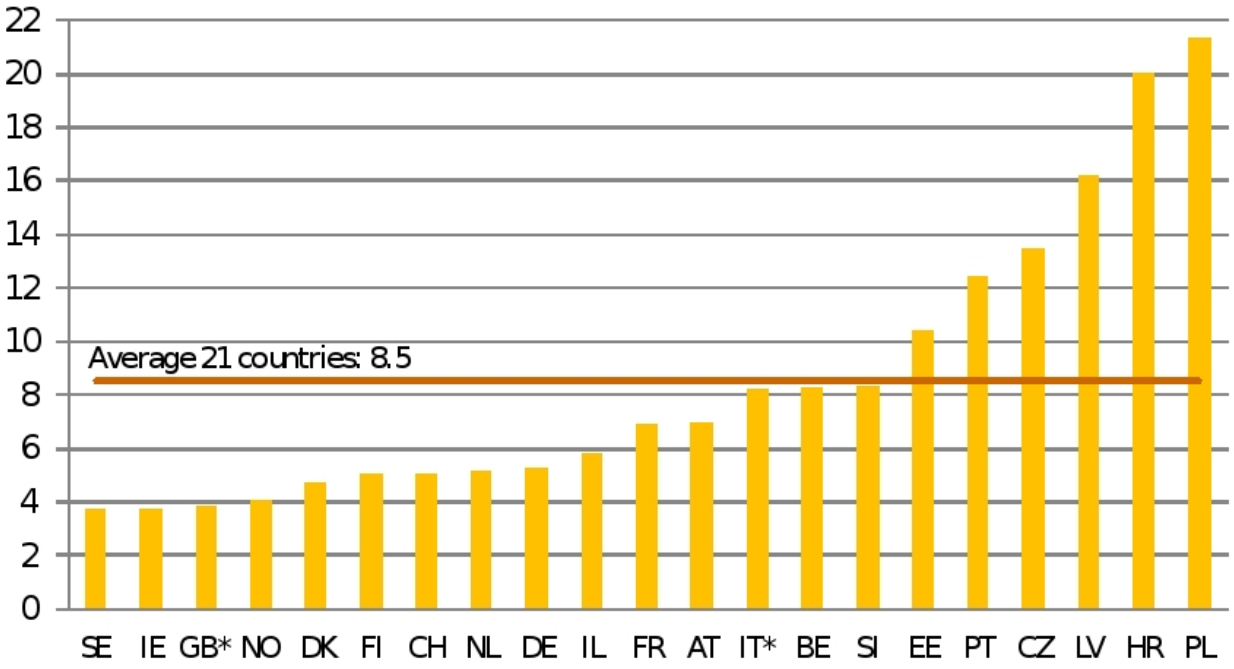
# Hodnocení pozemních komunikací

Publikováno: 9. 1. 2015
CDV

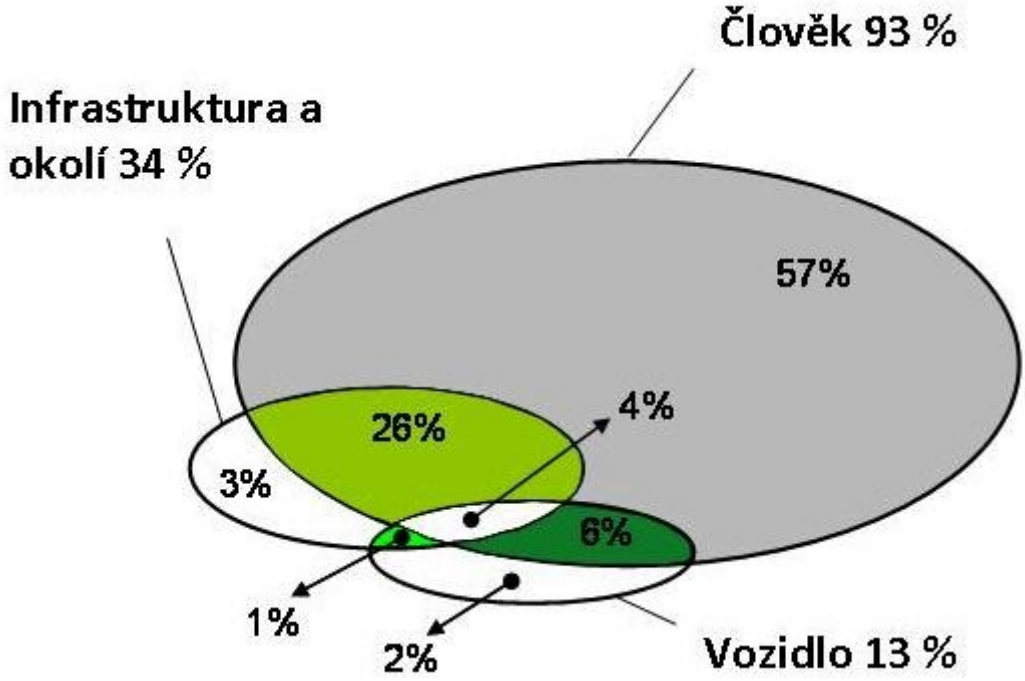
## ÚVOD

Země s dlouhodobě dobrou úrovní bezpečnosti, jako Švýcarsko, Nizozemí, Velká Británie a Švédsko, pokračují v pozitivním vývoji a z pohledu počtu usmrcených řidičů a spolujezdců na miliardu ujetých vozokilometrů patří k nejlepším v Evropě. Česká republika je v tomto ukazateli dlouhodobě jedna z nejhorších zemí.




Graf 1 – Počet usmrcených na 1 miliardu vozokm. Průměr za poslední 3 roky, kdy jsou data k dispozici (ETSC, 2014)

Dopravní nehodu je možno chápat jako výsledek kombinace nepříznivých faktorů, které souvisí s lidským činitelem (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, důležitou roli hraje také utváření pozemní komunikace (viz obrázek 1).




Obr. 1 – Spolupůsobící faktory vzniku dopravních nehod (zdroj: Road Safety Manual, PIARC 2004)

Správci a vlastníci pozemních komunikací by tedy měli zajistit adekvátní úroveň bezpečnosti plánovaných a stávajících pozemních komunikací. K tomu je nezbytná existence funkčního systému managementu silniční bezpečnosti, zahrnující v sobě celý cyklus životnosti silniční infrastruktury. Ten je možné rozčlenit do těchto fází:

- Plánování, projednávání a výstavba
- Kolaudace, zkušební provoz
- Běžný provoz, údržba a opravy
- Řešení nehodových lokalit a úseků
- Rozsáhlé rekonstrukce a úpravy

Během těchto fází se nabízí řada nástrojů, jejichž aplikace snižuje riziko vzniku dopravních nehod (popř. zmírňuje jejich následky) souvisejících s utvářením pozemní komunikace. K těmto nástrojům patří audit bezpečnosti, hodnocení vlivů na bezpečnost, bezpečnostní inspekce, identifikace a řešení nehodových lokalit, hloubková analýza dopravních nehod a sledování chování (konfliktů). Nástroje je možné rozdělit do dvou základních skupin:

1. **Proaktivní nástroje** — jejich cílem je odhalit faktory související se vznikem dopravních nehod před tím, než se na pozemní komunikaci nehody objeví a navrhnout nápravná opatření k zabránění vzniku nehod (tzn. prevence vzniku dopravních nehod) nebo snížení jejich následků.
2. **Reaktivní nástroje** — jejich cílem je odhalit faktory související se vznikem dopravních nehod pomocí analýzy dopravních nehod, které se na pozemní komunikaci již staly. Náprava stávajícího stavu je následně provedena návrhem vhodného opatření.

Proaktivní nástroje jsou svou podstatou nejen humánnější (nečekáme, až se nehody stanou), ale ve výsledku také mnohdy účinnější. Mohou totiž odhalit faktory spolupůsobící na vznik nehod dříve, než k nim dojde a ušetřit tak značně vysoké celospolečenské náklady spojené s nehodovostí a odstraňováním nehodových lokalit. Každý nástroj má svá specifika a používá se v různých fázích, jak znázorňuje obrázek 2.

Obr. 2 – Přehled nástrojů pro zvyšování bezpečnosti dle fází životního cyklu pozemních komunikací

Legislativní rámec pro používání některých těchto nástrojů v ČR je dán směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2008/96/ES o řízení bezpečnosti silniční infrastruktury ze dne 19. listopadu 2008a její transpozicí do právního řádu České republiky v roce 2011. Mezi nástroje uvedené v legislativě patří hodnocení dopadů na bezpečnost silničního provozu, audity bezpečnosti, klasifikace vybraných úseků silniční sítě a na to navazujících kontrol na místě, jakož i bezpečnostní inspekce. Směrnice vymezuje pravidla jejich provádění pouze na transevropské silniční síti TEN-T, a to ve všech fázích — projektování, výstavby i provozu. České zákony nijak neomezují a neodebírají státu, 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 v ČR má podporu také v Národní strategii bezpečnosti silničního provozu 2011 — 2020.

Provádět nástroje směrnice je dle české legislativy oprávněn auditor bezpečnosti. Auditorem bezpečnosti pozemních komunikací se může stát žadatel, který je bezúhonný a prokázal odbornou způsobilost podle § 18i, zákona o pozemních komunikacích. Povolení provádět audit bezpečnosti pozemních komunikací vydává Ministerstvo dopravy ČR.

**Centrum dopravního výzkumu, v.v.i, se problematikou aplikace nástrojů pro zvýšení bezpečnosti pozemních komunikací zabývá již téměř dvacet let. Zapojení v evropských výzkumných projektech (např. SafeStar, Ripcord-Iserest, Pilot4Safety, členství v mezinárodních organizacích (např. PIARC, FEHRL, ETSC) a účast vybraných odborníků na zahraničních školeních umožnilo přenos nejnovějších poznatků do ČR a přípravu kvalitních metodik pro provádění jednotlivých nástrojů. CDV je významným školicím střediskem auditorů bezpečnosti a provádí také konkrétní projekty aplikace nástrojů bezpečnosti na silnicích v ČR a v zahraničí.**

# HODNOCENÍ PLÁNOVANÝCH POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

Ve většině evropských zemí jsou požadavky na bezpečnost součástí technických předpisů. Nicméně tyto předpisy často neobsahují (z různých důvodů) nejnovější poznatky z oboru bezpečného utváření

pozemních komunikací 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 a výstavby mohou vyskytovat. Pokud mají být plánované pozemní komunikace, či jejich úpravy (rekonstrukce) co nejvíce bezpečné, je tedy nezbytné aplikovat vhodné proaktivní nástroje.

### 1. Hodnocení dopadů na bezpečnost silničního provozu u vyhledávacích studií

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. V České republice se při transpozici této části směrnice jako nejvhodnější jevilo její 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.

**2. Audit bezpečnosti pozemních komunikací**

PIARC 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

První bezpečnostní audity proběhly již ve třicátých 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 osmdesátých letech 20. století taktéž v Anglii, kdy si dopravní inženýři zabývající se bezpečností na pozemních komunikacích (zejména sanací nehodových lokalit) uvědomili, že nehodové lokality představují velmi rozšířený jev i na poměrně nových komunikacích. Bylo tedy zřejmé, že je nutné do projektování zahrnout bezpečnostní problematiku. 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 byla zpracována australská metodika. 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 stal standardním a respektovaným nástrojem pro zvyšování bezpečnosti pozemních komunikací. V současné době se mezi tyto země může počítat i Česká republika.

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. Metodika provádění auditu bezpečnosti (CDV, 2012) 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.“*** Metodika byla v prosinci 2012 schválena Ministerstvem dopravy ČR pod číslem jednacím 139/2012-520-TPV/1.

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

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

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. Pokud není možné provést audit ve všech fázích, je nezbytné, aby byl proveden v co nejrannější fázi, kdy je akceptace doporučení vzešlých z auditu nejvyšší.

Proces provádění

Součástí procesu provádění auditu jsou:

- 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.

# HODNOCENÍ STÁVAJÍCÍCH POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

Pro hodnocení stávajících pozemních komunikací se používají zejména tyto nástroje:

- Bezpečnostní inspekce (proaktivní nástroj)
- Management bezpečnosti silniční sítě včetně řešení nehodových lokalit (reaktivní nástroj)

### 1. Bezpečnostní inspekce

Bezpečnostní inspekce spočívá v systematické prohlídce pozemní komunikace prováděné v dostatečných časových intervalech. Je prováděna vyškolenými odborníky za účelem identifikace rizikových prvků a nedostatků, které mohou být spolupůsobícími faktory vzniku závažných dopravních nehod. Výsledkem bezpečnostní inspekce je formální zpráva obsahující seznam identifikovaných nedostatků a doporučení k jejich odstranění/zmírnění. V České republice je bezpečnostní inspekce definována ve vyhlášce č. 104/1997 Sb., část druhá - péče vlastníka o komunikace a jejich evidence, která 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

Pro provádění inspekce existuje metodika, kterou vydalo CDV v roce 2013. Při provádění inspekce je možné identifikovat čtyři základní kroky:

- Přípravné práce na pracovišti
- Inspekce v terénu
- Zpracování zprávy
- Následná činnost (realizace a vyhodnocení navržených opatření)

Inspekce by měla být prováděna z pohledu všech typů účastníků silničního provozu, tzn. řidičů osobních a nákladních vozidel, pasažérů MHD, zranitelných účastníků provozu atd. Inspektorský tým by měl pamatovat na to, že zkoumaná lokalita by měla být co nejvíce samovysvětlující měla by podporovat správné rozhodování ve správný čas. 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.

Vhodnou součástí bezpečnostní inspekce v terénu je sledování dopravních konfliktů. Konflikt je definován jako „pozorovatelná situace, při které se k sobě dva nebo více účastníků silničního provozu přiblíží v prostoru a čase natolik, že hrozí riziko kolize, pokud se jejich pohyb nezmění.“ Výskyt konfliktů se zjišťuje pozorováním na hodnoceném místě (nebo z pořízeného videozáznamu), kdy pozorovatelé registrují konflikty a následně je klasifikují a hodnotí jejich závažnost. Výsledkem sledování může být tzv. konfliktní diagram, který lze analyzovat podobně jako kolizní diagram nehod, a následně navrhnout příslušná dopravně bezpečnostní opatření. CDV je autorem certifikované metodiky sledování a hodnocení dopravních konfliktů, která slouží jako návod; dále byla vytvořena webová aplikace pro školení pozorovatelů a aplikace pro tvorbu konfliktních diagramů.

CDV, kromě toho, že zpracovalo metodiku provádění inspekce, provádí také inspekce konkrétních pozemních komunikací. Nedávno byl dokončen vývoj inspekčního vozidla, používaného pro záznam a hodnocení průjezdu po pozemní komunikaci. Mezi nejvýznamnější akce lze zařadit inspekce úseků dálnice D 47. V rámci národního výzkumného projektu IDEKO je vyvíjena metoda provádění inspekce na silnicích nižších kategorií větších územních celků. Na mezinárodním poli bylo CDV zapojeno do projektu Pilot4Safety, jehož výsledkem bylo mimo jiné zpracování doporučení pro provádění inspekcí na silnicích nižších tříd v rámci EU.

**2. Management rizikových míst**

V rámci transpozice směrnice byla v ČR uzákoněna (zákon č.13/1997 Sb. § 29a) povinnost identifikace úseků na pozemních komunikacích TEN-T, jež jsou v provozu déle jak 3 roky a na nichž došlo k vysokému počtu nehod s usmrcením v poměru k intenzitám provozu a úseků a které mají potenciál pro zlepšení bezpečnosti a úsporu nákladů vzniklých v důsledku nehod. Identifikace se provádí v tříletých intervalech, zjištěná místa jsou následně podstoupena tzv. prohlídce. Tato prohlídka musí být provedena skupinou nejméně tří 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 pozemní komunikace, který zajistí provedení nápravných opatření (pokud je to technicky možné a ekonomicky únosné). Tato na pohled složitá procedura (a také matoucí pojmenování „prohlídka“, které může být snadno zaměněno s „inspekcí“) je v podstatě ekvivalent identifikace a řešení nehodových lokalit. Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. vydalo v roce 2001 „Metodiku identifikace a řešení míst častých dopravních nehod“ (v současné době se aktualizuje).

Cílem managementu rizikových míst je tedy identifikace a analýza tzv. nehodových lokalit a úseků a návrh nápravných opatření. Nehodová lokalita/úsek je možno definovat jako lokalitu, která vykazuje větší očekávaný počet1 dopravních nehod než jiná podobná lokalita, a to díky vlivu lokálních spolupůsobících faktorů souvisejících s utvářením pozemní komunikace. Již mnoho let představuje tento postup zásadní složku dopravně-bezpečnostní práce. Jak však uvádí např. Cocu a kol. (2011), vykazuje určitá omezení, neboť:

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

Tento nástroj se v České republice používá také na komunikacích mimo síť TENT. Zjednodušeně lze

postup řešení shrnout do těchto bodů:

1. Stanovení kritéria nehodové lokality (určitý počet nehod určitého typu za nějakou dobu)
2. Identifikace nehodové lokality (závisí na kvalitě a dostupnosti dat a systému lokalizace dopravních nehod)
3. Rozbor nehodovosti na nehodovém místě, identifikace spolupůsobících faktorů
4. Návrh nápravných opatření
5. Hodnocení realizovaných opatření

CDV je zapojeno do několika výzkumných projektů, které se touto problematikou zabývají. Jedná se zejména o projekty věnující se novým metodám identifikace nehodových lokalit (např. projekt IDEKO – aplikace predikčního modelování, projekt GIROSAF – aplikace metody shluků) a projekty řešící způsoby zobrazování nehodových lokalit v rámci interaktivních map (např. projekty JDVM, SYKRIK). Výsledkem spolupráce CDV s krajskými úřady a ŘSD je několik významných zakázek, např. Identifikaci rizikových míst na silnicích I. tříd JMK, nebo Identifikace a návrh řešení nehodových lokalit v kraji Vysočina. V rámci zahraničních aktivit se CDV podílelo například na vytvoření Manuálu PIARC pro řešení nehodových lokalit.

# HODNOCENÍ EFEKTIVITY ÚPRAVY NEŘÍZENÝCH KŘIŽOVATEK

Na křižovatkách dochází přibližně ke čtvrtině všech nehod evidovaných Policií ČR. Při těchto nehodách je přibližně každý šestý člověk usmrcen a každý čtvrtý člověk zraněn. Značná část těchto křižovatek v mnoha směrech již nevyhovuje současným trendům zvyšování bezpečnosti účastníků silničního provozu. S ohledem na polohu křižovatky, množství chodců a cyklistů pohybujících se křižovatkou, na počet ramen křižovatky, rozhledové poměry, plochu křižovatky apod., je nutné tyto křižovatky upravit. V poslední době se za „všelék„ považují křižovatky okružní spíše známé jako kruhové objezdy nebo „kruháče“. Zkušenosti ovšem ukazují, že ani tento typ křižovatky není spásným řešením. Často se objevují potíže s propustností křižovatky a investice v řádu několik desítek miliónů korun často neodpovídají očekávání stavebníka.

Postup pro zvyšování efektivity vynakládání investic

Úpravy křižovatek jsou součástí rozvoje silniční sítě od doby jejího vzniku. Na řadě míst dochází ke změně dopravního režimu v souvislosti s územním rozvojem v okolí, což způsobuje změny nároků na parametry celé sítě. Může se jednat o růst obytných částí měst a obcí, budování nových průmyslových závodů či obchodních center. Úpravy mají vždy dopad na intenzitu dopravy na přilehlé silniční síti. Dalším podnětem, proč upravovat křižovatku, může být její bezpečnost. Ať jde pouze o její vnímání veřejností jako nebezpečného místa (subjektivní bezpečnost) nebo se může jednat o nehodovou lokalitu (objektivní bezpečnost). Určení nehodové lokality podle moderních přístupů nezávisí pouze na počtu nehod, ale do procesu výpočtu pomocí predikčního modelu vstupují i parametry popisující křižovatku. Teprve poté až skutečný počet nehod přesáhne hodnotu očekávaného počtu nehod, lze lokalitu považovat za nehodovou.

V Centru dopravního výzkumu, v. v. i. byla vytvořena **Metodika popisující postup pro úpravu křižovatek** (CDV, 2013, ISBN 978-80-86502-68-7), která je založena na srovnání nákladů pro úpravu křižovatky a úspor vzniklých z úpravy křižovatky.

Před zahájením procesu srovnání je nutné řádně poznat stávající stav křižovatky a provést posouzení propustnosti stávající křižovatky a to buď přesným výpočtem nebo alespoň orientačním rozřazením dle normy. K dalším nepostradatelným datům nutným pro správné posouzení patří analýza nehodovosti nebo dopravních konfliktů. Z těchto informací se vychází při návrhu jednotlivých opatření pro úpravu křižovatky. Pro analýzu dopravně-inženýrských parametrů křižovatky je vhodné postupovat dle certifikované **Metodiky provedení a vyhodnocení dopravních průzkumů** (CDV,

2012). Obě výše uvedené metodiky byly certifikovány Ministerstvem dopravy ČR.

Srovnávání navržených variant úprav neřízené křižovatky je vlastně jednoduchá Cost-benefit analýza. Na jedné straně figurují investiční spolu s provozními náklady a na druhé straně úspory vypočtené z celospolečenských ztrát snížených účinností úpravy. Účinnost úprav křižovatky závisí na počtu a efektivitě jednotlivých opatření, ze kterých je celá úprava složena. Pro každé jedno opatření je stanovena účinnost, která představuje úbytek dopravních nehod, který je přímým důsledkem realizace tohoto opatření. Stanovení efektivity jednotlivých opatření není jednoduchou záležitostí. Efektivita opatření z části vyplynula z výzkumu prováděných v CDV a z části byla převzata z dat mnoha zahraničních studií.

**Metodika popisující postup pro úpravu křižovatek** rozlišuje 3 typy úprav neřízené křižovatky:

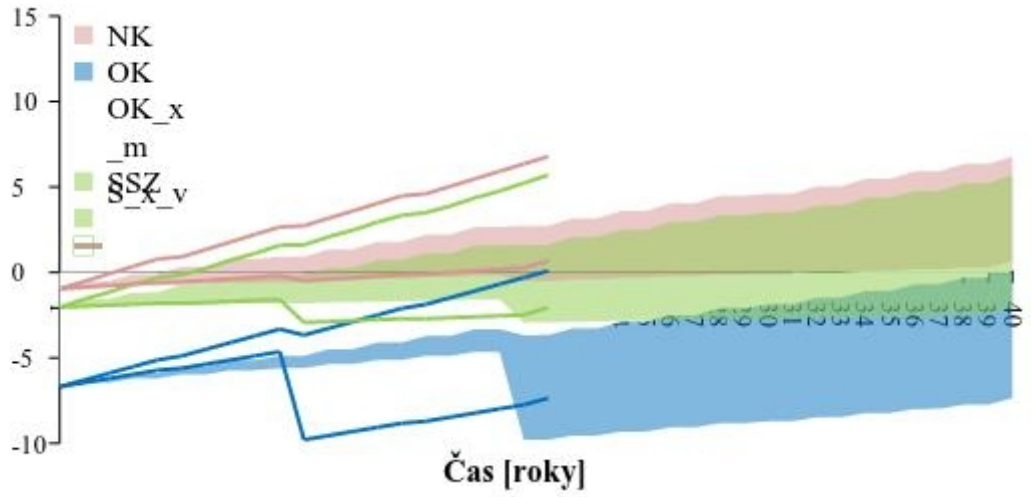
- úprava na neřízenou křižovatku (NK),
- úprava na okružní křižovatku (OK) a
- úprava na světelně řízenou křižovatku (SSZ).

Přičemž pro každou z těchto celkových úprav je možné nadefinovat desítky různých variant kombinací jednotlivých opatření a jejich parametrů. Pro usnadnění jsou v metodice k různým typům dopravních nehod nadefinována příslušná opatření, která s různou účinností těmto nehodám brání. Při vytváření jednotlivých variant je ovšem nutné přihlédnout k jejich realizovatelnosti ze stavebního a dopravního hlediska. Pro výpočet kombinace účinností úpravy je použita metoda kombinovaného efektu s vlivem účinnosti dominantního opatření, tento postup se ukázal na datech křižovatek zkoumaných v projektu *Výzkum efektivity vhodných úprav na rozlehlých křižovatkách pomocí analýzy dopravně-inženýrských parametrů* (EFEKTIV) jako nejvíce podobný skutečnému stavu. A to i přesto, že uvažuje s jednotlivými opatřeními jako nezávislými proměnnými, což skutečnost přesně nevystihuje. Projekt EFEKTIV (TA01031303) byl řešen v rámci veřejné soutěže ve výzkumu, vývoji a inovacích, programu ALFA, poskytovatele Technologické agentury ČR s dalším účastníkem projektu EDIP s.r.o.

Pro ohodnocení ztrát z dopravní nehodovosti jsou využity výsledky vypočítané dle **Metodiky výpočtu ztrát z dopravní nehodovosti na pozemních komunikacích** (CDV, 2013, ISBN 978-80-86502-55-7). V případě dostupných dat o dopravní nehodovosti lze provést výpočet přímo, počty jednotlivých nehod jsou vynásobeny ztrátami podle následků nehod. Pokud data o nehodovosti dostupná nejsou, použije se odhad počtu dopravních nehod dle predikčního modelu. Ztráty z dopravní nehodovosti vyjadřují náklady spojené se zdravotní péčí, se zásahem záchranného systému atd. a jsou vyčísleny jak pro dopravní nehody s osobními následky tak pro nehody pouze s hmotnou škodou. Tyto peníze spadají do rezortu zdravotnictví a sociálních zpráv (velkou část tvoří ztráty na produkci), proto také úspory vlivem realizace úpravy křižovatky spadají do těchto rezortů. Úspory na nehodách vyjadřují snížení ztrát z očekávaných nehod, které by se na křižovatce udály bez realizace úprav, a jsou vyjádřeny prostým součinem ztrát z dopravní nehodovosti a kombinace účinností úpravy.

Pro relevantní srovnání je nutné určit vhodnou časovou jednotku, za kterou bude úprava křižovatky hodnocena – tzv. návrhové období. Návrhové období vychází z posouzení kapacity neřízené křižovatky, ve kterém nepředpokládáme kapacitní problémy (20 nebo 30 let v případě návrhu dalších jízdních pruhů).

Výsledkem pro každou z hodnocených variant je rozpětí určené vstupními daty (minimální a maximální účinnost/životnost opatření) a nazývá se pravděpodobný interval ekonomického hodnocení. Intervaly jednotlivých variant se mohou překrývat, a proto vždy nelze jednoznačně určit nejefektivnější variantu úpravy pouze na základě ekonomického hodnocení. V takovém případě je rozhodující vyšší kombinace účinnosti opatření ke snížení nehodovosti.




Obr. 3 – Graf ekonomického hodnocení variant

Na grafu v obrázku 1 je příklad, kdy byla uvažována úprava neřízené průsečné křižovatky v intravilánu. Kapacita křižovatky nebyla vyčerpána. Docházelo zde k nehodám s chodci na přechodu pro chodce a k nehodám, jejichž hlavní příčinou bylo nedání přednosti v jízdě proti příkazu dopravní značky č. P6 „Stůj, dej přednost v jízdě“. Navrženy byly dělicí ostrůvky na vedlejší komunikaci, ochranné ostrůvky na hlavní komunikaci, protismykový nátěr před přechodem pro chodce a obnova vodorovných i svislých dopravních značek (NK). Stejné úpravy byly zvoleny i pro variantu světelně řízené křižovatky (SSZ). Třetí alternativní úpravou byla přestavba na okružní křižovatku (OK).

Jak je z grafu na obrázku 3 patrné, přestavba na okružní křižovatku není pro tuto lokalitu efektivní, investice dosáhne své návratnosti téměř až za 20 let při nejvyšší uvažované účinnosti 55%. Nejvhodnější variantou byla dle **Metodiky popisující postup pro úpravu křižovatek** vyhodnocena úprava neřízené křižovatky (NK). Lomy v grafu na obrázku 3 jsou způsobeny obnovou některých opatření. Nejvýraznější lom je patrný po deseti letech provozu, kdy dochází k výměně vozovky (největší skok je patrný v křivce okružní křižovatky, kdy je vyměňována největší plocha vozovky).

Nástroj pro zvyšování efektivity vynakládání investic: HENK

Postup popisovaný v předchozích odstavcích je poměrně dost náročný na ruční zpracování. Proto pro zjednodušení práce s návrhem úprav křižovatek byla vyvinuta webová aplikace **HENK** - **H**odnocení **E**fektivity úpravy **N**eřízených **K**řižovatek, která slouží jako elektronická podpora metodiky.

Postup hodnocení úprav křižovatky uvedený v metodice je v aplikaci shrnut do následujících kroků:

1. zadání základních informací o stávajícím stavu křižovatky
2. návrh opatření neřízené křižovatky (NZ)
3. návrh opatření okružní křižovatky (OK)
4. návrh světelně řízené křižovatky (SSZ)
5. shrnutí zadaných dat a jejich kontrola
6. ekonomické hodnocení ztrát z dopravní nehodovosti
7. protokol: hodnocení jednotlivých variant

V kroku 1. aplikace nabízí možnost předvyplnit křižovatku pomocí dat ze Silniční databanky ŘSD ČR, pokud je ovšem křižovatka v této databázi evidována. Další nespornou výhodou je čerpání dat o dopravních nehodách přímo z databáze Policie ČR. Uživatel nemusí složitě zjišťovat data o dopravních nehodách. Dále je v závislosti na dopravním zatížení zadaném v kroku 1. křižovatka zařazena do skupiny opatření podle orientační kapacity dle normy. V krocích 2., 3. a 4. uživatel vyplňuje na základě nejčastějších dopravních nehod zadaných v kroku 1. výměry k jednotlivým opatřením. **Aplikace nabízí již pouze ta opatření, která mají pozitivní vliv na zadané typy dopravních nehod, ale i tak je nutné zadávat opatření alespoň s minimální znalostí skutečné situace.**

Krok 5. umožňuje uživateli zkontrolovat zadaná data a editaci předchozích kroků. V kroku 6. se zadávají data o dopravních nehodách. V případě neznalosti těchto dat aplikace sama vypočítá průměrnou ztrátu z dopravní nehodovosti pro daný typ křižovatky. Výpočet vychází z predikčního modelu pro rozlehlé úrovňové křižovatky v ČR. V kroku 7. aplikace nabídne výsledné srovnání jednotlivých nadefinovaných variant v přehledné tabulce a poskytne uživateli protokol ekonomického hodnocení efektivity úpravy křižovatky až ve třech variantách.

Hodnocení jednotlivých variant *(srovnání je zaokrouhleno na celé tisíce nahoru)*

| Úprava | | | NK | OK | SSZ |
|---|---|---|---|---|---|
| $ÚSPORY_{ROČNÍ}$ [KČ/ROK] | U | min | 399.000 | 391.000 | 442.000 |
| | | max | 437.000 | 391.000 | 472.000 |
| $NÁKLADY_{VSTUPNÍ}$ [KČ] | $N_v$ | | 963.000 | 6.690.000 | 2.035.000 |
| $NÁVRATNOST_{VSTUPNÍCH NÁKLADŮ}$ [MĚSÍC] | T | min | 26 | 205 | 52 |
| | | max | 29 | 205 | 55 |
| ÚSPORY ZA NAVRHOVANÉ OBDOBÍ [KČ] | $U_z$ | min | 7.964.000 | 7.816.000 | 8.826.000 |
| | | max | 8.724.000 | 7.816.000 | 9.429.000 |
| NÁKLADY ZA NAVRHOVANÉ OBDOBÍ [KČ] | $N_z$ | min | 1.938.000 | 7.727.000 | 3.730.000 |
| | | max | 7.286.000 | 15.169.000 | 10.870.000 |
| NÁVRHOVÉ OBDOBÍ [ROK] | $t_z$ | | 20 | 20 | 20 |
| EKONOMICKÉ HODNOCENÍ [KČ] | EH | min | **679.000** | **-7.353.000** | **-2.044.000** |
| | | max | **6.786.000** | **90.000** | **5.699.000** |
| ODHAD ÚČINNOSTI KOMBINACE [%] | η | min | **56** | **55** | **62** |
| | | max | **61** | **55** | **66** |

Obr. 4 – Nástroj HENK: Ukázka výstupu ekonomického hodnocení

V tabulce na obrázku 4 jsou znázorněny hodnoty předpokládaného ekonomického hodnocení (vyjádřená v celospolečenských ztrátách) za návrhové období 20 let z úprav NK je v rozmezí 1 – 7 milionů Kč, z přestavby na OK se pohybuje v rozmezí -7 - 0 milionů Kč a z přestavby na SSZ v rozmezí -2 - 6 milionů Kč, intervaly efektivity opatření se tedy překrývají, rozhodne tedy odhad účinnosti kombinace. Odhad účinnosti kombinace dvou nejefektivnějších variant SSZ je 62 - 66% a NK 56 - 61%. Z tohoto srovnání se jeví výhodnější úprava se SSZ, nicméně tato varianta vyžaduje více než dvojnásobnou investici na zřízení a není vyžadována kapacitně. **Ve výsledku lze doporučit aplikování navržených opatření pro neřízenou křižovatku, případně s uložením chrániček pro možnou instalaci SSZ v budoucnu. Varianta okružní křižovatky není pro danou lokalitu vhodná.**

Závěr

Je zřejmé, že výsledky porovnání efektivity investic do přestavby křižovatek, jsou cenným podkladem při rozhodování o jejich úpravě. Vždy je ovšem nutné uvažovat i místní podmínky a návaznost na okolní infrastrukturu. V některých lokalitách může být realizace nejefektivnějšího řešení těžko proveditelná s ohledem na majetkoprávní poměry, inženýrské sítě a okolní zástavbu. V jiných případech by se mohlo jednat o nekoncepční řešení v návaznosti na křižovatky v přilehlé síti. Výsledky by tedy měly být zejména argumentem pro správce silniční sítě, projektanty a širší odbornou veřejnost, která umí důsledky jednotlivých úprav hodnotit i v širších souvislostech. CDV předpokládá v budoucnu rozšíření metodiky a aplikace o hodnocení vlivu na životní prostředí, čímž by metoda poskytovala opět o něco komplexnější pohled na problematiku a skutečně objektivní multikriteriální

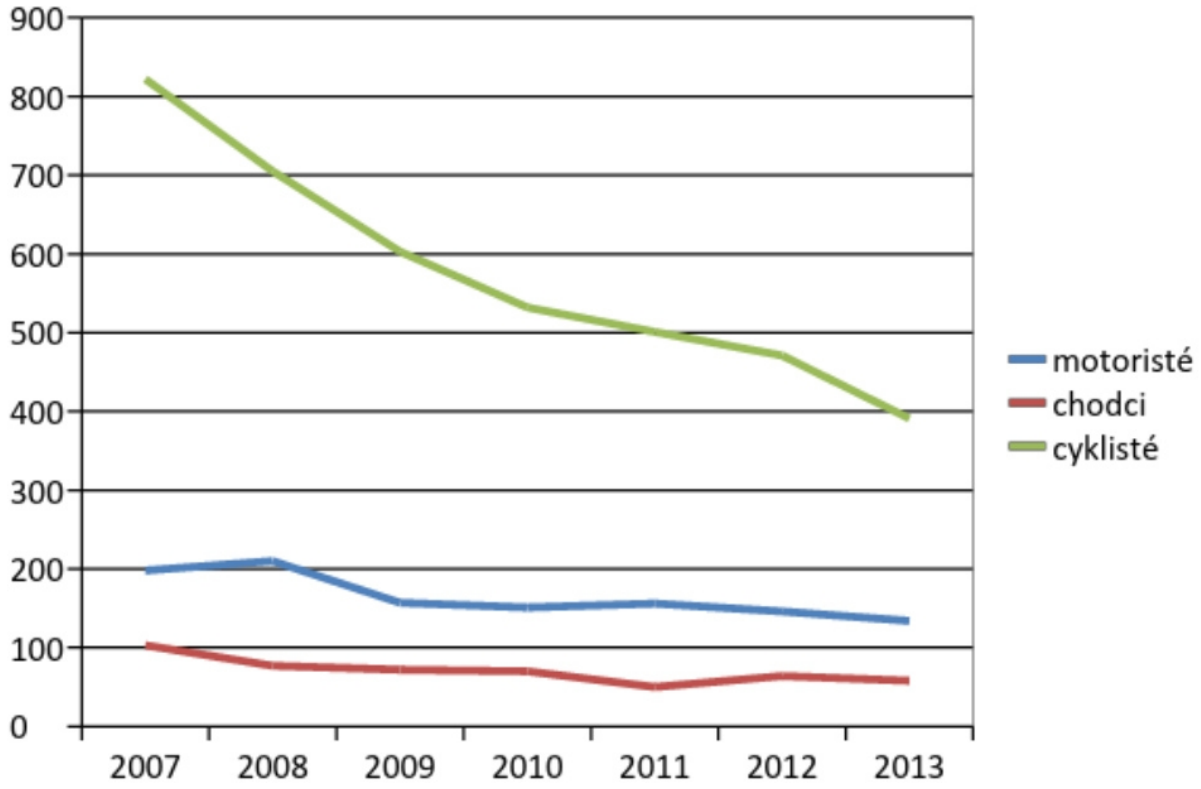
hodnocení. CDV plánuje i další výzkum v oblasti hodnocení efektivity jednotlivých opatření úprav křižovatek. Rozvoj aplikace bude směřovat ke zkvalitnění služeb – propojení aplikace s dalšími moduly, zjednodušení zadávání dat a vytvoření dalších grafických výstupů.

# ZKLIDŇOVÁNÍ DOPRAVY, NEMOTOROVÁ DOPRAVA

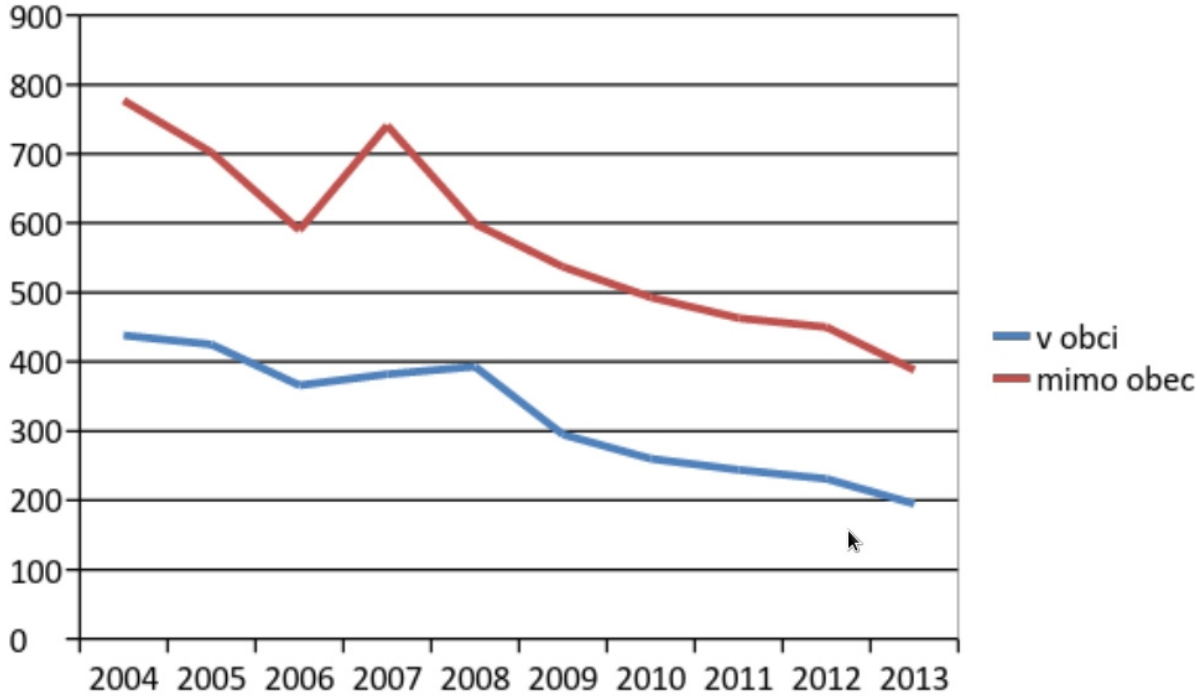
*„Dopravní infrastruktura bez dostatečného vybavení pro chodce a cyklisty je důkazem nedostatku demokracie, neboť existence tohoto vybavení je základním právem každého člověka.“*

Enrique Penalosa, bývalý starosta Bogoty, Kolumbie.

Česká republika stále patří do poslední čtvrtiny zemí EU s nejnižší úrovní bezpečnosti silničního provozu. Zásadní skutečností je, že i přes určitá zlepšení klesají počty nejzávažnějších následků pomalejším tempem, než v ostatních zemích EU. Kritickým se v ČR jeví zejména vývoj bezpečnostních ukazatelů týkajících se zranitelných účastníků provozu (cyklistů, chodců, motocyklistů). Počty usmrcených a zraněných u těchto kategorií vykazují dlouhodobě výrazně menší pokles než v případě ostatních účastníků provozu. Za období 2009-2013 zemřelo v ČR celkem 1474 nechráněných účastníků, což představuje téměř 42 % všech usmrcených.




Graf 2 – Vývoj počtu usmrcených dle kategorií v letech 2007 - 2013




Graf 3 – Vývoj počtu usmrcených dle prostředí v letech 2007 - 2013

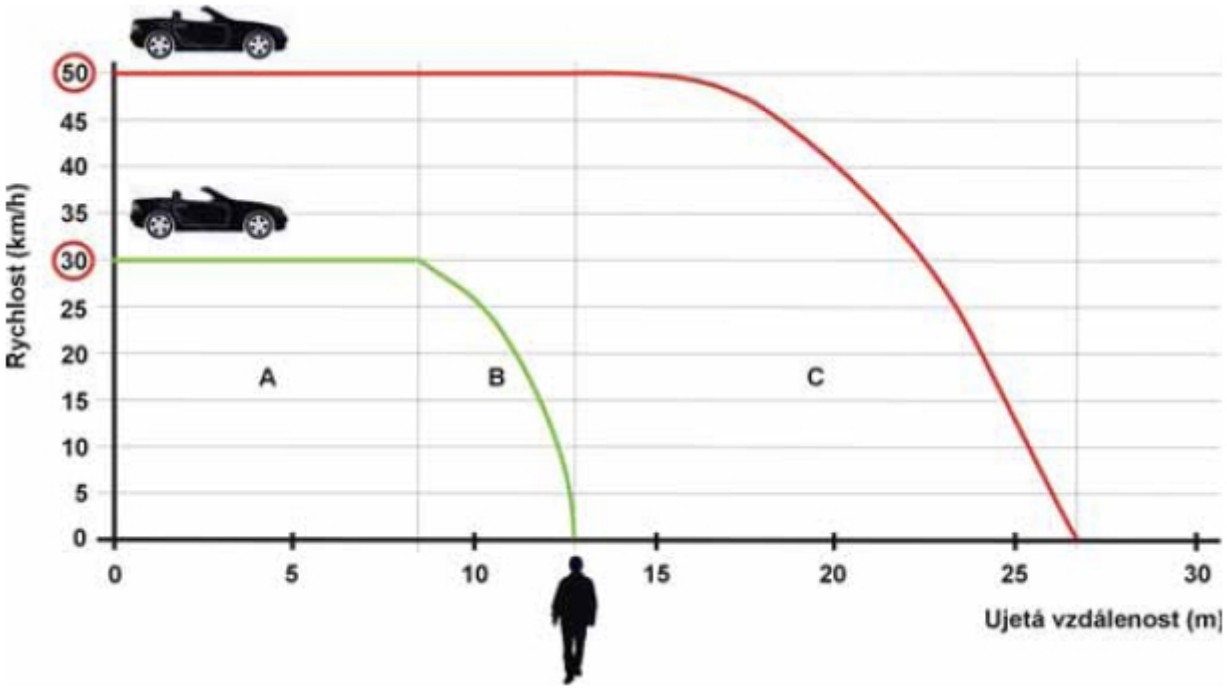
Značná část nehod s nechráněnými účastníky se odehrává ve městech a obcích. Během dvacátého století se struktura měst díky dominanci používání osobních a nákladních automobilů změnila. Nutnost uspokojovat rostoucí poptávku nabídkou další kapacity představovalo v druhé polovině 20. století většinový názorový proud mezi dopravními plánovači, inženýry a politiky (a v některých městech je tento postoj stále převládající). Tento postoj byl založen na dvou předpokladech:

1. Nutnost podpory rozvoje mobility - tento rozvoj byl chápán jako nevyhnutelný trend způsobený stabilním ekonomickým růstem a možnostmi svobodné individuální volby.
2. Hlavním cílem lokálních a národních politik je rozumným a efektivním způsobem se tomuto trendu přizpůsobovat a snažit se poskytovat dostatečnou infrastrukturu tak, aby byl zajištěn svobodný pohyb.

Avšak s pokračujícím rozvojem automobilové dopravy získává na důležitosti alternativní pohled zdůrazňující vzrůstající negativní důsledky tohoto trendu, zejména kongesce a jejich vliv na ekonomiku a životní prostředí, dále růst nehodovosti a sociální exkluze. Tato změna nazírání na vlivy motorové dopravy se odehrává na národní i lokální úrovni a má oporu v následujících faktech:

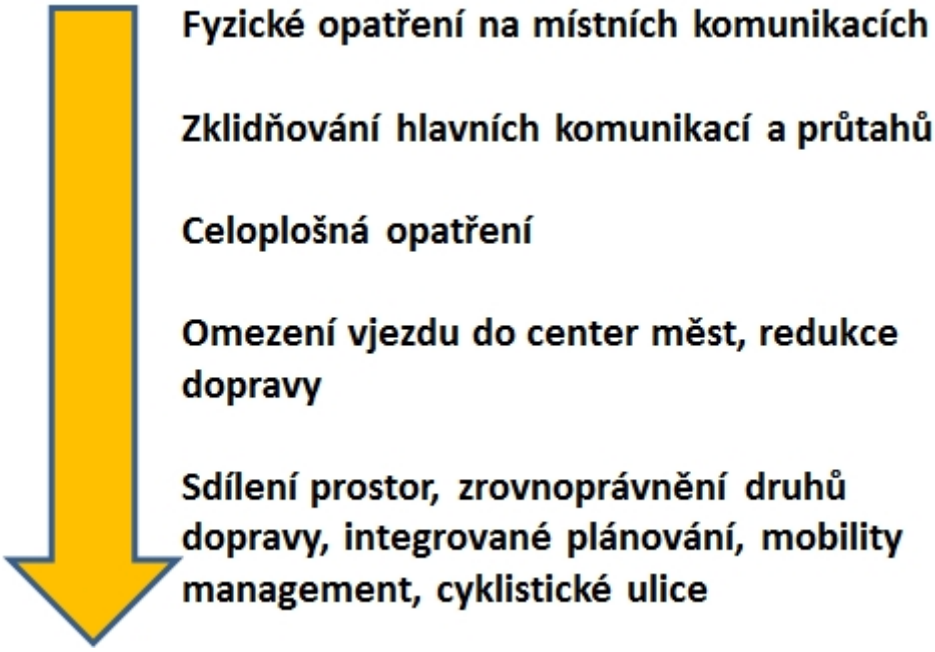
- Růst dopravy předbíhá možnosti poskytování dostatečné kapacity, což znamená více kongescí se všemi jejich negativními vlivy. Vzniká otázka, zda je vůbec možné poskytnout dostatečnou kapacitu a tak udržet krok s narůstající intenzitou dopravy, zvláště když je prokazatelné, že poskytování nové infrastruktury často generuje další dopravu.
- Dopravní sektor byl identifikován jako jeden z hlavních zdrojů poškozování životního prostředí.
- Dopravní nehody se staly v celosvětovém měřítku jednou z nejčastějších příčin úmrtí.

Jedním z vhodných nástrojů podpory zranitelných účastníků provozu představuje zklidňování dopravy. Zklidňování dopravy je proces omezování negativních fyzických a sociálních vlivů dopravy na městský život, a to zejména pomocí snižování rychlostí a intenzit motorové dopravy. Hlavním cílem zklidňování je snížení nehodovosti a zkvalitnění života ve městech. Zklidňování dopravy může být uplatňováno nejen v rezidenčních ulicích a oblastech, nýbrž také na průjezdních úsecích vesnic i měst nebo na celém území měst. Zklidňování nelze chápat pouze jako dopravně-inženýrskou záležitost, neboť se úzce dotýká též problematiky urbanismu, integrovaného plánování, zapojování veřejnosti do rozhodování, snahy o trvale udržitelnou dopravu a dopravního managementu.




Obr. 5 – Rychlost nárazu v závislosti na počáteční rychlosti při spatření chodce

Ačkoliv nejrozšířenější formou dopravního zklidňování zůstává budování fyzických úprav na místních komunikacích v rezidenčních oblastech, zklidňování dopravy se stále více uplatňuje i v případě úprav hlavních místních komunikací a průjezdních úseků. Někdy bývá zklidňováním dopravy nazývána také snaha o částečné nebo úplné vymístění automobilové dopravy z center měst, stejně jako koncepty redukce dopravy na území celého města, změny v dopravní nabídce a propagace alternativních druhů dopravy. V minulosti lze vysledovat evidentní trend v posunu od regulace dopravních intenzit k regulaci rychlostí a od bodových k celoplošným aplikacím zklidňovacích opatření. Současné celoměstské strategie redukce automobilové dopravy lze pak nazvat „třetí generací zklidňování“.




Obr. 6 – Vývoj zklidňování od 60. let

V posledních letech se začínají při utváření městských prostranství (zejména v Holandsku a Dánsku) uplatňovat principy sdílení veřejných prostor (share spaces), kdy díky stavebnímu uspořádání uličního prostoru nedochází k diskriminaci žádného způsobu dopravy a ulice kromě funkce dopravní umožňuje i provozování rozličných sociálních a rekreačních aktivit.

Obr. 7 – Přestavba rušné křižovatky na sdílený prostor – příklad z Nizozemí

CDV se problematikou bezpečnosti zranitelných účastníků provozu, zrovnoprávnění různých druhů dopravy a úprav dopravního prostředí ve městech zabývá intenzivně v podstatě již od svého vzniku v oblastech strategicko-politických (tvorba Národní strategie bezpečnosti a Cyklostrategie), legislativních (příprava technických podmínek jako např. TP 145 – Zásady pro navrhování úprav průtahů silnic obcemi či TP 218 – Navrhování zón 30), osvětových (publikace Moderní úpravy komunikací ve městech a obcích, výzkumných (projekty ROCY, CHODOKO) a konzultačních (zpracování studií zklidnění konkrétních lokalit).