



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Logistično inženirstvo
Modul: Poslovna logistika

TEHTANJE TOVORNIH VOZIL MED VOŽNJO V SLOVENIJI

Mentor: Pavle Hevka, inž. grad., mag. ekon. in posl. ved
Lektorica: Ana Peklenik, prof. slov.

Kandidat: Kevin Marinčič

Ljubljana, marec 2020

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Pavletu Hevki, mag., za odzivnost, podporo, svetovanje in strokovno usmerjanje pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se direktorju podjetja Cestel d.o.o. Robertu Brozovič za čas, ki mi ga je namenil za intervju.

Zahvaljujem se tudi lektorici Ani Peklenik, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

IZJAVA

Študent Kevin Marinčič izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal/a pod mentorstvom Pavleta Hevka, inž. grad., mag. ekon. in posl. ved.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Slovenija je tranzitna država. Svojo odlično lego premalo izkoriščamo. Vsebina diplomske naloge se nanaša na področje tehtanja tovornih vozil med vožnjo, vzdrževanje infrastrukture ter pomen in posodobitve prometne infrastrukture. Predstavljene so poškodbe cestne infrastrukture, ki so posledica preobremenjenih tovornih vozil. Od začetka krize leta 2008 se je v prometno infrastrukturo vlagalo občutno premalo sredstev, kar je privedlo v še večjo obrabljenost. Z vzpostavitvijo sistema za tehtanje tovornih vozil med vožnjo bi lahko preobremenjena tovorna vozila oglobili ter s pridobljenimi sredstvi delno financirali vzdrževanje prometne infrastrukture. Posledično bi zmanjšali število preobremenjenih tovornih vozil, kar bi vodilo tudi v boljše ohranjanje cest. Opisana sta sistem delovanja tehtanja tovornih vozil med vožnjo in postavitve sistema na viadukte. Dotaknemo se tudi dveh trenutno zelo pomembnih vprašanj, in sicer gradnje drugega tira in druge cevi v tunelu Karavanke. Predstavimo, kaj za Slovenijo to pomeni v smislu posodobitve prometne infrastrukture in predvsem za izboljšanje naše konkurenčnosti ostalim državam članicam Evropske unije.

KLJUČNE BESEDE

- Tehtanje tovornih vozil
- Cestna prometna infrastruktura
- Tranzitna država
- Posodobitev

ABSTRACT

Slovenia is a country of transit. We do not exploit our location sufficiently. The content of this diploma thesis refers to the weighing of goods vehicles while driving, the maintaining of infrastructure and updating the infrastructure of transport. It describes the damages to transport infrastructure caused by overloaded goods vehicles. Since the beginning of the crisis in 2008 the funds invested in transport infrastructure have been considerably insufficient, resulting in even larger wear. By establishing, a system of weighing goods trucks while driving, overloaded vehicles could be fined and these funds used to finance the maintenance of transport infrastructure. Consequently, the number of overloaded vehicles would be lowered, leading also to better road maintenance. The thesis describes the procedure of weighing goods vehicles while driving and the building of these systems on viaducts. We also touch upon two currently major issues: the building of the second track and the second tube of the Karavanke tunnel. We introduce what this means for Slovenia concerning updating the transport infrastructure and especially improving competitiveness against other members of the European Union.

KEYWORDS

- Weighing of goods vehicles
- Transport and road infrastructure
- Transit country
- Updating

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge	1
1.3	Predpostavke in omejitve	2
2	PROMETNA INFRASTRUKTURA	3
2.1	Cestni promet.....	3
2.1.1	Vzdrževanje cest.....	4
2.1.2	Cestninjenje	5
2.1.3	Tehnični pregled in registracija vozil.....	7
2.1.4	Varnost v cestnem prometu	8
3	POŠKODBE NA CESTIŠČIH ZARADI PREOBREMENJENIH TOVORNIH VOZIL IN ZUNANJIH KLIMATSKIH VPLIVOV	9
3.1	Vrste poškodb	9
3.2	Najpogostejši vzroki za poškodbe	10
4	TEHTANJE TOVORNIH VOZIL V SLOVENIJI	11
4.1	Sistem SiWIM za tehtanje tovornih vozil med vožnjo v Sloveniji.....	11
4.1.1	Komponente.....	12
4.1.2	Programska oprema.....	12
4.1.3	Postavitev in inštalacija sistema	13
4.1.4	Izbira mostov.....	15
4.1.5	Kalibracija	15
4.1.6	Natančnost meritev	16
5	OBREMENJENOST CEST	17
5.1	Rast tovornega prometa na avtocestah.....	19
6	PREDOR KARAVANKE – VZHODNA CEV	20
6.1	Gradnja	21
6.2	Zgodovina predora	22
8	RAZISKOVALNA VPRAŠANJA	23
9	RAZISKOVALNA METODOLOGIJA	23
9.1	Intervju	24
10	REZULTATI	25
10.1	Zakaj prihaja do poškodb na cestni prometni infrastrukturi?	25
10.2	Ali je cestna prometna infrastruktura preobremenjena?.....	29
10.3	Kje v Sloveniji bi bilo treba postaviti sistem za tehtanje tovornih vozil med vožnjo?.....	32
11	RAZPRAVA	35
12	ZAKLJUČEK	37
	LITERATURA IN VIRI	40

KAZALO SLIK

Slika 1: Letna vinjeta za osebna vozila za leto 2019.....	6
Slika 2: Naprava za elektronsko cestninjenje DarsGo	7
Slika 3: Kolesnice na cesti.....	10
Slika 4: Postavitev sistema SiWim.....	14
Slika 5: Promet na avtocesti	19
Slika 6: Predor Karavanke.....	21
Slika 7: Predor Karavanke.....	23
Slika 8: Mrežna poškodba	26
Slika 9: Mobilno tehtanje tovornega vozila.....	32
Slika 10: Viadukti in mostovi v Sloveniji	33

KAZALO TABEL

Tabela 1: Ocenjene zmogljivosti na slovenskih cestah	18
--	----

KRATICE IN AKRONIMI

SiWIM – motorni sistem za tehtanje vozil med vožnjo

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Slovenija je tranzitna država, skozi katero vozi večje število tovornih vozil. To se iz leta v leto povečuje. Nekatera tovorna vozila so preobremenjena in posledično dodatno škodujejo naši prometni infrastrukturi. Sistema, s katerim bi jih v celoti ujeli, nimamo, bi pa ga potrebovali. Trenutni sistem deluje, vendar je premalo učinkovit, da bi zajeli vsa preobremenjena vozila.

Nadzor nad državnimi cestami obstaja, vendar zgolj za spremljanje oziroma izdelavo poročil o tem, katere ceste in kdaj so preobremenjene. Cestna infrastruktura je zelo pomembna za razvoj in konkurenčnost države.

Da bi vpeljali sistem tehtanja tovornih vozil med vožnjo, bi bila potrebna sprememba zakona, ki navaja, da je treba meriti statično obremenjenost vozila.

Sistem vlaganja v prometno infrastrukturo je slab. Sanacija cestišč ni najboljša, potrebovali pa bi tudi nadgradnjo oziroma izgradnjo nove prometne infrastrukture. Sistem vlaganja v prometno infrastrukturo bi moral biti boljši glede na število prevoženih tovornih vozil in samo zadrževanje tovornih vozil na cestiščih zaradi gneče. Kot rešitev se ponuja izgradnja druge cevi v tunelu Karavanke.

1.2 CILJI NALOGE

V letu 2004 smo vstopili v Evropsko unijo, kar za nas pomeni prost pretok blaga skozi naše ozemlje in ozemlje ostalih držav članic. Tovorna vozila so od leta 2004 po naših cestah vozila nenadzorovano, saj bi bilo nemogoče, da bi mobilna tehtalna enota zajela čisto vsa, ki so prevozila našo državo. Iz leta v leto se je število tovornih vozil povečevalo, premalo pa se je in se še vedno vlaga v prometno infrastrukturo. Leta 2008 nas je zajela gospodarska kriza, ki je vplivala na krčenje finančnih vložkov, kar se odraža tudi v prometni infrastrukturi. Z vpeljavo sistema za tehtanje tovornih vozil med vožnjo bi jo razbremenili. V diplomski nalogi bomo pregledali, kako deluje sistem za tehtanje tovornih vozil med vožnjo in kolikšna bi bila dodana vrednost za našo državo ter cestno infrastrukturo z vzpostavitvijo tehtalnega sistema. Predvideli bomo mrežni sistem postavitve tehtalnega sistema na naših cestah, lokacije in vzroke za to. Opisano bo tudi, kako oglobiti preobremenjena tovorna vozila, kaj narediti s tovornimi vozili ter kako skladiščiti odvečni tovor, ki je bil naložen na tovorno vozilo.

Na cestno infrastrukturo vplivajo tudi zunanji klimatski pogoji, ki se iz leta v leto spreminjajo. Dosegajo tako zelo visoke kot zelo nizke temperature. Niso kriva samo

preobremenjena tovorna vozila, ampak tudi vremenski pogoji ter izgradnja cest. Rezultat omenjenih vplivov so poškodbe cestišč. V nalogi bomo opisali vrste poškodb, sanacijo ter njihovo pravilno izgradnjo. Zagotovo se med vožnjo kdaj sprašujemo, ali jih odgovorne osebe oziroma ustanove sploh kdaj sanirajo. To se seveda dogaja, vendar je število cestišč veliko, zato ne morejo popravljati vseh naenkrat, temveč jih sanirajo po seznamu obrabljenosti in prioritetni listi.

Izgradnja drugega tira in druge cevi v tunelu Karavanke bi zagotovo razbremenila našo prometno infrastrukturo. Za nas je ključnega pomena izgradnja drugega tira, saj bi s tem pridobili na konkurenčnosti Luke Koper in zmanjšali število tovornih vozil na naših cestah. Prav tako pa bi z izgradnjo nadgradili železniško infrastrukturo, ki je v zelo slabem stanju.

Za lažji pretok blaga s tovornimi vozili pa je prav tako strateškega pomena izgradnja druge cevi v tunelu Karavanke. Kot vemo, tega občasno oziroma sedaj pogosteje zapirajo zaradi varnosti. Ob tem pa se vijejo kolone tovornih vozil na gorenjski avtocesti pred vstopom v predor. Z izgradnjo bi zmanjšali, če ne celo izničili, kolone tovornih vozil pred vstopom v tunel. Imamo tako domače strokovnjake na tem področju kot ustrezna podjetja, ki bi zgradili drugo cev, vendar se vse zatakne pri birokraciji oziroma pridobivanju ponudb. Morda pa gre tu za odprto vprašanje sodelovanja med državama – Slovenijo in Avstrijo pri izbiri skupnega izvajalca izgradnje druge cevi. Za zgled je treba vzeti sosednjo Avstrijo, ki je že začela z gradbenimi deli.

1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

V nalogi se bomo osredotočili na postavitve tehtalnega sistema vozil med vožnjo v Sloveniji. Postavili smo si naslednja vprašanja:

- Kako sistem deluje?
- Kakšni so pogoji namestitve?
- Na katerih mestih v Sloveniji bi bilo treba postaviti tehtalni sistem?
- Zakaj takšna določitev mest za namestitev sistema?
- Kaj storiti s tovornimi vozili, ki so preobremenjena?

V nalogi bo opisana izgradnja druge cevi v predoru Karavanke. Iskali bomo odgovor na vprašanja, kaj z izgradnjo pridobimo ter kako je mogoče izkoristiti uporabo druge cevi za tranzit.

2 PROMETNA INFRASTRUKTURA

2.1 Cestni promet

V Sloveniji imamo približno 39.000 kilometrov javnega cestnega omrežja. Delimo ga na državne ceste, ki so v lasti Republike Slovenije, in občinske ceste, ki so v lasti občin. Državnih cest je skupaj več kot 6.500 kilometrov. Za upravljanje, vzdrževanje in razvoj glavnih in regionalnih cest ter kolesarskega omrežja je odgovorna Direkcija Republike Slovenije za infrastrukturo (DRSI), Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji (DARS) pa upravlja, vzdržuje in načrtuje razvoj avtocest ter hitrih cest.

Državne ceste od leta 1998 delimo na avtoceste (štiri in večpasovne), hitre ceste (tri- dvopasovne), glavne in regionalne ceste.

Avtocesta (AC) – je državna cesta, ki je namenjena daljinskemu prometu motornih vozil in je označena s predpisano prometno signalizacijo; njen sestavni del so tudi priključki nanjo in servisne prometne površine.

Hitra cesta (HC) – je državna cesta z deljenim smernim cestiščem, rezervirana za promet motornih vozil, ki s svojimi prometno-tehničnimi elementi omogoča hitro odvijanje daljinskega prometa med najpomembnejšimi središči regionalnega pomena; navezuje se na avtoceste v državi in na cestni sistem notranjih držav; njen sestavni del so tudi posebej zgrajeni priključki nanjo.

Glavne ceste I. reda (G1) – so državne ceste, namenjene prometnemu povezovanju med središči regionalnega pomena. Navezujejo se na ceste enake ali višje kategorije v državi in na cestni sistem sosednjih držav.

Glavne ceste II. reda (G2) – so ceste, namenjene prometnemu povezovanju med večjimi središči lokalnih skupnosti in navezovanju prometa na državne ceste enake ali višje kategorije ter vzporednim povezavam avtocestam in hitrim cestam ter na cestni sistem sosednjih držav.

Regionalna cesta I. reda (R1) – je državna cesta, namenjena prometnemu povezovanju pomembnejših središč lokalnih skupnosti in navezovanju prometa na državne ceste enake ali višje kategorije.

Regionalna cesta II. reda (R2) – je državna cesta, namenjena prometnemu povezovanju središč lokalnih skupnosti in navezovanju prometa na državne ceste enake ali višje kategorije.

Regionalna cesta III. reda (R3) – je državna cesta, namenjena prometnemu povezovanju središč lokalnih skupnosti, za državo pomembnih turističnih (turistične ceste (RT) in obmejnih območij ter mejnih prehodov z državnimi cestami enake ali višje kategorije, kadar po predpisanih merilih za kategorizacijo ne doseže višje kategorije.

Občinske ceste upravljajo občine, k njim pa spadajo lokalne ceste (prek 13.000 km) in javne poti (okoli 19.000 km).

Delimo jih na:

- lokalne ceste **(LC)**,
- glavne mestne ceste **(LG)**,
- zbirne mestne ceste **(LZ)**,
- mestne (krajevne) ceste **(LK)**,
- javne poti **(JP)**
- javne poti za kolesarje **(KJ)**.

Za zbiranje podatkov o cestnem omrežju javnih cest, ki obsegajo državne in občinske ceste, je zadolžena Direkcija za infrastrukturo. Del omrežja državnih cest je hkrati tudi del omrežja evropskih cest (Ministrstvo za infrastrukturo, 2019).

2.1.1 Vzdrževanje cest

Cestna infrastruktura je poleg voznika in vozila eden od dejavnikov, ki imajo znaten vpliv na zagotavljanje prometne varnosti. Poleg ustrezne vozne površine cestna infrastruktura zajema tudi prometno vodenje in vidnost prometne signalizacije, kar se v skladu z zakonskimi obveznostmi zagotavlja v okviru rednega vzdrževanja, varstva cest in prometne varnosti.

Poleg ohranjanja prometnih, tehničnih in varnostnih lastnosti ceste redno vzdrževanje zajema še vzdrževanje naprav za odvodnjavanje, vzdrževanje prometne signalizacije in opreme, cestne razsvetljave in naprav, zagotavljanje preglednosti, urejanje vegetacije, postavitve zapor, vzdrževanje cestnih objektov, vzdrževanje vozišč, zimsko službo, nadzor nad stanjem cest in njenega varovalnega pasu ter vzpostavitev prevoznosti cest ob naravnih in drugih nesrečah.

Izvajalec rednega vzdrževanja cest o svojem delu vodi podatke, iz katerih mora biti razvidno, kdaj in katera dela so bila opravljena, obseg in trajanje teh del, poraba materialov, uporabljena delovna sila in mehanizacija ter druge pomembne podatke. Redno vzdrževanje cest se opravlja praviloma v času manjšega obsega prometa in, če je mogoče, brez omejitev prometa. Pravočasno zaznavanje poškodb (vozišč, prometne signalizacije, varnostnih ograj ipd.) in drugih možnih nevarnosti se zagotavlja z rednimi pregledi, na podlagi katerih se sprejmejo nadaljnji ukrepi za odpravo teh.

DARS opravlja naloge upravljanja in vzdrževanja 789 km avtocest in hitrih cest. V skladu z izvedbenim programom rednega vzdrževanja cest Direkcija RS za infrastrukturo vzdržuje 807 km glavnih cest in 5.130 km regionalnih cest, hkrati pa je zadolžena tudi za redno vzdrževanje kolesarskih stez in pločnikov izven naselij.

Zelo pomembno je opravljanje zimske službe, ki obsega sklop dejavnosti in opravil, potrebnih za zagotavljanje prevoznosti cest in varnega prometa v zimskih razmerah. Zimsko obdobje praviloma traja od 15. novembra tekočega leta do 15. marca naslednjega leta, sicer pa zimske razmere nastopijo takrat, ko je zaradi zimskih pojavov (snega, poledice, žleda idr.) lahko ovirano ali ogroženo normalno odvijanje prometa in pri tem prihaja do odstopanj od sicer zagotovljenih tehničnih lastnosti ceste.

Vremenske okoliščine so lahko izredno nepredvidljive, zato se v okviru izvajanja zimske službe izvajajo preventivni posipi z različnimi materiali, izvaja pa se tudi odstranjevanje snega, obveščanje uporabnikov cest ter druge aktivnosti, s katerimi se v čim večji meri zagotavlja prevoznost cestnega omrežja. Vsa vozila morajo biti v tem času opremljena z ustrezno zimsko opremo, za tovorna vozila s priklopniki in vozila, ki prevažajo nevarne snovi, pa velja v času sneženja po določilih Odredbe o omejitvi prometa na cestah v Republiki Sloveniji tudi prepoved vožnje oziroma obvezno izločanje iz prometa.

Obseg zimskega vzdrževanja cest in zagotavljanje prevoznosti posameznih cest

Vzdrževanje prevoznosti posameznih cest v zimskih razmerah je opredeljeno s prednostnimi razredi, v katere so ceste razvrščene glede na kategorijo, gostoto in strukturo prometa, geografsko-klimatske razmere in krajevne potrebe. Razvrstitev cest po prednostnih razredih je določena v Pravilniku o rednem vzdrževanju javnih cest – Uradni list RS, št. 38/16 (Ministrstvo za infrastrukturo, 2019).

2.1.2 Cestninjenje

Od 1. julija 2008 je za uporabo cestninskih cest obvezen nakup vinjete za vozila, katerih največja dovoljena masa ne presega 3.500 kg, ne glede na največjo maso priklopnega vozila. Cestninske ceste, za katere se plačuje cestnina za določen čas njihove uporabe, so v Republiki Slovenije vse avtoceste in hitre ceste, ki jih upravlja in vzdržuje DARS in so v ta namen posebej označene z obvestilno tablo.



Slika 1: Letna vinjeta za osebna vozila za leto 2019
(Vir: DARS, 2019)

Cestninjenje tovornih vozil in avtobusov (vozila nad 3.500 kg)

Za vozila, katerih največja dovoljena masa presega 3.500 kg, ne glede na največjo dovoljeno maso priklopnih vozil, je cestnina plačljiva glede na prevoženo razdaljo. Ta vozila se razvrščajo v dva cestninska razreda:

- **prvi cestninski razred** – motorna vozila z dvema ali tremi osmi, katerih največja dovoljena masa presega 3.500 kg, in skupine vozil z dvema ali tremi osmi, katerih največja dovoljena masa vlečnega vozila presega 3.500 kg;
- **drugi cestninski razred**: motorna vozila z več kot tremi osmi, katerih največja dovoljena masa presega 3.500 kg, in skupine vozil z več kot tremi osmi, katerih največja dovoljena masa vlečnega vozila presega 3.500 kg.

Višina cestnine za posamezne odseke cestninskih cest je glede na prevozne razdalje določena v *Ceniku cestnine za uporabo cestninskih cest*, ki ga pripravi DARS, zanj pa mora pridobiti soglasje vlade.

Cestnina se mora plačati za vsak cestninski odsek, ki ga vozila prevozijo. Njena višina je odvisna od dolžine posameznega odseka in značilnosti vozila, kot sta število osi in EURO-emisijski razred vozila.

Storitev evropskega elektronskega cestninjenja – EETS

Evropska direktiva o interoperabilnosti elektronskih cestninskih sistemov v skupnosti določa potrebne pogoje za zagotovitev interoperabilnosti, ki jo je treba doseči z vzpostavitvijo evropskega elektronskega cestninjenja.

Navedena storitev dopolnjuje nacionalno elektronsko cestninjenje držav članic EU in zagotavlja interoperabilnost po vsej skupnosti za uporabnike elektronskih

cestninskih sistemov, ki so jih države članice EU uvedle, in za tiste, ki bodo uvedeni v prihodnosti.

Na podlagi koncesijske pogodbe za upravljanje in vzdrževanje avtocest ima v Republiki Sloveniji status upravljavca cestninskega sistema, kot ga opredeljujeta Direktiva 2004/52/ES in Odločba 2009/52/ES, družba DARS, d. d.

Družba DARS, d. d., je s 1. 4. 2018 uvedla nov elektronski cestninski sistem v prostem prometnem toku za vozila, katerih največja dovoljena masa presega 3.500 kg, ki izpolnjuje tehnološke rešitve elektronskega cestninjenja v skladu z Direktivo 2004/52/ES.

Skladno z določbami Direktive 2004/52/EC in Odločbe 2009/52/ES je družba DARS, d. d., pripravila izjavo o EETS območjih (Ministrstvo za infrastrukturo, 2019).



*Slika 2: Naprava za elektronsko cestninjenja DarsGo
(Vir: DARS, 2019)*

2.1.3 Tehnični pregled in registracija vozil

V Republiki Sloveniji imajo uporabniki motornih in priklopnih vozil v cestnem prometu pravico uporabljati registrirana vozila. Zavezanci, torej fizične ali pravne osebe, na katere je vozilo registrirano, pravico do uporabe registriranega vozila pridobijo s plačilom letne dajatve za registrirano vozilo.

Lastnik vozila registracijski organizaciji plača letno dajatev v enkratnem znesku za dvanajst mesecev vnaprej oziroma v sorazmernem deležu za obdobje registracije

vozila oziroma obdobje veljavnosti prometnega dovoljenja. Znesek vplača pri registracijski organizaciji ali neposredno na predpisani vplačilni račun proračuna Republike Slovenije.

Stroške brezgotovinskega plačila krijejo stranke. Registracijska organizacija na podlagi pravilnega plačila letne dajatve izda oziroma podaljša prometno dovoljenje. Višina letne dajatve se določi za posamezne kategorije oziroma podkategorije motornih vozil in priklopnih vozil, skladno z Uredbo o načinu določanja in višini letne dajatve za uporabo vozil v cestnem prometu (Uradni list RS, številki 100/08 in 12/10), glede na podatke, razvidne iz uradnih evidenc o registriranih vozilih.

Evidenco registriranih motornih in priklopnih vozil in računalniško evidenco voznikov vodi Ministrstvo za infrastrukturo.

Evidenca registriranih vozil vsebuje vse podatke o posameznem vozilu, ki morajo biti navedeni na izdanem prometnem dovoljenju in registraciji, podatke o lastniku vozila ali osebi, na katero je vozilo registrirano, podatke o tehničnih pregledih, obveznem zavarovanju in druge podatke.

Podatki o lastniku vozila ali osebi, na katero je vozilo registrirano, vsebujejo osebno ime oziroma ime podjetja, EMŠO oziroma matično številko ter naslov stalnega ali začasnega prebivališča oziroma sedeža podjetja. Ta evidenca vsebuje tudi podatke o dovoljenjih za preskusno vožnjo in izdanih preskusnih tablicah ter njihovih uporabnikih, in sicer osebno ime oziroma firmo in naslov stalnega ali začasnega prebivališča oziroma sedeža. Ta evidenca vsebuje tudi podatke o dovoljenjih za daljšo dobo uporabe preskusnih tablic in o trajnih preskusnih tablicah ter osebno ime oziroma firmo in naslov stalnega ali začasnega prebivališča oziroma sedeža subjektov iz četrtega odstavka 38. člena tega zakona in osebno ime oseb, ki so upravičene do izdaje dovoljenj za preskusno vožnjo.

Evidenca izdanih voznških dovoljenj vsebuje podatke o imetniku voznškega dovoljenja, potrdilu za prvo pomoč, podatke o zdravniških spričevalih, podatke o začasno odvzetih voznških dovoljenjih po zakonu, ki ureja prekrške in zakonu, ki ureja kazenski postopek ter podatke o odložitvi izvršitve prenehanja veljavnosti voznških dovoljenj.

Iz evidence registriranih vozil objavljamo podatke o številu registriranih vozil po posamezni upravni enoti, kategoriji vozila in sektorju lastništva na zadnji dan v mesecu (Ministrstvo za infrastrukturo, 2019).

2.1.4 Varnost v cestnem prometu

Prometna varnost je ena od temeljnih kakovosti prometnega sistema. Vsak udeleženec v prometu ali uporabnik prometne storitve želi imeti sistem, ki

zadovoljuje njegove potrebe in pričakovanja. Od stopnje varnosti cestnega prometa je odvisna kakovost življenja vseh državljanek in državljanov.

Zagotavljanje večje varnosti je mogoče s spodbujanjem udeležencev v prometu k odgovornejšemu vedenju, spoštovanju predpisov in oblikovanju zavesti o pomenu prometne varnosti, z zagotavljanjem varnejših vozil in cestne infrastrukture, kar lahko in morajo udeležiti načrtovalci, proizvajalci in izvajalci, vzdrževalci ter ustrezne nadzorne službe (Ministrstvo za infrastrukturo, 2019).

3 POŠKODBE NA CESTIŠČIH ZARADI PREOBREMENJENIH TOVORNIH VOZIL IN ZUNANJIH KLIMATSKIH VPLIVOV

Cestno omrežje je izpostavljeno klimatskim in prometnim vplivom. Spremembe lastnosti in staranje osnovnih materialov zaradi danih klimatskih pogojev ter utrujanje voziščne konstrukcije zaradi prometnih obremenitev sčasoma pripeljejo do propadanja voziščne konstrukcije, ki je ob koncu projektne dobe pričakovano. Projektna doba voziščne konstrukcije je časovno obdobje, za katero je voziščna konstrukcija dimenzionirana, in običajno znaša dvajset let. Na koncu tega obdobja naj konstrukcija ne bi bila popolnoma uničena, ampak le degradirana do te mere, da vožnja po njej ni več varna in udobna. Konstrukcija se lahko na koncu tega obdobja še racionalno popravi in usposobi za nadaljno uporabo.

Degradacija vozišča ob koncu projektne dobe s stališča načel »pavement managementa«, tj. gospodarjenja s cestami, ni problematična. Problem predstavljajo poškodbe, ki nastanejo nepričakovano, predčasno in povzročajo progresivno propadanje vozišča ter zahtevajo nenačrtovana finančna sredstva za sanacijo. Neposredni vzrok za nastanek marsikatere poškodbe je prisotnost vode v območju voziščne konstrukcije, vendar za poškodbe vozišča ne moremo kriviti neugodnih klimatskih razmer in prometa. Za predčasne poškodbe vozišča je v največji meri krivo neustrezno pripoznanje hidrogeoloških in geomehanskih razmer v cestnem telesu, tako v fazi projektiranja kakor tudi pri sami izgradnji cest. Na voziščno konstrukcijo v njeni življenjski dobi delujejo različni vplivi, ki jih v grobem delimo na zunanje vplive in vplive gradnje (MK Inženiring).

3.1 Vrste poškodb

Površinske poškodbe:

- obraba (tanjšanje obrabno-zaporne plasti zaradi vplivov prometa),
- opustelost (asfalt zaradi staranja bitumenskega veziva postane opustel, prhek),

- poroznost in izguba zrn drobirja (izletavanje drobirja iz površine asfaltne plasti zaradi prometa),
- zagladitev (zmanjšanje trenjskih karakteristik površine zaradi zagladitve površine zrn v obrabni asfaltni plasti) in
- izbijanje bitumenskega veziva na površje.

Kolesnice nastanejo zaradi:

- plastičnega preoblikovanja asfalta (na površini ni vidnih razpok) in
- nenosilne podlage (površina je poleg deformacije še mrežno razpokana).



Slika 3: Kolesnice na cesti
(Vir: Wikipedia, 2019)

Krpe, ki so posledica sanacije drugih poškodb, delimo na:

- običajne (ročno ali strojno zakrpana asfaltna obloga),
- provizorične (začasne krpe udarnih jam in drugih neravnin),
- krpe zaradi prekopov (izvedene so zaradi prekopov preko vozišča) in
- zalite razpoke (MK Inženiring).

3.2 Najpogostejši vzroki za poškodbe

Cestno omrežje je izpostavljeno klimatskim in prometnim vplivom. Spremembe lastnosti (staranje) osnovnih materialov zaradi klimatskih pogojev in utrujanje voziščne konstrukcije zaradi prometa pripeljejo do propadanja voziščne konstrukcije, ki je ob koncu projektne dobe pričakovano. Degradacija vozišča ob koncu projektne

dobe ni problematična. Problem predstavljajo poškodbe, ki nastanejo nepričakovano, predčasno in povzročajo progresivno propadanje vozišča.

V nadaljevanju je podan pregled najpogostejših vzrokov za predčasen nastanek poškodb na vozišču (MK Inženiring).

4 TEHTANJE TOVORNIH VOZIL V SLOVENIJI

Povečan cestni promet, še posebno težki tovorni promet, s svojimi karakteristikami v smislu prekomernih obremenitev osi vpliva na stanje prometnic. Denarno ovrednotene ocene o škodljivih vplivih tovornega prometa in evidence o dejanskih obtežitvah voziščnih konstrukcij do danes še ne obstajajo. Znane so le ocene dejanskega stanja cest in dejstvo, da na voziščno konstrukcijo vplivajo prekomerne osne obremenitve vozil.

V Sloveniji se izvaja kontrola teže tovornih motornih vozil v okvirih veljavne zakonodaje. Izvajata se torej mobilna in statična kontrola teže tovornih vozil, ki pa ne ustrezata dejanskim potrebam zaradi premajhne intenzivnosti, neustrezne opreme in neučinkovitih sankcij (FGG, 2007).

4.1 Sistem SiWIM za tehtanje tovornih vozil med vožnjo v Sloveniji

Za upravljanje cestnega omrežja je treba zbrati različne informacije, ki pripomorejo k odločitvam o vzdrževanju. Pri izbiri načina vzdrževanja prometne infrastrukture pomagajo zanesljivi podatki, pridobljeni s pomočjo sistemov SiWIM. To pomeni, da lahko obseg dela na cestnih omrežjih zmanjšamo in optimiziramo. Posledica so nižji stroški vzdrževanja, optimiziran porabljen čas za popravila in rekonstrukcije ter zmanjšan vpliv na okolje.

Za učinkovito upravljanje cestnega omrežja so na različnih ravneh odločanja (načrtovanje, izvajanje, delovanje) potrebne specifične informacije. Podatki, zbrani s sistemom SiWIM, podpirajo celoten proces. Sistem SiWIM ima neprimerljivo prednost pred vsemi drugimi sistemi WIM: sposobnost zagotavljanja in podajanja točnih informacij osne obremenitve v kombinaciji z začetnimi izračuni ter življenjsko dobo opazovanega cestnega odseka.

Gradnja prometne infrastrukture je dolgotrajen, drag in običajno enkraten proces. Bistvenega pomena je podpora vseh analiz in načrtno dokumentacije s točnimi podatki o morebitnih prometnih obremenitvah. Sistem SiWIM je fleksibilno in popolnoma prenosljivo orodje za merjenje prometne obremenitve v

realnem času in je zato idealna rešitev za zbiranje kakovostnih prometnih podatkov za namene načrtovanja.

Ceste so objekti z omejeno življenjsko dobo. Zasnove so tako, da vzdržijo določeno število enakomernih posameznih osnih obremenitev (faktor ekvivaletnosti). Povečana gostota prometa zaradi gradbenih del ali podobnih dejavnosti v njihovi neposredni bližini lahko bistveno skrajšajo njihovo predvideno življenjsko dobo. Z uporabo metodologije za izračun sanacije cestne škode, ki temelji na podatkih sistema SiWIM, se lahko stroške za popravilo cest razdeli med vse vpletene strani (Cestel, 2015).

4.1.1 Komponente

Sistem SiWIM je sklop osnovnih komponent, sestavljen iz merilnih lističev za merjenje upora, natančnih ojačevalcev, hitrih pretvornikov signalov in zanesljivega računalnika. Skupaj tvorijo visokotehnološki, napredni, zanesljiv in prilagodljiv sistem za uporabo na številnih različnih področjih WIM in analizi premostitvenih objektov.

Za tehtanje tovornih vozil med vožnjo sistem SiWIM Bridge WIM uporablja merilne inštrumente na obstoječih mostovih in prepustih. Na splošno se pritiski merijo na glavnih vzdolžnih nosilcih mostov, kjer se beležijo podatki, ki opisujejo obnašanje konstrukcije pod obremenitvijo premikajočega se vozila.

Vsak pretvornik pritiska je opremljen s 4 merilnimi lističi konfiguracije Wheatstone. Ti merijo pritisk, t. i. raztezanje in krčenje konstrukcije (ΔL) med dvema sidroma, ki sta na razdalji približno 200 mm (L). Pretvorniki pritiska so priviti v jeklena sidra, ki so lahko pritrjeni v luknje v betonu ali prilepljeni na jeklene plošče na površini mostu (Cestel, 2015).

4.1.2 Programska oprema

SiWIM-ova lastna programska oprema je razdeljena na področje zbiranja, prilagajanja, predelave, nadzora, analize in poročil. Zasnova je tako, da se osredotoča na končnega uporabnika. Zahtevnejši algoritmi se uporabljajo za poenostavitev vseh potrebnih postopkov, pri čemer se ohranja dostop do vseh parametrov s širokim področjem uporabnosti.

Programska oprema SiWIM vključuje 5 glavnih neodvisnih komponent, kodirane za delovanje v 32- ali 64-bitnem operacijskem sistemu okolja Microsoft Windows.

SiWIM Engine (SiWIM-E) je samostojna aplikacija na računalniku, ki deluje na samem kraju. Izvaja in vrednoti meritve, izračunava vplivne krivulje, zalogo

surovin in povzame podatke o vozilu. V dnevniku zbira tudi sporočila dejavnosti, opozoril in drugo ter jih prenaša na "Front-End".

SiWIM Front End (SiWIM-F) prilagodi parametre tehtanja, prikaže rezultate in služi za kalibracijo na mestu, kontrolo in zbiranje podatkov na mestu merjenja in izven.

SiWIM Data processing software (SiWIM-D) se uporablja za naknadno obdelavo in vrednotenje izmerjenih podatkov.

SiWIM Supervision software (SiWIM-S) omogoča celovito kontrolo dostopno na spletu, nadzor in analize z oddaljeni dostopom, skupaj z alarmi programske opreme, ki se obdeluje. Prav tako zagotavlja varnostno napravo za zbrane podatke iz vseh merjenih lokacij.

SiWIM Monitoring software (SiWIM-M) je spletna aplikacija, ki se uporablja za preselekcijo. Zbirajo se podatki prometnega toka na spletnem brskalniku v živo (Cestel, 2015).

4.1.3 Postavitev in inštalacija sistema

SiWIM je popolnoma prenosljiv sistem, nameščen in nastavljen v samo nekaj urah brez kakršnega koli vmešavanja v promet ali zapiranje ceste. Prav tako ne posega v obrabo voziščne konstrukcije. Zbiranje in prenos podatkov sta možna že na dan namestitve.

Ostali cestni sistemi WIM so, ne glede na tehnologijo senzorjev, nameščeni v asfaltno konstrukcijo, kar vključuje ustavitev prometa za več ur na vsakem pasu in uporabo težkih strojev, kot so asfaltne žage in rezkalni stroji. To lahko vleče postopek nameščanja tudi več dni, tednov. Vreme mora biti suho in temperatura nad nič stopinj celzija.

Glavna prednost sistema SiWIM je njegova mobilnost in hitra montaža, ki je običajno zaključena v 4 urah. Senzorji so vezani na mostno konstrukcijo s pomočjo sider v luknjah ali pa so pritrjeni prevodniki za pritisk na jeklene plošče, ki so nato prilepljene na površino konstrukcije, če je vrtanje lukenj prepovedano.

Po merjenju dimenzij mostu je treba izbrati lokacijo in namestiti pretvornike pritiska, kar je najpomembnejši postopek za namestitev sistema. Njihov natančni položaj je odvisen od vrste, strukture in konfiguracije cestišča. Kabli, senzorji temperature in položaj kabineta le zaokrožijo celotni sistem.

Vsake mostne meritve WIM se začnejo z mostno inštrumentacijo. Običajni postopek je sledeč:

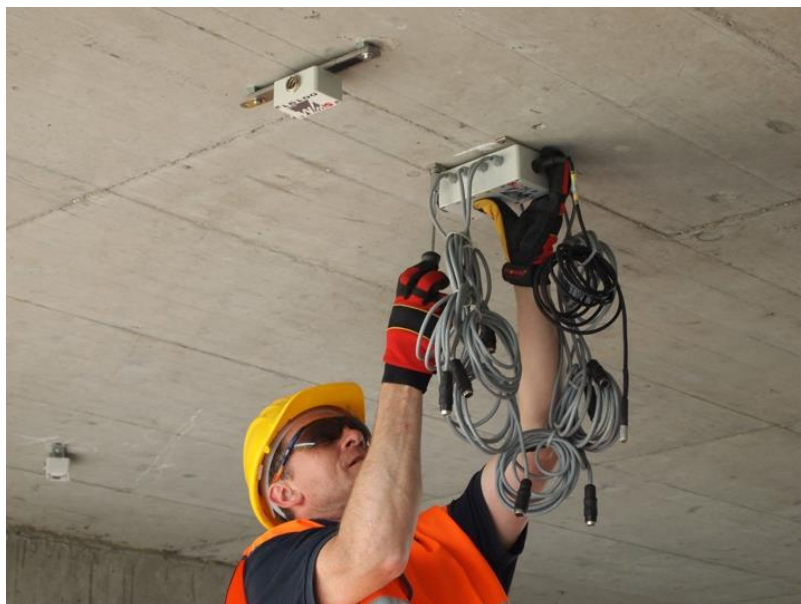
- meritev dimenzij mostu,
- namestitvev pretvornika deformacij ST-503,
- namestitvev senzorjev za temperaturo,
- namestitvev kablov sistema,
- namestitvev SiWIM kabineta.

Meritev dimenzij mostov

Pred namestitvijo deformacijskih pretvornikov, detektorjev osi, elektronike in drugih komponent SiWIM je treba izmeriti vse ključne dimenzije mostu. To vključuje:

- dolžine razponov,
- globino/debelino nadgradnje (plošče, krovne grede itd.),
- širino nadgradnje – od spodaj, kjer se definira pozicija senzorjev, in od zgoraj, kjer se oceni pot vozil, ki bi lahko vplivala na lokacije senzorjev ter
- kot med mostom in smerjo vožnje.

Za izboljšanje učinkovitosti dela je priporočljivo, da se dopolni uporaba merilnega traku z uporabo laserske merilne naprave. Na podlagi meritve je treba izdelati podrobno skico (Cestel, 2015).



*Slika 4: Postavitev sistema SiWim
(Vir: Cestel, 2015)*

4.1.4 Izbira mostov

Velika večina mostov je primerna za izvajanje meritev WIM, vendar je ključnega pomena, da se opredeli in razume zahteve uporabnika pred izbiro mostu. Tudi če niso izpolnjeni vsi kriteriji za ustreznost mostu, programska oprema bistveno povečuje nabor primernih premostitvenih konstrukcij. To omogočajo napredni algoritmi, izdelana kalibracija in končna obdelava podatkov.

Algoritmi, strojne komponente in programska oprema omogočajo SiWIM® mostnim sistemom WIM izvajanje meritev na različnih tipih mostov, od kratkih plošč vse do mostov z velikimi razponi. Pomemben dejavnik pri izbiri mostu je njegova sposobnost za izvajanje meritev WIM brez detektorjev osi (Free-of-Axle Detector ali Nothing-on-the-Road).

Značilnosti, ki opredeljujejo primernost za meritve WIM na mostovih, so strukturni materiali, dolžine razponov, robni pogoji, debelina zgornjega ustroja, vrste konstrukcije, hrapavost ceste, nakloni ter dovzetnost na temperaturne vplive in dinamične obremenitve.

Splošno pravilo za optimalno dolžino razpona mostu za izvajanje meritev SiWIM je 6–20 m. Vendar zaradi drugih dejavnikov, ki vplivajo na meritve, lahko večje razdalje zagotavljajo enakovredno ali celo boljšo natančnost in zanesljivost rezultatov. Za razpetine s sekundarnimi elementi razponov več kot 30 m so zagotovljeni rezultati podobne kakovosti, zlasti tam, kjer je gostota prometa razmeroma nizka in kjer je glavni poudarek na bruto teži vozila.

Konstrukcijski tipi

Iz konstrukcijskega vidika se večina tipov mostov lahko uporablja za meritve s sistemom SiWIM pod pogojem, da se upoštevajo določene omejitve pri geometrijskih karakteristikah cest in zahtev uporabnikov. Sprejemljivi konstrukcijski tipi mostov so:

- mostovi z nosilci,
- prostoležeči mostovi,
- mostovi s škatlastim nosilcem,
- ortotropični mostovi (Cestel, 2015).

4.1.5 Kalibracija

Da bi se izognili večjim napakam pri določanju obremenitve na cestišče (za izračun pričakovane življenjske dobe ceste), morajo biti podatki, zbrani s

sistemom SiWIM, čim natančnejši. Tovornjak znane teže se uporabi za kalibriranje sistema SiWIM po standardu testov COST323 za doseganje najvišje možne stopnje zaupanja in ciljne natančnosti.

Tako kot pri vseh drugih senzorjih WIM samo kalibracija celotnega merilnega odseka (most in namestitve SiWIM) zagotavlja točnost rezultatov tehtanja. V okviru postopka kalibracije so osne obremenitve referenčnih statično stehanih vozil primerljive z rezultati tehtanja prehodov več vozil preko sistema SiWIM. Za ta namen se uporablja tovornjak znane mase, po testih določeni v specifikaciji WIM (COST323).

Kalibracija omili učinke na mestu, kot so sprememba temperature cestišča, njenih pogojev in hitrosti vozil, saj ti dejavniki lahko bistveno vplivajo na izračun osne obremenitve. Natančnost sistema se lahko poveča z opredelitvijo kalibracijskih parametrov za različne skupine tipičnih vozil (toga, sestavljena, avtobusi itd.).

Preizkusni postopek se izbere na podlagi ciljne natančnosti in zaupanja v rezultate. Višje kot so zahteve, bolj dodelan, potraten in drag je načrt preizkusa. Za enostavnejšo kalibracijo so priporočljivi periodični pregledi ali kratkoročne namestitve razreda natančnosti C(15) ali več, meritve v ponovljivih pogojih zadostujejo (s samo 1 kalibracijskim vozilom). Če je možno, je treba opraviti 10 kalibracijskih tesov, kot je določeno v specifikacijah COST323, še posebno če opazimo vpliv hitrosti vozil na natančnost rezultatov.

Začetno kalibracijo sistema, še posebno če želimo natančnost razreda B(10) ali več, je treba ponoviti v omejenih pogojih (z 2 ali 10 predhodno stehanimi vozili). Glede na stopnjo zahtevane natančnosti ciljev to pomeni 20 do 110 kalibracijskih voženj.

Za kalibracijo sistema SiWIM se lahko uporabi tudi vozila, ustavljena s pomočjo policije in statično stehana. Podatke tako uporabimo za stalno ponavljajoče kalibriranje sistema, če se statična tehtanja ponavljajo (Cestel, 2015).

4.1.6 Natančnost meritev

Natančnost rezultatov je odvisna od vrste konstrukcije, kakovosti meritev, vrste kalibracije in še posebno od ravnosti cestišča pred mostom. Razredi možne natančnosti so definirani od odličnega A(5) na idealnih do še sprejemljivega razreda D(25) na manj idealnih mostovih. Na podlagi povprečnih okoliščin je treba pričakovati razrede B(10) ali C(15).

Natančnost sistema tehtanja med vožnjo je odvisna od dveh osnovnih dejavnikov: variabilnega dela sistema in razmer na lokaciji. Variabilni del

sistema je funkcija, integrirana v specifično tehnologijo sistema WIM. V primeru sistema SiWIM razmere na lokaciji pomenijo: karakteristike mostov vključno s tipom konstrukcije, velikost in možnost deformacije, dovzetnost mostu na temperaturne spremembe, ravnosti cestišča itd. To vpliva na interakcijo vozil na mostu, dinamično nihanje vozil in intenzivnost, ki je odvisna od tipa vozil, teže in hitrosti.

Natančnost sistemov WIM je definirana z bližino in stopnjo dogovorjene ocenitve izmerjene vrednosti in sprejete referenčne vrednosti, običajno opredeljena v 95-odstotnem intervalu zaupanja. Z drugimi besedami, da bo meritev v določenem razredu natančnosti, mora biti 95 % napak manjših od tiste, ki je določena za ta razred natančnosti.

Zaradi veliko daljše tehtalne platforme so rezultati sistema SiWIM potencialno natančnejši kot kateri koli drugi sistemi WIM. Neenakomernost (izbokline in naselja) pred mostom so najbolj pogosti primeri zmanjšane natančnosti, saj so glavni pogoj za hitrost rezultatov tehtanja. Programska oprema SiWIM zagotavlja orodja za ublažitev odvisnost rezultatov od hitrosti vozil.

Za vrednotenje natančnosti meritev je treba rezultate WIM primerjati z rezultati tehtanja istih vozil, pridobljenimi na lestvici natančnosti vsaj 3 razrede višje, kot so sistemi WIM. To pomeni, da je edino referenčno tehtanje za natančnost sistemov WIM statično tehtanje.

Sistem SiWIM® ponuja vgrajeno orodje za izračun razrede natančnosti v skladu z evropsko specifikacijo WIM – COST323. Specifikacija označuje razred natančnosti s črko in številko v oklepaju. Razred 5 je najnatančnejši, sledijo razredi B+(7), B(10), C(15), D+(20), R(25) in E(30).

Različni nameni uporabe podatkov WIM zahtevajo različne minimalne stopnje natančnosti meritev WIM. Ocenjevanje učinkov prometne obremenitve na voziščno konstrukcijo npr. pogosto vsebuje matematične formule s četrto ali celo višjo potenco osnih obremenitev (faktor ekvivalentnosti – FE). Z največkrat uporabljenim 4. stopnjo potence 5-odstotna napaka tako pri kalibracijskem faktorju vpliva na 20-odstotno napako predvidene obremenitve, 10-odstotna napaka povzroči 45-odstotno napako ocenjenih prometnih obremenitev itd. (Cestel, 2015).

5 OBREMENJENOST CEST

Zelo obremenjene ceste so tiste, na katerih znaša povprečni letni dnevni promet (PLDP) več kot 50 odstotkov ocenjene zmogljivosti za določeno kategorijo ceste pri

dani urni distribuciji prometa. Ocenjene zmogljivosti in mejne vrednosti PLDP za določanje obremenjenosti so opisane v tabeli.

Kategorije cest	Kapaciteta cest	Mejna obremenjenost
avtoceste in hitre ceste	66.000 vozil na dan	33.000 vozil na dan
glavne ceste	30.000 vozil na dan	15.000 vozil na dan
regionalne ceste	20.000 vozil na dan	10.000 vozil na dan

Tabela 1: Ocenjene zmogljivosti na slovenskih cestah
(Vir: DARS, 2018)

Pri cestah, kjer je obseg prometa blizu zmogljivosti ceste, je zelo verjetno, da pride do zastojev ob prometnih konicah. Posebej je treba izpostaviti ceste višjega ranga, ki se navežejo na ceste nižjega ranga. Velika verjetnost zastojev je tako v primeru, ko je PLDP na avtocesti višji od zmogljivosti glavne ali regionalne ceste, na katero se ta avtocesta naveže (DARS, 2018).

V 2. četrletju 2019 je bilo prepeljanega več blaga in opravljenih več tonskih kilometrov kot v 2. četrletju 2018.

Tovorna motorna vozila, registrirana v Sloveniji, so v 2. četrletju 2019 prepeljala 24,3 milijonov ton blaga, pri tem pa opravila 6,2 milijarde tonskih kilometrov in naložena prevozila 391,1 milijonov kilometrov. V primerjavi z 2. četrletjem 2018 je bilo prepeljanega več blaga in pri tem opravljenih za 8 % več tonskih kilometrov ter z naloženimi vozili prevoženih za 11 % več kilometrov.

V notranjem prevozu je bilo prepeljanega več blaga, v mednarodnem prevozu skoraj enaka količina blaga kot v istem obdobju prejšnjega leta.

V notranjem prevozu so slovenska tovorna vozila prepeljala v opazovanem četrletju 15,1 milijonov ton blaga in opravila 614,5 milijonov tonskih kilometrov ter naložena prevozila 55,1 milijonov kilometrov. V primerjavi z 2. četrletjem 2018 je bilo prepeljanega za 22 % več blaga in pri tem opravljenih za 6 % več tonskih kilometrov ter z naloženimi vozili prevoženih za 2 % več kilometrov.

V mednarodnem prevozu so prepeljala 9,2 milijonov ton blaga in opravila 5,6 milijarde tonskih kilometrov ter naložena prevozila 335,9 milijonov kilometrov. V primerjavi z istim obdobjem prejšnjega leta je bila prepeljana skoraj enaka količina

blaga in opravljenih za 8 % več tonskih kilometrov ter z naloženimi vozili prevoženih za 13 % več kilometrov.

Vozila pravnih in fizičnih oseb prepeljala več blaga kot pred enim letom.

Pravne osebe so v 2. četrtnetju 2019 s svojimi vozili prepeljale 17,2 milijonov ton blaga ali nekaj več kot dve tretjini vsega prepeljanega blaga in opravile 4,9 milijarde ali 78 % vseh tonskih kilometrov, vozila fizičnih oseb pa so prepeljala 7,1 milijona ton blaga ali 29 % vsega blaga in opravila 1,3 milijarde ali 21 % vseh tonskih kilometrov. V primerjavi s podatki za 2. četrtnetje 2018 so pravne osebe prepeljale za 13 % več blaga in opravile za 11 % več tonskih kilometrov; fizične osebe so prepeljale za 10 % več blaga in pri tem opravile za 3 % manj tonskih kilometrov (SURS, 2019).

5.1 RAST TOVORNEGA PROMETA NA AVTOCESTAH

Če Slovenija ne zgradi drugega tira, se po obstoječem tiru z modernizacijami in dodatnim vlaganjem lahko prepelje največ 14 milijonov ton tovora.

Koprsko tovarno pristanišče lahko poveča pretovor do 35,5 milijonov ton leta 2040, vendar se bo večina dodatnega tovora preusmerila na avtocesto. Leta 2040 bo tako na slovenskih avtocestah skoraj 3-krat več tovornjakov iz Luke Koper kot danes.



Slika 5: Promet na avtocesti
(Vir: 2TDK, 2016)

Z gradnjo drugega tira se konkurenčnost pristanišča poveča. Pretovor v pristanišču lahko doseže 43,4 milijonov ton, železnica lahko prevzame večji del novega tovora in promet po železnici doseže 24,9 milijona ton do leta 2040. Rasel bo tudi promet na avtocesti, vendar z nižjo stopnjo rasti. Z drugim tirom namreč preusmerjamo

tovor z avtoceste na železnico, kar je ključna usmeritev zelene evropske transportne strategije (2TDK, 2016).

6 PREDOR KARAVANKE – VZHODNA CEV

Izgradnja druge cevi predora Karavanke predstavlja pomemben nadaljnji korak k odpravi ozkega grla na področju cestnega prometa med Slovenijo in Avstrijo. Projekt bo prispeval k razvoju celovitega cestnega omrežja ter izboljšal neposredno povezavo dveh koridorjev jedrnega omrežja TEN-T.

V sklopu projekta je predvidena dograditev avtocestnega predora Karavanke, ki povezuje avtocesto A2 Karavanke–Obrežje v Republiki Sloveniji z avtocesto A11 Beljak–Karavanke v Republiki Avstriji. Z meddržavno pogodbo je določeno, da ta predor tehnično nadzirata in upravljata obe državi, Slovenija in Avstrija.

Predor Karavanke je mednarodni avtocestni predor, ki je del celovitega omrežja. V skladu z Direktivo Evropskega parlamenta in Sveta št. 2004/54/ES o minimalnih varnostnih zahtevah za predore na vseevropskem cestnem omrežju je treba v sodelovanju z Republiko Avstrijo čim prej zagotoviti polni cestni profil med A2 in A11.

Državni prostorski načrt za slovensko stran predora Karavanke je bil sprejet na seji Vlade RS dne 30. 6. 2016 in objavljen v Uradnem listu RS št. 47/2016, veljati pa je začel 16. 7. 2016.

Tehnični podatki

Skupna dolžina vzhodne predorske cevi znaša 7.948 m, od tega bo predor na slovenski strani do meje z Republiko Avstrijo dolg 3.546 m (3.446 m podzemne gradnje, 100 m galerije).

Projektna hitrost skozi predor bo po vzpostavitvi enosmernega prometa v obeh ceveh 100 km/h. Predvidena projektna hitrost za dvosmerni promet je 80 km/h.

V slovenskem delu predora bo zgrajeno 12 prečnikov, in sicer deset prečnikov za pešce oziroma intervencijska vozila v primeru nesreče ali požara v predoru ter dva prezračevalna prečnika v zgornjem delu predorske cevi. Zgrajene bodo tudi štiri odstavne niše, vsaka dolga 112,50 m.

V okviru predora bo izvedeno tudi novo podzemno zajetje karavnaške vode ter izvedba dveh odvodnih cevi iz vodnega zajetja do vodovodnega jaška na južnem

portalnem območju. Predor bo opremljen s sodobno elektro-strojno opremo. Projektirani normalni prečni profil predora znaša 10,00 m:

- vozni pas: 2 × 3,50 m,
- robni pas: 2 × 0,35 m,
- vzdrževalni hodnik: 2 × 1,15 m,
- višina svetlega profila: 4,70 m (DARS, 2018).



Slika 6: Predor Karavanke
(Vir: DARS, 2018)

6.1 Gradnja

Na portalnem območju je predvidena delna rušitev obstoječe portalne zgradbe ter dograditev novega dela portalnega objekta z galerijo in ventilatorsko postajo. Poleg tega so na območju portala predvidene cestne ureditve za potrebe interventne in zimske službe ter izgradnja pristajališča za helikopterje.

V prvi fazi bodo izvedena vsa potrebna gradbena dela v predoru in nato v naslednji fazi še elektrostrojna oprema predora. Po dokončanju zahodne cevi in preusmeritvi prometa v novo cev je predvidena še sanacija obstoječe cevi predora.

Pri izvajanju izkopov za predor, pripadajoče objekte in ureditve bodo nastale določene količine viškov materiala, ki bodo odložene na predvidenih lokacijah odlagališč viškov materiala.

Poleg samega predora bo na slovenski strani v dolžini 620 m (NPP 15,24 m) dograjena še razširitev avtoceste A2 v štiripasovnico – med območjem od predorske cevi (galerije) do cestninske postaje. Predvidena dograditev avtoceste prečka Savo Dolinko in obstoječe prometnice, ki jih premosti z mostom M1 dolžine 165 m. Zaradi projektne hitrosti v predoru 100 km/h in cestninsko postajo na drugi strani je projektna hitrost tudi na celotnem vmesnem območju odprte trase avtoceste določena na 100 km/h.

Poleg navedenega so predvidene še ureditve cest na območjih lokacij odlagališč viškov materiala, prestavitve komunalno-energetske infrastrukture, ureditev ceste ter izvedba ukrepov ter infrastrukture ob cesti do vodohrana Presušnik, vodnogospodarske ureditve, zadrževalni bazen, čistilni objekti, krajinske ureditve obcestnega prostora in lokacij viškov izkopa itd.

V času gradnje in obratovanja je predvidena spremljava vplivov gradnje na okolje. Za novogradnjo vzhodne cevi predora Karavanke ter novogradnjo druge polovice avtoceste je uporabljena tehnologija BIM (in sicer tako za fazo projektiranja kot tudi izvedbe) (DARS, 2018).

6.2 Zgodovina predora

Avtocestni predor Karavanke je bil zgrajen leta 1991 in je do danes ostal edini enocestni predor na slovenskem avtocestnem omrežju, še vedno pa je tudi najdaljši slovenski cestni predor. Rudarska dolžina mednarodnega avtocestnega predora Karavanke znaša 7.864 metrov (od portala do portala pa 8.019 metrov), od tega je dolžina slovenskega dela predora 3.450 metrov. Prometu je bil predan le nekaj dni pred začetkom slovenske osamosvojitvene vojne, 1. junija 1991, dejansko pa je promet skozenj stekel 2. junija 1991.

Do leta 1991 so Karavanke predstavljale precejšnjo oviro za prometne povezave med zahodno in južno Evropo. Pred odprtjem avtocestnega predora Karavanke je osebni in tovorni promet potekal skozi karavanški železniški predor ali po cestah čez prelaze Podkoren, Jezersko in Ljubelj. V dobri četrtini stoletja obratovanja predora je skozenj peljalo že krepko čez 50 milijonov vozil, promet pa vseskozi narašča. Ena cev, skozi katero je promet urejen dvosmerno, preprosto ni dovolj zmogljiva za sedanje prometne obremenitve, zato se z zastoji soočamo tudi takrat, ko v predoru ni nobenih del, nesreč ali drugih izrednih dogodkov. Do zastojev prihaja predvsem ob koncih tedna v glavni turistični sezoni, in sicer tako na slovenski kot avstrijski strani.



Slika 7: Predor Karavanke
(Vir: Delo, 2018)

8 RAZISKOVALNA VPRAŠANJA

Vprašanja:

1. Zakaj prihaja do poškodb na cestni prometni infrastrukturi?
2. Ali je cestna prometna infrastruktura preobremenjena in kako bi povečali nadzor?
3. Kje v Sloveniji bi bilo treba postaviti sistem za tehtanje tovornih vozil med vožnjo?

9 RAZISKOVALNA METODOLOGIJA

Metoda dela v diplomski nalogi temelji na združevanju pridobljenih podatkov in iskanju odgovorov na raziskovalna vprašanja. Pri tem je uporabljena metoda intervjuja. Poiskali bomo čim več strokovnih informacij na spletnih portalih.

Pomagali si bomo tudi z učnimi gradivom z zbranimi uporabnimi informacijami, ki smo ga prejeli v šoli.

Uporabili bomo tudi razne pravilnike oziroma zakone, ki obravnavajo cestni promet.

9.1 Intervju

Z direktorjem podjetja Cestel d.o.o. Robertom Brozovičem je bil 12. 2. 2020 opravljen intervju za diplomsko nalogo o sistemu za tehtanje tovornih vozil in preobremenjenosti cest.

Ali imamo v Sloveniji že kje postavljen sistem za tehtanje tovornih vozil med vožnjo ali je izključno postavljen le sistem SiWIM za statistično merjenje lokacij in časa obremenjenosti cest?

V Sloveniji se sistem SiWIM uporablja že od leta 1999. Od leta 2002 pa sistematično letno zbiramo podatke o obremenitvah tovornih vozil med vožnjo. S sistemom SiWIM izvajamo tehtanje tovornih vozil med vožnjo. Sistem SiWIM meri dinamično obremenitev tovornega vozila, ki jo s preizkušenimi metodami pretvorimo v statično obremenitev.

Ali bi lahko v Sloveniji uvedli sistem za tehtanje tovornih vozil med vožnjo in s sistemom sankcionirali preobremenjena tovorna vozila?

Seveda, vendar le če se spremeni zakonodaja. Zakonodaja oziroma meroslovje mora omogočati, da je dinamična obremenitev meroslovno ustrezna zakonu, kjer se mora merilna naprava certificirati za določeni točnostni razred. Na umerjenih tehtnicah merimo osno obremenitev na 100 kilogramov. To pomeni, da bi bilo treba pri dinamični obremenitvi napisati postopek evalviranja in kalibriranja ter kateri točnostni razred dosežemo. To je nato podlaga za direktno sankcioniranje preobremenjenih tovornih vozil. Zakon trenutno govori o statični obremenitvi, ko vozilo stoji na mestu. Med vožnjo pa se to obnaša čisto drugače kot na mestu.

Imate morda podatek, ali je že kje v tujini vzpostavljen sistem za tehtanje tovornih vozil med vožnjo in da preobremenjena tovorna vozila avtomatsko sankcionirajo?

S sistemom so začeli na Češkem, vendar kot kaže, je zelo težko z veliko verjetnostjo zagotoviti, da je to vozilo dejansko izpolnilo vse pogoje, da je res 100-odstotno preobremenjeno, saj meroslovje zahteva 100-odstotno zagotovilo. Vozilo bi bilo treba dodatno tehtati še v mirujočem stanju. Menim, da direktno kaznovanje ni prava rešitev.

Kakšne imate izkušnje s trenutnim tehtanjem tovornih vozil?

Tehtanje se izvaja dnevno. Ko pričnemo izvajati nadzor na določenih mestih, se preobremenjenost drastično zmanjša. Ko se preobremenjenost zmanjša in ko se izvaja nadzor, za cesto naredimo ogromno. Ko smo prišli na določeno mesto za

izvajanje nadzora, in to samo za tri ure, se je obremenitev ceste zmanjšala za 70 % za cel dan. Strah pred kaznimi je visok, zato fizični nadzor s policijo ogromno pripomore k zmanjšanju obremenjenosti cest. Sankcije za preobremenjena tovorna vozila so dovolj visoke. Nadzora pa je še vedno premalo.

Ali mislite, da so slovenske ceste preobremenjene?

Točno vem, koliko in katere so preobremenjene, saj izdelujemo letna poročila. Državne ceste so preobremenjene precej več kot so avtoceste. Tu se izvaja veliko več prevoza s tri- in štiriosnimi tovornimi vozili, ki so namenjena prevozu gradbenega materiala, npr. peska iz kamnolomov, asfalta, hlodovine itd. Omenjena tovorna vozila so konstrukcijsko narejena za bistveno več, kot omogoča naša cestna infrastruktura in posledično ta tovorna vozila bolj poškodujejo cesto. Avtoceste so že v osnovi zgrajene bolje kot državne ceste. Transit ni glavni fokus, razen ko govorimo o izrednih prevozi, ki pa so svoj segment.

Kje imamo možnosti za izboljšanje cestne prometne infrastrukture?

Pravilno dimenzioniranje cest gotovo pripomore k temu, da bi bile ceste boljše in bi lahko zdržale dlje. Stvar je na četrto potenco in 1 tona preobremenitve pomeni 33-odstotno povečanje osnih obremenitev za cesto. Ekstremne preobremenitve bi bilo treba z neko metodo zmanjšati s sistemom SiWIM ali pa še povečati nadzor nad tovornimi vozili.

10 REZULTATI

10.1 Zakaj prihaja do poškodb na cestni prometni infrastrukturi?

Pri določanju potrebnih dimenzij voziščne konstrukcije s stališča nosilnosti se upoštevajo naslednji parametri:

- prometna obremenitev,
- nosilnost podlage (temeljnih tal in posteljice) ter
- kakovost uporabljenih materialov.

Prometna obremenitev: pri postopku dimenzioniranja se uporablja skupno ekvivalentno prometno obremenitev v projektirani dobi za posamezni vozni pas. Izražamo jo s pomočjo standardne osi 100 kN. Skupno ekvivalentno prometno obremenitev določimo na podlagi:

- podatkov o številu prometa,

- faktorja ekvivalentnosti za reprezentativna vozila (prehod le enega tovornjaka ali avtobusa ima na utrujanje vozišča enak vpliv kot prehod 30.000 osebnih vozil),
- upoštevanja števila prometnih pasov,
- širine prometnih pasov,
- pogojev vožnje,
- vzdolžnega nagiba nivelete vozišča in
- prognozirane povečanja prometne obremenitve v naslednjih letih.

Na osnovi tako dobljene prometne obremenitve je v Tehnični specifikaciji za ceste TSC 06.520 določena minimalna debelina asfaltne in nevezane nosilne (tamponske) plasti, v Tehnični specifikaciji za ceste TSC 06.200 pa zahtevana nosilnost in kvaliteta tamponske plasti.

Nosilnost podlage: temeljna tla so lahko iz zemljin ali kamnitih materialov. Njihova nosilnost pomembno vpliva na potrebno debelino voziščne konstrukcije. Pod tamponsko plast je treba vgraditi še kamnito posteljico, ki ima nalogo prevzema in porazdelitve prometnih obremenitev ter zaščite proti zmrzali. Potrebna debelina kamnite posteljice v odvisnosti od nosilnosti temeljnih tal ali nasipa je določena v TSC 06.520.

Kljub razmeroma enostavni računski določitvi potrebne debeline voziščne konstrukcije je na naših prometno manj obremenjenih cestah zaslediti veliko poškodb zaradi neustreznosti te.



*Slika 8: Mrežna poškodba
(Vir: MK Inženiring, 2019)*

Na starejših, obstoječih cestah je pojav teh poškodb posledica povečevanja osnih obremenitev tovornih vozil v zadnjih desetletjih in slabše kvalitete tedaj vgrajenih materialov.

Se pa tovrstne poškodbe pojavljajo tudi na cestah, ki so projektirane po novejših predpisih. Zakaj?

Razlog je največkrat v pomanjkljivih ali netočnih vhodnih podatkih za dimenzioniranje voziščne konstrukcije novogradnje ali preplastitve. V fazi projektiranja je za ustrezno dimenzioniranje namreč treba dobro poznati lastnosti temeljnih tal in hidrološke pogoje ob cestnem telesu in v njem.

Zaradi geološke pestrosti na ozemlju Slovenije se sestava temeljnih tal in pojav podzemnih vod vzdolž trase obravnavanega cestnega odseka lahko zelo spreminjata. S tem se spreminja nosilnost in posledično potrebna debelina nosilnih plasti voziščne konstrukcije.

Nosilnost voziščne konstrukcije je lahko neustrezna iz najmanj dveh razlogov:

- sestava temeljnih tal ni bila pravilno ugotovljena s terenskimi raziskavami;
- premajhno število ali odsotnost izvedenih sondažnih razkopov za potrebe projektiranja.

Meritve nosilnosti so neustrezno izvedene

Poleg meritev na terenu, ki podajo le trenutno stanje nosilnosti (npr. meritev Evd na glini v sušnem poletnem obdobju) je treba opraviti tudi preiskave nosilnosti v laboratoriju (npr. CBR2), ki simulirajo neugodne pogoje v času pomladanske odjuge in jesenskega deževja, ko je nosilnost namočenih glinenih temeljnih tal najmanjša.

Niso pridobljeni podatki o podtalnici in pronicanju zalednih vod

Geološko-geomehanski pregled terena s pravilno oceno hidroloških pogojev v okolici cestnega telesa je bistvenega pomena za pravilno določitev konstruktivnih ukrepov:

- odvodnjavanja zalednih hribinskih vod,
- odvodnjavanja plasti voziščne konstrukcije in
- preprečevanja prehajanja finih (glinenih) delcev v kamniti material posteljice in tamponske plasti.

Prisotnost vode v cestnem telesu v kombinaciji s prometno obremenitvijo in zmrzaljo povzroči največ škode na voziščni konstrukciji. Velja splošni princip, da sme na vozišče priti samo padavinska voda, ki jo je treba po čim krajši poti odvesti. Voda z drugih področij ne sme doseči voziščne konstrukcije in jo je treba odvesti stran od cestnega telesa s primernimi odvodnimi objekti, npr. z vzdolžnimi in prečnimi drenažami, jarki, muldami, prepusti, zajetji in odvodi izvirov. Priporočljivo je

uporabljati odprte odvode vode, kjer pa se ne moremo izogniti cevnim vodom, se morajo ti izvesti tako, da sta ob vsakem času možen pregled in čiščenje.

Zemljine, ki sestavljajo temeljna tla, pri povečani vsebnosti vode spremenijo svoje lastnosti v smislu manjše nosilnosti. Voziščna konstrukcija je posledično manj toga, zato prihaja pri prehodu tovornih vozil do večjih deformacij in prekomernega utrujanja asfaltnih plasti ter pojava razpok. Skoznje v asfaltni plasti prihaja še več vode v voziščno konstrukcijo, zaradi česar ta propada še hitreje.

Sestava in kvaliteta obstoječega vozišča ni ugotovljena

Pri projektiranju ukrepov preplastitve velikokrat sestava in kvaliteta obstoječe tamponske plasti nista ustrezno preiskani. Pri kakovosti nevezanih kamnitih plasti v voziščni konstrukciji igra veliko vlogo vsebnost finih delcev. Večja kot je vsebnost finih (glinenih) delcev v materialu, bolj je ta občutljiv na prisotnost vode v smislu deformabilnosti in zmrzljive odpornosti.

V preteklosti temu ni bilo posvečene toliko pozornosti, zato so bile velikokrat zgrajene z manj kakovostnim kamnitim materialom. Se pa tudi v primeru, da je bil vgrajen ustrezen material, ta lahko sčasoma spremeni. Tok vode v smislu:

- pronicanja iz zaledne hribine,
- pronicanja skozi razpoke v vozišču in skozi bankino ter
- nihanja podzemne vode

lahko v določenih pogojih prinese fine delce v prazne prostore med zrna kamnite nosilne plasti. Ti fini delci močno povečajo občutljivost plasti na vodo in posledično zmanjšajo togost voziščne konstrukcije. Do zablattenja kamnite plasti, ki je vgrajena na slabo nosilna glinena temeljna tla, lahko pride tudi zaradi tonjenja v premeško podlago, kar preprečimo z uporabo ločilnega geosintetika.

Učinkovita sanacija poškodb, nastalih zaradi neustrezne nosilnosti, je možna le s povečanjem debeline kamnitih materialov v voziščni konstrukciji, tj. z globinsko sanacijo ali dvigom nivelete. Od omilitvenih ukrepov lahko v posameznih primerih uporabimo ureditev odvodnjavanja in uvedbo osnih omejitev (MK Inženiring).

Ostali vzroki za poškodbe voziščne konstrukcije

Klimatski vplivi in promet sčasoma povzročijo poškodbe na vozišču. Termične razpoke, obraba, opustelost in zagladitev vozišča so poškodbe, katerih nastanek je v življenjski dobi ceste pričakovan in se jim ne moremo izogniti. Nepričakovane poškodbe, ki zmanjšujejo čas trajanja voziščne konstrukcije in zahtevajo predčasno investicijsko vzdrževanje, pa so v največji meri posledica vplivov gradnje t. i. napak pri projektiranju ali izvedbi del.

Valovi in stopnje na vozišču nastanejo zaradi neustrezno zbitih plasti visokih zasipov (prekopov, okolice jaškov ipd.).

Plastične deformacije asfaltnih plasti lahko nastanejo zaradi neustrezne sestave asfaltnih zmesi (na prometno obremenjeni cesti uporabimo zmes za zelo lahko prometno obremenitev), uporabe neustreznega bitumna v asfaltni zmesi (mehek bitumen v toplih krajih), predebele plasti obrabnega sloja asfalta, prehitre pripustitve prometa na asfaltirano vozišče (še preden se plast popolnoma ohladi).

Termične razpoke lahko predčasno nastanejo zaradi uporabe neustreznega bitumna (trd bitumen za cesto na področju ostre klime) ali uporabe prežganega asfalta (napaka pri proizvodnji).

Pri nas veljavni tehnični predpisi, ki urejajo dimenzioniranje, proizvodnjo, vgradnjo in kontrolo kakovosti vseh plasti voziščne konstrukcije, so novelirani in v skladu z zadnjimi spoznanji cestnogradbene stroke. Odprava vzrokov za zgoraj opisane poškodbe je torej odvisna najprej od projektanta v smislu pravilnega projektiranja sestave in kakovosti posameznih plasti voziščne konstrukcije, nato pa od kakovostnega dela gradbenega izvajalca in strokovnega ter na gradbišču prisotnega nadzora.

Nadvišana bankina je eden od pogostih vzrokov za pojav poškodb ob robu vozišča (robne razpoke, ki hitro preidejo v mrežne). Čeprav so bankine najprej izvedene v predpisanem prečnem profilu in v višini vozišča, dosežejo že v kratkem času višjo lego zaradi rastleinstva in materiala (zimsko posipanje), ki se tu nabira. Ti dvignjeni robovi potem učinkujejo podobno kot robniki. Pri vodoravnem poteku ceste teče voda z vozišča pred rob bankine, se tu nabira in pronica v voziščno konstrukcijo, zaradi česar se zmanjša nosilnost, sčasoma pa se tamponska plast zablata in postane zmrzlinosko neodporna. Pri odsekih z večjim podolžnim nagibom teče voda ob dvignjenem robu bankine, mestoma predre bankino in zaradi skoncentrirane moči vode povzroča škodo z erozijo brežin cestnega nasipa.

Odprava nadvišane bankine z odrezom je enostavna in precej cenejša kot odpravljanje nastalih poškodb, zato je skoraj nerazumljivo, da upravljavci in vzdrževalci cestnega omrežja ureditvi bankin ne namenjajo zadostne pozornosti (MK Inženiring).

10.2 Ali je cestna prometna infrastruktura preobremenjena?

Preobremenjena vozila so na slovenskih cestah še vedno velik problem, saj so poleg nevarnosti v prometu eden od dejavnikov uničevanja cest. In to kljub dejstvu, da so kazni za tak prekršek visoke. Po mnenju strokovnjakov so najbolj izpostavljeni tovornjaki z gradbenim materialom in hlodovino ter dostavni kombiji.

Je že tako, da je tovorni promet pri nas postal dušična stalnica, predvsem ker smo postali ozko grlo transportnega prevoza med vzhodom in zahodom. Primerno se je povečalo število tovornjakov in kombijev na naših cestah, z njimi pa so prišle na plano vse težave naše prometne ureditve. Ena od njih je tudi, kako dejansko obremenjena so vozila na naših cestah. Ali bolje povedano: preobremenjena, ker kot taka poskrbijo tudi za slabšo varnost, da o poškodovanju cest ne govorimo. Kaj vse se v resnici vali po naših cestah, pa je drugo vprašanje. Bogdan Potokar, vodja sektorja za cestni promet in logistiko na Ministrstvu RS za infrastrukturo, meni, da je problematika preobremenjenih vozil na slovenskih cestah še vedno zelo pereča, in to kljub visokim kaznim. »Preobremenjena vozila pomenijo grožnjo varnosti v cestnem prometu. Taka vozila se lahko zaradi preobremenitve med vožnjo poškodujejo, kar bi lahko privedlo do prometne nesreče ter posledično zastoja na cestah. Preobremenjenost vozila vpliva tudi na stabilnost, vedenje med vožnjo, zaviranje in zavorno pot. Takšna vozila tudi vplivajo na hitrejše uničevanje cest, kar posredno vodi k poslabšanju varnosti v cestnem prometu,« je prepričan Bogdan Potokar.

Na policiji sicer pojasnjujejo, da se število ugotovljenih preobremenjenih motornih vozil v prometnem toku v zadnjem obdobju zmanjšuje, da pa ta vozila pomenijo nevarnost pri vožnji in povzročajo škodo na cestni infrastrukturi. »Policija sicer dnevno izvaja nadzore glede preobremenjenosti vozil, ki se pogosteje pojavlja pri voznikih lahkih tovornih in kombiniranih vozil. Tehtanje se opravlja s posebnimi tehtnicami, cena ene znaša okoli 25.000 evrov,« dodaja Vesna Drole s Policije. Policisti so tako lani ugotovili 2.586 kršitev, povezanih s preobremenjenostjo vozil. Podobno ugotavljajo pri DARS-u, kjer navajajo, da je sicer v Sloveniji najgostejši promet po številu vozil na ljubljanskem obroču na odseku vzhodne obvoznice Zadobrova–Industrijska cona Moste, ki ga v obeh smereh dnevno prevozi povprečno 77.500 vozil. Po prometni obremenitvi je najbolj obremenjen odsek Ljubljana (Kozarje)–Brezovica, ki ga dnevno prevozi v obeh smereh povprečno 69.200 vozil, vendar od tega kar 5.330 vlačilcev, 950 tovornjakov s prikolico in polpriklopnikov ter 340 težkih tovornjakov. »Ugotovitve tehtanja kažejo, da je med vožnjo osno preobremenjenih nekje do sedem odstotkov tovornih vozil, skupno maso ima preseženo do 21 odstotkov vozil, skupaj osno in skupno maso pa do pet odstotkov vseh tovornih vozil. Preobremenitve osebnih vozil običajno ne preverjajo, zato pa policija izvaja nadzor nad kombiji, predvsem so tu problematična vozila vzhodnoevropskih držav. Okoli 67 odstotkov kombijev, ki jih ustavi policija, je preobremenjenih,« še pravi Andrej Sever, vodja tehnične službe pri DARS-u. Sisteme in storitve najemajo, uporabljajo pa jih predvsem za analize prometa, občasno pa tudi za predselekcijo. Cena sistema je odvisna od časa trajanja meritve in konfiguracije sistema, če bi ga želeli kupiti, bi zanj morali odšteti okoli 100.000 evrov.

Seveda je najlažje takoj s prstom pokazati na voznike preobremenjenih vozil, a tudi ti imajo svojo plat zgodbe. Odgovornost za težo tovora bi morala prevzeti tako nakladalec kot tudi prevoznik, a praviloma sankcije nato »padejo v naročje« prevozniku oziroma vozniku. Teža tovora je sicer navedena v tovornem listu, čemur morajo prevozniki, se pravi voznik, verjeti. Naslednja težava nastopi, ker imajo različne države različno deklarirane največje dovoljene teže. V Italiji na primer lahko vozijo s 44 tonami, v Sloveniji s 40, torej bi moral voznik, ki iz Italije pripelje v Slovenijo, te štiri odvečne tone nekje odložiti. Na očitek, da tovorna vozila še bolj poškodujejo cesto, Lojze Rehar, prokurist prevoznništva Resped iz Vrtojbe, odgovarja: »Težava so že same nekakovostno narejene ceste. Hitra cesta v Vipavski dolini je že zdaj povsem uničena. Za gorenjsko avtocesto sem slišal, da bi morala biti narejena z 28 centimetri debelo plastjo asfalta, pa so potem ugotovili, da je na njej vsega 16 centimetrov. Odgovarjal pa za to ni nihče. Sicer je največ čezmerno obremenjenih vozil v notranjem tovornem prometu, pa še to bolj ali manj pri razsutih tovorih. In nikakor ni v našem interesu, da bi vozili preobremenjeni, saj smo plačani na vožnjo in ne na težo tovora, s težjim tovorom pa je tudi poraba goriva večja. Verjamem, da bodo, ko bodo prišle v še večjo uporabo, tudi prikolice, ki same tehtajo težo tovora, veliko prispevale k zmanjševanju težav glede preobremenitev.« Dodaja tudi, da bi bilo pošteno, da se tudi v primerih, ko je na cesti preobremenjeno vozilo, kazen razdeli na vse dejavnike, vključene v transportno verigo, torej od nakladalca do prevoznika in na koncu do kupca. Ponekod to v praksi zelo dobro deluje, pri nas pa še ne.

Na Agenciji za varnost prometa pa pravijo, da so prevozniki plačani po količini prepeljanega blaga, zato v želji po večjem zaslužku svoja vozila zavestno preobremenijo, pri tem pa se zavedajo, da je zelo majhna verjetnost, da jih bodo na poti preverjali. Večina novejših tovornih vozil sicer že omogoča prikaz obremenjenosti na zaslonu potovalnega računalnika. Pri prevozu razsutih tovorov pa so praviloma vozila stehana že pri samem nakladanju (Zupančič, 2017).

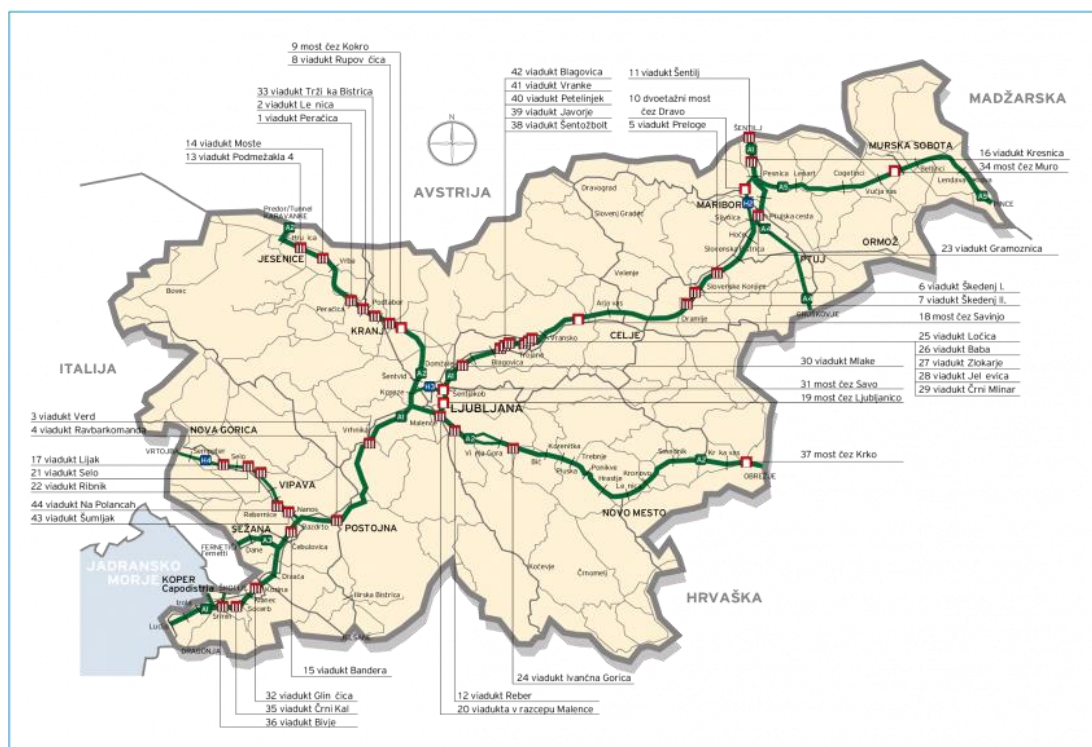


*Slika 9: Mobilno tehtanje tovornega vozila
(Vir: Gorenjski glas, 2011)*

10.3 Kje v Sloveniji bi bilo treba postaviti sistem za tehtanje tovornih vozil med vožnjo?

Trenutno v Sloveniji preverjamo le naključno izbrana tovorna vozila za tehtanje. To se izvaja na počivališčih oziroma namenskih površinah, kjer tovorno vozilo miruje. Tehtanje se izvaja s policijskim nadzorom in mobilno tehtalno enoto.

Če bi želeli postaviti sistem za tehtanje tovornih vozil med vožnjo, bi ga bilo treba namestiti na avtocestni križ in na določene vpadnice večjih mest.



Slika 10: Viadukti in mostovi v Sloveniji
(Vir: DARS, 2018)

Namestitev sistema SiWIM na slovenskih cestah

Spodaj so naštetih viaduktovi, na katerih bi bilo treba namestiti sistem za tehtanje tovornih vozil SiWIM.

GORENJSKA:

- smer Ljubljana–Kranj: viadukt Rupovšičica,
- smer Kranj–Karavanke: viadukt Moste,
- smer Karavanke–Kranj: viadukt Podmežakla 4,
- smer Kranj–Ljubljana: viadukt Rupovšičica.

Iz smeri Ljubljana–Karavanke bi zajeli preobremenjena vozila, ki so namenjena na izhod Kranj ali Jesenice oziroma so namenjena izstopu iz države v Avstrijo.

Iz smeri Karavanke–Ljubljana pa bi bilo treba sistem za tehtanje tovornih vozil namestiti že na viaduktu Podmežakla 4 v primeru preobremenjenih tovornih vozil pri vstopu v državo iz Avstrije in če tovorno vozilo zapusti izhod Jesenice.

PRIMORSKA:

- smer Koper–Ljubljana: viadukt Glinščica,
- smer Ljubljana–Koper: viadukt Verd,
- smer Vrtojba–Nanos: viadukt Lijak,
- smer Nanos–Vrtojba: Šumljak.

Iz smeri Ljubljana–Koper bi zajeli preobremenjena vozila, ki so namenjena v več smeri, saj je treba upoštevati izvoze v smereh Postojne, Vrtojbe, Fernetičev in Kopra.

DOLENJSKA:

- smer Ljubljana–Obrežje: viadukt v razcepu Malence in most čez Krko,
- smer Grosuplje–Obrežje: viadukt Ivančna Gorica,
- smer Obrežje–Ljubljana: most čez Krko in viadukt Ivančna Gorica.

Na Dolenjskem je malo viaduktov, kar pomeni tudi manj možnosti za namestitvev sistema SiWIM. Iz smeri Ljubljana–Obrežje bi zajeli celotna preobremenjena vozila, ki so namenjena iz smeri Ljubljane. Nimamo pa nadzora z vmesnimi izvozi in uvozi, ki se zgodijo na relaciji uvoz Bič–izvoz Čatež in obratno. Pri vstopu tovornih vozil v Slovenijo pa preobremenjena vozila zaznamo na mostu čez Krko.

ŠTAJERSKA:

- smer Ljubljana–Celje: most čez Savo, viadukt Šentožbolt, most čez Savinjo,
- smer Celje–Maribor: viadukt Škedenj II, viadukt Preloge,
- smer Maribor–Šentilj: viadukt Gramoznica, viadukt Šentilj,
- smer Maribor–Lendava: most čez Muro,
- smer Lendava–Maribor: most čez Muro,
- smer Šentilj–Maribor: viadukt Šentilj, dvoetažni most čez Dravo, viadukt Gramoznica,
- smer Maribor–Celje: viadukt Preloge,
- smer Celje–Ljubljana: most čez Savinjo, viadukt Mlake, most čez Savo.

Na lokaciji Ljubljana–Maribor imamo največ viaduktov, vendar najbolj kompleksno lovljenje preobremenjenih tovornih vozil. Na lokaciji Ptuj–Gruškovje nimamo nadzora, saj tu ni viaduktov oziroma mostov.

11 RAZPRAVA

Zakaj prihaja do poškodb na cestni prometni infrastrukturi?

V ceste se vlaga premalo denarja. Prav tako se vlaga premalo v njihovo obnovo. Do raznih poškodb cestišč prihaja zaradi več dejavnikov. Ko vse dejavnike povežemo, pa so posledice poškodb še večje in se pričnejo kazati, ko so ceste drastično preobremenjene. Poškodb je veliko in vseh ne moremo popraviti oziroma če že popravljamo, se nam nato pojavijo nove. Našli smo tri razloge za nastanek poškodb, in sicer prometno obremenitev, nosilnost podlage in kakovost uporabljenih materialov. Državne ceste že v osnovi projektirane za manj časa kot avtoceste. Državne ceste so projektirane za manj časa, saj po njih vozi manjše število vozil kot po avtocesti.

Prometna obremenitev je eden od dejavnikov, ki neposredno vplivajo na poškodbo cest. Cesta infrastruktura je na določenih delih državnih cest v precej slabem stanju, saj so že stare in se ne obnavljajo pravilno. Po državnih cestah se vozijo tovorna vozila, ki prevažajo razne materiale, kot so pesek, asfalt, hlodovina itd. Ta vozila so zagotovo preobremenjena in največ vplivajo na poškodbe cestne infrastrukture. To se na avtocesti ne občuti v takšni meri kot na državnih cestah, saj so avtoceste že v osnovi projektirane bolje od državnih cest.

Do poškodb prihaja tudi zaradi slabše vgrajenih materialov, ki so del novih in starih cest. Največkrat so razlog pomanjkljivi ali netočni vhodni podatki za dimenzioniranje voziščne konstrukcije. Že v fazi projektiranja je treba dobro poznati tla, kjer se bo cesta projektirala. Veliko je odvisno od materiala, saj se lahko zgodi, da vgradimo napačega glede na strukturo tal. Poškodbe na cesti se kažejo, tudi ko voda prodre v cestno infrastrukturo in nato v zimskih časih zmrzne, kar privede do cestnih razpok. Na poškodbe vplivajo tudi klimatski pogoji, zagladitev vozišča, obraba itd.

Da bi zmanjšali poškodbe na cestni infrastrukturi, bi morali povečati nadzor nad tovornimi vozili in povišati globe, pa čeprav so že sedaj visoke. Delodajalcem bi bilo treba vcepiti misel, da tudi takrat, ko ni nadzora, tovorno vozilo naložijo do maksimalne nosilnosti. Ob vsem tem pa bi morali bolje projektirati cestno infrastrukturo, vključevati boljše in naprednejše materiale. Prav tako pa je treba pri izgradnji cestne infrastrukture povečati prisotnost inšpektorjev in nadzornikov za pravilno izgradnjo in predvsem za vključenost vseh materialov.

Ali je cestna prometna infrastruktura preobremenjena in kako bi povečali nadzor?

Cestna prometna infrastruktura v Sloveniji je preobremenjena in to se odraža tudi s poškodbami na cestiščih. Na določenih cestah, kot so avtoceste, se

preobremenjenost občuti bistveno manj kot na državnih cestah. Avtoceste so že v osnovi zgrajene za daljše obdobje kot državne ceste. Prav tako je na avtocestah bistveno večji nadzor na tovornimi vozili kot na državnih cestah.

V Sloveniji še nimamo postavljenega sistema za tehtanje tovornih vozil med vožnjo. Tudi če bi ga želeli postaviti, bi bilo treba najprej spremeniti zakon. Ta trenutno opredeljuje statično obremenitev oziroma vozilo v mirovanju. Za tehtanje tovornih vozil med vožnjo pa bi bilo treba spremeniti zakon in napisati postopek za pravilno izmero. Dinamična obremenitev je namreč tista dejanska obremenitev, ki nam pove, ali je tovorno vozilo preobremenjeno.

Slovenija je tranzitna država in to njeno vlogo bi morali bolje izkoriščati. Po slovenskih avtocestah in regionalnih cestah se iz leta v leto vozi večje število tovornih vozil. Določena tovorna vozila so preobremenjena. Nad vsemi tovornimi vozili, ki prevozijo Republiko Slovenijo, nimamo nadzora, saj se trenutno izvaja le tehtanje tovornih vozil preko mobilne enote, ki zajema naključna tovorna vozila. Z vzpostavitvijo sistema SiWIM pa bi lahko dejansko zajeli vsa tovorna vozila, ki prevozijo našo državo. Potrebna bi bila le postavitve sistema SiWIM ter sistema za avtomatsko prepoznavo tablic za določitev globe glede na preobremenjena tovorna vozila. S tem bi pokrili le avtoceste, medtem ko nad državnimi cestami nimamo avtomatskega nadzora. Nadzor na državnih cestah bi se moral izvajati še naprej z mobilno tehtalno enoto. So pa državne ceste precej bolj obremenjene kot avtoceste, saj se po državnih cestah vozijo tovorna vozila, ki prevažajo npr. pesek, asfalt, hlodovino itd. in že s tem dodatno obremenjujejo cestno infrastrukturo. V osnovi pa so državne ceste konstrukcijsko slabše projektirane kot avtoceste. Na državnih cestah bi bilo treba postaviti večji nadzor nad tovornimi vozili vključno z mobilno tehtalno enoto. Le tako bomo lahko zajezili poškodbe naših cest.

Kje v Sloveniji bi bilo treba postaviti sistem za tehtanje tovornih vozil med vožnjo?

V Sloveniji se že od leta 1999 uporablja sistem SiWIM. Uporablja se za izdelavo poročil o lokaciji in terminih preobremenjenosti cest. Trenutnega sistema za tehtanje tovornih vozil med vožnjo nimamo, saj zakon določa drugače. V primeru postavitve sistema za tehtanje tovornih vozil med vožnjo smo v diplomski nalogi predstavili manjši načrt, na katerih viaduktih bi bilo to potrebno, da bi zajeli vozila, ki vstopajo v državo in izstopajo iz nje, ter na katerih izvozi vozilo zapusti avtocesto ali se priključi na avtocesto.

Vprašanje, ki se nam postavlja, je, kako sankcionirati preobremenjena tovorna vozila in kakšno višino kazni bi bilo treba izstaviti glede na preobremenjenost. Ena od možnosti sankcioniranja preobremenjenih tovornih vozil je ta, da se poleg sistema SiWIM namesti še sistem za avtomatsko prepoznavanje registrskih tablic na

vozilih. Tako bi uredili sistem sankcioniranja. Obvestilo ali kazen bi preko sistema pošiljali lastniku tovornega vozila oziroma podjetju, na katero je tovorno vozilo napisano.

Vrednost kazni bi bilo treba definirati glede na razliko med dovoljeno in prekoračeno težo. Kolikor prekoračiš, toliko plačaš, saj nekateri prekoračijo več od drugih in posledično bolj poškodujejo ceste. S pobranimi globami bi lahko financirali obnovo slovenskih cestišč.

12 ZAKLJUČEK

V letu 2004 smo vstopili v Evropsko unijo. Zadali smo si cilj, da bomo konstantno vlagali v našo cestno infrastrukturo. Želeli smo si postati konkurenčna država ostalim članicam Evropske unije, vendar za konkurenčnost je potreben konstantni razvoj države na vseh področjih. Ko je prišla kriza, smo delno izgubili konkurenčnost, saj se ni vlagalo v cestno infrastrukturo. Ta se je le sanirala na področju izrednih poškodb. Dejansko so določene poškodbe ostale do danes. Kriza, ki je bila povsod, je v Sloveniji pustila ogromen pečat predvsem pri velikih graditeljih, ki so gradili in obnavljali našo cestno infrastrukturo. Ker gre čas naprej in moramo biti konkurenčni, moramo strmeti k nadaljnjemu razvoju naše cestne infrastrukture.

V Sloveniji imamo uspešna podjetja, uspešne znanstvenike in odlične inženirje. Na teh potencialih bi bilo treba graditi sodelovanje na področju logistike, saj smo tranzitna država in moramo razmišljati v tej smeri z uvedbo novih tehnologij, naprednih materialov in novih tehnik, ki so povezane s cestno prometno infrastrukturo. Treba je biti en korak pred ostalimi državami, pa čeprav je to težko, saj so ostale države v smislu tehnologij, ekonomije itd. precej močnejše, kot je v tem trenutku Slovenija. Razmišljati moramo kot ostale večje države in predvsem razmišljati za naprej, ne pa le gasiti požare, ki se pokažejo.

V naši zakonodaji je tehtanje tovornih vozil opredeljeno, vendar nimamo sistema, kako zajeti večje število pregleda tovornih vozil, ki se vozijo po naših cestah. Prav tako je zakon napisan za statično obremenitev vozila. Potrebovali bi tudi zakon o dinamičnem tehtanju tovornih vozil in postopek evalviranja in certificiranja dinamičnega tehtanja. Posamično tehtanje tovornih vozil na izvozih oziroma postajališčih z mobilno policijsko enoto in zaposlenim iz tehtalnega podjetja je počasno in zamudno. Pregled se izvaja pri naključnih tovornih vozilih, ki so bila odstranjeni iz prometa. Ni nujno, da so naključno izbrana tovorna vozila, ki so namenjena tehtanju, preobremenjena. To pomeni, da je težje uloviti preobremenjena tovorna vozila. Se pa v času nadzora drastično zmanjša število preobremenjenih tovornih vozil.

Z načrtno postavitvijo sistema za tehtanje tovornih vozil SiWIM bi na slovenskih cestah lahko v pregled zajeli več kot 50 % domačih in tujih tovornih vozil. Nadzor bi imeli nad vsemi tovornimi vozili, obremenjenimi in neobremenjenimi. Pri avtomatskem tehtanju tovornih vozil med vožnjo ne bi potrebovali mobilne policijske enote in zaposlenega iz tehtalnega podjetja, saj obstaja možnost postavitve sistema za avtomatsko prepoznavo registrskih tablic. V primeru preobremenjenega tovornega vozila bi se oglobilo lastnika tovornega vozila. Zato je pomembna postavitvev sistema avtomatskega prepoznavanja registrskih tablic. Globe bi se lahko avtomatsko pošiljale preko sistema.

Za namestitev sistema SiWIM bi bilo treba spremeniti zakonodajo. Treba bi jo bilo prilagoditi novim tehtalnim sistemom. Pred samo postavitvijo sistema je treba preveriti viadukte in infrastrukturo, če ustrezajo standardom za postavitvev sistema SiWIM. V sklopu pregleda infrastrukture viaduktov je treba upoštevati dodatno investicijo v nadgradnjo infrastrukture, da zadovoljimo standardom postavitvev sistema SiWIM in sistema za avtomatsko prepoznavo registrskih tablic. Za postavitvev omenjenih sistemov bo investicija visoka, kar bi lahko kot država izkoristili za delno financiranje s strani Evropske unije. Zadeva bi morala biti predstavljena na način, da gre za nadgradnjo prometnega sistema, saj ima država takšno lego, da lahko zagovarjamo tranzitno državo. Poleg vsega pa bi vpeljevali nove tehnologije in hkrati bi bilo treba realizirati gradnjo drugega tira in vzhodne dodatne cevi v predoru Karavanke za nadaljnji razvoj države.

Število prevoženih tovornih vozil skozi Slovenijo se iz leta v leto povečuje. Ob tem se povečuje tudi prevoz blaga. Eden od razlogov je lega države, saj skozi Slovenijo poteka koridor in lahko rečemo, da smo tranzitna država. Glede na to, da se na naših cestah število prevoženih tovornih vozil povečuje, se to dejansko občuti na cestni infrastrukturi.

Eden od načinov za izboljšanje cestne prometne infrastrukture, je ta, da se uvede sistem za tehtanje tovornih vozil med vožnjo. S postavitvijo sistema bi imeli nadzor nad preobremenjenimi tovornimi vozili. Vsa preobremenjena tovorna vozila bi oglobili in iz pridobljenih sredstev bi lahko delno financirali obnovo cestne prometne infrastrukture. Ob uvedbi sistema pa bi se dolgoročno tudi zmanjšalo število preobremenjenih tovornih vozil na naših cestah.

Cestna prometna infrastruktura je v zadnjih letih dodatno obremenjena, saj se Luka Koper širi in povečuje se kapaciteta uvoženega in izvoženega tovora. Ves ta tovor se trenutno prevaža po enotirni železniški progi in s tovornimi vozili po cesti. Posledično prihaja do obrabe cestne in železniške prometne infrastrukture. Projekt drugi tir bi bilo treba čim prej realizirati, da zmanjšamo obremenjenost cestne prometne infrastrukture in da ne izgubimo koridorja pretoka blaga skozi našo državo, ki je pomemben za nadaljnji razvoj države in Luke Koper. Ob tem bi

nadgradili železniško prometno infrastrukturo, saj je trenutna železniška proga Koper–Divača že v slabem stanju, kar priča z nezgodami v zadnjih letih. Luka Koper pa bi se z realizacijo drugega tira širili v smislu večje kapacitete uvoženega in izvoženega tovora.

Z zamudo se odvija tudi izgradnja vzhodne druge cevi v predoru Karavanke. Iz tedna v teden se kopičijo zastoji na gorenjski avtocesti pred vstopom v predor Karavanke, saj zaradi preobremenjenosti zahodne cevi predor začasno izmenično zapirajo. Predor se začasno zapira zaradi varnosti. To je jasni znak, da je predor med Slovenijo in Avstrijo preobremenjen in nam da jasno vedeti, da se število prevoženih vozil povečuje. Z zastoji podaljšujemo časovni rok dostave blaga in s tem izgubljam pomen tranzitne države, saj določeni vozniki oberejo drugo, daljšo pot, da se izognejo zastojem v naši državi. Z izgradnjo vzhodne druge cevi bi omogočili dvopasovno cesto, ki bi olajšala pretok vozil in zmanjšala obremenjenost zahodne cevi v predoru Karavanke. Ob izgradnji pa bi se kot država razvijali na področju cestne prometne infrastrukture.

Vsi dejavniki cestne, železniške, pomorske in letalske infrastrukture so povezani med seboj in se morajo enakomerno razvijati na področju nadgradnje. Slediti moramo novim trendom, novim tehnologijam in zagotavljati vlaganja v infrastrukturo, saj le na ta način zagotovimo pravočasen pretok blaga in ljudi. Ob vsem vlaganju v infrastrukturo pa moramo kot država ostajati konkurenčni ostalim državam v Evropski uniji.

LITERATURA IN VIRI

2TDK (2016). *Drugi tir*. Pridobljeno z naslova <http://www.drugitir.si/>.

Cestel (2015). *Več o SiWIM sistemu*. Pridobljeno z naslova

DARS (2018). *Predor Karavanke – vzhodna cev*. Pridobljeno z naslova

FGG (2007). *Tehtanje vozil*. Pridobljeno z naslova

Hevka P. (2017). *Zapiski in gradivo s predavanj Logistična infrastruktura*. Ljubljana B&B.

<http://www.mk-inzeniring.si/Strokovni-clanki/VZROKI-ZA-PROPADANJE-VOZISC-IN-KAKO-JIH-ODPRAVITI/>.

<http://www.pti.fgg.uni-lj.si/sitsa/?a=doc&id=1&docid=b56dfdd1-fbe6-41ee-af29-a6188caae25d>.

<https://www.cestel.eu/113/vec-o-siwim-sistemu>.

https://www.dars.si/Infrastrukturni_projekti/Predor_Karavanke_-_druga_cev.

<https://www.gov.si/podrocja/promet-in-energetika/>.

<https://www.stat.si/StatWeb/Field/Index/22>.

Ministrstvo za infrastrukturo (2019). *Promet in energetika*. Pridobljeno z naslova MK inženiring. *Vzroki za propadanje vozišč in kako jih odpraviti*. Pridobljeno z naslova

SURS (2019). *Transport*. Pridobljeno z naslova

Žmavc, J. (2010). *Vzdrževanje cest*. Ljubljana: DRC, Univerza v Ljubljani, fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Zupančič, A. (2017). *Preobremenjena vozila: težje je, kasneje se bo ustavilo*. Pridobljeno z naslova <https://www.dnevnik.si/1042759538>.