

InfoGOZD

GOSPODARNO Z GOZDOM

Št. 10, letnik 2020



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

Naslov

InfoGOZD – Gospodarno z gozdom

Datum objave spletne publikacije

1. november 2020

Založnik

Gozdarski inštitut Slovenije,
Oddelek za gozdno tehniko in ekonomiko,
Večna pot 2, 1000 Ljubljana
Telefon: +386 (0)1 200 78 06

Odgovorni urednik

Matevž Triplat

Odgovorna oseba

dr. Nike Krajnc

Tehnični urednik

Tina Jemec

ISSN številka

2738-5035

KAZALO VSEBINE

PREDSTAVITEV.....	4
1. VALTRA G5.....	5
2. MOBILNA APLIKACIJA S PROSTORSKIMI PODATKI KOT POMOČ PRI GOSPODARJENJU Z GOZDOM	12
3. TOKOVI OKROGLEGA LESA V LETU 2019	15
4. EIP AGRI: ELEKTRONSKO POSLOVANJE KMETIJSKIH GOSPODARSTEV Z IZRAZITO GOZDARSKO DEJAVNOSTJO.....	16
5. JE MOGOČE PRIPISATI VREDNOST EKOSISTEMSKIM STORITVAM, KI JIH NUDI GOZD?	18
6. NAKLON TERENA IN POŠKODBE TAL PRI PRIDOBIVANJU LESA	20

PREDSTAVITEV

Spletni portal WoodChainManager nudi različna interaktivna orodja primerna za organizacijo in optimizacijo del v gozdarstvu. Gozdarstvo kot gospodarska panoga vključuje več členov v kompleksni gozdno-lesni verigi (GLV). Tehnološko gledano gozdarske člene GLV tvori niz proizvodnih procesov, s katerimi naravne vire iz gozdov pretvarjamo v proizvode in storitve.

Povezava do portala: <http://wcm.gozdis.si/>

V obliki mesečnega zbornika novic (InfoGOZD – Gospodarno z gozdom) bomo objavili vse novice, ki so bile v določenem mesecu objavljene na portalu WCM. Konec leta bomo pa objavili zbirnik za preteklo leto. Vsi zbirniki bodo objavljeni na spletni strani WoodChainManager ter na Facebook strani Oddelka za gozdno tehniko in ekonomiko.

1. VALTRA G5

MARJAN DOLENŠEK

Valtra na novo strukturira svoje serije traktorjev in z novo serijo G vstopa v peto generacijo svojih traktorjev, ki predstavlja uvod v delovno praznovanje Valtrine 70-letnice prihodnje leto. Serija G5, ki so jo konec avgusta predstavili na dobro obiskani oz. gledani virtualni oz. online predstavitvi v tovarni na Finskem, je kompaktna kot serija A in s tehničnimi rešitvami kot serija N, oz. se uvršča med ti dve seriji tako po merah, moči motorja kot po opremljenosti. Model G135 Versu je tudi kandidat za traktor leta 2021 v kategoriji »Najboljši vsestranski traktor« (Best utility 2021).



Valtra na prvi pogled

Modele nove serije G5 je z nekaj oddaljenosti po zunanosti komaj mogoče ločiti od drugih Valtra traktorjev. Od blizu v oči pade nekoliko spremenjen sprednji del pokrova motorja (maska), ki se tudi nekoliko bolj strmo spušča naprej in novo bronasto lakiranje. Štirje modeli G105, G115, G125 Eco in G135 pokrivajo območje moči od 105 do 145 KM in se po močeh nekoliko prekrivajo z močnejšimi modeli serije A, s šibkejšimi modeli serije N pa ne, saj so s serijo G5 nadomestili tudi modele serije z motorjem prostornine 4,4 l. V seriji N so (trenutno) ostali tako še trije modeli z močnejšim motorjem prostornine 4,9 l. So pa modeli serije G5 nekaj manjši in lažji od »predhodnikov« v seriji N, a imajo z 2,55 m relativno dolgo medosno razdaljo, kar zagotavlja stabilnost pri cestni vožnji in delu s sprednjim nakladalnikom. V osnovi novi G5 tehtajo 5,2 tona, kar ob največji dovoljeni masi 9,5 tone zagotavlja nosilnost 4,3 tone.



Slika 1: Traktor Valtra med delom

Agco Power stopnje 5

Štirivaljni motorji proizvedeni v tovarni koncerna Agco, kamor sodi tudi Valtra, prostornine 4,4 litra, že nekaj časa dajejo moč traktorjem serije A. Sedaj izpolnjujejo stopnjo 5 za izpušne pline. Čistil sklop za izpušne pline sestavljajo dizel oksidacijski katalizator, filter dizel delcev in obdelava izpušnih plinov s sečnino (SCR) in je nameščen pod desno stranjo kabine, med premama. To in pa poševen položaj hladilnikov, omogoča nizek položaj pokrova motorja in boljši pogled naprej. Turbinski polnilnik je elektronsko krmiljen, vbrizg goriva poteka preko skupnega voda. Največje moči motorjev (brez dodatne moči) v KM se ujemajo z oznakami modelov. Model G125 je na voljo tudi v ECO izvedbi – pri 1.750 vrt/min doseže moč 86 kW/115 KM. Modeli serije G5 imajo na voljo od 5 do 10 KM dodatne moči, model G125ECO pa z dodatno močjo doseže maksimalno moč standardnega modela (125 KM). Če ročico spreminjevalnika smeri vožnje pomaknemo v položaj parkirne zavore, se število vrtljajev motorja prostega teka iz 850 zniža na 700 vrt/min. Menjava olja motorja poteka na 600 ur, zalogovnik za gorivo iz umetne mase ima prostornino 200 l, za AdBlue pa 21 litrov.

Avtomatiziran menjalnik 24/24

Pri seriji G5 so pri Valtra prvič vgradili menjalnik s 6 pod obremenitvijo prestavljivimi prestavam in štirimi skupinami (A, B, C in D). Menjalnik prihaja iz tovarne GIMA v Franciji – skupna tovarna Agco & Claas, njegovo krmiljenje pa so zasnovali pri Valtra. Poleg avtomatizirane izbire šestih prestav je tu npr. še avtomatizirano pretikanje iz skupine B v C in med C in D. Vsi modeli so opremljeni z funkcijo AutoTraction, ki omogoča vožnjo skoraj brez uporabe sklopke – traktor se zaustavi pri pritisku delovne zavore in spelje, ko jo spustimo. Serijsko je nameščena tudi funkcija Hill-Hold, ki omogoča speljevanje na nagibu brez uporabe zavore. Vkllop ročne zavore je integriran v ročico spreminjevalnika smeri vožnje. Menjalnik tako nudi 24/24 prestav, oz. z opcijskimi

plazečimi prestavami 48/48 prestav. Največja hitrost vožnje znaša po podatkih proizvajalca 43 km/h pri 1.910 vrt/min motorja, pri modelu G125ECO pa to hitrost doseže že pri zavidljivih 1.640 vrt/min. Najmanjša hitrost znaša 1,3 km/h, oz. pri izvedbi s plazečimi prestavami 0,11 km/h. Pri Versu modelih je mogoče menjalnik krmiliti tudi z vozno ročico. Pri vrtljajih zadnje priključne gredi je mogoče izbirati med 540/1000 vrt/min ali 540/540E/1000 vrt/min ali z zadnjo izvedbo plus pogonom preko menjalnika. Pri vseh skupinah vrtljajev, razen pri 540E motor po potrebi da na razpolago dodatno moč (SigmaPower)

Vzmetena kabina

Kabina oz. okvir kabine nove serije G5 temelji na isti osnovi kot kabina serije A, notranjost kabine pa je spremenjena. Za vstop so namestili aluminijaste stopnice, zavidljive širine in globine ter s samočistilnimi robustnimi protidrsnimi konicami. Z voznikovega sedeža je skozi šipo iz enega koda in nad naprej spuščenim pokrovom motorja zelo dober pogled naprej, na sprednje priključno mesto ali na sprednji nakladalnik. Če ga ima traktor nameščenega, pa tudi sicer, je za pogled navzgor v strehi kabine lahko nameščeno strešno okno, ki ga od sprednje šipe, ki rahlo zaobljena v streho kabine, loči le ozek nosilni pas okvirja kabine. Volan s pomočjo stopalke nastavimo po nagibu, oz. ga za izstop ali vstop preklapimo naprej. Klimatska naprava ima ročno izbiro želene temperature v kabini. Za prostor pri nogah je na voljo dodatno gretje. Mehansko vzmetenje kabine je pet stopenjsko nastavljivo. V kabini je več odlagalnih mest, mesto za pametni telefon, USB polnilna vtičnica, pa tudi varnostni trikotnik priročno nameščen na desni strani volanskega stolpa. Po podatkih proizvajalca najvišji nivo hrupa v kabini znaša 75 dB(A). Na voljo je tudi opsijsko vzmetenje sprednje preme.



Slika 2 : Ogradje kabine serije G5 je zasnovano na enaki zasnovi kot pri seriji A, notranjost pa je prilagojena novi seriji, a kot je značilno za vse Valtra skandinavsko robustna in funkcionalna, npr. s številnimi odlagalnimi prostori. Na sliki izvedba krmiljenja funkcij traktorja Versu s krmilnimi napravami na naslonjalu za roko in krmilno nadzornim terminalom, kot pri serijah N, T in S.



Slika 3: Traktorji serije G5 so namenjeni za vsestransko uporabo, od polj do travnikov za dvoriščna dela, kjer dajejo poseben poudarek uporabi sprednjih nakladalnikov.

HiTech, Active in Versu

Novi G5 so, glede na krmiljenje funkcij traktorja, na voljo v izvedbah HiTech, Active in Versu. HiTech in Active imata nameščeno desno krmilno konzolo Valtra ARM, Versu izvedba pa ima krmilno naslonjalo za roko Valtra SmartTouch. Ta izvedba ima tudi enake funkcije za pametno kmetovanje kot serije N, T in S. Pri vseh izvedbah je na voljo oddaljen nadzor delovanja in diagnosticiranja Valtra Connect, samodejno vodenje po parceli (navigacija) Valtra Guide pa je na voljo pri izvedbah Active in Versu. Poleg navedenih treh izvedb krmiljenja pa je pri seriji G5 na voljo več paketov opreme in sicer, Comfort, Technology in Technology Pro, ki se razlikujejo po vzmetenju sprednje preme, vzmetenju kabine, delovnih lučeh, hidravličnih krmilnih ventilih, ISOBUS krmiljenju priključnih strojev itn. S ponudbo Valtra Unlimited Studio pa proizvajalec tudi pri seriji G5 izpolni tudi posebne želje kupcev, od barv, oblog v kabini itn.



Slika 4: Valtra ponuja širok spekter barv, s serijo G5 so dodali še bronasto. Ustrežejo pa vsem, še tako nenavadnim željam, če so le tehnično izvedljive.



Slika 5: Valtra Unlimited Studio« je ponudba proizvajalca za posebna individualna naročila kupcev. Večina naročil se nanaša na posebno opremo v kabini, ponujajo pa tudi druge rešitve, kot je npr. naprava za prečni nagib delovnega orodja sprednjega nakladalnika.

Hidravlika

Po podatkih proizvajalca dvignejo novi modeli serije G5 z zadnjim hidravličnim dvigalom 5 ton, z opcijskim sprednjim pa 3 tone. Glede na opremo imajo lahko vgrajeno klasično hidravlično črpalko s stalnim pretokom in največ 100 l/min ali pa Load-Sensing črpalko s spremenljivim pretokom in največ 110 l/min. Spredaj je mogoče namesti do štiri in zadaj do pet parov hitrih spojk za hidravlične krmilne ventile. Pri izvedbi Versu so vsi ventili krmiljeni električno, s številnimi možnostmi nastavitve. Med drugim mini krmilne ročice delujejo proporcionalno – bolj kot jih pritismo, večji je pretok olja. Traktorji nove serije G5 so že na voljo, oz. drugače povedano, serijska proizvodnja se je že začela. S serijo G5 Valtra uvaja tudi možnost internetne rezervacije traktorja. Po vplačilu kavcije kupce s krajevno pristojnim trgovcem doreče vse podrobnosti o opremi, odkupu starega traktorja, plačilu celotne kupnine itn. Trenutno je ta možnost na voljo za Finsko, Veliko Britanijo in Nemčijo.



Slika 6: Z novo serijo G5 ima Valtra v programu 6 serij, od sadjarsko vinogradniške serije F (75 do 105 KM) si po največji moči sledijo A (75 do 130 KM), G (105 do 145 KM), N (145 do 201 KM), T (170 do 270 KM) in S z najmočnejšimi modeli moči od 290 do 405 KM.

Tehnični podatki

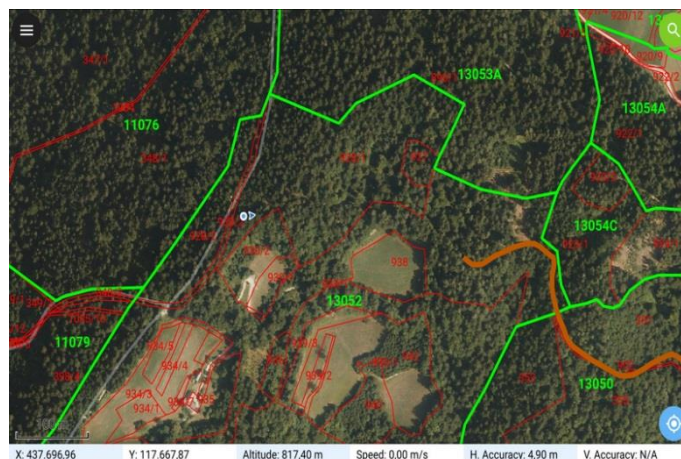
Model	G105	G115	G125Eco	G135
Motor	Agco Power, 4 valji, prostornina 4,4 l, stopnja 5 (DOC + DPF + SCR)			
Max. moč (z dod. močjo)	105 kW / 110 KM	115 kW / 120 KM	115 kW / 125 KM	135 kW / 145 KM
Dvižna masa	zadaj 5.000 kg / spredaj 3.000 kg			
Max. št. krmilnih ventilov	zadaj 5 / spredaj 4			
Zadnja priključna gred	540/1000 vrt/min ali 540/540E/1000 vrt/min in opcija pogon preko menjalnika			
Medosna razdalja	2,55 m			
Masa vozila	Od 5.140 kg			
Največja dovoljena mas	9.500 kg			

Fotografije - proizvajalec

2. MOBILNA APLIKACIJA S PROSTORSKIMI PODATKI KOT POMOČ PRI GOSPODARJENJU Z GOZDOM

MIRKO BAŠA

Izvajalska podjetja in lastniki gozdov imajo na razpolago številne prostodostopne prostorske podatke. Vendar zahteva uporaba le teh nekaj več znanja. Po navadi pa se zakomplicira pri povezovanju različnih podatkovnih baz in pri dostopnosti podatkov na terenu. V podpor izvajalcem del in lastnikom gozdov je podjetje Spatial Mind s.p. razvilo sistem, ki predstavlja pomoč pri gospodarjenju z gozdom in omogoča uporabo prostorskih podatkov na mobilnih napravah.



Za potrebe gospodarjenja z gozdom omogoča sistem uporabo naslednjih prostorskih podatkov: gozdne ceste, gozdni sestoji, odseki, funkcije gozdov, gozdni rezervati, varovalni gozdovi, področja natura 2000, lovišča in zemljiškokatastrski prikaz (parcele). Poleg teh podatkov omogoča sistem tudi porabo drugih prostorskih podatkov, ki so predstavljeni na spletnem portalu Odprti podatki Slovenije – OPSI (<https://podatki.gov.si/>). Te podatke lahko na terenu z uporabo mobilne naprave (pametni mobilni telefon, tablica) pregledujemo in uporabljamo glede na našo lokacijo, brez mobilne povezave.

Sistem omogoča uporabniku:

- ❖ uporabo prosto dostopnih prostorskih podatkov v Sloveniji,
- ❖ različne prikaze prostorskih podatkov,
- ❖ prikaz informacij o prostorskih podatkih,
- ❖ delo brez mobilne povezave,
- ❖ orientacijo na terenu.

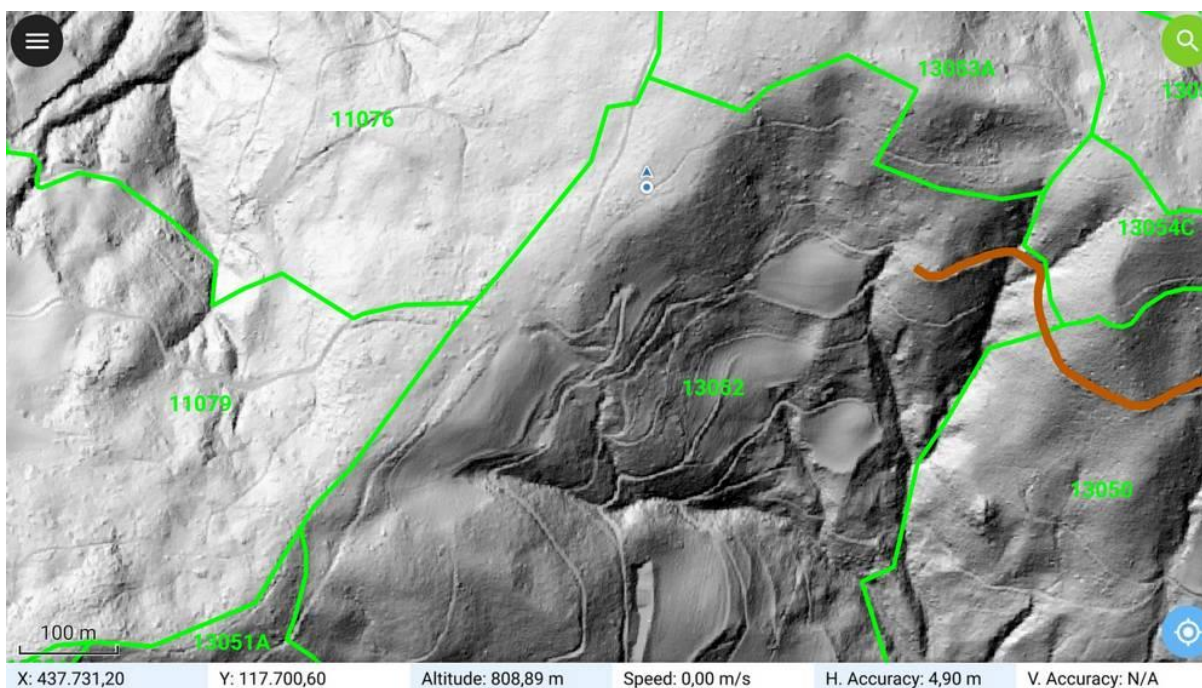
Značilnosti sistema

Prednost razvitega sistema je enostavno spremljanje trenutne lokacije oziroma položaja, smeri gibanja in pregled nad dodatnimi podatke o prostoru, ki vam pomagajo, da čim prej pridete na izbrano lokacijo. Omogočena je uporaba prostorskih podatkov, s katerimi izveste kje in kaj se nahaja na vaši in sosednjih lokacijah.



Slika: Spremljanje trenutne lokacije ter smeri gibanja

Sistem je prilagodljiv in omogoča izbero tistih prostorskih podatkov, ki vam v danem trenutku omogočajo najpopolnejšo informacijo o lokaciji. Pri tem lahko uporabite različne prikaze površja, kot so aeroposnetki, model reliefa in zemljevidi. Različne prostorske podatke lahko vklopite ali izklopite, odvisno od narave dela.



Slika: Uporaba različnih prikazov površja, kot so aeroposnetki, model reliefa in zemljevidi

S klikom na izbrani prostorski objekt pridobite podrobnejšo informacijo ali opisne lastnosti posameznega objekta. Posamezni objekt pa je lahko vaša parcela, gozdni sestoj ali gozdni odsek v katerem se nahajate.

3/3:	
odseki	
53A17	
gozdni sestoji	
53A17_A007	
kataster	
1983_1182	

Slika: Podrobnejša informacija ali opisne lastnosti posameznega objekta

Z našo podporo spodbujajte svojo prostorsko zavest in razumevanje pri izvajanju terenskih ogledov, odzivanju na naravne nesreče in drugih dejavnostih, ki se odvijajo v prostoru.

Več informacij:

E-mail: info@spatialmind.org

Telefon: 041-521-456

3. TOKOVI OKROGLEGA LESA V LETU 2019

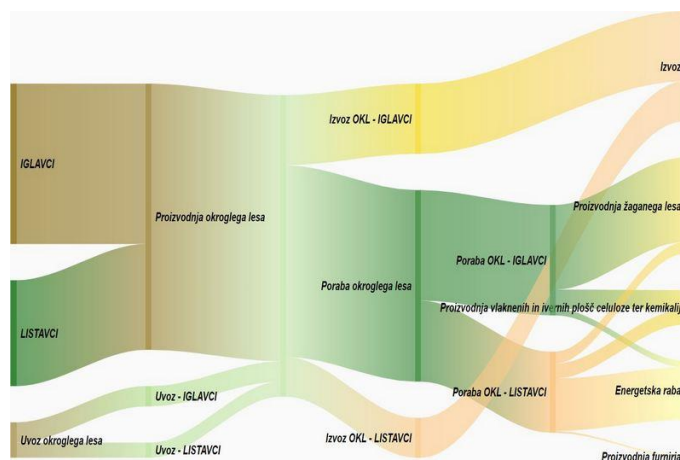
ŠPELA ŠČAP

Leto 2019 je bilo za slovensko lesnopredelovalno industrijo ugodno, saj je bilo domačega lesa na razpolago dovolj. Podatki o tokovih okroglega lesa, ki jih zbiramo in izračunavamo na Gozdarskem inštitutu Slovenije, kažejo, da se je poraba okroglega lesa v letu 2019 povečala za 13 % v primerjavi z letom 2018. Skupna poraba okroglega je znašala 3,32 milijonov m³, od tega je bilo porabe iglavcev 1,92 milijonov m³, porabe listavcev pa 1,41 milijonov m³.

77 % okroglega lesa iglavcev je bilo predelanega v industriji žaganega lesa, 18 % v industriji lesnih kompozitov, mehanske celuloze in kemične obdelave lesa, 6 % okroglega lesa iglavcev pa je bilo predelanega za energetske namene. V primerjavi z letom 2018, se je lani poraba oziroma predelava hlodovine iglavcev povečala za 28 %, medtem ko se je poraba industrijskega lesa slabše kakovosti (celulozni les in tehnični les) zmanjšala za 15 %.

Okrogli les listavcev se v Sloveniji največ uporablja za energetske namene; v letu 2019 je poraba te kategorije lesa znašala 0,91 milijonov m³, kar predstavlja 65 % glede na celotno porabo okroglega lesa listavcev v lanskem letu. 18 % okroglega lesa listavcev je bilo predelanega v industriji lesnih kompozitov, mehanske celuloze in kemikalij, 17 % pa v žagarskih obratih in furnirnicah. V primerjavi z letom 2018, se je lani poraba okroglega lesa listavcev slabše kakovosti (lesa za kurjavo) povečala za 9 %, predelava hlodovine listavcev se je povečala za 18 %, poraba industrijskega lesa slabše kakovosti (les za celulozo in plošče ter tehnični les) pa se je povečala za 23 %.

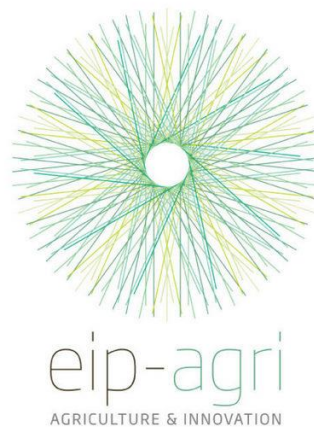
Več podatkov o tokovih lesa za leto 2019 je dostopnih na [tej povezavi](#). Podatki so prikazani v neto kubičnih metrih brez skorje.



4. EIP AGRI: ELEKTRONSKO POSLOVANJE KMETIJSKIH GOSPODARSTEV Z IZRAZITO GOZDARSKO DEJAVNOSTJO

MATEVŽ TRIPLAT, ŠPELA ŠČAP, MIRKO BAŠA, URBAN ŽITKO, TINA JEMEC, NIKE KRAJNC

Digitalizacija in nove informacijske ter komunikacijske tehnologije pomembno vplivajo na razvoj, učinkovitost in uspešnost gozdarstva kot tudi celotne gozdno-lesne verige. Digitalne tehnologije omogočajo podporo pri zagotavljanju trajnostnih vidikov pri gospodarjenju z gozdovi in hkrati povečujejo varnost v dobavni verigi. Podatki o gozdovih, ki so že zbrani v elektronski obliki, se lahko uporabljajo v različnih modelih gozdov oziroma informacijskih sistemih in orodjih za podporo pri odločanju o gospodarjenju z gozdom ter tako odločilno prispevajo k optimizaciji gozdnogospodarskega načrtovanja. Prav tako olajšajo logistiko, prodajo in hitrejši pretok informacij med lastniki gozdov, izvajalci del v gozdovih, trgovci in lesnopredelovalno industrijo. Za uspešnost digitalizacije je ključna vzpostavitev zaupanja vseh deležnikov vzdolž gozdno-lesne verige.



V sklopu Evropskega partnerstva za inovacije na področju kmetijske produktivnosti in trajnosti (EIP-AGRI) je trenutno v Sloveniji v teku več projektov s tematskega področja »Razvoj in širitev digitalizacije na kmetijskem gospodarstvu in organizaciji pridelave«, katerih glavni cilj je povečanje stopnje digitalizacije v kmetijstvu in gozdarstvu na način, da posamezni kmet ali lastnik gozda razvija in spodbuja uporabo digitalnih orodij. Med EIP projekti v izvajanju je tudi projekt »Elektronsko poslovanje kmetijskih gospodarstev z izrazito gozdarsko dejavnostjo«, katerega vodilni partner je Gozdarski inštitut Slovenije. Projekt je prejel odobrena sredstva financiranja v višini 347.222,86 EUR in se v celoti financira iz razpisa M16.2. Začel se je s 1. 8. 2020 in bo potekal 36 mesecev (oz. do 31. 7. 2023).

Projekt stremi k uvajanju elektronskega poslovanja na izbranih kmetijskih gospodarstvih v slovenskem prostoru. V Sloveniji delujejo vsi člani gozdno-lesne verige, vendar je učinkovitost povezav ter optimalnost delovanja nujno izboljšati. Neizkoriščene priložnosti vidimo predvsem v povezovanju znotraj posameznih členov in predvsem med člani verige. Projekt bo ponudil nove in poenostavljene možnosti načrtovanja, spremljanja in izvedbe del ter tako prispeval k učinkovitejšem gospodarjenju z gozdovi v lasti kmetijskih gospodarstev.

Glavni cilj projekta je torej digitalizacija in razbremenitev kmetijskih gospodarstev birokratskih bremen z namenom optimizacije gozdno-lesnih verig ter intenziviranja gospodarjenja z zasebnimi gozdovi. Projekt se ukvarja z uvajanjem elektronskega poslovanja v kmetijska gospodarstva z

izrazito gozdarsko dejavnostjo. To bomo dosegli s povečanjem digitalizacije v informacijsko-komunikacijskih tokovih gozdno-lesne verige od priprave posestnega načrta do izvedbe sečno-spravnega načrta, iskanja izvajalcev del, oddaje gozdnih lesnih sortimentov na trg, prevzema delovišča in analize doseganja načrta s povezavami na aktualne cene storitev in cene gozdnih lesnih sortimentov. Projekt zajema razvoj in implementacijo na področju vseh identificiranih korakov od gozda do primarne predelave. Ključni koraki, ki jih bomo tekom projekta razvili, nadgradili in poskusno implementirali so:

- ❖ zbiranje in interpretacija podatkov o gozdni posesti, gozdni infrastrukturi in drugih,
- ❖ izdelava in testiranje interaktivnega posestnega načrta po vzoru strokovne presoje izvajalcev gozdarskih storitev,
- ❖ pilotno prejemanje elektronske odločbe o odobritvi poseka izbranih dreves,
- ❖ pošiljanje povratnih informacij Zavodu za gozdove Slovenije o poteku in zaključku sečnje in spravila,
- ❖ priprava in testno delovanje digitalne oglasne deske, kjer bodo lastniki tržili vrednejši les ali iskali dolgoročne pogodbe s kupci gozdnih lesnih sortimentov v primeru večjih količin lesa (npr. dolgoročna pogodba za odkup količin, predvidenih s posestnim načrtom),
- ❖ praktični preizkus "Sistem potrebne skrbnosti in sledljivosti prometa z GLS", ki bo potekal v sklopu praktičnih preizkusov na kmetijskih gospodarstvih tekom celotnega trajanja projekta.

Partnerstvo projekta se je zgradilo na podlagi uspešnega raziskovalnega projekta »Sistem ocenjevanja kakovosti izvajalcev del v gozdarstvu«, katerega glavni rezultat je spletni informacijski sistem [MojGozdar](#). Sistem [MojGozdar](#) bo tekom EIP projekta na podlagi znanj, izkušenj in spoznanj partnerstva nadgrajen in dopolnjen, tako da bo omogočal celostno elektronsko poslovanje kmetijskih gospodarstev na področju gozdno-lesne predelovalne verige na enostaven način s tržno usmerjenimi sodobnimi tehnologijami. V sklopu projekta bomo spletno aplikacijo nadgradili, omogočila bo povezovanje, izmenjavo informacij in odpiranje novih tržnih poti z namenom dodajanja vrednosti lesu na vsakem koraku. Spletna aplikacija bo kmetijskim gospodarstvom in lastniku gozda ter ponudnikom lesa omogočila večjo varnost izvedbe del v gozdu ter transparentnost izvedenega posla od poseka dreves do prodaje.

Partnerji v projektu so:

- ❖ Gozdarski inštitut Slovenije (vodilni partner),
- ❖ Zavod za gozdove Slovenije,
- ❖ RACE KOGO - Razvojni center koroškega gospodarstva d. o. o.,
- ❖ Arctur d. o. o.,
- ❖ Zveza lastnikov gozdov Slovenije,
- ❖ Jure Čas - Kmetija Čas,
- ❖ Sara Berglez Zajec – Kmetija Lipnik,
- ❖ Srečko Bricman – Kmetija Temnikar,
- ❖ Leopold Pustinek – Kmetija Sp. Pustinek,
- ❖ Marjana Vošner – Kmetija Metniger,
- ❖ Agrarna skupnost Čezsoča,
- ❖ Darko Prezelj - Kmetija Pr' Šoštarju,
- ❖ Janez Benedičič – Kmetija Pr' Demšari.

5. JE MOGOČE PRIPISATI VREDNOST EKOSISTEMSKIM STORITVAM, KI JIH NUDI GOZD?

MITJA SKUDNIK, POLONA HAFNER

UVODNIK, GOZDARSKI VESTNIK

Gozdovi imajo številne funkcije. Nekatere od njih, npr. pridobivanje lesa, je razmeroma preprosto ovrednotiti, medtem ko je druge (estetska vrednost, čiščenje zraka ...) skoraj nemogoče. V okoljevarstvu se je pred časom začel uveljavljati izraz ekosistemska storitev, prek katerega naj bi sistemsko ovrednotili koristi, ki jih imamo ne samo od gozda, ampak tudi od narave na splošno.

Številka vestnika, ki je nastajala čez poletne mesece, se osredotoča predvsem na proizvodne funkcije gozda. Prvi prispevek obravnava vpliv naklona terena na poškodbe tal pri gozdni proizvodnji. Pri spravilu lesa naklon terena poveča obremenitev na nižje ležečih kolesih. Enakomerneje, ko so kolesa obremenjena, manjša je globina kolesnic in s tem manjše poškodbe tal. Če lahko zelo preprosto ovrednotimo ceno lesa, ki ga po vlakih prepeljemo na gozdno cesto, pa težje ovrednotimo ceno škode, ki jo povzročijo napačno načrtovane vlake in sečne poti ter njihova nestrokovna uporaba. Škoda se nanaša tako na porušeno strukturo tal kot tudi na ves mikro- in makrosvet v gozdnih tleh ter vpliva na njihovo mesto v nadaljnji prehranski in ekološki verigi. Način dela v gozdu mora omogočati, da je po končanem posegu v gozdni ekosistem v čim krajšem času mogoča vzpostavitev prvotnega stanja. Na področju gozdnih prometnic obstajajo programi, kot je npr. iFOS, ki omogoča ugotavljanje vpliva naklona terena na mejno vrednost vode v tleh, pri kateri je vožnja izbranega stroja na posameznih tleh še okoljsko sprejemljiva. Pri tem je potrebno upoštevati tudi delež humusa in skeleta v tleh. Uporaba tovrstnih orodij bi morala postati stalnica pri gozdarjih, ki načrtujejo gozdne prometnice, obenem pa tudi pri strojnikih, ki jih uporabljajo.

Drugi članek se osredotoča na tako imenovane druge gozdne dobrine; pridobivanje medu v gozdovih. V nekaterih delih Slovenije je gozdni med pomemben vir zaslužka, ki je tesno povezan s pravilno lokacijo in časom postavitve panjev. Pri tem je zelo preprosto postaviti ceno enemu kilogramu medu. Težje bi bilo ovrednotiti pomembnost čebel, ko te nabirajo nektar in s tem oprahujejo določena drevesa in druge rastline ter jim tako omogočijo razmnoževanje ali da nabirajo mano različnih vrst žuželk in tako vplivajo na prehravno verigo nekaterih ptic. Leta 2006 sta raziskovalca Losey in Vaughan ocenila vrednost storitev, ki jih opravijo žuželke v ZDA, na 57 milijard dolarjev na leto. Upoštevala sta naslednje koristi za gospodarstvo: oprahčevanje rastlin, njihovo vlogo v prehrani divjih živali, odstranjevanje in dekompozicijo iztrebkov živali ter omejevanje škodljivcev.

Tretji prispevek je namenjen urbanim drevesom, ki so navadno razmeroma nezanemljiva z vidika ekonomske vrednosti lesa, vendar pa imajo urbani gozdovi in urbana drevesa izjemno pomembne ekološke in socialne funkcije: izboljšujejo kakovost zraka, ugodno vplivajo na temperaturo in vlažnost zraka, zmanjšujejo površinski odtok vode, ugodno vplivajo na mentalno in fizično zdravje



ter počutje ljudi. Predstavljajo habitate za prostoživeče živali, s čimer povečujejo biotsko pestrost v okolju. Premišljeno razporejena drevesa zmanjšujejo potrebe po hlajenju stavb ter ugodno vplivajo na vrednost nepremičnine.

Kakšna je torej cena gozda? Glede nujnosti določanja vrednosti narave se pojavljata dve stališči. Ena stran želi določiti jasne kvantitativne kriterije njihove vrednosti. Menijo, da bi bilo načrtovanje in reševanje konfliktov ter težav različnih interesnih skupin tako bolj objektivizirano in lažje. Vsaka storitev gozda bi bila namreč lahko ovrednotena s ceno. Drugi pa se s konceptom ne strinjajo v celoti, saj z nalepkami s ceno gozd opišemo kot blago. Vsako blago pa je nazadnje tržno in zamenljivo, kar pa gozd nikakor ni.

6. NAKLON TERENA IN POŠKODBE TAL PRI PRIDOBIVANJU LESA

ANTON POJE¹, MARTIN ZIESAK², MATEVŽ MIHELIČ¹, BOŠTJAN HRIBERNIK¹, VASJA LEBAN¹

Izvleček:

Poje, A., Ziesak, M., Mihelič, M., Leban, V.: Naklon terena in poškodbe tal pri gozdni proizvodnji; Gozdarski vestnik, 78/2020, št. 7-8. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 26. Prevod Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

Naklon terena v kombinaciji s fizikalnimi lastnostmi strojev potencialno vpliva na poškodbe tal pri gozdni proizvodnji. V raziskavi smo z analizo globine kolesnic na dveh objektih ter analizo podatkov programa iFOS ugotavljali vpliv naklona vlak in sečnih poti na globino kolesnic. Poleg tega smo proučili medsebojni vpliv naklona in dejavnikov tal, kot so vlažnost tal ter delež humusa in skeleta, na dopustnost sečnje in spravila s sodobnimi tehnologijami z okoljskega vidika. Rezultati kažejo, da globina kolesnic v realnih razmerah narašča z naklonom prometnic, vendar pa ta vpliv ni statistično značilen. Na podlagi rezultatov ocenjujemo, da je z vidika poškodb tal gozdna proizvodnja brez večjih prilagoditev dopustna pri naklonih terena do 15 %. Po drugi strani pa lahko s prilagoditvami stroja, načina ter organizacije dela (npr. dela v ugodnih talnih razmerah, pri nizki vlažnosti tal, večjem deležu skeleta in humusa) gozdna proizvodnja poteka tudi na večjih naklonih terena.



Ključne besede: gozdarstvo, pridobivanje lesa, gozdna tla, poškodbe tal, kolesnice

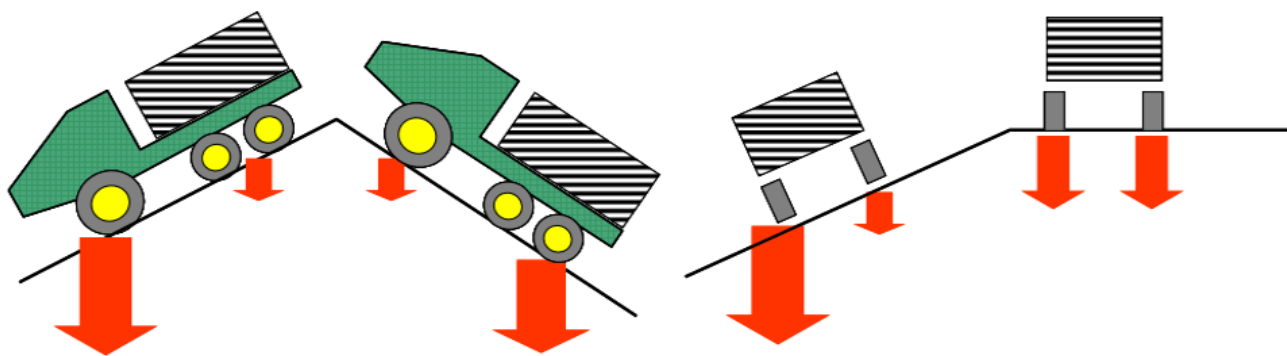
1. UVOD

Kolesnice na gozdnih tleh so vidne posledice vožnje gozdarskih strojev in nastanejo kot posledica uravnoteženja med tlakom koles in nosilnostjo tal. Spremembe tal so odvisne od lastnosti strojev, in sicer predvsem od njihove mase ter naležne površine koles ali gosenic, pa tudi od lastnosti tal, kot so vlažnost, tip, tekstura, delež skeleta in humusa (Horn R. in sod., 2004; Košir B., 2010; Lüscher P. in sod., 2016).

¹ Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana, Slovenija.

² Prof. dr. M. Z., School of Agricultural, Forest and Food Sciences, Länggasse 85, 3052 Zollikofen, Švica. martin.ziesak@bfh.ch

Na ravni je tlak koles na tla, poleg števila in lastnosti koles, odvisen tudi od razporeditve mase stroja oziroma njegovega težišča. Tako je pri strojih za sečno in praznih polprikoličarjih približno 40 % mase na zadnjem delu stroja ter 60 % na sprednjem. Pri gozdnem delu se razporeditev mase stroja spreminja. Pri zgibnem polprikoličarju sta zaradi bremena kar dve tretjini mase na zadnjem delu stroja (Akay A. E. in sod., 2007; Košir B., 2010). Na pobočju se zaradi spremembe položaja oziroma naklona stroja razporeditev mase stroja dodatno spremeni: pri spravi navzdol se poveča obremenitev na sprednji del stroja, pri spravi navzgor pa na zadnji (Marenče J. in Košir B., 2006). Podobno se pri vožnji vzporedno po plastnici težišče stroja pomakne na spodnjo stran (slika 1).



Slika 1: Shematski prikaz povečanja obremenitve stroja na strmem terenu (vir: (Košir B., 2010): 26)

Z naklonom terena se povečuje verjetnost za zdrs koles, ki nastane v trenutku, ko nosilnost tal glede na strižne sile popusti pod obodno silo koles. Na zdrs kolesa poleg lastnosti pnevmatik, opreme in stroja vplivajo tudi lastnosti tal, kot so na primer vlažnost in delež skeleta ter orografija (Hittenbeck J., 2013; Marenče J., 2005; Owende P. M. O. in sod., 2002). Zdrs koles, večji od 25 %, povzroči popolno odstranitev zgornjih plasti tal, večja verjetnost nastanka globokih kolesnic ter posledično pojav erozije. Z okoljskega vidika so zato največji nakloni terena pri delu z zgibnim polprikoličarjem v najugodnejših razmerah (npr. vlažnost tal) omejeni na 60 % (Hittenbeck J., 2013).

Sprememba težišča stroja pomembno vpliva na obremenitev tal in povečuje dovzetnost za nastanek poškodb tal. Z večanjem naklona vlake pri uporabi zgibnega traktorja se večata zbitost tal (t.i. suha navidezna gostota tal) in globina kolesnic, zmanjšuje pa se poroznost tal. Spremembe fizikalnih in kemičnih lastnosti tal se pojavljajo tudi v polmetrskem pasu ob vlaki. Pri naklonu nad 20 % so globine kolesnic značilno večje kot pri manjših naklonih, ne glede na število prehodov stroja (Naghdi R. in Solgi A., 2014; Naghdi R. in sod., 2020; Solgi A. in sod., 2019; Solgi A. in sod., 2015). Vpliv naklona na globino kolesnic se občutno poveča pri sedmih ali več prehodih zgibnega polprikoličarja. Razlike v globinah kolesnic so večje pri naklonih terena nad 10 % (Pasemann S. in Erler J., 2016).

V Sloveniji je opazen trend večanja števila in obsega sanitarnih sečenj, ki so posledica obsežnih vetrolomov in namnožitve podlubnikov. Sečnja in spravilo lesa se v takih nevarnih razmerah neredko opravljata s pomočjo strojev, vse pogostejše tudi na bolj strmih naklonih terena, ki pa lahko krepko presegajo ugodne terenske razmere, ki so v Normativih gozdnih del (Uredba o koncesiji za izkoriščanje gozdov v lasti Republike Slovenije, 2010) opredeljene s povprečnim naklonom do 10

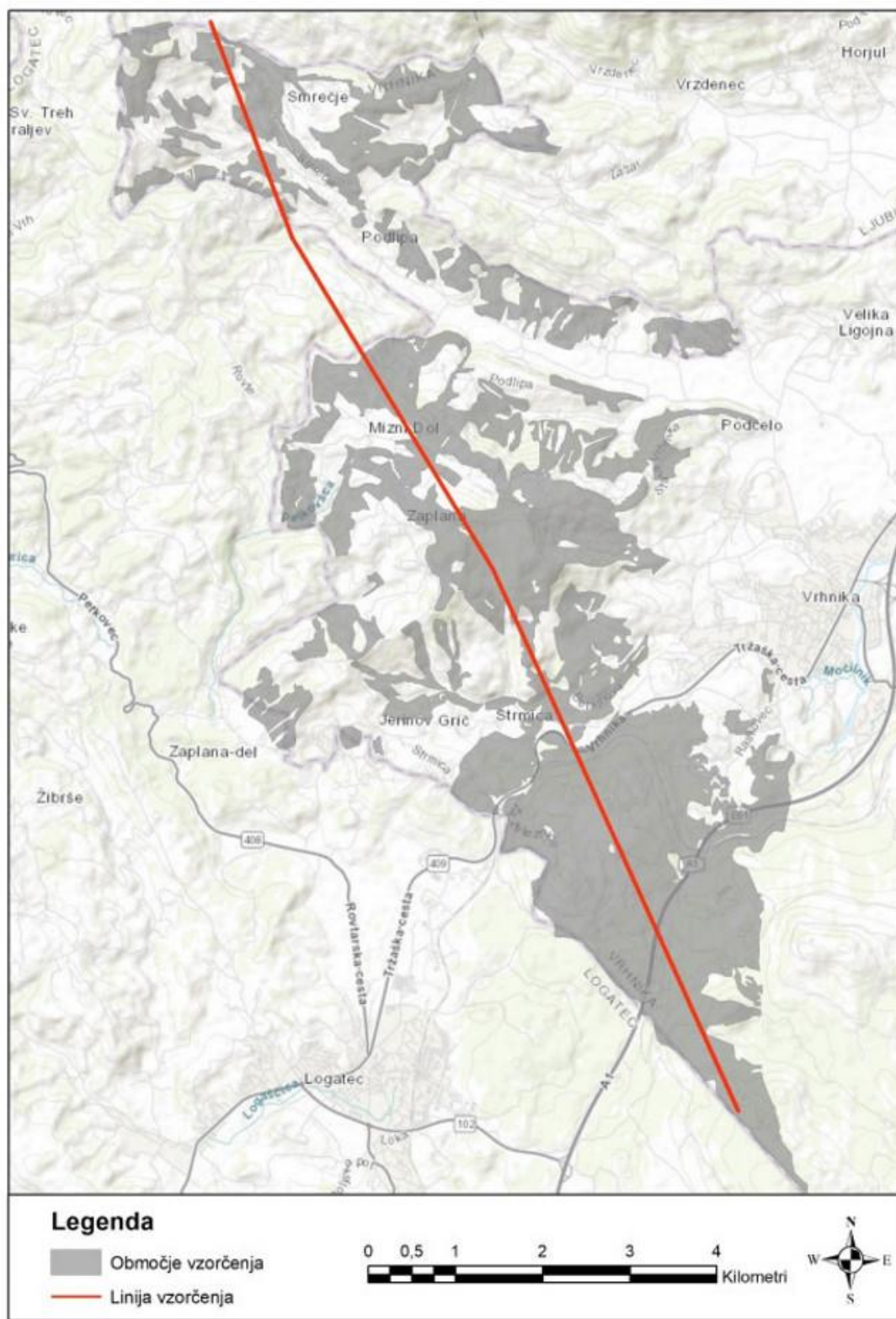
%. V Sloveniji še ni bilo opravljene raziskave, ki bi se poglobila v povezavo med naklonom terena in poškodbami tal, tuje raziskave pa so bile pretežno opravljene na nekarbonatnih kamninah, katerih delež je v slovenskih gozdovih manjši (Urbančič M. in sod., 2005). Zato smo med raziskavo v okviru projekta z naslovom Vpliv strojne sečnje na gozd in določanje meril za njeno uporabo (številka V4-1624) želeli ugotoviti: a) ali se globina kolesnic na vlakah in sečnih poteh spreminja z njihovim naklonom, in b) kolikšen je medsebojni vpliv naklona in drugih dejavnikov tal, kot so vlažnost tal, delež humusa in delež skeleta, na dopustnost sečnje in spravila s sodobnimi tehnologijami. Ker smo v raziskavi želeli ugotoviti skupni dolgoročni vpliv gozdne proizvodnje v preteklosti na tla, smo objekte izbrali naključno vendar brez natančnega poznavanja prejšnjega časovnega poteka gozdne proizvodnje ter uporabljene tehnologije.

2. METODA DELA

Za uresničitev prvega dela raziskave smo izbrali dva objekta, in sicer na območju Pokljuke ter na območju Gozdnogospodarske enote (GGE) Zaplana v Gozdnogospodarskem območju (GGO) Ljubljana.

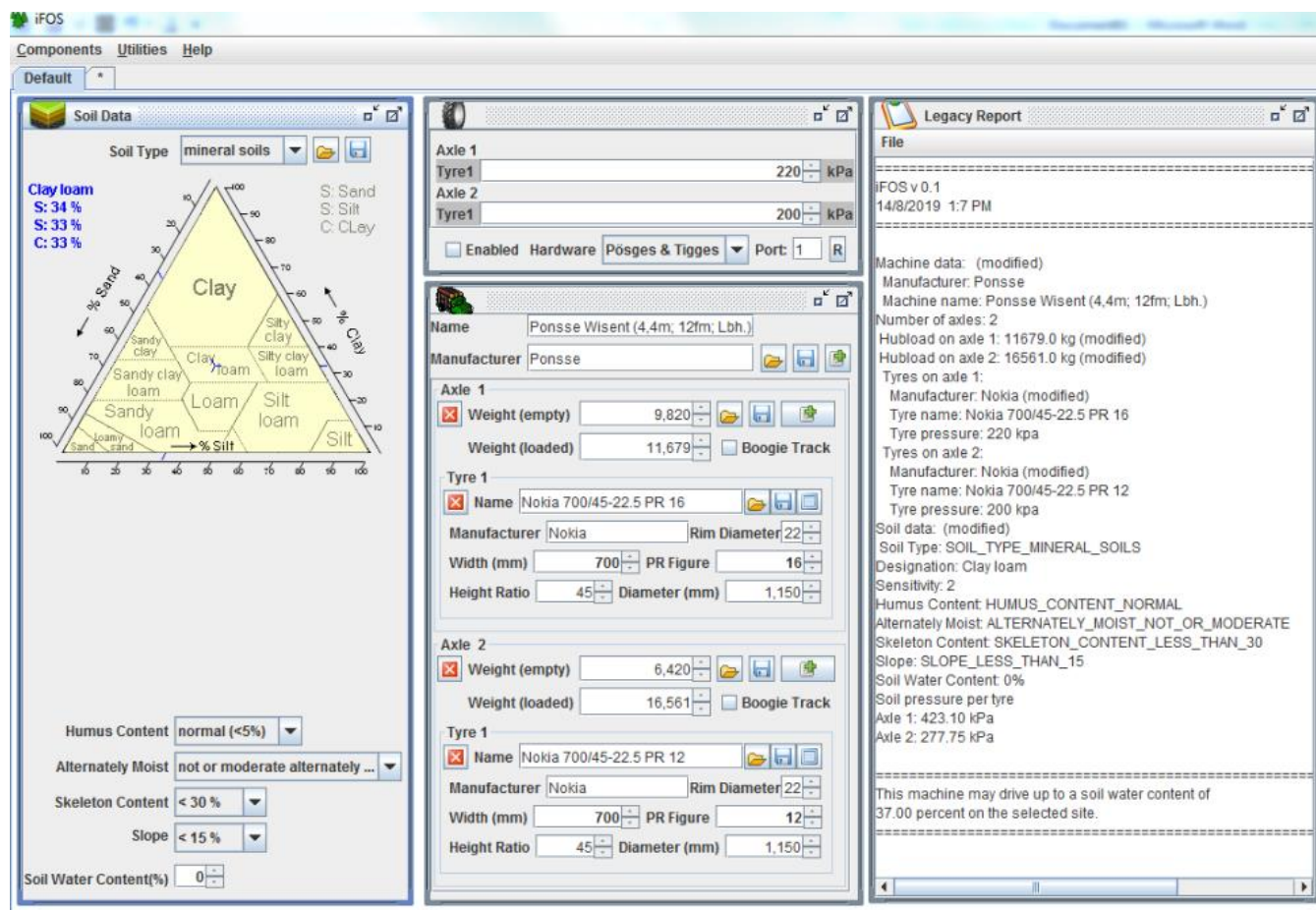
Na objektu na Pokljuki, kjer je potekala delavnica v sklopu projekta V4-1624 (Poje A. in sod., 2019), smo naključno izbrali tri sečne poti v odseku 53D, ki je v celoti v lasti Republike Slovenije. V preteklosti so služile predvsem za spravilo lesa z zgibnimi polprikoličarji ali gozdarskimi polprikolicami. Na izbranih sečnih poteh smo na vsakem metru izmerili globino kolesnic in ocenili kamnitost podlage. Globino kolesnice smo izmerili z orodjem, ki smo ga uporabljali že v prejšnjih raziskavah v okviru projekta V4-1624 (GTE, 2018). Meritev je bila izvedena na centimeter natančno na globlji od obeh kolesnic. Za vizualno oceno kamnitosti podlage smo uporabili tri kategorije: a) zemljata podlaga, b) podlaga s posameznimi kamni in c) zelo kamnita podlaga. Zadnja kategorija je v večini primerov pomenila, da je kolesnica segala do matične podlage. Poglavitni razlog za to so bila plitka tla. Naklon izbranih sečnih poti smo pridobili iz digitalnega modela višin (LiDAR snemanje natančnosti 1 m) s programskim orodjem ArcGIS Desktop 10.5® (Esri Inc.). Dobljene podatke smo skupaj s podatki meritev s terena obdelali v programu MS Excel 2010®, kjer smo na podlagi razlik v nadmorski višini med točkami izračunali naklone. Skupna dolžina analiziranih sečnih poti znaša 355 metrov.

Na objektu v GGE Zaplana je bila metodologija zbiranja podatkov drugačna, podatki so bili zbrani v okviru izdelave diplomske naloge (Ogrin G., 2019). Vzorčenje globin kolesnic je potekalo vzdolž poljubno določene navidezne linije, dolge 14 kilometrov (slika 2). Na terenu smo pri vsakem prehodu čez vlako ali sečno pot popisali globino najgloblje kolesnice, naklon prometnice ter ocenili kamnitost podlage. Globino smo izmerili z metrom in palico kot razdaljo med višino raščenih tal in dnem kolesnice, naklon pa z naklonomerom. Skupno je navidezna linija 90-krat prečila prometnice na terenu in za vsako prečenje smo zbrali zahtevane podatke – skupaj torej 90 popisov. Točke, kjer je navidezna linija prečila vlako ali sečno pot, so bile v 97,7 % na zasebnih zemljiščih.



Slika 2: Potek navidezne linije vzorčenja v GGE Zaplana (avtor: Matevž Mihelič)

Drugi del raziskave, ko smo ugotavljali vpliv različnih dejavnikov na možnost izvajanja gozdne proizvodnje pri različnih naklonih terena, temelji na analizi podatkov programa iFOS (»integrated Forest Operations Software«), ki je nadgradnja programa ProFor, nastalega v sklopu nemškega projekta Physikalischer Bodenschutz im Wald (Lüscher P.in sod., 2016). Program iFOS med drugim omogoča ugotavljanje vpliva naklona terena na mejno vsebnost vode v tleh, pri kateri je vožnja izbranega tipa stroja na posameznih tleh še okoljsko sprejemljiva (slika 3).



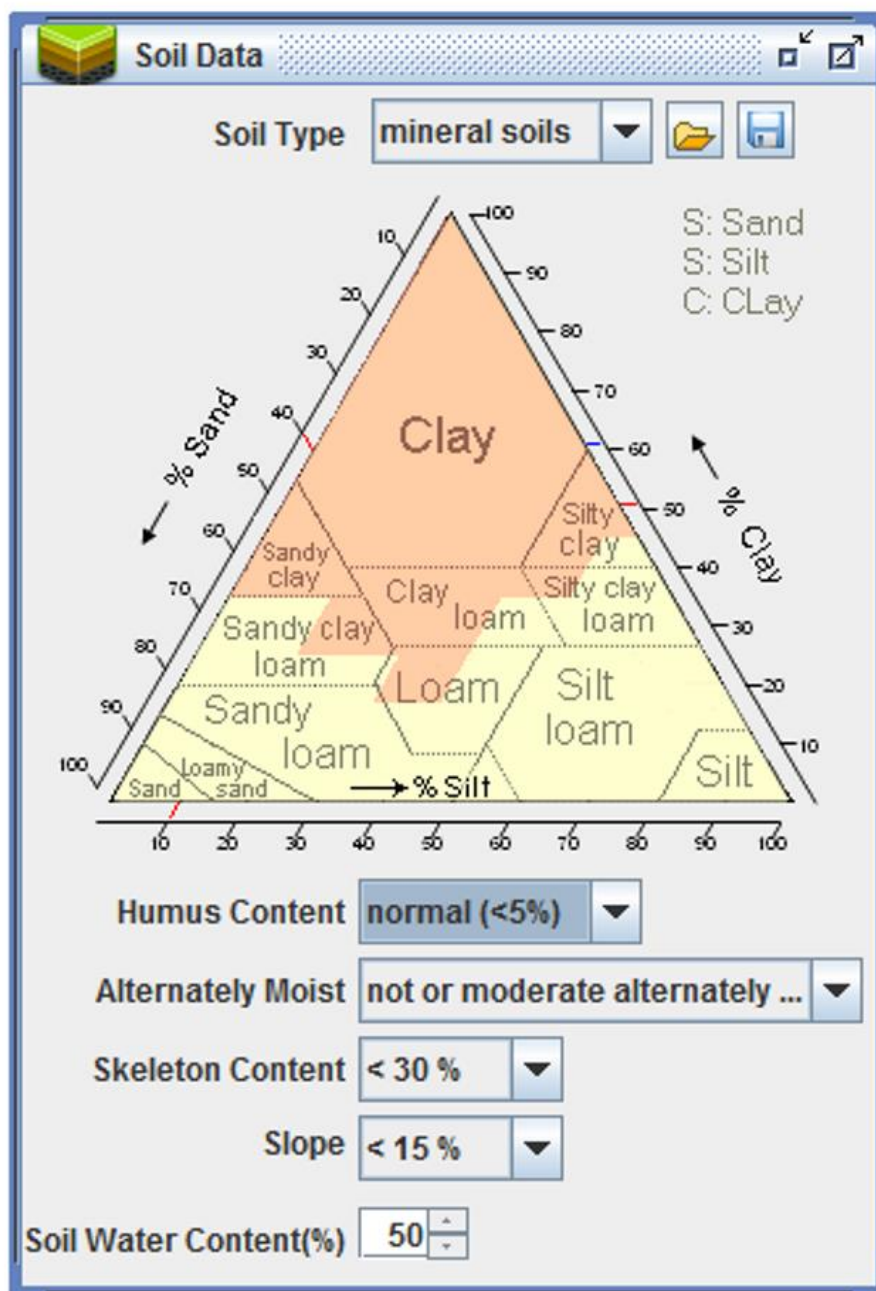
Slika 3: Primer nastavitve parametrov za tla (levo) in stroj (sredina) ter poročila (desno) iz programskega orodja iFOS (prikaz: Anton Poje)

Mineralna tla so v teksturnem trikotniku (slika 4) glede vsebnost glin, mulja in peska ter občutljivosti tal za poškodbe razdeljena v devet skupin, medtem ko za mokra, peščena in skeletna tla ni podskupin. Preostali dejavniki, ki vplivajo na nosilnost tal, so razdeljeni v dve ali tri kategorije, in sicer:

- delež humusa: a) več kot 5 % in b) manj kot 5 %,
- delež skeleta: a) do 30 %, b) od 30 do 50 % in
- c) več kot 50 %, – naklon terena: a) do 15 % in b) 15 do 30 %.

Izračunana mejna vsebnost vode v tleh, ki se izpiše na koncu poročila (slika 3, skrajno desno), se linearno spreminja pri tlaku posameznega kolesa na tla od 150 do 250 kPa, nad in pod temi vrednostmi pa je vsebnost vode konstantna in enaka najvišji oz. najnižji izračunani vrednosti. Model spreminjanja vsebnosti vode v tleh temelji na Atterbergovih mejah plastičnosti tal (Poršinsky T. in sod., 2006). Pri izračunu vsebnosti vode program iFOS vedno upošteva kolo z najvišjo vrednostjo tlaka na tla med vsemi kolesi stroja.

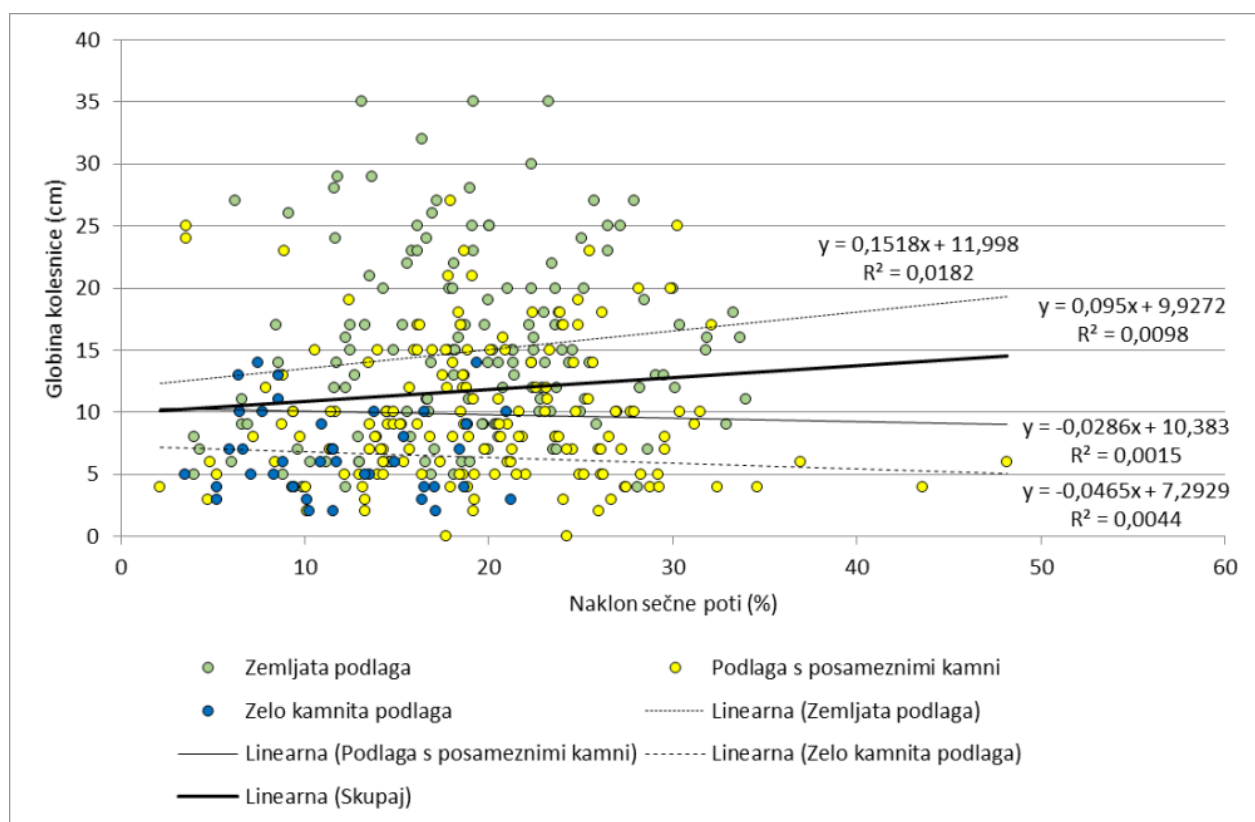
Za pripravo in statistično analizo podatkov smo uporabili programsko orodje MS Excel 2010®. Poleg opisne statistike smo pri analizi odvisnosti naklona in drugih dejavnikov tal uporabili linearno regresijsko analizo.



Slika 4: Kategorije tal glede na teksturo tal ter občutljivost za poškodbe (obarvani del trikotnika označuje kategorijo tal, številka v oklepaju poleg oznake kategorije pa občutljivost za poškodbe) v programskem orodju iFOS (prikaz: Anton Poje)

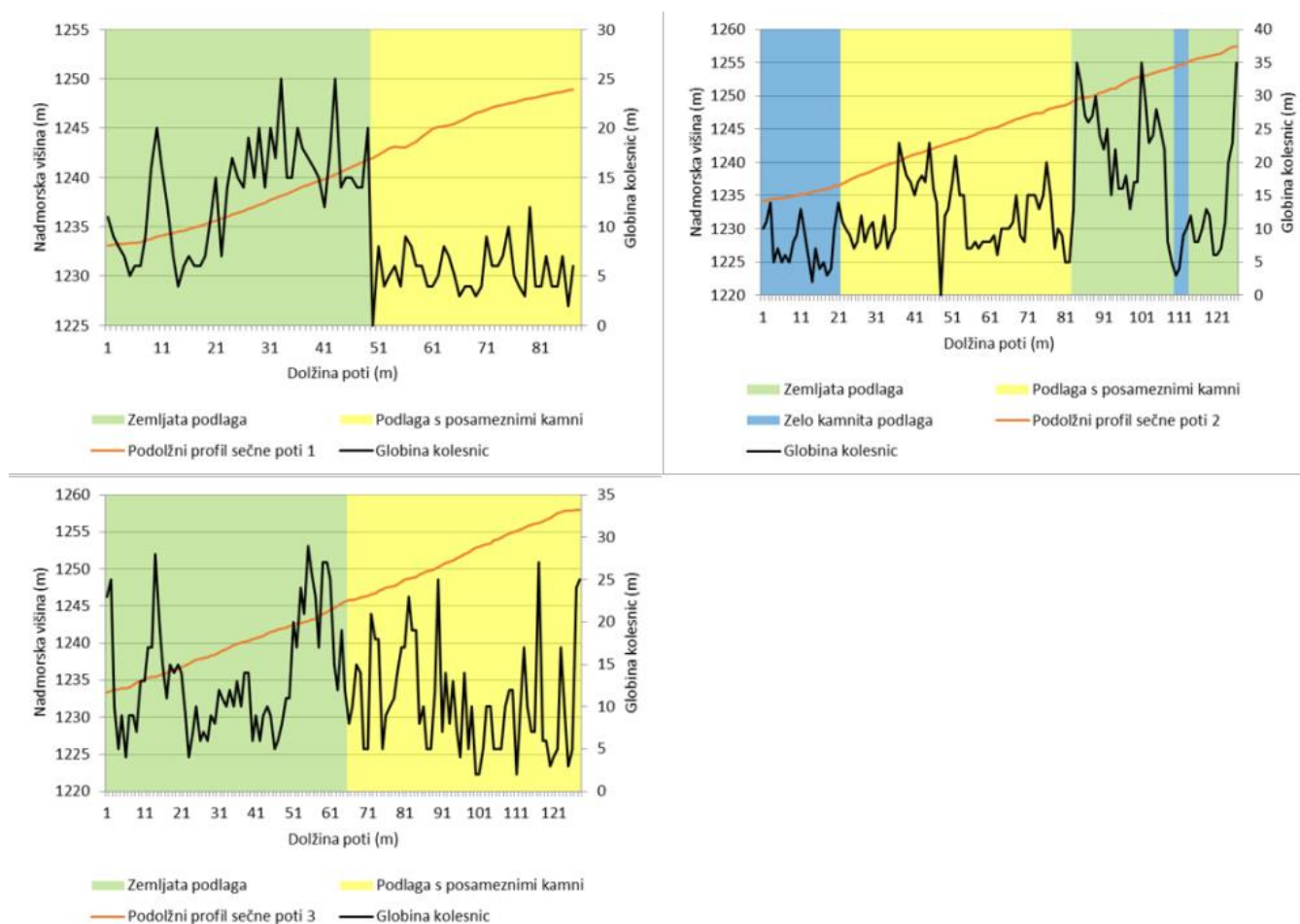
3. REZULTATI

Iz opisne statistike z objekta na Pokljuki je razvidno, da je variabilnost globin kolesnic relativno velika in da se večje globine pojavljajo predvsem na sečnih poteh z zemljato podlago (sliki 5 in 6). Izračunan naklon sečnih poti znaša od 2,1 do 48,5 %, v povprečju 18,5 %. Povprečna globina kolesnic znaša 11,7 cm. Statistična analiza je pokazala, da se globina kolesnic na splošno (tj. neodvisno od kategorije kamnitosti podlage) večja z naklonom sečne poti, vendar pa je povečevanje zelo majhno (0,95 cm/10 % naklona) ter statistično neznačilno (slika 5). Na zelo kamniti podlagi, kjer globina kolesnic pogosto doseže matično podlago, so bile kolesnice v povprečju globoke 6,8 cm, na sečnih poteh s posameznimi kamni 3,0 cm globlje, na sečnih poteh z zemljato podlago pa 8,1 cm globlje. Globina kolesnic se večja z naklonom sečne poti le na poteh z zemljato podlago, medtem ko se na poteh s posameznimi kamni in zelo kamnito podlago zmanjšuje (slika 5). V vseh treh primerih se je vpliv naklona na globino kolesnic izkazal za statistično neznačilen.



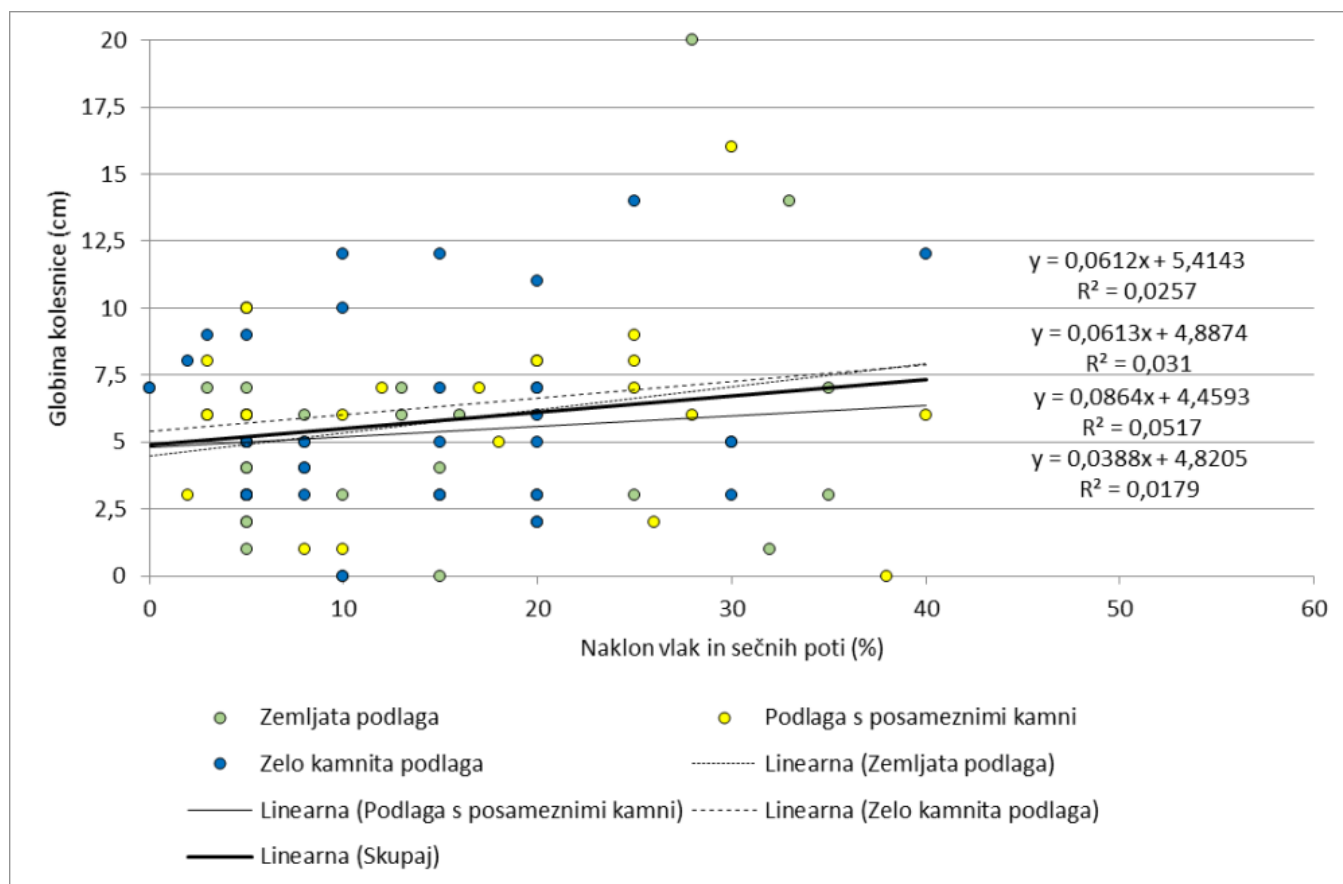
Slika 5: Vpliv naklona sečne poti na globino kolesnice glede na talno podlago na objektih na Pokljuki (avtor: Anton Poje)

Vpliv naklona sečne poti na globino kolesnic se je izkazal visoko statistično značilen le na odseku sečne poti 1 z zemljato podlago ($R^2 = 0,665$; $p < 0,000$), kjer se je globina kolesnic večala s stopnjo 5,7 cm na 10 % naklona sečne poti (slika 6).



Slika 6: Prikaz globine kolesnic, vrste podlage in podolžnih profilov proučevanih sečnih poti na Pokljuki (avtor: Anton Poje)

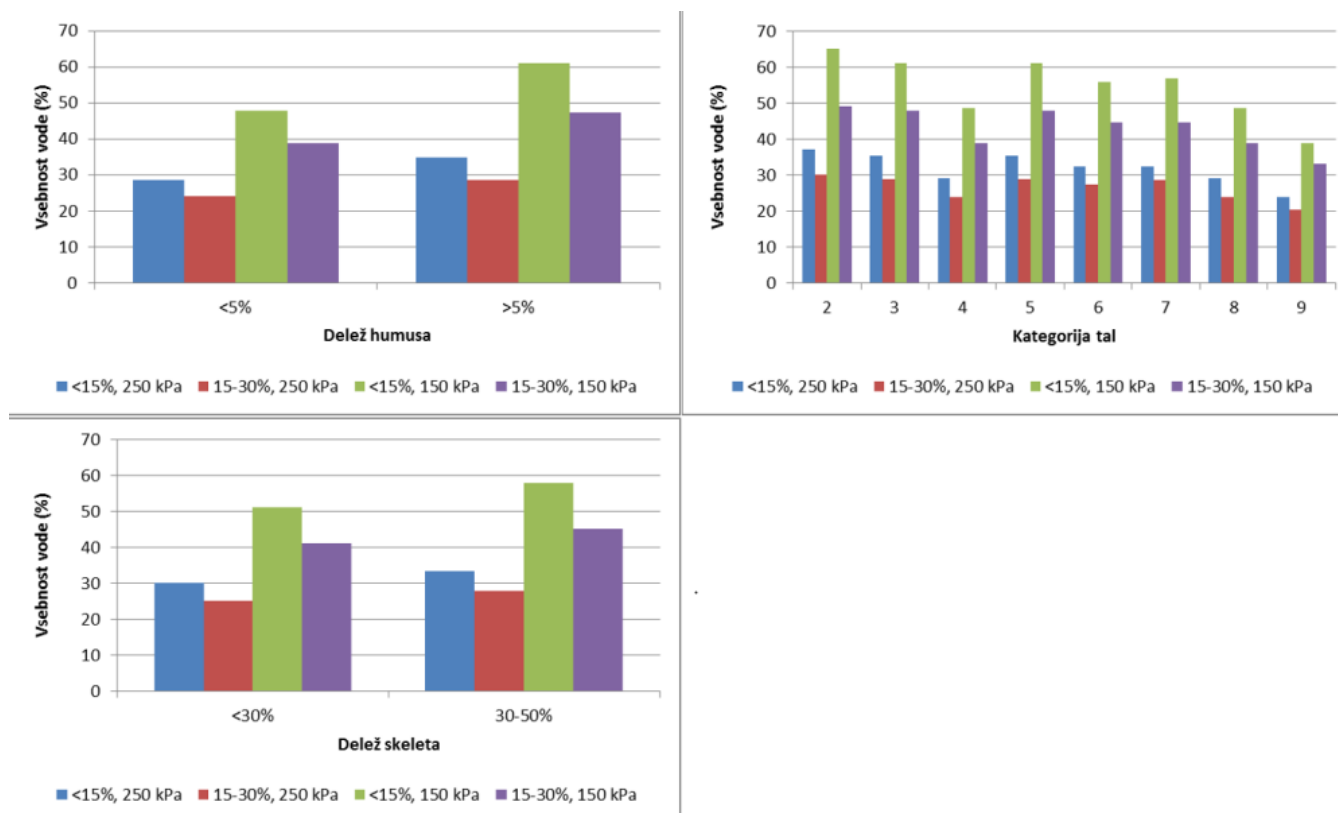
Enako kot na objektu na Pokljuki je bila tudi na objektu na GGO Zaplana variabilnost globin kolesnic relativno velika, ne glede na naklon prometnic ter vrsto podlage (slika 7). Povprečen naklon prometnic na objektu je znašal 14,0 %, povprečna globina kolesnic pa 5,7 cm. Globina kolesnic z naklonom prometnic se večja (0,61 cm/10 % naklona), vendar pa je vpliv statistično neznačilen. Razlike v povprečnih globinah kolesnic so bile manjše kot na objektu na Pokljuki. Kolesnice so bile najplitvejše na prometnicah, kjer so se pojavljali posamezni kamni (5,4 cm), ter najgloblje na prometnicah s kamnito podlago (6,2 cm). V nasprotju z ugotovitvami na objektu Pokljuka so se globine kolesnic z naklonom večale pri vseh treh kategorijah podlag, vendar pa je bil vpliv naklona tudi v tem primeru statistično neznačilen.



Slika 7: Vpliv naklona vlake in sečne poti na globino kolesnice glede na talno podlago na GGE Zaplana (avtor: Anton Poje)

Pri analizi podatkov iz programa iFOS smo ugotovili, da je dopustna vsebnost vode v mineralnih tleh za delo na manjših naklonih terena večja kot na bolj strmih naklonih terena. Tako na naklonih terena, manjših od 15 %, ter s stroji z visokim specifičnim tlakom na tla (250 kPa in več) lahko delo poteka v povprečju pri 5,3 % višji vsebnosti vode kot na naklonih terena od 15 do 30 %. S stroji, ki imajo tlak na tla manjši od 150 kPa, pa lahko delo poteka pri 11,4 % višji vsebnosti vode na naklonih, manjših od 15 %, v primerjavi z delom na bolj strmih terenih (tj. od 15 do 30 %).

Navedene povprečne vsebnosti vode v tleh so lahko višje ali nižje, če poleg naklona terena upoštevamo tudi druge lastnosti tal, ki so v interakciji z naklonom terena (slika 8). Tako je dopustna vsebnost vode pri vsebnosti humusa več kot 5 % v povprečju za 0,9 % višja v primeru uporabe strojev z visokimi tlaki na tla in za 2,3 % višja pri uporabi strojev z nižjimi tlaki na tla. Pri vsebnostih humusa manj kot 5 % so dopustne vsebnosti vode za enak odstotek (0,9 % in 2,3 %) vode manjše od navedenih povprečnih vrednosti vsebnosti vode na posameznih naklonih terena.



Slika 8: Dopustna vsebnost vode v tleh glede na naklon terena

Vpliv kategorije mineralnih tal na dopustno vsebnost vode je višji kot vpliv vsebnosti humusa, in sicer se lahko dopustna vsebnost vode v tleh na najbolj za poškodbe občutljivih tleh (slika 4, kategorija 9) v povprečju zmanjša za 1,9 % pri strojih s tlakom na tla 250 kPa in več ter 5,7 % pri strojih s tlakom na tla, nižjim od 150 kPa. Na manj občutljivih tleh (tj. tla kategorije 2) pa se dopustna vsebnost vode lahko poveča za 1,7 % pri strojih s tlakom na tla 250 kPa ter 4,6 % pri strojih s tlakom na tla, nižjim od 150 kPa.

Vsebnost skeleta tal v povprečju najmanj vpliva na spremembo povprečne dopustne vsebnosti vode, in sicer se pri skeletu do 30 % v povprečju zmanjša za 0,3 % ter poveča za 1,4 % pri skeletu od 30 do 50 %. Na tleh, kjer vsebnost skeleta preseže 50 %, je izvedba dela vedno mogoča ne glede druge dejavnike.

Tla kategorije 1 (slika 4), kjer v teksturi tal prevladuje pesek, so za poškodbe najmanj občutljiva in je zato delo na takih tleh vedno mogoče ne glede na naklon terena, vsebnost vode, delež humusa in delež skeleta. Enako velja za delo na gramoznih in skeletnih tleh. Nasprotno pa delo na mokrih tleh z okoljskega vidika ni mogoče ne glede na naklon terena. Na naklonih terena, večjih od 15 %, pri vseh tipih tal in talnih razmerah obstaja nevarnost pojava erozije na sečni poti.

4. RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

V raziskavi ugotavljamo, da naklon prometnic na terenu, kjer so bile globine kolesnic popisane brez natančnega poznavanja prejšnjega časovnega poteka gozdne proizvodnje ter uporabljene tehnologije, na splošno ne vpliva na poškodovanost tal. Eden od morebitnih razlogov je, da se skozi daljše obdobje rabe prometnice vpliv naklona na globino kolesnic prepleta z drugimi dejavniki, s čimer se povečuje globina kolesnic po celotni dolžini prometnice ter posledično njihova variabilnost. Drugi morebitni razlog je, da se zaradi zmanjševanja globine tal z naklonom (Bergant J., 2011) povečuje skelet tal na pobočjih kot posledica razpadanja matične podlage in spiranja talnih delcev v nižje ležeče predele pobočja. Ker skelet tal dokazano zmanjšuje zdrs koles (Hittenbeck J., 2013) ter povečuje dopustno vsebnost vode v tleh pri gozdni proizvodnji (Lüscher P. in sod., 2016), so lahko globine kolesnic na pobočjih celo manjše kot ob vznožjih pobočij in na položnejših terenih. Poleg manjše globine tal so zaradi odtekanja vode pobočja bolj sušna kot vznožja (Repe B., 2007). Če so tla dovolj globoka, se poškodovanost tal večja z naklonom terena. To smo sicer statistično dokazali samo na enem kratkem odseku sečne poti, dokazujejo pa jo nekatere druge raziskave (Hittenbeck J., 2013).

Razlike v povprečnih globinah kolesnic iz dveh različnih objektov, Pokljuke in GGE Zaplana, nakazujejo, da bi lahko na globino kolesnic, poleg že znanih dejavnikov (tj. tip tal, vsebnost vode, skeleta, humusa), posredno ali neposredno vplivala še dva manj znana, in sicer čas popisa poškodb tal ter lastništvo gozda. Predvidevamo, da se globina kolesnic s časom na splošno zmanjšuje, saj vremenski dejavniki, kot so padavine in veter, povzročajo premeščanje talnih delcev v kolesnico in v globine tal. Vendar pa so spremembe tal v smeri prvotnega stanja dolgotrajne. Tako je bilo ugotovljeno, da se globine kolesnic niso značilno spremenile po petih letih po izvedbi gozdne proizvodnje (Jankovský M. in sod., 2019), za popolno povrnitev tal v prvotno stanje pa je na biološko zelo aktivnih tleh z visoko vsebnostjo gline treba čakati vsaj 10 do 20 let (Ebeling C. in sod., 2016). Ker je izvedbo gozdne proizvodnje veliko lažje prilagajati vremenskim razmeram – še posebno v primeru lastništva strojev – domnevamo, da so poškodbe tal na zasebni gozdni posesti manjše kot v gozdovih v državni lasti. Razlog za to lahko iščemo pri večinoma prevladujočem ekonomskem interesu izvajalcev, ki stremijo k čimprejšnji izvedbi sečnje ne glede na okoljske posledice. Poleg tega je pogostost uporabe tehnologije strojne sečnje s težjimi stroji na zasebni gozdni posesti manjša.

Gozdna proizvodnja lahko na posameznem delovišču poteka, dokler je omogočena tehnična prevoznost poti in dokler niso presežena dopustna okoljska in dogovorjena merila poškodovanosti tal. Tehnično prevoznost poti lahko onemogoči prevelika globina kolesnic ali prevelik zdrs koles. Ker pa je zgolj prevoznost poti najpogostejše uporabno merilo predvsem za vojaške namene (Meyer M. P. in Knight S. J., 1961), okoljska merila pa so zaradi varovanja rodovitnosti tal v gozdarstvu nujnost (Pezdevšek Malovrh Š. in sod., 2018), si dopusten naklon prizadevamo opredeliti predvsem z okoljskega vidika. Če upoštevamo merila dopustne poškodovanosti tal (Košir B., 2010; Krč J. in sod., 2014; Poje A. in sod., 2019), ki večinoma dovoljujejo do 10 cm globoke kolesnice na sečnih poteh, lahko na podlagi raziskave ocenimo, da bi bila na globljih tleh in več prehodih strojev dopustna globina kolesnic presežena pri naklonih sečnih poti in vlak nad 15 %. Ugotovljena ocena se v grobem sklada z nekaterimi dosedanjimi raziskavami, ki so bile opravljene pri spravi z zgibnimi traktorji (Naghdi R. in Solgi A., 2014), ter ustreza najnižjim ugotovljenim naklonom terena za spravo lesa z zgibnim polprikolničarjem na podlagi zdrsov koles na puhlici (Hittenbeck J., 2013). Po drugi strani pa lahko v ugodnih talnih razmerah, kjer so tla bolj nosilna zaradi ustreznjšega tipa tal, majhne vlažnosti, večjega deleža skeleta in humusa (Cambi M. in sod., 2015; Lüscher P. in sod.,

2016; Mohtashami S. in sod., 2017) gozdna proizvodnja poteka tudi na veliko večjih naklonih terena, tudi do 60 % (Hittenbeck J., 2013).

Omenjene naklone prometnic je treba upoštevati z veliko previdnostjo, saj lahko velik razpon naklona terena, ki še omogoča gozdno proizvodnjo s hkratnim minimalnim vplivom na tla, v praksi povzroči veliko zmede. Za delo na naklonih prometnic, večjih od 15 %, je treba pri pripravi dela in med samim delom predvideti dovolj sečnih poti, saj število prehodov stroja v interakciji z naklonom terena neposredno vpliva na globino kolesnic (Pasemann S. in Erler J., 2016). Za delo na večjih naklonih je treba uporabljati stroje, katerih tlak na kolo ne presega 150 kPa. Vsebnost vode v tleh je lahko pri delu s stroji z nižjim specifičnim tlakom na tla v povprečju 17 % višja kot pri delu s stroji s tlakom na kolo, večjim od 250 kPa. Uporaba verig in gosenic omogoča delo na do 14 % večjih naklonih kot v primeru njihove neuporabe (Hittenbeck J., 2013).

Ker je naštete ukrepe med izvajanjem dela pogosto težko nadzorovati, je za učinkovito varovanje tal pred poškodbami nujno izobraževanje strojnikov. Le-ti morajo biti sposobni zaznati trenutno občutljivost delovišča za pojav poškodb in morebitne spremembe stanja ter izbrati pravilne ukrepe za njihovo preprečitev ali zmanjšanje na najmanjšo mogočo stopnjo. Kljub izobraževanju je nujno sodelovanje med načrtovalci proizvodnje, delovodji in strojniki (Archibald D. J. in sod., 1997).

Ugotovljeni vplivi naklona na globino kolesnic so rezultat dveh krajših raziskav, v katerih je kot glavna ugotovitev izpostavljeno dejstvo, da globine kolesnic v realnih razmerah niso nujno odvisne od naklona sečnih poti in vlak. To nakazuje, da je interakcija med vplivom tal in strojem kompleksna in težko dokazljiva s popisi poškodb brez poznavanja prejšnje uporabe gozdarskih tehnologij. Spoznanje je na splošno v nasprotju z dosedanjimi raziskavami, ki so pogosto potekale v kontroliranih razmerah. Ker je očitno, da na globino kolesnic zelo vplivajo tudi drugi dejavniki, bi bilo nadaljnje raziskave smotrno usmeriti na gozdna območja z različnimi terenskimi in podnebnimi razmerami (npr. tipi in lastnosti tal, fitocenološke združbe, odprtost s prometnicami, lastnosti padavin) in posestniškimi razmerami (npr. lastništvo, velikost in razdrobljenost posesti). S širšo inventuro lastnosti vlak in sečnih poti na nivoju Slovenije bi zagotovili osnovo za nadaljnje raziskave s tega področja.

Raziskava je tudi pokazala, da globina tal potencialno vpliva na globino kolesnic, kar pomeni, da jo je treba upoštevati v prihodnjih raziskavah. Poleg tega se v povezavi s stopnjo poškodovanosti tal pojavlja vprašanje, ali bi morala biti merila poškodovanosti tal različna glede na globino tal. Podoben sistem imajo npr. na Finskem, kjer so na mineralnih tleh dopustne globine kolesnic do 10 cm, na šotnih barjih pa do 20 cm (Salmivaara A. in sod., 2018). Z okoljskega vidika je namreč stopnja poškodovanosti tal na kraških terenih, kjer kolesnice na plitvih tleh (npr. rendzina) pogosto dosežejo matično kamnino, veliko resnejša, kot na globljih tleh.

Program iFOS nudi izvajalcem gozdnih del informacijsko podporo za zmanjšanje tveganja za poškodbe tal v procesu načrtovanja in izvedbe del. Lastnik stroja lahko na podlagi izpisa iz programa dokaže primernost svojih strojev za uporabo na konkretnem delovišču, se odloči za njihovo zamenjavo, prilagoditev ali celo nabavo novih strojev. Z razvojem programa je mogoče vzpostaviti neposredno povezavo s sistemom za nadzor tlaka v pnevmatikah ali z elektronsko tehniko na dvigalih. Kljub naštetim prednostim pa avtorji programa ugotavljajo, da je treba izračune modelov dopolniti, saj so raziskave pokazale na nekatera večja odstopanja, predvsem glede razvrstitev vrst tal in izračune kontaktnega površinskega tlaka (Lüscher P. in sod., 2016).

Eden od ključnih spremenljivih dejavnikov v interakciji med strojem in tlemi ostaja vlažnost tal, ki se prostorsko in časovno lahko zelo spreminja in otežuje ali celo preprečuje izvedbo gozdne

proizvodnje. Nosilnost tal se s povečevanjem vlažnosti zmanjšuje, poškodbe tal pa postanejo nedopustne pri preseganju zgornje meje plastičnosti tal (Zore P., 2019). Čeprav je vpliv vlažnosti na globino kolesnic relativno dobro znan, je manj znano, kakšne bodo razmere v tleh v bližnji ali daljni prihodnosti (Košir B., 2010). V dosedanjih tujih raziskavah najdemo nekaj napovednih modelov (npr. Reintam in sod., 2016; Vega-Nieva in sod., 2009), katerih skupna lastnost je, da vsebujejo podatke, ki jih ni mogoče pridobiti iz običajnih meteoroloških meritev. Podobno velja tudi za podatke o lastnostih tal, zato so slednje le delno uporabne. Ne glede na to pa je smiselno nadaljevati prizadevanja za vzpostavitev napovednega modela, ki bi vsaj za dan ali dva vnaprej z višjo stopnjo verjetnosti predvidel stanje tal. Tako bi olajšali odločitve v praksi, optimizirali proizvodnjo in – kar je najpomembnejše – zmanjšali morebiten negativen vpliv proizvodnje na tla. Pri tem se zdi, da bi najprimernejše modele zgradili z uporabo strojnega učenja (Adeyemi in sod., 2018; Jevšenak in sod., 2017).

5. ZAHVALA

Zahvaljujemo se Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije za financiranje Ciljnega raziskovalnega projekta št. V4-1624 z naslovom Vpliv strojne sečnje na gozd in določitev meril za njeno uporabo. Anonimnemu recenzentu smo hvaležni za korekten pregled in konstruktivne pripombe na prvo različico besedila.

6. POVZETEK

Globina kolesnic je pogost kazalnik poškodovanosti tal po gozdarskih delih in je odvisna od lastnosti strojev, lastnosti tal in drugih okoljskih dejavnikov. Med slednje uvrščamo tudi naklon terena, ki poveča obremenitve na nižje ležečih kolesih. Večja obremenitev manj koles stroja pogloblja kolesnice, povečuje zbitost tal in zmanjšuje poroznost tal. Ker v Sloveniji še ni bilo opravljene študije vpliva naklona terena in vrste podlage na globino kolesnic, smo to proučili v projektu Vpliv stroje sečnje na gozd in določanje meril za njeno uporabo. Poleg vpliva naklona nas je zanimalo tudi, koliko sta sečnja in spravilo s sodobnimi tehnologijami odvisna od medsebojnega vpliva naklona in drugih dejavnikov tal, kot so vlažnost tal, delež humusa in delež skeleta. V prvem delu raziskave smo analizirali dva objekta: na Pokljuki smo na izbranih sečnih poteh na vsakem metru izmerili globino kolesnic in ocenili kamnitost podlage, v okolici Zaplane pa smo vzdolž poljubno določene navidezne linije popisali globine kolesnic, naklon prometnic ter ocenili kamnitost podlage. Za pridobivanje in obdelavo grafičnih podatkov smo uporabili program ArcGIS Desktop 10.5 ® (Esri Inc.), za dodatne obdelave in analize združenih podatkov pa program MS Excel 2010®. Za drugi del raziskave smo podatke pridobili iz programa integrated Forest Operations Software (iFOS); zanimalo nas je, pri katerih vsebnostih vode v tleh in pri katerih naklonih je vožnja izbranega tipa stroja še okoljsko sprejemljiva. Podatki z objekta na Pokljuki kažejo, da se globlje kolesnice pojavljajo predvsem na sečnih poteh z zemljato podlago. V povprečju so kolesnice globoke 11,7 cm, povprečni naklon pa znaša 18,5 %. Globine kolesnic se rahlo povečujejo z naklonom sečne poti (0,95 cm / 10 %), vendar je večanje statistično neznačilno. Povprečna globina kolesnic na objektu na Zaplani je znašala 5,7 cm, povprečen naklon prometnic pa 14,0 %. Tudi v tem primeru se globine kolesnic rahlo povečujejo z naklonom prometnic (0,61 cm / 10 %) in njihov vpliv je statistično neznačilen. V nasprotju z rezultati na objektu Pokljuka se globine kolesnic večajo z naklonom ne glede na podlago, čeprav je njihov vpliv statistično neznačilen. Na osnovi izmerjenih podatkov lahko zaključimo, da naklon prometnic na splošno ne vpliva na poškodovanost tal. Razloge za tak rezultat lahko iščemo v dejstvu,

da se skozi daljše obdobje rabe vpliv naklona na globino kolesnic prepleta z drugimi dejavniki, v večjem deležu skeleta tal na pobočjih, v času popisa poškodb ali v lastništvu gozda. Analiza podatkov programa iFOS je pokazala, da je na mineralnih tleh in manjših naklonih terena dopustna večja vsebnost vode kot na večjih naklonih. Vpliv kategorije mineralnih tal na dopustno vsebnost vode je pomembnejši od vpliva vsebnosti humusa in vsebnosti skeleta. Na podlagi raziskave in dosedanjih raziskav ocenjujemo, da bi bila na globljih tleh in več prehodih strojev dopustna globina kolesnic presežena pri naklonih sečnih poti in vlak nad 15 %. Za delo na večjih naklonih terena predlagamo boljše načrtovanje in predvidevanje dovolj sečnih poti, saj število prehodov stroja v interakciji z naklonom terena neposredno vpliva na globino kolesnic. Prav tako priporočamo uporabo strojev, katerih tlak na kolo ne presega 150 kPa, ter uporabo verig in gosenic. Ključne osebe za učinkovito varovanje tal pred poškodbami so strojniki, zato naj bo njihovo izobraževanje temeljito in predvsem kontinuirano. Poleg tega je nujno sodelovanje med načrtovalci proizvodnje, delovodji in strojniki. Zaradi nezanemarljivega, a neznanega vpliva drugih dejavnikov bi bilo nadaljnje raziskave smotrno usmeriti na gozdna območja z različnimi razmerami, kot so tip in globina tal, fitocenološke združbe, odprtost s prometnicami, lastnosti padavin, lastništvo, velikost in razdrobljenost posesti. Dobra podlaga za nadaljnje raziskave bi bila tudi inventura vlak in sečnih poti, ki bi vsebovala podatke o njihovem stanju.

7. VIRI

- Adeyemi, O., Grove, I., Peets, S., Domun, Y., Norton, T. 2018. Dynamic Neural Network Modelling of Soil Moisture Content for Predictive Irrigation Scheduling. *Sensors*, 18, 10: 3408.
- Akay, A. E., Sessions, J., Aruga, K., 2007. Designing a forwarder operation considering tolerable soil disturbance and minimum total cost. *Journal of Terramechanics*, 44, 2: 187–195.
- Archibald, D. J., Wiltshire, W. B., Morris, D. M., Batchelor, B. D., 1997. Forest management guidelines for the protection of the physical environment. (ur.) Ontario, Ministry of Natural Resources: 42 str.
- Bergant, J., 2011. Relief kot pedogenetski dejavnik na krasu : diplomsko delo: (Univerza v Ljubljani). Ljubljana: 87 str.
- Cambi, M., Certini, G., Neri, F., Marchi, E., 2015. The impact of heavy traffic on forest soils: A review. *Forest Ecology and Management*, 338, 124–138.
- Ebeling, C., Lang, F., Gaertig, T., 2016. Structural recovery in three selected forest soils after compaction by forest machines in Lower Saxony, Germany. *Forest Ecology and Management*, 359, 74–82.
- GTE., 2018. Priprave na seminar. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire <http://www.bf.uni-lj.si/oddelek-za-gozdarstvo/o-oddelku/katedre-in-druge-org-enote/katedra-za-gozdno-tehniko-in-ekonomiko/vpliv-strojne-secnje-na-gozd-in-dolocitev-meril-za-njeno-uporabo/> (13. 7. 2020).
- Hittenbeck, J., 2013. Estimation of trafficable grades from traction performance of a forwarder. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 34, 1: 71–81.
- Horn, R., Vossbrink, J., Becker, S., 2004. Modern forestry vehicles and their impacts on soil physical properties. *Soil and Tillage Research*, 79, 2: 207–219.

- Jankovský, M., Allman, M., Allmanová, Z., Ferenčík, M., Vlčková, M., 2019. Changes of key soil parameters five years after forest harvesting suggest slow regeneration of disturbed soil. *Journal of Sustainable Forestry*, 38, 4: 369–380.
- Jevšenak, J., Džeroski, S., Levanič, T. 2017. Uporaba metod strojnega učenja za preučevanje odnosov med značilnostmi branik in okoljem. *Acta silvae et ligni*, 114: 21–29.
- Košir, B., 2010. Gozdna tla kot usmerjevalce tehnologij pridobivanja lesa. (ur.) Ljubljana, Biotehniška fakulteta pri Univerzi v Ljubljani, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 80 str.
- Krč, J., Beguš, J., Primožič, J., Levstek, J., Papler-Lampe, V. in sod., 2014. Vodila dobrega ravnanja pri strojni sečnji. (ur.) Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 38 str.
- Marenče, J., 2005. Spreminjanje tehničnih parametrov traktorja pri vlačanju lesa - kriterij pri izbiri delovnega sredstva: Doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta). Ljubljana: 271 str.
- Marenče, J., Košir, B., 2006. Vpliv tehničnih parametrov gozdarskega traktorja ob njegovi izbiri. *Gozdarski vestnik*, 64, 4: 213–226.
- Meyer, M. P., Knight, S. J., 1961. Soil classification: trafficability of soils. 1961. (Technical memorandum, no. 3-240, suppl 16). Wicksburg, U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station: 185 str. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/265743.pdf> (9. 9. 2020).
- Mohtashami, S., Eliasson, L., Jansson, G., Sonesson, J., 2017. Influence of soil type, cartographic depth-to-water, road reinforcement and traffic intensity on rut formation in logging operations: a survey study in Sweden. *Silva Fennica*, 51, 5: 1–14
- Naghdi, R., Solgi, A., 2014. Effects of skidder passes and slope on soil disturbance in two soil water contents. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 35, 1: 73–80.
- Naghdi, R., Solgi, A., Labelle, E. R., Nikooy, M., 2020. Combined effects of soil texture and machine operating trail gradient on changes in soil physical properties during ground-based skidding. *Pedosphere*, 30, 4: 508–516.
- Ogrin, G., 2019. Ugotavljanje občutljivosti gozdnih tal na poškodbe zaradi pridobivanja lesa v GEE Zaplana: Diplomsko naloga. (Univerza v Ljubljani). Ljubljana: 32 str.
- Owende, P. M. O., Lyons, J., Haarlaa, R., Peltola, A., Spinelli, R. in sod., 2002. Operations protocol for eco-efficient wood harvesting on sensitive sites. Dublin, University College Dublin <http://www.ucd.ie/foresteng/html/ecowood/op.pdf> (7. 3. 2020).
- Pezdevšek Malovrh, Š., Mihelič, M., Krč, J., 2018. Varstvo gozdnih tal z vidika zakonodaje. *Acta silvae et ligni*, 115, 43–56.
- Poje, A., Mihelič, M., Leban, V., 2019. Analiza strokovnega ocenjevanja poškodovanosti gozdnih tal. *Gozdarski vestnik*, 77, 1: 3–20.
- Poršinsky, T., Sraka, M., Stankić, I., 2006. Comparison of two approaches to soil strength classifications. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 27, 1: 17–26.
- Reintam, E., Vennik, K., Kukk, L., Kade, S., Krebstein, K. in sod., 2016. Measuring and predicting soil moisture conditions for trafficability. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 66, 8: 698–705.

Repe, B., 2007. Voda v prsti in ugotavljanje njenega razporejanja v odvisnosti od reliefa. *Dela*, 28, 91–106.

Salmivaara, A., Miettinen, M., Finér, L., Launiainen, S., Korpunen, H. in sod., 2018. Wheel rut measurements by forest machine-mounted LiDAR sensors – accuracy and potential for operational applications? *International Journal of Forest Engineering*, 29, 1: 41–52.

Solgi, A., Naghdi, R., Marchi, E., Laschi, A., Keivan Behjou F. in sod., 2019. Impact assessment of skidding extraction: effects on physical and chemical properties of forest soils and on maple seedling growing along the skid trail. *Forests*, 10, 2: 134.

Solgi, A., Naghdi, R., Nikooy, M., 2015. Effects of skidder on soil compaction, forest floor removal and rut formation. *Madera y Bosques*, 21, 2: 147–155.

Urbančič, M., Simončič, P., Prus, T., Kutnar, L., 2005. Atlas gozdnih tal Slovenije. (ur.) Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije: 100 str.

Reintam, E., Vennik, K., Kuk, L., Kade, S., Krebstein, K. in sod., 2016. Measuring and predicting soil moisture conditions for trafficability. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 66, 8: 698–705.

Vega-Nieva, D., Murphy, P., Castonguay, M., Ogilvie, J., Arp, P., 2009. A modular terrain model for daily variations in machine-specific forest soil trafficability. *Canadian Journal of Soil Science*, 89: 93–109.

Zore, P., 2019. Presoja hitrih metod za določanje mehanskih lastnosti tal. Diplomsko delo. Biotehniška fakulteta. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Ljubljana: 46 str.