

RADNE ZNAČAJKE POKRETNE DROBILICE KAMENA PRI GRADNJI ŠUMSKIH PROTUPOŽARNIH CESTA I MELIORACIJI KRŠA

WORKING CHARACTERISTICS OF TERRAIN LEVELER MACHINE IN FOREST FIRE ROAD CONSTRUCTION AND CARST MELIORATION

Marijan ŠUŠNJAR*, **Dragutin PIČMAN***, **Tibor PENTEK***,
Dubravko HORVAT*, **Hrvoje NEVEČEREL***, **Krešimir GREGER****

SAŽETAK: Cilj rada je istražiti učinkovitost drobilice kamena Vermeer T 855 pri pripremi buduće trase šumske protupožarne ceste, kao i pri melioraciji krškog zemljišta obraslog makijom. Istraživanje je provedeno na području šumarije Zadar i šumarije Buzet tijekom 22 radna dana, pri čemu su se dnevno prikupljali sljedeći parametri: ukupno utrošeno vrijeme rada, efektivno (pogonsko) vrijeme stroja, potrošnja goriva, broj potrošenih noževa bubnja, duljina izrađene trase, dubina rada i vrsta podloge. Osnovna se podjela radnih dana odnosi na dubinu rada i vrstu podloge. Iz mjerenih podataka je za svaki radni dan izračunat učinak stroja, izražen u duljini izrađene trase u jedinici vremena, potrošnja goriva po jedinici vremena i duljini izrađene trase te potrošnja noževa po duljini izrađene trase.

Na osnovi rezultata mjerenja, ponajprije se želi naglasiti mogućnosti primjene pokretne drobilice kamena Vermeer T 855 pri gradnji šumskih protupožarnih cesta. Prednost pokretne drobilice ogleda se u mogućnosti korištenja kamenog materijala na trasi šumske protupožarne ceste, te u novoj tehnologije gradnje protupožarnih cesta, gdje rad jednog stroja djelomično zamjenjuje nekoliko građevinskih strojeva.

ključne riječi: pokretna drobilica kamena, šumska protupožarna cesta, melioracija krša, učinak, potrošnja goriva

UVOD – Introduction

Područje pod kršom u Republici Hrvatskoj prostire se na površini od 23.356 km², što predstavlja oko 52 % ukupne kopnene površine. Krške šume s oko 44 % sudjeluju u ukupnoj površini šuma i šumskog zemljišta. Prosječna drvena pričuva krških šuma iznosi 46 m³/ha, a godišnji sječivi etat iznosi oko 390 000 m³. Šume na kršu moramo promatrati kroz: proizvodni potencijal staništa, općekorisne funkcije, te činjenicu kako krške šume svojom proizvodnošću, bioraznolikošću i ljepotom, značajno doprinose turističkoj privlačnosti zemlje

(Pentek, 1998). Pri sadašnjem integralnom, ekološki orijentiranom, intezivnom i racionalnom gospodarenju šumama, šumska prometna infrastruktura predstavlja nezaobilazan čimbenik. Šumske prometnice predstavljaju samo jedan ulaz pretpostavci takvog gospodarenja šumama (Pentek i dr., 2007).

Šume u mediteranskom području su po mnogo čemu osobite, npr. glede dominacije degradiranih sastojina, niske i manje vrijedne drvene pričuve, na mali prirast, na niski etat, na veliku opasnost od nastajanja šumskih požara, te s obzirom na način i cilj gospodarenja, za ovo su područje vezane i posebne šumske ceste – šumske protupožarne ceste.

Šumsku protupožarnu cestu definiramo kao prosječeni prostor u šumi u obliku pruge, očišćen od drveća i niskog raslinja, širine 4 m s elementima šumske ceste

* Doc. dr. sc. Marijan Šušnjar, izv. prof. dr. sc. Dragutin Pičman, izv. prof. dr. sc. Tibor Pentek, prof. dr. sc. Dubravko Horvat, Hrvoje Nevečerel, dipl. ing. šum., Zavod za šumarske tehnike i tehnologije, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

** Dr. sc. Krešimir Greger, Zavoda za organizaciju proizvodnje, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

koji ima namijenu prolaska vatrogasnih vozila do požarišta (Pičman i Pentek, 1997).

Šumske protupožarne ceste vezane su za krško područje mediterana i submediterana, gdje su šumski požari, od sveukupnosti biotskih i abiotskih štetnika, dominantan štetni čimbenik po opstojnost šuma. Osnovna zadaća ovih cesta nalazi se u okviru preventivnih mjera borbe protiv šumskog požara, a to su obavljanje službe patroliranja prema planu zaštite šuma od požara; mogućnost dolaska vatrogasnih vozila na mjesto nastanka požara u kraćem vremenskom intervalu, kao i brže dovoženje vode; prometovanje vozilima hitne pomoći te vozilima za prijevoz ljudi i opreme, te u slučaju izbijanja požara predstavljaju neprelazni vatrobрани pojas.

Šumske se protupožarne prometnice odlikuju jednostavnijim tehničkim značajkama od šumskih cesta u gospodarskim šumama. To su šumske ceste koje ne nose naziv gospodarske šumske ceste, jer je u vrijeme realizacije njihovog projekta sirovinška baza mediteranskih šuma bila neekonomična za eksploataciju, pa je osnovna zadaća izgrađenih cesta bila protupožarna (Pičman i Pentek, 1996). Ove ceste obnašaju i sve ostale zadaće koje se javljaju pri gospodarenju šumama, te ih s pravom nazivamo višefunkcionalnim šumskim cestama.

Prema svojoj osnovnoj namjeni, ove šumske ceste imaju bitno manje prometno opterećenje i frekvenciju prometa. No, ove vrste šumskih prometnica podliježu svim propisanim zakonskim uvjetima, normama i pravilima, odnosno da se pri planiranju, projektiranju, građenju u održavanju treba pridržavati postojećih Tehničkih uvjeta za gospodarske ceste.

Širina planuma iznosi 4,00 m. Kosine iskopa iznose od 1:1 do 1:4, a nasipa se kreću od 1:1,5 do 1:1. Nagib nivelete, odnosno uzdužni nagib ceste iznosi $\pm 8\%$. Kolnička konstrukcija izvodi se od drobljenog kamenog materijala (obično matičnog kamenog materijala) u debljini slojeva od 15 do 25 cm (najčešće 15 cm). Kada se makadam izrađuje na kamenitom terenu, onda debljina zastora može biti 10 cm, jer kameno tlo ima dobru nosivost. Gornji se ustroj izvodi od matičnog kamenog materijala, kojega u pravilu na krškim terenima nalazimo u izobilju. Za izgradnju gornjeg ustroja uporabom matičnog kamenog materijala nužno je imati drobilice kamena, koje na samom gradilištu (trasi ceste) pripremaju kameni materijal potrebne granulacije. Za održavanje šumskih cesta koristi se isti drobljeni materijal.

Uporabom drobilica i matičnog kamenog materijala snižava se cijena gradnje i održavanja šumskih cesta, budući se iz strukture troškova u potpunosti eliminira transport kamenog materijala iz najčešće udaljenih kamenoloma, dok je priprema kamenog materijala na trasi ceste već djelomično obuhvaćena cijenom iskopa.

Za razastiranje i planiranje tucanika koriste se grejderi i različiti strojevi kod kojih se može točno regulirati

debljina sloja i nagib prometnice. Odmah nakon razastiranja i planiranja tucanika pristupa se valjanju. Za postizanje određene kvalitete i trajnosti makadamskih kolnika vrlo je važno pravilno obaviti valjanje. Unutar razasutog tucanika nalazi se oko 40 % šupljina, te je potrebno tucanik valjanjem zbiti na oko 75 % prvotnog volumena.

Veliki prosječni i poprečni nagibi terena i teške (stjenovite) građevinske kategorije materijala s jedne strane, te općekorisne funkcije šuma i okuženje u kojemu krške šume rastu s druge strane, utjecale su, uz uvijek prisutnu svijest šumara, na odabir ekološki prihvatljivih tehnologija gradnje šumskih protupožarnih cesta. Uporaba radnih strojeva pri izgradnji šumskih protupožarnih prometnica u današnje vrijeme je neizbježna, a izbor prave mehanizacije od izuzetne je važnosti te predstavlja bržu, učinkovitiju i jeftiniju gradnju. Danas se u šumskom građevinarstvu u izgradnji šumskih protupožarnih prometnica rabe dvije različite tehnologije: primjenom bagera s hidrauličkim čekićem i primjenom dozera (Pičman i dr., 2003).

Značaj izgradnje novih i održavanje postojećih šumskih protupožarnih prometnica ima vrijednost koja višestruko premašuje novčani iznos uloženi u njenu izgradnju. Zbog nedostataka šumskih protupožarnih prometnica u sklopu radova jednostavne biološke reprodukcije, šumski požari najčešće nanose velike gospodarske štete, a ponekad i tragične posljedice. Oprezno i sveobuhvatno proučavanje šumskih požara te uvid u evidenciju nepovratnih gubitaka, upućuje nas da su dobro isplanirane šumske protupožarne prometnice neophodne za suzbijanje šumskog požara.

Izgradnja protupožarnih prometnica iznosila je 1,5 mil. EUR/god., a štete koje nastaju izostajanjem korisnih funkcija šuma usljed požara iznose približno 9,5 mil. EUR/god (Pentek i dr. 2007). Stoga je trošak izgradnje protupožarnih prometnica prihvatljiv u usporedbi s nepovratnim gubitcima požarom opustošenog područja. Kako su dosadašnji radovi na izgradnji protupožarnih prometnica obično stvarali veće materijalne troškove, pokušalo ih se smanjiti primjenom pokretne drobilice kamena Vermeer T 855.

Osim pri izgradnji prometnica, Vermeer T855 se često koristi pri melioraciji krša, kao prvi korak u preobrazbi krša u plodno tlo pogodno za podizanje maslenika, vinograda te ostalih nasada koji uspijevaju pod sredozemnim podnebljem. Uporabom tog stroja znatno se smanjuju troškovi melioracije, a prerađeno tlo postaje gospodarski učinkovito, pri čemu se smanjuje i opasnost od požara.

MATERIJALI I METODE – Material and methods

Vermeer T855 je samohodni stroj gusjeničar (Slika 1), američke proizvodnje, težine 40 tona, koji je namijenjen gruboj obradi i drobljenju kamenog tla. Svojom težinom i dijamantnim vrhovima na noževima bubnja drobi kamen snagom udara od 2 tone.

Vermeer T 855 pokreće 6-cilindrični Diesel motor Caterpillar 3176 DITA Electronic s vodenim hlađenjem, maksimalne snage od 250 kW pri 2250 min⁻¹. Hidraulički sustav opremljen je pumpom protoka 102 l/min te radnog tlaka od 172 bara. Preko klipnog hidrauličkog motora pogoni se bubanj širine 2,6 metara s mogućnošću dubine rada do 90 cm. Dvostruki hidrostatski pogon s planetarnim prijenosnicima koristi se za pokretanje gusjenica. Oscilirajući okvir omogućuje rad na nagibu do 9,3°.

Cilj rada je istražiti učinkovitost drobilice kamena Vermeer T 855 pri pripremi buduće trase šumske protupožarne ceste, kao i pri melioraciji krškog zemljišta obraslog makijom. Istraživanje je provedeno na području šumarije Zadar i šumarije Buzet.

Istraživanje je provedeno tijekom 22 radna dana, pri čemu su se dnevno prikupljali sljedeći parametri: ukupno utrošeno vrijeme rada, efektivno (pogonsko) vrijeme stroja, potrošnja goriva, broj potrošenih noževa bubnja, duljina izrađene trase, dubina rada i vrsta podloge. Rad drobilice odvijao na ravnom terenu na oba radilišta, tako da provedeno istraživanje nije uzimalo u obzir proizvodnost stroja s obzirom na nagib terena.

Kako bi se usporedile radne značajke pokretne drobilice kamena između radilišta i pri melioraciji krške površine, također je izražena duljina izrađene trase kao i kod pripremnog rada na gradnji šumske protupožarne



Slika 1. Pokretna drobilica kamena Vermeer T 855
Figure 1 Terrain leveler Vermeer T 855

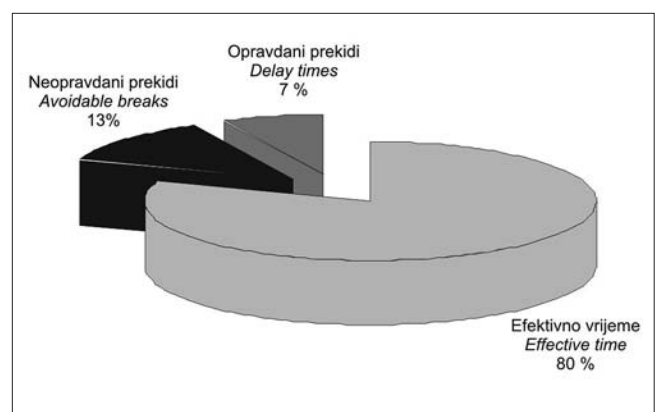
ceste. Obradena površina zemljišta ponajprije ovisi o duljini trase koju je pokretna drobilica obradila, dok je širina trase uvijek jednaka širini bubnja s noževima (2,6 m). Osnovna razlika u uvjetima rada odnosi se na dubinu rada i vrstu podloge te je stoga izvršena podjela radnih dana. Prvih 13 dana pri izgradnji šumske protupožarne ceste, na području šumarije Zadar, dubina rada iznosila je 40 cm. Tijekom prva 3 dana trasa protupožarne ceste bila je na podlozi od rastresitog kamena, odnosno sljedećih 10 dana na tvrdoj kamenoj podlozi. Tijekom 9 dana rada na melioraciji krškog zemljišta na području šumarije Buzet, dubina rada iznosila je 75 cm. Pri tomu je stroj radio 6 dana pri podlozi od rastresitog kamena, te 3 dana na tvrdoj kamenoj podlozi.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA – Research results

Mjereni rezultati prikazani su u Tablici 1. Najkraća trasa izrađene šumske protupožarne ceste od 260 m i najmanje vrijeme rada je zabilježeno tijekom prvog dana mjerenja, kada je ujedno bio i prvi dan dolaska stroja na radilište na području šumarije Zadar. Na drugom radilištu istraživanje radnih značajki pokretne drobilice kamena provedeno je nekoliko dana nakon početka izvođenja radova melioracije krša.

Ukupno vrijeme rada stroja podijeljeno je na efektivno vrijeme te na opravdane prekide (zastoji zbog osobnih potreba operatera) i neopravdane prekide. Pri tome nisu uočene razlike u strukturi vremena rada između radilišta niti između različitih uvjeta rada. U ukupnoj strukturi vremena rada za sve dane istraživanja efektivno vrijeme čini 80 % ukupnog vremena rada, neopravdani prekidi 13 %, a opravdani prekidi 7 % (Slika 2). Istraživanje je provedeno tijekom probnog rada pokretne drobilice kamena Vermeer T855, što je rezultiralo dužim neopravdanim prekidima pojedinih dana. Ovi neopravdani prekidi ponajprije se odnose na

zastoje rada stroja usljed dužih i češćih razgovora operatera sa šumarskim stručnjacima i projektantima šumskih prometnica. Ostalih dana neopravdane prekide rada čini vrijeme potrebno za zamjenu potrošenih i polomljenih noževa bubnja. Tijekom rada stroja noževi se



Slika 2. Struktura ukupno utrošenog vremena
Figure 2 Structure of total time consumption

Tablica 1. Prikupljeni mjerni rezultati
Table 1 Collected research data

Dubina rada <i>Working depth</i>	Podloga <i>Surface</i>	Ukupno vrijeme <i>Total time</i>	Efektivno vrijeme <i>Effective time</i>	Neopravdani prekidi <i>Avoidable breaks</i>	Opravdani prekidi <i>Delay times</i>	Izrađena trasa <i>Processed route</i>	Potrošnja noževa <i>Broken knives</i>	Potrošnja goriva <i>Fuel consumption</i>
cm		min				m	no.	L
40	rastresiti kamen <i>loose stones</i>	150	60	60	30	260	4	50
		480	300	90	90	1300	6	280
		540	330	120	90	1400	7	300
40	tvrdi kamen <i>hard rocky</i>	420	240	90	90	800	5	220
		540	480	30	30	1200	15	440
		540	450	60	30	1100	15	420
		510	420	60	30	950	15	400
		510	450	30	30	1000	12	420
		510	450	30	30	1000	12	420
		540	510	30		1200	10	460
		540	460	60	20	830	10	400
		480	390	60	30	500	8	350
480	210	240	30	800	6	190		
75	rastresiti kamen <i>loose stones</i>	600	300	30	30	600	9	400
		480	420	90	30	900	10	400
		600	540	30	30	900	7	420
		480	540	30	30	1100	15	450
		480	540	150	30	1200	10	410
		600	540	30	30	1200	12	500
75	tvrdi kamen <i>hard rocky</i>	600	540	30	30	1100	13	500
		600	420	30	30	700	10	300
		480	360	30	30	750	15	430

bubnja, koji lome i drobe kamen, oštećuju, te je za pravilan i učinkovit rad potrebno mijenjati noževe. Broj noževa bubnja koji se potroše ovisi o dubini rada i vrsti podloge, a taj se broj tijekom istraživanja kretao od 6 noževa/dan do 15 noževa/dan.

Iz mjerenih podataka je za svaki radni dan izračunat učinak stroja, izražen u duljini izrađene trase u jedinici vremena, potrošnja goriva po jedinici vremena i duljini izrađene trase te potrošnja noževa po duljini izrađene trase. Za izračun po jedinici vremena odabrano je efek-

tivno (pogonsko) vrijeme rada stroja. Srednje su vrijednosti s obzirom na uvjete rada uspoređeni u svrhu analize rada stroja (Tablica 2). Najveći prosječni učinak od 4,30 m/min ostvaren je pri radu na dubini od 40 cm u rastresitom kamenu. Kod iste dubine rada znatno je manji učinak kada radi na tvrdjnoj kamenoj podlozi (2,42 m/min). Manji učinak stroja postiže se pri melioraciji krškog zemljišta na većoj dubini rada. Općenito se može zaključiti da učinak ovisi o dubini rada i vrsti podloge. Veća dubina rada i tvrda podloga smanjuju učinkovitost rada.

Tablica 2. Učinak, potrošnja noževa i goriva drobilice kamena Vermeer T 855

Table 2 Efficiency and fuel consumption of terrain leveler Vermeer T 855

Dubina rada <i>Working depth</i>	Podloga <i>Surface</i>	Učinak <i>Efficiency</i>	Potrošnja noževa <i>Broken knives</i>	Potrošnja goriva <i>Fuel consumption</i>	
cm		m/min	no./km	L/min	L/m
40	rastresiti kamen - <i>loose stones</i>	4,30	8	0,89	0,21
40	tvrdi kamen - <i>hard rocky</i>	2,42	11	0,92	0,41
75	rastresiti kamen - <i>loose stones</i>	2,05	11	0,93	0,46
75	tvrdi kamen - <i>hard rocky</i>	1,93	15	1,04	0,53
Srednje vrijednosti - <i>Average values</i>		2,51	12	0,93	0,41

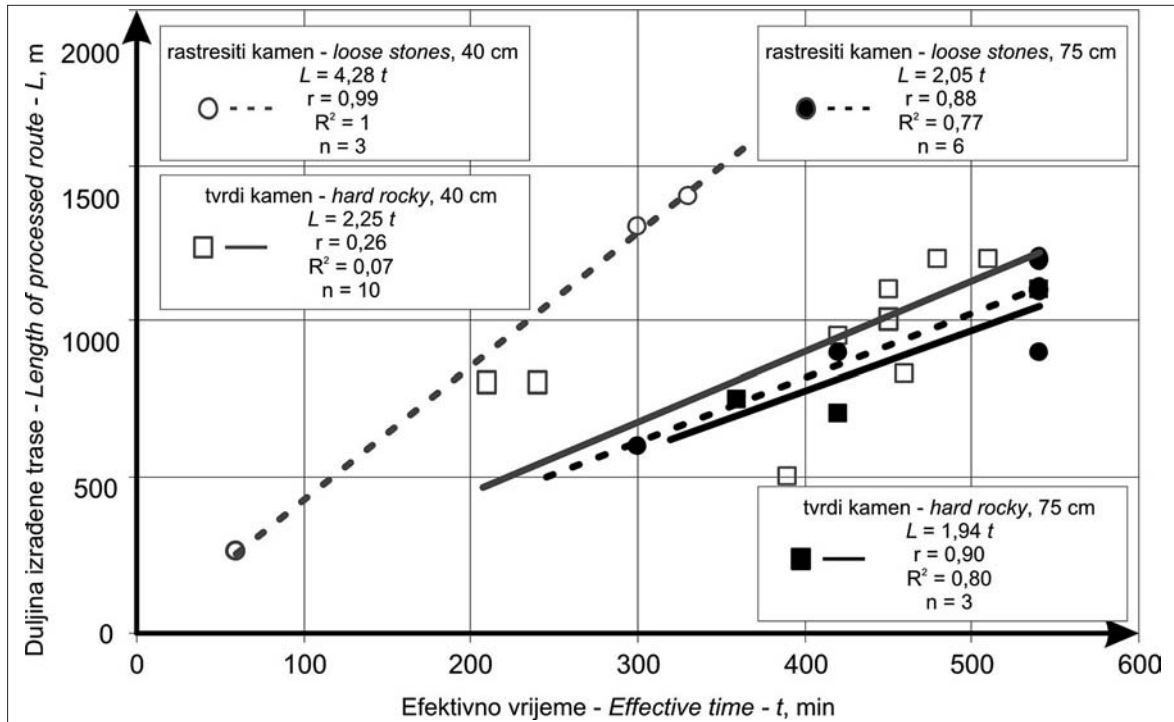
Nadalje je razmatrana duljina izrađene trase šumske protupožarne ceste u odnosu na efektivno (pogonsko) vrijeme rada. Parovi podataka razvrstani su s obzirom na uvjete rada, te se regresijskom analizom izvršilo iz-

jednačavanje podataka (Slika 3). Koeficijenti regersije ukazuju na jaku povezanost podataka, osim u slučaju rada na dubini od 40 cm na tvrdjnoj kamenoj podlozi, kada uslijed rasipanja podataka koeficijent regresije iz-

nosi 0,26. Rasipanje podataka možemo obrazložiti najvećim brojem promatranih radnih dana pri tim uvjetima rada. Također se može pretpostaviti da pri istim uvjetima rada stroj nailazi na različitu tvrdoću i čvrstoću kamena, što se ponajprije može pojaviti kod rada na tvrdoj kamenoj podlozi. Od linije izjednačanja od-

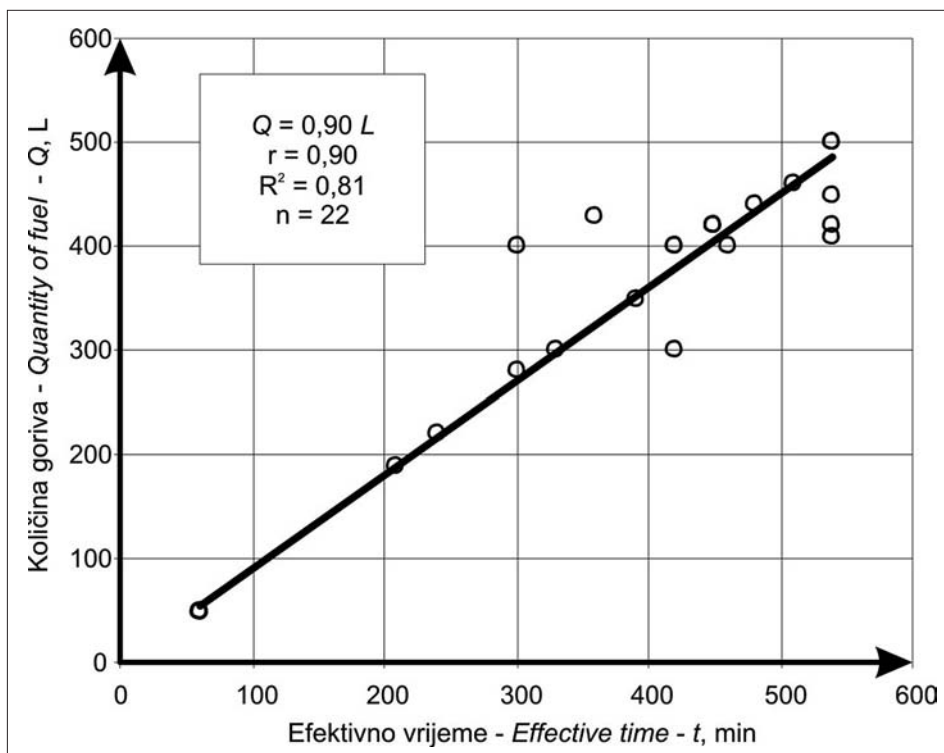
stupaju dva podatka, kada je izrađeno 800 m trase ceste u 210 min, odnosno 240 min, što može ukazati da je stroj naišao na manju tvrdoću i čvrstoću kamena, iako je radio u potpunoj kamenoj podlozi.

Vidljiv je također znatno brži rast duljine izrađene trase ceste s utroškom vremena pri radu stroja na 40 cm



Slika 3. Ovisnost duljine izrađene trase o efektivnom vremenu rada

Figure 3 Length of processed route vs. effective time



Slika 4. Ovisnost potrošnje goriva o efektivnom vremenu rada

Figure 4 Fuel consumption vs. effective time

dubine pri podlozi od rastresitog kamena. Linije izjednačenja se za ostale uvjete rada ne razlikuju značajno, tj. stroj će ostvariti isti učinak u jedinici vremena kada radi na tvrdoj kamenoj podlozi, odnosno kada radi na dubini od 75 cm.

Slični se slijed javlja pri razmatranju potrošnje noževa s obzirom na uvjete rada. Potrošnja noževa iskazana je kao broj polomljenih noževa po izrađenoj duljini trase. Najmanji se broj noževa troši kod rada na dubini od 40 cm u rastresitoj kamenoj podlozi (8 noževa/km). Pri melioraciji krša kod dubine rada 75 cm u tvrdom kamenu može se očekivati potrošnja od 15 noževa/km. Zanimljivo je uočiti jedanku potrošnju noževa po duljini izražene trase pri radu na tvrdoj kamenoj podlozi i dubini od 40 cm, te pri radu u rastresitom kamenu na dubini od 75 cm. Stoga se može zaključiti da na potrošnju noževa utječe različitost konzistencije kamena na mikrolokacijama duž trase šumske protupožarne šumske ceste.

Potrošnja goriva istraživana je u odnosu na izrađenu duljinu trase ceste i na efektivno (pogonsko) vrijeme

rada. Nema znatnijih razlika u potrošnji goriva u jedinici vremena (od 0,89 L/min do 1,04 L/min) s obzirom na uvjete rada. Prosječna potrošnja goriva bez obzira na različite radne uvjete iznosi 0,93 L/min. Ovisnost potrošnje goriva u jedinici vremena za sve dane istraživanja prikazan je na slici 4. Regresijskom analizom utvrđena je jaka povezanost podataka, a izjednačenje podataka pravcem također ukazuje na potrošnju od približno 0,9 L/min.

No, razlike u potrošnji goriva po duljini izrađene trase ceste znatno se razlikuju s obzirom na dubinu rada i podlogu. Zabilježena je potrošnja od samo 0,21 L/m kod rada na dubini od 40 cm u rastresitoj kamenoj podlozi. Pri istoj dubini rada gotovo je dvostruka veća potrošnja po duljini trase na kamenoj podlozi (0,41 L/m). S povećanjem dubine rada povećava se potrošnja goriva po duljini trase ceste, te je najveća potrošnja od 0,53 L/m detektirana pri radu na dubini od 75 cm u tvrdom kamenu.

ZAKLJUČCI – Conclusions

Na temelju rezultata mjerenja i uvodnih razmatranja ponajprije se želi naglasiti mogućnosti primjene pokretne drobilice kamena Vermeer T 855 pri gradnji šumskih protupožarnih cesta. Prednost pokretne drobilice ogleda se u mogućnosti korištenja kamenog materijala na trasi šumske protupožarne ceste te u novoj tehnologiji gradnje protupožarnih cesta, gdje rad jednog stroja djelomično zamjenjuje nekoliko građevinskih strojeva. Drobilica kamena može ustinjavati stijenje i kameni materijal u sitnije čestice na trasi buduće šumske protupožarne ceste do najveće dubine od 80 cm. Kameni materijal usitnjen je u tucanik zadovoljavajuće granulometrije za izradu kolničke konstrukcije. Na taj način rad stroja zamjenjuje vrlo skupu nabavu i transport kamenog materijala iz kamenoloma ili zamjenjuje rad stacionarne drobilice kamena na radilištu. Isto tako izostavlja se i rad razastiranja kamenog materijala duž trase ceste dozerom. Nakon pripreme izrade trase šumske protupožarne ceste pokretnom drobilicom, potrebno je grejderom izvršiti po-

ravnavanje kamenog materijala uz izradu određenog poprečnog nagiba ceste te valjanje.

S druge strane potrebno je naglasiti vsioku nabavnu cijenu stroja, veliku potrošnju goriva te neizostavnu potrošnju noževa, što će uveliko utjecati na troškove rada.

Za pripreme radove na gradnji šumskih protupožarnih cesta pokretna drobilica kamena treba se koristiti pri dubini rada od maksimalno 40 cm. Na tvrdoj kamenoj podlozi može se koristiti i na manjoj dubini rada, gdje je usljed dobre nosivosti podloge potrebna svega 10–15 cm debljina zastora kolničke konstrukcije. Na taj način može se postići veća proizvodnost stroja uz manju potrošnju goriva i noževa te time i manji trošak rada.

Iznesene pretpostavke potrebno je potkrijepiti troškovnom analizom primjene pokretne drobilice kamena uz usporedbu s troškovima rada pri dosadašnjim uvriježenim tehnologijama gradnje šumskih protupožarnih cesta, gdje treba uključiti više varijanti dobave tucanika i primjene različitih građevinskih strojeva.

LITERATURA – References

- Pičman, D., T. Pentek, 1996: Fire prevention roads in the area of the forest enterprise Buzet. Zbornik gozdarstva in lesarstva 49, 187–203.
- Pičman, D., T. Pentek, 1997: Fire prevention roads on the karst area of Republic of Croatia. Proceedings of the International scientific conference "Forest-Timber-Environment" TU Zvolen, Slovakia, 1–8.
- Pičman, D., T. Pentek, T. Poršinsky, 2003: Contribution to investigation of tree damaging by forest road excavating machines, *Strojarstvo* 45 (4–6), 149–157.
- Pentek, T., 1998: Forest fire prevention roads as a special category of forest roads and factors that influence their distribution in space, *Glasnik za šumske pokuse* 35, 93–141.
- Pentek, T., H. Nevečerel, T. Poršinsky, D. Horvat, M. Šušnjar, Ž. Zečić, 2007: Quality planning of forest road network – precondition of building and maintenance cost

rationalisation. Proceedings of Austro2007/-
FORMEC'07: Meeting the Needs of Tomorrow's
Forests – New Developments in Forest Engine-
ering, BOKU, Vienna, Austria, 07-11.10.2007.;
CD ROM.
www.vermeer.com

SUMMARY: The paper deals with performance of terrain leveler Vermeer T855 in forest fire road construction and carst melioration. Research was carried out in the Mediterranean region on southern part of Croatia (Dalmatia) - exactly on the area of forest office Zadar and forest office Buzet. The research was performed during three weeks of the machine work and the following parameters were recorded on a daily basis: effective time, fuel consumption, number of broken knives, length of the processed route, working depth and type of surface. The data gathered covered 22 working days in total. The basic classification of the working days was made according to the depth of work and type of surface. The first 13 days the working depth was 40 cm and during first 3 days the fire-prevention road route was on the ground of loose stones, and the following 10 days, on hard stone ground. During 9 days of work on the depth of 75 cm, the machine was working 6 days on the ground consisting of loose stones and 3 days on hard rocky ground.

The measured data served to calculate on a daily basis the efficiency of the machine expressed in the length of processed route within the time unit as well as the fuel consumption per time unit and the length of the processed route and dependence of number of broken knives on the length of the processed route

The largest average productivity of the machine of 4.30 m/min has been achieved at the work in ground 40 cm deep consisting of loose stones. At the same working depth, the productivity appears to be considerably lower on hard rocky ground (2.42 m/min). A lower efficiency is achieved at larger working depth. A general conclusion can be made that the productivity depends on the working depth and the type of ground. The larger working depth and the harder ground, the lower productivity.

The same sequence occurs when the consumption of knives is examined with regard to the working conditions. On average, when working on the depth of 40 cm in loose stone ground the smallest number of knives are used up. When working at 75 cm in hard stone, the consumption could be from 15 knives/km.

The fuel consumption was researched in regard to the constructed route length and to the effective (productive) working time. There are no more significant differences in fuel consumption within a time unit (from 0.89 L/min to 1.04 L/min) in regard to the working conditions. The average fuel consumption regardless of different working conditions comes to 0.93 L/min. Nevertheless, the differences in fuel consumption according to the length of the constructed road route considerably differ with regard to the working depth and the surface. The consumption of only 0.21 L/m has been registered with the work on the depth of 40 cm in loose stone ground. At the same depth, the consumption is almost double by the route length on the rocky ground (0.41 L/m). As the working depth increases the consumption by route length increases too and the largest consumption was from 0.53 L/m established with the work on the depth of 75 cm in hard stone.

Based on the measurement results and introductory study, we can make a conclusion on use of the terrain leveler Vermeer T855 in construction of the forest fire-prevention roads. The advantage of the terrain leveler lies in a possibility of use of the stone material on the forest fire-prevention roads route as well as in new technology of construction of fire-prevention roads where the operation of a machine substitutes several construction machines.