Petr Pokorný, Carlo Polidori, Xavier Cocu, An Volckaert,
Tobias Teichner, Kerstin Lemke, Peter Saleh

Manuál bezpečnosti dvoupruhových pozemních komunikací v extravilánu

pro mezinárodní školení
bezpečnostních auditorů a inspektorů

v souladu se směrnicí EU 2008/96/EC

listopad 2012

KOORDINÁTOR PROJEKTU
Adewole Adesiyun, FEHRL

EDITOŘI
Petr Pokorný, CDV (Česká republika)
Carlo Polidori, FEHRL subkontraktor
Xavier Cocu, BRRC (Belgie)
An Volckaert, BRRC (Belgie)
Tobias Teichner, BASt (Německo)
Kerstin Lemke, BASt (Německo)
Peter Saleh, AIT (Rakousko)

PŘISPÍVAJÍCÍ
Jiří Ambros, CDV (Česká republika)
Christian Stefan, AIT (Rakousko)
Marietta Spiliopoulou, Region Centrální Makedonie (Řecko)
Andreas Hegewald, BASt (Německo)

PARTNEŘI PROJEKTU

PILOT4SAFETY finančně podpořil DG MOVE Evropské komise na základě grantové smlouvy MOVE/SUB/2010/D3/300-1/SI2.560087/PILOT4SAFETY. Plnou odpovědnost za obsah tohoto manuálu nesou jeho autoři. Evropská komise není zodpovědná za používání informací z tohoto manuálu. Za překlad a doplnění manuálu odpovídal Ing. Petr Pokorný (petr.pokorny@cdv.cz).

Vydalo Centrum dopravního výzkumu, v.v.i. v nákladu 100 ks, elektronická verze je k dispozici na www.cdv.cz,
ISBN: 978-80-86502-43-4

OBSAH

1 ÚVOD 13

2 DEFINICE NÁSTROJŮ SMĚRNICE 2008/96/EC 14

2.1 Definice bezpečnostního auditu 14

2.2 Definice auditu v rámci projektu Pilot4Safety 15

2.3 Definice bezpečnostní inspekce 15

2.4 Definice inspekce v rámci projektu Pilot4Safety 16

2.5 Řešení nehodových lokalit a řízení bezpečnosti silniční sítě 16

3 TRANSPOZICE SMĚRNICE 96/2008/EC V ČESKÉ REPUBLICE 18

3.1 Hodnocení dopadů na bezpečnost silničního provozu u vyhledávacích studií 19

3.2 Audit bezpečnosti pozemních komunikací 20

3.3 Bezpečnostní inspekce 21

3.4 Prohlídky vybraných úseků pozemních komunikací 21

4 DEFINICE EXTRAVILÁNOVÝCH SILNIC NIŽŠÍCH KATEGORIÍ 23

4.1 Kategorizace pozemních komunikací v České republice 24
4.1.1 Kategorie dle ČSN 73 6101 a zákona č. 13/1997 Sb. 24

4.2 Charakteristiky extravilánových pozemních komunikací v ČR 25
4.2.1 Bezpečnostní charakteristiky extravilánových silnic 26
4.2.2 Spolupůsobící faktory vzniku nehod 28

5 ZÁSADY DOPRAVNĚ BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ 29

5.1 Ukazatele bezpečnosti silničního provozu 29
5.1.1 Náklady nehod 29
5.1.2 Odvození ukazatelů bezpečnosti 30
5.1.2.1 Kritéria identifikace rizikových úseků dle relativní nehodovosti 32
5.1.3 Funkce bezpečnosti 33
5.1.4 Modelování nehodovosti 34

5.2 Geometrické parametry ovlivňující bezpečnost 35
5.2.1 Parametry jízdy 35
5.2.2 Vlivy na rychlost 36
5.2.2.1 Přímé úseky 36
5.2.2.2 Poloměr směrového oblouku 36
5.2.2.3 Podélný sklon 37
5.2.2.4 Změna křivolakosti (CCR) 37
5.2.2.5 Šířka 38
5.2.2.6 Prostorové prvky 38

5.2.3 Geometrické parametry a dopravní nehody 39
5.2.3.1 Poloměr směrových oblouků 39
5.2.3.2 Křivolakost 40
5.2.3.3 Přechod mezi směrovým obloukem a přímým úsekem/Vyvážené vedení trasy 41
5.2.3.4 Klopení 42
5.2.3.5 Podélný sklon 42
5.2.3.6 Výškové oblouky 42
5.2.3.7 Šířka jízdního pruhu 43
5.2.3.8 Šířka krajnice 43
5.2.3.9 Rozhledová vzdálenost 44

5.3 Další faktory ovlivňující bezpečnost 44
5.3.1 Protismykové vlastnosti 44
5.3.2 Rovnost povrchu vozovky 49
5.3.3 Technologie údržby a oprav povrchů vozovek 49
5.3.4 Utváření bezprostředního okolí pozemní komunikace 50
5.3.4.1 Odpouštějící a samovysvětlující pozemní komunikace 54
5.3.5 Vodorovné dopravní značení 56
5.3.6 Osvětlení 56
5.3.7 Intenzita a skladba dopravního proudu 57
5.3.8 Křižovatky a sjezdy 57
5.3.8.1 Sjezdy a vjezdy 58
5.3.8.2 Úrovňové křižovatky – průsečné a stykové 60
5.3.8.3 Okružní křižovatky 62
5.3.8.4 Porovnání typů křižovatek 67
5.3.8.5 Osvětlení křižovatek 71

5.4 Zdroje 72

6 ZRANITELNÍ ÚČASTNÍCI PROVOZU 75

6.1 Cyklisté a chodci 75
6.1.1 Cyklisté 75
6.1.2 Chodci 77

6.2 Bezpečnost motocyklů (PTW) 77
6.2.1 Typ území 78
6.2.2 Utváření pozemní komunikace a bezprostředního okolí 78
6.2.3 Osvětlení a viditelnost 80
6.2.4 Typ kolize 80
6.2.5 Stav povrchu vozovky 81
6.2.6 Příklady 82
6.2.7 Shrnutí 83
6.2.8 Česká republika 83

6.3 Zdroje 85

7 BEZPEČNOSTNÍ AUDIT 88

7.1 Obecně 88
7.1.1 Historie 88
7.1.2 Oblast použití 88
7.1.3 Cíle a definice auditu 88
7.1.4 Náklady a výnosy bezpečnostního auditu 89

7.2 Fáze provádění 89

7.3 Proces provádění **90**

7.4 Potřebné podklady **90**
7.4.1 Projektová dokumentace 90
7.4.2 Prohlídka auditované lokality 91
7.4.3 Konzultace 92
7.4.4 Informace o podobných projektech 92
7.4.5 Kontrolní listy 92

7.5 Procedura provádění **92**
7.5.1 Zpráva o provedení bezpečnostního auditu 93
7.5.2 Reakce objednatele 93

7.6 Auditoři **93**
7.6.1 Požadavky na auditory 93
7.6.2 Pozice auditora 93
7.6.3 Auditorský tým 93

7.7 Zodpovědnost **93**

7.8 Stav v ČR **94**

7.9 Zdroje **95**

8 BEZPEČNOSTNÍ INSPEKCE **96**

8.1 Proč potřebujeme bezpečnostní inspekci? **96**

8.2 Výnosy a náklady bezpečnostní inspekce **97**

8.3 Kdy by měla být bezpečnostní inspekce prováděna? **97**
8.3.1 Bezpečnostní inspekce a nehodová data 97
8.3.2 Důvody k zahájení bezpečnostní inspekce 98
8.3.3 Četnost provádění 98
8.3.4 Bezpečnostní inspekce a údržba 99

8.4 Partneři v procesu bezpečnostní inspekce: jejich role a odpovědnost **99**

8.5 Odpovědnost **100**

8.6 Proces provádění **100**
8.6.1 Všeobecný přehled/úvod 100
8.6.2 Metodika pro provádění bezpečnostní inspekce 101
8.6.2.1 Podmínky inspekce 101
8.6.2.2 Přístup z pohledu všech typů účastníků provozu 102
8.6.2.3 Nezávislý a multidisciplinární přístup 102
8.6.2.4 Základní bezpečnostní prvky 103
8.6.3 Postup provádění 103
8.6.3.1 Přípravné práce v kanceláři 103
8.6.3.2 Inspekce v terénu 105
8.6.3.3 Zpracování zprávy 106
8.6.3.4 Kompletace inspekce – doporučení a závěrečné jednání 109
8.6.3.5 Následná činnost 111

8.7 Zdroje **112**

PŘÍLOHA 1: KONTROLNÍ LISTY PRO AUDIT A INSPEKCI DLE PIARC TECHNICAL COMMITTEE ROAD SAFETY **113**

PŘÍLOHA 2: PŘÍKLAD ZPRÁVY O PROVEDENÍ AUDITU **141**

PŘÍLOHA 3: PŘÍKLAD ZPRÁVY O PROVEDENÍ INSPEKCE **147**

PŘÍLOHA 4: ZPRÁVA OBJEDNATELE – REAKCE NA ZJIŠTĚNÍ AUDITU/INSPEKCE **152**

Seznam zkratek

Zkratka (anglicky)	Význam
AADT	Roční průměr denních intenzit
AC	Náklady nehodovosti
ACD	Hustota nákladů nehodovosti
ACR	Relativní ztráty z nehodovosti
AD	Hustota nehod
ADT	Průměrná denní intenzita provozu
AMF	Nehodový modifikační faktor
AR	Relativní nehodovost
BSM	Řešení nehodových lokalit
CCR	Změna křivolakosti
ICRS	Meziresortní komise pro otázky silniční bezpečnosti
IHSDM	Interaktivní model bezpečnosti pozemních komunikací
IRI	Mezinárodní index drsnosti
NSM	Řízení bezpečnosti silniční sítě
OECD	Organizace pro ekonomickou spolupráci a rozvoj
PTW	Motorové jednostopé vozidlo
RHR	Míra nebezpečnosti pozemní komunikace
RSI	Index relativní závažnosti dopravních nehod
RSIA nebo RIA	Hodnocení vlivu na bezpečnost
RSA	Bezpečnostní audit
RSI	Bezpečnostní inspekce
RSM	Management bezpečnosti silničního provozu
SD	Dopravní nehoda pouze s hmotnou škodou
SI	Dopravní nehoda s vážným následkem na zdraví
TEN-T	Transevropská síť pozemních komunikací
VRU	Zranitelní účastníci silničního provozu
VRS	Zádržný systém

Seznam obrázků

Obrázek 1: Nástroje managementu bezpečného utváření pozemních komunikací 14
Obrázek 2: Procedura provádění auditu bezpečnosti pozemních komunikací 21
Obrázek 3: Funkční třídy pozemních komunikací 23
Obrázek 4: E67 Via Baltica, dle definice extravilánová pozemní komunikace nižší kategorie 23
Obrázek 5: Průměrná změna v počtu usmrcených v zemích EU v letech 2001 – 2009 (zdroj: ETSC,2010) 26
Obrázek 6: Počty usmrcených dle kategorie pozemní komunikace 26
Obrázek 7: Počty usmrcených dle výkonu (1000 vozokm/rok) 27
Obrázek 8: Počty usmrcených dle kategorie účastníků provozu v obci a mimo obec v roce 2010 27
Obrázek 9: Srovnání průměrné a kritické relativní nehodovosti (zdroj: PIARC Road Safety Manual, 2003) 32
Obrázek 10: Vývoj počtu nehod se zraněním na křižovatce ulic Drobného a Pionýrské v Brně 34
Obrázek 11: Vztah mezi změnou rychlosti a změnou v počtu nehod (zdroj: NILSSON, 2004) 36
Obrázek 12: Graf závislosti mezi poloměrem směrových oblouků a rychlostí 37
Obrázek 13: Princip výpočtu křivolakosti 38
Obrázek 14: Ukazatel relativních ztrát a poloměr jednoduchého směrového oblouku (HAMMERSCHMIDT, 2006) 40
Obrázek 15: Ukazatel relativních ztrát a křivolakost (HAMMERSCHMIDT, 2006) 41
Obrázek 16: Poloměr navazujících oblouků, LIPPOLD (1997) 42
Obrázek 17: Názvosloví z hlediska délky vlny (zdroj: ČSN 73 6175) 45
Obrázek 18: Nelineární závislost mezi nehodami na mokrém povrchu a třením 48
Obrázek 19: Závislost relativní nehodovosti na tření 48
Obrázek 20: Příčný profil s bezprostředním okolím a bezpečnou zónou 51
Obrázek 21: Nesprávná geometrie okružní křižovatky nepodporuje žádoucí chování uživatelů 55
Obrázek 22: Co nejméně pevných překážek v bezprostředním okolí pozemní komunikace je základem její promíjivosti 55
Obrázek 23: Snaha zvýšit bezpečnost motocyklistů při případné dopravní nehodě je dobrým příkladem promíjivosti pozemní komunikace 56
Obrázek 24: Zvýraznění změny funkce pozemní komunikace pomocí oboustranně vychýleného ostrůvku na vjezdu do obce 56
Obrázek 25: Dopravní nehody na milión vozokm pro různé hustoty napojení 59
Obrázek 26: Nehody na milión vozokm pro různé hustoty napojení 60
Obrázek 27: Křižovatka silnic I/47 a II/367 po modernizaci 60
Obrázek 28: Kolizní diagram za období 3 let po modernizaci (29 nehod, 9 těžce a 46 lehce zraněných) 60
Obrázek 29: Odsazená styková křižovatka 61
Obrázek 30: Odsazená styková křižovatka 61
Obrázek 31: Možnosti změny úhlu křížení 62
Obrázek 32: Šířka okružního pásu v závislosti na vnějším průměru křižovatky 65
Obrázek 33: 9 konfliktních bodů u tříramenné stykové křižovatky a 6 u tříramenné okružní křižovatky 67
Obrázek 34: 32 konfliktních bodů u průsečné křižovatky a 8 u čtyřramenné okružní křižovatky 68
Obrázek 35: 18 kolizních bodů na odsazené křižovatce 68
Obrázek 36: Usmrcení dle kategorií (průměr za období 2007-2009), (zdroj: ETSC, 2010) 75
Obrázek 37: Příklad upozornění na cyklistickou dopravu (ČR) 77
Obrázek 38: Příklad upozornění na cyklistickou dopravu (Nový Zéland) 77
Obrázek 39: Příklad nehodového levotočivého směrového oblouku v klesání (4 nehody motocyklů za 2 roky z celkem 7 nehod) na silnici I/50 v Buchlovských kopcích 79

Obrázek 40: Vývoj počtu usmrcených - ČR (1990 = 100 %) 84
Obrázek 41: Počet úmrtí motocyklistů na miliardu ujetých kilometrů v roce 2009 (Pin report, ETSC, 2010) 84
Obrázek 42: Spolupůsobící faktory vzniku dopravních nehod (zdroj: Road Safety Manual, PIARC 2004) 96
Obrázek 43: Inspekce musí zohlednit specifické podmínky (zdroj: BRRC) 101
Obrázek 46: Optické jevy – kombinace horizontálního a vertikálního oblouku (zdroj PIARC,2003) 102
Obrázek 45: Podrobná situace s vyobrazením pozice fotografií zachycujících identifikované bezpečnostní nedostatky (zdroj: BRRC) 104
Obrázek 48: Tachometr používaný pro lokalizaci bezpečnostních nedostatků (zdroj: BRRC) 105
Obrázek 47: Inspekční vozidlo s výstražnými prvky (vlevo) – inspektoři v reflexních vestách (vpravo) (zdroj: BRRC) 105
Obrázek 48: Zpráva o provedení BI– informace o řešeném úseku a členech inspekčního týmu (příklad z Francie - SETRA, 2008) 107
Obrázek 49: Zpráva o provedení inspekce – ukázka identifikace a popisu bezpečnostních nedostatků 108
Obrázek 50: nahoře: matice rizika z norské zprávy o provedení BI; dole: příklad z Portugalska, Klasifikace: možné zranění: 3 = lehké; 2 = těžké; 1 = velmi těžké; pravděpodobnost vzniku hmotné škody: IV = výjimečná; III = příležitostná; II = častá; I velmi častá (Cardoso a kol.2005). 109
Obrázek 51: Část zprávy o provedení inspekce (zdroj: BRRC) 110
Obrázek 52: Ukázka možného zpracování doporučení dle jejich akutnosti 110

Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled začlenění směrnice do českého právního řádu 18
Tabulka 2: Rámcová kategorizace silničních komunikací 24
Tabulka 3: Kategorie dvoupruhových silnic 25
Tabulka 4: Charakteristiky extravilánových pozemních komunikací – rok 2010/2011 (zdroj: ŘSD) 25
Tabulka 5: Charakteristiky prvků extravilánových silnic 27
Tabulka 6: Jednotkové náklady dle závažnosti zranění v tis. Kč v ČR 30
Tabulka 7: Průměrná závažnost nehod v ČR v roce 2010 30
Tabulka 8: Typické hodnoty koeficientu tření ve Finsku 45
Tabulka 9: Hodnoty koeficientu tření ve Velké Británii 46
Tabulka 10: Hodnocení protismykových vlastností (Fp) 46
Tabulka 11: Požadovaná klasifikace hodnocení protismykových vlastností a textury povrchu vozovky 47
Tabulka 12: Relativní nehodovost pro různé stavy vozovky 48
Tabulka 13: Hodnoty PSR 49
Tabulka 14: Definice ukazatelů rizikovosti silničních úseků použité v algoritmu predikčního modelu 51
Tabulka 15: Doporučené hodnoty šířek ochranných zón bez pevných překážek 54
Tabulka 16: Průměrné snížení počtu nehod ve vybraných zemích 65
Tabulka 17: Četnost nehod na britských křižovatkách dle počtu ramen v letech 1999 - 2003 66
Tabulka 18: Srovnávací tabulka výsledků s ohledem na závažnost nehod 66
Tabulka 19: Nehodové charakteristiky různých křižovatkových typů 68
Tabulka 20: Vhodné typy křižovatek silnic nižších kategorií v extravilánu se silnicemi jiných kategorií. 70
Tabulka 21: Mezní intenzity 76
Tabulka 22: Vývoj počtu usmrcených v letech 2001 - 2011 84
Tabulka 23: Podklady dle fáze provádění auditu 91
Tabulka 24: Souhrn vlivu opatření na nehody se zraněním (Elvik, 2006) 97
Tabulka 25: Zpráva o provedení inspekce – návrh struktury dle rizikových faktorů v případě extravilánových komunikací nižších kategorií (navrhl Cocu a kol., 2011, na základě doporučení PIARC (2007)) 108

1 Úvod

Evropský parlament a Rada vydali 19.11.2008 směrnici 2008/96/EC o řízení bezpečnosti silniční infrastruktury. Tato směrnice uvádí společně s bezpečnostními nástroji a procedurami také požadavky na školení a certifikaci bezpečnostních auditorů. Veškeré požadavky směrnice jsou povinné pro pozemní komunikace transevropské silniční sítě TEN-T. Tato síť zahrnuje pouze značnou část evropských dálnic a rychlostních silnic, zatímco nejrizikovějším kategoriím pozemních komunikací (dvoupruhové, směrově nedělené pozemní komunikace v extravilánu, neboli silnice nižších kategorií) se tato směrnice nevěnuje.

V rámci projektu Pilot4Safety, spolufinancovaného Evropskou komisí (DG MOVE), byly některé postupy a nástroje uvedené ve výše zmíněné směrnici aplikovány v několika evropských regionech právě na vybrané úseky extravilánových pozemních komunikací nižších kategorií, s cílem sdílet osvědčené postupy a identifikovat společnou výukovou osnovu, kvalifikaci a postupy pro školení odborníků v oboru bezpečného utváření pozemních komunikací nižších kategorií v extravilánu. Pilot4Safety představuje pilotní projekt, který se z nástrojů uvedených ve směrnici zaměřuje pouze na bezpečnostní audit a bezpečnostní inspekci. Důvodem tohoto výběru je to, že tyto dvě procedury významně ovlivňují bezpečnostní faktory týkající se utváření silniční infrastruktury a zároveň se poměrně snadno provádí. Projekt navazuje na evropský projekt RIPCORD-ISEREST, zejména na jeden z jeho výstupů, publikaci s názvem "Bezpečnostní příručka pro extravilánové silnice"[1]. Využity však byly také další informační zdroje.

Tento manuál by měl sloužit jako pomůcka při školení bezpečnostních auditorů a inspektorů, s cílem poskytnout obecný evropský rámec pro provádění auditu a inspekce na pozemních komunikacích nižších kategorií v extravilánu. Měl by usnadnit možnost provádění auditů a inspekcí zahraničním expertům v ČR a naopak. Předpokládá se, že zájemce o studium tohoto manuálu je schopen rozumět anglickému jazyku, proto jsou některé přílohy ponechány v angličtině. Taktéž zkratky charakteristik nehodovosti jsou odvozeny z jejich anglických názvů. Při používání manuálu je nezbytné respektování národních specifik. V případě České republiky existují pro provádění auditů a inspekcí doporučené postupy uvedené v příslušných metodikách, které by měly být dodržovány. Pro českého uživatele představuje tento manuál zejména vhodný zdroj informací a znalostí o bezpečném utváření pozemních komunikací, které mohou být využity při provádění auditu či inspekce. Je založen na předpokladu, že problematika bezpečného uspořádání pozemních komunikací vykazuje zákonitosti a charakteristiky, které jsou v mnoha aspektech pro různé země a regiony EU podobné. Manuál se skládá z tohoto úvodu, ze všeobecné části týkající se problematiky bezpečného utváření pozemních komunikací, ze dvou kapitol pojednávajících o bezpečnostním auditu a inspekci a z několika příloh.

V rámci překladu do českého jazyka byl obsah manuálu upraven, většinou se jednalo o doplnění informací týkajících se České republiky. Toto doplnění bylo zpracováno Centrem dopravního výzkumu, v.v.i. Originál textu je možno stáhnout z webových stránek projektu Pilot4Safety www.pilot4safety.fehrl.org.

Dva měsíce po zahájení projektu Pilot4Safety vydala Evropská komise prohlášení COM 389 (2010) s názvem "Towards a European road Safety area: policy orientation on road safety 2011-2020", ve kterém se v rámci cíle 3 jasně uvádí, že "komise bude podporovat aplikaci relevantních principů řízení bezpečnosti silniční infrastruktury na extravilánových silnicích nižších kategorií v členských zemích, a to zejména pomocí výměny zkušeností a osvědčených postupů." Projekt Pilot4Safety a tento manuál tedy přesně zapadají do tohoto vyjádření.

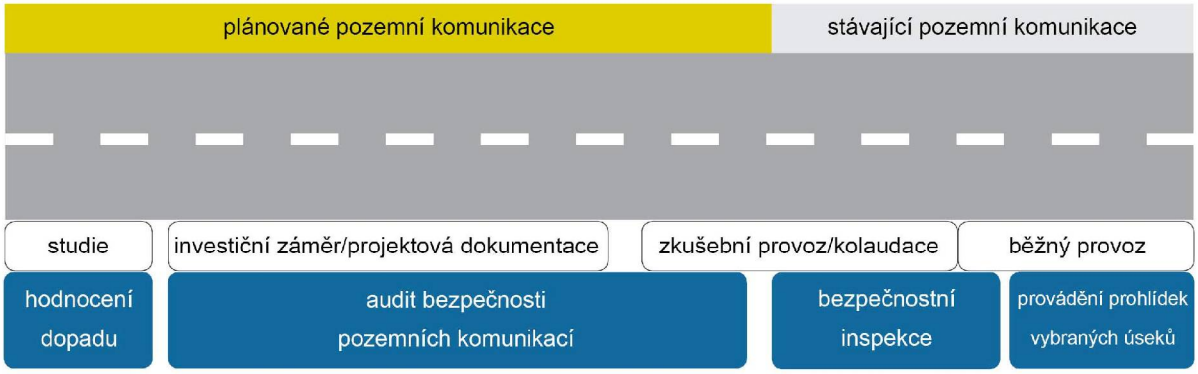
[1] V originále Safety Handbook for Secondary Roads, 2005. Ke stažení na http://ec.europa.eu/transport/roadsafety_library

2 Definice nástrojů směrnice 2008/96/EC

Přijetím směrnice 2008/96/EC o řízení bezpečnosti silniční infrastruktury Evropská unie jasně stanovila, že provádění bezpečnostního auditu a inspekce je od roku 2011 povinné na síti komunikací TEN-T. Oba tyto nástroje tvoří součást uceleného systému managementu bezpečnosti, který obsahuje následující procedury:

- Hodnocení vlivu na bezpečnost (článek 3 směrnice)
- Audity bezpečnosti pozemních komunikací (článek 4 směrnice)
- Klasifikace vybraných úseků silniční sítě a následné kontroly na místě (článek 5 směrnice)
- Bezpečnostní inspekce stávajících pozemních komunikací (článek 6 směrnice)

Tento manuál je zaměřen především na audit a inspekci. Hodnocení vlivu na bezpečnost (neboli strategická komparativní analýza vlivů nové pozemní komunikace či významné modifikace stávající silniční sítě na bezpečnost silniční sítě) zde není uvažováno. Klasifikace vybraných úseků silniční sítě (neboli řešení nehodových lokalit a úseků) je zmíněna pouze okrajově. Postavení nástrojů v rámci procesu plánování, provozu a údržby pozemních komunikací je znázorněno na obrázku 1.



Obrázek 1: Nástroje managementu bezpečného utváření pozemních komunikací

2.1 Definice bezpečnostního auditu

Bezpečnostní audit (dále audit) je systematická a nezávislá prověrka bezpečnostních rizik návrhu dopravní stavby. Cílem auditu je zajištění co nejvyšší úrovně bezpečnosti nově plánovaných či rekonstruovaných dopravních staveb a minimalizování rizika vzniku dopravních nehod. Audit vnáší nejnovější znalosti bezpečného utváření pozemních komunikací do celého procesu přípravy a navrhování dopravních staveb, neboť se provádí ve všech zásadních fázích projektování a schvalování stavby. Výsledkem auditu je formální zpráva, která obsahuje identifikovaná rizika společně s doporučeními k jejich zmírnění/odstranění. Systematické provádění auditu by mělo zajistit zohlednění bezpečnostních aspektů všech kategorií účastníků silničního provozu (motoristů, cyklistů, chodců a dalších) při návrhu nových staveb, rekonstrukcích či modernizacích stávajících dopravních staveb.

V článku 2 směrnice 2008/96/EC je audit definován jako "***nezávislá, podrobná, systematická a technická kontrola bezpečnostních charakteristik návrhových prvků projektů dopravní infrastruktury, pokrývající všechny fáze projektování až po uvedení do provozu***".

2.2 Definice auditu v rámci projektu Pilot4Safety

V rámci projektu P4S byla použita následující definice:

Audit představuje systematickou a nezávislou kontrolu dopravního projektu s cílem identifikovat potenciální bezpečnostní rizika v nejranější fázi projektování a výstavby, za účelem jejich eliminace/snížení pro všechny kategorie účastníků silničního provozu.

Audit vykazuje zejména v posledních fázích (zkušební provoz, kolaudace) podobné charakteristiky s bezpečnostní inspekcí, proto dochází často k jejich záměně. Oba nástroje jsou však založeny na odlišných principech a je nezbytné jejich rozlišování. Podrobně se problematice auditu věnuje kapitola 7.

2.3 Definice bezpečnostní inspekce

Dle definice uvedené v článku 2 směrnice 2008/96/EC je bezpečnostní inspekce ***systematická a pravidelná kontrola vlastností a nedostatků stávající pozemní komunikace, které vyžadují z pohledu bezpečnosti provozu nápravu***.

V článku 6 „Bezpečnostní inspekce" směrnice dále uvádí:

1. Členské státy zajistí provádění bezpečnostních inspekcí stávajících pozemních komunikací s cílem identifikovat prvky související s bezpečným uspořádáním pozemních komunikací a zabránit vzniku dopravních nehod;
2. Bezpečnostní inspekce by se měla skládat z pravidelné inspekce silniční sítě a zjištění možných dopadů silničních prací na bezpečnost provozu;
3. Členské státy zajistí provádění pravidelných inspekcí kompetentní entitou. Interval provádění inspekcí by měl takový, aby byla zajištěna dostatečná úroveň bezpečnosti posuzované silniční infrastruktury.

Výše uvedená definice je příliš obecná. Text ve směrnici je výsledkem složitého projednávacího procesu, během kterého byl hledán soulad mezi různými názory a rozdílnými způsoby provádění bezpečnostní inspekce (dále jen inspekce). Výsledek takového procesu představuje samozřejmě kompromisní řešení. Pro vytvoření komplexní definice inspekce je tedy nezbytné čerpat také z jiných bibliografických zdrojů. ALLAN (2006) chápe inspekci jako systematickou kontrolu stávající silniční sítě či silničních úseků s cílem identifikovat nebezpečné podmínky, nedostatky a rizika, která mohou spolupůsobit při vzniku dopravních nehod s vážnými následky. Na evropské úrovni byly ideální postupy a doporučení pro provádění inspekcí identifikovány a formulovány v rámci projektu RIPCORD-ISEREST (http://ripcord.bast.de). Na základě zjištění stavu v jednotlivých zemích a názorů odborníků byla inspekce definována CARDOSOU a kol. (2005) jako:

- Preventivní nástroj;
- Pravidelná a systematická kontrola stávajících pozemních komunikací, pokrývající celou síť pozemních komunikací;
- Prováděná týmem speciálně vyškolených odborníků;
- Výsledkem inspekce je formální zpráva obsahující seznam identifikovaných bezpečnostních rizik;
- Součástí inspekce je také reakce příslušného silničního správce (úřadu) na zjištění inspekce (ve formě formální zprávy)

Na základě výzkumu bezpečnostních vlivů a stávající praxe v zemích EU navrhl Elvik (2006) následující zásady inspekce:

- Prvky zkoumané v rámci inspekce by měly být známy jako spolupůsobící rizikové faktory vzniku nehod nebo zranění;

- Inspekce by měly být standardizované a prováděny tak, aby byly pokryty všechny rizikové prvky a aby byly vyhodnoceny objektivně;
- Výsledkem inspekce by měla být standardizovaná zpráva obsahující zjištěné nedostatky a návrhy na jejich řešení;
- Inspektoři by měli být pro provádění inspekce formálně kvalifikováni;
- Po určitém období by měla být inspekce opakována.

2.4 Definice inspekce v rámci projektu Pilot4Safety

Z kapitoly 2.3 je zřejmé, že stávající praxe provádění inspekce není standardizována a existují různé názory na to, jakým způsobem inspekci provádět. V současné době neexistuje žádná jednotná definice, i když existuje všeobecné povědomí o tom, jak by bezpečnostní inspekce měla být prováděna. V rámci projektu Pilot4Safety bylo tedy nutné vytvořit ucelenou definici inspekce, která uvádí, že:

Bezpečnostní inspekce je preventivní nástroj zvyšování bezpečnosti silničního provozu, který je implementován správci/vlastníky pozemních komunikacích v rámci systému managementu bezpečnosti. Inspekce spočívá v systematické prohlídce pozemní komunikace prováděné v dostatečných časových intervalech na celé síti pozemních komunikací za účelem zajištění adekvátní úrovně bezpečnosti. Je prováděna vyškolenými odborníky za účelem identifikace nebezpečných podmínek a nedostatků, které mohou představovat spolupůsobící faktory vzniku závažných dopravních nehod. Výsledkem bezpečnostní inspekce je formální zpráva obsahující identifikované nedostatky a doporučení k jejich odstranění/zmírnění.

Tato definice je výsledkem analýz relevantní literatury a odráží chápání pojmu inspekce autory této publikace. Vznáší některé důležité otázky týkající se stávajícího stavu provádění inspekce v zemích EU. Jedná se zejména o tato témata:

- četnost inspekcí
- využívání nehodových dat při provádění inspekce
- nezávislost inspekčního týmu
- forma a obsah závěrečné zprávy, zvláště způsob doporučení sanačních opatření

Těmto tématům se podrobněji věnuje kapitola 8.

2.5 Řešení nehodových lokalit a řízení bezpečnosti silniční sítě

Bezpečnost stávajících pozemních komunikací může být zlepšena také dalšími nástroji, zejména řešením nehodových lokalit (tzv. black spot management – BSM) a řízením bezpečnosti silniční sítě (tzv. Network safety management – NSM). Cílem obou nástrojů je identifikace a analýza nehodových lokalit a úseků a návrh sanačních opatření. Nehodová lokalita/úsek je definována jako jakákoli lokalita/úsek, která vykazuje větší očekávaný počet[2] dopravních nehod než jiná podobná lokalita/úsek, a to díky vlivu lokálních spolupůsobících faktorů souvisejících s utvářením pozemní komunikace. BSM se zaměřuje na nehodové lokality, zatímco NSM se zabývá úseky délky 2,0 – 10 km. Již mnoho let představují tyto nástroje zásadní složku dopravně-bezpečnostní práce. Jak uvádí např. COCU a kol. (2011), mají tyto nástroje určitá omezení:

- Vycházejí z nehodových statistik, které nejsou vždy kompletní a aktuální;

[2] Očekávaný počet nehod je průměrný počet dopravních nehod za určité časové období, který je možný očekávat, že se bude dlouhodobě objevovat při konstantní expozici a při konstantní relativní nehodovosti na jednotku expozice. Jelikož expozice není dlouhodobě konstantní, mění se také očekávaný počet dopravních nehod a jeho pravdivá hodnota není nikdy známa. Tento počet nemůže být stanoven přímo, ale musí být odhadnut

- Odstranění nehodové lokality může způsobit přesun místa koncentrování dopravních nehod na jinou část silniční sítě (tzv. migrace dopravních nehod);
- Řešení nehodových lokalit se týká míst s vyšším očekávaným počtem nehod. Když jsou tyto lokality vyřešeny a celkový počet nehod poklesne, stává se tento nástroj neúčinným díky tzv. “rozředění nehod” v rámci silniční sítě;
- Pouze “malé” množství dopravních nehod bývá koncentrováno na nehodových lokalitách. Např. ve Valonsku (Belgie) se na regionálních silnicích jedná pouze o 15 % nehod se zraněním.

Tato omezení ukazují, že sanační nástroje typu BSM a NSM by neměly představovat jediné nástroje managementu zvyšování bezpečnosti pozemních komunikací. Na silniční síť je nezbytné aplikovat také tzv. proaktivní opatření. Mezi tyto proaktivní opatření patří právě audit a inspekce, které mají za cíl zabránit vytvoření nehodové lokality, zatímco sanační nástroje se snaží řešit již existující nehodové lokality a jsou to tedy tzv. reaktivní nástroje.

3 Transpozice směrnice 96/2008/EC v České republice

V roce 2011 byla dokončena transpozice směrnice 2008/96/EC o řízení bezpečnosti silniční infrastruktury do právního řádu České republiky. Novelou zákona č. 13/1997 Sb. a novelou prováděcí vyhlášky č. 104/1997 Sb. byla zavedena povinnost provádět nástroje směrnice pouze pro stavby pozemních komunikací zařazených do transevropské silniční sítě. Při transpozici byly tyto nástroje převedeny do české legislativy terminologií uvedenou v tabulce 1.

Tabulka 1: Přehled začlenění směrnice do českého právního řádu

Směrnice	Název dle směrnice	Název dle českého právního řádu	Zakotvení v českém právním řádu	V jaké fázi je prováděno
Článek 3	Hodnocení dopadů na bezpečnost silničního provozu u projektů infrastruktury	Hodnocení dopadů na bezpečnost silničního provozu u vyhledávacích studií	Směrnice Ministerstva dopravy pro dokumentaci staveb pozemních komunikací	Zpracování ve fázi vyhledávací studie
Článek 4	Audity bezpečnosti silničního provozu u projektů infrastruktury	Audit bezpečnosti pozemních komunikací	Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, § 18g (novelizován zákonem č. 152/2011 Sb.) Minimální obsah auditu bezpečnosti pozemních komunikací je stanoven ve vyhlášce č. 104/1997 Sb. (novelizováná vyhláškou č. 317/2011 Sb.)	1. návrh dokumentace záměru 2. návrh projektové dokumentace 3. provedená stavba pro zkušební provoz 4. dokončená stavba pro kolaudační souhlas
Článek 5, bod 1 až 3 místní kontroly	Klasifikace vybraných úseků silniční sítě a následné kontroly na místě	Vedení vybraných úseků komunikací v Centrální evidenci pozemních komunikací a provádění prohlídek pozemních komunikací na ně navazující	Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, § 18m, § 29a, písm. d, e	V návaznosti na výsledky klasifikace úseků s nejvyšší potenciální úsporou finančních prostředků jednou za 3 roky
Článek 6	Bezpečnostní inspekce	Bezpečnostní inspekce	Vyhláška č. 104/1997 Sb. (novelizováná vyhláškou č. 317/2011 Sb.) zavádí pojem bezpečnostní inspekce a stanovuje v příloze 11 její minimální rozsah.	Na stávající silniční síti jednou za 5 let

Zákon nijak neomezuje a neodebírá krajům a obcím možnost provádět nástroje směrnice také u staveb pozemních komunikací, které jsou v jejich vlastnictví. Vzhledem k tomu, že právě na silnicích nižších kategorií je úroveň bezpečnosti několikanásobně nižší než u silnic v síti TEN-T, je na nich provádění nástrojů žádoucí a Evropskou komisí doporučené. Provádění těchto nástrojů na všech typech komunikací má podporu také v Národní strategii bezpečnosti silničního provozu na období 2011-2020.

Povinné provádění nástrojů směrnice pouze na síti TEN-T představuje její slabinu, neboť pozemní komunikace v rámci transevropské sítě jsou v naprosté většině čtyř a vícepruhové směrově dělené, které vykazují nejvyšší míru bezpečnosti ze všech silničních kategorií a potenciál na zvýšení bezpečnosti je u nich tudíž minimální. Na rozdíl od pozemních komunikacích nižších kategorií v extravilánu a intravilánu, které vykazují vysokou nehodovost a nabízí největší potenciál pro snížení počtu dopravních nehod a jejich následků. Je v celospolečenském zájmu aplikovat nástroje a postupy

uvedené ve směrnici na všechny typy pozemních komunikací, neboť je prokázána jejich značná efektivita při snižování rizika vzniku dopravních nehod.

3.1 Hodnocení dopadů na bezpečnost silničního provozu u vyhledávacích studií

Při transpozici této části směrnice se jako nejvhodnější jevilo začlenění do fáze vyhledávací studie. Vyhledávací studie představuje prvotní dokumentaci ke stavbě, jejímž cílem je vyhledání nejvhodnější varianty umístění stavby pozemní komunikace a stanovení jejího koncepčního řešení. Povinnost zpracovat tuto studii zavádí směrnice Ministerstva dopravy pro dokumentaci staveb pozemních komunikací.

Tímto nástrojem se hodnotí vhodnost jednotlivých variant návrhu pozemní komunikace z hlediska jejich bezpečnosti a vlivu na stávající silniční síť. Cílem hodnocení je variantní analýza dopadů nové silniční infrastruktury nebo významných změn ve stávající síti na bezpečnost silničního provozu ovlivněné silniční sítě. Provádí se ve fázi plánování před schválením samotného projektu a mělo by představovat společně s výsledky EIA jedno z kritérií při volbě vhodné alternativy návrhu pozemní komunikace.

V případě hodnocení vlivu bezpečnosti významné liniové stavby (silniční úsek, tunel, estakáda) existují čtyři možné způsoby provádění:

- **Odborný posudek:** kvalitativní posouzení odborníkem, který ohodnotí relevantní bezpečnostní aspekty projektu. Představuje jednoduchý, ale diskutabilní způsob hodnocení.
- **Využití odborné literatury**: vliv na bezpečnost lze mnohdy odhadnout dle výsledků vědecky podložených studií. Tento způsob má poměrně značný interval spolehlivosti, neboť výsledky často závisí na konkrétní situaci.
- **Zahrnutí přilehlé sítě:** pomocí predikčních modelů jsou do hodnocení zahrnuty také spolupůsobící vlivy přilehlé silniční sítě. Tato metoda je náročnější, ale poskytuje poměrně spolehlivé výsledky.
- **Analýza nákladů a výnosů:** do hodnocení jsou započítány kromě vlivu na bezpečnost také ostatní vlivy (na životní prostředí, mobilitu apod.) a je spočten poměr nákladů a výnosů jednotlivých variant.

V případě hodnocení bezpečnostních vlivů v rámci uceleného území či silniční sítě je doporučováno postupovat dle následujících kroků:

- **Stávající situace – rok „nula“**: zjištění intenzit a nehodovosti jednotlivých kategorií pozemních komunikací, výpočet jejich bezpečnostní úrovně.
- **Budoucí situace bez realizace opatření**: zjištění změny bezpečnostní úrovně pouze na základě očekávaných změn intenzit a dalších důležitých vlivů (např. rychlostního limitu, funkce silnice apod.) díky vývoji dopravy a území.
- **Budoucí situace s realizovaným opatřením:** zjištění změny bezpečnostní úrovně na základě očekávaných změn intenzit a dalších důležitých vlivů díky vlivu realizovaného opatření. Hodnocení se provádí na dobu trvání vlivu opatření.
- **Analýza nákladů a výnosů:** do hodnocení jsou započítány kromě vlivu na bezpečnost také ostatní vlivy (na životní prostředí, mobilitu apod.) a je spočten poměr nákladů a výnosů pro varianty realizace a nerealizace opatření.
- **Optimalizace:** na základě výsledků analýz nákladů a výnosů je rozhodnuto o optimálním řešení.

Kvalitní provádění hodnocení vlivů na bezpečnost předpokládá znalost využití predikčních modelů nehodovosti, které vycházejí z matematických vzorců popisujících vztah mezi bezpečnostní úrovní pozemních komunikací (nehody a jejich následky) a proměnnými, které tuto úroveň vysvětlují (délka,

šířka, intenzita atd.). Základní vzorec téměř všech predikčních modelů uvádí, že odhad očekávaného počtu nehod je funkcí intenzity dopravy a řady rizikových faktorů. Závislost mezi intenzitou a počtem nehod není lineární. Predikční modely dokážou tuto nelinearitu postihnout, stejně jako vliv tzv. regrese k průměru, což je jev, který částečně vysvětluje náhodné kolísání počtu dopravních nehod.

3.2 Audit bezpečnosti pozemních komunikací

Zákon č. 13/1997 Sb. *Bezpečnost pozemních komunikací TEN-T* (novelizován zákonem č. 152/2011 Sb.) uvádí v § 18g *Posouzení stavby a její dokumentace*, že osoba, která žádá o vydání stavebního povolení nebo o vydání kolaudačního souhlasu pro stavbu pozemní komunikace v rámci TEN-T, je povinna zajistit posouzení, tzv. audit bezpečnosti pozemních komunikací. Auditu podléhá:

a. **Návrh dokumentace záměru**

b. **Návrh projektové dokumentace**

c. **Provedená stavba pro zkušební provoz**

d. **Dokončená stavba pro kolaudační souhlas**

Výsledkem auditu bezpečnosti je zpráva, která obsahuje souhrnný popis předpokládaných dopadů vlastností komunikace na bezpečnost silničního provozu při jejím užívání a návrhy na odstranění nebo snížení předpokládaných rizik. Osoba, žádající o vydání stavebního povolení nebo o vydání kolaudačního souhlasu doplní zprávu o provedení auditu vyhodnocením, zda a jakým způsobem vyhověla návrhům obsaženým ve zprávě, a u návrhů, kterým nevyhověla, uvede důvody jejich nepřijetí. Vyhláška č. 104/1997 Sb., novelizovaná vyhláškou č. 317/2011 Sb. uvádí v příloze 12 minimální rozsah auditu. Audit může provádět pouze osoba s platným povolením, tzv. **auditor bezpečnosti pozemních komunikací**. Odbornou způsobilost, rozsah a obsah školení, povinnosti auditora stanovují zákon č. 13/1997 Sb. a prováděcí vyhláška 104/1997 Sb.

Pro zpracování auditu existuje v ČR metodika [Metodika provádění auditu bezpečnosti pozemních komunikací, CDV 2006, aktualizace 2012], která uvádí tuto definici auditu: ***„Audit bezpečnosti pozemních komunikací je systematická procedura, která vnáší do procesu dopravního plánování a projektování nejnovější znalosti o bezpečném utváření pozemních komunikací za účelem prevence vzniku dopravních nehod. Je to formální prověrka dopravních projektů, v jejímž rámci nezávislý a kvalifikovaný auditor vypracovává zprávu o bezpečnostních rizicích hodnoceného projektu a předkládá návrhy na jejich odstranění“***

Procedura provádění auditu v ČR je schematicky znázorněna na obrázku 2.

Obrázek 2: Procedura provádění auditu bezpečnosti pozemních komunikací

3.3 Bezpečnostní inspekce

Vyhláška č. 104/1997 Sb., část druhá - péče vlastníka o komunikace a jejich evidence, zavádí v § 6 *Prohlídky komunikací* pojem bezpečnostní inspekce (jako jednu z prohlídek komunikací). Principy provádění uvádí § 7a *Bezpečnostní inspekce (na transevropské silniční síti)*:

- Bezpečnostní inspekci provádí auditor společně s alespoň jednou další fyzickou osobou
- Bezpečnostní inspekce se provádí jednou za 5 let
- Minimální rozsah bezpečnostní inspekce je stanoven v příloze č. 11

Pro provádění inspekce existuje metodika, kterou vydalo Centrum dopravního výzkumu, v.v.i. v roce 2009.

3.4 Prohlídky vybraných úseků pozemních komunikací

Do § 29a zákona č. 13/1997 Sb. se zákonem č. 152/2011 Sb. doplňuje písmeny d) a e) že: …v Centrální evidenci pozemních komunikací se evidují (Ministerstvem dopravy ČR či jím pověřenou osobou):

d) informace o úsecích pozemních komunikací zařazených do TEN-T, jež jsou v provozu déle než 3 roky, s vysokým počtem dopravních nehod, při nichž došlo k usmrcení osoby, v poměru k intenzitě provozu na pozemních komunikacích

e) informace o úsecích pozemních komunikací zařazených do TEN-T, u nichž by odstranění nebo snížení rizik plynoucích z vlastností pozemních komunikací vedlo k výraznému snížení nákladů vynakládaných v důsledku dopravních nehod, při současném zohlednění nákladů na odstranění nebo snížení těchto rizik.

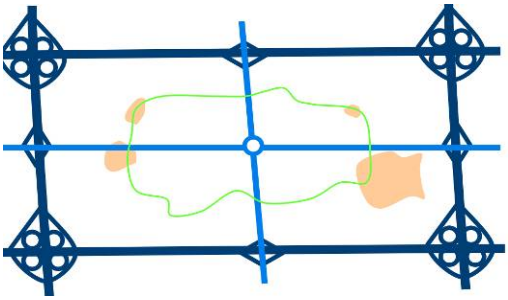
Zákon č. 13/1997 Sb. *Bezpečnost pozemních komunikací TEN-T* pak v § 18m *Prohlídka pozemní komunikace* uvádí, že vlastník pozemní komunikace, jejíž úsek je zařazen do Centrální evidence, zajistí provedení prohlídky svých úseků. Prohlídka musí být provedena skupinou nejméně 3 osob, alespoň jeden z nich musí být auditor. Po ukončení prohlídky zpracuje auditor zprávu o výsledcích prohlídky obsahující popis zjištěných rizik a návrhy nápravných opatření včetně posloupnosti jejich provedení. Zpráva je předána vlastníku komunikace, který zajistí provedení nápravných opatření (pokud je to technicky možné a ekonomicky únosné). Údaje se aktualizují nejméně jedenkrát za 3 roky. Tato na první pohled složitá procedura (a také matoucí pojem „prohlídka“, který může být snadno zaměněn s „inspekcí“) je v podstatě ekvivalent řešení nehodových lokalit.

4 Definice extravilánových silnic nižších kategorií

Organizace pro ekonomickou spolupráci a rozvoj (OECD) uvádí, že intenzivnějšímu řešení bezpečnosti provozu na extravilánových silnicích nižších kategorií brání mimojiné neexistence mezinárodně akceptované definice těchto pozemních komunikací (OECD, 1999). OECD definuje tyto silnice jako zpevněné pozemní komunikace nedálničního typu, které se nacházejí mimo zastavěné území (HAMILTON, KENNEDY, 2005). V odborné literatuře existuje samozřejmě několik odlišných definic. Zejména chápání pojmu "extravilánové" představuje klíč pro pochopení rizik spojených s tímto typem silnic. V územním plánování je "extravilán" chápán jako protiklad k "předměstskému území – suburban" a "městskému území – urban", což jsou oblasti s větším počtem obyvatel, které mohou být definovány kombinací různých kritérií. Z výše uvedených důvodů bylo nutné v rámci projektu Pilot4Safety definovat cílovou skupinu pozemních komunikací. Jsou to takové pozemní komunikace, které:

- **Jsou dvoupruhové, směrově nedělené**
- **Mají zpevněný povrch**
- **Nachází se mimo zastavěné území**

V několika zemích EU je kategorizace pozemních komunikací založena zejména na funkčních charakteristikách, tak jak je vidět na obrázku 3, kde různé barvy a tloušťky čar značí funkční třídy (např. dopravně – obslužné, sběrné a residenční).



Obrázek 3: Funkční třídy pozemních komunikací

Jelikož dopravně bezpečnostní opatření souvisí zejména s fyzickým uspořádáním silniční infrastruktury, není v tomto manuálu uvažováno rozdělení dle funkčních charakteristik. Díky tomu lze mezi cílovou skupinu pozemních komunikací zařadit také silnice, které splňují výše uvedenou definici, ale funkčně patří do sítě TEN-T (např. silnice E67 – Via Baltica).

Obrázek 4: E67 Via Baltica, dle definice extravilánová pozemní komunikace nižší kategorie

4.1 Kategorizace pozemních komunikací v České republice

Vlastníkem dálnic a silnic I. třídy (včetně rychlostních silnic) je stát a tyto komunikace spravuje Ředitelství silnic a dálnic ČR. Vlastníkem silnic II. a III. třídy je kraj, na jehož území se silnice nacházejí. Vlastníkem místních komunikací je obec, na jejímž území se místní komunikace nacházejí. Vlastníkem účelových komunikací je právnická nebo fyzická osoba. Zákon o pozemních komunikacích č. 13/1997 uvádí v §2 *Pozemní komunikace a jejich rozdělení* toto dělení:

- Dálnice
- Silnice
- Místní komunikace
- Účelová komunikace

O zařazení pozemní komunikace do příslušných kategorií a o změnách kategorie rozhoduje příslušný silniční správní úřad. V dalším textu budou uvedeny jen dálnice a silnice, neboť tento manuál se zabývá pouze extravilánovými komunikacemi.

4.1.1 Kategorie dle ČSN 73 6101 a zákona č. 13/1997 Sb.

Dle charakteru provozu se pozemní komunikace dělí na silnice s neomezeným přístupem (S) a na silniční komunikace s omezeným přístupem (R - rychlostní) a (D - dálnice). Dálnice je pozemní komunikace určená pro rychlou dálkovou a mezistátní dopravu motorovými vozidly. Je budována bez úrovňových křížení, s oddělenými místy napojení pro vjezd a výjezd a má směrově oddělené jízdní pásy. Je přístupná pouze silničním motorovým vozidlům, jejichž nejvyšší povolená rychlost není nižší než 80 km/h. Silnice je veřejně přístupná pozemní komunikace určená k užití silničními a jinými vozidly a chodci. Silnice tvoří silniční síť. Silnice se podle svého určení a dopravního významu rozdělují do těchto tříd:

- Silnice I. třídy – určena zejména pro dálkovou a mezistátní dopravu
- Silnice II. třídy – určena pro dopravu mezi okresy
- Silnice III.třídy – určena k vzájemnému spojení obcí nebo jejich napojení na ostatní pozemní komunikace

Silnice I.třídy vystavěná jako rychlostní silnice je určena pro rychlou dopravu a je přístupná pouze silničním motorovým vozidlům, jejichž nejvyšší povolená rychlost není nižší než 80 km/h. Roztřídění silničních komunikací vymezuje volbu prostorového uspořádání, tj. odpovídající kategorii. Ze stanoveného rozsahu kategorií (tabulka 2) se pak navrhne kategorie dané silniční komunikace podle ČSN 73 6101.

Tabulka 2: Rámcová kategorizace silničních komunikací

Roztřídění silničních komunikací	Odpovídající kategorie silničních komunikací
Dálnice včetně mezinárodních	**D 27,5**/120,100,80 **D 26,5**/120,100,80
Silnice I. třídy a mezinárodní	**R 27,5**/120,100,80 **R 26,5**/120,100,80 **R 24,5**/120,100,80 **R 22,5**/120,100,80 **R 11,5**/100,80,70 **S 24,5**/100, 80 **S 22,5**/100, 80, 70 **S 11,5**/80, 70, 60 výjimečně **S 10,5** a **S 9,5**
Silnice II. třídy a mezinárodní	**S 22,5**/100, 80, 70 **S 11,5**/80, 70, 60 výjimečně **S 10,5**/80, 70, 60 **S 9,5**/80, 70, 60 výjimečně **S 7,5**/70, 60 50
Silnice III. třídy	**S 11,5**/80,70, 60 výjimečně **S 10,5**/80, 70, 60 **S 9,5**/80, 70, 60 **S 7,5**/70, 60, 50

Kategorie silniční komunikace je charakterizována zlomkem obsahujícím:

- v čitateli příslušný písemný znak (S, R, D) a kategorijní šířku silniční komunikace v m
- ve jmenovateli návrhovou rychlost v km/h

Základní kategorie:

- Dvoupruhová silnice
- Čtyřpruhová směrově rozdělená silniční komunikace

Pro silnice I. a II. třídy jsou kategorie stanoveny výhledovými záměry výstavby silnic. Pro silnice III. třídy se určí kategorie podle výhledové intenzity dopravních proudů a charakteristiky území.

Tabulka 3: Kategorie dvoupruhových silnic

Písmenný znak	b(m)	Návrhová rychlost km/h
S	7,5	70; 60; 50 80; 70; 60
	9,5	
	10,5	
	11,5	
R	11,5	100; 80; 70

Cílovou skupinou pozemních komunikací pro potřeby tohoto manuálu představují směrově nedělené, dvoupruhové silnice se zpevněným povrchem v extravilánu. V ČR se jedná o silnice I. až III. třídy kategorie S 7,5 až S 11,5.

4.2 Charakteristiky extravilánových pozemních komunikací v ČR

Dvoupruhové extravilánové pozemní komunikace tvoří nedílnou složku celé silniční sítě. Mají svá specifika, která je odlišují od zbytku sítě, sami o sobě jsou však také různorodé. Liší se dokonce ve svých základních charakteristikách – funkci, návrhových prvcích, užití, chování uživatelů, kapacitách a intenzitách. Celkovou délku, průměrnou intenzitu a dopravní výkon uvádí tabulka 4. Na těchto silnicích se nachází přes 2500 železničních přejezdů, 17 000 mostů, téměř 3 500 podjezdů a 27 tunelů.

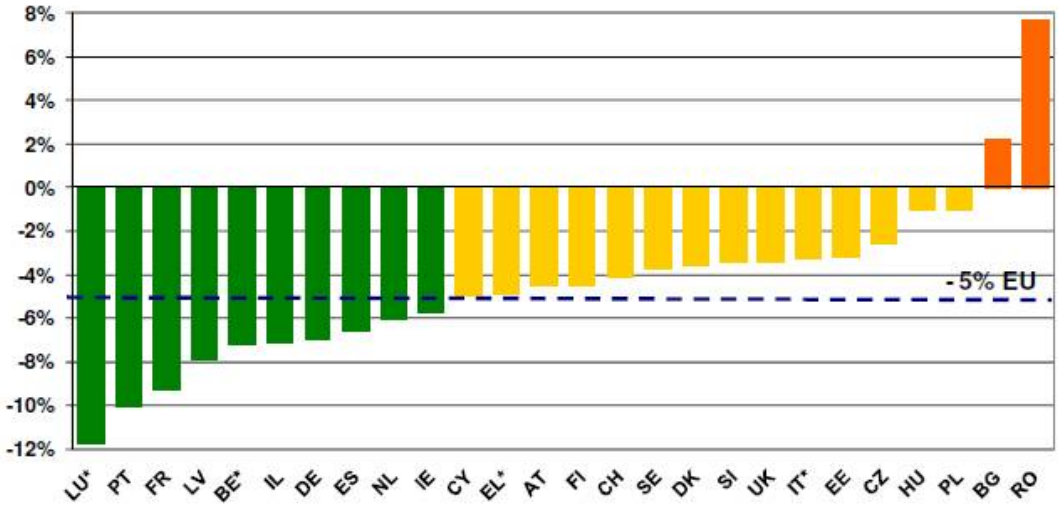
Tabulka 4: Charakteristiky extravilánových pozemních komunikací – rok 2010/2011 (zdroj: ŘSD)

	Délka (km)	Průměrná intenzita (voz/24 hod)	Dopravní výkon (1000 vozokm/24 hod)
I.třída	5 832	8470	52 992
II. třída	14 634	2312	33 836
III. třída	34 128	598	20 409

Na počátku 20. století existovala již více či méně hustá síť nezpevněných a klikatících se tras spojujících města, vesnice a další typy sídel. Původ některých těchto cest spadá hluboko do minulosti. Značná část silniční sítě stále vychází z těchto historických silnic, které byly zmodernizovány a zpevněny tak, aby byly schopny uspokojit potřeby rozdílných typů uživatel, od cyklistů a chodců, přes autobusy, zemědělskou techniku, osobní a nákladní automobily a dalších. Po mnoho let rostou požadavky na mobilitu (i když celostátní sčítání dopravy z roku 2010 ukazuje na stávající stagnaci či dokonce pokles objemu dopravy), zvyšuje se závislost na individuální dopravě. Doprava v extravilánu rostla zejména důsledkem suburbanizace a rozvoje ekonomické síly venkova. Menší množství pracovních hodin (tzn. kratší pracovní doba) společně s vyššími příjmy také přispívá ke zvyšující se motorizaci, narůstá sociální a rekreační mobilita. Dopravně bezpečnostní práce je však mnohdy zaměřena především na pozemní komunikace vyšších kategorií (dálnice, silnice pro motorová vozidla, silnice sítě TEN-T) a na místní komunikace, popřípadě průjezdní úseky silnic obcemi. Důsledkem jsou závažné počty a následky dopravních nehod na pozemních komunikacích nižších kategorií v extravilánu.

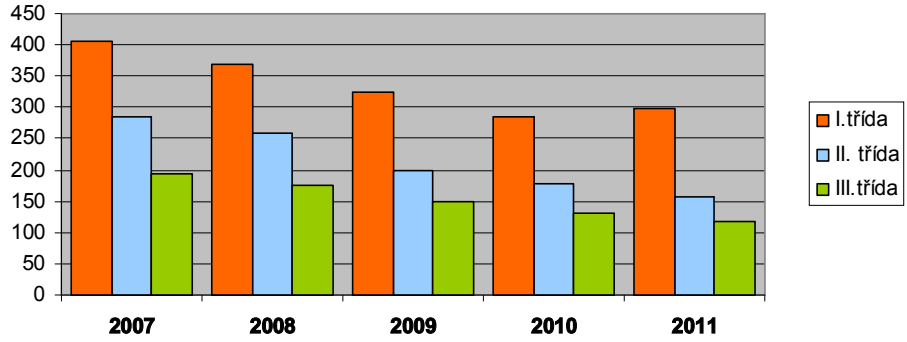
4.2.1 Bezpečnostní charakteristiky extravilánových silnic

Na území EU zahynulo v roce 2009 na extravilánových pozemních komunikacích nedálničního typu více než 21 500 osob, což představuje 55 % všech úmrtí při dopravních nehodách v rámci EU (v některých zemích činil tento podíl až 70 %). V období 2001 – 2009 došlo sice k průměrnému snížení počtu usmrcených v rámci EU o 5 % (viz obrázek 5), přesto představuje tento typ komunikací stále nejrizikovější skupinu, a to zejména díky nepřiměřeným rychlostem, variabilitě účastníků silničního provozu, rozmanitosti využití a funkcí silnic, nižší úrovni bezpečnosti, dohledu a vymáhání práva.



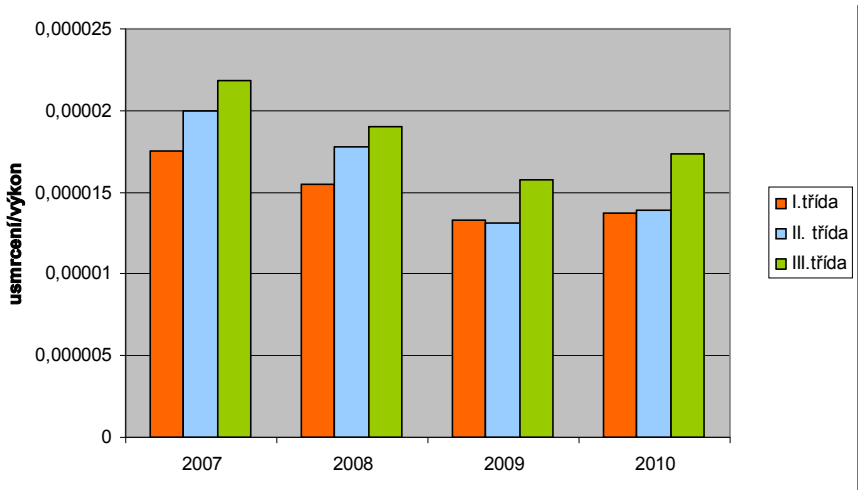
Obrázek 5: Průměrná změna v počtu usmrcených v zemích EU v letech 2001 – 2009 (zdroj: ETSC,2010)

V České republice zahynulo v letech 2007 – 2011 na silnicích I.- III. třídy přibližni 2800 osob. Podíl usmrcených v extravilánu z celkového počtu usmrcených na všech pozemních komunikacích se pohybuje okolo 60 % Nejvíce usmrcených je dlouhodobě zaznamenáváno na silnicích I. třídy (viz obrázek 6), pokud však tyto údaje vztáhneme k počtu ujetých vozokilometrů, vychází jako nejrizikovější silnice 3. třídy (viz obrázek 7).



	2007	2008	2009	2010	2011
I.třída	405	368	325	286	298
II. třída	285	260	199	177	157
III.třída	194	174	150	132	118

Obrázek 6: Počty usmrcených dle kategorie pozemní komunikace



Obrázek 7: Počty usmrcených dle výkonu (1000 vozokm/rok)

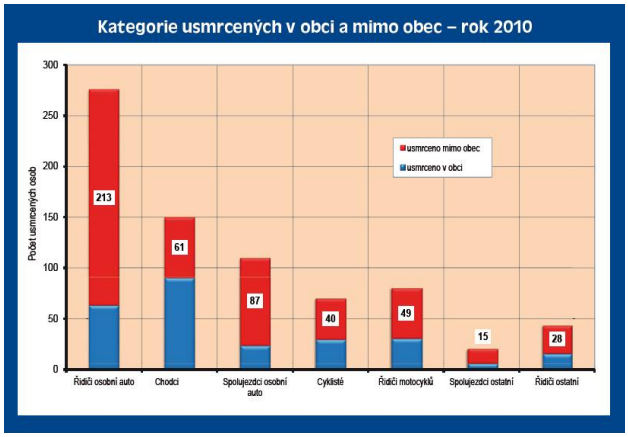
Dle směrových poměrů bylo nejvíce usmrcených v letech 2007-2010 zaznamenáno při dopravních nehodách v přímých úsecích. Taktéž absolutní počet nehod je v přímých úsecích více jak dvojnásobně vyšší než ve směrových obloucích. Nehody ve směrových obloucích jsou však závažnější. Jako nejzávažnější vychází nehody na přímých úsecích po projetí směrového oblouku (tabulka 5). Závažnost je v tabulce 5 vyjádřena jako počet usmrcených na 100 dopravních nehod.

Tabulka 5: Charakteristiky prvků extravilánových silnic

Směrové poměry	Nehody	usmrcení	*závažnost*
Přímý úsek	56772	875	***1,6***
Směrový oblouk	26446	547	***2,0***
Přímý úsek po projetí zatáčkou	15816	431	***2,7***
Křižovatka styková	9160	157	***1,7***
Křižovatka průsečná čtyřramenná	5523	134	***2,4***
Okružní křižovatky	677	2	***0,3***
Křižovatka pětiramenná	57	1	***1,8***

Kategorie účastníků silničního provozu

Nejvíce usmrcených v extravilánu v roce 2010 spadalo do kategorie řidič a spolucestující v osobním automobilu (300 osob). Dále následují chodci (61 osob), řidiči motocyklů (49 osob) a cyklisté (40 osob). Podrobně se této problematice věnuje kapitola 6.



Obrázek 8: Počty usmrcených dle kategorie účastníků provozu v obci a mimo obec v roce 2010 (zdroj: Policie ČR)

4.2.2 Spolupůsobící faktory vzniku nehod

Síť extravilánových pozemních komunikací má v sobě obsaženy vlastnosti, které významně přispívají k vysokému počtu nehod a zvýšenému riziku. Tyto faktory vycházejí ze specifik extravilánových silnic. Kombinace faktorů zvyšujících riziko jsou následující:

- Mnoho silnic je zastaralých a nesplňuje současné požadavky na bezpečnost
- Různé typy dopravy sdílejí stejný prostor, z čehož plyne různorodost funkcí
- Omezené šířky, časté pevné překážky, nedostatečná ochranná zóna
- Na mnoha silnicích je stanovena vysoká povolená rychlost, i když situace vyžaduje snížení rychlostního limitu; vysoké rychlosti všeobecně; variace rychlostí dána různorodostí účastníků
- Zjištění místa nehody je v některých případech složité, což prodlužuje čas dojezdu záchranné služby
- Zaměření bezpečnostních priorit na místní komunikace vede ke snížení bezpečnosti extravilánových silnic

5 Zásady dopravně bezpečnostního inženýrství

Dne 17. srpna 1896 se Bridget Driscoll, 44 letá matka dvou dětí, stala první obětí dopravní nehody s automobilem. Byla sražena vozem, který se dle svědků pohyboval závratnou rychlostí (cca 7 km/h). Řidičem byl jistý Arthur Edsell, který měl pouhé tři týdny zkušeností s řízením a během jízdy se bavil se svou mladou spolujezdkyní. Soudce toto úmrtí označil jako „náhodné“ a prohlásil, že něco takové se již nikdy nesmí znovu přihodit[3].

V popisu první nehody se objevují záležitosti, které „zamořují“ problematiku bezpečnosti silničního provozu doposud: nezkušenost řidiče, nadměrná rychlost, odvádění pozornosti, zranitelnost účastníka silničního provozu, označení události za náhodnou a zejména touha všech po tom, aby se takové nehody nikdy nestávaly. Za těch více jak 110 let, které od této nehody uplynuly, se problematika bezpečnosti silničního provozu posunula o značný kus vpřed. Její zkoumání je možné považovat za samostatnou vědeckou disciplínu, ve které se prolínají znalosti z mnoha oborů (např. psychologie, sociologie, mechanika, vlastnosti hmot, konstrukce staveb, dopravní inženýrství, fyzika, toxikologie, traumatologie, statistika). Při identifikaci spolupůsobících faktorů vzniku dopravních nehod, při návrhu opatření na zmírnění následků dopravních nehod, při analýze nehodových lokalit a dalších dopravně-bezpečnostních aktivitách je nezbytným předpokladem existence kvalitních dat a jejich přesné zpracování a vyhodnocení.

5.1 Ukazatele bezpečnosti silničního provozu

Rozsah a kvalita nehodových dat a úroveň jejich zaznamenávání se díky rozdílným legislativním podmínkám a způsobům provádění v jednotlivých zemích EU liší. Taktéž kategorizace nehod (nehodových typů) není v rámci EU konzistentní. Z těchto důvodů bývá většina mezinárodních srovnání nehodovosti založena pouze na nehodách s úmrtím (např. IRTAD – www.irtad.net). Nejkvalitnější nehodová data se většinou týkají dálnic a státních silnic.

Pro analýzu silničních úseků na základě nehodovosti je nutno použít dostupná data tak, aby vyhodnocení bylo statisticky věrohodné. Data musí vycházet z dostatečného vzorku nehod. Důležitou roli hraje také délka analyzovaného období. Uvádí se, že období 3-5 let je dostatečně dlouhé na to, aby byl v analýzách postihnut vliv všeobecných trendů ve vývoji nehodovosti a případné změny infrastruktury mající vliv na úroveň bezpečnosti provozu. Analýzy nelze založit pouze na nehodách s usmrcením, neboť zvláště na krátkých úsecích s nízkou intenzitou provozu je jejich počet většinou nízký a analýza by tak postrádala význam. Do analýzy by proto měly být zahrnuty také nehody s vážným a lehkým zraněním. Z důvodu částečně nahodilé povahy dopravních nehod by kvalitní analýza neměla být založena pouze na zaznamenaných počtech dopravních nehod, ale také na očekávaných počtech dopravních nehod. To předpokládá využití predikčních modelů a speciálních statistických metod.

V tomto manuálu se dopravní nehody rozdělují do tří kategorií:

- Nehody s vážnými osobními následky (nehody s usmrcením a těžkým zraněním) – zkratka SI
- Nehody s lehkými osobními následky (nehody s lehkým zraněním) - zkratka MI
- Nehody pouze s hmotnou škodou - zkratka SD

5.1.1 Náklady nehod

Při analýze nehod různých typů a pro jejich možné porovnání je nutné každé nehodě přiřadit závažnost. Pro přiřazení finančního vyjádření hodnoty nehody se používají tzv. náklady nehody (AC –

[3] První nehoda, při které byl usmrcen řidič, se stala také v Anglii a to v roce 1899.

accident costs), což umožňuje vzájemné srovnání nehod různých kategorií. Odhady nákladů nehod jsou počítány v jednotlivých evropských zemích dle různých metodik. Náklady nehod jsou často využívány pro výpočet poměru nákladů a výnosů dopravně bezpečnostních opatření.

Střední hodnota nákladů nehody (Mean Costs per Accident - MCA) se vyjadřuje jako funkce závažnosti dopravní nehody a typu pozemní komunikace. Výsledkem je např. počet usmrcených, těžce a lehce zraněných na 100 dopravních nehod na určité kategorii pozemní komunikace.

V České republice jsou ekonomické ztráty z nehodovosti počítány každoročně počínaje rokem 2001. Pro výpočet je použita forma propočtového ocenění ekonomických důsledků dopravní nehodovosti se snahou o docílení pokud možno maximální objektivity oceňování jednotlivých komponentů škod. Dosažitelné statistické údaje jsou doplněny odbornými odhady příslušných odborníků v oblasti zdravotnictví, soudního lékařství, dopravní policie, soudů, pojišťovnictví a sociální péče. Kvantifikace nákladů a ztrát je provedena technikou přímého zjišťování nákladů na zdravotní péči, administrativu (policie, soudy, pojišťovny), vyšší sociální výdaje a hmotných škod. Pro ocenění ztrát na produkci je použito tzv. hrubého výnosu, tj. výše hrubého domácího produktu na obyvatele. Výše jednotkových nákladů je uvedena v tabulce 6, průměrná závažnost jedné nehody v tabulce 7.

Tabulka 6: Jednotkové náklady dle závažnosti zranění v tis. Kč v ČR

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Smrtelné zranění	8100	9014	9251	9 427	9 662	9 933	10 558	10 653	17 645
Těžké zranění	2797	2864	3106	3 165	3 244	3 335	3 545	3 577	3 865
Lehké zranění	301	335	349	356	365	375	398	402	668
Hmotné škody	88	93	96	98	100	102	108	109	271

Tabulka 7: Průměrná závažnost nehod v ČR v roce 2010

Celkový počet nehod	*Usmrcení na 100 nehod*	*Těžké zranění na 100 nehod*	*Lehké zranění na 100 nehod*
18970 (extravilán)	2,5	6,6	45,4
2528 (dálnice)	1,0	1,9	21,5

Střední hodnota jedné dopravní nehody měla v ČR v roce 2010 pro pozemní komunikace v extravilánu hodnotu **995 000,- Kč**, pro dálnice **390 000,- Kč**. Nižší hodnota u dálnic je způsobena vyšší bezpečnostní úrovní této kategorie pozemní komunikace, kdy zejména oddělení jízdních směrů zamezuje nehodám typu srážka s protijedoucím vozidlem.

5.1.2 Odvození ukazatelů bezpečnosti

Bezpečnost je výsledkem rizika a expozice. Vychází ze základní rovnice:

Bezpečnost = riziko x expozice

Bezpečnost se vyjadřuje počtem osobních nehod. Expozice představuje míru vystavení se riziku. Mezi nejčastější jednotky expozice patří počet obyvatel, počet vozidel, počet vozkm a počet řidičů. Každá jednotka poskytuje rozdílné míry rizika a používá se pro různé účely. V některých případech se můžeme setkat při popisu bezpečnosti pouze s použitím absolutního čísla udávajícího počet zraněných či usmrcených, bez toho, aniž by bylo vztaženo k nějaké jednotce expozice. Díky množství možných způsobů interpretace výsledků je nutné obezřetnost při jejich používání.

Aby byly hodnoty srovnatelné, vztahují se ukazatele bezpečnosti k času (t); tak vzniká četnost nehod. Při aplikaci ukazatelů bezpečnosti na silniční síť je nutné rozlišovat křižovatky a mezikřižovatkové

úseky. Zde se hodnoty dále vztahují k intenzitě (I) a/nebo délce (L). Prvním odvozeným ukazatelem je relativní nehodovost (AR):

AR = četnost / (ADT x L) (1)

Ukazatele relativní nehodovosti popisují průměrný počet nehod na silničním úseku vztažený k počtu ujetých kilometrů (tzv. vozokilometry). Ukazatele relativních ztrát (accident cost rates - ACR) popisují průměrné náklady jako důsledek dopravních nehod, které se staly na silničním úseku, vztažené k 1000 vozokilometrům.

Relativní nehodovost úseku [A/(10^6 voz · km)]

$$AR = \frac{10^6 \cdot A}{365 \cdot ADT \cdot L \cdot t} = \frac{10^6 \cdot AD}{365 \cdot ADT} \quad (2)$$

Kde:

ADT Průměrná denní intenzita dopravy za období **t** [voz/24 h]

Ukazatel relativních ztrát (ACR) [€/(1000 voz · km)]

$$ACR = \frac{1000 \cdot AC}{365 \cdot ADT \cdot L \cdot t} = \frac{10^6 \cdot ACD}{365 \cdot ADT} \quad (3)$$

Kde:

ACD Hustota ztrát z dopravních nehod

Relativní nehodovost je nejčastěji používaným ukazatelem bezpečnosti. Vyjadřuje bezpečnost jako pravděpodobnost nehody ve vztahu k dopravnímu výkonu. Použití relativní nehodovosti má svá omezení, vyplývající z nelinearity vztahu mezi expozicí a počtem osobních nehod. Tato omezení jsou podrobněji popsána v dalších kapitolách.

Hustota nehod

Hustota nehod (accident density - AD), respektive ukazatel hustoty ztrát (accident cost density - ACD), udává průměrný roční počet nehod, respektive celkové socio-ekonomické náklady spjaté s nehodovostí na 1 km silniční sítě. Hustota může být spočtena jako poměr ročního počtu nehod (nebo nákladů nehodovosti) a délky silničního úseku, na kterém k nehodám došlo.

Hustota nehod AD

$$AD = \frac{A}{L \cdot t} \quad (4)$$

Ukazatel hustoty ztrát ACD [1000 €/km · a)]

$$ACD = \frac{AC}{1000 \cdot L \cdot t} = \frac{AC_a}{1000 \cdot L} \quad (5)$$

Kde:

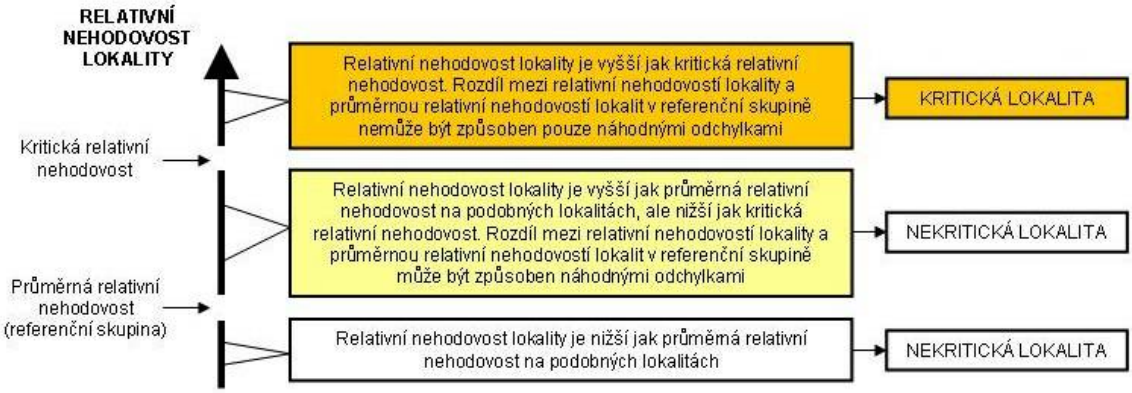
A	Počet nehod za období t	[A]
L	Délka úseku	[km]
t	Doba analýzy	[roky]
AC	Náklady nehod	[€]
AC_a	Průměrné roční náklady nehod	[€/rok]

Hustota je tedy měřítkem četnosti nehod za určité období na specifickém silničním úseku.

5.1.2.1 Kritéria identifikace rizikových úseků dle relativní nehodovosti

Kritická relativní nehodovost (CAR)

Toto kritérium porovnává relativní nehodovost analyzované lokality s průměrnou relativní nehodovostí spočtenou pro množinu lokalit se shodnými dopravně-inženýrskými charakteristikami (tzv. referenční skupinou). Je založeno na předpokladu, že lokality se shodnými charakteristikami by měly mít podobnou relativní nehodovost. Kritická relativní nehodovost definuje minimální relativní nehodovost, při které je lokalita považována za rizikovou.



Obrázek 9: Srovnání průměrné a kritické relativní nehodovosti (zdroj: PIARC Road Safety Manual, 2003)

Pro stanovení charakteristik a bezpečnostní úrovně určitého typu lokality je důležité definování typických referenčních skupin. Tyto skupiny jsou stanoveny dle hlavních prvků, které mají vliv na bezpečnost. Referenční skupinu může tvořit např. průsečná křižovatka v extravilánu se značkou "Stop, dej přednost v jízdě" na vedlejších komunikacích nebo stykové křižovatky na silnicích stejné kategorie. Důležité je porovnávat lokality s podobnou intenzitou dopravy.

Postup výpočtu CAR je následující:

1. Vypočítat relativní nehodovost (AR) na každé lokalitě
2. Vypočítat průměrnou relativní nehodovost pro každou referenční skupinu

$$R_{rp} = \frac{\sum f_j \times 10^6}{365.25 \times P \times \sum L_j \times Q_w} \tag{6}$$

Kde:

R_{rp} = průměrná relativní nehodovost (neh./mil. vozkm)
F_j = četnost nehod na lokalitě j
P = období analýzy (roky)
L_i = délka úseku j (km)
Q_w = vážený roční průměr denních intenzit (AADT)

$$Q_w = \frac{\sum (Q_j \times L_j)}{\sum L_j} \tag{7}$$

Q_j = AADT na lokalitě j

3. Stanovit minimální relativní nehodovost, která určuje provedení detailní bezpečnostní analýzy

Relativní index závažnosti (RSI)

Toto kritérium je založeno na následujících předpokladech:

1) Závažnost zranění při dopravní nehodě je ovlivněna mnoha faktory, jako např. rychlostí, místem a úhlem nárazu, typem a stavem vozidla, věkem a zdravotním stavem pasažérů, pasivní bezpečností atd. Následkem toho mohou dvě nehody stejného typu na stejné lokalitě mít značně rozdílné stupně závažnosti.
2) Průměrná závažnost nehod, spočtená na velkém souboru stejných typů nehod, které se staly na lokalitách se stejnými charakteristikami, je stabilnějším indikátorem než úroveň poranění při jedné nehodě.

Relativní index závažnosti (RSI) přiřazuje každému typu nehody váhu, která nemá souvislost s jeho aktuální závažností zranění, nýbrž souvisí s průměrnou závažností několika nehod, které se udály za shodným podmínek. Průměrnou závažnost je nejvhodnější vyjádřit v peněžitých jednotkách jako závažnost vynásobenou příslušným faktorem nákladů nehod.

Postup výpočtu RSI pro každou referenční skupinu je následující:

- Spočítat průměrné náklady všech typů nehod v referenční skupině
- Vypočítat RSI a průměrnou RSI ($\overline{RSI}$) na každé lokalitě

$$RSI_j = \sum f_{ij} \times C_i \tag{8}$$

Kde:

RSI_j = relativní index závažnosti na lokalitě *j*
f_{ij} = četnost typu nehody i na lokalitě *j*
C_i = průměrná cena nehody *i*

$$\overline{RSI}_j = RSI_j / f_j \tag{9}$$

Kde:

f_j = celková četnost nehod na lokalitě j

- Spočítat průměrnou RSI skupiny ($\overline{RSI}_{rp}$):

$$\overline{RSI}_{rp} = \frac{\sum\sum(C_i \times f_{ij})}{\sum f_j} \tag{10}$$

- Stanovit minimální hodnotu $\overline{RSI}$, která určuje provedení detailní bezpečnostní analýzy

5.1.3 Funkce bezpečnosti

Je možné konstatovat, že intenzita provozu je nejdůležitějším faktorem, který ovlivňuje počet dopravních nehod. Její vliv však není jednoznačný. V některých případech počet nehod a relativní nehodovost se zvyšující se intenzitou klesá, v některých naopak roste. Tato nelinearita je v rozporu s definicí relativní nehodovosti, která je úměrná podílu A/AADT, což představuje lineární funkci. Použití relativní nehodovosti může tedy vést k nesprávným závěrům o relativní bezpečnosti posuzovaných lokalit.

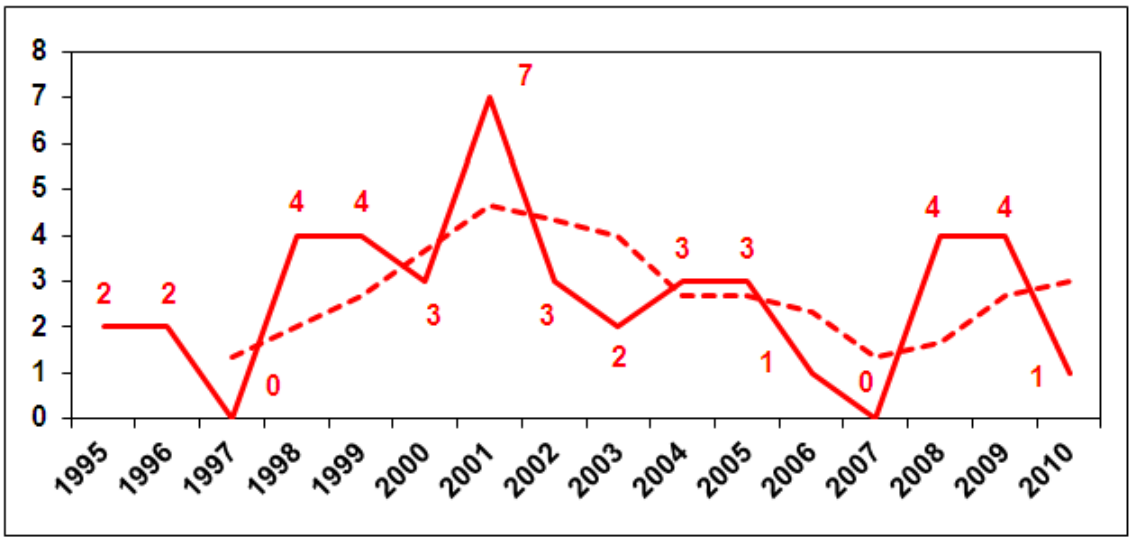
Bezpečnostní odhady by neměly být prováděny na základě relativní nehodovosti, ale na základě srovnání funkcí bezpečnosti. Tyto funkce popisují vztah mezi bezpečností a nehodami. Bylo zjištěno, že na křižovatkách má tato funkce obecný tvar $a \cdot I_1^b \cdot I_2^c$, kde I_1 a I_2 jsou intenzity kolizních proudů a *a, b, c* jsou konstanty. Jedná se obecně o nelineární funkci. Pro mezikřižovatkové úseky má

bezpečnostní funkce tvar $a \cdot I^b$ a vyjadřuje se v jednotkách nehody/km/rok, jedná se tedy o hustotu nehod. U křižovatek jsou jednotkou nehody/rok, jedná se o četnost.

Vztah mezi počtem nehod a intenzitounení lineární, proto nelze relativní nehodovost použít pro srovnávání bezpečnosti. V odborné literatuře se uvádí, že hodnocení bezpečnosti by se nemělo provádět na základě relativní nehodovosti, ale na základě srovnání funkcí bezpečnosti.

5.1.4 Modelování nehodovosti

Navzdory logickým předpokladům se hodnota četnosti nehod v čase mění a to i v případě, kdy se nemění žádné kauzální faktory. Náhodné změny četnosti jsou její přirozenou vlastností: jev se nazývá regrese (návrat) k průměru. Vliv regrese k průměru lze demonstrovat na příkladu křižovatky ulic Drobného a Pionýrské v Brně, která dlouhodobě patří mezi nejvíce nehodové. Z údajů Policie ČR byly zjištěny počty nehod se zraněním v období 1995 – 2010 (viz obrázek 10). V tomto období nedošlo na křižovatce k žádným stavebním úpravám. Přesto je vidět, že průběh je proměnlivý: po každém výraznějším výkyvu, ať už kladným nebo záporným směrem, následuje regrese k průměru; tento průměr však nelze jednoznačně odhadnout. Typickou dobou („dlouhodobým“ průměrem), používanou k hodnocení bezpečnosti, jsou 3 roky. V grafu je proto čárkovaně naznačen průběh klouzavého průměru po třech letech, který kolísá mezi hodnotami 1 až 5.



Obrázek 10: Vývoj počtu nehod se zraněním na křižovatce ulic Drobného a Pionýrské v Brně

Příklad ukazuje vliv náhodného charakteru regrese k průměru na zaznamenané četnosti nehod. Tento vliv není ojedinělý ani zanedbatelný. Např. nedávná belgická studie DE PAUW a kol. (2011) prokázala u vybraných nehodových křižovatek, kde nedošlo k žádným změnám, pokles četnosti nehod až o 25 %, který lze přičíst regresi k průměru. Tento vliv mj. zkresluje účinky bezpečnostních opatření: náhodný pokles, způsobený regresí k průměru, je chybně přičítán účinku opatření a účinnost je tak přeceňována. Regrese k průměru dále komplikuje výběr nehodových lokalit: podmínkou výběru nehodové lokality je naplnění výběrového kritéria definovaného počtem nehod za rok. Typicky se volí výběrové kritérium tří osobních nehod za rok. Na příkladu výše uvedené křižovatky je zřejmé, že kritérium bude v některých obdobích naplněno a v některých obdobích naopak nenaplněno. Křižovatka se přitom za celé sledované období nezměnila.

Z uvedených skutečností je zřejmé, že účinnost opatření (chápána jako pokles nebo nárůst četnosti nehod) nelze hodnotit prostřednictvím srovnání četnosti nehod před úpravou a po úpravě. Existuje zde několik tzv. matoucích (rušivých) proměnných, které výsledný poměr zkreslují. Regrese k průměru

je považována za jednu z nejdůležitějších matoucích proměnných. Její vliv lze snížit uvážením delšího časového období.

Další řešení představuje použití srovnávací skupiny. Komplexní řešení, které eliminuje vliv regrese k průměru i ostatních matoucích proměnných, nabízí tzv. empirická Bayesova metoda. Vstupem této metody je tzv. očekávaná četnost nehod, reprezentující dlouhodobý průměr. Bylo dokázáno, že empirická Bayesova metoda tento odhad zpřesňuje a to nejvíce ze všech dostupných metod.

Z těchto skutečností vyplývá definice bezpečnosti podle HAUERA (1997): „***bezpečnost prvku (místa, úseku, řidiče, vozidla) je dána očekávaným počtem nehod tohoto prvku za určitou jednotku času***".

Hodnocení bezpečnosti se tak dostává do sféry modelování bezpečnosti. Toto téma je v ČR relativně v počátcích. Jmenujme dva projekty, které se touto tematikou zabývaly či zabývají:

- **VEOBEZ** (Vývoj metodiky hodnocení účinnosti opatření ke zvýšení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích) - vývoj modelu bezpečnosti na okružních křižovatkách
- **IDEKO** (**IDEKO** Identifikace a řešení kritických míst a úseků v síti pozemních komunikací, které svým uspořádáním stimulují nezákonné nebo nepřiměřené chování účastníků silničního provozu) - vývoj modelu bezpečnosti na silnicích II. třídy v extravilánu v Jihomoravském kraji

5.2 Geometrické parametry ovlivňující bezpečnost

Znalost vlivů prvků pozemní komunikace na bezpečnost je nezbytnou podmínkou podrobné a smysluplné analýzy bezpečnosti stávajících a navrhovaných pozemních komunikací. Tyto vlivy byly a jsou předmětem mnoha výzkumů, jejichž výsledky jsou v některých případech rozporuplné. Následující kapitoly uvádí přehled vybraných geometrických prvků a jejich vlivu na rychlost (a způsob jízdy[4]) a nehodovost. Cílem je představit souhrn výsledků významných studií a pokud je to možné, pokusit se o nějaké obecné shrnutí[5].

5.2.1 Parametry jízdy

V současné době neexistují detailní modely popisující chování řidičů. Předpokládá se, že způsob jízdy je založen na snaze udržet vozidlo v podélném a příčném směru. Mezi běžné parametry používané pro popis a analýzu jízdního chování patří rychlost, zrychlení a příčná pozice vozidla.

Rychlost

Rychlost je charakteristika pohybu, která nám sděluje, jakým způsobem se mění poloha tělesa (hmotného bodu) v čase. Rychlost představuje důležitou hodnotu při návrhu pozemní komunikace, neboť ovlivňuje charakteristiky mnoha návrhových prvků. Rozeznáváme dva základní druhy rychlosti jízdy na pozemní komunikaci: rychlost ovlivněnou utvářením pozemní komunikace a bezprostředního okolí a rychlost ovlivněnou ostatní dopravou. Při analýze vlivů geometrie návrhových prvků se zabýváme pouze první z nich. Pro tyto účely hovoříme o okamžité rychlosti (rychlost v definovaném místě v daném čase). Na obrázku 11 vidíme, že změna rychlosti má značný vliv na změnu počtu nehod. Rychlost má také výrazný vliv na následky případných dopravních nehod.

Zrychlení

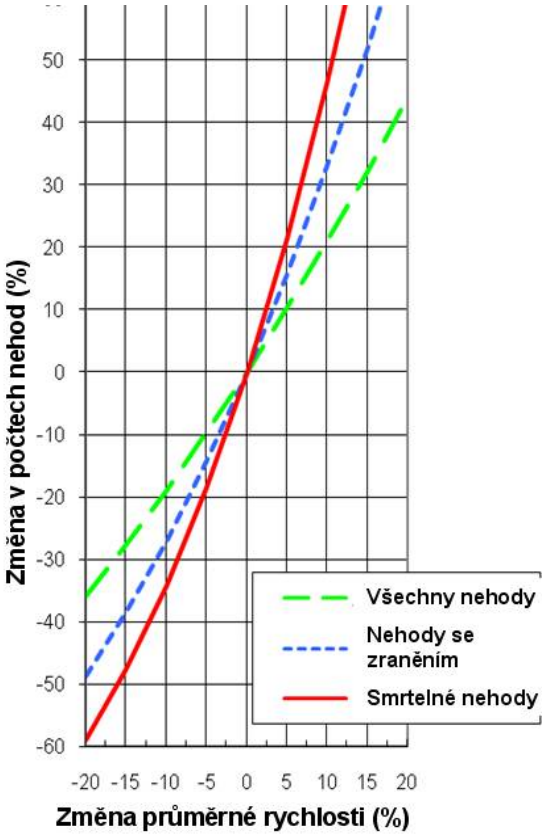
Zrychlení je definováno jako míra změny rychlosti v čase. Podélné a odstředivé zrychlení lze použít jako kritérium poskytující informaci o tom, jak rychle mění řidič rychlost, nebo jaká hodnota rychlosti je přijatelná při průjezdu směrového oblouku.

[4] Komplexní faktory ovlivňující chování řidičů nejsou v tomto manuálu zmiňovány. Tomuto tématu se zevrubně věnuje např. Gert Weller ve své knize "The psychology of Driving on Rural Roads" – VS Verlag 2010.

[5] Vlivy konkrétních dopravně-inženýrských opatření nejsou předmětem tohoto manuálu. Doporučujeme ke studiu např. knihu The Handbook of Road Safety Measures (Elvik a kol., 2009).

Příčná pozice

Příčná pozice uvádí pozici vozidla v rámci jízdního pruhu či vozovky. Uvádí se jako vzdálenost mezi podélnou osou vozidla a krajnicí nebo osou vozovky. Používá se při analýze způsobu průjezdu směrovým obloukem.



Obrázek 11: Vztah mezi změnou rychlosti a změnou v počtu nehod
(zdroj: NILSSON, 2004)

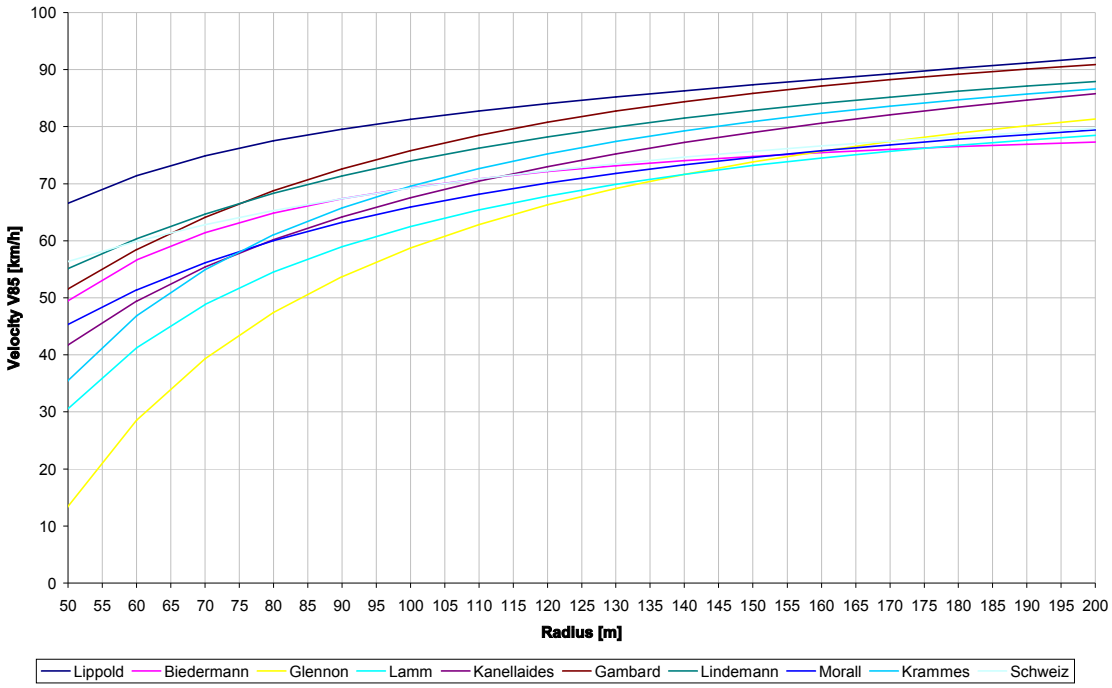
5.2.2 Vlivy na rychlost

5.2.2.1 Přímé úseky

Na přímých úsecích závisí rychlost jízdy především na nejvyšší dovolené rychlosti, utváření prostředí a aktuálních dopravních podmínkách. Rychlost na přímých úsecích je všeobecně vysoká, zvláště pokud se vozidla vzájemně neovlivňují. Obvykle platí, že čím delší přímý úsek, tím vyšší jsou rychlosti a následně také riziko vzniku dopravní nehody. Ve všech technických předpisech je maximální délka přímého úseku omezená právě z důvodu zabránění vysokým rychlostem.

5.2.2.2 Poloměr směrového oblouku

Vliv poloměru směrového oblouku na chování řidičů (zvláště na rychlost) je tématem mnoha výzkumných prací. Obrázek 12 znázorňuje některé závislosti odvozené v posledních desetiletích. Zejména v rozsahu malých poloměrů se jednotlivé hodnoty extrémně liší. Jedním z důvodů je prudký rozvoj automobilů, kdy zejména podvozky moderních vozidel umožňují projíždět obloukem rychleji, ale stále bezpečně.



Obrázek 12: Graf závislosti mezi poloměrem směrových oblouků a rychlostí
(srovnání výsledků od několika autorů)

Všeobecně jsou výsledky měření rychlostí v obloucích charakterizovány rozdíly až 20 km/h, což ukazuje na různorodost spolupůsobících faktorů, které je důležité zohlednit, jako např. změnu sklonu a délku oblouku. Výzkumy ukázaly značný vliv na rychlost u poloměrů menších než 250 m. Od hodnoty 350 m se tento vliv zmenšuje.

Z pohledu bezpečnosti představuje jeden z hlavních problémů přechod z přímého úseku do směrového oblouku malého poloměru. Je prokázáno, že čím menší poloměr, tím menší rychlosti a větší rozdíl v rychlostech v navazujících směrových obloucích různých poloměrů. Špatná návaznost mezi následujícími prvky vede k vyšší četnosti dopravních nehod: řidiči musí zpomalit vozidlo na krátké vzdálenosti na rychlost přijatelnou v oblouku. V takové situaci brzdí řidiči obvykle příliš pozdě a vjíždějí do směrového oblouku rychle, což může vest k nehodám typu vyjetí vozidla mimo vozovku, nebo kompenzují příliš vysokou rychlost "řezáním" zatáček, což může přispět ke srážkám s protijedoucími vozidly.

5.2.2.3 Podélný sklon

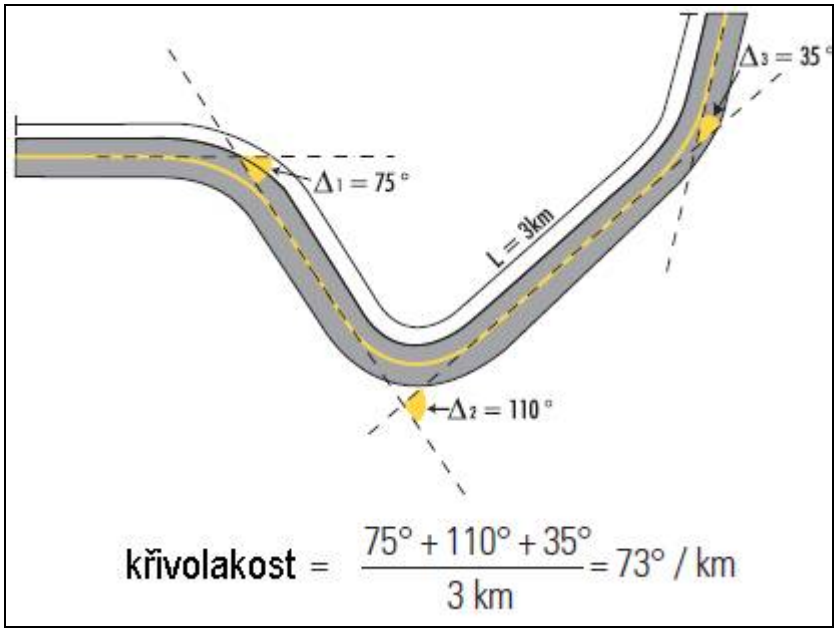
Vliv podélného sklonu na rychlost je významný až od určité hodnoty sklonu. Důvodem je zejména rozvoj automobilových motorů v posledních letech. V dnešní době mají na rychlost vozidel významný vliv až sklony nad 6 %. V dřívějších dobách byl uváděn vliv podélného sklonu již od hodnoty 2 %. Prudké klesání jsou kritická z důvodu rychlého nárůstu rychlosti, zatímco prudká stoupání jsou kritická z důvodu potenciálně velkých rozdílů rychlostí jednotlivých vozidel.

5.2.2.4 Změna křivolakosti (CCR)

Některé výzkumné projekty prokázaly korelaci mezi křivolakostí[6] a rychlostí. Křivolakost nad 100-150 gon/km má určitý vliv, zatímco při nižších hodnotách křivolakosti je rychlost ovlivněna spíše negeometrickými parametry, jako např. nejvyšší dovolenou rychlostí a prostředím. Při analýze křivolakosti je nutné uvažovat také vlivy dalších parametrů (např. šířky vozovky). Přechod mezi úseky

[6] Křivolakost je definována jako absolutní úhlová změna ve směrovém vedení vyjádřená na jednotku délky

se značnými rozdíly v křivolakosti (např. z přímého úseku do úseku s mnoha směrovými oblouky) může být taktéž kritický díky rozdílu v rychlostech.



Obrázek 13: Princip výpočtu křivolakosti

Dosavadní zkušenosti byly shrnuty v práci LAMMA a kol. (1999). Pomocí jejich postupu lze hodnotit kvalitu pozemní komunikace. Uvádí tři kritéria hodnocení bezpečnosti dle konzistence:

a. Konzistence návrhu plánovaných pozemních komunikací (srovnání souladu směrodatné a návrhové rychlosti)

b. Konzistence stávajících pozemních komunikací (srovnání směrodatné rychlosti na navazujících úsecích

c. Konzistence jízdní dynamiky (hodnocení příčného tření)

Všechna tři kritéria spolu souvisí a každá komunikace by měla vyhovět na všechny z nich.

Chování řidičů je ovlivněno také navazujícími prvky, zejména rozdíly v jejich parametrech, které způsobují nehomogenitu rychlostního profilu. Několik výzkumných prací prokázalo, že velké rozdíly v rychlostech mohou být nebezpečné. LIPPOLD (1997) srovnal nehody a rychlostní chování na silnicích s harmonickou a disharmonickou trasou. Plynulé trasy vykazovaly výrazně méně dopravních nehod.

5.2.2.5 Šířka

Šířka vozovky (nebo jízdního pruhu) je hlavním parametrem příčného uspořádání pozemní komunikace. Ohledně jejího vlivu na rychlost existuje řada odlišných názorů. KÖPPEL a BOCK (1979) zkoumali vliv šířky jízdního pruhu v souvislosti s křivolakostí a stanovili nižší hladinu rychlosti pro shodné křivolakosti a snižující se šířku jízdního pruhu. LIPPOLD (1997) tuto korelaci potvrdil pro jednoduché směrové oblouky.

5.2.2.6 Prostorové prvky

Prostorové vedení trasy je založeno na kombinaci návrhových prvků směrového a výškového vedení trasy. WEISE a kol. (2002) zkoumal prostorové prvky a jejich vliv na chování řidičů. Výsledky analýz ukázaly, že v přímých úsecích s vrcholovým obloukem se změnou sklonu je menší rychlost

než v úsecích s údolnicovým obloukem. Stejné výsledky byly zjištěny také v úsecích se směrovými oblouky. Mimoto rozdíly v rychlostech narůstaly se zvětšujícím se poloměrem směrového oblouku. Shodná úroveň rychlosti byla stanovena pro směrové oblouky malého poloměru, což znovu dokazuje dominantní vliv poloměru směrového oblouku na rychlost.

5.2.3 Geometrické parametry a dopravní nehody

Řada výzkumných projektů se zabývá důležitostí geometrických parametrů jako spolupůsobících faktorů ovlivňujících bezpečnost silničního provozu. Odborná literatura uvádí zejména tyto parametry:

- Směrové vedení trasy
  - Poloměr
  - Míra změny křivolakosti
  - Vyváženost prvků
  - Poměr poloměrů
- Výškové vedení trasy
  - Sklon
  - Poloměr výškových oblouků
- Příčné uspořádání
  - Šířka jízdního pruhu
  - Šířka krajnice
- Rozhledové poměry

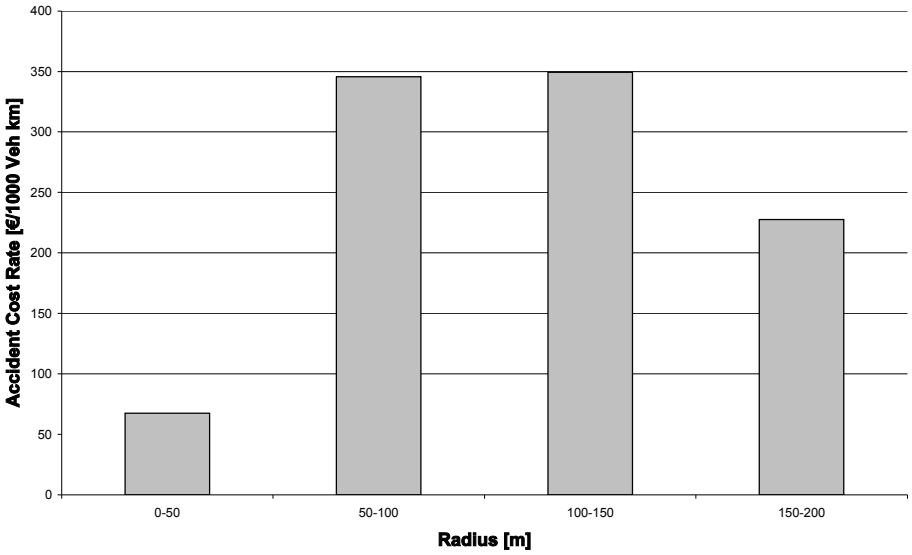
Některé tyto parametry spolu souvisejí a nelze je řešit samostatně.

5.2.3.1 Poloměr směrových oblouků

Většina výzkumů ukazuje, že se zvětšujícím se poloměrem je četnost nehod nižší. Poloměry menší jak 500 m (McBEAN 1982), resp. 600 m (JONSTON 1982) jsou spojovány s vyšší relativní nehodovostí. OECD (1976) uvádí jako kritický poloměr menší jak 430 m. KREBS a KLÖCKNER (1977) zjistili, že značné množství nehod ve směrových obloucích malých poloměrů je způsobeno vysokou rychlostí.

HEDMAN (1990) uvádí nárůst relativní nehodovosti ve směrových obloucích o poloměru méně jak 1000 m a více jak 3 300 metrů. Model vytvořený ZEGEEREM a kol. (1991) poskytuje dva obecné závěry: čím je pozemní komunikace užší a čím jsou poloměry směrových oblouků menší, tím je počet dopravních nehod vyšší. Tento model přiřazuje větší důležitost délce směrového oblouku než poloměru či křivolakosti, kromě případů malých směrových oblouků, kde je jejich délka méně důležitá.

HAMMERSCHMIDT (2006) vyjádřil ACR pro jednoduché směrové oblouky (obrázek 14). Jednoduché oblouky o poloměrech 50 – 150 m vykazovaly vysoké hodnoty ACR. Menší oblouky jsou méně kritické, neboť jsou spojeny s nižšími rychlostmi.

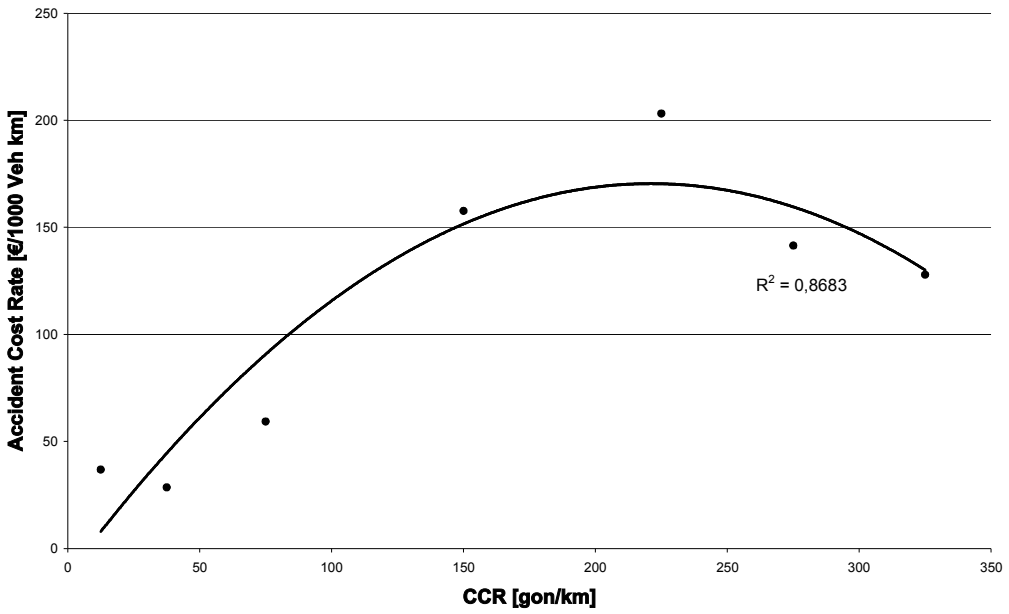


Obrázek 14: Ukazatel relativních ztrát a poloměr jednoduchého směrového oblouku (HAMMERSCHMIDT, 2006)

Všechny analýzy vyzdvihují významný vliv poloměru směrového oblouku na bezpečnost silničního provozu. Nejtypičtějším typem dopravní nehody ve směrovém oblouku představuje vyjetí mimo těleso komunikace. Oblouky malých poloměrů (50 – 150 m) jsou charakterizovány vyšší četnostní nehod a větší závažností následků nehod. Odhady hraniční hodnoty poloměru směrového oblouku na bezpečnost se pohybují v rozmezí 400 – 600 m.

5.2.3.2 Křivolakost

Křivolakost (CCR) charakterizuje kombinaci následných prvků pozemní komunikace. Různé výzkumné projekty ukázaly korelaci křivolakosti s relevantními bezpečnostními parametry. PFUNDT (1969) a BABKOV (1975) zkoumali vztah mezi počtem směrových oblouků a počtem nehod. Zjistili, že silnice s mnoha směrovými oblouky jsou charakterizovány menším počtem nehod než silnice s menším počtem směrových oblouků. KREBS a KLÖCKNER (1977) uvádí, že s nárůstem křivolakosti roste relativní nehodovost. HIERSCHE a kol. (1984) zkoumal silnice s moderním a historickým vedením. Uvádí nárůst relativní nehodovosti na historických silnicích s vyšší křivolakostí oproti moderním silnicím. Tyto výsledky byly potvrzeny DURTHem a kol. (1988) který uvádí, že silnice se shodnou křivolakostí a plynulým vedením jsou charakterizovány menším rizikem vzniku nehod než silnice s „nesouvislým“ vedením trasy. LEUTZBACH a ZOELLMER (1988) odvodili mírný nárůst relativní nehodovosti při křivolakost do hodnoty 100 gon/km. Od této hodnoty se relativní nehodovost naopak snižovala. Předpokládají, že zde dochází k překryvu dvou různých vlivů: na jednu stranu roste počet nehod při nárůstu dopravní intenzity a na druhou stranu se průměrná závažnost nehod snižuje, neboť vyšší křivolakost snižuje rychlost.



Obrázek 15: Ukazatel relativních ztrát a křivolakost (HAMMERSCHMIDT, 2006)

HAMMERSCHMIDT (2006) zkoumal závislost mezi křivolakostí a parametry dopravních nehod na 500 km extravilánových silnic nižších kategorií. Výsledky znázorňuje obrázek 15. Křivolakost v rozmezí 150 - 250 gon/km vykazuje zvlášť vysokou relativní nehodovost; křivolakost nižší jak 100 gon/km způsobuje méně jak 25 % nákladů nehod a křivolakost nad 250 gon/km je charakterizována poklesem relativní nehodovosti díky vlivu nižších rychlostí.

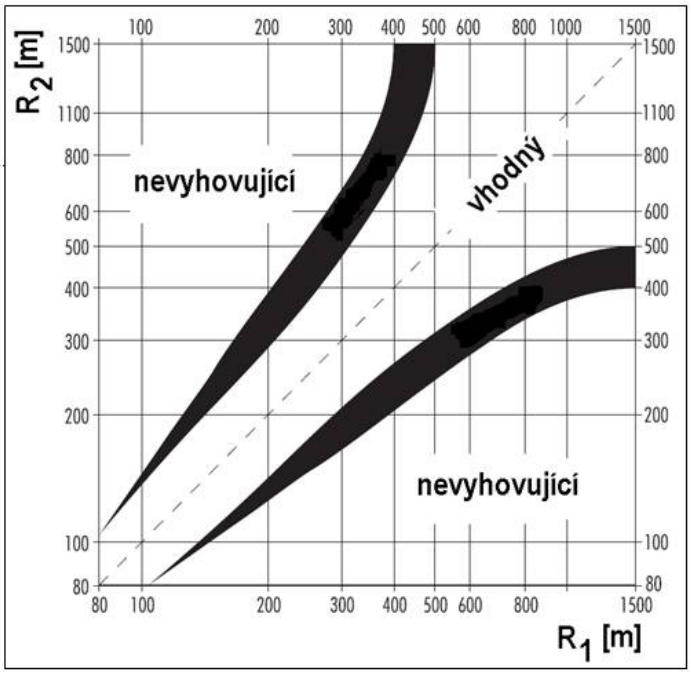
Křivolakost představuje vhodnou veličinu pro popis silničních úseků s velkým množstvím směrových oblouků. Na takovýchto úsecích není chování řidičů ovlivněno jednotlivými elementy, ale kombinací po sobě následujících prvků. Korelace mezi křivolakostí a bezpečností byla ukázána v mnoha výzkumných projektech. Do určité hodnoty křivolakosti relativní nehodovost narůstá, následně dochází k jejímu poklesu. To je dáno zejména menšími rychlostmi v úsecích se značnou křivolakostí. Taktéž závažnost nehod klesá s nárůstem křivolakosti.

5.2.3.3 Přechod mezi směrovým obloukem a přímým úsekem/Vyvážené vedení trasy

Analýzy křivolakosti ukázaly, že navazující prvky mají vliv na chování řidičů a tudíž na bezpečnost silničního provozu. Je známo, že nespojité vedení trasy má za následek větší riziko vzniku dopravní nehody než plynulé vedení. Moderní technické předpisy proto vyžadují tzv. vyvážené vedení trasy, kdy se poměr poloměru navazujících prvků pohybuje v rámci definovaného rozmezí. Vyváženě navazující prvky snižují nutnost náhlých změn rychlosti a snižují tak riziko vzniku dopravní nehody.

LAMM a kol. (1999) zkoumali kombinaci prvků „přímý úsek – směrový oblouk“. Zjistili negativní vliv směrových oblouků o poloměru menším jak 150 m a větším jak 300 m. Výzkumná práce LIPPOLDa (1997) poukázala na to, že přechod z přímého úseku do směrového oblouku o poloměru menším jak 100-200 m je charakterizován vysokou četností nehod.

Analýzy následných směrových oblouků vedly k aktualizaci tzv. “poloměrového tulipánu” (obrázek 16). Četnost nehod je vysoká zejména v úsecích, kde trasa přechází z velkého do malého poloměru.



Obrázek 16: Poloměr navazujících oblouků, LIPPOLD (1997)

Vyváženost navazujících prvků (např. přímá-oblouk, oblouk-oblouk) má významný vliv na bezpečnost silničního provozu. Přechod mezi přímou a směrovým obloukem je kritický, pokud je poloměr oblouku menší jak cca 200 m. Výzkumy vedly k definování doporučených, možných a nepřijatelných kombinací poloměrů v závislosti na relativní nehodovosti. Poměr poloměrů menší jak 0,8 má za následek významný nárůst relativní nehodovosti, nad hodnotu 0,8 je tento vliv menší.

5.2.3.4 Klopení

Přechodová oblast mezi přímou a směrovým obloukem je nezbytná k tomu, aby bylo možné plynule provést klopení oblouku. V určitých místech této zóny se příčný sklon vnějšího jízdního pruhu vyrovnává, což může zhoršovat odvodnění vozovky a za mokra zvyšovat riziko smyku. Konec této rovné zóny musí být umístěn před začátkem směrového oblouku. Odvodnění této oblasti je nezbytné věnovat zvýšenou pozornost.

5.2.3.5 Podélný sklon

V průběhu několika desetiletí byla zpracována řada vědeckých studií o vlivu podélného sklonu na bezpečnost. LEUTZBACH a ZOELLMER (1988) uvádí mírný nárůst relativní nehodovosti s nárůstem sklonu. Tento nárůst je vyšší pro sklony ≤ 3 % než pro sklony v intervalu 3-6 %. DURTH a kol. (1988) identifikovali vyšší nárůst nehod v úsecích se sklony nad 7 %. HOBAN (1988) potvrzuje fakt, že sklony nad 6 % jsou asociovány s vyšší relativní nehodovostí. ZEGEER a kol. (1992) ukázali, že klesání jsou charakterizována vyšším rizikem nehod. LAMM a kol. (1999a) klasifikovali sklony do tří skupin: 0 – 4 % jako bezpečné, < 6 % s malým vlivem a > 6 % s významným vlivem.

Výsledky výzkumů uvedené v odborné literatuře změnily náhled na vliv podélných sklonů na bezpečnost provozu. Díky vývoji a pokroku automobilového průmyslu se jejich vliv na bezpečnost snížil. V současnosti je dokázáno zvýšené riziko nehody ve strmých klesáních.

5.2.3.6 Výškové oblouky

Výškové oblouky se rozdělují na vrcholové a údolnicové. Každý z obou prvků vykazuje rozdílné bezpečnostní problémy, které lze rozdělit na problémy s rozhledovými poměry a s vizuální deformací směrových oblouků. Poloměr vrcholových oblouků má vliv zejména na délku rozhledu. Z toho důvodu

je obvykle za účelem zajištění dostatečného rozhledu pro zastavení stanovena minimální hodnota poloměru. Ve většině zemí je délka rozhledu pro zastavení definována jako minimální délka rozhledu, na kterou řidič dokáže spatřit překážku a bezpečně před ní zastavit.

Vrcholové oblouky v kombinaci s neočekávanými směrovými oblouky představují taktéž zvýšené riziko. Nicméně problematika bezpečnosti vrcholových oblouků se týká především rozhledových vzdáleností. Údolnicové oblouky tímto problémem netrpí za denního světla, ale v noci může být rozhled omezen světlomety protijedoucích vozidel. Důležitější jev představuje v případě údolnicových oblouků optické zkreslení (deformace) směrových oblouků. Na rozdíl od vrcholových oblouků způsobují údolnicové oblouky optické vylepšení směrových oblouků, které se mohou jevit komfortnější než ve skutečnosti jsou. To může vyústit ve volbu vyšších rychlostí a zvyšovat riziko vzniku dopravní nehody.

5.2.3.7 Šířka jízdního pruhu

Většina studií se shoduje, že se širšími jízdními pruhy souvisí nižší hodnoty relativní nehodovosti. Zdá se, že optimální šířka jízdního pruhu se pohybuje okolo hodnoty 3,50 m. Studie také poukázaly na to, že do hodnocení je nutné zahrnout vliv dalších parametrů příčného řezu a minimálně ještě hodnoty intenzit dopravy. Podle HAUERA (2000) je vliv šířky na bezpečnost nejednoznačný díky dvěma protichůdným tendencím:

- Větší šířka navozuje pocit bezpečí a umožňuje rychlejší jízdu, což může být nebezpečné.
- Větší šířka však zároveň umožňuje bezpečné předjíždění nebo vyhnutí se překážce, příp. odstavení vozidla ve výjimečných situacích.

Všechny studie uvádí pokles rizika vzniku nehod při širších příčných profilech. Tento pozitivní vliv působí pouze do určité šíře jízdního pruhu, nad kterou se bezpečnostní přínosy snižují a dokonce může docházet ke zvýšení rizika.

5.2.3.8 Šířka krajnice

Na vliv šířky či existence krajnice na bezpečnost existují různé názory. V odborné literatuře je diskutováno několik pozitivních i negativních vlivů. Jakožto zóna bez pevných překážek umožňuje krajnice řidiči v případě ztráty kontroly nad vozidlem znovu získat stabilitu. Krajnice taktéž poskytuje prostor pro nouzové zastavení, což může zároveň způsobovat nebezpečné situace při opětovném zařazování vozidla do jízdního pruhu. Krajnice mohou být využívány také pro jízdu či pro usnadnění předjíždění rychlejším vozidlům.

Studie ZEGEERA a kol. (1981) prokázala, že narůstající šířka krajnice je spojena s poklesem počtu dopravních nehod. Navrhují, že pro silnice bez krajnice je ideální realizace krajnice šířky okolo 1,5 m. TURNER a kol. (1981) ve svém výzkumu ukázali, že relativní nehodovost je mnohem vyšší na dvoupruhových silnicích s nezpevněnou krajnicí než na silnicích se zpevněnou krajnicí a vyšší než na čtyřpruhových silnicích bez krajnice. ZEGEER a kol. (1987) vyvinuli víceproměnný model uvažující jako proměnné vliv intenzit dopravy, šířky jízdního pruhu, šířky a typu krajnice, utváření okolí silnice a terénu. Výsledky modelu ukazují, že nárůst šířky zpevněné krajnice o jednu stopu (cca 30 cm) snižuje počet nehod o 6 %, u nezpevněné krajnice dochází ke snížení o 4 %. Podobné závěry uvádí HEDMAN (1990), který zjistil snížení počtu nehod při rozšíření krajnice až na 2 metry. Nad 2 metry se bezpečnostní přínosy zmenšily. HADI a kol. (1995) uvádí, že pro dvoupruhové silnice byla při rozšíření krajnice o jednu stopu zaznamenána redukce v počtu nehod o 1 – 3 % a počtu zranění o 2 – 4 %. OGDEN (1996) uvádí snížení nehodovosti až do šířky krajnice 3 m. MIAOU (1996) uvádí snížení nehod jednotlivých vozidel o 8,8 % při rozšíření krajnice o 1 stopu.

Utváření krajnice v souvislosti s jejím povrchem a šířkou má pozitivní vliv na bezpečnost silničního provozu. Tento vliv byl dokázán v řadě výzkumných prací. Stejně jako v případě šířky jízdního pruhu se tento pozitivní efekt snižuje od určité šířky krajnice.

5.2.3.9 Rozhledová vzdálenost

Rozhledové vzdálenosti jsou výsledkem interakce vedení trasy s terénem. Rozhledovou vzdálenost ovlivňují také reálné rychlosti. V jakémkoliv místě pozemní komunikace musí být rozhledová vzdálenost dostatečná na zajištění bezpečného zastavení. GLENNON (1987) zdůrazňuje, že zlepšení rozhledových poměrů ve směrových obloucích je značně efektivní, zvláště pokud je provedeno pomocí nízkonákladových opatření, jako např. vykácením přebytečné vegetace. HEDMAN (1990) zjistil, že relativní nehodovost se snižuje s narůstající rozhledovou vzdáleností. Pokud je ale hodnota rozhledu v rozmezí mezi vzdáleností pro zastavení a předjíždění, mohou řidiči začít předjíždět, i když je rozhled pro předjíždění ještě nedostatečný. V práci LAMMA a kol. (1999a) byly uvedeny velké hodnoty relativní nehodovosti pro rozhledové vzdálenosti kratší jak 100 m. Nad 150 m nebyl zaznamenán další pozitivní vliv. ELVIK a VAA (2004) uvádí, že zlepšení rozhledové vzdálenosti nevede nezbytně k poklesu rizika vzniku nehod. Zjistili dokonce, že zlepšení krátkých rozhledů (okolo 200 m) může toto riziko významně zvýšit.

Mnohé výzkumné práce prokázaly vliv rozhledových vzdáleností na bezpečnost provozu. Krátké rozhledové vzdálenosti jsou často spojovány s vysokou četností dopravních nehod. Na druhou stranu, delší rozhledové vzdálenosti mohou mít na vznik dopravních nehod také vliv (neboť mohou podporovat předjíždění i při nedostatečné rozhledové vzdálenosti pro předjíždění).

5.3 Další faktory ovlivňující bezpečnost

Zatížení dopravou, klimatické vlivy, konstrukce vozovky a kvalita podloží mají vliv na stav vozovky, včetně jejího povrchu. Vyjeté koleje, trhliny a nerovnosti povrchu snižují pohodlí jízdy a mohou představovat bezpečnostní riziko, neboť komplikují udržení vozidla v požadovaném směru jízdy. Kromě toho mohou velké nerovnosti vozovky poškozovat vozidla a přispívat ke ztrátě kontroly nad řízením. Dvě důležité charakteristiky ovlivňující bezpečnost provozu představují protismykové vlastnosti a rovnost povrchu.

5.3.1 Protismykové vlastnosti

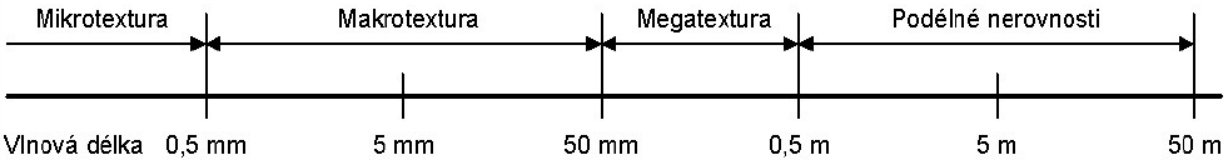
Jeden ze spolupůsobících faktorů vzniku dopravních nehod, který je řešen a hodnocen již řadu let, představuje odolnost proti smyku povrchu vozovky za různých povětrnostních podmínek a stáří vozovky (tření). Tření vzniká na rozhraní mezi pneumatikou a vozovkou a při brzdění brání tomu, aby se vozidlo dostalo do smyku. Tento parametr je rozhodující pro dopravní bezpečnost, neboť zajišťuje přilnavost, která je schopná udržet vozidlo pod kontrolou a zastavit v nouzových situacích. Odolnost proti smyku je zásadní pro zkrácení vzdálenosti nutné na zastavení v nouzových situacích. Odolnost proti smyku se skládá ze dvou hlavních složek: adheze a hystereze (CAIRNEY, 1997). Adheze je výsledkem sdílení molekulárních vazeb vytvořených při přitlačení pneumatiky na částice povrchu vozovky. Hystereze je výsledkem ztráty energie při deformaci gumy pneumatiky při přejezdu přes tvrdé nerovnosti povrchu vozovky. Tyto dvě složky odolnosti proti smyku souvisí se dvěmi klíčovými vlastnostmi povrchů vozovek, kterými jsou mikro a makrotextura. Přesné definice pro ČR uvádí ČSN 73 6175.

Mikrotextura se týká nepravidelností na povrchu zrn kameniva (textura v malém měřítku), které ovlivňují adhezi. Tyto nepravidelnosti způsobují, že zrna kameniva jsou na dotek hladké či drsné.

Makrotextura se týká větších nepravidelností povrchu vozovky (textura ve větším měřítku), které ovlivňují hysterezi. Tyto větší nerovnosti souvisí s mezerami mezi zrny kameniva. Hodnota

této složky závisí na více faktorech. Makrotextura je také nezbytná při vytváření únikových kanálků pro odtok vody na kontaktu mezi pneumatikou a povrchem, čímž snižuje aquaplanning. ROE a kol. (1998) ve své studii uvádí, že zvýšení makrotextury snižuje počet nehod jak za sucha, tak za mokra. Taktéž uvádí, že zvýšená makrotextura snižuje počet nehod při nižších rychlostech.

Existují ještě dvě další vlastnosti textury povrchu vozovky, které jsou z hlediska zajištění odolnosti proti smyku sice méně důležité, ale stále tvoří klíčovou složku v celkové kvalitě povrchu. Jsou to megatextura a nerovnost.



Obrázek 17: Názvosloví z hlediska délky vlny (zdroj: ČSN 73 6175)

Megatextura popisuje nepravidelnosti, které mohou vyplývat z vyježděných kolejí, výtluků, záplat, spár a trhlin. Spíše než na odolnost proti smyku má vliv na hladinu hluku a valivý odpor.

Nerovnost se týká nepravidelností větších jak megatextura, které kromě vlivu na valivý odpor ovlivňují kvalitu jízdy a provozní náklady. Představuje vhodnou charakteristiku stavu vozovky a obvykle se vyjadřuje mezinárodním indexem nerovnosti (IRI). Tyto vlastnosti textury povrchu vozovky v konečném důsledku určují podobu většiny interakcí mezi silnicí a pneumatikou, včetně tření za mokra, hluku, rozstřikování vody, valivého odporu a opotřebování pneumatik.

Zařízení, která se v Evropě používají pro měření protismykových vlastností vozovek, jsou definována technickými směrnicemi CEN – řada 15901. V současné době je jich přes deset a připravují se další. Např. ve Švédsku se drsnost mokrého povrchu měří pomocí zařízení s fixním skluzem (Skiddometer BV-11 nebo Saab Friction Tester, SFT). Žádoucí hodnoty koeficientu tření se pohybují okolo 0,5. Ve Finsku jsou akceptovatelné úrovně drsnosti stanoveny jako funkce rychlosti (tabulka 8).

Tabulka 8: Typické hodnoty koeficientu tření ve Finsku

Rychlost (km/h)	Přijatelný koeficient tření
≤ 80	0,4
≤ 100	0,5
≤ 120	≥ 0,6

Ve Velké Británii byla zpracována strategie na stanovení akceptovatelných úrovní tření pro různé kategorie silnic a dopravních situací. Úrovně tření představují hodnoty, pod které je nezbytné vyšetření drsnosti či zvýšení drsnosti. Tabulka 9 shrnuje hodnoty naměřené zařízením na měření součinitele bočního tření (SCRIM) .

Tabulka 9: Hodnoty koeficientu tření ve Velké Británii

Způsob měření	Kategorie lokality	Hodnota koeficientu tření
SCRIM při 50 km/h	A - Dálnice	0,35
	B – Směrově dělené, víceúčelové	0,35
	C - Dvoupruhové	0,40
	D – Směrové dělené – méně významné křižovatky	0,40
	E – Dvoupruhové – méně významné křižovatky	0,45
	F – Významné křižovatky	0,45
	G1 – sklony 5-10 % delší jak 50 m	0,45
	G2 – sklony > 10% delší jak 50 m	0,50
	H1 – směrové oblouky s poloměrem < 250 m s nejvyšší dovolenou rychlostí > 65 km/h	0,45
	J – příjezdy k okružní křižovatce	0,55
	K – příjezdy k SSZ, přechodu pro chodce, železničnímu přejezdu apod.	0,55
SCRIM při 50 km/h	H2 - směrové oblouky s poloměrem < 100 m s nejvyšší dovolenou rychlostí > 65 km/h	0,60
	L – okružní křižovatky	0,55

ČSN 73 6177 uvádí pro hodnocení protismykových vlastností tabulky s klasifikačními stupni 1 – 5 pro protismykové vlastnosti, makrotexturu a mikrotexturu (tabulka 10 a 11).

Tabulka 10: Hodnocení protismykových vlastností (Fp)

Měřicí rychlost [km.h^{-1}]	Klasifikační stupeň				
	1	2	3	4	5
40	$F_p \geq 0{,}68$	0,67 až 0,59	0,58 až 0,50	0,49 až 0,41	$F_p \leq 0{,}40$
60	$F_p \geq 0{,}60$	0,59 až 0,52	0,51 až 0,44	0,43 až 0,36	$F_p \leq 0{,}35$
80	$F_p \geq 0{,}53$	0,52 až 0,46	0,45 až 0,39	0,38 až 0,32	$F_p \leq 0{,}31$
100	$F_p \geq 0{,}47$	0,46 až 0,41	0,40 až 0,35	0,34 až 0,29	$F_p \leq 0{,}28$
120	$F_p \geq 0{,}42$	0,41 až 0,37	0,36 až 0,32	0,31 až 0,27	$F_p \leq 0{,}26$

Tabulka 11: Požadovaná klasifikace hodnocení protismykových vlastností a textury povrchu vozovky

Klasifikační stupeň	1	2	3	4	5
F_p, PTV[1)]					
1. Požadavek na zvýšené protismykové vlastnosti podle A.1.4					
2. D, R, RMK, Silnice, MK					
MTD[1)], MPD[1)]					
3. PK s dovolenou rychlostí vyšší než 50 km·h^{-1}					
4. PK s dovolenou rychlostí 50 km·h^{-1} a nižší					

	Přejímka povrchu vozovky pro uvedení úseku do provozu
	Posouzení povrchu vozovky na konci záruční doby[2)]
	Plán souboru opatření pro zvýšení protismykových vlastností povrchu vozovky
	Provedení opatření pro zvýšení protismykových vlastností povrchu vozovky[3)]

1) Měření textury lze pro posouzení protismykových vlastností použít jako závazné jen u PK s dovolenou rychlostí 50 km·h^{-1} a nižší za podmínky, že proběhne současně jak měření PTV, tak i měření MTD nebo MPD a oba parametry jsou hodnoceny minimálně klasifikačním stupněm 3. V ostatních případech je měření textury pouze orientační a pro závazné posouzení se musí použít dynamické měřicí zařízení pro zjišťování součinitele tření.

2) Délka záruční doby podle TKP kapitola 1, příloha 7, tab.1 nebo podle smluvních podmínek.

3) Do doby provedení opatření se na úseku osadí dopravní značky A 8 „Nebezpečí smyku“ s dodatkovou tabulkou E 6a „Za mokra“, případně se sníží nejvyšší dovolená rychlost jízdy dopravní značkou B 20a.

D – dálnice

R – rychlostní silnice

RMK – rychlostní místní komunikace

MK – místní komunikace

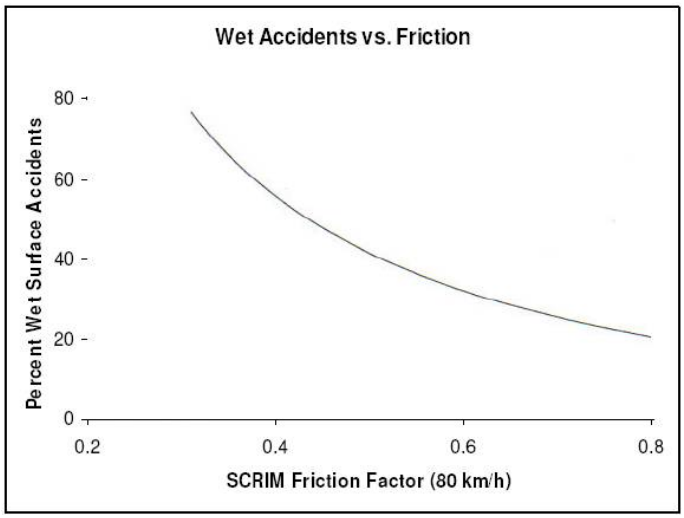
PK – pozemní komunikace

Studie finské státní silniční správy zkoumala rozsah, v jakém berou řidiči v potaz smykovost vozovky (WALLMAN A ASTRÖM 2001, HEINIJOKI 1994*)*. Řidiči byli požádáni, aby vyhodnotili smykovost vozovky v rámci stupnice rozdělené do čtyř kategorií dle koeficientů tření (f):

- Dobré protismykové vlastnosti (f > 0.45),
- Celkem dobré protismykové vlastnosti (0.35 < f < 0.45),
- Celkem kluzký povrch (0.25 < f < 0.35) a
- Kluzký povrch (f < 0.25).

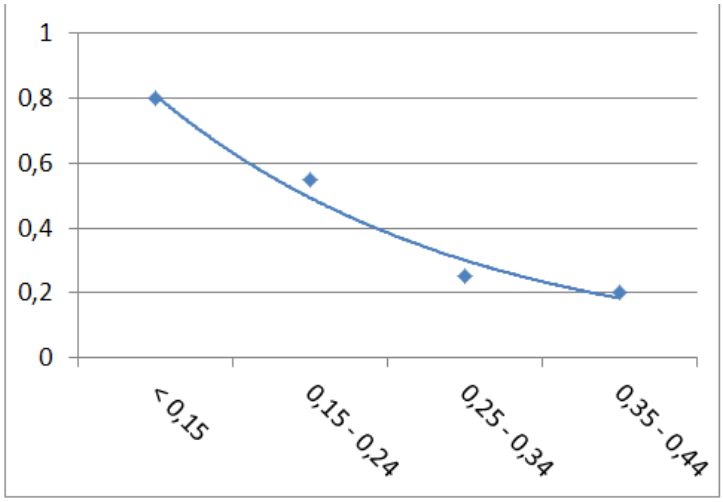
Výsledky ukázaly, že řidiči nebyli schopni dobře vyhodnotit aktuální stav vozovky. Méně jak 30 % hodnocení se shodovalo s naměřenými hodnotami a více jak 27 % se odlišovalo o 2 až 3 kategorie. Dle této studie se vztah mezi odhadem řidičů a skutečným stavem vozovky zlepšoval, pokud se hodnoty tření snižovaly. Drsnost vozovky neměla tedy výrazný vliv na volbu rychlosti.

V roce 1984 poukázala mezinárodní vědecká komise na optimalizaci povrchových vlastností vozovek při OECD, že postupný nárůst počtu nehod v USA není spojen se snížením tření *(*OECD, 1984*)*. Podrobnější analýza odhalila lineární vztah mezi nehodami a drsností *(*OECD, 1984*)*. Toto zjištění je v rozporu s jinými výsledky získanými v Evropě. Německá analýza rychlostních extravilánových silnic navrhuje nelineární vztah s větším sklonem pro nízké hodnoty tření (obrázek 18).



Obrázek 18: Nelineární závislost mezi nehodami na mokrém povrchu a třením

WALLMAN a ASTRÖM (2001) potvrzují stejnou regresní analýzu jakou v Německu provedl SCHULZE (1976). Ukázaly všeobecný trend zvyšování počtu nehod na mokrém povrchu při snižující se úrovni tření. WALLMAN a ASTRÖM uvádí další studii s podobnými výsledky, norskou Veg-grepsprosjektet. V rámci této studie bylo provedeno komparativní měření tření společně s kontrolou stavu vozovky, s výsledným vyhodnocením relativní nehodovosti pro různé intervaly tření (obrázek 19 a tabulka 12).



Obrázek 19: Závislost relativní nehodovosti na tření

Tabulka 12: Relativní nehodovost pro různé stavy vozovky

Stav vozovky	Relativní nehodovost (zranění na milión vozokm)
Suchá, zima	0,12
Mokrá, zima	0,16
Rozbředlý sníh	0,18
Sypký sníh	0,30
Led	0,53
Jinovatka	0,53
Uježděný sníh	0,31
Vyjeté koleje	0,12
Tenká vrstva ledu ve vyjetých kolejích	0,30
Suchá, léto	0,14
Mokrá, léto	0,18

5.3.2 Rovnost povrchu vozovky

Rovnost je měřítkem stejnoměrnosti povrchu vozovky. Všechny typy povrchu vozovek (tuhé, netuhé, nezpevněné atd.) ztrácí svou kvalitu různým tempem v závislosti na kombinaci několika faktorů: zatížení nápravami vozidel, intenzita provozu, klimatické podmínky, kvalita materiálů, technologie výstavby atd. Ztráta kvality má vliv na nerovnost povrchu vozovky díky tvorbě trhlin, deformací a jiných poruch povrchu. Pro odhad kvality rovnosti povrchu v podélném směru existuje několik indikátorů. Nejrozšířenějším je v současné době mezinárodní index nerovnosti IRI, který vyjadřuje vertikální pohyb závěsu vozidla jedoucího po silnici za normovaných zkušebních podmínek (uvádí se v metrech vertikálního posunu na ujetý kilometr). Jednou z hlavních výhod IRI oproti starším metodám je jeho spolehlivost. Normové zkušební podmínky usnadňují opakovatelnost a porovnatelnost výsledků. Typické hodnoty IRI se pohybují v rozmezí 0 až 20 m/km. V ČR uvádí požadavky na rovnost ČSN 73 6175.

Mnoho správců komunikací používá jako kritérium nezbytnosti opravy vozovky hloubku kolejí. Vyjeté koleje znesnadňují příčné změny jízdy, snižují komfort a komplikují jízdní manévry. Navíc v nich může docházet k hromadění vody, což zvyšuje riziko aquaplaningu. To je zvláště nebezpečné pro jednostopá vozidla. Jako kritická se často uvádí hloubka kolejí v rozmezí 20 – 25 mm. Hloubka se měří manuálně nebo pomocí laseru. Stav vozovky může být také vyjádřen pomocí stávající míry provozní způsobilosti (Present Serviceability Rating - PSR). Hodnoty PSR se pohybují v rozmezí 1 až 5 (velmi špatný až velmi dobrý), jak ukazuje tabulka 13. PSR v sobě zahrnuje popis kvality jízdy, fyzických poruch, jako např. trhlin a potřeby oprav.

Tabulka 13: Hodnoty PSR

PSR	Popis
5 – Velmi dobrý	Týká se pouze nových, nebo takřka nových povrchů, které jsou dostatečně hladké a bez poruch
4 - Dobrý	Je zajištěna prvotřídní kvalita jízdy, povrch nevykazuje téměř žádné známky poruch. U netuhých vozovek je možné zaznamenat náznaky vzniku vyjetých kolejí a trhlinek, u tuhých vozovek se objevuje mírné zhoršení kvalitu povrchu.
3 - Průměrný	Kvalita jízdy je o poznání horší než u nových vozovek, což může způsobovat problémy zejména při vyšších rychlostech. Objevují se povrchové poruchy jako např. vyjeté koleje, trhliny, výtluky.
2 - Špatný	Kvalita povrchu má vliv na rychlost volného dopravního proudu. Poruchy se nacházejí více jak na 50 % povrchu.
1 – Velmi špatný	Vozovka je v extrémně špatném stavu, jízda je možná jen za snížené rychlosti a není pohodlná. Poruchy zabírají více jak 75 % povrchu.

Pokud se rovnost celého úseku prudce zhoršila, mají účastnící provozu tendenci snižovat svou rychlost tak, aby byl zachován komfort jízdy na akceptovatelné úrovni, čímž jsou negativní vlivy na bezpečnost minimalizovány.

5.3.3 Technologie údržby a oprav povrchů vozovek

Technologie údržby jsou v ČR definovány v následujících předpisech:

- Pro vozovky s asfaltovým krytem v TP 87
- Pro vozovky s cementobetonovým krytem v TP 92
- Katalogové listy lze stáhnout na adrese www.pjpk.cz/te_po.htm

Tření (přilnavost) povrchu je možné zlepšit následujícími způsoby:

Úprava povrchu – jakákoliv aplikace nanesená na povrch vozovky za účelem obnovy nebo ochrany povrchových vlastností vozovky.

Nátěr – povrchová úprava, při které je na povrch vozovky nastříkán asfalt (obvykle ve formě emulze) a okamžitě poté je posypán kamenivem a uválcován. Nátěry se používají na „zapečetění" povrchu a zlepšení přilnavosti vozovky zejména v případě, když trhliny nejsou způsobené nadměrným zatížením. Díky tomu, že zabraňují pronikání vlhkosti, které může způsobit závažné poškození povrchu, se běžně používají jako obrusná vrstva na silnicích s nízkými intenzitami provozu a pro prodloužení životnosti povrchu vozovky.

Broušení diamantovými noži – proces využívající sadu nožů s diamantovým ostřím na seříznutí svrchní vrstvy vozovky. Používá se při odstraňování hrbolů, pro obnovení jízdních vlastností povrchu vozovky a zlepšení tření.

Drážkování – proces vyřezání drážek do vozovky, které vytvářejí odtokové kanálky pro vodu zpod pneumatik, zlepšují odolnost proti smyku a snižují možnost vzniku akvaplaningu.

Čištění stlačeným vzduchem – postup, při kterém se používá stlačený vzduch na odstranění pevných částic z povrchu vozovky za účelem očištění a obroušení povrchu.

Pískový kal – nanesení asfaltového pojiva (většinou emulze) s drobným kamenivem. Používá se pro zlepšení protismykových vlastností kluzké vozovky a na ochranu proti vnikání vody a vzduchu.

Kalový zákryt – směs pomalu štěpené asfaltové emulze, drobného kameniva s vhodným složením z hlediska zrnitosti, kameninové moučky a vody. Používá se na vyplnění trhlin a uzavření povrchu starých vozovek, obnovu rovnoměrné textury povrchu a na ochranu proti vnikání vody a zlepšení protismykových vlastností vozovky.

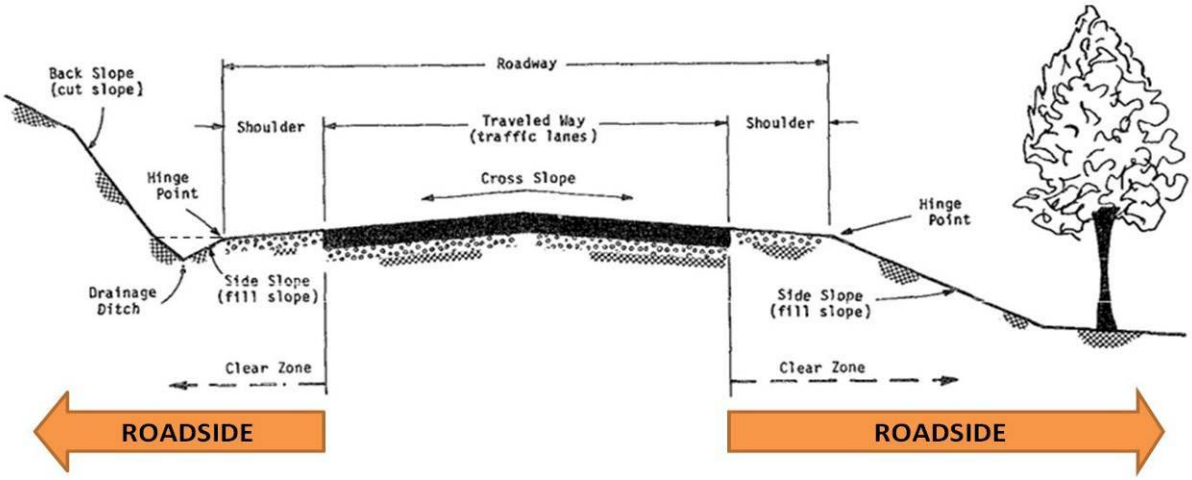
Změna krytu vozovky – tato úprava spočívá v položení nové vrstvy povrchu s velmi dobrým třením přímo na původní povrch – např. drenážního asfaltového koberce, který zabezpečuje velmi dobré tření dokonce i za deště.

Rekonstrukce vozovky – kompletní odstranění a výměna stávající vrstvy vozovky, v rámci které může být použit nový či recyklovaný materiál, za účelem zvýšení tření. Z určitého pohledu lze na rekonstrukci pohlížet jako na novou výstavbu, která se provádí na místě původní komunikace. Řídí se pravidly uvedenými v TP 170 a v případě vozovek s CB krytem existuje samostatný předpis TP 91.

5.3.4 Utváření bezprostředního okolí pozemní komunikace

Definice bezprostředního okolí pozemní komunikace

Dle projektu RISER je okolí pozemní komunikace definováno jako oblast nacházející se za okrajem zpevněné vozovky. V odborné literatuře panují rozdílné názory na to, které prvky je možné zařadit do bezprostředního okolí pozemní komunikace. V tomto manuálu je za okolí považován také střední dělicí pás, neboť představuje oblast mimo jízdní pásy. Všechny prvky umístěné na středním dělícím pásu jsou tedy taktéž považovány za prvky bezprostředního okolí. Obrázek 20 znázorňuje příčný profil pozemní komunikace (úsek v zářezu a v násypu) včetně některých prvků bezprostředního okolí. Na tomto konkrétním případě je bezprostřední okolí definováno jako oblast těsně za jízdními pruhy. Krajnice jsou tedy součástí bezprostředního okolí, jehož hranice je definována vodorovným dopravním značením - vodicím proužkem.



Obrázek 20: Příčný profil s bezprostředním okolím a bezpečnou zónou

Utváření bezprostředního okolí pozemní komunikace ovlivňuje vznik nehod a jejich závažnost. Interaktivní model bezpečného návrhu silnic (The Interactive Highway Safety Design Model - IHSDM) používá kvalitu okolí jako jedno z kritérií. Na základě výzkumů ZEGEERA a kol. byl vyvinut tzv. nehodový modifikační faktor AMF_9[7].

$$AMF_9 = \exp(-0{,}6869 + 0{,}0668 \cdot RHR) / \exp(-0{,}4865) \qquad (11)$$

kde:

RHR = ukazatel rizikovosti okolí pozemní komunikace pro silniční úseky, uvažují se obě strany silnice

Tabulka 14 ukazuje možné hodnoty AMF_9 a poskytuje popis odpovídajících hodnot společně s příklady typických silnic pro jednotlivá hodnocení.

Tabulka 14: Definice ukazatelů rizikovosti silničních úseků použité v algoritmu predikčního modelu

RHR	AMF_9	Popis	Příklad typické silnice
1	0.87	▪ Široké ochranné zóny bez pevných překážek v rozsahu 9 m a vice od okraje vozovky ▪ Sklon svahu menší jak 1:4 ▪ Odpouštějící	

[7] AMF se používá ve formě koeficientu násobícího počet nehod. AMF < 1 znamená pokles nehod, AMF = 1 je zachování stavu, AMF > 1 znamená nárůst.

RHR	AMF_9	Popis	Příklad typické silnice
2	0.94	▪ Široké ochranné zóny bez pevných překážek v rozsahu 6 – 7,5 m od okraje vozovky ▪ Sklon svahu okolo 1:4 ▪ Odpouštějící	
3	1	▪ Ochranná zóna široká cca 3 m od kraje vozovky ▪ Sklon svahu mezi 1:3 a 1:4 ▪ Nerovný povrch okolí ▪ Částečně odpouštějící	
4	1.07	▪ Ochranná zóna široká v rozmezí 1,5 - 3 m od kraje vozovky ▪ Sklon svahu mezi 1:3 a 1:4 ▪ Může se vyskytovat svodidlo (1.5 až 2 m od okraje vozovky) ▪ Výskyt pevných překážek (sloupy, stromy) ve vzdálenosti 3 m od okraje vozovky ▪ Nepatrně odpouštějící, zvýšené riziko vzniku kolize při vyjetí mimo vozovku	
5	1.14	▪ Ochranná zóna široká v rozmezí 1,5 - 3 m od kraje vozovky ▪ Sklon svahu okolo 1:3 ▪ Může se vyskytovat svodidlo (0 až 1.5 m od okraje vozovky) ▪ Výskyt pevných překážek nebo svahů do 2 – 3 m od vozovky ▪ V podstatě neodpouštějící	

RHR	AMF_9	Popis	Příklad typické silnice
6	1.22	▪ Ochranná zóna menší nebo rovná 1,5 m ▪ Sklon svahu cca 1:2 ▪ Žádná svodidla ▪ Výskyt pevných překážek 0 až 2 m od okraje vozovky ▪ Neodpouštějící	
7	1.31	▪ Ochranná zóna menší nebo rovná 1,5 m ▪ Sklon svahu 1:2 a méně ▪ Skalní zářez, útes ▪ Žádná svodidla ▪ Neodpouštějící, s velkou pravděpodobností těžkého zranění v případě vyjetí mimo vozovku	

Analýzy dopravních nehod s usmrcením v zemích EU ukazují, že ve 45 % se jedná o nehody jednotlivého vozidla. Tyto nehody jsou primárně klasifikovány jako nehody, kdy vozidlo vyjede mimo těleso komunikace (tzv. run-off-road accidents). Bezprostřední okolí pozemní komunikace se označuje jako nepromíjivé, pokud se agresivní pevné překážky nacházejí v nedostatečné vzdálenosti od silnice a zvyšují závažnost následků případných dopravních nehod. Touto problematikou se zevrubně zabýval např. projekt IRDES (www.irdes-eranet.eu). Výstupem první etapy projektu byla souhrnná zpráva, která ve své hlavní části shrnuje rešerše relevantní literatury a uvádí tři kategorie možných sanačních opatření spočívající v odstranění, přemístění, úpravě či zakrytí potenciálně nebezpečných pevných překážek. Pokud není možné nebezpečné pevné překážky odstranit nebo přemístit, je nutné je nějakým způsobem upravit. Snadno deformovatelné podpěry představují typickou ukázku takových úprav. Důležitý faktor představují také sklony a tvary svahů a odvodňovacích příkopů. V mnoha případech není přemístění nebo úprava nebezpečných objektů možná a ekonomicky únosná. Bezpečnost lze v takových případech zvýšit instalací vhodných zádržných systémů či prvků pasivní bezpečnosti, které minimalizují následky případných nárazů do pevné překážky.

Mezi opatření ke zvýšení bezpečnosti bezprostředního okolí pozemní komunikace patří:

Zmírnění sklonu svahů

Násypy je z bezpečnostních důvodů doporučeno budovat co nejméně strmé. Jejich sklon by nikdy neměl přesahovat hodnotu 3:1, neboť na příkrých svazích již není možné ovládat vozidlo a v případě vyjetí mimo vozovku dochází k převrácení vozidla. Násypy se sklony v rozmezí 3:1 – 4:1 jsou sjízdné, pokud jsou uniformní. U paty násypu by se neměly vyskytovat žádné zásadní nepravidelnosti. Násypy se sklony menšími jak 4:1 jsou přijatelné, neboť řidiči jsou schopní v případě vyjetí mimo vozovku opět získat kontrolu nad vozidlem. Svahy by měly být budované tak, aby byly odolné a stabilní v případě, že po nich musí jet vozidlo.

Zvětšení odstupu od pevných překážek

Řidič, který vyjel z vozidlem mimo vozovku, má snahu vrátit se zpět. Pokud je bezprostřední okolí silnice vhodně utvářeno, je tento vratný manévr v mnoha případech možný. Přítomnost pevných překážek (stromy, strmý svah apod.) v bezprostředním okolí tento návrat většinou znemožňuje, neboť dojde k nárazu. Proto by měly být pevné překážky umístěny od vozovky v co největší vzdálenosti. Vážné riziko představují taktéž otevřené odvodňovací příkopy. Důležité je také umístění a provedení čel propustků. Výsledky studií ukazují, že čím je vzdálenost mezi okrajem vozovky a pevnou překážkou větší, tím je nehod méně a ty zbývající vykazují menší závažnost. Tabulka 15 uvádí hodnoty pro ochranné zóny používané v Nizozemí.

Tabulka 15: Doporučené hodnoty šířek ochranných zón bez pevných překážek

Šířka jízdního pruhu	Ochranná zóna		
	100 Km/h	80 Km/h	60 Km/h
Normální	8.00 m	6.00 m	4.50 m
Minimální	6.00 m	4.50 m	3.00 m

Zřízení širších ochranných zón je možno doporučit zejména v případech:

- nutného dodržení nezbytné rozhledové vzdálenosti na zastavení
- podél úseků s vyšší dovolenou rychlostí

Instalace zádržných systémů

Zádržné systémy by měly být zřizovány za účelem snižování následků dopravních nehod. Jejich základním účelem je zabránit nekontrolovatelnému vyjetí vozidla mimo vozovku a následně nárazu do pevné překážky a případně zřícení se z prudkého svahu. Pravděpodobné následky dopravní nehody by měly být závažnější než následky vyvolané vlastním nárazem do zádržného systému. Náraz do zádržného systému by neměl způsobit převrácení vozidla, popř. takové zpomalení, které by mohlo způsobit vážné zdravotní následku posádce vozidla[8]. Vozidlo by se mělo po nárazu do zádržného systému navrátit zpět na vozovku takovou trajektorií, aby nebyla ohrožena ostatní vozidla. Tzn. že dráha návratu musí být vedena v nejmenším možném úhlu od podélné osy vozovky. Deformace zádržného systému a vozidla by měla absorbovat co největší procento příčného zrychlení vozidla.

Rozlišují se dva základní typy zádržných systémů:

- Ocelové (dvakrát a třikrát ohnuté) nebo dřevěné
- Betonové (New Jersey)

Úpravy okrajů vozovky

Viditelnost silnice může být zlepšena opatřeními, která zvýrazňují vedení silnice. Tato opatření mohou snižovat počet a následky dopravních nehod typu vyjetí jednotlivého vozidla mimo vozovku. Patří mezi ně např. strukturální a profilované vodorovné dopravní značení nebo zvýšení počtu směrových sloupků ve směrových obloucích.

5.3.4.1 Promíjející a samovysvětlující pozemní komunikace

Promíjející a samovysvětlující utváření pozemní komunikace představují dva koncepty, které mají za cíl snižovat počet a následky dopravních nehod v rámci celé sítě pozemních komunikací.

[8] Lidský mozek je trvale poškozen při deceleraci 80 g (g = 9.81 m/sec^2), která trvá déle jak 3 milisekundy. Srdce a plíce nesnesou po stejné době zatížení o hodnotě 60 g

Samovysvětlitelnost pozemních komunikací

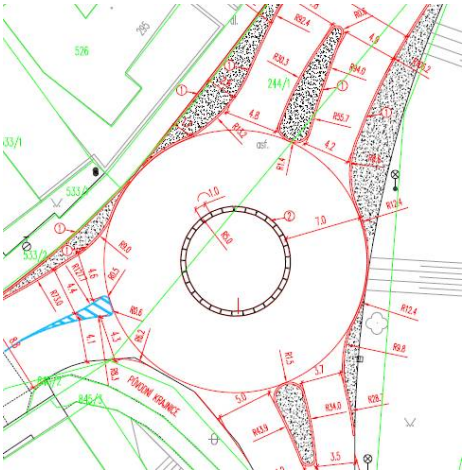
Samovysvětlitelnost pozemních komunikací je založena na myšlence důležitosti vlivu uspořádání komunikace na volbu rychlosti a dopravního chování (způsobu jízdy). Principy samovysvětlujícího uspořádání lze shrnout v těchto bodech:

- Pozemní komunikace by se měla skládat z jednoznačných návrhových prvků, homogenních v rámci jedné kategorie a odlišných od jiných kategorií
- Pozemní komunikace by měla podporovat jednoznačné chování specifických kategorií uživatelů
- Jednoznačné chování by mělo vycházet z jednoznačných návrhových prvků
- Utváření křižovatek, příčného řezu, směrových oblouků, přímých úseků by mělo být pro každou návrhovou kategorii jednoznačné
- Přechod z jedné kategorie do druhé by neměl být náhlý
- Změna kategorie by měla být zřetelně vyznačena
- Určující prvky by měly být viditelné ve dne i v noci
- Utváření pozemní komunikace by mělo redukovat rozdíly v rychlostech

Problematika samovysvětlujících pozemních komunikací byla shrnuta např. v projektech SPACE (www.eranetroad.org) a RIPCORD-ISEREST (http://ripcord.bast.de).

Promíjivost pozemních komunikací

Promíjející pozemní komunikace mají za cíl minimalizovat následky případných dopravních nehod, zejména typu vyjetí vozidla mimo vozovku. Jejich prioritou je snižovat následky nehod vzniklých chybováním řidičů, selháním vozidla nebo nevyhovujícím stavem vozovky. Snahou je vrátit vozidlo zpět do jízdního pruhu tak, aby bylo zabráněno tragickým následkům. Pokud vozidlo přesto narazí do pevné překážky, je prioritou snížení závažnosti následků nárazu. Jinými slovy, bezprostřední okolí pozemní komunikace by mělo odpustit řidiči jeho chybu spočívající ve vyjetí mimo vozovku.



Obrázek 21: Nesprávná geometrie okružní křižovatky nepodporuje žádoucí chování uživatelů

Obrázek 22: Co nejméně pevných překážek v bezprostředním okolí pozemní komunikace je základem její promíjivosti

Obrázek 23: Snaha zvýšit bezpečnost motocyklistů při případné dopravní nehodě je dobrým příkladem promíjivosti pozemní komunikace

Obrázek 24: Zvýraznění změny funkce pozemní komunikace pomocí oboustranně vychýleného ostrůvku na vjezdu do obce

5.3.5 Vodorovné dopravní značení

Bezpečná a pohodlná jízda závisí z pohledu řidiče mimojiné na referenčních bodech nacházejících se v blízkosti vozidla a dále ve směru jízdu. Zvláště za zhoršené viditelnosti, kdy je obtížné identifikovat vedení silnice dle jejího okolí, hrají tyto referenční body zásadní roli. Taktéž na komplikovaných křižovatkách musí být účastníci provozu schopni pomocí těchto bodů správně zvolit svou polohu. Zásadní roli hraje zejména dopravní značení určené pro:

- Směrování dopravy pomocí indikace vedení trasy a vymezení vozovky ve vztahu k okolí;
- Upozornění účastníků provozu na specifické nebo rizikové situace související s vedením trasy;
- Organizaci dopravy, např. pomocí vymezení vyhrazených jízdních pruhů pro určité skupiny účastníků provozu nebo znázorněním možnosti předjíždění nebo změny jízdního pruhu;
- Doplňování a zdůraznění svislého dopravního značení.

Bezpečnost provozu je možné zvýšit např. těmito typy dopravního značení:

- Podélné čáry provedené z retroreflexních materiálů
- Vodící proužky s akustickým efektem
- Kombinací několika typů dopravního značení

5.3.6 Osvětlení

Nejvíce informací získává řidič na základě vizuálních vjemů. Viditelnost je tedy pro bezpečnost velmi důležitá. Oči účastníků provozu zachycují za šera a tmy v mnohem menším rozsahu kontrasty, detaily a pohyb než ve dne. Přibližně 35 % nahlášených dopravních nehod se stává za soumraku nebo tmy. Procentuální podíl nehod za tmy je vyšší u nehod s chodci a u nehod, kdy vozidlo vyjede mimo silnici. Smyslem osvětlení silnice je tedy snížit míru nehodovosti za tmy. Osvětlení usnadňuje rozpoznatelnost silnice, ostatních účastníků provozu a přilehlého okolí.

V některých zemích je osvětlení z důvody úspor energie funkční pouze během určitých období. Zpravidla se to provádí vypnutím každé druhé lampy veřejného osvětlení, což má za následek snížení hodnoty úrovně osvětlení o polovinu. Uvádí se, že snížení úrovně osvětlení o polovinu má za následek zvýšení noční nehodovosti o 15 – 25 %.

Hlediska spojená s osvětlením musí být brána v potaz také při stavbách nových pozemních komunikací. Týká se to zejména zabezpečení vhodných parametrů pro:

- svítivost povrchu vozovky;
- rovnoměrnost osvětlení pozemní komunikace;
- omezení oslnění;
- optické vedení trasy osvětlovacím systémem.

Svítivost (hustota intenzity svítivosti v daném směru) povrchu vozovky je mírou světlosti (kontrastnosti), kterou je povrch vnímán pozorovatelem. Čím lepší reflexní parametry povrchu, tím větší množství světla je odraženo a povrch se jeví jasnější. Určitá úroveň svítivosti zajistí dobrou viditelnost silnice. Uvádí se, že při osvětlení ulice do hodnoty 0.5 cd/m² (intenzita osvětlení 2.5 lx) je schopnost vnímání 10 %, zatímco pro hodnotu 2 cd/m² (10 lx), je schopnost vnímání 85 %.

Rovnoměrnost osvětlení silnice je dána poměrem minimální svítivosti k průměrné svítivosti povrchu vozovky. Čím menší hodnota rovnoměrnosti, tím horší je schopnost vnímat objekty na pozadí povrchu vozovky. Například snížení rovnoměrnosti z 0.4 na 0.2 způsobuje redukci schopnosti vnímat předměty z 85 % na 55 %.

Oslnění nastává, pokud se v zorném poli objeví na tmavém pozadí nadměrně intenzivní zdroj světla a dochází ke ztrátě optické účinnosti. Stupeň ztráty optické účinnosti závisí jednak na konstrukci osvětlovacího tělesa, jednak na celkovém způsobu realizace osvětlení. Tento efekt oslabuje kvalitu vnímání. Např. snížení ukazatele optické účinnosti způsobené oslněním o 20 % způsobuje snížení schopnosti vnímat objekty z 85 % na 70 %.

5.3.7 Intenzita a skladba dopravního proudu

Intenzita dopravy je obvykle definována jako počet motorových vozidel na pozemní komunikaci za jednotku času. Chodci, cyklisté a jiní účastníci provozu[9] se někdy neuvádí, neboť jejich počty nemusí být věrohodné.

Vztah mezi expozicí (intenzitou) a nehodami může být vyjádřen následující matematickou funkcí:

Počet nehod = $k*Q^b$

Q je hodnota intenzity dopravy umocněná koeficientem *b*;

K je konstanta

Koeficient *b* vyjadřuje procentuální změnu v počtu dopravních nehod při změně intenzity dopravy o jedno procento, neboli elasticitu nehod v závislosti na změně intenzit dopravy. Výsledky norské disertační práce (FRIDSTRØM 1999) ukazují, že celkový počet nehod se zraněním vzroste o téměř 1 %, pokud intenzita dopravy vzroste o 1 %. U nehod více vozidel či typů účastníků provozu je tento nárůst vyšší, u nehod jednotlivých vozidel menší. Intenzita dopravy je uvažována bez ohledu na skladbu dopravního proudu. V odborné literatuře existují predikční modely, které berou v potaz také skladbu dopravního proudu, např. podíl nákladních vozidel. Závislost mezi intenzitou a relativní nehodovostí není lineární, jak bylo ukázáno v kapitole 5.1.2.

5.3.8 Křižovatky a sjezdy

Sjezdy, křížení a křižovatky představují nejčastější zdroje rizika na síti pozemních komunikací. Doprava, která se napojuje na hlavní komunikaci z vedlejší, představuje konfliktní dopravní proud. Křižovatky tvoří zásadní část silniční sítě, neboť umožňují rozdělení dopravních proudů. Zároveň tvoří kritické body této sítě v otázkách kapacity, úrovně kvality a bezpečnosti. Výběr typu křižovatky závisí na několika faktorech. Mezi nejdůležitější patří:

- Bezpečnost provozu
- Kategorie a funkce pozemní komunikace
- Počet větví
- Intenzity dopravy a skladba dopravního proudu
- Návrhová a skutečná rychlost

[9] V extravilánových oblastech se může jednat např. o jezdce na koních či vozech. Na některých místech dochází k přecházení domácích zvířat – skotu nebo ovcí při jejich vedení na pastvu a zpět.

- Terén
- Prostor
- Využití přilehlého území
- Návrhová konzistence v rámci sítě
- Environmentální záležitosti
- Cena

Relativní důležitost těchto faktorů se mění dle konkrétní situace. Utváření křižovatky musí usnadňovat vnímaní křižovatky řidičem a provádění jízdních manévrů. V extravilánu na silnicích nižších kategorií závisí výběr vhodného typu křižovatky na důležitosti pozemních komunikací. Průsečné či stykové křižovatky na důležitějších pozemních komunikacích s předností stanovenou dopravním značením vykazují poměrně špatnou úroveň bezpečnosti. To je dáno tím, že řidiči na hlavní silnici jezdí s vědomím své přednosti v jízdě často příliš rychle. V místě křižovatek dochází k interakci s řidiči, kteří přednost nemají a pro které představuje napojení/křížení na hlavní silnici choulostivý úkol. Doba nezbytná na zpracování informací, rozhodování a provedení jízdního manévru je zde omezená. Zvláště v případě vysokých intenzit může představovat bezpečnostní riziko a je možné uvažovat např. o přestavbě na okružní křižovatku. Na méně důležitých pozemních komunikacích je možné realizovat křižovatky s předností zprava, s předností stanovenou dopravním značením nebo okružní křižovatky.

5.3.8.1 Sjezdy a vjezdy

Pojem “napojení” zde odkazuje na místo, kde se na hlavní komunikaci připojuje doprava z ostatních komunikací (místních, veřejných, soukromých nebo komerčních). Regulací napojení je možné zvýšit bezpečnost pozemní komunikace. Regulací rozumíme kontrolu umístění a snižování počtu nebo rušení událostí, na které musí řidič reagovat. Tato regulace představuje jeden z nejdůležitějších faktorů při snižování nehodovosti. Počet napojení je možné snížit např. výstavbou či využitím paralelní komunikace, napojující přilehlé pozemky. Tato paralelní komunikace je pak dále napojena na hlavní komunikaci. Tento způsob řešení má významný vliv na úroveň bezpečnosti zejména u silnic s vyššími intenzitami provozu. Adekvátní rozmístění napojení a umístění křižovatek má významný vliv nejen na bezpečnost, ale také na kapacitu pozemní komunikace.

Existují studie, které uvádí, že četnost nehod významně roste s nárůstem hustoty napojení. Často však není možné nebo praktické napojení rušit. Mnohdy je ale možné snížit počet konfliktních bodů, což může zmírnit negativní vlivy napojení. To je možné např.:

- Snížením počtu větví
- Zamezením levého odbočení
- Využitím paralelních komunikací
- Zřízením připojovacích/odpojovacích jízdních pruhů

Levá odbočení jsou stejně nebezpečná jako boční napojení a jejich počet by měl být redukován. To samozřejmě neznamená kompletně zrušit všechna levá odbočení, nýbrž snížit jejich počet a ty ponechané provést bezpečněji. Další možnost představuje vybudování mimoúrovňového levého odbočení.

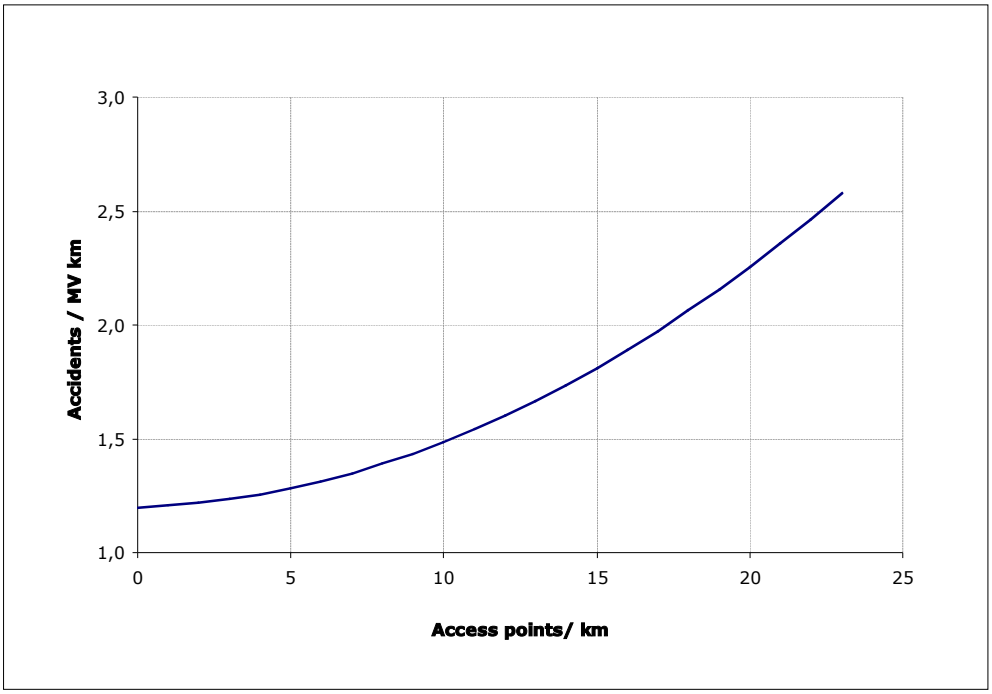
Bylo zpracováno několik studií, které se snažili zjistit souvislost mezi napojeními, jejich hustotou a vznikem dopravních nehod. Studie zpracovaná Committee on access management (Transportation Research Circular 456) uvádí následující funkci:

$$\text{Nehody/MVkm} = 1{,}199 + 0{,}0047 \cdot X + 0{,}0024 \cdot X^2 \qquad (12)$$

Kde:

X = počet napojení na km

Vztah mezi různými hodnotami hustoty napojení a relativní nehodovostí zobrazuje obrázek 25.



Obrázek 25: Dopravní nehody na milión vozokm pro různé hustoty napojení

Studie provedená MUSKAUGEM uvádí odhad relativní nehodovosti pro šest tříd intenzit dopravy. Studie se zabývala pouze nehodami se zraněními. HAUER upravil zjištěné údaje do následující funkce:

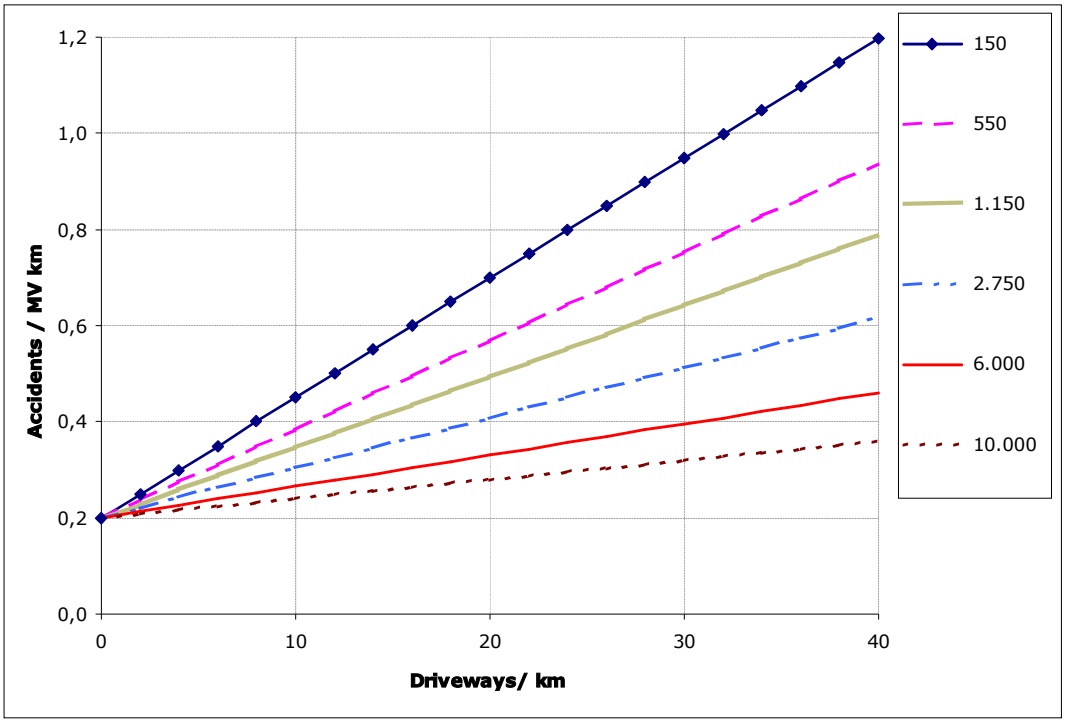
$$\text{Nehody/MVkm} = 0.2 + (0.05 - 0.005 \cdot \text{Ln}\,[\text{ADT}]) \cdot \text{DD} \qquad (13)$$

Kde:

ADT = Průměrná denní intenzita dopravy

DD = Hustota napojení

Následující obrázek ukazuje výše zmíněných šest tříd ADT.



Obrázek 26: Nehody na milión vozokm pro různé hustoty napojení

5.3.8.2 Úrovňové křižovatky – průsečné a stykové

Průsečné (a stykové) křižovatky představují nejčastější typ křižovatky na silnicích nižších tříd v extravilánu. Mezi jejich hlavní bezpečnostní nedostatky v ČR patří :

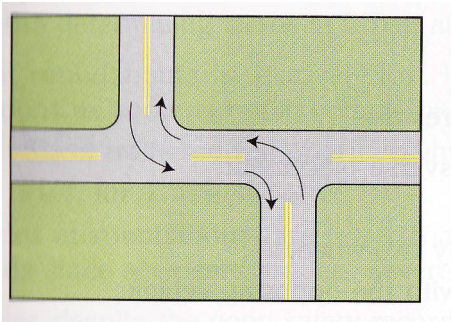
- Psychologická přednost (stabilita uspořádání přednosti v rámci jedné komunikace)
- Špatná postřehnutelnost křižovatky
- Rozlehlé kolizní plochy křižovatek
- Nedostatečné SDZ a VDZ
- Rozhledové překážky v rozhledových polích
- Soulad skutečné a psychologické hranice křižovatky ve směru vedlejší komunikace
- Nevhodné úhly křížení
- Nedostatečné rozhledové poměry pro řidiče dávajícího přednost ve vztahu k reálným rychlostem na hlavní silnici

Obrázek 27: Křižovatka silnic I/47 a II/367 po modernizaci

Obrázek 28: Kolizní diagram za období 3 let po modernizaci (29 nehod, 9 těžce a 46 lehce zraněných)

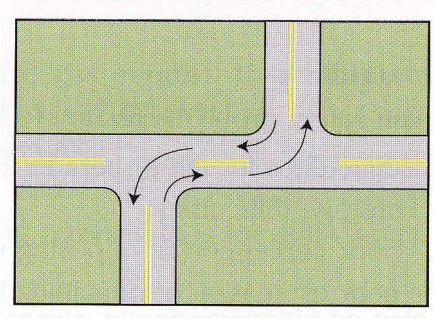
Z bezpečnostního hlediska by mnohdy bylo vhodnější nahrazovat průsečné křižovatky odsazenými stykovými křižovatkami. Vzdálenost odsazení pro méně důležité pozemní komunikace se uvádí 5 m až 40 m, na důležitějších komunikacích pak delší. Existují dva způsoby odsazení:

1. První styková křižovatka má vedlejší silnici vlevo. Vozidla křižující hlavní silnici musí nejprve dát přednost z obou směrů a čekat na vhodnou mezeru. Až se ocitnou na hlavní komunikaci, odbočují vpravo bez interakce s protijedoucími vozidly.



Obrázek 29: Odsazená styková křižovatka

2. První styková křižovatka má vedlejší silnici doprava. Vozidla křižující hlavní silnici dávají při napojení přednost pouze vozidlům z jednoho směru. Při odbočení na vedlejší silnici musí dávat přednost protijedoucím vozidlům, což obyčejně vyžaduje zřízení jízdního pruhu pro levé odbočení.



Obrázek 30: Odsazená styková křižovatka

Směrové vedení

Ideální umístění křižovatky se nachází v přímém úseku. Umístění ve směrových obloucích představuje problém kvůli:

- Snížení viditelnosti
- Odolnost proti smyku při brzdění je snížena, neboť část se využívá na průjezd obloukem
- Klopení a rozšíření v oblouku situaci dále komplikuje

Výškové vedení

V ideálním případě by příjezdy ke křižovatce neměly mít sklon vyšší jak 3% a nikdy více jak 6 %, a to kvůli:

- Zlepšení viditelnosti
- Zvýšení komfortu těch, kdo zastavují na vedlejší silnici
- Dobrému odhadu potřebných změn rychlosti

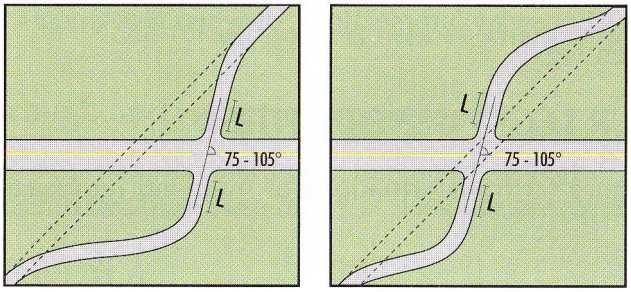
Křižovatky by neměly být umístěny ve vrcholových obloucích.

Úhel napojení

Důležitou roli pro bezpečnost hraje také úhel křížení, který by měl být v rozmezí 75° - 105°. Týká se to zejména křižovatek, na kterých:

- Je intenzita na každé větvi vyšší jak 200 voz/h
- Intenzita dopravy z vedlejší komunikace je vyšší jak 200 voz/h
- Dochází ke křížení dvou důležitých silnic
- Nejméně na jedné křižující pozemní komunikaci je více jízdních pruhů v jednom směru
- Nejméně jedna křižující pozemní komunikace má návrhovou rychlost vyšší jak 80 km/h

K dosažení požadovaného úhlu křížení může být nezbytné přestavět vedení alespoň jedné z křižujících pozemních komunikací (obyčejně vedlejší). V místě napojení na hlavní silnici by měl být do upravené vedlejší silnici vložen přímý úsek (***L***) o délce alespoň 20 m z důvodu zlepšení rozhledových poměrů. Původní vedení přestavěné silnice musí být důkladně odstraněno.



Obrázek 31: Možnosti změny úhlu křížení

V některých případech je vhodné zabránit vybraným jízdním manévrům, obyčejně levému odbočení, což zjednodušuje křižovatku a zvyšuje její bezpečnost. Specifickou skupinu představují křižovatky na obchvatech. Příčná doprava zde bývá intenzivní, křižovatky se často nachází ve směrovém oblouku, začátek a konec obchvatu vykazuje určitý stupeň nejednoznačnosti. Uvádí se, že je vhodné, aby zásadní křižovatky na obchvatu byly okružní. Pokud se na konci obchvatu nachází styková křižovatka, měla by být tvaru ***T*** a ne ***Y***. Méně důležité křižovatky se doporučuje nezřizovat vůbec a dopravu navést na sousedící křižovatku. V případě nezbytnosti převedení příčné dopravy je vhodnější mimoúrovňové převedení dopravy bez možnosti napojení na obchvat. V extravilánu hraje důležitou roli také rychlost. Řidiči jedoucí po dlouhém úseku bez křižovatek vysokou rychlostí mnohdy potřebují před křižovatkou zpomalit. Z toho důvodu je nezbytné, aby o křižovatce včas a v dostatečné vzdálenosti věděli. Mnohdy je výhodné křižovatky zvýraznit pomocí směrových ostrůvků, které nejenže zlepší postřehnutelnost křižovatky, ale také vhodně usměrní křižovatkové pohyby a zmenší možné kolizní plochy.

5.3.8.3 Okružní křižovatky

Díky svému jednoduchému uspořádání a uniformitě fungování jsou okružní křižovatky snadno pochopitelným a bezpečným typem křižovatek. Navíc poskytují pohodlnou možnost otočit se zpět a nalézt správný výjezd. Dle OURSTONA a kol. (1995) představuje nejdůležitější provozní prvek moderní okružní křižovatky dání přednosti v jízdě vozidlům na okružním pásu, neboť umožňuje stálou cirkulaci vozidel na tomto pásu. Použitím okružních křižovatek je možné zvýšit kapacitu a bezpečnost ve srovnání s jinými typy úrovňových křižovatek. Čekací doby se za normálních okolností v případě příznivého rozložení dopravního zatížení zkracují, přičemž lze očekávat i zmenšení hlučnosti a emise škodlivin. Kromě toho okružní křižovatky vyhovují aspektům zklidňování dopravy, redukce jízdní rychlosti a estetiky zpracování pozemní komunikace a jejího okolí. Použití okružních křižovatek se nabízí zejména u křižovatek dvou přibližně stejně dopravně významných komunikací a/nebo jako sanační opatření v případě nehodových, resp. nebezpečných míst. Běžným formám provedení odpovídá okružní křižovatka tříramenná, čtyřramenná a pětiramenná. U okružních křižovatek s více

než pěti rameny vychází průměr křižovatky z geometrických důvodů příliš velký, na okružním pásu lze očekávat vyšší jízdní rychlosti a křižovatka se stává nepřehlednou.

Pro zřízení okružní křižovatky se jako rozhodující mohou uplatnit následující kritéria:

- Snížení jízdní rychlosti
- Vyšší bezpečnost silničního provozu ve srovnání s jinými formami uspořádání úrovňových křižovatek
- Sanace nehodových míst
- Vyšší kapacita ve srovnání s jinými formami uspořádání úrovňových křižovatek (případně i ve srovnání s křižovatkami světelně řízenými)
- Pružnější řešení křižovatek s více než čtyřmi rameny
- Možnost otáčení a flexibilnější volby směru jízdy

Proti zřízení okružní křižovatky všeobecně mluví následující kritéria:

- Nepříznivé prostorové poměry
- Nepříznivé topografické charakteristiky
- Koordinace sousedních světelně řízených křižovatek
- Nepříznivý poměr intenzit vstupujících dopravních proudů

Okružní křižovatky se v extravilánu používají zejména v následujících situacích:

- Křížení dvou extravilánových silnic nižších kategorií;
- Na místech, která je nutné zdůraznit – např. na hranicích obcí nebo při změně kategorie pozemní komunikace.

Jednopruhová okružní křižovatka představuje nejbezpečnější formu úrovňové křižovatky z důvodu nízkých rychlostí a malého počtu konfliktních bodů.

Další charakteristiky okružních křižovatek, ovlivňující bezpečnost:

- Okružní pás musí být v zájmu bezproblémového provozu křižovatky upřednostněn vůči všem vjezdům.
- Okružní křižovatky musí být zřetelně viditelné, přehledné a tím i pochopitelné.
- Zvláštní ohled je třeba brát na srozumitelné a jednoznačné orientační značení, které okružní křižovatku návěstí s dostatečným předstihem.
- Zvláštní pozornost je u okružních křižovatek nutné věnovat chodcům a cyklistům.
- Tvar okružního pásu se nemá příliš vzdalovat kruhu.
- Prodloužení os jednotlivých křižovatkových ramen má pokud možno procházet středem kruhu. Je zapotřebí se bezpodmínečně vyvarovat komunikací připojených tangenciálně.
- Připojení jednotlivých křižovatkových ramen na okružní pás má být provedeno pokud možno rovnoměrně.
- Vjezdy a výjezdy křižovatkových ramen mají být rozděleny dělicími ostrůvky.
- Základní formě okružní křižovatky odpovídají jednopruhové vjezdy a výjezdy a jednopruhový okružní pás.
- Střední ostrov má být uspořádán tak, aby znemožňoval přejíždění a zdůrazňoval okružní křižovatku jako takovou.
- Na okružním pásu nesmí být vytvářen žádný jízdní pruh pro cyklisty. Jestliže jsou na komunikacích vedoucích k okružní křižovatce jízdní pruhy pro cyklisty zřízeny, musí být tyto v dostatečné vzdálenosti před křižovatkou ukončeny, resp. provoz cyklistů převeden na vozovku.
- Jsou-li v navazujících úsecích komunikací zřízeny stezky pro pěší nebo chodníky, potom se tyto zachovají i na okružní křižovatce. Mezi vozovkou a chodníkem se podle možností zřizuje zelený pás.

Charakteristiky základních návrhových prvků okružních křižovatek uvádí přehledně např. rakouská směrnice RVS 3.44, z které čerpají následující odstavce.

Vjezdy a výjezdy

Šířka vozovky na vjezdu a výjezdu má v oblasti dělicího ostrůvku činit alespoň 4,0 m, šířka jízdního pruhu alespoň 3,50 m. Provedení vjezdu a výjezdu se má konstruovat pomocí rozhodující vlečné křivky. Příčný sklon vjezdu a výjezdu má být proveden tak, aby bylo zajištěno odvodnění povrchu vozovky; nemá ovšem překročit hodnotu 4 %. Podélný sklon vjezdu a výjezdu nemá překračovat 4 %. Rozdíl mezi příčným sklonem okružního pásu a podélným sklonem vjezdu a výjezdu je omezen nejvyšší hodnotou 4,5 %. Je bezpodmínečně nutné zajistit potřebné rozhledové vzdálenosti.

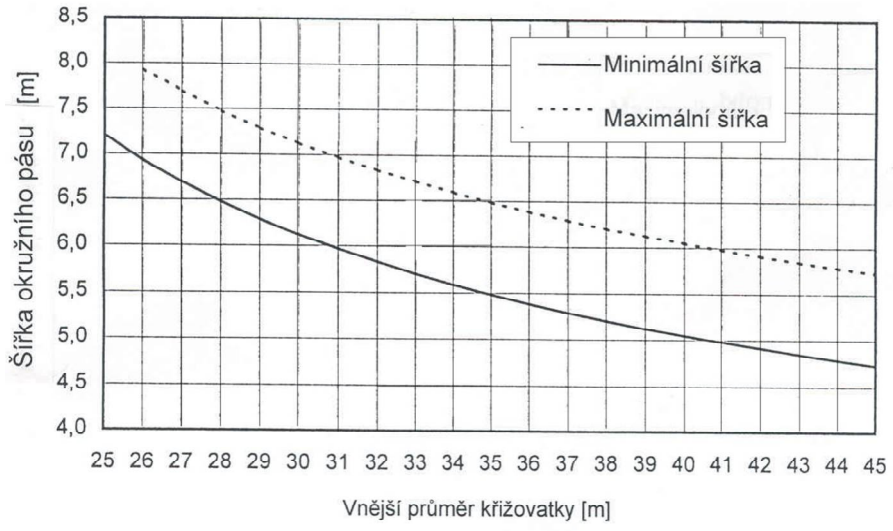
Dělicí ostrůvky

Dělicí ostrůvky mezi vjezdy a výjezdy mají být za účelem vedení dopravy jakož i z důvodů bezpečnosti silničního provozu navrhovány vždy a smí se od nich upustit jen v opodstatněných výjimečných případech. Dělicí ostrůvky mají mít v sousedství okružního pásu šířku alespoň 2,00 m; v žádném případě nesmí být jejich šířka menší než 1,50 m. Šířka dělicího ostrůvku na jeho zaobleném konci má činit 1,50 m (R = 0,75 m), v žádném případě však nesmí být menší než 1,0 m (R = 0,50 m). Je třeba zohledňovat dopravní značky. Při vedení pěší (cyklistické) dopravy přes vjezdy a výjezdy je zřízení dělicího ostrůvku obzvláště naléhavé. Vzdálenost přechodu pro chodce (cyklisty) od okraje okružního pásu má činit nejméně 1,5 m, ne však více než 5,0 m. Není-li zřízení dělicího ostrůvku možné, má být přechod pro chodce (cyklisty) situován ve vzdálenosti 1,50 m od okraje okružního pásu. Šířka dělicího ostrůvku v oblasti přechodu činí při provozu chodců 2,00 m, nejméně však 1,50 m, při provozu cyklistů 2,50 m, nejméně však 2,00 m. Dělicí ostrůvek má být na přechodu snížen na úroveň vozovky.

Okružní pás

Z obrázku 32 je možné pro různé hodnoty vnějšího průměru okružní křižovatky zjistit šířku pojížděné největším přípustným vozidlem. Spodní ohraničení představuje absolutní minimum potřebné šířky vozovky, horní ohraničení největší šířku vozovky. Největší uvažovaná šířka vychází z rozšíření okružního pásu o 1 m dovnitř, čímž se usnadní průjezdnost rozměrných vozidel. Volba konkrétní hodnoty šířky se provede při zohlednění četnosti rozměrných vozidel a požadované jízdní rychlosti. Přesahuje-li šířka okružního pásu 4,00 m, potom má být jeho širší vnitřní část provedena jiným druhem povrchu (např. dlažbou), který odrazuje od používání osobní automobily.

Okružní pás se v případě umístění křižovatky na rovině provádí s vnějším sklonem nejméně 1,5 %. Je-li v důsledku topografických poměrů nutno základnu křižovatky sklonit o více než 2,5 %, potom se příčný sklon okružního pásu adekvátně přizpůsobí tomuto sklonu (např. sklon dílčích ploch okružního pásu se provede jako vnitřní). Příčný sklon okružního pásu nemá překročit 4 %.



Obrázek 32: Šířka okružního pásu v závislosti na vnějším průměru křižovatky

Střední ostrov

Střední ostrov má být proveden tak, aby byla zajištěna přehlednost a zřetelnost křižovatky. Od okružního pásu má být v každém případě oddělen obrubníky. U malých okružních křižovatek má být zajištěn pohled přes střední ostrov, tj. rozhledové překážky nemají být vyšší než 70 cm. V oblastech naproti vjezdům je potřebné se v zájmu bezpečnosti při návrhu vyhýbat pevným překážkám.

Vliv okružních křižovatek na bezpečnost

Bylo zpracováno mnoho studií, zjišťujících vliv přestavby různých typů křižovatek na okružní křižovatky (tzv. "před a po" studie) na bezpečnost. Byla zjištěna poměrně značná redukce nehodovosti, s výjimkou cyklistů, kdy bylo snížení menší. Např. dle studie provedené v roce 1994 v Nizozemí bylo díky rozsáhlé přestavbě konvenčních křižovatek na okružní dosaženo 95% snížení počtu zranění při dopravních nehodách. Tabulka 16 ilustruje výsledky několika mezinárodních studií týkajících se vlivu na nehodovost.

Tabulka 16: Průměrné snížení počtu nehod ve vybraných zemích

Stát	Průměrné snížení (%)	
	Všechny nehody	Nehody se zraněním
Austrálie	41 – 61 %	45 – 87 %
Francie		57 – 78 %
Německo	36 %	
Nizozemí	47 %	95 %
Velká Británie		25 – 39 %
USA	37 %	51 %

Důležitou charakteristikou okružních křižovatek představuje z pohledu bezpečnosti počet ramen, jak zřetelně ukazuje britská studie. Tabulka 17 (KENNEDY a kol., 2005) demonstruje, že s nárůstem ramen stoupá četnost dopravních nehod.

Tabulka 17: Četnost nehod na britských křižovatkách dle počtu ramen v letech 1999 - 2003

Počet ramen	Počet křižovatek	Četnost nehod	Závažnost (% usmrcených a těžkých zranění)
3	326	0,79	9,3
4	649	1,79	7,1
5	157	3,66	7,1
6	30	5,95	5,2
All	1162	1,87	7,2

SADURNÍ a PARRA (1999) zpracovali srovnávací studii pro zjištění vlivu implementace okružních křižovatek na dopravní nehodovost. Klasifikovali tři typy případů, kdy byly křižovatky přestavěny na okružní:

- Křižovatka bez světelné signalizace. Každé rameno křižovatky představuje také rameno budoucí okružní křižovatky. Tento typ nazvali "křižovatka-okružní křižovatka" a zkoumali 12 případů.
- Křižovatka se světelnou signalizací. Každé rameno křižovatky představuje také rameno budoucí okružní křižovatky. Tento typ nazvali "křižovatka se světelnou signalizací-okružní křižovatka" a zkoumali 4 případy.
- Nově budovaná okružní křižovatka "na zelené louce". Tento typ nazvali "nic-okružní křižovatka" a zkoumali 6 případů.

Změny v počtu nehod z let 1996-1999 ukazuje tabulka 18.

Tabulka 18: Srovnávací tabulka výsledků s ohledem na závažnost nehod

Parametr	**Typ 1**	**Typ 2**	**Typ 3**
	Křižovatka – okružní křižovatka	**Křižovatka se světelnou signalizací – okružní křižovatka**	**Nic – okružní křižovatka**
	12 případů	**4 případy**	**6 případů**
Počet nehod	-61.20%	-66.70%	+10.50%
Počet smrtelných nehod	-48.62%	-72.90%	-73.92%
Počet nehod se zraněním	-72.04%	-73.59%	-61.47%
Počet zúčastněných vozidel	-70.00%	-65.54%	-18.13%
Znaménko "-": snížení		Znaménko "+": zvýšení	

Někteří výzkumníci se pokusili zjistit závislost vzniku nehod na parametrech křižovatek. BRÜDE a LARSSON vyvinuli model, který v sobě zahrnuje počet ramen (tři nebo čtyři), maximální dovolenou rychlost (70 km/h nebo 50 km/h) a počet jízdních pruhů na vjezdu (jeden nebo dva). Počet nehod se zraněním [počet nehod/10^6 voz. vjíždějících do křižovatky] je dán funkcí:

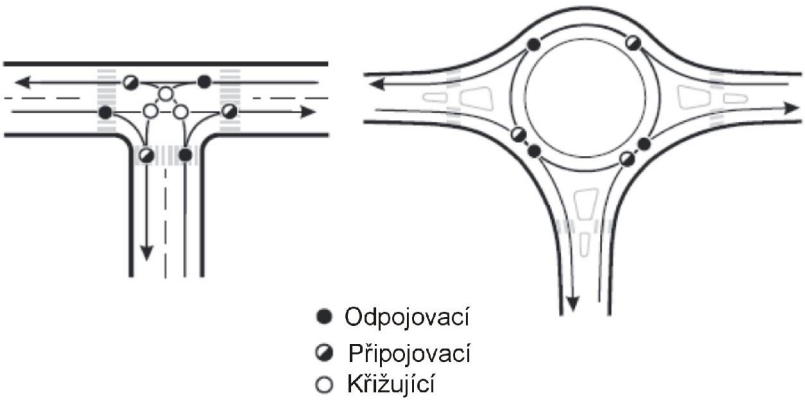
$$A = 0{,}8178 \cdot CR^{1{,}6871}$$

Jak bylo možné předpokládat, tříramenné okružní křižovatky s jedním jízdním pruhem na vjezdu a nejvyšší dovolenou rychlostí 50 km/h vykazují nejnižší relativní nehodovost, zatímco čtyřramenné s dvěma pruhy na vjezdu a nejvyšší dovolenou rychlostí 70 km/h vykazují nejvyšší relativní nehodovost.

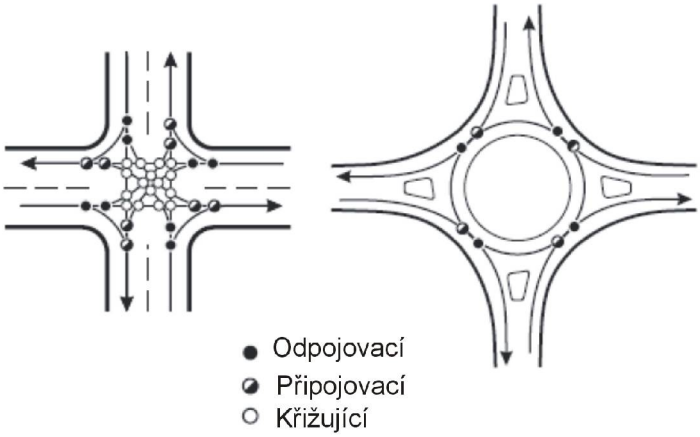
V ČR byla v rámci výzkumného projektu VEOBEZ (CDV, 2011) na stránkách http://veobez.cdvinfo.cz/vypocet/ zveřejněna aplikace na výpočet očekávaných ztrát z nehodovosti při výstavbě/přestavbě okružní křižovatky. Jako proměnné parametry (které vycházejí z predikčního modelu sestaveného v rámci projektu) si uživatel může zvolit polohu okružní křižovatky (extravilán/intravilán), počet jízdních pruhů na vjezdu a RPDI na vstupu do křižovatky.

5.3.8.4 Porovnání typů křižovatek

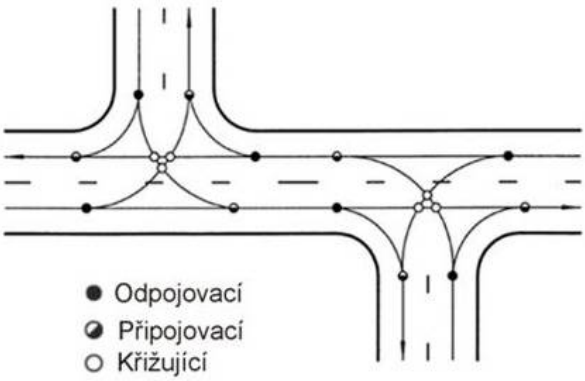
Četnost nehod a jejich závažnost se liší dle typu křižovatek. Tyto odlišnosti jsou spojeny zejména s rozdíly v rychlostech a počtu a typu kolizních bodů. Na obrázcích 33-35 jsou zobrazeny počty a typy kolizních bodů pro tříramennou okružní křižovatku / tříramennou stykovou křižovatku (6 kolizních bodů vs. 8), pro čtyřramennou okružní křižovatku / čtyřramennou průsečnou křižovatku (8 kolizních bodů vs. 32) a pro odsazenou křižovatku (18 kolizních bodů).



Obrázek 33: 9 konfliktních bodů u tříramenné stykové křižovatky a 6 u tříramenné okružní křižovatky



Obrázek 34: 32 konfliktních bodů u průsečné křižovatky a 8 u čtyřramenné okružní křižovatky



Obrázek 35: 18 kolizních bodů na odsazené křižovatce

Kolize je možné zařadit do tří základních kategorií:

- ***Kolize při řazení se***. Mezi tyto kolize patří např. náraz zezadu do vozidla na vjezdu do okružní křižovatky. Tyto konflikty patří mezi ty nejméně závažné, neboť se odehrávají při nízkých rychlostech a vozidla do sebe naráží většinou svými nejodolnějšími částmi.
- ***Odbočující a přípojné kolize***. Tyto kolize se odehrávají při slučování či rozvětvování jízdních směrů. Nejběžnějším typem kolize při připojování je boční náraz či náraz zezadu. Kolize při připojování mohou mít závažnější následky než při odbočování, neboť je při nich větší pravděpodobnost bočního nárazu.
- ***Křížné kolize***. Tyto kolize se odehrávají při křížení dopravních směrů a představují nejvážnější typy nehod. Typickým typem kolize jsou čelní nárazy a nárazy pravoúhlé.

Studie provedená v roce 1994 Schnüllem a kol. porovnávala bezpečnost průsečných a odsazených křižovatek na silnicích mimo zastavěné území. Vybrané výsledky ukazuje tabulka 19.

Tabulka 19: Nehodové charakteristiky různých křižovatkových typů

	Průsečná	**Průsečná, se světelnou signalizací, bez samostatných levých odbočení a s vypínáním SSZ na noc**	**Průsečná, se světelnou signalizací, s levým odbočením a bez vypínání na noc**	**Částečně mimoúrovňová**	**Odsazená**
Průměrná relativní nehodovost [neh./10^6voz.]	0,93	1,31	0,86	0,94	0,84
Hustota ztrát [DEM/10^3voz.]	80,40		36,80	38,60	37,20
Nehody střední závažnosti [DEM/neh.]	86.000	41.000 - 44.000	41.000 - 44.000	41.000 - 44.000	41.000 - 44.000

SCHNÜLL a kol. zkoumali značný počet hodnotících kritérií, jako např. charakteristické hodnoty nehodovosti, provozu, environmentální kompatibility, cenové výhodnosti a uvádí, že odsazené křižovatky mají oproti průsečným pouze výhody. Uvádí však také, že by bylo ještě zapotřebí srovnání mezi základními formami částečně mimoúrovňových křižovatek, okružních křižovatek a světelně řízených průsečných křižovatek. Jiná studie zpracovaná ECKSTEINEM a kol. (2002) taktéž porovnávala různé typy křižovatek. Mimojiné uvádí následující závěry:

- Relativní ztráty z nehodovosti závisí na typu křižovatky a organizaci provozu
- Relativní ztráty z nehodovosti nejsou závislé na intenzitách provozu
- Křižovatky mají vliv na bezpečnost přilehlých silničních úseků
- Malé okružní křižovatky mají nejmenší relativní ztráty z nehodovosti a nejvyšší úroveň bezpečnosti
- Po malých okružních křižovatkách jsou nejbezpečnější mimoúrovňové křižovatky ve tvaru polovičního čtyřlístku
- Stykové křižovatky jsou bezpečnější než průsečné. Na nahrazení jedné průsečné jsou zapotřebí dvě stykové, nelze však říci, že suma těchto dvou stykových křižovatek je bezpečnější jak jedna průsečná křižovatka (což je v rozporu s Schnüllem a kol.)
- Světelná signalizace zvyšuje bezpečnost pouze pokud má více jak dvě fáze
- Stykové křižovatky s předností v jízdě dle svislého značení a průsečné křižovatky mají nejnižší úroveň bezpečnosti.

Tabulka 20 ukazuje vhodné typy křižovatek silnic nižších kategorií v extravilánu se silnicemi jiných kategorií.

Tabulka 20: Vhodné typy křižovatek silnic nižších kategorií v extravilánu se silnicemi jiných kategorií.

	Nižší kategorie	
	2x2 jízdní pruhy	**2x1 jízdní pruh**
Vyšší kategorie:	Okružní křižovatka, nebo Značky STOP nebo Dej přednost v jízdě na všech vjezdech, se světelnou signalizací a případnými opatřeními na snížení rychlosti	Okružní křižovatka, nebo Značky STOP nebo Dej přednost v jízdě na všech vjezdech, možné se světelnou signalizací a případnými opatřeními na snížení rychlosti
Nižší kategorie:		
2x2 jízdní pruhy	Okružní křižovatka, nebo Značky STOP nebo Dej přednost v jízdě na všech vjezdech, se světelnou signalizací a případnými opatřeními na snížení rychlosti	Okružní křižovatka, nebo Značky STOP nebo Dej přednost v jízdě na všech vjezdech, možné se světelnou signalizací a případnými opatřeními na snížení rychlosti
2x1 jízdní pruh	Okružní křižovatka, nebo Značky STOP nebo Dej přednost v jízdě na všech vjezdech, se světelnou signalizací a případnými opatřeními na snížení rychlosti	Okružní křižovatka, nebo Značky STOP nebo Dej přednost v jízdě na všech vjezdech, možné se světelnou signalizací a případnými opatřeními na snížení rychlosti
Místní silnice	V maximální míře se tomuto vyhnout	Okružní křižovatka, nebo Značky STOP nebo Dej přednost v jízdě na všech vjezdech, možné se světelnou signalizací a případnými opatřeními na snížení rychlosti
Cyklistické pruhy	Mimoúrovňové	Mimoúrovňové, nebo Okružní křižovatka/SSZ
Vyhrazené pruhy pro MHD	Mimoúrovňové	Mimoúrovňové, nebo Chráněné úrovňové křížení

Bezpečné uspořádání křižovatky s organizací dopravy pomocí svislého dopravního značení (STOP/Dej přednost v jízdě) by mělo vycházet z následujících pravidel:

- Jízdní pruh pro levé odbočení na hlavní silnici
- Směrový dělící ostrůvek na vedlejší silnici
- Maximálně jeden jízdní pruh pro každý dopravní směr
- Maximálně dva jízdní pruhy na vedlejší silnici

Intenzita dopravy objasňuje více jak polovinu změn v mírách nehodovosti na křižovatkách s organizací dopravy pomocí svislého dopravního značení (STOP/Dej přednost v jízdě). Větší vliv na bezpečnost mají intenzity dopravy na vedlejší silnici. Pokud jsou křižovatky vybaveny světelnou signalizací, měla by tato signalizace být z bezpečnostních důvodů fungovat 24 hodin denně.

Výzkumy ukazují, že díky své organizaci provozu představují průsečné křižovatky výrazně rizikovější typ křižovatky než odsazené a jiné formy křižovatek. Z tohoto důvodu by měly být průsečné křižovatky realizovány pouze na silnicích s malými intenzitami provozu a nízkými rychlostmi. V případě vyšších rychlostí a intenzit se doporučuje jejich vybavení světelnou signalizací, anebo jejich přestavba na jiný typ křižovatky. Odsazené křižovatky mají v porovnání s průsečnými taktéž vyšší výkonnost (součet všech vozidel vjíždějících do křižovatky), pokud uvažujeme průměrné podíly odbočujících vozidel.

Mimoúrovňové křižovatky

Z pohledu bezpečnosti představují velmi výhodné řešení, které je však velmi nákladné. Z toho důvodu se musí výstavba velmi pečlivě zvážit a měla by být realizována za těchto podmínek:

- Pokud je požadován volný pohyb průjezdní dopravy
- Pokud je nutné eliminovat kongesce
- Pokud je nutné odstranit nehodové místo
- Pokud jsou socioekonomické ztráty způsobené stávající situací výrazně velké
- Pokud je díky topografické situaci stavba úrovňové křižovatky dražší než stavba mimoúrovňové křižovatky

5.3.8.5 Osvětlení křižovatek

V roce 1976 provedli Rockwell a kol. výzkum chování řidičů při příjezdu ke křižovatkám vybavených speciálními reflexními směrovými sloupky, značkami nebo osvětlením. Důležitým zjištěním bylo, že existence osvětlení významně zlepšilo chování řidičů a usnadnilo včasnou detekci křižovatky, zatímco svislé značení, směrové sloupky a nové vodorovné značení ovlivnilo chování jen málo významně. V roce 1996 Bauer a Harwood zjistili, že na čtyřramenných extravilánových křižovatkách s organizací dopravy pomocí značky STOP na všech vjezdech, které byly osvětleny, bylo zaznamenáno o 21 % méně nehod s usmrcením a zraněním než na neosvětlených křižovatkách.

5.4 Zdroje

- RISER consortium. D06: European Best Practice for Roadside Design: Guidelines for Roadside Infrastructure on New and Existing Roads. RISER deliverable, February 2006
- Matena a kol..: Road Design and Environment – Best practice on Self-explaining and Forgiving Roads. RIPCORD-ISEREST deliverable D3, 2005
- Herrstedt: Self-explaining and Forgiving Roads – Speed management in rural areas. Paper presented in ARRB Conference, October 2006
- U.S. Department of Transportation. Roadside improvements for local roads and streets. Federal highway administration, USA, October 1986
- BABKOV: Road Conditions and Traffic Safety, Miv Publishers, Moskau, 1975, Soviet Union
- BIEDERMANN: Straßentrassierung auf der Grundlage von Geschwindigkeiten aus Sehfeldun-tersuchungen, Dissertation, Darmstadt, Technische Hochschule Darmstadt, Fakultät für Wasser und Verkehr, 1984, Germany
- COUNCIL, STEWARD: Safety effects of the conversion of two-lane rural to four-lane rural roadways based on cross-sectional models, Transportation Research Board Annual Meeting, 2000
- DURTH, W., BIEDERMANN, B., VIETH: Einflüsse der Erhöhung der Geschwindigkeiten und Beschleunigungen von Fahrzeugen auf die Entwurfsgeschwindigkeit
- In: Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Bonn- Bad Godesberg, H.385, 1983, Germany
- DURTH, W., BALD, J.S., WOLFF, N.: Wirksamkeit trassierungstechnischer Ausgleichsmaßnahmen bei Unter- und Überschreitung von Trassierungsgrenzwerten
- Schlussbericht des Forschungsauftrages FA 2.076G81E des Bundesministeriums für Verkehrs, Darmstadt, 1986, Germany
- ELVIK, R. / VAA, T.: The handbook of road safety measures; Amsterdam; Heidelberg [u.a.] : Elsevier, 2004
- GLENNON, J., NEWMAN, T., LEISCH, J.: Safety and operational considerations for design of rural curves, Report No. FHWA/RD-86/035, Federal Highway Administration, Washington, D.C., 1985, U.S.A.
- HAMMERSCHMIDT, A.: Einfluss ausgewählter Entwurfsparameter auf das Unfallgeschehen Studienarbeit, TU Dresden, 2006, Germany
- HIERSCHE / LAMM / DIETERLE / NIKPOUR: Auswirkungen von Ausbaumaßnahmen gemäß RAS-L auf die Verkehrssicherheit zweispuriger Straßen In: Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Bonn – Bad Godesberg, H.431, 1984, Germany
- HEDMAN: Road design and safety VTI Rapport 351A, pp 225-238, Swedish Road and Traffic Research Institute, Linkoping, 1990, Sweden
- HOBAN: Selecting appropriate geometric standards for rural road improvements, Compendium of technical papers, 58th Annual Meeting, pp 332-340, Institute of Transportation Engineers, Washington D.C., 1988, U.S.A.
- JOHNSTON, I.R: Modifying Driver Behaviour on Rural Road Curves, Proc 11th Australian Road research Board Conference 11(4), pp 115-134, 1982, Australia
- KOEPPEL, BOCK: Kurvigkeit, Stetigkeit und Fahrgeschwindigkeit, in: Straße und Autobahn, H.8, Kirschbaum Verlag Bonn, 1970, Germany
- KREBS, H.G., KLÖCKNER: Untersuchungen über Unfallraten in Abhängigkeit von Straßen- und Verkehrsbedingungen außerhalb geschlossener Ortschaften, in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik; Bonn – Bad Godesberg, Heft 223, 1977, Germany
- LAMM, R.: Beeinflusst die Überlagerung von Lage- und Höhenplankrümmungen das Un-fallgeschehen?, in: Straßen- und Tiefbau, H.1-3, 1982, Germany
- LAMM, R., BECK, A., ZUMKELLER K.: Analyse von Zusammenhängen zwischen Verkehrssicherheit und Straßenentwurf auf Außerortsstraßen, in: Straßen- und Tiefbau; Heft 12, Seiten 6 – 12; 1999
- LAMM, R., PSARIANOS, B., MAILAENDER T.: Highway design and traffic safety engineering handbook; New York, McGraw-Hill, 1999
- LEUTNER, R.: Fahrraum und Fahrverhalten, Veröffentlichungen des Institutes für Straßenbau und Eisenbahnwesen der Universität Karlsruhe, 1974, Germany
- LEUTZBACH, W., BAUMANN: Zusammenhang zwischen Verkehrsunfällen und Verkehrsbedingungen auf zweispurigen Landstraßen in Abhängigkeit vom Straßenquerschnitt, Forschungsauftrag 3.123 G 80 F des Bundesministeriums für Verkehr, 1983, Germany
- LEUTZBACH, W., ZOELLMER, J.:Zusammenhang zwischen der Verkehrssicherheit und den Elementen des Straßenentwurfs, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Bonn – Bad Godesberg, Heft 545, 1989, Germany

- LIPPOLD, Ch., Weiterentwicklung ausgewählter Entwurfsgrundlagen von Landstraßen, Dissertation; Fachbereich Wasser und Verkehr der technischen Hochschule Darmstadt; Darmstadt, 1997, Germany
- McBEAN, P.A., The influence of road geometry at a sample of accident sites, Laboratory Report LR1053, 16 p., Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, 1982, United Kingdom
- McLEAN, J.R., Accident-width relationship for single-carriageway rural roads, Australian Road Research 15(4), pp 271-275, 1985, Australia
- MIAOU, S. P., Measuring the Goodness-of-Fit of Accident Prediction Models, Report No. FHWA-RD-96-040, Federal Highway Administration, 1996, U.S.A
- OGDEN, K.W., Safer roads: A guide to road safety engineering, Institute of Transport Studies, Department of Civil Engineering,Monash University Melbourne, Avebury Technical, 1996, Australia
- OECD, Hazardous road locations: Identification and counter-measures, Organisation for Economic Cooperation and Development, 108 p., OECD, Paris, 1976, France
- PFUNDT, Vergleichende Unfalluntersuchungen auf Landstraßen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Bonn – Bad Godesberg, Heft 82, 1969, Germany
- TRB, Transportation Research Board: Designing safer roads, Special Report 214, 319 p, TRB, Washington D.C., 1987, U.S.A.
- TURNER, D. S. / FAMBRO, D. B. / ROGNESS, R. O. , Effects of paved shoulders on accident rates for rural Texas highways, Transportation Research Record 819, pp 30-37, 1981
- ZEGEER / DEEN / MAYES, Effect of lane and shoulder widths on accident reduction on rural two-lane roads, Transportation Research Board 806, pp 33-43, Washington D.C., 1981, U.S.A.
- ZEGEER / STEWART / REINFURT / COUNCIL / NEUMAN / HAMILTON / MILLER / HUNTER, Cost-effective geometric improvements for safety upgrading of horizontal curves , Report FHWA-RD-90-021, FHWA, Washington, D.C., 1991, U.S.A.
- ZEGEER / TWOMEY / HECKMAN / HAYWARD, Safety Effectiveness of highway design features, Federal Highway Administration, Vol.2, Alignment, Washington D.C., 1992, U.S.A.
- ZEGEER / COUNCIL, Highway design, highway safety and human factors, Transportation Research Circular 414, pp 20-34, Transportation Research Board, Washington D.C., 1993, U.S.A.
- Cairney, P: Skid Resistance and Crashes – A Review of the Literature. Research Report No. 311, ARRB Transport Research Ltd, Vermont South Victoria, Australia, 1997.
- Roe, Parry, Viner: High and Low Speed Skidding Resistance: The Influence of Texture Depth. TRL Report 367. Crowthrone, U.K., 1998.
- McLean J., G. Foley: Road Surface Characteristics and Condition – Effects on Road Users. Research Report No. 314, ARRB Transport Research Ltd, Vermont South, Victoria, Australia, 1998.
- PIARC: Report of the Committee on Surface Characteristics. World Road Association (PIARC), XV__ World Road Congress, Brussels, Belgium, 1987.
- Sandberg U. Influence on Road Surface Texture on Traffic Characteristics Related to Environment, Economy, and Safety. A State-of-the-art Study Regarding Measures and Measuring Methods. VTI notat 53A. Swedish National Road and Transport Research Institute, 1997.
- Wallman, C.G., Ström H: Friction Measurement Methods and the Correlation between Road Friction and Traffic Safety – Literature Review. Project Code 80435, Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping, Sweden, 2001.
- Larson, R.M. Consideration of Tire/Pavement Friction/Texture Effects on Pavement Structural Design and Materials Mix Design. Office of Pavement Technology, HIPT, 1999.
- Heinijoki H: Kelin kokemisen, rengaskunnon ja rengustyypin vaikutus nopenskäyttäytymiseen (Influence of the Type and Condition of Tires and Drivers' perception of Road conditions on Driving Speed). FinnRA reports 19/1994, Finnish Road Administration, Helsinki, 1994.
- Wallman C.G. Driver Behaviour on Winter Roads, a Driving Simulator Study. VTI rapport 419A, Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping, 1995.
- Öberg G. Vädrets och väglagets inverkan på personbilshastigheten. VTI notat No. 62, Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping, 1994.
- Schulze K.H., A. Gerbaldi, J. Chavet: Skidding Accidents, Friction Numbers, and the Legal Aspects Involved. In Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 623, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1976.
- I. Pérez Barreno. Influencia del ligante en la resistencia a deformaciones plásticas de las mezclas bituminosas. Revista Carreteras, Nº 130, 2003.
- M. Á. Rodríguez Valverde a kol... Velocidad de rotura de las emulsiones bituminosas en contacto con áridos. Revista Carreteras, Nº 130, 2003.
- Potti el al.. Emulsiones termoadherentes para riegos de adherencia. Revista Carreteras, Nº 127, 2003.

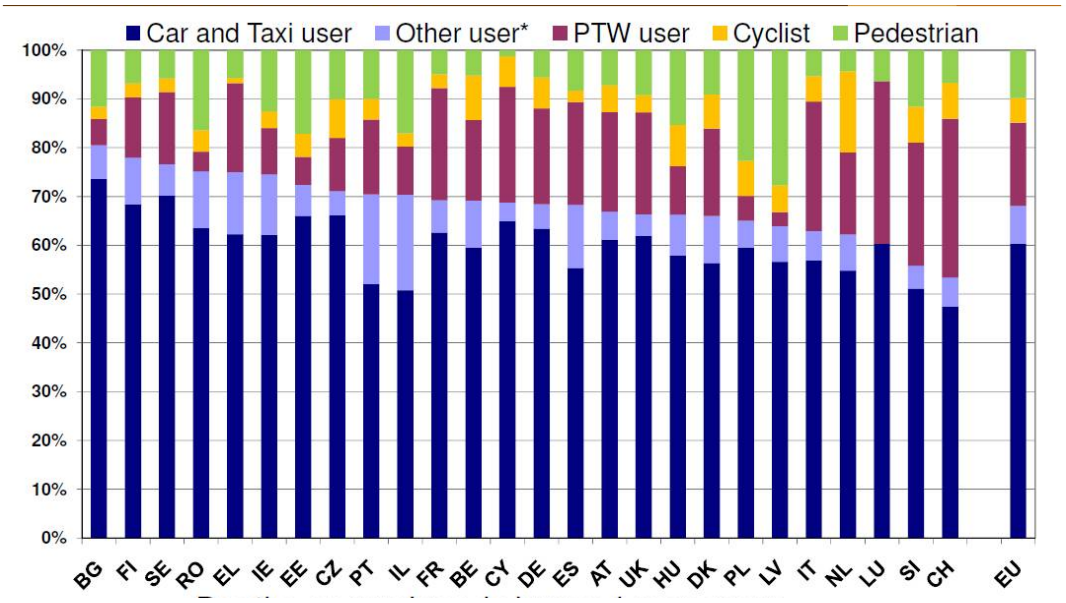
- C.J. Bester – The effect of road roughness on safety – Department of Civil Engineering University of Stellenbosch, 2002
- C. V. Zegeer, D. W. Reinfurt, J. Hummer, L. Herf, and W. Hunter: "Safety Effects of Cross-Section Design for Two-Lane Roads", Transportation Research Record 1195, Transportation Research Board, 1988
- Zeeger C., Reinfurt D., Hummer J., Herf L., Hunter W. – Safety effects of cross-section design fort two lane roads – FHWA-RD-87/008, 1987
- M.Roine, R. Kulmala: Accident models for major roads in Finland. Links on single carriageways outside densely populated areas – Research Report 730, VTT, 1990.
- Kalakota K.R., Seneviratne P.N – Accident prediction models for two-lane rural highways – north Dakota State University – 1994
- "Guide for Monitoring and Enhancing Safety on the National Truck Network", Federal Highway Administration, Washington, D C, 1986
- J. A. Cirillo: "Safety Effectiveness of Highway Design Features", Volume 1, Access Control, 9 p, Federal Highway Administration, Washington, D C, 1992
- Committee on access management: "Driveway and street intersection spacing", Transportation Research Board, Transportation Research Circular 456, Washington, D.C., 1996
- Ezra Hauer: "Access and Safety", Professor (Emeritus), Department of Civil Engineering, University of Toronto, Toronto, April 15, 2001
- R. Muskaug: "Risiko på norske riksveger", Institute of Transport Economics, Oslo, 1985
- D.W. Harwood, F.M. Council, E. Hauer, W.E. Hughes, and A. Vogt: "Prediction of the expected safety performance of rural two-lane highways", FHWA-RD-99-207, December 2000
- Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM): "Crash Prediction Module Engineer's Manual", September 30, 2004
- J. Lovell and E. Hauer: "The Safety Effect of Conversion to All-Way STOP Control", Transportation Research Record 1068, Transportation Research Board, 1986
- Eduardo Fernández de Villalta Ferrer-Dalmau: "Intersection morphology and design", in CARRETERAS magazine, Spain, Nov.-Dez. 2004
- Leif Ourston and Joe G. Bared: "Roundabouts: A Direct Way to Safer Highways", in PUBLIC ROADS online magazine, Volume 58, No. 2, Autumn 1995
- J. Kennedy, J. Peirce and I. Summersgill: "Review at accident research at roundabouts" National roundabout conference U.K., Draft 2005
- C. Shoon and J. Van Minnen: "The Safety of Roundabouts in the Netherlands", TRAFFIC ENGINEERING AND CONTROL, pp. 142-148, March 1994
- "Roundabouts: An Informational Guide", Federal Highway Administration Report No. FHWA-RD-00-067, U. S. Department of Transportation, Washington, D.C., June 2000
- J. Kennedy, J. Peirce and I. Summersgill: "Review at accident research at roundabouts" National
- roundabout conference U.K., Draft 2005
- Luis Serrano Sadurní and Fernando Gutiérrez Parra: "La influencia de la implantación de glorietas en los accidentes de tráfico", Asociación Técnica de Carreteras, RUTAS magazine, p.33- 37, Madrid, Mar.-Apr. 1999
- U. Brüde and J. Larson: "What roundabout provides the highest possible safety from a traffic safety point of view?", VTI meddelande 864 and 865 Nordic Road and Transport Review Nº 2, 2000
- R. Schnüll and T. Richter: "Sicherheitsvergleich der Knotenpunktgrundformen Kreuzung Und Rechtsversatz an Straßen außerhalb bebeuter Gebiete", Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 683, Bonn: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungwesen 1994
- K. Eckstein and V. Meewes: Sicherheit von Landstraßen-Knotenpunkten, Institut für Straßenverkehr Köln, Nr. 40, Köln 2002
- NetTOM eLearning Workshop: July 2004, TOM609, "Highway Engineering" on: http://cbdd.wsu.edu/edev/NetTOM_ToT/Resources/Other/TOM609/index.htm, downloaded: 19. Sep. 2005
- L. Staplin, K. W. Gish, L. E. Decina, K. H. Lococo, D. L. Harkey, . S. Tarawneh, R. Lyles, D. Mace and P. Garvey: "Synthesis of human factors research on older drivers and highway safety", Volume II: Human Factors and Highway Safety Research Synthesis, FHWA-RD-97-095, Federal Highway Administration, October 1997
- K. M. Bauer and D. W. Harwood: "Statistical Models of At-Grade Intersection Accidents", Report No. FHWA-RD-96-125, Federal Highway Administration, 1996
- D. Blower, K.L. Campbell and P.E. Green: "Accident rates for heavy truck-tractors in Michigan", Accid Anal Prev., 25(3):307-21, Jun. 1993

6 Zranitelní účastníci provozu

Zranitelného účastníka silničního provozu lze definovat na základě tří kritérií:

1. **Z pohledu vozidla** – zranitelní jsou všichni, kteří nejsou chránění karosérií vozidla (chodci, cyklisté, motocyklisté)
2. **Z pohledu lidského těla** – zranitelní jsou starší lidé (nad 50 let – díky stavbě kostí, nižší flexibilitě, zhoršenému vnímání) a děti (díky nezkušenosti, nepředvídatelnosti)
3. **Z pohledu rychlostí** – zranitelní jsou ti, kteří se pohybují mnohem pomaleji než motorizovaná doprava, tzn. chodci a cyklisté

V zemích EU tvoří zranitelní účastníci silničního provozu 32 % usmrcených na extravilánových silnicích, z toho představují 10 % chodci, 5 % cyklisté a 17 % motocyklisté. Od roku 2001 se počet usmrcených snižuje ve všech kategoriích kromě motocyklistů (ETSC Pin Report, 2010).



Obrázek 36: Usmrcení dle kategorií (průměr za období 2007-2009), (zdroj: ETSC, 2010)

6.1 Cyklisté a chodci

Dopravní nehody s chodci a cyklisty jsou v extravilánu méně časté jak v intravilánu. Pokud však k dopravní nehodě dojde, jsou její následky obvykle velmi vážné a to díky často vysokým rychlostem motorizované dopravy a nízké toleranci lidského těla snášet nárazy nad rychlost vyšší jak 40 km/h. Osobní riziko je tedy pro každého cyklistu a chodce v extravilánu značné, proto je nezbytné se jejich bezpečností zabývat. Je nutné brát v potaz, že míra vystavení se riziku je u jednotlivých kategorií účastníků rozdílná a závisí na více vnějších faktorech, jako je např. denní doba nebo počasí.

6.1.1 Cyklisté

V období 2009 – 2011 bylo v ČR dle nehodových dat Policie ČR usmrceno v extravilánu 79 cyklistů. Převažující skupinu nehod tvořila srážka s vozidlem ve dne, za dobré viditelnosti a povětrnostních podmínek, na suchém a přímém úseku. Oproti nehodám chodců jsou zde více zastoupeny nehody v křižovatkách. Mezi nejzávažnější rizikové faktory utváření pozemních komunikací mající vliv na vznik dopravních nehod cyklistů patří:

- Nedostatečný prostor pro bezpečný pohyb po pozemní komunikaci
- Neexistence paralelní trasy v případě značných intenzit dopravy, rychlostí motorové dopravy a vysokého podílu TNV na pozemní komunikaci

- Nebezpečné utváření extravilánových křižovatek, zejména průsečných

Český předpis TP 179 „Navrhování komunikací pro cyklisty“ uvádí, že v nezastavěném území je možný společný provoz cyklistů, chodců a motorových vozidel, pokud hodinová intenzita chodců a/nebo cyklistů nepřesáhne hodnoty mezních intenzit (tabulka 21). Při jejich překročení se navrhuje vedení cyklistů odděleně:

- Formou jízdního pruhu/pásu
- Po krajnici – volba vhodné kategorie

Tabulka 21: Mezní intenzity

Intenzita dopravního proudu na silnici (voz/24 hod)	Mezní hodinové intenzity		
	Chodci a cyklisté	Chodci	Cyklisté
do 2 500	75	60	90
2 500-5 000	25	20	30
5 000 – 10 000	15	10	15
nad 10 000	10	5	10

Oddělené vedení cyklistů je dále doporučováno v případech silné rekreační dopravy, vysokých rychlostí motorové dopravy a výskytu méně zkušených a zdatných cyklistů. Zahraniční manuály mají tyto kritéria podrobnější. Např. holandský CROW uvádí výběrový diagram způsobu vedení cyklistů založený na funkci, rychlostech a intenzitách provozu. Kombinovaná doprava je dle diagramu možná pouze do rychlosti motorové dopravy 60 km/h a intenzit 2500 voz/den. Nad 60 km/h je ve všech případech doporučován samostatný pruh či stezka pro cyklisty.

V českých podmínkách je při překročení mezních hodnot intenzit chodců a cyklistů cyklistická doprava vedena odděleně od dopravního proudu vozidel:

- Souběžně s jízdním pásem fyzicky odděleným od jízdního pásu postranním dělicím pásem
- Souběžně s jízdním pásem za odvodňovacím zařízením
- Jako nezávisle trasovaná stezka pro cyklisty

Jiné manuály (např. z Nového Zélandu) uvádí, že v případě významné cyklistické aktivity představuje základní opatření poskytnutí dostatečného prostoru na zpevněné krajnici konstantní šířky. Důležité je, aby povrch krajnice byl hladký a čistý. Pokud není možné dosáhnout normové šířky, je vhodné poskytnout aspoň nějakou. Nejrizikovějšími místa představují zúžení a místa, kdy se cyklisté přibližují k motorizované dopravě. Takováto místa musí být „ošetřena“ alespoň dopravním značením a vhodným opatřením ke snížení rychlosti.

Obrázek 37: Příklad upozornění na cyklistickou dopravu (ČR)

Obrázek 38: Příklad upozornění na cyklistickou dopravu (Nový Zéland)

Při vyšších intenzitách se doporučuje zřízení cyklistického pruhu. Např. Dánsku se pruh preferuje již od intenzity 100 cyklistů za den. Oblíbenou formou pruhu představuje tzv. víceúčelový jízdní pruh. V turisticky atraktivním regionech a na trasách intenzivního dojíždění do práce se doporučuje zřizování samostatných cyklostezek. Bezpečnostní problém představují křížení s ostatními PK, kdy je nezbytná dostatečná viditelnost (rozhledové poměry) a jasné vyznačení přednosti v jízdě. Pokud stezka končí na kraji obce, je toto místo možné kombinovat s tzv. zklidňující „bránou“ do obce.

6.1.2 Chodci

V období 2009 – 2011 bylo v ČR dle nehodových dat Policie ČR usmrceno v extravilánu 114 chodců. V 86 % se jednalo o nehodu jednoho vozidla a chodce. Převažují skupinu nehod představuje sražení chodce jedním vozidlem, na přímém úseku, v noci (76 %), za dobrých povětrnostních podmínek. Odborná literatura uvádí dále důležitost role vlivu alkoholu u chodců. Mezi nejzávažnější rizikové faktory mající vliv na vznik nehod s chodci patří:

- Nedostatečná viditelnost
- Nedostatečný prostor pro bezpečný pohyb po pozemní komunikaci

Možná opatření na zvýšení bezpečnosti je doporučováno aplikovat v místech častého výskytu a přecházení chodců. Základem je zajištění adekvátní viditelnosti, minimalizace přechodových vzdáleností, management rychlosti a zřetelné vymezení prostoru pro pěší a motorovou dopravu (týká se to např. turisticky atraktivních míst, ČSPH, odpočívek). V případě chůze podél silnice je důležité poskytnout prostor mimo jízdní pruh, v případě malých vesnických komunit je vhodné veřejné osvětlení.

6.2 Bezpečnost motocyklů (PTW)

Vlivem utváření pozemní komunikace na chování motocyklistů se zabývá poměrně značné množství výzkumných projektů a odborné literatury, avšak vlivu na bezpečnost se věnuje jen málo z nich. Jmenujme např. evropský projekt „2-BE-SAFE“ (www.2besafe.eu), jehož závěry tvoří základ této kapitoly. Vlivy silniční infrastruktury na bezpečnost motocyklů mohou být rozděleny na makroskopické a mikroskopické. Na makroskopické úrovni se jedná např. o typ území, kategorii pozemní komunikace, vedení trasy, typ křižovatky. Mezi mikroskopické vlivy patří např. vlivy konkrétních návrhových prvků (příčný sklon, poloměr směrových oblouků, změna křivolakosti), závady vozovky, drsnost, viditelnost.

6.2.1 Typ území

Typ území je považován za jednu z nejvýznamnějších charakteristik ovlivňujících vznik nehod motocyklů. Projekt MAIDS[10] (ACEM, 2003) uvádí, že většina nehod motocyklistů (72 %) se stává v intravilánu. K podobnému závěru došli také Pearson a Whittington (2001). V Austrálii se podle jejich studie stane v zastavěném území přibližně 70 % nehod motocyklů. Závažnost nehod je však oproti četnosti nehod vyšší v extravilánu. Německá studie ASSING (2002) zabývající se celkovým vývojem nehod se zraněním s účastí alespoň jednoho motocyklisty uvádí, že ***nejzávažnější nehody se stávají v nezastavěném území***. Typ území má také vliv na typ převažujících nehod (a tím na jejich závažnost). V zastavěném území se odehrává např. většina křižovatkových nehod, které mají menší závažnost (ASSING, 2002). Oproti tomu procentuální zastoupení nehod ve směrových obloucích, které jsou většinou závažnější, je mnohem vyšší v nezastavěném území.

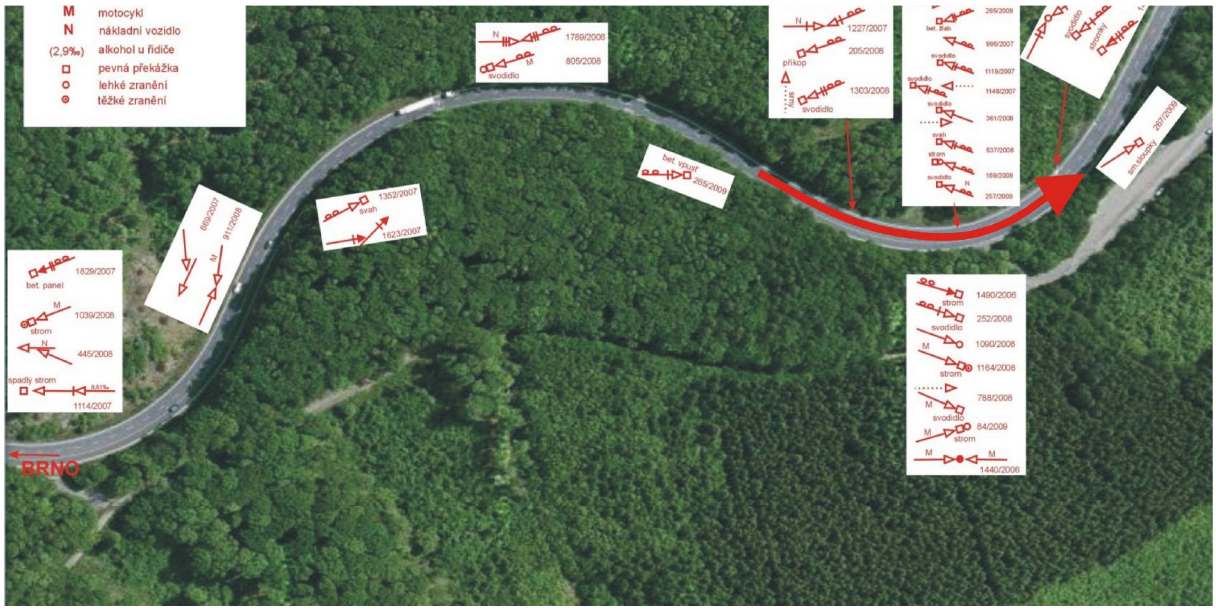
6.2.2 Utváření pozemní komunikace a bezprostředního okolí

Významný vliv na bezpečnost motocyklistů má samozřejmě geometrie pozemní komunikace, její vybavení a prvky umístěné v jejím bezprostředním okolí (svodidla, dopravní značky, pevné překážky apod.) a také vodorovné dopravní značení. MILLER (1997) uvádí, že nezpevněná krajnice, kluzké vodorovné značení, kovové poklopy a nezpevněný povrch představují pro motocykly rizikové faktory. Dle německé hloubkové studie se pozemní komunikace s vysokým podílem nehod motocyklů vyznačují umístěním vrcholových oblouků v těsné blízkosti směrových oblouků a křižovatek, značnou křivolakostí a velkými podélnými sklony (KUHN, 2008). GERLACH (2007) analyzoval data nehodových silničních úseků a porovnal je s úseky bez nehod. Tato srovnávací analýza ukázala, že úseky, na kterých:

- je úhlová změna v celém úseku větší jak 200gon/km
- se nachází maximálně 15 směrových změn na kilometr
- nejméně 50 % tvoří přímá
- a úseky, které jsou delší jak 2 km

představují pro motocykly větší riziko. GERLACH zdůrazňuje, že 18 % z 595 analyzovaných nehod se odehrálo na místech, kde příčný sklon nesplňoval požadavky jízdní dynamiky motocyklů. Nicméně tento nevhodný sklon měl většinou hodnotu hluboko pod 2,5 %. V některých místech byl pak překročen maximální doporučený sklon 8 %. Analýza týkající se podélných sklonů uvádí, že počet nehod motocyklů se smrtelnými následky je vyšší na úsecích s klesajícím podélným sklonem hodnoty 4 až 10 %, než na úsecích ve stoupání se sklonem menším jak 4%. Podélný sklon v klesání má tedy dle Gerlacha značný vliv na bezpečnost motocyklistů. Analýza kombinující vlivy příčného a podélného sklonu s parametry směrového oblouku (levý či pravý oblouk) ukazuje, že nehody se nejčastěji odehrávají v levotočivých směrových obloucích v klesání. Častým problémem těchto míst je nevhodný příčný sklon. Vzhledem k tomu, že 78 % analyzovaných nehod se odehrálo na silnicích s křivolakostí vyšší jak 200 gon/km, je možné konstatovat, že křivolakost je taktéž důležitým kritériem bezpečnosti.

[10] Projekt MAIDS (http://www.maids-study.eu/) představuje nejkomplexnější evropskou hloubkovou analýzu nehod silných motocyklů. Během tří let bylo vyhodnoceno 921 nehod z 5 zemí.



Obrázek 39: Příklad nehodového levotočivého směrového oblouku v klesání (4 nehody motocyklů za 2 roky z celkem 7 nehod) na silnici I/50 v Buchlovských kopcích

Projekt MAIDS (ACEM, 2003) identifikoval pro každou zkoumanou nehodu spolupůsobící faktory jejího vzniku. Nevhodné utváření pozemní komunikace (např. nevyhovující značení, pevné překážky, směrový oblouk se zmenšujícím se poloměrem atd.) bylo v úsecích předcházejících místu nehod zjištěno v 57 případech (6,2 %), ale u téměř poloviny těchto nehod (47 %) nehrálo roli spolupůsobícího faktoru. Nedostatek v údržbě pozemní komunikace byl zaznamenán u 146 nehod (15.8 %), z toho ve 25 případech hrál tento nedostatek roli klíčového či spolupůsobícího faktoru vzniku nehody. Počasí nehrálo žádnou roli v 92,7 % nehod, u 18 nehod (2 %) bylo identifikováno jako klíčový faktor a ve 42 případech (4,6%) jako spolupůsobící faktor.

Mezi další rizikové faktory patří vodorovné dopravní značení a kovové poklopy (kanálové vpustě), které mohou být zvláště za mokra kluzčí než povrch vozovky (NPRA, 2004). Taktéž mosty, zejména pokud jsou umístěny ve směrových obloucích nebo je na nich povrch menšího tření než na přilehlých úsecích vozovky (např. beton či dřevo následující po asfaltové silnici), představují pro motocyklisty zvýšené riziko (NPRA, 2004).

Velmi diskutovanou problematiku v souvislosti s nehodami motocyklistů představují zádržné systémy. V rámci projektu APROSYS (2006) byla provedena rešerše literatury na téma interakce motocykl-infrastruktura, ve které se uvádí, že náraz do pevné překážky je v závislosti na typu prostředí součástí 4,2 až 19,7 % nehod. Svodidla jsou zastoupena ve 2,4 až 4 % nehod motocyklů s usmrcením. Tyto nehody se obvykle stávají ve směrových obloucích a přibližně v polovině případů řidič naráží do svodidel ve vzpřímené poloze. Navzdory tomuto zjištění je stávající výzkum zaměřen převážně na druhou polovinu případů - na náraz vleže do svodidel. Z výsledků hloubkových analýz vyplývá, že nárazy do svodidel se odehrávají pod malými úhly ve vysokých rychlostech s nejčastějším poraněním hlavy a dolních končetin (APROSYS, 2006). V případě kovových svodidel bývá častěji zasažena svodnice než sloupek.

MAG (2005) zdůrazňuje, že v případě nárazu motocyklisty do svodidla bývají hlavní příčinou zranění střety s nekrytými sloupky svodidla. GIBSON a BENETATOS (2000) a DUNCAN a kol. (2000) uvádí, že náraz do sloupku má za následek více vážných zranění. Při nárazech do sloupků svodidel jsou zranění 5x vážnější než u průměrné motocyklové nehody. MacDONALD (2002) prohlašuje, že stávající standardy a specifikace zádržných systémů neberou případný náraz motocyklisty v potaz. GIBSON a BENETATOS (2000) vyšetřovali motocyklové nehody se smrtelnými následky, které se staly

v Novém Jižním Walesu v roce 1998/1999 a v souvislosti se svodidly identifikovali tři nehodové scénáře:

- motocyklista je při nehodě vymrštěn do vzduchu ještě před nárazem do svodidel
- motocyklista spadne z motorky a klouže po silnici do svodidla
- motocyklista narazí do svodidla i s motorkou

Dále uvádí, že většina nárazů, které skončily usmrcením, se odehrála při poměrně malém úhlu nárazu (do méně jak 45 stupňů). Při malém úhlu nárazu představují betonová svodidla menší riziko než ocelová či lanová. Betonová svodidla doporučuje např. rakouská instituce ATSB[11] (2000), která uvádí, že tyto svodidla mohou být navíc při započtení nákladů na údržbu ekonomicky výhodným řešením. Výsledky nárazových testů ukazují, že při nárazu do ocelových svodidel dochází k větší deceleraci než u betonových svodidel. Pokud není motocyklista katapultován přes betonové svodidlo přímo do pevné překážky, utrpí častěji přežitelná zranění(BERG a kol.. 2005). Jelikož však při nárazu do betonového svodidla nedochází k dostatečnému pohlcení kinetické energie, zvyšuje se riziko odhození motocyklisty zpět do dopravního proudu.

K požadavkům motocyklistických organizací týkající se odstranění lanových svodidel, která jsou vnímána jako zvláště nebezpečná, ATSB uvádí, že na základě nehodových statistik není možné označit lanová svodidla za riziková a neexistuje tedy důvod je odstranit, neboť přináší bezpečnostní výhody ostatním účastníkům provozu.

Pro zvýšení bezpečnosti motocyklistů existuje několik způsobů úprav zádržných zařízení. Jedná se zejména o takové úpravy, které umožňují řidiči po nárazu sklouznou podél svodidla bez následného nárazu do pevné překážky. Nejběžnějším řešením je instalace druhé, spodní svodnice a tvorba svodidel „přívětivých“ k motocyklům.

6.2.3 Osvětlení a viditelnost

Viditelnost a rozhledové poměry představují pro motocykly stejně jako pro ostatní účastníky silničního provozu důležitý faktor ovlivňující bezpečnost. Nedostatečné rozhledové poměry (zejména ve směrových a výškových obloucích a po setmění) přispívají ke zvýšení závažnosti nehod motocyklistů (SAVOLAINEN a MANNERING, 2007). Ke vzniku nehod motocyklistů zejména na křižovatkách přispívá také menší nápadnost (postřehnutelnost) motocyklistů (NPRA, 2004). Motocyklisté jsou považováni za více zranitelné během nočních hodin na křižovatkách i na silničních úsecích (HAGUE a kol., 2009). Zranění při nehodách odehrávajících se v brzkých ranních hodinách bývají nejvážnější, a to zejména na křižovatkách organizovaných pouze pomocí dopravního značení (PAI a SALEH, 2007).

6.2.4 Typ kolize

Francouzská studie (BRAILLY, 1998) uvádí, že míra usmrcení na počet nehod je v případě nárazu motocyklisty do pevné překážky 5 x vyšší než národní průměr. Nehody s pevnou překážkou tvoří 8 % motocyklových usmrcení a 13 % usmrcených na extravilánových silnicích. Čelní nárazy s jiným vozidlem ve směrových obloucích jsou zastoupeny 6 % nehod se zraněním a 13 % nehod s usmrcením (NPRA, 2004). Kolize se stojícími objekty mají za následek těžší zranění (QUDDUS a kol. 2002, LIN a kol., 2003, KENG 2005, SAVOLAINE a MANNERING, 2007)

PAI a SALEH (2007, 2008) zpracovali rozsáhlou studii týkající se vztahu mezi typem křižovatky a závažností zranění motocyklistů. Uvádí, že hlavní spolupůsobící faktory závažnosti zranění na nekontrolovaných křižovatkách představují: starší řidiči, větší objem motoru motocyklu, jízda brzy ráno, o víkendu a za pěkného počasí, neosvětlení křižovatky, jízda ve volném dopravním proudu, nehody s autobusy a nákladními vozidly. V případě světelně řízených křižovatek jsou kritickými

[11] *ATSB (www.atsb.gov.au) je australskou státní organizací analyzující dopravní nehody*

parametry vyšší objem motoru, nehody s autobusy a nákladními vozidly, pěkné počasí, extravilán a typ nehody. Ke vztahu typu křižovatky, pohlaví a věku uvádí, že řidiči – muži jsou v případě nehody vystaveni pravděpodobnosti vážnějšího zranění na světelně řízených křižovatkách než na neřízených. Mladí řidiči do 18 let jsou více náchylní k vážnému zranění než řidiči věkové skupiny 20 – 59 u nehod na křižovatkách s předností v jízdě danou dopravním značením než na křižovatkách s předností zprava. Nehody, kdy se starší řidič automobilu otáčel a kolidoval s motocyklem, se dějí zejména na neřízených křižovatkách (PAI a SALEH, 2008).

NPRA (2004) uvádí, že nehody v křižovatkách tvoří cca 30 % nehod s osobními následky a 17 % nehod s usmrcením. Tyto typy nehod převládají v případě mopedů. V 87 % případů těchto nehod měl mít motocyklista přednost, zatímco ve 13 % případů měl dát přednost.

Nebezpečná rychlost významně ovlivňuje závažnost zranění (BRANAS a KNUDSON 2001, SAVOLAINEN a MANNERING, 2007). Tento vliv je zesílen u neřízených křižovatek (PAI a SALEH 2008). Více než polovina motocyklových nehod s osobními následky se odehrává na křižovatkách a jejich větvích (ASSING 2002). Tyto nehody jsou charakteristické relativně nízkou závažností. Závažnost nehod je mnohem vyšší u nehod ve směrových obloucích, zvláště v kombinaci s příčným sklonem.

6.2.5 Stav povrchu vozovky

HAGUE a kol. (2009) uvádí, že mokrý povrch je spolupůsobícím faktorem vzniku nehod na úsecích. ASSING (2002) však uvádí, že v Německu se v roce 1999 stalo 83 % všech nehod s motocyklem na suchém povrchu. Pro srovnání, podíl všech nehod s osobními následky na suchém povrchu tvořil v tom samém období jen 66 %. Tento rozdíl může být vysvětlen tím, že motocyklisté řídí své stroje převážně za suchého a přívětivého počasí. Při analýze nehod motocyklů provedenou v MAIDS (ACEM, 2003), byl povrch v 84,7 % všech nehod suchý, zatímco mokrý povrch byl zaznamenán pouze v 7,9 % případech. Poškození povrchu vozovky bylo zaznamenáno ve 30 % nehod. Živice používaná na opravy povrchů vozovky mívá mnohem menší drsnost než mokrý asfalt, což může způsobovat problémy při zatáčení, zvláště při brzdění ve stoje či naklánění se (ELLIOT a kol., 2003).Velmi známým problémem způsobeným nedostatečnou tuhostí rámu motocyklu je nestabilní jízda (BRORSSON a IFNER, 1983). Byla zaznamenána vážná zranění způsobená náhlým rozkmitáním či kličkováním motocyklu. HAWORTH a kol. (1997) uvádí, že povrch vozovky hrál roli v 15 % těchto nehod. Autoři uvádí, že důležitými faktory těchto nehod byla:

- drsnost
- nerovnosti povrchu, výmoly
- nezpevněný materiál
- bodové opravy povrchu
- vodorovné dopravní značení

PEARSON a WHITTINGTON (2001) uvádí že motocykly jsou velmi citlivé na změny tření mezi povrchem vozovky a pneumatikami.

6.2.6 Příklady

	Nedostatečná údržba vozovky spolupůsobí u 6,6 % nehod motocyklů.
	Existence pevných překážek omezujících rozhledové poměry je častým faktorem vzniku nehod.
	Svodidla představují pro řidiče motocyklů značné nebezpečí. Týká se to zejména dolních končetin, páteře a hlavy. Rizikové faktory musí být vyhodnoceny pomocí lokálních nehodových statistik. Motocyklista při nehodě či pádu často opustí motocykl a klouže po povrchu silnice s počáteční rychlostí rovnou rychlosti jízdy motocyklu. Během tohoto pohybu může motocyklista narazit do pevné překážky (sloup, obrubník či svodidlo)

	Používaná svodidla jsou často tvořena ocelovou svodidelnicí a sloupky. Nejčastější příčinou úmrtí motocyklisty při kontaktu se svodidlem představuje náraz do jednoho či více podpěrných sloupků. Naprostá většina silničního vybavení je navrhována a konstruována zejména se zřetelem na charakteristiky vícestopých motorových vozidel a bezpečnostní aspekty motocyklistů nejsou brány v potaz.
	Jelikož silnice a jejich bezprostřední okolí by měly být bezpečné pro všechny typy účastníků provozu, je v případě instalace svodidla nutné brát v potaz také bezpečnostní specifika motocyklů. Ocelová svodidla je možné doplnit druhou svodidelnicí nebo je možné použít vhodnější betonová svodidla.

6.2.7 Shrnutí

Mezi nejzávažnější rizikové faktory mající vliv na vznik nehod motocyklistů či na zhoršení následků těchto nehod patří:

- Nedostatky v návrhových prvcích (celková konstrukce, disharmonické vedení trasy, křivolakost, výtluky atd.)
- Nedostatky v údržbě
- Kvalita a stav povrchu vozovky
- Způsob provedení zádržných systémů
- Kritický poloměr směrových oblouků
- Nevhodný příčný sklon
- Kombinace vlivu příčného a podélného sklonu a směru zatáčky
- Křižovatky
- Vodorovné dopravní značení, bodové opravy povrchu
- Omezená viditelnost a rozhledové poměry

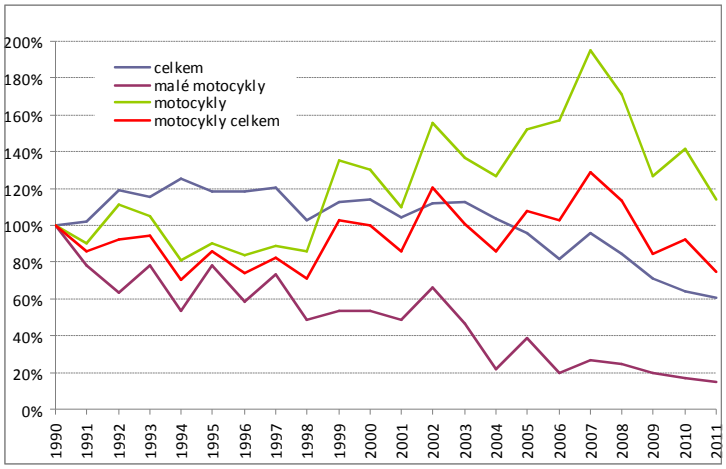
6.2.8 Česká republika

Nehodovost motocyklistů představuje v ČR v porovnání s ostatními zeměmi EU značný problém. Důvodem je nárůst počtu uživatelů, jejich nedostatečné vzdělání a zkušenosti, špatná kvalita infrastruktury (zejména povrchu vozovek a značení směrových oblouků), dále pak překračování rychlostí a nízká míra vzájemné ohleduplnost mezi všemi účastníky silničního provozu. Tabulka 22 a obrázek 42 jasně ukazují, že celkový počet usmrcených při dopravních nehodách má od roku 2001 klesající tendenci, zatímco počet usmrcených motocyklistů tento trend nekopíruje. Poměr usmrcených motocyklistů k celkovému množství obětí dopravních nehod se zvyšuje, od 7,3 % v roce 2001 až k 11 % v roce 2011.

Tabulka 22: Vývoj počtu usmrcených v letech 2001 - 2011

	rok	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Usmrcení	Celkem	1219	1314	1319	1215	1127	956	1123	992	832	753	707
	Mopedy	20	27	19	9	16	8	11	10	8	7	6
	Motocykly	69	98	86	80	96	99	123	108	80	89	72

Nejrizikovější skupinu představují řidiči silných motocyklů, neboť mopedy nejsou v ČR příliš rozšířeným dopravním prostředkem.

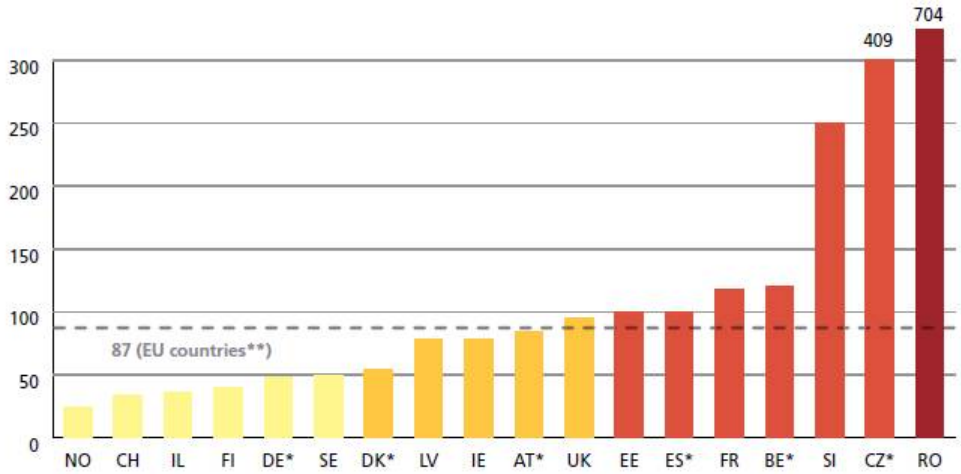


Obrázek 40: Vývoj počtu usmrcených - ČR (1990 = 100 %)

Z nehodových dat pro období 2009 – 2011 bylo identifikováno celkem 145 usmrcených motocyklistů v extravilánu. Z tohoto počtu zahynulo 90 osob při dopravních nehodách motocyklu a dalšího vozidla. Naprostá většina těchto nehod se stala ve dne, za dobré viditelnosti (95 %). Rozdělení dle směrových poměrů je rovnoměrné pro přímé useky, směrové oblouky a křižovatky.

38 % osob (55) zemřelo při havárii jednoho vozidla. Z těchto havárií se 95 % stalo na suchém povrchu a za neztížených povětrnostních podmínek, 80 % se stalo ve dne a 65 % ve směrovém oblouku. Pouze 5 % usmrcených bylo zaznamenáno při haváriích v křižovatkách.

Riziko usmrcení motocyklisty bylo v roce 2009 na českých silnicích více než 4 x vyšší jak evropský průměr (409 oproti 87) a např. 15 x vyšší než v Norsku (viz obrázek 41).



Obrázek 41: Počet úmrtí motocyklistů na milión ujetých kilometrů v roce 2009 (Pin report, ETSC, 2010)

6.3 Zdroje

- Pedestrian Safety on Rural Highways, FHWA. 2004
- Campbell, Zegger, Huang and Cyneski: A Review of Pedestrian Safety Research in the United States and Abroad, FHWA. 2004
- Factors contributing to pedestrian and bicycle crashes on rural highways – summary report, FHWA. 2010
- High-risk rural roads guide, NZ Transport Agency. 2011
- Collection of Cycle concept, Denmark Road Directorate. 2000
- Design Manual for bicycle traffic, CROW. 2007
- ETSC PIN Report. 2010
- SWOV Fact sheet - Vulnerable road users- February 2007
- FEMA Federation of European Motorcyclists' Associations - POSITION STATEMENT DIRECTIVE ON ROAD INFRASTRUCTURE SAFETY MANAGEMENT- 19th April, 2007
- FEMA - The road to success - July 2005
- ACEM Association des Constructeurs Europeens de Motorcycles (2006): Guidelines for PTW-Safer road design in Europe, Brussels.
- ACEM Association des Constructeurs Europeens de Motorcycles (2004), MAIDS (Motorcycle Accident in-depth Study)
- APROSYS SP4 D413. Report on accident scenarios for motorcycle-mororcyclist-infrastructure interaction. State-of-the art. Future research guidelines.
- ASSING (2002): Schwerpunkte des Unfallgeschehens von Motorradfahrern [Main aspects of motorcycle accidents], Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Schriftenreihe „Mensch und Sicherheit“, Heft M 137, Bergisch Gladbach.
- Australian Transport Safety Bureau (ATSB) – Working party report, (2000). Review of Wire rope safety barriers
- BALD, S.: Untersuchungen zu Determinanten der Geschwindigkeitswahl.; Bericht zum FP 8525/3 der BAST, Bereich Unfallforschung, Nr. 158, Bergisch Gladbach, April 1987, 119 S.; 1987.
- BARSI T. S, FAERGEMANN C. AND LARSEN L. B. (2002). Road Traffic Accidents with Two-Wheeled Motor Vehicles During a Five-Year Period in Odense, Denmark, Traffic Injury Prevention, 3, 283–287.
- Berg, Rucker, Gartner, Konig, Grzebieta and Zou (2005). Motorcycle impacts to roadside barriers – real world accident studies, crash tests and simulations carried out in Germany and Australia
- BJÖRKETUN, U.: Relationships between Pavement Types and Traffic Accidents in Different Weather Conditions.; VTI Topics Vol.4 No.3, May 1985, S. 3-4.; 1985.
- C Duncan, B Corben ,N Truedsson, C Tingvall, 01.12.2000, “CR 201: Motorcycle and Safety Barrier Crash-Testing: Feasibility Study”, Monash University Accident Research Centre
- CROSS, K.D.; FISHER, G.: A Study of Bicycle/Motor-Vehicle Accidents: Indentification of Problem Types and Countermeasure Approaches.; Vol. I, Final Report September.; 1977.
- DE LAPPARENT M. (2006), Empirical Bayesian analysis of accident severity for motorcyclists in large French urban areas, Accident Analysis and Prevention, 38 (2), 260-268.
- DfT – Department of Transport (2005): The Government’s Motorcycling Strategy, London.
- DGT (Dirección General de Tráfico, España). Estudio de accidentes con implicación de motocicletas en España. (Motorcycle accident analysis study)
- EISENBERG, D.: The mixed effects of precipitation on traffic crashes.; Accident Analysis & Prevention Vol.36, 2004, S. 637-647.; 2004.
- ELLIOTT M A, BAUGHAN C J, BROUGHTON J, CHINN B, GRAYSON G B, KNOWLES J, SMITH L R AND SIMPSON H (2003), Motorcycle safety: a scoping study, TRL Report TRL581, UK.
- Elliott, Baughan, Broughton, Chinn, a kol.. (2003). Motorcycle Safety: A Scoping study
- EURORAP – European Road Assessment Programme (2008): Barriers to change: designing safe roads for motorcyclists – position paper on motorcycle and crash barriers, Brussels.
- FEMA – Federation of European Motorcyclists Association (2007): A European Agenda for Motorcycle Safety – The Motorcyclist´s Point of View, Brussels.
- FEMA (Federation of European Motorcyclists Associations) Position Statement, 19.04.2007, “Directive on road infrastructure safety management”
- FGSV - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen [German Road and Transportation Research Association] (2007): MVMot - Merkblatt zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken [Guideline for improving traffic safety along motorcycle routes], FGSV-Verlag, Köln.
- Gabler (Virginia Tech), The risk of fatality in motorcycle crashes with roadside barriers.

- GALVAGNINI, S.: Die Verkehrssicherheit der motorisierten Zweiräder.; Diplomarbeit am Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der TU Wien, Abteilung für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Wien, 29. Oktober 1985, 205 S.; 1985.
- GERLACH, ODERWALD (2007): Schutzeinrichtungen am Fahrbahnrand kritischer Streckenabschnitte für Motoradfahrer [Measures for the enhancement of safety of motorcyclists at the edge of carriageways on critical road sections], Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Schriftenreihe „Verkehrstechnik“, Heft V 152, Bergisch Gladbach.
- HAQUE MD. M., CHIN H. C. AND HUANG H. (2009), Modeling fault among motorcyclists involved in crashes, Accident Analysis and Prevention, forthcoming.
- HAQUE MD. M., CHIN H. C. AND HUANG H. (2009), Modeling fault among motorcyclists involved in crashes, Accident Analysis and Prevention, forthcoming.
- HARDY E., BAIRD T., (2009), Consultation, The Rider´s Perspective 2009, Motorcycle safety in Northern Ireland
- HAWORTH, N., MULVIHILL, C., 2005. Review of Motorcycle Licensing and Training. Monash University Accident Research Center, Victoria, Australia.
- HAWORTH, NARELLE AND ROWDEN, PETER (2006) Fatigue in motorcycle crashes. Is there an issue?. In Proceedings Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference, Gold Coast, Queensland.
- Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen (2003): Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken – Leitfaden [Measures to improve road safety along motorcycle routes – guideline], Leitfaden des Dezernats Verkehrssicherheit und Verkehrstechnik, Wiesbaden.
- HORBERRY T., HUTCHINS R. AND TONG R. (2008), Motorcycle Rider Fatigue: A Review, Road Safety Research Report No. 78, February, Department for Transport, London, UK.
- HORSWILL M. S. AND HELMAN S. (2003). A behavioral comparison between motorcyclists and a matched group of non-motorcycling car drivers: factors influencing accident risk, Accident Analysis and Prevention 35, 589–597
- HURT, H.H., OUELLET, J.V., THOM, D.R., 1981. Motorcycle Accident Cause Factors and Identification of Countermeasures, Final Report to National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation.
- IHIE – Institute of Highway incorporated engineers (2008): IHIE Guideline for motorcycling, London.
- JOHNSTON P., BROOKS C., SAVAGE H. (2008). Fatal and serious road crashes involving motorcyclists, Research and analysis report, Road Safety, Monograph 20 April Department of Infrastructure, Transport, Regional Development and Local Government, Canberra, AU.
- KÜHN (2008): Analyse des Motorradunfallgeschehens [Analysis of motorcycle crashes], Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. – GDV [German Insurance Association], Unfallforschung kompakt, Berlin.
- LIN, M.R., CHANG, S.H., PAI, L., KEYL, P.M., 2003. A longitudinal study of risk factors for motorcycle crashes among junior college students in Taiwan. Accident Analysis and Prevention 35, 243–252.
- M Macdonald (2002). Motorcyclists and Roadside Safety hardware, Presented at the A2A04 Summer meeting
- Motorcycle Action Group (MAG), (2005). Motorcycle Friendly Crash Barriers
- Motorcycle Action Group (MAG), (2006). Vehicle Restraint Systems; Safety Fences, Crash Barriers, Motorcyclists, Version 1.4
- NATIONAL TRANSPORT COMMISSION (2001) Options for a Regulatory Approach toFatigue in Drivers of Heavy Vehicles in Australia and New Zealand. www.ntc.gov.au.
- NMCU – Norwegian Motorcycling Union (2004): MC Safety - Design and Operation of Roads and Traffic Systems, Oslo.
- OUELLET, J.V.; SMITH, T.A.; THOM, D.R.; KASANTIKUL, V.: Environmental Contributing Factors in Thailand Motorcycle Crashes.; INSTITUT FÜR ZWEIRADSICHERHEIT (Hrsg.): Sicherheit Umwelt Zukunft IV.; 2002.
- PAI, CHIH-WEI AND SALEH, W. (2007), An analysis of motorcyclist injury severity under various traffic control measures at three-legged junctions in the UK Safety Science 45 832–847.
- PAI, CHIH-WEI AND SALEH, W. (2008). Modelling motorcyclist injury severity resulting from sideswipe collisions at T-junctions in the United Kingdom: new insights into the effects of manoeuvres, International Journal of Crashworthiness, 13(1), 89-98.
- REEDER, A.I., CHALMERS, D.J., LANGLEY, J.D., (1995). Young on-road motorcyclists in New Zealand: age of licensure, unlicensed riding, and motorcycle borrowing. Injury Prevention 1, 103–108.

- RTR 2001-2003 Projects, “Motorcycle Accident Investigation: Development of a Common Methodology for Motorcycle Crashes Data Collection”, (Chairman of the Technical Expert Group: Mr. Cesari, INRETS, France)
  RUTTER, D.R. AND QUINE, L., (1996). Age and experience in motorcycling safety. Accident Analysis and Prevention 28, 15–21.
- SAVOLAINEN, P. AND MANNERING F. (2007), Probabilistic models of motorcyclists’ injury severities in single- and multi-vehicle crashes, Accident Analysis and Prevention 39, 955–963.
- SEXTON, B.; BAUGHAN, C.; ELLIOTT, M.; MAYCOCK, G.: The accident risk of motorcyclists.; TRL Report 607, Crowthorne, Berkshire 2004, 57 S.; 2004.
- SHANKAR V., MANNERING F.L. AND BARFIELD W. (1996). Statistical analysis of accident severity on rural freeways, Acc. Anal. Prev. 28(3), 391–401.
- SHANKAR, V.; MANNERING, F.; BARFIELD, W.: Effect of roadway geometrics and environmental factors on rural freeway accident frequencies. Accident Analysis & Prevention Vol.27, 1995, S. 371-389.; 1995.
- SPORNER (2006): Risiken beim Motorradfahren – Spezielle Einflussgrößen durch Straßenführung und Umfeld [Motor Cycle Accidents – Particular risks due to layout of roads and environment], Institut für Zweiradsicherheit, Forschungsheft Nr. 12, Tagungsband der 6. Internationalen Motorradkonferenz, Essen.
- Statens vegvesen (Norwegian Public Roads Administration) (2004). Handbook 245e: MC Safety – Design and Operation of Roads and Traffic Systems
- SWEZEY, R.W., LLANERAS, R.E., 1997. Models in training and instruction. In: Salvendy, G. (Ed.), Handbook of Human Factors and Ergonomics, second ed. John Wiley & Sons, New York.
- Ulleberg, Pål Motorcykelsäkerhet - en litteraturstudie och meta-analys (Motorcycle safety- a literature review and meta-analysis). Oslo : Transportökonomisk institutt TÖI report 681, 2003 -the most recent European study on motorcycle accident causations)
- Ute Grosse, Helsinki University of technology (2006). Safer restraint systems for motorcyclists, Literature research

7 Bezpečnostní audit

7.1 Obecně

Ve většině evropských zemí jsou požadavky na bezpečnost součástí technických předpisů, ať už se jedná o plánování, projektování, výstavbu, provoz či údržbu pozemních komunikací. Nicméně nejnovější poznatky z oboru bezpečného utváření pozemních komunikací nejsou vždy součástí technických předpisů a dopravní stavby tak nejsou mnohdy plánovány a stavěny s dostatečnou úrovní bezpečnosti. Důvodem může být také snaha najít kompromis mezi často protichůdnými zájmy, které se v procesu plánování, výstavby a provozu vyskytují. Vhodný nástroj pro řešení výše uvedených záležitostí představuje bezpečnostní audit .

7.1.1 Historie

První bezpečnostní audity proběhly v 30. letech 19. století na britské železnici. Tým zkušených armádních inženýrů vyšetřoval nehody na železnici, které byly v pionýrských dobách železnice jevem poměrně častým. První bezpečnostní audity pozemních komunikací byly vypracovány v 80. letech 20. století v Anglii, kdy si dopravní inženýři zabývající se bezpečností na pozemních komunikacích (zejména sanací nehodových lokalit) uvědomili, že nehodové lokality jsou velmi rozšířeným jevem i na poměrně nových komunikacích. Bylo zřejmé, že je nutné do projektování zahrnout bezpečnostní problematiku. Anglická metodika pro vyšetřování nehod a prevenci (The Institution of Highways and Transportation Guidelines on Accident Investigation and Prevention) z roku 1980 poprvé zmiňuje bezpečnostní audit jako vhodnou formu prevence. V roce 1990 je provádění auditů zakotveno v anglickém Design Manual for Roads and Bridges a stává se povinným při projektování silnic I.třídy a dálnic. V tomtéž roce byly vydány směrnice pro provádění auditů na hlavních komunikacích. Díky velkému zájmu ze strany místních úřadů se audity začaly prosazovat také na místních komunikacích. V roce 1992 proběhly pilotní audity na Novém Zélandu, v roce 1994 byly zpracovány australské směrnice. V roce 1996 audit proniká do USA a postupně do některých zemí Evropy, Asie a Severní Ameriky.

V každé zemi má provádění auditu svá specifika, daná zejména rozdílnou legislativou, podstata auditu je však všude stejná. V mnoha zemích (Velká Británie, Německo, Dánsko, Holandsko, Nový Zéland, Austrálie, USA, Malajsie) se audit již dávno stal standardním a respektovaným nástrojem pro zvyšování bezpečnosti pozemních komunikací. Doporučení uvedená v této kapitole jsou výsledkem rešerší stávajících metodik provádění auditu a zkušeností získaných při zpracování pilotních bezpečnostních auditů v rámci projektu Pilot4Safety.

7.1.2 Oblast použití

Pozemní komunikace jsou kategorizovány dle:

- Umístění (extravilán nebo intravilán),
- Možnosti napojení přilehlých ploch (s napojením nebo bez napojení) a
- Základní funkce (sběrná, místní, obslužná)

a plánovány, projektovány, stavěny a provozovány v souladu s relevantními technickými předpisy daného státu. Audit doplňuje tyto předpisy a směrnice. Může být aplikován na všechny typy silničních projektů. Některé kritéria projektu (např. náklady, silniční kategorie, správce pozemní komunikace) mohou provádění audit limitovat.

7.1.3 Cíle a definice auditu

Existuje několik definic auditu. PIARC (2001) definuje audit jako formální systematické hodnocení bezpečnosti dopravního projektu prováděné nezávislým a kvalifikovaným auditorem nebo auditorským týmem, který zpracuje zprávu o nehodovém potenciálu hodnoceného projektu

z pohledu všech typů jeho budoucích uživatelů. Směrnice 2008/96/EC používá následující definici: Audit je nezávislá, detailní, systematická a technická kontrola návrhových charakteristik dopravního projektu prováděná ve všech jeho fázích, od plánování až po uvedení do provozu.

Audit je tedy formální procedura, která je součástí projektování a realizace dopravních projektů a jejíž cílem je to, aby výsledné dílo bylo co nejbezpečnější pro všechny jeho uživatele. Aby potenciální bezpečnostní problémy byly identifikovány dříve, než se stanou skutečností (tzn. nehodami). Je to proces prevence dopravních nehod.

7.1.4 Náklady a výnosy bezpečnostního auditu

Dle SWOV (2007) představují výnosy auditu zejména náklady ušetřené zabráněním vzniku dopravních nehod díky realizaci doporučení vzniklých z bezpečnostního auditu. Kromě toho existují také další výnosy: snížení objemu prací při opravách škod způsobených dopravními nehodami, snížení celkových nákladů projektu, zvýšení povědomí o problematice dopravní bezpečnosti a vyšší kvalita procesu navrhování dopravních staveb, bezpečnější prvky pro zranitelné účastníky silničního provozu, přispění k dosažení cílů bezpečnostních strategií, zkvalitnění technických předpisů a směrnic.

Náklady spojené s prováděním auditu se mohou velmi lišit v závislosti na rozsahu projektu a fáze projektování, ve které je audit prováděn. Je nutné rozlišovat mezi přímými a nepřímými náklady. Mezi přímé náklady se řadí doba provádění auditu a doba, za kterou projektant zapracuje doporučení vzešlá z auditu. Čím dříve v procesu projektování je audit prováděn, tím menší jsou relativní náklady. Zkušenosti z auditů provedených v rámci projektu P4S ukázaly, že “typický”[12] audit jedné fáze projektu extravilánové pozemní komunikace nižší kategorie je zpracováván týmem dvou auditorů za dobu menší jak jeden týden, takže přímé náklady jsou mnohonásobně nižší s porovnáním s celkovými náklady projektu.

Mezi nepřímé náklady patří dodatečné náklady související s realizací doporučení vzešlých z auditu. Zkušenosti ze zahraničí uvádí odhady pohybující se v rozmezí 1-2 % celkových nákladů na projekt. V případě menších projektů mohou být tyto náklady relativně vyšší než u nákladnějších projektů.

MaCAULAY a McINERNEY (2002) uvádí, že audit je ekonomicky výhodný. Dle ELVIKA (2004) závisí vlivy auditu na tom, jakým způsobem a v jakém rozsahu jsou zapracována doporučení vzešlá z auditu. Účinnost auditu představuje tzv. odvozenou účinnost, neboť záleží na účinnosti realizovaných doporučení. Je prokazatelné, že provádění auditu je z pohledu zvýšení bezpečnosti dopravních staveb přínosné. Jelikož jsou však změny v projektech provedené na základě auditu často velmi malé, není možné očekávat příliš velké přínosy (SWOV, 2007).

7.2 Fáze provádění

Audit by měl být v ideálním případě integrální součástí plánovacího procesu dopravních staveb ve fázích:

- Fáze 1: Studie
- Fáze 2: Detailní návrh
- Fáze 3: Kolaudace (před uvedením do provozu)
- Fáze 4: Zkušební provoz

Vzhledem k národním specifikám se proces provádění auditu může v každé zemi mírně lišit. Požadovaný počet fází auditu závisí na typu projektu. Fáze 1 a 2 by měly být prováděny při projektování dopravní stavby, fáze 3 a 4 se týkají již hotové dopravní stavby. Při provádění auditu ve fázi 2 až 4 je nutné zkontrolovat, zda byly zohledněny zjištění auditu z předchozích fází. Audit by měl být prováděn ve všech výše uvedených fázích. Pokud to není možné, je nezbytné, aby byl audit proveden v co nejrannější fázi, kdy je akceptace doporučení vzešlých z auditu nejvyšší.

[12] Jednoduchá křižovatka, obchvat, rekonstrukce úseku v délce 15 – 20 km

7.3 Proces provádění

Klient (objednatel), projektant a auditor jsou součástí procesu provádění auditu.

- Objednatel: obvykle správce pozemní komunikace, který si nechává zpracovat projekt
- Projektant: zhotovitel zodpovědný za návrh projektu
- Auditor: nezávislá organizace, osoba nebo tým, který provádí audit projektu zpracovaného projektantem

Objednatel obvykle iniciuje provedení auditu a pověří příslušného auditora zpracováním auditu. Všechny nezbytné materiály a podklady jsou distribuované přes objednatele. Objednatel poskytne auditorům všechny nezbytné podklady. Auditor provádí audit na základě poskytnutých podkladů a na základě prohlídky lokality.

Písemná zpráva o provedení auditu uvádí seznam bezpečnostních deficitů, které byly při zpracování auditu identifikovány společně s doporučeními na jejich odstranění nebo zmírnění. Auditor nemá za úkol zpracovávat doporučení v detailní podobě, pouze písemnou formou jednoduše doporučení popíše. Objednatel následně obdrží zprávu o provedení auditu. Je vhodné projednat zjištění auditu na společném jednání všech zúčastněných stran. O tom, zda je toto jednání nezbytné, rozhoduje objednatel.

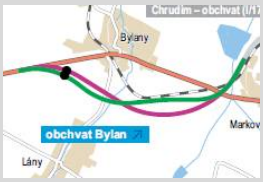
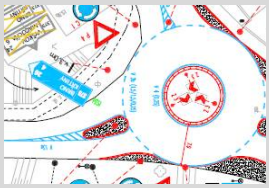
Objednatel rozhodne, která doporučení vzešlá z auditu, případně v jakém rozsahu, budou akceptována a povedou ke změně projektu. Objednatel zpracuje tato svá rozhodnutí písemnou formou a přiloží je ke zprávě o provedení auditu. Ta se následně stává součástí projektové dokumentace. Výše uvedená procedura by měla být obsažena ve smlouvě o provedení auditu.

7.4 Potřebné podklady

7.4.1 Projektová dokumentace

Objednatel zajistí předání příslušné projektové dokumentace auditorskému týmu. Auditor může specifikovat objednateli požadavky týkající se rozsahu projektové dokumentace nezbytné pro kvalitní provedení auditu. Záleží samozřejmě na fázi, ve které je audit prováděn a na rozsahu a typu dopravního projektu. Seznam základních podkladů dle jednotlivých fází provádění auditu uvádí tabulka 23.

Tabulka 23: Podklady dle fáze provádění auditu

Fáze 1	Fáze 2	Fáze 3	Fáze 4
			
▪ **Průvodní zpráva** ▪ **Dopravní analýzy a prognóza vývoje dopravy** ▪ **Přehledová mapa** ▪ **Přehledná situace s vyznačením typu křižovatek** ▪ **Příčné řezy** ▪ **Směrové vedení trasy** ▪ **Výškové vedení trasy**	▪ **Výsledky předchozího auditu společně s reakcí objednatele** ▪ **Průvodní zpráva** ▪ **Přehledová mapa** ▪ **Příčné řezy** ▪ **Směrové vedení trasy** ▪ **Výškové vedení trasy** ▪ **Plány stavebních objektů** ▪ **Podrobné plány doplňkových krajinných úprav** ▪ **Plány dopravního značení** ▪ **Plány silničního vybavení** ▪ **Plány světelné signalizace**	▪ **Výsledky předchozího auditu společně s reakcí objednatele** ▪ **Průvodní zpráva** ▪ **Plány dopravního značení** ▪ **Plány silničního vybavení** ▪ **Plány světelné signalizace**	▪ **Výsledky předchozího auditu společně s reakcí objednatele** ▪ **Průvodní zpráva**

Auditu podléhají pouze podklady, které auditoři obdrží. Součástí auditu není dodatečné zjišťování informací, které nebyly auditorům předloženy (např. výpočty kapacit křižovatek, čekacích dob, očekávaných intenzit dopravy atd.). Při provádění auditu ve fázi 2 až 4 je nezbytné mít k dispozici zprávu o provedení auditu z předchozí fáze. Pokud je předmětem auditu rekonstrukce pozemní komunikace, je vhodné vyžadovat po investorovi rozbor nehodovosti alespoň za poslední 3 roky, což výrazně zefektivní identifikaci problematických míst.

7.4.2 Prohlídka auditované lokality

U nových projektů „na zelené louce“ není provedení prohlídky ve všech případech nutné, ale pokud to je technicky možné, je doporučeno. V některých případech je dokonce nezbytné (např. při návrhu obchvatu je důležité prověřit napojení na stávající síť a prohlédnout také původní průjezdní komunikaci). Prohlídky by se měli zúčastnit alespoň dva členové auditorského týmu. Prohlídka by měla být provedena také v nočních hodinách. Cílem prohlídky je zjištění skutečností, které z projektu nemohou být dostatečně zjištěny (např. blízkost základní školy poblíž auditované lokality, zvýšená intenzita cyklistické dopravy, reálné rozhledové poměry atd.). Prohlídka by měla být provedena

jednak jízdou automobilem, ale ve vhodných případech také pěšky, popřípadě jízdou na kole. Součástí prohlídky by mělo být pořízení fotodokumentace, popřípadě videonahrávky ve fázi 4.

7.4.3 Konzultace

Žádný auditor není schopný obsáhnout problematiku bezpečnosti silničního provozu v celé její šíři. Pokud se v auditu vyskytuje specifická problematika (např. světelná signalizace, potřeby nevidomých, osvětlení, železniční přejezd, tunel), je vhodné do týmu přizvat odborníka na danou problematiku. Doporučuje se taktéž konzultace s místním znalcem, např. se zástupcem místní dopravní policie. V některých případech je vhodné konzultovat bezpečnostní rizika s dopravním psychologem.

7.4.4 Informace o podobných projektech

Důležitý zdroj informací představují projekty dopravních staveb, které již byly realizovány a vykazují podobné základní dopravně-inženýrské charakteristiky jako auditovaný projekt. Na základě bezpečnostních charakteristik těchto podobných projektů je možné lépe odhadnout bezpečnostní rizika auditovaného projektu a jejich závažnost. Vhodný zdroj informací o bezpečnostních charakteristikách návrhových prvků pozemních komunikací, různých typů křižovatek a opatření (dělicí ostrůvky, bodové zúžení apod.) představují odborné studie zkoumající účinnost a vliv těchto prvků na vznik nehod, popřípadě na volbu rychlosti a dalších jízdních vlastností.

7.4.5 Kontrolní listy

Vhodnou pomůcku při zpracování auditu představují kontrolní listy. Jejich použití by mělo zaručit, že nebudou opomenuty žádné bezpečnostní aspekty. Kontrolní listy obsahují sady otázek, které jsou rozděleny dle fází auditu a typu pozemní komunikace. Představují pouze podpůrný nástroj, jehož používání pomáhá členům auditorského týmu identifikovat potenciální bezpečnostní rizika auditovaného projektu. Kontrolní listy není třeba vyhotovovat v písemné podobě, vyplňovat, či přikládat jako přílohu k závěrečné zprávě. Při provádění auditu mohou být také využity různé vizualizace a simulace průjezdu vozidla navrhovanou pozemní komunikací, tak jak to umožňují moderní počítačové programy. Nicméně komplexní kontrola projektu zkušeným auditorem představuje základ auditu. Použití kontrolních listů a různých programů představuje pouze vhodnou pomůcku.

Kontrolní listy je nutno sestavit na základě následujících podkladů:

- Závěry z analýz nehodových lokalit
- Závěry výzkumných prací z oboru
- Zkušenosti z pilotních auditů
- Pravidelně se opakující chyby v projektech

Příklad kontrolních listů je uveden v příloze 1 tohoto manuálu.

7.5 Procedura provádění

Procedura provádění auditu závisí na typu projektu (nová stavba, rekonstrukce, rozšíření stávající pozemní komunikace), umístění projektu a také na fázi, v které se nachází. Auditorům by měl být poskytnut dostatečný čas pro pečlivé provedení auditu. Auditoři by měli obdržet všechny nezbytné podklady na začátku auditu. Nedostatečné podklady komplikují proces provádění auditu. Během fáze 1 až 2 se auditor musí vžít do pozice různých účastníků silničního provozu (motorista, chodec, cyklista) pouze s použitím výkresové dokumentace, aby mohl vyhodnotit bezpečnostní deficity z pohledu všech budoucích uživatelů. Ve fázi 3 a 4 již auditor může posoudit projekt přímo v terénu – může stavbu projet autem, na kole, projít pěšky nebo ji posoudit za různých světelných (den a noc) nebo časových (po skončení školy) podmínek.

7.5.1 Zpráva o provedení bezpečnostního auditu

V rámci každé fáze zpracuje auditor psanou zprávu o provedení bezpečnostního auditu. V této zprávě uvede identifikované bezpečnostní deficity a doporučení k jejich odstranění/zmírnění. Je vhodné doplnit zprávu fotografiemi, zvláště ve fázi 3 a 4. Je vhodné, aby zpráva o provedení auditu splňovala určité formální požadavky a byla standardně rozčleněna. Příklad šablony takové zprávy je uveden v příloze 2.

7.5.2 Reakce objednatele

Objednatel auditu následně rozhodne, která doporučení budou akceptována a zapracována do projektu. O tomto rozhodnutí zpracuje písemnou zprávu, která je přiložena ke zprávě o provedení auditu. Toto vyhodnocením také mělo mít jednotnou formální podobu.

7.6 Auditoři

7.6.1 Požadavky na auditory

Požadavky na vzdělání a kvalifikaci auditorů se v jednotlivých zemích liší. Obecně lze říci, že auditoři musí být zkušení v oboru navrhování a bezpečného utváření dopravních staveb. Základní kvalifikace by měla spočívat v dokončeném vysokoškolském vzdělání. Bývá požadováno několik let zkušeností v oboru dopravní bezpečnosti. Auditor by měl absolvovat relevantní školení a obdržet certifikát bezpečnostního auditora. Kromě základního vstupního školení by měl auditor po určité době absolvovat doplňující školení, kde bude seznámen s aktuálními poznatky z oboru.

7.6.2 Pozice auditora

Nezávislost auditora je nezbytná pro nestranné a objektivní vyhodnocení auditovaného projektu. Nezávislost v tomto kontextu znamená, že auditor nenese za projekt odpovědnost a není nijak zapojen do jeho projektování.

V souvislosti s pozicí auditora rozeznáváme tři situace:

- Auditor je zaměstnancem správce pozemní komunikace (tzv. interní auditor), ale není zapojen do procesu projektování.
- Správce pozemní komunikace osloví externího auditora.
- Audit je prováděn společně externím a interním auditorem.

Při zpracování projektu je možné přizvat auditora k odborné konzultaci. Tento auditor by však následně neměl být zapojen do provádění auditu tohoto projektu.

7.6.3 Auditorský tým

Audit může být prováděn jedním auditorem nebo auditorským týmem. Provádění auditu v týmu v sobě nese výhodu více náhledů na řešené problémy. Do týmu je také možné přizvat odborníka na specifickou problematiku. V rámci týmu by měl být alespoň jeden člen týmu certifikovaný auditor. Méně složité projekty může auditovat jednotlivec.

7.7 Zodpovědnost

Objednatel (většinou správce pozemní komunikace) je zodpovědný za rozhodnutí přijatá ve všech fázích projektu. Jako součást celkového hodnocení projektu musí brát v potaz také bezpečnost. Audit je součástí tohoto procesu. Objednatel má tedy zodpovědnost za možnou újmu

či škodu způsobenou třetí straně. Zodpovědnost v oblasti bezpečnosti nese osoba nebo orgán zodpovědný za bezpečnost pozemní komunikace. Audit tedy nemění okrajové podmínky týkající se zodpovědnosti objednatele nebo projektanta.

Zodpovědnost auditora závisí na tom, zda se jedná o auditora externího (soukromník) nebo interního (zaměstnanec správce komunikace). V případě interního auditora připadá otázka jeho zodpovědnosti v případě, že auditování má jako svou oficiální náplň práce. Takový postup je ovšem u auditu těžko představitelný. Zodpovědnost auditora by pak hrála roli pouze v případě pracovní nekázně, úmyslu, hrubé nedbalosti. Pokud je auditor externí, pak je právní vztah mezi ním a objednatelem upraven smlouvou. Tato smlouva může obsahovat také podmínky zodpovědnosti.

7.8 Stav v ČR

Do českého právního řádu byla (novelou zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích) zavedena povinnost provádět audit bezpečnosti pozemních komunikací pro stavby pozemních komunikací zařazených do transevropské silniční sítě (zákon však nijak neomezuje a neodebírá krajům a obcím možnost audity bezpečnosti provádět u staveb pozemních komunikací, které jsou v jejich vlastnictví). Pro provádění auditu existuje metodika, která byla vydána v roce 2012 a která reflektuje všechny změny provedené v rámci transpozice směrnice. Více viz kapitola 3 tohoto manuálu, popřípadě stránky http://www.cdv.cz/bezpecnostni-audit/.

7.9 Zdroje

- DIRECTIVE 2008/96/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 November 2008 on road infrastructure safety management
- Guidelines for Road Safety Audits (ESAS) – Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen (ESAS), FGSV Verlag, Köln, Germany 2003.
- Road Safety Audits, PIARC Technical Committee on Road Safety, 2001
- Practical road safety auditing, 2nd edition, Belcher, Proctor and Cook, TMS Consultancy 2008
- Guidelines for Road Safety Audits - Bezpečnostní audit pozemních komunikací (Metodika provádění), CDV, Brno, The Czech republic 2006
- RIPCORD – ISEREST project
- PIARC ROAD SAFETY MANUAL
- Gadd, M. (1997). Contract reports methods for determining the benefits of safety audit : a scoping study. Transfund New Zealand, Wellington
- Surrey County Council (1994). Road Safety Audit: An investigation into casualty savings. Discussion report. Surrey County Council Highways Management Division, Casualy Reducion Group, UK.
- Elvik, Vaa (2004): The Handbook of Road Safety Measures.
- SWOV Fact sheet (2007) The Road Safety Audit and Road Safety Inspection

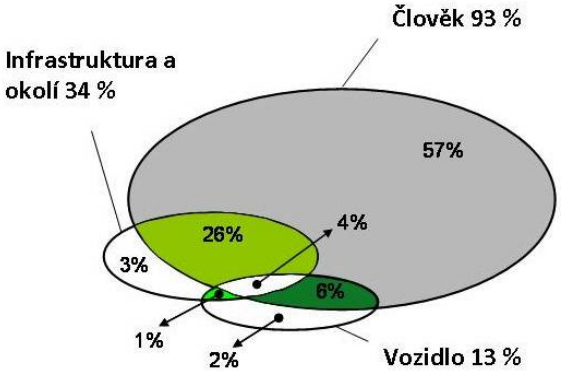
8 Bezpečnostní inspekce

Problematika definování inspekce je podrobně rozebrána v kapitole 2. Připomeňme si definici inspekce, tak jak byla stanovena pro potřeby projektu Pilot4Safety.

Bezpečnostní inspekce je preventivní nástroj pro zvyšování bezpečnosti silničního provozu, který je implementován správci/vlastníky pozemních komunikacích v rámci managementu bezpečnosti. Inspekce spočívá v systematické prohlídce pozemní komunikace prováděné v dostatečných časových intervalech na celé síti pozemních komunikací za účelem zajištění adekvátní úrovně bezpečnosti. Je prováděna vyškolenými odborníky za účelem identifikace nebezpečných podmínek a nedostatků, které mohou být spolupůsobícími faktory vzniku závažných dopravních nehod. Výsledkem bezpečnostní inspekce je formální zpráva obsahující identifikované nedostatky a doporučení k jejich odstranění/zmírnění.

8.1 Proč potřebujeme bezpečnostní inspekci?

Dopravní nehoda je často výsledkem kombinace nepříznivých faktorů, které souvisí s řidičem (schopnosti, chování), stavem infrastruktury (snížené tření, náhlá změna poloměru, nechráněná pevná překážka apod.) a typem a technickým stavem vozidla. I když je dle mnoha výzkumů hlavním spolupůsobícím faktorem vzniku nehod lidský činitel, hraje v mnoha případech důležitou roli také utváření pozemní komunikace (viz obrázek 42).



Obrázek 42: Spolupůsobící faktory vzniku dopravních nehod (zdroj: Road Safety Manual, PIARC 2004)

Správci silnic musí tedy zajistit adekvátní úroveň bezpečnosti stávajících pozemních komunikací. K tomu je nezbytná existence funkčního systému managementu silniční bezpečnosti, zahrnující v sobě celý cyklus životnosti silniční infrastruktury. Jak je vidět v kapitole 2, inspekce hrají v tomto systému důležitou roli. Řešení nehodových lokalit (BSM) a management bezpečnosti silniční sítě (NSM) představují také důležité diagnostické nástroje, které však stejně jako jiné nástroje vykazují určitá omezení či nedostatky:

- Jsou založeny na datech z databází nehodovosti (nedostatky v úrovni zaznamenávání a lokalizace nehod);
- Eliminace nehodových lokalit neřeší vždy bezpečnostní problém (možný přesun rizika);
- Tyto nástroje se týkají pouze míst s vysokou koncentrací nehod (na zbytku silniční sítě dochází k rozprostření nehod po celé síti);
- Pouze relativně malý počet nehod je koncentrován na nehodových lokalitách.

Reaktivní opatření a procedury typu BSM a NSM představují tudíž pouze jeden článků ve snaze dosáhnout významné snížení nehodovosti a zmírnění jejich následků. V rámci celé silniční sítě je nezbytné aplikovat také preventivní opatření, mezi které patří právě inspekce.

8.2 Výnosy a náklady bezpečnostní inspekce

Smyslem inspekce je proaktivně ovlivňovat bezpečnost pomocí identifikace bezpečnostních rizik souvisejících s nedostatky stávající silniční infrastruktury.

ELVIK (2006) ve své knize Handbook of Road Safety Measures uvádí, že existuje pouze velmi málo studií zabývajících se vlivem opatření realizovaných na základě provedení inspekce. Existuje však velké množství studií pojednávajících o vlivu bezpečnostních opatření, která by mohla být v rámci inspekce navržena. ELVIK proto předpokládá, že vlivy opatření realizovaných jako výsledek inspekce budou shodné s vlivy opatření, které jsou zmiňovány ve výše uvedených studiích. Tabulka 24 shrnuje vlivy, které je možné očekávat realizací vybraných opatření na základě provedení inspekce.

Tabulka 24: Souhrn vlivu opatření na nehody se zraněním (Elvik, 2006)

Opatření	Cílová skupina nehod	Očekávaná redukce nehodovosti (%)
Odstranění překážek v rozhledu	Všechny nehody	0-5%
Zmírnění sklonů svahů	Vyjetí mimo vozovku	5-25%
Realizace bezpečnostních zón	Vyjetí mimo vozovku	10-40%
Instalace svodidel	Vyjetí mimo vozovku	40-50%
Úprava ukončení svodidel	Nárazy vozidel do svodidel	0-10%
Poddajné sloupky osvětlení	Nárazy do sloupků	25-75%
Vyznačení nebezpečných oblouků	Vyjetí mimo vozovku v oblouku	0-35%
Náprava chybného značení	Všechny nehody	5-10%

Další zajímavé informací o problematice analýz nákladů a výnosů je možné získat např. z těchto zdrojů:

- Projekt ROSEBUD - http://ec.europa.eu/transport/road_safety/pdf/projects/rosebud.pdf
- PIARC Technical Committee 3.1 Road safety (2009). PIARC catalogue of design safety problems and potential countermeasures. Report 2009R07 – www.piarc.org
- SEROES - Best practice safety information expert system - www.seroes.eu
- SWOV (2010). Effectiviteit en kosten van verkeersveiligheidsmaatregelen. Report R-2010-9 - http://www.swov.nl/rapport/R-2010-09.pdf
- Gerlach a kol.. (2008): Möglichkeiten zur schnelleren Umsetzung und Priorisierung straßenbaulicher Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit [Possibilities of faster realization and prioritization of structural measures to improve road safety at black spots], Free download: http://tinyurl.com/35ej63p

Ačkoliv není vždy možné snadno a přesně kvantifikovat ekonomické výnosy inspekce, je zřejmé, že provádění inspekcí je vysoce efektivní, neboť realizací výše uvedených typických opatření je prokazatelně možné snížit počet usmrcených. CARDOSO a kol. (2005) uvádí závěry australské studie, která se zabývala vyhodnocením procedury shodné s inspekcí. Výsledky této studie ukazují, že většina realizovaných opatření (78 %) měla poměr nákladů a výnosů větší jak 1.0, ve 35 % případech byl tento poměr dokonce větší jak 10.

8.3 Kdy by měla být bezpečnostní inspekce prováděna?

Jednou z důležitých charakteristik inspekce je to, že by měla být prováděna na celé síti pozemních komunikací. K zajištění větší efektivity je nezbytné, aby byla prováděna pravidelně, v určitých intervalech.

8.3.1 Bezpečnostní inspekce a nehodová data

Inspekce je považována za preventivní nástroj, neboť k jejímu provádění není nutné znát data o nehodovosti posuzovaného úseku. Dokonce ani rozhodnutí o provedení inspekce by nemělo

vycházet z údajů o nehodovosti nebo o riziku vzniku dopravních nehod. Pro provádění inspekce je nezbytná pouze obecná znalost o bezpečném uspořádání pozemních komunikací a efektivitě potenciálních sanačních opatření. Dopravně bezpečnostní odborníci organizace PIARC (2007) podporují myšlenku, že provádění inspekce nevyžaduje data o nehodovosti a má tedy značnou výhodu v případech, kdy data o nehodách nejsou spolehlivé. Tento pohled je založen na myšlence, že inspekce představuje čistě preventivní přístup umožňující systematickou kontrolu bezpečnostní úrovně celé silniční sítě, bez ohledu na počet nehod.

Nicméně, v některých evropských zemích se informace o nehodovosti využívají pro stanovení úseků, na kterých inspekci provádět prioritně, popř. jako doplňující informace při hledání vhodných sanačních opatření. Dle CARDOSA a kol. (2005) tato odchylka od převažujícího postupu nemá výrazný vliv na aplikaci konceptu inspekce za předpokladu, že údaje o nehodovosti jsou snadno dostupné a spolehlivé. Je však třeba zachovávat obezřetnost, aby se inspekce nestala pouhou součástí řešení nehodových lokalit a úseků. Tyto nástroje by se totiž měly spíše navzájem doplňovat.

Na základě rešerší literatury a zkušeností s prováděním inspekce, partneři projektu Pilot4Safety:

- Trvají na tom, že při provádění inspekce není nutné znát data o nehodovosti;
- Uznávají, že správci komunikací mohou v rámci procesu provádění inspekce spolehlivé data o nehodovosti použít;
- Chtějí zachovat princip systematického provádění inspekce, který se nezaměřuje pouze na nehodové lokality či místa, které by údajně měly být nehodové;
- Upozorňují, že cílem inspekce je identifikovat jakékoliv riziko, které by mohlo hrát roli při vzniku budoucích dopravních nehod, takže nápravné opatření je nutné realizovat před tím, než se nehody stanou.

8.3.2 Důvody k zahájení bezpečnostní inspekce

Neexistuje žádný jednotný důvod vedoucí k vydání rozhodnutí o zahájení provedení inspekce. Toto rozhodnutí závisí zejména na dopravně bezpečnostní politice jednotlivých zemí a typických procedurách jednotlivých správců silniční sítě.

Hlavní důvod pro zahájení inspekce by měl vycházet z požadavku na pravidelné provádění inspekce. V určitých případech je možné provádět dodatečnou inspekci, např.:

- V případě specifických částí silniční sítě či zvláštních aspektů, např. inspekce tunelů, železničních přejezdů, stromořadí, motocyklů, inspekce v noci apod.;
- V případě plánované rekonstrukce může inspekce identifikovat specifické záležitosti týkající se bezpečného uspořádání;
- V případě důležitých změn na přilehlé silniční síti či využití území, např. při výstavbě nové dálnice, nového obchodního střediska apod.

8.3.3 Četnost provádění

K tomuto tématu neexistuje žádný standardní přístup. Směrnice EU 2008/96/EC neuvádí žádné nařízení ani doporučení ohledně četnosti provádění inspekce, uvádí pouze “periodicitu inspekcí silniční sítě” a specifikuje, že “inspekce by měla být dostatečně častá, aby byla zajištěna dostatečná úroveň bezpečnosti”. Jak se k tomuto tématu staví vybrané evropské země? Výzkum provedený CARDOSEM a kol. (2005) v rámci projektu RiPCORD-iSEREST ukázal, že četnost provádění inspekce se pohybuje v rozmezí dvou let (v Německu na hlavních silnicích) až pěti let (v Portugalsku a Holandsku na státních silnicích). Ve Francii rozhodla v roce 2008 meziresortní komise pro bezpečnost provozu (ICRS), že inspekce bude prováděna pravidelně každé tři roky na celé síti státních silnic (SETRA, 2008). Četnost provádění závisí zejména na celkové délce silniční sítě a na postupech jednotlivých správců pozemních komunikací. Například ve Francii přijali místní správci silnic “jednodušší” metodologii provádění inspekce, neboť ji musí provádět v tříletých intervalech:

- Prohlídka se zaměřuje na bezpečnost z pohledu účastníků silničního provozu;
- Inspektoři zaznamenávají pouze záležitosti, kterými se správce silnice může zabývat;
- Inspektor se neodkazuje na technické normy a předpisy a nenavrhuje sanační opatření.

Německý předpis pro provádění inspekce ("Merkblatt für die Durchführung von Verkehrsschauen") rozlišuje tři druhy inspekce s rozdílnou četnostní provádění (FGSV, 2007):

- Pravidelné, periodické inspekce prováděné na celé silniční síti, každé dva roky na hlavních silnicích a každé čtyři roky na méně významných silnicích;
- Speciální inspekce, mezi které patří noční inspekce, inspekce orientačního dopravního značení, tunelů apod., které se provádějí každé čtyři roky;
- Ad-hoc inspekce prováděné v případě potřeby se týkají zejména dopravního značení.

Výše popsaná praxe vznáší další otázku, které se věnuje následující kapitola: jaká je role inspekce v souvislosti s pravidelnou údržbou pozemní komunikace?

Podle Technického výboru pro bezpečnost PIARC TC Road Safety (PIARC, 2007) se v některých případech provádí inspekce v příliš dlouhých intervalech, a to z důvodu nedostatečného rozpočtu pro provádění inspekcí a pro realizaci nápravných opatření. Nedostatečný rozpočet lze kompenzovat výběrem úseků k inspekci a sestavením priorit při realizaci nápravných opatření vzešlých z inspekce.

Jelikož v odborné literatuře není doporučena konkrétní hodnota intervalu provádění inspekce, shodli se partneři Pilot4Safety na intervalu provádění v délce pěti let.

8.3.4 Bezpečnostní inspekce a údržba

I když směrnice 2008/96/EC uvádí, že "Inspekce je pravidelné periodické ověření bezpečnostních charakteristik a závad, které vyžadují z důvodu bezpečnosti údržbové práce"; musí být zřejmé, že inspekce s rutinní údržbou nesouvisí. Údržba je pravidelný proces, v rámci kterého jsou kontrolovány a napravovány např. přerostlá zeleň, povrch vozovky, poškozené dopravní značení apod. Tato údržba může být prováděna pracovníky, kteří nemusí mít znalosti dopravního inženýrství a bezpečného utváření pozemních komunikací (PIARC, 2007). Jak již bylo vysvětleno výše, inspekce je formální a systematický proces zaměřený na bezpečnostní aspekty pozemní komunikace. Zaměřuje se na spolupůsobící rizikové faktory vzniku dopravních nehod, což překračuje poslání pracovníků údržby. V rámci inspekce mohou být samozřejmě identifikovány nedostatky související s nekvalitní údržbou (např. nekvalitní dopravní značení, špatné rozhledové poměry).

8.4 Partneři v procesu bezpečnostní inspekce: jejich role a odpovědnost

Klient - objednatel (obyčejně správce pozemní komunikace nebo společnost provozující pozemní komunikaci)a **bezpečnostní inspektor** (nebo tým) jsou partnery v procesu provádění inspekce.

Objednatel je tedy instituce, která nese odpovědnost za silniční síť. Je povinností objednatele zajistit splnění požadavků na provedení inspekce a na realizaci nápravných opatření.

Inspektor je dopravně bezpečnostní expert, tým nebo organizace, provádějící inspekci. V ideálním případě by to měl být tým složený z odborníků na různou problematiku. Tým by měl mít vedoucího, který řídí tým a celý proces provádění inspekce. Inspektor je zodpovědný za správné provedení inspekce tak, aby byla zaměřena pouze na bezpečnostní záležitosti. Inspektor sepíše písemnou zprávu, která obsahuje identifikované záležitosti, nedostatky a použité odkazy. Je nezbytné, aby inspektor měl zkušenosti s navrhováním a bezpečným uspořádáním pozemních komunikací a řešením nehodovosti. Inspektor by měl absolvovat adekvátní školení a získat certifikát bezpečnostního

inspektora. Nezbytné je také doplňování vzdělání v rámci dalších kurzů. V případě provádění inspekce v týmu by alespoň jeden člen týmu měl být certifikovaný inspektor. Mnohdy je přínosné přizvat do týmu zástupce místní policie. V některých zemích je inspekce oprávněn provádět auditor bezpečnosti.

8.5 Odpovědnost

Otázky zodpovědnosti jsou někdy v rozporu s prováděním inspekce. Dle projektu RiPCORD-iSEREST (CARDOSO a kol., 2005) se legislativa týkající se zodpovědnosti v jednotlivých zemích liší. Uvádí tři možné typy zodpovědnosti vyplývají z rozdílných typů zanedbání:

- Jaké jsou následky toho, když nebyla projevena snaha bezpečnostní nedostatky identifikovat (tzn. neprovedení inspekce)? Správci silnic, kteří provádějí inspekci rutinně, ukazují aktivní přístup ke zlepšování bezpečnosti a nejsou kritizováni za nečinnost. To by mělo podporovat zájem o provádění inspekce. Jak ve své publikaci Road Safety Manual uvádí PIARC, správci silnic jsou povinni pečovat o bezpečnost veřejnosti a je tedy od nich možné očekávat používání nejmodernějších postupů a metod k identifikaci dopravně bezpečnostních nedostatků a rizik a navrhování nápravných opatření.

- Jaké jsou následky toho, pokud bezpečnostní riziko není při inspekci identifikováno? Tato otázka zdůrazňuje důležitost existence systému vzdělávání inspektorů a pravidelného technického fóra pro sdílení zkušeností mezi inspektory;

- Jaké jsou následky toho, že identifikované riziko není řešeno? Na všech identifikovaných rizikových místech my mělo být realizováno nějaké sanační opatření. Bezpečnost však není jediným kritériem, které je nutné při managementu silniční sítě sledovat. Je nutné zvažovat také financování, využití území, sociální a environmentální aspekty apod. V některých zemích je správce silnic pověřen rozhodováním dle vlastního uvážení a předem stanoveném souboru pravidel. V takových případech je obvykle veden registr přijatých rozhodnutí a jejich vysvětlení.

Diskuze o otázkách odpovědnosti ukazují na potřebu důkladného posouzení právních důsledků inspekce před implementací inspekce v jednotlivých zemích a na potřebu definování vhodného právního rámce.

8.6 Proces provádění

8.6.1 Všeobecný přehled/úvod

Provedení inspekce může být iniciované z různých důvodů, např. jako část celkového inspekčního programu, který je součástí řízení bezpečnosti silniční sítě. Na počátku stojí stanovení rozsahu inspekce definováním jejího počátečního a koncového bodu. Může to být buď celá pozemní komunikace nebo vybraný úsek dostatečné délky. Mezi objednatelem inspekce a inspektorem musí být podepsána smlouva. Ta by měla obsahovat popis úseků podstoupených inspekci, popis předmětu inspekce (identifikovat bezpečnostní nedostatky, navrhnout sanační opatření), termín odevzdání zprávy o provedení inspekce, platební podmínky a ostatní termíny (Statens vegvesen, 2006). Následující kapitoly vysvětlují základní prvky a kroky, které je nezbytné zohlednit při plánování a provádění inspekce.

8.6.2 Metodika pro provádění bezpečnostní inspekce

Před samotným začátkem popisu procesu inspekce je užitečné připomenout několik důležitých pravidel, jejichž dodržení představuje nezbytnou podmínku pro úspěšné provádění inspekce. Tato pravidla se týkají následujících záležitostí:

- Podmínky ;
- Pohled všech typů účastníků silničního provozu;
- Nezávislý a multidisciplinární přístup;
- Základní bezpečnostní prvky.

8.6.2.1 Podmínky inspekce

Aby bylo provádění inspekce smysluplné a efektivní, je nezbytné její provádění za typických dopravních podmínek. Je nezbytné si uvědomit denní a sezónní proměnlivost charakteristik pozemní komunikace a provozu. Je tedy doporučené provádět inspekci za různých podmínek a v různých dobách.

Čas inspekce
Jednoznačně je doporučováno provádět inspekci v denních i nočních hodinách. V nočních hodinách je nutné posoudit zejména viditelnost dopravního značení a záležitosti veřejného osvětlení.

Specifické okolnosti
Inspektor si musí být vědom toho, že intenzita dopravy a typy účastníků provozu se během dne mění. V některých případech je nutné zohlednit specifické okolnosti. Např. v blízkosti školy by se inspekce měla provádět také v době začátku/konce vyučovací doby, v blízkosti obchodního centra pak v nejvytíženějších obchodních časech.

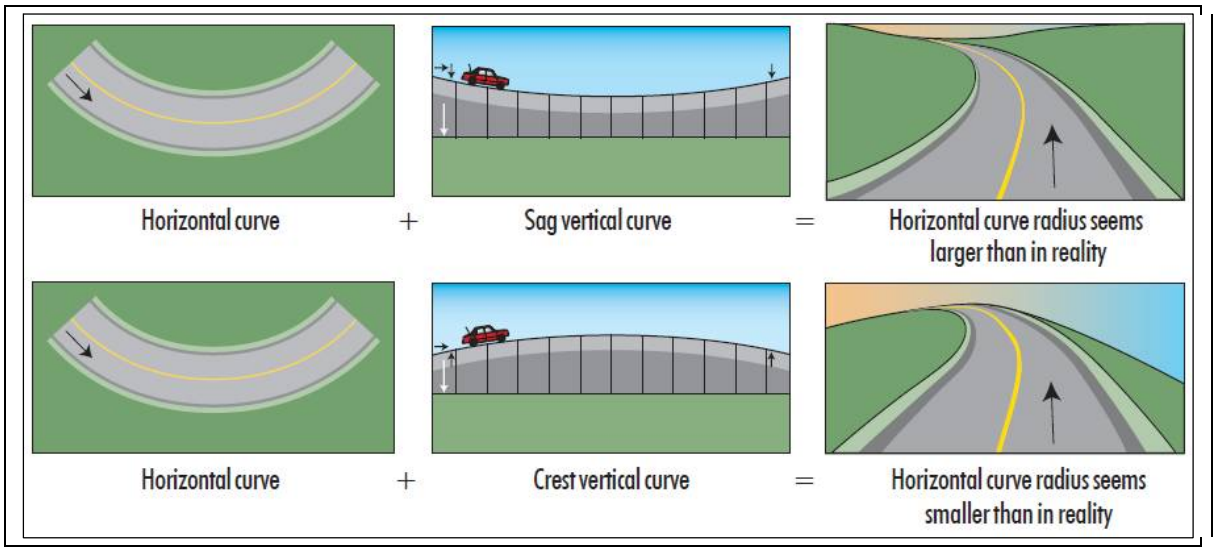
Obrázek 43: Inspekce musí zohlednit specifické podmínky (zdroj: BRRC)

Různé povětrnostní podmínky
Inspekce by měla být prováděna za různých povětrnostních podmínek, neboť např. viditelnost se může lišit za slunečného a deštivého počasí. Taktéž vlastnosti povrchu se za různých povětrnostních podmínek liší.

Sezónní změny
Inspektor by měl vzít v potaz, že některé prvky se během roku mění. Zeleň a stromy rostou a mohou zakrýt dopravní značení, omezit rozhledové poměry, spadané listí může zhoršit kvalitu povrchu, slunce se během roku pohybuje po různých drahách, některé zemědělské práce se konají v určité měsíce apod.

8.6.2.2 Přístup z pohledu všech typů účastníků provozu

Inspekce by měla být prováděna z pohledu všech typů účastníků silničního provozu, tzn. řidičů osobních a nákladních vozidel, pasažérů MHD, zranitelných účastníků provozu atd. Důležité je také prověřit interakce mezi jednotlivými účastníky a druhy dopravy. Inspektorský tým by měl pamatovat na to, že zkoumaná lokalita by měla být co nejvíce samovysvětlující, musí podporovat správné rozhodování ve správný čas. Dle PIARC (2007) je nutné při inspekci brát v potaz řadu lidských faktorů souvisejících s chybným chováním, ke kterému přispívá utváření pozemní komunikace. Je nezbytné se zaměřit na **stres/pracovní vytížení** (velmi nízká i velmi vysoká úroveň vytížení vede k nízké kvalitě jízdy, např. pestrá krajina může na rozdíl od monotónního okolí stimulovat pozornost řidiče, příliš mnoho dopravních značek na jednom místě může řidiče zahltit a zmást), na **vnímání**, kdy různé optické jevy mohou vést k nesprávnému odhadu jízdní rychlosti a průběhu směrového oblouku a na **volbu rychlosti**, což je převážně automatický proces závisející na různých faktorech souvisejících s geometrií pozemní komunikace a jejím okolím. Často je tedy nezbytné provést inspekci kromě jízdy osobním vozidlem také pěšky a na kole.



Obrázek 44: Optické jevy – kombinace horizontálního a vertikálního oblouku (zdroj PIARC,2003)

8.6.2.3 Nezávislý a multidisciplinární přístup

Otázka nezávislosti inspektora představuje velmi důležitou záležitost, pro kterou ale neexistuje žádná norma. Směrnice 2008/96/EC řeší otázku nezávislosti bezpečnostních auditorů (článek 9-4 uvádí *"auditor by se neměl podílet na přípravě projektu, který audituje").* Ale pro případ inspekce článek 6 pouze uvádí, že *"členské státy zajistí periodické provádění inspekce kompetentním subjektem."*

Francie se s otázkou nezávislosti vypořádala v metodice provádění bezpečnostních inspekcí (SETRA, 2008), kde se uvádí, že "*inspektoři jsou v rámci hierarchie nezávislí na místním správci komunikací a neúčastní se údržby a provozu kontrolované silnice. Základem je, že inspektor by neměl osobně znát silniční síť, která bude předmětem inspekce"*.

V rámci projektu RiPCORD-iSEREST navrhl CARDOSO a kol. (2005), že alespoň jeden člen inspekčního týmu by měl být nezávislý od správce pozemní komunikace, aby byl zajištěn neovlivněný pohled na bezpečnost řešené silnice. V evropských zemích existují tedy různé přístupy a v současné době je obtížné doporučit jednu vhodnou možnost.

Partneři projektu Pilot4Safety podporují myšlenku zachování objektivity inspekce, což by mělo být zaručeno nezávislostí inspekčního týmu na místním správci pozemní komunikace.

Efektivita provádění inspekce závisí samozřejmě na kvalifikaci členů inspekčního týmu. V souvislosti s multidisciplinaritou a způsobilostí navrhuje PIARC prostřednictvím ALLANA (2006), že by inspekce měla být prováděna vyškolenou osobou (nebo týmem) se znalostí dopravního inženýrství a projektování, popřípadě dalšími odborníky. CARDOSO a kol. (2005) navrhuje tyto znalostní požadavky: titul v oboru navrhování a údržby pozemních komunikací, znalost dopravního inženýrství, znalost lidských faktorů a dopravní bezpečnosti, znalost relevantních technických předpisů. Záležitosti týkající se multidisciplinarity a způsobilosti souvisí také se složením inspekčního týmu. Více členů týmu zaručuje více pohledů na řešenou lokalitu a zvyšuje možnost identifikace více bezpečnostních nedostatků.

8.6.2.4 Základní bezpečnostní prvky

ELVIK (2008) uvádí seznam důležitých prvků, které by měly být prověřeny při všech inspekcích:

- Kvalita svislého dopravního značení, jeho nezbytnost, umístění, viditelnost v noci.
- Kvalita vodorovného dopravního značení, zvláště jeho viditelnost i v noci, konzistence se svislým značením.
- Kvalita povrchu vozovky, zejména z hlediska tření a rovnosti.
- Rozhledové poměry a přítomnost dočasných a stálých překážek, které zhoršují rozhledové poměry.
- Snadné pochopení pozemní komunikace a jejího okolí.
- Přítomnost pevných překážek v blízkosti pozemní komunikace (stromy, propustky, sloupy atd.).
- Provozní aspekty, zvláště zda účastníci provozu přizpůsobují svou rychlost adekvátně k místním podmínkám; řízení dopravního proudu z pohledu bezpečnosti.

Výše uvedené prvky jsou součástí kontrolních listů, které jsou uvedeny v příloze 1.

8.6.3 Postup provádění

Při provádění inspekce je možné identifikovat čtyři základní kroky:

- Krok 1 – PŘÍPRAVNÉ PRÁCE V KANCELÁŘI
- Krok 2 – INSPEKCE V TERÉNU
- Krok 3 – ZPRACOVÁNÍ ZPRÁVY
- Krok 4 – NÁSLEDNÁ ČINNOST

Tyto kroky budou podrobně popsány v následujících kapitolách. Krok 4 je možné rozdělit do dvou oddělených procesů:

- Implementace nápravných opatření
- Vyhodnocení účinnosti opatření.

8.6.3.1 Přípravné práce v kanceláři

V tomto kroku probíhají přípravu na inspekci v terénu a sbírají se důležitá data o silničním úseku, který bude podstoupen inspekci. Inspektor se snaží získat taková data, aby mohl zodpovědět otázky týkající se (ALLAN, 2006):

<u>funkce pozemní komunikaci</u>:

- Popis funkce a kategorie pozemní komunikace
- Převažující typy dopravy?
    - Dálková či na krátké vzdálenosti?
    - Smíšený provoz?
    - Těžká nákladní vozidla?
    - Trasa přepravy nebezpečných či nadrozměrných nákladů?
    - Pomalu jedoucí vozidla (zemědělské oblasti)?
- Výskyt zranitelných účastníků provozu?

- Kategorie a popis bezprostředního okolí
  - Extravilán, intravilán, mix?
  - Blízkost školy?
  - Průjezdní úsek obcí?

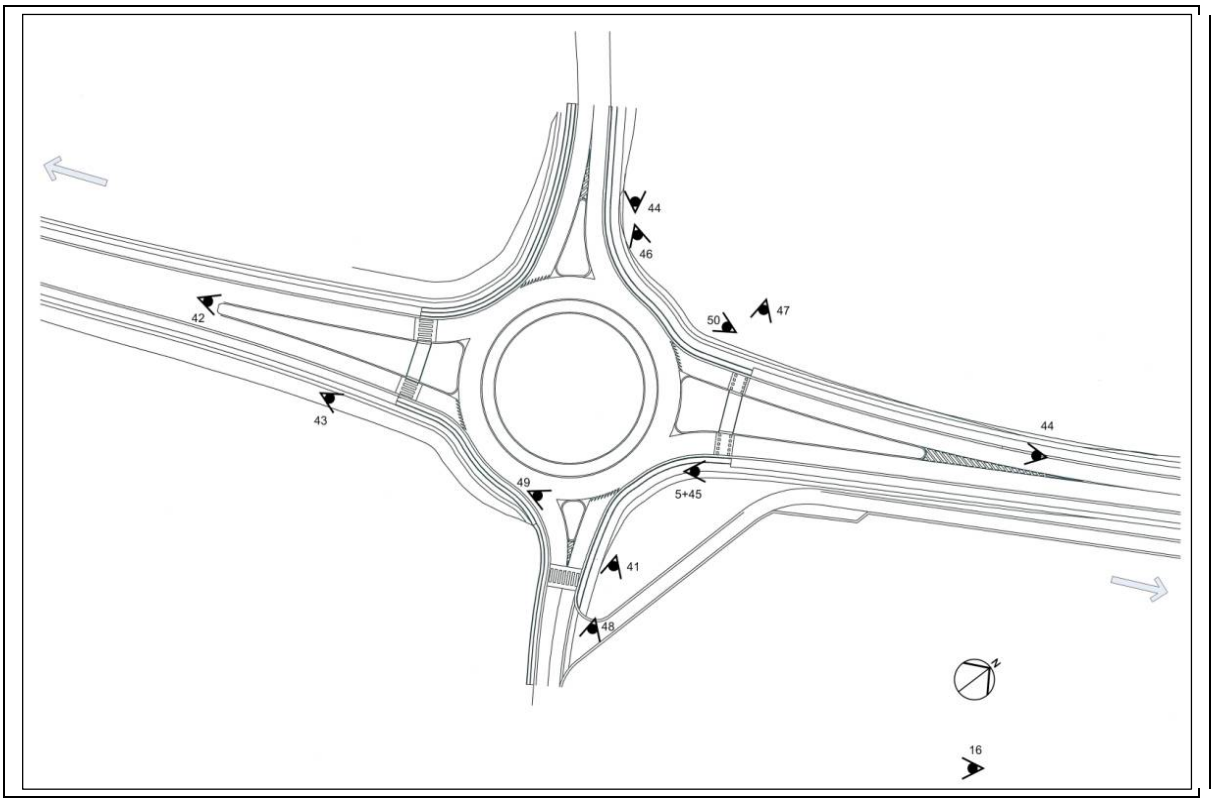
provozu:

- Intenzity provozu;
- Skladba dopravního proudu;
- Výhledové intenzity dopravy.

utváření pozemní komunikace:

- Popis utváření pozemní komunikace a jak odpovídá její funkci, dopravnímu zatížení, typu křižovatek, nejvyšší dovolené rychlosti apod. ;
- Analýza nejvyšších dovolených rychlostí – smysluplnost jejich použití z pohledu charakteru prostředí, výskytu zranitelných účastníků, směrovému a výškovému vedení trasy apod.

Je nezbytné mít k dispozici relevantní technické předpisy a metodiky. V některých případech je možné využít také data o nehodovosti. Pro provádění inspekce v terénu jsou nezbytné také různé mapové podklady, popřípadě výkresy a nákresy řešeného úseku (viz obrázek 45).



Obrázek 45: Podrobná situace s vyobrazením pozice fotografií zachycujících identifikované bezpečnostní nedostatky (zdroj: BRRC)

Jednou z nejdůležitějších částí inspekce je přesná lokalizace identifikovaných bezpečnostních nedostatků a nápravných opatření. Metoda lokalizace musí být stanovena v počáteční fázi inspekce. Je možné použít následující metody:

- Souřadnice GPS;
- Staničení;
- Tachometr v inspekčním vozidle;
- Vzdálenost nebo souřadnice odměřené z mapy či výkresu;
- Snadno identifikovatelné značky na videozáznamu.

Obrázek 46: Tachometr používaný pro lokalizaci bezpečnostních nedostatků (zdroj: BRRC)

Nezbytné je samozřejmě pořízení digitálního záznamu (video nebo fotografie).

Souhrn nezbytného vybavení pro provedení bezpečnostní inspekce je tedy následující:

- Mapy, výkresy;
- Měřící pásmo/kolečko;
- Digitální fotoaparát;
- Nějaký přístroj na záznam – přenosný počítač, diktafon;
- Papír a tužka;
- Kontrolní listy (viz příloha 1);
- Reflexní vesta;
- Žluté blikající světlo a svítilny pro noční inspekci;

V závislosti na rozsahu a typu inspekce mohou být dále užitečné:

- Vodováha pro kontrolu příčného sklonu a klopení;
- Stopky pro měření některých charakteristik dopravního proudu;
- Ruční radar na měření rychlostí.

8.6.3.2 Inspekce v terénu

<u>Bezpečnostní vybavení</u>

Před prováděním inspekce v terénu by si měli inspektoři ujasnit s objednatelem a policií, jaké bezpečnostní vybavení je pro provádění inspekce nezbytné. Rozsah vybavení závisí zejména na kategorii pozemní komunikace, provozu a době inspekce. Vozidlo pro provádění inspekce by mělo být vybaveno varovným značením. Inspektoři by měli nosit výstražné vesty a být ostražití při pohybu v blízkosti pozemní komunikace.

Obrázek 47: Inspekční vozidlo s výstražnými prvky (vlevo) – inspektoři v reflexních vestách (vpravo) (zdroj: BRRC)

Zvláštní bezpečnostní opatření mohou být nezbytná na silnicích rychlostního a dálničního typu. V některých případech může být nutné dočasně uzavřít jeden jízdní pruh. Podél inspektovaného úseku může být rozmístěno svislé dočasné značení upozorňující na provádění inspekce. Pokud je nezbytné vyhodnotit provoz bez jakéhokoliv ovlivnění, je nutné dopravu pozorovat "nenápadně" z bezpečného místa.

Jak inspekci provádět?

Inspekce by měla být prováděna za obvyklých dopravních a provozních podmínek. Jak již bylo uvedeno, je pro vyhodnocení dopravní situace nutné provést denní i noční inspekci. Taktéž může být nezbytné provést inspekci v určitou specifickou denní dobu (konec školní výuky, špičková hodina atd.).

Pro popis stávající situace je nutné mít k dispozici relevantní data o pozemní komunikaci a jejím bezprostředním okolí. Inspekce by měla být provedena jízdou autem a v případě nutnosti na jízdním kole a pěšky a v obou směrech jízdy. Úsek je doporučeno projet několikrát a pořídit fotografie rizikových míst. Inspektor se musí vžít do pozice různých kategorií účastníků provozu, tak aby mohl posoudit bezpečnost z jejich pozice. Pokud je součástí úseku křižovatka, je nezbytné zkontrolovat také navazující úseky křižovatkových větví. Inspektoři by měli pozorovat provoz a zaznamenat konflikty, které by mohly vést ke vzniku dopravních nehod. Pokud je zřejmý problém s překračováním rychlosti, může být v rámci inspekce změřena rychlost vozidel.

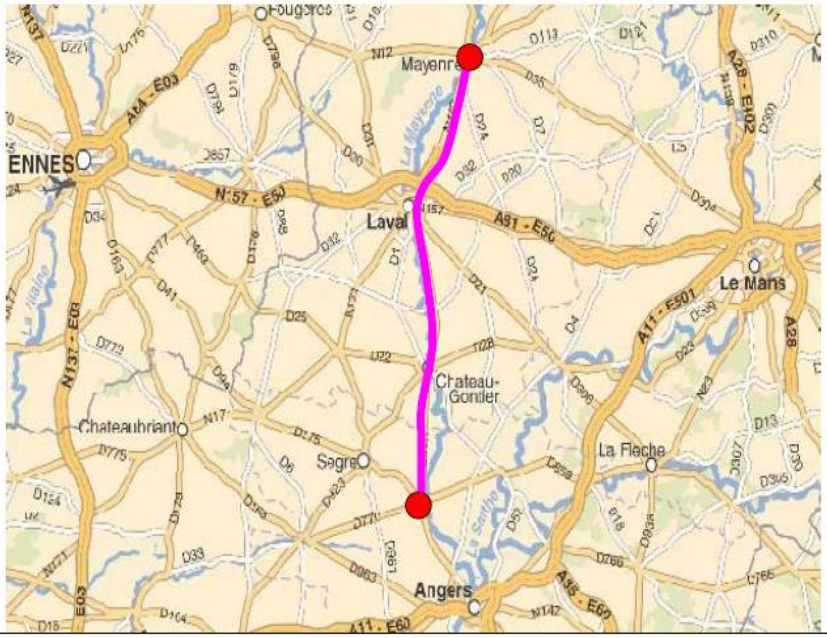
Nedostatky, které je nutno zaznamenat

Jádrem provedení inspekce je identifikace bezpečnostních nedostatků, které mohou vést ke vzniku dopravních nehod nebo zvyšovat následky dopravních nehod. Jelikož inspektoři projíždí úsek z bodu A do B, budou nedostatky pravděpodobně identifikované chronologicky. Ideální je tyto nedostatky zaznamenávat do předem připraveného formuláře.

8.6.3.3 Zpracování zprávy

Po provedení inspekce v terénu může být přistoupeno ke zpracování písemné zprávy. Tato zpráva se skládá z několika částí. V první části jsou uvedeny obecné informace o řešeném úseku a o členech inspekčního týmu (obrázek 48). Dále je popsán obsah a zaměření inspekce, soupis podkladových materiálů získaných a připravených v kroku 1.

RN 162 from Mayenne to Lion d'Angers



General data about RSI Visit	
Visit carried out by:	Gérard Dessiaume – SETRA – Certification no.: 001 Daniel Lemoine – CERTU – Certification no.: 007
Description of site	2x2; two-way; beltway; agglomerations KM 0+150 to KM 82+867
Date and time	27 July 2007 From 9:15 to 15:30, then from 21:10 to 23:50
Weather conditions	Drizzle for the first hour in the morning
Preparatory work	SETRA vehicle, maps with KMs provided by the district

Request	DIR West on June 4, 2007

Documents and equipment used (images/drawing/text)		
Quantity	Description	Type of information
2	Michelin road maps	Geographical reference points
1	Dictaphone	
1	Camera	
1	Note pad	

Obrázek 48: Zpráva o provedení inspekce– informace o řešeném úseku a členech inspekčního týmu (příklad z Francie - SETRA, 2008)

Druhá část obsahuje popis bezpečnostních nedostatků identifikovaných během provádění inspekce a jejich zhodnocení. Obsahuje vyplněný inspekční formulář a pořízené fotografie (Obrázek 49).

Povrch vozovky	Špatná kvalita povrchu ; podélné a příčné poruchy v úseku km 12 a km 16; ve směru Nxxx.	
	Cyklistický pruh vykazuje stejné poruchy jako vozovka, výškový rozdíl mezi silnicí a cyklistickým pruhem je > 2cm v úseku km 11,5 - km 10,5; ve směru Nyyy.	

Obrázek 49: Zpráva o provedení inspekce – ukázka identifikace a popisu bezpečnostních nedostatků

Dle PIARC (2007) je vhodné řadit identifikované nedostatky dle jejich závažnosti, relevantnosti a druhu. Nedostatky je nutné srozumitelně popsat. Jelikož je zpráva podkladem pro rozhodování o přijetí sanačních opatření, je důležité ji strukturovat dle hlavních rizikových faktorů (Tabulka 25).

Tabulka 25: Zpráva o provedení inspekce – návrh struktury dle rizikových faktorů v případě extravilánových komunikací nižších kategorií (navrhl Cocu a kol., 2011, na základě doporučení PIARC (2007))

1. Funkce komunikace a bezprostřední okolí
2. Příčné uspořádání
3. Směrové a výškové vedení trasy
4. Křižovatky
5. Veřejné a soukromé služby
6. Zranitelní účastníci silničního provozu
7. Dopravní značení a osvětlení
8. Pevné překážky a prvky pasivní bezpečnosti

Zpráva o provedení inspekce by měla umožnit objednateli (správci pozemní komunikace) stanovit priority pro realizaci nápravných opatření. Ze zprávy by mělo být zřejmé, jaká je pravděpodobná závažnost nehod, které by mohli vzniknout vlivem identifikovaných nedostatků. Okolnosti spolupůsobící ke vzniku nehod jsou však komplexního charakteru a odhadnout úroveň rizika plynoucího z jednotlivých identifikovaných nedostatků představuje náročný úkol. V některých zemích je součástí zprávy tzv. “matice rizika” (obrázek 50), která umožňuje propojit identifikovaná rizika se seznamem priorit.

Severity			
Consequence → Probability ↓	Minor	Seriously	Very seriously / killed
Low		x	
Medium			
High			

Road Element	Safety related maintenance issues		Safety Issues		
	Description	Severity; Probability	Description	Severity; Probability	Action
Node 1					
Link 1	Ditch obstructed		Possible inconsistent horizontal curve (XXV, XXVII) Safety barrier too short (XXVI) Dangerous obstacles near carriageway (XXVIII)	1 / II 2 / III 2 / II	Check consistency class & signing Lengthen New water inlet
Node 2			Insufficient channelling of allowed traffic movements (VI)	2 / IV	-
Link 2	Holes in pavement surface (8)				
Node 3					
Link 3			Dangerous obstacles near carriageway (XXIV)	2 / II	Soften water inlet
Node 4					
Link 4					
Node 4a			Insufficient channelling of allowed traffic movements (VI)	2 / IV	-

Obrázek 50: nahoře: matice rizika z norské zprávy o provedení BI; dole: příklad z Portugalska, Klasifikace: možné zranění: 3 = lehké; 2 = těžké; 1 = velmi těžké; pravděpodobnost vzniku hmotné škody: IV = výjimečná; III = příležitostná; II = častá; I velmi častá (Cardoso a kol.2005).

Výše uvedené způsoby se zdají být vhodným nástrojem pro ukázku úrovně rizika a mohou napomoci objednateli ke klasifikaci sanačních opatření. COCU a kol. (2011) navrhl jednodušší systém, který je založen na podrobném popisu rizika dle zkušenostech inspektora a diskuze se správcem pozemní komunikaci během prezentace výsledků inspekce.

Inspekce může identifikovat všechny možné rizika bez toho, aby byla rozlišena jejich závažnost nebo kvantifikována pravděpodobnost vzniku dopravních nehod. Avšak nějaký způsob vyhodnocení relativní důležitosti potenciálních bezpečnostních problémů je důležitý, neboť umožňuje stanovovat priority při rozhodování o realizaci jednotlivých opatření. To je samozřejmě poněkud složité, neboť vyhodnocení rizika v sobě zahrnuje odhad případné závažnosti a pravděpodobné četnosti nehody. Vhodný nástroj takového hodnocení představuje výše uvedená matice rizika.

V každém případě se doporučuje, aby bezpečnostní inspektor zpracoval “neformální hodnocení rizika” pro každý identifikovaný bezpečnostní nedostatek. Kvalitně vyškolený a zkušený bezpečnostní inspektor by takové hodnocení měl být schopen zpracovat.

8.6.3.4 Kompletace inspekce – doporučení a závěrečné jednání

Dle francouzské metodiky provádění inspekce (SETRA, 2008) není inspektor zodpovědný za zpracování doporučení, pouze identifikuje záležitosti, které by správce pozemní komunikace měl řešit. Dle PIARC (2007) však inspekce nekončí předáním seznamu identifikovaných nedostatků, nýbrž uvádí také návrhy sanačních opatření, od krátkodobých až po dlouhodobé. PIARC doporučuje, aby zpráva o provedení inspekce obsahovala doporučení k odstranění identifikovaných nedostatků. Stejný postup je uváděn také v projektu RiPCORD (CARDOSO a kol., 2005).

Pevné překážky a prvky pasivní bezpečnosti	
<u>Problém 6.1</u> : Nechráněné pevné překážky <u>Pozorování</u> : ▪ Nedostatečná délka a výška svodidel ▪ Přerušení svodidel z důvodu vjezdu na přilehlé pole, čímž jeden ze stromů není opatřen svodidlem. <u>Riziko</u> : Nedostatečná ochrana vozidel v případě vyjetí mimo vozovku <u>Doporučení</u> : Vyměnit a prodloužit svodidlo	

Obrázek 51: Část zprávy o provedení inspekce (zdroj: BRRC)

Doporučení by mělo spíše naznačit povahu možného řešení, než jej detailně specifikovat. Úkolem inspektora není navrhovat a projektovat sanační opatření. Inspekce spočívá v odborné kontrole práce jiných odborníků, což vyžaduje dostatek diplomacie a respektu. Jak je ukázáno na obrázku 52, inspektor může seskupit doporučení do samostatné kapitoly a rozčlenit je dle časové nutnosti realizace.

Návrhy a doporučení

1. <u>Krátkodobé návrhy</u>:
Následující opatření by měla být provedena okamžitě:
- Úprava nejvyšší dovolené rychlosti (60 km/h v obou směrech),
- Pravidelná údržba (úprava vegetace podél pozemní komunikace, oprava povrchu)
- Úprava svodidel

2. <u>Střednědobé návrhy</u>
Jsou navržena následující opatření:
- Výměna dopravní značení dle standardů EU,
- Uzavření ilegálních vjezdů na pozemní komunikaci
- Oprava povrchu

3. <u>Dlouhodobé návrhy</u>
- Výstavba nové dálnice, která stáhne dopravu ze stávající komunikace

Obrázek 52: Ukázka možného zpracování doporučení dle jejich akutnosti

Ostatní záležitosti, např. fotografie, příklady, nákresy a kontrolní listy mohou být přílohou zprávy. Hotová zpráva je předána objednateli, ideálně během závěrečného jednání, na kterém jsou prezentovány a diskutovány výsledky inspekce. Vzor zprávy o provedení inspekce je v příloze 3.

8.6.3.5 Následná činnost

Ačkoliv se může zdát, že implementace a vyhodnocení účinnosti nápravných opatření nepatří již do procesu provádění inspekce, jsou tyto kroky velmi důležité. PIARC (2007) uvádí, že vlivy opatření na bezpečnost by měly být zjišťovány. Taktéž je nutné zkontrolovat, zda navrhované opatření nemá nějaké negativní účinky. Vhodné je zpracovat cenový odhad implementace různých variant opatření. Výsledkem by mělo být seřazení opatření do žebříčku dle jejich poměru nákladů a účinnosti a časové náročnosti jejich realizace.

Konečné rozhodnutí o tom, jaká opatření realizovat, leží zcela v rukou objednatele. Zpráva o provedení inspekce uvádí pouze doporučení vhodných opatření a objednatel je zodpovědný za rozhodnutí o jejich realizaci.

8.7 Zdroje

- Allan, P. (2006). PIARC Road Safety Inspections Guidelines. Road Safety Seminar, Lome, October 2006
- Cardoso, L. a kol. (2005). RiPCORD-iSEREST - Deliverable 5 - Road Safety Inspection - Best Practice Guidelines and Implementation Steps
- CEDR (2008). Best practice for cost-effective road safety infrastructure investments. Full report (http://www.cedr.fr)
- Cocu, X. & al, (2011). Gestion de la sécurité des infrastructures routières : d'une politique curative à une politique préventive. Synthesis BRRC.
- Elvik, R. (2006). Road safety inspections: safety effects and best practice guidelines. TOI Report 850/2006
- FGSV, 2007. Merkblatt für die Durchführung von Verkehrsschauen (M DV). Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen.
- PIARC (2003). Road Safety Manual. Technical Committee Road safety
- PIARC (2007). Road safety inspection guidelines for safety checks of existing roads. Draft document from the Technical Committee Road safety
- SETRA (2008). Road Safety Inspections – Methodological Guide. October 2008.
- Statens vegvesen (2006). Road safety audits and inspections. Handbook 222E
- Treat, J. & al (1979). Tri-Level Study of the Causes of Traffic Accidents, 1979, Washington DC – Cited in PIARC (2003). Road Safety Manual.

PŘÍLOHA 1: Kontrolní listy pro audit a inspekci dle PIARC Technical Committee Road Safety

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
1 Function and surrounding					
Do the function of the road and the desired use of the road correspond?	X				
Have the effects of the project on the surrounding road network been considered?	X				
Are there any parallel ways to be used by carts and farm equipment?			X	X	X
Are there build up areas with mixed traffic?			X	X	X
Are there traffic islands and lane shifts at the entrance of villages and towns?			X	X	X
Are transitions installed between different functions?			X	X	X
Do we realize the change of functions early enough? 100 km/h ►300 m ahead, 80 km/h ►200 m ahead, 60 km/h ►150 m ahead			X	X	X
Is access to abutting properties appropriate for road safety?			X	X	X
Is the design of the road according to its function and hierarchy in the network?			X	X	X
Where tractors or carts will access the road is the lay out safe?			X	X	X
2 Design and operating elements					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?		X	X	X	
Have specific traffic composition characteristics been taken into consideration?	X	X	X	X	X
Have previous findings/documents on the accident situation been taken into consideration during the planning phase?	X	X			
Have the design speeds been selected correctly for the intersections?	X				
Is access from abutting properties avoided or of an appropriate design for road safety?	X				
Is restricted use by certain user groups foreseen or appropriate?	X				
Is the design speed suitable for the road category?	X				
2 Design and operating elements					

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Is access from abutting properties avoided or of appropriate design for road safety?		X			
Are speed limits required and applied in the best way?		X	X	X	X
3 Cross section					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?		X	X	X	
Are parking areas designed in such a way to allow vehicles to enter and exit parking areas safely?	X	X	X	X	X
Are the road verges strong and stable enough? Are they able to carry vehicles and trucks?	X	X	X	X	X
Can road maintenance service vehicles be parked safely?	X	X	X	X	X
Have sufficient measures been taken on cutting slopes to prevent falling material (e.g. falling rocks)?	X	X	X	X	X
Have suitable measures been taken to ensure that speed limits are obeyed?	X	X	X	X	X
Have the needs of public transport and its users been taken into consideration?	X	X	X	X	X
Is a separating strip required between cycle path and parking strip?	X	X	X	X	X
Is narrowing of the carriageway required and, if so, designed in such a way to ensure traffic safety?	X	X	X	X	X
Is stopping sight obstructed, for example by safety barriers, plants?	X	X	X	X	X
Is there sufficient cross fall and longitudinal fall?	X	X	X	X	X
Is there sufficient drainage for the road and surroundings?	X	X	X	X	X
Are fixed obstacles avoidable, set up at sufficient distances or safeguarded?	X	X			
Are lanes and carriageway in curves wide enough?	X	X			
Has the construction standard and, if applicable, the transition area been adapted to the adjacent road sections?	X	X			
Is the transition from a built-up to a rural road or from an illuminated to an unilluminated road of a safe design?	X	X			
Do compensatory measures provide a sufficient degree of safety when deviating from guidelines?	X	X			
3 Cross section					
Are planted trees a sufficient distance away from skidding cars?	X	X			

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Have measures been taken to ensure safe access for rescue vehicles/maintenance vehicles/fire service?	X	X			
Are unavoidable bottlenecks of a safe design?	X	X			
Are the cross section dimensions (width, height, and spacing) suitable for the function of the road?	X				
Are parking areas required and, if so, are they large enough to prevent parking on the road?	X				
Has the safest average cross section been selected from the ones that come into question?	X				
Are waiting areas, in particular on the refuges, large enough for waiting pedestrians and cyclists?	X				
Have pedestrian and cyclist requirements been considered (shared foot path and cycle path, separate cycle facilities)	X				
Is there a sufficient division (separation planned) between the traffic lane for motor vehicle traffic and the path for cyclists and pedestrians?	X				
Is there transition of a safer design when cycle paths end on a road?	X				
Are no-stopping zones planned/ required?		X			
Are passive safety devices planned at the required locations and are they suitably designed?		X			
Are refuges large and wide enough for crossing pedestrians and cyclists to stand and wait?		X			
Are speed bumps, lane shifts by use of islands or carriageway narrowing required?		X			
Are the cross section dimensions suitable for the function of the road?		X			
Are the islands clearly visible and of a suitable design?		X			
Have cyclists' requirements been considered (e.g. separate cycle facilities)?		X			
Have pedestrian requirements been considered?		X			
Have the dimensions for speed-damping measures been observed?		X			
Is a sufficient separation planned between motor vehicle lanes and cycle and footpath?		X			
3 Cross section					
Is the transition of a safe design when cycle paths end on a road?		X			
Have specific traffic composition characteristics been taken into consideration?		X	X	X	X

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Does the road surface provide the required grip over the long term where small radii occur (e.g. also on ramps)?		X	X	X	X
Are the shoulders and the carriageway at the same level?			X	X	X
Are there any bottlenecks? If so, are they properly signed?			X	X	X
Are there any doubts regarding the surface grip because of excess bleeding or polished components?			X	X	X
Are there deep ditches?			X	X	X
Do curves with small radii have an enlarged width of the pavement?			X	X	X
Do the elements of the cross section realize the situation for the road users?			X	X	X
Does the embankment require passive safety installations?			X	X	X
Is slow and non-motorized traffic separated from fast and heavy traffic? Or Have pedestrian and cyclist requirements been considered (e.g. separate cycle facilities)?			X	X	X
Is the cross fall in straight sections constant?			X	X	X
Is the cross section appropriate to the function?			X	X	X
Is the surface even and free from grooves?			X	X	X
Is the surface free from short or long waves?			X	X	X
Is the width of the safety zones sufficient (distance to trees, buildings)? 100 km/h ►9m, 80 km/h ► 6m, 60 km/h ► 3m			X	X	X
Is there a median? Does it have a safe design, e. g. safety barrier or sufficient width to prevent turn accidents?			X	X	X
Is there an open drainage system within the safety zone?			X	X	X
What is the medium width of the road shoulders?			X	X	X
4 Alignment					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?		X	X	X	
Is right of way clearly defined at points where cyclists come into contact with each other or with motorized traffic?	X	X	X	X	X
Have suitable measures been taken to ensure that speed limits are obeyed?	X	X	X	X	X

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Is the transition from a built-up to a rural road or from an illuminated to an unilluminated road appropriately designed (village/town outskirts)?	X	X	X	X	X
Is sight obstructed, for example by safety barriers, fences, road equipment, parking areas, traffic signs, landscaping/greenery, bridge abutments, buildings?	X	X	X	X	X
Are entrances and exits to service and rest areas planned at safe locations?	X	X			
Are further crossing aids required?	X	X			
Are lane reductions correctly designed?	X	X			
Are lane shifts by use of islands or carriageway narrowing required (e.g. when entering towns or villages)?	X	X			
Are lanes and carriageway in curves wide enough?	X	X			
Are there enough possibilities to overtake safely (overtaking sight distances / overtaking lanes)?	X	X			
Do compensatory measures provide a sufficient degree of safety when deviating from guidelines?	X	X			
Has the construction standard and, if applicable, the transition area been adapted to the adjacent road sections?	X	X			
Have pedestrian crossings been appointed in such a way that collective use is guaranteed and the road will not be crossed at other points?	X	X			
Have specific traffic composition characteristics been taken into consideration?	X	X			
Have the critical changes been located correctly for roads of the operational type 2+1 and climbing lanes?	X	X			
Is stopping sight distance guaranteed along the entire section?	X	X			
Is the end of the construction area away from critical points, e.g. summits, downgrades, curves, areas with restricted sight distance or distractions?	X	X			
Is there sufficient cross / diagonal fall?	X	X			
Have continuity principles been taken into consideration?	X				
4 Alignment					
Have steps been taken to prevent minimum design values for horizontal and vertical alignment elements occurring together?	X				
Have suitable allowances been made for drainage requirements when planning horizontal and vertical alignment?	X				
Have the design elements been selected to effectively prevent "hidden-dips"?	X				
Is access from abutting properties required and is it appropriate for traffic safety?	X				

	RSA audit phase				RSI
	1	2	3	4	
Are horizontal and vertical alignments coordinated?	X				
Are there approaches and accesses that can be combined?	X				
Is it possible to guide the pedestrians and cyclists on the existing route network?	X				
Has the transition zone to the adjacent road sections been set up correctly?		X			
Is stopping sight obstructed, for example by safety barriers, plants?		X			
Is there sufficient drainage for the new road?		X			
Does the ambient lighting present any special requirements?		X	X	X	X
Are changes (surprises) indicated by transitions like signing, points of fixation?			X	X	X
Are the insides of curves free from side obstructions?			X	X	X
Are the outside of the curves framed parallel and consistent?			X	X	X
Are there accumulations of changes and critical situations?			X	X	X
Are there hidden dips in the vertical alignment?			X	X	X
Are there lane shifts by use of islands or carriageway narrowing when entering towns and villages?			X	X	X
Are there optical illusions?			X	X	X
Are there sufficient overtaking possibilities			X	X	X
Has the passing lane a sufficient length in order to insure that the vehicles can overtake and return safely?			X	X	X
4 Alignment					
Has the passing lane a sufficient length to overtake and return safely?			X	X	X
Has the uphill sector a passing lane for overtaking slow traffic?			X	X	X
Is access to abutting properties appropriate for road safety?			X	X	X
Is sufficient stopping sight distance guaranteed along the entire section? 100 km/h ►185 m for trucks, 80 km/h ► 130 m for trucks, 60 km/h ► 85 m for trucks			X	X	X

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Is the alignment consistent and easily recognized by the road users? Or full of „surprises“ for the drivers?			X	X	X
Is the existing speed limit adequate for the horizontal and vertical elements of the alignment?			X	X	X
Is the super elevation in curves sufficient?			X	X	X
Is the visibility of the road course assisted by edge delineation?			X	X	X
Is visibility in curves ensured?			X	X	X
Where tractors or carts will access the road, is the lay out safe?			X	X	X
5 Junctions					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?		X	X	X	
Are all approaches equipped with pedestrian and cycle crossings?	X	X	X	X	X
Are further crossing aids required?	X	X	X	X	X
Are special measures required for particular groups or facilities (including hospitals), e.g. for young people, older people, sick people, physically handicapped, hearing-impaired or blind people?	X	X	X	X	X
Are the auxiliary lanes or tapers for turning movements necessary and, if so, is storage length sufficient?	X	X	X	X	X
Are the islands clearly visible and of a suitable design?	X	X	X	X	X
Are the pedestrian crossings located where most required by pedestrian traffic?	X	X	X	X	X
Are there plans to set stop lines for motorists' further back for the benefit of cyclists?	X	X	X	X	X
5 Junctions					
Can road maintenance service vehicles be parked safely?	X	X	X	X	X
Does the junction have sufficient drainage?	X	X	X	X	X
Has right of way been specified and clarified at cycle crossings, in particular for cycle paths that are set back?	X	X	X	X	X
Have suitable measures been taken to ensure that speed limits are obeyed? Are traffic signals/ temporary speed monitoring required?	X	X	X	X	X
Is right of way clearly defined at points where cyclists come into contact with each other or with motorized traffic?	X	X	X	X	X

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Is stopping sight distance guaranteed on the approach to the junction?	X	X	X	X	X
Is the transition safely designed if footpaths and cycle paths end on a junction or road or are directed across the road?	X	X	X	X	X
Is there sufficient cross fall/ longitudinal fall?	X	X	X	X	X
Is the central island of the roundabout free of fixed obstacles?	X	X	X	X	X
Is pedestrian/cyclist routing at junctions adapted to the actual conditions and clearly marked and signposted?	X	X	X	X	X
Are additional areas for cross-turning movements required and is storage length sufficient?	X	X			
Are areas for waiting pedestrians and cyclists sufficient?	X	X			
Are auxiliary lanes for deceleration, acceleration, and weaving required and, if so, are they appropriately and safely designed?	X	X			
Are public transport stops planned at junctions?	X	X			
Are stops easily accessible to pedestrians?	X	X			
Are the dimensions of the junction sufficient for all necessary vehicle movements (minimum turning radius of design vehicles)?	X	X			
Are there approaches and accesses that are superfluous or that are located at critical points that can be combined?	X	X			
Can turning motorists see past oncoming vehicles?	X	X			
Has it been ensured that, for small roundabouts, the circulatory carriageway can be driven on in single lane only?	X	X			
Has the construction standard and, if applicable, the transition area been adapted to the adjacent road sections?	X	X			
5 Junctions					
Have all approaches for small roundabouts been aligned radial to the centre of the circle?	X	X			
Have pedestrian crossings been appointed in such a way that collective use is guaranteed and the road will not be crossed at other points?	X	X			
Have specific traffic composition characteristics been taken into consideration?	X	X			
Have the requirements of pedestrians and cyclists been considered?	X	X			
Can junctions be recognized in time? Is the junction clearly visible and recognizable in advance from all approaches?	X	X			
Is safe serviceability guaranteed?	X	X			

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Is the type and design of the selected junction suitable for the function of the road and the intersecting roads (crossroads, T-junction, roundabout, traffic signals etc.)?	X	X			
Is through visibility effectively stopped by the roundabout?	X	X			
Are lanes and carriageway in curves wide enough?	X				
Are sight lines obstructed/sometimes restricted, for example by safety barriers, fences, road equipment, parking areas, traffic signs, landscaping/greenery, bridge abutments, buildings, traffic jams?	X				
Are the junctions and junction elements designed in such a way that they can be clearly recognized in time?	X				
Are the movements guided clearly and easy to understand?	X				
Do compensatory measures provide a sufficient degree of safety when deviating from guidelines?	X				
Have junction speed and design speed been coordinated?	X				
Have previous findings/documents on accident situations been taken into consideration during the planning phase?	X				
Is the roundabout fully visible and recognizable from all approaches and are the required markings and signs clear and unambiguous?	X				
Is the sequence of the junction elements easily understood?	X				
Have some turning movements been excluded from signal control or from the roundabout? If so, is traffic operation safe?	X				
Is the junction necessary and has the number, spacing and form of the junctions been selected appropriately?	X				
5 Junctions					
Is good visibility ensured at the junctions and, is the required sight triangles clear for all road users?	X				
Are refuges large and wide enough for crossing pedestrians and cyclists to stand and wait?	X		X	X	X
Are cross turning movement included in signal control?		X			
Are lanes and carriageway in junctions wide enough?		X			
Are no-stopping zones planned/ required?		X			
Are suitable measures planned to restrict speeds at the appropriate locations?		X			
Are the green times long enough for cyclists and pedestrians?		X			

	RSA audit phase				RSI
	1	2	3	4	
Can perspectives that appear to be continuous (passage effect) be prevented/ interrupted by highlighting the nearest signals?		X			
Have any turning movements been excluded from signal control or from the roundabout? If so, is traffic operation safe?		X			
Is access from abutting properties affected and, if necessary, included in signal control?		X			
Is good sight ensured at the junctions? And are the required sight triangles clear?		X			
Is reconcilability guaranteed?		X			
Is traffic signals / stationary speed monitoring required?		X			
Are pedestrian crossings clearly marked? Is each section equipped with signals (including railway structures)?		X	X	X	X
Are sight lines partially obstructed, e.g. by vehicles in lay-bys, by parked vehicles or by queuing traffic?		X	X	X	X
Are the crossings for pedestrians and cyclists provided with low kerbs?		X	X	X	X
Are the movements guided clearly and easily to understand? Are traffic flows guided by markings?		X	X	X	X
Are the type and spacing of different crossing installations coordinated (e.g. railway crossings, traffic signals, zebra crossings)?		X	X	X	X
Does the ambient lighting present any special requirements?		X	X	X	X
Does the obligation to yield right of way need to be reinforced (e.g. using repetition)?		X	X	X	X
5 Junctions					
Is it clear to the motorist whether he is crossing a one-way or two-way cycle path?		X	X	X	X
Is sight obstructed, for example by safety barriers, fences, road equipment, parking areas, traffic signs, landscaping/greenery, bridge abutments, buildings?		X	X	X	X
Is the junction fully visible and recognizable in time from all approaches and are the required markings and signs clear and unambiguous?		X	X	X	X
Is a reduction in speed required in the direction of the junction? And are there transitions for speed reductions on the minor road?		X	X	X	X
Should turns be prohibited (block diversion)?		X	X	X	X
Are there no-stopping zones?			X	X	X
Are all approaches to roundabouts perpendicular and radial to the centre?			X	X	X
Are public transport stops easily accessible to pedestrians?			X	X	X

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Are the intersections perpendicular?			X	X	X
Are the islands above the level of the carriageway?			X	X	X
Are the islands made only by markings?			X	X	X
Are type and design of the junctions suitable for the function and traffic volume of the intersecting roads? (Separate answers for each intersection!)			X	X	X
Can pedestrians cross the road in one go? Is the green time sufficient? (see signalization)			X	X	X
Is good visibility ensured at the junctions for different driver eye heights of: Cars, trucks, motorcycles, bicycles, etc., and are the required sight triangles clear?			X	X	X
Is the central island of the roundabout shaped as a hill?			X	X	X
Is the main direction clearly recognizable? And if so, Is the right of way clearly recognizable?			X	X	X
Is the maximum delay reasonable for cyclists? Can cyclists be partially or totally removed from signal control?			X	X	X
Is the stopping line correlated with the traffic signal so that the signal can be seen?			X	X	X
Is the through-visibility effectively stopped by the roundabout and the hill?			X	X	X
5 Junctions					
Is there a danger of underestimating speed and overestimating distance of crossing vehicles?			X	X	X
6 Traffic signals					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?		X	X	X	
Have specific traffic composition characteristics been taken into consideration?	X	X	X	X	X
Are all approaches equipped with pedestrian and cycle crossings?	X	X	X	X	X
Are protected phases provided for turning movements or are the fast driven approaches signalled separately?	X	X			
Are the auxiliary lanes or tapers for turning movements necessary and, if so, is storage length sufficient?	X	X			
Is reconcilability guaranteed?	X		X	X	X
Is access from abutting properties affected and, if necessary, included in signal control?	X		X	X	X

	RSA audit phase				RSI
	1	2	3	4	
Are areas for waiting pedestrians and cyclists sufficient?	X				
Are the pedestrian crossings located where most required by the pedestrian traffic?	X				
Are the traffic signals clearly recognizable?	X				
Are there plans to set to stop lines for motorists' further back for the benefit of cyclists?	X				
Have cyclist and pedestrian requirements been considered (e.g. route through junction)?	X				
Is the type and design of the selected junction suitable for the function of the road and the intersecting roads?	X				
Have some turning movements been excluded from signal control? If so, is traffic operation safe?		X			
Are exclusive green phases provided for pedestrians and cyclists where necessary?		X			
Are exclusive green phases required for pedestrians and cyclists?		X			
Are secondary signals provided as necessary?		X			
Are high intensity signals and/or contrast louvres required if the signals are affected at dawn/dusk by direct sunlight?		X			
6 Traffic signals					
Are there any additional signs correlated with the traffic signals to show the direction to which that traffic signal is referring to?		X			
Can pedestrians cross the road in one go? Is the green time sufficient?		X			
Does the existing road lighting lead to conflicts in recognizing the yellow indication (sodium discharge lamps)?		X			
Are the signals are affected at dawn/dusk by direct sunlight?		X			
Have cyclists' requirements been considered (e.g. route through the junction)?		X			
Have right-turning movements been excluded from signal control? If so, are markings clear for right-turning motorists?		X			
Should specific turns be prohibited (block diversion)?		X			
Are secondary signals required in the vicinity?		X	X	X	X
Are perspectives that appear to be continuous (passage effect) interrupted by highlighting the nearest signals?		X	X	X	X

	RSA audit phase				RSI
	1	2	3	4	
Are longer and/or additional green times planned for road users with restricted mobility?		X	X	X	X
Are signals covered/ obstructed (e.g. by traffic signs, lighting masts, plants, traffic jams)?		X	X	X	X
Are traffic signals easily recognizable?		X	X	X	X
Can perspectives that appear to be continuous (passage effect) be prevented/interrupted by highlighting the nearest signals?		X	X	X	X
Have right-turning movements been excluded from signal control? If so, is traffic management safe?		X	X	X	X
Have the locations for the signals been selected correctly (additional signals, overhead signals, etc.)?		X	X	X	X
If there is no exclusive pedestrian phase, is a leading pedestrian interval provided?		X	X	X	X
Is the maximum delay reasonable for cyclists? Can cyclists be partially or totally removed from signal control?		X	X	X	X
Are the traffic signals properly situated so that they can be distinguished by each particular traffic flow?		X	X	X	X
Are pedestrian crossings clearly marked? Is each section equipped with signals (including railway structures)?			X	X	X
Are advanced warnings planned for traffic signals that cannot be seen in time?			X	X	X
6 Traffic signals					
Are advanced warnings provided for traffic signals that cannot be seen in time?			X	X	X
Are phase offsets required for pedestrians and cyclists within the cycle?			X	X	X
Are separate signals provided for cyclists? (Are the signal aspects correctly located for the cyclists? Estimate clearance times for cyclists? Avoid protected turn phases/ risk of cyclists crossing on red.)			X	X	X
Are special measures required for particular groups or facilities (including hospitals), e.g. for young people, older people, sick people, physically handicapped, hearing-impaired or blind people?			X	X	X
Are stop lines for motorists' further back for the benefit of cyclists?			X	X	X
Are the traffic signals co-ordinated with other traffic signals within the road segment or the network?			X	X	X
Are the type and spacing of different crossing installations coordinated (e.g. railway crossings, traffic signals, zebra crossings)?			X	X	X
For the protection of pedestrians, is it possible to set up an all-way red phase for vehicle traffic?			X	X	X
Have any turning movements been excluded from signal control? If so, is traffic management safe?			X	X	X

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Is the stopping line correlated with the traffic signal so that the signal can be seen?			X	X	X
Is the visibility of the traffic signal ensured on a sunny day?			X	X	X
7 Service and rest areas					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?		X	X	X	
Is the layout of the service or rest area appropriate for the different traffic movements? And if so, Is layout suitable in access areas to and from property?	X	X	X	X	X
Are the dimensions of the parking areas sufficient for parking for passenger vehicles, trucks and buses?	X	X	X	X	X
Have measures been taken to ensure safe access for rescue vehicles/maintenance vehicles/fire service?	X	X	X	X	X
Are pedestrian facilities of a safe design?	X	X			
Are entrances and exits for rest and service areas planned at points with good overall visibility?	X				
Are rest areas easily accessible and do they provide sufficient manoeuvring space?	X				
7 Service and rest areas					
Are stopping facilities planned at points with interesting views?	X				
Are there service and rest areas on both sides of the road in cases of two lane roads to avoid turning manoeuvres?	X				
Are there sufficient parking areas to prevent parking on the entrances and exits and/or carriageways?	X				
Is there a sufficient distance to the adjacent junctions?	X				
Are no-stopping zones to be planned?		X			
Are parking areas easily accessible and do they provide sufficient manoeuvring space?		X	X	X	X
Are service and rest areas and parking facilities on both sides of the road? In case not, are there turning lanes?			X	X	X
Are the road markings clear and recognizable?			X	X	X
Are there any pedestrian facilities? And if so, are they of a safe design?			X	X	X
Are these areas physically separated from the carriageway (guardrail, kerb, green area etc.)?			X	X	X
Do users feel safe and secure?			X	X	X

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Is access from abutting properties appropriate for road safety or are the accesses and exits of a safe design and easy to see?			X	X	X
Are no-stopping zones provided as necessary?			X	X	X
Is the layout in such a way, that vehicles are running at the appropriate speed?			X	X	X
8 Railway crossings					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?		X	X	X	
Are traffic control devices required and optimally set up with regard to future traffic developments?	X	X	X	X	X
Does the ambient lighting present any special requirements?	X	X	X	X	X
Is good visibility guaranteed?	X	X	X	X	X
Are particular safeguards required as a result of seasonal use of the railway crossing?	X	X			
8 Railway crossings					
Are prohibition of overtaking and speed limits planned?	X	X			
Are the clearance areas behind the railway crossing long enough?	X	X			
Are the road widths before and after the railway crossing as well as the width of the railway crossing sufficient for all necessary vehicle movements (vehicles meeting each other, minimum turning radius of design vehicles)?	X	X			
Is lighting required and, if so, appropriately designed?	X	X			
Are the railway crossings clearly recognizable?	X				
Is a railway crossing at-grade avoidable?	X				
Vehicle movements (vehicles meeting each other, minimum turning radius of design vehicles)?	X				
Are planned safety barriers for pedestrians or other barriers appropriately designed (beginning and end of the barriers, barrier posts, distance between stanchions, stability, depth of stanchions, combination with guard rails)?		X			
Is reconcilability guaranteed?		X	X	X	X
Are passive safety devices at the required locations?			X	X	X
Are prohibition of overtaking and speed limits in place as necessary?			X	X	X

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Are safeguards in place if required as a result of seasonal use of the railway crossing?			X	X	X
Are the traffic signs correlated with the type of railway crossing?			X	X	X
If the railway crossing is situated in a curve are the traffic signs doubled on the other side of the road?			X	X	X
Is lighting required and appropriately installed?			X	X	X
Is the type of the railway crossing according with the traffic volume?			X	X	X
Is the visibility of the traffic signal ensured on a sunny day?			X	X	X
9 Traffic signing					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?			X	X	
9 Traffic signing					
Are signs located in such a way as to avoid restricting sight from approaches or intersecting roads?		X	X	X	X
Are the installations shared by pedestrians and cyclists, including underpasses and bridges, properly signposted?		X	X	X	X
Can the signs be clearly recognized and read (size of signs)? And do the signs conform to the conventions of Vienna and Geneva?		X	X	X	X
Could greenery lead to safety problems if the vegetation grows (e.g. as a result of covered road signs)?		X	X	X	X
Do all signs and markings correspond without any contradictions?		X	X	X	X
Have old signs/markings (phantom markings) and protruding foundations been completely removed? Are there more than 2 different traffic signs at one place?		X	X	X	X
Is it clear to the motorist whether he is crossing a one-way or two-way cycle path?		X	X	X	X
Is pedestrian/cyclist routing at junctions adapted to the actual conditions and clearly signposted?		X	X	X	X
Is right of way clearly defined at points where cyclists come into contact with each other or with motorized traffic?		X	X	X	X
Is signing for service and rest areas clear?		X	X	X	X
Are advanced warnings planned for traffic signals that cannot be seen in time?		X			
Are no-stopping zones to be planned (service and rest areas)?		X			

	RSA audit phase				RSI
	1	2	3	4	
Does the obligation to yield right of way need to be reinforced (e.g. using repetition)?		X			
Have appropriate speed limits been planned (start, end, height, location)?		X			
Is prohibition of overtaking for trucks, buses etc. required and, if so, is it set up at suitable locations?		X			
Is sight obstructed by traffic and direction signing?		X			
Is the junction fully visible and recognizable from all approaches and are the required markings and signs clear and unambiguous?		X			
Have variable direction signing or traffic control systems been taken into consideration?		X			
Is signing logical and consistent?		X			
Are advanced warnings in place for features that cannot be seen in time?			X	X	X
9 Traffic signing					
Are signs retro reflecting or are they illuminated at night? In daylight and darkness, are signs satisfactory regarding visibility?			X	X	X
Are the additional information panels uniform?			X	X	X
Are the sign masts and foundations sufficiently protected against collisions?			X	X	X
Are the signs at a uniform position, compared to the pavement?			X	X	X
Are the signs provided with protective edges?			X	X	X
Are there misunderstanding or misguiding traffic signs or additional information panels?			X	X	X
Are there speed limitations of 70/60 km/h ahead of intersections and build up areas?			X	X	X
Do delineators have a break away structure?			X	X	X
Do the signs have a dimension according to the type of road?			X	X	X
Do the traffic signs including their supports have a sufficient passive safety by: low mass or/and? Break away structure or/and? Are they beyond the safety zone? Passive safety installations?			X	X	X
Have appropriate speed limits been signed appropriately (start, end, height, location)?			X	X	X
Is prohibition of overtaking for trucks, buses, etc. appropriately designed and located? Are there warning signs ahead of the junction prohibiting overtaking?			X	X	X

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Is readability ensured at the required distance? Are there background problems?			X	X	X
Have variable direction signing or traffic control systems been installed and are they fully functional?			X	X	X
Is a reduction in speed when approaching the junction assigned to the correct place and properly designed?			X	X	X
Is sight obstructed traffic or by the signs?			X	X	X
Is signing logical and consistent? Does it show the right of way clearly?			X	X	X
Is the roundabout fully visible and recognizable from all approaches and are the markings and signs clear and unambiguous?			X	X	X
Is the vertical signing properly emplaced and complete?			X	X	X
9 Traffic signing					
Where needed have signs been located above the carriageway?			X	X	X
10 Markings					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?		X	X	X	
Are the road markings clear, recognizable and appropriate?	X	X	X	X	X
Is pedestrian/cyclist routing at junctions adapted to the actual conditions and clearly marked?	X				
Is the transition safely designed if cycle paths end on a road or are directed across the road?	X	X			
Do all signs and markings correspond without any contradictions?		X			
Have old markings been removed?		X			
Have turning movements been excluded from signal control? If so, are markings clear for turning motorists?		X			
Is the junction fully visible and recognizable from all approaches and are the required markings and signs clear and unambiguous?		X			
Are there plans to set stop lines for motorists' further back for the benefit of cyclists?		X	X	X	X
Is it clear to the motorist whether he is crossing a one-way or two-way cycle path?		X	X	X	X
Is pedestrian/cyclist routing at junctions adapted to the actual conditions and clearly marked and signposted?		X	X	X	X
Is reconcilability guaranteed?		X	X	X	X

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Is right of way clearly defined at points where cyclists come into contact with each other or with motorized traffic?		X	X	X	X
Is the transition from a built-up to a rural road or from an illuminated to an unilluminated road appropriately designed?		X	X	X	X
Have old markings/signs been completely removed (phantom markings)?			X	X	X
Have any turning movements been excluded from signal control? If so, are markings clear for turning motorists?			X	X	X
Are the markings according to the pedestrian/cyclist traffic flow?			X	X	X
Are the markings appropriate for the function and category of the road?			X	X	X
10 Markings					
Are the markings in a parallel line to the edge of the road surface?			X	X	X
Are the markings likely to be effective under all expected conditions (day, night, wet, dry, fog, rising and setting sun)?			X	X	X
Are the markings visible on the entire sector?			X	X	X
Is the obligation to yield right of way enforced by markings according to the one enforced by signing?			X	X	X
Is the roundabout fully visible and recognizable from all approaches and are the required markings clear and unambiguous?			X	X	X
11 Lighting					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?		X	X	X	
Is the road sufficiently illuminated?	X	X	X	X	X
Is the transition from a built-up to a rural road or from an illuminated to an unilluminated road appropriately designed (village/town outskirts)?	X	X	X	X	X
Is the lighting of special situations (transition zones, changes in cross section) required and, if so, suitably designed?	X	X	X	X	X
Are fixed obstacles avoidable, set up at sufficient distances or safeguarded (masts)?	X	X			
Is stationary lighting required at junctions/ service and rest areas and, if required, of an appropriate design?	X	X			
Does stationary lighting need to be changed so that crossing pedestrians are clearly visible?		X			
Is stationary lighting of the sections, junctions, service and rest areas foreseen, in relation to the ambient lighting?		X			
Does the ambient lighting present any special requirements?		X	X	X	X

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Does the existing road lighting lead to conflicts in recognizing the yellow indication (sodium discharge lamps)?		X	X	X	X
Is contrast lighting required at the junction?		X	X	X	X
Are the lighting masts situated outside of the safety zone or properly protected?			X	X	X
Can the stationary lighting cause problems in recognizing the traffic signs or the alignment of the road?			X	X	X
Do remaining unlit areas present potential problems?			X	X	X
11 Lighting					
Does lighting need to be changed so that crossing pedestrians are clearly visible?			X	X	X
Have fixed obstacles been sufficiently safeguarded?			X	X	X
In the areas where is no stationary lighting, are there any potential dangers?			X	X	X
Is stationary lighting at junctions/service and rest areas properly situated?			X	X	X
Is the stationary lighting appropriate?			X	X	X
12 Other road equipment					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?		X	X	X	
Are antidazzle screens provided as required?	X	X	X	X	X
Are the emergency telephones in appropriate and safe positions with regard to traffic?	X	X	X	X	X
Are game fences required?	X	X			
Is suitable road equipment (fog warning signs, automatic sprinklers for de-icing agents, snow fences etc.) required and/or planned based on particular weather requirements?	X	X			
Is there a risk of pedestrian underpasses and bridges being bypassed? Are suitable measures (e.g. fences) planned?	X	X			
Is sight obstructed, for example by game/screens/snow fences?	X				
Are special measures required for particular groups or facilities e.g. for young people, older people, sick people, physically handicapped, hearing-impaired or blind people?		X			
Have sufficient measures been taken on cutting slopes to prevent falling material (e.g. falling rocks)?		X	X	X	X

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Is sight obstructed, for example by safety barriers, fences, road equipment, advertising billboards and traffic signs?		X	X	X	X
Has suitable road equipment (fog warning signs, automatic sprinklers for de-icing agents, snow fences etc.) been installed and is it fully functional?			X	X	X
Is the beginning and end of game fencing correctly determined?			X	X	X
13 Planting					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?		X	X	X	
13 Planting					
Does the greenery and type of planting preclude irritations to the road users (e.g. alignment)?	X	X	X	X	X
Is visual contact motorist-pedestrian-cyclist restricted by greenery?	X	X	X	X	X
Is good visibility ensured at the junctions? Or Is sight obstructed by the planting?	X	X			
Will growth of greenery lead to future safety problems, (e.g. as a result of obstructed sight, expected trunk diameter greater than 8 cm, hidden road signs, light and shadow effects, leaves falling on the road)?	X	X			
Are existing and planted trees a sufficient distance away from the road or out of reach of skidding cars?	X				
Are roundabouts fully visible and recognizable from all approaches?		X			
Is sight obstructed by the planting? Is good visibility ensured at the junction?		X	X	X	X
Is the transition from a built-up to a rural road or from an illuminated to an unilluminated road appropriately designed (village/town outskirts)?		X	X	X	X
Are all existing and planted trees without the safety zone? 100 km/h ►9m 80 km/h ► 6m 60 km/h ► 3m (away from skidding cars?)		X	X	X	X
Are planted trees a sufficient distance away from the road?			X	X	X
Are there bushes within the safety zone?			X	X	X
Are tree trunks free of scars from accidents?			X	X	X
Does it obstruct the visibility on the road course?			X	X	X
Does road side vegetation guide the drivers in curves continuously?			X	X	X
Does the greenery impede the drainage of the road?			X	X	X
Does the greenery or will the growth of greenery lead to future safety problems?			X	X	X

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Does vegetation protect the road from natural disasters like landslides etc.?			X	X	X
Is the junction fully visible and recognizable from all approaches and are the required markings and signs clear and unambiguous?			X	X	X
Is the vegetation along the road old and could lead to safety problems?			X	X	X
13 Planting					
Is the vegetation monotonous? Or does it help to avoid a monotonous character of the road?			X	X	X
Is there any vegetation along the road?			X	X	X
14 Civil engineering structures					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?		X	X	X	
Can road maintenance service vehicles be parked safely?	X	X	X	X	X
Does the structure have sufficient drainage?	X	X	X	X	X
Have measures been taken to ensure safe access for rescue vehicles/maintenance vehicles/fire service?	X	X	X	X	X
Is reconcilability guaranteed?	X	X	X	X	X
Have pedestrian and cyclist requirements been considered (e.g. layout of pedestrian and cycle paths)?	X	X			
Have specific traffic composition characteristics been taken into consideration?	X	X			
Are passive safety devices planned at the required locations and are they suitably designed?	X	X			
Is sight obstructed e.g. by bridge abutments?	X	X			
Is there a risk of pedestrian underpasses and bridges being bypassed? Are suitable measures (e.g. fences) planned?	X	X			
Are parapets and overpasses at a safe distance from the road?	X		X	X	X
Have masts, abutments, supporting walls, bridge railings etc. been set up at sufficient distances or safeguarded?	X		X	X	X
Are parapets and overpasses, masts, abutments, supporting walls, bridge railings etc. been set up at sufficient distances or safeguarded or at a safe distance from the road?		X			
Is lighting required and, if so, appropriately designed?		X			

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Are passive safety installations set up at the required locations?			X	X	X
Are the constructions of culverts obstacle like?			X	X	X
Are the light poles to be considered as an obstacle (steel, concrete construction)?			X	X	X
14 Civil engineering structures					
Are there unprotected advertisement boards in the obstacle-free zone?			X	X	X
Are there unprotected supports for other cables than lighting in the obstacle-free zone?			X	X	X
Are traffic signs (other than road directional signs) to be considered as dangerous obstacles?			X	X	X
Have cyclists' requirements been considered (e.g. separate cycle facilities)?			X	X	X
Is lighting appropriately designed?			X	X	X
Is the drainage system a linear obstacle?			X	X	X
Is there a risk of pedestrian underpasses and bridges being bypassed? Are suitable measures in place?			X	X	X
Is there loose material with more than 0,4 kg each element in the „obstacle-free“ zone?			X	X	X
What is the distance of the road directional signing to the pavement?			X	X	X
15 Passive safety installations					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?		X	X	X	
Are fixed obstacles avoidable, set up at sufficient distances or safeguarded (masts, abutments, supporting walls, bridge railings, trees etc.)?	X	X	X	X	X
Are passive safety installations set up at the required facilities/locations?	X				
Are areas for waiting pedestrians and cyclists sufficient?		X			
Are passive safety devices planned at the required locations and appropriately designed (beginning and end of the barriers, barrier posts, distance between stanchions, stability, depth of stanchions, combination with guard rails)?		X			
Is reconcilability guaranteed?		X			
Is sight obstructed, for example by safety barriers, fences, road equipment, parking areas, traffic signs, landscaping/greenery, bridge abutments, buildings?		X			
Is there a risk of pedestrian underpasses and bridges being bypassed? Are suitable measures planned?		X			

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Are all necessary medium barriers in place and properly signed or delineated?			X	X	X
Are all road safety barriers in place and safely located so that they are not obstacles themselves?			X	X	X
15 Passive safety installations					
Are barriers placed so that they don't restrict visibility?			X	X	X
Are dangerous windows of guardrails avoided?			X	X	X
Have passive safety installations been set up at the required locations?			X	X	X
Is the guardrail correctly installed, regarding: - End treatments: - Anchorages, - Post spacing, - Post depth, - Rail overlap?			X	X	X
Is the length of any guardrail adequate?			X	X	X
Is there a risk of pedestrian underpasses and bridges being bypassed? Are suitable measures in place?			X	X	X
16 Public transport stops					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?			X	X	
Are public transport stops easily recognizable?	X				
Are public transport stops planned at (behind!) junctions? Are stops easily accessible to passengers?	X				
Are public transport stops clear of critical areas?	X				
Have the requirements of pedestrians and cyclists been considered?	X				
Is lighting required and, if so, appropriately designed?	X				
Are areas for waiting pedestrians and cyclists sufficient?	X				
Are further crossing aids required to reach the public transport stops?	X		X	X	X
Are special measures required for particular groups, e.g. for young people, older people, sick people, physically handicapped, hearing-impaired or blind people?	X		X	X	X
Have the needs of public transport and its users been taken into consideration?	X		X	X	X
Is cyclist routing safely designed in the area near public transport stops?	X		X	X	X
Is sight obstructed, for example by safety barriers, fences, road equipment, parking areas, traffic signs, landscaping/greenery, bridge abutments, buildings?	X		X	X	X

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Are areas for waiting pedestrians and large enough?			X	X	X
16 Public transport stops					
Are public transport stops designed in such a way that they are easily accessible to passengers?			X	X	X
Are stops easily and safe accessible to pedestrians?			X	X	X
Are the bus stops signposted and detectable by the drivers? Is reconcilability guaranteed?			X	X	X
Are the bus stops situated outside of the carriageway where appropriate?			X	X	X
Are the queuing areas for waiting passengers sufficient?			X	X	X
17 Pedestrians and Cyclists needs					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?		X	X	X	X
Are all approaches equipped with pedestrian and cycle crossings?	X	X	X	X	X
Are areas for waiting pedestrians and cyclists sufficient? / Are refuges large and wide enough for crossing pedestrians and cyclists to stand and wait?	X	X	X	X	X
Are crossings over special railway structures of a safe design?	X	X	X	X	X
Are further crossing aids required?	X	X	X	X	X
Are special measures required for particular groups or facilities (including hospitals), e.g. for young people, older people, sick people, physically handicapped, hearing-impaired or blind people?	X	X	X	X	X
Are the pedestrian crossings located where most required by pedestrian traffic?	X	X	X	X	X
Have cyclists' requirements been considered (e.g. route across central refuges, bottlenecks)?	X	X	X	X	X
Have pedestrian crossings been appointed in such a way that collective use is guaranteed and the road will not be crossed at other points?	X	X	X	X	X
Is there a risk of pedestrian underpasses and bridges being bypassed? Are suitable measures in place?	X	X	X	X	X
Is two-way visual contact ensured between pedestrians and motorists?	X	X	X	X	X
Are crossings plausible and safe?	X	X			
Are the islands clearly visible and of a suitable design?	X	X			
Is lighting required and, if so, appropriately designed?	X	X			

	RSA audit phase				RSI
	1	2	3	4	
17 Pedestrians and Cyclists needs					
Will growth of plants lead to safety problems in the future?	X	X			
Have the needs of horse riders been taken into consideration?	X				
Is sight obstructed/ partially obstructed, for example by safety fences, safety barriers, road equipment, parking areas, traffic signs, plants, buildings, by vehicles in lay-bys, or by queuing traffic?	X				
Is the entire junction regulated by traffic signals?	X				
Is the transition safely designed if footpaths and cycle paths end on a road or are directed across the road?	X				
Are sight lines partially obstructed, e.g. by vehicles in lay-bys, by parked vehicles or by queuing traffic?		X			
Are the crossings for pedestrians and cyclists provided with low kerbs?		X			
Does lighting need to be changed so that crossing pedestrians are clearly visible?		X			
Does the ambient lighting present any special requirements?		X			
Is it clear to the motorist whether he is crossing a one-way or two-way cycle path?		X			
Is reconcilability guaranteed?		X			
Is the transition safely designed if cycle paths end on a road or are directed across the road?		X			
Are refuges large and wide enough for crossing pedestrians and cyclists to stand and wait?		X	X	X	X
Have specific traffic composition characteristics been taken into consideration?		X	X	X	X
Are parked vehicles obstructing the visibility of the road users regarding cyclists?			X	X	X
Are points where cyclists cross intersecting roads provided with low kerbstones?			X	X	X
Is lighting provided where necessary?			X	X	X
Are sight lines partially obstructed or obstructed, e.g. by safety fences, by safety barriers, by road equipment, traffic signs, by plants, by buildings, by vehicles in lay-bys, by parked vehicles or by queuing traffic?			X	X	X
Are the islands clearly visible and properly placed?			X	X	X
17 Pedestrians and Cyclists needs					

	RSA audit phase 1	2	3	4	RSI
Are the pedestrian crossings signposted and detectable by the drivers?			X	X	X
Are the pedestrian ways physically separated by kerb stones, barriers or greenery?			X	X	X
Are there small obstacles (obstacles not dangerous for motorised traffic) or rough pavement on roads where bicycles share the pavement with other traffic or at specific pedestrian/cyclist facilities)?			X	X	X
Are there traffic islands at the entrances of these areas?			X	X	X
Do traffic signs within the clearance for cyclists have protected edges?			X	X	X
Has priority been given to cyclists over other traffic where necessary?			X	X	X
Is the visibility for motorised traffic adequate to see cyclists along the road?			X	X	X
Is there a speed limit? And if so, is it respected by the drivers?			X	X	X
18 Motorcyclists' requirements					
Are all poles, pots, and devices necessary? (If so, is shielding an option)?			X	X	X
Are motorbikes a remarkable percentage of the traffic?			X	X	X
Have barrier kerbs been avoided in high speed areas?			X	X	X
Have devices or objects that might destabilize a motorcycle been avoided on the road surface?			X	X	X
In areas more likely to have motorcyclists run off the road is the roadside forgiving or safety shielded?			X	X	X
Is the road side clear of obstructions where motorcyclists may lean into curves?			X	X	X
Will warning or delineation be adequate for motorbikes?			X	X	X
19 Parking, loading, deliveries					
Have the audit results from the previous audit phase been taken into consideration?		X	X	X	X
Are loading areas provided next to the road?	X	X	X	X	X
Are sufficient parking areas provided to minimize illegal parking on footpaths, cycle facilities, and on the carriageway with the corresponding hazards or have corresponding preventative measures been taken?	X	X	X	X	X
19 Parking, loading, deliveries					
Are parking areas easily accessible or Is it possible to enter and leave parking areas safely?	X				

	RSA audit phase				RSI
	1	2	3	4	
Are parking areas easily accessible?		X			
Have specific traffic composition characteristics been taken into consideration?		X			
Is it possible to enter and leave parking areas safely?		X	X	X	X
Is sight obstructed by parking areas?		X	X	X	X
Are sight lines partially obstructed by illegally parked vehicles, e.g. in lay-bys, on footpaths?			X	X	X

PŘÍLOHA 2: Příklad zprávy o provedení auditu

This appendix contains the example of the template for RSA report. Such a template was used within the PILOT4SSAFETY project and, on the basis of experience from practical examinations of RSA (sees Deliverable D5) it is recommended to be used when conducting RSA on secondary roads. This example shows basic parts of the report describing a RSA conducted in the Czech Republic.

The structure of the report is:

1. Title page

2. Introduction – One page showing the RSA stage, name of the project, members of audit team, dates and other information about RSA

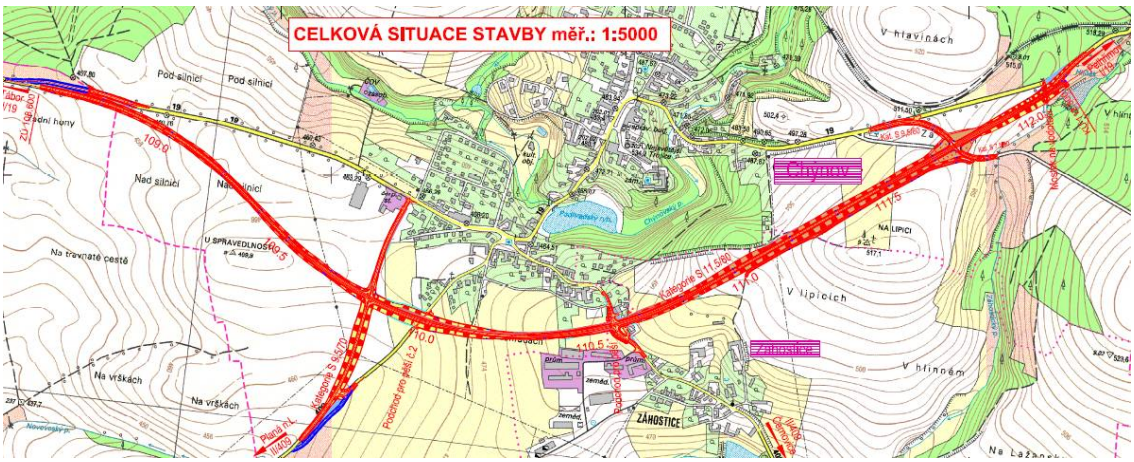
3. Specific project details – One page or more (according to the extent of the project) with description and main traffic engineering characteristics of the project.

4. Items resulting from the audit – This is the core part of the report. It describes the road safety deficiencies identified within RSA; the potential risks of each deficiency and recommended solutions. It should be accurate and brief, with only general recommendations. The aim is not to redesign the project, but to provide suggestions for the designer, how to improve road safety. The deficiencies are divided into the following groups:

- General problems
- Cross section
- Alignment
- Intersections/Junctions
- Service and rest areas
- Passive safety installations
- Traffic Signage
- Road markings
- Traffic signals
- Lighting
- Other road equipment
- Planting
- Civil engineering structures
- Railway crossings
- Public transport stops
- Vulnerable road users issues
- Parking

5. Audit team statement – This page contains the final statement and signatures of members of RSA team.

Region of South Bohemia, Czech republic
By-pass road I/19 around town Chýnov
ROAD SAFETY AUDIT STAGE 2 - detailed design



Report date: 7. September 2011
(Lead) auditor name: Jonatan Calafi (Generalitat de Catalunya)

Example of title page

INTRODUCTION

This report describes a Stage 2 (detailed design) Road Safety Audit carried out on project By-pass road I/19 around town Chýnov on behalf of Czech national highway and motorway authority.

Audit team members
Martin Lipl, Traffic Engineer, CDV
Jonatan Calafi, Civil Engineer, Generalitat de Catalunya

Dates
Audit Brief reception: August 2011
Inception meeting: 5th September 2011
Auditing Date (or Period): 5-7th September 2011

Data and documentation:
- Design brief
- Location plans
- Scheme drawings
- Traffic data

Site visit(s):
The site was visited by the Audit Team on 06/09/2011 in the morning. The weather was sunny. The traffic conditions were usual for the working day.

Comments:
The site visit was done by two auditors, one observer and three members of Road Directorate.

Appendix:
None

Example of Introduction page

Specific project details:

Description: The project of by-pass road I/19 of town Chynov aims at improving the living conditions in the town. The current through-pass is very busy with all negative effects on local life. The horizontal alignment of current road is insufficient according to technical standards. The by-pass will be beneficial also for transit transport – new road will be faster and more comfortable. The road I/19 connects western Bohemia (region around city Pilsner) with eastern part of Bohemia. It is also connected to the most important national motorway D1. The construction of the proposed by-pass will start in July 2012 and should be finished in 2014. By-pass goes mainly in not-built-up area in agricultural landscape.

Main characteristics of the by-pass

Road I/19 si 1.class road with two traffic lanes without any median barrier. The speed limit is 90 km/h. The by-pass has total length of 3,512 km.

Maximal radius of horizontal curve: 1050 m
Minimal radius of horizontal curve: 1000 m
Maximal longitudinal grade: 3,0%
Minimal longitudinal grade: 0,5%
Maximal and minimal radius of crest curve: 37 000m
Maximal (minimal) radius of crest curve: 54 000m (3000m)
Maximal cross section grade: 3,0%

There are 3 one-level intersection along the by-pass

1) with road II/409 direction Planá nad Lužnicí (Give-a-way sign)
2) with road II/409 direction Černovice (Stop-sign)
3) with road III/01915 direction Lazany (Give-a-way sign)

There are two pedestrian (cycle) underpasses under the proposed by-pass, 3 meters wide and 2,5 metres high.

Type of project: new by-pass scheme, detailed design
Length: The by-pass has total length of 3,512 km. It starts at western part of the town and goes southern from the town in the fields
Cross section: the total width of the road is 11,5 m with design speed 80 km/h. It is two-lane road with traffic lane 3,50 m wide + 0,25 m dividing marking lane + 1,50 m hard shoulder + 0,50 m soft shoulder
Traffic Volume: According to the national survey conducted in 2010, the traffic volume on road I/19 near town Chynov is 8 115 vehicles in both directions in 24 hours, with 24 % share of heavy vehicles.
Road Category: Secondary road in rural area, road category S11,5/80
Design Speed: 80 km/h

Example of Specific project details page

ITEMS RESULTING FROM THE AUDIT

General problems / problems at multiple locations

Problem 1.1: *Too many connections to Chynov village.*

Observations :

There is few distance between those connections. The maximum legal speed it´s 90 km/h but all connections are at grade.

Risk

Collateral collisions, speeding, poor visibility of un-coming cars.

Recommendations

Re-evaluate the need of so many intersections to connect to the village.

Study the possibility of roundabouts or at different grade intersections (on the main flow movements).

Problem 1.2: *Connections between existing road and by pass.*

Observations :

There is poor consistence between the existing road and the new by pass. Existing road is about 7 or 8 meters width and new road is 11.5 meters width (carriageway plus shoulders). The existing road has no shoulders.

The existing road has vertical and horizontal parameters insufficient for a 90 km/h speed, spatially on the train underpass (recommended speed 30 or 40 km/h).

Inconsistent speed from the new by pass and existing road on direction from west to east.

Risk

Confusing drivers behaviour

Speeding up before the railway underpass.

Run off.

Recommendations

Use transitions zones and inform drivers that the existing road changes the comfort and alignment parameters. Change the road width to ensure equal speeds.

Example of Items resulting from the audit page

AUDIT TEAM STATEMENT

We certify that we have examined the drawing and other information listed in Appendix. This examination has been carried out with the sole purpose of identifying and features of the design that could be removed or modified to improve the safety of the scheme. The problems that we have identified have been noted in the report, together with suggestions for improvement which we recommend should be studied for implementation.

Signed: Martin Lipl

Date 7/9/2011

Example of Audit team statement page

PŘÍLOHA 3: Příklad zprávy o provedení inspekce

This appendix contains the example of the template for RSI report. Such template was used within the PILOT4SAFETY project and, according to good experience from practical examinations of RSI (see Deliverable D6), can be recommended to be used when conducting RSI on secondary roads. This example shows basic parts of the reports describing RSI conducted in Catalonia, Spain and in Denmark. The structure of the report is:

1. Title page

2. Introduction – One page showing the name of the project, members of inspection team, dates and other information about RSI (date of site visit, data and documentation)

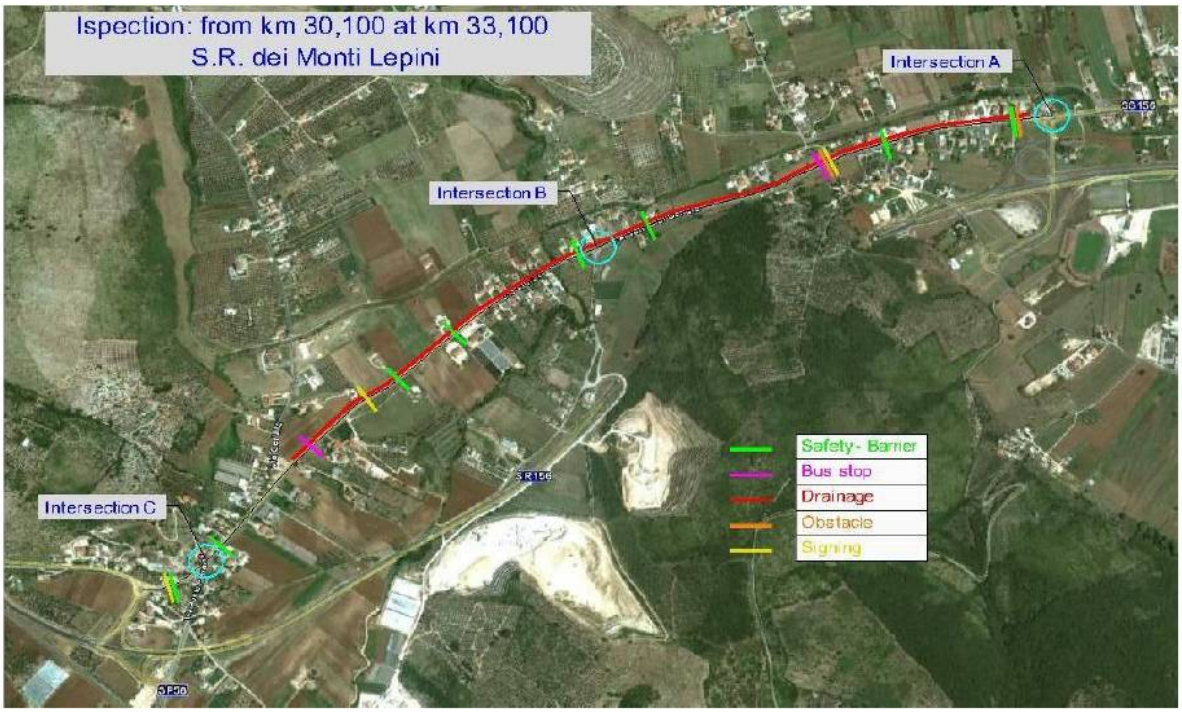
3. Specific project details – One page or more (according to the extent of the project) with description and main traffic engineering characteristics of the inspected road. (If available: Basic accident figures)

4. Item resulting from the inspection – This is the core part of the report. It describes the road safety deficiencies identified within RSI; the potential risks of each deficiency and recommended solutions if necessary. There should be a picture with a detailed description of each identified deficiencies enclosed. The recommendations should be accurate and brief, with only general statements. The aim is to provide suggestions to the road authority, how to improve road safety. The deficiencies are divided into the following groups:

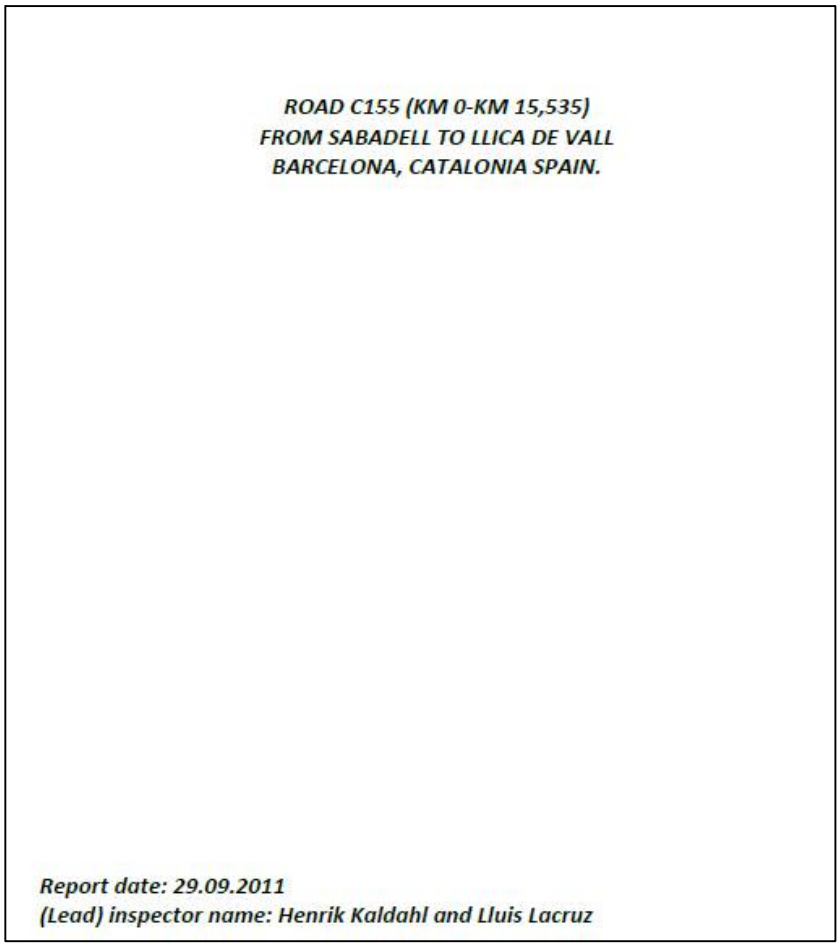
- General problems
- Cross section
- Alignment
- Intersections/Junctions
- Service and rest areas
- Passive safety installations
- Traffic Signage
- Road markings
- Traffic signals
- Lighting
- Other road equipment
- Planting
- Civil engineering structures
- Railway crossings
- Public transport stops
- Vulnerable road users issues
- Parking

5. Inspection team statement – This page contains the final statement and signatures of members of RSI team.

6. Problems location map – It is recommended to create an overview map, showing the location of each deficiency. The location of deficiency should be marked with the GPS coordinates.



Example of problems location map from Italy



ROAD C155 (KM 0-KM 15,535)
FROM SABADELL TO LLICA DE VALL
BARCELONA, CATALONIA SPAIN.

Report date: 29.09.2011
(Lead) inspector name: Henrik Kaldahl and Lluis Lacruz

Example of title page

ROAD C155(KM 0-KM 15,535)
FROM SABADELL TO LLICA DE VALL
BARCELONA, CATALONIA SPAIN.

INTRODUCTION

This report describes the Road Safety Inspection carried out on road C155 going from Sabadell to Llica de Vall in Barcelona, Catalonia Spain.

Inspection team members
Henrik Kaldahl
Civil Engenieer
The Municipality of Randers, Denmark

Lluis Lacruz
Civil Engenieer
Responsible "Generalitat's Roads of Tarragona, Spain"

Dates
Inspection Brief reception: 15.09.2011
Initial meeting: 28.09.2011
Inspection Date (or Period): 28.09.2011

Data and documentation:
Materials given out on meetings on the 28.09.2011 and on 29.09.2011

Site visit(s):
The site was visited by the Inspection Team on 28.09.2011. The weather was sunny. The road was inspected in daytime and in nighttime

Appendix:
Responsibles of the road service gave out materials on the first meeting on the 28.09.2011 and accident statistics was given out on meeting on the 29.90.2011.
During the year 2004 there was constructed a roundabout in km 12+230 and complementary works between km 11+873 to km 13+293 at the village of Llica de Vall.
During the year 2002 there was constructed two roundabouts between km 12+570 and km 13+810.

Example of Introduction page

SPECIFIC PROJECT DETAILS

Description : The road is going from Sabadell to Parrets Del Valles in Barcelona, Catalonia Spain. The general width of the platfor is 8,20 meters.

Length : The length of the Road C155 is 15,535 kilometers

Traffic volume :
At km 2+700 the traffic volume in 2010 was 8607 with 2,27 % heavy vehicles.
At km 9+600 the traffic volume in 2010 was 9478 with 7,9 % heavy vehicles.

Road category : The category of the road is secondary road.

Design speed : The design speed on the road is 90 km/hour with various local speed recommendations going from 30 km/h to 70 km/h.

Example of Specific project details page

3. Alignment

Problem 3.1: *No sight distance when crossing the road (km 1+820)*

Observations

Risk
High

Recommendations
We recommend to cut the vegetation and dig the cut to improve the sight distance

Example of Items resulting from the inspection page (Spain)

5. Markings

Problem 8.1: *Partly visible markings on the road – low night time visibility*

Observations

In same places the marking on the road was missing/poor/interrupted because of damaged shoulders.

Risk

Drivers can run-off the road because of poor visibility and confusing road marking.

Recommendations

Reinstall the road marking.

Example of Items resulting from the inspection page (Denmark)

PŘÍLOHA 4: Zpráva objednatele – reakce na zjištění auditu/inspekce

Cover Page

LOCATION
SCHEME NAME
ROAD SAFETY AUDIT STAGE Xxxx

RSA report reference: …
RSA report date: …
(Lead) auditor name: …

Audit Response reference: …
Audit Response date: …
Author(s): …

Introduction Page

LOCATION
SCHEME NAME
ROAD SAFETY AUDIT STAGE Xxxx

INTRODUCTION

This Audit Response refers to the Road Safety Audit carried out on project *Yyyy*, on behalf of *Zzzz*.
It constitutes a formal answer to questions and recommendations addresses by the RSA team in its report dated from *dd/mm/aaaa* (reference *rrrr*).

Author(s) of the Audit Response
Name
title, name of organisation.

name
title, name of organisation.

Dates
RSA report meeting: …
RSA report: …

Data and documentation:
…
…

Comments:
…

Appendix:
Drawings and other information examined.
…

Reporting Page

Specific project details:

Description :

Type of project:

Length:

Cross section:

(traffic Volume):

Road Category:

Design Speed:

ITEMS RESULTING FROM THE AUDIT & ANSWERS FORMULATED: Content

1. GENERAL PROBLEMS / PROBLEMS AT MULTIPLE LOCATIONS156

2. CROSS SECTION

3. ALIGNMENT

4. JUNCTIONS

5. SERVICE AND REST AREAS

6. PASSIVE SAFETY INSTALLATIONS

7. TRAFFIC SIGNING

8. MARKINGS

9. TRAFFIC SIGNALS

10. LIGHTING

11. OTHER ROAD EQUIPMENT

12. PLANTING

13. CIVIL ENGINEERING STRUCTURES

14. RAILWAY CROSSINGS

15. PUBLIC TRANSPORT STOPS

16. PEDESTRIAN AND CYCLE CROSSINGS

17. PARKING

Reporting Pages (continued)

ITEMS RESULTING FROM THE AUDIT

General problems / problems at multiple locations

Problem 1.1: *Formulation of the problem* ***To be copied from the RSA report***

Observations
Observation relating to this problem (+ illustrations)

Risk
Nature of the risks incurred for the road safety

Recommendations
Corrective measure(s) recommended by the audit team
(Highly Recommended, Potential High Impact, Suggestions to Consider,)

Observations / Answers formulated by the Road owner and/or the Design Team
…
…

Corrective measure or complementary action decided
…
…

The Audit Response should continue following this template and the content structure taken from the RSA report

Signed ……..

Date ……

Signed ……..

Date ……