

Analiza izvedenih ukrepov za povečanje prometne varnosti na slovenskem AC in HC omrežju

izr. prof. dr. **Marko Renčelj**, univ. dipl. inž. grad.

Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo

mag. **Ulrich Zorin**, univ. dipl. inž. prom.

DARS d. d., Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji

prof. dr. **Matjaž Šraml**, univ. dipl. inž. stroj.

Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo

Povzetek

V članku so predstavljeni izsledki opravljene raziskave o učinkovitost izvedenih ukrepov za izboljšanje prometne varnosti na slovenskem avtocestnem (AC) omrežju in omrežju hitrih cest (HC). V sklopu raziskave so bile analizirane prometne nesreče, prometne obremenitve, investicije in (podrobneje) analizirani posamezni izbrani ukrepi za izboljšanje prometne varnosti, ki so bili izvedeni v preteklih letih: naletni mehovi, sistem za nadzor in vodenje prometa (SNVP), ter ukrep prepovedi prehitevanja težkih tovornih vozil. Analize so bile opravljene za obdobje med leti 2005 in 2015. Za izbrane varnostne ukrepe so bila obdobja razdeljena na »pred uvedbo« in »po uvedbi« ukrepa, katerim je sledila empirična primerjava rezultatov po vzoru metodologije »Easy Way«.

Analysis of implemented measures for road safety improvement on the Slovenian motorway and expressway network

Abstract

In the article we present the results of the research performed about the effectiveness of the measures taken to improve traffic safety on the Slovenian motorway network and the expressway network. In the scope of the research, traffic accidents, traffic loads, investments and (more detailed) analysis of the various selected measures for improvement of traffic safety that were carried out in the last years: crash cushions, traffic control and traffic management system and a measure of overtaking prohibition for heavy goods vehicles. The analyses were carried out for the period between 2005 and 2015. For the selected safety measures, the analysis was done for "before" and "after" period - when the measures were implemented, followed by an empirical comparison of the results according to the "Easy Way" methodology.

1 Uvod

Namen članka je predstaviti najpomembnejše rezultate raziskovalne naloge (Šraml in dr., 2017), ki jo je za naročnika (DARS d. d.) izdelala Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo Univerze v Mariboru.

Družba DARS d.d. (skupaj z ostalimi vključenimi podjetji) skrbi za nemoten potek prometa po slovenskem omrežju avtocest (AC) in hitrih cest (HC) na različne načine. Na eni strani »preko« službe za upravljanje s prometom in prometno varnostjo, na drugi z obnavljanjem infrastrukture - med katere sodi tudi izvedba posameznih varnostnih ukrepov. Učinkovitost implementiranih varnostnih ukrepov na celotnem slovenskem AC in HC omrežju do danes ni bila celovito ocenjena ali ovrednotena. Opravljene so bile namreč le posamezne analize učinkovitosti določenega varnostnega ukrepa na določenih avtocestnih odsekih.

Namen raziskovalne naloge je bil podrobno analizirati parametre, ki na kakršen koli način vplivajo na prometno varnost (rast prometa, prometne nesreče (PN), uvedba vinjet, investicije, obnove ipd.) ter jih ob koncu ovrednotiti z metodologijo privzeto v evropskem projektu »Easy Way«. Poleg tega je bil namen raziskovalne naloge pripraviti model vrednotenja vplivov varnostnih ukrepov za prihodnje.

Predmet raziskovanja je bilo slovensko omrežje avtocest in hitrih cest znotraj obravnavanega obdobja (med leti 2005 in 2015). V članku so podrobneje analizirani naslednji varnostni ukrepi: vpliv uvedbe vinjet, naletni mehovi, sistem za nadzor in vodenje prometa (SNVP) ter prepoved prehitevanja težkih tovornih vozil.

2 Metodologija "Easy Way"

V nadaljevanju so predstavljene osnovne značilnosti metodologije, kot je bila razvita / uporabljena v evropskem projektu "Easy Way" - in ki smo jo za potrebe raziskovalne naloge privzeli tudi v našem projektu.

Projekt za razvoj evropskih inteligentnih transportnih sistemov na področju vseevropskih prometnih omrežij TEN-T (EasyWay) je pomenil vsebinsko nadaljevanje programa TEMPO CONNECT v okviru finančne perspektive 2007-2013. Šlo je za večletni indikativni program, ki se je izvajal v obdobju 2007-2013 - in sicer v treh fazah. Vsebina projekta so študije in izvedbena dela na področju uvajanja inteligentnih transportnih sistemov in storitev na obstoječem cestnem omrežju na TEN-T V. in X. koridorju v Republiki Sloveniji na naslednjih področjih (ITS Platform, 2017):

- vseevropska storitev obveščanja potnikov;
- vseevropske storitve upravljanja prometa;
- tovarne in logistične storitve;
- povezana infrastruktura IKT;
- evropske študije in
- upravljanje, ocenjevanje in razširjanje projekta.

V sklopu upravljanja, ocenjevanja in razširjanja projekta so razvili metodo za vrednotenje vplivov projektov ITS sistemov. Skupaj s tem so izdali priročnik s smernicami za vrednotenje projektov ITS sistemov, v katerem so opredeljeni koraki za izvedbo. Glavni cilji omenjene metode vrednotenja so, da so rezultati primerljivi z ostalimi rezultati metod in da so rezultati razumljivi ter transparentni. Primerljivost rezultatov se lahko doseže na način, da se preučujejo podobni ali enaki parametri. V sklopu EasyWay je nekaj teh parametrov določenih za različna področja in sicer: prometno varnost, omrežja in stroške, floto vozil in njihovih stroškov, dostopnost, področje časa in napovedovanj, emisije hrupa in učinkovitosti ter področje ocenjevanja in udobja. Parametri znotraj vsakega področja so predstavljeni v literaturi (ITS Platform, 2017), v nadaljevanju (preglednica 1) so predstavljeni samo parametri s področja prometne varnosti.

Preglednica 1: Parametri/indikatorji za področje prometne varnosti pri EasyWay metodi vrednotenja (ITS Platform, 2017)

Parameter/indikator	Enota indikatorja	Vir podatkov
Število prometnih nesreč (na prometno enoto)	Število prometnih nesreč (na vozilo-km ¹)	Statistike prometnih nesreč pred in po dogodku
Število prometnih nesreč s poškodovanimi udeleženci (na prometno enoto)	Število poškodovanih udeležencev (na vozilo-km ¹)	Baza podatkov policije in bolnice
Število prometnih nesreč s smrtno poškodovanimi (na prometno enoto)	Število smrtno poškodovanih (na vozilo-km ¹)	Baza podatkov policije in bolnice
Število prepeljanih kilometrov na vozilo	vozilo-km ¹	Prometne študije, evidence voznikov, študije izvorno-ciljnih potovanj
Število kršitev v prometu	Število	Baza podatkov policije
Občutek varnosti		Anketiranje, intervjuvanje
Število konfliktov	Število	Študijo konfliktov v prometu
Količina prometa	Število vozil	Štetja prometa
Potniški kilometri (koliko časa oseba potrebuje za potovanje (h)/ potniški kilometer)	Število ur (ko oseba potuje) ali potniški kilometer	Prometne študije, evidence voznikov, študije izvorno-ciljnih potovanj
Tonski kilometer	Ton/km	Evidence voznikov, tahografi, ankete
Povprečna in standardna deviacija potovalnih hitrosti	Km/h	
Število kaznivih dejanj zaradi opitosti – alkohol	Število	Baza podatkov policije
Budnost/utrujenost	/	Meritve reakcijskih časov v testnem vozilu ali laboratoriju, intervjuji
Pozornost	/	Meritve reakcijskih časov v testnem vozilu ali laboratoriju, intervjuji
Delež sprejetih kratko-časovnih vrzeli (<i>gap acceptance</i>)	/	Študije na terenu/v realnem okolju, simulator
Kratki časi sledenja (pod 0,5 sekunde) kot delež vseh časov sledenj	/	Avtomatski nadzor prometa, simulator
Delež kratkih časov do trka (TTC) (pod 1 sekundo)	/	Avtomatski nadzor prometa
Število kaznivih dejanj, storjenih na vozilih in terminalih	Število	Baza podatkov policije, varovalnih podjetij, intervjuji in anketiranje

Iz preglednice 1 so razvidni parametri oziroma indikatorji iz področja prometne varnosti, preko katerih se lahko rezultati metode vrednotenja primerjajo z ostalimi. V sklopu raziskovalne naloge so bili raziskani naslednji parametri: število prometnih nesreč (število ter število PN na kilometer), število prometnih nesreč s poškodovanimi (število ter število PN na kilometer), število prometnih nesreč s smrtnim izidom (število ter število PN na kilometer) ter količina prometa (PLDP).

Izhodni podatki vrednotenja pri metodi EasyWay so naslednji (ITS Platform, 2017):

- izbira in čas vrednotenja,
- cilji vrednotenja (glede na tehnične, finančne, socialno-ekonomska in vplivne cilje),
- raziskovalna vprašanja (postavljena s strani interesnih skupin),
- raziskovalno področje vrednotenja,
- meritve in parametri vplivov posameznih rešitev,

¹ Enota »vozilo – km« je v ZDA poznana tudi kot enota VMT – Vehicle Miles Travelled in je definirana kot dolžina potovanj z vozilom na določeni lokaciji/območju in v določenem časovnem intervalu/periodi.

- katere metode so bile uporabljene za posamezne analize.

Glede na razpoložljive podatke je bila torej izbrana EasyWay metoda vrednotenja, in sicer »Ex-post« - torej metoda vrednotenja po izvedenih projektih.

3 Osnovni podatki za izvedbo analiz posameznih ukrepov

Za potrebe izvedbe podrobnejših analiz učinkovitosti posameznih ukrepov, ki so bili izvedeni z namenom izboljšanja prometne varnosti so bili najprej pridobljeni in obdelani podatki razvoju / dograditvi AC in HC omrežja v Sloveniji, o prometnih obremenitvah na slovenskem AC in HC omrežju, podatki o prometnih nesrečah (PN), ki so se na AC in HC omrežju zgodile v analiziranem obdobju ter podatki o investicijah na področju AC / HC v Sloveniji.

3.1 Razvoj AC in HC omrežja

Opravljen je bil pregled razvoja omrežja AC in HC znotraj obravnavanega obdobja (med leti 2005 in 2015). V nadaljevanju je (Preglednica 2) za vsak krak predstavljeno leto začetka in konca graditve (v kolikor je že krak dokončno zgrajen). S krepkim tiskom je označen odsek / podatki o odseku, ki je bil dograjen tekom analiziranega obdobja (2005 - 2015).

Preglednica 2: Leto začetka in konca gradnje posameznega kraka AC in HC omrežja (Šraml in dr., 2017)

Oznaka ceste	Pripadajoči krak	Leto začetka gradnje	Leto konca gradnje	Opomba
A1	štajerski, primorski	1970	2009	
A2	gorenjski, dolenski	1981	2011	
A3	sežanski	1994	1997	
A4	podravski	2007	2018 (plan)	
A5	pomurski	2000	2008	
H1	gorenjski, dolenski*	/	/	Z letom 2010 je H1 prenehala obstajati (dograditev zadnjega odseka A2 mimo Trebnjega)
H2	štajerski	1978	2001	
H3	LJ vozlišče	1981	1997	
H4	goriški	1989	2009	
H5	primorski	1989	2005	
H6	primorski	1989	2015	Otvoritev predora Markovec
H7	pomurski	2006	2008	

3.2 Prometne obremenitve

V sklopu analize prometnih obremenitev na AC in HC omrežju (obdobje 2005 - 2015) je bilo analizirano:

- rast / padec prometa po posameznih krakih ter
- spremembe prometnih obremenitev po posameznih vrstah motornih vozil.

Glede na analizirane rezultate lahko ugotovimo, da analiza rasti prometa na AC/HC v Sloveniji v splošnem kaže na naslednja dejstva:

- v ospredju je rast prometa motorjev (večja od 20 %), stopnja rasti osebnih vozil je približno enaka splošni rasti PLDP (pribl. 5 %), rast avtobusov in tovornih vozil se giblje med 7 in 8 %.

- glede na krake AC/HC omrežja je iz analize razvidno, da je Slovenija še vedno zelo tranzitna država, zaradi česar je opazen porast vlačilcev in lahkih tovornih vozil pri komercialnih vozilih.

3.3 Prometna varnost

Analiza prometne varnosti na AC/HC je bila opravljena glede na število prometnih nesreč (PN na km), in v nadaljevanju tudi glede na vremenske okoliščine v času PN, tip PN, vzrok PN in glede na posledice PN. Ločeno so bili obravnavani posamezni kraki AC in HC omrežja.

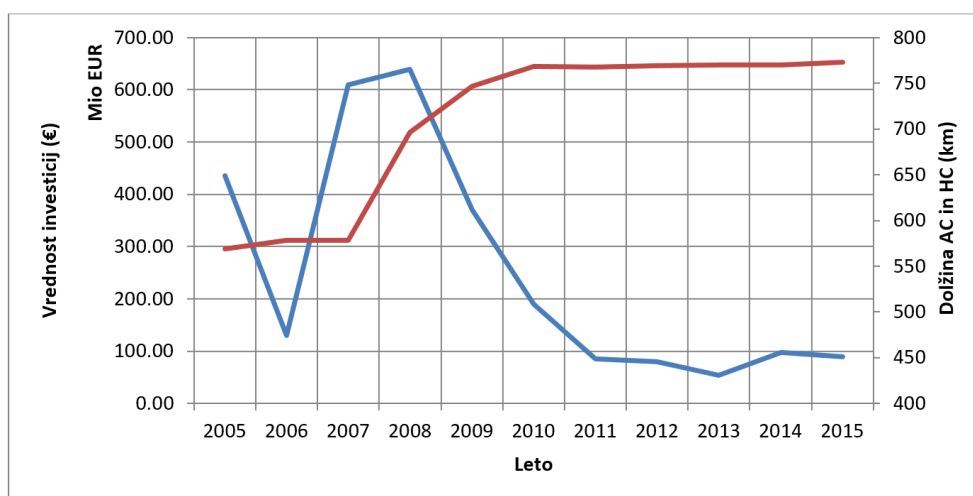
Opravljena je bila tudi analiza po posameznih odsekih, ločeno glede na število PN na kilometer s smrtnim izidom, huje poškodovanimi in lažje poškodovanimi udeleženci. Hkrati s tem je bila opravljena tudi analiza 10 najbolj kritičnih odsekov - glede na število PN s smrtnim izidom, huje poškodovanimi in lažje poškodovanimi udeleženci.

Splošna analiza prometne varnosti na AC in HC v obravnavanem obdobju je pokazala na zmanjševanje števila PN od začetka obravnavanega obdobja do konca - z izjemo med letoma 2009 in 2010, kjer je bil »skok« števila PN in nato njihovo ponovno zmanjševanje. Podrobnejša analiza števila PN (število PN na km), je pokazala, da je v ospredju Ljubljansko vozlišče - kar sovpada z dejstvom, da je to najbolj prometno obremenjen del AC/HC omrežja. Ločeno je bila analizirana tudi prometna varnost v predorih. Rezultati so pokazali, da se tudi število PN v predorih zmanjšuje.

Podrobnejša analiza prometne varnosti je pokazala, da se je v obravnavanem obdobju največ PN zgodilo: v jasnem vremenu, kot trčenje v objekt in naletno trčenje, zaradi neprilagojene hitrosti, neustrezne varnostne razdalje, premikov z vozilom in nepravilne strani oz. smeri vožnje.

3.4 Analiza investicij

Analiza investicij je bila opravljena za obdobje 2005-2015 - glede na razpoložljivo dokumentacijo naročnika DARS d. d. (iz letnih poročil, ločeno za predore ter inteligentne transportne sisteme ITS). V splošnem delu so bile investicije razdeljene v več kategorij ter dodatno na ostale kategorije, ki se v letnih poročilih niso ponavljale. Skupne vrednosti investicij v posameznem letu analiziranega obdobja za celotno AC in HC omrežje so predstavljene na grafu na sliki 1.



Slika 1: Vrednost investicij v posameznem letu za celotno AC/HC omrežje (Šraml in dr., 2017)

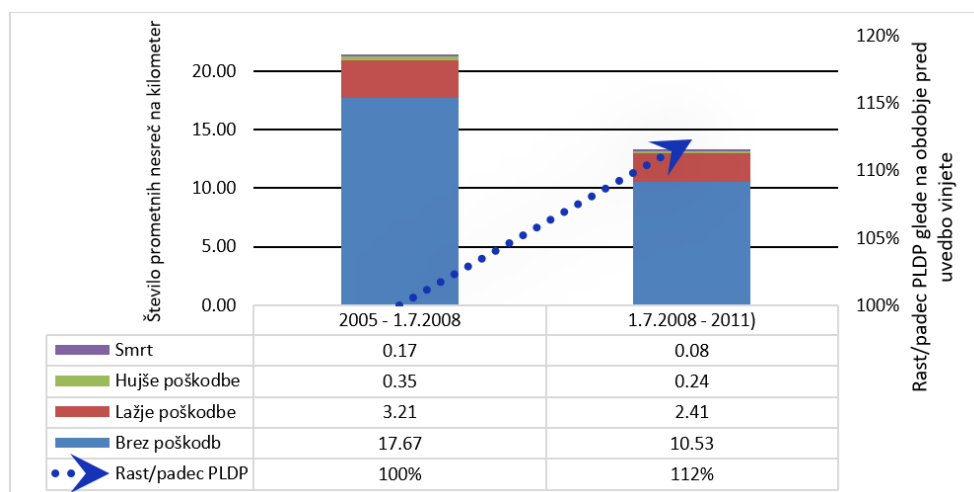
Analiza investicij v obravnavanem obdobju je pokazala, da se je velikost investicij od leta 2007 do leta 2013 zmanjševala, po letu 2013 so se investicije stabilizirale (oz. za manjši odstotek povečale).

4 Evalvacija ukrepov za izboljšanje prometne varnosti na AC in HC omrežju v Sloveniji

V nadaljevanju so v strnjeni obliki predstavljeni rezultati evalvacije posameznih raziskanih ukrepov, ki so bili opravljeni v skladu z metodo EasyWay. Posamezni ukrepi so bili analizirani po metodologiji prej/potem (ang. »before/after«). Zaradi primerljivosti rezultatov med posameznimi ukrepi je bilo število PN izračunano kot število PN na kilometer, prav tako pa tudi višina investicij (kjer je bil podatek o investicijah razpoložljiv). Število PN na kilometer je v analizah razdeljeno in predstavljeno glede na poškodbe (smrt, hujše poškodbe, lažje poškodbe in brez poškodb). Rast oziroma padec prometa sta izračunana samo za odseke ter vrsto vozil, ki so povezani s posameznim ukrepom, npr. pri analizi vinjet so bila upoštevana samo vozila do največje dovoljene mase 3,5 t, ipd.

4.1 Vpliv uvedbe vinjet

Vpliv uvedbe vinjet na AC in HC v Sloveniji je težko (natančno / nedvoumno) določljiv, saj lahko na posamezen parameter (kot sta npr. št. PN in rast oziroma padec prometa) vplivajo tudi drugi dejavniki. V analizo rasti / padca PLDP so bila vključena samo vozila, katera ne presegajo skupne dovoljene mase 3,5 t.



Slika 2: Analiza "prej-kasneje" števila PN / km in rast PLDP - v povezavi s vplivom vinjet (Šraml in dr., 2017)

Graf na sliki 2 prikazuje primerjavo parametrov števila PN na kilometer in rasti oziroma padca PLDP med obdobjema pred uvedbo vinjete (2005-1.7.2008) ter po uvedbi vinjete (1.7.2008-2011). Število PN / km v odvisnosti od poškodb je v obdobju po uvedbi vinjete upadlo, in sicer se je najbolj zmanjšalo število PN brez poškodb (- 7,14 PN/km). Pri primerjavi PLDP (vozil katerih skupna masa ne presega 3,5 t) med obema obdobjema, rezultati pokažejo tudi do 12 % rast PLDP.

4.2 Vpliv postavitve naletnih mehov v predorih

Pri ukrepu naletnih mehov so bili analizirani samo predori in PN, katere so bile posledice trčenj vozil v stene odstavnih niš. V analizi so bila primerjana 3 obdobja, in sicer obdobje od leta 2010 do leta 2014, leto 2014 (ko so se implementirali naletni mehovi v odstavnih nišah) in leto 2015, ki predstavlja obdobje po implementaciji naletnih mehov

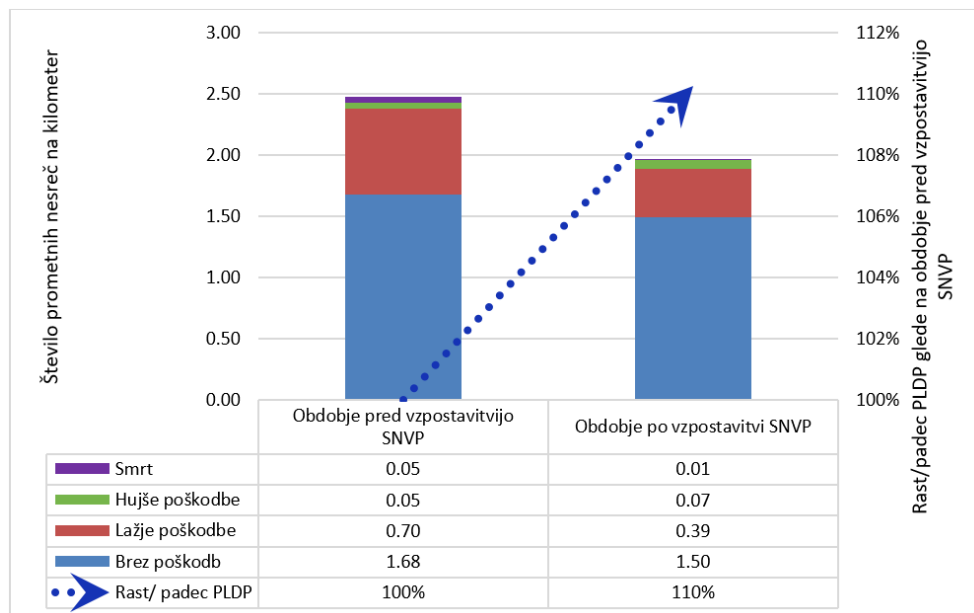


Slika 3: Analiza "prej-kasneje" števila PN v odstavne niše v predorih in rasti PLDP v povezavi z naletnimi mehovi v predorih (Šraml in dr., 2017)

Graf na sliki 3 prikazuje primerjavo parametrov števila PN / km in rasti oziroma padca PLDP med obdobjem pred implementacijo naletnih mehov v odstavne niše predorov (2010-2014), obdobjem med implementacijo v predore (2014) ter obdobje po implementaciji (2015). Iz analiziranih razpoložljivih podatkov je razvidno, da so se trki v odstavne niše v predorih dogajali predvsem namerno - kar priča tudi podatek o visokem številu PN s smrtjo (0,47 PN/km). V obdobjih med in po implementaciji se je število PN v stene odstavnih niš v predorih izničilo. Pri primerjavi rasti oziroma padca PLDP na odsekih, ki potekajo skozi analizirane predore, je razviden padec prometa in sicer za pribl. 1 %.

4.3 Vpliv uvedbe sistema za nadzor in vodenje prometa (SNVP)

Analiza uvedbe sistemov za nadzor in vodenje prometa v Sloveniji je izvedena za sisteme na odsekih: Razdrto – Vrtojba, Koseze – Kozarje, proti in od Hrušice ter na ljubljanskem obroču.

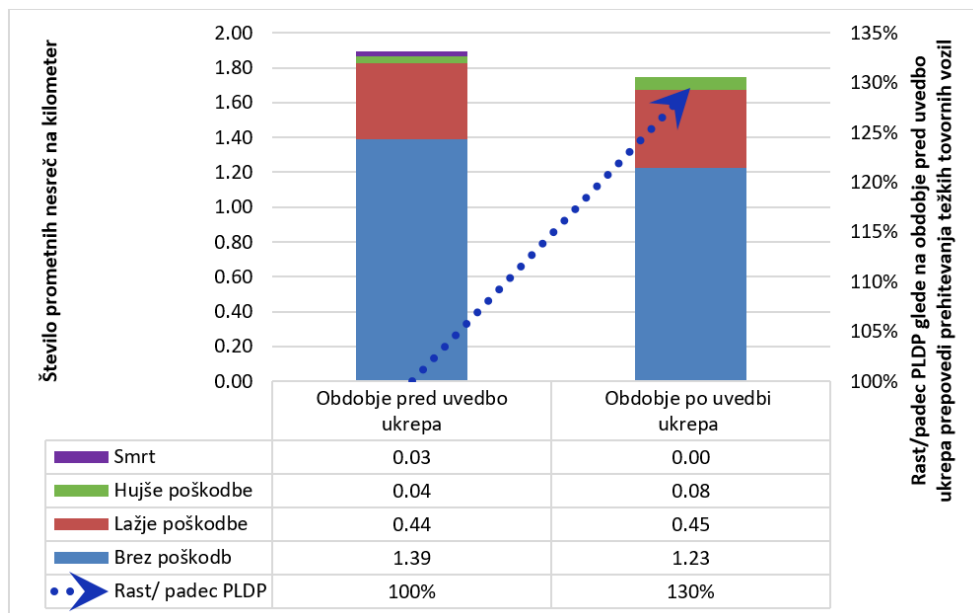


Slika 4: Skupna predstavitev rezultatov analize "prej - kasneje" - število PN / km in rast PLDP v povezavi s SNVP sistemi (Šraml in dr., 2017)

Iz grafa na sliki 4 so razvidne povprečne vrednosti analiziranih SNVP sistemov, kjer pri primerjavi obdobj pred in po vzpostavitvi sistemov SNVP ugotavljamo, da se je skupno število PN / km zmanjšalo. Pri analizi PN / km je razvidno, da se je v obdobju po vzpostavitvi SNVP sistemov zmanjšalo število PN: s smrtnim izidom (- 0,04 PN/km), z lažjimi poškodbami (- 0,31 PN/km) ter brez poškodb (- 0,18 PN/km) medtem, ko se je povečalo število PN s hujšimi poškodbami (+ 0,02 PN/km). Pri primerjavi rasti oziroma padca PLDP se ugotavlja, da se je PLDP v povprečju povečal za 10 %.

4.4 Vpliv prepovedi prehitevanja tovornih vozil

Ukrep prepovedi prehitevanja težkih tovornih vozil je bil analiziran ločeno - za ukrep popolne prepovedi prehitevanja ter za ukrep delne prepovedi prehitevanja. Rast oziroma padec prometa je bil izračunan izključno za tovorna vozila, prav tako tudi število PN.



Slika 5: Skupna predstavitev rezultatov analize "prej - kasneje" - število PN / km in rast PLDP v povezavi z ukrepom prepovedi prehitevanja tovornih vozil (Šraml in dr., 2017)

Iz grafa na sliki 5 so razvidne povprečne vrednosti analiziranih odsekov z ukrepom prepovedi prehitevanja težkih tovornih vozil. Ugotovimo lahko, da se je skupno število PN / km znižalo. Pri analizi PN / km je razvidno, da v obdobju po uvedbi ukrepa ni bilo PN s smrtnim izidom, število PN s hujšimi poškodbami se je povečalo (+ 0,04 PN/km), prav tako število PN z lažjimi poškodbami (+ 0,01 PN/km). Število PN brez poškodovanih se je znižalo (- 0,16 PN/km). Pri primerjavi rasti oziroma padca prometa (PLDP) tovornih vozil lahko ugotovimo, da se je le-ta v povprečju povečal za 30 %.

5 Zaključek

Analiza prometnih obremenitev v obravnavanem obdobju, natančneje povprečna letna rast, kaže na: (i) rast prometa motorjev (večja od 20 %); (ii) stopnjo rasti osebnih vozil, katera je bila približno enaka splošni rasti PLDP (5 %) ter (iii) rast avtobusov in tovornih vozil (med 7 % in 8 %).

Splošna analiza PN je pokazala zmanjševanje števila PN v obravnavanem obdobju medtem, ko je podrobnejša analiza števila PN na kilometer ceste pokazala, da je le-teh največ v Ljubljanskem vozlišču - kar tudi sovпада z dejstvom, da je to najbolj prometno obremenjen del slovenskega AC/HC omrežja. V obravnavanem obdobju se je največ PN zgodilo v: (i) jasnem vremenu; (ii) kot trčenje v objekt in naletno trčenje ter (iii) zaradi neprilagojene hitrosti, neustrezne varnostne razdalje, premikov z vozilom in nepravilne strani oz. smeri vožnje.

Rezultati primerjalne analize izbranih varnostnih ukrepov pokažejo, da je po uvedbi vinjetnega sistema zaznati padec števila PN. Poudariti velja, da se vzroki oz. razlogi za takšno stanje ne morejo pripisati zgolj in samo uvedbi vinjet saj, v prvi vrsti, vinjeta velja na celotnem AC/HC omrežju, kjer so se v analiziranih obdobjih izvedli tudi drugi ukrepi.

Kot statistično najbolj učinkovit ukrep za povečanje prometne varnosti so se izkazali naletni mehovi, pri čemer velja izpostaviti, da gre le za naletne mehove, ki so bili nameščeni v odstavnihih nišah v predorih.

Po začetku uporabe SNVP sistema se je število PN s smrtnim izidom, lažjimi telesnimi poškodbami in materialno škodo zmanjšalo (v obravnavanem obdobju) medtem, ko se je nekoliko povečalo število PN s hujše telesno poškodovanimi.

Za ukrep prepovedi prehitavanja tovornih vozil se je izkazalo, da se je število PN s smrtnim izidom in materialno škodo zmanjšalo, nekoliko se je povečalo število PN s hujšimi in lažjimi telesnimi poškodbami udeležencev.

Ocena vseh izbranih varnostnih ukrepov je pokazala, da sta najučinkovitejša ukrepa implementacija naletnih mehov v predorih ter implementacija SNVP sistemov na AC in HC odsekih slovenskega omrežja.

6 Viri in literatura

Šraml, M., Renčelj, M., Celan, B.. Evalvacija ukrepov prometne varnosti na AC/HC 2005/2015 : raziskovalna naloga : končno poročilo. Maribor: Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo, Center za prometno tehniko in varnost v prometu (CPTVP), 2017. 244 str.

ITS Platform. EasyWay Evaluation Handbook v4-1. EUEIP - european ITS Platform. [Elektronski] 2017. <https://www.its-platform.eu/EvalLib%20Guide%20Docs>.