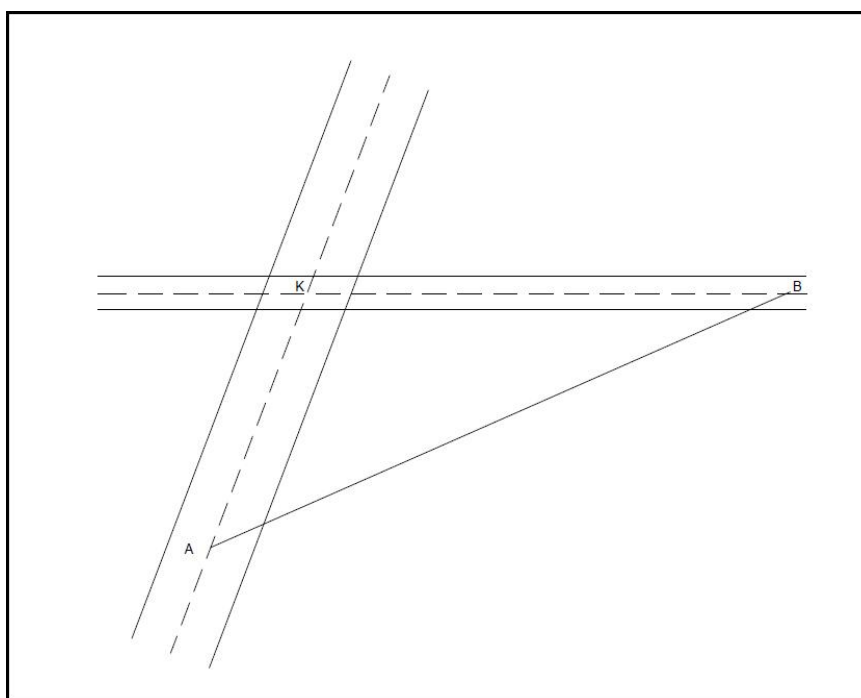
Voznik cestnega vozila mora imeti v vsakem trenutku dober pregled nad dogajanjem na nivojskem prehodu. Rezultati raziskav kažejo, da okoli 95 % odločitev, ki jih sprejme voznik med vožnjo, izvira iz informacij, pridobljenih z vidom (Mestna občina Ljubljana, 2006: str 13.). Nedvomno so podatki, ki jih vozniku posreduje oko, za varnost vožnje najpomembnejši. Prav zato je zagotovitev zadostne preglednosti nad nivojskimi prehodi ter celotnim dogajanjem na njem najvažnejša naloga oblikovalcev cest in železnic ter organizatorjev cestnega in železniškega prometa.

Pri načrtovanju in obratovanju ceste morajo biti vse ovire, stalne in občasne, razen prometne signalizacije, locirane izven polja preglednosti. Kot ovire preglednosti štejejo:

- zgrajene ali montažne gradbene konstrukcije,
- naprave za preprečevanje širjenja hrupa,
- betonske varnostne ograje,
- jeklene varnostne ograje, kadar je vozišče izvedeno v horizontalni in konveksni vertikalni krivini hkrati,
- gost drevored ali kontinuirano grmičevje, posevki in podobno.

Nivojsko križanje mora biti zaradi varnosti prometa urejeno predvsem tako, da je zagotovljen kar največji pregled nad prehodom. Voznik cestnega vozila mora imeti zadosten in pravočasen pregled nad morebitnim prihodom vlaka. V območju polja preglednosti ne sme biti ovir. Če preglednosti ni mogoče zagotoviti, je potrebno prehod zavarovati z ustreznimi varnostnimi ukrepi s pomočjo prometne signalizacije. Preglednost železniške proge torej predstavlja enega od pomembnih dejavnikov za zagotavljanje varnosti prometa, zlasti v primerih, ko cestni prehod ni zavarovan z ustreznimi tehničnimi sredstvi. Vsako zmanjšanje preglednosti predstavlja določeno potencialno navarnost za same udeležence v prometu, katere posledica so lahko tudi prometne nesreče.

Preglednost proge predstavlja dobro vidljivost s ceste na progo in obratno. Ugotavlja se s pomočjo analize trikotnika vidljivosti. Vidljivostni trikotnik je prostor, omejen z obeh strani ceste in proge, v katerem lahko udeleženci v cestnem prometu v normalnih pogojih, z zaustavne razdalje vidijo vlak. Zakonska določila podajajo, da mora preglednostni prostor zagotoviti neoviran pregled od mesta vidljivosti na cesti pred nivojskih preходом do navpične osi v višini od 1 do 2,5 metra nad nivojem cestišča, do mesta vidnosti na progi z obeh strani prehoda na višino 1,5 do 4 metra nad gornjim robom tirnice (Pravilnik o nivojskih prehodih, Ur. l. RS št. 85/2008).



Slika 10: Vidljivostni trikotnik

Vidljivostni trikotnik omejujejo naslednje točke:

- mesto vidljivosti (točka A),
- mesto vidnosti (točka B),
- točka križanja, kjer se sekata osi ceste in tira (točka K).

Pravilnik o nivojskih prehodih v 31. členu natančneje definira omenjene točke. Pravi, da je mesto vidljivosti tisto mesto na cesti, s katerega mora imeti udeleženec v cestnem prometu pri približevanju nivojskemu prehodu glede na dovoljeno hitrost na cesti neprekinjen pregled do mesta vidnosti na progi. Mesto vidljivosti je na razdalji dolžine poti ustavljanja pred cestnim signalom AK. Za mesto vidnosti pravi, da je to tisto mesto na progi, ki je od nivojskega prehoda najmanj toliko oddaljeno, da lahko udeleženec v cestnem prometu z mesta vidljivosti na cesti opazi železniško vozilo in svoje vozilo pred cestnim signalom AK tudi zaustavi (Pravilnik o nivojskih prehodih, Ur. l. RS št. 85/2008).

Vidljivost do mesta vidnosti na železniški progi je odvisna tudi od krajevnih razmer, ki se kot omejitveni dejavnik najbolj kažejo kot megla, močan naliv ali sneženje. V primerih, ko se na območju nivojskega prehoda pogosto pojavlja dolgotrajna megla, je potrebno nivojski prehod zavarovati z avtomatskimi napravami s cestnimi signali in (pol)zapornicami.

Velikost vidljivostnega trikotnika je določena v odvisnosti od največjih dovoljenih hitrosti cestnega in železniškega prometa ter časa, potrebnega za prehod preko cone prehoda in odseka približevanja (Godnič, C., Trstenjak, Ž., 1999: str 53.).

Za določitev vidljivostnega trikotnika morajo biti znani naslednji elementi:

- cona prehoda –  $C_p$ ,
- čas zapustitve cone prehoda cestnih vozil –  $t_{zp}$ ,
- odsek približevanja vlaka in
- čas približevanja vlaka.

### **5.2.2 Cona nivojskega prehoda**

Cona prehoda je definirana kot del ceste od mesta, kjer mora voznik cestnega vozila pričeti zavirati, da bi se vozilo varno zaustavilo pred prometnim znakom AK, cestnim signalom ali (pol)zapornico, do mesta, kjer najdaljše vozilo s čelom prevozi območje prehoda tako, da s svojim zadnjim delom zapusti mejo nevarnega območja ali linijo (pol)zapornic na strani oddaljevanja od nivojskega prehoda (Pravilnik o nivojskih prehodih, Ur. l. RS št. 85/2008).

Cono nivojskega prehoda se izračuna s pomočjo naslednjega izraza:

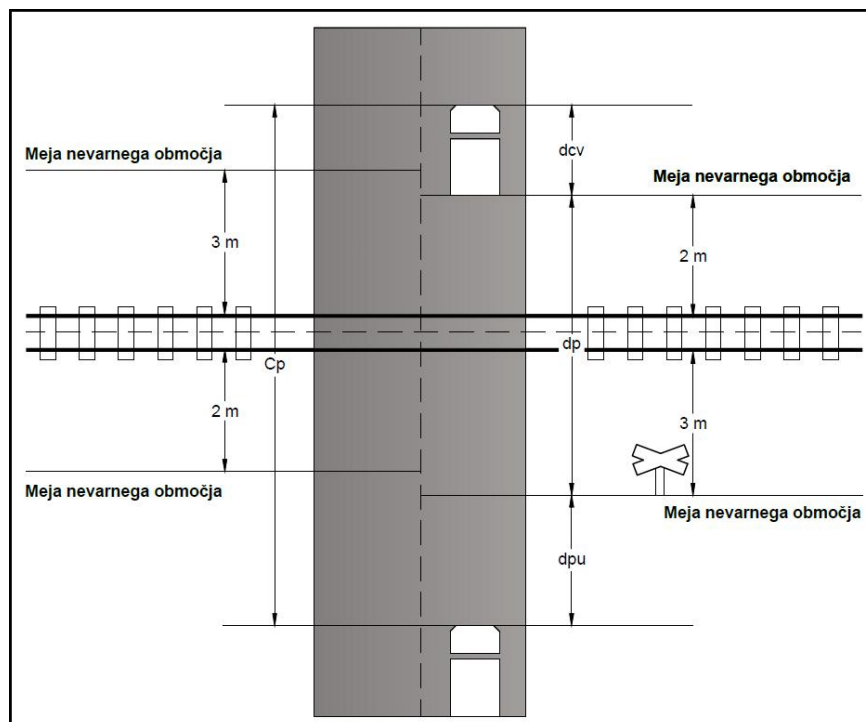
$$C_p = d_{pu} + d_{cv} + d_p \quad (\text{m}) \quad (1)$$

Kjer pomeni:

$d_{pu}$  – dolžina poti ustavljanja cestnega vozila (m)

$d_{cv}$  – dolžina merodajnega vozila (m)

$d_p$  – dolžina nivojskega prehoda (m)



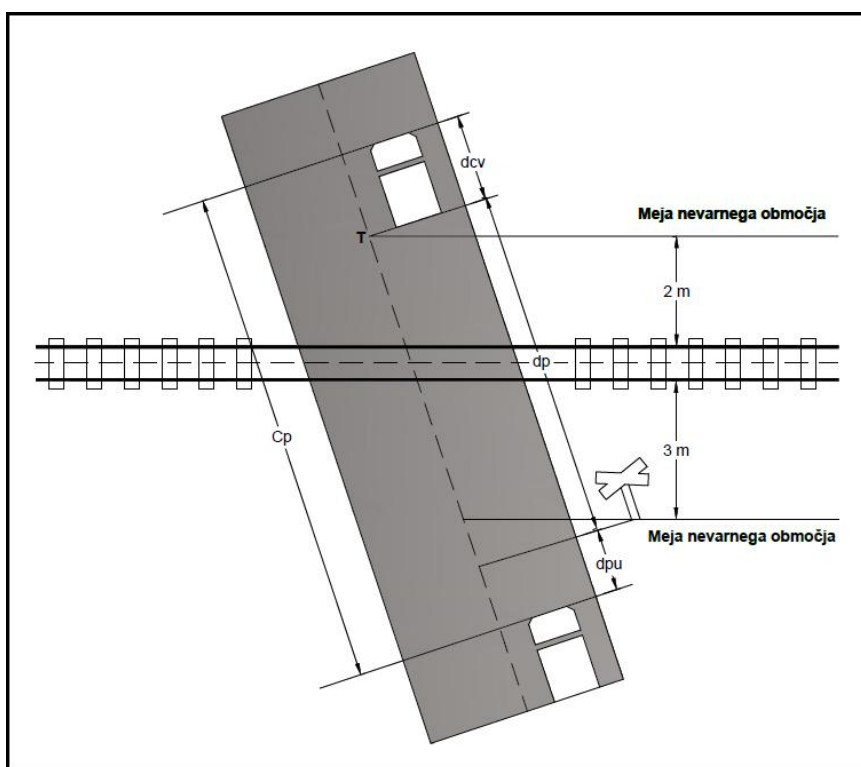
Slika 11: Cona prehoda

Dejavniki, ki povečujejo dolžino cone nivojskega prehoda, so:

- kot križanja ceste in proge, ki je manjši ali večji od 90°,
- večtirne proge,
- razmik med tiri na večtirni progji,
- mesto postavitve AK, prometnega znaka – Stop.

Kadar je kot križanja ceste in železniške proge enak  $90^\circ$ , mora biti cestni prometni znak AK pred nivojski prehod postavljen tako, da je od najbližje tirnice oddaljen najmanj 3 in največ 10 metrov. To pomeni, da mora biti vozilo ustavljeno na strani približevanja k nivojskemu prehodu na tolikšni razdalji, da se navidezna linija s stojišča prometnega znaka, pravokotna na desni rob cestišča, seka z osjo ceste na razdalji najmanj 3 in največ 10 metrov od najbližje tirnice.

V kolikor je kot križanja ceste in železniške proge večji ali manjši od  $90^\circ$ , bo ustavljeno vozilo na strani približevanja k nivojskemu prehodu oddaljeno več kot 3 metre od linije, ki jo določimo kot presečišče med najbližjo tirnico in desnim robom cestišča, pravokotno na os ceste pri ostrokotnem križanju, ter več kot 3 metre od linije, ki jo določimo kot presečišče med najbližjo tirnico in levim robom cestišča, pravokotno na os ceste pri topokotnem križanju.



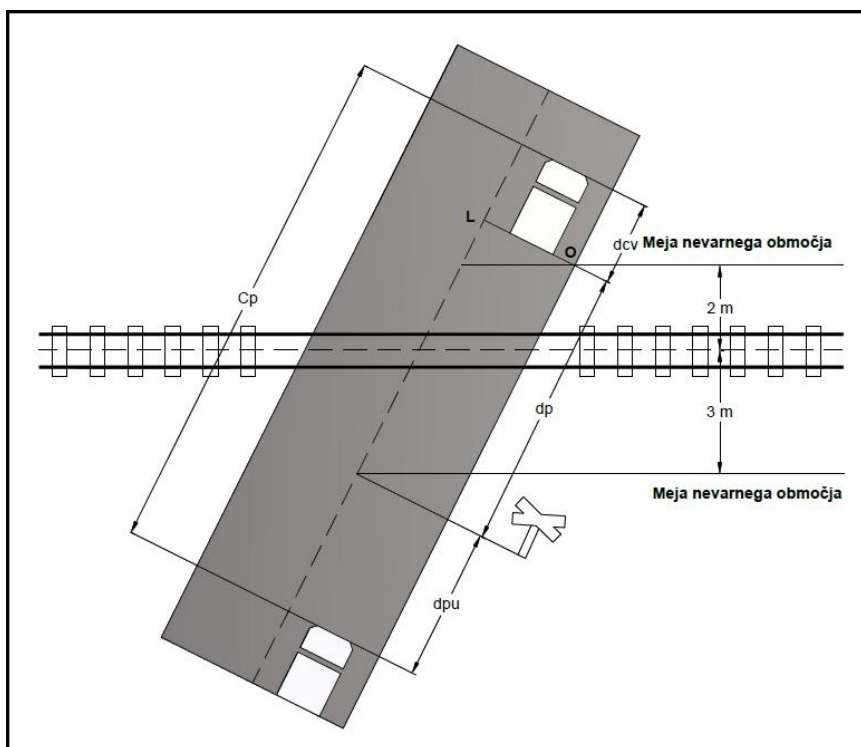
Slika 12: Dolžina cone prehoda (ostrokotno križanje)

Kjer pomeni:

T – točka sečišča navidezne linije, pravokotne na desni rob cestišča, in navidezne linije, vzporedne z desnim robom cestišča na oddaljenosti 3,5 m

Križanje ceste in železniške proge pod ostrim kotom je lahko še posebej nevarno. V takem primeru se pogosto izgubi občutek za to, koliko časa je potrebnega za prečkanje prehoda. Zožani kot preglednosti zaradi naravnih in umetnih ovir ob železniški progi je lahko usoden.

Zelo nevarni so tudi prehodi, kjer je kot preglednosti še posebej širok, saj dober pregled nad križiščem ceste in železniške proge daje občutek možnosti natančne presoje o tem, kako hitro se vozila približujejo. To pa ne velja vedno, saj lahko postane voznik žrtev “učinka približevanja”. Temu se izognemo z zagotavljanjem ustreznih preglednih razdalj, ki vplivajo na povečanje prometne varnosti.



Slika 13: Dolžina cone prehoda (topokotno križanje)



Kjer pomeni:

O – točka sečišča desnega roba cestišča in meje nevarnega območja

L – linija, pravokotna na desni rob cestišča

### 5.2.3 Dolžina poti ustavljanja

Dolžina poti ustavljanja cestnega vozila je pot, ki jo sestavljata reakcijska in zavorna pot. Reakcijska pot je pot, ki jo vozilo prevozi od trenutka, ko voznik zazna oviro, do trenutka, ko začne zavirati, torej pot, ki jo prevozi v reakcijskem času. Reakcijski čas je čas od opaženja ovire do reagiranja. Pri povprečnem vozniku znaša ta čas 1 sekundo. Zavorna pot predstavlja razdaljo, ki jo vozilo prevozi od začetka zaviranja do popolne ustavitve. V naslednji tabeli so prikazane dolžine poti ustavljanja cestnega vozila.

Preglednica 7: Dolžine poti ustavljanja cestnega vozila (Pravilnik o nivojskih prehodih, Ur. l. RS, št. 85/2008: str 10.)

$V_{\text{cestnega vozila}}$ (km/h)	$d_{pu}$ (m)
50	41
30	22
15	10
5	5

Hitrost vožnje na cesti preko nezavarovanega nivojskega prehoda je praviloma omejena na 50 km/h, zato mora voznik cestnega vozila prilagoditi hitrost vožnje. Eden glavnih vzrokov za nastanek prometnih nesreč na nezavarovanih nivojskih prehodih je prekoračena omejena hitrost. To pomeni, da je hitrost približevanja prehodu prevelika, da bi se voznik cestnega vozila ob opaženi nevarnosti lahko pravočasno ustavil, še posebej takrat, ko je preglednost v času približevanja slaba in je vidno polje zagotovljeno šele tik pred prehodom.

Pravilnik o nivojskih prehodih podaja dolžine poti ustavljanja le za cestna vozila pri hitrostih 5 km/h, 15 km/h, 30 km/h, 50 km/h, zato bomo v nadaljevanju prikazali drugačen pristop k izračunu dolžine poti ustavljanja cestnega vozila. Uporabili bomo priporočila iz "Road/Railway Grade Crossing Technical Standards and Inspection, Testing and Maintenance Requirements".

Dolžina poti ustavljanja je definirana kot:

$$d_{pu} = t_r * V_{cv} + d_{zp} \quad (2)$$

V primeru, da se hitrost podaja v enotah km/h, enačbo (2) zapišemo kot:

$$d_{pu} = \frac{1000}{3600} * t_r * V_{cv} + d_{zp} = 0,278 * t_r * V_{cv} + d_{zp} \quad (m) \quad (3)$$

kjer je:

$d_{pu}$  – dolžina poti ustavljanja cestnega vozila (m)

$t_r = 2,5$  s – reakcijski čas

$V_{cv}$  – hitrost cestnega vozila (km/h)

$d_{zp}$  – zavorna pot (m)

Zavorna pot je odvisna od:

- reakcijskega časa voznika,
- koeficienta oprijemljivosti,
- vozne hitrosti,
- vzdolžnega naklona ceste in
- zračnega upora.

V primeru, da se hitrost podaja v enotah km/h, zavorno pot definiramo kot:

$$d_{zp} = \frac{V_{cv}^2}{2 * g * f} = \frac{V_{cv}^2}{2 * 9,81 * f} * \frac{1000^2}{3600^2} = \frac{V_{cv}^2}{254 * f} \quad (\text{m}) \quad (4)$$

kjer je:

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$  – težni pospešek

$f$  – koeficient oprijemljivosti med pnevmatiko in vozno površino

Oprijemljivost na vozišču je izkazana s koeficientom trenja med voziščem in pnevmatiko. Pri dimenzioniranju elementov ceste je potrebno upoštevati koeficient drsnega trenja, ki zagotavlja prometno varnost 95 %-nemu vzorcu asfaltnih vozišč in vozil na čistem in mokrem vozišču. Ta vrednost je ugotovljena empirično s pnevmatiko, odobreno od PIARC, in izražena z enačbo (Juvanc, A., 2005: str 13.):

$$f = 0,2 * \left(\frac{V_{cv}}{100}\right)^2 - 0,629 * \left(\frac{V_{cv}}{100}\right) + 0,637 \quad (5)$$

Preglednica 8: Koeficient oprijemljivosti v odvisnosti od vozne hitrosti

$V_{cv}$ (km/h)	$f$
30	0,47
40	0,42
50	0,37
60	0,33
70	0,29
80	0,26
90	0,23
100	0,21
110	0,19
120	0,18

V preglednici 9 so prikazane zavorne poti in minimalne dolžine poti ustavljanja, ki se uporabljajo predvsem za projektiranje cest, ocene velikosti dolžine poti ustavljanja za obstoječe nivojske prehode in za namestitev prometnih znakov na nivojskih križanjih.

Preglednica 9: Dolžina poti ustavljanja

$V_{cv}$ (km/h)	$d_{zp}$ (m)	$d_{pu}$ (m)
30	7,5	28
40	15,0	43
50	26,6	62
60	42,9	85
70	66,5	115
80	96,9	153
90	138,7	202
100	187,5	257
110	250,7	328
120	315	398

Drugačen pristop izračuna nas pripelje do ugotovitve, da se pri enaki hitrosti 50 km/h dolžina poti ustavljanja cestnega vozila poveča za 21 metrov, kar pomeni, da se s tem poveča tudi dolžina cone nivojskega prehoda in tudi pregledna razdalja nivojskega prehoda. Povečanje dolžine poti ustavljanja je predvsem odraz upoštevanja večjega reakcijskega časa voznika, ki ga uporabljajo za izračun pri "Road/Railway Grade Crossing Technical Standards and Inspection, Testing and Maintenance Requirements".

#### 5.2.4 Čas zapustitve cone prehoda

Za izračun polja preglednosti je potrebno določiti čas, ki ga potrebuje cestno vozilo, da prevozi nivojski prehod. To je čas, ki je potreben, da voznik cestnega vozila v obeh smereh vzdolž železniške proge preveri, ali prihaja železniško vozilo in ob najmanjši hitrosti cestnega vozila varno v celoti zapusti cono nivojskega prehoda.

Čas zapustitve cone prehoda je odvisen od:

- dolžine območja prehoda,
- dolžine merodajnega vozila,
- pospeška cestnega vozila.

Čas  $t_{zp}$ , ki je potreben, da cestno vozilo varno zapusti cono prehoda, se izračuna na osnovi dolžine cone nivojskega prehoda  $C_p$  ob upoštevanju hitrosti cestnih vozil  $V_{cv}$ :

$$t_{zp} = \frac{C_p}{V_{cv}} \quad (\text{s}) \quad (6)$$

V enačbi (6) cono prehoda podajamo v metrih, hitrosti cestnih vozil pa so izražene v m/s. V primeru, da se hitrost podaja v enotah km/h, čas zapustitve cone prehoda definiramo kot:

$$t_{zp} = \frac{C_p}{V_{cv}} = \frac{3600}{1000} * \frac{C_p}{V_{cv}} = 3,6 * \frac{C_p}{V_{cv}} \quad (\text{s}) \quad (7)$$

Čas vozila, ki je potreben, da voznik od zaustavitve vozila varno prevozi nivojski prehod, je odvisen od številnih dejavnikov. Eden od takšnih dejavnikov je površina cestišča in nivojskega prehoda, ki morata biti v dobrem stanju. Prav tako je potrebno upoštevati tudi vzdolžni nagib ceste. Pravilnik o nivojskih prehodih omenjenih dejavnikov ne upošteva, zato bomo v nadaljevanju podali drugačen predlog za izračun časa zapustitve cone.

Preglednica 10: Povečanje ali zmanjšanje časa (s), ki ga potrebuje voznik, da zapusti območje prehoda v odvisnosti od vzdolžnega nagiba ceste (Transport Canada, 2002: str 23.)

Razred vozila	Vzdolžni nagib ceste %				
	-4	-2	0	+2	+4
Osebno vozilo	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3
Tovorno vozilo in avtobus	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3
Polpriklopno vozilo	0,8	0,9	1,0	1,2	1,7

Čas  $t_{zp}$ , ki je potreben, da voznik zapusti območje prehoda, je enak vsoti reakcijskega časa  $t_r$  (1 sekunda), ki je vozniku cestnega vozila potreben, da vzdolž železniške proge v obeh smereh preveri, ali prihaja železniško vozilo in se pripravi na začetek vožnje, in časa  $t_{cv}$ , ki ga vozilo potrebuje, da v celoti prevozi cono prehoda.

$$t_{zp} = t_r + t_{cv} \quad (s) \quad (8)$$

Čas, ki ga vozilo potrebuje, da v celoti prevozi cono prehoda  $t_{cv}$ , se določi z neposrednim merjenjem časa, ki ga izbrano vozilo potrebuje za prevoz skozi celoten nivojski prehod, ali pa se ga določi z uporabo naslednje enačbe:

$$t_{cv} = t_{pospeševanje} + t_{nagib} + t_{dodatno} \quad (s) \quad (9)$$

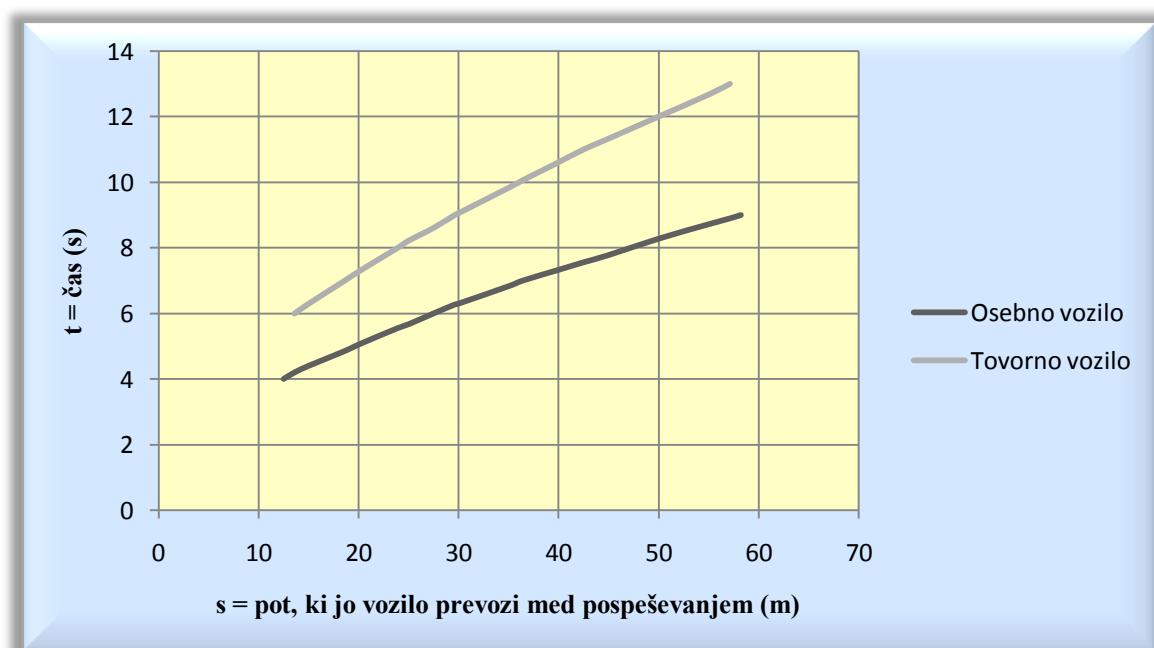
kjer je:

$t_{pospeševanje}$  – čas v odvisnosti od prevožene razdalje med pospeševanjem (Grafikon 4)

$t_{nagib}$  – povečanje ali zmanjšanje časa  $t$  zaradi vpliva vzdolžnega nagiba ceste

$t_{dodatno}$  – dodaten čas, ki ga vozilo potrebuje, da prevozi cono prehoda zaradi pogojev nivojskega

križanja



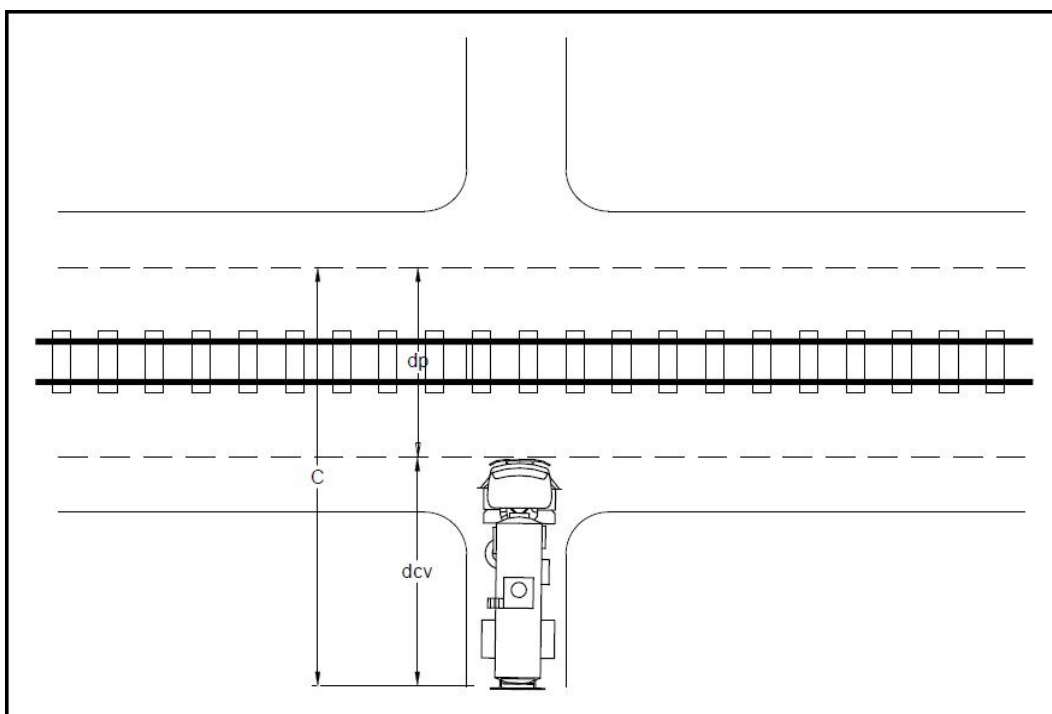
Grafikon 4: Krivulje časov v odvisnosti od prevožene razdalje med pospeševanjem vozil

### 5.2.2 Izračun polja preglednosti pri križanju ceste in železnice

Analiza preglednosti z železniške proge na cesto se ne opravlja, saj ima vlak fiksno tirno pot, neprimerno večjo težo in veliko zavorno razdaljo. Poleg tega je treba dodati tudi nezadostno vedenje strojevodje o ravnanju in obnašanju udeležencev v cestnem prometu ob približevanju nivojskemu prehodu.

Pri ugotavljanju dolžine potrebne pregledne razdalje je izhodiščna predpostavka, da mora biti tirno vozilo vidno na tolikšni oddaljenosti, da lahko cestno vozilo varno prečka progo, ne da bi bilo tirno vozilo pri tem kakorkoli ovirano. Torej je izhodišče, da tirno vozilo ves čas vozi s konstantno hitrostjo ( $V_{\text{tirnega vozila}} = \text{const.}$ ). (Domandžić, D., et al., 1999: str 17.).

#### Primer 1: Cestno vozilo miruje pred nivojskim prehodom



Slika 14: Nivojsko križanje ceste in železnice, ko vozilo miruje

Iz slike 14 je razvidno, da je pot, ki jo prevozi vozilo, da prečka nivojski prehod, enaka:

$$C = d_p + d_{cv} \quad (\text{m}) \quad (10)$$

kjer je:

$d_p$  – dolžina prehoda (m)

$d_{cv}$  – dolžina merodajnega vozila (m)

Glavne značilnosti motornih vozil so dimenzije vozil in vozna hitrost. V spodnji tabeli so prikazane dolžine vozil, ki jih bomo uporabljali za določitev polja preglednosti.

Preglednica 11: Dolžine vozil glede na razred vozila (Juvanc, 2005: str 11.)

RAZRED VOZILA	$d_{cv}$ (m)
Oseбно vozilo	4,7
Manjše tovorno vozilo	6,0
Dvoosno tovorno vozilo	8,5
Trioosno tovorno vozilo	10,0
Polpriklopno vozilo	16,5
Kombinirano vozilo	5,0
Avtobusi	11,0-18,0

Če cestno vozilo spelje z mesta ( $V_{zac} = 0$ ) in čez prehod vozi s srednjim enakomernim pospeškom  $a_s$  ter za vožnjo čez nivojski prehod porabi čas  $t_v$ , je pot  $C$  enaka:

$$C = \frac{a_s * t_{cv}^2}{2} \quad (\text{m}) \quad (11)$$

Obširne raziskave so pokazale, da se lahko pri izračunu speljevanja vozil upošteva povprečni pospešek, ki znaša:

- $\tilde{a}_s = 1,5 \text{ m/s}^2$  za osebna motorna vozila
- $\tilde{a}_s = 1,0 \text{ m/s}^2$  za tovorna motorna vozila



### Čas zapustitve cone prehoda:

Iz enačbe (11) sledi, da je čas, ki ga potrebuje cestno vozilo, da prevozi progo enak:

$$t_{cv} = \sqrt{\frac{2 * C}{a_s}} \quad (\text{s}) \quad (12)$$

Skupni čas  $t_{zp}$ , ki je potreben za praznjenje prehoda, je enak vsoti časa, ki ga cestno vozilo potrebuje, da prevozi prehod ( $t_{cv}$ ), in reakcijskega časa ( $t_r$ ), ki pri povprečnem vozniku znaša 1 sekundo. Enačbo zapišemo kot:

$$t_{zp} = t_{cv} + t_r \quad (\text{s}) \quad (13)$$

### Pregledna razdalja:

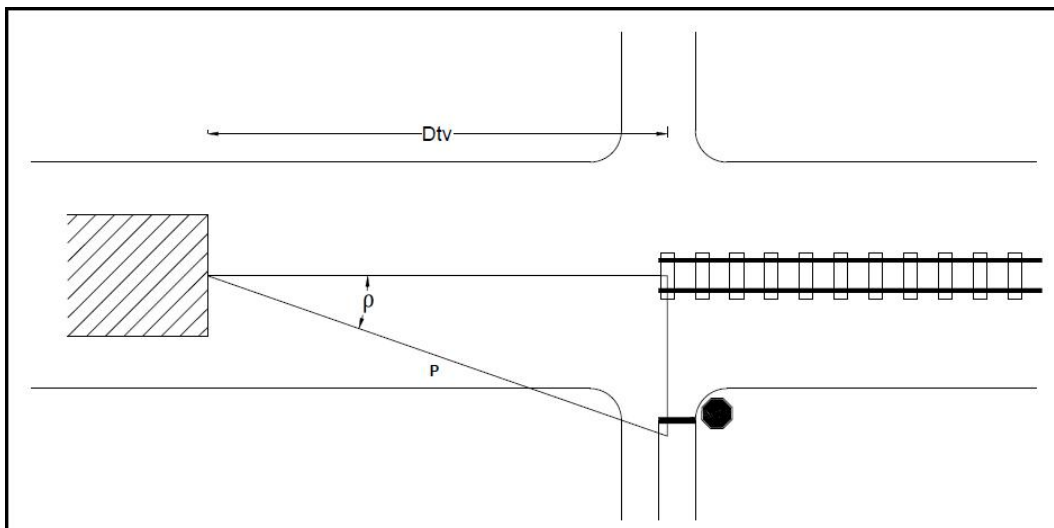
V času  $t_{zp}$  prevozi vlak, ki vozi s konstantno hitrostjo  $V_{tv}$ , pot  $D_{tv}$ , ki je hkrati minimalna pregledna razdalja, ki jo moramo zagotoviti vozniku cestnega vozila:

$$D_{tv} (V_{cv} = 0) = V_{tv} * t_{zp} = V_{tv} * \left( \sqrt{\frac{2 * C}{a_s}} + t_r \right) \quad (\text{m}) \quad (14)$$

V primeru, da se hitrost podaja v enotah km/h, enačbo (14) zapišemo kot:

$$D_{tv} (V_{cv} = 0) = \frac{V_{tv}}{3,6} * \left( \sqrt{\frac{2 * C}{a_s}} + t_r \right) = \frac{V_{tv}}{3,6} * t_{zp} \quad (\text{m}) \quad (15)$$

Ker je glede na dolžino pregledne razdalje oddaljenost med tirnicami zanemarljivo majhna, se tir nadomesti s središčnico. Poenostavitev je v prid prometni varnosti, kar je razvidno iz slike 15.



Slika 15: Glavni elementi nivojskega križanja

Glede na majhno vrednost minimalne oddaljenosti prometnega znaka, pred katerim voznik vozila mora ustaviti, od osi tira glede na dolžino pregledne razdalje oz. majhno vrednost kota  $\theta$ , se lahko uvedejo naslednje poenostavitve:

- $\cos \theta \approx 1$
- $P = \frac{D_{tv}}{\cos \theta} = D_{tv}$

Končna enačba se glasi:

$$P (V_{cv} = 0) = \frac{V_{tv}}{3,6} * \left( \sqrt{\frac{2 * C}{a_s}} + t_r \right) = \frac{V_{tv}}{3,6} * t_{zp} \quad (m) \quad (16)$$

Enako metodo uporabljajo v priročniku "Road/Railway Grade Crossing Technical Standards and Inspection, Testing and Maintenance Requirements" za račun preglednosti, ko cestno vozilo miruje pred nivojskim preходом. Razlika se pokaže le v izračunu časa zapustitve cone

nivojskega prehoda. V priročniku je zapisano, da  $D_{tv}$  ( $V_{cv} = 0$ ) predstavlja razdaljo, ki se meri od nivojskega prehoda vzdolž železniške proge, ob predpostavki, da se vlak pri maksimalni hitrosti lahko varno zaustavi pred nivojskim prehodom.

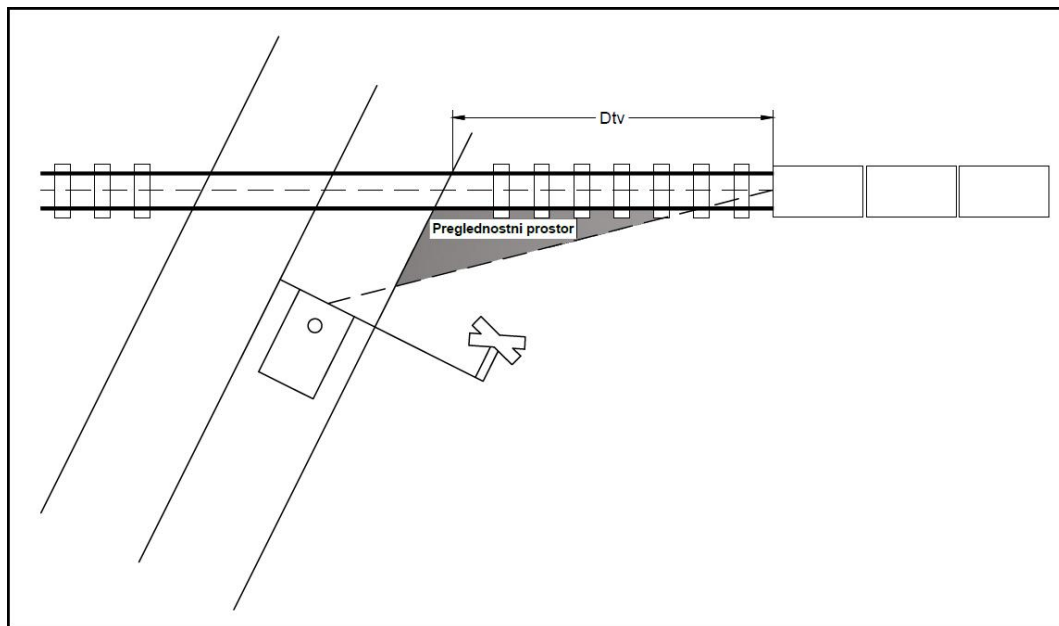
$D_{tv}$  ( $V_{cv} = 0$ ) se določi s pomočjo enačbe:

$$D_{tv} (V_{cv} = 0) = \frac{V_{tv}}{3,6} * t_{zp} \quad (\text{m})$$

kjer je:

$V_{tv}$  – hitrost tirnega vozila (km/h)

$t_{zp}$  – čas zapustitve cone prehoda (s), izračunan na osnovi enačb (8) in (9)



Slika 16: Minimalna preglednost za voznike, ki se ustavijo na nivojskem prehodu

V nadaljevanju bomo izračunali pregledne razdalje in ostale parametre za primer polpriklopnika in osebnega vozila, ko se vozilo ustavi pred nivojskih prehodom. Upoštevani so idealni pogoji, kar pomeni, da je os tira v premi, križanje pod pravim kotom, niveleta ceste je horizontalna, cestno vozilo je na najmanjši dovoljeni oddaljenosti od osi tira. Vzemimo, da je voznik vlečnega vozila s polpriklopnikom dolžine 16,5 metrov oz. voznik osebnega vozila

dolžine 4,70 metra na oddaljenosti 3 metre od osi tira, kjer je nameščen prometni znak AK. Uporabljene so enačbe (8), (9), (10), (12), (13), (15).

Preglednica 12: Izračun preglednosti, ko vozilo miruje (slo pravilnik)

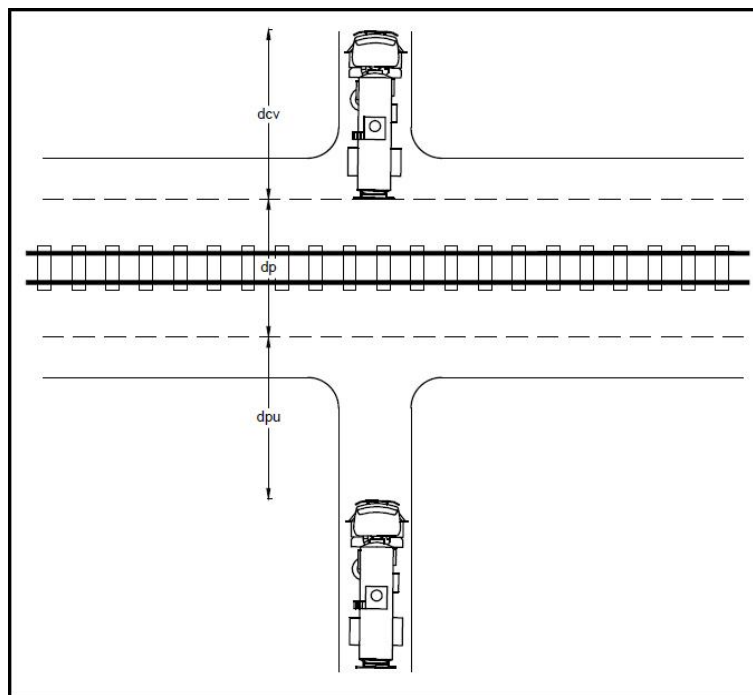
$V_{tv}$ (km/h)	Tovorno vozilo ( $V_{cv} = 0$ km/h)			Osebno vozilo ( $V_{cv} = 0$ km/h)		
	80	120	160	80	120	160
$C$ (m)	22,5	22,5	22,5	10,7	10,7	10,7
$t_{cv}$ (s)	6,7	6,7	6,7	3,8	3,8	3,8
$t_{zp}$ (s)	7,7	7,7	7,7	4,8	4,8	4,8
$D_{tv}$ ( $V_{cv} = 0$ ) (m)	171	257	343	107	160	214

Preglednica 13: Izračun preglednosti, ko vozilo miruje (Road/Railway Grade Crossing Technical Standards and Inspection)

$V_{tv}$ (km/h)	Tovorno vozilo ( $V_{cv} = 0$ km/h)			Osebno vozilo ( $V_{cv} = 0$ km/h)		
	80	120	160	80	120	160
$C$ (m)	22,5	22,5	22,5	10,7	10,7	10,7
$t_{cv}$ (s)	9,5	9,5	9,5	6	6	6
$t_{zp}$ (s)	10,5	10,5	10,5	7	7	7
$D_{tv}$ ( $V_{cv} = 0$ ) (m)	233	350	467	156	233	311

Merilo konkurenčnosti je čas, ki mora biti za prevoz z železnico, vključno s povprečno čakalno dobo na vlak in prevozom od doma do postaje in nazaj, krajši od prevoza z osebnim vozilom. Najhitrejši vlak (ICS) v Sloveniji dosega hitrosti 160 km/h. Te hitrosti doseže na relaciji Pragersko – Maribor in Grobelno - Štore. To se šteje kot spodnja meja hitrosti na najsodobnejših evropskih progah. Drugi po hitrosti so potniški vlaki Siemens Desiro, ki v povprečju dosegajo hitrosti 120 km/h (maksimalna hitrost 140 km/h). Še vedno je v uporabi tudi Gomulka, ki pa dosega nekoliko nižje hitrosti. V preglednicah 12 in 13 so izračunane pregledne razdalje in ostali parametri za povprečne hitrosti vlakov, ki vozijo na slovenskih železnicah. Iz obeh preglednic je razvidno, da je dolžina preglednega polja pri enaki hitrosti tirnega vozila po izračunu, kot ga uporabljajo v priročniku "Road/Railway Grade Crossing Technical Standards and Inspection, Testing and Maintenance Requirements", večja. Razlika v dolžini preglednega polja z večanjem hitrosti tirnega vozila narašča in je v primeru tovornega vozila še bolj izrazita.

Primer 2: Cestno vozilo se nivojskemu prehodu približuje z neko hitrostjo



Slika 17: Nivojsko križanje ceste in železnice, ko se vozilo približuje z neko hitrostjo

Na osnovi enačbe (1) se izračuna pot, ki jo vozilo prevozi, ko prečka nivojski prehod:

$$C_p = d_{pu} + d_{cv} + d_p \quad (\text{m})$$

Dolžino poti ustavljanja določimo na podlagi tabele iz poglavja 5.2.3. Zakonodaja v Sloveniji predpisuje, da se preveri preglednostni prostor samo za hitrost cestnih vozil 15 km/h, 30 km/h oz. 50 km/h, zato bomo na primeru prikazali tudi drugačen pristop izračuna dolžine poti ustavljanja in ostalih parametrov, ki jih potrebujemo za izračun preglednosti.

Čas približevanja železniškega vozila:

V Pravilniku o nivojskih prehodih je zapisano, da mora biti čas približevanja železniškega vozila ( $t_p$ ) najmanj 6 sekund daljši od časa zapustitve nivojskega prehoda ( $t_{zp}$ ) za cestna vozila, ki ga določimo s pomočjo enačbe (5.7).

$$t_p = t_{zp} + \min 6s \quad (s) \quad (17)$$

### Pregledna razdalja:

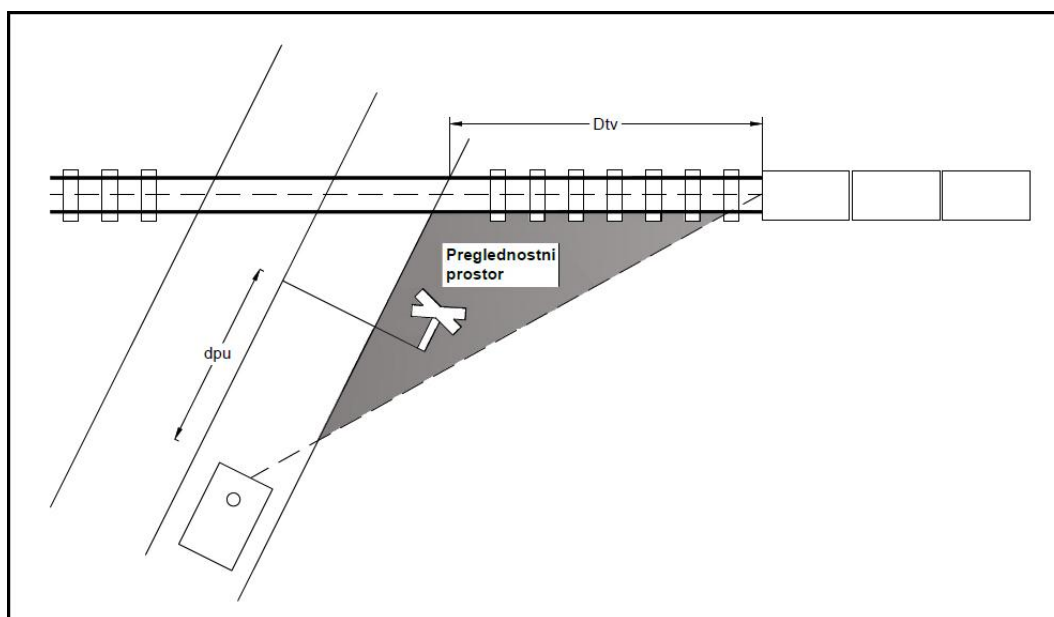
Pregledna razdalja je produkt največje dovoljene progovne hitrosti železniških vozil in časa približevanja železniškega vozila ter znaša:

$$D_{tv} (V_{cv} \neq 0) = V_{tv} * t_p \quad (m) \quad (18)$$

V primeru, da se hitrost podaja v enotah km/h, enačbo (18) zapišemo kot:

$$D_{tv} (V_{cv} \neq 0) = \frac{V_{tv}}{3,6} * t_p \quad (m) \quad (19)$$

Račun preglednosti, ko se cestno vozilo približuje nivojskemu prehodu z neko hitrostjo, se v priročniku "Road/Railway Grade Crossing Technical Standards and Inspection, Testing and Maintenance Requirements" prav tako izračuna na podlagi enačbe (19). Razlika se odraža le pri izračunu časa približevanja železniškega vozila.



Slika 18: Minimalna preglednost za voznike, ki se približujejo nivojskemu prehodu

$D_{tv}$  predstavlja razdaljo vzdolž železniške proge, ki jo mora voznik videti ob upoštevanju varne zaustavne razdalje, ko se tirno vozilo približuje nivojskemu prehodu. Določimo jo s pomočjo enačbe:

$$D_{tv} (V_{cv} \neq 0) = \frac{V_{tv}}{3,6} * t_p \quad (\text{m})$$

kjer je:

$V_{tv}$  – hitrost tirnega vozila (km/h)

$t_p$  – čas (s), ki je večji med  $\left\{ \frac{d_{pu} + d_p + d_{cv}}{0,28V_{cv}}; 10 \text{ sekund} \right\}$

kjer je:

$V_{cv}$  – hitrost cestnega vozila (km/h)

$d_p$  – dolžina cone prehoda

$d_{cv}$  – dolžina merodajnega vozila

Na primeru bomo ponazorili razliko med izračunom preglednih razdalj in ostalih parametrov v slovenski regulativi in priporočilu v "Road/Railway Grade Crossing Technical Standards and Inspection, Testing and Maintenance Requirements". Vzemimo, da se osebno vozilo s hitrostjo 50 km/h približuje nivojskemu prehodu. Ponovno so upoštevani idealni pogoji, kar pomeni, da je os tira v premi, križanje pod pravim kotom, niveleta ceste je horizontalna, cestno vozilo je na najmanjši dovoljeni oddaljenosti od osi tira. Vzemimo, da je voznik osebnega vozila dolžine 4,70 metra na oddaljenosti 3 metre od osi tira, kjer je nameščen prometni znak AK. Uporabljene so enačbe (1), (2), (3), (4), (7), (17), (19).

Preglednica 14: Izračun preglednosti, ko se vozilo giblje (slo pravilnik)

	Osebno vozilo ( $V_{cv} = 50 \text{ km/h}$ )		
$V_{tv}$ (km/h)	80	120	160
$d_{pu}$ (m)	41	41	41
$C_p$ (m)	51,7	51,7	51,7
$t_p$ (s)	9,7	9,7	9,7
$D_{tv} (V_{cv} \neq 0)$ (m)	216	324	431

Preglednica 15: Izračun preglednosti, ko se vozilo giblje (Road/Railway Grade Crossing Technical Standards and Inspection)

	Osebno vozilo ( $V_{cv} = 50 \text{ km/h}$ )		
$V_{tv}$ (km/h)	80	120	160
$d_{pu}$ (m)	61,3	61,3	61,3
$C_p$ (m)	72	72	72
$t_p$ (s)	10	10	10
$D_{tv} (V_{cv} \neq 0)$ (m)	223	334	445

Iz preglednic je razvidno, da je dolžina preglednega polja pri enaki hitrosti cestnega vozila, ki se približuje nivojskemu prehodu, po izračunu, kot ga uporabljajo v priročniku "Road/Railway Grade Crossing Technical Standards and Inspection, Testing and Maintenance Requirements", nekoliko večja. Razlika v dolžini preglednega polja nastane zaradi razlik v izračunu časa približevanja železniškega vozila.



## **6 ANALIZA IN PREDLOGI ZA IZBOLJŠANJE PREGLEDNOSTI NA IZBRANIH NIVOJSKIH PREHODIH**

Varnost prometa na nezavarovanih nivojskih prehodih, ki so označeni samo s cestnimi prometnimi znaki, mora biti zagotovljena z zadostno preglednostjo s ceste na progo tako, da lahko udeleženci v cestnem prometu s potrebno pazljivostjo varno in neovirano prečkajo nivojski prehod. Ustreznost preglednostnega prostora ugotovi komisija, imenovana na podlagi predpisov o varnosti železniškega prometa v 5 letih od uveljavitve pravilnika o nivojskih prehodih. Z natančno analizo opremljenosti nivojskih prehodov ter obnašanj uporabnikov je mogoče ugotoviti, kakšne ukrepe je potrebno izvesti, da se bo stopnja varnosti povečala. Povečanje varnosti odvijanja prometa na nivojskih prehodih je naloga upravljavca železniške in cestne infrastrukture. Zagotoviti morata, da so prioritete usklajene in da so razmere na prehodu optimalno urejene.

Za povečanje stopnje varnosti na nezavarovanem prehodu je pri izvajanju ukrepov potrebno upoštevati naslednje:

- uporabnik se mora zavedati, da se približuje prehodu,
- prehod mora biti pregleden,
- cestna signalizacija mora biti vidljiva in učinkovita,
- vozne površine morajo biti ustrezne in nepoškodovane,
- paziti je potrebno na vidljivost vlaka zaradi rastlinja, bleščanja, megle, dežja, sneženja itd.

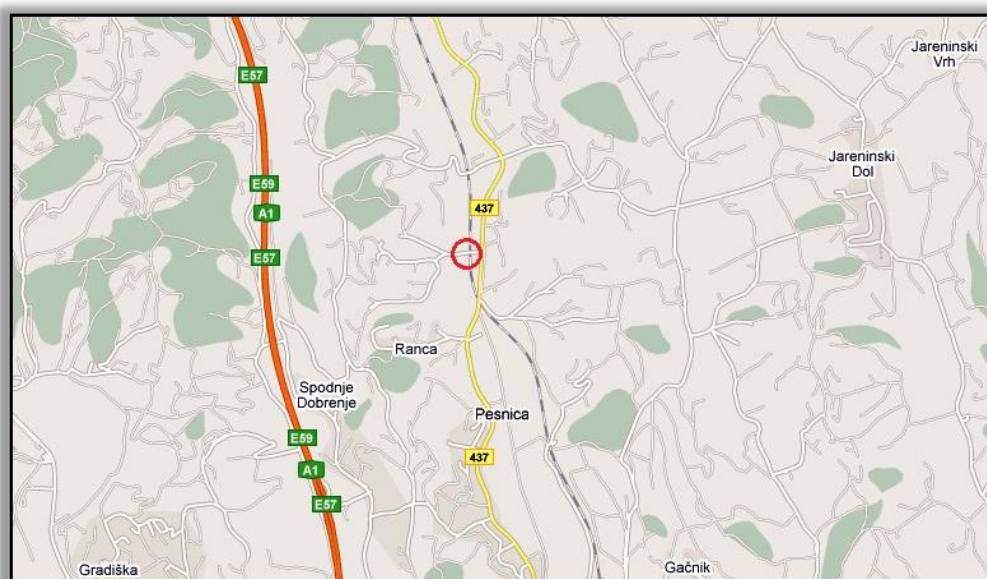
Povečanje stopnje varnosti ni povezano le z izboljšavo tehnike na obravnavanem prehodu, potrebno je tudi stalno ozaveščanje udeležencev v prometu v stalni povezavi s šolanjem in prometno kulturo.

V nadaljevanju bomo predstavili rezultate analize preglednosti na izbranih nezavarovanih nivojskih prehodih. V zaključku vsakega analiziranega primera so podani tudi predlogi za izboljšanje obstoječega stanja, ki omogočajo povečanje stopnje varnosti na izbranem prehodu.

## 6.1 Primer 1

### 6.1.1 Obstoječe stanje

Kot prvi primer je podan nezavarovan nivojski prehod Ranca 2, označen s cestno prometnim znakom AK in znakom Stop. Prehod se nahaja na progovnem odseku Zidani Most – Šentilj – državna meja, na medpostajnem odseku Pesnica – Šentilj. Na izbranem nivojskem prehodu se je v obdobju od leta 1990 do leta 2011 zgodilo pet izrednih dogodkov, dva sta se končala s smrtnim izidom. Prehod je izveden iz montažnih gumijastih elementov, kot križanja ceste in proge znaša 90°, niveleta ceste je horizontalna, prometni znak AK je nameščen na eni strani 14 metrov in na drugi strani 3 metre od osi najbližje tirnice. Maksimalna hitrost tirnega vozila na danem odseku znaša 80 km/h.



Slika 19: Lokacija nivojskega prehoda Ranca 2

## 6.1.2 Preglednost

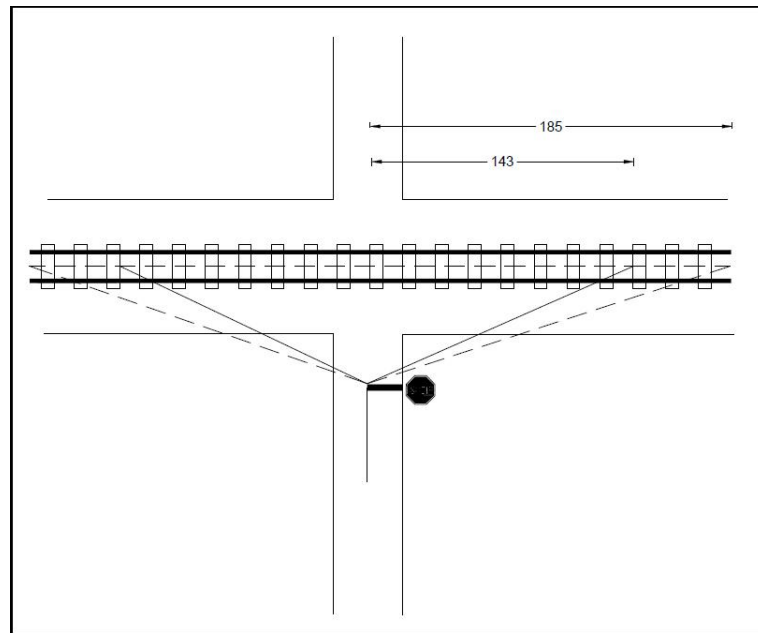
V nadaljevanju bomo izračunali pregledno razdaljo in ostale parametre za primer osebnega vozila dolžine 4,70 metra. Upoštevali bomo, da cestno vozilo pred nivojskim prehodom miruje ( $V_{cv} = 0$ ). Pregledno razdaljo bomo izračunali po obeh metodah in dobljene rezultate med seboj primerjali. Za izračun so uporabljene enačbe (8), (9), (10), (12), (13) in (15).

Preglednica 16: Izračun pregledne razdalje in ostalih parametrov (slo pravilnik)

	<b>Osebno vozilo (<math>V_{cv} = 0</math> km/h)</b>
$V_{tv}$ (km/h)	<b>80</b>
$C$ (m)	22,14
$t_{cv}$ (s)	5,43
$t_{zp}$ (s)	6,43
$D_{tv}$ ( $V_{cv} = 0$ ) (m)	143

Preglednica 17: Izračun predlagane pregledne razdalje in ostalih parametrov (Road/Railway  
Grade Crossing Technical Standards and Inspection)

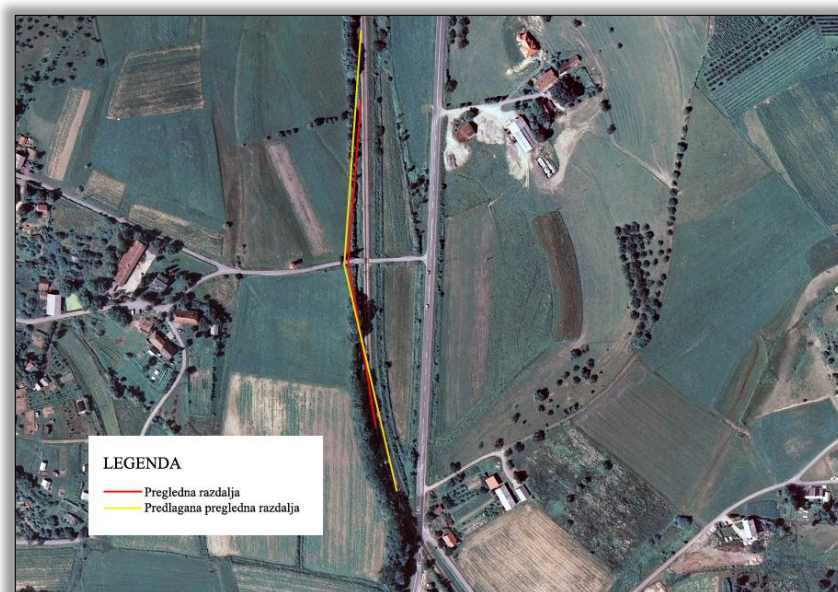
	<b>Osebno vozilo (<math>V_{cv} = 0</math> km/h)</b>
$V_{tv}$ (km/h)	<b>80</b>
$C$ (m)	22,14
$t_{cv}$ (s)	7,3
$t_{zp}$ (s)	8,3
$D_{tv}$ ( $V_{cv} = 0$ ) (m)	185



Slika 20: Grafični prikaz izračuna preglednih razdalj

### 6.1.3 Ugotovitve

Dodatni ukrepi umirjanja prometa vozil niso potrebni, saj je bilo s terenskim ogledom ugotovljeno, da se vozila ustavijo pred nivojskim preходом ( $V_{cv} = 0$ ). Potrebni so le ukrepi za povečanje preglednosti. Iz rezultatov je razvidno, da je dolžina predlagane pregledne razdalje v primerjavi s pregledno razdaljo v slovenski zakonodaji daljša za 42 metrov. Razlika v dolžini preglednih razdalj je odraz časa  $t_{zp}$ , ki je vozniku cestnega vozila potreben, da zapusti območje prehoda. Pri predlagani pregledni razdalji znaša čas, ki je potreben za praznjenje prehoda, 8,3 sekunde, medtem ko znaša isti čas pri izračunu pregledne razdalje po slovenski zakonodaji 6,4 sekunde.



Slika 21: Dolžine preglednih razdalj

#### 6.1.4 Predlog ukrepov

Na podlagi terenskega ogleda je ugotovljeno, da preglednostni prostor ni zagotovljen. Vidno polje omejujejo drevje, grmičevje in nerodno postavljena prometna signalizacija ob obravnavanem železniškem prehodu.



Slika 22: Drevje in grmičevje, ki omejuje polje preglednosti

Iz slike 22 je razvidno, da bi bilo potrebno odstraniti rastje ob železnici, s čimer bi zagotovili večjo preglednost pri prečkanju nivojskega prehoda.



Slika 23: Nerodno postavljena prometna signalizacija

Nerodno postavljena prometna signalizacija vozniku cestnega vozila pri vožnji preko nivojskega prehoda še dodatno zakriva in onemogoča, da bi lahko videl bližajoči se vlak (Slika 23). Prav tako na omenjenem odseku niso nameščeni prometni znaki, ki bi voznike cestnih vozil opozarjali na približevanje nivojskemu prehodu.

Pravilnik o nivojskih prehodih predpisuje, da mora biti prometni znak AK postavljen pred nivojski prehod tako, da je od najbližje tirnice oddaljen najmanj 3 metre in največ 10 metrov. V navedenem primeru so se odločili, da AK, ki opozarja na nivojski prehod Ranca 2, postavijo pred mostom čez potok Cirknica, ker bi bil v primeru postavitve za mostom preblizu tirom. Prometni znak torej ni postavljen na predpisanem mestu, saj je od najbližje tirnice oddaljen kar 14 metrov, kar pomeni, da je potrebna večja preglednost in s tem tudi daljši čas zapustitve cone prehoda.



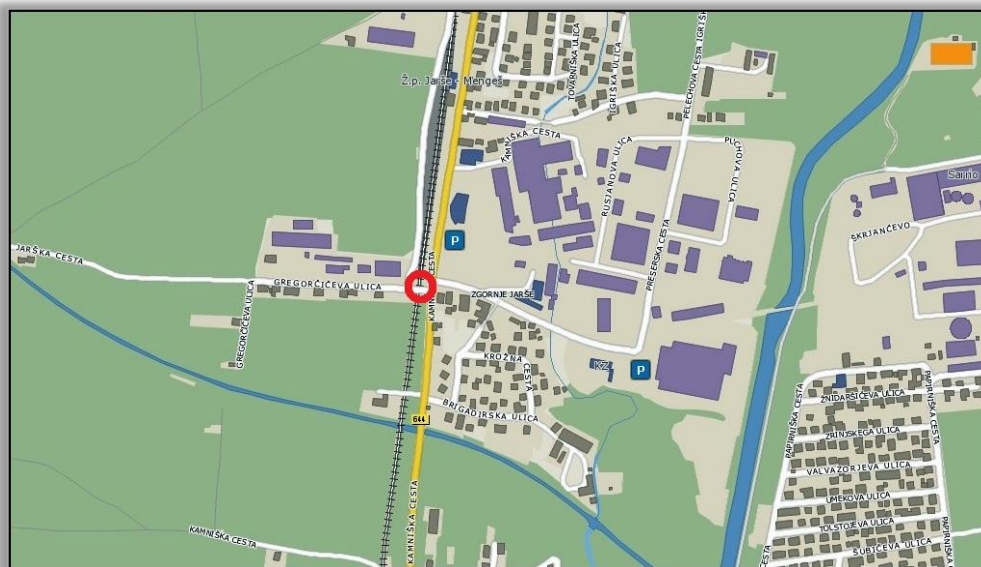
Slika 24: Nepravilna postavitev prometnega znaka

Statistični podatki kažejo, da pelje skozi Pesnico približno 80 vlakov na dan. To pomeni, da je na omenjenem odseku železniški promet zelo gost. Prav tako razdalja med dvema nivojskima prehodoma ni v skladu z zakonodajo, saj enotirno progo na dobrih dveh kilometrih seka pet nivojskih prehodov, najmanjša predpisana razdalja med dvema nivojskima prehodoma pa ne sme biti krajša od dveh kilometrov. Zato bi bilo potrebno zgraditi povezovalno cesto in ukiniti prehod, ker ni v skladu s pravilnikom, ali pa postaviti zapornice oz. polzapornice.

## 6.2 Primer 2

### 6.2.1 Obstoječe stanje

Kot drugi primer bomo obravnavali nivojski prehod Jarše – uvoz. Prehod je označen s cestno prometnim znakom AK in znakom Stop. Nahaja se na progovnem odseku Ljubljana – Kamnik, in sicer na medpostajnem odseku Domžale – Jarše. Na izbranem nivojskem prehodu se je v obdobju od leta 1990 do 10. 10. 2010 zgodilo kar petnajst izrednih dogodkov. Devet se jih je končalo z materialno škodo, pet s telesnimi poškodbami udeležencev in eden s smrtnim izidom. Prehod je zgrajen iz asfaltne voziščne konstrukcije, kot križanja ceste in proge znaša 90°, niveleta ceste je horizontalna, prometni znak AK je nameščen 6 metrov od osi najbližje tirnice. Maksimalna hitrost tirnega vozila na danem odseku znaša 80 km/h.



Slika 25: Lokacija nivojskega prehoda Jarše - uvoz

### 6.2.2 Preglednost

Nezavarovani nivojski prehodi ceste čez železniško progo so označeni z AK (v nekaterih primerih, ko ni zagotovljen ustrezen preglednostni prostor, še dodatno s Stop znakom), zato mora voznik, ki se približuje takšnemu nivojskemu prehodu pred prehodom ustaviti in se prepričati, da lahko varno prečka železniško progo. S terenskim ogledom smo ugotovili, da vozniki svojega vozila pred cestno prometnim znakom Stop ne ustavijo, čeprav jih prometna signalizacija opozarja, da se približujejo nevarnemu mestu. Vozniki pri približevanju nivojskemu prehodu le zmanjšajo svojo hitrost in previdno nadaljujejo z vožnjo preko prehoda. Pregledno razdaljo in ostale parametre bomo izračunali za primer osebnega vozila dolžine 4,70 metra, in sicer: ko vozilo miruje in ko se približuje prehodu s hitrostjo 30 km/h. Uporabljene so enačbe (1), (2), (3), (4), (7), (8), (9), (10), (12), (13), (15), (17) in (19).



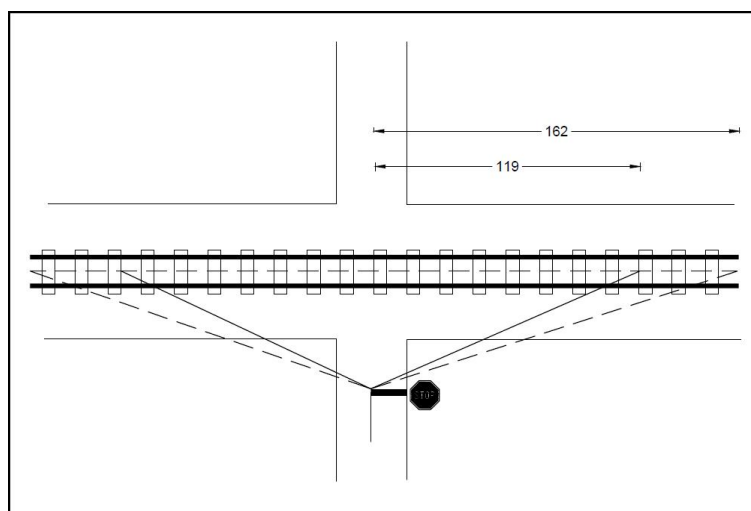
### Cestno vozilo miruje pred nivojskim preходом

Preglednica 18: Izračun pregledne razdalje in ostalih parametrov (slo pravilnik)

	<b>Osebno vozilo (<math>V_{cv} = 0 \text{ km/h}</math>)</b>
$V_{tv}$ (km/h)	<b>80</b>
$C$ (m)	14,14
$t_{cv}$ (s)	4,34
$t_{zp}$ (s)	5,34
$D_{tv}$ ( $V_{cv} = 0$ ) (m)	119

Preglednica 19: Izračun predlagane pregledne razdalje in ostalih parametrov (Road/Railway  
Grade Crossing Technical Standards and Inspection)

	<b>Osebno vozilo (<math>V_{cv} = 0 \text{ km/h}</math>)</b>
$V_{tv}$ (km/h)	<b>80</b>
$C$ (m)	14,14
$t_{cv}$ (s)	6,3
$t_{zp}$ (s)	7,3
$D_{tv}$ ( $V_{cv} = 0$ ) (m)	162



Slika 26: Grafični prikaz izračuna preglednih razdalj

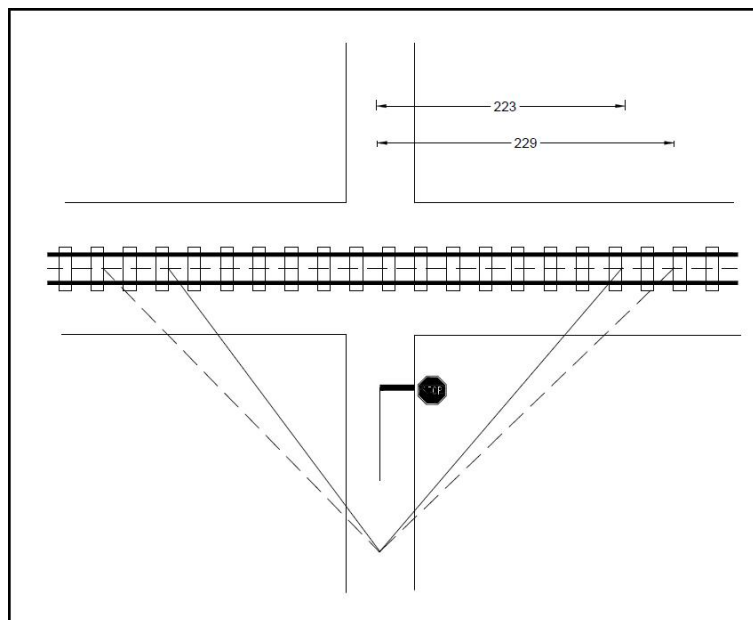
Cestno vozilo se nivojskemu prehodu približuje s hitrostjo 30km/h

Preglednica 20: Izračun pregledne razdalje in ostalih parametrov (slo pravilnik)

	Osebno vozilo ( $V_{cv} = 30 \text{ km/h}$ )
$V_{tv}$ (km/h)	80
$d_{pu}$ (m)	22
$C_p$ (m)	36,14
$t_p$ (s)	10,3
$D_{tv}$ ( $V_{cv} \neq 0$ ) (m)	229

Preglednica 21: Izračun predlagane pregledne razdalje in ostalih parametrov (Road/Railway  
Grade Crossing Technical Standards and Inspection)

	Osebno vozilo ( $V_{cv} = 30 \text{ km/h}$ )
$V_{tv}$ (km/h)	80
$d_{pu}$ (m)	28,4
$C_p$ (m)	42,54
$t_p$ (s)	10
$D_{tv}$ ( $V_{cv} \neq 0$ ) (m)	223



Slika 27: Grafični prikaz izračuna preglednih razdalj

### 6.2.3 Ugotovitve

Na prehodu so potrebni dodatni ukrepi za ustavljanje vozil, ker vozniki v večini primerov pred cestno prometnim znakom Stop ne ustavijo. Omeniti moramo, da je oddaljenost cestnega križišča od nivojskega prehoda na zelo kratki razdalji (12 metrov). Dolžina poti ustavljanja pri izračunu po obeh metodah znaša več kot dvajset metrov, kar pomeni, da voznik od trenutka, ko na predpisani pregledni razdalji zazna tirno vozilo, do trenutka popolne ustavitve vozila pri preveliki hitrosti, vozila ne bi uspel pravočasno ustaviti pred prehodom.



Slika 28: Oddaljenost nivojskega prehoda od cestnega križišča

Za zagotovitev ustrezne pregledne razdalje vzdolž železniške proge bi bili potrebni minimalni ukrepi. Izračunane dolžine preglednih razdalj ustrezajo razmeram na terenu tako v primeru, ko vozilo miruje pred prehodom, kot v primeru, ko se vozilo približuje z določeno hitrostjo.

### 6.2.4 Predlog ukrepov

Problematika varnosti cestnega prometa na nivojskem prehodu Jarše - uvoz je povezana predvsem z neupoštevanjem prometnih pravil in predrznostjo udeležencev v cestnem prometu. Pri nezavarovanem prehodu vozniki sami sprejmejo odločitev o tem, v katerem trenutku bodo prečkali progo. Na nivojskem prehodu Jarše – uvoz večina voznikov ne upošteva cestno prometnih predpisov, zato menim, da bi bilo smotrno postaviti fizične ovire

za umirjanje prometa na cesti, saj ovire s svojimi fizičnimi vplivi na vozilo napovedujejo vozniku, da je na cesti točka, ki jo je potrebno upoštevati in jo prevoziti z vso pazljivostjo. Poleg tega bi take ovire tudi onemogočale vožnjo z večjo hitrostjo, kar pomeni, da imajo vozniki krajšo zaustavitveno pot in večje možnosti, da pravočasno ustavijo vozilo.

V priročniku "Road/Railway Grade Crossing Technical Standards and Inspection, Testing and Maintenance Requirements" je predpisano, da območij vzdolž železniške proge v minimalni oddaljenosti 30 metrov od površine nivojskega prehoda in 15 metrov od roba tirnic ne smejo zakrivati drevesa, grmičevje ali druge naravne ovire. Prav tako mora biti cestišče očiščeno dreves, grmičevja in ostale vegetacije minimalno 15 metrov od površine nivojskega prehoda. Na železniški infrastrukturi v Sloveniji se pogosto dogaja, da omenjene ovire zmanjšujejo polje vidnosti. Tudi na obravnavanem prehodu je mogoče zaslediti, da vidljivostni trikotnik omejujejo ovire in rastje, ki bi jih bilo potrebno odstraniti, da bi zagotovili večjo preglednost (Slika 29).



Slika 29: Ovire, ki omejujejo polje preglednosti

Prav tako razdalja med dvema nivojskima prehodoma ni v skladu z zakonodajo, saj enotirno progo na medpostajnem odseku Domžale – Jarše seka kar pet nivojskih prehodov, najmanjša predpisana razdalja med dvema nivojskima prehodoma pa je v vseh primerih krajša od dveh kilometrov. Prehod Jarše – uvoz ni v skladu s pravilnikom, zato bi ga bilo potrebno ukiniti, zgraditi povezovalno cesto ali postaviti zapornice oz. polzapornice.

## 7 ZAKLJUČEK

Temeljni cilj vsake urejene družbe in države je zagotavljanje čim višje stopnje varnosti v prometu. Vemo, da so nivojski prehodi področja, kjer se križajo cestne in železniške poti, torej potencialni kraji nesreč. Zagotavljanje varnosti na teh predelih zahteva enotno reševanje oz. obravnavo prometnih situacij, kar pa ima še večjo težo in pomen ob zmanjšanih voznotehničnih pogojih, kar zmanjšana preglednost nedvomno je. Varnost prometa na nivojskih prehodih, ki so zavarovani s cestno prometno signalizacijo, je odvisna predvsem od vidljivosti v območju preglednega trikotnika. Cilj analize varnosti in celotnega diplomskega dela je pregled domače zakonodaje, ki ureja področje zagotavljanja preglednosti na nivojskih prehodih in prikaz predlogov za njeno izboljšanje. Iz zaključkov opravljene analize sledi, da se v vsakdanji praksi še vedno premalo pozornosti namenja zagotavljanju preglednosti na prehodih. K temu pogosto pripomore nepravilno postavljena prometna signalizacija, ovire, ki segajo v območje preglednostnega trikotnika itd. Zavedati se moramo, da na nastanek prometnih nesreč ne vpliva samo človeški faktor, temveč kombinacija oz. soudeležba voznika in infrastrukture. Z ustreznim pristopom k navedeni problematiki lahko bistveno izboljšamo varnostne razmere na območju nivojskih prehodov in poskrbimo za zmanjšanje konfliktov med udeleženci v prometu, posledično pa lahko s tem poskrbimo tudi za zmanjšanje števila prometnih nesreč. Še vedno pa se poraja vprašanje, ali je v realnih topografskih in drugih razmerah sploh mogoče zagotoviti ustrezne pregledne razdalje. Dejstvo je, da pretežni del Slovenije sodi v hribovit teren, v takih razmerah pa je izjemno težko (včasih celo nemogoče) zadostiti zahtevanim preglednim razdaljam. V primerih, ko je razdaljam moč zadostiti, so pa lahko stroški visoki, saj je odkup zemljišča znotraj preglednega polja verjetno minimalni ukrep zagotavljanja varnosti, ki pa zaradi spremenljivih vremenskih razmer ne bo vedno deloval, ker je Slovenija locirana v klimatskem pasu, ki povzroča veliko število različnih vremenskih dogodkov. V primerih močnega sneženja, deževja in megle sama fizična zagotovitev pregledne razdalje še ni zadosten pogoj za zagotovitev prometne varnosti, saj jo prej naštetih pojavi zmanjšujejo. Četudi bi na nivojskih prehodih zagotovili potrebno fizično preglednost, jo zmanjšujejo še drugi dejavniki, zato ustrezne pregledne razdalje ne zagotavljajo nujno tudi zadovoljive prometne varnosti. Zaradi tega zavarovanje potnih prehodov zgolj s prometno signalizacijo kljub zagotavljeni preglednosti ne more vedno dati zelenih rezultatov.

Za vsako izboljšanje nivojskega prehoda je potrebno izdelati projektno dokumentacijo, ki mora podati natančno analizo stanja in na osnovi tega predlagati ukrepe, ki bodo v največji meri povečali stopnjo varnosti. Edini učinkovit ukrep za zagotavljanje popolne varnosti na nivojskih prehodih je ureditev nivojskih prehodov z zapornicami oz. polzapornicami ali pa njihova ukinitve in izvedba izven nivojskega križanja. Zagotovo je usmeritev pospešenega preoblikovanja nezavarovanih nivojskih prehodov ceste čez železniško progo, označenih le z AK, v zavarovane nivojske prehode pravilna, varna in smotrna rešitev, s katero bodo udeleženci v prometu učinkoviteje opozorjeni na nevarnost prečkanja železniške proge. Glede na število nivojskih prehodov, ki se nahajajo na železniški infrastrukturi v Sloveniji, bo to žal nemogoče izvesti, vprašljiva pa je tudi ekonomska upravičenost.

## VIRI

Černe, B., Lazič, M., 2006. Analiza prometne varnosti na nivojskih prehodih na javni železniški infrastrukturi in možni ukrepi za njeno povečanje. 8. Slovenski kongres o cestah in prometu. Portorož, 25. – 27. Oktober 2006. Ljubljana, Holding Slovenske železnice: str. 2 - 12.

Domandžić, D., Tollazzi, T., Lipičnik, M. 1999. Pregledno polje v nivojskih križanjih ceste z železnico. V: Lipičnik, M. (ur.) Zbornik/6. mednarodni znanstveni in strokovni kolokvij Upravljanje prometa. Maribor, 8. december 1999. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo: str. 15 - 23.

Godnič, C., Trstenjak, Ž. 1999. Človek in signalno-varnostne naprave kot dejavnik varnosti prometa na cestno železniških križanjih. V: Lipičnik, M. (ur.) Zbornik/6. mednarodni znanstveni in strokovni kolokvij Upravljanje. Maribor, 8. december 1999. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo: str. 53.

Gspan, J. 1962. Železnice II, Zgornji ustroj železnic. Ljubljana, Univerzitetna založba, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo: str. 109 - 110.

Hitrost.

<http://www.tecajcpp.com/cpp/hitrost.php#/> (2. 3. 2011).

Javna agencija Republike Slovenije za varnost prometa. 2011. Ustavite se. Vlak se ne more.

<http://www.varnocezprogo.si/> (2. 4. 2011).

Juvanc, A., Rijavec, R. 2005. Temeljni pogoji za določanje cestnih elementov. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: str. 11, 13.

Kranjec, P., Špur, R., Šturm, J., Žagavec, D. 2005. Določitev kriterijev in tipoloških modelov zavarovanj ter opreme cestno-železniških nivojskih križanj z določitvijo prioritete modernizacije. Študija. Ljubljana, Prometni institut Ljubljana: 91 f.

Krajnc, Ž. 2010. Profil voznika povzročitelja nesreče na nivojskem prehodu ceste čez železniško progo. Diplomski naloga. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, Železniški promet: 77 f.

Kramberger, T. 2008. Zgodovinski razvoj prometnih sredstev in prometa.  
[http://164.8.132.54/Prometna\\_geografija/tretje.html/](http://164.8.132.54/Prometna_geografija/tretje.html/) (18. 12. 2010).

Kuhar, A. 2009. Vpliv parametrov varnosti na varnost cestnega in železniškega prometa. Diplomski naloga. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Gospodarska in tehniška logistika: 65f.

Level crossing accidents. Railway Safety Performance in the European Union 2010: 2010. Lille, European Railway Agency: str. 11.

Mestna občina Ljubljana. 2006. Varna pot: str. 7 – 14.  
[http://www.ljubljana.si/file/30453/varna-pot-1\\_03\\_09--web.pdf/](http://www.ljubljana.si/file/30453/varna-pot-1_03_09--web.pdf/) (28. 3. 2011).

Milojković, T. 1986. Gornji stroj železnica. Beograd, Zavod za novinsko-izdavačku i propagandnu delatnost na JŽ: str. 125-127.

Nivojski prehodi.  
[http://www.mzp.gov.si/si/delovna\\_podrocja/zeleznice\\_in\\_zicnice/nivojski\\_prehodi/](http://www.mzp.gov.si/si/delovna_podrocja/zeleznice_in_zicnice/nivojski_prehodi/) (1. 4. 2011).

Pravilnik o nivojskih prehodih. Ur. l. RS št. 36/2010.

Pravilnik o prometni signalizaciji in opremi na javnih cestah. Ur. l. RS št. 65/2008.

Pravilnik o ravnanju ob resnih nesrečah, nesrečah in incidentih. Ur. l. RS št. 119/2007.

Pravilnik o zgornjem ustroju železniških prog. Ur. l. RS št. 92/2010.



Regent, T. 2010. V trčenju avtomobila in vlaka umrla ženska in otrok.

<http://www.delo.si/clanek/119238/> (14. 12. 2010).

Road/Railway Grade Crossings Technical Standards and Inspections, Testing and Maintenance Requirements. 2002. Canada, Rail Safety Directorate, Safety and Security, Transport Canada: str. 18-24, 37-41.

Signalni pravilnik. Ur. l. RS št. 123/2007.

Slovenske železnice d.o.o.

[http://www.slo-zeleznice.si/sl/podjetje/infrastruktura/zeleznisko\\_omrezje/statisticni\\_podatki/](http://www.slo-zeleznice.si/sl/podjetje/infrastruktura/zeleznisko_omrezje/statisticni_podatki/)  
(21. 12. 2010).

Strail – The premium system.

<http://www.strail.de/index.php?id=155&L=1/> (12. 1. 2011).

Tehnični ukrepi izboljšanja varnosti na nivojskih prehodih, dinamika nadgradnje nivojskih prehodov. 2010. Ljubljana, Slovenske železnice: str. 1.

Trespassing, LC accidents and accidents at station. Safety Database Activity Report 2009: 2009. Paris, International Union of Railways: str. 7.

Varnost na nivojskih prehodih ceste in železniške proge - Stop! Prednost ima življenje. 2010. Ljubljana, Ministrstvo za promet: str. 5.

Zakon o varnosti cestnega prometa. Ur. l. RS št. 56/2008.

Zakon o varnosti v železniškem prometu. Ur. l. RS št. 36/2010.

Zgodovina železnice v Sloveniji.

[http://sl.wikipedia.org/wiki/Zgodovina\\_%C5%BEeleznice\\_v\\_Sloveniji/](http://sl.wikipedia.org/wiki/Zgodovina_%C5%BEeleznice_v_Sloveniji/) (21. 12. 2010).

Železniški prevoz.

<http://sl.wikipedia.org/wiki/%C5%BDležnica/> (18. 12. 2010).