

# PRIMJENA UMJETNIH PODLOGA PROMETNICA U ZAŠTITI TLA

---

**Drempetić, Stjepan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:616068>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-14**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Stjepan Drempetić

# **PRIMJENA UMJETNIH PODLOGA PROMETNICA U ZAŠTITI TLA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2022

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Stjepan Drempetić

# **APPLICATION OF ARTIFICIAL ROADS IN SOIL PROTECTION**

Final Paper

Karlovac, 2022

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Stjepan Drempetić

# **PRIMJENA UMJETNIH PODLOGA PROMETNICA U ZAŠTITI TLA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor(i): Marko Ožura v.pred.

Karlovac, 2022



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / specijalistički studij: Sigurnost i zaštita  
(označiti)

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac,.....

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Stjepan Drempeć

Matični broj :.....

Naslov: PRIMJENA UMJETNIH PODLOGA PROMETNICA U ZAŠTITI TLA

Opis zadatka:

U završnom radu uvodno treba opisati prometnice u šumarstvu i njihove podjele. Također opisati umjetne podloge i iskoristivost. U središnjem djelu rada kroz poglavlje rasprava opisati mogućnost primjene i koristi obzirom na zaštitu tla. Završno napisati zaključak na temelju proučene dostupne literature i vlastitog mišljenja. Pravilno i potpuno citirati sve korištene materijale u radu.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:  
obrane:

Predviđeni datum

.....

.....

.....

Mentor: Marko Ožura v.pred.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

## SAŽETAK

U ovome radu ćemo razrađivati temu koja se veže uz šumske prometnice, te njihovim unapređenjem. Kao rješenje za njihovo unapređenje uzimamo umjetne podloge pod nazivom ISOTRACK. Isotrack podloge koriste se u raznim djelatnostima, te iz toga razloga one su prijedlog za rješavanje problema sa kojima se susrećemo u šumarstvu tj. kod šumskih prometnica. Isotrack podloge nemaju prednost samo kod rješavanja problema šumskih prometnica nego imaju veliku ulogu u zaštiti tla.

# SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....	I
SAŽETAK.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
SADRŽAJ.....	II
1. UVOD.....	1
1.1. ŠUMSKE PROMETNICE.....	1
1.1.1. PODJELA ŠUMSKIH PROMETNICA PREMA VRSTI PROMETA.....	3
1.1.2. PODJELA ŠUMSKIH PROMETNICA PREMA ZNAČENJU.....	4
2. DEFORMACIJE PROMETNICA.....	6
2.1. MJERENJE OŠTEĆENJA TLA.....	9
2.2. UMJETNE PODLOGE (ISOTRUCK).....	13
2.2.1. ISOTRACK L SERIJA.....	13
2.2.2. ISOTRACK X SERIJA.....	14
2.2.3. ISOTRACK H SERIJA.....	16
3. IZGRADNJA ŠUMSKIH PROMETNICA.....	18
3.1. PROJEKTIRANJE ŠUMSKIH PROMETNICA.....	18
3.2. IZGRADNJA ŠUMSKIH PROMETNICA.....	19
4. RASPRAVA.....	23
5. ZAKLJUČAK.....	26
6. LITERATURA.....	27
7. PRILOZI.....	28
7.1. POPIS SLIKA.....	28
7.2. POPIS TABLICA.....	28

# 1. UVOD

Šumska se prometna infrastruktura može podijeliti na primarnu, na sekundarnu i na posebnu šumsku prometnu infrastrukturu. Javne su ceste dobro u općoj uporabi u vlasništvu Republike Hrvatske, a prema Zakonu o javnim cestama (NN 180/04, 82/06, 138/06, 146/08, 152/08, 38/09, 124/09, 153/09, 73/10 i 91/10), ovisno o društvenom, prometnom i gospodarskom značenju, mogu biti: autoceste, državne ceste, županijske ceste i lokalne ceste.

Mreža šumskih cesta sastavni je dio mreže gospodarskih cesta vezanih za javne prometnice u jedan cjeloviti prometni sustav. Pod pojmom gospodarskih cesta podrazumijevamo one ceste koje su od osobitog značenja za pojedinu granu gospodarstva. U slučaju šumarske privrede, šumske ceste zajedno s poljoprivrednim cestama čine jedinstvenu mrežu gospodarskih cesta.

## 1.1. ŠUMSKE PROMETNICE

Primarnu šumsku prometnu infrastrukturu čine sve kategorije šumskih cesta te one javne ceste koje se mogu koristiti pri radovima u šumarstvu (to su najčešće javne ceste nižih kategorija – županijske i lokalne ceste). Šumske su ceste trajni građevinski objekti koji omogućuju stalan promet motornim vozilima radi izvršavanja zadataka predviđenih planom gospodarenja. (Šikić i dr. 1989)

Šumske ceste imaju višestruku ulogu, služe za potrebe prijevoza drvne sirovine iz šumskog kompleksa do stovarišta ili kranjeg potrošača, protupožarnu i preventivnu zaštitu šuma za lakše obavljanje poslova vezanih uz uzgajanje i uređivanje šuma, lovnu privredu, turizam i drugo. Šumske proizvodne ceste u gospodarskim šumama obnašaju sve zadaće iz osnove gospodarenja, a prioritetni je zadatak prijevoz drva.

Njihovom izgradnjom šumi se trajno oduzima plodno tlo (osim u slučaju njihova zatvaranja i revitalizacije staništa). Izgrađene su od donjega i gornjega ustroja sa svim tehničkim obilježjima ceste. Možemo ih razdijeliti na temelju više kriterija.

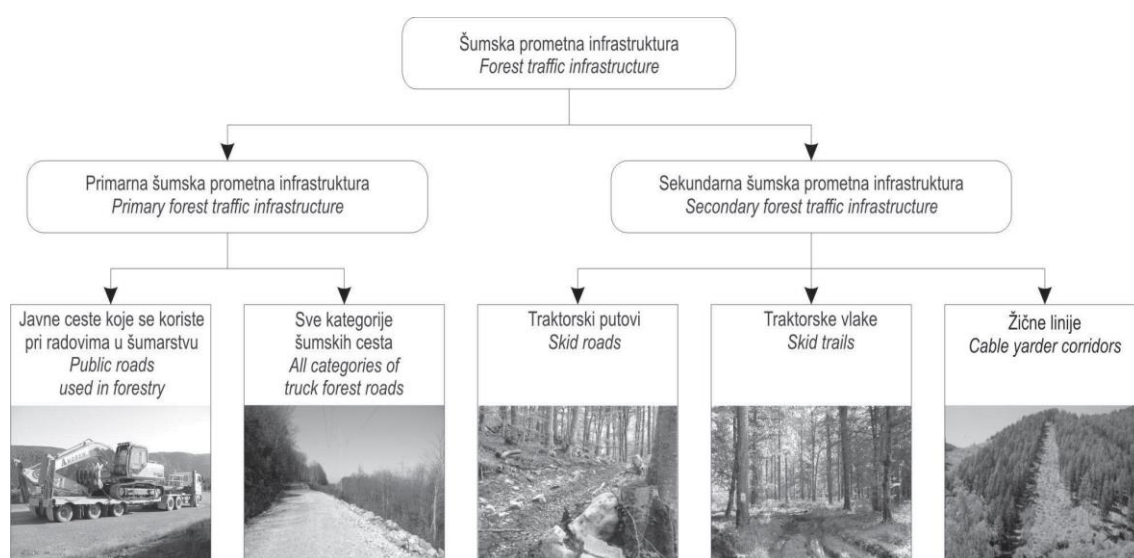
Sastavnice sekundarne šumske prometne infrastrukture jesu sekundarne šumske prometnice: traktorski putovi, traktorske vlake i žične linije. Namijenjene



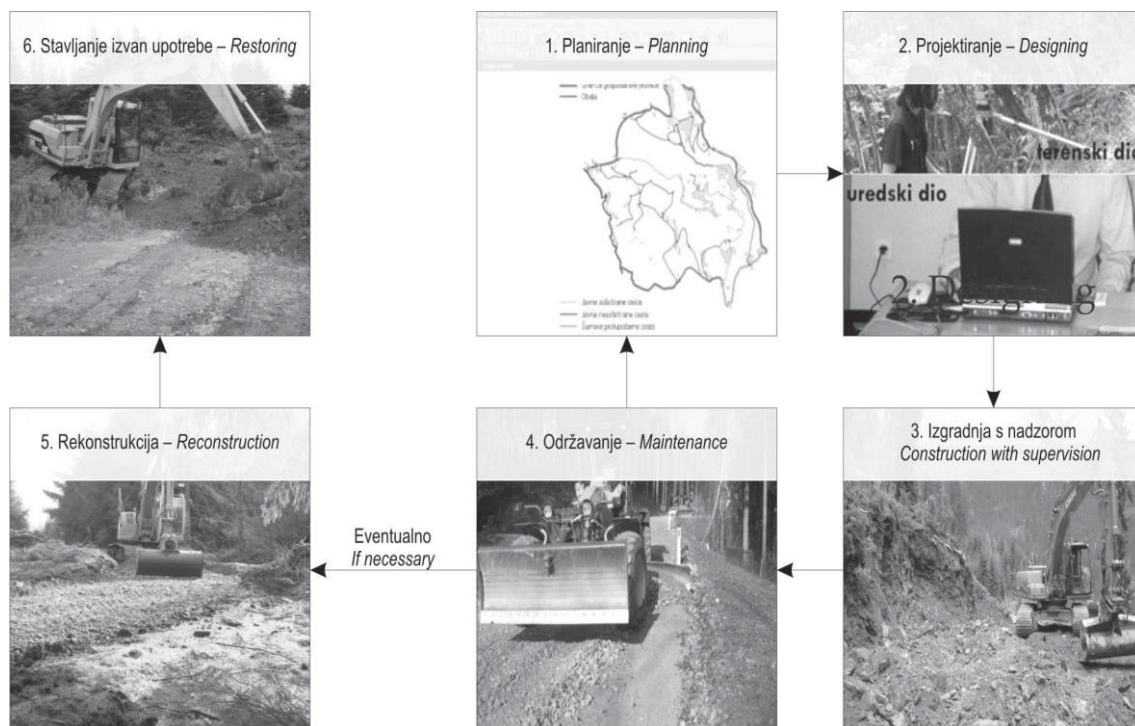
su u prvom redu privlačenju drva od mjesta skupljanja drva do pomoćnoga stovarišta (primarni transport drva) te povremeno služe za izvršavanje zadataka predviđenih planom gospodarenja. Od pomoćnoga se stovarišta do krajnjega korisnika drvo može transportirati izgrađenim transportnim sustavima (šumske i javne ceste te željezničke pruge) ili vodenim putovima (rijeke, jezera, mora i oceani).

Traktorski su putovi građevinski objekti trajnoga karaktera (osim u slučaju njihova zatvaranja i revitalizacije staništa) koji su izgrađeni samo od donjega ustroja. Povezani su uz nagnute terene, teže građevinske kategorije materijala i prisutnost površinskih prepreka.

Traktorske su vlake sekundarne šumske prometnice privremenoga karaktera, nastaju prosijecanjem trase kroz šumu, eventualnim vađenjem panjeva te uzastopnim prolaskom stroja za privlačenje drva (skider, forvarder) istim tragom. Karakteristične su za ravne terene, lakše građevinske kategorije materijala i odsutnost površinskih prepreka (lako provozni tereni).



**Slika 1.** Razredba šumske prometne infrastrukture (T. Pentek i dr., 2014.)



**Slika 2.** Shematski prikaz uspostavljanja optimalne mreže šumske prometne infrastrukture (T. Pentek i dr., 2014.)

### 1.1.1. PODJELA ŠUMSKIH PROMETNICA PREMA VRSTI PROMETA

Prema ovom kriteriju šumske prometnice dijele se na:

- šumske ceste
- traktorske prometnice

Šumske ceste – primarna mreža šumskih prometnica kao trajan građevinski objekt oduzimaju određeni dio proizvodnog šumskog tla. Njihovom izgradnjom uništavaju se gornji i donji slojevi tla do određene dubine ovisno o terenu na kojem se izvodi gradnja.

Perspektivni prostorni raspored šumskih cesta provodi se prema kriterijima za gradnju javnih cesta 5. razreda i on se mora uklopiti u osnovni dokument gospodarenja, Osnovu gospodarenja za sljedeće razdoblje. Za izgradnju šumskih cesta potrebno je izgraditi glavni izvedbeni projekt sa svim potrebnim sastavnim djelovima.

Traktorske prometnice – sekundarna mreža šumskih prometnica – predstavljaju privremene građevinske objekte koji se grade isključivo za potrebu proizvodnje odnosno gospodarenja (sječa/izrada i privlačenje/izvlačenje).

Sekundarna mreža šumskih prometnica dijeli se na:

- šumske vlake
- traktorske putove

Šumske se vlake ne planiraju perspektivnim planom, već se njihov položaj i količina određuje na temelju godišnjeg plana proizvodnje. Za ovu se vrstu prometnica ne izrađuje projektna dokumentacija, već se na terenu iskolči nul-linija.

Traktorski se putovi planiraju u mreži sumskih vlaka kao buduće šumske ceste odnosno sastavni dio primarne mreže šumskih prometnica s prosječnim uzdužnim nagibom do 12%.

Šumske vlake i putovi odvajaju se od prilaznih šumskih cesta i prodiru u najudaljenije dijelove odjela odnosno odsjeka. Širina planuma traktorskih vlaka ovisi o tipu i vrsti stroja kojim se izvode radovi, a kreće se od 1,80 m za standardne traktore do 3,50 m za zglobne traktore.

#### 1.1.2. PODJELA ŠUMSKIH PROMETNICA PREMA ZNAČENJU

Prema značenju šumske ceste predstavljaju sastavni dio prstena gospodarskih cesta koje se dijele na šumske i poljoprivredne gospodarske ceste, a povezuju javne ceste sa gospodarskom površinom. Postoje sljedeće vrste šumskih cesta:

- spojne ceste (SC)
- glavne šumske ceste (GŠC)
- sporedne šumske ceste (SŠC)
- prilazne šumske ceste (PŠC)

**Spojne ceste (SC)** – tijekom cijele godine povezuju gospodarske šumske ceste s javnim cestama i s njima čine cjelokupnu prometnu mrežu gospodarskih cesta šireg šumskog područja.

Širina se planuma spojnih cesta kreće od 6,0 – 7,0 m, a kolnik širine 4,5 – 5,0 m sastoji se od dviju prometnih traka i služi za odvijanje prometa u oba smjera. Prisutnost različitog broja, vrsta i tipova teških motornih vozila na ovakvim cestama zahtijeva dimenzioniranje na maksimalno osovinsko opterećenje. U pogledu prostornog rasporeda, planiranje i projektiranje ovih cesta se izvodi prema kriterijima za javne ceste približno jednake kategorije, ali sa specifičnostima strojeva i vozila.

**Glavne šumske ceste (GŠC)** – širina planuma ovih cesta iznosi 6,5 – 7,5 m, a kolnika 5,0 – 5,5 m. Kolnik je izgrađen za dvosmjerni promet s dvije prometne trake. Glavne šumske ceste prolaze kroz šumsko područje i na taj način spajaju šumski kompleks s javnim prometnicama.

**Sporedne šumske ceste (SŠC)** – odvajaju se od glavne ceste te ulaze u pojedine dijelove šumskog kompleksa ili otvaraju manji šumski kompleks. Širina kolnika ovih cesta iznosi za dvije vozne trake 4,5 – 5,0 m, a za jednu voznu traku 3,5 – 4,0 m.

**Prilazne šumske ceste (PŠC)** – mogu se odvajati od glavni ili sporednih šumskih cesta prolazeći kroz šumski kompleks do pojedinih većih ili manjih radilišta. To su prometnice s jednim voznim trakom širine kolnika 3,5 – 4,0 m.

## 2. DEFORMACIJE PROMETNICA

Ovisno o intenzitetu prometa na šumskim cestama s kolničkom konstrukcijom od kamenih materijala nakon nekog će se vremena pojaviti prvi znaci oštećenja. Voda svojim protjecanjem preko kamenih kolnika počinje polagano odnositi gornji, habajući sloj stvaranjem početnih kolotruga i udarnih rupa. S vremenom se kolotrazi i udarne rupe produbljuju i nastaju znatnija oštećenja koja treba brzo sanirati kako se kolnik ne bi u potpunosti uništio. Osnovni uzrok ovih oštećenja je loše izvedena površinska odvodnja, umjesto da otječe jarcima, cijevima ili drenažama, voda polagano erodira gornju površinu kolnika i na taj način slabi cijelu kolničku konstrukciju.

Glavna oštećenja kamenih kolničkih konstrukcija mogu se svrstati u nekoliko grupa:

- hrapave ili otvorene površine
- kolotrazi
- udrane rupe
- lom ili propadanje kolničke konstrukcije

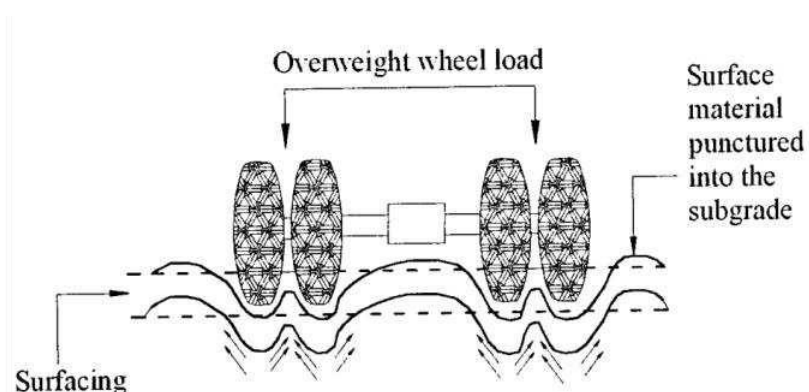
**Hrapave ili otvorene površine** – predstavljaju početno oštećenje kamenih kolnika, a nastaju pod utjecajem erozivnog djelovanja vode i prometnog opterećenja. U manjoj mjeri na stvaranje ovog oštećenja može utjecati vjetar i to u slučaju nedovoljne zbijenosti uvaljanog završnog sloja.

**Kolotrazi** – kao oštećenje nastaju na kolničkim konstrukcijama izgrađenima na loše i nekvalitetno izvedenoj posteljici. Nedovoljno nosiva posteljica ne može preuzeti planirano opterećenje. Prolaskom teških vozila slojevi kamena ispod kotača utiskuju se u posteljicu, a sa strane kotača na površinu izbijaju komadi kamena. Nedovoljno nosive posteljice preporučuje se ojačati uporabom geosintetika (geotekstila ili geomreža).

**Udarne rupe** – predstavljaju vrlo često oštećenje kolnika bez vezanog zastora koje nastaje zbog djelovanja prometa. Prijelazom vozila preko kolnika kotači izazivaju udarce koji uz prisutnost vode produbljuju početno oštećenje i tako stvaraju udarne rupe. To je oštećenje prisutno pogotovo u doba smrzavanja i odmrzavanja vode na podlozi ispod kolničke konstrukcije ili u samoj kolničkoj konstrukciji.

Na novom kolniku oštećenja će biti manja ako se pri gradnji ceste pravilno koriste kamioni za prijevoz kamenog materijala. Mjesta na kojima kotači vozila dublje prodiru u sloj nevezanog materijala upućuju na loše izvedena mjesta koja bi u budućnosti mogla biti uzrok oštećenja kolničke konstrukcije.

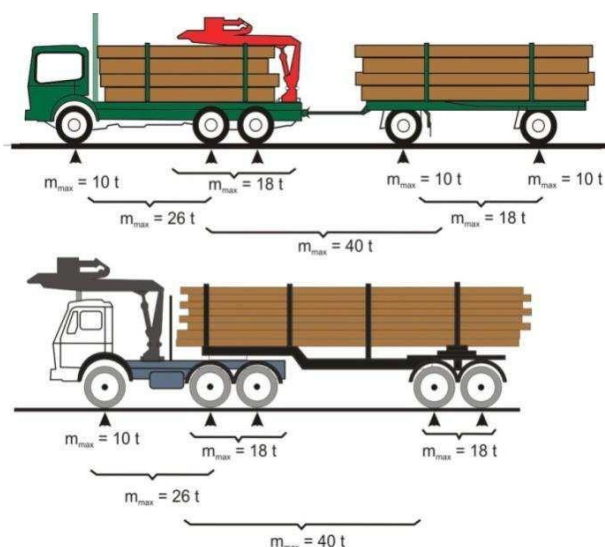
Za šumske ceste je karakteristična niska frekvencija (intenzitet) prometa. Glavnina se prometa tijekom godine odvija u određenom kraćem razdoblju, a najveći udio u prometnom opterećenju zauzimaju teški šumski kamioni osovinskog opterećenja većeg i od 80 kN (Nowakowska-Moryl 1992, Fertal 1994, Trzcinski 2001). Poradi što manjih troškova održavanja šumskih cesta zbog oštećenja kolničke konstrukcije šumske ceste je potrebno graditi sukladno preporučenim tehničkim značajkama i propisanom postupku izgradnje za određenu kategoriju šumske ceste (Siedrowicy i dr. 1990). Opterećenje kotača i dodirni tlak nakon nekog vremena uzrokuju pojavu kolotruga i deformaciju šumske ceste (slika 3.)



**Slika 3:** Pojava kolotruga i deformacije ceste (Ozturk, T.,2008.)

Temeljni je zakonski propis kojim se određuju neke tehničke značajke “Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama” - (“Narodne novine”, br. 59/98). Ovim su pravilnikom obuhvaćene dimenzije vozila kao i osovinski pritisci.

Temeljem ove raščlambe može se zaključiti da istraživani šumarski kamion s prikolicom smije biti opterećen najviše 26 t za sam kamion, 18 t za prikolicu, ali da ukupna masa sustava ne smije prelaziti 40 t. Ujedno pojedinačno opterećenje samostalne osovine ne smije prelaziti 10 t, a dvostruke ukupno 18 t, kako to i pokazuje slika 4.



**Slika 4.** Najveće dopuštene mase kamionskih skupova (M. Šušnjar i dr., 2011.)

Najveće dopuštene mase, prikazane na slici 3., pokazuju izvjesne nelogičnosti nastale zbog ograničavanja ukupne mase i osovinskih pritiska. Primjerice, prema dopuštenim osovinskim pritiscima kamion bi mogao imati ukupnu masu 28 tona, ali je ona ograničena na dopuštenih 26 t. Iz ovoga proizlazi i način kontrole masa koji će se provesti tako da se mjere opterećenja svake pojedine osovine, a njihova sumarna vrijednost se opet uspoređuje s dopuštenom ukupnom masom kamiona. To isto vrijedi i za prikolicu. Cijeli se kamionski skup također mora procijeniti temeljem ukupne mase za skup, koja se dobije zbrajanjem pojedinačnih masa kamiona i prikolice te se uspoređuje s dopuštenom masom od 40 t.

## 2.1. MJERENJE OŠTEĆENJA TLA

Da bismo mogli procijeniti nosivost šumske ceste potrebno je odrediti deformaciju kolničke konstrukcije, odnosno izračunati modul deformacije i elastičnost progiba kolničke konstrukcije. Mjerenja su obavljena pomoću LWD uređaja (slika 9). Na vrhu uređaja nalazi se drška koja osigurava da opruga uređaja ostane vertikalna. Uzduž osovine se nalazi okidač za otpuštanje mase koji se koristi za otpuštanje tereta i na taj se način osigurava opterećenje. Odbojnici, napravljeni od gumenih blokova ili čeličnih poluga, hvataju padajući teret te prenose utjecaj sile do nosive ploče. Ispod odbojnika se nalazi naprava za mjerenje koja mjeri deformaciju, a kod nekih uređaja i snagu. Na dnu se nalazi nosiva ploča koja mora biti postavljena čvrsto na tlo.



**Slika 5.** Korišteni deflektometar (Branišelj, S. 2013)



Prije provođenja prvih ispitivanja LWD uređaj se mora kalibrirati u institucijama koje su za to odgovorne. Taj se postupak mora provoditi barem jedan put godišnje.

Prije postavljanja LWD uređaja na tlo koje će se ispitivati, tlo se mora izravnati. Na mekanim ili utrtim površinama se odstrani materijal do dubine 15 cm ili se umetne tanak sloj pijeska da bi se izjednačile moguće neujednačenosti. Nakon toga se LWD uređaj postavlja horizontalno na tlo koje će se testirati. Najprije se padajući teret ispušta tri puta da bi došlo do potpunog kontakta između ploče i tla, odnosno da se tlo slegne, a zatim se mora ispustiti još tri puta da se provede točno mjerenje deformacije tla uz pomoć elektroničkog metra. Od dobivenih vrijednosti izračuna se prosječna te se ta uzima kao vrijednost ispitanog tla.

LWD uređaj mjeri dinamičku deformaciju tako da se tlo optereti opterećenjem koje se primjenjuje preko čelične ploče. Mehanizam nosivosti se sastoji od padajućeg tereta, koji, kada se ispusti, pada uzduž opruge te udara o odbojnik. Nosiva sprava se nalazi u centralnoj sferi na sredini diska, te se samo tlačna sila prenosi do nosive ploče. Na sredini ploče je instaliran senzor koji je spojen na elektronički metar. Ovaj senzor mjeri kretanje ploče čak i za vrijeme testiranja. Kada je testiranje završeno, maksimalni pomak se može izračunati uz pomoć dvostrukih ili jednostrukih integrala ubrzanja ili oscilacije brzine. Ostali parametri za određivanje modula defekcije, uključujući kontaktno opterećenje između ploče i tla, su konstante.

U tablici 1 prikazani su podaci koji se pojavljuju na ekranu prijenosnog računala deflektometra te pojašnjenje istih. Na slici 6. prikazano je prijenosno putno računalo deflektometra.

**Tablica 1.** Prikaz podataka na ekranu prijenosnog računala deflektometra i pojašnjenje istih

1. Tekstualni prikaz koji je moguće izmijeniti tj. unijeti oznaku lokacije mjerenje	<b>Result TEXT</b>
2. Broj testa, datum i vrijeme mjerenja	<b>Nr. 33 26.09.2013 13:22</b>
3. Najviša vrijednost zbijanja u Milimetrima	<b>sm: 0,266 mm</b>
4. Stupanj kompaktnosti, koji nam govori jeli moguće daljnje zbijanje. s/v < 3,5 – nije moguće daljnje zbijanje s/v > 3,5 – moguće je daljnje zbijanje	<b>s/v: 2,414</b>
5. Dinamički modul defleksije	<b>E<sub>vd</sub>: 37,25 MPa</b>



**Slika 6.** Prijenosno računalo deflektometra (Branišelj, S. 2013)

Preporučena nosivost cesta koje prvenstveno služe za prijevoz dobara te imaju brzinu kretanja do 50 km/h, što odgovara šumskim prometnicama trebali bi imati, prema njemačkoj normi *Rail 836, Designing, constructing and maintaining earthworks – Soil body, principles*, iznositi  $E_{vd} = 30 \text{ MPa}$

Mjerenje je rađeno na području gdje je vapnenačka podloga, stoga se očekuje dobra nosivost šumske ceste. Na slici 11 je prikazan postupak mjerenja nosivosti šumske ceste s deflektometrom.



**Slika 7.** Provedba mjerenja nosivosti šumske ceste (Branišelj, S. 2013)

## 2.2. UMJETNE PODLOGE (ISOTRUCK)

Isotrack podloge proizvodi slovenska i europska firma pod nazivom Isokon.

Isokon je slovenska i europska tvrtka sa više od 40 godina iskustva u proizvodnji u području tehničke plastike. Više od 8 godina, tvrtka ISOKON posjeduje proizvodni pogon i opremu za proizvodnju podloga za privremeni pristup cestama i zaštitu tla. Razvojno – istraživački tim ISOKON-a, u suradnji sa Sveučilištem u Ljubljani i Mariboru, radi na stalnim inovacijama u dizajnu i robusnom testiranju podloga kako bi se osigurala kvalitetna izdrživost podloge i zaštita tla.

### 2.2.1. ISOTRACK L SERIJA

Postoji više vrsta (kategorija) isotrack umjetnih podloga. Svaka od kategorija ili vrsta primjenjuje se u različitim sektorima. Prva vrsta umjetnih podloga je ISOTRACK L SERIJA. Isotrack L serija ručno prenosivih prostirki osigurava siguran, privremeni pristup, radnu površinu i zaštitu preko mekog tla i tvrdih površina. Dvije osobe ih mogu dići te je rukovanje i postavljanje jednostavno.

Karakteristike Isotrack L serije su:

- -Podržava težinu vozila do 80 tona
- -Ručno prenosive podloge – dvije osobe ih mogu dići te je rukovanje njima jednostavno pomoću izreza za ruke
- -Brzo i jednostavno instaliranje upotrebom različitih opcija spajanja kompresijski oblikovan, visokokvalitetni, termoplastični materijal otporan na kemikalije i ulje te je UV zaštićen
- -Fleksibilna, ali čvrsta i izdržljiva podloga za dugotrajnu uporabu
- -100% moguće reciklirati na kraju životnog vijeka



**Slika 8.** Kretanje kranskog viličara po Isotrack L serija umjetnim podlogama (<https://www.isotrack.eu/images/pdf/Isotrack-L-brochure.pdf>)

### 2.2.2. ISOTRACK X SERIJA

Zaštitna podloga za tlo za privremeni pristup u teškim uvjetima za siguran, privremeni pristup preko mekog tla i u ekstremno mokrim vremenskim uvjetima, isotrack x serija je ultimativna, ekstremno izdržljiva zaštitna cestovna podloga.

Karakteristike Isotrack X serije su:

- Izvanredna kompresivna snaga – više od 415 tona/m<sup>2</sup> dosežući maksimalnu silu 730 tona/m<sup>2</sup>
- Svaka podloga ima dvije izvrsno prijanjajuće površine
- Površinski prijanjajući dizajn za sigurno kretanje vozila
- Pjenom punjena jezgra sprječava prodor vode ako se podloga probuši ( nema unakrsne kontaminacije i dodatnog tereta )



**Slika 8.** Transport kamiona po Isotrack X umjetnim podlogama (<https://www.isotrack.eu/images/pdf/Isotrack-L-brochure.pdf>)

Prednosti umjetnih podloga Isotrack X serija prešani termoplastični materijal visokih performansi, robusna i izdržljiva podloga visokih performansi, preklapajući rub za međusobno povezivanje prostirki za izradu prometnica ili radnih površina, patentirani Four3 priključni sistem, čelijska konstrukcija jezgre osigurava plovnost u poplavljenim područjima, visoko učinkovita raspodjela težine u različitim uvjetima tla, smanjuje onečišćenje prašinom na suhim tlima, štiti osjetljiva staništa, štiti tlo od prometa pješaka, jednostavan i izdržljiv sustav povezivanja, mogućnost logotipa klijenta, trajno i uz mogućnost recikliranja

Primjena u različitim sektorima:

- Naftna i plinska industrija
- Komunalne usluge

- Izgradnja
- Petrokemija
- Prijevoz
- Privremeni heliodromi
- Vjetroelektrane
- Cjevovodi
- Kamenolomi i rudnici
- Drvoprerađiva i šumarstvo
- Bilo koji projekt koji zahtjeva siguran privremeni pristup za teška vozila i opremu

### 2.2.3. ISOTRACK H SERIJA

Isotrack h serija ekstremno izdržljivih cestovnih prostirki pruža siguran privremeni pristup, radno područje i zaštitu preko mekih i tvrdih površina. Širok raspon primjene. Jednostavno instaliranje.

Karakteristike Isotrack H serije su:

- Proizvedeno prema najvišim standardima kvalitete
- Jedna podloga ali dvije različite prijanjajuće površine –
- IsoTraction® površina za vozila sa gumama
- površina niskog profila prijanjanja za čelične gusjenice i pješake
- Čelikom ojačane točke podizanja
- Mogućnost logotipa klijenta

Prednosti podloga Isotrack H serije:

- Podržava težinu vozila i opreme do 150 tona
- Jednostavno i brzo istovarivanje upotrebom opreme za dizanje ili viljuškara
- Brzo i jednostavno instaliranje upotrebom različitih opcija spajanja
- Instaliranje prometnice, radne površine, parkirališta i okretništa



- IsoTraction® dizajn površine za superiorno prijanjanje
- Sigurno kretanje i pristup za vozila, opremu i ljude
- Podloge se lagano savijaju s konturama tla – priprema tla nije potrebna
- Spriječite kolotrage i oštećenja – izbjegnite troškove ponovnog postavljanja tla
- Spriječite zastoje vozila i opreme – izbjegavajte kašnjenja
- kompresijski oblikovan, visokokvalitetni, reciklirani, termoplastični materijal otporan na kemikalije i ulje te je UV zaštićen
- Fleksibilna, ali čvrsta i izdržljiva podloga za dugotrajnu uporabu
- Nizak rizik od krađe u odnosu na aluminijske i čelične podloge
- 100% moguće reciklirati na kraju životnog vijeka



**Slika 9.** Transportni put od IsoTrack umjetnih podloga u šumarstvu  
(<http://3v1.eu/isotrack/isotrack-x-series/>)



### 3. IZGRADNJA ŠUMSKIH PROMETNICA

Šumske prometnice kao dio šumske infrastrukture su jednostavni građevinski objekti koji trajno(šumske ceste) ili povremeno(šumske vlake) omogućuju promet motornim vozilima radi izvršenja zadataka predviđenih šumsko-gospodarskom osnovom. Pri prostornom planiranju, projektiranju i gradnji šumskih prometnica treba voditi računa da planirane prometnice što bolje (optimalnije) otvore šumsku površinu po kojoj se razvijaju, i tako maksimalno minimiziraju troškove transporta i privlačenja drvne mase, te da se što neprimjetnije uklope u okolinu ne ugrožavajući biološku raznolikost, izvore vode, ekološke funkcije i integritet šume.

#### 3.1. PROJEKTIRANJE ŠUMSKIH PROMETNICA

Šumske ceste se priključuju ili nastavljaju uglavnom na mrežu lokalnih javnih cesta, a ako je potrebno i na više kategorije javnih cesta, uz poštivanje propisanih uvjeta onih koji gospodare tim javnim cestama. Sve nove ceste koje se planiraju za projektiranje i gradnju potrebno je prethodno ucrtati na topografske karte na kojima su ucrtani svi postojeći i povremeni vodeni tokovi te označena sva križanja sa vodotocima. Kako bi smo zadovoljili minimalne građevinske i ekološke kriterije pri projektiranju šumskih cesta treba se pridržavati određenih praktičnih pravila kod visinskog i horizontalnog vođenja trase ceste, a koja se sastoje od sljedećeg:

- Horizontalni i vertikalni konstruktivni elementi moraju biti prilagođeni vrsti i kategoriji ceste, odnosno vrsti i brzini vozila.
- Pri vođenju i postavljanju nul-linije trase ceste, treba nastojati povezati sva značajna i pogodna mjesta za uspješno uzgajanje i iskorištavanje šume, te izbjegavati prelaz trase preko privatnog zemljišta.
- Trasu ceste treba nastojati voditi na dobro nosivom tlu, te izbjegavati klizišta i slabo nosiva močvarna i tresetna tla.
- U nizinskim područjima predvidjeti racionalno rješavanje deponije humusa i panjeva.

- Trase cesta na dnu dolina pokušati razvijati što dalje od vodenih tokova, pokušati minimizirati broj križanja sa vodotocima, a neizbježna križanja sa vodotocima projektirati okomito na vodotok.

### 3.2. IZGRADNJA ŠUMSKIH PROMETNICA

Izgradnja šumskih prometnica se sastoji od:

- **Pripremnih radova**
- **Radovi donjeg ustroja**
- **Radovi na objektima odvodnje**
- **Radovi gorenjeg ustroja**

**Pripremni radovi** - u grupu pripremnih radova, koji prema analiziranim šumskim cestama čine prosječno oko 8 % troškova svih radova pri izgradnji šumskih cesta, spadaju: vađenje panjeva bagerom, čišćenje trase gradilišta od niskog raslinja i stabala prsnog promjera do 7 cm, građevinsko iskolčenje i obilježba svih profila osi trase šumske ceste za početak građenja te obnova iskolčenja i obilježba osovinskog poligona šumske ceste. Uklanjanje raslinja obavlja se različitim 42 strojevima ovisno o vrsti raslinja. Šiblje, grmovi i stabla manjeg promjera uklanjaju se upotrebom različitih strojeva (buldozera i anglozera), stabla većeg promjera sijeku se pomoću motornih pila i izvlače s trase. Obnova iskolčenja i obilježbe osovinskog poligona šumske ceste te građevinsko iskolčenje i obilježba svih profila osi trase šumske ceste za početak građenja obavlja se neposredno nakon uvođenja izvoditelja radova u posao a obračunavaju se po metru dužnom građevinskog iskolčenja i obilježbe svih profila osi trase šumske ceste i predstavljaju mali udio u trošku izgradnje šumske ceste. Troškovi čišćenja trase gradilišta od niskog raslinja obračunavaju se po metru kvadratnom očišćene trase gradilišta. Debljina humusa obično se kreće od 15-30 cm, a poslije iskopa potrebno ga je pravilno deponirati kako bi se kasnije mogao iskoristiti za prekrivanje kosina usjeka i nasipa. Uklanjanje humusa provodi se iz dva osnovna razloga:

1. humus je izgrađen od organske tvari podložne raspadanju i zbog svojih svojstava pod opterećenjem znatno mijenja obujam, a pri promjenama količine vode smanjuje mu se nosivost pa nije pogodan za izgradnju nasipa
2. zbog hranjivih tvari od kojih je izgrađen, humus se deponira kako bi se poslije iskoristio za prekrivanje kosina usjeka i nasipa.

Osobit problem predstavljaju panjevi, a uklanjanje istih izvodi se strojno. Iskop ili skidanje humusa obavlja se isključivo strojno pomoću buldozera ili anglozera. Vađenje panjeva bagerom podijeljeno je prema promjeru panjeva u 2 grupe. To su panjevi promjera od 20 do 50 cm te panjevi promjera od 50 do 90 cm. Na svim analiziranim trasama šumskih cesta broj panjeva promjera od 20 do 50 cm je veći od panjeva promjera od 50 do 90 cm. Vađenje panjeva čini veliki udio u trošku pripremnih radova u izgradnji šumskih cesta i to je prosječno oko 75 % troškova pripremnih radova na analiziranim šumskim cestama.

**Radovi donjeg ustroja** - radovi na donjem ustroju predstavljaju zahtjevnu grupu radova pri izgradnji šumske ceste. U prosjeku ova grupa radova, na analiziranim šumskim cestama, čini 53 % ukupnih troškova izgradnje a od toga su prosječno 83 % troškovi iskopa materijala u širokom iskopu. Iskop materijala u širokom iskopu obuhvaća strojni iskop materijala u širokom iskopu. U materijalu C kategorije izvodi se dozerom ili bagerom s korpom, u materijalu B kategorije bagerom s korpom i bagerom opremljenim hidrauličnim čekićem i u materijalu A kategorije isključivo bagerom opremljenim hidrauličnim čekićem, s transportom materijala u nasip ili u deponij na udaljenost do 40 m. Izrada nasipa obuhvaća planiranje transportiranog materijala iz iskopa svih kategorija u jednoličnim slojevima debljine 30 cm te potom sabijanje materijala na potrebnu zbijenost. Obračunava se po metru kubnom ugrađenog materijala. Troškovi izrade nasipa čine prosječno oko 7 % troškova radova na donjem ustroju a ovise o količini materijala koju je potrebno ugraditi u donji ustroj ceste. Transport viška materijala iz iskopa obuhvaća transport viška materijala iz iskopa solo kamionom u nasip,

proširenje nasipa ili na deponij. U stavku je uključen utovar viška materijala iz iskopa u kamion, prijevoz materijala na udaljenost do 1,00 km, istovar materijala, razastiranje i ugradnja materijala u nasip ili proširenje nasipa u jednoličnim slojevima debljine 30 cm te potom sabijanje materijala na potrebnu zbijenost, odnosno kompletno uređenje deponija. Obračunava se po metru kubnom iskopanog materijala u rastresitom stanju. Troškovi transporta viška materijala iz iskopa čine prosječno oko 2,5 % troškova radova na donjem ustroju. Profiliranje planuma obuhvaća planiranje grubo izrađenog planuma grejderom na točnost od  $\pm 5$  cm, uztransport viška materijala u nasip ili u deponij. Obračunava se po metru kvadratnom profiliranog planuma, a valjanje posteljice obuhvaća valjanje posteljice na izrađenom planumu na potrebnu zbijenost, uz prijelaz svakim tragom najmanje 5 puta, uz 50 % preklopa tragova. Ove dvije stavke u troškovima radova na donjem ustroju imaju učešća od otprilike 5 %.

**Radovi na objektima odvodnje** - djelovanje vode na šumske ceste je jedan od vrlo čestih uzroka njihova oštećenja i propadanja, stoga je jedan od vrlo važnih preduvjeta osiguranja kvalitete stabilnosti, nosivosti i dugovječnosti svake šumske ceste dobro izvedena odvodnja. Jedan od najčešćih oblika odvodnih jaraka predstavlja trapezni jarak. On je prisutan u planinskim/gorskim predjelima, gdje su veliki poprečni nagibi terena uvjetovali velike uzdužne nagibe. Trapezni jarak mora biti izrađen tako da prati uzdužni nagib planuma ceste i njegovo dno mora biti najmanje 10 cm ispod planuma posteljice kolničke konstrukcije. Dimenzije jarka mogu biti različite što ovisi o količini vode, a obično su širine dna i visine jarka od 30 do 50 cm, prema potrebi i više. Nagib stranica jarka je 1:1. Minimalni nagib dna jarka iznosi 2 % dok se maksimalni od 8 % mora izvesti tako da onemogućuje stvaranje erozije tla. Iskop trapezних odvodnih jaraka obuhvaća strojni iskop trapezних odvodnih jaraka, u materijalu C kategorije bagerom s profilnom korpom, u materijalu B kategorije bagerom s profilnom korpom i bagerom opremljenim hidrauličnim čekićem i u materijalu A kategorije isključivo bagerom opremljenim hidrauličnim čekićem, s transportom materijala u nasip ili u deponij na udaljenost do 40 m. Obračunava se po metru kubnom iskopanog materijala.

**Radovi gornjeg ustroja** - radove na gornjem ustroju čine nabava, utovar kamenog materijala, priprema, drobljenje i transport kamenog materijala iz iskopa, prijevoz kamenog materijala, izgradnja gornjeg ustroja te valjanje kolničke konstrukcije. Nabava i utovar kamenog materijala, u kamenolomu, za izradu kolničke konstrukcije dijelimo u 2 grupe. To su I. sloj (donji sloj) granulacije 0 – 63 mm i II. sloj (gornji sloj) granulacije 0 – 32 mm. Obračunava se po metru kubnom kamena u rastresitom stanju. Priprema, drobljenje i transport kamenog materijala iz iskopa obuhvaća pripremu kamenog materijala A kategorije iz iskopa, prijevoz i uhrpavanje kamenog materijala, utovar kamenog materijala u pokretnu drobilicu kamena, drobljenje kamenog materijala te utovar kamenog materijala u kamion i prijevoz drobljenoga kamenog materijala do mjesta ugradnje u prvi (donji) sloj kolničke konstrukcije. Izrada gornjeg ustroja obuhvaća strojnu ugradnju kamenog materijala (razastiranje i planiranje). Kameni kolnik se izvodi u 2 (dva) sloja tipa Mc. Adam debljine u sabijenom stanju 25 (20+5) cm. Pri valjanju kolničke konstrukcije, svaki izrađeni sloj se zasebno izrađuje, zasebno valja vibro-valjkom i kontrolira. Za svaki sloj prilikom valjanja treba kontrolirati uvaljanost na uobičajeni način, ne može se započeti s izradom II. sloja dok nije postignuta propisana sabijenost I. sloja. Debljina sabijene kolničke konstrukcije iznosi 25 cm. Obračunava se po metru kubnom drobljenog kamena u rastresitom stanju.

## 4. RASPRAVA

Strojevi koji služe za pridobivanje drva, posebno oni koji za obavljanje rada koriste tlo kao nosivu podlogu kretnoga postroja (kotačnoga ili gusjeničnoga) vozila mogu uzrokovati oštećenja šumišta. Ta se oštećenja najviše odnose na šumsko tlo, što se posljedično odražava i na vegetaciju kojoj je tlo jedan od osnovnih preduvjeta za opstanak i razvoj. Izravne štete koje se javljaju na šumskim tlima izazvane su zbijanjem čestica tla prolaskom vozila, njegovim premještanjem te prodorima kotača u tlo posebno kod njegove ograničene nosivosti. Šumska tla imaju složenu slojevituu strukturu u kojoj se nalaze primjese kao što su korijenje i/ili kamenje i kao takva su uvijek prekrivena organskim materijalom (Robek i Matthies 1996). Problem zbijanja šumskoga tla povećava se ubrzanim razvojem mehaniziranih sredstava i rasta njihove primjene pri izvođenju šumskih radova. Šumska vozila postaju sve većih masa, a razlozi su u zahtjevima za povećanjem proizvodnosti te njihove primjenjivosti i trajnosti (Rieppo i dr. 2002). Mogućnost opremanja vozila s dodatnom opremom (dizalica, vitlo ...) te mjera opreza od preopterećenja vozila također djeluju na povećanje njihove mase. Zbijanje čestica tla uzrokovano je okomitim djelovanjem opterećenoga kotača na tlo te obodnom silom koja se javlja na pogonskom kotaču zbog koje nastaje klizanje. Zbog opterećenja kotača na tlo javlja se naprezanje u tlu, što uzrokuje smanjenje poroznosti tla, povećanje gustoće tla te smanjenje međuagregatnoga prostora. Time se pogoršava toplotni i zračni režim u tlu, smanjuje se propusnost tla za vodu te se otežano razvija korijenski sustav stabala. Povećanje gustoće tla utječe na asimilaciju korijenskoga sustava zbog smanjenja pora i udjela vlage u tlu, a to je uzrok nedostupnosti hranjiva, što je pak glavni uzrok smanjenja rasta i prirasta biljaka (Quesnel i Curran 2000, Han 2006, Reisinger i dr. 1992, Grigal 2000). Kod izgradnje i planiranja šumskih prometnica uvelike uzimamo u obzir ekološku i biološku zaštitu šuma. Kada nebi uzimali u obzir ekološku i biološku zaštitu šuma u izgradnji i planiranju šuma mogli bi u velikoj mjeri negativno utjecati na cijelokupan ekosustav šuma. Pod time se podrazumijeva utjecaj na biljni i životinjski svijet šuma. Iz toga vidimo da u samom planiranju šumskih prometnica treba gledati na to gdje će se graditi koja

prometnica, u koju svrhu i sa kojim ciljem, koji su strojevi potrebni za izgradnju i na kojoj vrsti tla će se vršiti izgradnja. Samo pitanje "gdje" će se graditi prometnica gledamo na to da li je za izgradnju prometnice npr. potrebno raditi sječu stabla ili će se graditi na mjestima gdje nemamo obavezu za sječu stabla već imamo otvoreni prostor kroz koji se može izgraditi prometnica da ne utječemo na biljni i životinjski sustav koji se nalazi u tom dijelu šume. Moramo viditi računa da li je izgradnja prometnice isplativa, da li će se koristiti privremeno ili će imati svoju funkciju u budućnosti i kome će sve biti od koristi. Primjena mehanizacije ima i negativne posljedice pogotovo ako postoji nesuglasje u biološki zamišljenim radnjama i realnim mogućnostima strojeva. Te se posljedice opažaju kao štete na šumskoj sastojini i staništu, što povećava osjetljivost šumskoga ekosustava na bolesti, zagađenje okoliša te uvjetuje smanjenje proizvodnosti šume. Kod samog korištenja šumskih prometnica koje koriste tlo kao nosivu podlogu i koriste se za izvoženje drvnih sortimenata iz šuma dolazimo na pitanje vezano na zaštitu tla. Strojevi koji služe za pridobivanje drva, posebno oni koji za obavljanje rada koriste tlo kao nosivu podlogu kretnoga postroja (kotačnoga ili gusjeničnoga) vozila mogu uzrokovati oštećenja šumišta. Ta se oštećenja najviše odnose na šumsko tlo, što se posljedično odražava i na vegetaciju kojoj je tlo jedan od osnovnih preduvjeta za opstanak i razvoj. Izravne štete koje se javljaju na šumskim tlima izazvane su zbijanjem čestica tla prolaskom vozila, njegovim premještanjem te prodorima kotača u tlo posebno kod njegove ograničene nosivosti. U današnje vrijeme vozila koja se primjenjuju za primarni transport drva u nizinskim šumama (drvo se ne vuče po tlu, već se kotura izvozi na kotačima) uglavnom su specijalna šumska vozila forvarderi i traktorske ekipaže. Forvarderi se primjenjuju kao radno sredstvo za izvoženje drva u sječinama glavnoga prihoda drva (oplodne sječe), dok se u sječinama prethodnoga prihoda (prorede) koriste traktorski skupovi (ekipaže). Kod velikog kotačnoga opterećenja u transportu drva sa tim strojevima kao posljedica u tlu pojavljuju se kolotrazi koji su ujedno i uzrok oštećenja tla. Oni se razlikuju ovisno o zbijenosti tla i ukupnom opterećenju stroja koji se koristi za transport. Kamionski skupovi također utječu na oštećenje tla, pojavu kolotruga, zbijanje tla. Sve to ovisi i o vremenskim prilikama da li je tlo suho ili je natopljeno vodom. U teškim vremenskim uvjetima

kada je nemoguće obaviti transport drva i da uzmemo u obzir zaštitu tla. Isotrak umjetne podloge su idealno rješenje za taj problem. Naravno kada se radi u nizinskim područjima i odnose se za skidere i traktorske ekipaže, te kamionske skupove. Umjetne podloge ispunjavaju sve uvjete za obavljanje transporta drva svim tim strojevima. Ispunjavaju sve što je potrebno za transport i u zaštiti tla. Njihove karakteristike su što imaju veliku nosivost, lako se postavljaju, mogu se koristiti i u najtežim vremenskim uvjetima, te se lako transportiraju. Mogu se postavljati izravno na tlo tako da sprječavaju izravni doticaj kotača s tlom, nego se opterećenje ravnomjerno raspodjeljuje po podlozi i tako opterećuje tlo. Kod takovog transporta ne dolazi do pojave kolotruga, zbijanja i oštećenja tla. Najveća prednost umjetnih podloga je ta da se mogu postaviti na prometnicu gdje je potrebno obaviti transport drva kada je to u realnim uvjetima nemoguće, te nakon obavljenog transporta drva rastaviti i transportirati na drugo mjesto gdje će biti potrebno obaviti taj isti rad.



## 5. ZAKLJUČAK

Prilikom izgradnje i planiranja šumskih prometnica uvelike je potrebno uzimati u obzir ekološku i biološku zaštitu šuma. Time se utječe na smanjenje negativnog utjecaja na cjelokupan ekosustav šuma, biljni i životinjskih svijet šuma. Važno je sagledati na raspored gdje će se koja prometnica graditi sa ciljem maksimalne zaštite ekosustava. Kako bi se spriječilo uništavanje tla, koje posljedično utječe na uništavanje korijenja stabala, potrebno je graditi prometnice od umjetnih podloga. Umjetne podloge štite tlo od zbijanja i oštećenja te pridonose boljem i kvalitetnijem šumskom transportu čak i na površinama gdje je realan transport nemoguće provesti.

## 6. LITERATURA

- [1.] Nova meh. šumar. 35(2014) T. Pentek i dr. Strategijsko planiranje šumskih prometnica u Republici Hrvatskoj – raščlamba postojećega stanja... (63–78)
- [2.] [https://www.titan.com.hr/images/katalozi/ISotrack\\_Titan\\_katalog\\_HRV.pdf](https://www.titan.com.hr/images/katalozi/ISotrack_Titan_katalog_HRV.pdf)
- [3.] <https://www.hrsume.hr/images/dok/consult/ProjektiranjeIGradnjaSumskihPrometnica-naputak.pdf>
- [4.] Branišelj, S. 2013: Mjerenje dodirnih tlakova kamionskih skupova, Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- [5.] Dabić, G. 2021: Analiza troškova izgradnje šumskih cesta na nagnutim terenima i mogućnost njihove racionalizacije, Diplomski rad, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije
- [6.] Croat. j. for. eng. 32(2011) M. Šušnjar i dr. Određivanje osovinskih opterećenja kamionskoga i tegljačkoga skupa za prijevoz drva (379–388)
- [7.] Ozturk, T. 2008.: Analysis of Pavement Construction on a Sample Forest road Section
- [8.] Dragutin Pičman: ŠUMSKE PROMETNICE, Zagreb 2007. (30-31)
- [9.] Nova meh. šumar. 35(2014) Z. Pandur i dr. Gaženje tla pri izvoženju drva forvarderom u sječinama hrasta lužnjaka (23-34)
- [10.] Pentek, T., 2012: Skripta iz kolegija Šumske prometnice, Šumarski fakultet Zagreb
- [11.] Pentek, T., 2020: Projektiranje šumskih prometnica. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije.
- [12.] Pentek, T., 2012: Šumske prometnice – skripta predavanja. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije.
- [13.] Pentek, T., 2019: Otvaranje šuma – skripta predavanja. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije.
- [14.] Jurušić, Z., 2008: Projektiranje i gradnja šumskih prometnica, Hrvatske šume d.o.o.

## 7. PRILOZI

### 7.1. POPIS SLIKA

**Slika 1.** Razredba šumske prometne infrastrukture (T. Pentek i dr., 2014.)

**Slika 2.** Shematski prikaz uspostavljanja optimalne mreže šumske prometne infrastrukture (T. Pentek i dr., 2014.)

**Slika 3:** Pojava kolotruga i deformacije ceste (Ozturk, T.,2008.)

**Slika 4.** Najveće dopuštene mase kamionskih skupova (M. Šušnjar i dr., 2011.)

**Slika 5.** Korišteni deflektometar (Branišelj, S. 2013)

**Slika 6.** Prijenosno računalo deflektometra (Branišelj, S. 2013)

**Slika 7.** Provedba mjerenja nosivosti šumske ceste (Branišelj, S. 2013)

**Slika 8.** Kretanje kranskog viličara po Isotrack L serija umjetnim podlogama (<https://www.isotrack.eu/images/pdf/Isotrack-L-brochure.pdf>)

**Slika 9.** Transportni put od Isotrack umjetnih podloga u šumarstvu (<http://3v1.eu/isotrack/isotrack-x-series/>)

### 7.2. POPIS TABLICA

**Tablica 1.** Prikaz podataka na ekranu prijenosnog računala deflektometra i pojašnjenje istih