

VYUŽITIE INTELIGENTNÝCH PRIECHODOV PRE CHODCOV PRI ZVYŠOVANÍ BEZPEČNOSTI CESTNEJ DOPRAVY

USE OF INTELLIGENT PEDESTRIAN CROSSINGS IN IMPROVING ROAD SAFETY

Ing. Mgr. Marek Čopiak

*Žilinská univerzita v Žiline, Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania
Ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina*

Kontakt: marekcopiak@gmail.com

Ing. Eudmila Macurová, PhD.

*Žilinská univerzita v Žiline, Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania
Ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina*

Kontakt: ludmila.macurova@uzvv.uniza.sk

Ing. Michal Ballay, PhD.

*Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva,
Katedra technických vied a informatiky, Ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina*

Kontakt: michal.ballay@fbi.uniza.sk

ABSTRAKT

Príspevok je zameraný na využitie inteligentných dopravných systémov pri zvyšovaní bezpečnosti cestnej dopravy, a to najmä na inteligentné priechody pre chodcov. Okrem objasnenia a štruktúry inteligentných dopravných systémov príspevok obsahuje aj jednotlivé riešenia inteligentných priechodov pre chodcov, ako napríklad osvetlenie a zvýraznenie priechodov, detekcia a indikácia vstupu chodca na vozovku, kvalita vodorovného dopravného značenia, atď. V ďalšej časti sa príspevok venuje analýze inteligentného priechodu pre chodcov v obci Lozorno, patriacej do okresu Malacky a do Bratislavského kraja. Uvedený priechod pre chodcov bol posudzovaný v dennom i nočnom čase.

Kľúčové slová: bezpečnosť, cestná doprava, inteligentné dopravné systémy, priechod pre chodcov

ABSTRACT

The contribution is focused on the use of intelligent traffic systems to increase safety in road transport especially on intelligent pedestrian crossings. The subject of this contribution is the definition and structure of intelligent transport systems as well as types of intelligent pedestrian crossings, such as lighting and highlighting of pedestrian crossings, detection and indication of pedestrian access to the road, quality of horizontal road marking, etc. In the next part, the contribution is devoted to the analysis of the intelligent pedestrian crossing in the municipality of Lozorno, belonging to the district of Malacky and the Bratislava region. Measurements were provided on this particular intelligent crosswalk during both day and night time.

Keywords: safety, road traffic, intelligent transport systems, pedestrian crossing

1 ÚVOD

Pre efektívnu prevádzku dopravného systému a jeho riadenie rizík je nevyhnutným predpokladom dostatok a kvalita informácií, ako aj potreba aktuálneho, detailného a presného pohľadu na jednotlivé prevádzkové situácie. V súčasnosti sú dopravné prostriedky a dopravná infraštruktúra vybavované rôznymi modernými technológiami na báze telekomunikačných, elektronických a informačných technológií. Tieto technológie, ktoré sa nazývajú inteligentné

dopravné systémy umožňujú automaticky podchytiť informáciu, spracovať ju a zaistiť jej výmenu medzi dopravnými prostriedkami v spojitosti s pevnými zariadeniami na dopravnej infraštruktúre alebo s riadiacou ústredňou, resp. call centrom. [1, 2]

Problematika inteligentných dopravných systémov má pomerne široký záber, ako v spektre ponúkaných služieb, tak i v možnostiach ich využitia. Jedným z množstva moderných riešení v rámci bezpečnosti cestnej premávky je aj budovanie inteligentných priechodov pre chodcov, ktoré sú inováciou v oblasti bezpečných priechodov pre chodcov. Princíp inteligentných priechodov pre chodcov predstavuje kombináciu technických opatrení, stavebných úprav, ako aj využitia rôznych elektrotechnických zariadení pri ich konštruovaní a výstavbe. Jeden zo spôsobov fungovania inteligentného priechodu pre chodcov spočíva v tom, že ak sa chodec dostane do detekčnej zóny zariadenia na zaznamenanie prítomnosti chodca, rozblíkajú sa výstražné LED svetlá umiestnené nad dopravným značením označujúcim priechod pre chodcov spolu s LED gombíkmi zabudovanými vo vozovke, a tieto blikajú počas prechodu chodca z jednej strany komunikácie na druhú. Za posledné roky bol zaznamenaný zvýšený záujem o budovanie inteligentných priechodov pre chodcov. Jednou z obcí, ktoré takýto priechod vybudovala je aj obec Lozorno v okrese Malacky. [1, 2]

2 INTELIGENTNÉ DOPRAVNÉ SYSTÉMY

Inteligentnými dopravnými systémami sa chápu také informačné systémy, ktoré slúžia ako dozorný a riadiaci systém rozširujúci dopravnú infraštruktúru o informačné technológie slúžiace na zber, spracovanie a distribúciu informácií z dopravných technologických zariadení, na manažment dopravy a činností priamo súvisiacich s dopravou. [5]

Základné predpoklady, ktoré viedli k vzniku inteligentných dopravných systémov sú poskytovanie komplexných informácií účastníkom cestnej premávky, zlepšenie životnej úrovne a ekonomický rast, zvýšenie bezpečnosti a plynulosti cestnej premávky, zníženie negatívnych vplyvov na životné prostredie. Inteligentné dopravné systémy teda umožňujú komplexný pohľad na všetky druhy dopravy a uľahčujú riešenie koordinácie prepojenia rôznych dopravných systémov. Tieto systémy môžu priniesť výhody pokiaľ ide o účinnosť, udržateľnosť a zaistenie bezpečnosti cestnej prevádzky. Tiež môžu prispievať k cieľom národného trhu a konkurencieschopnosti na medzinárodnej úrovni, nakoľko činnosti v tejto oblasti boli zamerané najmä na ekologickú a energeticky účinnú dopravu, dopravné preťaženie, riadenie a bezpečnosť cestnej premávky, bezpečnosť obchodnej dopravy alebo mestskú mobilitu. Mnohé otázky je však potrebné riešiť na európskej či medzinárodnej úrovni, aby nevznikla neprehľadná sieť aplikácií a služieb inteligentných dopravných systémov. [1, 2, 3]

Inteligentné dopravné systémy sú postavené na troch základných princípoch, ktorými sú informácia – komunikácia – integrácia. Informácie a mobilita majú niektoré základné aspekty spoločné, a to prístup k informáciám, právo na voľný pohyb osôb a tovarov (základné práva v demokratickej spoločnosti), a taktiež predstavujú podmienku produktivity a ekonomickej efektívnosti. Inteligentné dopravné systémy umožňujú všetkým zúčastneným byť pri rozhodovaní lepšie informovaným, usmerňovaným a viac inteligentným. Tieto systémy poskytujú kontinuálne zabezpečenie jazdnej rýchlosti, dodržiavanie bezpečných vzdialeností medzi automobilmi, dynamické navigovanie vozidiel do vopred určeného cieľa a navrhovanie najvhodnejšej cesty medzi štartom a cieľom, optimalizujú prepravu osôb a tovarov využitím multimodálnych metód prepravy, zvyšujú rýchlosť prepravy osôb a nákladov. Cestujúcim sa tak poskytne komplexná informovanosť, zvyšuje sa bezpečnosť a komfort cestovania. [1, 3]

Svetová cestná asociácia PIAR zaviedla štruktúru inteligentných dopravných systémov, ktorú tvorí 32 služieb zaradených do 8 základných skupín. (Vid'. Tab. 1)

Tab. 1 Štruktúra inteligentných dopravných systémov [3]

RIADENIE DOPRAVY	1.	Podpora v dopravnom plánovaní
Progresívne riadiace dopravné systémy	2.	Riadenie dopravy
	3.	Riadenie výnimočných stavov
	4.	Riadenie dopytu
	5.	Presadzovanie a aplikácia dopravných predpisov
	6.	Riadenie údržby cestnej infraštruktúry
DOPRAVNÉ INFORMÁCIE	7.	Informovanosť pred vykonaním cesty
Progresívne informačné systémy pre cestujúcich	8.	Informovanosť vodiča počas jazdy
	9.	Informovanosť cestujúcich vo verejnej doprave počas jazdy
	10.	Informačné služby cestujúcim
	11.	Navigácia dopravy
VOZIDLO	12.	Zlepšovanie rozhladu
Progresívne systémy riadenia vozidla	13.	Automatické riadenie vozidla
	14.	Vyhýbanie sa pozdĺžnym kolíziám počas jazdy
	15.	Vyhýbanie sa priečnym kolíziám počas jazdy
	16.	Pohotovostná bezpečnosť
	17.	Obmedzovanie prednehodových stavov
KOMERČNÁ DOPRAVA	18.	Predzúčtovanie prepravy tovarov
Komerčná prevádzka vozidlových parkov	19.	Administratívne spracovanie údajov
	20.	Automatická kontrola bezpečnosti jazdy
	21.	Automatické monitorovanie kontroly jazdy
	22.	Riadenie vozidlových parkov
VEREJNÁ DOPRAVA	23.	Riadenie verejnej – hromadnej dopravy
Progresívne systémy hromadnej dopravy	24.	Riadenie dopytu / vytvárania dopravy
	25.	Riadenie dĺžky dopravy
HAVARIJNÉ STAVY	26.	Oznamovanie havarijných stavov a osobná bezpečnosť
	27.	Riadenie záchranej služby
	28.	Ohlasovanie výnimočných stavov a preprava nebezpečných nákladov
ELEKTRONICKÉ PLATBY	29.	Elektronické finančné prevody
BEZPEČNOSŤ	30.	Bezpečnosť verejnej dopravy
	31.	Zvyšovanie bezpečnosti nechránených účastníkov cestnej premávky
	32.	Inteligentné križovatky

3 INTELIGENTNÉ PRIECHODY PRE CHODCOV

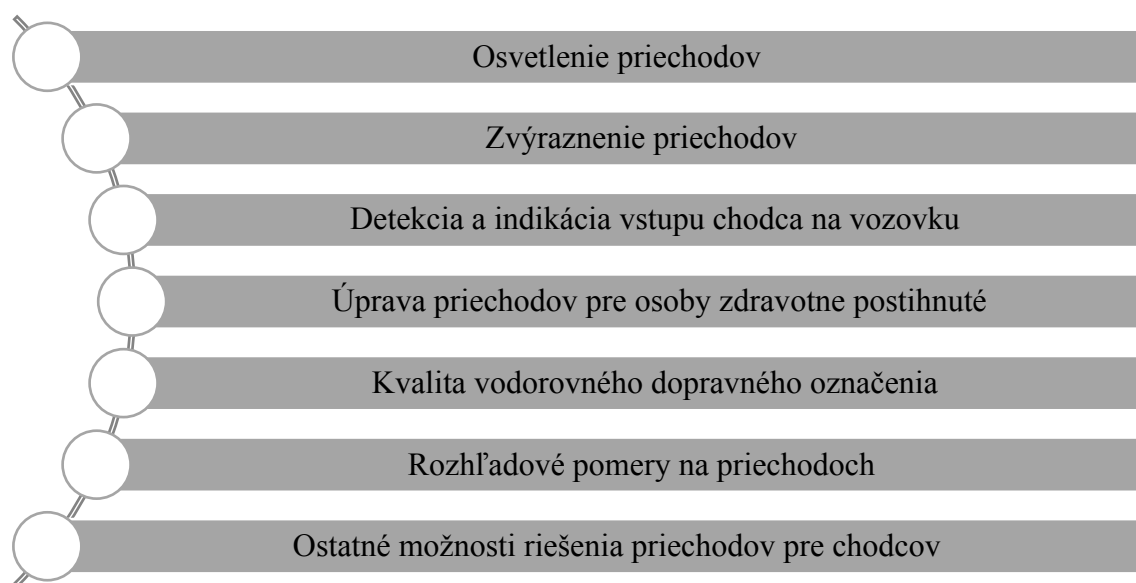
Priechod pre chodcov je miestom umožňujúcim chodcom prejsť bezpečne cez vozovku a nachádza sa na miestach obvyklého prechodu chodcov cez cestnú komunikáciu. Táto problematika je už dlhé roky riešená jednak z pohľadu chodcov a ich ochrany, ale aj z pohľadu bezpečnosti a plynulosti cestnej premávky. Existujú rôzne vyhotovenia priechodov pre chodcov, ktoré sa navzájom líšia samotným vyhotovením priechodu, použitými technológiami upozornenia chodca alebo vodiča. Rozlišujeme nasledovné druhy priechodov pre chodcov: klasický priechod pre chodcov vyznačený dopravnými značkami, priechod pre chodcov s červeným podkladom, priechod pre chodcov vyznačený dopravnými gombíkmi, osvetlený priechod pre chodcov, psychologická optická brzda, spomaľovací prah pred priechodom pre chodcov, priechod pre chodcov doplnený strednými deliacimi ostrovčekmi, podchody, nadchody. [1, 4]

3.1 Charakteristika inteligentných priechodov pre chodcov

Jedným z predstaviteľov inteligentných dopravných systémov je inteligentný priechod pre chodcov. Možno ho vytvoriť kombináciou rôznych druhov priechodov pre chodcov. Inteligentné priechody pre chodcov predstavujú veľmi moderné priechody vyhovujúce nielen bezpečnosti cestnej premávky, ale zároveň pôsobia ako celkom samostatný dopravný systém, ktorý detekuje chodca už v jeho blízkosti. Tento systém funguje nezávisle na ďalších dopravných systémoch (napr. križovatkách). Súčasťou týchto priechodov sú zapustené blikajúce LED svietidlá, detekčné zariadenia, dopravné značky s blikajúcimi LED svietidlami, podfarbené dopravné značky s výraznými rámami, osvetlenie priechodov, 3D zvýraznenie samotných bielych pruhov priechodu, stredové deliace ostrovčeky, zúžené jazdné pruhy, opatrenia pre zlepšenie rozhľadových pomerov v blízkosti priechodu a mnohé ďalšie opatrenia. [1, 6]

Hlavnými cieľmi budovania inteligentných priechodov pre chodcov je zníženie počtu dopravných nehôd s účasťou chodcov, zmiernenie následkov a zranení, prípadne zabránenie smrti chodcov, zvýšenie pozornosti vodičov, ako aj zlepšenie viditeľnosti pri nepriaznivých klimatických podmienkach. [7]

3.2 Riešenia inteligentných priechodov pre chodcov



Obrázok 1 Riešenia inteligentných priechodov pre chodcov [1]

3.2.1 Osvetlenie priechodu

Jednou z možností ako zvýšiť bezpečnosť chodcov na priechodoch vo večerných a nočných hodinách je ich osvetlenie. Ide o zvýraznenie exponovaných priechodov pre chodcov farbou svetla, intenzitou a smerovým charakterom osvetlenia tak, že chodec je osvetlený zo smeru jazdy vozidla a je vo veľkom pozitívnom kontraste na tmavšom pozadí. Chodca možno na priechode zvýrazniť pozitívnym alebo negatívnym kontrastom oproti pozadiu vozovky. Negatívny kontrast je možné dosiahnuť základným osvetlením komunikácie, ktoré je správne navrhnuté. Pozitívny kontrast znamená, že jas osvetľovanej osoby má byť výrazne vyšší (aspoň

trojnásobne) ako jas vozovky. Odporúča sa osvetliť tiež nástupný priestor, čiže chodník do vzdialenosti približne jedného metra od krajnice. Svetidlo musí byť inštalované v dostatočnom odstupe pred priechodom, obvykle asi do 1/3 jeho výšky nad vozovkou.

V prípade, že bude priechod viesť naprieč vozovkou s viacerými jazdnými pruhmi, k jeho dostatočnému osvetleniu nebude postačovať len jedno svetidlo na chodníku, ale bude potrebné inštalovať ďalšie svetidlo na úrovni stredového pruhu. Svetidlo v strede vozovky musí byť ľavostranné, teda vyžarujúce smerom k priechodu. Dosiahnuť kvalitné osvetlenie je možné len svetidlami s priečne asymetrickou fotometrickou plochou svetivosti, teda svietiacimi prevažne v smere kolmom na os priechodu. Iné svetidlá, vrátane tých s asymetriou v smere osi priechodu splnia svoj účel len čiastočne. Zvýraznia síce priechod vyššou svetivosťou (prípadne farbou), avšak už nedokážu dostatočne osvetliť chodca, preto veľkosť kontrastu je oveľa menšia ako u svetidiel so správnym smerovaním svetla. [1, 8]

3.2.2 Zvýraznenie priechodu

Ak je vodič informovaný, že sa chodec blíži k priechodu, určite spozornie, čím významne klesne riziko stretu s chodcom. Zvýrazniť priechod možno niekoľkými spôsobmi, a to zvýšením hladiny osvetlenia (jasu), farebným rozlíšením (použitím svetelného zdroja s iným farebným tónom svetla, ako je použitý k osvetleniu priebežnej komunikácie), zdôrazneným zvislého značenia, prípadne doplnením blikajúceho návestia, zdôraznením LED svetidiel zapustených do vozovky.

Zapustené blikajúce LED svetlá - je veľmi účinné z hľadiska pozornosti účastníkov premávky a ich bezpečnosti umiestniť prostriedky indikácie zmeny stavu na dopravnej infraštruktúre priamo do miesta s najväčšou prirodzenou pozornosťou. Z tohto dôvodu sa používajú špeciálne zapustené návestidlá, ktoré vhodne indikujú stavy na dopravnej infraštruktúre. Optický systém zapustených návestidiel sústreďuje svetelnú energiu do úzkeho kužeľa a tým dosahuje vysoké intenzity svetelného toku v danom smere. Kužeľ svetelného toku zviaza s vozovkou ostrý uhol ($<10^\circ$), čo je významné pre bezpečnosť cestnej premávky. Zapustené návestidlo neoslňuje vodičov vozidiel v bezprostrednej blízkosti jeho inštalácie, ale je veľmi výrazne už zo vzdialenosti 30 - 50 metrov.

Pre zvýraznenie priechodu pre chodcov bola vybratá biela farba svetelných zdrojov. Inštaluje sa do stredu bieleho pruhu „zebrý“. Svetelné zdroje vyžarujú v dvoch smeroch, vždy rovnobežne s oboma jazdnými smermi. Osadené návestidlá pôsobia na vodičov v celej šírke vozovky a výborne plnia svoju funkciu najmä v čase zníženej viditeľnosti, za súmraku, za tmy a nepotrebujú dodatočnú reguláciu svetelného toku. Pre denné použitie, predovšetkým pri ostrom slnečnom svetle sa odporúča jednosmerné zapustené návestidlo s niekoľko násobne vyšším svetelným tokom. Toto návestidlo je vhodné do obzvlášť nebezpečných miest alebo do úsekov častých dopravných nehôd spôsobených nedaním prednosti v jazde. [1, 9]

Farby LED zdrojov je možné kombinovať a v prípade inteligentných priechodov pre chodcov sa využívajú farebné škály, kde na základe detekcie chodca v tzv. detekčnej zóne dochádza k preblikávaniu LED svetidiel oranžovo – červenej farby, z pôvodnej pokojnej fázy, kedy spojito svieti biele svetlo. Jednotlivé farby možno nezávisle spínať a tým zvýšiť kontrast medzi oboma indikačnými stavmi. Vysoký svetelný výkon umožňuje účinné použitie aj pri ostrom dennom slnečnom svetle. Zapustené návestidlá vďaka svojim vlastnostiam vyhovujú bezpečnosti cestnej premávky a zároveň spĺňajú požiadavky upozornenia účastníkov premávky na nebezpečné miesto dopravnej infraštruktúry. Účastníci premávky obvykle spozorujú a

spomalia svoj pohyb (jazdu, chôdzu). Tým je dosiahnuté upokojenie dopravy a zvýšenie bezpečnosti všetkých účastníkov premávky v okolí inštalácie zariadenia. [1]

3.2.3 Detekcia a indikácia vstupu chodca na vozovku

Priechody pre chodcov na komunikáciách s vysokou intenzitou dopravy, na komunikáciách s viacerými jazdnými pruhmi, na neprehľadných alebo inak problémových úsekoch sú najčastejším miestom dopravných nehôd s ťažkými následkami. Zvýšené nebezpečenstvo je najmä na štvorpruhových komunikáciách, kde rozmerné vozidlo (autobus, nákladný automobil, atď.) idúce v pravom jazdnom pruhu, ktorého vodič zastaví a dáva prednosť chodcovi, zároveň zakryje chodcovi a vodičovi idúcemu v ľavom jazdnom pruhu výhľad. Týmto vzniká veľmi nebezpečná situácia. Schopnosť rozlíšenia výskytu chodca na priechode pre chodcov vodičmi idúcich vozidiel je preto kľúčová pre bezpečnosť účastníkov cestnej premávky. Jedným zo spôsobov ako posilniť túto schopnosť, je využitie dynamického detektora, ktorý v sústave s výstražnými blikajúcimi svetidlami alebo zapustenými LED svetidlami informuje vodiča o aktuálnom výskyte chodca na priechode aj v okamihu, kedy nie je dostatočne viditeľný (napr. v miestach pozdĺžne parkujúcich vozidiel alebo na viacpruhových komunikáciách, atď.). [1, 9]

Dynamická detekcia aktuálneho výskytu chodcov spočíva v kombinácii špeciálne vyvinutej mikrovlnnej a video technológie. Mikrovlnná technológia sleduje pohyb v detekčnej zóne, video – detekcia sleduje stojaceho chodca predovšetkým v oblasti chodníka. Spojením oboch technológií vznikne spoľahlivý detekčný systém, ktorý umožňuje „modelovať“ ľubovoľný tvar detekčnej zóny priechodu pre chodcov. Tvar detekčnej zóny sa nastavuje pomocou počítača závisle na geometrii danej lokality. Detekčný systém dokáže rozlišovať vozidlo a chodca. Výstup môže byť rovnako použitý pre čítanie relatívnej dopravy, avšak pritom platí, že detekcia musí byť spoľahlivá a indikácia výrazná aj v dobe maximálneho slnečného svitu. [1, 9]

Keď nie je chodec detekovaný, svieti spojené biele LED svetidlo zapustených návestidiel. Oranžové blikajúce svetlo v tvare vykračujúceho chodca je zhasnuté. Ak je detekovaná prítomnosť chodca, dôjde k jeho okamžitej indikácii do zorného poľa vodiča riadiaceho vozidlo. Zapustené návestidlá začnú blikáť a súčasne v každej pol-perióde zhasnutia zapustených návestidiel dôjde k rade zábleskov oranžového blikajúceho svetla vo forme panáčika. V druhej pol-perióde je oranžové blikajúce svetlo zhasnuté. Táto kombinácia sa opakuje po celú dobu výskytu chodca v oboch detekčných zónach (vstupu a výskytu). Spínanie osvetlenia priechodu je zabezpečené nezávislými spínacími hodinami s celoročným spínacím kalendárom. [1, 9]

3.2.4 Úprava priechodov pre osoby zdravotne postihnuté

Priechod pre chodcov je jeden z množstva kritických miest na mestských komunikáciách, a preto je potrebné zohľadniť potreby občana so zníženou schopnosťou pohybu, vodičára, či nevidiaceho. Z hľadiska osôb so zníženou schopnosťou pohybu, pohybujúcich sa väčšinou pomocou palice alebo barly, je potrebné, aby povrch nebol klzký a zároveň treba rešpektovať potrebu vodiaceho pásu pre nevidiacich a slabozrakých.

Pre orientáciu a bezpečný pohyb osôb zrakovo postihnutých sa na miestach verejne prístupných a komunikáciách používajú vodiace línie. Osoby, ktoré sú úplne nevidiace musia mať možnosť nahmatať vodiace línie nášľapom alebo slepeckou palicou. Tie osoby, ktoré vidia

aspoň čiastočne sa podľa vodiacich línií môžu orientovať aj zrakom, za predpokladu výrazného kontrastu línií od okolitého prostredia. Na priechodoch pre chodcov sa na presnú orientáciu zrakovo postihnutých zriaďuje vodiaci pás priechodu ako súčasť vodorovného dopravného značenia. Signalizačný pás predstavuje zvláštnu formu umelej vodiacej línie, ktorá označuje miesto odbočenia z vodiacej línie k orientačne dôležitému miestu, určuje najmä prístup k priechodom pre chodcov a súčasne určuje smer prechádzania. [10]

Pre orientáciu zrakovo postihnutých o skutočnostiach, ktoré nedokážu vnímať hmatom sa zriaďujú akustické orientačné majáky, ako napríklad doplnková zvuková signalizácia na priechodoch riadených svetelnou signalizáciou. Dôležitou súčasťou priechodu pre osoby zrakovo postihnuté je varovný pás. Ide o zvláštnu formu umelej vodiacej línie ohraničujúcej miesto, ktoré je pre tieto osoby trvalo neprístupné alebo nebezpečné, definuje rozhranie medzi chodníkom a vozovkou v mieste zníženého obrubníka, resp. určuje hranicu vstupu na priechod.

Zvláštnou formou varovného pásu je hmatný pás. Ohraničuje miesto, ktoré na chodníku spojenom s cyklistickým chodníkom určuje rozhranie medzi vymedzeným priestorom pre cyklistov a pre chodcov. U vozičkárov vzniká pri väčšom výškovom rozdieli medzi úrovňou chodníka a vozovky nebezpečenstvo vyklopenia z vozíka. Problém môže nastať aj pri nájazde z priechodu na chodník, kde je vozičkár nútený prekonať tzv. schod, čo nemusí byť jednoduché vzhľadom k fyzickým parametrom postihnutého. U priechodov, pri ktorých sa stretávame s ručne ovládanou svetelnou signalizáciou musia byť ovládacie prvky umiestnené v dosahu vozičkára. [11]

3.2.5 Kvalita vodorovného dopravného značenia

Kvalita vodorovného dopravného značenia závisí od niekoľkých faktorov, a to od typu náterovej látky, drsnosti, aplikácie v klimatických podmienkach a spôsobu aplikácie.

Typ náterovej látky – najčastejšie sa používajú syntetické a vodou riediteľné náterové látky. Nevýhodou týchto materiálov je krátka životnosť (časové obdobie), keď spĺňajú požadované parametre. Priechody pre chodcov sú opotrebované prejazdom motorových vozidiel, ako aj opotrebovaním chodcami. [12]

Drsnosť – zaisťuje sa predovšetkým materiálom na dodatočný posyp (batolina, zmes batoliny, zdršňujúci materiál), pričom vyššie hodnoty drsnosti sa dosahujú použitím materiálov na dodatočný posyp obsahujúcich určitý podiel zdršňujúcich prísad. Ďalší faktor, ktorý ovplyvňuje tento parameter je drsnosť vozovky. Väčšina syntetických látok používaných na vodorovné dopravné značenie má zlé protišmykové vlastnosti, v dôsledku čoho vzniká najmä pri nepriaznivých poveternostných podmienkach (dážď, sneh, mráz) pre chodcov nebezpečenstvo pokĺznutia a úrazu. Zároveň to predlžuje brzdnú dráhu pri brzdení motorových vozidiel. [12]

Aplikácia v klimatických podmienkach – výrobca v technických listoch informuje o podmienkach aplikácie vodorovného dopravného značenia, ktoré je potrebné dodržať. Ide predovšetkým o teplotu vzduchu, teplotu podkladu, relatívnu vlhkosť vzduchu a pod. Pred samotnou aplikáciou musí byť podklad suchý, čistý, bez olejových škvŕn a teplota vozovky musí byť nad rosným bodom. [12]

Spôsob aplikácie – strojové zariadenia pracujú na viacerých princípoch aplikácie materiálov na dodatočný posyp. [12]

3.2.6 Rozhľadové pomery na priechodoch pre chodcov

Významným činiteľom, ktorý vplýva na bezpečnosť chodcov a vodičov sú rozhľadové pomery. Správne rozhľadu na priechodoch v mnohých prípadoch bránia prekážky najrôznejších druhov. Ide o prekážky pevné, pohyblivé alebo dočasné a náhle. Pozdĺž komunikácie sa nachádza veľké množstvo rôznych pevných prekážok, ako sú napríklad rastúce stromy, stĺpy dopravného značenia, podpory mostov, steny domov, oporné múry, reklamné tabule, zábradlie na mostoch, stĺpy, predajné stánky, prístrešky zastávok, atď. [1]

Stromoradie je nebezpečné na vnútornej strane smerového oblúka, pretože zhoršuje rozhľad na zastavenie vozidla. Jednotlivé stromy môžu brániť vodičom vo výhlade na križovatkách a v oblúkoch, pri pohľade na dopravné značky, bezpečnostné zariadenia alebo iné vozidlá. V letných mesiacoch dokáže obmedziť rozhľad aj vysoká tráva či rôzne kry popri komunikácii. Pohyblivými prekážkami sú idúce vozidlá väčších rozmerov, napr. kamióny, autobusy, traktory, karavány, atď. Dočasnou prekážkou môže byť vozidlo zaparkované v rozpore s predpismi, preto by sa parkovacie pruhy mali ukončiť v dostatočnej vzdialenosti od okraja priechodu pre chodcov. Vhodné je navrhnúť pri priechodoch, kde hrozí parkovanie v rozpore s právnymi predpismi, vysadené chodníkové plochy, ktoré bránia vodičom zaparkovať tesne pred priechodom pre chodcov. [1]

3.2.7 Ostatné možnosti riešenia priechodov pre chodcov

V reálnych prípadoch dochádza ku kombinácii niekoľkých opatrení, čím sa bezpečnosť ďalej zvyšuje. Účinným riešením bývajú opatrenia stavebno-technického charakteru, ako napríklad zvedenie viacprúdovej komunikácie do jedného pruhu pred priechodom, ktoré zaistí zníženie rýchlosti prechádzajúcich vozidiel. V niektorých prípadoch stačí samotné umiestnenie radaru na meranie rýchlosti alebo informačná tabuľa, ktorá vodičov upozorňuje na ich aktuálnu rýchlosť. Zníženie rýchlosti možno dosiahnuť aj s pomocou spomaľovacích retardérov.

Priestorové 3D zvýraznenie priechodu pre chodcov - táto úprava priechodov pre chodcov je veľmi jednoduchá, avšak veľmi účinná. Spočíva v úprave vodorovného dopravného značenia V7 jeho jednoduchým prekreslením. Kombináciou vhodných tvarov a odtieňov farieb sa dosiahne priestorový klam v podobe priečného prahu. Vodiči majú teda tendenciu znížiť rýchlosť pred opticky vytvorenou prekážkou a sústredia sa na priechod. Nevýhodou však je, že vodič pri opakovanom prejazde toho istého miesta stráca podvedomý reflex. [13]

Bezpečnostné pred-priechodové pásy ROCBINDA - inštalácia uvedeného prvku sa zaobíde bez nutnosti stavebných úprav. Spočíva vo vytvorení červených pásov v oboch jazdných protismerných pruhoch, v dĺžke 20 metrov pred priechodom pre chodcov. Červená farba pásu zaistí včasné varovanie vodičov na kritické miesto. Okrem toho je povrch pásu výrazne drsnejší oproti okolitej vozovke, čo podstatne zvyšuje brzdné účinky vozidiel. Za mokra dokáže tento pás skrátiť brzdnú dráhu až o 33 %.

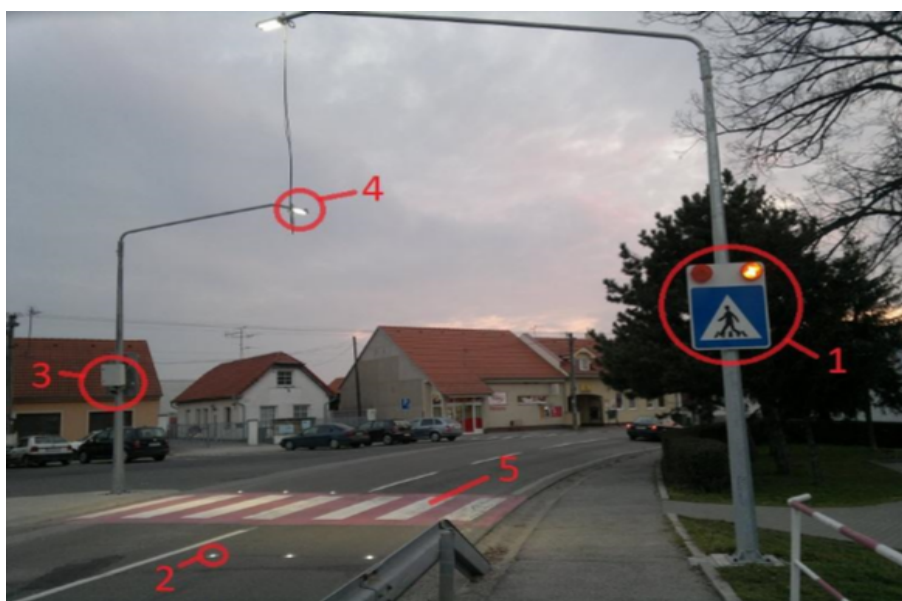
Inštalácia stredového ostrovčeka alebo pásu - zabezpečenie priechodu pre chodcov týmto spôsobom si vyžaduje stavebné úpravy, avšak takéto riešenie je veľmi účelné. Využíva sa predovšetkým na komunikáciách s viacerými pruhmi, či na vozovkách s vysokou intenzitou vozidiel. Chodec, ktorý sa chystá použiť priechod, môže najskôr vyhodnotiť dopravnú situáciu iba z ľavého smeru a následne z pravého smeru. Dráha plynulého prechádzania je teda polovičná. Rýchlosť vozidiel u takto upravených priechodov sa týmto opatrením znižuje. Tento

systém však prináša výhody aj pre motorové vozidlo, rozdelením priechodu na dve časti dosiahneme väčšiu plynulosť premávky. [13]

4 POSÚDENIE INTELIGENTNÉHO PRIECHODU PRE CHODCOV V OBCI LOZORNO

Obec Lozorno sa nachádza na Záhorí, v okrese Malacky a patrí do Bratislavského samosprávneho kraja. Obcou prechádza cesta II. triedy (II/501), ktorá je najviac frekventovanou cestnou komunikáciou v Malackom okrese. Denne touto cestnou komunikáciou prejde v priemere viac ako 7 600 vozidiel. Uvedená komunikácia prechádza centrom obce, v ktorého blízkosti sa nachádza viacero objektov občianskej vybavenosti, ako napríklad obecný úrad, potraviny, kostol, centrum kultúry, pohostinstvo, reštaurácia, hotel, a tiež aj zastávka autobusovej dopravy.

V tomto úseku sa nachádza dvojité, relatívne neprehľadná zákruta tvaru S, čo pri zvýšenom pohybe chodcov prechádzajúcich cez vozovku výrazne zvyšuje nebezpečenstvo vzniku dopravnej nehody s účasťou chodca. Zvýšenie bezpečnosti chodcov si najmä v takýchto prípadoch vyžaduje využitie umelej inteligencie, v tomto prípade ide konkrétne o inteligentný priechod pre chodcov, ktorý uľahčuje ľuďom prechádzanie cez cestu a zvyšuje zároveň pozornosť vodičov.



Obr. 1 Inteligentný priechod pre chodcov v obci Lozorno počas dňa

Legenda: 1 – zvislá dopravná značka s výstražnými blikajúcimi svetlami, 2 – zapustené blikajúce LED svetidlá, 3 – detekčné zariadenie, 4 – osvetlenie priechodu, 5 – zvýraznená vodorovná dopravná značka

4.1 Princíp fungovania inteligentného priechodu pre chodcov

Súčasťou inteligentného priechodu pre chodcov sú dve lampy, ktoré ho osvetľujú zhora a sú napojené na verejné obecné osvetlenie, zapínajú sa teda v čase rozsvietenia verejného osvetlenia. Toto osvetlenie má intenzitu 8 tisíc lúmenov, čo znamená, že je rovnako silné ako denné svetlo. V cestnom telese sú pred priechodom v smere jazdy vozidiel umiestnené LED

svietidlá bielej farby a na zvislom dopravnom značení sú umiestnené výstražné blikajúce svietidlá oranžovej farby.

Priechod je zároveň farebne vyznačený vodorovným dopravným značením. Za zvislou dopravnou značkou je umiestnený snímač pohybu, ktorý zachytí chodca pri priblížení sa k priechodu a následne začnú preblikávať LED diódy umiestnené vo vozovke a na zvislom dopravnom značení, ktoré upozorňujú prichádzajúce vozidlá, že sa na prechode alebo v jeho blízkosti nachádza chodec. Záblesky LED svietidiel uložených vo vozovke sú viditeľné cez deň aj v noci a vďaka vodorovnému nasmerovaniu záblesku nedochádza k oslepeniu vodiča vchádzajúceho do zóny priechodu pre chodcov.



Obr. 2 Inteligentný priechod pre chodcov v obci Lozorno počas noci

4.2 Nedostatky inteligentného priechodu pre chodcov

Významným nedostatkom vyššie uvedeného priechodu je nevhodné umiestnenie detekčného zariadenia v smere z Jablonového, ktoré je nainštalované na stĺpe osvetlenia priechodu. Tento stĺp nie je v tesnej blízkosti priechodu tak, ako stĺp na opačnej strane, ale je umiestnený vo vzdialenosti cca 2 – 3 metre od priechodu. Oblasť snímania detekčného zariadenia je tým posunutá bližšie k stĺpu, čo má za následok, že detekčné zariadenie nedokáže snímať chodcov prichádzajúcich na priechod v smere od Malaciek, prípadne v smere od požiarnej zbrojnice.

Táto situácia je veľmi nebezpečná pre chodcov, ktorí vstupujú na vozovku v presvedčení, že sú v blízkosti priechodu a detekčné zariadenie ich nasnívalo, a preto svetelná signalizácia upozorňuje prichádzajúce vozidlá na prítomnosť chodca na priechode. Naopak, pravidelne prechádzajúci vodiči nezvyšujú svoju pozornosť vzhľadom na to, že svetelná signalizácia ich neupozorňuje na prítomnosť chodcov. Najmä v noci alebo za zníženej viditeľnosti by takáto súhra okolností mohla mať za následok vznik kolízie.



Obr. 3 Oblasť snímania detekčného zariadenia

5 ZÁVER

Značná časť príspevku je venovaná inteligentným dopravným systémom, a to najmä priechodu pre chodcov ako predstaviteľovi jedného z inteligentných dopravných systémov. Poukázali sme na možné technické opatrenia, stavebné úpravy, využitie rôznych elektrotechnických zariadení pri konštruovaní nových priechodov alebo úprave existujúcich, čím sa miesto prechodu chodcov cez komunikáciu stáva oveľa bezpečnejším.

Inteligentné dopravné systémy sú nepochybne jedným z najúčinnnejších nástrojov, ako pozitívne ovplyvňovať situáciu v cestnej premávke. Plnia viacero funkcií, tak v oblasti bezpečnosti, ako aj v oblasti zvyšovania pohodlia a komfortu účastníkov cestnej premávky. V poslednom období zaznamenávame zvýšený záujem o budovanie inteligentných priechodov pre chodcov a jednou z obcí, ktoré takýto priechod vybudovala je aj obec Lozorno na Záhorí. Pri zisťovaní princípu fungovania tohto priechodu sme postrehli významný nedostatok. Stĺp, na ktorom je umiestnené detekčné zariadenie na zaznamenanie prítomnosti chodca v blízkosti priechodu je umiestnený cca 2 -3 m od okraja priechodu. Z tohto dôvodu nedokáže zaznamenať chodca prichádzajúceho z opačnej strany, a preto svetelná signalizácia neupozorní vodičov prichádzajúcich vozidiel, že sa na priechode nachádza chodec. Takáto situácia môže byť veľmi nebezpečná.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. ČOPIAK, M. Využitie inteligentných dopravných systémov pri zvyšovaní bezpečnosti cestnej dopravy. Bratislava: Akadémia PZ v Bratislave. Bakalárska práca. 2013. 55 s.
2. DADO, M. - ZAHRADNÍK, J. a kol. Technológie a služby inteligentnej dopravy, 1. vydanie, Žilina: EDIS, 2007. 378 s. ISBN 978-80-8070-691-3.
3. FELCAN, M. Bezpečnosť cestnej premávky v SR (v kontexte s Európskou chartou), 1. slovenské vydanie, Bratislava: Akadémia PZ v Bratislave, 2009. 348 s. ISBN 978-808054-478-2.
4. KOPECKÝ, M. Osvetlenie priechodu pre chodcov s bezpečnostnou signalizáciou. [online]. 2013, [cit. 2018.01.14]. Dostupné na internete:

- <http://www.olympiadatechniky.zcu.cz/@2013/Sbornik_OT2013_online/sekce/kopec_ky_clanek.pdf>.
5. MDPaT SR - Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií. Inteligentné dopravné systémy a dopravné technologické zariadenia. TP 10/2008. 192 s.
 6. Řešení pro bezpečné přechody pro chodce. [online]. [cit. 2018.09.17]. Dostupné na internete:
<http://www.perfected.cz/docs/products/elektricke_blikace.pdf>.
 7. CrosswalkLighting Systems. [online]. [cit. 2018.09.18]. Dostupné na internete:
<<http://www.lightguardsystems.com/>>.
 8. MAIXNER, T. Osvětlení přechodů pro chodce. [online]. 2008, [cit. 2018.10.02]. Dostupné na internete:
<http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=37603>.
 9. LÁTAL, J. – PELZL, R. Systémy pro zklidnění dopravy a zvýšení bezpečnosti silničního provozu, zejména zvýšení bezpečnosti chodců. [online]. 2006, [cit. 2018.10.25]. Dostupné na internete:
<http://bezpecnamesta.cz/files/Systemy_pro_zklidneni_dopravy.pdf>.
 10. FILIPIOVÁ, D. 2002. *Projektujeme bez bariér*. [online]. Kolín: BOOM Tisk Kolín, 2002. [cit. 2018.10.24]. Dostupné na internete:
<http://www.filipiova.cz/publikace/odkazy/Projektujeme_bb_web.pdf>. ISBN 80-86552-18-7.
 11. ERLEBACH, M. 2012. *Analýza bezbariérové přístupnosti přechodů pro chodce v městě Žďár nad Sázavou*. [online]. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2012. [cit. 2018.10.24]. Dostupné na internete:
<http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/45837/2/ErlebachM_Anal%C3%BDzaBezbari%C3%A9rovosti_PD_2012.pdf>.
 12. JERGUŠOVÁ, M. – MORAVČÍKOVÁ, L. Bezpečnosť chodcov na priechodoch v Ťiline. [online]. 2013, [cit. 2018.10.26]. Dostupné na internete:
<<http://www.asb.sk/inzinierske-stavby/doprava/bezpecnost-chodcov-na-priechodoch-vziline>>.
 13. REZEK, P. 2009. *Analýza a návrh opatření pro zajištění vyšší bezpečnosti chodců v silničním provozu ve městě Říčany*. [online]. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2009. [cit. 2018.10.27]. Dostupné na internete:
<http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/33890/1/RezekP_Analyza%20a%20navrh_PB_2009.pdf>.