

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Asistenční prvek vozidel pro bezpečné přecházení chodců

– SAR

Bc. Trojan Ivanov

Diplomová práce

2014

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Trojan Ivanov**
Osobní číslo: **D11892**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Dopravní prostředky: Silniční vozidla**
Název tématu: **Asistenční prvek vozidel pro bezpečné přecházení chodců - SAR**
Zadávací katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích
3. Chodci v provozu na pozemních komunikacích
4. Návrh asistenčního prvku - SAR
5. Závěr

Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího diplomové práce

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran textu a přílohy

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

VLK, František. Elektronické systémy motorových vozidel 2. Brno: Nakladatelství a vydavatelství František Vlk, 2002. 293 s. ISBN 80-238 7282-6
HAVLÍK, Karel. Psychologie pro řidiče. Nakladatelství Portál, 2005. 224 s. ISBN 80-7178-542-3
Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů


Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Pokorný, Ph.D.
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání diplomové práce: 15. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce: 23. května 2013


prof. Ing. Bohumír Čulek, CSc.
děkan

L.S.


doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 15. února 2013.

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Olomouci dne 19. listopadu 2013.

Trojan Ivanov



Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Janu Pokornému, PhD., z Katedry dopravních prostředků a diagnostiky Dopravní fakulty Jana Pernera Univerzity Pardubice za odborné vedení při tvorbě této práce, za podporu, za vstřícnost a ochotu při poskytování informací a odpovědí na dotazy související s prací.

ANOTACE

Tato práce se věnuje problematice bezpečného přecházení chodců po přechodech pro chodce a to z pohledu vozidla přijíždějícího k přechodu pro chodce. Analyzuje současný stav této problematiky ve smyslu platné legislativy, psychologie řidiče, dopravně - technického provedení přechodů pro chodce a konstrukce vozidel. Výsledkem práce je návrh asistenčního prvku vozidel pro zvýšení bezpečnosti přecházejících chodců.

KLÍČOVÁ SLOVA

bezpečnost provozu na pozemních komunikacích, chodec, přechod pro chodce, asistenční prvek

ANNOTATION

This work is dedicated to the safety of pedestrians crossing the pedestrian crossing from the perspective of a vehicle approaching a pedestrian crossing. It analyzes the current status of this issue in accordance with the valid legislation, psychology drivers, traffic - the technical design of pedestrian crossings and construction vehicles. The result is a proposal assistance element of vehicles to improve safety of pedestrians conversion.

KEY WORDS

safety of road traffic, pedestrian, crosswalk, assistance element

1. Úvod	9
2. Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích	10
2.1. Legislativa	10
2.2. Zásady bezpečné jízdy.....	11
2.2.1. Technický stav vozidla	12
2.2.2. Brzdná dráha vozidla	13
2.2.3. Reakční doba řidiče	15
2.2.4. Schopnosti řidiče	16
2.2.5. Dodržování bezpečné vzdálenosti mezi za sebou jedoucími vozidly	16
2.2.6. Jízda v zimě a při zhoršených povětrnostních podmínkách.....	17
2.2.7. Jízda v noci a za snížené viditelnosti	17
2.2.8. Jízda zatáčkou a chování vozidel přetáčivých a neotáčivých	18
2.2.9. Předvídatost, ohleduplnost a defenzivní způsob jízdy	20
2.2.10. Vlivy působící na výkonnost řidiče	20
2.3. Psychologie řidiče	21
2.4. Elektronické bezpečnostní systémy silničních motorových vozidel	25
2.5. Příčiny a následky dopravních nehod.....	27
3. Chodci v provozu na pozemních komunikacích	30
3.1. Přečhody pro chodce	32
3.2. Umísťování přečhodů pro chodce	33
3.3. Chodec versus vozidlo.....	36
4. Návrh asistenčního prvku – SAR	44
4.1. Matematické řešení	47
4.1.1. Brždění vozidel.....	47
4.1.2. Síly působící na vozidlo při brždění	48
4.1.3. Rovnice rovnováhy pro brzdící automobil	49
4.1.4. Dosazení hodnot do rovnice rovnováhy a následný výpočet reakcí Z_1 a Z_2 :	50
4.1.5. Výpočet brzdných reakcí na kole vozidla pro různé povrchy (různé součinitele adheze)	50
4.1.6. Výpočet teoretické brzdné dráhy automobilu	51

4.1.7.	Celková dráha pro zastavení vozidla	54
4.1.8.	Modelové situace	63
5.	Závěr	81
	Seznam použité literatury	83
	Seznam obrázků	86
	Seznam tabulek	87

1. Úvod

S vývojem nových technologií a systémů se zvyšuje tempo ve většině oblastí lidské činnosti a v životě člověka samotného. Tomuto trendu se nevyhne ani oblast dopravy. Dochází ke zvyšování výkonových parametrů vozidel, jízdních vlastností, zvyšování pasivní bezpečnosti vozidel, zlepšování dopravní infrastruktury apod. Všechny výše jmenované aspekty mají za následek zvyšování rychlosti vozidel a dopravy obecně. Při tom všem však nelze opomenout problematiku bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích jako celku. V posledních letech hraje významnou roli rozvoj asistenčních systémů vozidel. Hlavní díl zodpovědnosti nadále zůstává na řidiči. Řízení dopravního prostředku představuje neustálé reagování na množství podnětů a neustálé obnovování rovnováhy mezi řidičem – vozidlem – komunikací – dopravní situací a ostatními účastníky provozu na pozemních komunikacích.

Mnohdy se řidič vžívá do role závodního jezdce a při tom zapomíná na své okolí. Zapomíná na to, že účastnit se provozu na pozemních komunikacích není účast na závodě. V běžném provozu dochází ke konfrontaci různých skupin účastníků provozu. Vedle motorových vozidel jsou to vozidla nemotorová a také chodci. Všechny tyto skupiny tvoří v provozu na pozemních komunikacích plnohodnotné celky, které mají svá práva, ale i své povinnosti. Mnohdy si je účastník vědom svých práv, ale zapomíná na své povinnosti vůči druhým.

Díky tlaku okolností, do kterých se člověk během života dostává, je mnohdy narušena nezbytná rovnováha v systému řidič – dopravní prostředí. Klesá soustředěnost řidiče v provozu, která je nezbytná k vyváženému a bezpečnému výkonu. Stále větší pozornost je proto věnována vývoji asistenčních systémů silničních motorových vozidel, jejichž prvořadým úkolem je minimalizovat vznik rizikových situací v provozu na pozemních komunikacích nebo upozornit řidiče na vznik takovéto situace a tím přispět ke zvyšování bezpečnosti. Nejde o to vytvářet stroje, které zbaví člověka veškeré zodpovědnosti, ale o vývoj sofistikovaných systémů a zařízení, které budou řidiči k dispozici, bude – li třeba řešit situace vzniklé selháním jednoho z prvků systému řidič – dopravní prostředí.

Při rozboru dopravních situací a dopravních nehod je nezbytně nutné porozumět fyzikální podstatě a mechanismu pohybu vozidel samotných na straně jedné a biomechanice a psychologii řidiče na straně druhé. Tyto dva, na první pohled, odlišné celky vytvářejí rovnováhu v systému řidič – dopravní prostředí.

2. Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích

Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích v posledních letech představuje významný společenský problém a to nejen v České republice. Například v roce 2009 bylo na pozemních komunikacích EU usmrceno více než 35 000 lidí a okolo 1 700 000 lidí bylo v souvislosti s dopravními nehodami zraněno. Finanční náklady, které společnosti v této souvislosti vznikly, se pohybovaly okolo 130 miliard eur. Statistiky dopravních nehod obecně vykazují pozitivnější trend, nicméně počty nehod jsou stále tristní. [16]

2.1. Legislativa

V problematice provozu na pozemních komunikacích, tak jako i v jiných oblastech lidské činnosti, je potřeba stanovit jisté mantinely, určitá pravidla hry, které budou vymezovat chování jedince v této oblasti. Člověk pro svůj život, pro své jednání potřebuje určité hranice, jejichž prvořadým úkolem je ochraňovat jak jeho samotného, tak i ostatní účastníky provozu na pozemních komunikacích a v neposlední řadě zmírnit ekonomický dopad, který s sebou vysoký počet dopravních nehod přináší. Denně se zde střetávají lidé rozdílných společenských postavení, smýšlení, nálad apod. Důsledkem selhání jednoho z elementů dopravního systému člověk – dopravní prostředí jsou zmařené lidské životy, rozvrácené rodiny a jiné, pro člověka devastující okolnosti.

Právní normou, která upravuje pravidla provozu na pozemních komunikacích je zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (dále jen zákon o silničním provozu), ve znění pozdějších předpisů a vyhláška č. 30/2001 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích a úprava a řízení provozu na pozemních komunikacích. [5]

Zákon upravuje práva a povinnosti účastníků provozu na pozemních komunikacích podle zvláštního právního předpisu (dále jen „pozemní komunikace“), pravidla provozu na pozemních komunikacích, úpravu a řízení provozu na pozemních komunikacích, řidičská

oprávnění a řidičské průkazy a vymezuje působnost a pravomoc orgánů státní správy a Policie České republiky (dále jen „policie“) ve věcech provozu na pozemních komunikacích. [9]

Vedle zákona č. 361/2000 Sb., existuje v České republice celá řada právních norem obsahující problematiku silniční dopravy. Mezi nejčastěji zmiňované patří zákon č. 247/2000 Sb., o získávání a zdokonalování odborné způsobilosti k řízení motorových vozidel a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů. K výše uvedeným zákonům patří celá řada vyhlášek, které uvedené zákony provádějí. [5]

Co se týká legislativy jiných členských států EU, tak lze obecně říci, že až na výjimky nejsou známy zásadní rozdíly v klíčových oblastech pravidel provozu na pozemních komunikacích.

V první řadě jde tedy o obecné pokyny a pravidla slušného chování, uvědomování si jeden druhého a vzájemného respektu. Realita dnešních dní je, ale mnohdy jiná. Zkušenosti z vyšetřování dopravních nehod ukazují, že zde v drtivé většině případů, dochází k selhávání lidského faktoru. [5]

2.2. Zásady bezpečné jízdy

Řízení motorových, ale i nemotorových vozidel, obecně pohyb jedince po pozemní komunikaci, se ve stále sílícím provozu stává čím dál tím více náročnější činností. Převážná většina zvýšených nároků a plná odpovědnost za pochybení v provozu je kladena na bedra řidiče. Přitom právě lidský faktor má na příčinách dopravních nehod dominantní podíl. Řidiči vozidel v provozu na pozemních komunikacích bývají denně vystavováni situacím, které musejí být schopni s odpovídajícím výsledkem vyřešit. Jde hlavně o situace, které lze v provozu předvídat, ale i situace, do kterých se může účastník provozu dostat ve velmi malém časovém okamžiku. Dochází zde k přímé konfrontaci člověka a techniky, respektive člověka a fyzikálních zákonů, které v souvislosti s pohybem vozidla v provozu na toto vozidlo a člověka působí.

Již v hodinách autoškoly je řidič začátečník teoreticky připravován na situace, do kterých se bude v provozu dostávat a nejen to, je vyučován a v praktických jízdách cvičen, jak vzniklé situace v provozu správně zvládnout i prakticky. Ve většině případů není problém v tom, že by se žák nedokázal se vzniklou situací vypořádat, spíše se zde později ukazuje neochota situaci řešit zodpovědně a v souladu se zásadami bezpečné jízdy.

Zásady bezpečné jízdy v sobě zahrnují uvědomování si několika velice důležitých poznatků o chování vozidla v konkrétní situaci, schopnostech člověka a platnosti fyzikálních zákonů v provozu vozidla po pozemních komunikacích. Při rozboru těchto, pro bezpečnost provozu na pozemních komunikacích, zásadních faktů, je pozornost věnována zejména těmto elementům:

- technický stav vozidla,
- brzdná dráha vozidla,
- reakční doba řidiče,
- schopnosti řidiče,
- dodržování bezpečné vzdálenosti mezi za sebou jedoucimi vozidly,
- jízda v zimě a při zhoršených povětrnostních podmínkách,
- jízda v noci a za snížené viditelnosti,
- jízda zatáčkou a chování vozidel přetáčivých a neotáčivých,
- předvídavost, ohleduplnost a defenzivní způsob jízdy,
- vlivy působící na výkonnost řidiče. [5]

V následujícím textu budou jednotlivé body rozebrány podrobněji.

2.2.1. Technický stav vozidla

Statistiky nehodovosti ukazují, že počet nehod, které byly způsobeny špatným technickým stavem vozidla, je relativně málo. Přesto nelze tuto skutečnost opomenout a je potřeba mít na vědomí, že technický stav vozidla se taktéž významným způsobem podílí na bezpečnosti jízdy a s tím související bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích. Povinnost řidiče užít v provozu vozidlo, které splňuje technické podmínky je dána zákonem.

2.2.2. Brzdná dráha vozidla

V provozu na pozemních komunikacích musí řidič, jak již bylo uvedeno, čelit situacím, ať již očekávaným nebo neočekávaným. Z tohoto důvodu je potřeba, aby řidič věděl, jak se v takových situacích vozidlo chová a co lze v souvislosti s takovýmto chováním vozidla očekávat.

Celková doba pro zabrzdění, se kterou je třeba počítat, od okamžiku, kdy řidič zjistí, že je nucen zastavit, až do úplného zastavení vozidla se skládá z jednotlivých časových úseků, které si musí řidič uvědomovat a které nesmí opomenout. Jsou to následující úseky:

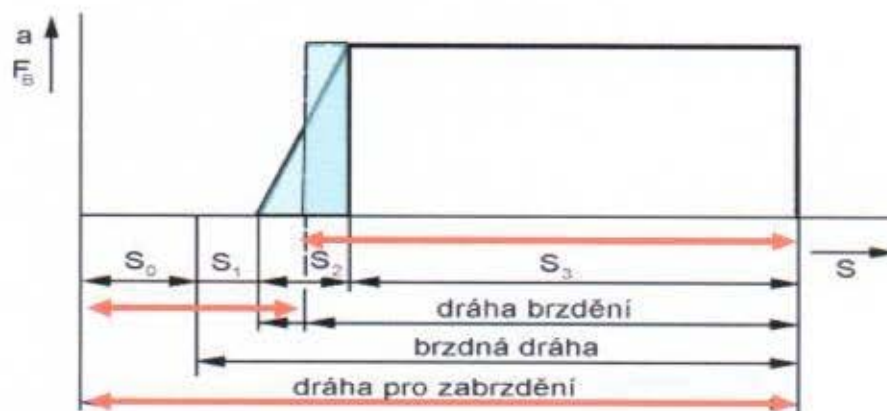
- reakční doba řidiče (t_0) – doba od okamžiku, kdy řidič zareaguje na podnět brzdít do okamžiku, kdy začne působit na pedál brzdy. Je závislá, mimo jiné, na schopnostech, věku, zkušenostech, momentální tělesné a duševní kondici. Pohybuje se v rozmezí 0,3 – 1,8 sekundy, ale může být vlivem okolností i podstatně delší. Průměrný řidič má reakční dobu asi 0,8 sekundy;
- reakční doba brzd (t_1) – někdy také nazývána technická prodleva brzd, doba od okamžiku, kdy začíná řidič působit na pedál provozní brzdy do okamžiku, kdy se projeví účinek brzd. Dochází k vymezování vůlí v brzdové soustavě a šíření tlaku brzdové kapaliny. Je závislá na rychlosti sešlapávání pedálu provozní brzdy a na druhu ovládacího ústrojí. U kapalinových brzd je tato hodnota v rozmezí mezi 0,05 – 0,1 sekundy. U přetlakových brzd jde o rozmezí 0,2 – 0,5 sekundy;
- náběh brzdění (t_2) – okamžik, kdy začnou brzdy působit do okamžiku dosažení plného brzdného účinku. Je závislá na rychlosti sešlápnutí pedálu brzdy, druhu brzd, velikosti požadovaného zpomalení. Při rychlém sešlápnutí brzdového pedálu se jedná o hodnoty 0,1 – 0,3 sekundy u kapalinových brzd, 0,5 – 1 sekunda u přetlakových brzd, 2 – 3 sekundy u přetlakových brzd vícenápravových vozidel;
- doba plného brzdění (t_3) – doba od okamžiku, kdy brzdy dosáhnou plného brzdného účinku do okamžiku přerušení brzdění;
- doběh brzdění (t_4) – dochází ke zpětnému vytváření vůlí v brzdové soustavě. U kapalinových brzd se hodnoty pohybují v rozmezí 0,2 – 0,3 sekundy, u přetlakových brzd je to 1,5 – 2,0 sekundy. [5]



Obr. 1 - Celková doba pro zabrzdění [3]

Během jednotlivých časových úseků ujede vozidlo při určité rychlosti odpovídající dráhy. Celková dráha, potřebná pro zastavení vozidla, se skládá z následujících dílčích úseků:

- dráha během reakční doby řidiče (S_0)
- dráha během reakční doby brzd (S_1)
- dráha během náběhu brzdění (S_2)
- dráha během doby plného brzdění (S_3)
- doběh brzdění (S_4) – uvažuje se pouze při zpomalení vozidla, nikoliv při zastavení. [3]



Obr. 2 - Celková dráha pro zabrzdění [3]

Samotná brzdná dráha je dráha vozidla ujetá během doby brzdění, jestliže vozidlo bylo brzděno až do zastavení. Délka brzdné dráhy závisí, mimo brzd samotných, především na rychlosti jízdy, daném povrchu vozovky, podélném sklonu vozovky, druhu a stavu pneumatik a brzd a povětrnostních podmínkách. Je potřeba si uvědomit, že dvojnásobná rychlost znamená až čtyřikrát delší brzdnou dráhu. Fyzikální zákony jsou v tomto neúprosné.

Důležitým faktorem jsou povětrnostní podmínky, které velkou měrou ovlivňují stav vozovky a tím i délku brzdné dráhy. Na zledovatělé vozovce je brzdná dráha mnohem delší než na vozovce suché a čisté. Příklady brzdné dráhy při určitých rychlostech vzhledem ke stavu vozovky jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 1 - Příklady brzdných drah [5]

Rychlost vozu	Reakční dráha	Brzdná dráha	Dráha zastavení
Suchá silnice			
50 km/h	14 m	14 m	28 m
60 km/h	17 m	20 m	37 m
80 km/h	22 m	35 m	57 m
Mokrý silnice			
50 km/h	14 m	19 m	33 m
60 km/h	17 m	28 m	45 m
80 km/h	22 m	49 m	71 m
Náledí			
50 km/h	14 m	64 m	78 m
60 km/h	17 m	93 m	110 m
80 km/h	22 m	165 m	187 m

2.2.3. Reakční doba řidiče

Reakce řidiče a postřeh závisí zejména na věku, zkušenostech, momentální tělesné a duševní kondici, ale především na míře soustředění s jakou se věnuje řízení. Reakce řidiče, který se plně nevěnuje řízení a jehož pozornost je rozptýlena jinými činnostmi, které nesouvisí s provozem na pozemních komunikacích, je ve srovnání se soustředěným řidičem, který se plně věnuje řízení a sledování situace v provozu, v průměru o jednu sekundu delší. Za

tak krátkou dobu urazí vozidlo například při rychlosti 90 km/h vzdálenost 25 metrů. Reakční doba řidiče má velký vliv na celkovou brzdnu dráhu vozidla.

Tabulka 2 - Příklad reakčních dob řidiče [5]

Stav řidiče	Reakční doba (s)	Ujetá dráha (m) při 90 km/h
pozorný, připravený brzdít	0,6 - 0,7	15 - 17,5
pozorný, neočekává nebezpečí	0,7 - 0,9	17,5 - 22,5
soustředěný na jinou činnost (čtení značek)	1,0 - 1,2	25 - 30
nepozorný, komunikuje se spolujezdcem	1,4 - 1,8	35 - 45
indisponovaný (únava, nemoc alkohol, drogy)	1,6 - 2,4	40 - 60

2.2.4. Schopnosti řidiče

Schopnosti řidiče velice často bývají přeceňovány a dochází tak k následnému nezvládnutí situace, což má za následek vznik rizikové situace. Přeceňování svých schopností velice často úzce souvisí s nevyzrálostí jedince, což je jev velice blízký mladým začínajícím řidičům.

2.2.5. Dodržování bezpečné vzdálenosti mezi za sebou jedoucími vozidly

Bezpečná vzdálenost vozidla jedoucího za jiným vozidlem je taková, která umožňuje řidiči při dané rychlosti bezpečně toto vozidlo zastavit. Při různých rychlostech bývá tato vzdálenost různá. Platí zde pravidlo minimálního rozestupu „dvou vteřin“, které je potřeba dodržet při jízdě za jiným vozidlem. Při jízdě v dešti, na sněhu, na náledí, při zhoršených

povětrnostních podmínkách a za snížené viditelnosti je potřeba tento stav v provozu vnímat, jim přizpůsobit jízdu a dodržovat větší rozestupy mezi vozidly.

Při nedodržování bezpečné vzdálenosti mezi za sebou jedoucími vozidly nezbyvá řidiči čas na správné vyhodnocení situace a na bezpečné zastavení vozidla. Jízda s nedostatečným odstupem za rozměrným vozidlem zbavuje řidiče možnosti předvídat vývoj situace, neboť nemá dostatečný rozhled na potřebnou vzdálenost.

2.2.6. Jízda v zimě a při zhoršených povětrnostních podmínkách

Jízda v zimě na zasněžené nebo zledovatělé vozovce je pro řidiče specifická. Sníh a náledí nepříznivě ovlivňují jízdu. Těmito okolnostem musí řidič přizpůsobit své chování, zejména rychlost jízdy a rozestupy mezi vozidly. Mezi základní povinnosti řidiče v těchto podmínkách patří včasné předvídaní možnosti vzniku krizových situací vzhledem k delší brzdě dráze, dále je potřeba, aby řidič správně brzdil, vedl lehce vozidlo a dbal na jeho dobrou stabilitu. Jízda za těchto podmínek se pro řidiče stává i psychicky náročnou, proto je potřeba jízdu častěji přerušovat, aby schopnosti řídit vozidlo nebyly sníženy únavou. Jízdě na náledí je nejlépe se vyvarovat, neboť je velmi nebezpečná a nepomůže ani sebelepší vybavení vozidla.

I při jízdě za mokra a v dešti je potřeba dbát zvýšené opatrnosti. Je potřeba si uvědomit, že mokrá vozovka snižuje přilnavost pneumatik a prodlužuje brzdovou dráhu. Čím větší množství vody na vozovce leží, tím více hrozí nebezpečí vzniku aquaplaningu, kdy pneumatiky nekontrolovatelně kloužou po vodním polštáři bez kontaktu s vozovkou. V dešti se zhoršuje výhled z vozidla a zároveň i odhad vzdálenosti od vozidel jedoucích před námi. Je potřeba dodržovat větší rozestupy mezi vozidly. Důležitou roli také hraje druh povrchu vozovky. Brzdná dráha na mokré dlážděné vozovce je delší než brzdná dráha na mokré asfaltové vozovce. [5]

2.2.7. Jízda v noci a za snížené viditelnosti

Snížená viditelnost je taková viditelnost, kdy účastníci provozu dostatečně nerozeznávají jiná vozidla, osoby, předměty na pozemní komunikaci. Je to doba od soumraku do svítání, za mlhy, sněžení, hustého deště, v tunelu apod. Jedoucí vozidlo musí mít za jízdy při snížené viditelnosti rozsvícena předepsaná osvětlení. Je potřeba si uvědomit, že za jízdy

při snížené viditelnosti se účastníci provozu na pozemních komunikacích stávají pro sebe navzájem hůře viditelní, dopravní značky jsou vidět z kratší vzdálenosti a taktéž je velmi obtížné sledovat povrch vozovky.

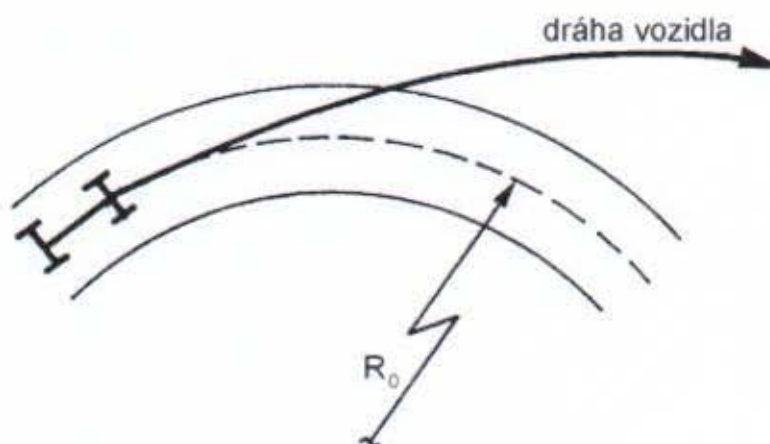
Potkávací světla osvětlují vozovku před vozidlem přibližně v polovičním rozsahu než světla dálková. Aby mohl řidič bezpečně zastavit, musí volit rychlost jízdy vzhledem k rozhledovým podmínkám a dále je potřeba zapojit prvek předvídavosti.

Jízda v mlze je náročná nejen na zrak řidiče, ale i na jeho psychiku. Jeho zrak je namáhán výrazně zhoršenými podmínkami vidění. Zvýšená pozornost je nutná ke včasnému rozeznání ostatních účastníků provozu na pozemních komunikacích a neosvětlených překážek, proto jízda v mlze také vyžaduje správný odhad rychlosti vzhledem k daným podmínkám a vzdálenosti vozidel jedoucích za sebou a v protisměru. [5]

2.2.8. Jízda zatáčkou a chování vozidel přetáčivých a nedotáčivých

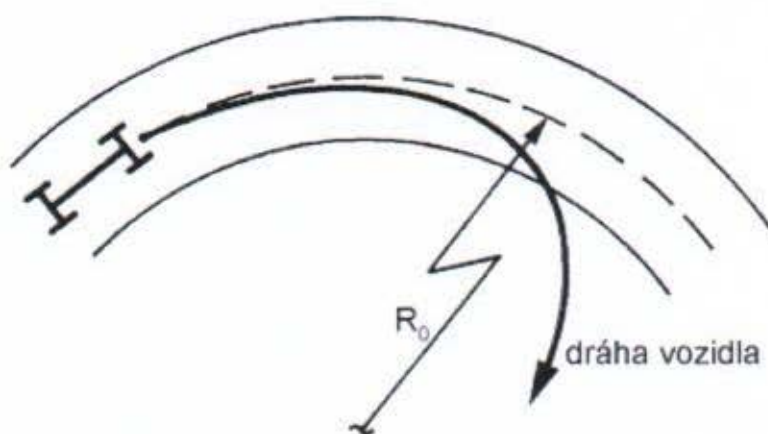
Poloha těžiště automobilu ovlivňuje rozhodující měrou rozdělení zatížení náprav a stabilitu vozidla, především při průjezdu zatáčkou.

Nedotáčivost je případ, kdy vozidlo při průjezdu zatáčkou má tendence vyjíždět ze zatáčky.



Obr. 3 - Nedotáčivost vozidla [3]

Přetáčivost vozidla je případ, kdy vozidlo při průjezdu zatáčkou zatáčí na menším poloměru.



Obr. 4 - Přetáčivost vozidla [3]

Vozidla nedotáčivá jsou směrově stabilní, zatímco vozidla přetáčivá jsou při překročení tzv. kritické rychlosti směrově nestabilní.

U vozidel s motorem vpředu a poháněnou zadní nápravou se podíl hmotnosti připadající na zadní nápravu zvyšuje při zatěžování kabiny posádkou a zavazadlového prostoru nákladem. U vozidel s pohonem předních kol se naopak podíl zatížení připadajícího na poháněnou nápravu při postupném zatěžování snižuje.

Kola poháněné nápravy v zatáčce přenášejí kromě bočních sil i obvodovou sílu. Mají obecně větší tendenci ke smyku zejména při malém zatížení. Zvětšením zatížení se tato tendence sice snižuje, ale na nápravu působí současně větší odstředivá síla. Automobily s pohonem předních kol jsou tak obvykle nedotáčivé a vyžadují proto při průjezdu zatáčkou větší natočení řízených kol než odpovídá poloměru zatáčky. Vozidla s motorem vzadu mají naopak přetáčivý charakter. Působení větší odstředivé síly na zadní nápravu je třeba vyrovnávat menším natočením řízených kol.

Kromě polohy těžiště vůči nápravám rozhoduje také jeho výška nad vozovkou. Čím je poloha těžiště vozidla výš tím je vozidlo při průjezdu zatáčkou nestabilnější a řidič musí volit při průjezdu nižší rychlost.

2.2.9. Předvídavost, ohleduplnost a defenzivní způsob jízdy

Cílem každého řidiče je vždy dorazit do místa určení bez újmy na zdraví a s vědomím, že svým jednáním tuto možnost někomu jinému odepřel. Bezpečný pohyb vozidla v provozu vyžaduje nejen znalost předpisů o provozu na pozemních komunikacích a chování vozidla, ale také správné vyhodnocení dané situace, schopnost řidiče předvídat chování ostatních účastníků v provozu na pozemních komunikacích a také ohleduplné chování v provozu. Dodržování zásad defenzivního stylu jízdy umožňuje získat potřebný čas a prostor pro správné rozhodování a správnou reakci na dopravní situace. Skutečně dobrý řidič umí mnohem víc než tlačit na pedál akcelérátoru k podlaze nebo plnou silou sešlápnout pedál provozní brzdy, umí dokonale vyhodnocovat situaci v provozu, předvídat jednání ostatních účastníků a být připraven na ně včas reagovat.

V neposlední řadě patří mezi prvky defenzivního stylu jízdy připravenost na situaci, kdy sice pravidla hovoří ve prospěch řidiče, ale z důvodu zabránění případného střetu ustoupí jinému účastníku provozu.

Předvídavost je jedna z vlastností, která kromě jiného, dělá z držitele řidičského oprávnění skutečně dobrého řidiče a v případě, že se jedná o předvídavost vůči ostatním účastníkům provozu i do jisté míry eliminaci počtu možných dopravních nehod.

2.2.10. Vlivy působící na výkonnost řidiče

Řízení motorového vozidla, jak již bylo řečeno, je složitý komplex vědomě i podvědomě probíhajících pochodů a pohybů, kterými je ovládán dopravní prostředek. Klade na řidiče i jeho schopnosti nároky, jejichž rozsah je závislý především na momentálních podmínkách v provozu. Relativně malé nároky jsou na přehledné, málo frekventované a dobré vozovce, vyšší např. při jízdě v mlze, na kluzké pozemní komunikaci, v dopravní špičce na dálnici nebo v městském provozu a ještě vyšší při vzniku rizikových situací. Z toho vyplývá, že řidič musí mít i při momentálně málo náročných dopravních podmínkách vždy určitou rezervu schopností, aby mohl v co nejkratším čase správně vyřešit vzniklé dopravní situace. Pokud tuto rezervu nemá nebo ji není schopen odpovídajícím způsobem využít, nesplňuje jeden ze základních požadavků kladených na řidiče a stává se pro ostatní účastníky provozu na pozemních komunikacích a pro samotnou bezpečnost provozu nebezpečným.

Schopnost k řízení vozidla se mění, kolísá během celé doby řízení, mění se v průběhu jízdy a může dojít k jejímu poklesu natolik, že na určitou dobu vylučuje bezpečnou jízdu. Dochází k tomu z různých důvodů. Jedná se především o momentální psychické rozpoložení, únavu, spánek, meteorologické vlivy, stav zraku, zdravotní stav a v neposlední řadě věk řidiče.

2.3. Psychologie řidiče

V dopravním systému člověk – dopravní prostředí hraje ústřední roli lidský faktor v podobě účastníka provozu na pozemní komunikaci. Ať už jedinec usedá za volant vozidla výkonného nebo méně výkonného, technické kvalitně vybaveného, s dobrou aktivní i pasivní bezpečností a pohybuje se po odpovídající dopravní cestě, v hustém provozu dopravní špičky ve městě nebo i mimo město, za příznivých či nepříznivých povětrnostních podmínek, ve dne nebo v noci nebo se účastní provozu na pozemních komunikacích jiným způsobem, vždy je to on, který nese riziko odpovědnosti za sebe, za jízdu s vozidlem i za ostatní účastníky v provozu na pozemních komunikacích.

Odpovědnost jedince obecně je považována za citový vztah a akt svobodné vůle. V kontextu to znamená, že jak při účasti na provozu na pozemních komunikacích tak při řízení vozidla musí řidič počítat se vším – s povětrnostními podmínkami, s ostatními řidiči, kteří jedou jak za jeho tak i před jeho vozidlem, vedle něj, v protisměru, uvědomovat si tu skutečnost, že každý člověk může jednat odlišně. Dále musí řidič počítat s tou skutečností, že se v provozu setkává, s účastníky provozu slušnými, předvídatelnými, ohleduplnými na jedné straně, ale i s účastníky provozu se sobeckými ambicemi, s řidiči považující sami sebe za závodníky na straně druhé. Je zřejmé, že ztotožnění se s rolí řidiče se pro některé jedince stává skutečným problémem. Každá role spojená s určitou činností vyžaduje v zájmu odpovědného naplnění osobitý soubor, který představuje vedle fyzického a duševního zdraví především odpovídající vlastnosti, schopnosti, znalosti, dovednosti, mravní předpoklady i motivaci k tomu, co právě člověk provozuje.

V osobnosti bezproblémového řidiče a účastníka provozu hraje hlavní roli vyrovnaná struktura, emotivní stabilita, přizpůsobivost, sebeovládání, přiměřená sebedůvěra, odolnost vůči stresu, svědomitost a spolehlivost. Neopomenutelné jsou sociální vlastnosti, např. altruismus vyjádřený snahou myslet na ostatní a předvídat jejich chování. [2]

Za podstatné se považují, jak již bylo zmíněno, zdravotní a duševní způsobilost a momentální tělesný a duševní stav jedince. K neméně důležitým složkám patří úroveň senzorických vlastností, bezprostředně spjatých s duševními procesy a funkcemi, např. vnímáním, bdělostí, pozorností, psychomotorickou koordinací, a také kvalita schopností, např. inteligence, myšlení, paměť, koncentrace, reagování. [2]

Komplexní kapacitu člověka pro činnost řidiče tvoří:

- zdravotní stav;
- osobnostní vlastnosti;
- schopnosti;
- dovednosti;
- znalosti a zkušenosti;
- morální vlastnosti. [2]

V každém, z výše uvedených bodů, jsou obsaženy určité specifické komponenty, které odrážejí nároky na činnost řidiče, a vytvářejí tak celkový dopravní charakter jedince.

Zdravotní stav vyžaduje zejména vyšší kvalitu smyslových orgánů – zejména zraku.

Z osobnostních předpokladů dominuje přizpůsobivost ve smyslu rychlé a správné reakce na dynamickou a proměnlivou dopravní situaci a emoční vyrovnanost s neustálou sebekontrolou.

Ze schopností je nejdůležitější koncentrace pozornosti, a to především její intenzita, stálost, rozdělení i výběrovost a schopnost správně a rychle vnímat, hodnotit, rozhodovat a reagovat na vzniklé situace v provozu.

Z dovedností zde hraje významnou roli psychomotorika a koordinace pohybů.

Znalosti a zkušenosti umožňují v závislosti na situaci oddělit podstatné od méně podstatných a nepodstatných podnětů a zachovávat předepsané dopravní normy. [2]

Morální vlastnosti naplňují sociální roli řidiče – sebekázeň, respektování pravidel provozu na pozemních komunikacích, dodržování zásad slušného chování, pomoc v nouzi, ohleduplnost, snášenlivost apod.

Pokud jedna nebo více výše zmíněných položek u člověka chybí nebo je vážněji narušena, je jeho dopravní způsobilost ohrožena a takový člověk zpravidla v provozu selhává.

Soubor osobnostních komponent tvoří základ dopravního charakteru, z něhož se odvozuje dopravní chování. Dopravní charakter má svoji specifiku a vyjadřuje určitý, obvyklý způsob jednání řidiče při řízení. Z poznání charakteru lze odvodit předpokládané chování a naopak, z chování lze soudit na předpokládaný charakter. [2]

Zatímco kvalita dopravního charakteru je svázána s jednotlivými složkami osobnosti – vlastnostmi a schopnostmi, dovednostmi, znalostmi a zkušenostmi, dopravní chování má sociální i situační dimenzi a je podmíněno dopravním prostředím s jeho formálními (právními) a neformálními formami. [2]

V provozu na pozemních komunikacích se můžeme setkat s dopravním chováním, které je možno rozdělit do čtyř následujících skupin:

- v souladu s formálními pravidly a s normami sociálně – psychologickými, např. řidič jede v souladu s předpisy a chová se k druhým řidičům slušně a tolerantně; [2]
- shodné s formálními pravidly, ale odlišné od sociálně – psychologických norem, což znamená, že řidič dodržuje pravidla o provozu na pozemních komunikacích, ale prosazuje se, nevolní místo v koloně řidiči, který se potřebuje zařadit;
- odlišující se od formálních pravidel, ale vyhovující pravidlům neformálním, např. když řidič nedbá některých předpisů a chová se spíše podle zkušeností, které v momentální dopravní situaci může bez rizika uplatnit; [2]
- odlišné od obou uvedených norem, což znamená, že řidič většinou nedodržuje předpisy ani nedbá dopravního značení a často jede bez ohledu na ostatní.

Problematické dopravní chování jedince vychází z nesouladu mezi formálními a neformálními normami a tento nesoulad souvisí s dopravním charakterem. Živná půda pro vznik konfliktního chování může být dána například tak, že jeden účastník provozu jedná ve shodě s oběma normami a druhý pouze s jednou. Hlavní úlohu zde opět sehrávají povahové vlastnosti jedince. Tak například egocentrický a lehkomyšlný člověk bude mít sklon k

nedodržování předpisů, ačkoliv je zná, zatímco odpovědný, tolerantní řidič je bude respektovat. Tolerantní řidič uvolní např. agresivnímu řidiči prostor, aby se mohl po rizikovém manévru zařadit. [2] Řidič dodržující předpisy, ale ne však sociálně – psychologicky zralý, mu prostor v koloně neuvolní, nejen proto, že mu jde o dodržování předpisů, ale také proto, že vyžaduje totéž jednání od ostatních a má za to, že řidiče, který nedbá norem, má stihnout trest.

Klíčová zde však zůstává osobnost jako soubor psychosomatických vlastností a schopností člověka v kontextu s prostředím a situací. Struktura osobnosti obsahuje temperament (dynamičnost, emocionalita, prožívání), motivaci (pohnutky chování, potřeby, zájmy, hodnoty), schopnosti (obecné, schopnosti, inteligence, talent, paměť), charakter (morální, volní vlastnosti, vztah k sobě, k ostatním, k hodnotám). Vlastnosti osobnosti se projevují v relativně ustáleném stylu chování a reagování jednotlivce v běžných a zátěžových podmínkách. [2]

Samotné vlastnictví automobilu může také do jisté míry formovat chování jedince. Majitel moderního, výkonného vozu se chce cítit silnějším, sebevědomějším a neomezenějším ve srovnání s vlastníky malých vozidel. Volí např. razantní a svižný styl jízdy. Zakomplexovaným jedincům s nekritickými postoji, kteří si vynucují přednost všude a převahu nade všemi, takový vůz umožní uspokojit např. mocenské fantazie a poslouží jako nástroj moci. Nelze však takovéto chování považovat za pravidlo. [2]

Dopravní chování každého účastníka provozu na pozemních komunikacích odráží jeho základní osobnostní orientaci, která zaujímá vůči schopnostem nadřazené postavení. Má – li např. osoba s nemorálním vztahem k sociálnímu prostředí výjimečné schopnosti pro řízení, nedovolí mu je využívat jeho disharmonická struktura osobnosti tak, aby v provozu opakovaně nesehlával.

Naopak řidič s harmonicky strukturovanou osobností, se silným sklonem k odpovědnosti, spolehlivosti a svědomitosti, ale s mírně oslabenými schopnostmi selhává v provozu výrazně méně, neboť si je vědom svých možností a jezdí ve shodě s nimi.

I když nelze nikdy pominout jedinečnost dopravní situace, prosazují se nejenom ve vyhrocených okamžicích, nýbrž i v běžné dopravní situaci téměř vždy trvalejší osobnostní rysy a schopnosti. [2]

Prožívání a chování jedince ovlivňuje do jisté míry jedinečnost dané situace, ve které se v provozu momentálně nachází. Reakce na tuto situaci jsou převážně určovány zmíněným zaměřením osobnosti, úrovní schopností, psychosomatickou kapacitou i aktuálním duševním a zdravotním stavem.

2.4. Elektronické bezpečnostní systémy silničních motorových vozidel

Zvýšené nároky kladené na člověka v dnešní době s sebou přináší inovace používaných přístrojů a zařízení, které se staly nezbytnou součástí způsobu jeho obživy. Stejně tedy, jako v profesní oblasti lidské činnosti, tak i v automobilovém průmyslu se nevyhneme nezbytné modernizaci používaných systémů. Vždyť ono používání automobilu samo o sobě se stalo významným elementem v řetězci aplikovaných systémů.

S rozvojem automobilového průmyslu, vedle vývoje a výroby stále výkonnějších pohonných jednotek, tvoří nedílnou a neméně významnou oblast vývoj prvků a systémů pro zajištění bezpečnosti osádky vozidla.

Komplexně je oblast bezpečnosti osádky vozidla tvořena souborem prvků aktivní bezpečnosti a prvků pasivní bezpečnosti vozidla. Existuje ale celá řada systémů, která nemá jednoznačné zařazení. Tuto nemalou skupinu tvoří tzv. asistenční systémy vozidel.

Hlavním úkolem asistenčních systémů je pomáhat řidiči vozidla v činnostech a konkrétních situacích, do kterých se v provozu s vozidlem dostává. Jinými slovy, asistují mu, ale hlavní míra zodpovědnosti za řízení vozidla a za všechny následky nesprávného chování a vyhodnocení dané situace zůstává nadále na řidiči. Mezi nejznámější a v současných vozidlech nejpoužívanější asistenční systémy patří následující:

- ABS – proti blokovací systém;
- ASR – regulace prokluzu kol;
- ESP – elektronická stabilizace jízdy vozidla.

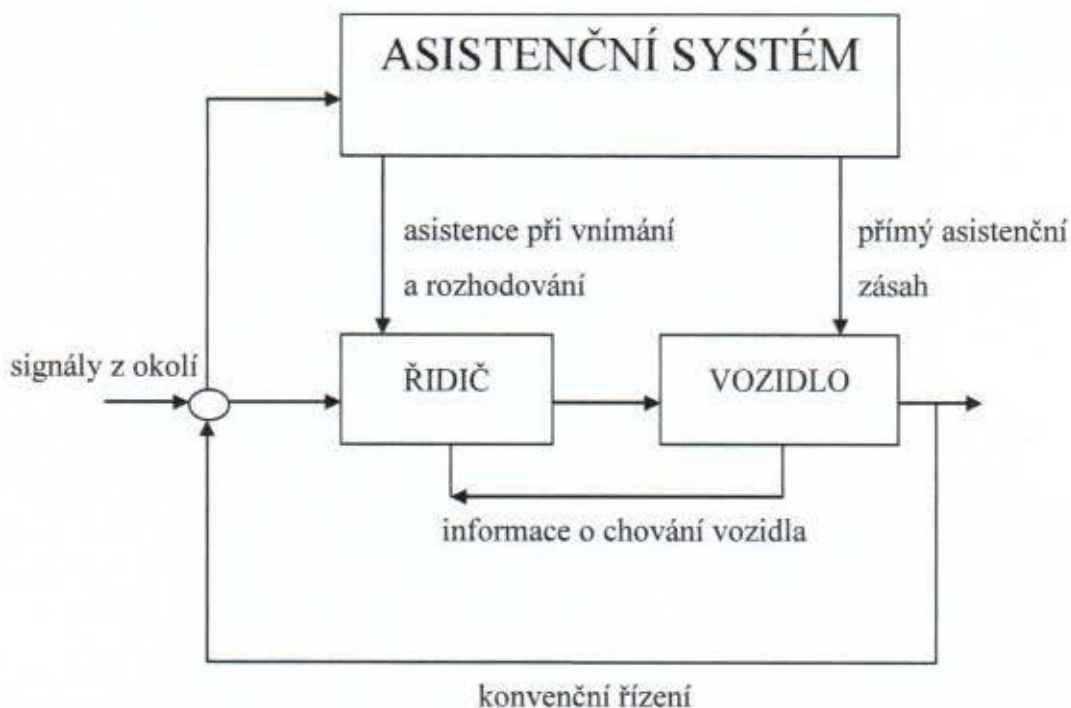
Dále se můžeme v luxusnějších vozidlech setkat s následujícími sofistikovanými systémy:

- ACC – adaptivní tempomat;
- Brzdový asistent;
- SBC – elektrohydraulický brzdový systém;
- Systém umožňující čtení dopravních značek (zejména nejvyšší povolené rychlosti, zákazu předjíždění);
- Systém pro rozpoznávání chodců;
- Systém umožňující pomocí infračerveného záření sledovat prostor před vozidlem za snížené viditelnosti;
- Hlídaní jízdního pruhu;
- Pre – crash sensing.

Všechny, v dnešní době, používané systémy jsou navrhovány jako velice spolehlivé a jejich činnost je průběžně sledována a testována. Výsledkem a v praxi potvrzeným faktem je, že nejméně spolehlivou součástí celého systému řízení vozidla je samotný řidič. Ten sice funguje jako velmi univerzální regulátor se schopnostmi se učit, plánovat svou činnost dopředu, improvizovat ve složitých dopravních situacích, pro které neexistují předem daná pravidla apod. Naproti tomu, jak již bylo řečeno, řidič podléhá únavě snižující jeho pozornost a schopnost rychle reagovat, jeho pozornost ovlivňují různé emocionální stavy a může být i pod vlivem alkoholu nebo drog. [8]

Asistenční systémy, jak již bylo řečeno, mají za úkol zvýšit bezpečnost jízdy vozidla a to tím, že pomáhají řidiči zvládat hraniční situace nebo jej s předstihem upozorní na vznik takové rizikové situace. Zvýšení bezpečnosti jízdy samotného vozidla má za následek zvyšování bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích jako celku. Tohoto žádaného efektu dosahují asistenční systémy hlavně tím, že řidiči usnadňují orientaci v dané dopravní situaci a podporují jej v analýze vzniklé situace, jeho úsudek a napomáhají regulovat zásahy

nezbytné pro zvládnutí již vzniklé situace. Úlohu asistenčního prvku lze obecně popsat následujícím schématem.



Obr. 5 - Funkce asistenčního systému [8]

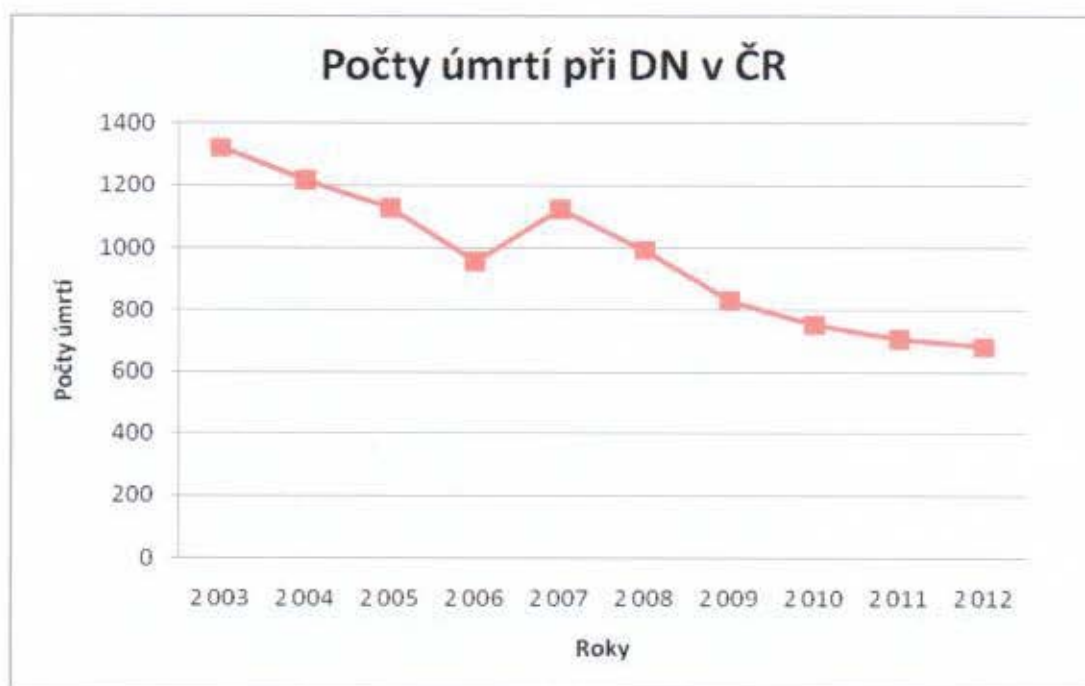
2.5. Příčiny a následky dopravních nehod

Ročně jsou v české republice evidovány desetitisíce dopravních nehod, jejichž společným jmenovatelem je selhání lidského faktoru – účastníka provozu na pozemních komunikacích, jednoho z dominantních prvků dopravního systému člověk – dopravní prostředí. Jde o nedodržování pravidel provozu na pozemních komunikacích, nedodržování zásad bezpečné jízdy a selhávání člověka – účastníka provozu ve smyslu jeho osobnostních předpokladů.

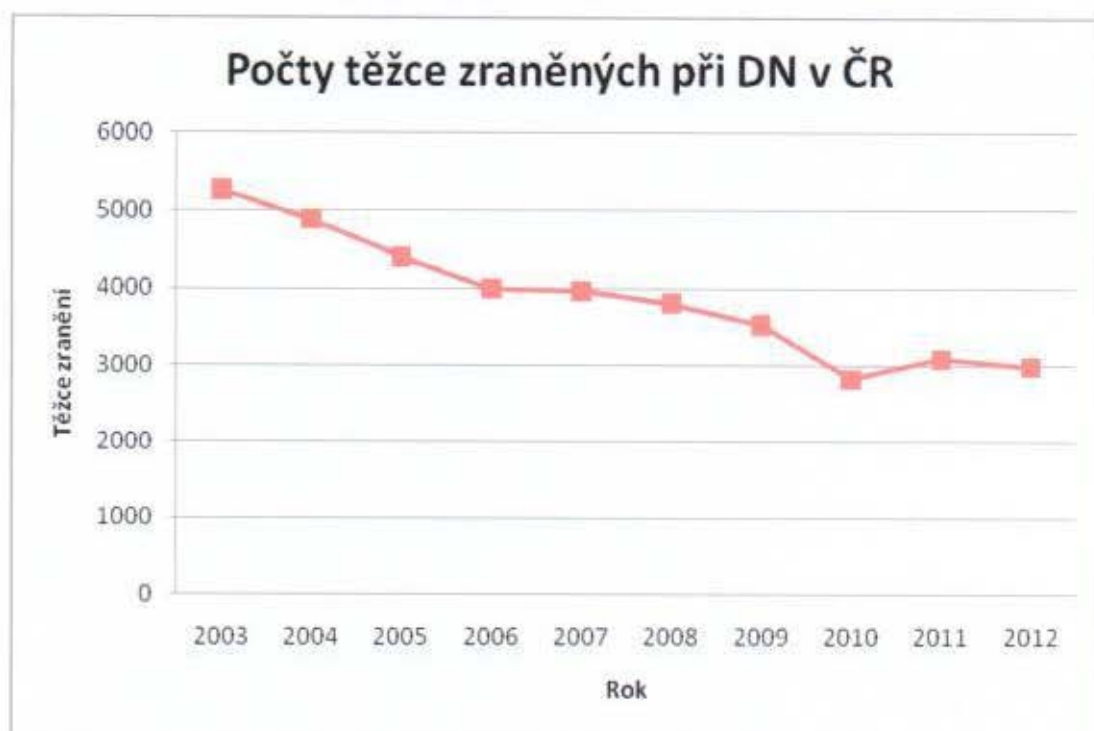
Ve snaze eliminovat dopravní nehody a jejich hrozivě vyhlížející statistiky a v zájmu zvyšování bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích byly několikrát novelizovány právní normy, byl zaveden tzv. bodový systém, probíhá osvěta, různé kampaně jako např. „nemyslíš – zaplatíš“, Národní strategie Besipu apod. Jak to ale vypadá, ne vždy nově zaváděná opatření přinášejí potřebné výsledky. Nejen ze statistik dopravních nehod, ale i

z jiných oblastí společenského života je zřejmé, že autorita ve formě odpovídajících právních norem, nenachází u jedince požadované místo.

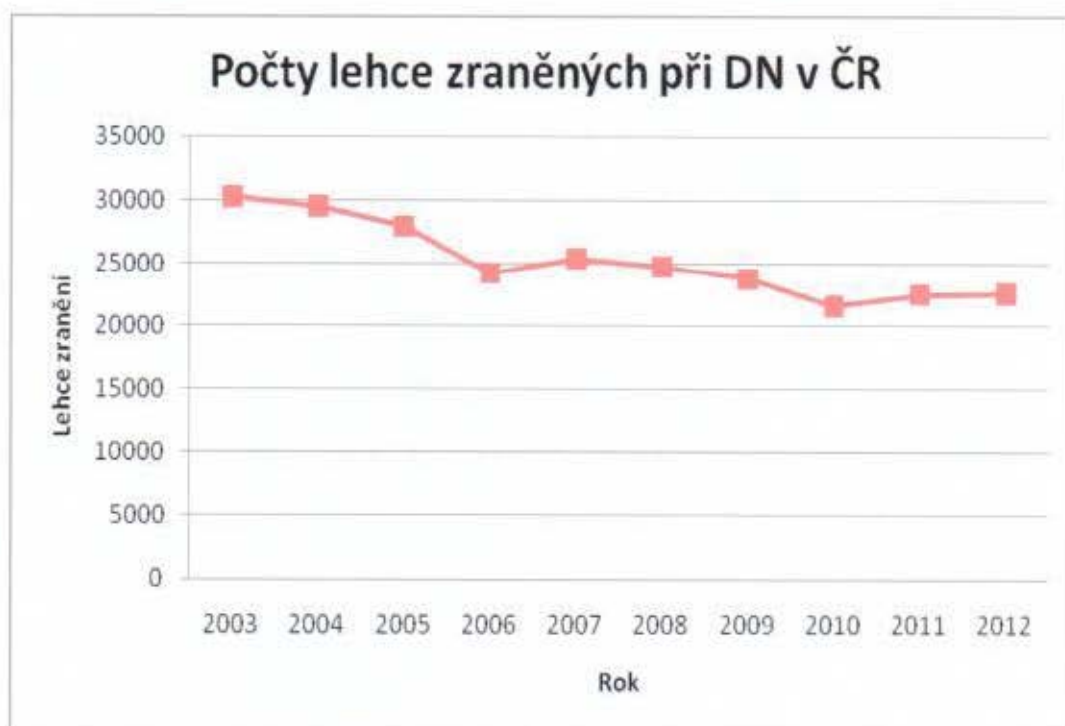
Ze statistik vývoje dopravní nehodovosti vyplývá, že sice došlo k nepatrnému snížení počtu dopravních nehod a snížení počtu úmrtí a zranění vzniklých při dopravních nehodách, ale čísla a skutečnosti jsou stále hroznivé. Trend vývoje nehodovosti za posledních 10 let je zachycen v grafech na následujících obrázcích. V převážné většině případů dochází naštěstí pouze k drobným střetům bez zranění v podobě zdeformovaných plechů či plastových nárazníků. Ale i tato skutečnost je mnohdy pro jedince nepříznivá, neboť používání dopravního prostředku se pro mnohé stává zdrojem obživy nebo je dopravní prostředek nezbytný k dopravení do zaměstnání nebo do školy.



Obr. 6 - Nehodovost v ČR - úmrtí při DN [6]



Obr. 7 - Nehodovost v ČR - těžká zranění při DN [6]



Obr. 8 - Nehodovost v ČR - lehká zranění při DN [6]

3. Chodci v provozu na pozemních komunikacích

Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích jako celku je v zemích s rozvinutou automobilovou technikou a dopravou stále předmětem rozsáhlých diskuzí. Dochází k odborným rozborům vlivu jednotlivých účastníků provozu na celkovou bezpečnost provozu na pozemních komunikacích. V ohrožení jsou samozřejmě všichni, kdo se účastní provozu, jedni méně druzí více. Jedná se jak o řidiče motorových vozidel a jejich spolujezdce, tak i o řidiče nemotorových vozidel a v neposlední řadě i chodce. Řidiči automobilů jsou v určité míře chráněni deformačními zónami vozidla. Totéž ovšem neplatí o řidičích motocyklů, cyklistech a chodcích.

Chodec patří k nejzranitelnějším účastníkům provozu na pozemních komunikacích. Je zde potřeba zdůraznit, že i chodec je ve smyslu zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, plnohodnotným účastníkem tohoto provozu. Ustanovení § 2 písm. a) zákona o provozu na pozemních komunikacích totiž uvádí, že účastníkem provozu na pozemních komunikacích je každý, kdo se přímým způsobem účastní tohoto provozu, tudíž i chodec. Dále je potřeba si uvědomit, kdo všechno je pro účely zákona č. 361/2000 Sb., považován za chodce. Dle § 2 písm. j) zákona o provozu na pozemních komunikacích je chodec také osoba, která tlačí nebo táhne sáňky, dětský kočárek, vozík o celkové šířce nepřevyšující 600 mm, pohybuje se na lyžích nebo kolečkových bruslích, anebo pomocí ručního nebo motorového vozíku pro invalidy, vede jízdní kolo, motocykl o objemu válců nepřevyšující 50 cm^3 , psa apod. [9]

Chodec, stejně tak jako řidič vozidla, má v provozu na pozemních komunikacích vedle svých práv i své povinnosti dané zákonem o provozu na pozemních komunikacích. Ne vždy ale dochází k jejich aplikování v dané dopravní situaci. Výsledkem jsou kolizní situace.

Je zde potřeba upozornit na skutečnost, že chodec nemá absolutní přednost na přechodu pro chodce. Díky tomuto omylu přišlo v minulosti pár desítek lidí o život zcela zbytečně. Ustanovení § 54 odst. 3 zákona o provozu na pozemních komunikacích, mimo jiné uvádí, že „chodec nesmí vstupovat na přechod pro chodce nebo na vozovku bezprostředně před blížícím se vozidlem. Chodec musí dát přednost tramvaji.“ [9]

Stejně tak, jako chodec má v blízkosti přechodu pro chodce své povinnosti i řidič vozidla. Ustanovení § 5 odst. 2 písm. f) zákona o provozu na pozemních komunikacích uvádí, že řidič

nesmí ohrozit nebo omezit chodce, který přechází pozemní komunikaci po přechodu pro chodce nebo který zjevně hodlá přecházet pozemní komunikaci po přechodu pro chodce, v případě potřeby je řidič povinen i zastavit vozidlo před přechodem pro chodce; tyto povinnosti se nevztahují na řidiče tramvaje. [9]

Z výše uvedeného je patrné, že chodci tvoří v problematice provozu na pozemních komunikacích nezanedbatelnou skupinu, která má vedle svých práv i své povinnosti a dále jednoznačně vyplývá povinnost řidiče vozidla přizpůsobit jízdu situaci v blízkosti přechodu pro chodce.

S jistotou se dá povědět, že totožná práva a povinnosti účastníků provozu na pozemních komunikacích v blízkosti přechodů pro chodce platí ve většině dopravně vyspělých zemí EU.

Tak například v Německu je tato oblast ošetřena v § 26 StVO (zákon o pravidlech provozu na pozemních komunikacích). [12]

1. *„Na přechodech pro chodce musí vozidla, s výjimkou kolejových vozidel, umožnit chodcům i uživatelům vozíků pro invalidy, kteří přechod zjevně chtějí použít, přecházení vozovky. Přitom smějí přijíždět jen mírnou rychlostí; je – li to nutné, musí zastavit.“*
2. *„V případě dopravní zácpy nesmějí vozidla na přechod pro chodce vjíždět, jestliže by na něm musela zastavit.“*
3. *„Na přechodech pro chodce se nesmí předjíždět.“*
4. *„Jestliže vodorovné značení přechodu pro chodce vede přes stezku pro cyklisty nebo jinou součást komunikace, platí tato ustanovení adekvátně.“ [12]*

V rakouské legislativě rovněž není tato oblast opomenuta a práva i povinnosti účastníků jsou uspořádána obdobně. Povinnosti řidiče v blízkosti přechodu pro chodce jsou v Rakousku řešeny v § 9 odst. 2 StVO.

- *„Řidič vozidla, které není kolejovým vozidlem, musí chodci nebo uživateli invalidního vozíku, který se již nachází na přechodu pro chodce nebo jej zjevně hodlá použít, umožnit nerušené a bezpečné přejetí vozovky. Za tímto účelem se smí řidič takového vozidla blížit jen takovou rychlostí, aby mohl vozidlo případně před přechodem zastavit.“ [12]*

Ve Švýcarsku je situace identická. SVG – zákon o silničním provozu má v souvislosti s povinnostmi řidičů před přechodem pro chodce v článcích 33.1 a 33.2 zakotvená následující ustanovení.

1. *„Chodcům má být přiměřeným způsobem umožněno přecházení vozovky.“*
2. *„Před přechodem pro chodce musí jet řidič motorového vozidla obzvláště opatrně a v nutném případě zastavit, aby dal přednost chodcům, kteří se již nacházejí na přechodu nebo na něj hodlají vstoupit.“ [12]*

Jak je z výše uvedeného vidět i v dopravně vyspělých zemích EU je problematika práv a povinností účastníků provozu v blízkosti přechodu pro chodce jednoznačně legislativně upravena.

3.1. Přechody pro chodce

K přecházení pozemní komunikace, jak bylo výše uvedeno, jsou pro chodce vymezená konkrétní místa, zvaná přechody pro chodce. Dle § 2 písm. dd) zákona č. 361/2000 Sb., je přechod pro chodce místo určené pro přecházení chodců, vyznačené příslušnou dopravní značkou. Chodec, stejně tak jako řidič vozidla, je o přechodu pro chodce informován příslušnými dopravními značkami, a to:

vodorovnou dopravní značkou č. V7 – „Přechod pro chodce“.

Řidič je o přechodu pro chodce, kromě vodorovné dopravní značky, č. V7 – „Přechod pro chodce“, informován především svislými dopravními značkami:

č. IP 06 – „Přechod pro chodce“

č. A 11 – „Pozor, přechod pro chodce“, společně se značkou č. V 7. Mimo obec se dopravní značky č. A 11 užívá před každým přechodem pro chodce ke včasnému upozornění řidiče. V obci se dopravní značka č. A 11 umísťuje ve vzdálenosti 50 – 100 m před dopravní značku č. IP 06. Mimo obec ve vzdálenosti 100 – 250 m před dopravní značkou č. IP 06 a ve všech případech se doplňuje dodatkovou tabulkou č. E 3a – „Vzdálenost“ odpovídající skutečné vzdálenosti k dopravní značce č. IP 06.

V odůvodněných případech, zvláště v případech, kdy rušivé vlivy v okolí dopravní značky by ztížily její včasnou viditelnost, lze pro zvýraznění nebo i zdůraznění důležitosti dopravní značky č. IP 06 nebo č. A 11, použít tzv. retroreflexního žlutozeleného fluorescenčního podkladu.

Pokud se jedná o přechody pro chodce umístěné v prostoru světelné křižovatky, tak i zde jsou určitá specifika, která jsou upravena zákonem o provozu na pozemních komunikacích. Je potřeba rozlišovat, zda křižovatka v daný okamžik je nebo není řízena světelnými signály. Pro řízení provozu se zpravidla používá trojbarevné soustavy světel s plnými kruhovými světly nebo se směrovými signály umístěnými nad sebou. V případě, že dochází v pravidelných intervalech ke střídání barvy světla na světelném signalizačním zařízení, jedná se o řízenou křižovatku. V případě, že na světelném signalizačním zařízení vítí přerušované žluté světlo, jedná se o křižovatku, která není řízena světelnými signály, a tudíž se mění i práva a povinnosti účastníků provozu.

3.2. Umísťování přechodů pro chodce

Přechody pro chodce nelze ovšem v dopravním prostředí umístit kdekoliv. Pro jejich umísťování platí samozřejmě určité zásady a to zejména bezpečnostního charakteru. Při zřizování přechodu pro chodce je nutno posuzovat dopravní podmínky v dané situaci. Jde zejména o zohlednění intenzity pohybu chodců.

Přechody pro chodce se umísťují tak, aby účastníci provozu na pozemních komunikacích mohli plnit povinnosti, které pro ně v dané dopravní situaci vyplývají z příslušných ustanovení pravidel provozu na pozemních komunikacích. Velmi významné jsou samozřejmě rozhledové podmínky v okolí přechodu pro chodce. Přechody se zřizují jen na místech, kde to rozhledové podmínky pro všechny účastníky provozu dovolují. Pro tyto

účely se počítá s optimální rozhledovou vzdáleností minimálně 50 m. Rozhledové podmínky je možno na přechodech pro chodce vylepšit použitím vysazených chodníkových ploch. Z důvodů rozhledových podmínek nelze zřizovat přechody pro chodce za nepřehlednými vrcholy stoupání a na nich, v nepřehledných zatáčkách, za nimi apod.

Přechody pro chodce se nedoporučuje zřizovat na pozemních komunikacích, kde je nejvyšší povolená rychlost vyšší než 50 km/h. Přechody se dále umísťují tak, aby délka přechodu přes vozovku byla co nejkratší. Dále se doporučuje umístit přechod asi 5 m od hranice křižovatky, aby vozidlo zastavující před přechodem pro chodce nepřekáželo jiným vozidlům v křižovatce jedoucím v příčném směru. Například u východů ze škol, úřadů se přechody umísťují tak, aby chodci nevstupovali bezprostředně na přechod, doporučuje se zde usměrnit pohyb chodců k přechodu zábradlím.



Obr. 8 - Nevhodně umístěný přechod pro chodce

Dalším, velice podstatným, prvkem bezpečného přechodu pro chodce je zviditelnit přechod pro řidiče vozidla, které se k němu blíží a hlavně zviditelnit samotného chodce, který se na nebo u přechodu pro chodce vyskytuje. V současné době se stále více zviditelňují a zpřehledňují přechody pro chodce osvětlením, jehož barva a intenzita se výrazně liší od běžného světla, které je vyzařováno lampou pouličního osvětlení.

Snaha o zvýšení bezpečnosti chodců na přechodech pro chodce přiměla některé obce k dalším úpravám. Na samotné přechody pro chodce byla instalována zařízení s blikajícími světly. Zařízení samo zaregistruje chodce, který se chystá vstoupit na přechod a po celou dobu

přecházení jej detekuje. Je – li přechod pro chodce prázdný, světla svítí nepřerušovaně. Jakmile systém zaregistruje chodce, který se chystá přejít, světla instalovaná v přechodu pro chodce se rozblíkají a změni barvu během celého manévru přecházení.



Obr. 9 - Blikající přechod pro chodce (volný) [15]

Co se týká rychlosti jízdy vozidel v blízkosti přechodu pro chodce, tak rovněž musela být zavedena řada opatření, jejichž prvořadým úkolem byla snaha o zpomalení jízdy vozidel bezprostředně před přechodem pro chodce z důvodu lepší ochrany chodců. Jedním z nich jsou bezpečnostní ostrůvky, které by, mimochodem, měly poskytnout přecházejícímu chodci jakousi bezpečnou zónu. Ve skutečnosti tak tomu mnohdy není. I přes instalované bezpečnostní ostrůvky neukáznění řidiči dané situaci jízdu nepřizpůsobí.



Obr. 10 - Osvětený přechod pro chodce s bezpečnostním ostrůvkem



Obr. 11 - Přechod pro chodce s bezpečnostním ostrůvkem na frekventované komunikaci

Snaha dopravních inženýrů související se zvýšením bezpečnosti provozu se tak mnohdy neseťkává s patřičnou odezvou, což je v daném případě zřejmé z uvedených fotografií. Na první pohled bezpečné řešení přechodu pro chodce nemusí být vždy bezpečné a to jak pro přecházejícího chodce, tak i pro chodce na chodníku i pro řidiče vozidla. Vyobrazená situace se nachází na poměrně frekventované pozemní komunikaci. V místě vybudovaného ostrůvku, i po jeho vybudování, došlo k několika dopravním nehodám, jejichž příčinou byla nepřiměřená rychlost.

3.3. Chodec versus vozidlo

V provozu na pozemních komunikacích dochází velice často ke konfrontacím účastníků provozu, ve smyslu kolizí. Tyto kolizní situace lze sice rozdělit podle místa střetu vozidel, ale každá srážka vozidel může probíhat za rozdílných okolností, podle kterých nabude daná kolize na následcích. Nicméně, osádka automobilu je chráněna deformačními zónami vozidla a dalšími prvky pasivní bezpečnosti, které slouží k pohlcování energie v okamžiku srážky vozidel a k zachycení osádky, která vlivem setrvačných sil má tendenci setrvávat v pohybu a tím pádem ke zmírnění následků při dopravní nehodě.

Jak již bylo výše uvedeno, mezi nejzranitelnější a nejméně chráněné účastníky provozu na pozemních komunikacích, patří chodci. V drtivé většině případů srážka vozidel

s chodci končí vážnými zraněními chodců, v horším případě i smrtí chodce. Ze statistik dopravní nehodovosti vyplývá, že ke střetům vozidel s chodci ať už na přechodech pro chodce nebo i mimo ně, dochází poměrně často. V některých případech je viníkem chodec, který správně nevyhodnotí situaci, jindy řidič vozidla, který nepřizpůsobí, ať už z jakéhokoliv důvodu, rychlost jízdy tomu, že se blíží k přechodu pro chodce.

Rozbory dopravních nehod na přechodech pro chodce ukazují následující skutečnosti.

1. Na přechodech pro chodce na více pruhových pozemních komunikacích neumožní každý řidič chodci bezpečné přejití. Důvodem může být nevhodnost umístění takového přechodu, ale i nepozornost, nekázeň a agresivita ze strany řidiče.
2. Poměrně časté střety se zleva přecházejícími chodci ze strany řidiče. Důvodem je s největší pravděpodobností nepozornost a nekázeň ze strany řidiče.
3. Nehody při chůzi chodce nebo jízdě řidiče na signál „Stůj“ na křižovatkách řízených světelným signalizačním zařízením. Nejpravděpodobnější příčinou je v tomto případě nekázeň jak na straně chodců, tak i na straně řidičů.
4. Příliš vysoká rychlost jízdy a nepřiměřená jízda dopravní situaci.

Jsou to ve své podstatě akty neukázněnosti, agresivity a nepozornosti ze strany řidičů, pramenící mnohdy, ne ani tak z neznalosti zákona, ale spíše z neochoty a bezohlednosti vůči jiným lidem. Nejsou to samozřejmě pouze přestupky ze strany řidičů, ale i ze strany neukázněných a mnohdy stejně bezohledných chodců.

Za všechno ostatně hovoří nepříznivě vyhlížející statistiky, které svými údaji nenechávají v poklidu dopravní odborníky.

Tabulka 3 - Hlavní příčiny DN řidičů v ČR za rok 2010 [13]

Pořadí	Příčiny nejtragičtějších DN řidičů motorových vozidel v roce 2010	Počty úmrtí
1.	Nepřizpůsobení rychlosti dopravně technickému stavu vozovky	97
2.	Řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	88
3.	Vjetí do protisměru	87
4.	Nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky	81
5.	Nepřizpůsobení rychlosti vlastnostem vozidla a nákladu	38
6.	Nedání přednosti na příkaz dopravní značky "Dej přednost v jízdě"	32
7.	Jiný druh nepřiměřené rychlosti	23
8.	Nedání přednosti chodci na vyznačeném přechodu	23
9.	Nezvládnutí řízení vozidla	22
10.	Nepřizpůsobení rychlosti viditelnosti	21

Z údajů v tabulce je vidět, že nedání přednosti chodci na přechodu pro chodce stále patří mezi nejzávažnější příčiny dopravních nehod. Obdobné údaje však ukazují statistiky nehodovosti jiných Evropských zemí.

Tabulka 4 - Následky DN na přechodech vlivem nedání "přednosti" chodci na přechodu [13]

	mrtví	těžce zranění	lehce zranění
2005	21	192	651
2006	16	197	639
2007	14	188	748
2008	22	235	727
2009	16	219	734
2010	23	174	666
1. 1. – 31. 8. 2011	13	120	422

Tabulka 5 - Nehody s účastí chodce na přechodu pro chodce, bez ohledu na to, kdo nehodu zavinil [13]

Rok	2000	2001	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Počet nehod	1189	1711	1419	1275	1447	1441	1398	1235	1266
Usmrceno chodců	25	57	51	33	33	34	33	30	29

Statistiky nehodovosti Evropských zemí ukazují, že přibližně z 8 000 dopravních nehod, v souvislosti se srážkou chodce, připadá celá jedna čtvrtina na nehody na přechodech pro chodce. Takto vysoký počet obětí je nejen vážným společenským problémem, ale i problémem zdravotním. [19]

I přes všechny snahy a zdokonalení, které vyplývají z legislativních úprav Evropských zemí a ze směrnic EU, i přes podporu drtivé většiny veřejnosti, statistiky ukazují, že ke snížení nehod na přechodech pro chodce a ke snížení následků těchto nehod, je potřeba udělat více.

Nedávná studie nehodovosti na přechodech pro chodce shledala, že k jednomu ze tří úmrtí chodců dochází na přechodech pro chodce, dále studie ukázala, že přibližně každý pátý přechod není dostatečně viditelný v noci, některé přechody se nacházejí na velice nevhodných a nebezpečných místech pro přecházení.

V Rakousku byl proveden noční test na jednom přechodu pro chodce. Test přinesl následující výsledky:

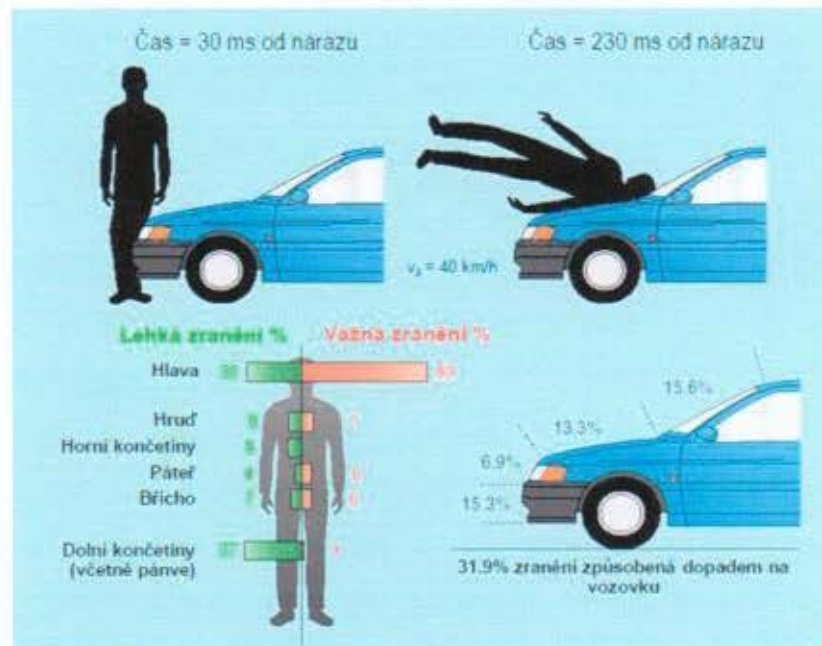
1. Řidiči se v noci ve vztahu k chodcům chovali poměrně nedisciplinovaně. Pouze asi 17 % řidičů bylo ochotno před přechodem zastavit a umožnit chodci přejítí vozovky, zatímco přes den jejich podíl představuje 41%.
2. Při asymetrickém a silném osvětlení zastavovalo více řidičů než při nevýrazném osvětlení.
3. Ženy byly ochotny zastavit častěji než muži.

4. Při přibližování se k přechodu pro chodce asi 45 % řidičů překročilo povolenou rychlost.
5. Rychlost řidičů, kteří se k přechodu pro chodce přibližovali a byli ochotni zastavit, činila průměrně 46 km/h. Rychlost těch, kteří nezastavili, byla 50 km/h.
6. Zahraniční řidiči se obecně k přechodu přibližovali rychleji a byli k zastavení před přechodem méně ochotní.
7. Asi 63 % chodců nepřecházelo vozovku správně, asi 28 % chodců použilo přechod pro chodce jen částečně a 39 % chodců přecházelo vozovku mimo přechod pro chodce, v jeho blízkosti.

Z výsledků testu je možné, mimo jiné, vyvodit důsledky ve smyslu neukázněnosti a nedisciplinovanosti účastníků provozu.

Střety vozidel s chodci, jak již zde bylo řečeno, mívají ve většině případů fatální následky. Hmotnostní poměry vozidel a chodců jsou zřejmé již na první pohled. Pohybová energie pohybujícího se vozidla má v čase srážky vozidla a chodce devastující účinky. Lidský organismus není schopen, bez újmy na zdraví a bez trvalých následků, absorbovat tak velkou kinetickou energii, která v okamžiku srážky na chodce působí.

Vznikla celá řada studií a proběhlo velké množství testů, při nichž byly simulovány střety vozidel a chodců v podobě zkušebních figurín, byly analyzovány dopravní nehody vozidel a chodců s následným provedením statistik. Analýzy pokusů a rozborů dopravních nehod ukázaly mechanismy a následky těchto střetů. Z provedených rozborů vyplývá, že největší procento smrtelných případů při srážkách vozidel s chodci bývá způsobeno v důsledku těžkého nárazu hlavy na přední kapotu vozidla nebo na čelní sklo, popř. A – sloupky. Při těchto střetech nedochází však jen k vážným poraněním hlavy, ale téměř vždy k poranění dolních končetin chodce, horních končetin, hrudníku, četným vnitřním poraněním a to v důsledku prvotního, energeticky nejvyššího, kontaktu s nárazníkem nebo přední maskou vozidla.

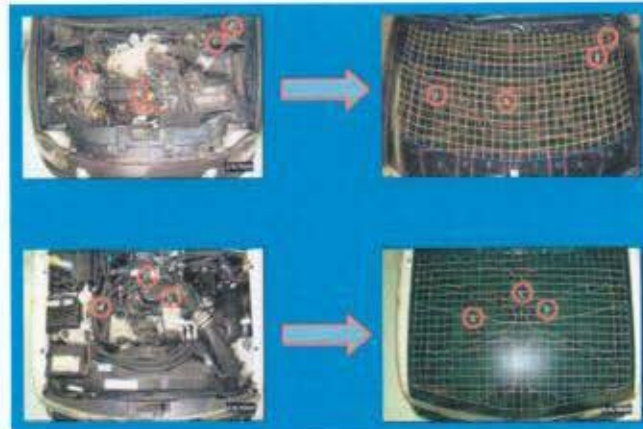


Obr. 12 - Nejzávažnější poranění chodců po střetu s automobilem [4]



Obr. 13 - Vícepohová simulace střetu chodce s automobilem[10]

Trendem posledních let jsou zkoušky prováděné za účelem zajišťování tzv. pasivní bezpečnosti chodců při srážce vozidla s chodcem. Z výše uvedených závěrů, vzniklých četnými analýzami střetů a testů, jsou identifikována místa střetu a dopadu chodce na kapotu vozidla. Díky těmto analýzám dochází v současnosti k testům a vývoji prvků pasivní bezpečnosti chodců.



Obr. 14 - Místa dopadu hlavy chodce při střetu s automobilem [4]

Nejdále, v tomto směru, jsou zatím prvky zajišťující pasivní bezpečnost chodců, při střetu vozidla s chodcem, ve formě airbagů, které se osvědčily jako prvky pasivní bezpečnosti zajišťující bezpečnost osádky vozidla. Airbasy pro chodce se umísťují na místa, kde je při střetu vozidla s chodcem obtížné, jakýmkoliv způsobem, zmírnit následky srážky.

Dalším testovaným a vyvíjeným prvkem, pro zajištění pasivní bezpečnosti chodců, je systém aktivní přední kapoty. V části nárazníku jsou umístěny senzory, které slouží k vyhodnocení nárazu. V případě rozpoznání srážky vozidla s chodcem je v okamžiku poslán signál do systému, který aktivuje zvedací prvek přední kapoty. Zvedací prvky jsou aktivovány signály z řídicí jednotky.



Obr. 15 - Airbasy pro chodce [4]



Obr. 16 - Systém aktivní přední kapoty [10]

Některé automobilky testují a vyvíjejí systém pasivní bezpečnosti chodců, který je kombinací dvou výše zmíněných. Zvedací kapota je doplněna o airbagy pro chodce umístěné v kritických místech na přední vozidla.



Obr. 17 - Systém pasivní bezpečnosti chodců (Volvo V 40) [10]

Je zřejmé, že snaha automobilek a bezpečnostních expertů udělat vše pro bezpečnost všech účastníků provozu na pozemních komunikacích je maximální. Vyvinené systémy jsou testovány a hodnoceny jako velice spolehlivé.



Obr. 18 - Systém aktivní kapoty (automobilka Ford) [10]

4. Návrh asistenčního prvku – SAR

Pro bezpečnost provozu na pozemních komunikacích se v oborech dopravního inženýrství a automobilové techniky dělá opravdu mnoho. Prvořadým cílem je snížit stále nepříznivě vyhlížející statistiky dopravní nehodovosti.

Z pohledu legislativy, jak je možné vidět, se pro bezpečnost a plynulost provozu na pozemních komunikacích udělalo téměř maximum. Převážná většina zemí EU směřuje legislativní kroky v konkrétních oblastech silničního provozu stejným směrem.

Co se týká problematiky zásad bezpečné jízdy, tak i zde jsou známy všechny mechanismy podílející se na pohybu vozidla v provozu ve smyslu brzdné dráhy vozidla, setrvačných sil při rozjezdu i brzdění, při nárazu apod. Dále jsou známy procesy, jimiž člověk sám přispívá, ať už negativně nebo pozitivně, k bezpečnosti provozu ve smyslu předvídání v dané dopravní situaci, sledování situace v provozu, disciplinovanosti a ohleduplnosti apod.

Tím hlavním elementem, který ve smyslu svých rozhodovacích schopností, selhává nejčastěji, denně, je lidský faktor - člověk sám. Chybnými rozhodnutími v dané dopravní situaci dochází mnohdy k fatálním následkům, a to nejen pro samotného řidiče. Lidský faktor, jak již bylo mnohokrát řečeno, hraje nejdůležitější roli v dopravním systému.

V provozu jako celku mohou nastat i případy v nichž se lidský faktor ocitne, lidově řečeno, nevině. V drtivé většině kolizních situací však hlavní díl zodpovědnosti zůstává na člověku. Člověk si, ve smyslu svých morálně – volních vlastností, může v dopravním prostředí počínat zodpovědně nebo nezodpovědně.

Je zřejmé, že podcenění – li řidič jeden z hlavních elementů dopravního prostředí, vystavuje sám sebe i druhé rizikové situaci.

Myšlenka asistenčního prvku SAR je, v podstatě, propojení již existujících a ve vozidlech používaných asistenčních systémů. Jedná se o již zmiňované systémy umožňující čtení dopravních značek a rozpoznávání chodců, jejichž charakteristika bude provedena v následujících odstavcích.

- **Systém umožňující čtení dopravních značek pracuje následujícím způsobem:**

Vozidlo dokáže přečíst dopravní značky omezující rychlost a zakazující předjíždění, upozornění zobrazí na displeji palubního počítače. Řidič tak má v každém okamžiku informaci o tom, co zrovna může, a co naopak nesmí. Podle zákona se má samozřejmě plně věnovat řízení, sám by měl tedy nejlépe vědět o všech značkách v provozu. Ale po pravdě – kdo z nás neměl za volantem „okno“. Je tu pořád ještě sedmdesátka, nebo platí zase padesátka? [21]

Stejně jako člověk potřebuje ke čtení očí, vůz potřebuje kameru. Elektronika je u každé automobilky naprogramována trochu jinak. [21]

Základní funkcí je vždy čtení a hlášení rychlostních omezení, lepší asistenty umějí i zakaz předjíždění, nebo dokonce dodatkové tabulky. U dražších modelů s integrovanou navigací se pak využívají mapové podklady, což pomáhá v situacích, kdy značení na silnici chybí. Z mapy lze vyčíst, že auto vjelo do obce na dálnici a podobně. [21]

Důvody, proč automobilky systém sledování dopravních značek nabízejí, jsou zřejmé – vysoká rychlost je častou příčinou smrtelných dopravních nehod. Podle studie organizace European Road Safety Observatory představuje významný faktor až u 30 % smrtelných dopravních nehod. A v neposlední řadě stojí překročení rychlosti spoustu peněz na pokutách.

Nikdy tedy není na škodu, když má řidič informaci o aktuální povolené rychlosti z více zdrojů, a navíc permanentně k dispozici. [21]



Obr. 19 - Zobrazení dopravní značky na přístrojové desce [21]

- **Systém umožňující rozpoznávání chodců pracuje následujícím způsobem:**

Pro některé značky vozidel je nyní dostupný systém rozpoznávání chodců s funkcí automatického brzdění. Jedná se o pomocný systém, který řidiči pomáhá rozpoznávat potenciálně nebezpečné situace a který dokáže aktivně zabránit krizovému scénáři střetu s chodcem.

Ke kolizím s chodci dochází v dnešním hustém provozu prakticky denně. Například ve Švédsku představují chodci 16 procent všech osob usmrcených při dopravních nehodách. V USA se tato hodnota pohybuje kolem 11 procent, v Německu kolem 13 procent a v Číně tento podíl vzrostl až na celých 25 procent. [22]

Nejprve výstraha, poté automatické brzdění.

Systém rozpoznávání chodců s funkcí automatického brzdění dokáže pomocí radaru a kamery rozpoznat chodce v jízdní dráze vozidla. Hlavním účelem prvotní výstrahy je upozornit řidiče, aby sám začal brzdit nebo provedl úhybný manévr. Pokud řidič ani přes upozornění nereaguje, automobil začne automaticky a s maximální intenzitou brzdit těsně předtím, než se srážka stane nevyhnutelnou. Díky automatickému brzdění lze kolizím za určitých okolností při rychlostech do 35 km/h zcela předejít. [22]

Odhaduje se, že pokud by všechny automobily byly vybaveny systémem rozpoznávání chodců s funkcí automatického brzdění, bylo by možné počet usmrcených chodců snížit o více než 20 procent. Počet vážně poraněných chodců by se přitom snížil téměř o 30 procent. Ve třech případech z deseti lze kolizi zcela předejít. Odhady jsou založeny na údajích o počtu chodců zasažených přední částí vozidla. [22]

Systém rozpoznávání chodců s funkcí automatického brzdění nefunguje v situacích, kdy je funkce kamery omezena, například za tmy nebo při špatném počasí. Za bezpečnost jízdy vždy odpovídá řidič. [22]

Myšlenka asistenčního prvku, jak již bylo výše uvedeno, zahrnuje propojení dvou výše zmíněných bezpečnostních systémů. Jde o to, že kromě dopravních značek „Nejvyšší povolená rychlost“ a „Zákaz předjíždění“, systém rozpozná i dopravní značky „Pozor, přechod pro chodce“, „Přechod pro chodce“, „Signál se zeleným světlem Volno“ a „Signál se zelenou směrovou šipkou Volno“. Společně se schopností druhého systému rozpoznat chodce v jízdni dráze vozidla nebo chodce vstupujícího na přechod pro chodce, se zde nabízí myšlenka vytvoření asistenčního systému, který bude výrazným způsobem eliminovat vznik vážných dopravních nehod v blízkosti přechodu pro chodce.

V následující kapitole je provedeno matematické řešení týkající se stanovení brzdné dráhy vozidla na povrchu s různým součinitelem adheze v závislosti na typu řidiče. Hodnoty provedených výpočtů budou dále použity pro vytvoření modelových situací, ke kterým může dojít v blízkosti přechodu pro chodce.

4.1. Matematické řešení

Pro stanovení brzdných drah na různých druzích povrchu za účasti několika typů řidičů, které jsou nezbytné pro návrh asistenčního prvku, bylo zvoleno matematické řešení. Hodnoty použité ve výpočtech patří vozidlu VW Passat Variant Combi, rok výroby 2003.

4.1.1. Brzdění vozidel

Brzděním je rozuměn proces, při kterém řidič vozidla cíleně snižuje rychlost vozidla až do jeho úplného zastavení nebo do řidičem požadované rychlosti. [23]

4.1.2. Síly působící na vozidlo při brždění

Vozidlo je při jízdě bržděno všemi silami, které působí proti směru jeho pohybu. Součet těchto sil označujeme jako celkovou brzdou sílu vozidla. Přerušíme – li pohon vozidla, začne vozidlo zpomalovat, potom se dá celková brzdou síla zapsat jako: [23]

$$F_{BC} = F_f + F_v + F_s \quad (1)$$

kde: F_f – valivý odpor

F_v – odpor vzduchu

F_s – odpor do stoupání

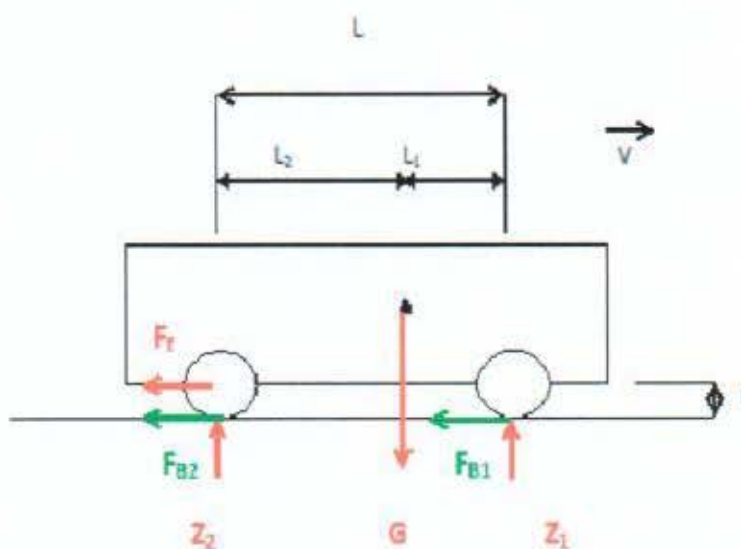
Velikost zpomalení vozidla je při tomto způsobu brždění závislá jen na velikosti působících jízdních odporů a hmotnosti vozidla. Řidič nemůže toto zpomalení přímo ovlivnit.

Dopravní situace, ale vyžaduje, aby řidič mohl přímo ovlivnit brždění vozidla a zpomalení bylo výrazně větší, než které dokážou vyvolat jízdní odpory. Proto je potřeba k silám, které působí proti jízdě vozidla, přidat brzdou sílu F_B , což je síla, vyvozená účinkem brzdové soustavy. Její velikost je omezena adhezní silou. [23]

Abychom mohli celou situaci zjednodušit, ve smyslu znázornění sil a momentů působících na vozidlo při brždění, je potřeba přijmout následující požadavky:

- Vozidlo jede bez přípojného vozidla;
- součinitel adheze je na všech kolech vozidla stejný;
- zanedbání vlivu setrvačnosti rotujících hmot;
- $\alpha = 0$, $\Rightarrow F_s = m \cdot g \cdot \sin \alpha = 0$;
- pro malé rychlosti lze zanedbat odpor vzduchu F_v ;
- těžiště vozidla je určeno jen přibližně.

4.1.3. Rovnice rovnováhy pro brzdící automobil



Obr. 20 - Síly působící na vozidlo při brzdění

kde: $r = 295$ mm (poloměr kola)

$L = 2690$ mm (rozvor náprav)

$L_1 = 890$ mm (vzdálenost přední nápravy od těžiště vozidla)

$L_2 = 1800$ mm (vzdálenost zadní nápravy od těžiště vozidla).

$$\sum F_x = 0: \quad F_f + F_{B1} + F_{B2} = 0 \quad (2) \quad ?$$

$$\sum F_y = 0: \quad -G + Z_1 + Z_2 = 0 \quad (3)$$

$$\sum M_A = 0: \quad Z_1 \cdot L + F_f \cdot r - G \cdot L_2 = 0 \quad (4)$$

4.1.4. Dosazení hodnot do rovnice rovnováhy a následný výpočet reakcí Z_1 a Z_2 :

$$F_f = m \cdot g \cdot f \cdot \cos \alpha \quad (5)$$

kde: $m = 1536$ kg (pohotovostní hmotnost vozidla)

$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ (tíhové zrychlení)

$f = 0,02$ (součinitel odporu valení pneumatiky)

$\alpha = 0^\circ$ (sklon vozovky)

$$F_f = 1536 \cdot 9,81 \cdot 0,02 \cdot \cos 0 = 301,36 \text{ N}$$

$$301,36 + F_{B1} + F_{B2} = 0$$

$$-1536 \cdot 9,81 + Z_1 + Z_2 = 0$$

$$Z_1 \cdot 2690 + 301,36 - 1536 \cdot 9,81 \cdot 1800 = 0$$

Po výpočtu a dosazení dostaneme pro Z_1 a Z_2 :

$$Z_1 = 10\,082,67 \text{ N}$$

$$Z_2 = 4985,49 \text{ N}$$

4.1.5. Výpočet brzdných reakcí na kole vozidla pro různé povrchy (různé součinitele adheze)

Nejúčinnějšího brždění bude dosaženo v případě, že při brždění na mezi adheze bude brzdná reakce rozložena na kola automobilu úměrně k jejich radiálnímu zatížení. [23]

Pro ideální případ platí následující vztahy:

$$F_{B1} = Z_1 \cdot \varphi \quad (6)$$

$$F_{B2} = Z_2 \cdot \varphi \quad (7)$$

$$F_{BC} = F_{B1} + F_{B2} \quad (8)$$

kde: F_{B1} – brzdná síla na přední nápravě

F_{B2} – brzdná síla na zadní nápravě

F_{BC} – celková brzdná síla

$\varphi = 0,9$ (součinitel adheze pro suchý asfalt)

$\varphi = 0,5$ (součinitel adheze pro mokrý asfalt)

$\varphi = 0,2$ (součinitel adheze pro zledovatělou vozovku)

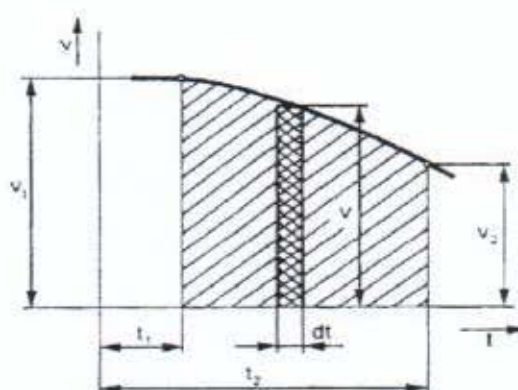
Tabulka 6 - Brzdné síly na různém druhu povrchu

	$\varphi = 0,9$	$\varphi = 0,5$	$\varphi = 0,2$
F_{B1}	9074,4	5041,33	2016,53
F_{B2}	4486,94	2492,74	997,09
F_{BC}	13561,34	7534,07	3013,62

4.1.6. Výpočet teoretické brzdné dráhy automobilu

Během brždění vozidla se v době od počátku brždění t_1 do konce brždění t_2 rychlost jízdy vozidla zmenšuje z počáteční rychlosti v_1 na konečnou rychlost v_2 . Ujetá dráha je v souřadnicích rychlost – čas vyjádřena plochou pod křivkou funkční závislosti $v(t)$ v rozmezí od t_1 do t_2 . Ujetá dráha „s“ je tedy vyjádřena integrálem: [23]

$$\Delta s = \int_{t_1}^{t_2} v \cdot dt \quad (9)$$



Obr. 21 - Závislost rychlosti na čase při brždění

Při působení celkové brzdné síly F_{BC} má pohybová rovnice vozidla následující tvar:

$$m_a \cdot a = - F_{BC} \quad (10)$$

Záporné znaménko vyjadřuje, že zpomalení působí proti směru pohybu vozidla.

Velikost brzdného zpomalení a :

$$a = - \frac{F_{BC}}{m_a} \quad (11)$$

Zpomalení a lze také vyjádřit jako derivace rychlosti za čas:

$$a = - \frac{F_{BC}}{m_a} = \frac{dv}{dt} \quad (12)$$

Odtud potom po úpravě dostaneme:

$$dt = - \frac{m_a \cdot dv}{F_{BC}} \quad (13)$$

Dosažením rovnice (12) do rovnice (8) dostaneme vztah pro teoretickou dráhu brždění

S_t :

$$S_t = - \int_{v_1}^{v_2} \frac{m_a \cdot v \cdot dv}{F_{BC}} = m_a \cdot \int_{v_2}^{v_1} \frac{v \cdot dv}{F_{BC}} \quad (14)$$

Za předpokladu, že hodnota součinitele adheze φ se během brždění nemění, můžeme říct, že v tomto případě celková brzdná dráha F_{BC} nezávisí na rychlosti a proto ji můžeme vytknout před integrál. Dostaneme následující vztah: [23]

$$S_t = \frac{m_a}{F_{BC}} \cdot \int_{v_2}^{v_1} v \cdot dv = \frac{m_a}{F_{BC}} \cdot \frac{v_1^2 - v_2^2}{2} \quad (15)$$

V případě, že vozidlo bude brzdit až do úplného zastavení ($v_2 = 0$ m/s) platí:

$$S_t = \frac{m_a}{F_{BC}} \cdot \frac{v_1^2}{2} \quad (16)$$

Z předchozích výpočtů pro celkovou brzdnou sílu F_{BC} pro různé povrchy vozovky dosadíme tyto hodnoty do rovnice (15) a dostaneme:

Tabulka 7 - Teoretická brzdná dráha - suchý asfalt

v [km/h]	brzdná dráha [m]
30	3,93
40	6,99
50	10,91
60	15,72
70	21,39

Tabulka 8 - Teoretická brzdná dráha - mokrý asfalt

v [km/h]	brzdná dráha [m]
30	7,07
40	12,57
50	19,64
60	28,3
70	38,52

Tabulka 9 - Teoretická brzdná dráha - zledovatělá vozovka

v [km/h]	brzdná dráha [m]
30	17,68
40	31,45
50	49,11
60	70,77
70	96,33

4.1.7. Celková dráha pro zastavení vozidla

Celková dráha, kterou vozidlo potřebuje pro zastavení, popř. zpomalení do určité rychlosti je dána jako součet:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \quad (17)$$

kde: S_1 = dráha ujetá během reakční doby řidiče

S_2 = dráha ujetá během prodlevy brzd a náběhu brzdícího účinku

S_3 = brzdná dráha

Pro stanovení hodnoty S_1 je potřeba znát reakční dobu řidiče. Ta je závislá, jak již bylo uvedeno, např. na bdělosti, pozornosti a připravenosti řidiče. Pro výpočty byly použity následující typy řidičů a jim odpovídající reakční doby. Ve výpočtech byly použity jejich střední hodnoty.

- 0,6 – 0,7 s řidič bdělý, pozorný, připravený brzdít;
- 0,7 – 0,9 s řidič pozorný, ale neočekává brždění;
- 1 – 1,2 s řidič soustředěný na jinou činnost;
- 1,4 – 1,8 s řidič je nepozorný, např. komunikuje se spolujezdcem;
- 1,6 – 2,4 s indisponovaný řidič (únava, nemoc, alkohol, drogy).

Pro jednotlivé případy řidičů a různých rychlostí vozidel dostáváme hodnoty uvedené v následujících tabulkách.

Tabulka 10 - Dráha ujetá vozidlem během reakční doby řidiče (30 km/h)

30 km/h = 8,3 m/s		
reakční doba řidiče [s]	střední hodnota [s]	ujetá dráha [m]
0,6 - 0,7	0,65	5,4
0,7 - 0,9	0,8	6,65
1 - 1,2	1,1	9,13
1,4 - 1,8	1,6	13,28
1,6 - 2,4	2	16,6

Tabulka 11 - Dráha ujetá vozidlem během reakční doby řidiče (40 km/h)

40 km/h = 11,11 m/s		
reakční doba řidiče [s]	střední hodnota [s]	ujetá dráha [m]
0,6 - 0,7	0,65	7,22
0,7 - 0,9	0,8	8,88
1 - 1,2	1,1	12,22
1,4 - 1,8	1,6	17,77
1,6 - 2,4	2	22,22

Tabulka 12 - Dráha ujetá vozidlem během reakční doby řidiče (50 km/h)

50 km/h = 13,9 m/s		
reakční doba řidiče [s]	střední hodnota [s]	ujetá dráha [m]
0,6 - 0,7	0,65	9,03
0,7 - 0,9	0,8	11,12
1 - 1,2	1,1	15,29
1,4 - 1,8	1,6	22,24
1,6 - 2,4	2	27,8

Tabulka 13 - Dráha ujetá vozidlem během reakční doby řidiče (60 km/h)

60 km/h = 16,7 m/s		
reakční doba řidiče [s]	střední hodnota [s]	ujetá dráha [m]
0,6 - 0,7	0,65	10,85
0,7 - 0,9	0,8	13,36
1 - 1,2	1,1	18,37
1,4 - 1,8	1,6	26,72
1,6 - 2,4	2	33,4

Tabulka 14 - Dráha ujetá vozidlem během reakční doby řidiče (70 km/h)

70 km/h = 19,4 m/s		
reakční doba řidiče [s]	střední hodnota [s]	ujetá dráha [m]
0,6 - 0,7	0,65	12,61
0,7 - 0,9	0,8	15,52
1 - 1,2	1,1	21,34
1,4 - 1,8	1,6	31,04
1,6 - 2,4	2	38,8

S_2 je dráha, kterou ujede vozidlo danou rychlostí při náběhu brzdícího účinku. U osobních automobilů je tato hodnota rovna přibližně 0,2 s. V následující tabulce jsou tyto hodnoty vyčísleny a takové budou použity v následujících výpočtech.

Tabulka 15 - Dráha ujetá vozidlem během náběhu brzdícího účinku

v [km/h]	v [m/s]	ujetá dráha [m]
30	8,3	1,66
40	11,11	2,22
50	13,9	2,78
60	16,7	3,34
70	19,4	3,88

Po dosazení do rovnice (16)¹⁷ a následném výpočtu dostaneme pro celkovou dráhu potřebnou pro zastavení vozidla na suché a mokré vozovce údaje uvedené v následujících tabulkách.

- Suchá vozovka:

Tabulka 16 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla

pozorný, připravený brzdít				
v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
30	5,4	1,66	3,93	10,99
40	7,22	2,22	6,99	16,43
50	9,03	2,78	10,91	22,72
60	10,85	3,34	15,72	29,91
70	12,61	3,88	21,39	37,88

Tabulka 17 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla

pozorný, neočekává brždění				
v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
30	6,65	1,66	3,93	12,24
40	8,88	2,22	6,99	18,09
50	11,12	2,78	10,91	24,81
60	13,36	3,34	15,72	32,42
70	15,52	3,88	21,39	40,79

Tabulka 18 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla

soustředěný na jinou činnost				
v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
30	9,13	1,66	3,93	14,72
40	12,22	2,22	6,99	21,43
50	15,29	2,78	10,91	28,98
60	18,37	3,34	15,72	37,43
70	21,34	3,88	21,39	46,61

Tabulka 19 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla

nepozorný řidič				
v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
30	13,28	1,66	3,93	18,87
40	17,77	2,22	6,99	26,98
50	22,24	2,78	10,91	35,93
60	26,72	3,34	15,72	45,78
70	31,04	3,88	21,39	56,31

Tabulka 20 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla

indisponovaný řidič				
v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
30	16,6	1,66	3,93	22,19
40	22,22	2,22	6,99	31,43
50	27,8	2,78	10,91	41,49
60	33,4	3,34	15,72	52,46
70	38,8	3,88	21,39	64,07

- Mokrá vozovka:

Tabulka 21 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla

pozorný, připravený brzdít				
v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
30	5,4	1,66	7,07	14,13
40	7,22	2,22	12,57	22,01
50	9,03	2,78	19,64	31,45
60	10,85	3,34	28,3	42,49
70	12,61	3,88	38,52	55,01

Tabulka 22 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla

pozorný, neočekává brždění				
v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
30	6,65	1,66	7,07	15,38
40	8,88	2,22	12,57	23,67
50	11,12	2,78	19,64	33,54
60	13,36	3,34	28,3	45
70	15,52	3,88	38,52	57,92

Tabulka 23 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla

soustředěný na jinou činnost				
v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
30	9,13	1,66	7,07	17,86
40	12,22	2,22	12,57	27,01
50	15,29	2,78	19,64	37,71
60	18,37	3,34	28,3	50,01
70	31,34	3,88	38,52	63,74

Tabulka 24 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla

nepozorný řidič				
v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
30	13,28	1,66	7,07	22,01
40	17,77	2,22	12,57	32,56
50	22,24	2,78	19,64	44,66
60	26,72	3,34	28,3	58,36
70	31,04	3,88	38,52	73,44

Tabulka 25 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla

indisponovaný řidič				
v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
30	16,6	1,66	7,07	25,33
40	22,22	2,22	12,57	37,01
50	27,8	2,78	19,64	50,22
60	33,4	3,34	28,3	65,04
70	38,8	3,88	38,52	81,2

Dále je potřeba znát velikosti drah ujetých vozidlem při zpomalování ze 70 km/h na 30 km/h, z 60 km/h na 30 km/h a 50 km/h na 30 km/h. Při výpočtu byl použit vztah (15).

- Suchá vozovka:

Tabulka 26 - Pozorný, připravený brzdít

v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
50 - 30	9,03	2,78	7	18,81
60 - 30	10,85	3,34	11,86	26,05
70 - 30	12,61	3,88	17,46	33,95

Tabulka 27 - Pozorný, neočekává brzdění

v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
50 - 30	11,12	2,78	7	20,9
60 - 30	13,36	3,34	11,86	28,58
70 - 30	15,52	3,88	17,46	36,86

Tabulka 28 - Soustředěný na jinou činnost

v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
50 - 30	15,29	2,78	7	25,07
60 - 30	18,37	3,34	11,86	33,57
70 - 30	21,34	3,88	17,46	42,68

Tabulka 29 - Nepozorný řidič

v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
50 - 30	22,24	2,78	7	32,02
60 - 30	26,72	3,34	11,86	41,92
70 - 30	31,04	3,88	17,46	52,38

Tabulka 30 - Indisponovaný řidič

v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
50 - 30	27,8	2,78	7	37,58
60 - 30	33,4	3,34	11,86	48,6
70 - 30	38,8	3,88	17,46	60,14

- Mokrý vozovka:

Tabulka 31 - Pozorný, připravený brzdít

v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
50 - 30	9,03	2,78	12,6	24,41
60 - 30	10,85	3,34	21,34	35,53
70 - 30	12,61	3,88	31,44	47,93

Tabulka 32 - Pozorný, neočekávaná brzdění

v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
50 - 30	11,12	2,78	12,6	26,5
60 - 30	13,36	3,34	21,34	38,04
70 - 30	15,52	3,88	31,44	50,84

Tabulka 33 - Soustředěný na jinou činnost

v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
50 - 30	15,29	2,78	12,6	30,67
60 - 30	18,37	3,34	21,34	43,05
70 - 30	21,34	3,88	31,44	56,66

Tabulka 34 - Nepozorný řidič

v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
50 - 30	22,24	2,78	12,6	37,62
60 - 30	26,72	3,34	21,34	51,4
70 - 30	31,04	3,88	31,44	66,36

Tabulka 35 - Indisponovaný řidič

v [km/h]	s1 [m]	s2 [m]	s3[m]	s[m]
50 - 30	27,8	2,78	12,6	43,18
60 - 30	33,4	3,34	21,34	58,08
70 - 30	38,8	3,88	31,44	74,12

Z provedených výpočtů je zřejmé, že zejména při vysokých rychlostech, při vysokých rychlostech na mokré vozovce a při nesoustředěnosti a nepřipravenosti řidiče, je celková dráha pro zastavení vozidla poměrně velká. Jak již bylo uvedeno výše, k drtivé většině všech dopravních nehod, dochází právě selháváním lidského faktoru, díky nepozornosti a nepřipravenosti řidiče.

Úkolem navrhovaného asistenčního prvku je eliminovat nedostatek lidského faktoru v dané dopravní situaci, tj. v blízkosti přechodu pro chodce a tím vytvořit jakousi „bezpečnou zónu“ v okolí přechodu pro chodce.

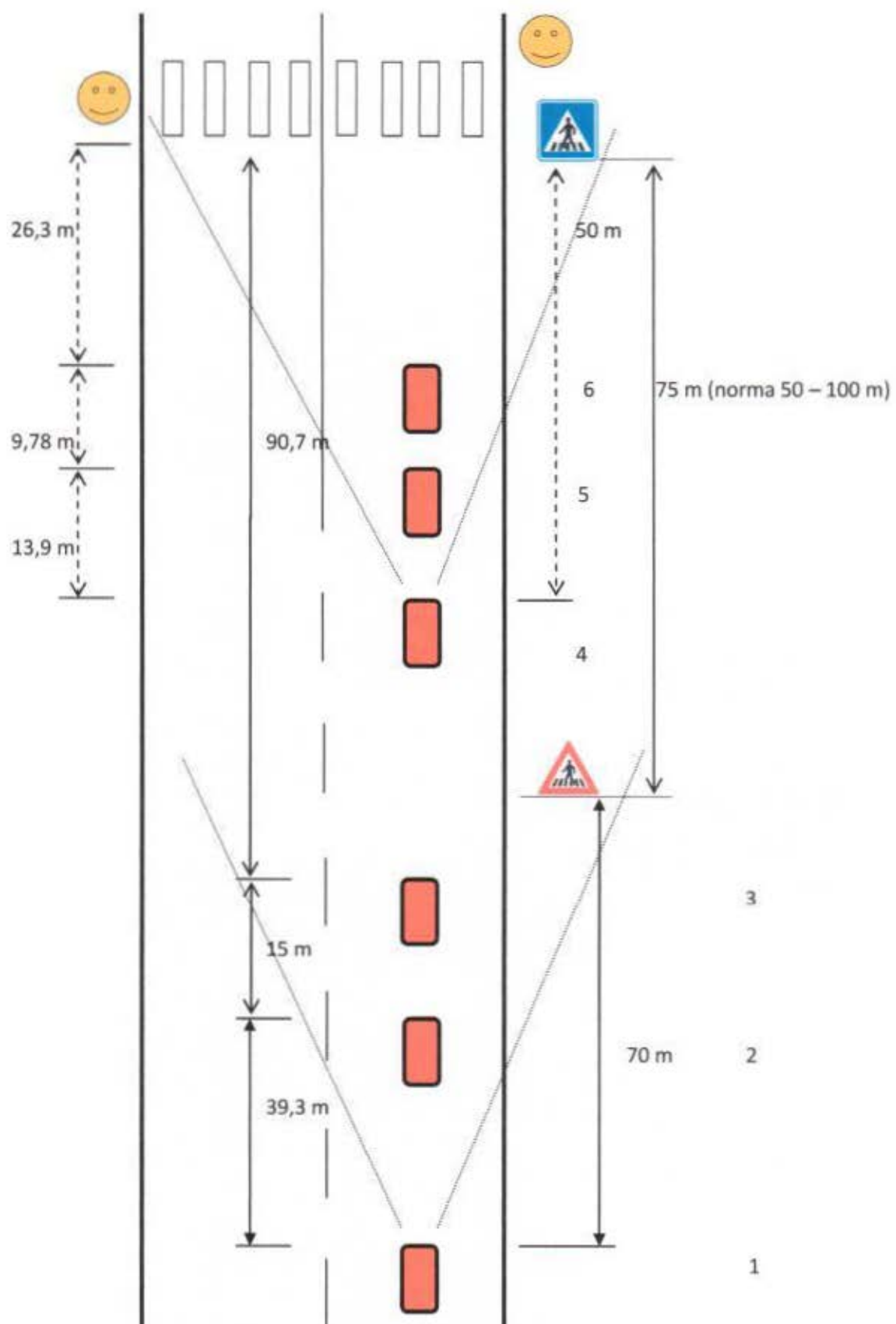
4.1.8. Modelové situace

Na následujících obrázcích jsou znázorněny možné situace, ke kterým může dojít v obci v blízkosti přechodu pro chodce selháním lidského faktoru, při kterých ale navrhovaný asistenční prvek situaci v blízkosti přechodu pro chodce hlídá. Jedná se o situace, kdy je řidič upozorňován na blížící se přechod pro chodce svislou dopravní značkou A11 a následně informován svislou dopravní značkou IP 06. V dalších případech se jedná o situaci, kdy je řidič o přechodu pro chodce pouze informován dopravní značkou IP 06. Předpoklad, že řidič se plně věnuje řízení, sleduje dopravní situaci a dopravní značky, je v těchto případech zanedbán, protože rychlost, kterou se řidič do dané situace přibližuje, neodpovídá platné legislativě a ani zásadám bezpečné jízdy. V modelových situacích jsou použity hodnoty pro různé rychlosti vozidel a to jak na suché, tak i na mokré vozovce.

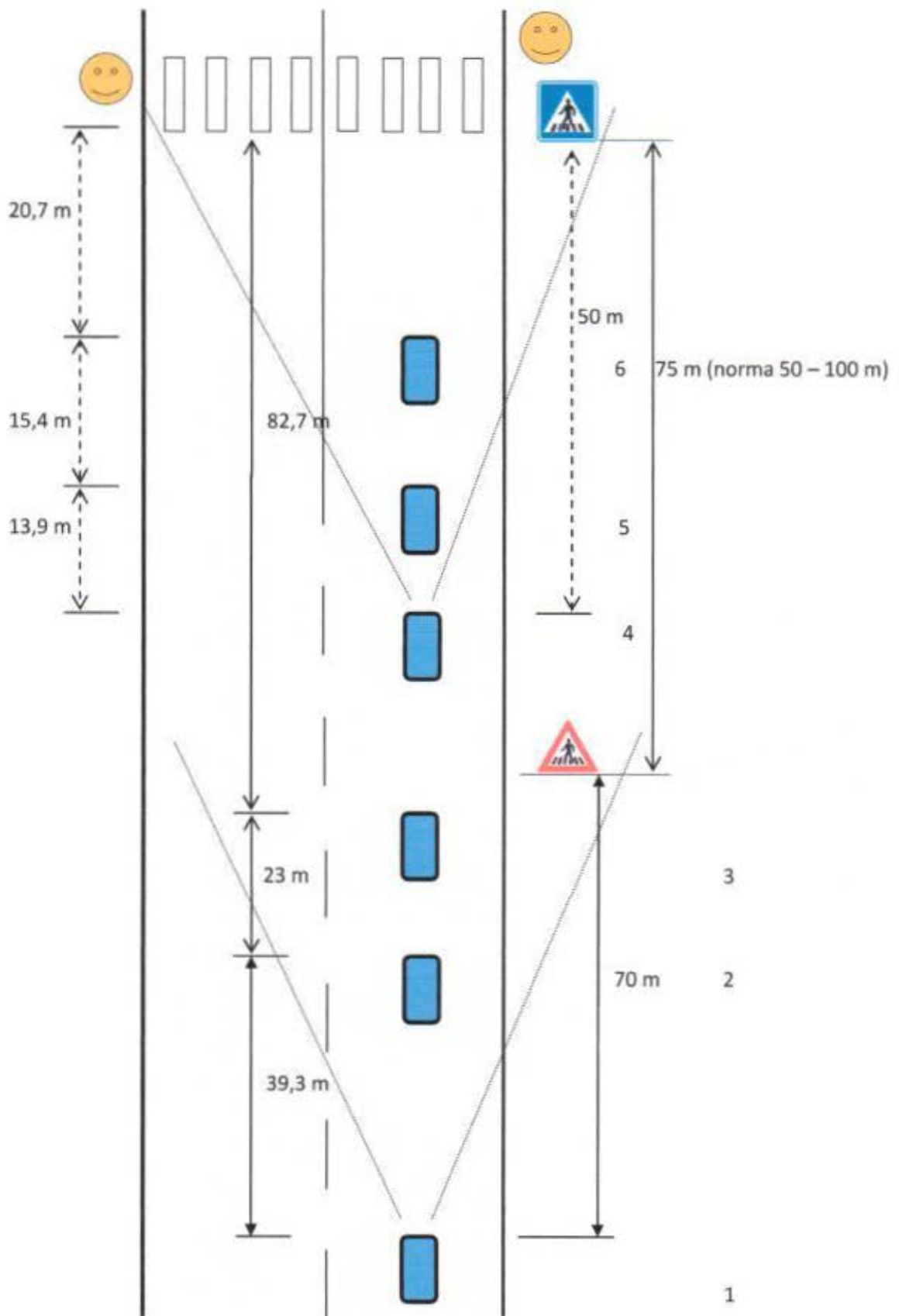
- V prvních dvou případech je řidič, po zaregistrování dopravní značky A11 kamerou vozidla ze vzdálenosti 70 m, dvakrát opticko - akusticky upozorněn na danou situaci (bod 1). V dalších dvou případech je značka A11 zaregistrována ze vzdálenosti 50 m. Jeden opticko – akustický signál trvá přibližně jednu sekundu, za kterou vozidlo ujede při dané rychlosti odpovídající dráhu. V daném případě se jedná o rychlost 70 km/h. V případě nereagování ze strany řidiče, dojde odstávkou paliva a automatickým přibrzděním, ke zpomalení vozidla na hodnotu 50 km/h (bod 3). Vzdálenost mezi body 1 a 2 je dráha, kterou vozidlo ujede během „dvojitého“ opticko – akustického signálu, tj. během dvou sekund. Vzdálenost mezi body 2 a 3 je dráha ujetá vozidlem během náběhu brzdění až do zpomalení na 50 km/h.
- Vozidlo se dále pohybuje rychlostí 50 km/h (body 3 – 4). Ve vzdálenosti 50 m před přechodem pro chodce (bod 4), po zaregistrování dopravní značky IP 06, je řidič 1x opticko – akusticky upozorněn na danou situaci. Pokud současně systém pro rozpoznávání chodců zpozoruje chodce na přechodu pro chodce v jízdní dráze vozidla nebo chodce vstupujícího na přechod pro chodce a řidič dále pokračuje nezměněnou rychlostí, dojde odstávkou paliva a automatickým přibrzděním ke zpomalení vozidla na 30 km/h, které odpovídá poloha vozidla v bodě 6. Vzdálenost mezi body 5 a 6 je

jak se
může
vzdálenost?

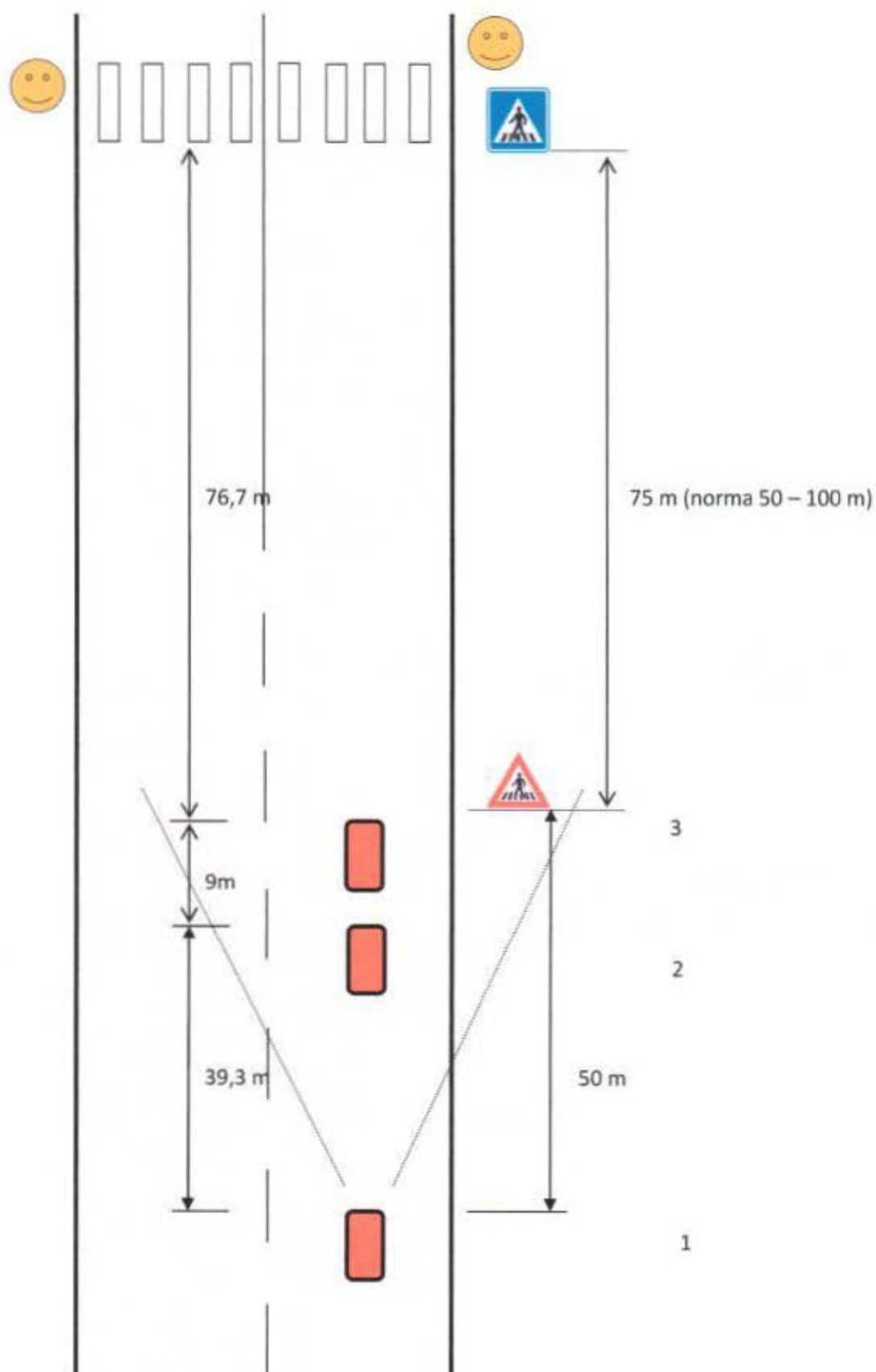
vzdálenost ujetá vozidlem během prodlevy brzd, náběhu brzdícího účinku a zpomalení z 50 km/h na 30 km/h. Tato vzdálenost je vypočtena ze vztahů (15) a (17). Z provedených výpočtů a polohy vozidla v bodě 6 je zřejmé, že výsledná vzdálenost vozidla od přechodu pro chodce je dostatečná k bezpečnému přejití vozovky i k případnému bezpečnému zastavení vozidla před přechodem pro chodce. Situace je obdobná i v následujících třech případech. V případě mokré vozovky (modré vozidlo) je výsledná vzdálenost vozidla od přechodu pro chodce menší než v případě suché vozovky, ale je stále dostatečná k případnému zastavení vozidla před přechodem pro chodce.



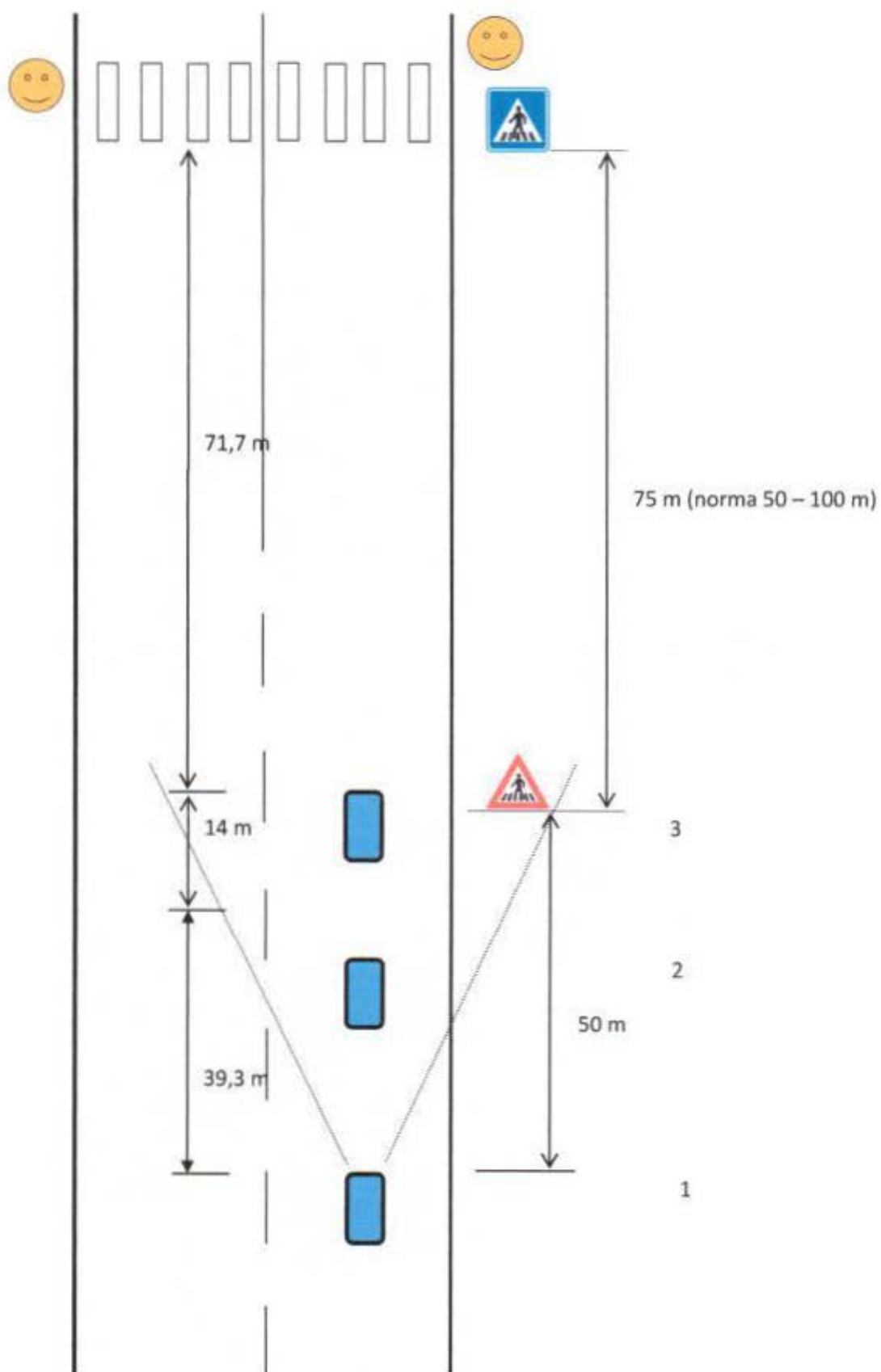
Obr. 22 - Modelová situace č. 1



Obr. 23 - Modelová situace č. 2

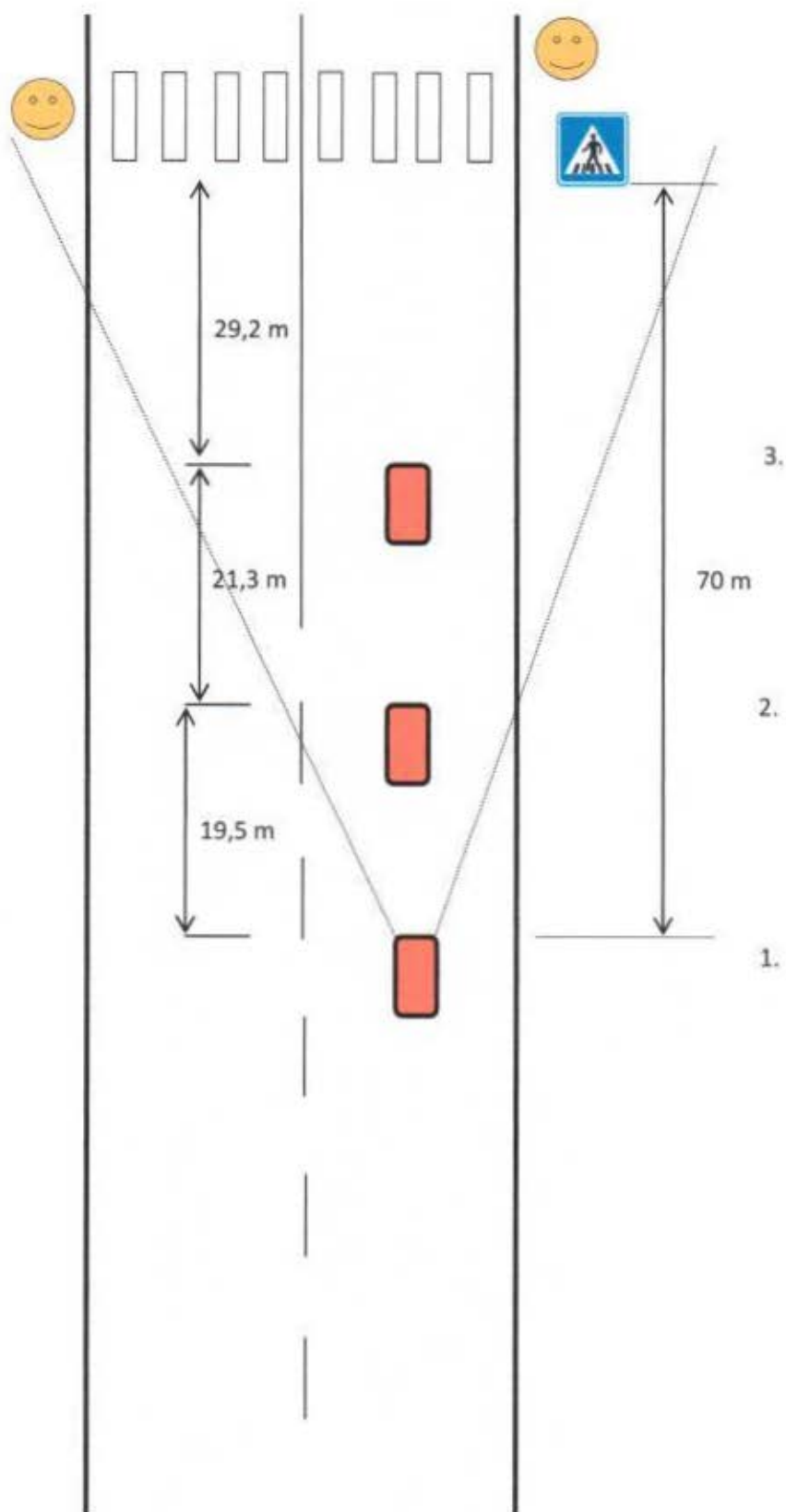


Obr. 24 - Modelová situace č. 3

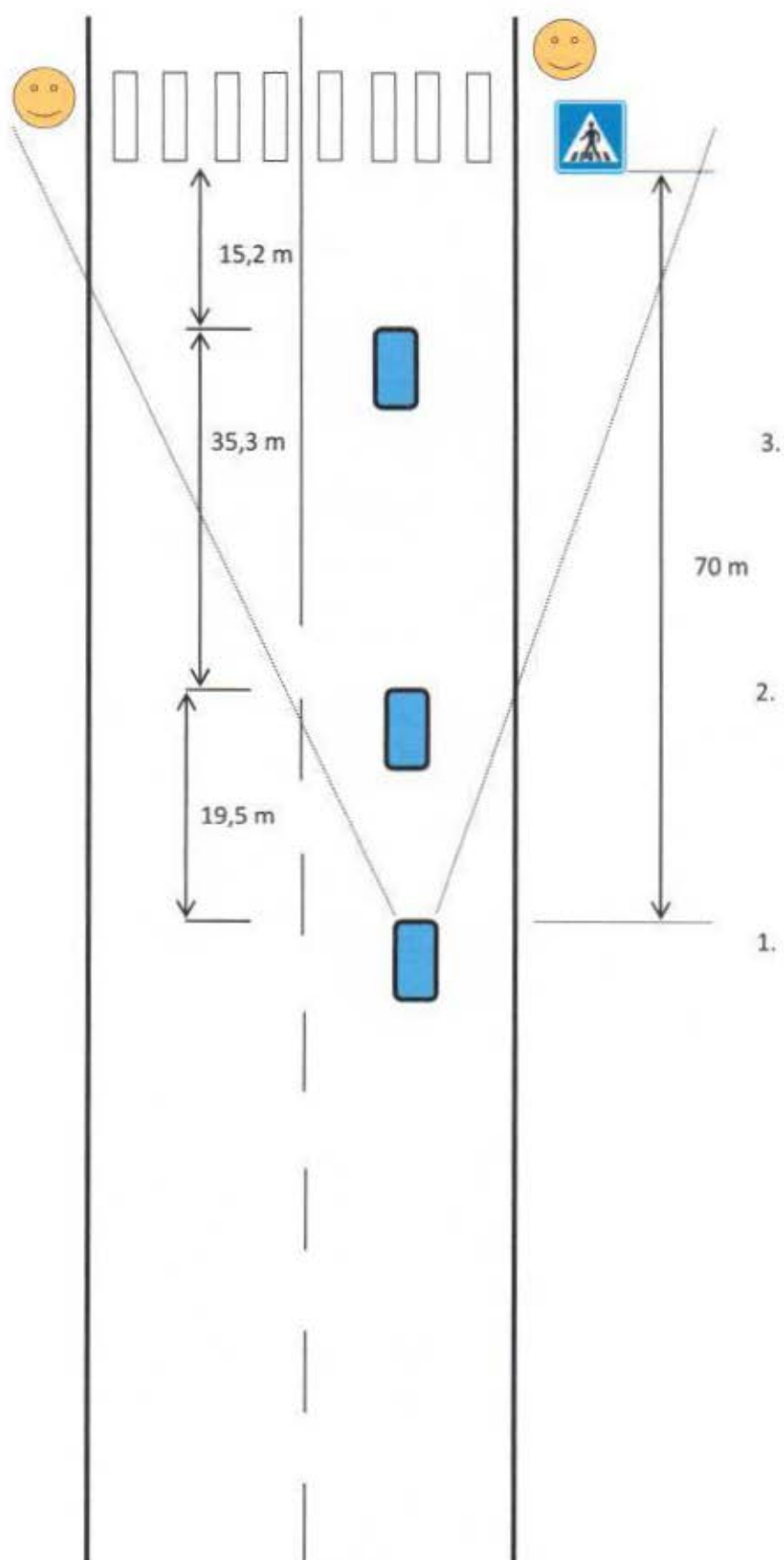


Obr. 25 - Modelová situace č. 4

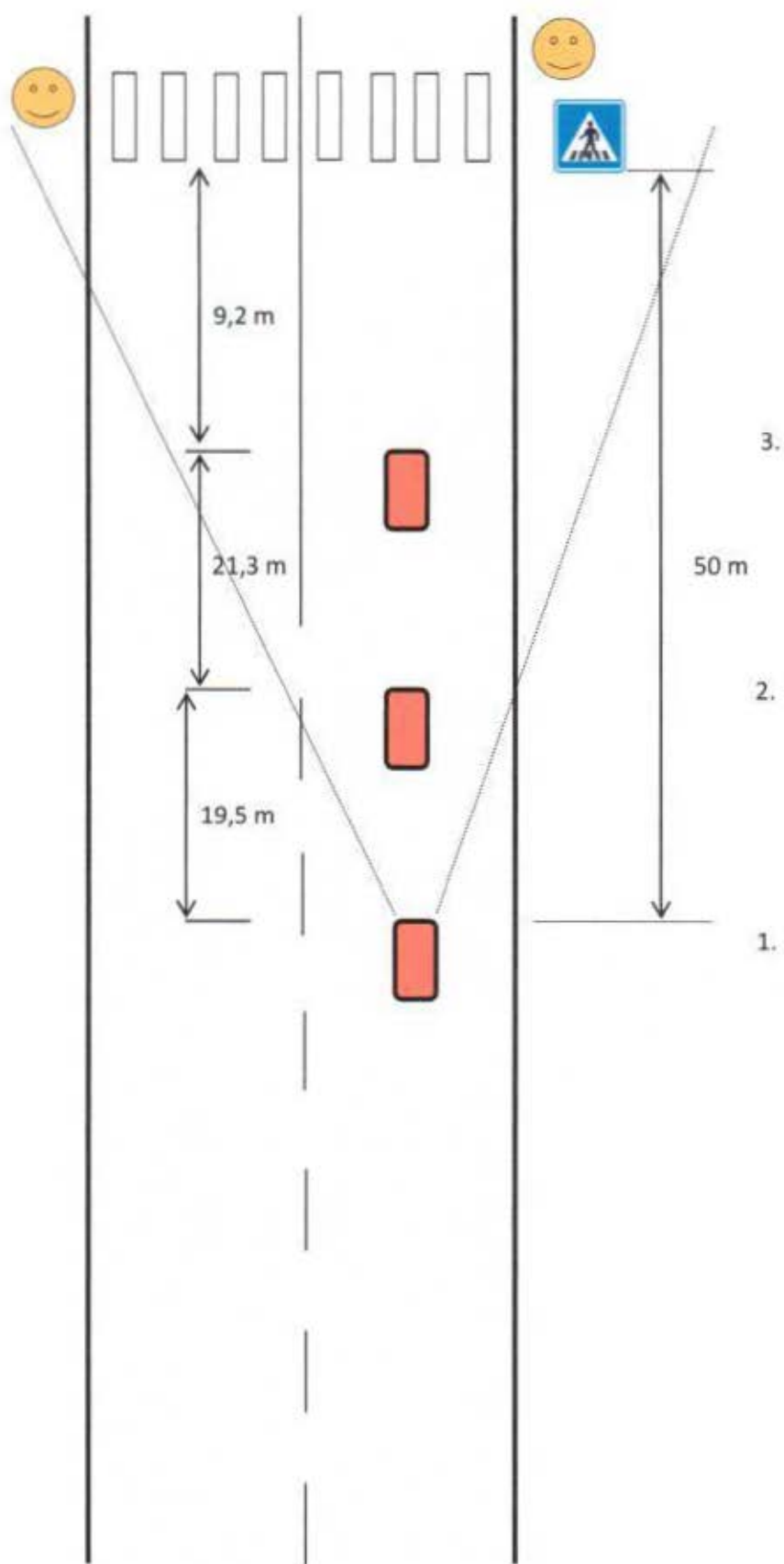
- V následujících prvních dvou případech je řidič, po zaregistrování dopravní značky IP 06 kamerou vozidla za vzdálenosti 70 m a v dalších dvou případech ze vzdálenosti 50 m, jedenkrát opticko - akusticky upozorněn na danou situaci (bod 1). Jeden opticko – akustický signál trvá přibližně jednu sekundu, za kterou vozidlo ujede při dané rychlosti odpovídající dráhu. V daném případě se jedná o rychlost 70 km/h. V případě nereagování ze strany řidiče, dojde odstávkou paliva a automatickým přibrzděním, ke zpomalení vozidla na hodnotu 30 km/h (bod 3). Vzdálenost mezi body 1 a 2 je dráha, kterou vozidlo ujede během jednoho opticko – akustického signálu, tj. během jedné sekundy. Vzdálenost mezi body 2 a 3 je dráha ujetá vozidlem během náběhu brzdění až do zpomalení na 30 km/h.



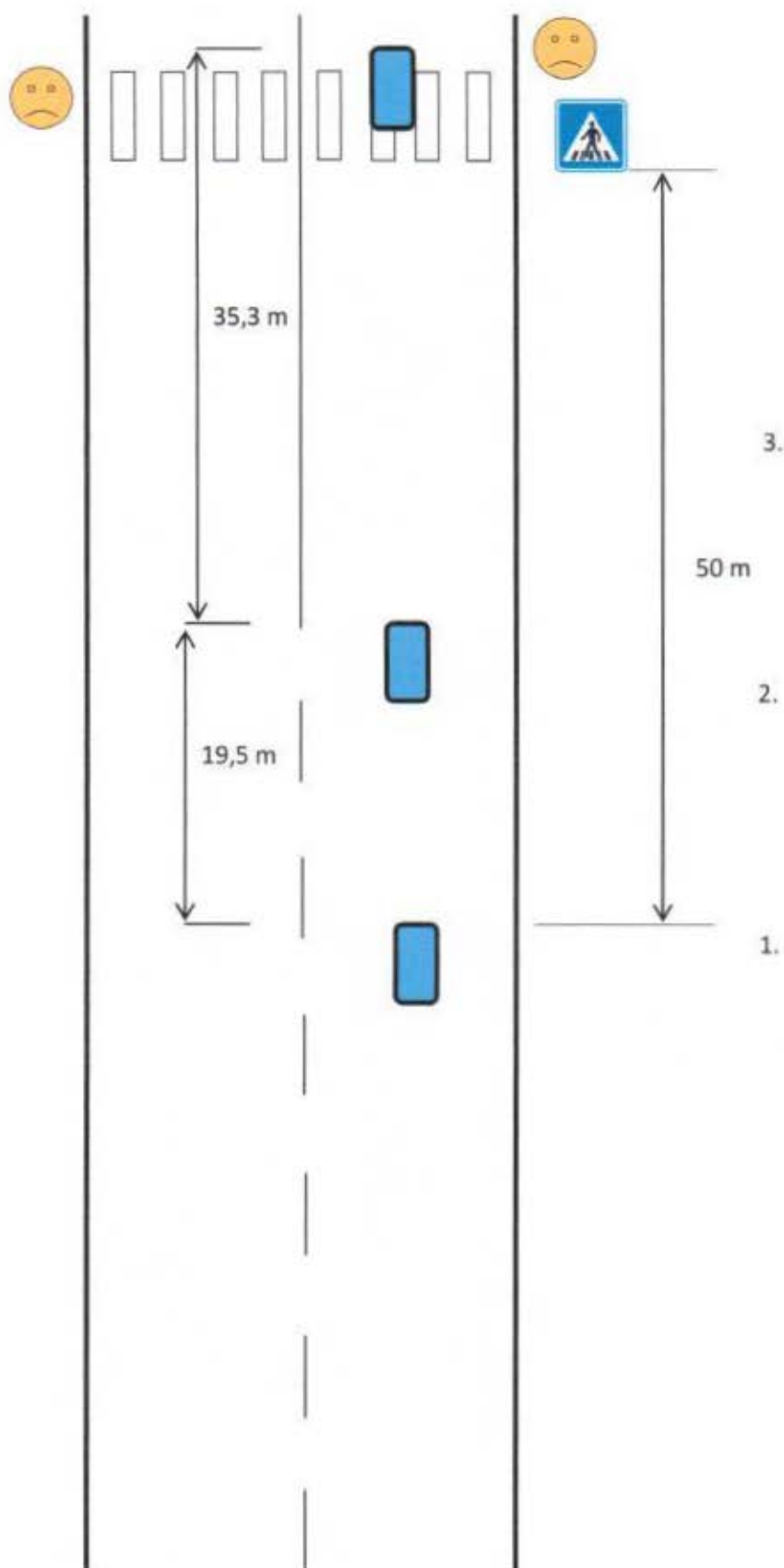
Obr. 26 - Modelová situace č. 5



Obr. 27 - Modelová situace č. 6

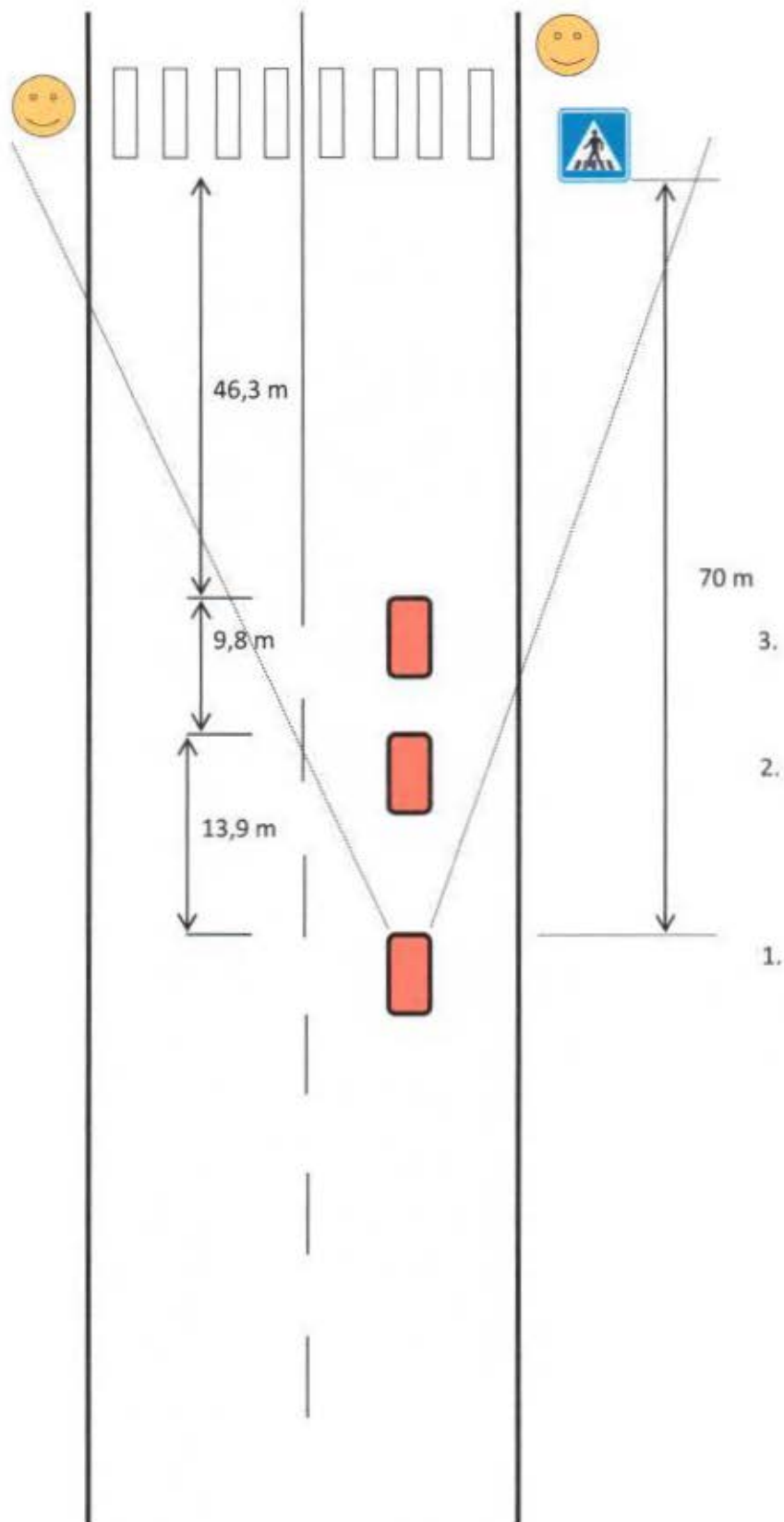


Obr. 28 - Modelová situace č. 7

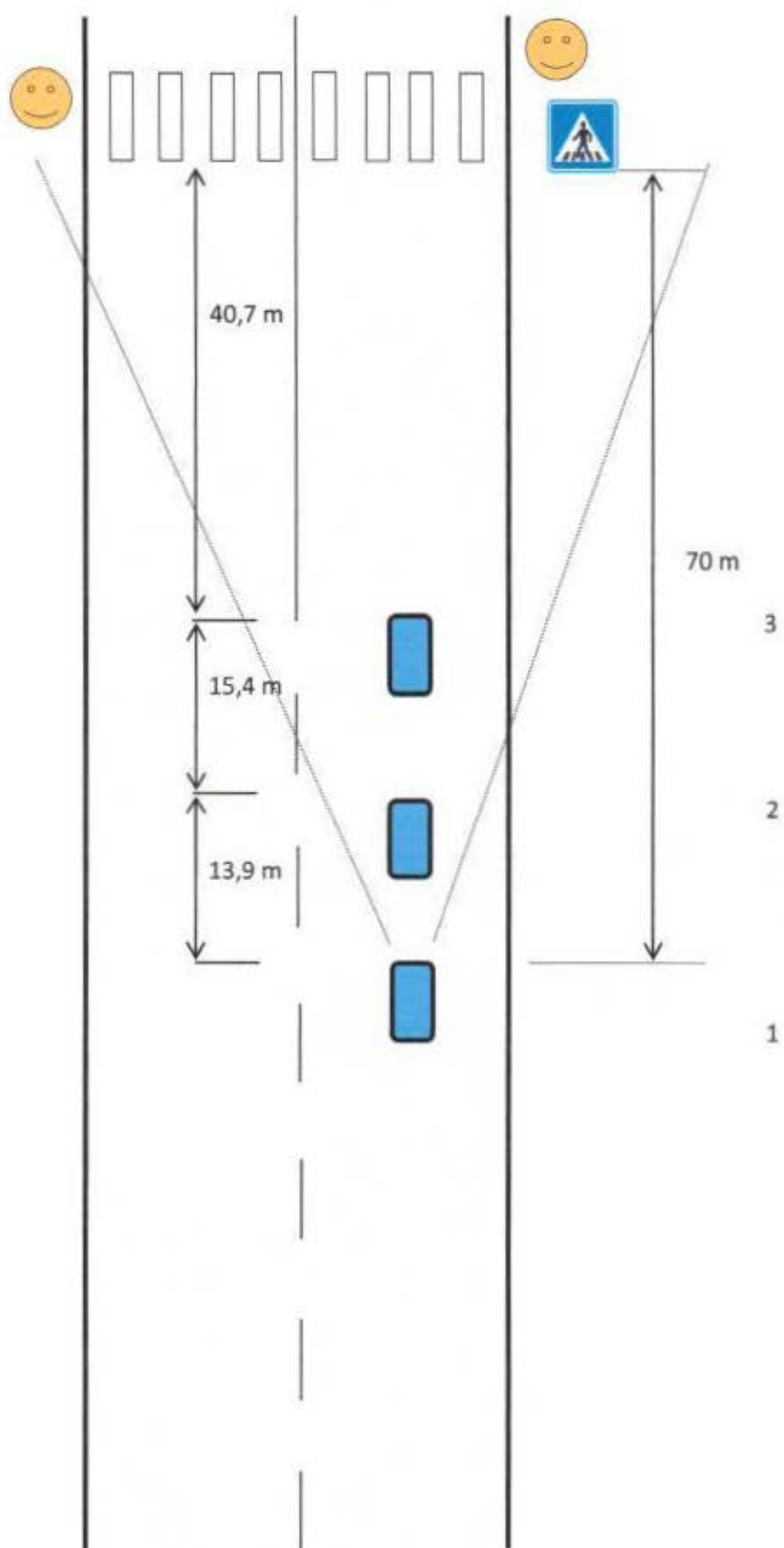


Obr. 29 - Modelová situace č. 8

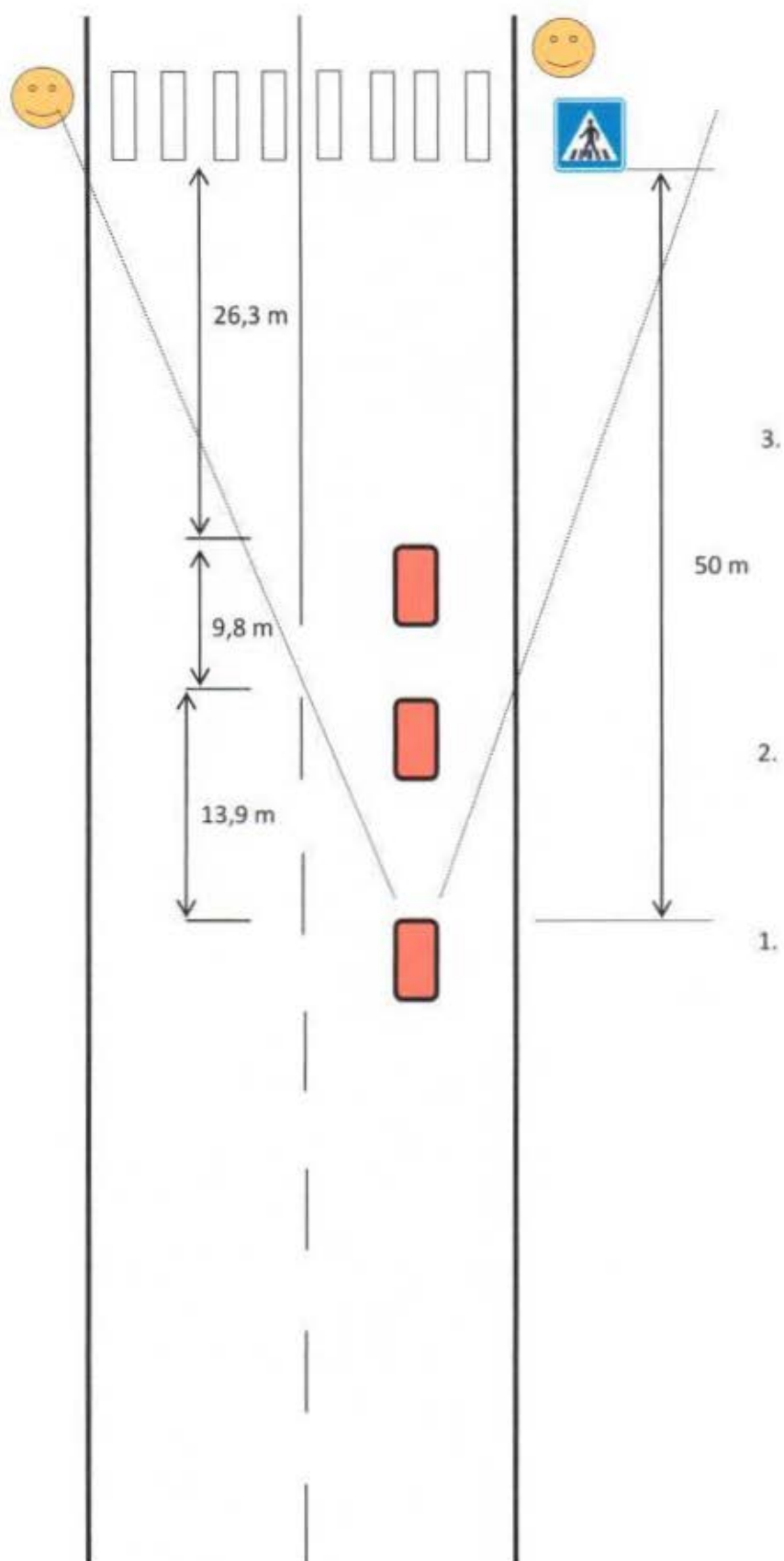
- V následujících prvních dvou případech je řidič, po zaregistrování dopravní značky IP 06 kamerou vozidla za vzdálenosti 70 m a v dalších dvou případech ze vzdálenosti 50 m, jedenkrát opticko - akusticky upozorněn na danou situaci (bod 1). Jeden opticko – akustický signál trvá přibližně jednu sekundu, za kterou vozidlo ujede při dané rychlosti odpovídající dráhu. V daném případě se jedná o rychlost 50 km/h. V případě nereagování ze strany řidiče, dojde odstávkou paliva a automatickým přibrzděním, ke zpomalení vozidla na hodnotu 30 km/h (bod 3). Vzdálenost mezi body 1 a 2 je dráha, kterou vozidlo ujede během jednoho opticko – akustického signálu, tj. během jedné sekundy. Vzdálenost mezi body 2 a 3 je dráha ujetá vozidlem během náběhu brzdění až do zpomalení na 30 km/h.
- Situace č. 13 na obrázku 34 popisuje dopravní situaci, kdy je provoz řízen světelnými signály. V tomto případě je řidiči signalizováno „Volno“ a chodci „Stop“. Z toho důvodu je potřeba, kromě rozpoznání dopravních značek, zajistit, aby kamery systému pro čtení dopravních značek rozpoznaly i „Signál se zeleným světlem Volno“, předaly tuto informaci do ŘJ – SAR a ta aby vyhodnotila situaci hodnotou „nezasahovat“.



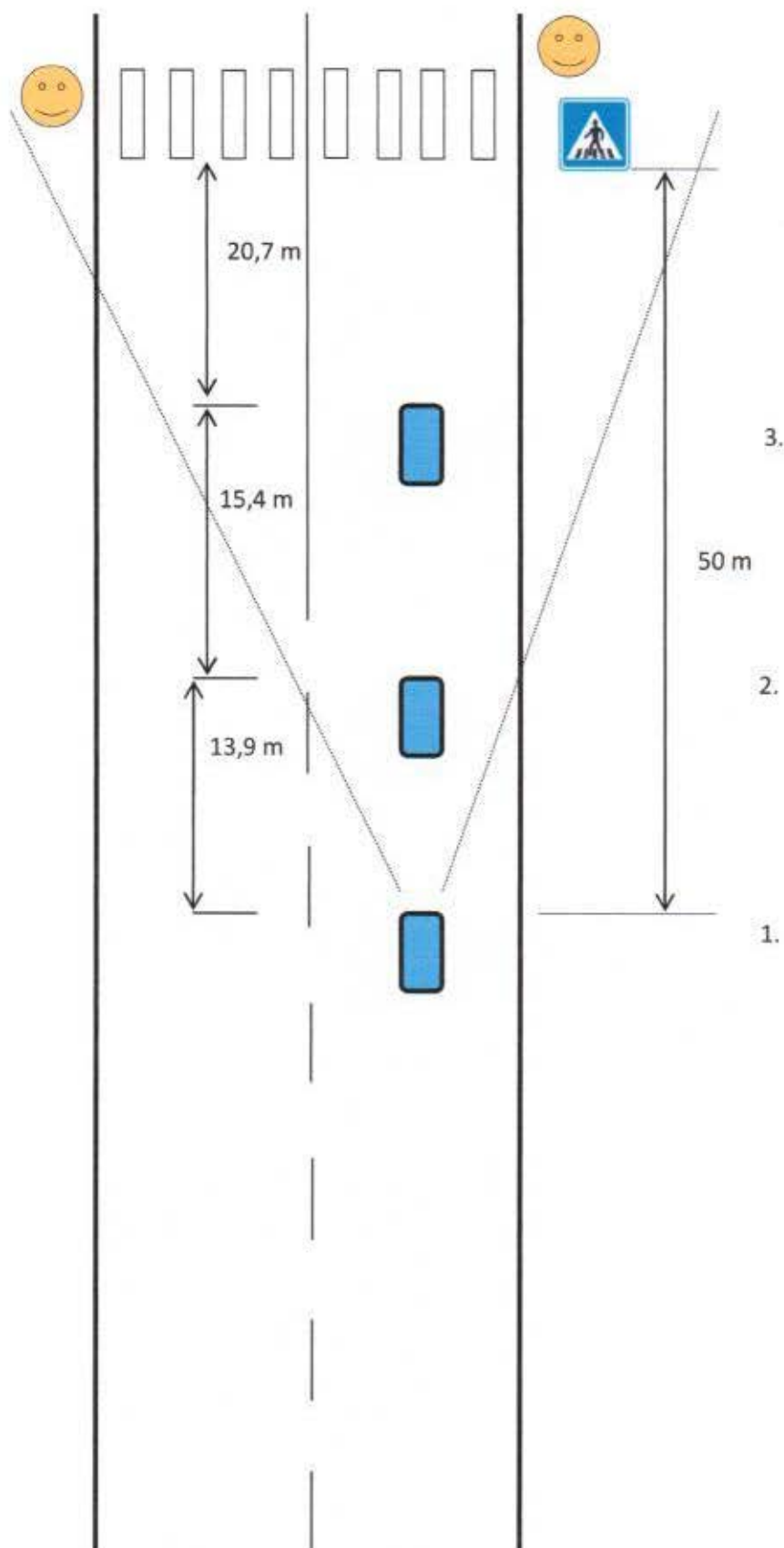
Obr. 30 - Modelová situace č. 9



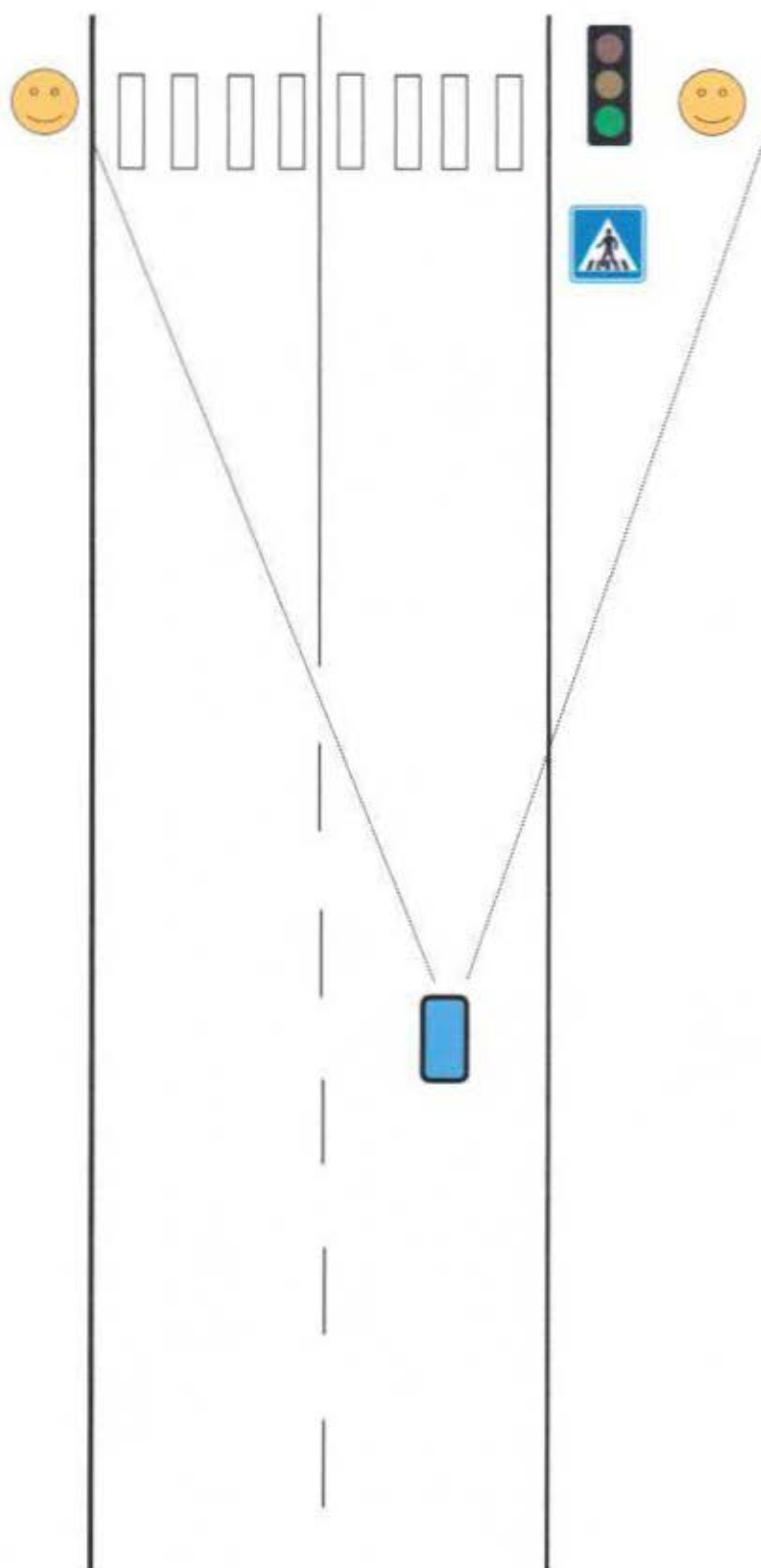
Obr. 31 - Modelová situace č. 10



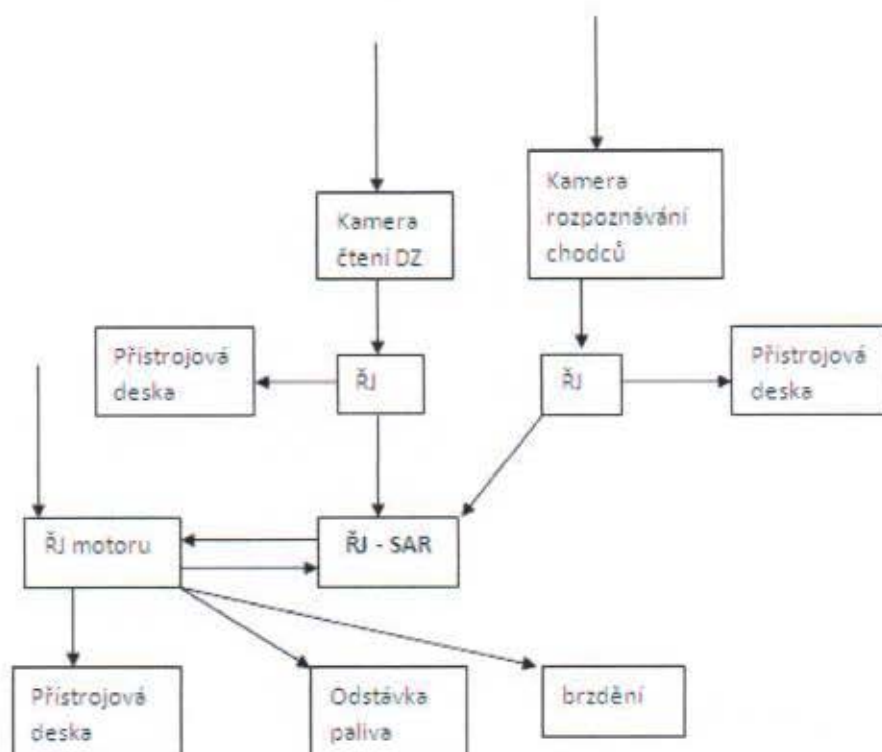
Obr. 32 - Modelová situace č. 11



Obr. 33 - Modelová situace č. 12



Obr. 34 - Modelová situace č. 13



Obr. 35 - Blokové schéma systému

5. Závěr

Jak již bylo řečeno výše, navrhovaný asistenční prvek je jakousi kompilací, propojením již existujících bezpečnostních systémů. Konkrétně se jedná o systém umožňující rozpoznat dopravní značky a systém schopný rozpoznat chodce v jízdní dráze vozidla.

Z výpočtů provedených pro dráhy ujeté během reakčních dob řidiče, dráhy ujeté vozidlem během prodlevy brzd a náběhu brždění a teoretické brzdné dráhy na povrchu s různým součinitelem adheze, jsme po součtu dílčích úseků dostali hodnoty pro celkovou teoretickou dráhu potřebnou pro zastavení vozidla. Jedná se o hodnoty v tabulkách č. 16 – č. 25. Z nich je zřejmé, že v případě, kdy se řidič plně nevěnuje situaci v provozu na pozemních komunikacích a v případě, že dojde k neočekávané změně dopravní situace, na niž není řidič vozidla připraven, nezbyvá dostatek času ani prostoru pro bezkolizní a bezpečné zvládnutí dané dopravní situace. V případě střetu dvou automobilů je osádka vozidel částečně chráněna deformačními zónami vozidel. V případě střetu chodce s vozidlem je situace, díky absenci „deformační zóny chodce“, vážnější. Na tento střet doplácí chodec vážnými zraněními a v mnoha případech smrtí.

V modelových situacích č. 1 – 13 na obrázcích č. 22 – 34 jsou znázorněny zásahy asistenčního prvku v různých situacích, ke kterým může dojít v blízkosti přechodu pro chodce. Hodnoty uvedené v daných modelových situacích, které vychází z výše provedených výpočtů, nabízejí dostatek času a prostoru pro bezpečné zvládnutí dopravní situace v blízkosti přechodu pro chodce a to nejen ve vztahu chodec vozidlo, ale i ve vztahu dvou vozidel jedoucích za sebou ve vzdálenosti, která není dostatečná pro bezpečné zastavení. I zde totiž dochází k vážným dopravním nehodám z důvodu náhlého snížení rychlosti jízdy vozidla jedoucího před vozidlem, jehož řidič nedodrží dostatečnou bezpečnostní vzdálenost a plně se nevěnuje řízení.

V případě, že se vozidlo v situacích před přechodem pro chodce, vyobrazených v modelových situacích, pohybuje nepřiměřenou rychlostí, je řidič nejprve upozorněn na blížící se přechod pro chodce a vysokou rychlost, v případě, že řidič na varování

bezpečnostních systémů na vzniklou situaci nereaguje, dochází k regulačním zásahům asistenčního prvku SAR, tím dochází k plynulému zpomalování, což nedostává řidiče vozidla do stresové situace, poskytuje chodci čas a prostor pro bezpečné přejetí vozovky a zároveň je plynulým zpomalováním prvního vozidla poskytován čas a prostor k bezpečnému zastavení vozidla jedoucího za ním.

Bezpečnostní systémy pro rozpoznávání dopravních značek a rozpoznávání chodců pracují ve většině případů spolehlivě, ale jsou i dopravní situace, kde je jejich činnost značně omezena, ne-li, znemožněna. Jedná se o případy, kdy dopravní značky nejsou dostatečně viditelné pouhým okem, z důvodů jejich zakrytí nevhodně stojícím vozidlem nebo za snížené viditelnosti. Stejnými vlivy by byla omezena spolehlivá funkce navrhovaného asistenčního prvku SAR.

Účelem navrhovaného prvku není zbavit řidiče vozidla povinnosti věnovat se plně řízení a zodpovědnosti za vzniklou dopravní situaci, ale jde o snahu eliminovat vliv selhání lidského faktoru a tím, i za použití aktivní kapoty a airbagů pro chodce, přispět ke zvýšení bezpečnosti na přechodech pro chodce.

Seznam použité literatury

- [1] VLK, František. *Elektronické systémy motorových vozidel 2*. Brno: Nakladatelství a vydavatelství František Vlk, 2002. 293 s. ISBN 80-238-7282-6.
- [2] HAVLÍK, Karel. *Psychologie pro řidiče*. Praha: Nakladatelství portál, 2005. 224 s. ISBN 80-7178-542-3.
- [3] Studijní materiály: VALA, Miroslav. *Mechanika pohybu silničních vozidel*. Katedra bojových a speciálních vozidel – Fakulta vojenských technologií – Univerzita obrany – Brno 2007.
- [4] Studijní materiály: POKORNÝ Jan, ZIKMUND Tomáš. *Zkoušení silničních vozidel*. Katedra dopravních prostředků a diagnostiky – DFJP – Univerzita Pardubice – Pardubice 2012.
- [5] IVANOV, Trojan. *Elektronické bezpečnostní systémy silničních motorových vozidel*. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice. 2010.
- [6] SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU. *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. [cit 2013-05-05]. *Nehodovost na českých silnicích*. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/sfiles/a1-95.htm>
- [7] AUTOWEB. *Autoweb* [online]. 2011 [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.autoweb.cz/autonovinky/>
- [8] VYSOKÝ, Petr. *Asistenční systémy v automobilech*. Automa [online]. [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30855
- [9] Zákon č.361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu), ve znění pozdějších předpisů [online]. [cit 2013-04-25]. Dostupné z: http://www.mdcz.cz/cs/Legislativa/Legislativa/Legislativa_CR_silnicni/
- [10] BEZPEČNOST CHODCŮ. *Bezpečnost chodců – Vysoké učení technické v Brně* [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <http://www.vutbr.cz/usi/dokumenty/dokumenty-ke-stazeni-f23776/bezpecnost-vozidel-silnicniho-provozu-materialy-k-predmetu-d75943/09-bezpecnost-chodcu-pdf-p67170>

- [11] Materiály CDV. *Zásady pro označování dopravních situací na pozemních komunikacích*. TP 169. Schváleno Ministerstvem dopravy ČR, č. j. 72/2005-120-STSP/2
- [12] Materiál CDV v. v. i. *Přechody pro chodce*, Únor 2004, 22 s.
- [13] KŘIVDA, Vladislav. *Bezpečnost chodců – analýza konfliktních situací a moderní řešení přechodů pro chodce* [online]. [cit. 2013-05-11]. Dostupné z: <http://opvk.cdvinfo.cz/file/bezpecnost-chodcu-analyza-konfliktnich-situaci-a-moderni-reseni-prechodu-pro-chodce/>
- [14] INTERNETOVÝ ZPRAVODAJ. *Blikající přechody pro chodce mají v Ústí nad Labem*. *Internetový zpravodaj Komunikace a doprava* [online]. [cit. 2013-05-17]. Dostupný z: <http://www.izdoprava.cz/2012/03/blikajici-prechody-pro-chodce-maji-v-usti-nad-labem/>
- [15] BEJŠÁKOVÁ, Sandra. *V Palachově ulici blikají přechody kvůli školám*. *Ústecký deník* [online]. [cit. 2013-05-17]. Dostupný z: http://ustecky.denik.cz/zpravy_region/20111005-lu-palachova-ulice-blikace-prechod.html
- [16] SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ. *Směrem k evropskému prostoru bezpečnosti silničního provozu: směry politiky v oblasti bezpečnosti silničního provozu v letech 2011 – 2020* [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/transport/road_safety/pdf/com_20072010_cs.pdf
- [17] PŘECHODY PRO CHODCE. *Technické podmínky pro budování přechodů pro chodce* [online]. [cit. 2013-05-02]. Dostupný z: <http://www.ibesip.cz/cz/akce-a-kampane/archiv-kampani/bezpecna-obec/dopravni-inzenyrstvi/prechody-pro-chodce>
- [18] www.dopravni-znaceni-bsmorava.cz
- [19] www.sedoz.cz
- [20] www.thorlightning.cz
- [21] SYSTÉMY ČTENÍ DOPRAVNÍCH ZNAČEK: DEJ SI POHOV, CEDULE HLÍDÁM. *Svět motorů* [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupný z: <http://svetmotoru.auto.cz/clanek/technika/4040/systemy-cteni-dopravnich-znacek-dej-si-pohov-cedule-hlidam.html>

[22] NOVINKY A UDÁLOSTI. Volvocars [online]. [cit. 2013-11-27]. Dostupný z: <http://www.volvocars.com/cz/top/about/news-events/pages/default.aspx?itemid=53>

[23] TESAŘ M., VALA M.,:Teorie a konstrukce silničních vozidel I. Pardubice: Univerzita Pardubice, vydání první, 2003. ISBN 80 – 7194 – 550 – 1.

Seznam obrázků

<i>Obr. 1 - Celková doba pro zabrzdění [3]</i>	<i>14</i>
<i>Obr. 2 - Celková dráha pro zabrzdění [3].....</i>	<i>14</i>
<i>Obr. 3 - Nedotáčivost vozidla [3].....</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 4 - Přetáčivost vozidla [3].....</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 5 - Funkce asistenčního systému [8]</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 6 - Nehodovost v ČR - úmrtí při DN [6].....</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 7 - Nehodovost v ČR - těžká zranění při DN [6]</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 8 - Nehodovost v ČR - lehká zranění při DN [6].....</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 9 - Blikající přechod pro chodce (volný) [15].....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 10 - Osvětlený přechod pro chodce s bezpečnostním ostrůvkem</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 11 - Přechod pro chodce s bezpečnostním ostrůvkem na frekventované komunikaci.....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 12 - Nejzávažnější poranění chodců po střetu s automobilem [4]</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 13 - Vícepolohová simulace střetu chodce s automobilem[10]</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 14 - Místa dopadu hlavy chodce při střetu s automobilem [4]</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 15 - Airbagy pro chodce [4].....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 16 - Systém aktivní přední kapoty [10]</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 17 - Systém pasivní bezpečnosti chodců (Volvo V 40) [10]</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 18 - Systém aktivní kapoty (automobilka Ford) [10]</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 19 - Zobrazení dopravní značky na přístrojové desce.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 20 - Síly působící na vozidlo při brzdění</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 21 - Závislost rychlosti na čase při brzdění</i>	<i>52</i>

<i>Obr. 22 - Modelová situace č. 1</i>	65
<i>Obr. 23 - Modelová situace č. 2</i>	66
<i>Obr. 24 - Modelová situace č. 3</i>	67
<i>Obr. 25 - Modelová situace č. 4</i>	68
<i>Obr. 26 - Modelová situace č. 5</i>	70
<i>Obr. 27 - Modelová situace č. 6</i>	71
<i>Obr. 28 - Modelová situace č. 7</i>	72
<i>Obr. 29 - Modelová situace č. 8</i>	73
<i>Obr. 30 - Modelová situace č. 9</i>	75
<i>Obr. 31 - Modelová situace č. 10</i>	76
<i>Obr. 32 - Modelová situace č. 11</i>	77
<i>Obr. 33 - Modelová situace č. 12</i>	78
<i>Obr. 34 - Modelová situace č. 13</i>	79
<i>Obr. 35 - Blokové schéma systému</i>	80

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 - Příklady brzdných drah [5]</i>	15
<i>Tabulka 2 - Příklady reakčních dob řidiče [5]</i>	16
<i>Tabulka 3 - Hlavní příčiny DN řidičů v ČR za rok 2010 [13]</i>	38
<i>Tabulka 4 - Následky DN na přechodech vlivem nedání "přednosti" chodci na přechodu [13]</i>	38

<i>Tabulka 5 - Nehody s účastí chodce na přechodu pro chodce, bez ohledu na to, kdo nehodu zavinil [13].....</i>	<i>39</i>
<i>Tabulka 6 - Brzdné síly na různém druhu povrchu.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabulka 7 - Teoretická brzdná dráha - suchý asfalt.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabulka 8 - Teoretická brzdná dráha - mokrý asfalt.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka 9 - Teoretická brzdná dráha - zledovatělá vozovka.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka 10 - Dráha ujetá vozidlem během reakční doby řidiče (30 km/h).....</i>	<i>55</i>
<i>Tabulka 11 - Dráha ujetá vozidlem během reakční doby řidiče (40 km/h).....</i>	<i>55</i>
<i>Tabulka 12 - Dráha ujetá vozidlem během reakční doby řidiče (50 km/h).....</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka 13 - Dráha ujetá vozidlem během reakční doby řidiče (60 km/h).....</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka 14 - Dráha ujetá vozidlem během reakční doby řidiče (70 km/h).....</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka 15 - Dráha ujetá vozidlem během náběhu brzdícího účinku.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabulka 16 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabulka 17 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabulka 18 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabulka 19 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabulka 20 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabulka 21 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabulka 22 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabulka 23 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabulka 24 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabulka 25 - Celková dráha potřebná pro zastavení vozidla.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabulka 26 - Pozorný, připravený brzdit.....</i>	<i>60</i>

<i>Tabulka 27 - Pozorný, neočekává brzdění.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabulka 28 - Soustředěný na jinou činnost.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabulka 29 - Nepozorný řidič.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabulka 30 - Indisponovaný řidič.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabulka 31 - Pozorný, připravený brzdít.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabulka 32 - Pozorný, neočekává brzdění.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabulka 33 - Soustředěný na jinou činnost.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabulka 34 - Nepozorný řidič.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabulka 35 - Indisponovaný řidič.....</i>	<i>62</i>