

		HEAD ON	CUTTING IN OR CHANGING LANE TO LEFT	LOSS OF CONTROL (OVERTAKING VEHICLE)	SIDE ROAD	LOSS OF CONTROL (OVERTAKING VEHICLE)	WEAVING IN HEAVY TRAFFIC	OTHER
		ON STRAIGHT	CUTTING CORNER	SWINGING WIDE	BOTH OR UNKNOWN	LOSS OF CONTROL ON STRAIGHT		OTHER
		LOSS OF CONTROL OR OFF ROAD (STRAIGHT ROADS)	OUT OF CONTROL ON ROADWAY	OFF ROADWAY TO LEFT	OFF ROADWAY TO RIGHT			OTHER
		CORNERING	LOSS OF CONTROL TURNING RIGHT	LOSS OF CONTROL TURNING LEFT	MISSED INTERSECTION OR END OF ROAD			OTHER
		COLLISION WITH OBSTRUCTION	PARKED VEHICLE	CRASH OR BROKEN DOWN	NON VEHICULAR OBSTRUCTIONS (INCLUDING ANIMALS)	WORKMAN'S VEHICLE	OPENING DOOR	OTHER
		REAR END	SLOW VEHICLE	CROSS TRAFFIC	PEDESTRIAN	QUEUE	SIGNALS	OTHER
		TURNING VERSUS SAME DIRECTION	REAR OF LEFT TURNING VEHICLE	LEFT TURN SIDE SIDE SWIPE	STOPPED OR TURNING FROM LEFT SIDE	NEAR CENTRE LINE	OVERTAKING VEHICLE	OTHER
		CROSSING (NO TURNS)	RIGHT TURN RIGHT SIDE					OTHER
		CROSSING (VEHICLE TURNING)	RIGHT TURN RIGHT SIDE					OTHER
		MERGING	LEFT TURN IN					OTHER
		RIGHT TURN AGAINST	STOPPED WAITING TO TURN	MAKING TURN				OTHER
		MANOEUVRING	PARKING OR LEAVING	"U" TURN	"U" TURN	DRIVEWAY MANOEUVRE	PARKING OPPOSITE	ENTERING OR LEAVING
		PEDESTRIANS CROSSING ROAD	LEFT SIDE	RIGHT SIDE	LEFT TURN LEFT SIDE	RIGHT TURN RIGHT SIDE	LEFT TURN RIGHT SIDE	RIGHT TURN LEFT
		PEDESTRIANS OTHER	WALKING TRAFFIC	WALKING ON FOOTPATH	CHILD PLAYING (TRICYCLE)			
		MISCELLANEOUS						



وزارت راه و شهرسازی
سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای

راهنمای بررسی تصادفات رانندگی برای مهندسان راه

وزارت راه و شهرسازی
سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای



دبیرخانه مجمع جهانی راه (پی‌آر‌ک) در ایران

راهنمای بررسی تصادفات رانندگی برای مهندسان راه

این مجموعه ترجمه‌ای است از گزارشی تحت عنوان:

ROAD ACCIDENT INVESTIGATION GUIDELINES FOR ROAD ENGINEERS

توجه: هدف از تهیه این گونه مجموعه‌ها، طرح موضوعات تخصصی در قالب انتقال فناوری از طریق نشر منابع تخصصی معتبر می‌باشد. لذا به کلیه بهره‌برداران توصیه می‌گردد جهت کاربرد اعداد و استانداردهای مورد اشاره به اصل منابع مراجعه نمایند. بدیهی است ناشر هیچ گونه مسئولیتی در خصوص پیامدهای سوء ناشی از عدم توجه به توصیه فوق را متقبل نخواهد شد.

عنوان و نام پدیدآور :	راهنمای بررسی تصادفات رانندگی برای مهندسان راه / تهیه و تألیف دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران؛ مترجم کیوان بمانا.
مشخصات نشر :	تهران: وزارت راه و شهرسازی، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، دبیرخانه پیارک در ایران، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری :	۶۰ ص.
شابک :	
وضعیت فهرست‌نویسی :	
یادداشت :	عنوان اصلی: ROAD ACCIDENT INVESTIGATION GUIDELINES FOR ROAD ENGINEERS
موضوع :	بررسی -- تصادف
موضوع :	بررسی تصادفات رانندگی
موضوع :	مجمع جهانی راه
شناسه افزوده :	بمانا، کیوان، ۱۳۵۷، مترجم
شناسه افزوده :	حمل و نقل جاده‌ای
شناسه افزوده :	پیارک
شناسه افزوده :	انجمن بین‌المللی دائمی کنگره‌های راه (ایران). دبیرخانه
شناسه افزوده :	ایران. وزارت راه و شهرسازی. سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای
رده‌بندی کنگره :	
رده‌بندی دیویی :	شماره کتابشناسی ملی :

سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای - دبیرخانه پیارک در ایران

عنوان گزارش	راهنمای بررسی تصادفات رانندگی برای مهندسان راه
تهیه و تألیف	دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک)
تاریخ تألیف	۲۰۱۳ میلادی
مترجم	کیوان بمانا
ویرایش فنی	محمد نوری امیری
ناشر	وزارت راه و شهرسازی - سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای - دبیرخانه پیارک در ایران
همکاری در تهیه	شرکت مهندسین مشاور راه‌یاب ملل
نوبت چاپ	اول
تاریخ انتشار	پاییز ۱۳۹۴
کد انتشار	
شابک	
تیراژ	۱۰۰۰ نسخه
لیتوگرافی	
چاپ و صحافی	
نشانی	میدان ولیعصر - خیابان دمشق - ساختمان راهبران - طبقه اول - دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران
تلفکس:	۸۴۴۹۸۵۲۱
وبسایت:	web:www. rmto.ir

* کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است *

بسمه تعالی

مختصری در خصوص پیارک

انجمن بین‌المللی دائمی کنگره‌های راه (پیارک) با هدف جمع‌آوری و انتشار اطلاعات در خصوص مسایل مربوط به جاده و ترافیک آن، اصلاح و استاندارد کردن شیوه‌های طراحی، اجرایی، اداری و مالی و نگهداری راهها، یکنواخت کردن علایم و نشانه‌ها، کدهای مربوط به آمد و شد در شاهراه‌های کشورهای مختلف و پیش‌بینی شبکه ارتباطی لازم متناسب با پیشرفت‌های اقتصادی و اجتماعی کشورها در سال ۱۹۰۸ همزمان با برگزاری اولین کنگره آن و با شرکت ۲۷ کشور جهان در پاریس تشکیل شد.

این انجمن، با مشارکت کشورهای مختلف هر چهار سال یکبار در زمان و مکانی که توسط دولت‌های عضو مورد توافق قرار می‌گیرد، کنگره‌ای را برگزار می‌کند و هم‌اکنون با تغییر نام به مجمع جهانی راه با بیش از ۲۰۰۰ نماینده از ۱۴۲ کشور عضو به کار خود ادامه می‌دهد. در سال ۲۰۱۱ میلادی بیست‌و‌چهارمین کنگره این مجمع در شهر مکزیکوسیتی برگزار گردید. اهداف کلی و اولیه پیارک را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

۱- بهبود ارتباطات بین‌المللی

۲- تدوین سیاست‌های حمل‌ونقل جاده‌ای

۳- ارتقای کیفیت برنامه‌ریزی، ساخت، بهسازی و نگهداری راهها

۴- ارتقای کیفیت اجرایی و مدیریت سیستم‌های راه

امروزه این اهداف شکل جدیدی پیدا کرده و با سرعت بیشتری تعقیب می‌گردد که عبارتند از:

- افزایش همکاری بین‌المللی

- پیشرفت هر چه سریعتر و جهت‌دار نمودن سیاست‌های برنامه‌ریزی، ساخت، بهسازی و نگهداری راهها

طی سال‌های اخیر، فعالیت‌های مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران گسترش یافته و با تشکیل دبیرخانه این مجمع در سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای و معرفی اعضاء، سعی بر آن شده که هر چه بیشتر با مرکز پیارک در فرانسه ارتباط لازم برقرار شود. اعضای که برای این مجمع در نظر گرفته شده شامل یک عضو اصلی و یک یا دو عضو مکاتبه‌ای برای هر یک از کمیته‌های ۱۸ گانه مندرج در زیر می‌باشند:

موضوعات راهبردی، کمیته‌های تخصصی و کارگروه‌های ویژه برای دوره ۲۰۱۵-۲۰۱۲

موضوع راهبردی ۱: مدیریت و عملکرد

TC 1.1 عملکرد ادارات راه و حمل‌ونقل

TC 1.2 تأمین مالی

TC 1.3 تغییرات آب‌وهوایی و پایداری

TC 1.4 اقتصاد سیستم حمل‌ونقل جاده‌ای و توسعه اجتماعی

TC 1.5 مدیریت ریسک

موضوع راهبردی ۲: دسترسی و جابجایی

TC 2.1 بهره‌برداری از شبکه‌های جاده‌ای

TC 2.2 بهبود جابجایی در مناطق شهری

TC 2.3 حمل‌ونقل بار

TC 2.4 بهره‌برداری زمستانی راه (نگهداری زمستانی)

TC 2.5 شبکه راههای برون‌شهری و قابلیت دسترسی به مناطق برون‌شهری

موضوع راهبردی ۳: ایمنی

TC 3.1 برنامه‌ها و سیاست‌های ملی ایمنی راه

TC 3.2 طراحی و بهره‌برداری زیرساخت‌های جاده‌ای ایمن‌تر

TC 3.3 بهره‌برداری از تونل‌های راه

TF 1 کارگروه ویژه راهنمای ایمنی راه

TF 2 کارگروه ویژه امنیت

موضوع راهبردی ۴: زیرساخت

TC 4.1 مدیریت دارایی‌های راه

TC 4.2 روسازی‌های راه

TC 4.3 پل‌های راه

TC 4.4 عملیات خاکی و راههای بدون رویه

کمیته اصطلاح‌شناسی

ریاست پیارک در ایران بر عهده آقای مهندس داود کشاورزian بوده، آقای مهندس مهران قربانی سمت دبیر پیارک و مسئولیت دبیرخانه پیارک در ایران را عهده‌دار می‌باشند. با توجه به اهداف اصلی مجمع جهانی راه، دبیرخانه پیارک در ایران با بازنگری در تشکیلات و اعضای خود به جهت رسیدن به ترکیب ایده‌آل چه به لحاظ امکانات و تسهیلات و چه به لحاظ نیروهای تخصصی فعال امیدوار است که بتواند در ارتقای سطح دانش فنی و تخصصی زیرمجموعه‌های مختلف حمل‌ونقل جاده‌ای کشور سهم و نقش خود را ایفاء نماید.

یادداشت

وزارت راه و شهرسازی به عنوان متولی اصلی صنعت حمل و نقل کشور، نیازمند استفاده از بخش وسیعی از خدمات مهندسی در زمینه طراحی، ساخت، نگهداری و بهره‌برداری از اجزای سیستم حمل و نقل جاده‌ای می‌باشد. از این رو ضروری است که دانش فنی مورد نیاز به ویژه سیاست‌ها، روش‌ها، تجربیات و فناوری‌های نوین بین‌المللی به طور مستمر در اختیار مدیران و کارشناسان مربوطه قرار گیرد. سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای به عنوان یکی از سازمان‌های تابعه وزارت راه و شهرسازی در صدد است ضمن شناسایی نیازهای اساسی بخش‌های مختلف حمل و نقل جاده‌ای وزارت متبوع، نسبت به استفاده از آخرین دستاوردها و انجام مبادلات علمی با مجامع و سازمان‌های علمی و تخصصی ذیربط، به رفع این نیازها بپردازد. در همین راستا این سازمان بر آن است تا با تهیه و تدوین مجموعه گزارش‌های تخصصی، دانش فنی مورد نیاز را به شکلی مناسب در اختیار بخش‌های مختلف حمل و نقل جاده‌ای وزارت متبوع و سایر متخصصان قرار دهد.

ضمن تشکر و قدردانی، امید است که با تلاش‌های صورت گرفته توسط اعضای دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران و همکاری افرادی که در تهیه این گزارش ما را یاری رساندند، گامی مؤثر در جهت ایجاد تحول، نوآوری و ارتقاء عملکردها در زیربخش‌های مرتبط با حمل و نقل جاده‌ای برداشته شود.

داود کشاورزیان

رئیس سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای

نماینده اول پیارک در ایران

بیانیه

مجمع جهانی راه (پی‌آر‌ک - PIARC) یک سازمان غیرانتفاعی است که در سال ۱۹۰۹ به منظور ارتقای همکاری‌های بین‌المللی و ترویج پیشرفت در زمینه راه‌ها و حمل‌ونقل جاده‌ای تأسیس شد. این گزارش پس از این که این مسأله به عنوان یک اولویت توسط کمیته اجرایی مجمع تشخیص داده شد، به عنوان یک پروژه ویژه توسط مجمع جهانی راه تدوین گردید. این گزارش از تارنمای مجمع جهانی راه (پی‌آر‌ک) به نشانی زیر قابل دستیابی می‌باشد.

<http://www.piarc.org>

تمامی حقوق این اثر به طور انحصاری متعلق به مجمع جهانی راه می‌باشد.
مجمع جهانی راه (پی‌آر‌ک)

ساختمان پاسکال، طبقه نوزدهم، ۹۲۰۵۵، منطقه لادفانس، پاریس، فرانسه

شماره استاندارد بین‌المللی کتاب ۴-۳۲۱-۸۴۰۶۰-۲-۹۷۸

طرح روی جلد: مثالی از کدهای حرکت‌های وسیله نقلیه، مورد استفاده در نیوزیلند

این راهنما توسط کمیته تخصصی TC3.1 مجمع جهانی راه، "ایمنی راه"، در چارچوب فعالیت‌های کارگروه شماره یک این کمیته (مقرون به صرفه سازی سرمایه گذاری ایمنی راه) تهیه شده است.

اعضای گروه آماده سازی این گزارش عبارتند از:

ژوزف میکولیک (جمهوری چک)، سرپرست گروه،

پیتر هولو (مجارستان)،

سایینه دیجنر (آلمان)،

تواندر و.ام. امداواریما (زیمبابوه)،

کریشتوف کوالسکی (لهستان)،

پیتر ام.و. السنار (هلند).

نظرات ارزشمندی در خصوص پیش نویس گزارش از دیگر اعضای کمیته فنی ایمنی راه (TC3.1) دریافت گردید، از جمله فیل آلن (استرالیا)، لاروس آگوستسون (دانمارک) و تامرا فدویک (استرالیا).

گروه CDV شامل یاروسلاو هاینریش، ژوزف پوکورنی، ژوزف آندره، پاول اسکالدانی، ویتوژ اسکالر، رومن استرایگلر و میلان دونت کمک شایانی به تدوین راهنما از پروژه "حمل و نقل پایدار- فرصتی برای آینده" نمودند که توسط وزارت حمل و نقل جمهوری چک تأمین مالی گردید.

جیمز آرتور نوروود (آمریکا، کارآموز CDV) به نگارش انگلیسی و کنترل کیفیت کمک نمود.

کمیته فنی ایمنی راه (TC3.1) توسط هانس یواخیم وُلپراخت (آلمان) مدیریت می شود. بٹ آلیکاندری (آمریکا)، پاتریک مالییاک (فرانسه)، روبرتو هاماس رویو (اسپانیا) به ترتیب به عنوان دبیران انگلیسی زبان، فرانسه زبان و اسپانیولی زبان همکاری می کنند.

راهنمای بررسی تصادفات رانندگی برای مهندسان راه

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
خلاصه مدیریتی.....	۱
۱- بررسی تصادفات رانندگی (RAI) چیست؟.....	۳
۱-۱- تعریف.....	۳
۲-۱- بررسی تصادفات رانندگی (RAI) و بازدید ایمنی راه (RSI).....	۳
۲- راه- عامل مهم در سیستم ایمنی.....	۵
۳- داده‌های تصادفات.....	۷
۳-۱- نیاز به داده‌ها.....	۷
۳-۲- پارامترهای داده‌ها و کیفیت آنها.....	۷
۳-۳- داده‌های حداقل.....	۹
۳-۴- داده‌های راه و ترافیک.....	۱۰
۳-۵- داده‌های اضافی.....	۱۱
۴- محل تصادفات.....	۱۳
۴-۱- شناسایی کلی.....	۱۳
۴-۲- مسیر- کیلومتر، ایستگاه‌گذاری.....	۱۴
۴-۳- شبکه گرهی.....	۱۵
۴-۴- سیستم تعیین موقعیت جغرافیایی (GPS).....	۱۵
۵- ارزیابی داده‌های تصادفات.....	۱۷
۶- انواع تصادفات.....	۲۱
۷- نمودارهای برخورد.....	۲۵
۷-۱- مثال‌های مقدماتی.....	۲۵
۷-۲- اصول تهیه نمودارهای برخورد.....	۲۶
۸- ارزیابی نمودارهای برخورد برای اقدامات ایمن‌سازی (بهبود ایمنی).....	۲۹
۸-۱- معرفی کلی.....	۲۹

۳۰	۸-۲- مثال عملی.....
۳۰	۸-۳- مقایسه گرافیکی قبل / بعد.....
۳۳	۹- مراجع.....
۳۵	پیوست ۱- مدیریت ایمنی شبکه - NSM (آلمان).....
۳۵	الف- موضوع.....
۳۵	ب- پارامترهای ارزیابی ایمنی.....
۳۶	پ- تحلیل وضعیت موجود تصادف.....
۳۷	ت- شبکه‌های راه با کارکرد ارتباطی.....
۴۱	پیوست ۲- ارزیابی ایمنی قطعات راه (جمهوری چک).....
۴۳	پیوست ۳- ارتباطات احتمالی انواع تصادف، دلیل تصادف و نقص اصلی.....
۴۹	پیوست ۴- علایم و نشانه‌های مورد استفاده در نمودارهای برخورد (جمهوری چک).....
	پیوست ۵- مثال‌هایی از نمودارهای برخورد برای نقایص شناسایی شده راه در طراحی راه
۵۱	در محل‌های پرخطر.....
۵۱	مثال ۱: جمهوری چک - گذرگاه عابر پیاده در یک راه اصلی شهری.....
۵۳	مثال ۲: جمهوری چک - اصلاح تقاطع.....
۵۵	مثال ۳: جمهوری چک - تقاطع در یک منطقه روستایی.....
۵۶	مثال ۴: جمهوری چک - تقاطع در یک منطقه نیمه‌شهری.....
۵۸	مثال ۵: آلمان - منحنی تصادف.....
۵۹	مثال ۶: استرالیای جنوبی - سهراهی قائمه (T شکل).....

خلاصه مدیریتی

هر سال مطابق با برآوردها، ۱/۲ میلیون نفر در سراسر جهان به دلیل تصادفات رانندگی جان خود را از دست می‌دهند. این تراژدی نه تنها بر خانواده‌های قربانیان اثرگذار است، بلکه یک مسأله جدی اجتماعی، اقتصادی و بهداشتی برای کل جامعه به شمار می‌آید.

برای مبارزه موفق با این مشکل و به منظور معرفی یک سیستم مدیریت ایمنی راه مؤثر، دسترسی به داده‌های تصادف و شناخت شرایطی که منجر به وقوع تصادف می‌شوند، اهمیت زیادی دارند. داده‌های جامع و به‌روز تصادفات، برای تشخیص دامنه مشکل ایمنی راه و آگاه‌سازی عمومی ضرورت دارد. داده‌های مرتبط و قابل اعتماد، شناسایی عوامل منجرشونده به تصادفات خاص و آشکار نمودن پیشینه رفتار پرخطر کاربران راه را امکان‌پذیر می‌سازد. این داده‌ها بهترین راه پیشگیری از تصادف و راههایی برای بکارگیری اقداماتی با هدف کاهش شدت تصادف را پیشنهاد می‌دهند.

پایش تصادفات و سیستم‌های ترافیک و نگهداری آنها می‌تواند پرهزینه باشد. بنابراین، برای بسیاری از کشورها ایجاد و بهره‌برداری از چنین سیستم‌هایی دشوار است. با این وجود، حتی میزان اندکی از اطلاعات می‌تواند به مهندس راه توانایی شناسایی نقایص ایمنی در محیط راه و طراحی اقدامات پیشگیرانه احتمالی را ارایه کند. بررسی تصادف رانندگی^۱ (RAI) یک بخش جدانشدنی از سیستم ارتقای ایمنی راه می‌باشد. ارزیابی اثرات ایمنی راه و بازرسی ایمنی راه تمایل به کشف نقایص ایمنی در مرحله طراحی راههای جدید دارند، در حالی که بازدید ایمنی و بررسی تصادفات رانندگی با راههای موجود سروکار دارند.

هدف بررسی تصادفات رانندگی کمک به مهندسان راه در شناسایی نقایصی از زیرساخت راه می‌باشد که بر وقوع یک تصادف تأثیرگذارند و آنها را برای تهیه فهرست اقدامات بهبود ایمنی یا اصلاح نقاط پرتصادف و طراحی اقدامات مناسب ارتقای ایمنی راهنمایی می‌کند.

بررسی تصادفات رانندگی مبتنی بر یافته‌های ارایه شده در راهنمای ایمنی راه (پی‌آرک، ۲۰۰۳) و اصلاحات بعدی تشریح شده در فصل‌های چهارم، پنجم و ششم از بخش دوم این راهنما می‌باشد. بررسی تصادفات رانندگی چندین تجربه بین‌المللی را ارایه می‌کند که به ویژه مربوط به ارزیابی داده‌های تصادف و ارزیابی نمودارهای برخورد می‌باشند.

۱- بررسی تصادفات رانندگی (RAI) به چه معناست؟

۱-۱- تعریف

بررسی تصادفات رانندگی^۱ (RAI) عبارت است از مجموعه‌ای از فرایندهای انجام شده در راههای موجود که شامل موارد زیر می‌باشد:

- مجموعه‌ای از اطلاعات در خصوص تصادفات و تمامی موارد مربوط به آنها، پارامترهای راه و ترافیک و سایر شرایط مرتبط (برای مثال، رفتار راننده و ایراد آن، شرایط آب‌وهوایی و روشنایی و غیره)،
- ارزیابی توزیع تصادفات در شبکه راه، در یک راه ویژه یا قطعه‌ای از راه یا یک محل خاص،
- تحلیل داده‌های تفصیلی تصادفات و شرایط آنها در نقاط/ مقاطع مورد نظر از راهها با استفاده از نمودارهای برخورد،
- تعیین نقایص مربوط به راه و تشریح پیشنهادهایی برای رفع یا اصلاح آنها.

انجام بررسی تصادفات رانندگی نیازمند دسترسی به اطلاعات میزان مشخصی تصادفات و داده‌های همراه آن مطابق با شرح وظایف معین مهندس راه می‌باشد. یکی از وظایف عادی مهندس راه تهیه یک فهرست ترجیحی از اقدامات مداخله‌ای به منظور بهبود یا اصلاح نقاط پرتصادف می‌باشد.

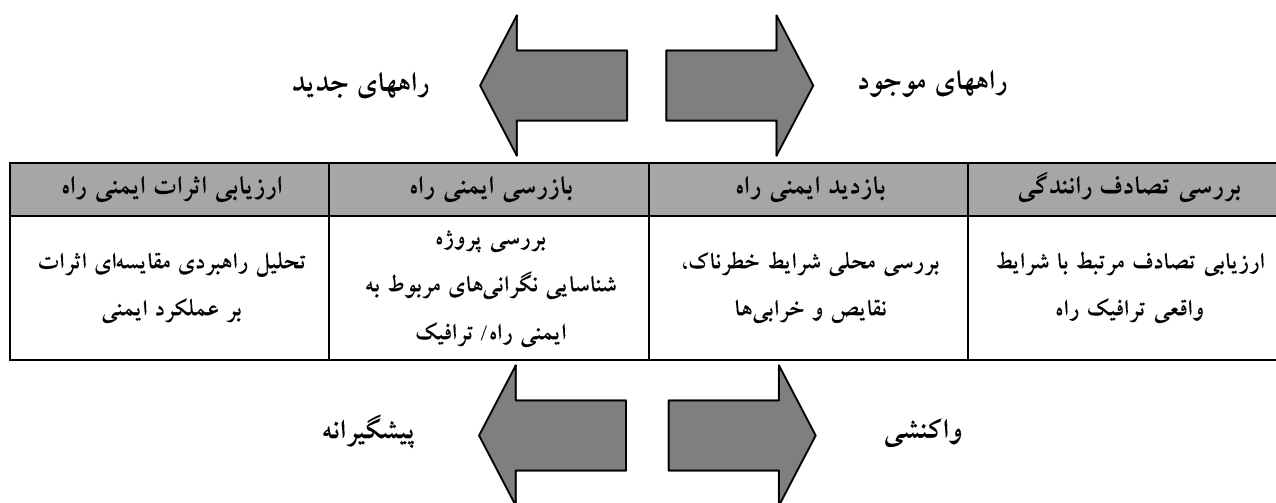
هدف از بررسی تصادفات رانندگی، کمک به مهندسان راه برای شناسایی میزان نقایص زیرساخت راه که بر وقوع تصادفات اثرگذارند و راهنمایی مهندسان در اجرای اقدامات اصلاحی مناسب می‌باشد.

بررسی تصادفات رانندگی مبتنی بر یافته‌های ارایه شده در راهنمای ایمنی راه پیارک (پیارک، ۲۰۰۳) و اصلاحات بعدی تشریح شده در فصل‌های چهارم، پنجم و ششم از بخش دوم این راهنما می‌باشد.

۱-۲- بررسی تصادفات رانندگی (RAI) و بازدید ایمنی راه^۲ (RSI)

بررسی تصادفات رانندگی (RAI) و بازدید ایمنی راه (RSI)، هر دو با راههای موجود سروکار دارند. با فرض این که فرایند بازرسی ایمنی راه به هیچ داده ورودی نیاز ندارد، مأموران تحقیق باید شایستگی فنی و تجربه کافی در زمینه ایمنی راه داشته باشند. ارزیابی آنها از مشخصه‌های ریسک راه و محیط راه، تنها به شناسایی وضعیت خطرناک محدود نمی‌شود بلکه توجه به محل‌هایی است که بر اساس تحلیل‌های داده‌های تصادفات نیازمند بررسی دقیق‌تری می‌باشند.

بنابراین بررسی تصادفات رانندگی، آخرین گام در یک سیستم اقدامات بهبود ایمنی راه می‌باشد (شکل ۱).

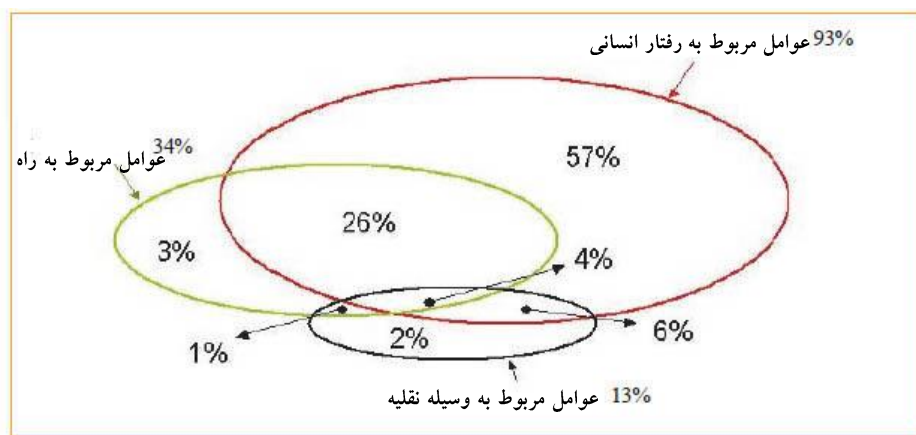


شکل ۱: سیستم بهبود ایمنی راه

بررسی تصادف رانندگی در مقایسه با سایر فرایندهای نشان داده شده در شکل ۱، یک ابزار واکنشی به شمار می‌آید که منعکس‌کننده وقوع و توزیع تصادفات و شرایط آنهاست و پتانسیل بالایی برای شناسایی تدابیر ایمنی مشخص و اجرای آنها دارد. کیفیت و سطح جزییات داده‌های مرتبط، پیش‌نیاز بکارگیری اقدامات پیشگیرانه مناسب می‌باشند.

۲- راه- عامل مهم در سیستم ایمنی

عموم مردم در خصوص نقش اصلی عامل انسانی به عنوان علت تأمه وقوع تصادفات رانندگی اتفاق نظر دارند که این امر تا حدی ناشی از تأکید بر آمارهای تصادفات توسط ادارات حمل و نقل می باشد. رانندگان و سایر کاربران راه حرکات خود در راه را مطابق با مهارت های رانندگی و شرایط سلامتی و به دلیل احساس اجبار به هماهنگ نمودن رفتار خود با قوانین و مقررات ترافیکی موجود، سطوح مختلف راه، شرایط ترافیک و آب و هوا، تعیین می کنند. به علاوه، رفتار انسان خود تحت تأثیر عوامل بسیاری قرار می گیرد که مختص هر فرد، توانایی، مهارت و تجربه، وضعیت جسمی و روحی و درک او از شرایط واقعی ترافیک و راه می باشند. تعداد زیادی از مطالعات دقیق بررسی تصادفات، تصویری کامل تر از دلایل واقعی تصادفات ارائه می دهند. شکل ۲ مثالی در این زمینه را نشان می دهد.



شکل ۲: عوامل مؤثر در وقوع تصادف (مرجع: راهنمای ایمنی راه پیارک، ۲۰۰۳)

این نمودار ارتباط میان نواحی مجزای سیستم ایمنی راه را نشان می دهد و بیانگر نقش مهم راه، به ویژه تعامل گسترده آن با رفتار انسان می باشد. بسیاری از نقاط و مقاطع راه که ویژگی های مشابهی دارند، تکرار زیاد تصادفات را نشان می دهند. این امر بدین معناست که برخی محیط های خاص راه موجب تحریک راننده به واکنش های نامناسب شده یا موجب درک اشتباه راننده می شود که به سردرگمی و/یا تأخیر در واکنش منجر می شود. شناسایی و بررسی این محل ها و توصیف نقایص ایمنی، چالشی برای مهندسان راه به شمار می آید. بروز صرف تجمع تصادفات با مشخصه های مشابه، راهنمای خوبی است که پیشنهاد می کند کجا اقدامات اصلاحی مهندسی ترافیک انجام شود که راه های خودمعرف و حاشیه راه بخشنده ایجاد گردد. این اقدامات بهترین روش برای افزایش ایمنی تمام کاربران راه می باشد. دسترسی

به داده‌های تصادفات، تمرکز بیشتری بر گزینه‌های اقدامات اصلاحی ارتقای ایمنی نسبت به اقدامات بازدید ایمنی راه پیشنهاد می‌کند که در آن شناخت تاریخچه تصادفات اخیر ضرورت دارد.

داده‌های تصادف عنصر اصلی برای هر اقدام مداخله‌ای ایمنی راه به شمار می‌آید. اما تنها توصیف شرایط تصادف مورد نیاز نیست بلکه عوامل مؤثر در وقوع تصادف مانند ویژگی‌های راه و ترافیک، پارامترهای وسیله نقلیه و اطلاعات در خصوص افراد درگیر در تصادف نیز باید ثبت شوند.

۳- داده‌های تصادف

۳-۱- نیاز به داده‌ها

دسترسی به داده‌های تصادفات رانندگی پیش‌نیاز هر سیستم مدیریت ایمنی راه مؤثر و کارآمد می‌باشد. شناسایی و تعریف مشکل همراه با آگاهی از داده‌ها و پارامترهای توصیف‌کننده این مشکل، برای حل موفقیت‌آمیز آن اهمیت زیادی دارد. داده‌های تصادف جامع و به‌روز، برای شناخت گستره مسایل ایمنی راه و افزایش آگاهی عمومی ضرورت دارد. داده‌های قابل اعتماد و مرتبط، شناسایی عوامل مؤثر در تصادفات خاص و آشکارسازی رفتار پرخطر کاربران راه را امکان‌پذیر می‌سازد. چنین داده‌هایی، بهترین روش برای بررسی پیشگیری از تصادفات و راههایی برای اجرای تدابیر کاهش شدت تصادف را پیشنهاد می‌دهد.

۳-۲- پارامترهای داده‌ها و کیفیت آنها

برای تحلیل، مقایسه و نتیجه‌گیری کارآمد و مؤثر از داده‌ها، برآورده ساختن الزامات اصلی زیر ضرورت دارد:

- دقت (توصیف دقیق پارامترهای خاص)،
- پیچیدگی (در نظر گرفتن تمامی ویژگی‌ها در سیستم مفروض)،
- قابلیت دسترسی (برای تمامی کاربران در دسترس باشد)،
- یکنواختی (تعاریف استاندارد را بکار بگیرد).

آخرین پارامتر (یکنواختی) اهمیت فراوانی برای مقایسه‌ها دارد. حتی در سطح ملی نیز بسیار مهم است که تعاریف محلی و منطقه‌ای با تعاریف ملی هماهنگی داشته باشند. در یک کشور اغلب پایگاه‌های داده‌های مختلفی وجود دارند. این پایگاه‌های داده‌ها توسط مراجع مختلفی مدیریت می‌شوند از جمله:

- پلیس،
- اداره راه،
- سیستم بهداشت / بیمارستان‌ها،
- شرکت‌های بیمه.

یک موافقتنامه میان تمامی طرف‌های مربوط در خصوص تعاریف و استانداردهای ملی مطلوب می‌باشد، زیرا چنین موافقتنامه‌ای مقایسه داده‌ها را تسهیل نموده و دقت آنها را تضمین می‌کند (اگرچه این موضوع حتی در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته نیز انجام نشده است).

رویکرد مشابهی باید در سطح بین‌المللی دنبال شود. با این که مقایسه‌های بین‌المللی جزو فعالیت‌های اصلی مهندس راه به شمار نمی‌آید، اما این مقایسه‌ها برای تعریف سیاست‌های ملی ایمنی راه اهمیت دارند که در نظر گرفتن آنها از وظایف مهندس راه به شمار می‌آید.

پایگاه‌های داده‌های بین‌المللی مواردی به شرح زیر را ارائه می‌کنند:

- مقایسه تصویری داده‌های تصادفات کشورها،
- رتبه‌بندی کشورها،
- نمایش ضرورت حمایت بین‌المللی،
- اطلاعاتی در خصوص توسعه و پیشرفت،
- شناسایی بهتر نقاط ضعف سیستم ایمنی،
- تفاوت‌ها در سطوح ایمنی کاربران و راهها.

با در نظر گرفتن مفید بودن مقایسه‌های بین‌المللی، استانداردهای ملی منعکس‌کننده موافقتنامه‌های بین‌المللی باید توسعه داده شوند. این امر از طریق اتخاذ استانداردهای بین‌المللی یا گسترش تبدیل ضرابی که تولید مجموعه داده‌های قابل مقایسه را امکان‌پذیر می‌سازند، قابل دستیابی است. یک مثال از استانداردسازی بین‌المللی در "فهرست واژگان آمارهای حمل‌ونقل"، مورد توافق میان ^۱UNECE، ^۲EUROSTAT و ^۳ECMT، ارائه شده است.

جنبه دیگری که هنگام کار با داده‌های تصادف مورد تأکید قرار می‌گیرد، میزان زیاد موارد گزارش نشده است. همه تصادفات گزارش نمی‌شوند. در این میان تعداد زیادی تصادف وجود دارند که عامدانه گزارش نمی‌شوند. اما با دانستن این حقیقت که هر پایگاه داده‌ها (پلیس، بیمارستان، اداره راه، شرکت بیمه) الزامات ویژه خود را در خصوص آنچه که باید گزارش شود و نحوه گزارش‌دهی دارد، تنها یک مقایسه دقیق منابع مختلف می‌تواند تصویری درست ارائه نماید.

بخش چهارم راهنمای ایمنی راه پیارک، چارچوبی برای جمع‌آوری داده‌ها محتویات فایل‌های تصادف، روش‌های جمع‌آوری داده‌ها و سایر گزینه‌های داده‌ها، تشریح می‌کند. داده‌ها معمولاً در قالب یک فرم گزارش تصادف رانندگی جمع‌آوری می‌شود. این فرمی از پیش چاپ شده و استاندارد شده است که اطلاعات مورد نیاز در آن ثبت می‌شود. مأموران پلیس برای جمع‌آوری داده‌ها مناسب هستند، چرا که اولین کسانی هستند که در صحنه تصادف با آنها تماس گرفته می‌شود.

1. United Nations Economic Commission for Europe (www.unece.org)

2. The Statistical Office of the European Communities (www.europa.eu/eurostat)

3. The European Conference of Ministers of Transport (www.cemt.org)

واضح است که پایش پیچیده سیستم‌های ترافیک و تصادفات و نگهداری آنها بسیار پرهزینه می‌باشد. بنابراین ایجاد و بهره‌برداری از چنین سیستم‌هایی برای ارایه تمامی اطلاعات مورد نیاز مرتبط به مهندسان راه و تصمیم‌گیران، برای بسیاری از کشورها دشوار است. با این وجود، حتی میزان حداقلی از اطلاعات نیز می‌تواند برای مهندسان راه امکان شناسایی نقایص ایمنی در محیط راه و طراحی اقدامات پیشگیرانه احتمالی را فراهم نماید.

سه سطح برای مجموعه‌های داده‌ها در نظر گرفته می‌شود:

- داده‌های حداقل،
- داده‌های راه و ترافیک،
- داده‌های اضافی.

۳-۳- داده‌های حداقل

یک مجموعه حداقلی از داده‌ها به مهندسان راه، اطلاعات مرتبط مورد نیاز برای بررسی مقدماتی علت تصادف را ارایه می‌دهد. داده‌های حداقلی می‌تواند به صورت زیر شناسایی شود:

- شناسایی تصادف (یک سیستم مبتنی بر اعداد منحصربه‌فرد)،
- زمان (تاریخ، ساعت، دقیقه، روز هفته)،
- محل (به بخش چهارم مراجعه کنید)،
- نوع تصادف (به بخش ششم مراجعه کنید)،
- وسایل نقلیه درگیر (تعداد، نوع)،
- پیامدهای تصادف (تعداد تلفات ۲۴ ساعته / ۳۰ روزه، تعداد مجروحان، خسارت مالی).

این مجموعه مقدماتی داده‌ها را می‌توان به سادگی به کشورهای فاقد هر گونه سیستم ثبت تصادفات، به عنوان گام اول برای یک سیستم گزارش‌دهی معرفی نمود زیرا نیاز به منابع مالی چندانی ندارد و تنها ورودی انسانی محدودی برای آن کافی است. ساختار سازمانی موجود (دستگاه دولت منطقه‌ای، سیستم بهداشت و غیره) برای انجام این کار مناسب است.

این اطلاعات کلیدی ارزیابی مقدماتی از سطح ایمنی راه (یا قطعه راه) را در مقایسه با سایر راهها یا مقاطع امکان‌پذیر می‌سازد. این اطلاعات، مهندس راه را به محل‌های خاصی هدایت می‌کند که تکرار تصادف بیشتری دارند و یک طرح مقدماتی از عوامل و شرایط احتمالی که می‌توانند منجر به این تصادفات شوند، ارایه می‌دهد. به کمک ویژگی‌ها و پارامترهای اضافی مربوط به محل تصادف، می‌توان نقایص بالقوه زیرساخت راه را برآورد نمود.

برخی محل‌ها ممکن است ارتباط آشکاری میان علت تصادف و نقص راه یا محیط آن را نشان دهند. فرایندهای تدوین شده در بازدید ایمنی راه می‌توانند روند بررسی را به طور مؤثری تسهیل نمایند. در نهایت، پیشنهاد تدابیر بهبود ایمنی نتیجه آشکار این فرایند خواهد بود.

۳-۴- داده‌های راه و ترافیک

این مجموعه داده‌ها به مهندسان راه اطلاعات مرتبط با زیرساخت راه که در پیوند با محل تصادف و سایر شرایط و عوامل مؤثر در وقوع تصادف هستند، ارائه می‌دهد. حتی اگر این داده‌ها در دسترس باشند نیز یک بررسی محلی تکمیلی مطلوب بوده و می‌تواند به یافته‌هایی منجر شود که از تحلیل داده‌های تصادف به دست نمی‌آیند. مجموعه داده‌ها می‌تواند شامل مشخصه‌هایی به شرح زیر باشد:

- توصیف راه (قطعه مماس، نوع تقاطع، شماره راه، طبقه‌بندی راه، مقطع عرضی و غیره)،
- مکان‌ها/ اشیای خاص (گذرگاه عابر پیاده، تقاطع با راه آهن، پل، تونل، ایستگاه اتوبوس/ تراموا، توقفگاه، پمپ‌بنزین و غیره)،
- راستای راه (وجود/ عدم نقص آشکار، شیب، باریک‌شدگی و غیره)،
- سطح راه (نوع، وضعیت دائمی، شرایط واقعی - برای مثال برفی، مرطوب، سطح یخ‌زده)،
- علائم و خط‌کشی راه (وجود، شرایط، محل و غیره)،
- موانع حاشیه راه (درخت، پایه، پل و غیره)،
- شرایط دید (واضح، محدود به دلیل راستای راه، پوشش گیاهی، موانع و غیره)،
- شرایط آب‌وهوایی (خشک، مه، بارانی، برفی و غیره)،
- کنترل ترافیک (چراغ‌های راهنمایی، تابلوهای ترافیکی، پلیس)،
- محل و موقعیت تصادف (جهت حرکت افراد درگیر در تصادف، محل - خط عبوری، شانه، حاشیه راه و غیره)،
- علل اصلی تصادف (سرعت، سبقت، حق تقدم و غیره).

این سطح از سیستم گزارش‌دهی می‌تواند در کشورهایی با سازمان راه پیشرفته اجرا شود. پیوند با پایگاه داده‌های فهرست موجودی راه توصیه می‌شود.

۳-۵- داده‌های اضافی

این مجموعه اطلاعات شامل مشخصه‌های مربوط به وسایل نقلیه و افراد درگیر در تصادف می‌باشد. برخی از این اطلاعات می‌تواند از منابع دیگری نظیر مرکز ثبت وسایل نقلیه نیز به دست آید.

چنین مجموعه کاملی از اطلاعات که شامل داده‌های راه و ترافیک نیز باشد، بررسی دقیق‌تر و با جزییات بیشتر را امکان‌پذیر می‌سازد و موارد ظاهراً مشخص و آشکار مانند نقصی که تنها مبتنی بر انسان یا وسیله نقلیه باشد را در نظر نمی‌گیرد (برای مثال خرابی وسیله نقلیه، مصرف الکل یا تأثیر مواد مخدر و غیره).

داده‌های جمع‌آوری شده شامل موارد زیر می‌باشند:

- راننده (نوع گواهینامه، تجربه رانندگی، جنس، سن، ملیت، تحصیلات و غیره)،
- تحت تأثیر بودن راننده (الکل، مواد مخدر و غیره)،
- شرایط راننده (هوشیار، خسته، وسواسی، کسالت ناگهانی، بی‌پروا و غیره)،
- استفاده از تجهیزات نگهدارنده (کلاه ایمنی، کمربند ایمنی، صندلی کودک و غیره)،
- شرایط عابر پیاده (هوشیار، تحت تأثیر الکل / مواد مخدر و غیره)،
- رفتار عابر پیاده (مناسب، پراشتباه، تخمین نادرست از حرکت وسیله نقلیه، ورود ناگهانی به راه و غیره)،
- شماره پلاک،
- نشان تجاری (مارک) وسیله نقلیه،
- بهره‌بردار وسیله نقلیه (شخصی، تجاری، حمل‌ونقل عمومی و غیره)،
- سال تولید وسیله نقلیه،
- خدمات اضطراری درگیر در تصادف.

۴- محل تصادف

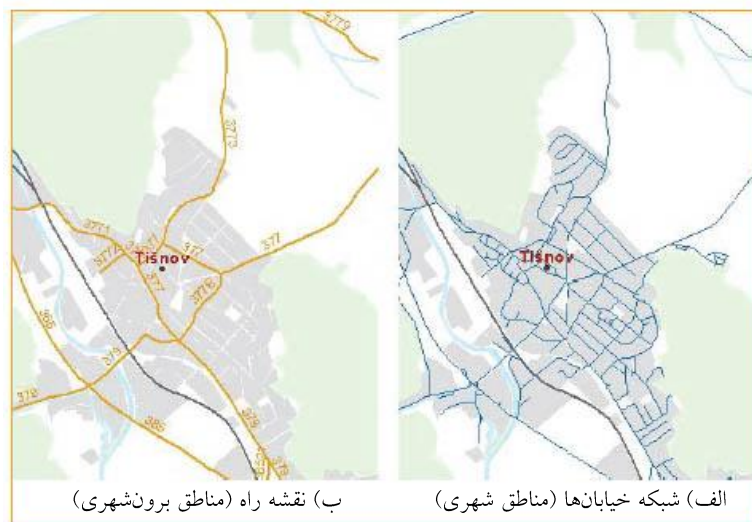
۴-۱- شناسایی کلی

هدف مطالعات مختلف ایمنی راه، بهبود کیفیت پارامترهای راه می‌باشد. بزرگ‌ترین مشکل هنگام انجام این مطالعات، تعیین محل دقیق تصادف رانندگی است. بنابراین، وجود یک روش تعیین موقعیت، عنصر اصلی هر سیستم اطلاعات راه به شمار می‌آید. بدون داشتن اطلاعات قابل اعتماد از محل تصادف و بدون داشتن اطلاعات مرتبط، فرصت‌های برطرف نمودن نقایص محلی محدود می‌شوند.

هر تصادف رانندگی به یک محل خاص در شبکه راه مرتبط می‌باشد. هر محل در راه، با شماره راه و داده‌های ایستگاه‌گذاری که برای هر شبکه راه منحصربه‌فرد هستند، توصیف می‌شود.

یک سیستم مکان‌یابی مرجع، میان فایل‌های جداگانه ارتباط برقرار می‌کند (تصادفات رانندگی، پارامترهای راه، تجهیزات راه). برای ارتباط دادن این فایل‌ها، روش‌های مکان‌یابی باید همسان بوده یا حداقل سازگار باشند تا امکان تبدیل فایل‌ها بین روش‌های مختلف فراهم گردد.

در مناطق شهری، مکان‌یابی دقیق تصادف می‌تواند از طریق یک مجموعه نقشه دیجیتالی انجام شود، برای مثال با استفاده از StreetNet که در جمهوری چک بکار می‌رود (شکل ۳). این نقشه شامل کل شبکه راهها از جمله راههای محلی و خیابان‌ها می‌باشد. همچنین اطلاعات کلی ترافیک نیز در آن وجود دارد (محدودیت‌های ترافیکی، ترافیک یک‌طرفه و غیره). به علاوه، اطلاعات مربوط به راهها (شماره، طبقه‌بندی و نوع)، شهرها، خیابان‌ها و غیره نیز در آن یافت می‌شود.



شکل ۳: مقایسه مجموعه نقشه‌های مناطق شهری و برون‌شهری

یک سیستم مکان‌یابی دقیق باید قادر به انجام موارد زیر باشد:

- مکان‌یابی دقیق ویژگی راه مطابق با داده‌های مکان‌یابی ذخیره شده در پایگاه داده‌ها،
- ذخیره‌سازی داده‌های ثبت شده در مکان مناسبی در پایگاه داده‌ها.

هر سیستم مکان‌یابی مرجع باید نتایج قابل شناسایی هم برای خط عبوری و هم برای جهت حرکت ارایه نماید. یک نقطه پرتصادف اصطلاحی است که در مدیریت ایمنی راه برای نشان دادن مکانی که تصادفات در آن متمرکز شده‌اند، بکار می‌رود. بدون مکان‌یابی دقیق تصادفات رانندگی، ادارات راه قادر به یافتن و اصلاح مؤثر نقاط پرتصادف در شبکه راههای خود نیستند. مکان‌یابی غیردقیق به معنای شناسایی‌ها و نتایج نادرست با وجود کمبود زمان و ابزارهای مالی می‌باشد. ارزیابی مؤثر اقدامات پیشگیرانه انجام شده هم می‌تواند اثرگذار باشد. راهنمای ایمنی راه (بخش ۴-۱-۴) روش‌های مختلف مکان‌یابی تصادف را به شرح زیر بیان می‌کند:

- شبکه گرهی (می‌تواند در مناطق برون‌شهری بکار گرفته شود)،
- ایستگاه‌گذاری (می‌تواند در مناطق شهری و برون‌شهری در شبکه راههای اصلی بکار گرفته شود)،
- تقاطع‌های اصلی (به شکل ۳ مراجعه کنید)،
- سیستم تعیین موقعیت جهانی یا GPS (می‌تواند در مناطق شهری و برون‌شهری در جاهایی که سیگنال GPS به اندازه کافی موجود باشد).

۴-۲- مسیر - کیلومتر، ایستگاه‌گذاری

ایستگاه‌گذاری روش سنتی و رایج‌ترین روش مورد استفاده برای مکان‌یابی در راه می‌باشد. ایستگاه‌گذاری راه مشابه با سیستم گرهی می‌باشد. هر دو این سیستم‌ها مکان را با استفاده از فاصله میان نقاط معلوم شناسایی می‌کنند. این روش از مقادیر تخصیص‌یافته به مقاطع راه استفاده می‌کند. هر راهی دارای یک ایستگاه اصلی است (نقطه صفر) که فاصله از این نقطه هر محل در راه را تعریف می‌کند. فواصل با پایه‌های کیلومترشمار نشان داده می‌شوند. چنانچه فاصله میان پایه‌های کیلومترشمار بسیار زیاد باشد، مانند آنچه که اغلب در نواحی برون‌شهری اتفاق می‌افتد، ممکن است مشکلاتی برای مکان‌یابی تصادفات رانندگی ایجاد شود. بنابراین تراکم کافی پایه‌های ایستگاه‌گذاری اهمیت فراوانی دارد. پایه‌های کیلومترشمار به طور معمول در راههای اصلی هر ۲۰۰ متر و در سایر راهها هر ۵۰۰ متر نصب می‌شوند. نقطه ضعف این سیستم، عدم انعطاف‌پذیری آن با تغییرات زیرساخت است که منجر به تغییر طول راه می‌شود. بنابراین، مأموران پلیس در بخش تصادفات رانندگی باید به نوعی ایستگاه‌گذاری را

بازبینی کنند تا هر سال آن را به‌روز نمایند. بازبینی باید تمامی راهها در منطقه مربوطه را با مقادیر ایستگاه‌گذاری در هر جهت نقطه اصلی پوشش دهد.

۳-۴- شبکه گرهی

این روش مبتنی بر گره‌هایی است که معمولاً در تقاطع‌ها قرار دارند. یک عدد منحصر به فرد به آنها تخصیص داده می‌شود. سیستم‌های گرهی به عنوان یک شبکه از گره‌ها و مقاطع میان آنها تعریف می‌شوند. مقاطع، اجزای خطی ساده با ایستگاه‌گذاری معلوم هستند. هر گره با حداقل یک گره دیگر در ارتباط می‌باشد. هر مکان می‌تواند با فاصله میان گره‌ها و جهت ایستگاه‌گذاری، شناسایی شود. شبکه ساده می‌تواند به صورت شبکه‌ای دارای گره‌هایی در تقاطع‌ها نشان داده شود. سایر اشیا و مکان‌ها در امتداد راه (پل‌ها، کانال‌ها، مرزها و غیره) را نیز می‌توان به عنوان گره در نظر گرفت. این کار می‌تواند مکان‌یابی را در حالت طولانی بودن فواصل میان گره‌های مجاور، تسهیل کند. گره‌ها می‌توانند شامل اطلاعاتی در خصوص حجم ترافیک نیز باشند. یک سیستم مکان‌یابی گرهی شامل اجزای زیر است:

- شماره گره،
- شماره واحد سازمانی،
- شماره‌های راههای متقاطع،
- شماره شهرداری،
- مشخصه گره،
- شماره‌های گره مجاور.

۴-۴- سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS)

استفاده از GPS^۱ سریع‌ترین و دقیق‌ترین راه دستیابی به داده‌های قابل اعتماد در خصوص محل تصادف می‌باشد. GPS ارزان‌ترین روش شناسایی محل تصادف نیز به شمار می‌آید. GPS ارزان‌ترین روش ثبت تصادف در کشورهایی است که از برنامه‌های جمع‌آوری داده‌های تصادف استفاده می‌کنند.

این روش برای مسایل تحلیل ایمنی مناسب است چرا که محل تصادفات رانندگی و نقاط پرتصادف به راحتی قابل شناسایی می‌باشند. برای نمایش تصادفات رانندگی می‌توان از روش رقومی مکان‌یابی جغرافیایی استفاده کرد.

نقشه‌های زمینه‌ای مختلفی را می‌توان به صورت مناسبی بکار گرفت. مکان‌یابی باید در محل تصادف رانندگی، بلافاصله پس از وقوع تصادف هنگامی که علل و شرایط را بتوان به صورت دقیق‌تر بررسی نمود، انجام شود. بدین منظور، باید از دستگاه‌های GPS دستی که دقت کافی برای به دست آوردن داده‌های مکانی دارند، استفاده شود. سپس می‌توان داده‌ها را به یک رایانه انتقال داد. این روش از مکان‌یابی در سیستم مختصات جغرافیایی استفاده می‌کند. GPS سریع‌ترین و ارزانه‌ترین روش مکان‌یابی را در اختیار می‌گذارد، مزایای آن روز به روز بیشتر شناخته شده و کاربرد آن گسترده‌تر می‌شود. برنامه کاربردی مکان‌یابی باید قابلیت‌های زیر را داشته باشد:

- بارگیری داده‌ها از GPS به برنامه کاربردی،
- تایپ دستی مکان‌یابی در یک نقشه،
- نمایش تصویری داده‌ها به صورت یک نقشه،
- ارسال داده‌های مکان‌یابی به یک فایل متنی.

سیستم‌های مکان‌یابی GPS باید در محل مورد استفاده قرار گیرند. در صورتی که فرایندها به دقت دنبال نشوند، هیچ نتیجه‌ای ثبت نمی‌شود. تنها روش برای پسا-پردازش^۱، وارد کردن مختصات از نقشه زمینه می‌باشد. طی مکان‌یابی تصادفات رانندگی با استفاده از GPS داده‌های اصلی زیر ثبت می‌شوند:

- علت تصادف،
- محل تصادف،
- تفاوت میان نواحی شهری و برون‌شهری.

داده‌های تفصیلی زیر نیز ثبت می‌شوند:

- شهرداری،
- خیابان،
- پلاک منزل،
- جهت ترافیک،
- نوع خط عبوری،
- نوع راه،
- شماره راه و ایستگاه‌گذاری.

۵- ارزیابی داده‌های تصادف

حتی مجموعه داده‌های حداقلی نیز ارزیابی سطح ایمنی شبکه راه و یافتن یک نقطه یا مقطع با تکرار زیاد تصادفات را امکان‌پذیر می‌سازد. این فرایند در بخش ۵ راهنمای ایمنی راه پیارک تشریح شده که در آن چندین روش شناسایی نقایص ایمنی راه توضیح داده شده است.

تأکید بر محل‌های با تکرار زیاد تصادفات (نقاط پرتصادف)، اولین گام در برنامه‌های ارتقای ایمنی راه به شمار می‌رود. این نقاط پرتصادف، پتانسیل بالایی برای کاهش تصادفات و همچنین نسبت هزینه-فایده بالایی نیز دارند. چندین روش که برای شناسایی نقایص راه از تکرار تصادفات، نرخ‌های تصادف و شدت تصادف استفاده می‌کنند، نشان داده می‌شوند.

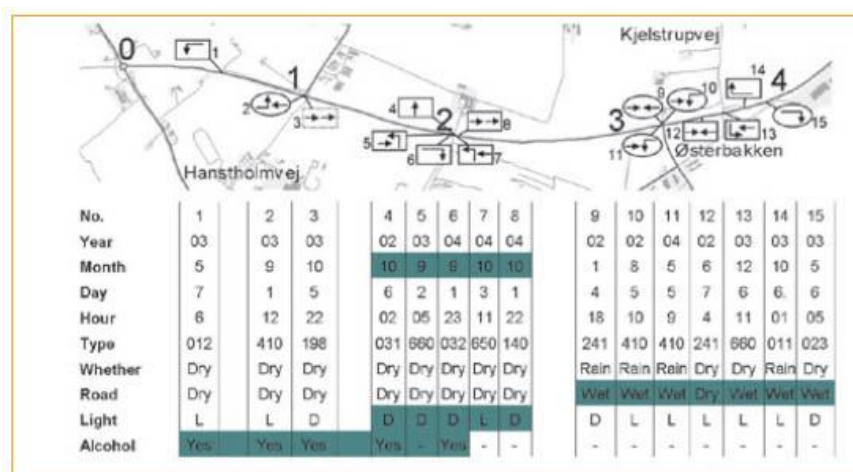
داده‌های تصادف عمدتاً به دو روش مورد استفاده قرار می‌گیرد:

- برای تعیین مشخصه‌های مشترک تصادفات به منظور معرفی اقدامات پیشگیرانه مؤثر،
- شناسایی محل‌هایی، به همراه داده‌های حجم ترافیک، که در آنها احتمال وقوع تصادف به طور چشمگیری بالاتر از حد متوسط می‌باشد (نقاط پرتصادف).

در حالت اول، باید جدول‌های تکرار ساده‌ای را تهیه نمود که با استفاده از آنها بتوان تصویری کلی از مشخصه‌هایی با بیشترین تکرار در تصادفات رانندگی را به دست آورد.

در اینجا چند مثال بسیار ساده ارائه می‌شود: اگر تعداد تصادفات شب‌هنگام به طور چشمگیری بالا باشد، بسیار محتمل است که در محل مورد بررسی میزان دید در شب کافی نباشد. اگر تعداد تصادفات در راهی با سطح مرطوب به طور چشمگیری بالا باشد، احتمالاً در محل مورد بررسی سطح راه فاقد مقاومت لغزشی مناسب است.

شکل ۴ یک نمودار برخورد تعمیم یافته و جدول تکرار تصادفات را نشان می‌دهد. در این جدول می‌توان توزیع زمانی تصادفات رانندگی، نوع تصادف (در این نمونه، مفهوم کدهای رقومی مشخص نشده است اما تصاویر کوچک خود نقطه شروع خوبی به شمار می‌روند)، شرایط آب‌وهوایی (صاف یا بارانی)، شرایط سطح راه (خشک یا مرطوب)، شرایط روشنایی (روشن یا تاریک) و تأثیر مصرف الکل را مشاهده نمود. برای مثال، به روشنی می‌توان دید که در نقطه ۲، تصادفات تنها در ماه‌های نهم و دهم سال رخ داده‌اند. برای نقاط ۳ و ۴ مشخصه غالب، وقوع تقریباً تمامی تصادفات بر روی سطح خیس راه می‌باشد. در نقطه ۲، وقوع تصادفات در تاریکی مشخصه اصلی می‌باشد. در نقاط ۰ و ۱ تأثیر مصرف الکل ثبت شده است. تهیه و جمع‌آوری این جدول‌ها و مشخصه‌های مشترک تصادفات بسیار ساده است و ابزار کارآمدی برای طراحی و بکارگیری اقدامات پیشگیرانه به شمار می‌آید.



شکل ۴: نمودار تعمیم‌یافته برخورد (مرجع: Sørensen M., TØI, RIPCORDER-ISE REST, WP 6)

در حالت دوم برای ارزیابی، داده‌های حجم ترافیک مورد نیاز می‌باشد. بدین منظور نرخ‌های تصادفات که بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند به شرح زیر می‌باشد:

- تراکم تصادف (A_d):

$$A_d = \frac{A}{L.T} \quad \left(\frac{\text{Accident}}{\text{km.year}} \right)$$

که در آن:

L طول قطعه راه یا شبکه راه مورد بررسی (بر حسب km) می‌باشد.

A تعداد تصادفات روی داده در قطعه یا شبکه راه به طول L می‌باشد.

T تعداد سال‌های دوره بررسی می‌باشد.

این نرخ معمولاً به صورت سالانه محاسبه می‌شود. در برخی کشورها، نقشه‌های تکرار تصادفات بر اساس تراکم تصادفات و به منظور نشان دادن خطرناک‌ترین بخش‌های شبکه راه تهیه می‌شوند. مشکل در اینجا است که نرخ تراکم تصادفات در حجم ترافیک در نظر گرفته نمی‌شود. بنابراین، در صورت بالا بودن حجم ترافیک، این نرخ نیز مقدار بالایی خواهد داشت. دیگر عدد نسبتاً شناخته‌شده نرخ تصادف می‌باشد.

- نرخ تصادف (A_r):

$$A_r = \frac{A.10^6}{365.AADT.L.T} \quad \left(\frac{\text{Accident}}{10^6 \text{ vehicle.km}} \right)$$

که در آن:

$AADT$ متوسط ترافیک روزانه در سال می‌باشد (بر حسب وسیله نقلیه در روز).

در بیشتر حالات، این نرخ به صورت سالانه محاسبه می‌شود. از نظر تئوری، به عنوان یک معیار (یا رویکرد) ریسک تصادف، پذیرفته‌شده‌ترین نرخ به حساب می‌آید. این نرخ مبتنی بر وجود یک رابطه خطی میان تعداد

تصادفات و حجم ترافیک می‌باشد. رابطه میان حجم ترافیک و تصادفات را می‌توان به صورت زیر نشان داد (Elvik and Vaa, 2004):

$$A = a.Q^b$$

که در آن:

A تعداد تصادفات و Q معیار حجم ترافیک می‌باشند.

اگر $b = 1$ باشد، ۱٪ افزایش در حجم ترافیک به ۱٪ افزایش در تعداد تصادفات منتهی می‌شود. برای تصادفات جرحی، $b = 0.911$ است (Fridstørn, 1999) که یک رابطه نسبتاً خطی میان تکرار تصادفات و حجم ترافیک (Knoflach, H.; Kern, U., 1979) را حداقل در بازه حجم‌های معمول ترافیک، نشان می‌دهد. بر اساس این رابطه می‌توان گفت افزایش حجم ترافیک اساساً با افزایش تعداد تصادفات مرتبط است و برعکس. برنامه EuroRAP از نرخ تصادف به منظور تهیه نقشه‌های ریسک و ارزیابی سطح ایمنی راهها استفاده می‌کند.

بحث‌های زیادی در خصوص این که کدام یک از نرخ‌های تراکم تصادف یا نرخ تصادف برای این کار مناسب‌تر است، وجود دارد. در حالت اول، باید اقدامات پیشگیرانه مستقل از حجم ترافیک معرفی شوند. در حالت دوم، نه تنها تعداد تصادفات در نظر گرفته می‌شود بلکه حجم ترافیک نیز به حساب آورده می‌شود. البته، روش‌های ترکیبی نیز وجود دارند که هر دو شاخص گفته شده را بکار می‌گیرند. راهنمای ایمنی راه پیارک، تصویر کلی مناسبی از روش‌های موجود برای شناسایی نقاط پرتصادف به دست می‌دهد. به علاوه، این راهنما مزایا و معایب روش‌های موجود را تشریح کرده و یک مقایسه تفصیلی از آنها ارائه می‌دهد که به کار عملی مهندسان ایمنی راه کمک می‌کند. تفاوت قابل شدن میان مقاطع و تقاطع‌ها، همانند روش نرخ بحرانی تصادف، اهمیت فراوانی دارد.

راهنمای ایمنی راه پیارک مدل‌های پیش‌بینی تصادف را نیز معرفی می‌کند. در میان سایر مدل‌ها به صورت مفصل در خصوص روش بایاس تجربی^۱ توضیح می‌دهد که از لحاظ روش‌شناسی می‌تواند به عنوان بهترین نمونه ارزیابی گردد. در این روش ماهیت اتفاقی تصادفات رانندگی در نظر گرفته شده و دقت پتانسل پیش‌بینی شده برای ارتقای ایمنی، بهبود می‌یابد. تنها نقطه ضعف این روش، پیچیدگی نسبی آن می‌باشد. برای کشورهای در حال توسعه، کاربرد روش‌های ساده‌تر توصیه می‌شود. برای کشورهای توسعه‌یافته، استفاده از راهنماهای بهترین اقدامات پیشنهاد می‌شود که به زودی در چارچوب پروژه RIPCORD-ISEREST ارائه خواهند شد.

مثال‌های دیگری از ارزیابی ایمنی شبکه در پیوست ۱ (مدیریت ایمنی شبکه- آلمان) و پیوست ۲ (ارزیابی ایمنی مقاطع راه- جمهوری چک) شرح داده می‌شوند. هر دو این مثال‌ها مبتنی بر محاسبه هزینه‌های تصادف می‌باشند و در اصل بیان‌کننده شدت تصادف هستند.

۶- انواع تصادفات

نوع تصادف نشان‌دهنده وضعیت مانور یا برخورد است (برای مثال برخورد میان یک وسیله نقلیه و عابر پیاده در حال عبور از عرض راه) که منجر به تصادف می‌شود. تنها وضعیت برخورد که منجر به تصادف می‌شود در تعیین نوع تصادف نقش دارد. نحوه برخورد کاربران راه (گونه تصادف) و نیز عملکرد ناصحیح کاربران راه (علت تصادف)، نقشی در تعیین نوع تصادف ندارند.

طبقه‌بندی تصادفات در چند گروه مطابق با مشخصه‌های مشترک آنها، فرایند بررسی را آسان و مشخص می‌کند. بنابراین گروه‌های تصادفات مطابق با وقوع و انواع برخورد شناسایی شده و در تحلیل‌های تصادف بکار گرفته می‌شوند. فهرست زیر نشان‌دهنده انواع تصادف مورد استفاده برای شناسایی نوع تصادف رانندگی در جمهوری چک می‌باشد که بر اساس نسخه مورد استفاده در اتریش تهیه شده است. تصادفات به ۱۰ نوع زیر تقسیم می‌شوند:

- تصادفات تک‌خودرویی،
- تصادفات وسایل نقلیه در حال حرکت در یک جهت در قطعه راه،
- تصادفات وسایل نقلیه در حال حرکت در جهت مخالف در قطعه راه،
- تصادفات وسایل نقلیه ورودی به تقاطع از یک جهت،
- تصادفات وسایل نقلیه ورودی به تقاطع از جهت‌های مخالف،
- تصادفات وسایل نقلیه ورودی به تقاطع از خطوط عبوری مجاور،
- تصادفات وسایل نقلیه و عابران پیاده،
- تصادفات با وسایل نقلیه متوقف یا پارک شده،
- تصادفات با حیوانات و وسایل نقلیه ریلی،
- سایر تصادفات رانندگی.

سایر کشورها از شیوه شناسایی انواع تصادفات رانندگی مشابهی استفاده می‌کنند اما تعداد انواع تصادفات آنها متفاوت است. برای مثال در آلمان، شناسایی نوع تصادف شامل تعداد انواع کمتری است (۷ نوع تصادف) که در ادامه تعاریف مربوطه ارائه می‌شوند:

• تصادف در حال حرکت

تصادفی که در آن راننده به دلیل رانندگی با سرعتی که متناسب با طرح، مقطع عرضی، شیب یا شرایط راه نبوده است یا به دلیل این که درک درستی از مسیر یا تغییر در مقطع عرضی راه نداشته است (تا زمانی که دیگر فرصت ندارد)، کنترل خود بر وسیله نقلیه را از دست می‌دهد. تصادفات رانندگی همیشه "تصادفات یک‌طرفه" نیستند که در آنها وسیله نقلیه از راه خارج می‌شود. این تصادفات می‌توانند منجر به برخورد با سایر کاربران راه شوند.

• تصادف خروجی

تصادفات خروجی آنهایی هستند که در اثر برخورد میان یک وسیله نقلیه خروجی از راه و یک کاربر راه که در همان جهت یا جهت مخالف عبور می‌کند، روی می‌دهد. این امر می‌تواند در چهارراهها و تقاطع با راهها، مسیرهای دوچرخه یا پیاده یا ورودی املاک/ پارکینگ‌ها اتفاق بیافتد.

• تصادف گردشی ورودی/قطع جریان ترافیک

تصادف ناشی از برخورد یک وسیله نقلیه که ملزم به رعایت حق تقدم است، در حال گردش و ورود به یک راه یا قطع ترافیک عبوری، با یک وسیله نقلیه دارای حق تقدم می‌باشد که تحت عنوان تصادف گردشی ورودی/قطع جریان شناخته می‌شود. این امر می‌تواند در چهارراهها و تقاطع با راهها، مسیرهای دوچرخه یا پیاده و تقاطع‌های راه‌آهن، یا ورودی املاک/ پارکینگ‌ها اتفاق بیافتد.

• تصادف همبری (عبور از گذرگاه)

تصادفی است که ناشی از برخورد میان یک عابر پیاده در حال گذر از راه و یک وسیله نقلیه اتفاق می‌افتد مشروط بر آن که وسیله نقلیه از راه خارج نشده باشد. این قاعده فارغ از این موضوع است که تصادف در محلی بدون تسهیلات ویژه گذر عابر پیاده یا در گذرگاه عابر پیاده، گذرگاه کنترل‌شده با چراغ راهنمایی یا تجهیزات مشابه، روی داده باشد.

• تصادف ناشی از توقف/ پارکینگ

یک تصادف ناشی از توقف/ پارکینگ، تصادفی است که به دلیل برخورد میان یک وسیله نقلیه در حال حرکت و یک وسیله نقلیه پارک شده (پارکینگ) یا متوقف شده (در حال توقف) در راه روی می‌دهد. چنین تصادفاتی موارد

برخورد ترافیک عبوری با مانور ورود/ خروج وسیله نقلیه به/ از وضعیت پارک را نیز شامل می‌شود. ممنوع بودن توقف/ پارک وسیله نقلیه در این نوع تصادفات مورد بحث نیست.

• تصادف در ترافیک طولی

تصادف در ترافیک طولی ناشی از برخورد میان کاربران راه در حال حرکت در جهت یکسان یا مخالف یکدیگر می‌باشد، مشروط بر آن که برخورد به دلیل مانوری مربوط به دیگر انواع تصادفات اتفاق نیافتاده باشد.

• سایر تصادفات

این تصادفات مواردی را در بر می‌گیرند که در طبقه‌بندی سایر انواع تصادفات نمی‌گنجند. گروه‌های اصلی مطابق با برخورد مربوطه، با استفاده از نشانه‌های گرافیکی برای درک بهتر، به زیرگروه‌هایی با جزئیات بیشتر تفکیک می‌شوند. در پیوست ۳، شیوه شناسایی انواع تصادفات رانندگی جمهوری چک ارائه شده است. شکل ۵ نیز مثالی از آلمان برای طبقه‌بندی تفصیلی تصادفات توقف/ پارکینگ را نشان می‌دهد.

70 ↓ ↑ Parker/parker	701 ↑ ↓ ↑ ↓	702 ↑ ↓ ↑ ↓	703 P In car park				709 Unclear whether 701-703
71 ↑ ↓ Reversing	711 ↑ ↓ Driving	712 ↑ ↓ Rolling	713 ↑ ↓ P	714 ↑ ↓ Reversing out	715 ↑ ↓ Reversing out		719 Unclear whether 711-715
72 U-turn	721 ↑ ↓ U-turn	722 ↑ ↓ U-turn	723 ↑ ↓ U-turn	724 ↑ ↓ U-turn			729 Unclear whether 721-724
73 Movable obstacle	731 ↑ ↓ Load	732 ↑ ↓ Other					
74 Non-operational vehicle	741 ↑ ↓ Accident	742 ↑ ↓ Breakdown					749 Unclear whether 741 or 742

شکل ۵: شناسایی انواع تصادفات توقف/ پارکینگ

مثال دیگر از نیوزیلند ۱۵ نوع مختلف تصادفات را نشان می‌دهد (A-Q) که هریک بر اساس نوع حرکات به ۷ حالت تفکیک می‌شوند (شکل ۶).

	TYPE	A	B	C	D	E	F	G	O
A	OVERTAKING AND LANE CHANGE	PULLING OUT ON CHANGING AND TO RIGHT	HEAD ON	CUTTING IN ON CHANGING LANE TO LEFT	LOST CONTROL OVERTAKING VEHICLE	SIDE ROAD	LOST CONTROL OVERTAKING VEHICLE	STAYING IN HUNT PROTECT	OTHER
B	HEAD ON	ON STRAIGHT	CUTTING CORNER	SWAYING WIDE	SWAYING WIDE	LOST CONTROL ON STRAIGHT	LOST CONTROL ON CURVE		OTHER
C	LOST CONTROL OR OFF ROAD (STRAIGHT ROADS)	OUT OF CONTROL ON ADJACENT	OFF HIGHWAY TO LEFT	OFF HIGHWAY TO RIGHT					OTHER
D	CORNERING	LOST CONTROL TURNING LEFT	LOST CONTROL TURNING LEFT	MODERATE OVERSTAY ON END OF ROAD					OTHER
E	COLLISION WITH OBSTRUCTION	REAR VEHICLE	CRASH ON BRUSH BUSH	NOT VEHICLE CRASH ON BRUSH BUSH	MOVING VEHICLE	OPENING DOOR			OTHER
F	REAR END	SLOW VEHICLE	CRASH TRUCK	RECESSION	CRASH	STUCK	OTHER		OTHER
G	TURNING VERSUS SAME DIRECTION	REAR OF LEFT TURNING VEHICLE	LEFT TURN VEHICLE	STOPPED ON TURNING FROM LEFT SIDE	ALARM CENTER LINE	OVERSTAYING VEHICLE	TWO TURNING		OTHER
H	CROSSING (NO TURNS)	RIGHT ANGLES (TO LEFT)							OTHER
J	CROSSING (VEHICLE TURNING)	RIGHT TURN RIGHT SIDE	CRASH	TWO TURNING					OTHER
K	MERGING	LEFT TURN ON	RIGHT TURN ON	TWO TURNING					OTHER
L	RIGHT TURN AGAINST	RIGHT TURN AGAINST TURN	PARALLEL TURN						OTHER
M	MANEUVERING	PARALLEL ON LANE	1/2 TURN	1/2 TURN	EXTENDING MANEUVER	PARALLEL ON LANE	EXTENDING ON LANE	REVERSING PARALLEL ROAD	OTHER
N	PEDESTRIANS CROSSING ROAD	LEFT SIDE	RIGHT SIDE	LEFT TURN LEFT SIDE	RIGHT TURN RIGHT SIDE	LEFT TURN RIGHT SIDE	RIGHT TURN LEFT SIDE	PARALLEL VEHICLE	OTHER
P	PEDESTRIANS OTHER	WALKING WITH TRUCK	WALKING WITH TRUCK	WALKING ON FOOTPATH	CHILD PLAYING (TRUCK)	ATTENDING TO VEHICLE	ENTERING ON PARKING VEHICLE		OTHER
Q	MISCELLANEOUS	TRUCK	TRUCK	TRUCK	TRUCK	TRUCK	TRUCK	TRUCK	OTHER

شکل ۶: مثالی از کدهای حرکت وسیله نقلیه، مورد استفاده در نیوزیلند

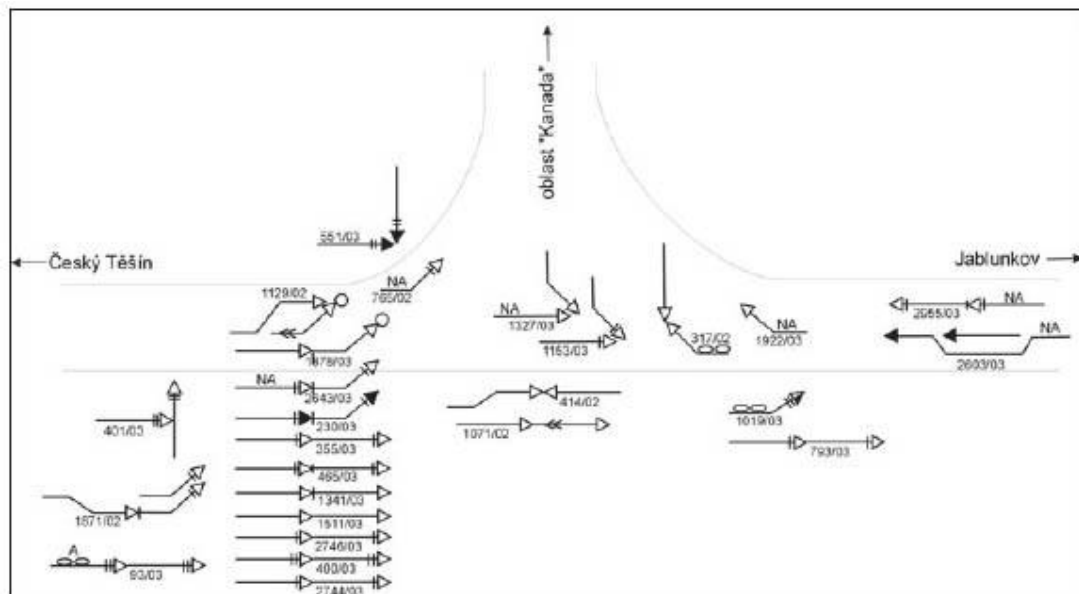
تکرار تصادفات رانندگی از یک نوع یا نوع مشابه در یک محل خاص در شبکه راه، ممکن است به دلیل وجود عوامل یکسان یا مشابه مؤثر در وقوع تصادف باشد. در پاسخ به این سؤال که چه عاملی باعث تحریک رانندگان به پذیرش ریسک یا انجام اشتباه در چنین محل‌هایی می‌شود، ممکن است پیکربندی نامناسب راه به عنوان علت ذکر شود. برای مثال طرح هندسی ضعیف، همراه با توهمات نوری و روانی می‌تواند اثرات قابل توجهی بر نرخ تصادف داشته باشد. در پیوست ۴، بررسی ساده چند نقص محتمل که می‌تواند منجر به وقوع تصادف شوند و انواع اقدامات ممکن برای ارتقای ایمنی نقاط پرتصادف ارائه شده است.

۷- نمودارهای برخورد

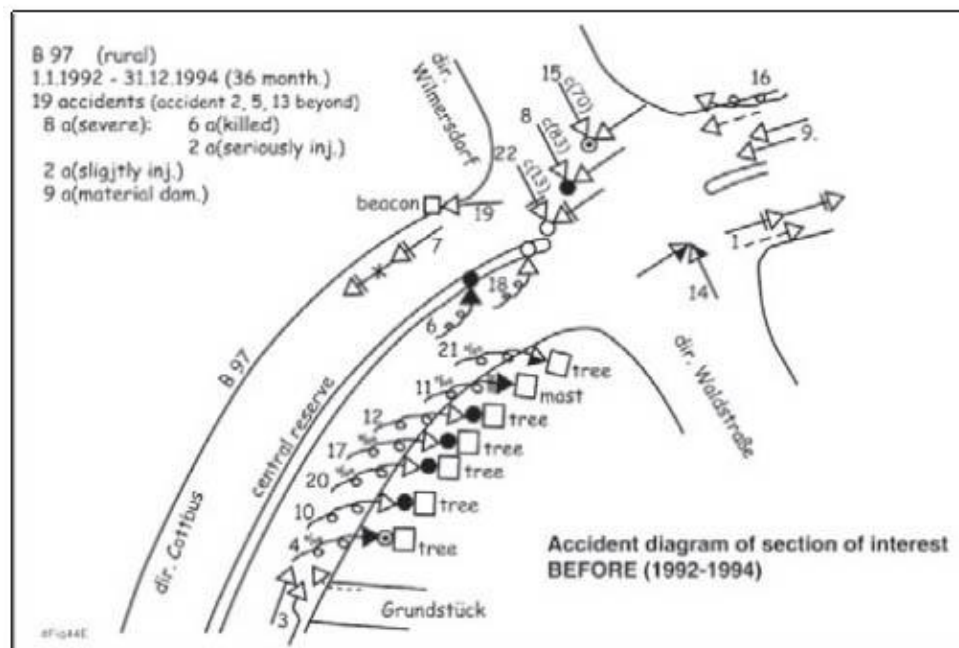
۷-۱- مثال‌های مقدماتی

ایجاد و استفاده از نمودارهای برخورد ابزار ساده و مناسبی برای تحلیل تصادفات رانندگی به شمار می‌رود. نمودارهای برخورد، الگوهای مهم تصادفات رانندگی را با نمادهای تصویری نشان می‌دهند (پیوست ۵) که داخل یا در کنار یک نقشه ترافیک درج می‌شوند (شکل‌های ۷ و ۸). نمودارهای برخورد شناخت گسترده‌تری از تعداد تصادفات و عوامل مشترک مؤثر در وقوع آنها در محل‌های مورد بررسی، بدون نیاز به درج توضیحات متنی فراوان، ارائه می‌دهند. اگر به کمک نمودارهای برخورد، الگوهای تصادف یکسان یا مشابه یافت شوند، شناسایی اقدامات پیشگیرانه مناسب امکان‌پذیر است.

نمودارهای برخورد، ابزار گویایی برای مقایسه تکرار تصادف قبل و بعد از اجرای یک اقدام ایمن‌سازی راه به شمار می‌آیند. حداقل مدت زمان دوره "قبل و بعد" در نظر گرفته شده در هر تحلیل ۳ سال می‌باشد.



شکل ۷: مثالی از نمودارهای برخورد (جمهوری چک)



شکل ۸: مثالی از نمودارهای برخورد (آلمان)

۷-۲- اصول تهیه نمودارهای برخورد

نمودارهای برخورد معمولاً در مقیاس ۱:۲۰۰ (۱:۵۰۰) ترسیم می‌شوند. نمودار باید شامل تمامی مشخصه‌های محلی مهم، به ویژه موارد مرتبط با حرکت و مانورهای وسایل نقلیه و عابران پیاده، باشد. اگر تغییری در طرح هندسی، مدیریت یا سامان‌دهی ترافیک محل طی دوره بررسی وجود داشته باشد، باید در نمودار نشان داده شود. نشانه‌های مربوط به تصادفات رانندگی مطابق با نوع برخورد و بر اساس کاتالوگ شیوه شناسایی نوع تصادف رانندگی، مشخص می‌شوند (به پیوست ۳ مراجعه کنید). شکل پیکان جهت حرکت واقعی یا مورد نظر کاربر راه را نشان می‌دهد که متناظر با جهت حرکت او در لحظه پیش از تصادف می‌باشد.

نمودارهای برخورد نه تنها کاربران درگیر در تصادف، بلکه تمامی کاربرانی که به نحوی در وقوع تصادف رانندگی اثرگذار بوده‌اند را نیز نشان می‌دهند. نمودار برخورد برای نشان دادن موارد زیر نیز مناسب است:

- یک عابر پیاده، که پیش از عبور از عرض راه دچار تردید شده و موجب یک تصادف از عقب وسیله نقلیه شده اما مجروح نشده است.
- تمامی وسایل نقلیه شرکت‌کننده در یک مانور سبقت‌گیری که موجب انحراف راننده وسیله نقلیه مقابل و افتادن آن در آبرو حاشیه راه شده‌اند.

هنگام نمایش این شرکت‌کنندگان غیرمستقیم در نمودارهای برخورد، به تدریج الگوها و مشخصه‌های خاصی در محل مورد بررسی آشکار خواهند شد. هر چه تصادفات کمتری در طرح نشان داده شوند، اطلاعات تکمیلی اهمیت بیشتری می‌یابند. معمولاً حرکات بعد از برخورد شرکت‌کنندگان در تصادف مهم نیستند، یعنی ضرورتی ندارد مشخص شود یک وسیله نقلیه پس از برخورد شروع به لغزیدن کرده و سپس به یک وسیله نقلیه پارک شده در سمت دیگر راه برخورد نموده است. نمودار برخورد در صورتی که تمامی رویدادهای تصادف در آن مشخص شود، دیگر واضح و آشکار نخواهد بود.

تصادفات رانندگی شامل وضعیت‌های برخورد مشابه، در گروه‌بندی‌هایی خلاصه می‌شوند، حتی اگر مشخص کردن دقیق تصادف در محل وقوع آن امکان‌پذیر نباشد.

نمودارهای برخورد باید شامل تابلوها و علائم جاده‌ای مهم، اسامی خیابان‌ها، شماره راهها، مقصد راهها و مشخصه‌های محلی (ساختمان‌ها، پوشش گیاهی، شیب‌ها، خاکریزها، جزیره‌های ترافیکی و غیره) باشند. جزئیات راه (محدوده‌های راه و روسازی، ایستگاه‌های اتوبوس و تراموا، جزیره‌های میانی، مسیرهای تراموا و غیره) تنها در صورتی مشخص می‌شوند که بر مسیر حرکت عابران پیاده یا وسایل نقلیه اثرگذار باشند. تسهیلات هدایت ترافیک تنها در صورت تأثیر مستقیم بر تصادفات در نظر گرفته می‌شوند.

شرکت‌کننده‌ای که موجب وقوع تصادف شده و با بررسی پلیس شناسایی شده است، ممکن است در نمودار به طور خاص مشخص نگردد زیرا جنبه‌های قانونی تصادفات رانندگی برای تحلیل ضرورتی ندارند. با این وجود، موارد زیر ممکن است مشخص شوند:

- عدم آگاهی فرد درگیر در تصادف از نیاز به رعایت حق تقدم،
- ناموفق بودن فرد درگیر در تصادف در سازگاری با چراغ راهنمایی.

توصیه می‌شود یک جدول یا فهرست حاوی اطلاعات تکمیلی در خصوص تصادفات رانندگی، همراه با نمودار برخورد ارائه شود. برای روشن نمودن وضعیت، تصادفات باید از نظر زمانی شماره‌بندی شوند و این اعداد باید در نمودار برخورد و نیز نسخه‌های گزارش تصادف نشان داده شوند. در این حالت، یافتن اطلاعات اضافی در یک گزارش تصادف رانندگی خاص آسان‌تر هم می‌باشد (گزارش تصادف پلیس، شرایط خاص و غیره). استفاده از نمودارهای برخورد نه تنها برای راهکارهای رفع یک نقطه پرتصادف (برای مثال قوس‌های افقی یا تقاطع‌ها) کاربرد دارد بلکه برای تحلیل قطعه راه نیز می‌تواند ابزار کارآمدی باشد.

در تحلیل مهم است که نمودارهای برخورد برای دوره‌های زمانی طولانی‌تری تهیه شوند (به طور معمول حداقل برای ۳ سال) و شامل تمامی تصادفات رانندگی موجود در آمار باشند. به طور کلی، هر چه طول مدت دوره در نظر گرفته شده بیشتر باشد، تجمیع الگوهای انواع تصادفات و نمایش عوامل مؤثر در شکل‌گیری تصادفات دقیق‌تر

است. اگر هندسه راه یا سایر شرایط ترافیک راه در طول دوره تحلیل تغییر کند، این تغییرات باید در نمودارها در نظر گرفته شوند.

هنگام انتخاب دوره زمانی مناسب برای تحلیل ایمنی، تکرار تصادفات در محل مورد بررسی نیز باید در نظر گرفته شود. چنانچه میزان تکرار تصادفات رانندگی زیاد بوده و تنها تغییرات اندکی از لحاظ نوع داشته باشند، می‌توان نمودارهای برخورد را برای دوره‌های زمانی کوتاه‌تر از ۳ سال (مدت توصیه‌شده) تهیه نمود و به صورت موفقیت‌آمیز بکار گرفت (بیشتر تصادفات از یک یا دو نوع باشند).

۸- ارزیابی نمودارهای برخورد برای اقدامات ایمن سازی (بهبود ایمنی)

۸-۱- معرفی کلی

نمودارهای برخورد مروری خلاصه، سریع و راحت از مشخصه‌های اصلی تصادفات روی داده در یک محل خاص یا قطعه راه ارائه می‌کنند. مبنای اصلی نحوه شناسایی نقایص طراحی راه که منجر به وقوع تصادف می‌شوند عبارت است از جستجوی الگوهای مشترک تصادف در نمودارهای برخورد تحلیل شده. هر چه الگویی در نمودارها بیشتر تکرار شود، احتمال بیشتری می‌رود که مشکل شناسایی شده یا ضعف زیرساخت، برای راهکار مهم و حیاتی باشد. برعکس این رابطه نیز درست است یعنی هر چه مشخصه‌های تصادف متفاوت‌تر باشند شانس کمتری برای پیشگیری از تصادف بعدی (تنها به کمک اقدامات پیشگیرانه مهندسی ترافیک) وجود دارد.

طبقه‌بندی نوع تصادف مطابق با کاتالوگ شناسایی نوع تصادف رانندگی، مبنای تحلیل تصادف می‌باشد. در نظر گرفتن سایر مشخصه‌های درگیر در تصادف نیز ضرورت دارد، از جمله:

- تعداد بیشتر تصادفات رانندگی در شرایط مرطوب (یا دیگر شرایط دشواری چسبندگی)،
- تعداد بیشتر تصادفات رانندگی در هنگام شب یا گرگومیش،
- تصادفاتی که تنها انواع خاصی از وسایل نقلیه در آنها درگیر هستند (به طور انحصاری یا عمدتاً موتورسیکلت‌ها، وسایل نقلیه سنگین، اتوبوس‌ها و غیره)،
- تصادفاتی که انواع خاصی از کاربران راه در آنها درگیر هستند (رانندگان تازه‌کار، افراد مسن، کودکان، افراد تبعه کشورهای دیگر و غیره)،
- تصادفاتی که طی یک دوره زمانی خاص اتفاق می‌افتند (در تاریکی، گرگومیش، غروب، طلوع، زمستان، تابستان، یک روز خاص از هفته و غیره).

مشاهده دقیق محل تصادف و پایش ترافیک در محل، پس از ترسیم نمودار برخورد بسیار مهم است. تجمیع انواع تصادفات، دامنه نقایص احتمالی که مهندس راه باید طی بازدید محل بر آنها تمرکز کند را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد.

چنانچه عوامل مؤثر در وقوع تصادف مرتبط با طرح هندسی راه را نتوان از تحلیل نمودارهای برخورد به روشنی دریافت، گزارش‌های تفصیلی تصادف باید مطالعه شده و تمامی اطلاعات اضافی مربوط به شرایط تصادف ارزیابی شوند. در صورتی که سازوکار شکل‌گیری تصادف همچنان نامشخص باشد، باید یک تحلیل تخصصی انجام شود. طبق تجربه، این امر در ۵٪ حالات اتفاق می‌افتد. در سایر حالات، نمودارهای برخورد و اطلاعات اضافی به دست آمده از گزارش‌های تصادف، برای تحلیل محل مورد بررسی کافی هستند.

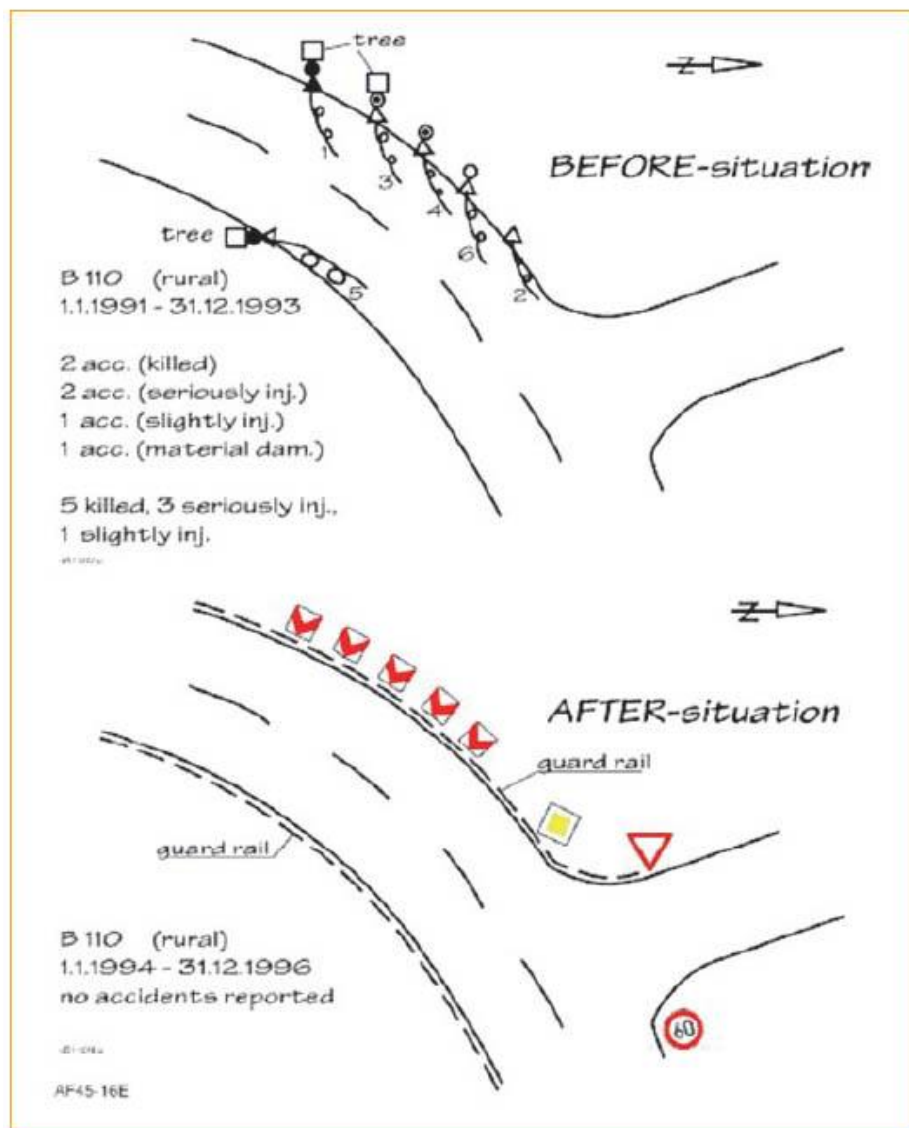
۸-۲- مثال عملی

نقطه پرتصادفی وجود دارد که عابران پیاده در آن درگیر هستند. از نمودارهای برخورد می‌توان دریافت که بیشتر تصادفات هنگامی روی می‌دهند که عابران پیاده از سمت راست به گذرگاه پیاده نزدیک می‌شوند. همچنین بیشتر تصادفات هنگام خیس بودن سطح راه اتفاق می‌افتند. وظیفه تحلیلگر عبارت است از بررسی و مشاهده این نقطه پرتصادف در شرایط مناسب تصادف یعنی در زمان مرطوب بودن سطح راه و تهیه نظریه‌ای در خصوص دلیل این که چرا عابرانی که از سمت راست به گذرگاه نزدیک می‌شوند بیشتر از عابرانی که از جهات دیگر به گذرگاه نزدیک می‌شوند در معرض خطر قرار می‌گیرند. برای مثال توضیحات ممکن است شامل موارد زیر باشد:

- زهکش آب در سمت راست روسازی ضعیف است بنابراین، عابران پیاده به جای توجه به خودروهای در حال نزدیک شدن، بر عبور با دقت از آب و گل‌ولای تمرکز دارند.
- سرعت در یک جهت نسبت به جهت مقابل بیشتر است که در ترکیب با مشخصه چسبندگی سطحی ضعیف یا شیب راه می‌تواند منجر به تصادف در هنگام بارش شدید شود.
- قرارگیری گذرگاه عابر پیاده می‌تواند برای رانندگان در یک جهت رانندگی مشکل‌ساز باشد (یعنی قرارگیری گذرگاه بعد از تقاطع به جای قبل از آن)، زیرا منجر به تصادف در ترکیب با قابلیت دید ضعیف خط‌کشی‌های گذرگاه عابر پیاده در طی مدت بارش شدید می‌شود.

۸-۳- مقایسه گرافیکی قبل / بعد

چنانچه برخی اقدامات ایمنی راه اجرا شده در یک نقطه پرتصادف خاص بر اساس تحلیل تصادف رانندگی باشند، روندهای تکرار تصادفات رانندگی باید بیشتر پایش و ارزیابی شوند (شکل ۹). اگر اقدام ایمن‌سازی واقعاً به کاهش تعداد تصادفات رانندگی (یا پیامدهای تصادف) کمک کرده باشد، ضرورت دارد که با کمک تحلیل قبل / بعد اثبات شود. تحلیل تصادف رانندگی باید یک بار دیگر پس از یک دوره مشخص حداقل یک ساله پس از اقدام ایمن‌سازی، انجام شود. اثرات اقدامات انجام شده از طریق مقایسه نمودارهای برخورد نقاط پرتصادف در کشورهای اروپایی مختلف به دست می‌آیند. تصاویر گرافیکی ممکن است تغییرات اندکی در هر کشور داشته باشند اما مبانی، زمینه و استدلال یکسان باقی می‌مانند. در هر حالتی، نمودارهای برخورد ابزارهای کارآمدی هستند و در بسیاری از کشورها بخش جدایی‌ناپذیر تحلیل تصادف به شمار می‌روند، زیرا شناسایی الگوهای نامتعارف تصادف ناشی از طراحی راه و ارایه راهکارهای مناسب را امکان‌پذیر می‌سازند.



شکل ۹: مثالی از ارزیابی قبل / بعد

مثال ۵ در پیوست ۵ مثال‌هایی از کاربرد نمودارهای برخورد را برای شناسایی نقایص راه و رفع آنها نشان می‌دهد. هدف از ارایه چنین مثال‌هایی نمایش سودمندی و کارآمدی آنها می‌باشد.

۹- مراجع

- 1- Andres, J., and al: “*Metodika identifikace a řešení míst častých dopravních nehod*”, CDV, 2001.
- 2- Derriks, H.: “Under-reporting of road accidents”, 3rd IRTA D Conference, Brno, 2006.
- 3- EU High-Level Expert Meeting: Infrastructure Safety, Vienna, 2006.
- 4- Gutoskie, P.: “The availability of hospitalised road users data in OECD countries”, 3rd IRTAD, Conference, Brno, 2006.
- 5- Mikulík, J.: “Global Collission Database Standards: Benchmarking Road Safety Standards”, Apeldoorn, 2004.
- 6- Mikulík, J.: Road Safety Management and Data Systems: PIARC International Road Safety, Seminar, Beijing, 2005.
- 7- Pfundt K., “Handbuch der verkehrssicheren Straßengestaltung”, Verkehrsblatt-Verlag, 1991.
- 8- Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Road Infrastructure Safety Management: Brussels, 2007
- 9- Silcock, R.: “Road accident data systems”, Asian Development Bank, TRL.
- 10- Taroyan, T.: Development of a good practise manual on road traffic data collection, WHO, 3rd IRTA D Conference, Brno, 2006
- 11- Treat, J.R., and al: “Tri-level study of the causes of traffic accidents”, Final Report, 1979.
- 12- World Road Association: “Road Safety Manual”, 2004.
- 13- World Road Association: “Road Safety Inspection Guideline for Safety Checks of Existing Roads”, 2012R27EN, ISBN : 978-2-84060-259-8, 2012.
- 14- World Road Association: “Road Safety Audit Guideline for Safety Checks of New Road Projects”, 2011R01EN, ISBN : 2-84060-199-0, 2011.
- 15- World Road Association: “Road Safety Audits”, 2001, Publication 13.02.B

پیوست ۱- مدیریت ایمنی شبکه-NSM^۱ (آلمان)

الف- موضوع

با استفاده از روش مدیریت ایمنی شبکه، تعیین محل‌هایی در شبکه راه که به دلیل نقایص ایمنی (تعداد زیاد تصادفات رانندگی یا شدت آنها) نیازمند تدابیر بهبود ایمنی هستند، امکان‌پذیر می‌شود. نتیجه تحلیل ایمنی، نقایص احتمالی در طراحی، پیاده‌سازی یا شرایط راه و متعاقب آن ملاحظات تکمیلی در خصوص طراحی شبکه راه را با توجه به برنامه‌ریزی منطقه‌ای، زیست‌محیطی و حمل‌ونقل مشخص می‌کند. این روش به عنوان یک تحلیل اساسی وقوع تصادفات یا ملاحظه اهداف ایمنی همراه با سایر اهداف برنامه‌ریزی راه در چارچوب یک مطالعه امکان‌سنجی اقتصادی در نظر گرفته نمی‌شود. این روش میان تحلیل‌های ایمنی برای موارد زیر تمایز قایل می‌شود:

- شبکه‌های راه که عمدتاً کارکرد ارتباطی درون یا بیرون مناطق شهری را انجام می‌دهند،
- شبکه‌های راه در مناطقی با تراکم ساختمان که توسط راههایی با کارکرد عمدتاً ارتباطی محدود شده باشند.

ب- پارامترهای ارزیابی ایمنی

● نرخ‌ها

تعداد و شدت تصادفات رانندگی در یک قطعه از شبکه راه اساساً وابسته به حجم‌های ترافیک متوسط روزانه و ترکیب ترافیک، مشخصه‌های طرح (مقطع عرضی، نوع و شکل تقاطع و راستای راه)، مبلمان حاشیه راه (طراحی حاشیه راه، تابلوها و علائم ترافیکی، تسهیلات حفاظتی، خط‌کشی‌ها و تجهیزات ترافیک)، شرایط راه (شرایط سازه و سطح راه) و محیط حاشیه راه (موانع جانبی) می‌باشند. کیفیت قطعه راه با نرخ‌های تصادف و نرخ‌های هزینه تصادف تعریف می‌شود که هر دو به ایمنی راه مربوط هستند. نرخ‌های تصادف بیان‌کننده تعداد متوسط تصادفات در طول یک قطعه راه با کیلومتر از یک میلیون وسیله نقلیه- کیلومتر می‌باشند. نرخ‌های هزینه تصادفات بیان‌کننده هزینه‌های متوسط مربوط به اقتصاد به صورت کلی است که در نتیجه تصادفات رانندگی در طول این قطعه راه با کیلومتر از ۱۰۰۰ وسیله نقلیه- کیلومتر تحمیل می‌شوند.

• تراکم‌ها

نسبت تراکم تصادفات به تراکم هزینه تصادفات بیان‌کننده نسبت تعداد متوسط سالانه تصادفات به هزینه‌های کلی ناشی از تصادفات رانندگی تحمیل شده به اقتصاد است که در طول ۱ کیلومتر از قطعه راه اتفاق می‌افتند. تراکم را می‌توان به عنوان نسبتی از تعداد تصادفات سالانه از هزینه‌های تصادفات و طول یا به عنوان حاصل ضرب نرخ و حجم ترافیک قطعه راهی که در آن تصادفات اتفاق افتاده‌اند، محاسبه نمود. بدین ترتیب تراکم یک معیار فراوانی (ویژه طول) است که در آن تصادفات طی یک دوره خاص در یک قطعه راه خاص روی داده‌اند.

پ - تحلیل وضعیت موجود تصادف

• دوره بررسی

برای تحلیل ایمنی راه موجود باید مجموعه‌های به اندازه کافی بزرگ از داده‌های تصادفات در دسترس باشند. اساساً، هدف باید ایجاد یک دوره تا حد امکان طولانی باشد. وقوع تصادف باید تا حد امکان به‌روز باشد تا تأثیرات جانبی ناشی از تغییرات و روندهای کلی بر مقادیر اطلاعاتی اثرگذار نباشند. در آلمان، تجربه نشان داده است که برای ملاحظه مناسب تصادفات جرحی شدید (تصادفات دارای تلفات یا جراحات شدید)، یک دوره ۳ ساله در چارچوب ارزیابی‌های شبکه راه باید برنامه‌ریزی شود.

• محاسبه هزینه‌های تصادف

برای هر قطعه راه که کارکرد ارتباط‌دهنده در شبکه‌ای با اهداف مسکونی دارد، متوسط سالانه هزینه‌های تصادفات باید محاسبه شود. این مقادیر عبارتند از مجموع هزینه‌های تصادفات جرحی و هزینه‌های تصادفات خسارتی. بدین معنی که متوسط سالانه هزینه‌های تصادفات می‌تواند بسته به داده‌های تصادفات خسارتی موجود بر اساس دو متغیر زیر محاسبه شود:

- ۱- تنها تصادفات جرحی و تصادفات خسارتی شدید مشخص شوند (حالت عمومی).
- ۲- تمامی تصادفات ثبت شده توسط پلیس، مشخص می‌شوند یعنی سایر تصادفات خسارتی را نیز شامل می‌شود.

ت- شبکه‌های راه با کارکرد ارتباطی

• طول قطعه

قطعات راه باید به اندازه کافی طولانی باشند تا ارزیابی ایمنی به نتایج مفیدی ختم گردد. دو نوع روش برای تفکیک راه به قطعات وجود دارد:

✓ بر اساس ساختار شبکه،

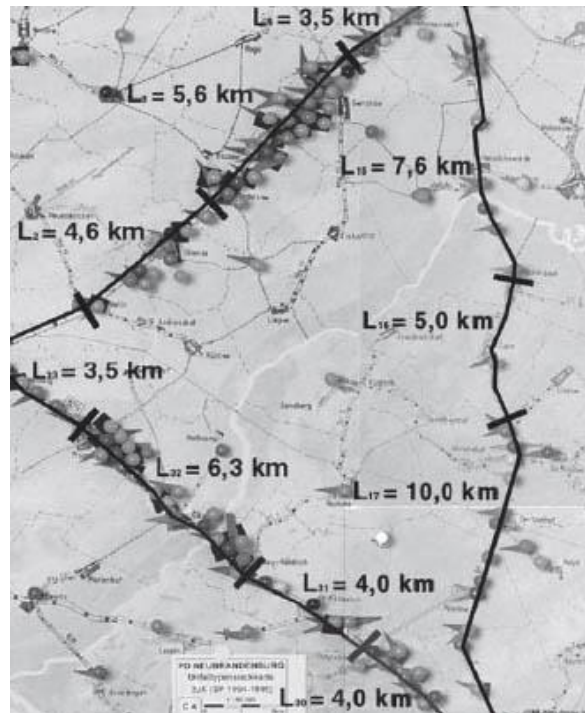
✓ بر اساس وقوع تصادف.

چنانچه تصور وقوع تصادف در شبکه راه امکان‌پذیر نباشد یا وقوع تصادف در تعامل با سایر پارامترهای اثرگذار (مانند استانداردهای بهبود راه، قابلیت دسترسی) در شبکه راه تحلیل شود (محدودسازی قطعات راه توسط گره‌های شبکه و/ یا محدوده‌های شهر/ شهرک و/ یا قطعات راهی که با مقاطع عرضی یا حجم‌های ترافیک کاملاً متفاوت متمایز می‌شوند)، تفکیک راه به قطعاتی بر اساس ساختار شبکه مناسب است. چنانچه تصویرسازی وقوع تصادف (نقشه‌های سه‌ساله تصادفات جرحی شدید) قابل دسترسی باشد و نیازی به علامتگذاری سایر مقاطع بر اساس ملاحظه مشترک پارامترهای مؤثر مختلف نباشد، تفکیک راه به قطعاتی بر اساس وقوع تصادف مناسب است. یک قطعه راه با تعداد تصادفات جرحی برابر با ۳ یا کمتر، با یک قطعه مجاور ترکیب می‌شود. در عوض، دوره بررسی می‌تواند طولانی‌تر شود. این فرایند تنها برای قطعات مهمی که دارای پیچیدگی هستند، قابل توصیه می‌باشد. اگر اثر تغییر به میزان ۱ تصادف جرحی شدید به وضعیتی منجر شود که هزینه‌های تصادف به میزان کمتر از ۲۰٪ در قطعه مورد بررسی تغییر کنند، در این حالت نیز تفکیک به قطعات مناسب است. در چنین حالاتی (عمدتاً در مناطق شهری)، تعداد تصادفات با جراحات سطحی و تصادفات خسارتی تأثیر زیادی در تعیین نتایج دارند.

• پتانسیل‌های ایمنی

در صورتی که قطعه راه دارای مشخصه‌های طراحی مطابق با راهنماهای طراحی عمومی باشد، پتانسیل ایمنی یک قطعه راه به صورت اختلاف میان هزینه‌های تصادفات کنونی با هزینه تصادفاتی (تعداد و شدت) که انتظار وقوع آنها می‌رود، تعریف می‌شود. اگرچه باید در نظر داشت که دستیابی به این پتانسیل در هر حالت خاص از بهترین طراحی امکان‌پذیر نیست. بهبودهای ایمنی محقق شده در حالت بازسازی می‌تواند بالاتر یا پایین‌تر از پتانسیل ایمنی باشند. پارامتر پتانسیل ایمنی عبارت است از اختلاف میان تراکم

هزینه تصادف کنونی در قطعه راه با تراکم هزینه تصادف در دوره مورد بررسی. تراکم هزینه تصادف کنونی از تقسیم متوسط سالانه هزینه‌های تصادف بر طول قطعه محاسبه می‌شود.



شکل ۱: تفکیک راه به قطعاتی بر اساس وقوع تصادف (نقشه تصادف ۳ ساله مربوط به تصادفات جرحی شدید)

• نرخ‌های پایه هزینه تصادف

نرخ‌های پایه هزینه تصادف برای تصادفات جرحی در راه‌های اصلی شهری، راه‌های برون‌شهری و آزادراه‌ها، تصادفات خسارتی شدید و تمامی تصادفات صرفاً خسارتی، بر مبنای ارزیابی توسط پلیس ثبت می‌شوند. تراکم هزینه تصادف پایه بیان‌کننده متوسط سالانه تعداد و شدت تصادفات رانندگی پیش‌بینی شده در هر کیلومتر می‌باشد (بیان‌شده توسط هزینه‌های تصادف) که می‌توان با یک طرح متوسط ایمنی مطابق با راهنماهای طراحی متوسط ترافیک روزانه مشخص به آن دست یافت. تراکم هزینه تصادف پایه را می‌توان به صورت نسبت نرخ پایه هزینه تصادف به متوسط ترافیک روزانه محاسبه نمود. اگر تفاوت‌های حجم ترافیک در یک قطعه از شبکه خیلی زیاد باشند و داده‌های تصادفات به اندازه کافی برای تقسیم قطعه‌ها به قطعات کوچکتر موجود باشد، قطعات باید تفکیک شوند.

• تصادفات در تقاطع‌ها

- تصادفات در تقاطع‌ها که در واقع محدوده‌های قطعات راه را تشکیل می‌دهند باید به قطعه‌های هم‌مرز تخصیص داده شوند. در این حالت باید بر مبنای نحوه تقسیم‌بندی قطعات تمایز انجام شود:
- اگر راه بر مبنای ساختار شبکه به قطعاتی تقسیم شده باشد، تصادفات باید مطابق با اطلاعات برگه ثبت تصادف به قطعات هم‌مرز تخصیص داده شوند.
 - اگر راه بر اساس وضعیت تصادف به قطعاتی تقسیم شده باشد، تصادفات در تقاطع‌ها باید به قطعاتی با بیشترین تراکم (چشمی) تصادفات جرحی شدید تخصیص یابند. در صورت نیاز، تقسیم تصادفات میان دو قطعه هم‌مرز می‌تواند عملی باشد چنانچه تراکم تصادفات جرحی شدید تقریباً همان ترتیب بزرگی آن را داشته باشد.
 - چنانچه تقاطع، یک نقطه پرتصادف شامل تصادفات شدید باشد و اگر قطعات هم‌مرز تقاطع (به صورت مجازی) بدون تصادفات جرحی شدید باشند، اجرای یک تحلیل ویژه در خصوص چنین تقاطعی در چارچوب بررسی محلی تصادف توصیه می‌شود.

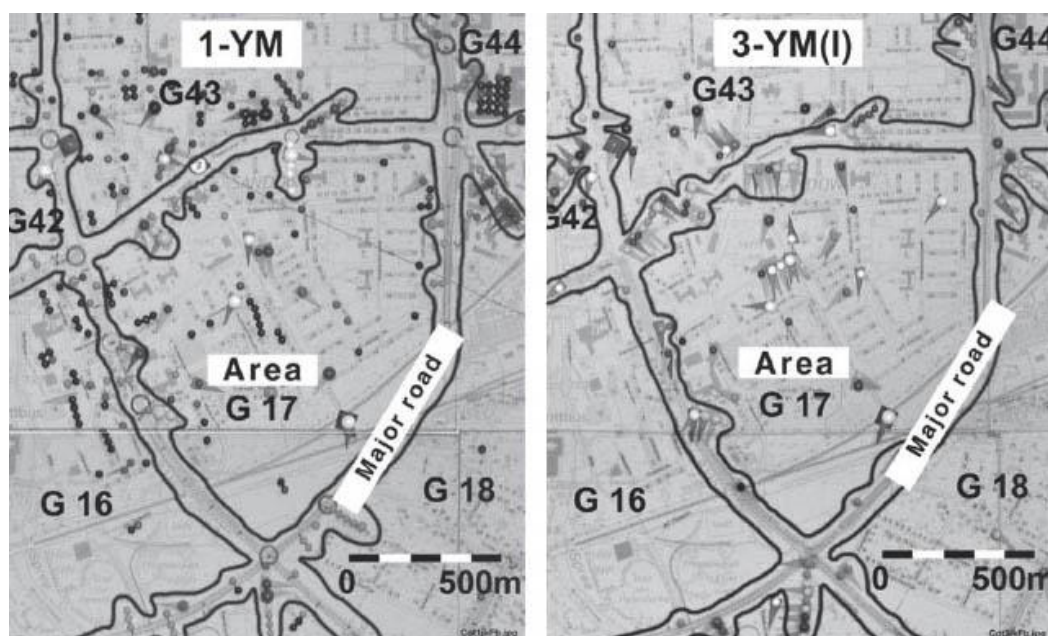
• رتبه‌بندی پتانسیل‌های تصادف

اگر مقاطعی از شبکه راه بر مبنای بزرگی پتانسیل ایمنی مرتب شوند، رتبه‌بندی آن مقاطع در شبکه راهها نیاز بالایی به بهبود دارد و پتانسیل بهبود بالایی نیز حاصل می‌شود. در یک شبکه راه، رتبه‌بندی می‌تواند برای زیرشبکه‌های مختلفی انجام شود:

- قطعات پیوسته راه (قطعات برون‌شهری و راههای ارتباطی گذرنده از شهر)،
- قطعات راه درون یا بیرون مناطقی با تراکم ساختمان،
- سطوح متفاوت کارکرد ارتباطی یا ادارات راه متفاوت،
- شبکه‌های راهی که عمدتاً برای اهداف (مناطق) مسکونی استفاده می‌شوند،
- علامتگذاری راههای محلی.

تنها تصادفات رانندگی در یک منطقه برای ارزیابی شبکه‌های راه در این مناطق مورد ملاحظه قرار می‌گیرند. بدین معنی که قطعات مماسی راه اصلی و بنابراین، تصادفات در تقاطع‌های دسترسی شبکه راههای محلی به راههای اصلی در نظر گرفته نمی‌شوند. شکل ۲ علامتگذاری شبکه برای یک شبکه راه

محلی در نقشه یک‌ساله تمامی تصادفات ثبت شده توسط پلیس و نقشه سه‌ساله تصادفات جرحی مرتبط با آن را نشان می‌دهد.



شکل ۲: قطعاتی از نقشه تصادفات یک‌ساله مربوط به تمامی تصادفات ثبت شده توسط پلیس و نقشه تصادفات جرحی سه‌ساله

توصیه برای بهبود ایمنی راه در شبکه‌ها

در راستای انجام اقدامات مناسب برای شناسایی پتانسیل‌های ایمنی قطعه راه یا برای شبکه‌های راههای محلی با تراکم بالای هزینه تصادف، یک تحلیل جامع از ساختار تصادف باید برای قطعه راه یا شبکه مورد بررسی انجام شود. بنابراین، تعیین محل‌های آشکار تصادف توصیه می‌شود.

پیوست ۲- ارزیابی ایمنی قطعات راه (جمهوری چک)

ارزیابی قطعات ناایمن شبکه راه مبتنی بر بررسی توپوگرافی تصادفات رانندگی ($TORA^1$)، توسط پلیس جمهوری چک مدیریت می‌شود. این بررسی شامل داده‌های ۲ سال گذشته راه‌های درجه I و II می‌باشد. ثبت یک محل تصادف در $TORA$ با روش مکان‌یابی راه با استفاده از GPS، در بازه‌های ۱۰ متری انجام می‌شود. برای انجام ارزیابی از لحاظ نرخ‌های تصادفات رانندگی، راه به قطعاتی به طول ۲۵۰ متر با بازه‌های ۱۰ متری تقسیم می‌شود (برای مثال $۰/۲۶۰ - ۰/۱۰ + km - ۰/۲۵۰ - ۰/۰۰۰ km$). برای این قطعات راه، $TORA$ تعداد تلفات تصادفات را از میان تصادفات جرحی شدید یا سبک و تصادفات صرفاً خسارتی خلاصه می‌کند. مثالی از خسارت‌های اجتماعی-اقتصادی ناشی از تصادفات جاده‌ای (۲۰۰۲) به شرح زیر است:

- تلفات ۸۰۹۹ کرون چک (۲۹۰ یورو)،
- جراحات شدید ۲۷۹۶ کرون چک (۹۵ یورو)،
- جراحات سبک ۳۰۱ کرون چک (۱۰ یورو)،
- خسارت مالی (به طور متوسط) ۸۷ کرون چک (۳ یورو).

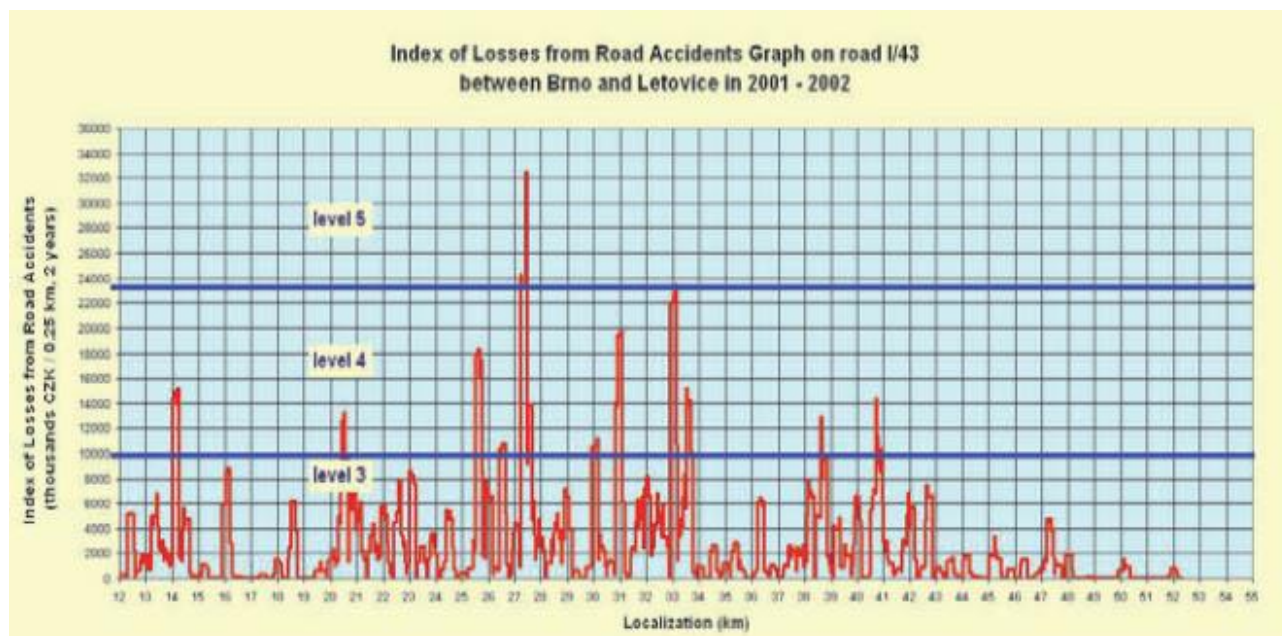
سپس با استفاده از کل خسارت در ۲ سال گذشته یک پایگاه داده‌ها متشکل از مکان‌یابی راه و آمار کل خسارت‌ها که به میزان خسارت در هر ۲۵۰ متر قطعه راه با بازه‌های ۱۰ متری اشاره دارد، ایجاد می‌شود. این فرایند، به‌روزرسانی سالانه سطوح طبقه‌بندی بر اساس روندهای نرخ تصادف رانندگی و سطوح تورم را امکان‌پذیر می‌سازد.

یک مقیاس پنج سطحی برای ارزیابی نرخ تصادف رانندگی تهیه شده است:

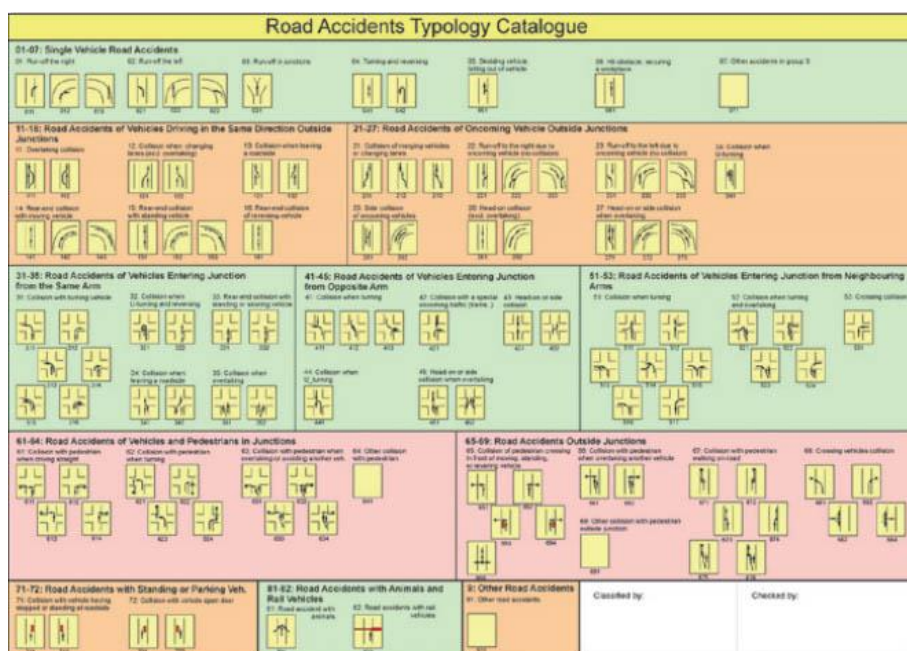
- سطح ۱: راه رضایت‌بخش،
- سطح ۲: مشکلات اندک، قابل قبول بدون نیاز به اقدامات پیشگیرانه اضافی،
- سطح ۳: ارتباط متوسط، اقدامات ایمنی راه باید در آینده اجرا شوند،
- سطح ۴: ارتباط بالا، اجرای فوری اقدامات ایمنی راه ضرورت دارد،
- سطح ۵: قطعه راه ناسازگار، اجرای فوری اقدامات ایمنی راه ضرورت دارد، محدودیت‌های تردد امکان‌پذیر است.

هر سطح به شاخص خسارات ناشی از تصادفات رانندگی اشاره دارد یعنی کل خسارت‌ها که تصادفات خسارتی بر حسب واحد طول راه و واحد زمانی را شامل می‌شود.

نقطه مورد توجه برای طبقه‌بندی سطوح مجزا، سطح ۲ می‌باشد که به شاخص کنونی خسارت‌های ناشی از تصادفات رانندگی در قطعات راه به طول ۲۵۰ متر در دو سال گذشته اشاره دارد. محاسبه شاخص خسارت‌های ناشی از تصادفات رانندگی به عنوان سطوح کیفیت کنونی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: شاخص خسارت‌های ناشی از تصادفات رانندگی



شکل ۲: کاتالوگ نوع‌شناسی تصادفات رانندگی

پیوست ۳- ارتباطات احتمالی انواع تصادف، دلیل تصادف و نقص اصلی

گروه ۰

تصادفات رانندگی با وسیله نقلیه سواری شخصی

علت اصلی تصادف

سرعت غیرمجاز

نقص راه

راههای ناهمگن، تغییرات ناگهانی در آرایش راه، تغییرات ناگهانی در راستای راه، قابلیت دید ضعیف راستای راه، مقطع عرضی نامناسب راه، تغییر ناگهانی سطح راه، کیفیت ضعیف روسازی.

اقدامات اصلاحی ممکن

رفع ناهمگونی قطعات راه، بهبود پارامترهای دید در قوسهای افقی، اصلاح مقطع عرضی راه، بازسازی سطوح راه، اقدامات کاهش سرعت (آرامسازی)، تابلو و علایم و خطکشی مناسب.

گروه ۱

تصادفات رانندگی وسایل نقلیه در حال حرکت در یک جهت، خارج از تقاطعها.

علت اصلی تصادف

سرعت غیرمجاز

نقص راه

تفاوت عمده در سرعت وسایل نقلیه، فاصله طولی کم بین وسایل نقلیه، راستای افقی و قائم نامناسب راه، تخمین نادرست فاصله، روسازی نامناسب.

اقدامات اصلاحی ممکن

ساخت‌وساز در راستای کاهش سرعت، بازسازی راه، بازسازی روسازی، تابلو و علائم و خط‌کشی مناسب.

گروه ۲

تصادفات رانندگی با وسایل نقلیه روبرو، خارج از تقاطع‌ها.

علت اصلی تصادف

سرعت غیرمجاز، سبقت غیرمجاز یا توصیه‌نشده.

نقص راه

راه ناهمگن، خطای دید، تخمین نادرست فاصله، تابلو و علائم و خط‌کشی نامناسب.

اقدامات اصلاحی ممکن

ساخت‌وساز در راستای کاهش سرعت، بازسازی راه (فاصله دید بیشتر وسایل نقلیه نزدیک‌شونده در قوس‌های افقی)، بازسازی روسازی، تابلو و علائم و خط‌کشی مناسب.

گروه ۳

تصادفات رانندگی وسایل نقلیه ورودی به تقاطع‌ها از یک مسیر.

علت اصلی تصادف

سرعت بالای وسایل نقلیه ورودی به تقاطع‌ها، فاصله عرضی ناکافی بین وسایل نقلیه، زوایای کور.

نقص راه

طرح نامناسب تقاطع، جریان‌بندی مبهم ترافیک- هدایت نامناسب ترافیک در تقاطع، سبقت وسایل نقلیه دوچرخ در تقاطع (موتورسیکلت‌ها و غیره).

اقدامات اصلاحی ممکن

استفاده از طرح‌هایی برای تقاطع که به سادگی قابل تفسیر و درک باشند، هماهنگی تابلو و علائم و خط‌کشی راه با اطلاعات قابل رؤیت طرح، اقدامات ساخت‌وساز برای جداسازی مسیرهای عبوری وسایل نقلیه (مانند جزیره‌های ترافیکی).

گروه ۴

تصادفات رانندگی وسایل نقلیه ورودی به تقاطع‌ها از مسیرهای مخالف یکدیگر.

علت اصلی تصادف

عدم رعایت حق تقدم وسایل نقلیه مقابل، فشار روانی بر رانندگان، تخمین نادرست سرعت و فاصله وسایل نقلیه مقابل.

نقص راه

طرح نامناسب تقاطع، جریان‌بندی مبهم ترافیک - اطلاعات راهنمای نامناسب.

اقدامات اصلاحی ممکن

استفاده از طرح‌هایی برای تقاطع که به سادگی قابل تفسیر و درک باشند، خط‌کشی‌های هماهنگ برای جداسازی مسیرهای عبوری وسایل نقلیه، بکارگیری خطوط گردش (به ویژه برای گردش به چپ)، نصب چراغ راهنمایی.

گروه ۵

تصادفات رانندگی وسایل نقلیه ورودی به تقاطع از مسیرهای مجاور یکدیگر.

علت اصلی تصادف

سرعت بالای وسایل نقلیه ورودی به تقاطع، فاصله دید ناکافی، اثرات روانی حق تقدم، ناتوانی در هماهنگی با چراغ‌های راهنمایی در تقاطع‌های کنترل‌شده با چراغ.

نقص راه

طرح نامناسب تقاطع، تناقض میان حق تقدم واقعی و روانی، وجود موانع در مثلث دید، روشنایی ضعیف تقاطع، جریان‌بندی مبهم ترافیک - راهنمایی نامناسب در تقاطع‌ها، تابلوهای ترافیکی نامفهوم، دید ناکافی تابلوهای ترافیکی.

اقدامات اصلاحی ممکن

استفاده از طرح‌هایی با وضوح بیشتر برای تقاطع، خط‌کشی یا اقدامات ساخت‌وساز هماهنگ برای جداسازی مسیرهای عبوری وسایل نقلیه (مانند جزیره‌های ترافیکی)، بکارگیری تابلو و علائم و خط‌کشی‌های آشکار.

گروه ۶

تصادفات میان وسایل نقلیه و عابران پیاده.

علت اصلی تصادف

ناتوانی رانندگان یا عابران پیاده در هماهنگی با چراغ‌های راهنمایی، ارتباط دیداری ناکافی، عدم رعایت حق تقدم عابران پیاده، تحمیل نامناسب حق تقدم.

نقص راه

طرح نامناسب گذرگاه عابر پیاده و رویه آن، جداسازی ناکافی عابران پیاده از ترافیک موتوری، نامشخص بودن عرض سواره‌رو، نبود جزیره‌های میانی.

اقدامات اصلاحی ممکن

استفاده از طرح‌های مشخص برای گذرگاه عابر پیاده و رویه آن در مناطقی که تردد عابران پیاده زیاد است، نصب جزیره‌های میانی برای حفاظت از عابران پیاده، اقدامات ساخت‌وساز برای بهبود دید، آرامسازی ترافیک در اطراف نواحی ویژه عابران پیاده.

گروه ۷

تصادفات با وسایل نقلیه متوقف یا پارک شده.

علت اصلی تصادف

بی‌توجهی راننده، محل نامناسب محوطه‌های پارکینگ و خروجی‌های آنها.

نقص راه

عرض ناکافی شانه‌های راه یا خطوط ویژه پارکینگ، محل نامناسب خروجی‌های محوطه پارکینگ، طرح هندسی نامناسب خطوط ویژه دوچرخه.

اقدامات اصلاحی ممکن

جداسازی بهتر وسایل نقلیه متوقف و در حال حرکت، حداقل نمودن تعداد خروجی‌های محوطه پارکینگ و تمرکز آنها بر راههای جمع‌کننده.

گروه ۸

تصادفات با حیوانات و وسایل نقلیه ریلی.

علت اصلی تصادف

ناتوانی در هماهنگی با چراغ‌های هشداردهنده نزدیک شدن وسایل نقلیه ریلی.

نقص راه

وجود تقاطع‌های هم‌سطح در راههای با حجم بالای ترافیک، فاصله دید ناکافی، خطای چراغ‌های هشداردهنده، فنس‌کشی ناکافی برای جلوگیری از ورود حیوانات به راهها.

اقدامات اصلاحی ممکن

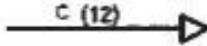
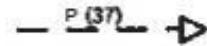
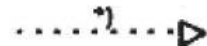
ساخت تقاطع‌های غیر هم‌سطح راه و راه‌آهن، به‌روزرسانی تجهیزات فنی در تقاطع‌های راه‌آهن، بهبود فاصله دید، فنس‌کشی در امتداد راهها در مناطقی با تردد زیاد حیوانات، ساخت دالان‌های زیستی (برای عبور حیوانات).

پیوست ۴- علایم و نشانه‌های مورد استفاده در نمودارهای برخورد (جمهوری چک)

پیامدهای تصادف

	مرگ
	جراحت شدید
	جراحت سبک
	خسارت مالی

انواع وسایل نقلیه یا کاربران راه

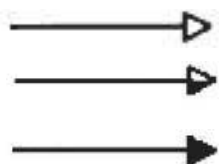
	سواری شخصی
	سایر وسایل نقلیه موتوری
	دوچرخه‌سوار (سن)
	عابر پیاده (سن)
	حیوان اهلی یا وحشی
	وسیله نقلیه یا کاربر درگیر در تصادف به طور غیرمستقیم ^۱

شرایط سطح راه

	خشک
	خیس
	یخ، شب‌بم یخ‌زده، برف

۱. نوع وسیله نقلیه یا کاربر راه (به غیر از سواری شخصی) روی پیکان‌ها نشان داده می‌شود. حروف اختصاری زیر بدین منظور بکار می‌روند: **N** برای وسیله نقلیه سنگین، **NS** برای کامیون تریلردار یا نیمه‌تریلر، **BUS** برای اتوبوس، **MOTO** برای موتورسیکلت، **MOP** برای دوچرخه‌سوار (موتور گازی)، **C** برای دوچرخه‌سوار، **P** برای عابر پیاده، **TRAM** برای تراموا، **T** برای تراکتور. سایر کاربران راه با حروف کامل نشان داده می‌شوند (وسایل نقلیه یدک‌کشیده‌شده - towed vehicles، گاری دستی - handcarts، ماشین‌آلات تولیدی و کشاورزی - production machinery).

شرایط روشنایی

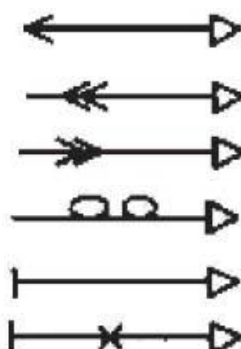


نور روز

غروب، کم نور، طلوع

تاریک

حرکات ویژه



دنده عقب

کم کردن سرعت

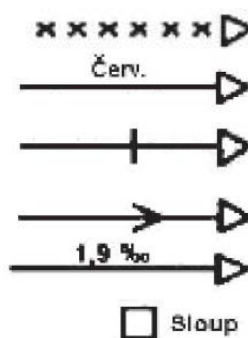
شتاب گیری

لغزش یا سر خوردن روی لایه نازک آب

توقف به دلیل شرایط بیرونی

متوقف، پارک شده

سایر اطلاعات



خاموشی چراغهای راهنمایی

قرمز، قرمز + زرد، زرد

راننده از حق تقدم آگاه است

راننده از حق تقدم آگاه نیست

پست بازرسی تست الکل در راه یا حاشیه راه

پیوست ۵- مثال‌هایی از نمودارهای برخورد برای نقایص شناسایی شده راه در طراحی راه در محل‌های پرخطر

مثال ۱: جمهوری چک- گذرگاه عابر پیاده در یک راه اصلی شهری

طراحی نامناسب یک گذرگاه عابر پیاده به افزایش تصادفات با عابران پیاده منجر شد. در یک دوره ۳ ساله، شش تصادف با عابر پیاده ثبت شد که شامل یک جراحت شدید و ۳ جراحت سبک بودند. پس از اصلاح و سامان‌دهی که بر اساس تحلیل نمودارهای برخورد انجام شد (شکل ۴)، هیچ تصادفی در سه سال گذشته ثبت نشده است. وضعیت قبل در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است.



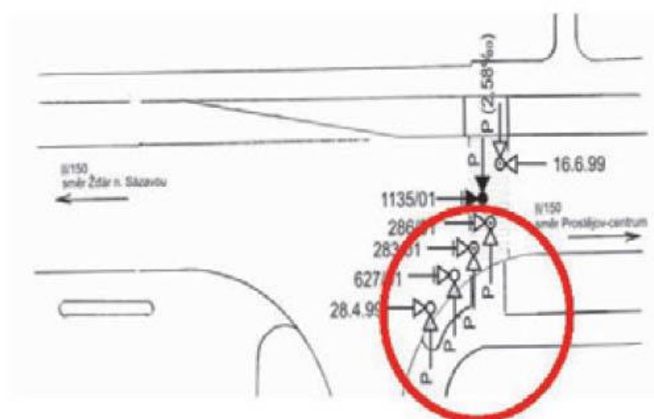
شکل ۱: تقاطع غیر قابل دید



شکل ۲: نبود جزیره عابر پیاده



شکل ۳: طول زیاد گذرگاه عابر پیاده



Main group of accidents

شکل ۴: تجمع تصادفات

مشکلات ایمنی زیر طی بازدید محلی و تحلیل شناسایی شدند:

- زهکشی نامناسب، باقی ماندن آب در سطح راه (تلاش عابران برای پرهیز از برخورد با آب موجب عدم توجه آنها به وسایل نقلیه نزدیک شونده به گذرگاه می شود)،
- گذرگاه در جای نامناسبی تعبیه شده است و از نظر رانندگان وسایل نقلیه موتوری غیر منتظره می باشد- به شکل ۱ توجه کنید (خط کشی راه برای رانندگانی که به گذرگاه نزدیک می شوند به سختی قابل رؤیت است و این وضعیت در شرایط خیس بدتر هم می شود)،
- گذرگاه بسیار طولانی است (۹ متر) و جزیره ترافیکی ندارد (شکل های ۲ و ۳)،
- سرعت عبور وسایل نقلیه بالاست.

تحلیل تصادف با استفاده از نمودارهای برخورد نشان‌دهنده تجمع آشکار تصادفات دارای عوامل مؤثر مشابه بود (شکل ۴). طبق این تحلیل، راهکارهای زیر پیشنهاد و اجرا گردید (شکل‌های ۵ و ۶):

راهکارها:

- مرمت زهکشی آب،
- حفاظت از عابران پیاده با بکارگیری جزیره ترافیکی،
- بهبود روشنایی خیابان، روشنایی گذرگاه عابر پیاده، نصب تجهیزات ویژه نابینایان.

بعد

هیچ تصادفی در طی ۳ سال گذشته ثبت نشده است.



شکل ۵ و ۶: نمای جدید گذرگاه عابر پیاده

مثال ۲: جمهوری چک - اصلاح تقاطع

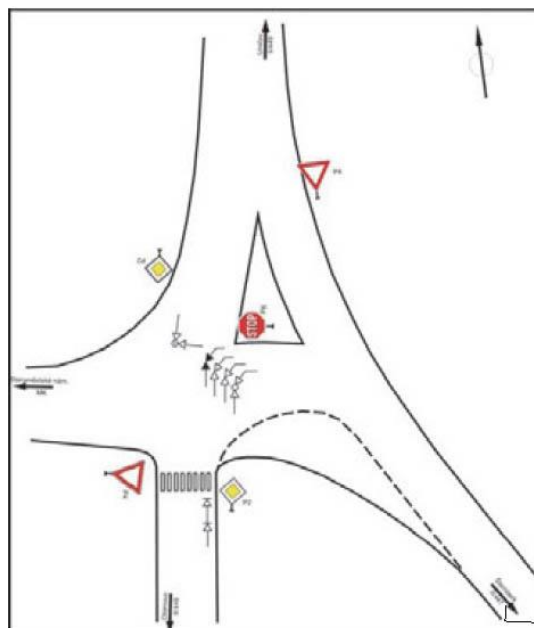
تقاطع با طراحی نامناسب بین یک راه درجه دو و یک خیابان شهری که مشکلاتی در رابطه با محدودیت فاصله دید داشت. تحلیل نمودارهای برخورد نشان‌دهنده تجمع آشکار یک نوع تصادف بود.



شکل های ۷ و ۸: فواصل دید ناکافی

مشکلات ایمنی شناسایی شده

- فواصل دید ناکافی (شکل های ۷ و ۸)،
- شکل نامناسب جزیره ترافیکی،
- زاویه نامناسب تقاطع،
- پتانسیل بسیار زیاد نقاط برخورد (نقاطی که احتمال وقوع تصادف در آنها زیاد است)،
- نواحی که محدوده سواره‌رو مشخص نیستند.



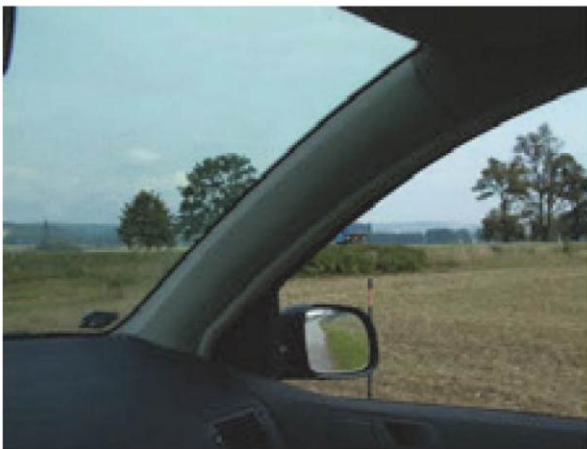
شکل ۹: نمودارهای برخوردها و تجمع تصادفات

اجرای اقدامات زیر توصیه گردید

- بهبود فواصل دید (جابجایی محدوده‌های تقاطع)،
- بهبود شکل جزیره ترافیکی و زاویه تقاطع،
- بازسازی تقاطع به صورت یک میدان بیشتر مشکلات پیش گفته را حل می‌کند.

مثال ۳: جمهوری چک - تقاطع در یک منطقه روستایی

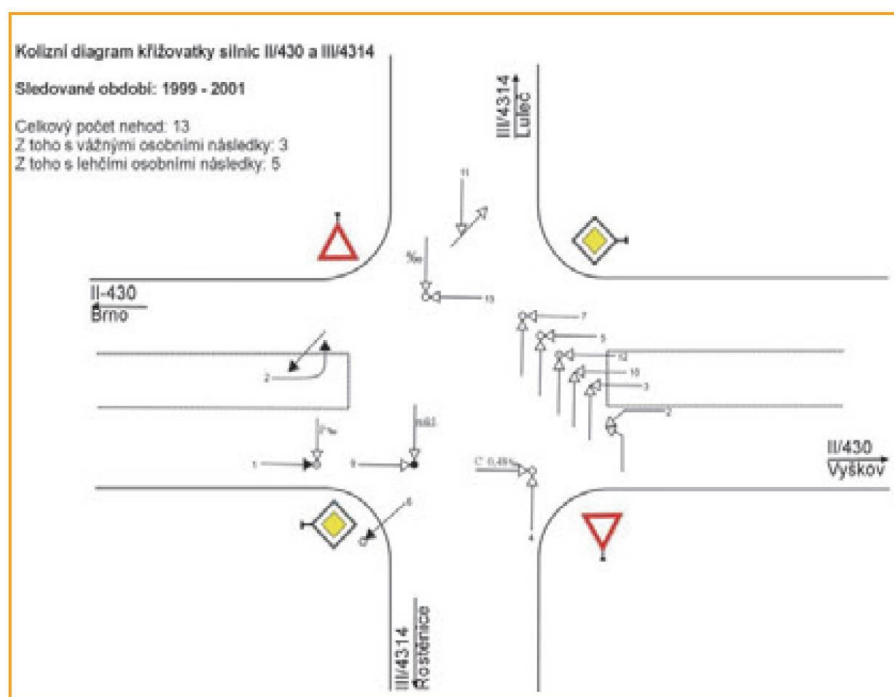
این تقاطع میان راههای درجه ۲ و درجه ۳ نشان‌دهنده مشکلات خاصی در زمینه ایمنی راه می‌باشد (شکل‌های ۱۰ و ۱۱). کل ناحیه تقاطع بسیار بزرگ و تقسیم‌بندی نشده بود. ترافیک جریان‌بندی نشده و سرعت حرکت بسیار زیاد است. تحلیل نمودارهای برخورد مربوط به تصادفات طی سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۱ (شکل ۱۲) نشان داد در یکی از رویکردهای تقاطع تجمع آشکار تصادفات وجود دارد (۷ تصادف از ۱۳ تصادف روی داده در کل تقاطع در این دوره زمانی).



شکل‌های ۱۰ و ۱۱: مشکلات ایمنی

مشکلات ایمنی زیر شناسایی شدند

- پراکندگی وقوع تصادف در سراسر ناحیه وسیع تقاطع،
- سرعت بالا در راه اصلی به دلیل طراحی تقاطع می‌باشد که پتانسیل وقوع تصادف را افزایش می‌دهد،
- فواصل دید ناکافی. چنانچه راننده‌ای در راه درجه ۲ بدون توقف به تقاطع وارد شود، خطر برخورد با یک وسیله نقلیه پنهان در پشت یک مانع وجود دارد.



شکل ۱۲: نمودارهای برخورد

اجرای اقدامات ایمن‌سازی زیر پیشنهاد گردید:

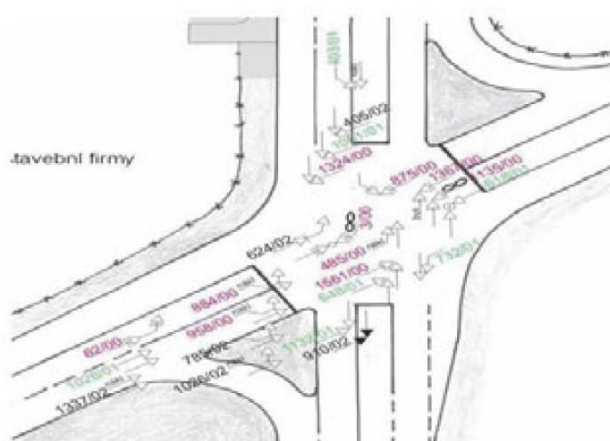
- کاهش سرعت در راه اصلی با استفاده از تابلوهای ترافیکی به منظور کاهش خطر وقوع تصادفات شدید،
- جایگزینی تابلوهای رعایت حق تقدم با تابلوهای ایست به منظور پیشگیری از اثر وسیله نقلیه پنهان،
- بهترین راهکار (و البته گران‌ترین) عبارت است از بازطراحی تقاطع به صورت یک میدان.

مثال ۴: جمهوری چک - تقاطع در یک منطقه نیمه‌شهری

تقاطع تحلیل‌شده واقع در ورودی یک شهر بود. طرح اولیه و اصلی آن در شکل ۱۳ نشان داده شده است. نقاط ضعف آن به شرح زیر می‌باشند:

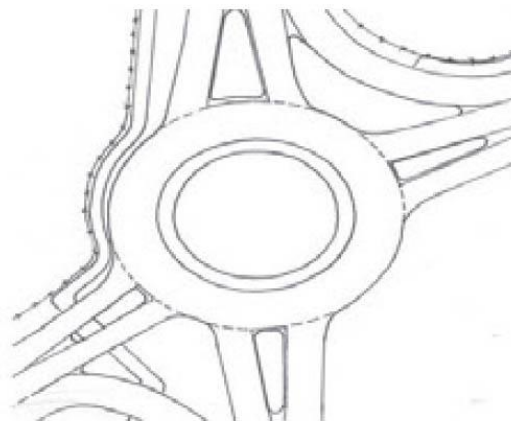
- زاویه تقاطع مناسب نیست،
- ناحیه تقاطع بسیار وسیع است و با جزیره‌های ترافیکی تفکیک نشده است.

نمودار برخورد برای دوره ۲۰۰۰-۲۰۰۲ تحلیل گردید (شکل ۱۴). ۲۲ تصادف طی این دوره در این محل روی داد که عمدتاً به خسارات مالی منجر شدند.



شکل‌های ۱۳ و ۱۴: شکل اولیه تقاطع و نمودارهای برخورد

بازسازی تقاطع و تبدیل آن به یک میدان پیشنهاد و اجرا گردید. طرح نهایی در شکل‌های ۱۵ و ۱۶ نشان داده شده است.



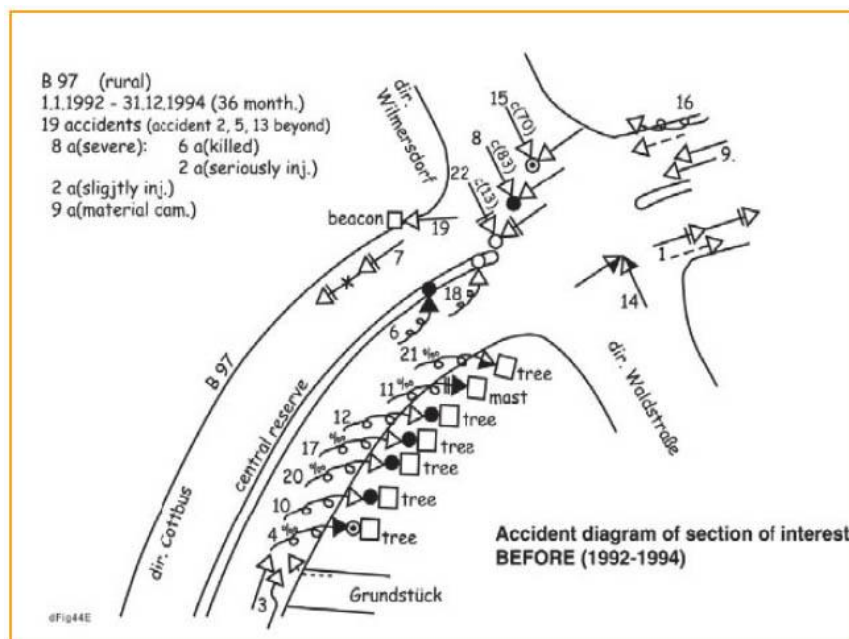
شکل ۱۵ و ۱۶: طرح جدید تقاطع

مثال‌های گویا

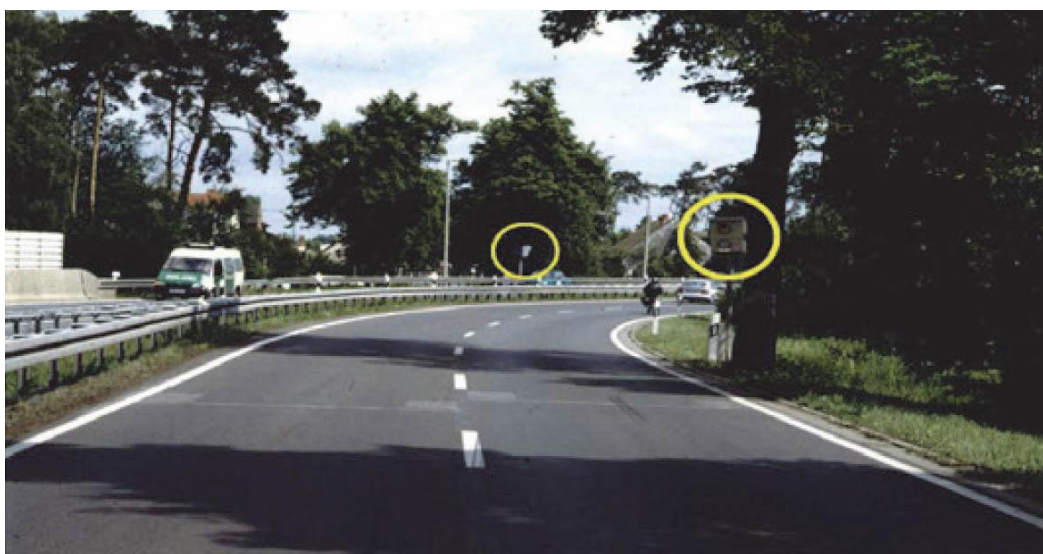
این مثال از کتاب "راهنمای طراحی مناسب راه" تألیف کنراد فانت انتخاب شده است که شامل مثال‌های دیگری از نمودارهای برخورد مربوط به طرح‌های تقاطع‌های خاص می‌باشد. اقدامات اصلاحی قبل و بعد به منظور نشان دادن وضوح نمودارهای برخورد و اثربخشی اقدامات اصلاحی ارایه شده‌اند.

مثال ۵: آلمان - منحنی تصادف

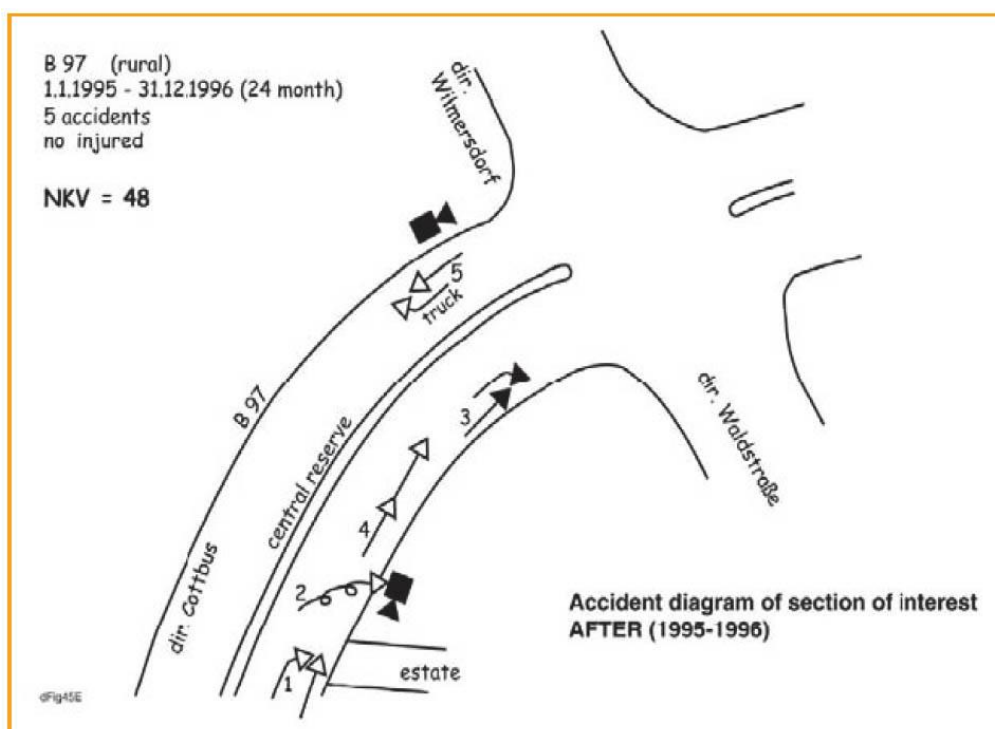
مثال زیر نشان‌دهنده اثربخشی پایش سرعت ثابت در آلمان به عنوان یک اقدام اصلاحی در یک قوس مستعد تصادف می‌باشد (۱۹ تصادف در ۳۶ ماه، ۶ کشته و ۲ مجروح با جراحات شدید). طی یک دوره ۲۴ ماهه بعد از اقدام اصلاحی، ۵ تصادف اما بدون هیچ گونه جراحتی روی داد.



شکل ۱۷: نمودارهای برخورد پیش از بازسازی



شکل ۱۸: مقطع مورد نظر با بکارگیری سیستم پایش سرعت ثابت



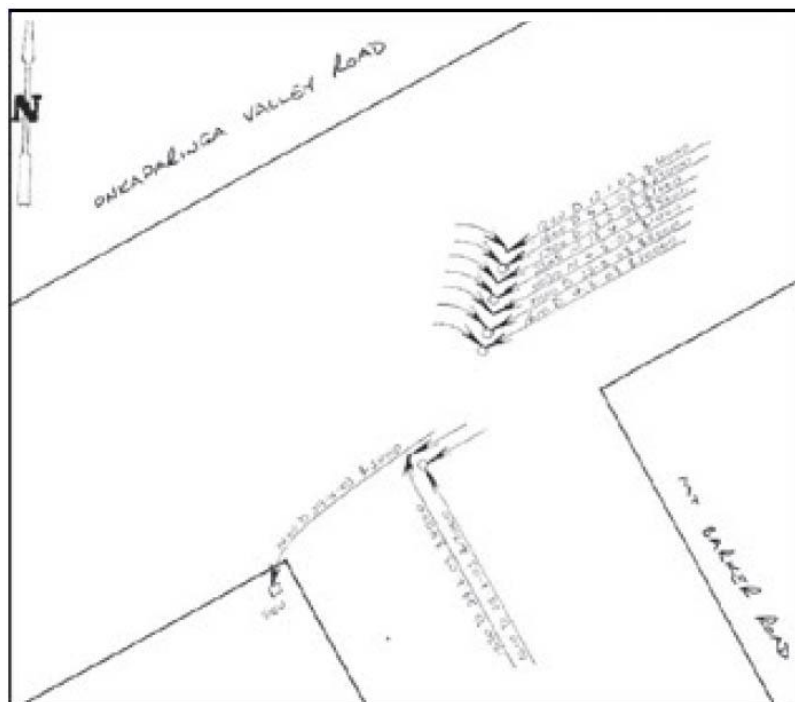
شکل ۱۹: نمودارهای برخورد پس از بازسازی

مثال ۶: استرالیای جنوبی - سه راهی قائمه (T شکل)

مثال زیر یک تقاطع T شکل را نشان می دهد که بعد از بازسازی به یک میدان تبدیل شده است. دلیل این اقدام، ثبت تعداد زیاد تصادفات در رویکرد شرقی تقاطع بوده است.



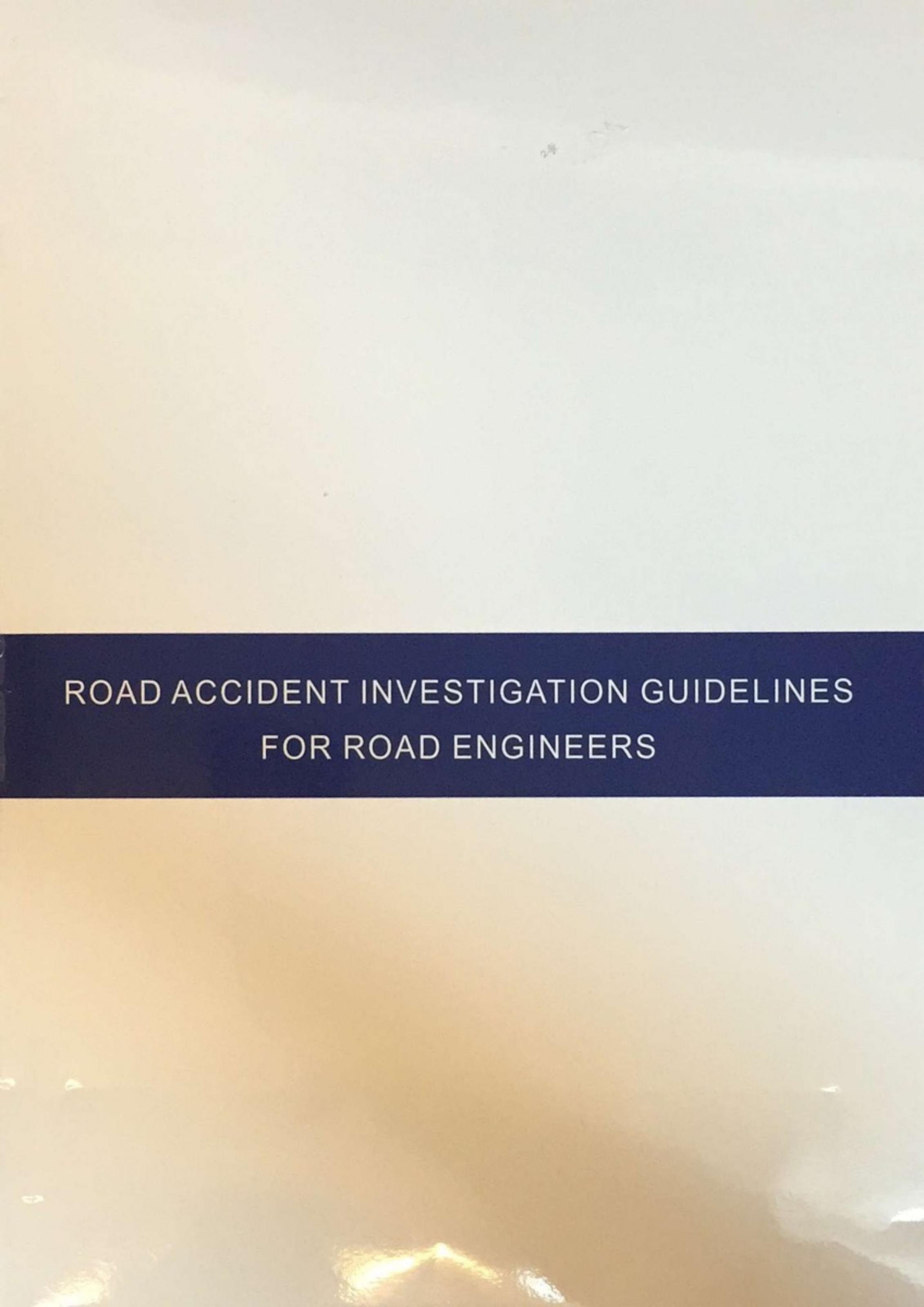
شکل ۲۰ و ۲۱: قبل از بازسازی، نمای غربی



شکل ۲۲: نمودارهای برخورد قبل از بازسازی، ۲۰۰۳



شکل‌های ۲۳ و ۲۴: پس از بازسازی، نمای شرقی و نمای غربی

The background of the cover is a photograph of a road at night. The road is wet, and a bright light source, possibly a car's headlights or a street lamp, is reflecting off the pavement, creating a bright, elongated reflection. The sky is dark, and the overall scene is dimly lit, with the primary light source being the reflection on the road.

ROAD ACCIDENT INVESTIGATION GUIDELINES FOR ROAD ENGINEERS