

## Strojna sečnja kot dejavnik vpliva na gozdna tla in uspešnost obnove gozdnih sestojev

*Mechanized Logging as a Factor of Impact on the Forest Soil and Successfulness of Forest Stand Regeneration*

Janez KRČ<sup>1</sup>

### Izvleček:

Krč, J.: Strojna sečnja kot dejavnik vpliva na gozdna tla in uspešnost obnove gozdnih sestojev; Gozdarski vestnik, 75/2017, št. 4. V slovenščini z izvirkom v angleščini, cit. lit. 11. Prevod Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

Prispevek obravnava nekatere vidike uporabe strojne sečnje; navedeni so podatki o strojni sečnji, opremljenosti z mehanizacijo in obsegu proizvodnje. Sledi predstavitev nekaterih prednosti in slabosti uporabe strojne sečnje. Poseben poudarek je namenjen vplivu strojne sečnje na gozdna tla, posledicam na obnovo sestojev in sistemu uravnavanja vpliva na gozdna tla, kjer so opisani posamezni ukrepi in njihov učinek. Prispevek smo zaključili z obravnavo sistema za zagotavljanje kakovosti izvedbe del s strojno sečnjo.

**Ključne besede:** strojna sečnja, vpliv na tla, obnova sestoja, sistem za zagotavljanje kakovosti

### Abstract:

Krč, J.: Mechanized Logging as a Factor of Impact on the Forest Soil and Successfulness of Forest Stand Regeneration; Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry), 75/2017, vol 4. In Slovenian, abstract in English, lit. quot. 11. Translated by Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

The article deals with some aspects of mechanized logging implementation. Data about mechanized logging, equipment with mechanization, and production scope are shown. These data are followed by the presentation of some advantages and disadvantages of mechanized logging implementation. Extra emphasis is laid on the impact of mechanized logging on forest soils, consequences on stand regeneration, and system of balancing the impact on forest soils, where individual measures and their effect are described. The article ends with the discussion about the system for ensuring quality of forest operation using mechanized logging.

**Key words:** mechanized logging, impact on soil, stand regeneration, quality assurance system

## 1 OBSEG RABE STROJNE SEČNJE V SLOVENIJI

Glede na dejstvo, da se strojna sečnja (SS) uporablja v Sloveniji že več kot dvajset let, menimo, da je postala del nabora tehnologij, ki je redno v uporabi v gozdni proizvodnji. Z vstopom Slovenije v Evropsko Unijo se je sprostil pretok blaga in storitev, zato zmogljivosti rabe SS niso več toliko odvisne od obsega ponudnikov doma, pač pa se vse bolj srečujemo z izmenjavo domačih in tujih ponudnikov izvedbe gozdarskih del. Domnevo o rasti zmogljivosti ponudnikov tehnologije SS potrjujejo tudi uradni statistični podatki, ki v razredu gozdarske mehanizacije izkazujejo veliko stopnjo povečanja števila strojev za sečnjo in izdelavo sortimentov (preglednica 1). Podobno dinamiko rasti zmogljivosti kažejo tudi podatki

iz tujine, le da so se obdobja velikega povečanja zmogljivosti pojavila deset let prej v srednji Evropi oz. dvajset let prej v Skandinaviji in bila po večini povezana s pojavom ujm v gozdovih.

Ob uvedbi strojne sečnje v Sloveniji smo opravili več raziskav, v katerih smo presojali njeno primernost (Krč in Košir, 2003; Krč in Košir, 2004; Malovrh in sod., 2004; Krč, 2006). To je bilo v obdobju pred zadnjimi večjimi in obsežnejšimi pojavi ujm v slovenskih gozdovih, ki so se stopnjevale do pojava obsežnega žledoloma v začetku leta 2014. Kljub dejstvu, da je bil prvi

<sup>1</sup>Prof. dr. J. K., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana, Slovenija. janez.krc@bf.uni-lj.si

Preglednica 1: Statistični podatki o stanju mehanizacije v gozdarstvu (SURs, 2017)

VRSTA MEHANIZACIJE	Št. v letu 2012	Št. v letu 2013	Št. v letu 2014	Št. v letu 2015	Odstotek spremembe števila strojev med letoma 2012 in 2015
Traktorski priključki, gozdarske traktorske prikolicе z nakladalno napravo	27	22	38	52	93 %
Zgibni polprikoličarji	15	16	21	16	7 %
Stroji za sečnjo in izdelavo sortimentov	15	13	22	24	60 %
Motorne žage nad 4 kW	286	329	352	221	-7 %
Motorne žage 3 do 4 kW	736	792	829	1021	39 %
Motorne žage do 3 kW	145	228	143	180	24 %

evidentirani nakup stroja za sečnjo v Sloveniji s strani zasebnika na prelomu tisočletja, pa sta se raba strojne sečnje in opremljenost dokaj hitro pojavila pri delu v državnih gozdovih (DG) oz. gozdarskih gospodarskih družbah. Tudi v Sloveniji ne moremo mimo dejstva, da je bila intenzivnost rabe strojne sečnje še posebno velika ob sanacijah ujm, kar kažejo tudi zadnji podatki in primerjave obsega del med letoma 2011 in 2015 v preglednici 2 (ZGS, 2017). Obsežna ujma, kot je bil žledolom l. 2014, je vplivala tudi na veliko povečanje rabe strojne sečnje v zasebnih gozdovih (ZG).

## 2 NEKATERE PREDNOSTI IN SLABOSTI UPORABE STROJNE SEČNJE

Tehnologija povečuje moč človekovega dela in ima lahko številne prednosti pa tudi številne slabosti. Na oboje lahko vplivamo z uvedbo strokovnega dela, katerega namen je v čim večji meri izkoristiti prednosti in se hkrati kar najbolj izogniti oz. preprečiti možne slabosti uporabe različnih tehnologij v proizvodnih procesih (npr. Oikari in sod., 2010). V nadaljevanju izpostavljam nekatere prednosti in slabosti, ki so povezane z uvedbo

Preglednica 2: Obseg rabe strojne sečnje v Sloveniji v obdobju od leta 2011 do 2015

Leto	Posek s SS, skupaj SLO [m <sup>3</sup> ]	Posek s SS v DG [m <sup>3</sup> ]	Posek s SS v ZG [m <sup>3</sup> ]	Delež poseka s SS [%]	Posek, skupaj SLO [m <sup>3</sup> ]
2011	75904	69395	6509	1,9 %	3895636
2012	111476	93691	16409	2,9 %	3910807
2013	90177	71382	18795	2,3 %	3923995
2014	461516	355245	99865	7,3 %	6349736
2015	431029	431029		7,1 %	6039652

Preglednica 3: Nekatere prednosti in slabosti strojne sečnje

NEKATERE MOŽNE PREDNOSTI UPORABE STROJNE SEČNJE	NEKATERE MOŽNE SLABOSTI UPORABE STROJNE SEČNJE
veliki učinki	povečane možnosti poškodb tal
večja varnost pri delu	povečane možnosti poškodb sestojev
manjši stroški dela	večji delež površine za gozdne prometnice
deloma manjša odvisnost izvedbe del od vremenskih razmer/pozimi/	monotono delo strojnikov
kakovostno, kupcu prilagojeno krojenje	zahtevnejši standardi za gozdno infrastrukturo
uvajanje informatizacije in avtomatizacije delovnih procesov /kibernetiski delovni sistemi/	zahtevna organizacija dela
manjši vpliv na tla in sortimente pri izvozu lesa namesto spravila /vlačenja/ lesa po tleh	zahtevna logistika oz. premiki strojev
	zahteva po veliki izkoriščenosti delovnih zmogljivosti drage mehanizacije

strojne sečnje in posledično rabe strojne sečnje v proizvodni proces pridobivanja okroglega lesa.

Številne izpostavljene prednosti in hkrati obvladovanje potencialnih slabosti je mogoče uresničiti le z visoko stopnjo strokovne organizacije dela v vseh organizacijskih fazah proizvodnega procesa (načrtovanje, priprava, izvedba in kontrola dela). Namen tega prispevka ni presojati pomena in teže posameznih izpostavljenih dejavnikov in meril, po katerih bi lahko ocenjevali prednosti ali slabosti rabe strojne sečnje. Hkrati se zavedamo, da seznam vplivnih dejavnikov in meril tudi ni popoln. V nadaljevanju bomo privzeli podmeno, da poškodbe tal in sestojev sodijo med pomembnejša in najbolj izpostavljena tveganja, ki vplivajo na odločitve o primernosti uporabe in izvedbe del s strojno sečnjo ter posebej osvetlili njihov vpliv na uspešno obnovo sestojev.

### 3 VPLIV RABE TEHNOLOGIJE STROJNE SEČNJE NA GOZDNA TLA

Gozdna tla so temeljni sestavni del gozdnega ekosistema, ki omogočajo izvedbo vseh proizvodnih procesov v gozdarstvu in z njimi zagotavljanje

trajnosti funkcij gozda ter ekosistemskih storitev. Tveganje za poškodbe gozdnih tal (npr. tvorba kolesnic) ob uporabi težke mehanizacije je v prvi vrsti odvisno od vrednosti treh vplivnih dejavnikov. Dva sta dana in se z vidika trajanja proizvodnih procesov pretežno ne spreminjata veliko (to sta vrsta tal in naklon terena), tretji (vlažnost tal) pa je pod velikim vplivom dodatnega dejavnika (vremena). Slednji dejavnik se zelo spreminja in je z vidika ocene primernosti rabe strojne sečnje po navadi odločilnega pomena pri izvedbi del. Največ problematičnih situacij zato nastane ravno ob rabi težke mehanizacije v neprimernih vremenskih razmerah oz. na deloviščih s povečano vlažnostjo tal. V neugodnih vremenskih razmerah se poveča možnost negativnega vpliva težke mehanizacije na gozdna tla in negativne posledice prehajajo iz časovno kratkoročnih v dolgoročne ter v najslabših primerih tudi trajne. Tako se lahko porušijo tla, ko se premešajo talni horizonti (Košir, 2010; Krč in sod., 2014). V takih razmerah je treba vzpostaviti sistem, ki preprečuje nadaljnjo rabo strojne sečnje v razmerah nedopustno velikih specifičnih pritiskov na gozdna tla.

#### 4 POSLEDICE MOTENJ PO STROJNI SEČNJI NA OBNOVO SESTOJEV

Kanadska raziskava (Harvey in Brais, 2002) analizira uspešnost obnove sestojev v odvisnosti od obsega motenih tal glede na lego prometnice: na prometnici; ob njej; nemoteno. V raziskavi so analizirali dva kazalnika (gostoto in višino prihodnjega novega sestoja) za različne drevesne vrste (pionirske in sestojne). Podatki so bili izmerjeni v sedmih zaporednih letih od obnove sestoja ob izvedbi del obnove s strojno sečnjo.

Rezultate analize smo uporabili za presojo posledic različic rabe SS, ki vplivajo na gostoto prometnic in s tem na obseg motenih tal. Analiza na primeru pionirske drevesne vrste (jelša) je pokazala, da uporaba različnih oblik tehnologije SS glede gostote prometnic lahko zmanjša delež motene površine iz 25 % na 13 %. Posledično lahko na tak način vplivamo na uspešnost obnove sestojev. Uspešnost obnove sestojev, merjene s povprečnimi hektarskimi vrednostmi kazalnikov za gostoto in višino podmladka pionirske drevesne vrste, se lahko spremeni za 4 % do 6 %.

Podobno, a še večje razlike so beležili pri smreki. Motene površine po sedmih letih izkazujejo bistveno nižje vrednosti kazalnikov gostote (do 67 %) in višine (do 34 %) glede na nemotene površine. Uporaba različnih modelov tehnologije SS torej vpliva na vrednosti kazalnikov obnove (povprečne hektarske vrednosti za gostoto in višino podmladka) pri smreki od 4 % do 9 %.

#### 5 NEKATERI PREVENTIVNI UKREPI ZA ZMANJŠANJE VPLIVA STROJNE SEČNJE NA GOZDNA TLA

Najučinkovitejši preventivni ukrep za preprečitev posledic rabe težke mehanizacije na gozdna tla je zagotovo ustrezna časovna in prostorska razporeditev del, ki jo predvidimo že v fazi načrtovanja del. Le-ta mora omogočati veliko stopnjo prilagodljivosti podnebnim in vremenskim razmeram. S prilagodljivostjo podnebnim razmeram mislimo na nabor delovišč, njihovo medsebojno razporeditev in vključevanje dodatnega nabora rezervnih delovišč, ki izkazujejo večjo mero odpornosti za rabo težke mehanizacije v slabših vremenskih razmerah. Dejavnika, ki vplivata na

uspešno načrtovanje in razporeditev delovišč za strojno sečnjo, sta (1) obvladovanje stroškov premika strojev in (2) zagotavljanje visoke stopnje izkoriščenosti strojev.

Dodatno lahko z nekaterimi preventivnimi ukrepi blažimo vpliv težke mehanizacije in tako podaljšujemo čas, v katerem je primerna raba tehnologije SS na edafsko in vremensko občutljivih deloviščih. Mednje sodijo izbira tehnološkega modela in uravnavanje specifičnega tlaka na gozdna tla (preproga iz sečnih ostankov, velikosti tovora, tlak v pnevmatikah in vrsta podvozja).

V povezavi z uporabo različnih tehnoloških modelov strojne sečnje gre v prvi vrsti za merilo določanja najmanjše razdalje med sečnimi potmi, ki je po navadi od 20 metrov (t.i. polna strojna sečnja) in vse do 40 metrov, ko so vključeni dodatni delovni sistemi za sečnjo in zbiranje drevja. Uporaba tehnološkega modela torej določa število vključenih samostojnih delovnih sistemov (samo stroj za sečnjo, dodani sekač, dodani traktor ali drugi sistem za predspravilo drevja oz. zbiranje v doseg hidravlične roke). Tehnološki modeli različno vplivajo na organizacijo dela, obseg motenj na tleh in sestoju in seveda na stroške dela.

Preproga iz sečnih ostankov (veje, vrhovi dreves, drugi komercialno neizkoristljivi deli drevesa) morajo biti razpoložljivi v zadostni količini na delovišču, njegovi bližini oz. bližini kritičnega predela z vidika prevoznosti tal, saj je daljša dostava sečnih ostankov povezana z velikimi stroški. Pomemben pozitiven učinek po navadi zagotavlja že dokaj majhna količina sečnih ostankov.

Velikost tovora je naslednji ukrep, ki lahko odločilno vpliva intenzivnost poškodovanosti tal. Gre predvsem za fazo spravila lesa, pri kateri je pomemben del specifičnega pritiska na gozdna tla posledica mase tovora. Vsako zmanjšanje stopnje izkoriščanja nosilnosti zgibnih polprikoličarjev ali gozdarskih traktorskih polprikolic je povezano z dodatno porabo časa na enoto proizvoda, slabšim razmerjem med pomožnim in glavnim produktivnim časom ter posledično večjimi stroški dela.

Podobno kot omejitve velikosti tovora učinkujejo tudi ukrepi zmanjševanja specifičnega pritiska na gozdna tla z izbiro različnih širin pnevmatik, tlaka v njih, dodajanjem goseničnih trakov in

tudi oblike podvozja. Na deloviščih z enakimi razmerami glede nosilnosti tal (vrsta, vlažnost) in ob enaki obremenitvi lahko z navedenimi ukrepi zelo zmanjšamo globino kolesnic. Nižji tlak v pnevmatikah poleg manjšega specifičnega pritiska vpliva tudi na udobnost dela strojnika, življenjsko dobo pnevmatik, njihovo obrabo pa tudi na »samočiščenje« blata oz. zemljine ter s tem na boljši oprijem in prenos moči stroja na gozdna tla.

## 6 SISTEM ZA ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI UPORABE STROJNE SEČNJE

Ocenjujemo, da je sedanji sistem načrtovanja izvedbe gozdnih del sorazmerno zapleten (Krč in sod., 2015). Na različnih ravneh načrtovanja, izvedbe in kontrole dela se vključujejo številni deležniki (upravljavalec, lastnik, gozdarska služba, inšpekcija), ki pa v množici postopkov lahko hitro naletijo na težave pri usklajevanju. Tako se objektivno večajo možnosti za prenašanje odgovornosti drug na drugega. Uspešnost sistema se pokaže v kritičnih razmerah.

Samo po sebi se postavlja vprašanje, ali naredimo dovolj, da se iz težav (napak) učimo in sproti prilagajamo strukturo in delovanje sistema izvedbe gozdarskih del s tehnologijo strojne sečnje tako, da se napake in težave ne ponavljajo?

Kot primer navajamo praktično opredelitev aktivnosti, ki so povezane z operativno izvedbo del. Gre za vsebino izvedbenega načrta, ki se nanaša na opredelitev okoliščin in zapisanih ter s podpisom potrjenih obveznosti med neposredno sodelujočimi deležniki (preglednica 4).

V sistemu za zagotavljanje kakovosti, ki omogoča kakovostno izvedbo del v gozdarstvu, ostajajo številni izzivi, povezani predvsem z nastajanjem, naravo in sanacijo motenj ter njihovim učinkovitim zaznavanjem in uravnavanjem. Dandanes je mogoče uporabiti številna nova orodja in načine upravljanja procesov s pomočjo sodobnih informacijsko-komunikacijskih orodij in obsežnih podatkovnih baz. Znanost in razvoj se soočata z dodatnimi možnostmi digitalizacije procesov, kar je vzporedni sistem za izboljšanje učinkovitosti procesa pridobivanja okroglega lesa in tudi gozdnih lesnih sekancev.

**Preglednica 4:** Primer opredelitve vidika varovanja tal v pogodbi med naročnikom in izvajalcem del s tehnologijo strojne sečnje (prirejeno po Lüscher in sod., 2016)

OPREDELITEV	PRIMER
UČINKI NA TLA	Vožnja zunaj vlak in drugih prometnic ni dovoljena. Tip vlake 3 (glej Košir, 2010) se lahko pojavi največ v vnaprej opredeljenem deležu dolžine prometnice glede na občutljivost gozdnih tal.
NAČRTOVANA DELA	Izvajalec del poskrbi za pripravo izvedbenega načrta. Nadomestne površine/dela v primeru neugodnega vremena in poslabšanja nosilnosti tal načrtuje naročnik (na ravni revirja).
IZVEDBE DEL	Ko se pojavi tip vlake 3 (glej Košir, 2010) na več kot dvojni dolžini stroja, se dela ustavijo in naročnik odloči glede nadaljevanja del. Na slabše nosilnih tleh se predpiše uporaba 6 ali 8 kolesnih strojev z goseničnimi trakovi.
STROŠKI	Povečani stroški pridobivanja lesa zaradi slabe nosilnosti se poravnajo s sredstvi iz namenskega sklada.
NADZOR	Naročnik nadzoruje dela na podlagi sistema, ki omogoča določitev razporeditve vlak tipa 3 (glej Košir, 2010) na vsem uporabljenem omrežju prometnic. Z zahtevami in sistemom nadzora je izvajalec del predhodno seznanjen in jih je verificiral.
UKREPI/ POSLEDICE	Poškodovane površine se sanirajo z biološkimi ukrepi na stroške povzročitelja.

## 7 VIRI

- Harvey, B., Brais, S. 2002. Effects of mechanized careful logging on natural regeneration and vegetation competition in the southeastern Canadian boreal forest. *Can. J. Forest. Res.*, 32., pp. 653–666.
- Lüscher, P., Frutig, F., Thees, O. 2016. Physikalischer Bodenschutz im Wald. [Http://www.wsl.ch/fe/waldressourcen/produktionssysteme/publikationen/PhysikalischerBodenschutzImWald.pdf](http://www.wsl.ch/fe/waldressourcen/produktionssysteme/publikationen/PhysikalischerBodenschutzImWald.pdf) (dostopno 31. 3. 2017).
- Košir, B. 2010. Gozdna tla kot usmerjevalec tehnologij pridobivanja lesa, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 80 str.
- 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.
- Krč, J., Košir, B. 2004. Stroški dela v različicah delovnih pogojev in izkoriščenosti strojev za sečnjo = Labour costs in diverse forest work conditions and utilization of wood harvesters. *Zb. gozd. lesar.*, [i.e. 2005], št. 75, str. 105–120.
- Krč, J. 2006. Vpliv velikosti posesti na strojno sečnjo v zasebnih gozdovih = The influence of fragmented private forest property on mechanized cutting. *Zb. gozd. lesar.*, št. 79, str. 93–102.
- Krč, J., Beguš, J., Primožič, J., Levstek, J., Papler-Lampe, V., Klun, J., Mihelič, M. 2014. Vodila dobrega ravnanja pri strojni sečnji. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire., 38 str.
- Malovrh, Š., Košir, B., Krč, J. 2004. Analiza učinkovitosti učenja strojnika na stroju za sečnjo = Harvester operator learning efficiency analysis. *Zb. gozd. lesar.*, št. 75, str. 53–69.
- Oikari, M., Kärhä, K., Palander, T., Pajuoja, H., Ovasainen, H. 2010. Analyzing the views of wood harvesting professionals related to the approaches for increasing the cost-efficiency of wood harvesting from young stands. *Silva Fennica*, 44, 3: 481–495.
- SURS. 2017. Število strojev gozdarske mehanizacije in opreme, poslovni subjekti, Slovenija, letno. [Http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=1671502S&ti=&path=../Database/Okolje/16\\_gozdarstvo\\_lov/08\\_16715\\_gozd\\_posl\\_subjekti&lang=2](http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=1671502S&ti=&path=../Database/Okolje/16_gozdarstvo_lov/08_16715_gozd_posl_subjekti&lang=2) (dostopno 31. 3. 2017).
- ZGS, 2017. Letna poročila Zavoda za gozdove Slovenije. [http://www.zgs.si/slo/zavod/publikacije/letna\\_porocila/index.html](http://www.zgs.si/slo/zavod/publikacije/letna_porocila/index.html) (dostopno 31. 3. 2017).