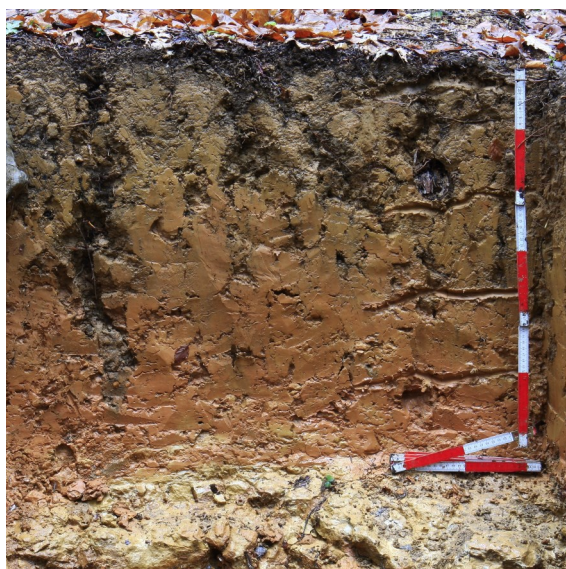
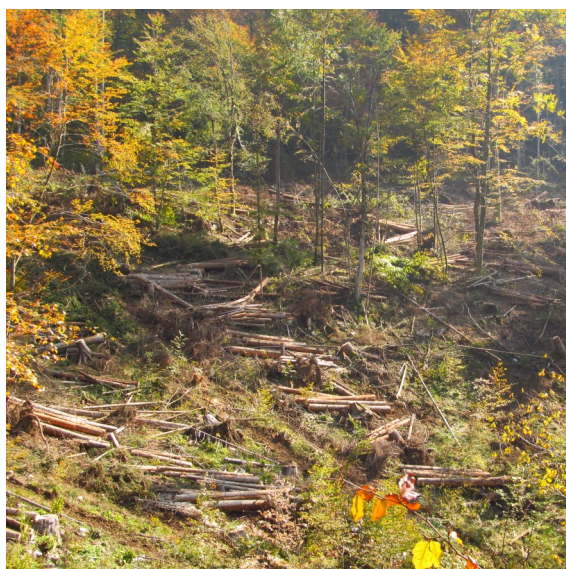




Gozdna tla v trajnostnem gospodarjenju z gozdom

35. Gozdarski študijski dnevi

Ljubljana, 11. april 2019

Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta



*Oddelek za gozdarstvo in
obnovljive gozdne vire*

GOZDNA TLA V TRAJNOSTNEM GOSPODARJENJU Z GOZDOM

35. GOZDARSKI ŠTUDIJSKI DNEVI

Zbornik prispevkov posvetovanja

Ljubljana, 11. april 2019

Založila in izdala: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Glavni urednik: prof. dr. Janez Krč

Uredniški odbor: prof. dr. Igor Potočnik
prof. dr. Jurij Diaci
prof. dr. Janez Krč
doc. dr. Milan Šinko
doc. dr. Anton Poje
doc. dr. Jurij Marenče
doc. dr. Milan Kobal
asist. dr. Matevž Mihelič
dr. Primož Simončič
dr. Nike Krajnc
Vasja Leban

Lektorica: Marjetka Šivic

Tehnični urednik: Vasja Leban

Slike na naslovnici: doc. dr. Milan Kobal, Vasja Leban

Tisk: Birografika Bori, d.o.o.

Naklada: 200 izvodov

Vsi prispevki v zborniku so recenzirani.

Ljubljana, 11. april 2019

Publikacija je brezplačna.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

630*114(082)

GOZDARSKI študijski dnevi (35 ; 2019 ; Ljubljana)

Gozdna tla v trajnostnem gospodarjenju z gozdom : zbornik prispevkov posvetovanja / 35. gozdarski študijski dnevi, Ljubljana, 11. april 2019 ; [glavni urednik Janez Krč]. - Ljubljana : Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2019

ISBN 978-961-6020-80-0

1. Gl. stv. nasl. 2. Krč, Janez, 1967-
COBISS.SI-ID 299430400

KAZALO

Janez Krč	UVODNIK	2
Primož Simončič, Aleksander Marinšek	GOZDNA TLA: POSEBNOSTI IN POTENCIALNI DEGRADACIJSKI PROCESI	4
Boštjan Košir	OGROŽENOST GOZDNIH TAL ZARADI SPRAVILA LESA	8
Marjetka Suhadolc, Nina Zupančič, Mitja Zupančič, Helena Grčman	PEDOLOŠKE IN GEOKEMIČNE LASTNOSTI GOZDNIH TAL OSREDNJE SLOVENIJE NA RAZLIČNIH LITOLOŠKIH PODLAGAH	13
Marko Zupan, Rok Turniški, Helena Grčman	ELUVIALNO-ILUVIALNI PROCESI IN LASTNOSTI IZPRANIH TAL V GOZDU	19
Helena Matoz	VARSTVO TAL IN AKTIVNOSTI V EU, OZN - FAO IN SLOVENIJI	24
Bernarda Podlipnik	PRIPOROČILA PRI IZVEDBI SANACIJ DEGRADIRANIH OBMOČIJ V SLOVENIJI	29
Borut Vrščaj	TLA; EKOSISTEMSKE STORITVE TAL, DEGRADACIJE IN ZAVEDANJA O TLEH	31
Matjaž Guček, Aleksander Marinšek, Andrej Bončina, Aleš Poljanec	GOZDNA TLA IN GOZDARSKO NAČRTOVANJE	33
Jurij Diaci, Gal Fidej, Tomaž Adamič, Dušan Roženberger	GOJENJE GOZDOV IN NEGA GOZDNIH TAL	37
Aleksander Marinšek, Matjaž Čater, Mitja Ferlan, Emira Hukič, Daniel Žlindra, Milan Kobal, Primož Simončič	VPLIV INTENZIVNOSTI SEČNJE NA VSEBNOST OGLJIKA V TLEH IN RESPIRACIJO TAL V JELOVO-BUKOVIH GOZDOVIH	42
Jurij Beguš, Aleš Poljanec	VPLIV SODOBNIH TEHNOLOGIJ NA GOZDNA TLA – POGLEDI STROKOVNE JAVNOSTI	47
Milan Kobal, Tomaž Kralj, Primož Bratun	GOZDNA TLA IN STROJNA SEČNJA	52
Anton Poje, Matevž Mihelič, Špela Pezdevšek Malovrh, Igor Potočnik, Vasja Leban	VPLIV NEKATERIH TERENSKIH IN VREMENSKIH DEJAVNIKOV NA VIDNE POŠKODBE GOZDNIH TAL	58
Matevž Mihelič, Vasja Leban, Janez Krč, Jurij Marenče, Anton Poje	PRESOJA STROKOVNEGA OCENJEVANJA POŠKODOVANOSTI GOZDNIH TAL	64

UVODNIK

Janez Krč | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, janez.krc@bf.uni-lj.si

Ob 70-letnici študija gozdarstva na Slovenskem in 100. obletnici ustanovitve Univerze v Ljubljani tokrat prirejamo tradicionalne, že 35. Gozdarske študijske dneve (GŠD). Bogata in obsežna tradicija GŠD sta osrednja mehanizma povezanosti akademskega in operativnega področja gozdarstva v Sloveniji. V povprečju so bili GŠD torej vsako drugo leto od začetka študija gozdarstva. Tokratni GŠD so posvečeni temeljnemu elementu gozda – gozdnim tlem. Kot je navedeno v več prispevkih, gozdna tla nimajo le pogosto izpostavljene vloge ohranjanja proizvodne sposobnosti rastišč, ki je pomembna predvsem z gospodarskega vidika, pač pa so izredno pomembna tudi zaradi kroženja hranil, ogljika, zadrževanja in filtriranja vode, za biotsko pestrost v tleh in nad njimi. Zato je znanje stroke in strokovnjakov o gozdnih tleh, njihovih lastnostih, načinu varovanja in mogočih grožnjah ter načinih njihove sanacije izredno pomembno za uspešno gospodarjenje z gozdnimi ekosistemi.

Zbornik prispevkov 35. Gozdarskih študijskih dni prinaša nabor aktualnega znanja in problematike, povezane z gozdnimi tlemi, ki so rezultat znanstvenoraziskovalnega in strokovnega dela v povezavi z izkušnjami, pridobljenimi pri praktičnem delu v gozdarstvu in z gozdarstvom povezanimi dejavnostmi. Prispevki izpostavljajo pomen gozdnih tal in njihovih funkcij ter posledice človekovega delovanja, ki predvsem preko gospodarskih aktivnosti vpliva na naravne procese v gozdnih tleh. V prispevkih so obravnavane lastnosti tal, ki opredeljujejo njihovo rodovitnost in erozijsko ogroženost, navedena je primerjava med gozdnimi in kmetijskimi tlemi glede procesa izpiranja tal. Predstavljena sta problematika in način reševanja degradiranih tal, za kar so potrebne sistemske rešitve in organiziran pristop k sanaciji.

Za ustrezno gospodarjenje z gozdnim ekosistemom je treba zagotoviti strokovne podlage, ki obsegajo nabor pomembnih podatkov in znanja ter praktičnih napotkov za delo. Podatki in znanje o gozdnih tleh so eden od temeljev za gozdno gospodarsko in gojitveno načrtovanje v luči zagotavljanja trajnosti gozda in gozdnih tal. To je še posebno pomembno na erozijsko občutljivih ter zaradi vremenskih ujm prizadetih območjih ter kjer se načrtujejo in opredeljujejo vrste in načini izvajanja ukrepov glede na prostor in čas.

Pomemben del prispevkov je namenjen obravnavi procesa pridobivanja lesa. Pospešeno zmanjševanje razmerja med ceno človekovega dela in vrednostjo lesa vse bolj povečuje uporabo sodobne gozdarske mehanizacije v slovenskih gozdovih. Zaradi razvoja gozdarske mehanizacije in načinov dela je poleg kratkoročnega ekonomskega vidika vse bolj potrebna ekološko primerna izvedba gozdarskih del. Z načrtnim uvajanjem tehnologije kratkega lesa (strojne sečnje) je slovenska gozdarska stroka na participativen način z nizom delavnic tudi kognitivno odkrivala prednosti in slabosti ter predvsem strokovne izzive, povezane z rabo sodobne gozdarske tehnologije in mehanizacije. Med slednjimi zagotovo ostajajo aktualne težave občutljivosti gozdnih tal za rabo težke mehanizacije v povezavi z lastnostmi tal in učinki vplivov posameznih vplivnih dejavnikov na njihovo poškodovanost ali predvsem razmerja med vrednostmi posameznih vplivnih dejavnikov in nosilnostjo različnih vrst tal.

Vsem avtorjem in udeležencem se iskreno zahvaljujemo. Zelo pomembni so prispevki številnih sponzorjev in donacija Pahernikove ustanove. Prav posebej se zahvaljujemo financerjem projekta CRP V4-1624 (Vpliv strojne sečnje na gozd in določitev meril za njeno uporabo), MKGP in ARRS, ki sta pripomogla k realizaciji posvetovanja in zagotavljanju materialnih možnosti za znanstvenoraziskovalno delo obravnavanega področja.

GOZDNA TLA: POSEBNOSTI IN POTENCIALNI DEGRADACIJSKI PROCESI

Primož Simončič | Gozdarski inštitut Slovenije, primoz.simoncic@gozdis.si

Aleksander Marinšek | Gozdarski inštitut Slovenije, aleksander.marinsek@gozdis.si

Ključne besede: gozdna tla, gozdarstvo, degradacija tal, lastnosti tal, organska snov

Uvod

Gozdna tla so bistveni element gozdnega ekosistema. Njihovo varovanje je del sonaravnega, ekosistemskega gospodarjenja z gozdovi. Razvila so se na bolj ali manj ohranjenih gozdnih rastiščih, ki so praviloma revnejša od drugih rab tal. Praviloma so sestavljena iz večjega števila, horizontov in podhorizontov ali plasti v obrečnih območjih. Gozdna tla se od tal drugih rab razlikujejo zaradi neprekinjenega kroženja snovi v gozdnih ekosistemih, ko se opad in odmrla organska snov odlagata na površini tal (Čirić, 1984). Za gozdna tla je značilna pestrost talnih razmer in do neke mere ohranjenost (vertikalne strukture) dela horizontov tal. Za Slovenijo je značilno, da v gozdne sestoje in posledično gozdna tla praviloma ne vnašamo gnojil in kemičnih snovi. Izjema so nekateri gozdovi na stiku s kmetijskimi površinami, na katerih se intenzivno gospodari.

V preteklosti v gozdarstvu v Sloveniji nismo dovolj upoštevali pomena gozdnih tal, njihovih funkcij in storitev, ki pomembno (so)vplivajo na razvoj in stanje gozdov. Tla so obravnavana kot del rastiščnih dejavnikov in manj kot potencial pri gospodarjenju z gozdovi. Rodovitnost tal je ena izmed tistih lastnosti, ki omogoča obstoj rastlinam, zaradi tal so rastlinam zagotovljena voda, hranila in mehanska stabilnost.

Predvsem zaradi človekovih aktivnosti poteka degradacija tal, ki jo opredeljujemo kot pojav, ko tla izgubijo katerokoli od svojih funkcij (Fitzpatrick, 1996). Degradacija tal in s tem npr. manjšanje biotske pestrosti nastane zaradi premeščanja prostega materiala, slabšanja kakovosti tal zaradi fizikalnih, kemijskih in bioloških procesov ter izgube tal in s tem njenih naravnih lastnosti. Degradacijo tal opredeljujemo kot nepovratno spremembo. Zato je odgovorno ravnanje s tlemi naša zaveza.

Posebnosti gozdnih tal

Gozdna tla so temeljni sestavni del gozda. Rodovitna gozdna tla so nepogrešljiv del gozdnega ekosistema, ki ukoreninjenim drevesnim vrstam in drugim rastlinam omogočajo, da so za svojo rast in razvoj preskrbljene z vodo, hranili in talnim zrakom. Z založenostjo s hranili, sposobnostjo nevtralizacije negativnih atmosferskih in drugih vplivov, sposobnostjo zadrževanja vode, ogljika, zadrževanja težkih kovin in drugih onesnaževal poglavitno vplivajo na razvoj in spremembe gozdnega ekosistema. V tleh vseskozi potekajo procesi njihovega nastajanja (humifikacija, mineralizacija, preperevanje) in siromašjenja (izpiranje, zakisanje, evtrofikacija, oglejevanje). Šele redno periodično spremljanje stanja tal potrjuje pravilnost ukrepov za zmanjšanje ogroženosti tal v preteklosti, hkrati pa omogoča ugotavljanje morebitnih trendov in daje priložnost za ukrepanje na mikro- in makro nivoju za prihodnost.

Na lastnosti gozdnih tal in s tem posredno na drevje in gozdne sestoje vplivajo globina tal, tekstura tal, kamnitost, vsebnost vlage v tleh, temperatura idr. Korenine, koreninski pleteži,

padavine in voda, pedofavna in opad vplivajo na procese v tleh. Po navadi so gozdna tla dobro prekoreninjena ter vsebujejo organski sloj na površini gozdnih tal (O horizont). Sestavljajo ga gozdni opad in slabo razkrojeni rastlinski ostanki. Vsebuje več kot 35 % organske snovi (Urbančič s sod., 2005). Pod njim je praviloma humusni (humusno akumulativni) površinski Ah horizont. Kroženje ogljika, dušika, drugih hranil, vode, idr. ima v gozdnih ekosistemih svoje zakonitosti (količine vnosa organske snovi, opada - neprekinjen proces, raznolikost razmer v prostoru, medsebojno delovanje, vplivanje drevja na gozdna tla in obratno) in se razlikujejo od drugih terestričnih ekosistemov in posledično vplivajo na razvoj in stanje gozdnih tal (Binkley s sod., 2019). Kot primer v Sloveniji v/na gozdna tla ne dodajamo gnojil. Tudi zato se gozdna tla razlikujejo od tal drugih rab tal (kmetijska, urbana). Gozd in gozdna tla ose nahajajo po večini v hribovitem svetu (strmejši nakloni), na slabših rastiščih, ki so manj primerna za kmetijstvo .

Pedogenetski dejavniki, ki vplivajo na nastanek in razvoj gozdnih tal so: geološka podlaga, položaj v prostoru (relief), lokalne podnebne razmere, vegetacija, organizmi in čas. Pomemben in nezanemarljiv delež pri vplivu na tla ima tudi človek. Gozdna tla so lahko slabše razvita – "mlada" oz. razvitejša, zlasti tam, kjer so razmere za daljše obdobje nemotenega razvoja tal oz. kjer je pedogeneza stanovitnejša. Razvitost gozdnih tal lahko vpliva na "odpornost tal na spremembe", npr. na požare, vetrolome, žledolome, napade insektov, bolezni, ko zaradi izruvanega drevja oz. sečnje nastane lokalno premeščanje tal, zaradi odstranitve organskih horizontov, erozijskih procesov, plazenja tal idr.



Slika 1: Na levi talni profil gozdnih tal na Snežniku (fotografija M. Kobal), na desni talni profil v Murski šumi v hrastovem sestoju (fotografija P. Simončič)

Degradacijski procesi

Degradacijo tal povzročajo predvsem posredne in neposredne posledice človekovih dejavnosti; neustrezno gospodarjenje z gozdovi, industrijske dejavnosti, neustrezne oblike turizma, širjenje industrijskih območij, pozidava ipd. Gozdna tla lahko degradirajo zaradi škodljivih vplivov neposrednega gospodarjenja z gozdovi in gozdnimi tlemi, npr. kot posledica zasmrečenosti, steljarjenja, onesnaženosti, različnih ujm, erozije, sečnje, gradnje gozdnih cest in vlak ter drugih infrastrukturnih objektov. Prav tako na poslabšanje stanja tal in njihovih funkcij vplivajo voda, ekstremni dogodki, kot so poplave, plazenje tal, erozije tal in vnos gnojil, kemikalij ter onesnažil.

Posledica takšnih procesov je zmanjšana sposobnost gozdnih tal za opravljanje njenih funkcij. Posledice za gozd in gozdni ekosistem so izguba rodovitnosti tal, zmanjšana vsebnost ogljika, okrnjena biološka raznovrstnost rastlinstva in živalstva, zmanjšana zadrževalna in filtracijska sposobnost tal za vodo. Zaradi zakisanja tal ali evtrofikacije ipd. nastajajo motnje kroženja snovi in hranil med rastlinami in gozdnimi tlemi (Vrščaj, 2017). Degradacija tal neposredno vpliva na kakovost vode in zraka, biološko raznovrstnost in podnebne spremembe (in obratno).

Zaradi načina gospodarjenja z gozdom in intenzivnosti ukrepov (sečnja, uporaba težke mehanizacije, gradnjo infrastrukturnih objektov, idr.) lahko v določenih primerih povzročimo poškodbe gozdnih tal, ki trajno vplivajo na funkcije gozdnih tal.

Zaključek

Gozdna tla naj bi imela skromnejše lastnosti v primerjavi z drugimi rabami tal (npr. kmetijskimi), bila naj bi manj rodovitna (proizvodna sposobnost), na kar kaže delež talnih tipov gozdnih tal, kjer prevladujejo npr. rendzine (40 % površine gozdov, ocena), podobno velja tudi za zaloge organskega ogljika za različne rabe tal (Urbančič s sod., 2007). Glede na površino in pomen gozdov v Sloveniji so gozdna tla izjemno pomembna tako zaradi gospodarjenja z gozdovi kot naravni vir. Kljub trajnostni naravnosti gozdarstva pa zaradi številnih razlogov na sicer omejenih površinah nastajajo degradacijski procesi in s tem okrnjene sposobnosti gozdnih tal, da opravljajo svoje funkcije. Zato moramo več pozornosti nameniti zaščiti tal, razmisleku o rabi težke mehanizacije v gozdarstvu (kdaj, na kakšnih rastiščih in tipih tal) oz. o gradnji infrastrukture, raziskavam gozdnih tal, vlogi ohranjenih gozdnih tal v povezavi z erozijskimi in hudournišskimi procesi zlasti v času, ko se zaradi posledic velikopovršinskih motenj v slovenskih gozdovih spreminjajo razmere za gospodarjenje z njimi.

Preglednica 1: Število talnih profilov (n), vsebnosti organskega ogljika v mineralnem (M) in v organskem (O) delu tal, povprečna globina mineralnega dela tal (d), povprečni deleži organskega ogljika (% Corg) v mineralnem delu tal (po Urbančič in sod., 2007)

Raba tal	n	M [t/ha]	O [t/ha]	M + O [t/ ha]	d [cm]	Corg* [%]
GOZD	319	150	5,6	155,6	55	4,7
NJIVA	156	164	0	164	82	2,1
PAŠNIK	107	150	3,4	153,4	45	4,9
TRAVNIK	288	143	2,8	145,8	60	3,1
Povprečno		150	5,1	155,1	61	3,7

* aritmetična sredina iz profilov (za posamezen profil je uporabljena aritmetična sredina horizontov)

Viri in literatura

- Binkley, D., Fisher, R. F., 2019. Ecology and Management of Forest Soils, 5th Edition, ISBN: 978-1-119-45565-3, Wiley-Blackwell, 456 str.
- Čirić, M., 1984. Pedologija. Svjetlost sarajevo. 311 str.
- Fitzpatrick, R. W. 2002. Land Degradation Processes. In: McVicar, T.R., Li Rui, Walker, J., Fitzpatrick, R.W. and Liu Changming (eds), Regional Water and Soil Assessment for Managing Sustainable Agriculture in China and Australia, ACIAR Monograph No. 84, 119–129.
- Vrščaj, B. 2017. Lastnosti, pestrost in ekosistemske storitve tal. MOP, Svetovni dan tal, 58 str.
- Urbančič, M., Simončič, P., Prus, T., Kutnar, L. 2005. Atlas gozdnih tal Slovenije. Zveza gozdarskih društev Slovenije, Gozdarski vestnik, Gozdarski inštitut Slovenije, 100 str.
- Urbančič, M., Kopal, M., Zupan, M., Šporar, M., Eler, K., Simončič, P. 2007. Organska snov v gozdnih tleh. V: Knapič in sod. (2007), Strategija varovanja tal v Sloveniji, Zbornik referatov konference, Pedološko društvo Slovenije: 217–230.

Handwriting practice lines consisting of 20 horizontal black lines. A single green line is positioned between the 4th and 5th black lines from the top, serving as a guide for letter height.

OGROŽENOST GOZDNIH TAL ZARADI SPRAVILA LESA

Boštjan Košir | Turjak 34, 1311 Turjak , bokosir@gmail.com

Ključne besede: pridobivanje lesa, spravilo lesa, gozdna tla

Uvod

Tla so rodovitna podlaga, na kateri in od katere živimo. Naravnih tal, ki se ni nikoli dotaknila rovnica, je v Sloveniji okoli ena tretjina. S širjenjem gozdnih površin se je širila tudi površina tal, ki so nastala pod novimi gozdnatimi območji in jih štejemo h gozdnim tlem. Gozdarske tehnologije v zdajšnjem pomenu lahko pomembno vplivajo na rodovitnost tal in njihov prihodnji razvoj. Tehnološki razvoj pri pridobivanju lesa terja preizkušanje in uvajanje tehnologij sečnje in spravila lesa, ki lahko ogrozijo naravna tla, če niso uporabljane z ustrezno strokovnostjo in previdnostjo (Krč in Košir, 2003; Košir, 2010). Uporaba kolesa, ki je najpomembnejši člen med delovnim delom stroja in podlago – tlemi, se je v zadnjih letih razširil in je zdaj prevladujoča pri spravilu in pri sečnji lesa. Poznavanje značilnosti uporabe kolesa je pomembno predvsem v tistem delu, ko uporabljamo kolesne stroje na brezpotju, na naravnih tleh (Košir, 2010).

Med poglavitnimi deli gozdnega okolja, ki so lahko ogroženi zaradi uporabe gozdarskih tehnologij, so tla, stoječe drevje in mladovja, ozračje, živalski svet in vodni viri. Tla in njihovo ohranjanje je postalo eno od prioritet pri varovanju okolja v evropski zvezi držav (Van-Camp in sod., 2004). Težave pa nastajajo že pri razvrstitvi tal in njihove rabe, kar je pogosto predmet kratkoročnih interesov, in enako velja za področje tehnike in gozdarskih tehnologij. Še večje razlike med domačim in mednarodnim razumevanjem pomena tal nastajajo v zadnjih letih, ko se zdi, da regionalne in lokalne politike ohranjanja tal ne zadoščajo več, kar pomeni, da so globalni igralci prevzeli vse vloge ohranjanja tal; med njimi so tudi gozdna tla.

Razvoj kolesa in vozil za transport

Izkoriščanje gozdov je povezano s transportom izdelkov ali surovin iz gozda k porabniku ali na trg. Načini transporta lesa so odvisni od krajevnih razmer, vrste proizvodov in zahtev trga. Od vseh vrst transporta se je uporaba kolesa izkazala kot najbolj uporaben način. Do prve polovice 19. stol. so bila kolesa del voza in jih je gnala gravitacija ali živinska vleka, z uporabo železnic pa so postala pogonska. V referatu sta opisana razvoj kolesa in primer voza s kolesi z živinsko vleko (Bronocice, Poljska: 3635–3370 pr. n. št.) ter kolesa z Ljubljanskega barja (3360 – 3080 pr. n. št.). Ferdinand Verbiest (1623–1688), jezuit, in astronom na Kitajskem dvoru je izdelal – domnevno igračko za cesarja – voz na parni pogon, ki ga štejemo za prvo vozilo na pogonska kolesa. Ohranjena je tudi risba Newtonovega »avtomobila« na parni pogon, vendar ni znano, ali je bila ideja kdaj preizkušena.

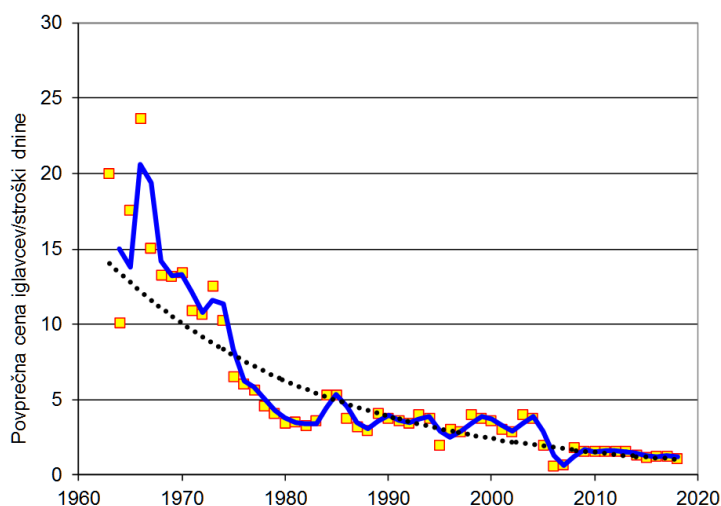
Industrijska revolucija se je začela s hitrim razvojem motorjev z zunanjim izgorevanjem (parni stroji). Prvo uporabo za premikanje vozil po cestah je prikazal Nicolas-Joseph Cugnot, vendar so v začetku 19. stol. prevladala tirna vozila – parne lokomotive. V devetnajstem stoletju so začeli intenzivno razvijati motorje z notranjim izgorevanjem in vozila, ki so bila namenjena predvsem delu v kmetijstvu in za transport, kjer so takrat že delali manjši parni stroji in parni traktorji.

Prvo uporabno električno vozilo je izdelal Thomas Parker leta 1884. Prenos sil na podlago je bil večinoma s kolesom, čeprav so prve ideje o goseničnem pogonu že iz sredine 19. stol. in so bile v praksi preizkušene v začetku 20. stol. Dvajseto stoletje je postalo stoletje hitrega širjenja transporta po kopnem, vodi in zraku. Pri transportu po kopnem so že kmalu po prvi svetovni vojni začela prevladovati cestna vozila. Kot stroji za obdelovanje zemlje so postali ta vozila in stroji prevladujoči v velikih industrijskih državah. Njihova uporaba se je postopoma začela tudi v gozdovih, kjer je bila njihova uporaba otežena zaradi težkih terenskih razmer.

Pri transportu izdelkov iz gozda je bilo kolo znano že pred tisočletji. Na tirnicah so ga začeli uporabljati v rudnikih in kamnolomih pred več kot dvesto leti, kot gravitacijske ter gozdne železnice, ki jih je vlekla živina, pa pri nas v začetku 19. stol. V ZDA so v gozdu začeli uporabljati traktorje ob koncu 19. stol, pri nas pa po drugi svetovni vojni. Dandanes je spravilo s pomočjo kolesa ali z jeklenimi vrvmi pogosto konkurenčna oblika spravila lesa, vendar z vidika poškodb tal ne obravnavamo razlik med njima.

Dejavniki razvoja gozdarskih tehnologij

Stroški pridobivanja in tržna vrednost proizvodov so dejavniki razvoja gozdarskih tehnologij. Merila razvoja tehnologij so odvisna od številnih globalnih in krajevnih razmer. Med globalne dejavnike sodijo cene energentov, delovne sile, stroški okoljske ustreznosti tehnologij in drugi, ki so odvisni od gibanja cen oz. stroškov na večjem geografskem območju. Med krajevne dejavnike pa uvrščamo razmere v gozdarstvu in na trgu gozdnih proizvodov, razmere na trgu dela in splošne razmere v gospodarstvu države. Tehnološke verige ocenjujemo glede na: vključena **sredstva** (število delavcev, investicije, razvoj prometnic, zahtevnost **organizacije**, (priprava dela, učinki, nadzor, prilagodljivost itn.), **ekonomske** učinke (vrednost proizvodov, stroški strojev in dela, stroški energije itn.), **ekološke** vplive (poškodbe tal in sestojev, vpliv na vodne vire, emisije itn.). V referatu prikazujemo razvoj tehnologij po letu 1960 na območju Slovenije in skokovito rast stroškov ter produktivnosti. Vse opisane tehnologije, razen najstarejše, so povezane z uporabo kolesa, po letu 2000 sta primer za to zlasti strojna sečnja in spravilo z zgibnim polprikoličarjem. Slika 1 prikazuje gibanje razmerja med dnino gozdnega delavca in vrednostjo okroglega lesa iglavcev za daljše obdobje in s tem ekonomsko nujo za spreminjanje tehnologij.

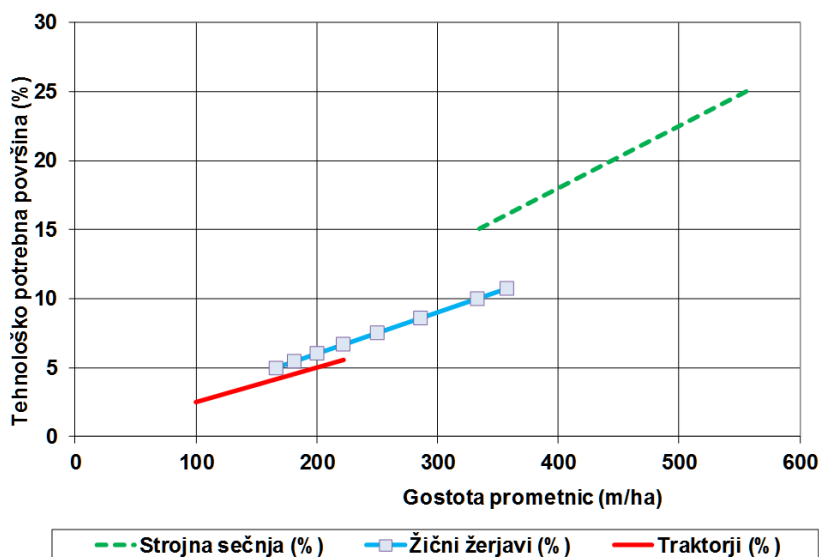


Slika 1: Razmerje med ceno sekačeve dnine ter povprečno ceno hlodovine iglavcev

Spravilo lesa – vlačenje ali vožnja – ogroža tla zaradi vožnje kolesnih ali goseničnih strojev ter zaradi premikanja – vlačjenja – bremen po površini podlage oz. tal. Premikanje stroja je mogoče pri določenih pogojih, ki jim morata ustrezati stroj in podlaga. Premikanje po podlagi – prehodnost nekega stroja je opredeljena z značilnostmi podlage. Pri spravilu lesa gre pri tem predvsem za vprašanje značilnosti naravnih tal, pri čemer razumemo, da poškodbe tal nastanejo takrat, ko spravilo poteka po negrajenih prometnicah.

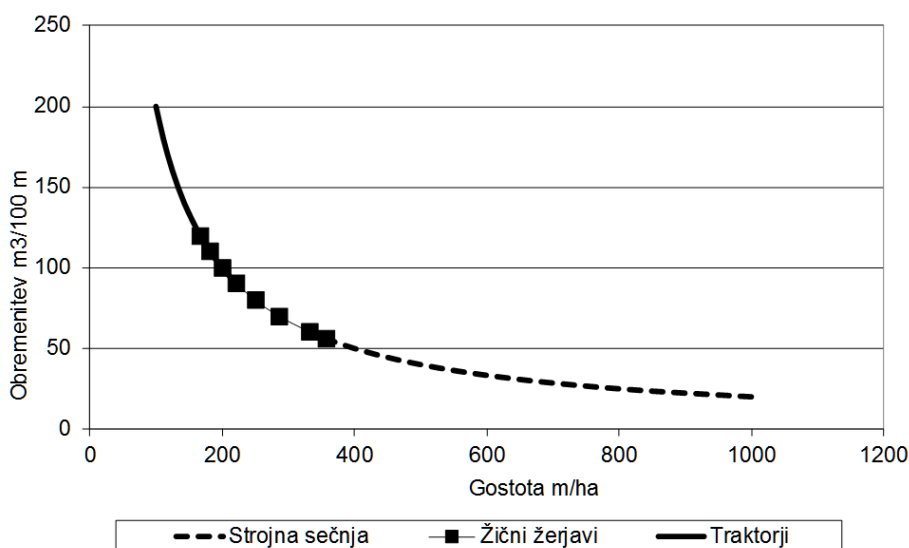
Med poškodbe naravnih tal štejemo zbijanje, zablatenje, ranjevanje in premikanje tal ter erozijo – odnašanje in nalaganje.

Pri prometnicah za prevoz lesa je najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na stroške, razdalja prevoza, pri prometnicah za spravilo lesa pa je pomembnejša gostota, ki vpliva na možnosti zbiranja lesa od panja do prometnice. Gostota sekundarnih prometnic oz. razmak med njimi je neposredno povezana s potencialno moteno površino. Za tri tipične tehnologije je prikaz na sliki 2. Pri tem sta le obliki s sečnimi potmi (vožnja z zgibnim polprikoličarjem) in traktorskimi vlakami neposredno povezani z ogrožanjem tal, medtem ko je spravilo z žičnicami prikazano le za primerjavo.



Slika 2: Gostota prometnic in potencialna motena površina

Različne gostote prometnic pri različnih tehnologijah pomenijo pri enaki jakosti poseka različno obremenjenost prometnic. To je v načelu v nasprotju z ekonomiko tehnologij, ki terjajo veliko gostoto (strojna sečnja) in velike jakosti poseka. Za primer: da posekamo $200 \text{ m}^3/\text{ha}$, na sliki 3 prikazujemo obremenitve ($\text{m}^3/100 \text{ m}$) prometnic – vlak in sečnih poti. Slika kaže na formalne odnose med potrebami tehnologij in ne upošteva dejstva, da so za sodobne tehnologije, ki terjajo večjo gostoto prometnic, potrebne tudi večje jakosti sečnje, medtem ko lahko traktorji delujejo ekonomsko znosno tudi pri precej manjših jakostih sečnje. Podatek, ki ga potrebujemo za oceno ogroženosti tal, je resnična prometna obremenjenost ter podatki o značilnostih stroja in lastnosti tal.



Slika 3: Obremenitve prometnic za spravilo lesa pri različnih tehnologijah ($\text{m}^3/100 \text{ m}$)

Stroji na kolesih pri vožnji po naravnih tleh

Zanima nas vožnja strojev pri spravilu lesa po naravnih gozdnih tleh (Saarilahti, 2002; Owende in sod. 2002; Poršinsky in Horvat, 2005), kar pomeni, da ne upoštevamo vožnje po grajenih prometnicah. Povezave med strojem in tlemi z vidika prehodnosti terena so določene z naklonom terena in drugimi značilnostmi podlage, lastnostmi kolesa (elastično, togo kolo) oz. gosenic, velikostjo stroja in bremena ter načinom prenosa sil na podlago. Vpliv kolesa na tla ima statično in dinamično razlago. Razlikujemo več kombinacij med kolesom in tlemi: togo kolo na trdi podlagi, togo kolo na mehki podlagi, elastično kolo na trdi podlagi in elastično kolo na mehki podlagi. Pri prehodu kolesa moramo upoštevati statičen tlak stroja na tla ter dinamične strižne sile, ki nastajajo pri zdrsuh koles. Pri obremenitvi podlage s tlakom se vzpostavi ravnotežje med silami, kjer meja elastičnega ravnotežja sovpada z mejo začetka plastičnega ravnotežja. Meja plastičnega ravnotežja je določena z možnim pogrezanjem stroja in skupaj z zdrsom določa prehodnost vozila.

Tlak kolesa ali gosenice na tla je odvisen od teže stroja in dotikalne površine, kar določajo velikost in druge lastnosti pnevmatik in verig ali gosenic. Nosilnost tal mora zelo presegati tlak stroja na tla. Le-tega lahko tudi izmerimo, vendar je zelo uporabna tudi približna enačba nominalnega tlaka na podlago, ki določa tlak na podlagi obremenitve osi ter velikosti pnevmatik ali tandema pnevmatik oz. gosenic. Na skoraj vseh podlagah v gozdu – z izjemo najbolj nosilnih – nastanejo po premaganem kotalnem uporuh gibanja kolesa po podlagi kolesnice. Glede na njihov videz razvrščamo poškodbe na tri stopnje (do 10, 11–20, 21–30 cm). Končna globina kolesnic nastane po zadnjem prehodu kolesa. Pomembna sta dolžina poškodovanega dela vlake in delež posameznih tipov kolesnic.

Nosilnost tal merimo kot odpor proti prodiranju kovinskega stožca določenih velikosti. Odpor je odvisen od številnih dejavnikov in ga izražamo kot konusni indeks, ki je povprečje vrednosti meritev (kPa) na 10 in 20 cm globine. Razmerje: konusni indeks : tlak stroja na tla (= funkcija lastnosti stroja in bremena) imenujemo indeks kolesa, ki pove, za kolikokrat je konusni indeks večji od izračunanega tlaka stroja na tla. Indeks kolesa in število prehodov vozila dobro določata globino kolesnic za določeno vrsto tal v določenih razmerah. To je pokazatelj ogroženosti tal, ki ga lahko upoštevamo pri načrtovanju prometnic in s tem njihove obremenjenosti.

Preglednica 1: Primer izračuna globine kolesnic za določena gozdna tla

Indeks kolesa	Število prehodov n						
	2	4	6	8	10	12	14
2	Neprimerno						
4	27	38	46				
6	9	13	16	19	21	23	25
8	4	6	8	9	10	11	12
10	2	3	4	5	5	6	6
12	2	2	3	3	3	4	4

Zaključek

Na vprašanje, kako vedeti vnaprej, kakšno tehnologijo bomo uporabili, je nezanesljiv odgovor. Razlogi so predvsem v veliki pestrosti kombinacij med lastnostmi strojev in talnimi razmerami. Poznamo pokazatelje, ki kažejo na verjetnost nastanka prevelikih poškodb tal (Kremer in sod. 2007). Stroka mora postaviti merila dobrega dela tam, kjer jih še nima, sicer tvega, da bodo to storili po drugačnih merilih drugi. Ponekod v svetu so to že naredili (Wasterlund in Bygden, 2002; Ziesak, 2004).

Tehnične lastnosti strojev se izboljšujejo in veliko možnosti imamo, da vplive na tla zmanjšamo in omejimo. Med slednje spadajo stroji, ki imajo široka kolesa, več koles, gosenične verige s širokimi rebri ali gosenice, polgosenice, hidrostatski pogon. Med organizacijske ukrepe štejemo še izgradnjo mreže stalnih grajenih primarnih vlak, po potrebi spremembo lege začasnih vlak in

sečnih poti – izogibanje občutljivim delom rastišča (globlja tla, večja vlažnost) ter zmanjšanje gostote sečnih poti pri kombinacijah sečnje stroja za sečnjo in uporabe motorne žage ali predzbiranja lesa. V nekaterih primerih je primerna tudi tehnična zaščita tal z raznimi metodami premoščanja kritičnih odsekov na vlaki in preprečevanja erozije.

Viri in literatura

- Košir, B. 2010. Gozdna tla kot usmerjevalec tehnologij pridobivanja lesa, BF, Odd.za gozd. in obn.gozd. vire, Ekspertiza, str. 80.
- Krč, J., Košir, B., 2003. Presoja različic omejitev rabe strojne sečnje lesa z vidika terenskih in sestojnih razmer v Sloveniji = The suitability evaluation of cut-to-length in Slovenia in view of terrain and stand. Zb. gozd. lesar., št. 71, str. 5–18.
- Kremer, J., Wolf, B., Matthies, D., Borchert, H. 2007. Bodenschutz beim Maschineneinsatz. LWF, Bayerische Forstverwaltung, Merkblatt No. 22, D, 4 str.
- Owende, P. M. O., Lyons, J., Harlaa, R., Peltola, A., Spinelli, R., Molano, J., Ward, S., M. 2002. Operations Protocol for Eco-efficient Wood Harvesting on Sensitive Sites. The ECOWOOD Project, Dublin, 74 str.
- Poršinsky, T., Horvat, D. 2005. Indeks kotača kao parametar procjene okolišnje prihvatljivosti vozila za privlačenje drva. Nova mehanizacija šumarstva 25, Zagreb, str. 25–38.
- Saarihahti, M. 2002. Soil Interaction Model. ECOWOOD project, Univ. Helsinki, 87 str.
- Van-Camp. L., Bujarrabal, B., Gentile, A-R., Jones, R.J.A., Montanarella, L., Olazabal, C., Selvaradjou, S-K. 2004. Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. EUR 21319 EN/4, 872 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg
- Wasterlund, I., Bygden, G. 2002. Soil Disturbance in Forestry: Problems and Perspectives. Int. Seminar, IUFRO, Tokyo, str. 312–315.
- Ziesak, M. 2004. Entwicklung eines Informationssystems zum bodenschonenden Forstmaschineneneinsatz. Genemigten Disertation, Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik; Muechen, 144 str.

PEDOLOŠKE IN GEOKEMIČNE LASTNOSTI GOZDNIH TAL OSREDNJE SLOVENIJE NA RAZLIČNIH LITOLOŠKIH PODLAGAH

Marjetka Suhadolc | Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, marjetka.suhadolc@bf.uni-lj.si

Nina Zupančič | Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, nina.zupancic@ntf.uni-lj.si

Mitja Zupančič | Slovenska akademija znanosti in umetnosti

Helena Grčman | Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, helena.grcman@bf.uni-lj.si

Ključne besede: tla, geokemična sestava, pedološke lastnosti

Uvod

Tla so poleg podnebja pomemben dejavnik gozdnih rastišč (Urbančič in sod., 2005). Na talne lastnosti, kemične in fizikalne, v največji meri vplivajo litološka podlaga in procesi pedogeneze, ki vodijo v postopno izgubljanje bazičnih kationov in zakisanje tal. V prispevku bomo predstavili tri različne vrste tal v osrednji Sloveniji, kjer prevladuje gozdna raba: distrična rjava tla na karbonskih in permskih kremenovo-sljudnih peščenjakih (Ljubljana), izprana tla na konglomeratih savskih teras (območje Smlednika) in izprana tla na apnencih (Dobropolje in Ivančna Gorica).

Griči v neposredni okolici Ljubljane so iz klastičnih sedimentnih kamnin, bogatih s kremenom, na katerih so se razvila kislata tla. V raziskavo smo na Golovcu vključili tla na rumenih zgornje karbonskih kremenovih peščenjakih in na Rožniku tla na rdečih srednje permskih kremenovih peščenjakih grödenske formacije (Grad in Ferjančič, 1974, 1976; Premru, 1983a, b). Za obe vrsti peščenjakov je poleg kremenca značilen mineral muskovit (K-sljuda). Plitvejši razvojne oblike tal, ki jih gradijo le organski in humusno akumulativni horizonti, imenujemo rankerji, globlje profile, ki jih poleg organskih in humusno akumulativnih horizontov sestavljajo tudi mineralni B-horizonti, imenujemo distrična rjava tla. Večina takih tal je od nekdaj pod gozdom, saj kmetijsko obdelavo ovirata kislota in velika erozijska ranljivost. Fitocenološki združbi na obeh lokacijah sta združba bukve in rebrnjače (*Blechno-Fagetum*), ki prevladuje, in podrejeno združba rdečega bora in borovničevja (*Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvestris*). V obeh so prisotni še graden, pravi kostanj in breza. Za grmovno plast obeh združb je značilna navadna krhlika.

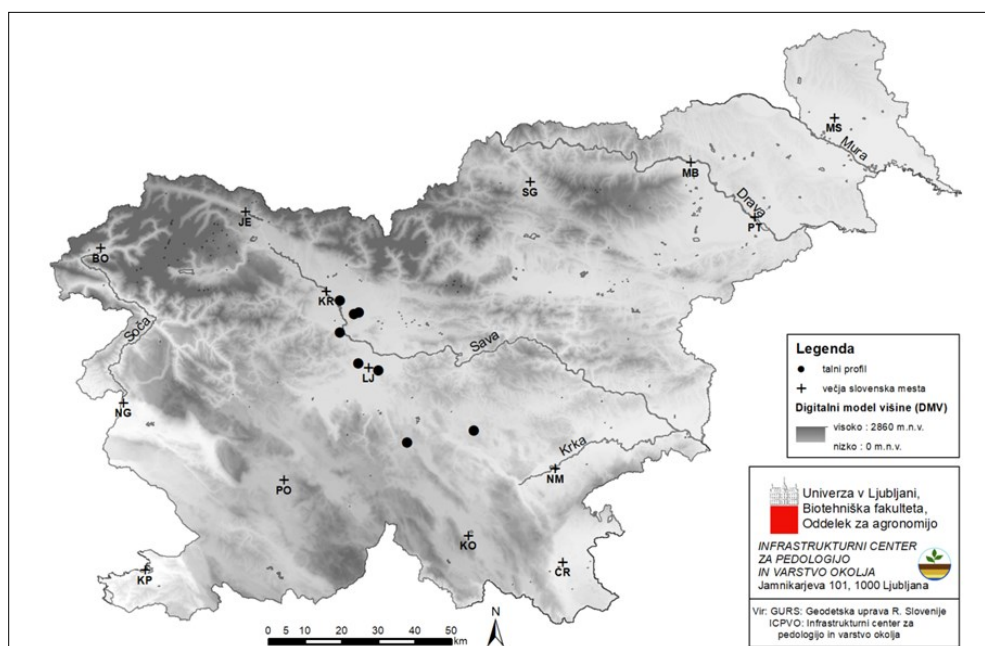
Južno od Ljubljanskega barja se proti Dolenjski pojavljajo karbonatne kamnine – triasni apnenci in dolomiti. V raziskavo smo vključili izprana tla dveh lokacij – Dobropolje in Ivančna Gorica, kjer prevladujejo spodnje do zgornjejurski apnenci. Spodnjejurski belo sivi gosti skladoviti apnenca se menjavajo z debelimi plastmi apnenčevih breč in brečastih konglomeratov, medtem ko je za zgornjejurske apnenice značilen grebenski razvoj. Na njih se prepletajo rendzine z rjavimi pokarbonatnimi tlemi in izpranimi tlemi. Zaradi strmega reliefa in skalovitosti prevladuje gozdna raba tal. Na obeh lokacijah se pojavlja združba bukve in navadnega tevja (*Hacquetio epipactidis-Fagetum*), ki je prevladujoča v okolici Ponikve. Okrog Sel pri Šumbergu so bolj razširjeni gozdovi bukve in velecvetne mrtve koprive (*Lamio orvalae-Fagetum*). Za obe združbi je najbolj značilna bukev. V združbi bukve in navadnega tevja se ji pridružujejo graden, navadni gaber, beli javor maklen ter brek in v združbi bukve in velecvetne mrtve koprive beli javor ter goli brest.

Na savskih terasah smo v raziskavo vključili območje Smlednika, ki leži na pleistocenskih konglomeratih, ki jih sestavljajo apnenčevi in dolomitni prodniki (80 %), manj je silikatnih prodnikov (kremen, vulkanske kamnine, silikatne klastične kamnine, laporovec in lapornati glinavec). Na starejših terasah so se večinoma razvila izprana tla, ki jih označuje teksturno lažji (teksturna diferenca med argičnimi Bt- in E-horizonti je 1,4), kisel in z bazičnimi kationi

osiromašen zgornji eluvialni E-horizont. Pojavljajo se tudi talni profili (Koren, 2016), kjer ni dosežena potrebna teksturna diferenca med Bt in E (faktor $<1,2$), uvrščamo jih v razred kambičnih tal. Zaradi majhnega deleža bazičnih kationov na sorptivnem delu tal jih imenujemo distrična rjava tla. Vzrok za manjšo teksturno diferenco je lahko sekundarno razpadanje glinenih mineralov (Vidic, 1989). Raven relief, ob izdatnem gnojenju in apnjenju, omogoča poljedelsko obdelavo tal, vendar je prevladujoča gozdna raba. Prevladuje združba rdečega bora in borovničevja (*Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvestris*), manj je združbe bukve in rebernjače (*Blechno-Fagetum*).

Metode

V študiji smo proučili lastnosti osmih talnih profilov z različnih lokacij osrednje Slovenije (Slika 1). Opis morfoloških lastnosti in vzorčenje tal smo izvedli v skladu z mednarodnimi smernicami (FAO, Guidelines for soil description). Vzorce tal smo posušili, strli in presejali skozi 2 mm sito v skladu s standardom (ISO 11464, 2006). Za geokemične analize smo vzorce dodatno strli in presejali skozi 160 μm sito. Osnovne pedološke analize so bile narejene v laboratoriju Katedre za pedologijo in varstvo okolja Biotehniške fakultete. Teksturo smo določili s sedimentacijsko pipetno metodo z ameriško teksturno klasifikacijo (ISO 11277, 2009). Kislost tal smo izmerili elektrometrično v suspenziji 10 ml talnega vzorca in 50 ml 0,01M CaCl_2 (ISO 10390, 2005). Vsebnost bazičnih kationov (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) smo izmerili z metodo atomske absorpcijske spektrometrije po ekstrakciji talnega vzorca z amonacetatom. Izmenljivo kislost tal smo določili po ekstrakciji z BaCl_2 . Geokemične analize so bile opravljene v laboratoriju Bureau Veritas Minerals v Kanadi v Vancouvru. Vsebnost osmih glavnih oksidov (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2) je bila izmerjena po popolnem kislinsem razkroju vzorca z emisijsko spektrometrijo (ICP-ES).



Slika 1: Lokacije proučevanih talnih profilov

Rezultati

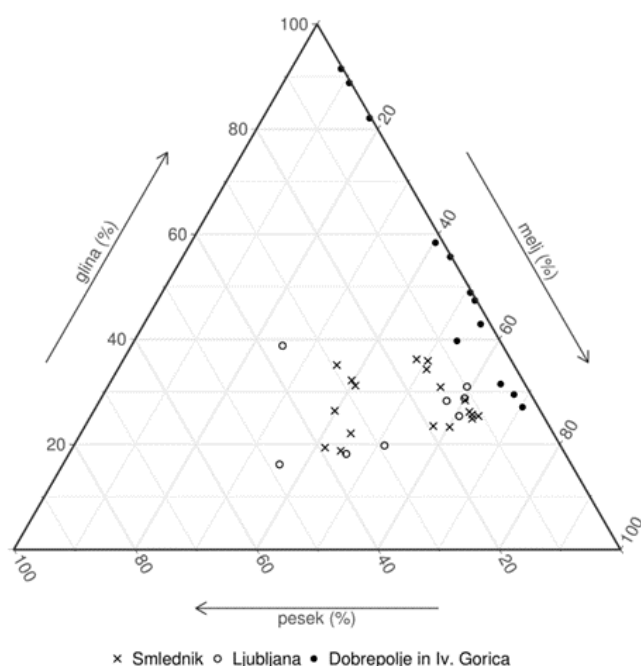
Geokemična sestava tal odraža razlike v matični podlagi. Analiza variance je potrdila statistično značilne razlike v vsebnosti glavnih oksidov v tleh, nastalih na različnih kamninah (Preglednica 1). Tla na kremenovih peščenjaki vsebujejo veliko SiO_2 (62 %) ter zlasti K_2O (2,3 %) in najmanj vseh drugih oksidov (CaO 0,1 %, MgO 0,62 % in Fe_2O_3 4,4 %). Nasprotno tla na apnencih od vseh raziskovanih tal vsebujejo najmanj SiO_2 (54 %) ter največ drugih oksidov (Al_2O_3 9 %, CaO 0,5 % in Fe_2O_3 7,8 %). Tla na konglomeratih so po povprečnih vsebnostih SiO_2 (62 %) in Al_2O_3 (15 %) podobna tlem na peščenjaki, a z manjšimi razponi opazovanih

vrednosti. Po količini Na_2O so podobna tlem na apnencu, a je razpon vsebnosti pri konglomeratih večji.

Preglednica 1: Vsebnost glavnih oksidov v tleh na izbranih raziskovalnih območjih (povprečna vrednost $\pm$ sd)

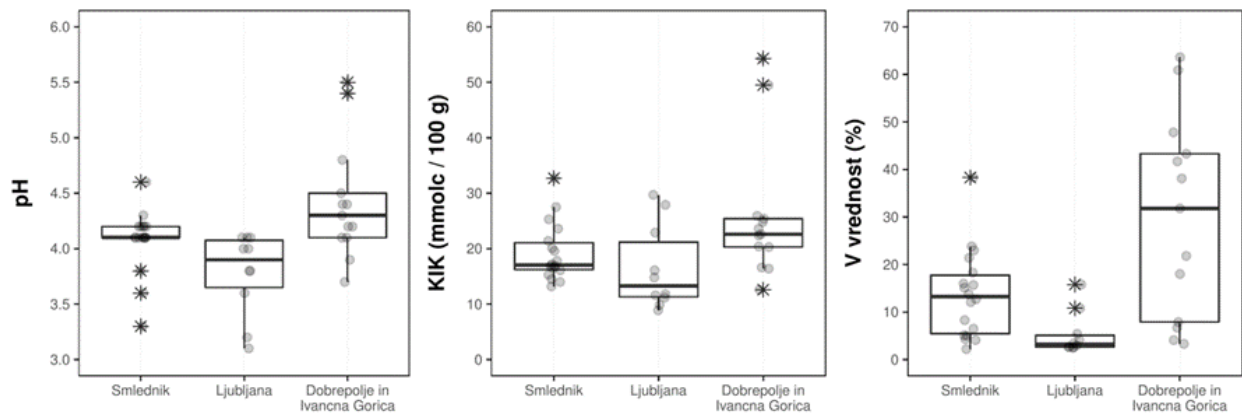
GLAVNI OKSID	Smlednik	Ljubljana	Dobrepolje in Iv. Gorica
SiO_2	$61,58 \pm 3,37$	$61,63 \pm 9,48$	$51,86 \pm 11,13$
Fe_2O_3	$6,09 \pm 0,52$	$4,43 \pm 0,84$	$7,79 \pm 2,86$
Al_2O_3	$15,20 \pm 1,56$	$15,12 \pm 3,27$	$19,10 \pm 6,17$
CaO	$0,27 \pm 0,05$	$0,10 \pm 0,05$	$0,51 \pm 0,25$
MgO	$1,25 \pm 0,20$	$0,62 \pm 0,11$	$1,03 \pm 0,22$
Na_2O	$0,71 \pm 0,29$	$0,32 \pm 0,14$	$0,38 \pm 0,17$
K_2O	$1,86 \pm 0,19$	$2,27 \pm 0,39$	$1,55 \pm 0,41$
TiO_2	$1,00 \pm 0,18$	$0,90 \pm 0,22$	$1,24 \pm 0,23$
P_2O_5	$0,12 \pm 0,02$	$0,06 \pm 0,04$	$0,16 \pm 0,11$

Kot je razvidno iz Slike 2, so tla na konglomeratih (Smlednik) in kremenovih peščenjakih (Ljubljana) teksturno podobna: vsebujejo od 10 do 48 % peska, od 25 do 64 % melja in od 16 do 39 % gline. Tla na apnencih vsebujejo najmanjši delež peska (< 7 %) in v njih je velik razpon v vsebnosti gline in melja kot posledica izrazitih razlik med eluvialnim E- in iluvialnim Bt-horizontom. Tekstura tal vpliva na številne fizikalne lastnosti tal (gostota, vodno zadrževalne lastnosti tal), zaradi česar je ključna lastnost kmetijskih in gozdnih tal. Vpliva tudi na ranljivost tal za zbijanje in erozijo, na primer pri strojni sečnji in spravilu lesa.



Slika 2: Teksturni podatki horizontov tal na različnih matičnih podlagah, prikazani na ternarnem diagramu

Pri pedoloških lastnostih, pomembnih za rodovitnost gozdnih tal, bi izpostavili kislost (pH), kationsko izmenjalno kapaciteto (KIK) in vsebnost bazičnih kationov na sorptivnem delu tal (S) (Slika 3). Tla na kremenovih peščenjakih so z vidika kemičnih lastnosti tal najbolj skromno rastišče; imajo najnižje vse tri izbrane parametre: pH = 3,8; KIK = 16,5 mmol_c/100 g tal; S = 1,1 mmol_c/100 g tal. Sledijo izprana tla na konglomeratih: pH = 4,1; KIK = 19,2 mmol_c/100 g tal; S = 2,6 mmol_c/100 g tal. Izprana tla na apnencih, kljub izpranemu eluvialnemu horizontu, izkazujejo najvišje povprečne vrednosti: pH = 4,4; KIK = 25,8 mmol_c/100 g tal; S = 8,6 mmol_c/100 g tal. Pomemben vir bazičnih kationov (Ca^{2+} , Mg^{+} , K^{+} in Na^{+}) za rastline so spodnji iluvialni horizonti in mlajše razvojne oblike tal, ki se prostorsko izmenjujejo z izpranimi tlemi na kratkih razdaljah (Kobal in sod., 2015).



Slika 3: Okvirji z ročaji (odebeljena črta = mediana; okvir = kvartil 25 %, 75 %; sp. in zg. ročaj = min, maks; zvezdica = osamelec) za pH, KIK in V vrednost v tleh na treh različnih lokacijah.

Razprava in zaključek

Vse tri obravnavane matične podlage tal sodijo med sedimentne kamnine, ki se med seboj razlikujejo po nastanku in mineralni sestavi. Kremenovo-sljudni peščenjaki so nastali kot posledica dolgotrajnega preperevanja, erozije, prenosa in odlaganja delcev. Primarni minerali izvornih kamnin so pri tem preperevali fizikalno in kemično. Primarne minerale, ki so prepereli v minerale glin, pri čemer so se v raztopino sproščali Ca, Na in Mg, je rečni tok odnesel v nižje dele porečja. V frakciji peska, v srednjem toku reke, sta se nakopičila proti preperevanju najbolj odporna minerala – kremen in muskovit, ki sta nosilca SiO_2 in K_2O . Majhna količina rastlinam dostopnega Ca, Mg in Na odraža odsotnost mineralov, ki so njihovi nosilci. Kremenovi peščenjaki kot matična podlaga zato ne omogočajo nastanka tal, bogatih s hranili. Kremen zaradi kemične stabilnosti ne prepereva. Muskovit postopno prehaja v illit, pri čemer se ruši kristalna struktura in nekoliko manjša količina kalija. Rastlinam dostopnega K je zato v tleh malo (Barber, 2016). Velika količina muskovita/illita, ki nase veže K, ter odsotnost mineralov, nosilcev Ca, Mg in Na, se odraža v majhnem deležu bazičnih kationov.

Apnenci nastajajo z obarjanjem kalcita iz vodne raztopine, večinoma v morskih bazenih. Reke prinašajo v morje tudi majhno količino drobnozrnatega terigenega materiala, v katerem prevladujejo kremen in glineni minerali ter posamezna zrna primarnih mineralov, kot so glinenci. Preperevanje apnenca poteka z raztapljanjem, kjer osnovo tal tvori netopni ostanek (terigeni material v apnencu in med njegovimi plastmi). Dodatna posebnost je kraško oblikovano površje, kjer se v negativnih reliefnih oblikah material lahko kopiči in so tudi past za dodatno obogatitev z eolskim materialom. Tla, ki nastanejo na takšni matični podlagi, so zato, kljub raztapljanju kalcita in majhni količini CaO v tleh, bogata s Ca^{2+} na sorptivnem delu tal in v talni raztopini. Prav tako k razmeroma velikemu deležu bazičnih kationov prispevajo prisotni primarni minerali in nekatere vrste glinenih mineralov. Tla na apnencih so zato od vseh obravnavanih najrodovitnejša.

Prodni zasipi savskih teras so posledica odlaganja debelo-zrnatega materiala v zgornjem delu rečnega toka. Transport je fizikalno preperle kose kamnin le zaoblil v prodnike, v katerih so tako ohranjene primarne kamnine zaledja – predvsem apnenci, v manjši meri tudi kremenovi prodniki in prodniki vulkanskih kamnin. Karbonatno-silikatna sestava konglomeratov savskih teras je tako med popolnoma karbonatnimi apnenci ter silikatno kremenovimi peščenjaki. Razmeroma slabo vezane kamnine ter menjavanje z bolj peščenimi in zlasti glinenimi plastmi so vzrok za nastanek razmeroma globokih in razvitih talnih profilov. Manjšanje količine deleža finega melja in sočasno večanje količine gline z globino je, kot navaja Vidic (1989), posledica nastanka tal in situ, preperevanja melja v glino in vlažnega podnebja. Izpranost tal vpliva na osiromašenje s hranili in s tem na slabo rodovitnost gozda.

Na kislo podlago in slabšo kakovost tal, razvitih na kremenovih peščenjaki in karbonatno-silikatnih konglomeratih, kot navaja Dakskobler (2008), kažejo številne rastline zeliščne plasti, kot so *Hieracium murorum*, *Luzula luzuloides*, *Melampyrum pratense subsp. vulgatum*, *Pteridium*

aquilinum, *Thelypteris limbosperma* in *Vaccinium myrtillus* v gozdovih bukve in rebrnjače (*Blechno-Fagetum*) ter *Avenella flexuosa*, *Blechnum spicant*, *Calluna vulgaris*, *Carex pilulifera*, *Erythronium dens-canis*, *Genista pilosa*, *Hieracium murarum*, *Lycopodium complanatum*, *Melampyrum pratense* subsp. *vulgatum*, *Molinia coerulea* sub. *arundinacea*, *Pteridium aquilinum* in *Vaccinium vitis idaea* v gozdu rdečega bora in borovničevja (*Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvestris*). Gozdovi obeh združb so slabše kakovosti, ker drevje zaradi slabe kakovosti tal slabo uspeva. Tla so tudi erozijsko bolj občutljiva.

Boljša kakovost tal na apnencih, z večjo razpoložljivostjo hranil in manjšo kislostjo, se odraža v uspevanju gozda bukve in velecvetne mrtve koprive (*Lamio orvalae-Fagetum*), ki sodi med najkakovostnejše bukove gozdove v Sloveniji. Pojavljajo se tudi bukovi sestoji z navadnim tevjem (*Hacquetio-Fagetum*), ki so načeloma slabše kakovosti, a so še vedno gospodarsko pomembni (Dakskobler, 2008). V obeh združbah se v grmovni in zeliščni plasti pojavljajo rastline, ki ne kažejo na kisl ali siromašna tla. V združbi bukve in navadnega tevoja najdemo npr. *Anemone nemorosa*, *Aremonia agrimonoides*, *Asarum europaeum*, različne vrste *Carexa*, *Cyclamen purpurascens*, *Dentaria bulbifera*, *D. enneaphylos*, *Euphorbia amygdaloides*, *Galeobdolon montanum*, *Galium laevigatum*, *Gentiana asclepiadea*, *Hacquetia epipactis*, *Helleborus niger* subsp. *niger*, *Hepatica nobilis*, *Lilium martagon*, *Melica nutans*, *Mercurialis perennis*, *Polygonatum multiflorum*, *Primula vulgaris*, *Pulmonaria officinalis*, *Salvia glutinosa*, *Sanicula europaea*, *Symphytum tuberosum*, *Tamus communis*, in *Viola reichenbachiana*. V gozdovih bukve in velecvetne mrtve koprive poleg nekaterih prej navedenih rastejo še *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris filix-mas*, *Galium odoratum*, *Mycelis muralis*, *Oxalis acetosella*, *Paris quadrifolia*, *Polystichum aculeatum* in *Ruscus hypoglossum*.

Viri in literatura

- Barber, P. 2016. Pedološke, mineralne in geokemične lastnosti tal na Paleozojskem kremenovem peščenjaku iz okolice Ljubljane. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo. 60 str.
- Buser, S. 1965. Osnovna geološka karta SFRJ, list Ribnica, 1:100 000. Beograd: Zvezni geološki zavod.
- Buser, S. 1965. Tolmač za list Ribnica L 33- 76. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. Beograd: Zvezni geološki zavod.
- Digitalni model višin (DMV 100). Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Geodetska uprava RS.
- Dakskobler, I. 2008. Pregled bukovih rastišč v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 87:3–14.
- FAO. 2006. Naslov dela – Guideline for Soil Description, fourth edition. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations: 97 str.
- Grad, K., Ferjančič, L. 1974. Osnovna geološka karta SFRJ, list Kranj, 1:100 000. Beograd: Zvezni geološki zavod.
- Grad, K., Ferjančič, L. 1976. Tolmač za list Kranj L 33- 65. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. Beograd: Zvezni geološki zavod.
- Kobal, M., Grčman, H., Zupan, M., Levanič, T., Simončič, P., Kadunc, A., Hladnik, D. 2015. Influence of soil properties on silver fir (*Abies alba* Mill.) growth in the Dinaric Mountains. Forest ecology and management, 337: 77–87.
- Koren, S. 2016. Lastnosti tal na rečnih terasah Save v okolici Smlednika. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo. 63 str.
- Premru, U. 1983. Osnovna geološka karta SFRJ, list Ljubljana, 1:100 000. Beograd: Zvezni geološki zavod.
- Premru, U. 1983. Tolmač za list Ljubljana L 33-66 1:100 000. Beograd: Zvezni geološki zavod.
- R Development Core Team, 2019. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/> (verified on February 28, 2019).
- SIST ISO 10390:2006: Soil quality determination of pH
- SIST ISO 11277:2011: Soil quality determination of particle size distribution in mineral soil material – method by sieving and sedimentation
- SIST ISO 11464:2006: Soil quality pretreatment of samples for physico-chemical analysis
- SIST ISO 13878:1999: Soil quality determination of total nitrogen content after dry combustion
- SIST ISO 14235:1999: Soil quality determination of organic carbon by sulfocromic oxidation
- Soil Survey Staff. 1992. Soil survey laboratory methods manual. Ver. 2.0. USDA/NRCS, Soil Survey

[illegible]

ELUVIALNO-ILUVIALNI PROCESI IN LASTNOSTI IZPRANIH TAL V GOZDU

Marko Zupan | Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, marko.zupan@bf.uni-lj.si

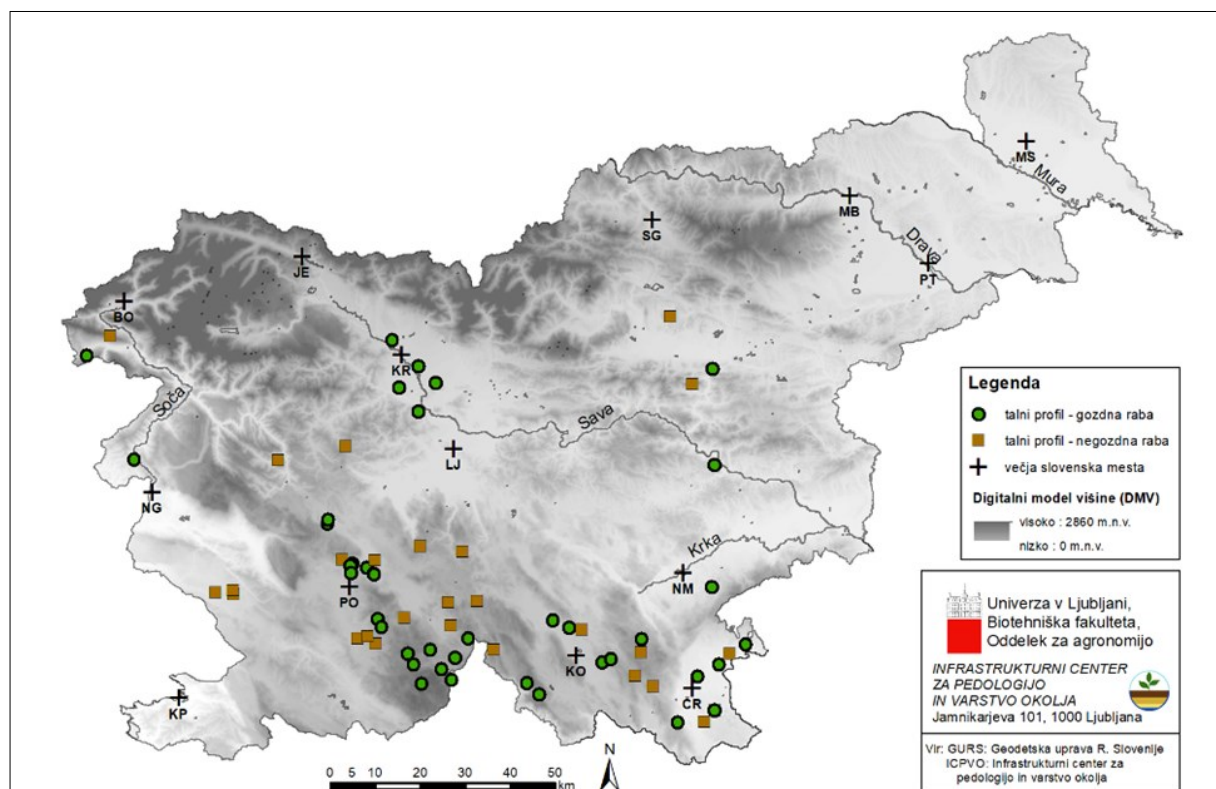
Rok Turniški | Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, rok.turniski@bf.uni-lj.si

Helena Grčman | Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, helena.grcman@bf.uni-lj.si

Ključne besede: izprana tla, eluvialno-iluvialne lastnosti

Uvod

Procesi premeščanja ter izpiranja topnih in koloidnih snovi po profilu navzdol imajo v okoljih z zadostno letno količino učinkovitih padavin pomembno vlogo pri razvoju tal. Izraziteje se odražajo v tleh gozdnih zemljišč, saj jih ne gnojimo, apnimo in orjemo. Inicialni znaki izpiranja so lahko vidni že v razredu kambičnih tal, ko teksturna razlika med iluvialnim (Bt) horizontom in nad njim ležečim eluvialnim (E) horizontom doseže količnik 1,2, govorimo o izpranih tleh. Po podatkih pedološke karte Slovenije 1 : 25.000 izprana tla pokrivajo 2,3 % ozemlja (Turniški in Grčman, 2018), vendar ocenjujemo, da je ta delež lahko večji, saj se izprana tla na apnencih in dolomitih, ki v Sloveniji prevladujejo, izmenjujejo z mlajšimi razvojnimi oblikami, to je rendzinami in rjavimi pokarbonatnimi tlemi. Menjavanje različnih razvojnih oblik je namreč pogosto že na kratkih razdaljah (Kobal in sod., 2015, Urbančič in sod., 2005), ki jih merilo omenjene karte ne more zaznati. Namen prispevka je bil ovrednotiti pedološke lastnosti izpranih tal, ki so zajeti v Pedološki karti Slovenije 1 : 25.000, s poudarkom na razlikah med gozdno in kmetijsko rabo tal.



Slika 1: Lokacije profilov izpranih tal

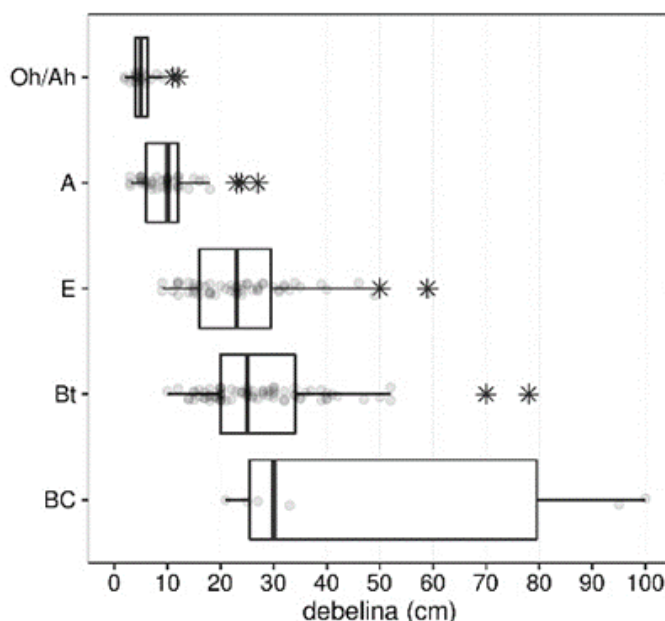
Metode

Pregledali in statistično analizirali smo podatke 71 talnih profilov izpranih tal iz baze Talnega informacijskega sistema (TIS/ICPVO, 2019). Vključili smo vse profile, ki so poimenovani izprana tla, in dodatno za tla na apnencih in dolomitih tiste, ki izpolnjujejo teksturno razliko med B_t in E za faktor 1,2.

Oznake talnih horizontov smo razvrstili v pet skupin v skladu z določili Slovenske klasifikacije tal (Prus in sod., 2015): Oh/Ah-horizonti (Oh, OhAh in Ah) z več kot 35 % oziroma 15 % organske snovi, A-horizonti z manj kot 15 % organske snovi, E-horizonti (v primerjavi z B_t so svetlejše barve, lažje texture, s slabše izraženo strukturo in z manjšim deležem bazičnih kationov), B_t-horizonti z izmerjeno teksturno razliko (faktor 1,2), ali vidnimi glinenimi prevlekami, BC-horizonti s preходом v matično podlago. Za grafični prikaz prostorskih podatkov smo uporabili program ArcGIS 10.4 for Desktop (ESRI, 2015). Statistična analiza in izris diagramov sta bila opravljena s programom R (R Core Team, 2019).

Rezultati

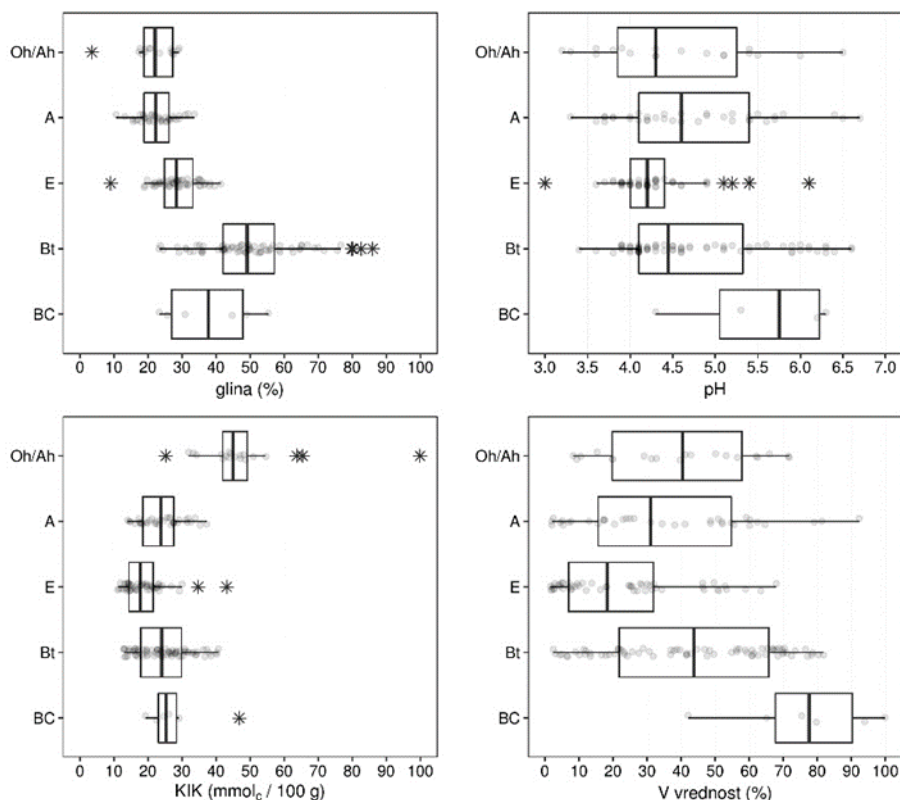
Večina (44) profilov izpranih tal je v gozdu, kar je posledica prevladujoče rabe tal v Sloveniji. Znotraj vseh proučevanih talnih profilov v gozdni rabi smo skupno obravnavali 197 horizontov. Debelina O_h- in A_h-horizontov (n = 20) je najmanjša in je v povprečju 5,5 cm. Povprečna debelina A-horizontov (n = 41) je 10,2 cm; od tega je 25 % A-horizontov debela od 12 do 27 cm. E-horizonti (n = 54) so v povprečju debeline 24,2 cm z razponom od 9 do 59 cm. Debelina B_t-horizontov je v razponu od 10 do 78 cm s srednjo vrednostjo 27,9 cm (Slika 2).



Slika 2: Okvirji z ročaji (odebeljena črta = mediana; okvir = kvartil 25 %, 75 %; sp. in zg. ročaj = min, max; zvezdica = osamelec) za debelino horizontov v izpranih gozdnih tleh

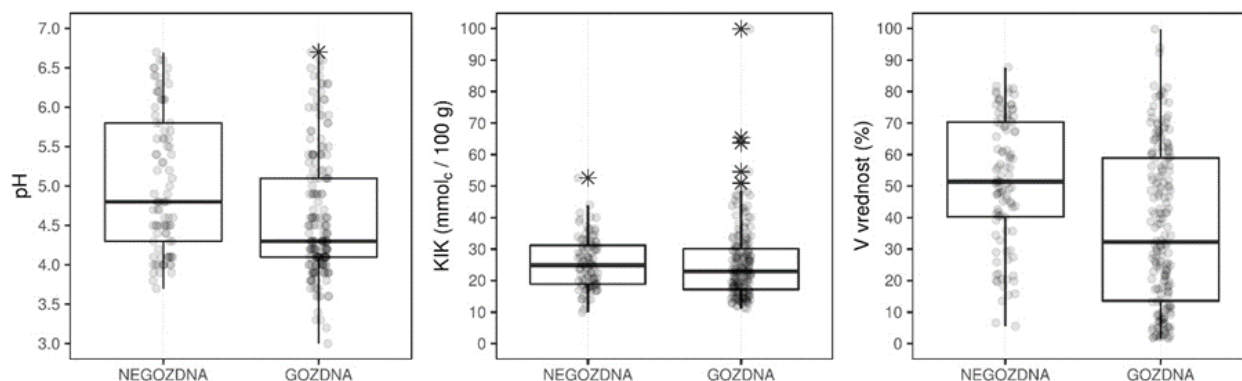
Razmerje v vsebnosti gline med B_t- in E-horizontom (mediana) je v izpranih tleh ne glede na rabo 1,6. Razlik v teksturni diferenci med B_t- in E-horizonti med gozdno in negozdno rabo ni, ker je večina negozdnih izpranih tal pod travno rabo, kjer se za oranje, ki blaži posledice izpiranja gline, ne odločamo. V skladu s pričakovanji imajo E-horizonti v primerjavi z B_t-horizonti manjšo vrednost pH, manjšo vsebnost bazičnih kationov in manjšo kationsko izmenjalno kapaciteto. Izmed bazičnih kationov je v izpranih tleh največ Ca²⁺, sledijo Mg²⁺, K⁺ in Na⁺. Njihova razporeditev po profilu je značilna za izprana tla. Zaradi biološkega kroženja je največ bazičnih kationov v organskih in humusno akumulativnih horizontih, bogatih z organsko snovjo (Čirič, 1984). Izpiranje bazičnih kationov se ponekod kaže že v A-horizontih, najvišjo stopnjo pa doseže v E-horizontih, kjer so vrednosti statistično značilno manjše kot v horizontih

nad njimi in pod njimi. Pogosto se v tleh na apnencih v spodnjih (BC) horizontih pH vrednost in delež bazičnih kationov povečata zaradi bližine karbonatne kamninske osnove. Večji delež gline in večja vrednost pH v spodnjih horizontih vplivata na povečanje kationske izmenjalne kapacitete. Največjo kationsko izmenjalno kapaciteto imajo organski horizonti, ki v 50 % presegajo 45 mmol_c/100 g tal (Slika 3).



Slika 3: Okvirji z ročaji (odebeljena črta = mediana; okvir = kvartil 25 %, 75 %; sp. in zg. ročaj = min, max; zvezdica = osamelec) za delež gline, pH, KIK in V vrednost v izpranih tleh gozdne rabe, prikazano po horizontih

Procesi izpiranja bazičnih kationov so bolj izraženi v tleh z gozdno rabo. Jasno je opazen vpliv kmetijske rabe pri pH vrednosti in deležu bazičnih kationov (V vrednost), katerih mediani se za izprana tla negozdne in gozdne rabe statistično značilno razlikujeta ($p < 0,05$). V negozdnih tleh sta mediani za pH in V vrednost večji (pH = 4,8, V = 51,4 %, $n = 93$) kot pri gozdnih tleh (pH = 4,3, V = 32,2 %, $n = 192$) (Slika 4). Čeprav večja kislost (manjša pH vrednost) lahko vpliva na zmanjšanje kationske izmenjalne kapacitete (Blume in sod., 2016), ni statistično značilnih razlik v kationski izmenjalni kapaciteti med negozdno in gozdno rabo. V mineralnih horizontih (E, B_t) na kationsko izmenjalno kapaciteto v največji meri vpliva delež gline, ki se ne razlikuje med gozdno in negozdno rabo.



Slika 4: Okvirji z ročaji (odebeljena črta = mediana; okvir = kvartil 25 %, 75 %; sp. in zg. ročaj = min, max; zvezdica = osamelec) za pH, KIK in V vrednost v izpranih tleh z negozdno in gozdno rabo

Razprava in zaključek

Izprana tla so starejše razvojne oblike tal, kjer so se zaradi daljšega obdobja nemotenih eluvialnih procesov izprale topne (bazični kationi) in koloidne sestavine tal (glina) in diferencirali talni horizonti (Lavkulich in Arocena, 2011). Čas, ki je potreben za razvoj iluvialnega Bt-horizonta, je odvisen od podnebja. V vlažnem podnebju se izraziti Bt-horizonti razvijejo v 40000 letih; starost tal z Bt-horizonti, ki vsebujejo več kot 40 % gline, je 140000 let (Birkeland, 1999). Študije starosti tal v Sloveniji so redke. Vidic (1994) je na osnovi datiranja z metodo ^{10}Be in s paleomagnetnimi analizami ocenila, da so tla na konglomeratnih savskih terasah stara od nekaj deset tisoč do 1,8 milijona let. Na razvoj izpranih tal vplivata tudi matična podlaga in vegetacija. Proces izpiranja se intenzivneje odraža v gozdu (Brady and Weil, 2002) kot pod trajno travno vegetacijo, pri čemer je treba upoštevati tudi vpliv podnebja, ki vpliva na vrsto vegetacije in stopnjo izpiranja zaradi različne količine padavin. V Sloveniji večino izpranih tal najdemo na apnencih in dolomitih, v manjšem obsegu se pojavljajo tudi na konglomeratih in drugih sedimentnih kamninah. Na izpranih tleh prevladuje gozdna raba tal. S stališča kmetijstva izprana tla veljajo za slabša tla (Stritar, 1984), zato so v kmetijski rabi najpogostejše namenjena trajnim travnikom in pašnikom, razen tal na prodnatih ledenodobnih terasah reke Save, kjer pridelujejo krompir (Vidic in sod., 2015). V kmetijski pridelavi poteka reden odvzem hranil s pridelki, zato je njihovo vračanje z gnojenjem smiselni ukrep. Apnjenje izboljša dostopnost hranil in pozitivno vpliva na strukturo in nosilnost tal. Omenjeni ukrepi spremenijo nekatere lastnosti tal predvsem v gornjih horizontih (Ah in A), zato so se pokazale razlike v kislosti in deležu bazičnih kationov med izpranimi tlemi v gozdni in negozdni rabi, medtem ko enake debeline E-horizontov in enaka stopnja teksturne difference potrjujejo skupen pedološki razvoj izpranih tal za obe sedanjí rabi. Vpliv agromeliorativnih ukrepov na lastnosti tal se je pokazal tudi v okviru preverjanja podatkov pedološke karte za določitev območij z omejenimi možnostmi za kmetijsko dejavnost v Sloveniji (Prus in sod., 2017). Preverjanje lastnosti tal na terenu je namreč pokazalo, da tudi na pedokartografskih enotah kislih in izpranih tal pogosto ni bilo mogoče ohraniti merila kislosti v zgornjem sloju tal, ker so bile v okviru agromeliorativnih ukrepov za potrebe kmetijstva spremenjene talne lastnosti. Izprana tla imajo zaradi svoje velike talne mase in izraženih horizontov z različnimi lastnostmi pomembne ekosistemske funkcije. Z glino obogaten Bt-horizont ima veliko kationsko izmenjalno kapaciteto tudi v globini tal, kar pomeni več zadrževanja vode in hranil (lahko tudi onesnažil); hkrati pa izpran E-horizont s slabo obstojno strukturo lahko pomeni nevarnost zbitosti ob intenzivni kmetijski ali gozdni rabi (Lavkulich in Arocena, 2011).

Viri in literatura

- Birkeland, P. W. 1999. Soils and Geomorphology. New York, Oxford University Press (3rd ed.): 430 str.
- Blume, H. P., Brümmer G. W., Fleige H., Horn R., Kandeler E., Kögel-Knabner I., Kretschmar R., Stahr K., Wilke B. M. 2016. Scheffer/Schachtschabel soil science. Berlin: Springer: 618 str.
- Čirić, M. 1984. Pedologija. Sarajevo: Svjetlost.
- Digitalni model višin (DMV 100). Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Geodetska uprava RS.
- ESRI - Environmental Systems Research Institute. (2015). ArcGIS 10.4 for Desktop (software)
- Kobal, M., Grčman, H., Zupan, M., Levanič, T., Simončič, P., Kadunc, A., Hladnik, D. 2015. Influence of soil properties on silver fir (*Abies alba* Mill.) growth in the Dinaric Mountains. Forest ecology and management, 337: 77–87.
- Lavkulich, M. L., Arocena, J. M. 2011. Luvisolic soils of Canada: Genesis, distribution, and classification. Can. J. Soil Sci., 91:781-806
- Prus, T., Kralj, T., Vrščaj, B., Zupan, M., Grčman, H. 2015. Slovenska klasifikacija tal. Ljubljana: UL, Biotehniška fakulteta in Kmetijski inštitut Slovenije: 52 str.
- Prus, T., Turniški, R., Zupan, M. 2017. Preveritev podatkov pedološke karte na terenu za območja z omejenimi možnostmi za kmetijsko dejavnost v Sloveniji v okviru izvedbe reforma OMD 2017 : končno poročilo - dopolnjeno. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 45 str.
- R Development Core Team, 2019. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/> (verified on February 28, 2019).
- Stritar, A. 1984. Pedologija: (kompandij). Ljubljana: Partizanska knjiga.

Vidic, N., Prus, T., Grčman, H., Zupan, M., Lisec, A., Kralj, T., Vrščaj, B., Rupreht, J., Šporar, M., Suhadolc, M., Mihelič, R., Lobnik, F. 2015. Tla Slovenije s pedološko karto v merilu 1 : 250.000. Luksemburg: Publications office of the European Union: 152 str.

VARSTVO TAL IN AKTIVNOSTI V EU, OZN - FAO IN SLOVENIJI

Helena Matoz | Direktorat za okolje, Sektor za okolje in podnebne spremembe, Ministrstvo za okolje in prostor, helena.matoz@gov.si

Ključne besede: tla, ekosistemske storitve tal, degradacija tal, standardi kakovosti, partnerstvo

Uvod

Namen prispevka je predstaviti zakonodajni okvir varstva tal v nekaterih mednarodnih dokumentih ter aktivnosti, ki iz teh dokumentov izhajajo. Slovenija je z vstopom v Evropsko unijo (EU) prevzela evropski pravni red. V EU sprejeti predpisi in dokumenti veljajo tudi v Sloveniji, nekateri neposredno (npr. uredbe EU), nekatere je treba prenesti v slovenske predpise (npr. direktive), nekatere upoštevati pri pripravi poročil za EU (npr. navodila) ali nacionalnih strategij. Prav tako se je Slovenija z vstopom v druge svetovne organizacije zavezala, da bo v nacionalnih politikah izvajala ratificirane konvencije in sporazume ter upoštevala strategije, akcijske programe in druge mednarodne dokumente. V prispevku so predstavljeni tudi slovenski okoljski predpisi, ki se nanašajo na tla.

Varstvo tal v Evropski uniji

Po vstopu v EU je bila Slovenija vključena v nastajanje »Direktive Evropskega parlamenta in Sveta o določitvi okvira za varstvo tal in spremembi Direktive 2004/35/ES«. Predlog te direktive je bil zaradi nasprotovanja nekaterih članic leta 2014 uradno umaknjen iz postopka, zato za varstvo tal nimamo uveljavljene direktive. Komisija, Direktorat za okolje (DG-ENV) je leta 2015 ustanovil delovno skupino za varstvo tal, v kateri so predstavniki vseh članic EU, vendar odločitev o novi direktivi še ni bila sprejeta.

V nadaljevanju so predstavljeni dokumenti z glavnimi cilji in usmeritvami, ki jih glede varstva tal izpostavlja DG-ENV:

»Tematska strategija o varstvu tal« je edini strateški dokument EU o varstvu tal. Usmerja k celovitemu zagotavljanju trajnostne rabe tal in zaščiti funkcij tal, s poudarkom na preprečevanju nadaljnje degradacije tal in obnovi degradiranih tal ter na varovanju tal z vidika njihovega zagotavljanja ekosistemskih storitev.

»Sedmi okoljski akcijski program EU« napotuje, da se do leta 2050 zaustavi neto izkoriščanje zemljišč, zmanjša erozije tal, poveča organski ogljik v tleh in doseže napredek pri sanaciji onesnaženih območij.

»Konvencija EU o biološki raznovrstnosti« določa ohranjanje in krepitev ekosistemov ter njihovih storitev z vzpostavitvijo zelene infrastrukture, in obnovitev najmanj 15 % degradiranih ekosistemov do leta 2020.

»Agenda za trajnostni razvoj do leta 2030« usmerja v aktivnosti v boj proti dezertifikaciji, v obnovitev degradiranih zemljišč in tal, s ciljem do leta 2030 doseči nevtralno degradacijo tal in zemljišč (15. cilj trajnostnega razvoja).

Z vidika gozda in gozdnih tal izpostavljam dva dokumenta. »Pariški sporazum v okviru UNFCCC«, ki je prvi pravno zavezujoč globalni podnebni sporazum s cilji, da se do leta 2030 doseže zmanjšanje emisij toplogrednih plinov za vsaj 40 %, do leta 2050 pa za 80-95 % v primerjavi z letom 1990. S trajnostnim upravljanjem gozdov se povečujejo gozdne zaloge ogljika, zato je treba gozdove ohranjati in varovati ter preprečevati njihovo degradacijo. »Uredba (EU) 2018/841 Evropskega parlamenta in Sveta o vključitvi emisij toplogrednih plinov in odvzemov zaradi rabe zemljišč, spremembe rabe zemljišč in gozdarstva v okvir podnebne in energetske politike do leta 2030 ter spremembi Uredbe (EU) št. 525/2013 in sklepa 529/2013/EU« neposredno določa obveznosti glede rabe zemljišč, spremembe rabe zemljišč in gozdarstva (LULUCF) za uresničevanje zavez Pariškega sporazuma v obdobju od leta 2021 do leta 2030.

Z vidika gozda in gozdnih tal je pomembna »Alpska konvencija, Protokol o varstvu tal«, ki glede gozdov in gozdarstva določa ukrepe za varstvo pred erozijo in škodljivim zbijanjem tal z uporabo dobrih, krajevnim razmeram prilagojenih gozdarskih praks. Prednostni položaj ima varovalni učinek gorskih gozdov. Gorske gozdove je treba ohranjati tam, kjer so. Gozd je treba izkoriščati in negovati tako, da se preprečujeta erozija in škodljivo zbijanje tal, zagotavljati je treba kraju primerno gojitev gozdov in njihovo naravno pomlajevanje.

Varstvo tal v organizaciji združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (OZN-FAO)

OZN-FAO ter njihova organizacija Globalno partnerstvo za tla (GSP) so z deklaracijo 5. december razglasili za Svetovni dan tal, leto 2015 za Mednarodno leto tal in obdobje 2015–2024 za Mednarodno desetletje tal. Aktivnosti iz globalne ravni se prenašajo na regionalne ravni, za EU na Evropsko partnerstvo za tla (ESP), v katerega je od leta 2017 vključena tudi Slovenija.

Cilj GSP in ESP je zagotavljanje zdravih, rodovitnih tal z vidika prehranske varnosti prebivalstva in zagotavljanje drugih ekosistemskih storitev tal, od katerih je odvisno preživetje živih bitij ter družbe kot celote. Za zagotovitev ciljev je ESP v letu 2017 sprejelo Izvedbeni načrt 2017 – 2020, ki temelji na petih vsebinskih stebrih.

V letu 2017 je OZN-FAO izpostavil slogan »Skrb za planet se začne s tlemi« s poudarkom na vlogi organskega ogljika v tleh pri blažitvi posledic podnebnih sprememb. V sodelovanju z državami, tudi Slovenijo, je bil izdelan prvi globalni zemljevid organskega ogljika v tleh (Global Soil Organic Carbon Map - GSOCmap), ki je podlaga za vzpostavitev ali nadgradnjo nacionalnih informacijskih sistemov o tleh. V letu 2018 je bil slogan OZN-FAO »Aktivno pristopi k preprečevanju onesnaževanja tal«. V letu 2019 je izpostavljena erozija s sloganom »Stop eroziji tal, zavarujmo našo prihodnost!«, Na vsako temo OZN-FAO organizira globalno konferenco, in sicer marca 2017 o organskem ogljiku v tleh, maja 2018 o onesnaževanju tal, maja 2019 pa bo v Rimu obravnavana erozija tal.

Varstvo tal v Sloveniji

V Sloveniji je na področju okolja veljavnih več predpisov, ki se nanašajo na tla. Krovni akt je Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, z vsemi spremembami), ki mu sledijo podzakonski predpisi, med katerimi so glede tal ključni naslednji:

Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS, št. 68/96), določa standarde kakovosti za nevarne snovi v tleh v obliki tristopenjske lestvice (mejne, opozorilne in kritične vrednosti).

Uredba o merilih za ugotavljanje stopnje obremenjenosti okolja zaradi onesnaženosti tal z nevarnimi snovmi (Uradni list RS, št. 7/19) je letos uveljavljen predpis, na osnovi katerega minister za okolje posamezno območje razvrsti v prvo stopnjo onesnaženosti, kar je podlaga za določitev degradiranega okolja in za izvedbo sanacijskih ukrepov.

Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Uradni list RS, št. 34/08 in 61/11) določa ravnanje z zemljino, zemeljskim izkopom, umetno pripravljeno zemljino in polnilom pri gradnji objektov. Določa tudi kakšne morajo biti fizikalno kemijske lastnosti teh materialov in kakšna mora biti vsebnost parametrov v teh materialih, da ne povzročijo nevarnosti za zdravje ljudi in okolje, če se jih uporabi za zapolnjevanje izkopov, rekultiviranje, sanacijo, preoblikovanje terena, ipd..

Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/08), Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (Uradni list RS, št. 113/09, 5/13 in 22/15), in Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata (Uradni list RS, št. 99/13 in 56/15) so trije okoljski predpisi, ki tla varujejo posredno preko določil, ki se nanašajo na zahteve glede gnojenja oziroma vnosa hranil na ali v tla.

Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja tal (Uradni list RS, št. 53/15, 66/17 in 4/18) določa metodološke napotke za izvajanje vzorčenja, meritev in analiz tal v okviru obratovalnih monitoringov, določenih v okoljevarstvenih dovoljenjih, določa pa tudi tehnične zahteve za izvajalce tovrstnih monitoringov.

V obdobju 2015 - 2016 je Ministrstvo za okolje in prostor začelo pripravljati uredbo, s katero bi na novo določili standarde kakovosti tal, primerljive s članicami EU. Na podlagi zgledov iz tujine je bila na ministrstvu sprejeta odločitev, da se za ugotavljanje kakovosti tal v uredbi upošteva raba tal, kjer je mogoč neposreden vnos nevarnih snovi iz tal v organizem (otroška igrišča, stanovanjska naselja), raba tal, kjer nevarne snovi preko rastlin prehajajo v prehranjevalno verigo (kmetijstvo, vrtički) in raba tal, kjer gre za vnos nevarnih snovi v tla zaradi izvajanja dejavnosti znotraj industrijskih območij. Priprava uredbe se je po javni obravnavi 2016 prekinila, nadaljuje pa se priprava Pravilnika o monitoringu kakovosti tal, ki bo dal pravno podlago za vzpostavitev državnega monitoringa tudi za tla.

Slovensko partnerstvo za tla

Namen Slovenskega partnerstva za tla, ustanovljenega 5. decembra 2017 na Gozdarskem inštitutu Slovenije, pod pokroviteljstvom Ministrstva za okolje in prostor, je dvignili zavedanje o pomenu tal, se informirati in pogovarjati o aktualnih problemih v zvezi s tlemi, posredovati vsebine in pomembna znanja ter informacije s področja varstva tal iz mednarodnega in nacionalnega nivoja širši javnosti, ter pripraviti odzive na svetovna in evropska dogajanja glede trajnostnega upravljanja in varovanja tal. Gre za obliko sodelovanja z javnostjo v najširšem pomenu.

Zaključki

Kljub različnim ukrepom za zaščito tal, ki jih izvajajo države na nacionalnem nivoju, analize in podatki kažejo, da se v večini držav degradacija tal in zemljišč nadaljuje. Poročilo o stanju okolja za leto 2015 Evropske okoljske agencije opozarja na izgube funkcij tal v Evropi, trendi kažejo, da se v Evropi sposobnost tal za zagotavljanje ekosistemskih storitev zmanjšuje. To potrjujejo tudi številne druge novejšie ocene in poročila, kot so: Tematska ocena o degradaciji in obnovi tal, Stanje svetovnih virov tal, Globalni pregled tal, podatki monitoringa napredka pri upravljanju onesnaženih območij, ki ga vodi JRC (Joint Research Centre) itn.

Evropske in mednarodne zaveze ne zagotavljajo ustrezne ravni ukrepanja, in so preohlapen okvir za usklajevanje ukrepov na ravni EU, še težje jih je uveljaviti na nacionalnem in lokalnem nivoju. To pomeni, da nas v prihodnje glede varovanja in trajnostnega upravljanja s tlemi čaka veliko izzivov in medsebojnega sodelovanja v iskanju pravih rešitev.

Viri in literatura

- Resolucija Evropskega parlamenta z dne 13. novembra 2007 o tematski strategiji za varstvo tal (2006/2293(INI)); <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2007-0504+0+DOC+XML+V0//SL> (2. april 2019).
- Sklep št. 1386/2013/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 20. novembra 2013 o splošnem okoljskem akcijskem programu Unije do leta 2020 »Dobro živeti ob upoštevanju omejitev našega planeta«, <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D1386&from=DA> (2. april 2019).
- Sklep Sveta 93/626/EGS o sklenitvi Konvencije o biološki raznovrstnosti, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/LSU/?uri=CELEX:31993D0626> (2. april 2019).
- OZN, Agenda za trajnostni razvoj 2030, https://www.google.com/search?q=%C2%BBAgenda+za+trajnostni+razvoj+do+leta+2030%C2%AB&rlz=1C1GGRV_enSI752SI752&oq=%C2%BBAgenda+za+trajnostni+razvoj+do+leta+2030%C2%AB&aqs=chrome..69i57j0l3.1340j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8 (2. april 2019).
- Sklep Sveta (EU) 2016/1841 z dne 5. oktobra 2016 o sklenitvi Pariškega sporazuma, sprejetega na podlagi Okvirne konvencije Združenih narodov o spremembi podnebja, v imenu Evropske unije, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/ALL/?uri=CELEX%3A32016D1841> (2. april 2019).
- Uredba (EU) 2018/841 Evropskega parlamenta in Sveta o vključitvi emisij toplogrednih plinov in odvzemov zaradi rabe zemljišč, spremembe rabe zemljišč in gozdarstva v okvir podnebne in energetske politike do leta 2030 ter spremembi Uredbe (EU) št. 525/2013 in sklepa 529/2013/EU <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1999&from=EN> (2. april 2019).
- Protokol o izvajanju alpske konvencije iz leta 1991 na področju varstva tal, http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/mednarodno_sodelovanje/alpska_konvencija/alpska_tla.pdf (2. april 2019).
- OZN-FAO (GSP in ESP) <http://www.fao.org/global-soil-partnership/en/> in <http://www.fao.org/global-soil-partnership/regional-partnerships/europe/en/> (2. april 2019).
- Slovenski predpisi na področju tal, http://www.mop.gov.si/si/zakonodaja_in_dokumenti/veljavni_predpisi/okolje/ (2. april 2019).
- Slovensko partnerstvo za tla, http://www.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/tla/ (2. april 2019).

[illegible]

PRIPOROČILA PRI IZVEDBI SANACIJ DEGRADIRANIH OBMOČIJ V SLOVENIJI

Bernarda Podlipnik | Ministrstvo za okolje in prostor, bernarda.podlipnik@gov.si

Ključne besede: degradirana območja, sanacija, monitoring

Slovenija se tako kot druge države EU srečuje s problematiko degradiranih območij in s tem povezanimi postopki sanacije. Ministrstvo za okolje in prostor že dalj časa pripravlja ustrezne sistemske rešitve za saniranje degradiranih območij in možnosti poznejše uporabe saniranega prostora. Ministrstvo trenutno izvaja nekaj konkretnih projektov sanacije degradiranih območij in v povezavi s tem pripravlja priporočila (priročnik) za izvedbo sanacijskih postopkov degradiranih območij.

V tem postopku je ključna naloga natančna določitev območja, ki zajema podatke o lastnikih zemljišča, prostorskih podatkih in rabi zemljišča, varstvenih režimih območja, viru in obsegu onesnaženja, podatke o povzročitelju onesnaženja, druge pomembne podatke o območju, ki so povezani s postopkom sanacije. Temu sledi faza priprave vse potrebne projektne dokumentacije za izvedbo sanacije, ki vsebuje podrobnejšo analizo območja, pripravo idejnih zasnov sanacije in pripravo študij vplivov na okolje ter finančno oceno projekta. Faza pridobivanja vseh potrebnih dovoljenj in zagotovitev potrebnih finančnih sredstev terja potrditev projekta na ravni vlade ali občine, če gre za sanacijo območja, onesnaženega s komunalnimi odpadki. Faza izvedbe zajema izbor ustreznega izvajalca za izvedbo sanacije in nadzor nad njenim izvajanjem.

Zaključek sanacije pomeni izpolnitev vseh zahtev iz projektne dokumentacije in dovoljenj/soglasij ter zahtev iz predpisov varstva okolja, urejanja prostora in javnih financ. Za večino saniranih območij se po končani sanaciji določi še obvezen monitoring izvedenih ukrepov in njihov dejanski učinek na prostor in okolje.

[illegible]

TLA; EKOSISTEMSKE STORITVE TAL, DEGRADACIJE IN ZAVEDANJA O TLEH

Borut Vrščaj | Kmetijski inštitut Slovenije, borut.vrscaj@kis.si

Ključne besede: gozdna tla, vloge tal, varovanje, degradacija

Tla so naravno telo, tanek sloj na površini Zemlje, sestavljen iz preperine kamnin, novonastalih mineralov glin in organske snovi. Grajena so iz horizontov, ki se razlikujejo po kemijskih, fizikalnih in biotskih lastnostih. Tla omogočajo rast rastlinam, obstoj živali in človeka.

Rodovitnost tal je večplastna lastnost v kmetijstvu in gozdarstvu, a še zdaleč ni edina pomembna. Tla v okolju opravljajo tudi druge ključne storitve, ki omogočajo delovanje kopenskih ekosistemov; poleg proizvodnih storitev (biomasa) omogočajo kroženje hranil in ogljika; zadržujejo, posredujejo, filtrirajo, čistijo in napajajo vire pitne vode; so največje skladišče C na kopnem in pomembno prispevajo k blažitvi (ali krepitvi) toplogrednih učinkov; razgrajujejo in nevtralizirajo onesnaževala; so habitat (pedosfera) za izjemno pester nabor koristnih organizmov itn. Lastnosti tal določajo biotsko pestrost nad tlemi in v njih. Ekosistemske storitve tal so ključne za obstoj življenja na kopnem in dobrobit človeka.

Zavedanja o ekosistemski vlogi tal v okolju so kljub vsemu še precej skromna tako v Sloveniji kot drugod po svetu. Trajnostno ravnanje s tlemi je nujno v vseh sektorjih; v kmetijstvu in gozdarstvu, pri razvoju infrastrukture in načrtovanju poselitve, pri industrijskih aktivnostih. Za trajnostno kmetijstvo, gozdarstvo, varovanje okolja in upravljanje z naravnimi viri je potrebno osnovno znanje o zgradbi in lastnostih tal, o procesih v njih ter njihovi umeščenosti v delovanje kopenskih ekosistemov.

Zaradi degradacij in izgub tal se je FAO odločil za intenzivno krepitev zavedanja o pomenu tal za okolje in človeka. Ustanovili so Global Soil Partnership (GSP), 5. december pa razglasili za svetovni dan tal, ki je leta 2019 posvečen težavam erozije, pomembni degradaciji v kmetijstvu in tudi gozdarstvu.

[illegible]

GOZDNA TLA IN GOZDARSKO NAČRTOVANJE

Matjaž Guček | Zavod za gozdove Slovenije, matjaz.gucek@zgs.si

Aleksander Marinšek | Gozdarski inštitut Slovenije, aleksander.marinsek@gozdis.si

Andrej Bončina | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, andrej.boncina@bf.uni-lj.si

Aleš Poljanec | Zavod za gozdove Slovenije, ales.poljanec@zgs.si

Ključne besede: informacije o gozdnih tleh, gozdarsko načrtovanje, varstvo tal, smernice za gospodarjenje z gozdovi

Uvod

Ohranjena gozdna tla so pomembna za delovanje gozdnega ekosistema, optimalno izkoriščenost proizvodne sposobnosti gozdnih ekosistemov in kroženje hranil v njem. Nepravilno gospodarjenje z gozdovi lahko povzroči poslabšanje fizikalnih, kemičnih in bioloških lastnosti tal. Za preprečitev degradacije tal in optimalno delovanje vseh procesov v tleh je treba tla in storitve, povezane s tlemi, tal (pre)poznati, upravljanje z gozdom pa skrbno načrtovati.

V prispevku predstavljamo trenutno stanje vključenosti talnih tipov in talnih razmer v gozdnogospodarsko načrtovanje. Navajamo informacijo, kaj imamo na voljo, kaj potrebujemo in kje so morebitna področja za nadgradnjo. Predstavljamo tudi novonastajajoči Priročnik o gozdnih tleh za gozdarsko prakso, skupaj z opisi talnih tipov in njihovih značilnosti, v povezavi z vsemi gozdnimi rastiščnimi tipi v Sloveniji.

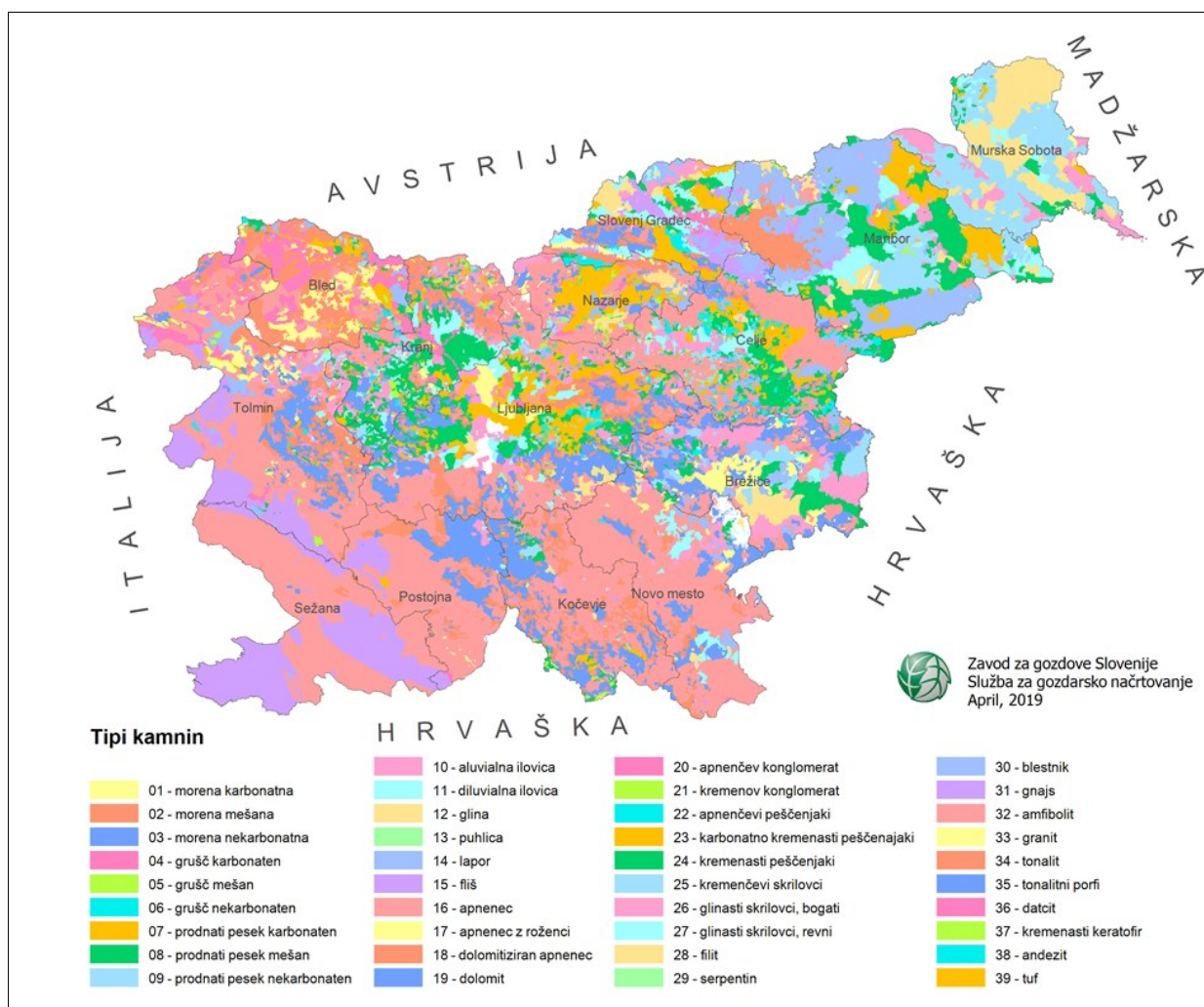
Obravnavanje gozdnih tal v gozdnogospodarskem načrtovanju

V Sloveniji je gozdnogospodarsko načrtovanje z Zakonom o gozdovih (Ur. l., št. 30/93 in nasl.) oblikovano na treh ravneh. Najvišja raven gozdnogospodarskega načrtovanja, ki določa strategijo gospodarjenja z gozdovi na območju celotne Slovenije, je Nacionalni gozdni program (Ur. l. RS, št. 111/07). Med številnimi smernicami navaja načrtovanje gospodarjenja z gozdovi na način, da bi zmanjšali tveganje za degradacije in drugo škodo v gozdovih ter izvajanje del na način, da bi čim manj poškodovali gozdne sestoje in tla. Nacionalni gozdni program prav tako priznava velik pomen gozdov za ohranitev virov pitne vode in izpostavlja nenadomestljivo vlogo pri varovanju tal na strmih pobočjih.

Vsebina gozdnogospodarskih načrtov je opredeljena v Pravilniku o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo (91/10). V načrtih gozdnogospodarskih območij so navedene geološke in pedološke značilnosti območij s predstavitvijo glavnih talnih tipov. V načrtih gozdnogospodarskih enot (v nadaljevanju GGE) so gozdna tla na ravni odsekov opisana z navedbo glavnih talnih tipov in orografskih razmer, kot so matična podlaga (Slika 1), površinska kamnitost ipd. Posredno so talne razmere v odseku opisane z gozdno združbo oz. rastiščnim tipom. Talne razmere skupaj s podnebjem, reliefom in biocenozo opredeljujejo kakovost življenjskih razmer za uspevanje gozdnih rastlin in njihovih skupnosti (Robič, 1981; Kotar, 2005). Na talne razmere se posredno nanašajo tudi podatki o gozdnih funkcijah, predvsem sloj območij s poudarjeno varovalno funkcijo.

Za ohranjanje tal so pomembne predvsem vsebine o usmerjanju razvoja gozdov, gradnjah gozdnih prometnic ter tehnologijah pridobivanja lesa. Naštete vsebine so pomembne zlasti v ranljivejših območjih, kot so varovalni gozdovi, območja z erodibilnimi tlemi in skrajnostne razstične razmere. V gozdnogospodarskih načrtih so opredeljene tudi usmeritve za izvajanje

gozdnih del in njihov vpliv na gozdna tla. Pomembna sta predvsem dva sklopa: 1) tehnologija pridobivanja lesa s poudarkom na spravilu lesa in strojni sečnji in 2) usmeritve za ukrepe v varovalnih gozdovih.



Slika 1: Prikaz obravnave tipov kamnin v podatkovni bazi odsekov ZGS

Pridobivanje lesa je lahko povezano z velikimi negativnimi vplivi na gozdna tla. Zato se v gozdnogospodarskih načrtih največji del usmeritev v povezavi s tlemi nanaša na usmeritve za tehnologijo pridobivanja lesa. S časovno in prostorsko prilagoditvijo gozdne proizvodnje talnim, orografskim in vremenskim razmeram najbolj zmanjšamo negativne posledice na gozdna tla. Pomembne so tudi usmeritve za opredelitev predelov, ki so primerni za uporabo strojne sečnje. V ta namen so bila leta 2005 oblikovana Navodila za pripravo del v sestojih, primernih za strojno sečnjo, ki smo jih kasneje nadgrajevali (Beguš, 2009). V zadnjem času so bila v okviru projektov Links4Soils in CRP z naslovom Vpliv strojne sečnje na gozd in določitev meril za njeno uporabo, pridobljena nova spoznanja, ki bodo v prihodnje vključena v usmeritve za strojno sečnjo v gozdnogospodarskih načrtih.

Na varovanje tal gozd pomembno vpliva na erozijsko občutljivih območjih, zato se tudi usmeritve za ukrepanje na takih območjih nanašajo na pospeševanje primernih drevesnih vrst in različne oblike ukrepanja za trajno zagotavljanje varovalnega učinka gozda (npr. razbremenitev brežin, način pomlajevanja ...).

Razprava in zaključek

Podlage o gozdnih tleh, ki jih imamo na voljo pri gozdnogospodarskem načrtovanju (npr. Pedološka karta v merilu 1 : 25.000), so pomanjkljive, njihova uporaba je omejena. V GGN so tla

obravnavana bolj v opisni obliki in konkretnije preko gozdnega rastiščnega tipa, tudi kot posledica pomanjkanja uporabnih in razumljivih informacij o gozdnih tleh, ki bi omogočale izboljšanje upravljanja z gozdovi. O gozdnih tleh v Sloveniji je sicer trenutno na voljo nekaj literature (Urbančič in sod., 2007; Vidic in sod., 2015), vendar poenostavljenega, a obenem dovolj strokovnega in celovitega priročnika za spoznavanje, prepoznavanje in opisovanje gozdnih tal in gozdnih rastišč za gozdarsko stroko, še posebno za gozdnogospodarsko načrtovanje, zaenkrat še nimamo. Zaradi potrebe, da bi slovenski gozdarski strokovnjaki dobili dovolj informacij o gozdnih tleh na enem mestu, je trenutno v pripravi Priročnik o gozdnih tleh za gozdarsko prakso. Priročnik nastaja v okviru projekta Link4Soils, v njem pa bodo poleg klasičnih vsebin o lastnostih gozdnih tal, njihovi razvrstitvi ipd. slikovno predstavljene tudi najpogostejše kamnine Slovenije, rastline, ki omogočajo fitoindikacijo tal (tj. prepoznavanje rastišč na podlagi značilnic), organska snov in humus. Podrobno opisani in s fotografskim gradivom dopolnjeni bodo tudi posamezni najpogostejši tipi gozdnih tal v Sloveniji ter značilni talni horizonti. Posebno poglavje bo namenjeno dejavnikom, ki ogrožajo gozdna tla. Pripravljamo tudi poglavje, v katerem bo prirejen ključ za določanje oz. prepoznavanje gozdnih tal.

Posebna priloga Priročnika bo vsebovala tipologijo gozdnih rastišč Slovenije (po Kutnarju in sod., 2012), v kateri bodo posameznim rastiščnim tipom, na podlagi analize fitocenoloških kart in pedološke karte, pripisani vsi najpogostejši talni tipi, na katerih se pojavljajo, in njihovi deleži skupaj s kratkim opisom. V Priročniku bodo navedene tudi informacije, ki jih potrebujemo pri celoviti obravnavi gozdne tehnologije in posegov v gozdni prostor; to so konkretni podatki o občutljivosti gozdnih tal za različne degradacijske procese, kot so na primer zbitost tal in erodibilnost tal.

Za potrebe gozdnogospodarskega načrtovanja je treba izdelati podrobnejše podlage o erozijsko občutljivih območjih (trenutno razpoložljivi le v merilu 1 : 250.000), kar bi omogočilo učinkovitejše načrtovanje ukrepov in umeščanje gozdnih vlak v erozijsko manj občutljive predele. Takšni pripomočki omogočajo ohranitev tal kot pomembne komponente rastišča na najbolj ranljivih območjih.

Viri in literatura

- Beguš J. 2009. Predstavitev okvirov, ki jih Zavod za gozdove Slovenije uporablja pri izbiri drevja za posek v sestojih, namenjenih strojni sečnji. *Gozdarski vestnik*, 67, 10: 441–451.
- Kotar M. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije: 500 str.
- Kutnar L., Veselič Ž., Daksobler I., Robič D. 2012. Tipologija gozdnih rastišč Slovenije na podlagi ekoloških in vegetacijskih razmer za potrebe usmerjanja razvoja gozdov. *Gozdarski vestnik*, 70, 4: 195–214.
- Pravilnik o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo. 2010. Ur. l. RS, št. 91/2010.
- Resolucija o nacionalnem gozdnem programu (ReNGP). 2007. Ur. l. RS, št. 111/2007.
- Robič D. 1981. Gozdno rastišče kot pojem in strokovni izraz doma in na tujem. *Gozdarski študijski dnevi 1981. Intenziviranje in racionaliziranje gospodarjenja z gozdovi v Sloveniji*. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozd. Ljubljana: 81–91.
- Urbančič M., Simončič P., Prus T., Kutnar L. 2005. Atlas gozdnih tal Slovenije. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, *Gozdarski vestnik in Gozdarski inštitut Slovenije*, 2005: 100 str.
- Vidic N. J., Prus T., Grčman H., Zupan M., Lisec A., Kralj T., Vrščaj B., Ruprecht M., Šporar M., Suhadolc M., Mihelič R., Lobnik F. 2015. Tla Slovenije s pedološko karto v merilu 1 : 250 000, Evropska komisija, Skupni raziskovalni center JRC: 152 str.
- Zakon o gozdovih. Ur. l. RS, št. 30/1993, 56/1999, 67/2002, 110/2002, 115/2006, 110/2007, 106/2010, 63/2013, 101/2013, 17/2014.

[illegible]

GOJENJE GOZDOV IN NEGA GOZDNIH TAL

Jurij Diaci | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, jurij.diaci@bf.uni-lj.si

Gal Fidej | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, gal.fidej@bf.uni-lj.si

Tomaž Adamič | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, tomas.adamic@bf.uni-lj.si

Dušan Rozenberger | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, dusan.rozenberger@bf.uni-lj.si

Ključne besede: gojenje gozdov, nega gozdnih tal, naravna ujma, tujerodna vrsta, trajni gozd

Uvod

Gozdna tla nastajajo dolga časovna obdobja, z neprimernim gospodarjenjem pa jih lahko hitro in trajno degradiramo. Takšne zapuščine, kot posledice minulih rab, je v Sloveniji precej in obsega primere od steljarjenja, pospeševanja enovrstnih nasadov do opustošene kraške krajine. Vendar lahko tudi sodobne tehnologije sečnje in spravila zaradi zbijanja tal in čezmernih iznosov biomase zmanjšujejo rodovitnost tal. Dodatna grožnja gozdnim tlom so naravne ujme ter ne dovolj domišljeno opravljene sanitarne sečnje. Zaradi okoljskih sprememb postaja gojenje tujerodnih drevesnih vrst vse bolj aktualno in z njim vprašanja potencialnih negativnih vplivov na gozdna tla. Namen prispevka je celovito predstaviti vplive gojenja gozdov na gozdna tla, s posebnim poudarkom na sodobnih gozdnogojitvenih problemih in okoljskih spremembah. V uvodnem delu opisujemo mehanizme vplivanja naravnih motenj in gojenja gozdov na tlotvorne procese. V nadaljevanju opozarjamo na tveganja, ki jih prinašajo tujerodne drevesne vrste in sodobne tehnologije sečnje in spravila. V sklepnem delu izpostavljamo gozdnogojitveno zvrst trajnega gozda, ki se je razvila prav iz potrebe varovanja gozdnih tal, ter druge dobre zgledne nege gozdnih tal iz sosednjih držav.

Zgodovinski vzorci naravnih motenj in razvoj gozdnih tal

Poznavanje zgodovinskih vzorcev naravnih motenj pomaga razumeti ekološke potrebe drevesnih vrst in njihovo razširjenost. Trajnostno naravnano gojenje gozdov upošteva zgodovinske vzorce naravnih motenj in jih pri ukrepih upošteva do določene mere. Naravne motnje ne vplivajo le na razvoj sestojev, ampak tudi na razvoj gozdnih tal. Na primer: naravne motnje lahko pospešujejo erozijo ter izgubo organske snovi in hranil. Požari vplivajo na hitrejšo mineralizacijo organske snovi, vetrolomi, s prevračanjem dreves, na razkritje mineralnega dela tal, na mešanje talnih horizontov in na mikorelief uleknin in gomil. Take spremembe so v določenih ekoloških razmerah, kjer je zaradi zaostrenih razmer – na primer suše ali nizkih temperatur – organski cikel upočasnen, ugodne za razvoj vegetacije in ohranjanje rodovitnosti tal. V borealnih gozdovih lahko stoletje izostajanja motenj vodi v paludifikacijo oz. zamočvirjenje, še dolgoročnejša odsotnost motenj pa vodi v osiromašenje rastišča z nekaterimi hranili, predvsem s fosforjem (Wardle in sod., 2004). To je eden izmed razlogov, da se gozdarji v borealnih predelih redko odločajo za prebiralno gojenje gozdov, ki pospešuje senčne in vlažne razmere ter do določene mere zmanjšuje dovzetnost gozdov za motnje. V zmernem podnebju in mezofilnih rastiščnih razmerah je organski cikel hitrejši in lahko neovirano poteka v dokaj zastrtih sestojih, zato ujme ne prinašajo veliko dodane vrednosti. Vendar je struktura uleknin lahko pomembna za vrste, ki potrebujejo vlažnejša tla ali mineralno podlago, struktura gomil pa za vrste, ki potrebujejo boljše toplotne in svetlobne razmere. Iz navedenega sledi, da motnje pomembno vplivajo na genezo gozdnih tal, še posebno v bolj skrajnostnih razmerah. Kljub temu to ne pomeni, da so vse dodatne motnje tal po ujmah, ki jih povzročamo s sečnjo in spravilom, sprejemljive. Prav tako nas lahko skrbijo intenzivnejši režimi motenj, ki lahko sprožajo dodatno erozijo in čezmerno izgubo hranil iz gozdnih ekosistemov.

Vpliv gojenja gozdov na gozdna tla

Z gozdnogojitvenimi ukrepi med drugim vplivamo na gozdno podnebje, organski cikel in na razmere v gozdnih tleh. Izbira drevesnih vrst pomembno vpliva na sestavo, strukturo in teksturo tal. Vpliv posameznih vrst na gozdna tla je odvisen od podnebja in obstoječih tal. Zato drevesne vrste presojamo glede njihovega vpliva na nastajanje humusnih oblik vedno v povezavi z rastiščem. Na primer: upočasnjena razkroj smrekovega opada je težava za pomlajevanje drevesnih vrst predvsem zunaj njenih naravnih rastišč. S pospeševanjem iglavcev, izven njihovih naravnih rastišč, smo prispevali k "borealizaciji" in evtrofikaciji gozdnih tal. Zato so v takšnih razmerah dobrodošle meliorativne vrste z dobro razgradljivim opadom. Pionirske vrste so pomembne po naravnih ujmah, ko hitro poselijo izpraznjene površine, prekoreninijo tla in preprečujejo erozijo ter nadaljnje izgubljanje hranil. Na kroženje organske snovi značilno vplivamo z redčenji, saj z zmanjševanjem gostote dreves spreminjamo vodni cikel, gozdno podnebje in konkurenco v koreninskem prostoru. Že prve raziskave o vplivu izbiralnega redčenja na ekološke razmere so nakazale, da z redčenjem izboljšujemo razmere za talne živali. Gojitelj z obnovo še bolj značilno vpliva na talne procese kot z nego. Pri tem mora upoštevati, da v različno velikih vrzelih in delih vrzeli različno poteka mineralizacija humusa. Na to vplivajo razlike v vodni bilanci, razmerjih med neposrednim in difuznim sončnim sevanjem ter v konkurenci v koreninskem prostoru. Pod sklenjenim sestojem je zaradi pomanjkanja padavin, svetlobe in toplote najpočasnejše razkrajanje humusa, najhitrejša razkrajanje je v sredini vrzeli. Še posebno v osrednjih delih vrzeli z večjim premerom, kot je sestojna višina, se humus pospešeno razkaja, kar pospešuje razvoj pionirske vegetacije, na nagnjenih pobočjih pa se sproščena hranila izpirajo v nižje lege. Poleg tehnike obnove na talne razmere značilno vplivajo tudi opad, mikroklima, matična podlaga in aktivnost biološke komponente tal. V določenih razmerah gojenje gozdov prilagajamo oblikam humusa oz. talnim razmeram. Na primer, v visokogorju lahko mineralizacijo tal pospešimo s hitrejšim odpiranjem sklepa krošenj in večjimi presvetlitvami.

Vpliv tujerodnih drevesnih vrst na gozdna tla

Številne tujerodne drevesne vrste so že več drevesnih generacij v Evropi in Sloveniji, zato so zbrane številne izkušnje o njihovem vplivu na pritalno vegetacijo in talne procese. V nadaljevanju predstavljamo kratek pregled za štiri pogostejše drevesne vrste v Sloveniji: duglazijo, rdeči hrast, robinijo in visoki pajesen. Raziskave tal v sestojih duglazije kažejo povečane vrednosti dušika v zgornjih plasteh tal, kar ima negativne posledice za razvoj drugih, slabše prilagojenih vrst (Podrazsky in sod., 2014). V primerjavi s hrastovim sestojem na istem rastišču v Nemčiji je bilo v sestojih duglazije več mahov in opada, zabeležili so večjo kislost tal in manj pritalne vegetacije, vendar ne manj vrst. Do neke mere se biotska pestrost v sestojih duglazije zmanjšuje tudi zaradi sprememb v tleh. Duglazija glavnino volumna finih korenin vzdržuje do globine 23 cm, kar je več kot domače vrste (hrast, bukev in smreka). To delno izboljšuje sobivanje z bukvijo in smreko (Schmid in sod., 2014). V sestojih duglazije raziskave nakazujejo več epifitov zaradi razbrazdanega lubja v primerjavi s sestoji smreke, pa tudi bukve. Razkroj opada duglazije je podoben domačim vrstam iglavcev, vendar bistveno počasnejši v primerjavi z javorjem ali belim gabrom.

V nasadih rdečega hrasta v Litvi so potrdili vpliv na pritalno vegetacijo, ki je bila slabše razvita in vrstno revnejša v primerjavi s sestoji domačega hrasta doba. Večina razkrojevalcev opada je v sestoji rdečega hrasta manjkala. Manjše so bile tudi vsebnosti železa, bora, mangana, bakra in cinka (Riepsas in Straigyte, 2008). Na Poljskem so potrdili negativno povezavo med pojavljanjem rdečega hrasta in vrstno pestrostjo pritalne vegetacije, dokazali so tudi negativen vpliv opada rdečega hrasta na hitrost razkrajanja organskega dela tal. Robinija zelo spreminja talne razmere zaradi sposobnosti fiksiranja dušika. Tla so z dušikom nasičena, kar negativno vpliva na rast nekaterih vrst (Ferrari in Wall, 2007). Sicer se v tleh okoli robinije, zaradi povečane vsebnosti dušika, poveča izločanje kalcija, magnezija in kalija iz tal, kar zniža talni pH. Na siromašnih tleh povečana vsebnost dušika in pospešena mineralizacija dušika obogatita tla. Ko visoki pajesen zavzame določeno območje tal, tam zelo poveča svojo biomaso v tleh, kar je strategija za ponovno invazijo po odstranjevanju (Call in Nilsen, 2005). Takoj po poškodbah nadzemnih delov zelo odganja iz korenin, poleg tega v tla izloča alelopatske snovi.

Vpliv povečanega izkoriščanja gozdne biomase na gozdna tla

Za ohranjanje rodovitnosti tal je pomembno puščanje določene količine organske snovi v gozdu. Ta izboljšuje fizikalne, kemijske lastnosti tal in habitatne razmere za talno favno. Precejšen del hranil, ki jih drevesa potrebujejo za rast in razvoj, ostaja v gozdu, kajti običajno ne izkoriščamo listja, vej, delno lubja, korenin, semen in plodov, kar pomeni približno 50 % suhe teže dreves. Pri lesu, ki ga v glavnem izkoriščamo, je vsebnost mineralov v primerjavi z drugimi deli drevesa najmanjša. Največja koncentracija hranil je v listih, drobnih vejicah in drobnih koreninah. Vendar pri nekaterih intenzivnejših načinih izkoriščanja iz gozda odvažajo poleg lesnih sortimentov tudi drugo nadzemno (drevesna metoda), na severu Evrope pa celo podzemno biomaso. Za ohranjanje rodovitnosti tal je zato pomembno poznavanje bilance mineralnih snovi v gozdnem ekosistemu. Iznosi, ki dlje značilno prekoračujejo vnose hranljivih snovi, vodijo v slabšanje rodovitnosti tal. Zmanjšanje količine hranil v tleh je lahko tudi posledica pomanjkanja mikroorganizmov zaradi sprememb v organskem delu tal, če smo uporabili drevesno metodo. Nekateri raziskave nakazujejo, da so iglavci bolj občutljivi za pomanjkanje hranil kot listavci, kar se kaže v zmanjšani rasti v višino, debelino in manjši temeljnic (Achat in sod., 2015). V prvih letih po obnovitveni sečnji se zaradi odstranitve biomase spremeni mikroklima sestoja in tal, zmanjša se količina dušika in fosforja v tleh, kar zmanjša priraščanje dreves za vsaj 20 let. Izgube dušika pri iznosu celotnega nadzemnega dela drevesa so lahko tudi do 300 kg/ha, medtem ko so pri sortimentni metodi izgube dušika tudi za polovico manjše. Tudi okrevanje rastišča je pri sortimentni metodi za polovico hitrejše kot pri spravilu celotnih dreves (Simončič in sod., 2013).

Melioracija zbitih tal z gozdnogojitvenimi ukrepi

V sklopu sonaravnega gojenja gozdov zagovarjamo dosledno vožnjo gozdarske mehanizacije po sečnih, izvoznih poteh in vlakih. V primeru ujma so zaradi izrednih razmer odstopanja od tega pravila, zato je treba zagotoviti izboljšanje talnih razmer. Ko se zgradba gozdnih tal zaradi zbivanja trajno spremeni, lahko tla postanejo ekološko neaktivna. Delež drobnih korenin se zaradi zbitih tal zmanjša ali korenine popolnoma propadejo. Izboljšanje strukture tal je dolgotrajno. Odvije se lahko po naravni poti preko biološke aktivnosti, npr. prekoreninjenja in delovanja talnih organizmov, ter procesov, kot so nabrekanje in krčenje tal, izsušitve in navlažitve ter tvorbe ledu ob zmrzali. Prekopavanje tal kot ukrep za izboljšanje talne strukture ni primeren, saj bi tako še dodatno poškodovali ali uničili preostali koreninski pletež in sprožili erozijske procese. Po orkanu Lothar (1999) so v Švici izvedli poskus s sajenjem črne jelše in beke ter dodajanjem komposta (Lüscher in sod., 2008). Črna jelša je uspešno prekoreninila zgornjo plast tal, medtem ko se je na globini od 20 do 40 cm razvila manj kot tretjina koreninske mase. Dodajanje komposta je pri črni jelši povečalo koreninsko maso kar za 50 %. Beka je bila manj uspešna; koreninski sistem in nadzemni del sta bila majhna, korenine se niso uspele prebiti v globlje predele tal. Na sajenih površinah s kompostom je črna jelša na globini 20 do 30 cm po sedmih letih delež velikih por v tleh povečala za petkrat, pri sajenju brez komposta pa za štirikrat v primerjavi z začetnim stanjem po spravilu. Povečevanje volumna por je izboljšalo zračnost tal. Študija kaže, da je sajenje črne jelše izboljšalo prevodnost vode in zračnost tal ter tako izboljšalo razmere za vzpostavitev vegetacije in favne. Iz raziskave sledi, da so v ugodnih razmerah dobro usmerjeni ukrepi lahko učinkoviti pri obnovi talne strukture. Vendar so finančno zahtevni, zato se je bolje odločiti za že znane in uveljavljene, prilagojene ukrepe v času pridobivanja lesa (npr. nižji tlak v pnevmatikah, izvoz lesa v obdobjih suhih ali zmrznjenih tal).

Zgledi dobrega ravnanja

Med zvrsti gojenja gozdov, ki se v Evropi v zadnjem času najbolj širijo, spada trajni gozd (nem. Dauerwald). Tak način so razvili v začetku prejšnjega stoletja v severni Nemčiji na rastiščih degradiranih gozdov rdečega bora z jesensko reso (Möller, 1922). S prepovedjo paše drobnice, povečevanjem lesne zaloge, postopnim izločanjem manj kakovostnih dreves in pospeševanjem listavcev so izboljšali gozdno podnebje in gozdna tla ter značilno povečali priraščanje sestojev.

Takšen način gospodarjenja se je po drugi svetovni vojni razširil po Nemčiji in Franciji ter je danes ena najbolj razširjenih vrsti sonaravnega gojenja gozdov v sklopu združenja Pro Silva. Trajni gozd je rezultat uporabe prebiralnega načela. Sečnja je razpršena, osredotočena na posek posameznih dreves, ki so dosegla najvišjo vrednost. Posledica takšnega ukrepanja je raznomerna, mešana zgradba gozda. V ospredju sta nege in izkoriščanje najvrednejših dreves, medtem ko je trajno raznomerno pomlajevanje posledica nege lesne zaloge, saj je obnova podrejena negi. Trajni gozd ohranja gozdno podnebje in zagotavlja trajno zastrtost gozdnih tal z drevesnimi krošnjami. V številnih gozdnih obratih v Nemčiji, Švici, severni Italiji in Avstriji, kjer gospodarijo po načelih Pro Silve in večino sečnje opravijo s stroji za sečnjo, skušajo tudi čim bolj ohranjati gozdna tla. Zato se odločajo za dražji sečnospravljeni model, kjer so sečne poti na razdaljah 30 ali 40 m in uporabljajo kombinacijo strojne in ročne sečnje.

Zaključki

Naravne motnje spreminjajo talne razmere z razkrivanjem drevesnega pokrova in spreminjanjem gozdnega podnebja, mešanjem talnih horizontov, erozijo in oblikovanjem reliefnih posebnosti. Take spremembe lahko pospešujejo obnavljanje gozda ali ga zavirajo. Z gojenjem gozdov preko izbire drevesnih vrst, nege in obnove, izrabe sečnih ostankov ter z načinom sečnje in spravila značilno vplivamo na dogajanja v gozdnih tleh. Zato mora gojitelj poznati odzive tal na spreminjanje ekoloških dejavnikov. Sestojem neprilagojena raba sodobnih tehnologij sečnje in spravila lahko negativno vpliva na talne procese, vendar številni tuji in domači zgledi kažejo, da je s prilagoditvami mogoče ohranjati kakovost gozdnih tal. Pri gojenju gozdov na splošno uporabljamo naravne ukrepe za izboljšanje tal. Degradirana gozdna tla lahko izboljšujemo s pospeševanjem primerne sestojnega podnebja, uravnavanjem nadzemne in podzemne konkurence, pospeševanjem sukcesijskega razvoja ter sajenjem meliorativnih vrst.

Viri in literatura

- Achat, D. L., Deleuze, C., Landmann, G., Pousse, N., Ranger, J. Augusto, L. 2015. Quantifying consequences of removing harvesting residues on forest soils and tree growth – A meta-analysis. *Forest Ecol Manag.* 348:124–141.
- Call, L. J., Nilsen, E.T. 2005. Analysis of interactions between the invasive tree-of-heaven (*Ailanthus altissima*) and the native black locust (*Robinia pseudoacacia*). *Plant Ecol.* 176: 275–285.
- Ferrari, AE, Wall. LG. 2007. Nodulation and growth of black locust (*Robinia pseudoacacia*) on a desurfaced soil inoculated with a local *Rhizobium* isolate. *Biol Fertil Soils*, 43:471–7.
- Lüscher, P., Sciacca, S., Halter, M. 2008. Regeneration von Wurzelraumfunktionen nach mechanischer Belastung. *Neue Wege beim Bodenschutz. LWF aktuell*, 67: 11–12.
- Möller, A., 1922. *Der Dauerwaldgedanke: Sein Sinn und seine Bedeutung.* Erich Degreif Verlag, Oberteuringen.
- Podrázský, V., Martiník, A., Matějka, K., Viewegh, J. 2014. Effects of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) on understorey layer species diversity in managed forests. *Journal of Forest Science*, 60: 263–271.
- Riepsas, E. in Straigyte, L. (2008). Invasiveness and Ecological Effects of Red Oak (*Quercus rubra* L.) in Lithuanian Forests. *Balt For*, 14: 122–130.
- Schmid, M., Pautasso, M., Holdenrieder, O. 2014. Ecological consequences of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) cultivation in Europe. *Eur J Forest Res*, 133: 13–29.
- Simončič, P., Eler, K., Kobal, M., Triplat, M., Sinjur, I., Žlindra, D., Mihelič, M., Roblek, R., Piškur, M., Klun, J., Premrl, T., Krajnc, N. 2013. Možnosti in omejitve pridobivanja biomase iz gozdov. Zaključno poročilo projekta V2-1126. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije.
- Wardle, D. A., Walker, L. R., Bardgett, R. D., 2004. Ecosystem properties and forest decline in contrasting long-term chronosequences. *Science* 305: 509–513.

Handwriting practice lines consisting of 20 horizontal black lines. A single green line is positioned between the 4th and 5th black lines from the top.

VPLIV INTENZIVNOSTI SEČNJE NA VSEBNOST OGLJIKA V TLEH IN RESPIRACIJO TAL V JELOVO-BUKOVIH GOZDOVIH

Aleksander Marinšek | Gozdarski inštitut Slovenije, aleksander.marinsek@gozdis.si

Matjaž Čater | Gozdarski inštitut Slovenije, matjaz.cater@gozdis.si

Mitja Ferlan | Gozdarski inštitut Slovenije, mitja.ferlan@gozdis.si

Emira Hukić | Šumarski fakultet u Sarajevu, e.hukic@sfsa.unsa.ba

Daniel Žlindra | Gozdarski inštitut Slovenije, daniel.zlindra@gozdis.si

Milan Kobal | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, milan.kobal@bf.uni-lj.si

Primož Simončič | Gozdarski inštitut Slovenije, primoz.simoncic@gozdis.si

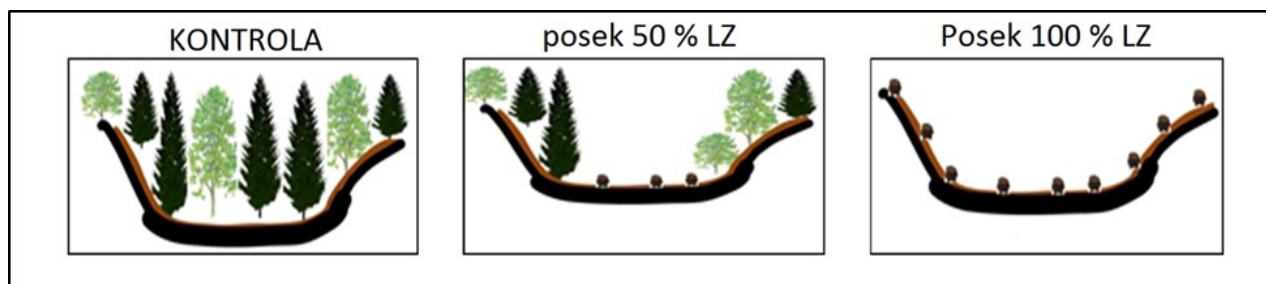
Ključne besede: organski ogljik, skladiščenje ogljika, respiracija tal, gozdna tla, jelovo-bukov gozd, gospodarjenje z gozdom, vpliv intenzivnosti sečnje, mikroklima

Uvod

Gozdni ekosistemi so ključni in sestavni del globalnega kroženja ogljika; delujejo lahko kot ponor, ki prispeva k zmanjševanju atmosferskih toplogrednih plinov, ali vir CO₂. Gozdovi pokrivajo približno 31 % zemeljskega površja; za procesom fotosinteze je respiracija tal drugi največji tok ogljika med terestričnimi ekosistemi in atmosfero, ki prispeva od 45 % do 90 % k skupni ekosistemski respiraciji (Guan in sod., 2006). Ugotavljanje učinkov podnebja in sestojnih parametrov, kot npr. sestojnega tipa (semenovec, panjevec...), starosti in strukture sestoja ter načina gospodarjenja (golosečnja, prebiralno gospodarjenje...), je ključno pri določanju in napovedovanju, ali bodo gozdni sestoji v bodoče prihodnje delovali kot vir ali ponor CO₂ (Darenova in Čater, 2018). Zaradi načina gospodarjenja, politik varstva narave in drugih politik, so gozdovi v večini evropskih držav ponor CO₂.

V gozdovih se ogljik shranjuje z absorpcijo (ponorom) atmosferskega CO₂ in njegovo asimilacijo v biomaso preko procesa fotosinteze. Poleg nadzemne biomase so pomemben zalogovnik ogljika tudi gozdna tla (D'andrea in sod., 2016). Kroženje ogljika sledi letni časovni dinamiki in prostorskim spremembam (regionalno in globalno). Na kroženje v gozdnem ekosistemu vplivajo različni naravni dogodki (podnebne spremembe, suše, požari, škodljivci, bolezni) ter človekova aktivnost (npr. gospodarjenje z gozdovi, spremenjena drevesna vrstna sestava, sprememba rabe tal, urbanizacija idr.).

Različni načini gospodarjenja z gozdovi in intenzivnost sečnje vplivajo na dinamiko kroženja ogljika med tlemi in atmosfero in ter posledično na zaloge ogljika v tleh (Johnson in Curtis, 2001). Spremembe mikroklimatskih parametrov vplivajo na kroženje ogljika z vplivom na rast gozdnega drevja, razgradnjo organske snovi in respiracijo tal. Obseg izločanja CO₂ v atmosfero je odvisen od koncentracijskega gradienta med tlemi in atmosfero, temperature in vlage tal, ter talno-zračnih lastnosti (velikost talnih por, temperatura zraka in vetra, zračna vlaga...) (Raich in Schlesinger, 1992). V raziskavi smo ugotavljali učinke različnih intenzivnosti sečnje na zaloge ogljika in dušika v tleh, na njuno razmerje (C/N) ter na dinamiko respiracije tal.



Slika 1: Raziskovalne ploskve velikosti 400 m² smo umestili v vrtače ter na njih (in okoli njih), na površini 0,4 ha, izvedli posek z različnimi intenzivnostmi; na devetih ploskvah smo posekali 100 % lesne zaloge, na devetih 50 % lesne zaloge, ostalih devet ploskev pa smo pustili nedotaknjene in so služile za kontrolo.

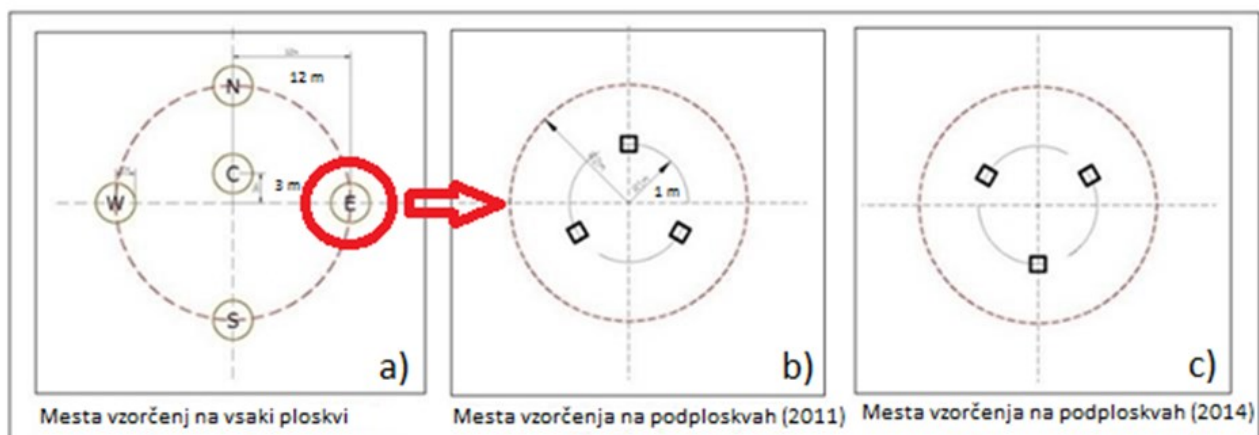
Metode

Raziskovalne ploskve velikosti 400 m² smo umestili v vrtače ter na njih (in okoli njih), na površini 0,4 ha, izvedli posek z različnimi intenzivnostmi; na devetih ploskvah smo posekali 100 % lesne zaloge, na devetih 50 % lesne zaloge, ostalih devet ploskev pa smo pustili nedotaknjene in so služile za kontrolo:

- 1/3 (9 ploskev) — kontrolne ploskve, brez ukrepa
- 1/3 (9 ploskev) — posek 50 % lesne zaloge (LZ) na površini 0,4 ha
- 1/3 (9 ploskev) — posek 100 % LZ na površini 0,4 ha

Vzorčenje tal

Vzorčenje tal smo izvedli pred ukrepi leta 2011. Tla smo vzorčili na petih vzorčevalskih mestih (center, S, J, V in Z) znotraj vseh 27 ploskev (Slika 2a), t.j. na 135 podploskvah z mesti vzorčenja 1 m od sredine podploskve, po azimutih 0°, 120° in 240° (Slika 2b). V letu 2014 je bilo vzorčenje tal izvedeno na istih ploskvah in na istih podploskvah, le da so bila mesta vzorčenja določena glede na azimut 60°, 180° in 300° od sredine podploskve (Slika 2c).



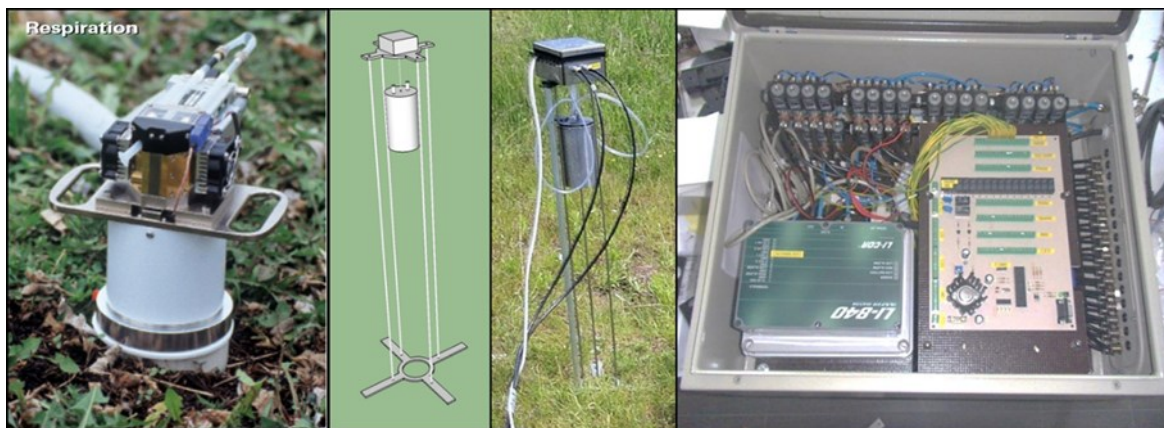
Slika 2: Shematski prikaz postavitve mest vzorčenja na velikih ploskvah a) in znotraj njih na podploskvah v dveh časovnih obdobjih b) in c).

Organski del tal smo vzorčili posebej, in sicer glede na podhorizonte (OL, Of in Oh). Vzorce organskega dela tal iz podhorizontov OL, Of in Oh smo vzorčili na površini 25 × 25 cm (625 cm²) in tako dobili kvantitativne vzorce. Material vseh treh vzorcev posameznih podhorizontov ene podploskve smo združili. Izmerili smo tudi debelino vsakega podhorizonta. Vzorčenje mineralnega dela tal smo opravili s sondo premera 6,7 cm, na vnaprej določenih globinah (0–5, 5–10, 10–20, 20–40, 40–60, 60–80 cm), oz. do matične podlage. Tudi pri mineralnem delu tal smo vse tri vzorce s posamezne globine ene podploskve združili v skupen vzorec.

Meritve respiracije tal

Meritve dihanja/respiracije tal smo izvajali mesečno (maj–oktober, 2012–2014) s talno komoro 6400-09 in senzorjem temperature tal, povezanim s sistemom LI-6400 na vseh 27 ploskvah in istih mestih vzorčenja kot tla (dno vrtače, S, J, V in Z del). Na vsaki od 27 ploskev je bilo opravljenih po pet meritev s tremi ponovitvami znotraj vsake ploskve.

Na dveh izbranih ploskvah (Trnovo) pa smo opravili kontinuirane meritve respiracije tal (časovno obdobje petih mesecev, LI-840). Uporabili smo ustrezno prilagojen prototip avtomatske naprave za meritve dihanja tal, za tovrstne namene izdelan na Gozdarskem inštitutu Slovenije (Slika 3, desno).



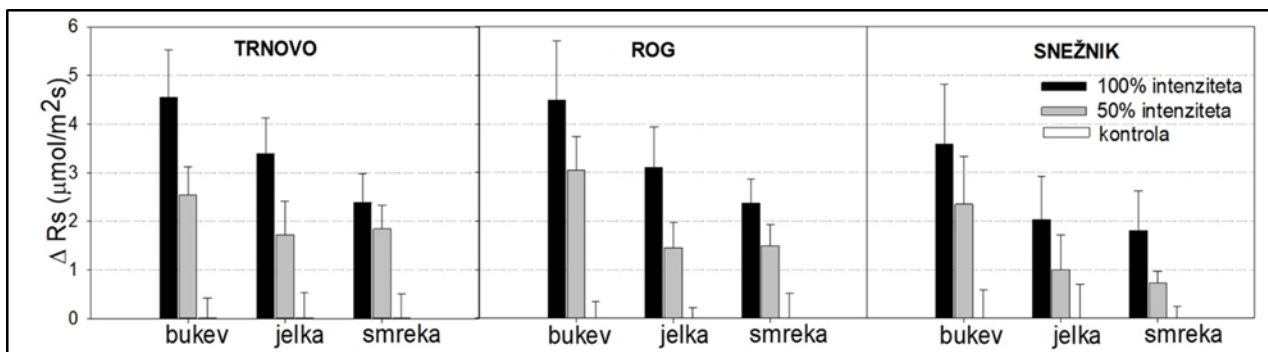
Slika 3: Komora prenosnega sistema za merjenje respiracije tal LI-6400, s katerim smo opravili meritve na vseh 27 lokacijah (levo), in avtomatski sistem za meritve dihanja tal (desno). Prikazan je shematski videz avtomatske komore, videz komore nameščene na terenu, in centralni krmilni sistem z multiplekserjem, analizatorjem LI-840 in hranilnikom podatkov.

Rezultati

Kratkoročni učinek visoke intenzivnosti sečnje (50 % in 100 % posek lesne zaloge) je bil viden v vsakem posameznem organskem podhorizontu (Ol, Of in Oh); podhorizonta Ol in Oh na teh ploskvah sta bila tanjša od teh podhorizontov na kontrolnih ploskvah. Tudi najmanjše koncentracije ogljika smo ugotovili v vseh organskih podhorizontih na ploskvah s 50 in 100 % intenzivnostjo ukrepa.

Največje spremembe zaradi močnejših intenzivnosti sečnje so nastale v organskem delu tal. Pri ploskvah s 50 % in 100 % posekano lesno zalogo smo ugotovili značilno zmanjšan delež dušika. Posledično se je na takih ploskvah v organskem delu tal značilno povečala vrednost razmerja C/N razmerja. Pri 100 % poseku lesne zaloge se je v štiriletnem obdobju po poseku značilno povečala tudi pH vrednost v organskem delu tal.

Zaradi izvedenih sečenj z različno intenzivnostjo (Slika 4), se je takoj po poseku povečala razgradnja organske snovi in posledično povečala količina talnega CO₂, že drugo vegetacijsko dobo po opravljenih ukrepih pa se je respiracija tal na gospodarjenih ploskvah zmanjšala za do 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (podatki iz avtomatskih komor na ploskvah Trnovo kontrola in Trnovo 100 % posek lesne zaloge).



Slika 4: Količina talnega CO₂ se povečuje z intenziteto sečnje takoj po opravljenih ukrepih. Prikazane so razlike povprečne vrednosti respiracije tal na različnih lokacijah z izvedenimi ukrepi in kontrolo glede na prevladujoče drevesne vrste (Čater 2015)

Na raziskovalnih ploskvah smo potrdili povezavo med:

- temperaturnimi razmerami in respiracijo tal;
- intenzivnostjo ukrepa in respiracijo tal ter
- povezavo med prevladujočo drevesno vrsto in časovnim izzvenevanjem učinka sečnje (Čater, 2015).

Ugotovljena stopnja respiracije tal je bila največja po opravljenih ukrepih v sestojih s prevladujočo bukvijo glede na sestoj s prevladujočo jelko ali smreko. Povsod je bila največja sprememba izmerjena na ploskvah s 100 % posekom lesne zaloge in najmanjša na kontrolnih ploskvah brez opravljenega ukrepa.

Razprava in zaključek

Naravne spremembe (vetrolomi, snegolomi, odmrtnje enega ali skupine dreves) ali gozdnogojitveni ukrepi (sečnja, redčenje) spreminjajo mikroklimatske lastnosti gozdnih sestojev. Rezultati naše raziskave organskega ogljika in dušika v gozdnih tleh kažejo, da intenzivnost sečnje vpliva predvsem na organski del tal, kjer se z večanjem intenzivnosti sečnje nakazuje trend zmanjševanja količine ogljika v tleh. Statistično značilno se manjša tudi delež dušika, značilno pa se večja razmerje C/N. Spremembe sestojne mikroklimatske zaradi intenzivnejšega poseka vplivajo na humifikacijske in mineralizacijske procese v tleh, kar posledično poveča talne emisije CO₂. Temperatura zraka ima, poleg vlage v tleh, glavno vlogo pri sproščanju talnega CO₂ (Epron in sod., 1999). Rezultati potrjujejo razlike v odzivih, povezane z zmanjševanjem intenzivnosti sečnje: največje spremembe so bile izmerjene takoj po poseku na ploskvah, kjer smo posekali 100 % lesne zaloge, in najmanjše na kontrolnih ploskvah brez ukrepa. Na podlagi meritev lahko zaključimo, da se respiracija tal razlikuje v odvisnosti od prevladujoče drevesne vrste in vpliva sestojne zgradbe. Odločilna je temperatura tal (in vlaga), skozi katero se zrcali intenzivnost gozdnogojitvenih ukrepov.

Trenutno gospodarjenje z dinarskimi jelovo-bukovimi gozdovi in intenzivnost gozdnogojitvenih ukrepov glede na lesno zalogo zagotavlja ustrezno kroženje in tudi ohranjanje ogljika v ekosistemu. Z vidika ponora ogljika so velika težava velikopovršinske motnje, zaradi katerih se spreminjajo mikroklimatske sestojne razmere, ki povzročajo izgubo ogljika tako iz nadzemne biomase kot tudi iz gozdnih tal.

V okviru gozdnogojitvenih ukrepov za izboljšano oz. neokrnjeno sposobnost skladiščenja ogljika v gozdnih tleh predlagamo naslednje: izogibanje velikopovršinskim sečnjam, izogibanje prevelikim nihanjem lesne zaloge zaradi sečnje, čim hitrejša sanacija površin, prizadetih zaradi ujm, preprečevanje erozijskih procesov (ustrezna gradnja gozdne infrastrukture), skrb za biološko in mehansko stabilnost gozdnih sestojev ter preprečevanje gozdnih požarov.

Viri in literatura

- Darenova, E., Čater, M., 2018. Different structure of sessile oak stands affects soil moisture and soil CO₂ efflux. *Forest science*, vol. 64, iss. 3, str. 340–348.
- Čater, M., 2015. Thinning effect on soil respiration in Silver fir, Beech and Spruce predominating adult forest stands. V: Houšková, K. (ur.), Černý, J. (ur.). *Proceedings of Central European silviculture*, Brno: Mendel University Brno. str. 154–163.
- D'andrea, E., Ferlan, M., Skudnik, M., Mali, B., Čater, M., Simončič, P., Levanič, T., Marinšek, A., Kobač, M., et al. 2016. Did ManForC.BD forest treatments influence carbon stock and sequestration?. *Italian journal of Agronomy*, Vol. 11: 118–125.
- Epron, D., Farque, L., Lucot, E., Badot, P-M, 1999. Soil CO₂ efflux in a beech forest: dependence on soil temperature and soil water content. *Ann. For. Sci.* 56: 221–226.
- Guan, D. X., J. B. Wu, X. S. Zhao, et al. 2006. CO₂ fluxes over an old, temperate mixed forest in northeastern China. *Agr. Forest Meteorol.* 137:138–149.
- Johnson, DW, Curtis, PS. 2001. Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. *Forest ecology and management* 140: 227–238.
- Raich, JW, Schlesinger, WH, 1992. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. *Tellus Ser. B* 44: 81–99.
- Xu, M., Qi, Y., 2001. Separating the effects of moisture and temperature on soil CO₂ efflux in a coniferous forest in the Sierra Nevada mountains. *Plant Soil* 237: 15–23.

[illegible]

VPLIV SODOBNIH TEHNOLOGIJ NA GOZDNA TLA – POGLEDI STROKOVNE JAVNOSTI

Jurij Beguš | Zavod za gozdove Slovenije, jurij.begus@zgs.si
Aleš Poljanec | Zavod za gozdove Slovenije, ales.poljanec@zgs.si

Ključne besede: strojna sečnja, gozdna tla, prenos znanja, metode sodelovanja

Uvod

Dosedanje aktivnosti na področju uvajanja strojne sečnje kot ene pomembnejših sprememb v gozdni proizvodnji v zadnjih dvajsetih letih so bile usmerjene v krepitev sodelovanja stroke in drugih deležnikov, z namenom, da bi bilo uvajanje novosti za gozd in okolje čim manj obremenjujoče. Pri tem se je stroka odločila za različne pristope, kot so: delavnice, seminarji, terenske predstavitve in skupni projekti. Tako usmerjen proces je vodil do prepoznavanja glavnih problemov, do priprave smernic in navodil, do potrebnih sprememb zakonodaje in potrebnega razumevanja pogledov posameznih udeležencev procesa. Zelo pomemben rezultat tega procesa so rezultati delavnic, na katerih so lahko vsi udeleženci prispevali k usmeritvam za nadaljnje delo. Na delavnicah so udeleženci kot enega glavnih problemov izpostavili vpliv strojne sečnje in posledično vseh novih tehnologij na gozdna tla. K temu spoznanju niso vodile le delavnice, ampak tudi dejanske razmere na terenu. Zato je Zavod za gozdove Slovenije v sodelovanju z Biotehniško fakulteto, Oddelkom za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire v oktobru 2018 na Pokljuki organiziral seminar z naslovom »Vpliv gozdarskih tehnologij na gozdna tla«. Seminar je bil sestavljen iz teoretičnega dela, predstavitev na terenu in delavnice, na kateri so udeleženci izrazili svoje poglede na uvajanje strojne sečnje.



Slika 1: Terenski del seminarja »Vpliv gozdarskih tehnologij na gozdna tla«, Pokljuka, oktober 2018, točka »Gozdna tla« (foto: dr. A. Poljanec)

V prispevku so predstavljeni rezultati seminarja na Pokljuki ter ključni rezultati delavnic, ki smo jih izvedli v preteklosti. Na tak način prikazujemo poglede stroke na omenjeno problematiko in usmeritve, ki so jih udeleženci nakazali v okviru seminarja.

Metode

Pogled strokovne javnosti smo pridobili predvsem na podlagi metod sodelovanja, kjer smo na treh glavnih delavnicah v letih 2002 (Beguš 2002), 2010 (Beguš 2011) in 2018 uporabili enak pristop, torej iste metode in udeležence naslovili z enakim vprašanjem. Uporabili smo H-metodo, ki smo jo nadgradili z metodo parnih primerjav. Pri izvedbi H-metode udeleženci delajo po skupinah in ocenjujejo nek problem oziroma neko temo. Najprej podajo individualno oceno med 0 in 10, nato (še vedno) individualno navedejo negativne in pozitivne razloge, ki pojasnijo njihovo oceno. Sledi ocena problema celotne skupine, ki ni aritmetična ocena individualnih ocen. Na koncu skupina navede predloge s katerimi bi se ocena skupine pomaknila proti 10. Z metodo parnih primerjav skupina s primerjanjem pomembnosti predlogov v odnosu z drugimi predlogi določi prioritete ukrepanja. Na delavnicah so udeleženci ocenjevali uvajanje oziroma stanje na področju rabe strojne sečnje v Sloveniji. Izbira enotnega vprašanja in enotnih metod vodi k možnosti primerjav tako numeričnih ocen udeležencev kot pogledov na probleme in prednosti ter dane rešitve, ki so jih udeleženci sami predlagali v okviru delavnic. Rezultate vseh treh delavnic smo analizirali z osnovnimi statističnimi analizami (Beguš 2007).

Delavnice in seminarje so skozi celoten šestnajstletni proces oblikovali na približno enak način. Sestavljeni so bili iz teoretičnega in terenskega dela, tri med njimi (v letih 2002, 2010 in 2018) pa so se končale z delom, na katerem so udeleženci sami ocenjevali stanje strojne sečnje v določenem času, predlagali rešitve za izboljšanje stanja ter nakazali morebitne korake, kako uresničiti svoje predloge. Na tak način so bili udeleženci aktivno vključeni v proces uvajanja novih tehnologij, strojne sečnje v Sloveniji, organizatorji so bili zavezani k upoštevanju njihovih predlogov, stroka pa je dobila ustrezne usmeritve, ki so jo vodile v oblikovanje takih strokovnih okvirov, ki so novo tehnologijo ustrezno umeščali v okvire slovenskega koncepta gospodarjenja z gozdom. Poudariti je tudi treba, da so bile delavnice vedno organizirane kot skupni dogodek vseh deležnikov v gozdarstvu.

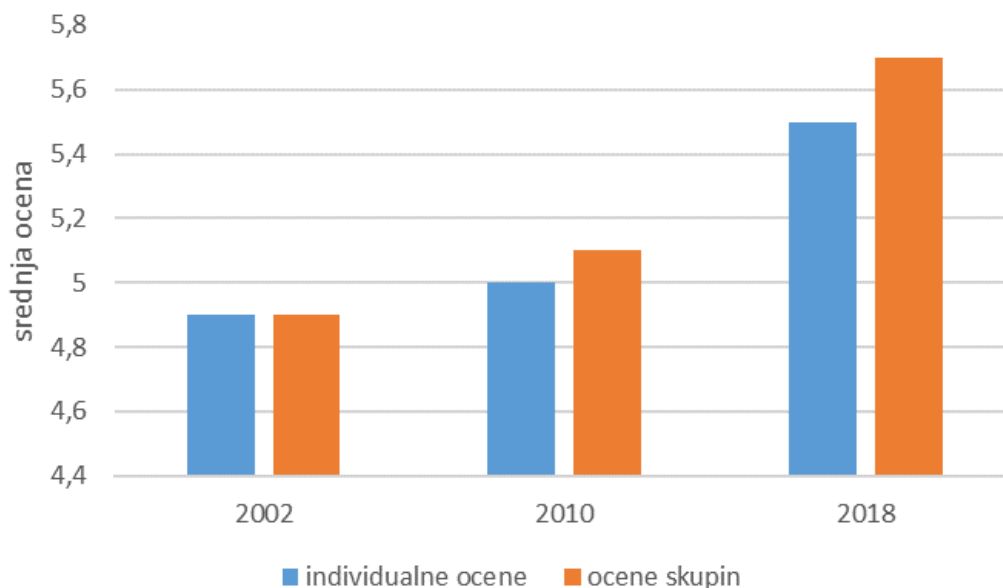


Slika 2: Participativna delavnica seminarja »Vpliv gozdarskih tehnologij na gozdna tla«, Pokljuka, oktober 2018, točka »Gozdna tla« (foto: dr. A. Poljanec)

Verjetno najpomembnejše vprašanje oziroma problem, na katero so ves čas opozarjali tudi udeleženci delavnic, je vpliv strojne sečnje na gozdna tla. Zato smo se na seminarju v oktobru 2018 posvetili predvsem temu vprašanju. Seminar »Vpliv gozdarskih tehnologij na gozdna tla« sta na Pokljuki organizirala Zavod za gozdove Slovenije v sodelovanju z Biotehniško fakulteto, Oddelkom za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire in s podporo dveh projektov, projekta Links4Soils programa Interreg Apline Space, ki poteka na Zavodu za gozdove Slovenije, in projekta CRP z naslovom »Vpliv strojne sečnje na gozd in določitev meril za njeno uporabo«, ki poteka na Biotehniški fakulteti in Gozdarskem inštitutu Slovenije. Poleg naštetih so pri organizaciji sodelovali še Gozdno gospodarstvo Bled, Kmetijski inštitut Slovenije, Gozdarski inštitut Slovenije in Javni zavod Triglavski narodni park. Seminar je obsegal tri sklope: teoretični del, terenski del in zaključno delavnico. Teoretični del so sestavljali strokovni prispevki, s katerimi so avtorji predstavili stanje pri uporabi sodobnih tehnologij v Sloveniji, stanje in smeri razvoja sodobnih tehnologij v svetu, gozdna tla in izvajanje gozdnih del ter vplive strojne sečnje na gozdna tla z določitvijo meril za njihovo uporabo. Na terenskem delu so udeleženci obravnavali pristope pri določanju meril uporabe sodobnih tehnologij v okviru gozdnogospodarskega načrtovanja, ocenjevanja poškodovanosti na gozdnih tleh po izvedbi del, poglede izvajalcev del na obravnavano problematiko, gozdna tla, sodelovanje različnih institucij pri načrtovanju in izvedbi gozdnih del s poudarkom na zavarovanih območjih. Dogodek smo sklenili z delavnico, na kateri so udeleženci podali poglede udeležencev na obravnavano problematiko.

Rezultati

Analiza individualnih in ocen skupin v postopku H-metode nam kaže na oceno strokovne javnosti o proučevanem problemu. Individualne ocene so rezultat posameznikovih izkušenj in opažanj, navadno so nekoliko nižje od ocen skupine, ki se določijo kasneje ob upoštevanju mnenja vseh udeležencev v skupini.



Slika 3: Gibanje individualnih in skupinskih ocen udeležencev delavnic

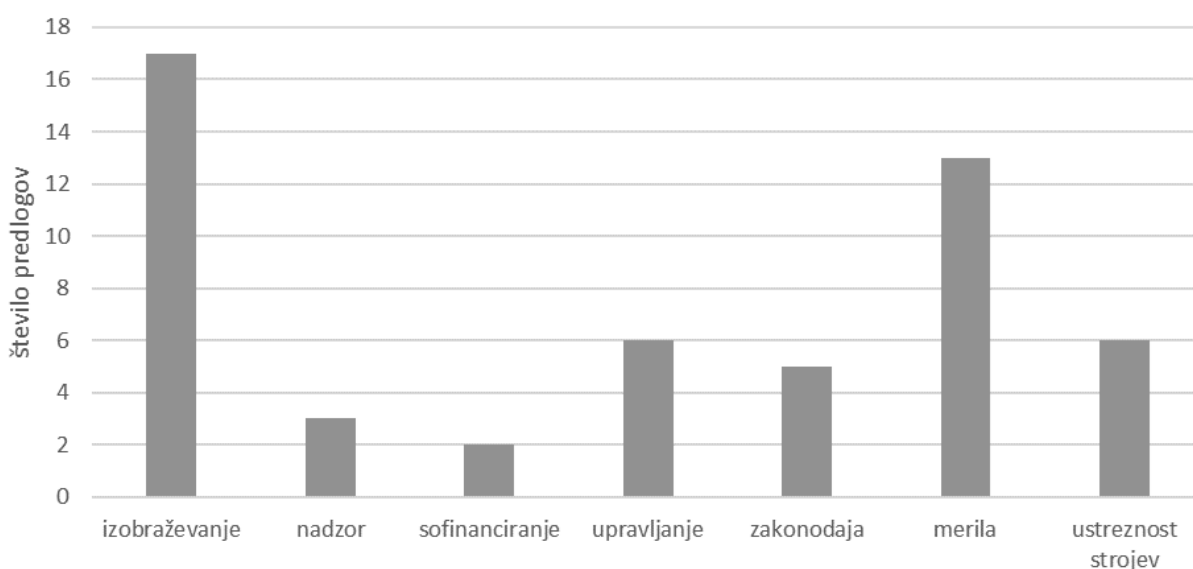
V začetni delavnici leta 2002 sta bili oceni nizki, udeleženci niso imeli izkušenj s strojno sečnjo, mnogi so se z njo prvič srečali na delavnici. Žal je bil terenski prikaz izvedbe strojne sečnje nekoliko neposrečen, kar je zagotovo vplivalo na poglede udeležencev in posledično na njihove ocene. Ker se je v nadaljevanju delež strojne sečnje večal, organizirali smo kar nekaj skupnih dogodkov, dopolnili zakonodajo, skupno pripravili strokovne usmeritve, ter na tak način dorekli, kako bodo posamezni deležniki delovali na tem področju, smo pričakovali, da bodo ocene naslednjih dveh delavnic višje. Z vse večjo uporabo strojne sečnje so se pojavili

dodatni problemi in dodatna strokovna vprašanja, ki se odražajo tako v samih ocenah, njihovih utemeljitvah (negativni in pozitivni odgovori) ter v predlogih za izboljšanje stanja. Kot primer navajamo zahtevo po izobraževanju strojnikov, ki je nedvomno posledica neustrezne izvedbe del. Le-ta se kažejo na poškodbah stoječega drevja in predvsem na poškodbah gozdnih tal. Temu podobna je zahteva po ustrezni izbiri časa izvedbe del, ki neposredno odraža posledice izvajanja del v slabi nosilnosti gozdnih tal. Zato je zahteva po dodatnih merilih, kdaj in kje je mogoča strojna sečnja, zelo upravičena. Na podlagi navedenih ocen lahko sklepamo, da je treba še mnogo postoriti predvsem za okolju bolj prijazno izvedbo del, saj ocena, ki se giblje okoli sredine, kaže na relativno zaskrbljujoče stanje. Zakaj so ocene take, nam pojasnijo negativni in pozitivni pogledi na obravnavano vprašanje (Preglednica 1). Poglede smo razvrstili v skupine, ugotovili njihovo frekvenčno porazdelitev in tako na nek način tudi težo določenega pogleda.

DELAVNICA	NEGATIVNI POGLEDI	POZITIVNI POGLEDI
2002	Odklon od sonaravnosti	Humanizacija dela, varnejše delo
	Škode na gozdnih tleh in sestojih	Nizki stroški, večja storilnost
	Premalo ustreznih površin v Sloveniji	Tehnološki razvoj
	Visoke investicije	Primerno v sanaciji ujm
2010	Premalo znanja, usposobljenosti	Humano, varnejše delo
	Poškodbe na tleh, sestojih	Višji učinki
	Ni meril, nedorečena zakonodaja	Napredek, razvoj stroke
	Neprimerni stroji	Hitra izvedba (sanacije)
2018	Poškodbe tal in sestojev	Učinkovitost, hitrejša sanacija ujm
	Premalo usposobljenih izvajalcev del	Večja varnost pri delu
	Neustrezni stroji	Znanje, uveljavljena tehnologija
	Nedorečena merila uporabe SS	Ekonomičnost

Preglednica 1: Pregled negativnih in pozitivnih pogledov na uvajanje strojne sečnje v Sloveniji (predstavljeni so pogostejši odgovori)

V vsakem obdobju prevladujejo določeni problemi, vendar pa so nekateri, ki so prisotni ves čas in skozi dojetanje udeležencev pridobivajo na pomenu. Medtem, ko je bila na prvi delavnici prisotna bojazen, da bo strojna sečnja prizadela slovenski koncept gospodarjenja z gozdovi, v naslednjih letih ta pomislek ni več tako prisoten. Stroka je dojela, da je strojna sečnja dejstvo, ne more pa se sprijazniti z načinom izvedbe del. Vedno bolj prihaja v ospredje vprašanje poškodovanosti gozdnih tal, ki tako postaja eden ključnih problemov pri rabi teh tehnologij.



Slika 4: Frekvenčna porazdelitev skupin predlogov na delavnici 2018

Vzrokov za to je več, in sicer: strojniki so premalo usposobljeni, stroji marsikdaj niso ustrezni, ni jasnih meril, kje uporabljati strojno sečnjo. Med pozitivnimi pogledi so udeleženci takoj prepoznali humanizacijo dela in varnejše delo, predvsem v zadnjem času, ko je strojna sečnja znatno prispevala k hitri sanaciji ujm, pa je to razumljivo prepoznano kot eden najbolj pozitivnih razlogov za njeno uporabo.

V procesu izvedbe delavnic so bili predlogi skupin vedno njihov najpomembnejši rezultat, saj so bili vodilo odgovornim, kam usmeriti svoje aktivnosti, ki bi izboljšale stanje. Tudi te predloge smo razvrstili v skupine, ki nam nakazujejo, katera področja bodo v prihodnje terjala večjo angažiranost vseh odločujočih deležnikov v gozdarstvu. Kar 65 % vseh predlogov je bilo takih, ki se neposredno ali posredno nanašajo na problematiko gozdnih tal. Med predlogi, ki so bili v procesu parnih primerjav prepoznani kot najbolj nujni, pa je takih 92 %.

Razprava in zaključek

Analiza pogledov strokovne javnosti, ki se nanašajo na rabo strojne sečnje v povezavi s tlemi, odgovorne zavezuje k izvedbi aktivnosti, ki bodo sledile predlogom, pridobljenim na delavnici. Določiti je treba območja in pogoje, ki ustrezajo rabi strojne sečnje s poudarkom na izboljšanju podatkov o gozdnih tleh. Pridobljene usmeritve je treba vključiti v zakonske okvire. Intenzivno si je treba prizadevati za izobraževanje strokovnega kadra, izvajalcev del pa tudi širše javnosti. Predvsem je treba ozavestiti lastnike gozdov, da bodo v povezavi z izvedbo del prevzeli večjo odgovornost do svojega gozda, izvajalce pa, da bodo uporabili terenskim razmeram ustrezno tehnologijo. Menimo, da je treba v prihodnje s takim pristopom nadaljevati, saj je na tak način strokovna javnost aktivno vključena v določen proces.

Viri in literatura

- Beguš, J., 2002. Analiza pogledov stroke do uvajanja strojne sečnje v Sloveniji, Zbornik referatov, Gozdarska zbornica Slovenije, Ljubljana.
- Beguš, J., 2011. Pristopi pri uvajanju sodobnih tehnologij s poudarkom na strojni sečnji, Študijski dnevi 2011, <http://web.bf.uni-lj.si/go/gsd2011/program.html>.
- Beguš, J., 2007. Report of the Mission on Capacity Building of Public Forest Administration & Service and Support to Forest Owners' Associations http://www.forestryprojectserbia.org.rs/PDF/engleski/reports/begus_2nd_mission_report.pdf.
- Inglis, A., Musch, A., 1999. Quist-Hoffmann H., The Participatory Process for Supporting Collaborative Management of Natural Resources. FAO, Rim.

GOZDNA TLA IN STROJNA SEČNJA

Milan Kobal | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, milan.kobal@bf.uni-lj.si

Tomaž Kralj | Agrarius, tla in okolje, Tomaž Kralj s.p., info@agrarius.si

Primož Bratun | Ljubljanska cesta 103A, Šmarje-Sap, primoz.bratun@hotmail.si

Ključne besede: poškodbe gozdnih tal, strojna sečnja, kolesnice, lastnosti tal, gozdna tla

Uvod

Tudi v Sloveniji strojna sečnja (lahko) tudi v Sloveniji povzroči negativne vplive na gozdni ekosistem. Poškodbe tal zaradi (strojne) sečnje že dolgo časa raziskujejo v tujini (npr. Lull, 1959; Dickerson, 1976; Howard in sod., 1981; Wästerlund, 1985). Pri tem lahko v gozdarstvu kritično uporabimo tudi posamezne izsledke raziskav v kmetijstvu, vendar jih je treba pri prenosu v gozdarstvo obravnavati zadržano, - predvsem je nujna celostna obravnava gozdnega rastišča in gozdnega sestoja na eni strani ter organizacije gozdarskih del na drugi.

Poškodbe gozdnih tal nastanejo zaradi dinamičnih pritiskov kolesa ali gosenice na podlago (Horn in sod., 2007). Ob prehodu stroja se z delovanjem sil na podlago le-ta začne deformirati, kar povzroči glavne poškodbe tal: zbijanje, njihovo premeščanje in nastanek kolesnic (Naghdi in sod., 2009; Ampoorter in sod., 2012). Negativni vplivi na kakovost tal za rast in produktivnost ob večjih razsežnostih veljajo za degradacijo rastišča (Brais in Camiré, 1998; Hillel, 2004). Natančna ponazoritev vpliva stroja na podlago je v praksi zelo težavna zaradi heterogenosti matične podlage, plastičnosti tal, spremenljivih položajev stroja med vožnjo in različnih hitrosti prehoda stroja. Košir (2010) kot pomembne dejavnike za nastanek poškodb tal navaja dejavnike podlage, kolesa, način prenosa sile na podlago, velikosti stroja in bremena, naklon ter relief.

Lastnosti gozdnih tal, ki so pomembne z vidika občutljivosti tal za poškodbe po strojni sečnji

Med primarne talne dejavnike nastanka poškodb tal uvrščamo teksturo tal, organsko snov, zrak in vodo v tleh. Poškodbe tal nimajo večjega vpliva na teksturo tal, medtem ko tekstura lahko pomembno vpliva na nastanek poškodb (Richard in sod., 2001). Večji delež organske snovi v tleh zmanjšuje gostoto in povečuje poroznost tal, prepustnost tal za vodo in zrak (Arthur in sod., 2013). Talne zračne razmere so odvisne predvsem od stopnje prehodnosti zraka v tleh (vpliv teksture tal, strukture tal, poroznosti tal, organske snovi v tleh, gostote tal, idr.). Voda v gozdnih tleh ima od vseh spremenljivk verjetno najpomembnejšo in hkrati najbolj kompleksno vlogo. Zbijanje lahko povečuje delež rastlinam nedostopne vode (Richard in sod., 2001). Na rastiščne razmere in občutljivost tal za zbijanje pomembno vplivajo količina in porazdelitev vode v tleh ter njeno agregatno stanje v tleh (Hillel, 2004).

Med sekundarne talne dejavnike nastanka poškodb tal uvrščamo strukturo tal, poroznost tal, prepustnost tal za vodo in zrak ter gostoto tal. Struktura tal zelo vpliva na prehodnost zraka in vode v tleh ter s tem na rastiščne razmere (Kimmins, 2004). Na strukturne značilnosti tal negativno vplivata visoka vlažnost in zbijanje tal (Hillel, 2004). Ob zbijanju tal se poroznost tal zmanjša, delež majhnih talnih por in delež rastlinam nedostopne vode pa se lahko povečata (Dickerson, 1976; Richard in sod., 2001; Naghdi in sod., 2009). Ob nasičenju tal z vodo (Horn in sod., 2007) in s prehodi mehanizacije se poroznost praviloma zmanjša (Matthies in sod., 2003;

Wilpert in Schäffer, 2006; Arthur in sod., 2013). Gostota tal je merjen parameter zbijanja (Smith, 1995). Vrednosti gostote tal so odvisne od teksture, vlage in organske snovi v tleh (Šušnjar in sod., 2006; Kobal in sod., 2011). Prehodi mehanizacije povečujejo gostoto tal.

Prostorska delitev gozdnih tal Slovenije glede na občutljivost tal za poškodbe po strojni sečnji

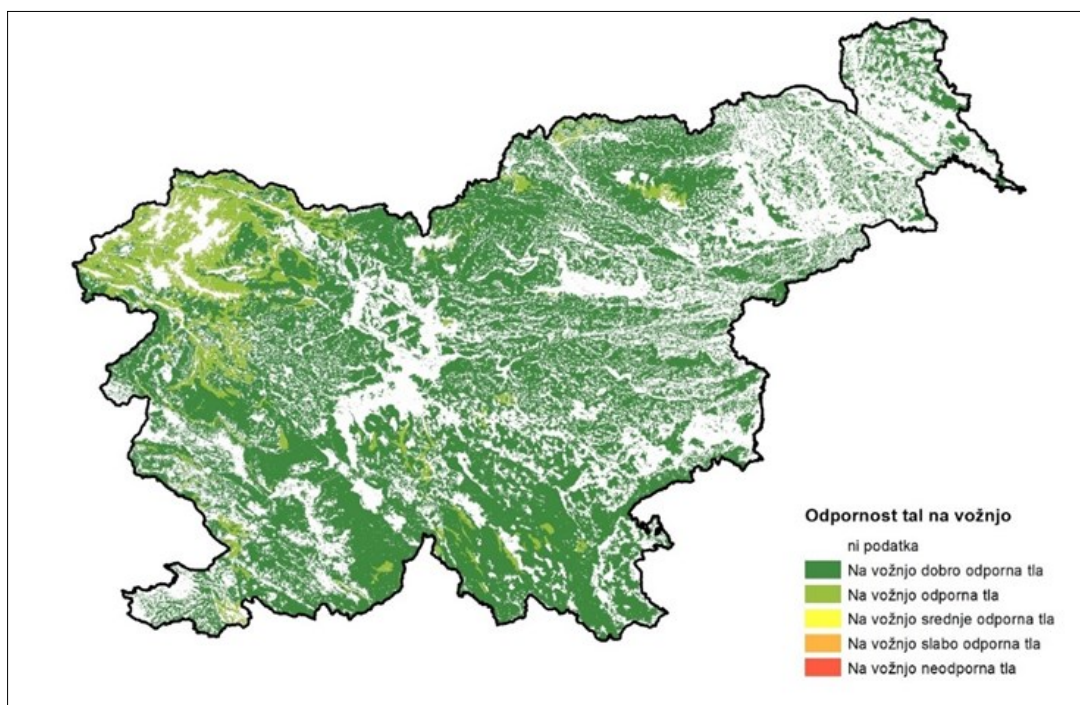
Pri razvrščanju gozdnih tal Slovenije v homogene skupine glede na odpornost na vožnjo smo upoštevali podatke o povprečni globini tal, povprečni organski snovi v gornjem horizontu tal ter povprečnem teksturnem razredu tal. Našteti podatki temeljijo na osnovi ekspertne ocene, opravljene na podlagi reprezentativnih talnih profilov (za vsako poligon pedokartografske enote PKE generalizirane pedološke karte v merilu 1 : 25000). Ti podatki niso (bili) na voljo v digitalni vektorski obliki, pač pa so kot slike dostopni na spletni strani Biotehniške fakultete UL. V okolju GIS smo slike georeferencirali in vsakemu poligonu PKE pripisali vrednost kategorije omenjenih talnih lastnosti.

Pri razvrščanju gozdnih tal glede na odpornost na vožnjo smo poleg omenjenih lastnosti tal upoštevali tudi klimatske razmere (temperaturo in vlago tal). Tla smo ločeno razvrstili glede odpornosti na vožnjo za različna "stanja" tal: a) suha tla – gruda suhih tal (vsaj do globine 30 cm), ob stisku z roko na njej ne pušča sledi, b) vlažna tla – gruda vlažnih tal ob stisku z roko na njej pušča sledi, c) mokra tla – ob stisku z roko se iz grude izceja voda, d) zasnežena tla – tla so zasnežena, ko je debelina snežne odeje vsaj 30 cm ter e) zamrznjena tla – tla so zamrznjena vsaj do globine 30 cm. Glede na posamezno lastnost tal smo tla jih razvrstili v tri kategorije odpornosti na vožnjo: 1 – na vožnjo odporna, 2 – na vožnjo pogojno odporna ter 3 – na vožnjo neodporna (Preglednica 1).

Preglednica 1: Vpliv povprečne globine, organske snovi ter teksture gozdnih tal na odpornost na vožnjo glede na klimatske razmere

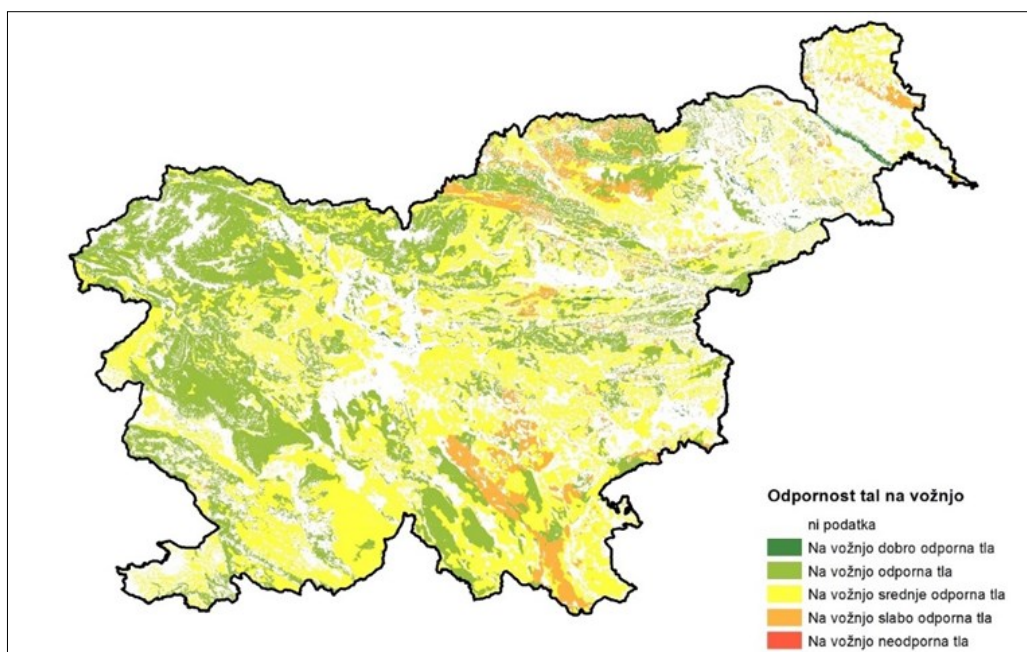
Tla so...		suha			vlažna			mokra			zasnežena			zamrznjena		
Odpornost tal		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Globina tal	0 – 30 cm	x			x					x	x			x		
	0 – 50 cm	x				x				x	x			x		
	0 – 70 cm	x				x				x	x			x		
	> 70 cm	x				x				x	x			x		
	Večji razpon	x				x				x	x			x		
Organska snov v tleh	< 4 %	x			x					x	x			x		
	4 – 10 %	x				x				x	x			x		
	> 10 %		x			x				x	x			x		
Tekstura tal	Lahka tla	x			x					x	x			x		
	Srednje težka tla	x				x				x	x			x		
	Težka tla	x				x				x	x			x		

Razvrstitev suhih tal v kategorije glede odpornosti smo izdelali tako, da smo pomnožili vrednosti odpornosti tal, ki smo jih določili za posamezno lastnost suhih tal določili in so prikazane Preglednici 1. Območja, kjer je vsebnost organske snovi v gornjem horizontu tal več kot 10 %, so bila uvrščena v kategorijo 2, sicer so tla uvrščena v kategorijo 1. Pri suhih tleh globina ni omejitveni dejavnika odpornosti tal na vožnjo. Omejitveni dejavnik je lahko izrazito peščena tekstura tal, zlasti pa visoka vsebnost organske snovi v tleh (vsebnost organske snovi v zgornjih 10 cm tal > 25 %), saj lahko zaradi drobljenja organske snovi prihaja do nastane degradacije organskih horizontov (slika 1). Predvsem so problematična območja, kjer je lahko prisotna vetrna erozija.

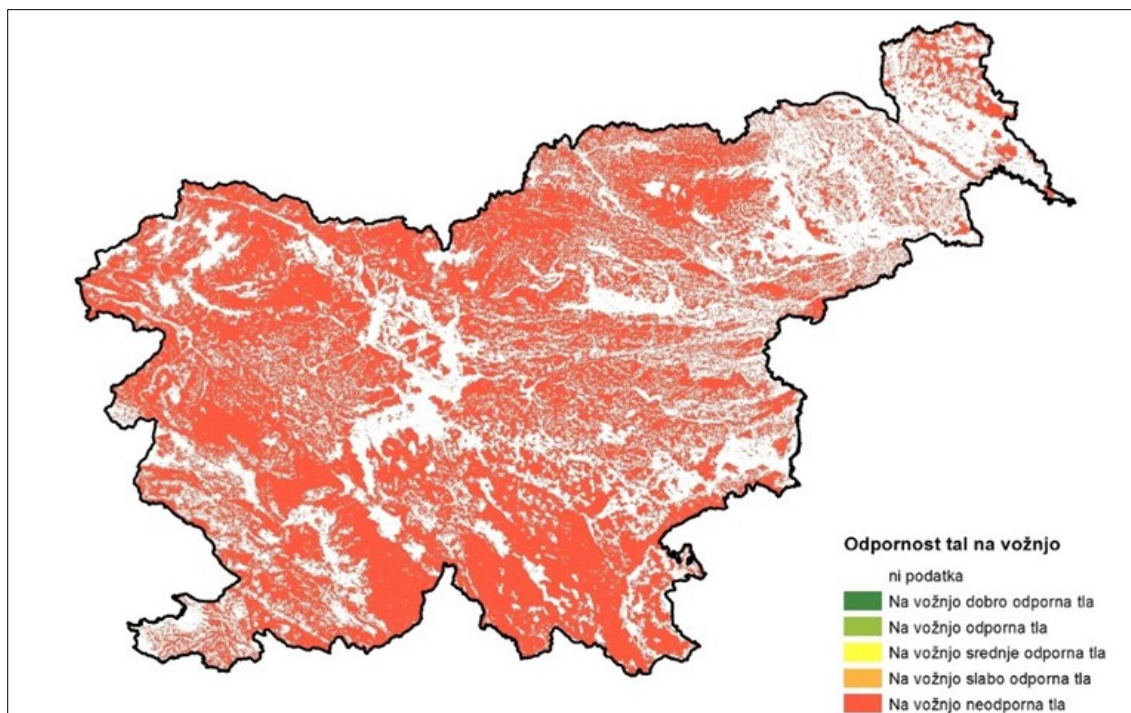


Slika 1: Odpornost suhih gozdnih tal na vožnjo

Tudi razvrstitev vlažnih tal v kategorije glede odpornosti sloni na množenju vrednosti Tudi razvrstitev vlažnih tal v kategorije glede odpornosti sloni na množenju vrednosti odpornosti tal, določenih v Preglednici 1. V kategorijo na vožnjo slabo odporna vlažna tla smo uvrstili tla, ki so na vožnjo pogojno odporna tako glede povprečne globine, kot glede povprečne organske snovi in povprečnega teksturnega razreda (zmnožek = 8). V kategorijo srednje odpornih vlažnih tal na vožnjo smo uvrstili taka tla, ki so bila na vožnjo pogojno odporna v dveh lastnostih tal (zmnožek = 4), v kategorijo odpornih vlažnih tal pa smo uvrstili vlažna tla, ki so bila na vožnjo pogojno odporna v eni lastnosti tal (zmnožek = 2). Preostala tla smo uvrstili v kategorijo dobro odpornih tal na vožnjo. Globina vlažnih tal ni omejitveni dejavnika odpornosti tal na vožnjo v taki meri, da bi bila tla neodporna na vožnjo. Prav tako pri vlažnih tleh ni omejitveni dejavnik tekstura tal, vsaj ne v takšnem deležu, da bi vlažna tla postala neodporna (slika 2). Omejitveni dejavnik je lahko visoka vsebnost organske snovi v tleh (vsebnost organske snovi v zgornjih 10 cm tal > 25 %).

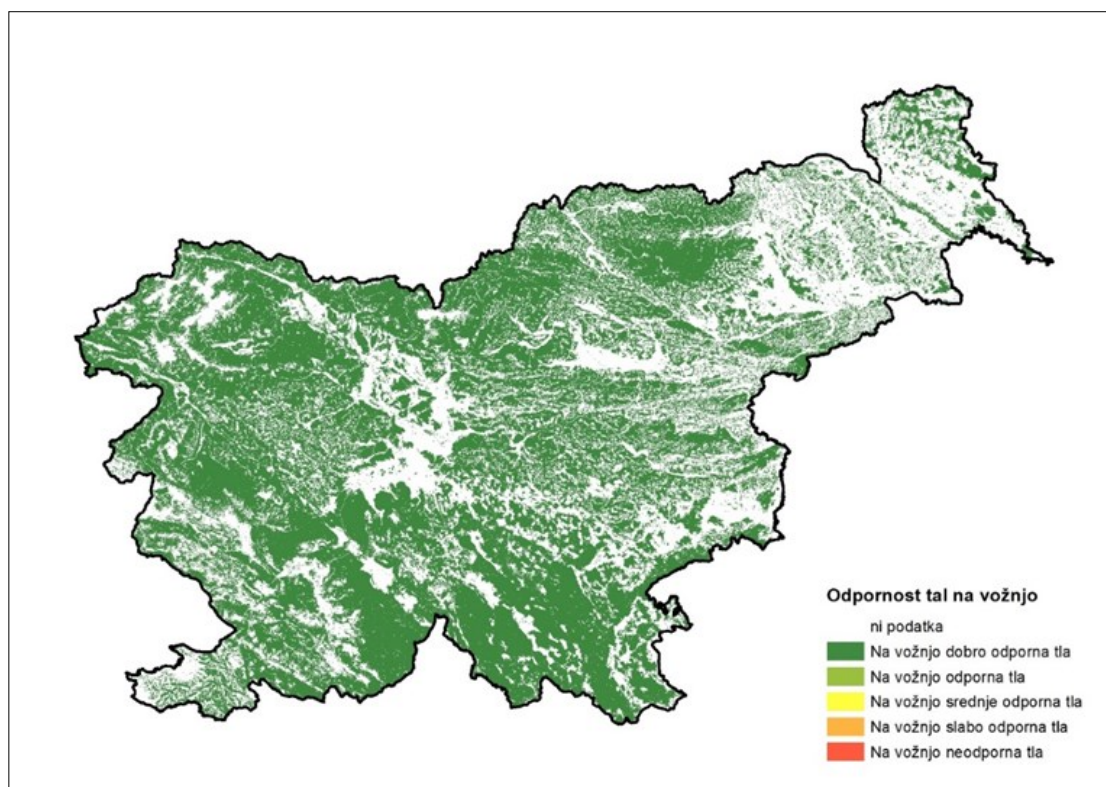


Slika 2: Odpornost vlažnih gozdnih tal na vožnjo



Slika 3: Odpornost mokrih gozdnih tal na vožnjo

Mokra tla postanejo na vožnjo neodporna, in sicer neodvisno od globine, organske snovi v tleh in teksture tal (slika 3).



Slika 4: Odpornost zasneženih in zamrznjenih gozdnih tal na vožnjo

Ko so tla zasnežena in je debelina snežne odeje večja od 30 cm, so v gozdovih vsa tla odporna na vožnjo (slika 4). Ko se sneg tali, se kot dodatno smiselno merilo lahko uporabi največja dovoljena globina kolesnic. Ko so tla zamrznjena vsaj do globine 30 cm, so vsa tla v gozdovih odporna na vožnjo. Ko zmrzal popušča, se ponovno kot dodatno smiselno merilo lahko uporabi največja dovoljena globina kolesnic.

Lastnosti tal izbranih testnih objektov (CRP projekt V4-1624)

V okviru CRP projekta V4-1624: "Vpliv strojne sečnje na gozd in določitev meril za njeno uporabo" smo v delovnem sklopu 3 (DS3 — Meritve) obiskali 13 testnih objektov in na podlagi sondiranja (tri sondaže na objekt) opisali talne razmere (globino horizontov, delež skeleta, organsko snov, teksturo tal, barvo tal). V nadaljevanju raziskave smo tla razvrstili glede na odpornost na vožnjo na tri kategorije (1 – odporna tla, 2 – na vožnjo pogojno odporna tla, 3 – neodporna tla).

Preglednica 2: Talni tipi ter razvrstitev tal glede na odpornost na vožnjo za izbrane objekte

Objekt	Talni tip	Odpornost tal na vožnjo
Brdo	distrična rjava tla	2
Dobrovnik	distrična rjava tla, slabo humozna, izprana	2
Osankarica	distrična rjava tla, globoka	2
Mrtvice	hipoglej, srednje močan, evtričen	3
Pekel	distrična rjava tla, izprana	2
Sahen	rjava pokarbontna tla, slabo humozna	1
Sahen - vrtača1	rjava pokarbontna tla, slabo humozna	1
Sahen - vrtača2	rjava pokarbontna tla, slabo humozna	1
Stojna	rjava pokarbontna tla, plitva	1
Fondek	rjava pokarbontna tla, globoka	1
Razdrto	distrična rjava tla, srednje globoka	2
Smrečje	rjava pokarbontna tla, izprana, globoka	1
Vipava	razvita obrečna tla	2
Hrastje	evtrična rjava tla na produ, izprana	1
Jezero	opodzoljena tla	3

Razprava in zaključek

Med posebnosti gozdnih tal, ki bodisi zaradi izrazito lokalnega pojavljanja bodisi zaradi premalo natančnega kartiranja niso natančno zajete v obstoječi pedološki karti v merilu 1 : 25000, so pa z vidika ohranjanja narave (tla kot naravna dediščina) vredne varovanja, smo uvrstili šotna tla, podzole ter gleje (amfigleje, epigleje).

Navajamo tudi nekaj dejstev, ki jih je smiselno upoštevati pri delitvi tal glede na odpornost oz. pri uporabi obstoječi pedološke karte v merilu 1 : 25000 za namene prostorskega modeliranja:

- 1) pedološka karta za gozdni prostor zelo slabo velja (npr. celoten Nanos je ena PKE!!!),
- 2) v gozdovih je 32,7 % (539) vseh izkopanih talnih profilov,
- 3) merilo 1 : 25000 lahko služi kot pripomoček pri grobi orientaciji, za operativno rabo (sečno-spravilno oz. tehnološko načrtovanje) pa je treba poznati lastnosti tal na mikro nivoju ter specifike organizacije gozdarske proizvodnje,
- 4) smiselno bi bilo vključiti tudi vpliv skeleta – teh podatkov žal na ravni Slovenije ni,
- 5) glede na t.i. segrevanje ozračja je vprašljiva tudi razvrstitev tal na zamrznjena tla in zasnežena tla – že sedaj so, tudi za Alpe, to redke razmere,
- 6) med praktičnimi merili vpliva strojne sečnje na gozd izpostavljamo tudi največjo dovoljeno poškodovanost rastišča in sestoja po končanem delu ter
- 7) mnogo pomembnejši od samih lastnosti tal se za poškodovanost tal zdijo človekovi vplivi, npr. število prehodov stroja, način dela strojnika, teža stroja, pnevmatike/ gosenice itn.

Viri in literatura

- Ampoorter, E., Schrijver, A., Nevel, L., Hermy, M., Verheyen, K. 2012. Impact of mechanized harvesting on compaction of sandy and clayey forest soils: results of a meta-analysis. *Annals of Forest Science*, 69, 5: 533–542.
- Arthur, E., Schjønning, P., Moldrup, P., Tuller, M., de Jonge, L. W. 2013. Density and permeability of a loess soil: long-term organic matter effect and the response to compressive stress. *Geoderma* 193–194: 236–245.
- Brais, S., Camiré, C. 1998. Soil compaction induced by careful logging in the claybelt region of northwestern Quebec (Canada). *Canadian Journal of Soil Science*, 78: 197–206.
- Dickerson, B. P. 1976. Soil compaction after tree-length skidding in northern Mississippi. *Canadian Journal of Soil Science*, 40: 965–966.
- Hillet, D. 2004. *Introduction to Environmental Soil Physics*. Elsevier, Amsterdam: 494 str.
- Horn, R., Vossbrink, J., Peth, S., Becker, S. 2007. Impact of modern forest vehicles on soil physical properties. *Forest Ecology and Management*, 248: 56–63.
- Howard, R. F., Singer M. J., Frantz G. A. 1981. Effects of soil properties, water content and compactive effort on the compaction of selected California forest and range soils. *Soil Science Society of America Journal*, 45: 231–236.
- Kimmins, J. P. 2004. *Forest ecology: a foundation for sustainable forest management and environmental ethics in forestry*. Upper Saddle River, N. J., Prentice Hall, 3rd ed.: 596 str.
- Koba, I. M., Urbančič, M., Potočič, N., de Vos, B., Simončič, P. 2011. Pedotransfer functions for bulk density estimation of forest soils = Pedotransfer funkcije za projeno gustoče šumskih tala. *Šumarski list*, ISSN 0373-1332, 2011, god. 135, br. 1/2: 19–27.
- Košir, B. 2010. *Gozdna tla kot usmerjevalec tehnologij pridobivanja lesa*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 80 str.
- Lull, H. W. 1959. Soil compaction on forest and range lands. *For. Serv., U.S. Dep. Agric.: Washington, D.C., Misc. Publ. No. 768*: 1–33.
- Matthies, D., Wolf, B., Kremer, J., Ohrner, G. 2003. Comparative study of the impact of wheeled and tracked forest machines on soil and roots. *Austro2003: High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain*, October 5-9, 2003, Schlägl - Austria: 1–8.
- Naghdi, R., Bagheri, I., Lotfalian, M., Setodeh, B. 2009. Rutting and soil displacement caused by 450C Timber Jack wheeled skidder (Asalem forest northern Iran). *Journal of Forest Science*, 55: 177–183.
- Richard, G., Cousin, I., Sillon, J. F., Bruand, A., Guérif, J. 2001. Effect of compaction on the porosity of a silty soil: influence on unsaturated hydraulic properties. *European Journal of Soil Science*, 52(1): 49–58.
- Smith, C. W. 1995. Assessing the compaction susceptibility of South African forestry soils. *Soil and Tillage Research*, 41, 1–2: 53–73.
- Šušnjar, M., Horvat, D., Šešelj, J. 2006. Soil compaction in timber skidding in winter conditions. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 27(1): 3–15.
- von Wilpert, K., Schäffer, J. 2006. Ecological effects of soil compaction and initial recovery dynamics: a preliminary study. *European Journal of Forest Research*, 125: 129–138.
- Wästerlund, I. 1985. Compaction of till soils and growth tests with Norway spruce and Scots pine. *Forest Ecology and Management*, 11: 171–189.
-
-
-
-
-
-
-

VPLIV NEKATERIH TERENSKIH IN VREMENSKIH DEJAVNIKOV NA VIDNE POŠKODBE GOZDNIH TAL

Anton Poje | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, anton.poje@bf.uni-lj.si

Matevž Mihelič | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, matevz.mihelic@bf.uni-lj.si

Špela Pezdevšek Malovrh | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, spela.pezdevsek.malovrh@bf.uni-lj.si

Igor Potočnik | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, igor.potocnik@bf.uni-lj.si

Vasja Leban | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, vasja.leban@bf.uni-lj.si

Ključne besede: globina kolesnic, sneg, naklon terena, nosilnost tal, vsebnost vode, gozdna tla

Uvod

Sodobne tehnologije sečnje in spravila lesa zaznamujeta visoka učinkovitost in relativno visoka stopnja varnosti, zato so z gospodarskega oziroma ergonomskega vidika sprejete kot nepogrešljive. Z ekološkega vidika pa so predmet razprav in intenzivnih raziskav, ki zaradi obsežnosti in prilagoditvene sposobnosti naravnih ekosistemov večkrat ponudijo nasprotujoče si ali lokalno specifične rezultate. Kljub več kot pol stoletja trajajočim raziskavam vplivov strojev na tla (Košir, 2010) znanost ne more ponuditi jasnih in nedvoumnih odgovorov na vprašanja posledic vožnje vozil po (gozdnih) tleh. Zato ostaja postavljanje omejitev in dopustnih mej v domeni politike, ki skozi družbeni dialog določi sprejemljiv obseg poškodovanosti tal (Poje in sod., 2019).

Vendar ne smemo pozabiti, da pri upravljanju gozdnih ekosistemov nismo sami, temveč smo tesno povezani z vso javnostjo. Strokovna določitev sprejemljive poškodovanosti je le prvi korak na poti k trajnostnemu gospodarjenju z gozdovi, slediti mu mora naslednji korak, neposredno povezan z raziskovanjem dejavnikov, ki vplivajo na vidne in nevidne poškodbe tal. Le tako lahko zagotovimo z argumenti podprto strokovno ravnanje, ki ga ni mogoče zlahka izpodbijati. Poleg tega je ta korak ključen za določitev ustreznih ukrepov varovanja in preprečevanja poškodb ter za predvidevanje stopnje poškodovanosti tal glede na različne okoljske in tehnične dejavnike. Svetovna literatura je enotna, da med pomembne dejavnike poškodovanosti gozdnih tal zaradi vožnje s sodobnimi stroji uvrščamo: talne razmere (npr. tekstura tal, poroznost, vlažnost tal, struktura tal), terenske razmere (npr. naklon, kamnitost, skalovitost), tehnične značilnosti strojev (npr. masa stroja, število koles, širina pnevmatik) in človeške dejavnike (npr. izkušnost strojevodje) (Cambi in sod., 2015; Saarilahti, 2002; Košir, 2010; Nordlund in sod., 2013).

Da bi določili, ali tla na izbranem delovišču in v določenem trenutku omogočajo delo s sodobnimi stroji, smo v raziskavi proučili vpliv šestih izbranih vplivnih dejavnikov (tj. vlažnost tal, talni tip, naklon terena, kamnitost podlage, višina snega, globina zamrznjenosti), ki vplivajo na poškodovanost gozdnih tal.

Metode

Metode dela so glede na preiskovane dejavnike razdeljene v tri dele. Z namenom ugotavljanja vpliva vsebnosti vode na nosilnost tal je bilo na območju Slovenije postavljenih 17 vzočnih ploskev, na katerih smo med letom z uporabo vlagomera in penetrometra ob različnih vremenskih razmerah vzorčili vsebnost vode v tleh in nosilnost tal (Vpliv..., 2019). Skupaj smo opravili 2799 meritev na sedmih ploskvicah znotraj posameznih ploskev in tako pridobili 557 enot velik vzorec. Na 15 vzorčnih ploskvah so bile opravljene tudi pedološke analize.

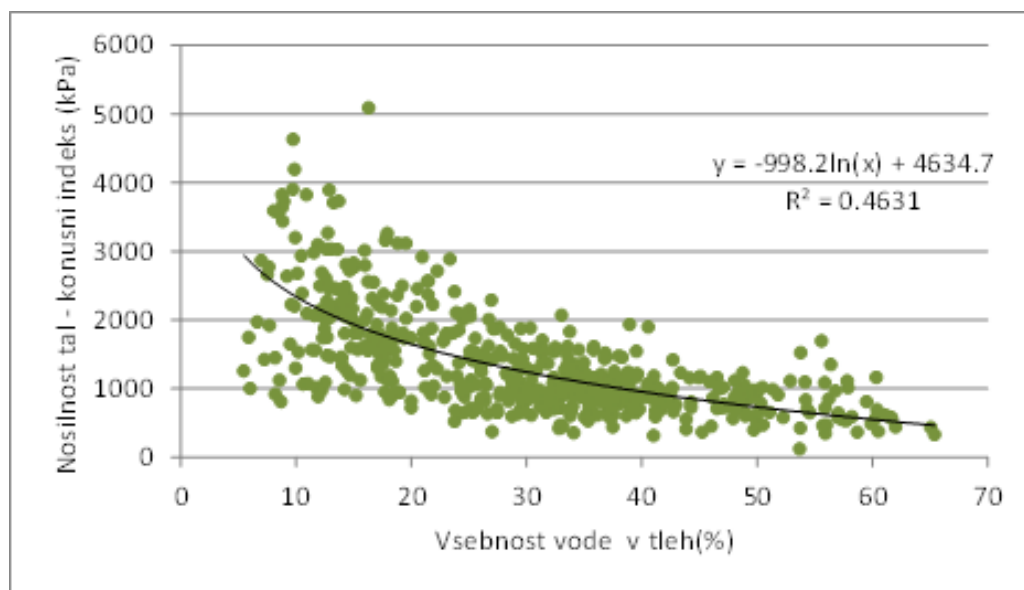
Vpliv naklona prometnice na globino kolesnic smo ugotavljali na dveh objektih, in sicer ob Bukovniškem jezeru, v bližini Dobrovnika, in na Pokljuki, na Mrzlem studencu. V prvem primeru smo podrobneje analizirali podatke, ki jih je za svojo doktorsko disertacijo zbral Mihelič (Mihelič, 2014), na Pokljuki pa smo naključno izbrali tri izvozne poti (tj. sečne poti, ki so namenjene predvsem izvozu lesa z zgibnim polprikoličarjem), kjer je v preteklosti potekal izvoz predvsem z zgibnimi polprikoličarji. Na objektu v Dubrovniku smo globino kolesnic izračunali na podlagi točk, izmerjenih ob sečni poti in na njej (Mihelič, 2014), na objektu na Pokljuki pa smo jih neposredno izmerili z uporabo po nemškem vzoru razvitega orodja (Vpliv..., 2019). Na vzorčnem mestu smo upoštevali najglobljo od obeh kolesnic, naklone poti pa smo pridobili z uporabo podatkov LiDAR z resolucijo 1 × 1 meter.

Podatke o potrebni debelini snežne odeje in globini zmrznjenih tal, ki bi preprečevala čezmerno poškodovanost tal, smo pridobili na podlagi e-vprašalnika, ki ga je izpolnilo 25 anketirancev, zaposlenih pri izvajalcih strojne sečnje, na Zavodu za gozdove Slovenije in v družbi Slovenski državni gozdovi.

Podatke smo analizirali s pomočjo programskega orodja MS Excel, za statistično analizo razlik sredin smo uporabili t-test za nehomogene variance.

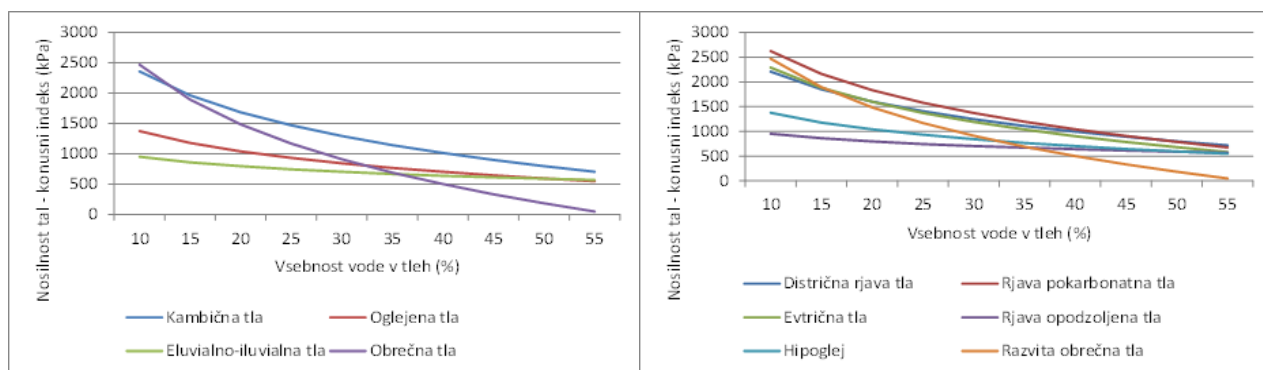
Rezultati

Ugotovitve kažejo, da se nosilnost tal značilno zmanjšuje s povečevanjem vsebnosti vode v tleh (slika 1). Kljub temu prikazani model ni primeren za uporabo v praktične namene, saj je lahko na nekaterih tleh nosilnost tal nizka tudi pri najnižjih vsebnostih vode v tleh. Zato smo za večjo praktično uporabnost na vzročnih ploskvah tla združili glede na pedološke značilnosti v razrede in tipe tal.



Slika 1: Vpliv vsebnosti vode v tleh na nosilnost tal

Glede na razrede in tipe tal se nosilnost tal z vsebostjo vode spreminja zelo različno (slika 2). Tako so kambična tla, znotraj katerih smo zajeli tri talne tipe, in sicer distrična rjava, rjava pokarbonatna in evtrična tla, dobro nosilna (CI = 700 kPa) tudi pri zelo visoki vsebnosti vode (več kot 49 %), ki skoraj doseže poljsko kapaciteto tal. Nasprotno velja za eluvialno-iluvialna tla (rjava podzoljena tla) in oglejena tla (hipoglej), ki so dobro nosilna le pri nizkih vsebnostih vode v tleh. Obrečna tla so pri nizkih vsebnostih vode v tleh visoko nosilna, se pa nosilnost takih hitro zmanjšuje z večanjem vsebnosti vode. Tako so obrečna tla dobro nosilna, ko vsebnost vode ne presega 35 % (preglednica 1).

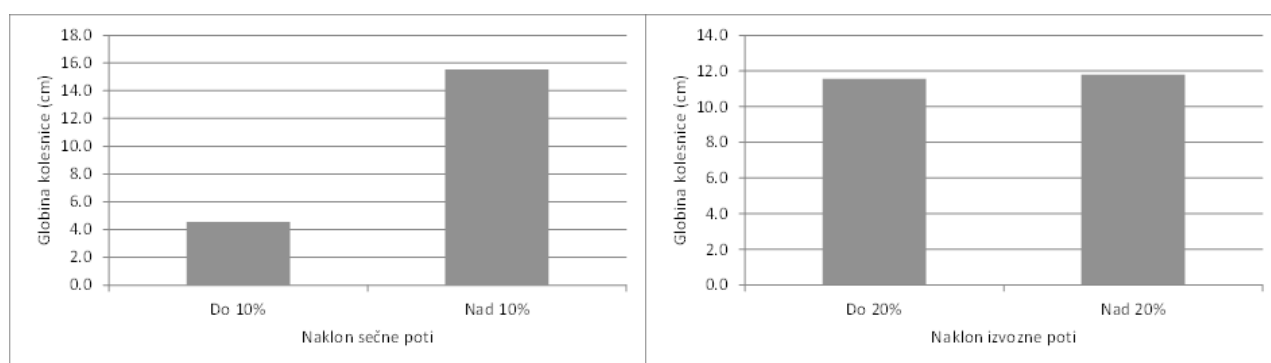


Slika 2: Odvisnost nosilnosti tal od vsebnosti vode v tleh glede na razred tal (levo) in tip tal (desno)

Preglednica 1: Vsebnost vode v tleh pri vrednosti konusnega indeksa 700 in 1000 kPa ter najvišje in najnižje izmerjene vrednosti

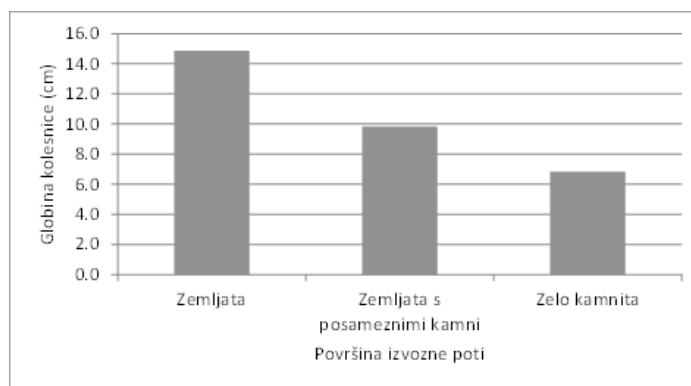
	VSEBNOST VODE V TLEH (%)			
	pri CI = 700 kPa	pri CI = 1000 kPa	Najvišja izmerjena	Najnižja izmerjena
DISTRIČNA RJAVA TLA	56	40	60	6
RJAVA POKARBONATNA TLA	54	41	55	5
EVTRIČNA TLA	49	36	65	8
RJAVA OPODZOLJENA TLA	30	8	62	24
HIPOGLEJ	40	22	65	15
RAZVITA OBREČNA TLA	35	28	44	16

Z analizo izračunanih globin kolesnic na objektu v Dobrovniku (slika 3) ugotavljamo, da so na naklonih terena več kot 10 % globine kolesnic večje, vendar pa razlika kljub veliki vrednosti (11 cm) ni statistično značilno različna ($p = 0,205$). Enako velja za ugotovljene razlike v globini izvoznih poti na objektu na Pokljuki, kjer pa je razlika v povprečni globini kolesnic na večjih naklonih zelo majhna (0,2 cm).



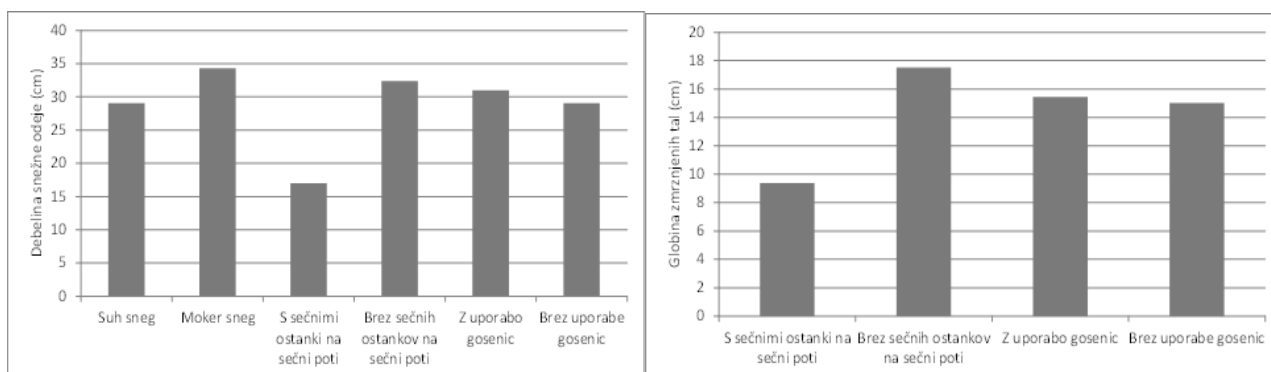
Slika 3: Globina kolesnice glede na naklon sečnih poti na objektu Dobrovnik (levo) in naklon izvoznih poti na objektu Mrzli studenec (desno)

Nasprotno na globino kolesnic značilno ($p < 0,000$) vpliva kamnitost izvozne poti. Kolesnice so najgloblje na odsekih poti, kjer je površina zemljata, najplitkeje pa tam, kjer je površina poti zelo kamnita (slika 4).



Slika 4: Izmerjena globina najgloblje kolesnice glede na površino izvozne poti

Po mnenju anketirancev za preprečitev čezmerne poškodovanosti tal pozimi zadostuje od 17 do 34 cm debela snežna odeja, odvisno od vrste snega, pokritosti sečne poti s sečnimi ostanki ter uporabe gosenic (slika 5). Značilno tanjša snežna odeja ($p > 0,000$) je tako potrebna pri uporabi sečnih ostankov na sečni poti, če jo primerjamo z debelino odeje, ki je potrebna, če sečnih ostankov ne polagamo na sečno pot. Med uporabo in neuporabo gosenic ter med obema vrstama snega potrebna debelina snežne odeje ni značilno različna.



Slika 5: Debelina snežne odeje (levo) in globina zmrznjenih tal (desno) glede na vrsto snega, pokritost sečne poti s sečnimi ostanki ter uporabo gosenic

Globina zmrznjenih tal, ki preprečuje čezmerne poškodbe tal, mora po mnenju anektirancev segati vsaj 9 do 18 cm pod površje tal (slika 5 desno). Pri tem je potrebna globina značilno manjša v primeru uporabe sečnih ostankov na sečnih poteh kot v primeru njihove neuporabe. Globina zmrznjenih tal se neznatno razlikuje glede na uporabo gosenic.

Razprava in zaključek

V raziskavi, skladno s tujimi študijami (Greacen in Sands, 1980), ugotavljamo, da se nosilnost tal zmanjšuje z vsebnostjo vode v tleh, povprečna nosilnost in hitrost zmanjševanja nosilnosti tal pa sta različni glede na tip tal. V praksi to pomeni, da so nekatera tla, kot so hipogleji in rjava opodzoljena tla, ki so na splošno manj nosilna, občutljivejša za poškodbe tal v pretežnem delu leta. Na drugih tleh je tveganje za poškodbe tal med gozdno proizvodnjo veliko bolj odvisno od vsebnosti vode, kar pa določata trajanje in količina padavin. Tako na primer podatki kažejo, da je tveganje za poškodbe tal na rjavih pokarbonatnih tleh večje le pri zelo visoki nasičenosti tal z vodo, kar pomeni, da je nosilnost tal občutno zmanjšanja le ob močnejših ali dolgotrajnejših padavinah in nekaj dni po njih. Nosilnost tal z vsebnostjo vode v tleh se najhitreje zmanjšuje na obrečnih tleh, kar pri vsebnostih vode več kot 35 % zelo poveča tveganje za nastanek nesprejemljivih poškodb tal.

Enako kot nekatere tuje raziskave (Naghdi in Solgi, 2014; Pasemann in Erler, 2016) tudi v naši ugotavljamo, da je globina kolesnic pri večjih vzdolžnih naklonih sečnih poti večja, zelo pa moti dejstvo, da so razlike statistično neznatne. Vzroke za to lahko delno pripišemo metodologiji, saj je ugotavljanje globine kolesnic z izračunavanjem na podlagi točk na poti in zunaj nje, in to

kljub splošni razširjenosti, po našem mnenju primernejše za ravne, nerazgibane terene. Zato se zdi za naše razmere primernejše metodološko neposredno merjenje globine kolesnic. Drugi vzrok lahko iščemo v različnosti talnih razmer, ki poleg naklona sočasno vplivajo na nosilnost tal. V raziskavi namreč ugotavljamo, da se globina kolesnic povečuje z naklonom le na začetem delu ene od izvoznih poti, ki je potekala na vznožju vzpetine, z globokimi tlemi. Ker se tla z vzpetin izpirajo do vznožja, je globina tal najnižja na največjih naklonih terena; posledično je globina kolesnic v takih primerih najmanjša. V takih primerih lahko pri analizi globin kolesnic ugotovimo, da se njihova globina z naklonom poti celo zmanjšuje. To razmišljanje potrjujejo tuje raziskave, kjer izpostavljajo pomen skeleta na nosilnost tal (Lüscher in sod., 2016), in rezultati, kjer ugotavljamo, da je globina kolesnic odvisna od kamnitosti površine poti, le-ta pa je pogosto neposredno povezana z globino tal.

Povprečna ocena debeline snežne odeje (29 cm) in globina zmrznjenih tal (14 cm), ki preprečuje čezmerno poškodovanost tal pri gozdni proizvodnji, je skladna s priporočili, navedenimi v tujih vodilih dobrega ravnanja (Michigan ..., 2018; Best ..., 2006). V nasprotju z našimi ugotovitvami moker/mehak in zmrznjen sneg nudi dobro zaščito tal, medtem ko je v primeru suhega/rahlega snega zaščita zelo majhna. Podobno velja za globino zmrznjenih tal, ki mora biti pri organskih tleh na splošno globlja (več kot 50–60 cm) kot pri mineralnih tleh (Sutherland, 2003). Medtem ko anketiranci in tuje študije ugotavljajo, da podlaganje sečnih ostankov zmanjšuje tveganje za nastanek čezmernih poškodb tal, so ugotovitve s študijami neskladne pri učinku uporabe gosenic. Tako anketiranci ocenjujejo, da bi bili potrebna debelina snežne odeje in globina zmrznjenih tal pri uporabi gosenic večji kot pri neuporabi. Glede na dosedanje raziskave bi uporaba gosenic morala zmanjšati specifični pritisk na tla ter posledično tveganje za poškodbe tal (Bygdén in sod., 2003).

Iz raziskave lahko ugotovimo, da je treba pri izvedbi gozdne proizvodnje v prvi vrsti upoštevati delovne razmere, na katere ne moremo vplivati, ter jim prilagoditi tehnologijo in način izvedbe, in sicer tako, da bo v najmanjši meri škodovala gozdnemu ekosistemu. Iz tega vidika raziskava dopolnjuje vedenje o možnem vplivu nekaterih dejavnikov na poškodbe tal ter po drugi strani, kot običajno, odpira nekatera nova vprašanja, med katerimi je eno najpomembnejših, kako obstoječe znanje čim učinkoviteje prenesti v prakso.

Viri in literatura

- Best management practices for forestry in Montana. 2006. The Montana Department of Natural Resources & Conservation, Helena, Montana, USA.
- Bygdén, G., Eliasson, L., Wästerlund, I. 2003. Rut depth, soil compaction and rolling resistance when using bogie tracks *Journal of Terramechanics* 40:179–190.
- 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.
- Greacen, E., Sands, R. 1980. Compaction of forest soils. A review *Soil Research* 18:163–189.
- Košir, B. 2010. Gozdna tla kot usmerjevalec tehnologij pridobivanja lesa. Elaborat. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 80 str.
- Krč, J., Beguš, J., Primožič, J., Levstek, J., Papler - Lampe, V., Klun, J., Mihelič, M. 2014. Vodila dobrega ravnanja pri strojni sečnji. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 38 str.
- Lüscher, P., Frutig, F., Thees, O. 2016. Physikalischer Bodenschutz im Wald. Waldbewirtschaftung im Spannungsfeld zwischen Wirtschaftlichkeit und Erhaltung der physikalischen Bodeneigenschaften. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1607: 159 str.
- Michigan forestry best management practices for soil and water quality. 2018. Michigan Department of Natural Resources, Lansing, Michigan, USA.
- Mihelič, M. 2014. Gospodarnost in okoljski vidiki tehnologij pridobivanja lesnih sekancev za energetske rabo. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani.
- Naghdi, R., Solgi, A. 2014. Effects of skidder passes and slope on soil disturbance in two soil water contents *Croat J for Eng* 35:73–80
- Pasemann, S., Erler, J. 2016. Limits of trafficability on forest soils. Influencing parameters on rutting. In: Gendek A, Moskalik T (eds) *From Theory to Practice: Challenges for Forest Engineering. Proceedings and Abstracts of the 49th Symposium on Forest Mechanization*, Warsaw, Poland: 338 str.

PRESOJA STROKOVNEGA OCENJEVANJA POŠKODOVANOSTI GOZDNIH TAL

Mihelič Matevž | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, matevz.mihelic@bf.uni-lj.si

Vasja Leban | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, vasja.leban@bf.uni-lj.si

Janez Krč | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, janez.krc@bf.uni-lj.si

Jurij Marenče | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, jurij.marence@bf.uni-lj.si

Anton Poje | Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, anton.poje@bf.uni-lj.si

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

Uvod

Tla so strateški in neobnovljiv vir za osnivanje, rast in razvoj kopenskih ekosistemov, njihovo varovanje pa je opredeljeno v vrsti zakonskih dokumentov (Pezdevšek Malovrh in sod., 2018). Pridobivanje lesa s sodobnimi tehnologijami poteka skoraj izključno z vožnjo po površini tal, kar povečuje verjetnost zbijanja tal, mehanizacija je lahko vir onesnaženja tal, gozdna infrastruktura pa zmanjšuje površino rodovitnih tal ter njihovo rodovitnost (Robek, 1994; Mihelič, 2017). Vprašanja, ki se postavljata, sta, kako v gozdarstvu tla varujemo ter kako presojamo njihovo čezmerno poškodovanost.

V gozdarstvu je varovanje tal v veliki meri odvisno od gozdarskih strokovnjakov, ki ga vključujejo v gozdnogospodarske načrte, načrtovanje sečnje in spravila lesa, načrtovanje in gradnjo gozdnih prometnic, prav tako pa tudi nadzorujejo in preverjajo samo izvedbo del ter njihovo ustreznost. Presoja opravljenih del je lahko zelo subjektivna, če nimamo preprostih meril za uporabo na terenu. Žal pa znanost težko postreže s preprostimi merili, saj so tla zelo kompleksno in tako izrazito interdisciplinarno področje (Owende in sod., 2002; Nordlund in sod., 2013). Situacijo nadalje zapleta dejstvo, da imajo deležniki, ki sodelujejo pri načrtovanju in pridobivanju lesa, različne poglede na poškodovanost tal in možnosti za zmanjšanje njihove poškodovanosti (Nordlund in sod., 2013). Zaradi naštetih razlogov lahko v svetu opazimo zelo različne definicije sprejemljive poškodovanosti tal, kar kaže na dogovor med deležniki o sprejemljivem obsegu poškodb. Slovenija ni izjema, saj ni enotnega odgovora na vprašanje o sprejemljivem obsegu poškodovanosti tal. Obstoječe merilo sprejemljive poškodovanosti tal po strojni sečnji je dvoumno, kar je težava predvsem za uporabnike v operativi, ki se morajo na terenu odločati o sprejemljivosti poškodb tal (Poje in sod., 2019). Poleg nejasnosti merilo predvideva razlikovanje med sečnimi potmi in vlakami, kar je dodatna težava za operativno oceno, saj evidence pogosto niso popolne, kar ocenjevalca navaja k vizualnemu ocenjevanju poškodovanosti tal.

Leta 2018 smo izvedli raziskavo s ciljem, da bi dobili uvid v trenutno prakso ocenjevanja sprejemljivosti izvedbe gozdarskih del (redna in načrtovana sečnja) z vidika poškodovanosti tal. Cilj pričujočega prispevka pa je odgovoriti na dve vprašanji. Zanima nas, katere kazalnike upoštevajo gozdarski strokovnjaki pri ocenjevanju poškodovanosti tal ter kolikšne so v praksi uporabljane referenčne meje in ali se le-te razlikujejo glede na vrsto prometnice. Ti podatki so nam služili pri pripravi novega predloga meril za oceno sprejemljive poškodovanosti tal.

Metode

Poskus na terenu in anketna vprašanja smo oblikovali na podlagi proučene literature in namena raziskave. Pred izvedbo ankete smo v odseku 53D na Pokljuki postavili dve ploskvi v izmeri 30 x 30 m. Na ploskvah smo izmerili dolžine obstoječih vlak in sečnih poti ter na vsakem metru trase izmerili globino globlje kolesnice na centimeter natančno. Za merjenje globine kolesnic

smo uporabili instrument, ki smo ga izdelali v okviru Ciljnega raziskovalnega projekta, št. V4-1624 (Priprave ..., 2018).

Ploskev 1 smo postavili tako, da je ocenjevalec na njej lahko prepoznal točkovno poškodbo in površinsko poškodovanost tal. Na ploskvi 2 smo želeli izvedeti, ali anketiranci postavljajo različna merila za ocenjevanje poškodb na vlakah in sečnih poteh ter kot vlake upoštevali prometnice, ki so vrisane v evidenco gozdnih cest in vlak Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS). Nato smo na seminarju z naslovom Vpliv gozdarskih tehnologij na gozdna tla, ki je potekal 18. 10. 2018 na Pokljuki, izvedli anketo med udeleženci. V njej smo jih za vsako ploskev povprašali o sprejemljivi poškodovanosti tal in glavnih merilih, na podlagi katerih so se odločili za oceno.

Rezultati in razprava

Sprejemljiva poškodovanost tal

Na terenu izmerjena povprečna globina kolesnic na ploskvi 1 je znašala 6,8 cm, pri čemer je zgolj en meter sečne poti globlji od 30 cm. Povprečna globina kolesnic na ploskvi 2 je znašala 19,6 cm (odsek vlake 21,9 cm, odsek sečne poti 17,1 cm), pri čemer so kolesnice globlje od 30 cm nastale na enem metru sečne poti in sedmih metrih vlake. Delež izračunane poškodovane površine ploskve 1 je znašal 30,7 %, ploskve 2 pa 20,6 %.

Iz rezultatov meritev je razvidno, da je bila na ploskvi 1 problematična predvsem točkovna poškodba ter velika površina prevoženih tal, na ploskvi 2 pa je bila težava v globokih kolesnicah, predvsem na sečni poti, prav tako je bila problematična poškodovana površina. Pri ocenjevanju sprejemljivosti se je izkazalo, da anketiranci vrsto prometnice določajo glede na njen videz oziroma jakost njene poškodovanosti. Na ploskvi 1 je večina anketirancev pravilno ugotovila, da ocenjujejo poškodbe na sečnih poteh, medtem ko je na ploskvi 2 le petina anketirancev omenila sečno pot, čeprav je bila vrisana na priloženo karto.

Analiza sprejemljivosti poškodovanosti tal pokaže, da so anketiranci za ploskev 1 (76,9 %) ocenili, da je poškodovanost tal sprejemljiva, za ploskev 2 pa je tako oceno dalo 50,0 % anketirancev. Ocena poškodovanost tal za obe ploskvi je značilno različna ($\chi^2 = 7,782$; d.f. = 1; $p = 0,0053$).

Lahko ugotovimo, da je več kot tri četrtine anketirancev poškodovanost tal na ploskvi 1 ocenila kot sprejemljivo. Preostali anketiranci kot glavni vzrok za nesprejemljivost izpostavljajo prevelik delež poškodovane površine. Delež kolesnic, globljih od 10 cm na sečni poti (25,3 %), je namreč večji od 10 %, kar je glede na Koširjev predlog meril (Košir, 2010) zaradi velikega deleža poškodovane površine uvrščena med resno poškodovanost tal. Lahko ugotovimo, da so bili anketiranci pri ocenjevanju poškodovanosti tal na ploskvi 1 preveč prizanesljivi. Na ploskvi 2 je polovica anketirancev poškodovanost tal ocenila kot sprejemljivo, druga polovica pa kot nesprejemljivo. Če poškodbe na ploskvi primerjamo s Koširjevim predlogom, ugotovimo, da je poškodovanost po obeh merilih nesprejemljiva, saj globina kolesnic na 85 % sečne poti presega 10 cm, povprečna globina kolesnic na sečni poti (17,1 cm) pa prevelika glede na odprtost gozdov s prometnicami.

Merila poškodovanosti tal

Pri ocenjevanju sprejemljive poškodovanosti tal so anketiranci upoštevali različna merila. Najpogosteje so ocenjevali sprejemljivo poškodovanost tal glede na prisotnost kolesnic in njihove globine. Na ploskvi 1 je to merilo upoštevalo 49,1 % anketirancev, na ploskvi 2 pa 79,2 %. Naslednje po pogostosti je bilo merilo deleža poškodovane površine, na podlagi katerega je poškodovanost tal na ploskvi 1 ocenjevalo 50,9 % anketirancev, na ploskvi 2 pa 17,0 %. Sledila so merila poškodovanosti glede na dolžino poškodb na gozdni prometnici, prisotnost znakov erozije in porušeno strukturo tal. Kratko, a globoko točkovno poškodbo na sečni poti pa je pri ocenjevanju upoštevala le desetina anketirancev. Na ploskvi 2 so anketiranci pri oceni

sprejemljivosti upoštevali predvsem globino kolesnic, manj pa delež poškodovane površine, ki je bila, podobno kot na ploskvi 1, celo večja od priporočene za države s tradicionalnim načinom gospodarjenja z gozdovi (Duckert in sod., 2009). Anketiranci so zastajanje vode na križišču obeh prometnic zaznali kot nevarnost za pojav erozije, ki jo kot kazalnik poškodovanosti tal upoštevajo tudi v tujini (Page-Dumroese in sod., 2000).

Zaključek

V raziskavi smo pokazali, da se gozdarski strokovnjaki o sprejemljivi poškodovanosti gozdnih tal odločajo intuitivno in predvsem na podlagi vizualne ocene. Pri ocenjevanju največkrat upoštevajo globino kolesnic in delež poškodovane površine, kar je skladno z rezultati študij iz tujine. Anketiranci zastajajočo vodo v kolesnicah zaznavajo kot potencialno nevarnost za pojav erozije. Odgovori anketirancev dokazujejo, da so osnovne definicije poškodovanosti, merila, kazalniki in referenčne vrednosti dvoumne, včasih tudi nerazumljive. Na to opozarja tudi malo odgovorov na vprašanje (kvantificiranih) referenčnih vrednosti.

Glede na rezultate in analize slovenske in tuje literature predlagamo upoštevanje filozofije »žrtvovanega« prostora, kjer del gozdne površine zavestno namenimo intenzivnejši rabi, preostali del pa temeljiteje varujemo (Duckert in sod., 2009; Page-Dumroese in sod., 2012; Vossbrink in Horn, 2004). Odločitev za tak pristop utemeljujemo s hitrostjo, enostavnostjo in zanesljivostjo ocenjevanja na tak način. Poleg tega je to pristop, ki omogoča, da pri odločanju v negotovosti naredimo manj škode.

Prilagojeni predlog poškodovanosti tal smo razdelili na pravila za vlake in pravila za sečne poti. Na omrežju **vlak** naj poškodovanost tal omejuje merilo prevoznosti, z drugimi besedami globina kolesnic, ki ustreza višini prehoda (klirensu) pravilnega sredstva najmanjšega stroja, ki je namenjen gozdni proizvodnji. Skupna relativna površina tega omrežja sme znašati 10 % (odprtost 250 m/ha) ne glede na uporabljeno tehnologijo in vrsto sestoja. Seveda je treba vlake v primeru neustrezne tehnične prevoznosti ali nevarnosti erozije po delu sanirati.

Na omrežju **sečnih poti**, ki niso del prej omenjenega omrežja sekundarnih prometnic, predlagamo omejitev poškodovanost tal s kazalnikom globine kolesnic, ki na 90 % dolžine sečne poti ne presega 10 cm, hkrati pa ne presega 30 cm na kateremkoli odseku poti (glej tudi Košir, 2010; Krč in sod., 2014). Relativna površina vseh prometnic naj ne presega 20 % površine delovišča. Primarno so sečne poti namenjene strojem za sečnjo in zgibnim polprikoličarjem, na njih pa veljajo vsa pravila omejevanja poškodb tal, vključno z uporabo vejnatih preprog. Naj še enkrat opozorimo, da poškodb na sečnih poteh ne popravljamo, zato je pri merilih treba vztrajati z veliko mero doslednosti. Še prehitro se lahko zgodi, da bomo v gozdovih sečne poti obremenili bolj kot vlake.

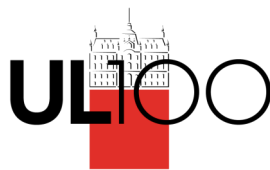
Navedeno merilo dajemo v razpravo strokovni javnosti z željo, da bi v naslednjem koraku pripraviti hitro metodo ocenjevanja poškodovanosti tal, kar bo omogočilo zamenjavo intuitivnega ocenjevanja z objektivnim.

Viri in literatura

- Duckert, D. R., Morris, D. M., Deugo, D., Duckett, S., McPherson, S. 2009. Developing site disturbance standards in Ontario: Linking science to forest policy within and adaptive management framework. *Canadian Journal of Soil Science*, 89, 1: 13–23.
- Košir, B. 2010. Gozdna tla kot usmerjevalec tehnologij pridobivanja lesa. Elaborat. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 80 str.
- Krč, J., Beguš, J., Primožič, J., Levstek, J., Papler-Lampe, V., Klun, J., Mihelič, M. 2014. Vodila dobrega ravnanja pri strojni sečnji. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 38 str.
- Mihelič, M. 2014. Gospodarnost in okoljski vidiki tehnologij pridobivanja lesnih sekancev za energetske rabo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 285 str.
- Nordlund, A., Ring, E., Högbom, L., Bergkvist, I. 2013. Beliefs among Formal Actors in the Swedish Forestry Related to Rutting Caused by Logging Operations. *Arbetsrapport Skogforsk*, 807: 20 str.

- Owende, P. M. O., Lyons, J., Haarlaa, R., Peltola, A., Spinelli, R., Molano, J., Ward, S. M. 2002. Operations protocol for eco-efficient wood harvesting on sensitive sites. *Ecowood*: 74 str.
- Page-Dumroese, D., Jurgensen, M., Elliot, W., Rice, T., Nesser, J., Collins, T., Meurisse, R. 2000. Soil quality standards and guidelines for forest sustainability in northwestern North America. *Forest Ecology and Management*, 138, 1–3: 445–462.
- Page-Dumroese, D. S., Abbott, A. M., Curran, M. P., Jurgensen, M. F. 2012. Validating visual disturbance types and classes used for forest soil monitoring protocols. Fort Collins, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station: 17 str.
- Pezdevšek Malovrh, Š., Mihelič, M., Krč, J. 2018. Varstvo gozdnih tal z vidika zakonodaje: ali obstajajo omejitve pri rabi sodobnih tehnologij? *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.
- Priprave na seminar (september 2018). 2018. <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> (21. 12. 2018).
- Robek, R. 1994. Vpliv transporta lesa na tla gozdnega predela Planina Vetrh. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 132 str.
- Vossbrink, J., Horn, R. 2004. Modern forestry vehicles and their impact on soil physical properties. *European Journal of Forest Research*, 123, 4: 259–267.

Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta



Pahernikova
ustanova



Slovenski Državni Gozdovi



Tehnogozd



UNIFOREST®



gozdarstvo
Grča

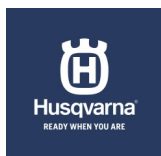
Rožna ulica 39, 1330 Kočevje



KRPAN®
zanesljivo **močnejši**



GOZDNO GOSPODARSTVO
NOVO MESTO d.d.



arrrs

JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST
REPUBLIKE SLOVENIJE



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO