

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO
IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Miha ČERNE

**ANALIZA ODVODNJAVANJA CESTNEGA TELESA
GOZDNE CESTE V DOLINI KOROŠICE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Miha ČERNE

**ANALIZA ODVODNJAVANJA CESTNEGA TELESA
GOZDNE CESTE V DOLINI KOROŠICE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**ANALYSIS OF THE ROAD FORMATION DRAINAGE
OF THE FOREST ROAD IN THE VALLEY OF KOROŠICA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na Katedri za gozdno tehniko in ekonomiko Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Igorja Potočnika, za somentorja asist. dr. Antona Pojeta in za recenzenta doc. dr. Jurija Marenčeta.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član: prof. dr. Igor POTOČNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,
Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Član: asist. dr. Anton Poje
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,
Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Član: doc. dr. Jurij MARENČE
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,
Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Miha Černe

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 384(497.4Korošica)(043.2)=163.6
KG	gozdna cesta/vzdrževanje/odvodnjavanje/prepust/propust/stroški/naklon/Korošica
KK	
AV	ČERNE, Miha
SA	POTOČNIK, Igor (mentor)/POJE, Anton (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2016
IN	ANALIZA ODVODNJAVANJA CESTNEGA TELESA GOZDNE CESTE V DOLINI KOROŠICE
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	IIX, 33 str., 20 sl., 5 pril., 12 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Odvodnjavanje cestnega telesa gozdne ceste je ključnega pomena za ohranjanje prevoznosti in za čim manjše stroške vzdrževanja. Voda najbolj pripomore k uničevanju gozdne ceste s svojim površinskim tokom, z vlaženjem materiala in zmrzovanjem. Da bi omejili njeno negativno delovanje, jo moramo čim hitreje speljati v jarek ali koritnico, od koder jo moramo s cevnimi prepusti speljati stran od cestnega telesa. Namen naloge je analizirati odvodnjavanje na konkretnem odseku gozdnih cest. Ugotavljali smo stanje elementov za odvodnjavanje cestnega telesa gozdne ceste pred zimo in po pomladi. Locirali in analizirali smo vse elemente odvodnjavanja. Ugotovili smo, da se vozišče redno obnavlja in elementi odvodnjavanja čistijo. Glavni problem predstavlja prepočasno menjavanje starih cevni prepustov manjših premerov. Pred zimo je bila poškodovana ena četrtna, spomladi pa že ena tretjina vseh cevni prepustov. Problematična je tudi preveč plitka vgradnja, ki se kaže v pogosti poškodovanosti cevi. Zelo velik problem so tudi neutrjeni iztoki in posledično velika erozija, ki jo povzroča voda. Rezervirati bi bilo treba sredstva za popravilo ali zamenjavo cevi cevni prepustov in umiriti vodo na strmejših niveletah (več kot 8 %), tako v jarku kot na brežinah, pobočjih in pobočnih jarkih, predvsem pa v bližini cestnega telesa.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Gt
 DC FDC 384(497.4Korošica)(043.2)=163.6
 CX forest road/maintenance/drainage/culvert/costs/slope/Korošica
 CC
 AU ČERNE, Miha
 AA POTOČNIK, Igor (supervisor)/POJE, Anton (co-supervisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
 PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
 PY 2016
 TI ANALYSIS OF THE ROAD FORMATION DRAINAGE OF THE FOREST ROAD IN THE VALLEY OF KOROŠICA
 DT Graduation Thesis (University studies)
 NO IIX, 33 p., 20 fig., 5 ann., 12 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB Drainage of the road formation of the forest road is essential for maintaining transportability and minimising maintenance costs. Water is a major contributor to degradation of forest roads with its surface flow, material moistening and freezing. In order to limit its negative action, it needs to be drained off as quickly as possible to a ditch or drain, from where it must be streamed through culverts away from the road formation. The purpose of this thesis paper was to analyse drainage on the actual stretch of forest roads. We analysed the condition of elements for draining the road formation of forest road before winter and after spring. We located and analysed all the elements of drainage. We found that the carriageway had been maintained regularly and elements of drainage had been cleaned. The main problem was late replacement of old culverts with smaller diameters. Before winter, one quarter of all the culverts were damaged, but after spring this increased to one third. Furthermore, overly shallow installation was also an issue as this results in frequent damage to the pipe. Moreover, a major problem were also loose discharges and consequently major erosion caused by water. It is, therefore, necessary to secure funding for repairing or replacing pipes in culverts and limit the water flow on steeper slopes (more than 8 %) as in the ditch, on embankments, slopes and ditches on slopes, especially near the road formation.

KAZALO VSEBINE

	KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
	KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
	KAZALO VSEBINE	V
	KAZALO SLIK	VII
	KAZALO PRILOG	VIII
1	UVOD	1
1.1	SESTAVA GOZDNE CESTE	1
1.2	ODVODNJAVANJE GOZDNE CESTE	2
1.3	IZVEDBA CEVNEGA PREPUSTA	4
1.4	VZDRŽEVANJE GOZDNIH CEST	5
2	PREGLED DOSEDANJIH RAZISKOVANJ	6
3	CILJI NALOGE	7
4	DELOVNE HIPOTEZE	8
5	ZAKONSKE OSNOVE	9
5.1	ZAKON O GOZDOVIH – ZG (2015)	9
5.2	PRAVILNIK O GOZDNIH PROMETNICAH (2009)	10
5.3	UREDBA O PRISTOJBINI ZA VZDRŽEVANJE GOZDNIH CEST (2012)	10
5.4	ZAKON O JAVNEM NAROČANJU – ZJN (2015)	11
6	OBJEKT PREUČEVANJA	12
6.1	GGE KAMNIŠKA BISTRICA	12
6.1.1	Lastništvo gozdov	12
6.1.2	Funkcije gozdov	12
6.1.3	Podnebje in vodne razmere	13
6.1.4	Matična podlaga in tla	13
6.1.5	Odprtost gozdov	13
6.2	ANALIZIRANI ODSEK GOZDNIH CEST	13
7	METODE DELA	15
7.1	TERENSKO DELO	15
7.2	KABINETNO DELO	16
8	REZULTATI	17
8.1	PREPUSTI	17

8.1.1	Premier	17
8.1.2	Dolžina	18
8.1.3	Poškodovanost	19
8.1.4	Zamašenost	19
8.1.5	Vtok	20
8.1.6	Iztok	20
8.1.7	Globina vgradnje	20
8.2	JAREK IN KORITNICA	22
8.3	MULDE IN MOSTOVI	22
8.4	STROŠKOVNI VIDIK VZDRŽEVANJA	22
9	RAZPRAVA IN SKLEPI	24
9.1	CEVNI PREPUSTI	24
9.2	VTOKI	26
9.3	IZTOKI	27
9.4	JAREK IN KORITNICA	27
9.5	MULDE IN MOSTOVI	28
9.6	IZVAJANJE VZDRŽEVANJA	29
9.7	UPORABA GOZDNE CESTE	30
10	POVZETEK	31
11	VIRI	33
	ZAHVALA	
	PRILOGA A – PREGLEDNICA CEVI PREPUSTOV	
	PRILOGA B – PREGLEDNICA VTOKOV IN IZTOKOV PREPUSTOV	
	PRILOGA C – IDENTIFIKACIJA OBJEKTOV	
	PRILOGA D – KARTA OBJEKTOV	
	PRILOGA E – SNEMALNI LIST	

KAZALO SLIK

Slika 1:	Spodnji in zgornji ustroj	1
Slika 2:	Vozišče, koritnica, hodnik (bankina) in jarek	2
Slika 3:	Cestno telo in cevni prepust	3
Slika 4:	Oblika vtočnega jaška	3
Slika 5:	Mulda na gozdni cesti pod plaziščem pod Mokrico	5
Slika 6:	Ureditev obravnavnih gozdnih cest	14
Slika 7:	Porazdelitev cevnih prepustov glede na premer cevi	18
Slika 8:	Porazdelitev cevnih prepustov glede na dolžino cevi	18
Slika 9:	Porazdelitev prepustov glede na stopnjo poškodovanosti	19
Slika 10:	Porazdelitev cevnih prepustov glede na odstotek zamašenosti cevi	20
Slika 11:	Porazdelitev cevnih prepustov glede na minimalno globino vgradnje	21
Slika 12:	Porazdelitev cevnih prepustov glede na povprečno globino vgradnje	21
Slika 13:	Premalo globoka vgradnja cevi	24
Slika 14:	Luknja v vozišču, zaradi varnosti označena s kolom	25
Slika 15:	Prekinjena cev prepusta in vidne posledice	26
Slika 16:	Velika jama namesto vtočnega jaška	27
Slika 17:	Ovinek na strmem delu etažne gozdne ceste	28
Slika 18:	Pred vodo nezavarovan podporni zid	28
Slika 19:	Poškodovan element vozne površine mostu	29
Slika 20:	Priključek vlake na gozdno cesto	30

KAZALO PRILOG

Priloga A:	Preglednica cevi prepustov
Priloga B:	Preglednica vtokov in iztokov prepustov
Priloga C:	Identifikacija objektov
Priloga D:	Karta objektov
Priloga E:	Snemalni list

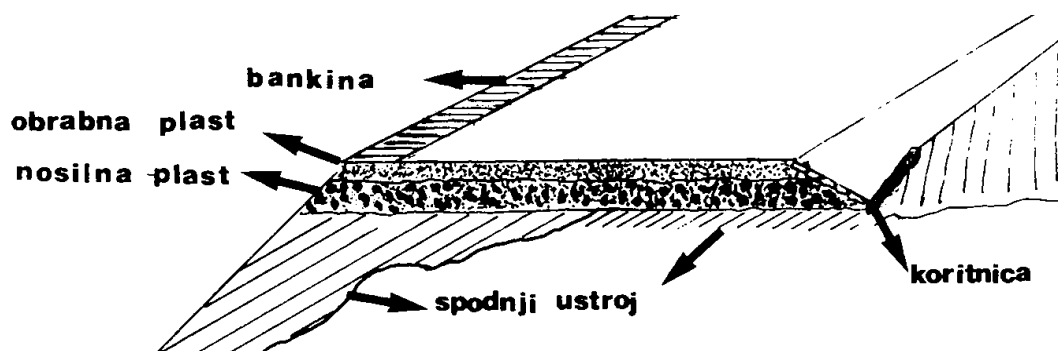
1 UVOD

Gozdne prometnice in še posebej gozdna cesta so ključnega pomena za doseganje gozdnogospodarskih ciljev in za opravljanje neproizvodnih funkcij. Pri tem je zagotavljanje njihove prevoznosti ključnega pomena za opravljanje vseh funkcij gozdnih cest. Ker pa so gozdne ceste zgrajene na bolj preprost način, prenašajo velike obremenitve in imajo velike naklone, so tudi bolj podvržene raznim razdiralnim vplivom. Še posebej uničujoča je voda oz. razmočeno cestišče v kombinaciji z velikimi osnimi pritiski oz. dinamičnimi silami, ki nastajajo ob polni vožnji težkih vozil. Zato je učinkovit sistem odvodnjavanja cestnega telesa edini način, kako preprečiti ali vsaj zmanjšati negativni učinek delovanja vode. Ta sistem mora biti pravilno dimenzioniran in predvsem vzdrževan za učinkovito delovanje.

1.1 SESTAVA GOZDNE CESTE

Cestno telo imenujemo cesto z vsemi vgrajenimi elementi, ki ji omogočajo njeno funkcijo (slika 1). Tvorijo ga cestišče, brežine, odvodni jarki, vtočni jaški, prepusti, iztoki in podporni ter oporni zidovi. Cestišče pa sestavljata vozišče in koritnica ali pa hodnik (poimenovan tudi bankina) ter jarek namesto koritnice, po kateri se, za razliko od jarka, lahko tudi vozi.

Navpično gledano je cestno telo sestavljeno iz zgornjega in spodnjega ustroja. Zgornji ustroj predstavlja glavno plast, po kateri se odvija vožnja. Sestavljen je iz dveh delov; spodnje ali nosilne in zgornje ali obrabne plasti. Spodnji ustroj pa predstavlja temelj, izkopano ali nasuto in poravnano ter utrjeno hribino, na kateri nato gradimo ostale elemente. Najbolj zgornjo površino spodnjega ustroja imenujemo planum (Šavelj, 1992).



Slika 1: Spodnji in zgornji ustroj (Šavelj, 1992)

1.2 ODVODNJAVANJE GOZDNE CESTE

Glavni težavi, ki ju povzroča voda na vozišču, sta erodiranje in mehčanje zgornjega ustroja – predvsem najmanjših delcev obrabne plasti, ki sicer služijo kot fizična zapora vozišča pred zunanjimi vplivi. Ko se ti delci preveč razmočijo, postane cestišče zelo občutljivo na večje sile, ki delujejo pri premikanju težkih vozil. Poleg tega pa močnejši tok vode izpira te delce. Ko je zgornja plast poškodovana, začne voda vedno bolj intenzivno vlažiti cestno telo, kar potem tudi vedno bolj rahlja in uničuje same temelje gozdne ceste. Dodatne poškodbe pa povzroča še izmenjevanje zmrzovanja in taljenja, ki premika delce in zmanjšuje utrjenost (Potočnik, 2004).

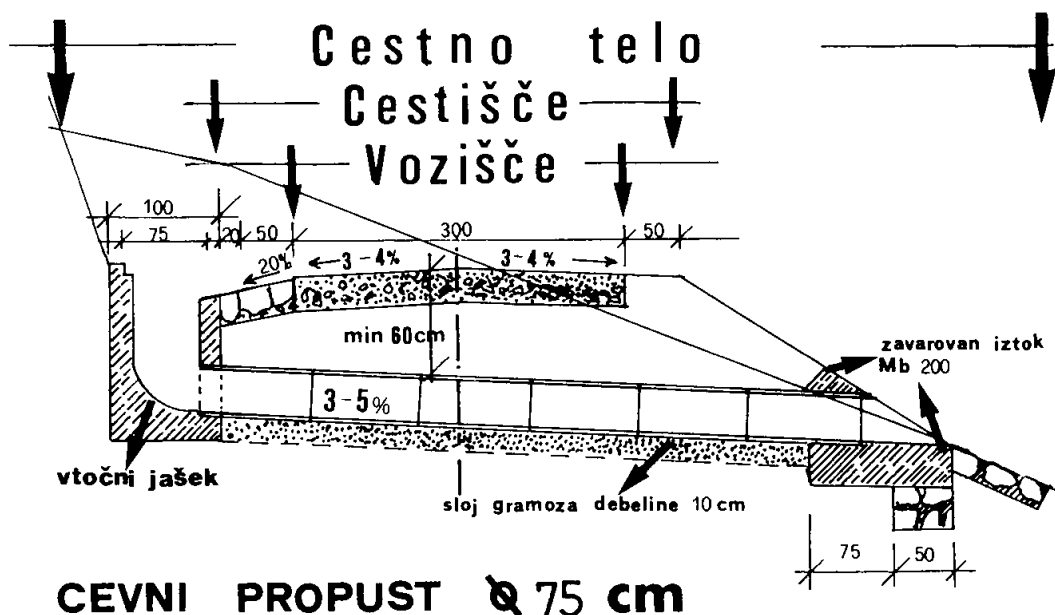
Da bi čim bolj zmanjšali razdiralni vpliv vode, je zelo pomembno, da padavinska voda čim hitreje in po najkrajši poti zapusti površino cestišča. V ta namen je oblikovan prečni naklon vozišča (3–4 %). Tako odtečena voda se nato zbira na robu vozišča ali v koritnici, ki je sestavni del vozišča, ali pa v jarku. Oba sta namenjena zbiranju in odtoku vode s cestišča in posledično odvodnjavanju cestnega telesa. Jarek ima stranice pod kotom 45° oz. nagibom v razmerju 1 : 1, koritnica pa ima proti vozišču naklon pod kotom 20° . Jarek ni utrjen in ga je treba utrditi s pragovi, da preprečimo erodiranje, če je naklon nivelete večji od 6 %. Takšni jarki so dražji za izvedbo, ampak kasneje zahtevajo manj vzdrževanja. Tudi voda po gladki betonski površini veliko hitreje odteka. Jarek in koritnico je možno čistiti tudi strojno (Šavelj, 1992).



Slika 2: Vozišče, koritnica, hodnik (bankina) in jarek (Šavelj, 1992)

Enako pomembno je, da se ta zbrana površinska ali tekoča voda, po najkrajši poti in čim hitreje odvede stran od cestnega telesa, preden začne namakati temelje gozdne ceste. Vode speljemo iz notranje strani na zunanjo (spodnjo) stran s pomočjo prepustov. Poznamo škatlaste in cevne prepuste, ki so namenjeni premostitvi vode pod cestiščem. Priporočeni premeri cevnih prepustov so minimalno 60 cm premera za tekočo vodo in minimalno 40 cm za padavinsko vodo. Imeti morajo ravno pravi padec (naklon med 4 in 6 %), da se dno izpira in ne pride do zamašitve, a po drugi strani voda še ne prehaja v deroči (turbulentni) tok, ki povzroča erodiranje na iztoku. Pri razponih, večjih od 4 m, ne govorimo več o

prepustu ampak je to potem po definiciji že most. Sestavna dela cevnega prepusta sta tudi vtočni jašek in iztok. Oba sta zelo pomembna za zaščito bokov gozdne ceste. Razmiki med cevnimi prepusti na gozdni cesti znašajo med 100 m (neprepustna tla) in 200 m (prepustna tla) (Potočnik, 2004).

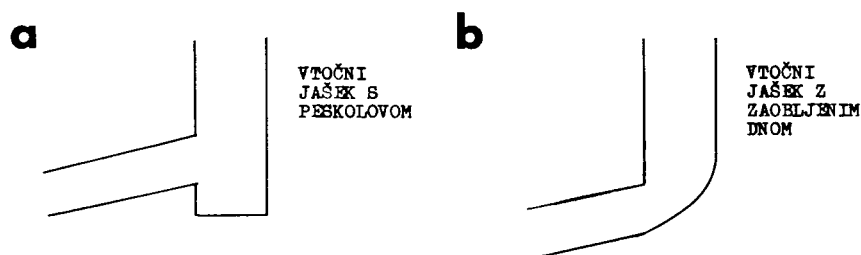


Slika 3: Cestno telo in cevni prepust (Šavelj, 1992)

Poznamo dva glavna načina gradnje vtočnih jaškov cevnih prepustov:

- v peskolovu se trdi delci usedajo na dno, voda pa potem odteče skozi cevni prepust;
- vtok ima zaobljeno in speljano dno v cev, kjer voda izpira trde delce skozi jašek ter naprej skozi cev.

Slaba stran peskolovov je ročno vzdrževanje, ki je danes večinoma predrago. Vtočni jaški morajo imeti sicer premer najmanj 60 cm, da lahko vzdrževalec ob čiščenju počepne do dna. Obe možnosti sta vidni na spodnji sliki 4.



Slika 4: Oblika vtočnega jaška (Šavelj, 1992)

Iztok mora biti primerno zaščiten, da ne prihaja do erodiranja. Če gre samo za padavinsko vodo in je izvedljivo, naredimo podaljšan betonski iztok, kjer vodni tok razdelimo na več manjših. Ali pa vodo po brežini peljemo tudi po betonskih koritih, da ne prihaja do erodiranja brežine (Šavelj, 1992).

1.3 IZVEDBA CEVNEGA PREPUSTA

Ključnega pomena za dolgo življenjsko dobo cevne prepusta je pravilen način vgradnje. Zelo pomembni so zadostna globina vgradnje, zadostna dolžina cevi, pravilen vtok in iztok. Bolje je vgraditi eno večjo cev kot več manjših in sicer zaradi pretočnih zmogljivosti in več robov okoli cevi, ki jih je treba zaščititi ter vzdrževati. Betonske cevi so sestavljene iz več kosov, dolgih en meter. Večinoma imajo utore, v katerih jih zlepimo s fino cementno malto. Pred tem morajo biti cevi popolnoma suhe in vsaj 6 mesecev uležane (Šavelj, 1992).

Cevni prepusti se vgrajujejo, ko je spodnji ustroj že izdelan. Izkopljemo jamo, ki je na vsaki strani vsaj 10 cm širša od premera cevi. Globina vgradnje mora biti večja, kot znesejo skupaj 10 cm podložnega materiala na dnu jame, premer cevi in vsaj 60 cm zemljine med cevjo ter voziščem. Odmeriti moramo pravilen padec dna cevi (3–5 %).

Na dnu izkopane luknje moramo razbiti vse ostre robove, ki bi lahko poškodovali cev. Nato nasujemo 10 cm peska, na katerega položimo cev. Cev nato počasi zasipavamo s peskom tako, da je v celoti obdana s peskom, ki jo enakomerno stiska. Šele potem zasujemo z zemljino (Šavelj, 1992).

Včasih iztoka cevne prepusta ni mogoče vgraditi dovolj globoko. Razlog je lahko premajhna brežina, stoječa voda na spodnji strani ali kaj podobnega. Če kljub temu vgradimo betonsko cev, jo moramo zaščititi z armiranobetonskim plaščem, da ne pride do poškodb zaradi premalo globoke vgradnje.

Pri škatlastih prepustih iz armiranobetonskih nosilcev je vgradnja bolj poenostavljena, saj ni nevarnosti sploščitve cevi. V posebnih primerih se lahko namesto prepusta izvede mulda, ki je tlakovan ali betoniran krajši odsek gozdne ceste, ki je pogobljen, preko katerega teče voda. Primerna je tudi za plazišča ali hudournike, ki nosijo veliko materiala, saj ne more priti do zamašitve.



Slika 5: Mulda na gozdni cesti pod plaziščem pod Mokrico (Foto: Miha Černe)

1.4 VZDRŽEVANJE GOZDNIH CEST

Gozdne ceste so namenski objekti, ki jih je treba vzdrževati, da bi služili namenom zaradi katerih smo jih zgradili. Če jih ne vzdržujemo, začno hitro propadati. Povprečna letna porabljen sredstva za vzdrževanje gozdnih cest v Sloveniji znašajo 60–90 % porabljenih sredstev za gradnjo gozdnih cest (Potočnik, 1992).

Vzdrževanje se opravlja pretežno strojno, vendar je vedno potrebno tudi ročno delo. Glavnina del je predvsem obnavljanje zgornje obrabne plasti. Sicer pa mora vzdrževanje zajeti vzdrževanje vozišča, elementov odvodnjavanja, objektov in brežin. Ločimo tekoče letno vzdrževanje (vsako leto) in periodično vzdrževanje (na 5 do 10 let). Po potrebi pa še tekoče zimsko vzdrževanje.

Pravilo gospodarskega računa pravi, da je gozdna cesta gospodarski objekt, ki mora biti ekonomsko upravičen. To pomeni, da morajo biti njene koristi v celotni življenjski dobi večje kot stroški naložbe (izgradnje) in vzdrževanja ter vsi škodljivi vplivi zaradi njene umestitve (Potočnik, 1992).

Različni avtorji navajajo, da se za vzdrževanje kilometra gozdne ceste porabi približno 2 % njene vrednosti oz. 1,2 % gradbenih stroškov na trdi podlagi ali 2,4 % na mehki podlagi. V dolgoletnem povprečju je znašalo letno vzdrževanje 3 % vrednosti gozdnih lesnih sortimentov v letu (Potočnik, 1992).

2 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKOVANJ

Na tematiko analiziranja odvodnjavanja je bilo narejenih že kar nekaj diplomskih nalog. En izmed razlogov za njihovo številnost so zagotovo velike razlike med posameznimi območji, gledano organizacijsko, tehnično ali geografsko. Vsaka od nalog obravnava konkreten odsek gozdne ceste v svojem specifičnem okolju. Različni so bili tudi osnovni parametri preučevanja. V naši nalogi smo zato analizirali vse do sedaj obravnavane parametre.

Maks Blagotinšek je analiziral stanje cevnih prepustov na odseku gozdne ceste Košutnik – Dovžanka (Bornova posest). Ugotovil je, da je v večini primerov globina vgradnje cevnih prepustov plitka, iztoki pa neurejeni (Blagotinšek, 2005).

Peter Plimon je podobno analiziral stanje cevnih prepustov na gozdni cesti Dobrova – Vraživnik. Tudi njegove ugotovitve so bile podobne, da je globina vgradnje preplitka, iztoki neurejeni in cevni prepusti slabo vgrajeni. Ugotavlja tudi premajhno razdaljo med cevnimi prepusti (Plimon, 2007).

Borut Šturm pa je poskušal stanje cevnih prepustov analizirati glede na naklon nivelete gozdne ceste. Objekt raziskovanja je bila gozdna cesta Hrastnik v gozdnogospodarski enoti Selca. Zaključil je, da je največ poškodb pri naklonih nivelete med 4 in 8 %. Pri manjših naklonih je bila bolj poudarjena zamašenost, pri večjih pa poškodovanost. Ugotovil je še, da je koritnica na celotni trasi zelo zaraščena, kar kaže na zanemarjanje vzdrževanja. Tudi tukaj so izpusti večinoma neurejeni in povzročajo erozijo (Šturm, 2007).

Mateja Šega pa se je v svojem delu osredotočila na časovno dimenzijo pri ugotavljanju poškodovanosti. Analizirala je odsek Javorniške gozdne ceste (Otok - Karlovica) in ugotovila, da zima vpliva na poslabšanje stanja cevnih prepustov. Tudi ona je zaznala preplitko vgradnjo cevi prepustov in neurejene iztoke (Šega, 2008).

3 CILJI NALOGE

Cilj naloge je analizirati stanje sistema za odvodnjavanje cestnega telesa na primeru gozdne ceste v dolini Korošice in na osnovi zbranih podatkov predvideti dodatne ukrepe za doseganje popolnega odvodnjavanja cestnega telesa gozdne ceste in s tem njeno polno ter mnogonamensko rabo ob čim manjših vzdrževalnih stroških.

Osredotočili smo se predvsem na elemente za odvodnjavanje cestnega telesa gozdnih cest, kot so jarek, koritnica, cestni prepust, mulde in mostovi.

Zastavili smo si naslednje cilje:

- popisati stanje elementov odvodnjavanja na izbranem odseku;
- analizirati podatke in narediti zaključke;
- določiti potrebna vzdrževalna dela;
- ugotoviti finančne zmožnosti in optimalno razporeditev sredstev;
- poiskati predloge za izboljšave s čim manj dodatnimi sredstvi.

Zbrane rezultate popisa in ugotovitve bomo predali pristojnim službam, da jim bodo morebiti v pomoč pri nadaljnjem načrtovanju ter izvajanju vzdrževalnih del na omenjenem odseku.

4 DELOVNE HIPOTEZE

Predpostavljamo, da zaradi načina gradnje v preteklosti in pomanjkanja sredstev za vzdrževanje gozdnih cest (kar izhaja iz dostopne literature in poročil Zavoda za gozdove Slovenije, v nadaljevanju ZGS) sistem odvodnjavanja cestnega telesa ni popoln ter so potrebne dodelave in izboljšave.

Postavili smo naslednje delovne hipoteze:

1. zima, sneg in močnejše padavine spomladi vidno škodijo elementom odvodnjavanja;
2. cevi cevnih prepustov so zaradi napačne (plitke) vgradnje poškodovane in se zaradi premajhnih premerov mašijo;
3. iztoki močno erodirajo, ker so nezavarovani, nakloni odtočnih cevi pa preveliki;
4. redno letno vzdrževanje elementov odvodnjavanja je cenejše kot periodično.

5 ZAKONSKE OSNOVE

5.1 ZAKON O GOZDOVIH – ZG (2015)

37. člen govori o načrtovanju gozdne infrastrukture, da je gradnja gozdnih prometnic v javnem interesu in da se morajo graditi, vzdrževati ter uporabljati na način, da se gozdna tla, rastlinstvo in živalstvo čim manj prizadenejo, ter da se ne:

- ogrozijo vodni viri;
- povzročijo erozijski procesi;
- prepreči odtok visokih vod iz hudournikov;
- poveča nevarnost plazov;
- poruši ravnotežje na labilnih tleh;
- poslabša odtok padavinskih vod, tako da bi bila ogrožena kmetijska ali druga zemljišča ali da bi bil ogrožen obstoj gozda ali onemogočen njegov razvoj;
- prizadenejo območja, pomembna za ohranitev prosto živečih živali;
- prizadene naravna ali kulturna dediščina;
- ogrozijo druge funkcije oziroma večnamenska raba gozdov.

38. člen govori o vzdrževanju in pravi, da sredstva za vzdrževanje gozdnih cest zagotavljajo lokalne skupnosti iz lastnih sredstev in iz prihodkov iz 49. člena tega zakona ter Republika Slovenija (v nadaljevanju RS) iz proračuna. Izvedbo vzdrževanja gozdnih cest zagotavlja lokalna skupnost na podlagi programa vzdrževanja, ki ga pripravi ZGS skupaj z lokalno skupnostjo.

48. člen v 2. odstavku govori o tem, da se v proračunu RS zagotavljajo sredstva med drugim tudi za:

- vzdrževanja gozdnih cest;
- gradnje in rekonstrukcije gozdnih cest;
- priprave, gradnje in rekonstrukcije gozdnih vlak.

49. člen pravi, da se prihodki za vzdrževanje gozdnih cest zagotovijo lokalnim skupnostim iz davka, odmerjenega od gozdnih zemljišč (skladno z zakonom, ki ureja davek na nepremičnine). Višino prihodka, ki pripada posamezni lokalni skupnosti, določi Vlada RS. Lokalna skupnost mora takšna namenska sredstva porabiti izključno za vzdrževanje gozdnih cest.

5.2 PRAVILNIK O GOZDNIH PROMETNICAH (2009)

Ta pravilnik določa pogoje za načrtovanje, projektiranje, gradnjo, vzdrževanje, način uporabe in evidentiranje grajenih gozdnih prometnic, načrtovanje, pripravo, uporabo ter vzdrževanje negrajenih gozdnih prometnic in izvajanje gozdarskih investicijskih vzdrževalnih del z vidika gospodarjenja z gozdovi ter izvajanja posegov v prostor.

9. člen govori o tehničnih zahtevah za nove ali rekonstruirane gozdne ceste in med drugim pravi, da meteorne vode iz cevni prepustov ni dovoljeno speljati v stalne vodotoke, iztoki pa morajo biti izvedeni tako, da ne povzročajo progresivnih erozijskih procesov. Koritnica, bankina oz. hodnik morajo biti široki najmanj 0,5 m, jarek pa 0,8 m. Minimalni premer betonskega cevne prepusta za odvodnjavanje padavinske vode mora biti 50 cm ali 40 cm, če uporabimo dvoslojne polipropilenske ali jeklene cevi z gladko notranjo površino. Prečni naklon mora znašati najmanj 3 %.

16. člen pa govori o vzdrževanju gozdne ceste na način, da se ohranjajo prevoznost, varna uporaba, gospodarnost vlaganj, preprečijo škodljivi vplivi na bližnjih zemljiščih in motnje v pomembnih življenjskih prostorih prosto živečih živali. Izvesti je treba 'tekoče letno vzdrževanje' (ohranjanje stanja, preprečevanje zmanjševanja prevoznosti, vzdrževanje vozišča, koritnic in bankin ter drugih naprav za odvodnjavanje in manjša popravila naprav ter objektov cestnega telesa), 'tekoče zimsko vzdrževanje' (priprava na zimsko vzdrževanje in odstranjevanje snega ter posipavanje) ter 'periodično vzdrževanje' (obnovitev vozišča, večja popravila naprav in objektov cestnega telesa), ki se izvaja v daljših časovnih periodah. Tekoče zimsko vzdrževanje gozdnih cest se financira iz rednih sredstev za vzdrževanje gozdnih cest, če je to potrebno pri gospodarjenju z gozdovi v zimskem času.

21. člen narekuje, da mora uporabnik po uporabi gozdne ceste, očistiti vozišče in elemente za odvodnjavanje (jarki, koritnice, odtočni jaški, itd.) ter vzpostaviti stanje, kakršno je bilo pred uporabo.

5.3 UREDBA O PRISTOJBINI ZA VZDRŽEVANJE GOZDNIH CEST (2012)

Pristojbino plačujejo lastniki gozdov, vendar ne, če gre za varovalne gozdove ali s cestami ne odprte (območje večje od 100 ha, pravilna razdalja večja kot 1200 m za traktorsko in 800 m za spravilo z žičnico). Sredstva so namenska za vzdrževanje gozdnih cest na podlagi letnega programa ZGS. Lastnikom zasebnih gozdov se obračunava po stopnji 14,7 % od katastrskega dohodka, Skladu kmetijskih zemljišč in gozdov (v nadaljevanju SKZG) pa po 20 % (zadnja sprememba 16.12.2010). Pristojbine se nato razdelijo po občinah. Glede na potrjen program, se sredstva usmerijo na gozdne ceste, kjer je vzdrževanje potrebno.

5.4 ZAKON O JAVNEM NAROČANJU – ZJN (2015)

1. »Javno naročilo« pomeni pisno sklenjeno odplačno pogodbo med enim ali več gospodarskimi subjekti in enim ali več naročniki, katere predmet je izvedba gradenj, dobava blaga ali izvajanje storitev.
2. »Javno naročilo gradenj« pomeni javno naročilo, katerega predmet je:
 - a) izvedba gradenj ali projektiranje in izvedba gradenj, povezanih z eno od dejavnosti s Seznama dejavnosti na področju gradenj, ki je Priloga II Direktive 2014/24/EU in Priloga I Direktive 2014/25/EU (v nadaljnjem besedilu: Seznam dejavnosti na področju gradenj);
 - b) izvedba gradnje ali projektiranje in izvedba gradnje;
 - c) izvedba gradnje s katerimi koli sredstvi po navodilih naročnika, ki odločilno vpliva na vrsto ali projektiranje gradnje.
3. »Gradnja« pomeni zaključeno visoko ali nizko gradnjo kot celoto, ki je samozadostna pri izpolnjevanju določene gospodarske ali tehnične funkcije.
4. Ta zakon se uporablja za javna naročila, katerih ocenjena vrednost brez DDV je enaka ali večja od 20.000 EUR za javno naročilo blaga ali storitev ali projektni natečaj ali je enaka ali večja od 40.000 EUR za javno naročilo gradenj. To velja na splošnem področju, na infrastrukturnem področju pa je prvi znesek 50.000 EUR, drugi pa 100.000 EUR. Če je znesek manjši od prej navedenih mejnih vrednosti, a enak ali večji od 10.000 EUR, pa mora naročnik voditi evidenco naročil in sporočati podatke ter jih objavljati na svoji spletni strani ali portalu javnih naročil.
5. Zavezani naročniki po tem zakonu so organi RS, organi samoupravnih lokalnih skupnosti, druge osebe javnega prava, javna podjetja, ki opravljajo dejavnosti na infrastrukturnem področju, in vsi ostali subjekti, ki opravljajo dejavnosti na infrastrukturnem področju ter jim je pristojni organ RS podelil posebne ali izključne pravice.

6 OBJEKT PREUČEVANJA

Preučevani objekt gozdnih cest spada ureditveno v JZ del gozdnogospodarske enote Kamniška Bistrica (v nadaljevanju GGE), ki spada pod gozdnogospodarsko območje Ljubljana (v nadaljevanju GGO). Pristojna je krajevna enota ZGS Kamnik.

6.1 GGE KAMNIŠKA BISTRICA

Celotna površina zavzema 6.106 ha, od tega gozdni prostor 5.326 ha. Prevladujejo rastišča gorskih in visokogorskih bukovij na karbonatnih kamninah (43 %), rastišča rušja in šotnih barij (18 %), termofilno bukovje ter bukovje na rendzinah (15 %), rastišča jelke in smreke (7 %), rastišča gabrovij ter dobrav (6 %), rastišča logov (5 %) in rastišča termofilnih grmičavih gozdov (5 %). Med drevesnimi vrstami prevladujeta bukev (45 %) in smreka (28 %), sledita pa še macesen (11 %) ter gorski javor (5 %). Skupni prirastek znaša 3,8 m³/ha/leto. Gozdovi se brez težav obnavljajo po naravni poti. Spremenjenih je 65 % gozdov. V preteklosti se je večinoma sadila smreka. Lesna zaloga je 358 m³/ha (od tega je 71 % iglavcev). Letni prirastek je 8 m³/ha (od tega je 66 % listavcev) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2009).

6.1.1 Lastništvo gozdov

Na območju GGE prevladujejo državni gozdovi (SKZG). Zasebni in gozdovi lokalnih skupnosti predstavljajo samo 25% površine. Še vedno so aktualne zahteve po denacionalizaciji s strani agrarne skupnosti Meščanska korporacija Kamnik (MEKOK), a za zdaj do odločbe o vrnitvi še ni prišlo (Gozdnogospodarski načrt ..., 2009). Na našem obravnavanem odseku pa so praktično samo državni gozdovi.

6.1.2 Funkcije gozdov

Poudarjene so naslednje funkcije glede na delež površine: varovalna funkcija 1. stopnje (93 % skupne površine gozdov), biotska funkcija 1. stopnje (30 %), 2. stopnje (69 %). Izrazita je tudi hidrološka funkcija – 1. stopnja (6 %), 2. stopnja (94 %). Izstopa še funkcija varovanja naravnih vrednot – 1. stopnja (26 %). Požarno ogroženih (1. in 2. stopnje) gozdov ni (Gozdnogospodarski načrt ..., 2009). Na našem obravnavanem območju so varovalni gozdovi pod Hudim koncem (Pekov graben) in na JV pobočjih pod Kompotelo ter Mokrico. Biotska funkcija je evidentirana ob potokih, kjer se pojavljajo redke obvodne združbe. Nekaj je tudi izrazite hidrološke funkcije – Dolgi potok.

6.1.3 Podnebje in vodne razmere

GGE leži v območju predalpsko-alpske klime, kar pomeni zmerno hladno in vlažno podnebje. Zaradi strmih pobočij nastajajo na dnu temperaturne inverzije. Padavine so prek celega leta, največ pa spomladi in jeseni ter najmanj pozimi. Padavine so pogoste in obilne kar pokaže dolgoletno povprečje Agencije Republike Slovenije za okolje (v nadaljevanju ARSO) za obdobje 1961–1995, ki znaša za enoto od 1556 mm do 2806 mm. Vsi vodotoki imajo ob obilnem deževju hudourniški značaj, stoječih voda ni (Gozdnogospodarski načrt ..., 2009).

6.1.4 Matična podlaga in tla

Večino nižjih predelov tvori oligocenski apnenec. Vzdolž Kamniške Bistrice in njenih pritokov pa se pojavljajo naplavine diluvialne in aluvialne dobe. Matično podlago tvorijo večinoma apnenci in dolomiti srednje ter zgornje triade. Tla so po večini karbonatna, silikatna, nekje diluvialna (rjava in rendzine) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2009).

6.1.5 Odprtost gozdov

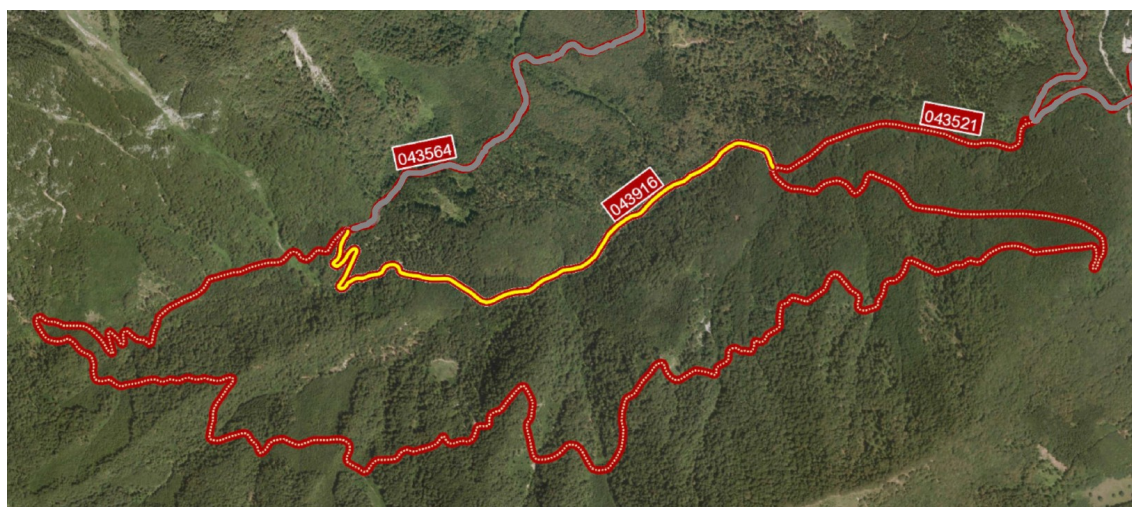
Odprtost gozdov s cestami znaša 17 m/ha, kar je nad povprečjem GGO (15,8 m/ha). Javnih cest je 15,6 km, gozdnih cest pa 19,8 km. Vse so produktivne. Glede na pojmovanje Uredbe o pristojbini za vzdrževanje gozdnih cest zaprtih območij tukaj ni. Kjer je načrtovan možni posek, je za spravilo odprte 60 % površine. Razlogi za razmeroma veliko neodprto površino so: veliki nakloni, jarkast teren in skalovitost. Spravilne razmere so težke. Traktorsko spravilo je pogosto kombinirano z ročnim predspravilom. Visok je tudi delež žičnega spravila. Povprečna spravilna razdalja (traktorsko 36 %, z žičnico 19 %, kombinirano 45 %,...) znaša 405 m. Povprečna v GGO je 385 m. Stroški vzdrževanja gozdnih cest v GGE znašajo 286 €/km/leto. Prednostna območja za gradnjo gozdnih cest so tam, kjer je spravilna razdalja večja od 600 m, možni posek večji od 4 m³/ha/leto in je intenzivnost gospodarjenja vsaj srednje stopnje (Gozdnogospodarski načrt ..., 2009).

6.2 ANALIZIRANI ODSEK GOZDNIH CEST

Obravnavani objekt je odsek gozdnih cest v dolini Korošice, kjer teče istoimenski potok, ki je desni pritok reke Kamniške Bistrice v zgornjem dolinskem (nekdanjem ledeniškem) delu istoimenske doline. Zaledje, ki napaja potok Korošica, obsega severne strani Hudega konca, Kamniškega vrha, Planjave, Kržišč ali Pokovš, vzhodni rob Krvavca, južna pobočja planin Koren in Košutna ter ostala južna in vzhodna pobočja pod Kompotelo ter Mokrico. Sama os doline poteka približno od vrha Krvavca in se steka proti spodnji postaji kabinske

žičnice na Veliko planino, približno v smeri od zahoda proti vzhodu.

Preučevani odsek gozdne ceste je v ureditvenih načrtih razdeljen na dva dela. Prvi je gozdna cesta 043521, ki poteka od začetka doline (kjer je soteska po imenu V kotlu) ter čez celotno severno pobočje Kamniškega vrha in Planjave (na sliki 6 označena z rdečo barvo). Drugi del je gozdna cesta 043916, ki poteka po dolini ob potoku Korošica od mosta, kjer je razcep za zgornjo gozdno cesto, do razcepa pod Mokrico (na sliki 6 označena z rumeno barvo). Najnižja kota pri vstopu v dolino je približno 520 m. n. m., na najvišjem delu pa približno 980 m. n. m.



Slika 6: Ureditev obravnavnih gozdnih cest (ZGS - KE Kamnik, 2016)

Teren je na obeh straneh doline precej strm in preprečen s potoki ter hudourniki. Večina od teh ne presahne niti ob sušah. Na srečo je gozd vitalen in za zdaj ne prihaja do erozijskih žarišč. Glavnino drevesnih vrst sestavljajo bukev, smreka in gorski javor. Prostor ob potokih, kjer prihaja tudi do poplavljanja, poraščajo obrečna vrbovja, jelševja in jesenovja – kvalifikacijski habitatni tip.

Vodne razmere so v tej dolini izrazito alpske, to pa v povezavi s širnimi, a precej strmimi tereni, pomeni velik izziv za vzdrževanje gozdnih cest, še posebej za sistem odvodnjavanja cestnega telesa. Vodozbirno območje potoka Korošica s pritoki je razmeroma veliko in ob močnejših padavinah se količina vode hitro poveča, saj se stekajo v tej dolini potoki z okoliških vrhov, ki merijo skoraj 2.000 m. n. m. v višino.

ZGS pripravi program vzdrževanja, ki ga potrdi Občina Kamnik, ki nato z javnim razpisom izbere izvajalca. Izvajalci na tem odseku čistijo objekte s pomočjo rovokopača in oblikujejo cestišče z grederjem. Po potrebi čistijo prepuste s komunalnim vozilom.

7 METODE DELA

7.1 TERENSKO DELO

Izdelali smo snemalni list za ocenjevanje stanja sistema za odvodnjavanje cestnega telesa gozdne ceste, s pomočjo katerega smo nato na terenu popisovali dejansko stanje. Vodilo pri izbiri parametrov na snemalnem listu so bile ugotovitve iz dosedanjih raziskav. Prvič smo popisali in označili objekte avgusta 2015. Nato smo v decembru 2015 pred snegom, ko je najmanj zelenja, premerili vse objekte. Drugo merjenje smo opravili maja 2016. Celotno traso smo tudi posneli s kamero za potrebe zaznavanja izvedbe koritnice oz. jarka.

Za vse objekte smo zbrali GPS-koordinate, ki smo jih izmerili s pomočjo GPS-sprejemnika Garmin eTrex Vista HCx. Uporabljali smo metodo povprečnih vrednosti, kjer se vsako sekundo določi lokacija. Lokacija se je merila ves čas opravljanja ostalih meritev posamezne enote, vendar ne manj kot 120 meritev. Natančnost lokacij smo preverili tako, da smo jih umestili na letalske posnetke in posnetke LIDAR, da smo preverili ali so na pravem delu preučevane gozdne ceste. Razdalje med objekti (hektometraža) smo izmerili s pomočjo kolesarskega in avtomobilskega števca razdalje ter jih uskladili. Izmerili smo tudi nadmorsko višino objektov s pomočjo barometra v GPS-napravi. Premere, dolžine in globine cevni prepustov smo merili s pomočjo kovinskega merilnega traku in laserskega razdaljemera Walter LDM 35, ki ima območje merjenja med 0,05 in 35 m ter natančnost 1,5 mm. Območje delovne temperature je od 0° do 40° C.

Pri posameznem objektu odvodnjavanja smo merili ali ocenjevali parametre, predstavljene v nadaljevanju. Označili smo tudi izrazite prečne jarke in mesta, kjer morda manjkajo cevni prepusti.

Izgradnjo smo označevali z naslednjimi kraticami:

Z – zidano (k–kamen ; b–beton ; ab–armiranobetonski nosilci)

M – montažno (b–betonska cev)

L – les

J – jama

- VTOK

- Način izgradnje;

- Poškodovanost: 1–4 (1–nepoškodovan ; 2–malo poškodovan ; 3–močno poškodovan ; 4–potreben popravila ali zamenjave);

- Peskolov: P–klasičen peskolov ; J–jama, kjer se material zbira na dnu (pod planumom), pred vstopom v prepust.

- CEV
 - Način izgradnje;
 - Premer cevi/prepusta (cm);
 - Dolžina cevi/prepusta (cm);
 - Globina vgradnja na notranji strani – vtok (cm);
 - Globina vgradnje na zunanji strani – iztok (cm);
 - Poškodovanost: 1–4 (1–nepoškodovan ; 2–malo poškodovan ; 3–močno poškodovan ; 4–potrebna popravila ali zamenjave);
 - Zamašenost (0 % ; 1–25 % ; 26–50 % ; 51–100 %) 0 % predstavlja čisto (sprano) cev, 51-100 % pa zamašeno cev. Ko je cev enkrat zapolnjena čez polovico premera se zelo hitro zamaši v celoti, zato smo vmesne stopnje med 51 in 100 % izpustili.
- IZTOK
 - Utrjenost (izgradnje);
 - Poškodovanost: 1–4 (1–nepoškodovan ; 2–malo poškodovan ; 3–močno poškodovan ; 4–potreben popravila ali zamenjave);
 - Zavarovanost brežine (K – kamni ; B – betonirana podlaga ; L – lesena bruna ; S – skalovje);
 - Erodiranost pobočja (1–zmerna ; 2–znatna ; 3–izrazita / skelet).

7.2 KABINETNO DELO

Izdelali smo eno obširno tabelo vseh parametrov objektov in nato poskušali povezati parametra poškodovanosti in zamašenosti s premerom in dolžino prepusta. Podobno povezavo smo iskali tudi z globino vgradnje cevi.

Za izdelavo oz. pisanje samega dela smo uporabili brezplačno odprtokodno programsko opremo LibreOffice, ki med drugim vključuje urejevalnik besedil Writer in urejevalnik preglednic Calc. Za analizo točnosti GPS-koordinat preučevanih objektov smo uporabili program Google Earth® (letalski posnetki) in posnetke LIDAR iz Atlasa okolja (ARSO). Za izdelavo pregledne karte z vsemi objekti smo uporabili orodje Google My Maps®.

Kartografske pripomočke smo uporabili na spletnih portalih

ARSO (<http://gis.arso.gov.si/atlasokolja>) in ZGS (<http://prostor.zgs.gov.si/pregledovalnik>).

8 REZULTATI

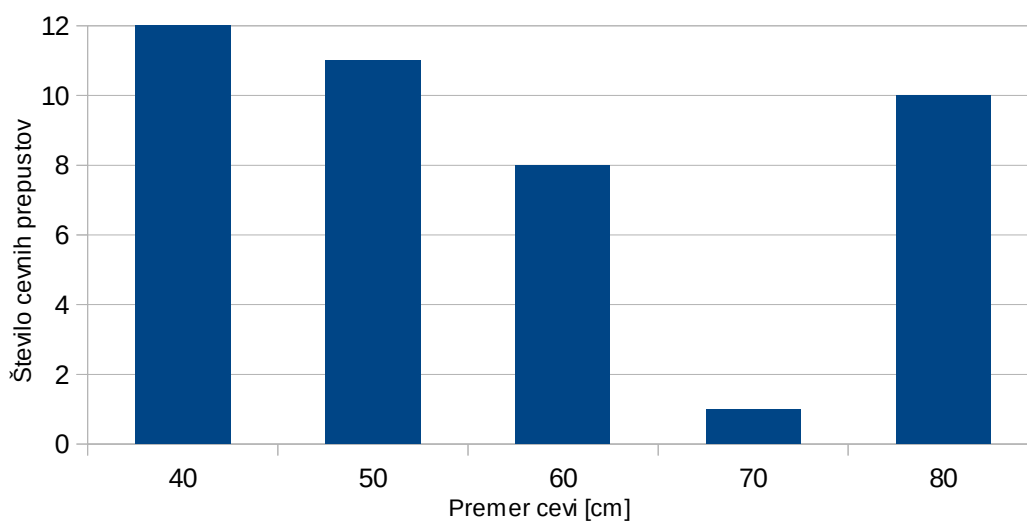
Identificirali in premerili smo 65 objektov za odvodnjavanje cestnega telesa na omenjeni trasi preučevane gozdne ceste. Od tega je bilo 47 prepustov, čez katere poteka klasično makadamsko vozišče. Mostov, konstrukcijsko gledano, je bilo 5, čeprav po definiciji niso, ker je njihov razpon manjši od 4 m. Gre za objekte (31, 48, 50, 54 in 55), ki imajo zidana robova na vsaki strani potoka, ki ju povezuje lesena ali armiranobetonska nosilna konstrukcija in služijo premostitvi potoka Korošica. Most po definiciji (razpon 4 m) je samo na vstopu v dolino (objekt 66). Poleg tega smo identificirali še 7 prečnih jarkov, ki so večinoma narejeni, da preusmerijo vodo iz koritnice čez vozišče na spodnjo stran. Na severnem delu pod plaziščem so bile 4 mulde. Ostane še poseben objekt, ki je izgledal kot zaplavna pregrada, zgrajena za premostitev gozdne ceste, katera nima večjega prepusta za vodo, čeprav skozi teče voda.

8.1 PREPUSTI

Od 47 prepustov so bili 4 pravokotni prepusti zgrajeni iz armiranobetonskih nosilcev, ki služijo premostitvi hudournikov na najbolj strmih pobočjih etažne gozdne ceste. En je bil zidan iz kamna, ostalih 42 je bilo cevni prepusti iz betonskih cevi, katere smo preučili v nadaljevanju. Vsi podatki se nahajajo v prilogi A. V prilogi C lahko vidimo razdalje med posameznimi objekti. Te razdalje kažejo, da med posameznimi objekti odvodnjavanja razdalje niso vedno znotraj priporočenih kriterijev. Še posebej to velja za strme predele.

8.1.1 Premer

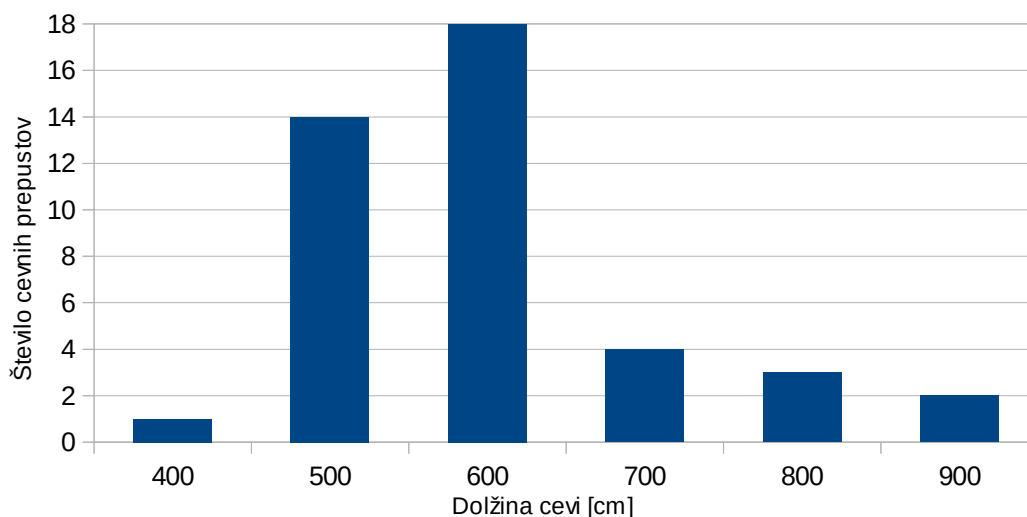
Porazdelitev premerov cevni prepustov iz betonske cevi je prikazana na spodnji sliki 7, kjer vidimo, da gre večinoma za cevne prepuste z manjšimi premeri. Večji premeri od 60 do 80 cm premera so namenjeni predvsem premostitvi tekočih voda in hudournikov. Moramo pa vedeti, da se v tako strmi dolini v večino cevni prepustov ob močnejšem deževju steka tudi meteorna voda iz strmih okoliških pobočij.



Slika 7: Porazdelitev cevni prepustov glede na premer cevi

8.1.2 Dolžina

Pri izmerjenih dolžinah cevi cevni prepustov prevladuje dolžina med 5 in 6 m. Ostale dolžine se pojavljajo redkeje, predvsem na razširitvah gozdne ceste (izogibališče, prostor za skladiščenje lesa, ovinek itd.). Pri pravokotnih prepustih so dolžine od 8 do 9 m. Ti se pojavljajo na odsekih, kjer gozdna cesta preči jarke v zavoju. Po teh jarkih je voda skoraj stalno prisotna (Dolgi potok, Veliki graben in Pekov graben).



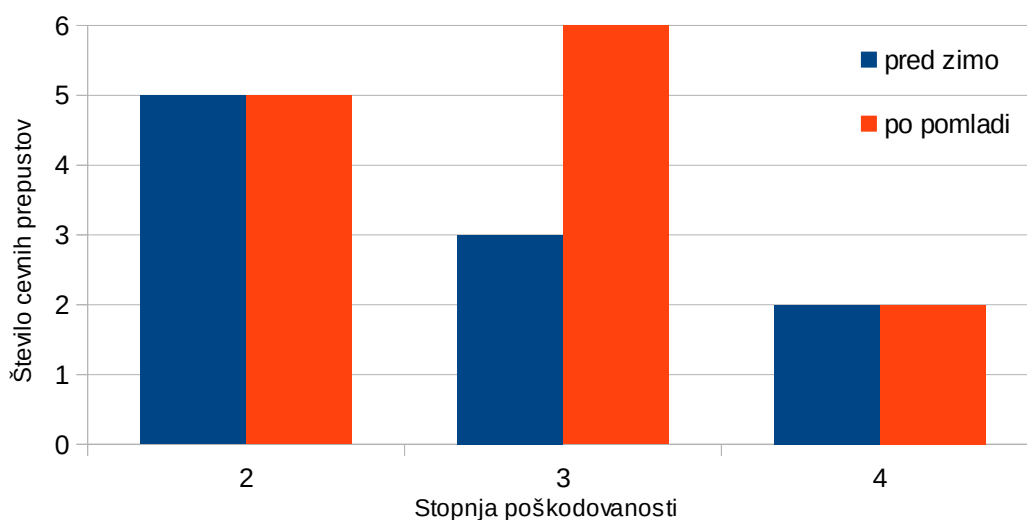
Slika 8: Porazdelitev cevni prepustov glede na dolžino cevi

8.1.3 Poškodovanost

Pred zimo smo 47 prepustom ocenili poškodovanost z oceno od 1 do 4. Od 47 premerjenih prepustov jih je bilo poškodovanih (stopnja poškodovanosti 2,3 ali 4) 11. En izmed teh je škatlasti armiranobetonski prepust. Ostali so cevni, od katerih jih je bilo poškodovanih 10, kar predstavlja 24 % vseh cevni prepustov. Spomladi smo jih ponovno ocenili in našli 13 poškodovanih cevni prepustov (31 % od vseh). Na naslednji sliki 9 vidimo porazdelitev cevni prepustov glede na stopnjo poškodovanosti pred in po zimi. Vidimo, da se je povečalo število cevni prepustov v 3. stopnji, katera pomeni resno poškodbo in je tik pred 4. stopnjo, ki pomeni takojšnjo zamenjavo.

Veliko poškodovanih cevi (5 od 11) je bilo konec pomladi še (vsaj za eno stopnjo) bolj poškodovanih (objekti 28, 36, 41, 74, 76).

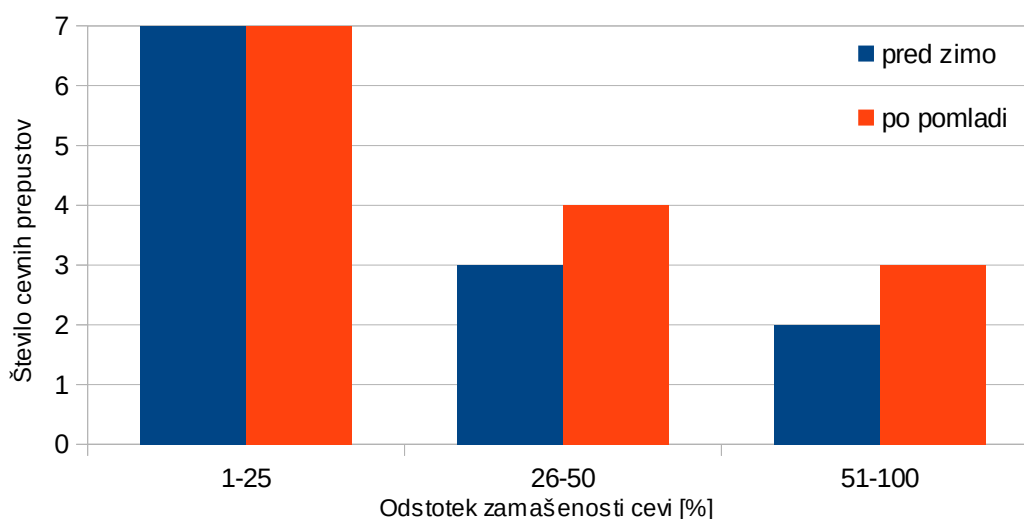
Pri 9 poškodovanih cevni prepustih se stopnja poškodovanosti ni spremenila. 2 od teh sta bila že prej z najvišjo (4.) stopnjo poškodovanosti.



Slika 9: Porazdelitev cevni prepustov glede na stopnjo poškodovanosti

8.1.4 Zamašenost

Pred zimo smo pri 16 od 47 prepustih zaznali povečano zamašenost (katerokoli stopnjo večjo od 0 %), kar predstavlja 34 % od vseh. Spomladi smo pri 18 ugotovili zamašenost. Šest cevni prepustov, ki so bili zamašeni, se je vsaj delno odmašilo oz. se jim je zmanjšala stopnja zamašenosti (objekti 13, 16, 17, 36, 37, 49). Od tega 3 na 0 %. Pri 7 cevni prepustih se je stopnja zamašenosti povečala vsaj za eno stopnjo, pri 8 cevni prepustih pa je ostala stopnja zamašenosti enaka. Na sliki 10 spodaj lahko vidimo porazdelitev prepustov glede na stopnjo zamašenosti pred in po zimi.



Slika 10: Porazdelitev cevnih prepustov glede na odstotek zamašenosti cevi

8.1.5 Vtok

En prepust je imel klasičen vtočni jašek (objekt 4) iz pokončne betonske cevi brez pokrova, ki je imel klasičen peskolov. En prepust ni imel izdelanega vtoka. Gre za prepust, po katerem je voda speljana iz jarka neposredno v cev in iz nje v potok Korošica (objekt 49). Ostalih 45 jih je imelo izkopano veliko in globoko jamo z dnom pod nivojem planuma in pod nivojem vstopa v cev (funkcija peskolova). Štirje prepusti so imeli utrjeno brežino pri vtoku v cev (kombinacija kamna in betona).

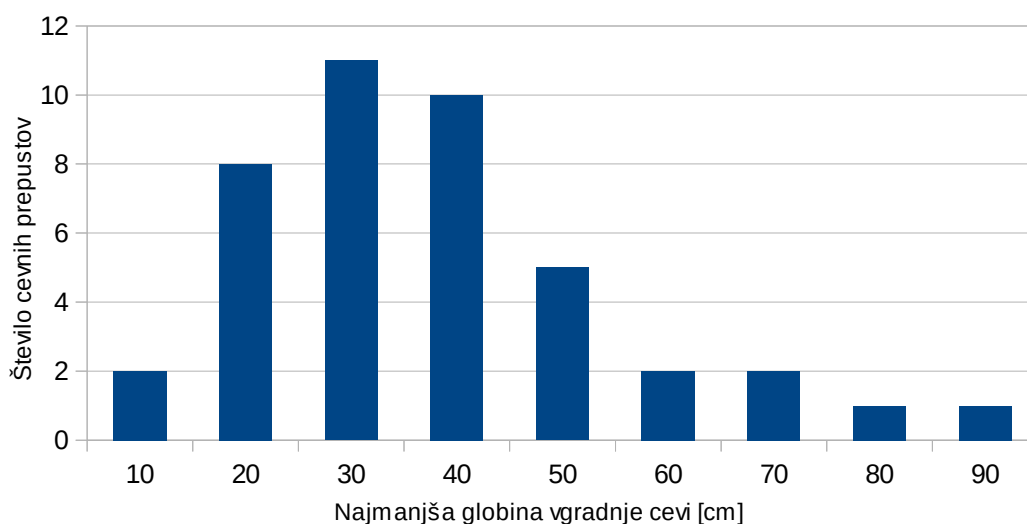
8.1.6 Iztok

Pri slabi polovici prepustov (21 od 48) smo ugotovili zavarovano iztočno cev. Pojavljajo se zidani iz kamna ali kamna ter betona in zloženi iz lesa. Samo v 9 primerih (manj kot petina) pa smo ugotovili tudi zavarovan iztok cevi, ki ščiti teren pred erodiranjem vode, ki priteče iz cevi. V šestih primerih, ki nimajo zaščite iztoka, smo ugotovili najvišjo (3.) stopnjo erodiranosti pobočja. V dveh primerih pa gre za najvišjo stopnjo erodiranosti, kljub temu, da je iztok zaščiten. To sta dva večja armiranobetonska prepusta, ki prepuščata večja hudournika.

8.1.7 Globina vgradnje

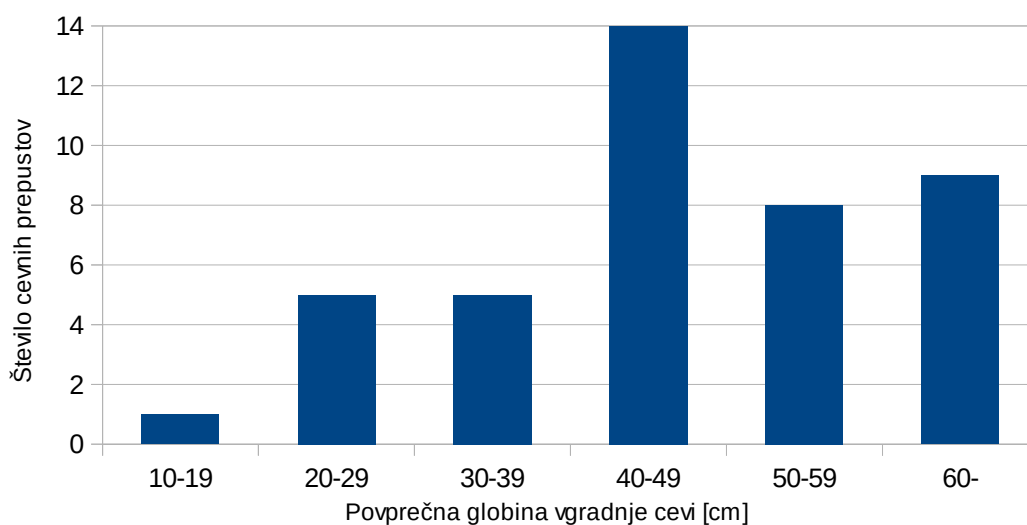
Pri meritvah globine vgradnje cevi prepusta pod nivo vozišča, smo ugotovili, da je globina pri večini cevnih prepustov premalo globoka. Treba je vedeti, da so pri teh meritvah možna večja odstopanja, vendar je kljub temu veliko število cevnih prepustov, ki imajo cev premalo globoko pod voziščem. Na strmih brežinah je večinoma dovolj prostora, za

postavitev iztočne cevi dovolj globoko v cestno telo. Na spodnji sliki 11 vidimo porazdelitev števila cevnih prepustov glede na minimalno globino vgradnje (na zgornji ali spodnji strani).



Slika 11: Porazdelitev cevnih prepustov glede na minimalno globino vgradnje

Ker morda najmanjša globina ni pravi pokazatelj, še posebej pri velikih dolžinah cevi v zavojih ali drugih razširitvah, lahko vidimo na sliki 12 porazdelitev števila cevnih prepustov glede na povprečno globino vgradnje. Še vedno ima samo ena petina cevnih prepustov povprečno globino vgradnje vsaj 60 cm ali več, kot je narekuje priporočilo. Ena četrtnina ima povprečno globino vgradnje manjšo od 40 cm.



Slika 12: Porazdelitev cevnih prepustov glede na povprečno globino vgradnje

8.2 JAREK IN KORITNICA

Odvodnjavanje na spodnjem dolinskem delu, ob potoku Korošica, je izvedeno s pomočjo jarka, preostali del etažne gozdne ceste (od Jerinega skoka do Markove ravni) pa ima zgledno oblikovano koritnico. Na najbolj strmem predelu, pod Kamniškim vrhom, kjer sta pred ovinkom in za ovinkom narejena prečna jarka, zaradi posebej velike strmine, prihaja do velike erozije v koritnici. Na takšnih mestih si je deroča voda že izoblikovala svoj jarek zraven koritnice. Del, ki se spušča od Markove ravni do razcepa pod Mokrico, ima neizraženo koritnico. Odvodnjavanje je v celoti prepuščeno izrazitim prečnim jarkom.

8.3 MULDE IN MOSTOVI

Prej omenjen del ceste, ki se nahaja na plazišču pod Mokrico, so v preteklosti že poškodovali plazovi, zato so tam sedaj naredili mulde. Tudi mulde so v slabem stanju. Pojavlja se spodkopavanje z zgornje strani ceste. Manjka zaščita iztoka, kjer voda iz roba mulde pada pod utrjeno brežino. Mostovi so dokaj dobro ohranjeni. Nekaj jih ima dotrajane lesene elemente na vozišču, ki lahko v kratkem času že predstavljajo nevarnost. Pri dveh se pojavlja bolj izrazito erodiranje utrjene struge (kamen v betonu) pod mostom. Na nekaj mestih se nam je zdelo, da manjkajo cevni prepusti. Tak občutek so nam dali velika razdalja med prejšnjim in naslednjim cevnim prepustom ter večja vlažnost cestnega telesa, kar je bilo vidno, kot povečana zaraščenost vozišča in roba, kjer bi morala biti koritnica bolj izrazita.

8.4 STROŠKOVNI VIDIK VZDRŽEVANJA

V GGE je skupno 19,8 km gozdnih cest. Od tega predstavlja naš odsek 11,1 km (56 %). Na ZGS KE Kamnik so nam pripravili dobre podatke o stroških vzdrževanja gozdnih cest za obdobje od vključno leta 2005 do vključno leta 2015. Skupaj torej 11 letnih vzdrževanj. Ugotovili smo, da je bilo za 56 % gozdnih cest v GGE, porabljenih v povprečju 63 % denarja, kar je pričakovano, saj gre za najvišje ležečo gozdno cesto v GGE. V evrih to znaša od 155 do 510 EUR/km/leto. V povprečju 11 let pa 340 EUR/km/leto, kar je za 19 % več od povprečja v GGE (286 EUR/km/leto) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2009).

Za preučevani odsek je bilo v 11 letih porabljenih skupno 41.124 EUR. Letno povprečje tako znaša 3.739 EUR. Najmanj je bilo porabljenih 1.703 EUR leta 2010, največ pa 5.605 leta 2009, odvisno od potrebnih rednih oz. periodičnih vzdrževalnih del.

Iz pogodbenega cenika vzdrževalnih del lahko razberemo, da stane vgradnja cevne prepusta s

- 50 cm premera 60 EUR/tm;
- 80 cm premera pa 80 EUR/tm.

Če predpostavimo, da ima povprečni cevni prepust premer 50 cm in dolžino 6 m, znese strošek njegove vgradnje: 6 m x 60 EUR/tm. To je preračunano 360 EUR, kar je približno 10 % od povprečnega stroška letnega vzdrževanja, ki znaša 3.739 EUR.

9 RAZPRAVA IN SKLEPI

9.1 CEVNI PREPUSTI

Na obravnavanem odseku smo ugotovili, da je bilo pred zimo 1/4 po pomladi pa že 1/3 vseh cevni prepustov vsaj delno poškodovanih in da zamenjava poteka prepočasi. Dva cevna prepusta sta kritično poškodovana in resno ogrožata cestno telo, dva pa sta popolnoma zamašena in ne opravljata svoje funkcije. Večina cevni prepustov sicer ustreza priporočilu za minimalni premer, a gre tukaj za izjemne razmere in bi morali biti ti premeri vsaj nekaj 10 cm večji.

Do podobnih zaključkov je prišla Mateja Šega v svoji diplomski nalogi. Ocenjevanje 50 cevni prepustov je opravila pred zimo, spomladi in čez eno leto spomladi. Hipoteza, da zima uničujoče vpliva na stanje cevni prepustov, je bila potrjena (Šega, 2008).

Do podobnih ugotovitev smo prišli tudi sami, čeprav naši rezultati niso tako značilni. Našo prvo hipotezo, da zima, sneg in močnejše padavine spomladi vidno škodijo elementom odvodnjavanja, lahko potrdimo.

Veliko poškodb cevi na vtoku, na spojih ali na iztoku lahko pripišemo premalo globoki vgradnji same cevi. Preveč poredko je cev 60 cm pod voziščem in preveč pogosto samo 30 ali celo samo 20 cm globoko vgrajena.



Slika 13: Premalo globoka vgradnja cevi (Foto: Miha Černe)

Takšna nezadostna globina vgradnje pomeni večjo izpostavljenost cevi vertikalnim pritiskom pod obtežbo težkih vozil. Posledično se takšne cevi, še posebej manjših premerov, prej sploščijo, počijo po dolžini ali pa se spoj prekine in zamakne, kar povzroči vdor zemljine v cev ter posledično ali zamašitev ali pa izpiranje in nato ponovno posedanje materiala, vse dokler ga ne zmanjka na vrhu, kar na koncu povzroči luknjo v vozišču.

Obstajajo tudi razlage, zakaj takšne cevi ni bilo možno vgraditi bolj globoko. Razlog je lahko velika skala spodaj, premajhna brežina na spodnji strani, struga ali kaj podobnega. Na takšnih mestih je nujno, da se nad cevjo izvede armiranobetonska zaščita, element, ki ščiti cev pred silami z vrha.

Neposredne povezave med globino vgradnje in poškodovanostjo cevi nismo uspeli dokazati, je pa evidentno, da je najbolj poškodovana cev na celotnem analiziranem odseku vgrajena samo 10 cm globoko (sliki spodaj).



Slika 14: Luknja v vozišču, zaradi varnosti označena s kolom (Foto: Miha Černe)

S tem lahko potrdimo našo 2. hipotezo, da so cevi cevnih prepustov zaradi napačne (plitke) vgradnje poškodovane in se zaradi premajhnih premerov mašijo.



Slika 15: Prekinjena cev prepusta in vidne posledice (Foto: Miha Černe)

Takšen poškodovan prepust je treba čim prej popraviti, ker ne samo, da ne opravlja svoje funkcije, ampak poleg tega še resno ogroža same temelje cestnega telesa. Še posebej, če ima premajhen premer. Voda po prekinitvi cevi predčasno zapusti cev in izpodjeda preostanek cevi ter ostalo vozišče nad njo.

9.2 VTOKI

Glede na naklon in količino vode ter materiala, ki ga nosi, je uporaba širokih jam smiselna do neke mere, saj se lahko čistijo strojno z rovokopačem in opravljajo funkcijo peskolovov, kjer se ujame tudi plavje. Poleg tega delujejo tudi kot meh ali rezerva za nenadno povečanje pritoka, večjega od sposobnosti prevajanja prepusta.



Slika 16: Velika jama namesto vtočnega jaška (Foto: Miha Černe)

9.3 IZTOKI

Le 9 od 42 iztokov je bilo zavarovanih. Pri ostalih pa smo ugotovili povečano erozijo. Tako ponekod voda že močno izpodjeda brežino ali celotno cestno telo. Prevečkrat manjka urejen iztok, ki bi vodi odvzel moč in glavni tok razdelil v čim več manjših tokov.

S tem smo potrdili 3. delovno hipotezo, da iztoki močno erodirajo, ker so nezavarovani, nakloni iztočnih cevi pa preveliki.

Poskušati je potrebno omejiti napredovanje erozije tam, kjer se cevni prepust konča, še posebej tam, kjer ne gre za stalne hudournike, ampak po večini za vodo iz cestišča. Zaustaviti je treba tudi izpodjedanje struge pod mostovi in temeljev samih mostov. Podobno se mora omejiti izpodjedanje muld oz. samega cestnega telesa pod njimi. Več pozornosti bo treba nameniti vprašanju, kaj počne voda, ko zapušča objekt odvodnjavanja. Vedeti pa moramo, ali govorimo o meteorni vodi ali vodotoku. Voda si je skozi leta utrta strugo vse do matične podlage, zato tam težko zmanjšujemo erozijo.

9.4 JAREK IN KORITNICA

Na strmejših predelih gozdne ceste, kjer je velik naklon nivelete, ima voda veliko moč, ki uničuje koritnico. Na teh mestih bi bilo smiselno urediti jarek na način, da bi se naredile kaskade, ki bi vodi odvzele moč. Tako bi lahko naredili z manjšimi enostavnimi pregradami iz debel ali kaštami iz kovinske mreže in kamnov (gabioni).



Slika 17: Ovinek na strmem delu etažne gozdne ceste (Foto: Miha Černe)

9.5 MULDE IN MOSTOVI

Pri muldah je treba pozornost nameniti podpornim zidovom, preko katerih pada voda, ko zapusti površino mulde. Tam lahko prihaja do izpodjedanja konstrukcije kot tudi do erodiranja terena.



Slika 18: Pred vodo nezavarovan podporni zid (Foto: Miha Černe)

Pri mostovih pa je potrebno zamenjati vsaj nekaj dotrajanih elementov, ki tvorijo vozišče. Tudi sama konstrukcija je v nekaterih primerih že dotrajana in bo potrebna obnova.



Slika 19: Poškodovan element vozne površine mostu (Foto: Miha Černe)

9.6 IZVAJANJE VZDRŽEVANJA

Vzdrževanje bi bilo precej bolj učinkovito, če bi se izvajalo dvakrat letno: konec poletja pred jesenskimi nalivi ter konec pomladi pred poletnimi nevihtami, ko prihaja do nevihtnih ploh z obilnimi padavinami v kratkem času. Smiselno je opraviti vzdrževanje, ko že odpade večina listja, kot pa sredi poletja, ko listje šele dobro začne odpadati. Tako bi bilo odvodnjavanje v jesenskih deževjih bolj učinkovito in bi prihajalo do manj zamašitev.

S časovno analizo porabljenih sredstev za vzdrževanje smo ugotovili, da je dovolj sredstev, ki se lahko porabijo za ureditev odvodnjavanja. Slednje prinaša največje neposredne prihranke, ker zmanjšuje uničevalni vpliv vode, ki najbolj izrazito uničuje ceste. Obnavljanje vozišča je v veliki meri posledica delovanja vode, še posebej na prometno neobremenjenem odseku, kot je bil naš. Tudi čiščenje brežin nima neposrednega učinka na zmanjševanje poškodb cestnega telesa.

S tem smo potrdili našo zadnjo hipotezo, da je redno letno vzdrževanje elementov odvodnjavanja cenejše kot investicijsko.

Precej značilno povezavo med poškodbami ceste in stanjem elementov odvodnjavanja je ugotovil tudi Boštjan Hribnik, ki je v svoji magistrski nalogi preučil več naključnih odsekov gozdnih cest. Ugotovil je, da je imelo poškodbe samo zgornjega ustroja 8,8 % analiziranih odsekov. Poškodbi odvodnjavanja in zgornjega ustroja pa kar 49 % odsekov. Odsekov z urejenim odvodnjavanjem in poškodbami zgornjega ali spodnjega ustroja pa je bilo zgolj 2,2 %. Iz tega lahko sklepamo, da urejeno odvodnjavanje resnično pripomore k ohranjanju vozišča. Zato ima ureditev odvodnjavanja neprimerno večje učinke kot ostala vzdrževalna dela, ki v glavnem sanirajo posledice delovanja vode (Hribnik, 2004).

9.7 UPORABA GOZDNE CESTE

Uporaba gozdnih cest za traktorsko spravilo ni dovoljena. Če pa se spravilo vseeno izvaja na gozdno cesto, mora izvajalec del poskrbeti, da zaščiti koritnico ali jarek. To se lahko stori z vzdolžno z jarkom ali koritnico položenimi debli ali vejami. Po koncu dela mora koritnico tudi očistiti, še posebej, če se elementi odvodnjavanja zapolnijo z zemljo ali drugim materialom. Videli smo, da ni tako in da po opravljenih delih ostajajo z zemljo zapolnjeni elementi odvodnjavanja. Težavo lahko zmanjšamo, če naredimo cevni prepust na zgornji strani, pred vlako, a še vedno bo potrebno očistiti koritnico.



Slika 20: Priključek vlake na gozdno cesto (Foto: Miha Černe)

Ker preučevan odsek nima izrazite turistične funkcije, je bolj ekonomična uporaba prečnih jarkov namesto dražnikov. Na strmih predelih bi lahko za prečno odvodnjavanje uporabili gumijaste odbojnice vode (angl.: *rubber deflector*), ki so prožni, se lahko povozijo in ne predstavljajo znatne ovire za vozila. Gre za podolgovate trak gume, ki se ga pritrdi na deblo, ki se ga vkoplje v cestišče. Primerno na mestih, kjer se ne pluži sneg.

10 POVZETEK

Gozdne ceste prenašajo velike obremenitve, po drugi strani pa so zelo izpostavljene delovanju vode. Ta najbolj uničuje gozdne ceste s površinskim tokom, z vlaženjem materiala in s ponavljajočim se zmrzovanjem ter taljenjem. Za učinkovito delovanje gozdne ceste in zmanjševanje stroškov vzdrževanja sta zato zelo pomembna pravilno dimenzioniranje ter redno vzdrževanje elementov odvodnjavanja.

V tej nalogi smo to preverili na primeru gozdne ceste v dolini Korošice, ki je najvišje ležeča etažna gozdna cesta v Kamniški Bistrici, ki se dvigne na skoraj 1.000 m. n. m. V to dolino se steka mnogo potokov in hudournikov, saj je dolina obdana z visokimi vrhovi. Da bi gozdna cesta lahko nemoteno opravljala svoje funkcije, jo je nujno treba redno vzdrževati. Še posebej pomembno je vzdrževanje elementov odvodnjavanja za njihovo učinkovito delovanje.

S pomočjo snemalnega lista smo na terenu popisali vse elemente odvodnjavanja na 11,1 km dolgem preučevanem delu gozdne ceste. Prvo snemanje smo izvedli pred zimo. Locirali in premerili smo vse objekte odvodnjavanja. Nato smo konec pomladi opravili drugo snemanje in ugotavljali učinek zime na elemente odvodnjavanja. Pokazalo se je, da že ena zima škoduje elementom odvodnjavanja, kar je bila prva naša hipoteza.

Ugotovili smo, da je vzdrževanje celotne gozdne ceste v grobem zadovoljivo, da pa se cevni prepusti sanirajo prepočasi. Našteti je bilo kar 12 cevni prepustov iz betonske cevi, ki so imeli premer 40 cm, kar je manj, kot je predpisano v Pravilniku o gozdnih prometnicah za nove in rekonstruirane gozdne ceste. Zavedati se moramo, da gre tukaj za posebne razmere z velikimi količinami padavin v kratkem časovnem obdobju.

Problem je tudi preplitka vgradnja cevi pod vozišče. Zaradi tega prihaja do poškodb cevi prepusta. Ena četrtnina cevni prepustov je vgrajena manj kot 40 cm globoko. Včasih je cev zato počena, največkrat pa so razmaknjeni elementi, iz katerih voda predčasno odteka in uničuje temelje gozdne ceste. Potrebna bo bolj odločna zamenjava dotrajanih cevni prepustov, predvsem tistih s premeri na spodnji priporočeni meji. Potrdili smo našo drugo hipotezo, da plitka vgradnja in majhen premer cevi povečujeta možnost poškodb prepusta.

Koritnice in jarki so zgledno oblikovani ter večinoma očiščeni. Izjema so priključki pogostejše uporabljenih vlak, kjer ni izvedena zaščita koritnice oz. jarka. Posledica je zamašeno odvodnjavanje. Tudi brežine so urejene.

Potrdili smo tudi našo tretjo hipotezo, da večina iztokov ni urejenih in se zato pojavlja erozija na iztokih iz prepustov in muld. Gre za pogosto prezrt detajl pri načrtovanju ali izvedbi.

Preučevani odsek ima malo ne-gozdarske rabe. Omogoča dostop izletnikom do nekaj izhodišč na okoliške manj obiskane vrhove in lovcem do njihovih lovišč. Zaradi manjšanja stroškov vzdrževanja se namesto dražnikov uporabljajo prečni jarki. Na mestih, kjer se pojavljajo plazovi, cevne prepuste nadomeščajo mulde. Namesto vtočnih jaškov so narejene široke jame, ki omogočajo strojno čiščenje materiala.

Povprečni letni strošek vzdrževanja za preučevani odsek v zadnjih 11 letih znaša 3.739 EUR. Cena vgradnje novega cevne prepusta premera 50 cm in povprečne dolžine 6 m znaša 360 EUR, kar je manj kot 10 % povprečnega letnega stroška vzdrževanja. Zato bi morali vsako leto zamenjati vsaj en premajhen, dotrajan ali poškodovan cevni prepust. Prestaviti bi morali tudi obdobje opravljanja rednega letnega vzdrževanja s konca poletja, ko listje šele začne odpadati, na konec jeseni, ko je večina listja že na tleh in maši vtoke ter prepuste.

Sredstva za redno letno vzdrževanje je najbolj smotrno porabiti za ohranjanje ali optimiziranje učinkovitega odvodnjavanja gozdne ceste, ker s tem neposredno zmanjšujemo nastanek glavnine poškodb na gozdni cesti. S tem smo potrdili tudi našo zadnjo hipotezo, da je redno kratkoročno vzdrževanje cenejše od investicijskega periodičnega, ko so potrebni dražji posegi ali zamenjave objektov odvodnjavanja.

Javna gozdarska služba bi lahko imela v svojih vrstah strokovnjake, ki bi nadzirali gospodarno rabo gozdnih cest, stroškovno upravičeno vzdrževanje in odločevalcem predlagali možne izboljšave ter najbolj učinkovite ukrepe. Namen tega dela je tudi to, da bo morda nekomu v pomoč pri odločanju o prioritetah vzdrževalnih del.

Stari očetje so govorili, da dober cestar dela, ko je dež, in počiva, ko je sonce. Če analiziramo cesto, ko močno dežuje, lahko takoj vidimo problematične odseke. Če voda na kakšnem mestu zaide na vozišče, je potrebno cesto na tem mestu ob soncu popravljati. V nasprotnem primeru pa lahko počnemo kaj drugega.

11 VIRI

- Blagotinšek M. 2005. Dejansko in ciljno stanje cevnih propustov na gozdni cesti Košutnik – Dovžanka na Bornovi posesti: univerzitetna diplomska naloga (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 39 str.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Kamniška Bistrica 2009–2018, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Ljubljana, 2009: 176 str.
- Hribernik B. 2004. Model optimiziranja vzdrževanja gozdnih cest za zagotavljanje njihove mnogonamenske rabe: magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 112 str.
- Plimon P. 2007. Stanje in vzdrževanje cevnih propustov na gozdni cesti Dobrova – Vraživnik: diplomska naloga (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 39 str.
- Potočnik I. 1992. Ekonomski in tehnični vidiki vzdrževanja gozdnih cest: magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 129 str.
- Potočnik I. 2004. Gozdne prometnice: študijsko gradivo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 211 str.
- Pravilnik o gozdnih prometnicah. 2009. Ur. l. RS, št. 4/2009
- Šavelj M. 1992. Gozdno gradbeništvo. Ljubljana, Zavod RS za šolstvo in šport: 210 str.
- Šega M. 2008. Vpliv zime na stanje cevnih propustov na Javorniški gozdni cesti, GGE Otok – Karlovica: diplomsko delo (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 39 str.
- Uredba o pristojbini za vzdrževanje gozdnih cest. 2012. Ur. l. RS, št. 35/2012
- Zakon o gozdovih. 2015. Ur. l. RS, št. 24/2015
- Zakon o javnih naročilih. 2015. Ur. l. RS, št. 91/2015

ZAHVALA

Iskreno in iz srca se zahvaljujem resnično vsem zaposlenim na fakulteti in oddelku, ki so mi pomagali na dolgi poti od vpisa do diplome. Še posebej seveda mentorju prof. dr. Igorju Potočniku, somentorju, asist. dr. Antonu Pojetu in recenzentu doc. dr. Juriju Marenčetu. In ne nazadnje staršem in moji Barbari, ki je še posebej skrbela, da ne bi skrenil z dolge načrtane poti. Zahvala gre tudi vodji KE Kamnik, Mihi Zabretu, ki mi je pripravil dobre podatke, brez katerih naloga ne bi imela stroškovne dimenzije.

Iskrena hvala vsem!

PRILOGA A – PREGLEDNICA CEVI PREPUSTOV

	Način	premer	dolžina	globina	globina	JESEN	JESEN	POLETJE	POLETJE
ID	izvedbe	[cm]	[cm]	na vtoku	na iztoku	st.pošk.	% zamaš.	st.pošk.	% zamaš.
65	Mb	80	500	30	40	1	0		
62	Mb	80	600	30	70	3	0		
63	Mb	50	600	20	60	1	0		
71	Mb	50	900	30	60	1	0		
1	Mb	80	600	60	60	1	0		1-25
1a	Mb	80	600	60	60	1	0		
2	Mb	80	700	80	130	1	0		
3	Mb	80	600	50	50	1	0		
4	Mb	40	700	50	70	4	100		
74	Mb	40	600	50	60	2	1-25	3	26-50
76	Mb	60	600	30	60	1	0	2	1-25
77	Mb	60	700	40	70	2	0		
9	Z-ab	200x160	700	30	60	1	26-50		
10	Mb	70	700	30	50	1	1-25		26-50
11	Mb	60	800	40	50	2	0		
12	Z-ab	190x160	900	10	20	1	1-25		
13	Mb	80	600	50	70	1	26-50		1-25
14	Z-ab	190x170	800	40	30	2	26-50		
15	Mb	60	800	40	50	3	26-50		
16	Z-ab	190x160	800	30	40	1	26-50		1-25
17	Mb	60	600	30	30	1	1-25		0
18	Mb	60	600	20	60	1	0		
20	Mb	40	500	20	20	1	0		
22	Mb	40	500	20	20	1	1-25		
23	Mb	40	500	10	10	4	1-25		
24	Mb	40	600	10	30	1	100		
25	Mb	40	600	30	70	2	0		26-50
27	Mb	80	800	40	50	1	0		1-25
28	Mb	80	900	90	130	1	0	2	
29	Z-k	40x70	500	150	200	1	0		
61	Z-k	najverjetneje gre za pregrado, čez katero je speljana cesta in nima izrazitega prepusta							
57	Mb	50	500	30	50	1	0		
89	Mb	60	600	40	60	1	0		
53	Mb	40	500	30	50	1	0		
52	Mb	45	500	70	110	1	0		
51	Mb	50	600	40	40	1	0		
49	Mb	50	500	20	30	1	26-50		1-25
45	Mb	50	600	40	40	1	0		
44	Mb	50	500	50	60	1	0		
43	Mb	50	600	30	50	1	0		100
42	Mb	80	500	40	100	1	0		
41	Mb	50	500	70	90	1	0	3	
40	Mb	50	500	30	40	1	0		
37	Mb	40	400	20	40	3	1-25		0
36	Mb	60	600	40	70	2	1-25	3	0
34	Mb	50	500	20	40	1	0		
33	Mb	40	600	40	40	1	0		
32	Mb	40	500	20	30	1	0		

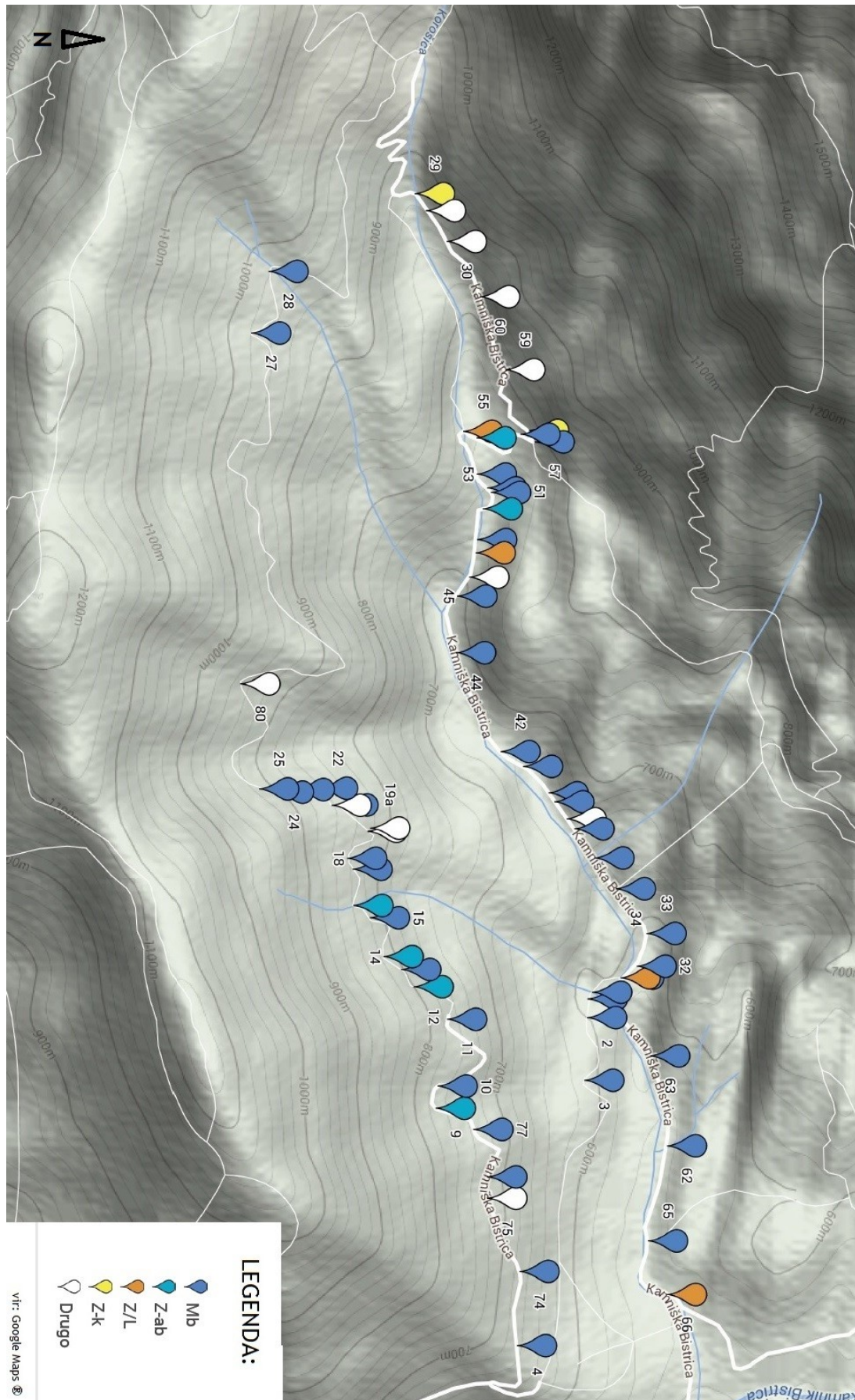
PRILOGA B – PREGLEDNICA VTOKOV IN IZTOKOV PREPUSTOV

ID	VTOK			IZTOK			Poboč.
	vrsta	pošk.	peskol.	utrj.	pošk.	zavar.	erod.
	[Z,M,L,J]	[1-4]	zaoblj.	[Z,M,L]	[1-4]	[K,B,L,S]	1-3
65	/	*	J	/	/	/	1
62	/	*	J	/	/	/	1
63	/	*	J	/	/	/	1
71	/	*	J	/	/	/	1
1	/	*	J	Z-kam	1	S	1
1a	/	*	J	Z-kam	1	S	1
2	/	*	J	/	1	/	2
3	/	*	J	/	2	/	1
4	Mb	2	P	/	2	/	2
74	/	*	J	/	3	/	3
76	/	*	J	/	3	/	2
77	/	*	J	/	1	/	3
9	/	*	J	L	1	/	3
10	/	*	J	/	1	/	2
11	/	*	J	/	2	/	2
12	/	*	J	/	2	/	1
13	/	*	J	/	3	/	3
14	/	*	J	/	3	B	3
15	/	*	J	L	1	/	3
16	/	*	J	L	1	L	3
17	/	*	J	/	1	/	2
18	/	*	J	/	2	/	2
20	/	*	J	/	1	/	2
22	/	*	J	/	2	/	2
23	/	*	J	/	3	/	3
24	/	*	J	L	3	/	2
25	/	*	J	L	2	/	2
27	/	*	J	Z-k	2	/	2
28	/	*	J	/	1	/	1
29	/	*	J	/	2	/	
61	/	*	J				
57	Z-k	*	J	K	2	/	2
89	/	*	J	/	1	/	1
53	Z-k	*	J	Z-kb	1	B	1
52	Z-kb	*	J	Z-kb	/	/	1
51	Z	*	J	Z-k	1	/	1
49	/	/	/	/	2	K	1
45		*	J	Z-k	1	K	1
44		*	J	/	2	/	1
43		*	J	Z-k	1	/	1
42		*	J	Z-kb	1	K	1
41		*	J	Z-kb	1	K	1
40		*	J	Z-kb	1	/	2
37		*	J	Z	3	/	1
36		*	J	Z-kb	1	K	1
34		*	J	Z-k	1	/	2
33		*	J	/	1	/	1
32		*	J	Z	1	K	1

PRILOGA C – IDENTIFIKACIJA OBJEKTOV

ID	hm	m. n. m.	objekt	komentar	zem.šir.	zem.dol.
66	0,00	520	MOST	(pravi most na začetku doline Korošice)	46°18'10.03"S	14°36'10.20"V
65	1,85	546	CP	/	46°18'7.91"S	14°36'6.28"V
62	4,43	547	CP	cev prelomljena	46°18'9.92"S	14°35'54.30"V
63	7,02	554	CP	/	46°18'8.19"S	14°35'42.85"V
71	9,07	562	CP	/	46°18'5.97"S	14°35'35.05"V
31	9,22	568	MOST	MOST pri odcepu za zgornji odsek	46°18'5.46"S	14°35'34.79"V
1	10,25	598	CP	dvojni CP (premostitev tekoče vode)	46°18'2.83"S	14°35'37.17"V
1a	10,27	598	CP	dvojni CP (premostitev tekoče vode)	46°18'2.83"S	14°35'37.17"V
2	10,67	602	CP	iztok močno erodiran (do skeleta)	46°18'2.98"S	14°35'39.37"V
3	12,62	614	CP	/	46°18'2.61"S	14°35'47.32"V
4	24,75	681	CP	iztok erodira, padec, zlomljena cev, vtoč.jaš. Brez pokr.	46°17'56.84"S	14°36'18.85"V
74	26,68	713	CP	iztok erodira, padec, zlomljena cev	46°17'57.06"S	14°36'9.95"V
75	28,81	727	MANJKA CP		46°17'54.70"S	14°36'1.37"V
76	29,24	727	CP	močno erodiranje, prekinjena cev	46°17'54.47"S	14°35'59.22"V
77	30,99	737	CP	erodira, skelet, prekinjena cev	46°17'53.24"S	14°35'53.02"V
9	32,31	741	PP	močno erodiranje	46°17'49.80"S	14°35'50.67"V
10	32,88	742	CP	erodira, padec	46°17'50.14"S	14°35'47.66"V
11	35,74	756	CP	erodira, pošk.zač.cevi	46°17'50.83"S	14°35'39.98"V
12	37,44	760	PP	/	46°17'48.44"S	14°35'36.06"V
13	38,08	781	CP	močno erodira, skelet	46°17'47.16"S	14°35'33.48"V
14	38,59	798	PP	betonska podloga, spodjedena, močno erodira	46°17'45.91"S	14°35'31.77"V
15	39,93	810	CP	močno erodira, prek.cev - vdor zemljine	46°17'44.43"S	14°35'27.42"V
16	40,51	812	PP	močno erodira, vzoren iztok in zavarovana brežina	46°17'43.09"S	14°35'25.85"V
17	41,55	818	CP	erodira, velik padec	46°17'42.98"S	14°35'21.60"V
18	41,83	817	CP	v podslapju kamnita plošča, ki varuje pred erodiranjem	46°17'42.36"S	14°35'20.33"V
19	42,53	834	JAREK pred ovinkom – strmo – potrebne kaskade		46°17'44.25"S	14°35'17.01"V
19a	42,98	838	JAREK za ovinkom – strmo – potrebne kaskade		46°17'44.25"S	14°35'17.01"V
20	43,96	843	CP	erodira	46°17'41.76"S	14°35'13.85"V
21	44,17	846	MANJKA CP		46°17'41.20"S	14°35'13.91"V
22	44,73	871	CP	erodira	46°17'40.07"S	14°35'11.86"V
23	45,36	878	CP	močno spodjedena, prekinjena cev, luknja na vozišču	46°17'38.08"S	14°35'12.02"V
24	45,90	877	CP	veliko listja, padec, erodira, bruna odstopajo	46°17'36.31"S	14°35'12.33"V
25	46,37	876	CP	ukrivljena cev, prekinjeni spoji	46°17'35.06"S	14°35'11.92"V
80	49,92	906	MULDA	močno erodira	46°17'33.49"S	14°34'59.30"V
27	64,00	936	CP	/	46°17'34.84"S	14°34'17.39"V
28	66,07	961	CP	neutrjena stena iztoka, prek. in zamakn. cev (oval)	46°17'36.48"S	14°34'9.64"V
29	82,83	895	ZP		46°17'47.53"S	14°34'0.85"V
83	83,75	887	MANJKA CP		46°17'49.16"S	14°34'2.41"V
30	84,81	865	MULDA 3		46°17'50.88"S	14°34'6.60"V
60	85,62	853	MULDA 2	plavje	46°17'53.72"S	14°34'12.77"V
59	88,50	794	MULDA 1	erodira iztok	46°17'55.90"S	14°34'20.94"V
61	90,65	786	/	precej majhen pretok – skozi skale	46°17'57.87"S	14°34'28.82"V
57	91,01	782	CP	Sedlo – dva jarka, z L in D	46°17'58.82"S	14°34'30.50"V
89	91,33	776	CP		46°17'57.15"S	14°34'29.30"V
55	94,77	746	MOST	/	46°17'52.22"S	14°34'29.04"V
54	95,25	736	MOST	erodirana struga (skala v beton)	46°17'53.34"S	14°34'29.94"V
53	96,06	735	CP	/	46°17'53.98"S	14°34'33.90"V
52	96,36	747	CP	brežini na obeh straneh – premostitev (nasutje)	46°17'54.70"S	14°34'35.19"V
51	96,59	737	CP	/	46°17'54.33"S	14°34'36.39"V
50	97,40	730	MOST	/	46°17'53.97"S	14°34'37.92"V
49	98,21	716	CP	Iz jarka direktno v CP, izteka v strugo	46°17'53.39"S	14°34'42.26"V
48	98,72	701	MOST	/	46°17'53.57"S	14°34'44.30"V
47	99,18	693	MANJKA CP		46°17'53.17"S	14°34'46.76"V
45	99,85	690	CP	/	46°17'51.85"S	14°34'49.04"V
44	101,21	673	CP	erodira brežina pri VTOKU	46°17'51.76"S	14°34'55.06"V
43	103,75	661	CP	blato iz vak zapolnilo vtok in cev	46°17'57.41"S	14°35'9.49"V
42	105,43	651	CP	kamnita struga	46°17'58.41"S	14°35'5.97"V
41	105,81	654	CP	urejena brežina na iztoku, sploščena cev	46°17'59.15"S	14°35'12.22"V
40	106,13	655	CP	erodira	46°18'0.06"S	14°35'12.84"V
38	106,75	639	MOST		46°18'0.94"S	14°35'15.62"V
37	107,09	633	CP	posedena cev, rastlinje	46°18'1.53"S	14°35'16.93"V
36	108,01	625	CP	kamnita struga	46°18'3.34"S	14°35'20.32"V
34	109,11	616	CP	erodira, velik padec	46°18'5.44"S	14°35'24.67"V
33	110,33	595	CP	/	46°18'7.75"S	14°35'29.06"V
32	111,22	585	CP	zelo globoka jama pod cevjo – odcedna luknja	46°18'6.97"S	14°35'33.24"V

PRILOGA D – KARTA OBJEKTOV



PRILOGA E – SNEMALNI LIST

[illegible]

M – montažno (b-betonska cev)

L-les

J - jama

Poškodovanost: 1-4 (1-nepoškodovan ; 2-malo poškodovan ; 3-močno poškodovan ; 4-potreben popravlila ali zamenjave);

Zamašenost (0 %; 1–25 %; 26–50 %; 51–100 %)