

GDK 383.4(497.12x02 Mežakla)

POŠKODBE ZGORNJEGA USTROJA GOZDNIH CEST

Igor POTOČNIK*

Izvleček

Študija analizira pojavljanje treh najpogostejših oblik poškodb zgornjega ustroja gozdnih cest: udarne jame, erozijski žlebovi in načeta obrabna plast glede na podolžni naklon gozdne ceste. Udarne jame se pojavljajo le na cestah do 3% podolžnega naklona, erozijski žlebovi in načeta obrabna plast pa se pojavljajo neodvisno od podolžnega naklona gozdne ceste. Vzrok za to so vgrajeni dražniki na proučevanem odseku gozdne ceste.

Ključne besede: gozdna cesta, poškodbe zgornjega ustroja, dražnik, Mežakla

THE INJURIES OF THE UPPER FOREST ROAD LAYER

Igor POTOČNIK*

Abstract

The present study analyses the three most frequent forms of the injuries of the upper layer of forest roads: pot holes, erosion grooves and damaged wear out layer as to the longitudinal forest road's slope. Pot holes occur only in the roads of up to 3% longitudinal slope, erosion grooves and damaged wear out layer, however, occur independently of the longitudinal slope of a forest road depending on correctly built in catch drains in the studied sector of a forest road.

Key words: forest road, the injuries of the upper road layer, catch drain, Mežakla

* mag., dipl.ing., asistent, Oddelek za gozdarstvo Biotehniške fakultete, 61000 Ljubljana, Večna pot 83, SLO

KAZALO

1	UVOD	219
2	METODA DELA	221
3	VZROKI ZA NASTANEK NEKATERIH POŠKODB ZGORNJEGA USTROJA IN NAČINI NJIHOVEGA SANIRANJA	223
4	ANALIZA POJAVLJANJA POŠKODB ZGORNJEGA USTROJA MAKADAMSKE GOZDNE CESTE.....	225
5	SKLEPNE UGOTOVITVE	231
6	POVZETEK.....	232
	SUMMARY	233
	VIRI.....	234

1 UVOD

O poškodbah zgornjega ustroja gozdnih cest je relativno malo znanega glede na ostalo problematiko v zvezi z gozdnimi cestami (npr. odpiranje gozdov in optimalna gostota gozdnih cest). Večina izkušenj in raziskav izhaja iz poznavanja raziskovanj javnih makadamskih cest. Širša problematika raziskovanja vzdrževanja (makadamskih) gozdnih cest nas je vodila do ključnega problema vzdrževanja - poškodb vozišča. Tako smo sklepali, da poznavanje poškodb vozišč gozdnih cest pomeni korak k njihovemu racionalnemu vzdrževanju.

V literaturi je očitna delitev glede na časovni, ekonomski in tehnični vidik vzdrževanja makadamskih cest, npr. ŽNIDERŠIČ (1961), HAJAK/SZILAGY (1972), EDLING (1972), DRETNIK (1969, 1984), REISSINGER (1972), LIENART (1983), pa tudi Tehnički uvjeti za gospodarske ceste (1989).

Glede na časovni vidik je vzdrževanje:

- redno oz. tekoče (pomladansko, jesensko)
- periodično (ponavljajoče na 5 do 10 let).

Glede na ekonomski vidik ločimo:

- Redno vzdrževanje (vložki na dolžinsko enoto so relativno majhni). Praviloma gre le za popravilo manjših poškodb zgornjega ustroja cest ter čiščenje naprav za odvodnjavanje.
- Investicijsko vzdrževanje (vložki so praviloma zelo veliki). Pri tem gre za popolno obnovo obrabne plasti, popravljanje tehničnih elementov ceste in dodatno ureditev odvodnjavanja.

S tehničnega vidika pa je vzdrževanje cest lahko s :

- sistemom krpanja (saniranje manjših poškodb) ali s
- sistemom popolne obnove obrabne plasti.

Posamezni naštetih pojmi sovpadajo in dejansko dopolnjujejo sliko posameznih vidikov vzdrževanja. Redno spomladansko oz. jesensko vzdrževanje pomeni redno vzdrževanje v ekonomskem in predpostavlja sistem krpanja v tehničnem smislu. Periodično vzdrževanje v ekonomskem

smislu pomeni investicijsko vzdrževanje, v tehničnem pa vzdrževanje s sistemom popolne obnove obrabna plasti.

Na slabšanje kvalitete cest vplivajo skupine dejavnikov, ki so posledica:

- neustreznega načrtovanja in gradnje ceste,
- nepravilne uporabe,
- delovanja naravnih oz. posameznih dejavnikov.

Mednje spadajo:

- prometna obremenitev,
- klimatske razmere,
- podolžni naklon ceste,
- lega ceste (osojna, prisojna),
- erozivno delovanje vode,
- navlažitev cestne konstrukcije,
- spravilo lesa,
- kmetijska in živinorejska raba cest,
- vraščanje rastlin,
- pluzenje snega.

Problematiki vzdrževanja gozdnih cest smo v Sloveniji do sedaj posvečali izredno malo pozornosti. V gozdarstvu in v gozdnem gradbeništvu so bili drugi problemi bolj pereči - potrebni so bili odgovori na vprašanja o racionalnem pridobivanju gozdnih lesnih sortimentov in čim cenejši gradnji gozdnih cest. Tudi kvaliteta gradenj gozdnih cest ni bila vedno zadovoljiva - kvalitetnejša gradnja pomeni višje gradbene stroške na enoto dolžine in ob omejenih sredstvih za novogradnje to pomeni manj novozgrajenih gozdnih cest. Kvaliteta je torej trpela na račun kvantitete.

V spremenjenih razmerah financiranja v gozdarstvu so se vlaganja v gradnjo gozdnih cest bistveno zmanjšala. Obstoječe omrežje gozdnih cest pa je treba vzdrževati in zagotavljati njegovo prevoznost ne glede na obseg novogradenj. Spoznali smo, da o vzdrževanju gozdnih cest vemo relativno malo glede na druga področja v gozdarstvu. Prav tako nimamo izdelanih dovolj dobrih meril za uporabo (alokacijo) nujno potrebnih sredstev za vzdrževanje obstoječega cestnega omrežja.

V prispevku, ki obravnava poškodbe gozdnih cest v Sloveniji, se bomo omejili na proučevanje poškodb zgornjega ustroja makadamske gozdne ceste,

ki so nastale zaradi kompleksnega delovanja nekaterih zgoraj naštetih skupin dejavnikov. Poznavanje oblik in pojavljanja poškodb zgornjega ustroja pomeni korak k racionalnemu vzdrževanju gozdnih cest in njihovem saniranju in s tem čim smotrnejši porabi za te potrebe namenjenih sredstev.

2 METODA DELA

Za terenski del raziskave smo uporabili LIENARTOVO (1983) klasifikacijo poškodb zgornjega in spodnjega ustroja ter izdelali potrebne snemalne liste. Pregled poškodb zgornjega in spodnjega ustroja je prikazan v preglednici 1. Poleg imena je tudi kratek opis poškodbe.

Preglednica 1

Razdelitev poškodb zgornjega in spodnega ustroja makadamskih cest (LIENART 1983)

Šifra	OPIS POŠKODBE
<i>Poškodbe spodnjega ustroja:</i>	
1	Erozija (voda odnaša talni material)
2	Dršenje (počasno do hitro toda opazno premikanje podlage)
3	Plazenje (počasno, večkrat nezaznavno)
4	Posedanje (sprememba višine prečnega profila)
5	Poškodbe bankin (vožnja, spravilo)
6	Poškodbe, ki jih povzroča živina (prehod po brežinah)
<i>Poškodbe zgornjega ustroja:</i>	
1	Udarne jame (okrogle jame z ostrimi robovi)
2	Obrabna plast načeta (posamezno vidna nosilna plast)
3	Valovito cestišče (valovite deformacije pravokotno na os ceste)
4	Kolesnice (stalne deformacije v vzdožni smeri zaradi koles vozil)
5	Erozijski žlebovi (vzdolž osi ceste zaradi vodne erozije)
6	Zbijanje vozišča zaradi preobtežitve (pretežka vozila)
7	Vraščanje rastlin na robovih in na sredini vozišča
8	Nanos organskega materiala kot posledica gospodarjenja z gozdovi
9	Nanos neorganskega materiala kot posledica gospodarjenja z gozdovi
10	Organsko in neorgansko onesnaženje zaradi živine

Ta klasifikacija je bila podlaga za izdelavo snemalnega lista. Na konkretnem cestnem odseku sta dva merilca ugotavljala podolžni naklon ceste (s padomerom Suunto, odčitek na 0.5 % natančno), merila razdalje posameznih vizur (praviloma ne daljših od 25 m zaradi zahtevane natančnosti meritev) in ocenjevala posamezne vrste poškodb spodnjega in zgornjega ustroja gozdne ceste.

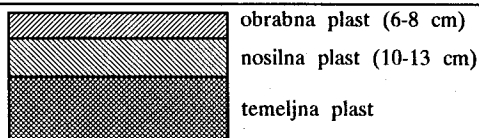
Pri tem smo posebej natančno opredelili tri vrste poškodb *zgornjega* ustroja, ki se najpogosteje pojavljajo:

- *udarne jame,*
- *erozijske žlebove in*
- *načeto obrabno plast.*

Velikosti in števila pojavljanja posameznih vrst poškodb na dolžinsko oz. površinsko enoto nismo posebej ugotavljali. Vzrok je v tem, da sta velikost in izrazitost poškodb odvisna od vzdrževanja ceste. Če bi poškodbe ugotavljali kmalu po opravljenem vzdrževanju, veliko poškodb sploh še ne bi nastalo in jih sploh ne bi opazili. Če pa bi opazovanje opravili tik pred vzdrževanjem, pa bi ugotovili nesorazmerno veliko število poškodb. Tako smo se odločili, da bomo ugotavljali samo *prisotnost* posamezne vrste poškodbe, ne pa njene velikosti. Zato bodo tudi vse ugotovitve podane kot dolžine ceste, na kateri smo ugotovili posamezne vrste poškodb.

Poškodbe zgornjega in spodnjega ustroja gozdne ceste smo ugotavljali v revirju Mežakla (GG Bled) na spodnjem delu ceste G - 27 od križišča stare in nove gozdne ceste na Mežaklo do odcepa gozdne ceste G-146 na Ravneh tik pod logarnico na Mežakli. Izmerjeni cestni odsek je dolg 3575 m, zajema pa 5 sekcij. Posamezna sekcija predstavlja dolžino gozdne ceste med dvema sosednjima odcepoma (krakoma). Meritve so bile opravljene v oktobru 1991.

Gozdna cesta G-27 je makadamska, njena konstrukcija pa je prikazana na sliki 1. Zaporna plast ni posebej izvedena zaradi dobro propustne apnene temeljne plasti.



Slika 1: Shema konstrukcije gozdne ceste G-27 na Mežakli

3 VZROKI ZA NASTANEK NEKATERIH POŠKODB ZGORNJEGA USTROJA IN NAČINI NJIHOVEGA SANIRANJA

Kot *udarne jame* (slika 2) smo opredelili tiste neravnine na vozišču, v katerih zastaja voda in so praviloma bolj ali manj krožne oblike. Nastajajo kot posledica udarjanja koles vozil ob preveč mokro ali suho vozišče. Udarne jame saniramo z vgradnjo novega zrnatega materiala, ki mora biti enake kvalitete kot je material v obstoječi cestno konstrukciji. Če je konstrukcija zgornjega ustroja gozdne ceste izvedena iz gramoza ali lokalnega kamnitega materiala, je učinek popravila še večji, če zaradi boljšega povezovanja uporabimo čisti drobljen kamnit material. Novi material mora pri vgradnji imeti optimalno vlažnost, zatem pa ga je potrebno še uvaljati.



Slika 2: Udarne jame (LIENART 1983)

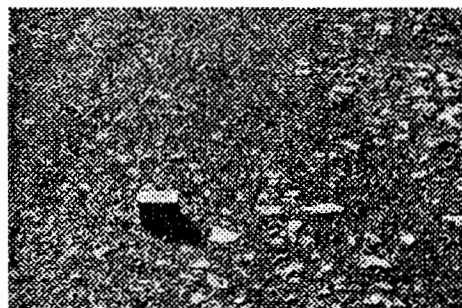
Kot *erozijske žlebove* (slika 3) smo opredelili tiste poškodbe, kjer so opazne posledice odtekanja vode vzdolž osi ceste. Te poškodbe so vidne kot bolj ali manj izraziti žlebovi, včasih globoki celo za debelino obrabne plasti. Domnevamo, da so te vrste poškodb še posebej pogoste na strmejših delih cest. Nastajajo na mestih, kjer so se prvotno pojavile kolesnice. Le-te nastajajo zaradi vožnje težkih vozil po slabše nosilnem spodnjem ustroju in odrivanja posipnega materiala izpod koles, zatem pa razdiralno deluje še

padavinska voda, ker je onemogočeno prečno odtekanje vode z vozišča. S dodajanjem primernega zrnatega materiala (veznost delcev) je te poškodbe zgornjega ustroja mogoče sanirati. Boljše rezultate saniranja dosežemo, če obstoječi zgornji ustroj nabrazdamo, da dosežemo boljšo povezavo z novim materialom pri optimalni vlagi. Če je plast dodanega materiala debelejša od 5 cm, jo je treba še uvaljati.



Slika 3: Erozijski žlebovi (LIENART 1983)

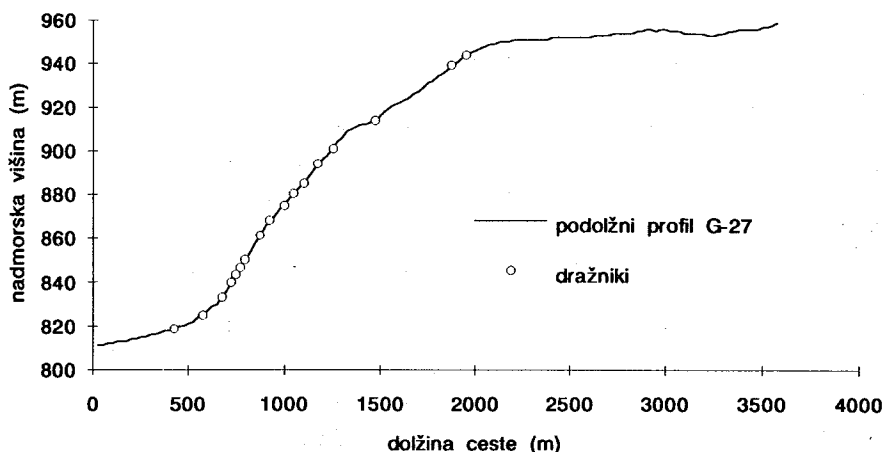
Kot *načeto obrabno plast* (slika 4) smo opredelili tiste poškodbe, kjer je obrabna plast ploskovno načeta zaradi delovanja prometa in (ali) vode. Mestoma je na takih mestih opazen nosilna plast, obrabna in nosilna plast sta le še delno prisotni. Tovrstne poškodbe praviloma saniramo z dodajanjem ostrega drobnozrnatega materiala, katerega v potrebni količini razprostremo prek poškodovane površine. Sanirane površine je potrebno še uvaljati.



Slika 4: Načeta obrabna plast (LIENART 1983)

4 ANALIZA POJAVLJANJA POŠKODB ZGORNJEGA USTROJA MAKADAMSKE GOZDNE CESTE

Podolžni profil v raziskavi analiziranega odseka je prikazan na grafu 1, dolžine posameznih delov ceste G-27 glede na podolžni naklon pa v preglednici 2. Odsek ceste je bil nazadnje strojno in ročno vzdrževan spomladi 1991 tako, da so nastale poškodbe posledica vsaj polletnega delovanja prometa in vremenskih razmer. Posebej smo še označili mesta z vgrajenimi dražniki.



Graf 1: Podolžni profil odseka gozdne ceste G - 27 na Mežakli

Podolžni profil je razgiban; od ravnih odsekov do izredno strmih (tudi do 15 %). Od križišča stare in nove gozdne ceste na Mežaklo do Raven sta dva izrazita zelo strma odseka, na planoti pa so podolžni nakloni minimalni kar pomeni, da so manjši od 1%.

Iz podatkov v preglednici 2 sledi, da ima do 4 % (kar je okvirno optimalni podolžni naklon ceste) podolžnega naklona ceste skoraj 60 % celotne dolžine oz. 2125 m. Do podolžnega naklona 8 % (zgornja priporočljiva meja za glavne gozdne ceste) je 80 % skupne dolžine analiziranega cestnega odseka. Zaokroženo 700 m ali skoraj 20 % odseka ima podolžni naklon večji od 8 %, na dolžini 150 m pa je celo do 15 %. Podolžni profil ceste je razgiban, od povsem ravnih odsekov na najvišji

točki na Ravnah (980 m nmv) do zelo strmih odsekov v spodnji tretjini analiziranega odseka.

Preglednica 2

Dolžine posameznih delov ceste G-27 in podolžni naklon ceste

Podolžni naklon ceste (%)	Dolžina (m)	Delež (%)	Kumulativa (%)
do 1	600	16.78	16.77
nad 1 do 2	850	23.78	40.56
nad 2 do 3	450	12.59	53.15
nad 3 do 4	225	6.29	59.44
nad 4 do 5	100	2.80	62.24
nad 5 do 6	175	4.90	67.14
nad 6 do 7	250	6.99	74.12
nad 7 do 8	225	6.29	80.42
nad 8 do 9	50	1.40	81.82
nad 9 do 10	75	2.10	83.92
nad 10 do 11	125	3.50	87.42
nad 11 do 12	75	2.10	89.52
nad 12 do 13	175	4.90	94.42
nad 13 do 14	50	1.40	95.82
nad 14 do 15	150	4.20	100.00
SKUPAJ	3575	100.00	100.00

Oblike poškodb zgornjega ustroja so na posameznih odsekih gozdne ceste G-27 različne. Ugotavljali smo odvisnost njihovega pojavljanja od podolžnega naklona ceste. Najpogosteje pojavljajoče poškodbe zgornjega ustroja ceste so bile udarne jame, načeta obrabna plast in erozijski žlebovi. V preglednici 3 so prikazane najpogostejše oblike poškodb zgornjega ustroja z dolžino ceste, na kateri se pojavljajo in deležem glede na celotno dolžino analiziranega odseka.

Preglednica 3**Pojavljane posameznih vrst poškodb zgornjega ustroja**

Vrsta poškodbe zg. ustroja	Prisotnost (dolžina v m)	Delež dolžine odseka (%)
udarna jama	1225	34.27
načeta obrabna plast	1000	27.97
erozijski žlebovi	2175	60.84

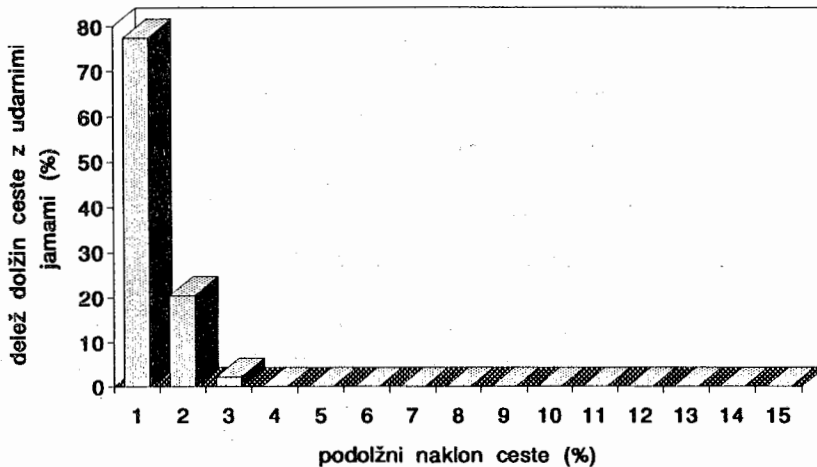
Najpogosteje so se pojavljali erozijski žlebovi (na 61 % dolžine odseka). Vzrok za njihov nastanek je odtekanje padavinske vode vzdolž osi ceste in njeno nepravočasno kanaliziranje s cestišča. Prečni profil ceste ni zagotavljal prečnega odtoka padavinske vode, zato je le-ta odtekala po prvi možni poti. Prečni odtok vode zelo ovira tudi vegetacija na sredini in robovih vozišča. Posledica je spiranje obrabne plasti vozišča, kar je tesno povezano z načeto obrabno plastjo. Ta poškodba se je pojavljala na 28 % dolžine cestnega odseka.

Na nekaterih delih gozdne ceste G-27 so se posamezne poškodbe zgornjega ustroja pojavljale tudi hkrati. To velja predvsem za erozijske žlebove in načeto obrabno plast, ter v manjši meri za udarne jame.

Poškodovana obrabna plast ne ščiti več nosilne plasti vozišča pred klimatskimi in prometnimi vplivi. Tako je proces spiranja obrabne plasti vozišča progresiven in se nadaljuje (če ceste ne vzdržujemo) v druge vrste poškodb zgornjega ustroja.

Udarne jame se pojavljajo kot posledica udarjanja koles vozila ob nehomogeno podlago. V njih se po deževju nabira voda, ki dodatno mehča cesto.

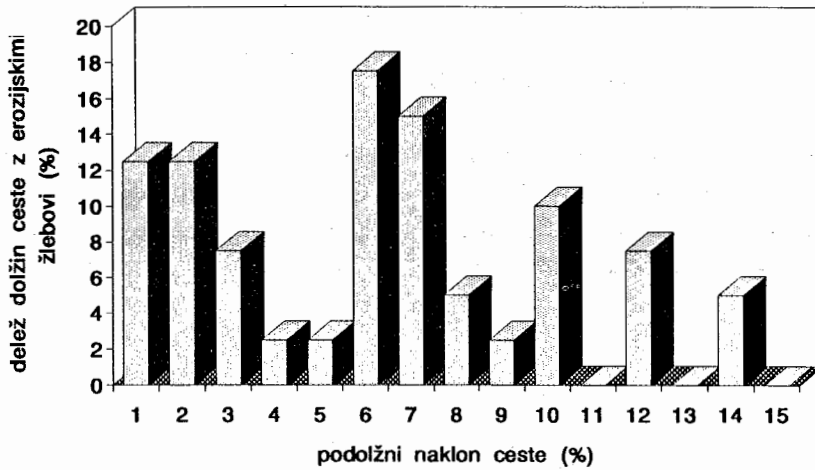
Glede na podolžni naklon ceste so posamezne poškodbe različne. Udarne jame so značilnost majhnih ali ničelnih podolžnih naklonov (graf 2).



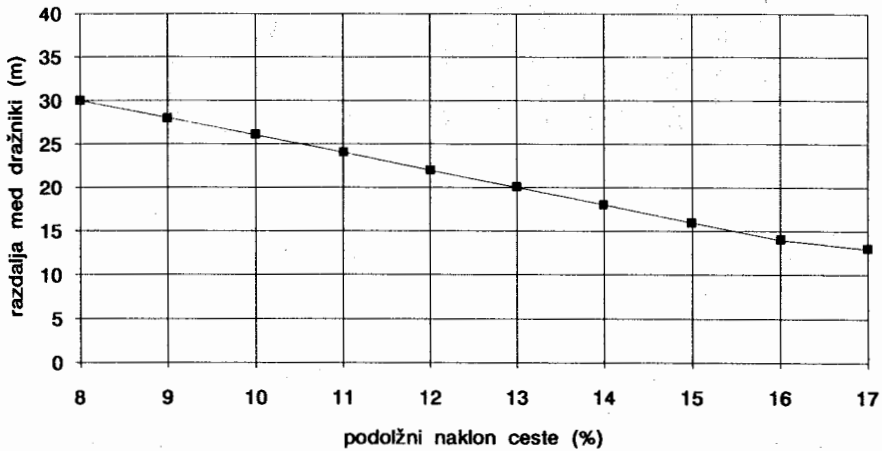
Graf 2: Delež dolžine gozdne ceste G - 27 z udarnimi jamami in podolžni naklon ceste

Največji delež dolžine gozdne ceste z udarnimi jamami smo ugotovili pri 1 % podolžnem naklonu. Praktično se udarne jame ne pojavljajo več pri podolžnih naklonih večjih od 2 %.

Delež dolžine gozdne ceste G - 27, kjer so poškodbe vozišča opazne kot erozijski žlebovi, so pri vseh naklonih ceste precej enakomerne (graf 3). Glede na naravo nastanka erozijskih žlebov smo vendarle pričakovali, da bo največ erozijskih žlebov na strmejših odsekih. Vzrok za to je v vgrajenih dražnikih. Vsi strmejši deli imajo vgrajene dražnike na razdalji od 25 do 35 m. Po HAFNERJU (1969) so potrebni razmaki med dražniki (in da erozija še ne nastaja) glede na podolžni naklon kot je prikazano na grafu 4. Padavinske razmere, ki so potreben vhodni podatek za določitev potrebnega razmaka med dražniki pri danem podolžnem naklonu, smo ocenili kot neugodne (več kot 1300 mm padavin, veliko ploh in nalivov). Pri tej odločitvi so nam pomagali tudi podatki Hidrometeorološkega zavoda Slovenije za padavinsko postajo Mrzli studenec na Pokljuki.



Graf 3: Delež dolžine gozdne ceste G - 27 z erozijskimi žlebovi in podolžni naklon ceste

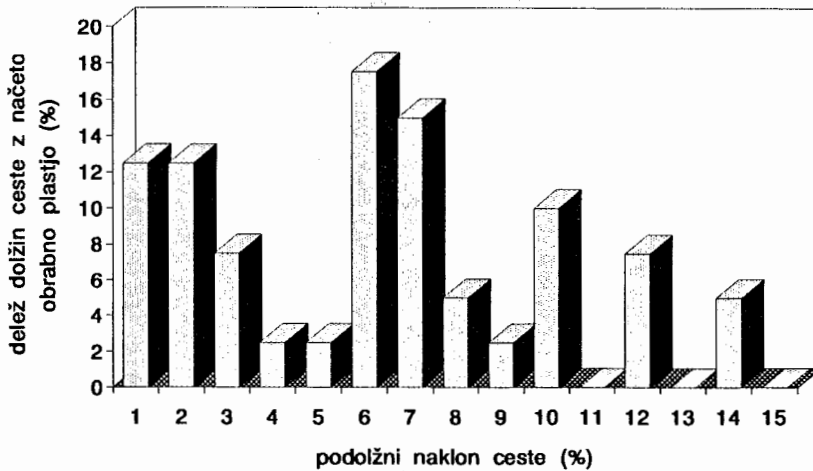


Graf 4: Potreben razmak med cestnimi žlebiči (HAFNER 1969)

Vrednosti na grafu 4 veljajo za količino padavin več kot 1300 mm letno z veliko plohami in nevihtami in srednje dobro utrjeno vozišče.

Po grafu 4 bi morali biti dražniki na gozdni cesti G-27 še pogosteje vgrajeni, vendar je že pri teh razdaljah med dražniki njihov vpliv tako velik, da so erozijski žlebovi relativno redki.

Tudi poškodba zgornjega ustroja, ki se kaže kot načeta obrabna plast, se pojavlja praktično pri vseh podolžnih naklonih ceste. Porazdelitev dolžin gozdne ceste G - 27, na kateri je načeta obrabna plast, glede na podolžni naklon ceste, kaže veliko podobnost z porazdelitvijo erozijskih žlebov v isti odvisnosti.



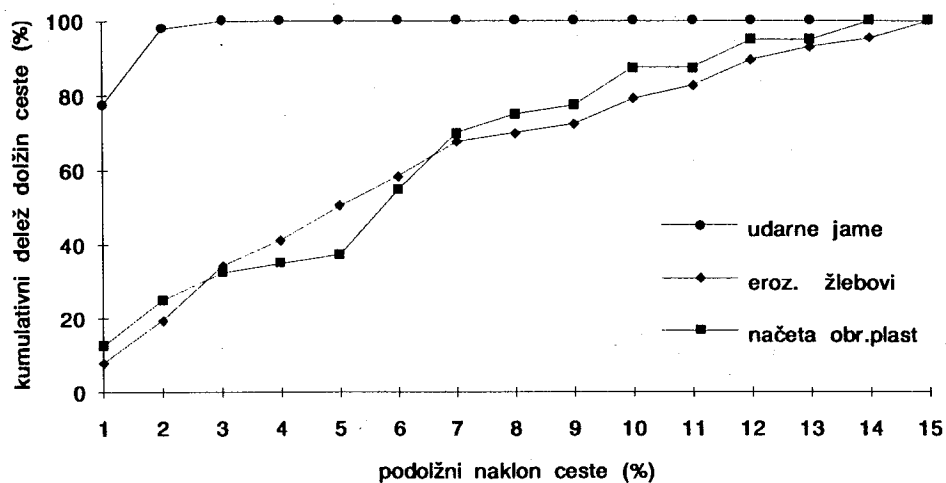
Graf 5: Delež dolžin gozdne ceste G - 27 z načeto obrabno plastjo in podolžni naklon ceste

Vzrok je v tem, da začetek erozije pogojuje načenjanje obrabne plasti. Pri večjih podolžnih naklonih ceste je bilo ugotovljeno le še posamično pojavljanje načete obrabne plasti. Zato imajo zelo pomembno vlogo vgrajeni dražniki, ki preprečujejo še hitrejšo napredovanje erozije in s tem tudi načenjanje obrabne plasti. Zanimivi so tudi rezultati analize, prikazani na grafu 6. Kumulativni deleži dolžin gozdne ceste G - 27, kjer se pojavljajo posamezne vrste poškodb zgornjega ustroja, imajo dve glavni obliki.

Odseki gozdne ceste G - 27, kjer se pojavljajo udarne jame, imajo podolžni naklon do 2.5 %. Nad tem naklonom se ne pojavljajo več. Do podolžnega naklona 1.5 % se je pojavilo skoraj 90 % vseh dolžin gozdne ceste z

udarnimi jamami, 50 % dolžin z udarnimi jamami pa je pri naklonih okoli 0.7 %.

Odseki gozdne ceste G -27, kjer se pojavljajo erozijski žlebovi in načeta obrabna plast, imajo precej bolj enakomerno rast kumulativnih krivulj glede na podolžni naklon istih odsekov. 50 % dolžin z obema vrstama poškodb je bilo registriranih pri podolžnem naklonu do 6 %. Tudi pri največjih podolžnih naklonih obe kumulativni krivulji še naraščata.



Graf 6: Kumulativni deleži dolžin gozdne ceste G - 27 s posameznimi vrstami poškodb zgornjega ustroja in podolžni naklon ceste

Pri podolžnih naklonih ceste do 3 % lahko pričakujemo pojavljanje udarnih jam, pri večjih podolžnih naklonih pa pojavljanje erozijskih žlebov in načete obrabne plasti, če dražniki niso vgrajeni.

5 SKLEPNE UGOTOVITVE

1. Na makadamski gozdni cesti G-27 na Mežakli so se udarne jame pojavljale na odsekih s podolžnim naklonom med 0 in 3 %. Pri večjih podolžnih naklonih udarnih jam ni bilo.

2. Erozijski žlebovi so se pojavljali praktično neodvisno od podolžnega naklona ceste. Pričakovali smo, da bo večji delež dolžin cest z erozijskimi žlebovi pri večjih podolžnih naklonih. Vgrajeni dražniki na razdalji med 25 in 35 m so zelo učinkoviti in zmanjšujejo nastanek erozijskih žlebov.

3. Načeta obrabna plast se je pojavljala podobno kot erozijski žlebovi. Tudi tu dražniki odločilno vplivajo na manjši vpliv padavinske vode na vozišče.

4. Vse dolžine gozdne ceste z udarnimi jamami so se pojavile do podolžnega naklona ceste 3 %. Pri erozijskih žlebovih in obrabni plasti pa se le 50 % vseh dolžin ceste s temi poškodbami pojavi do podolžnega naklona 6 %. Tudi pri večjih podolžnih naklonih ceste deleži dolžin ceste s temi poškodbami naraščajo.

6 POVZETEK

V študiji so pručene poškodbe zgornjega ustroja makadamske gozdne ceste G-27 na Mežakli. Za klasificiranje poškodb zgornjega ustroja je bila uporabljena LIENARTOVA (1983) klasifikacija. Posebej natančno smo dodatno opredelili tri najpogostejše vrste poškodb zgornjega ustroja. Kot erozijske žlebove smo opredelili tiste poškodbe zgornjega ustroja, kjer so opazne posledice odtekanja vode vzdolž osi ceste. Te poškodbe so vidne kot bolj ali manj izraziti žlebovi. Domnevali smo, da se najpogosteje pojavljajo na strmejših delih cest. Kot načeto obrabno plast smo opredelili tiste poškodbe zgornjega ustroja, kjer je obrabna plast ploskovno načeta zaradi delovanja prometa in (ali) vode. Obrabna plast je na takšnih mestih le še delno prisotna.

Analizirani odsek gozdne ceste G-27 na Mežakli (GG Bled) je glede podolžnega naklona zelo razgiban. Tako smo lahko analizirali poškodbe zgornjega ustroja, ki nastajajo na manjših podolžnih naklonih ceste (do 3%) in tiste na večjih (do 15%). Za odsek ceste G-27 dolžine 3575 m smo ugotovili prisotnost udarnih jam na 34% dolžine odseka, načete obrabne plasti na 28% in erozijskih žlebov na 61%. Udarne jame se pojavljajo na odsekih gozdnih cest s podolžnim naklonom med 0 in 3 %. Pri večjih podolžnih naklonih udarnih jam ni. Erozijski žlebovi so se pojavljali

praktično neodvisno od podolžnega naklona ceste. Pričakovali smo, da bo večji delež dolžin cest z erozijskimi žlebovi pri večjih podolžnih naklonih. Vgrajeni dražniki na razdalji med 25 in 35 m so zelo učinkoviti in zmanjšujejo nastanek erozijskih žlebov. Načeta obrabna plast se je pojavljala podobno kot erozijski žlebovi. Tudi tu dražniki odločilno vplivajo na manjši vpliv padavinske vode na vozišče. Vse dolžine gozdne ceste z udarnimi jamami so se pojavile do podolžnega naklona ceste 3 %. Pri erozijskih žlebovih in obrabni plasti pa se le 50 % vseh dolžin ceste s temi poškodbami pojavi do podolžnega naklona 6 %. Tudi pri večjih podolžnih naklonih ceste deleži dolžin ceste s temi poškodbami naraščajo.

SUMMARY

The study deals with the injuries of the upper road layer of macadam forest roads. The classification of the injuries of the upper road layer was carried out by means of the LIENART'S (1983) classification. A separate classification was made for the three most frequent injury types of the upper road layer. Those injuries where the consequences of the draining off of water along the road's axis could be established have been classified as erosion grooves. Such injuries can be perceived as more or less visible grooves. They most frequently occur in more steep parts of roads. Those injuries of the upper layer, where the surface of the wear out layer has been damaged due to the influence of traffic and (or) water has been defined as the damaged wear out layer. In such parts, the wear out and carrying layers are only partly present.

The analysed part of the G-27 forest road on the Mežakla (The Bled Forest Enterprise) is quite diverse as to the longitudinal slope. Thus, such injuries of the upper layer that occur in gentle longitudinal road slopes (up to 3%) and those in greater (up to 15%) could be analysed. In the G-27 road section of 3575 m, stroke holes were established in 34% of the section's length, damaged wear out layer in 28% and erosion grooves in 61%. Stroke holes occur in forest road sections of a longitudinal slope between 0 and 3%. With greater longitudinal slopes, there are no stroke holes. Erosion grooves occurred almost independently of the longitudinal road's slope. It had been expected that there would be a greater share of

road lengths with erosion grooves at greater longitudinal slopes. Built in catch drains at a distance between 25 and 35 m are highly effective and prevent the formation of erosion grooves. Damaged wear out layer occurred similarly as erosion grooves. Here again catch drains strongly reduce the influence of precipitation water on the roadway. All the lengths of a forest road with stroke holes occurred with a longitudinal road slope of up to 3 %. As to erosion grooves and the wear out layer, only 50% of all road lengths with such injuries occurred to a longitudinal slope of 6%. Also with greater longitudinal road slopes, road lengths' shares with such injuries regularly increased.

VIRI

- DOBRE, A., 1981. Gradnja in vzdrževanje gozdnih prometnic z vidika racionalnosti. - Gozdarski študijski dnevi Intenziviranje in racionaliziranje gospodarjenja z gozdovi v SR Sloveniji. Novo mesto, s. 199 - 215.
- DOBRE, A., 1986. Naravne danosti za načrtovanje in gradnjo gozdnih cest v Sloveniji. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 28, s. 81 - 149.
- DRETNIK, D., 1984. Sodobna gradnja in vzdrževanje gozdnih cest. I. del. - Tipkopolis. Slovenj Gradec.
- EDLING, P., 1972. Maintenance of roads, culverts and bridges. Symposium of forest road construction and maintenance techniques. Economic commission for Europe / FAO / ILO. Sopron, Hungary.
- HAFNER, F., 1969. Zur Vermeidung von Schaeden durch niederschlagswasser bei Forstwegen im Gebirge. - Mednarodni simpozij o mehanizaciji v izkoriščanju gozdov. Ljubljana, s. 173 - 186.
- HAJAK, G. / SZILAGYI, J., 1972. Road maintenance: Requirements and techniques. - Symposium of forest road construction and maintenance techniques. Economic commission for Europe / FAO / ILO. Sopron, Hungary.
- LIENART, S., 1983. Zustand, Unterhalt und Ausbau von Wald - und Gueterstrassen. - Zuerich, s. 96.
- LOVRIČ, N., 1983. Ocjena kvalitete kolničke vozne površine šumskih kamionskih cestovnih prometnica. - Mehanizacija šumarstva u teorji i praksi. Opatija, s. 433 - 438.
- POTOČNIK, I., 1992. Ekonomski in tehnični vidiki vzdrževanja gozdnih cest. - Magistrsko delo, Oddelek za gozdarstvo BF, Ljubljana, s. 129.
- ŠAVELJ, M., 1992. Gozdno gradbeništvo. - Zavod Republike Slovenije za šolstvo in šport, Ljubljana.

ŽNIDERŠIČ, B., 1961. Ceste. - FAGG, Ljubljana, s. 355.

- , 1967. Zgornji ustroj cest - načini utrditve. - Skupnost cestnih podjetij SRS, Ljubljana, s. 578
- , 1982. Smernice za projektiranje gozdnih cest. - Ljubljana, s. 63.
- , 1989. Tehnički uvjeti za gospodarske ceste. - Znanstveni savjet za promet Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb, s. 76.

