

Analiza kamenitosti i stjenovitosti terena za potrebe privlačenja drva

Andreja Đuka, Tomislav Poršinsky

Nacrtač – Abstract

U radu je prikazana analiza kamenitosti i stjenovitosti površine GJ »Kupjački vrh«, NPŠO Zalesina, kao jedne od važnih značajki prometnosti terena koja ograničava kretnost šumskih vozila. Površinske prepreke (kamenitost i stjenovitost) snimljene su postavljanjem sistematskoga uzorka od 319 primjernih ploha, međusobnoga razmaka 100 m, veličine 10 × 10 m. Na svakoj je primjernoj plohi, temeljem prikazane metodologije, provedeno mjerenje visine i učestalosti površinskih prepreka (kamenitosti) radi određivanja razreda površinskih prepreka. Površinske su prepreke raščlanjene s obzirom na pojavnost u četiri skupine (pojedinačne, rijetke, srednje učestale, učestale), odnosno u četiri visinska razreda: H20 (10 – 30 cm), H40 (30 – 50 cm), H60 (50 – 70 cm) i H80 (> 70 cm).

Analiza udjela pojedinih razreda površinskih prepreka pokazala je prevladavanje razreda 3 (djelomično neravan teren) na 39,59 % površine, ali i da razredi 3, 4 i 5 (razred 5 je najteži sa stajališta kretnosti vozila) zajedno zauzimaju više od polovice ukupne površine gospodarske jedinice (65,87 %).

Postojeći podaci o kamenitosti pojedinih odjela i odsjeka iz opisa sastojina (obraci O2 ili O3) osnova i programa gospodarenja šumama nisu dobar ulazni podatak sa stajališta kretnosti šumskih vozila, odnosno prometnosti terena jer govore samo o udjelu pokrovnosti površine. Stoga se predlaže uključivanje izmjere i procjene površinskih prepreka s obzirom na njihovu dubinu i visinu te učestalost kao jedne od sastavnica terenskih izmjera pri izradi osnova i programa gospodarenja šumama.

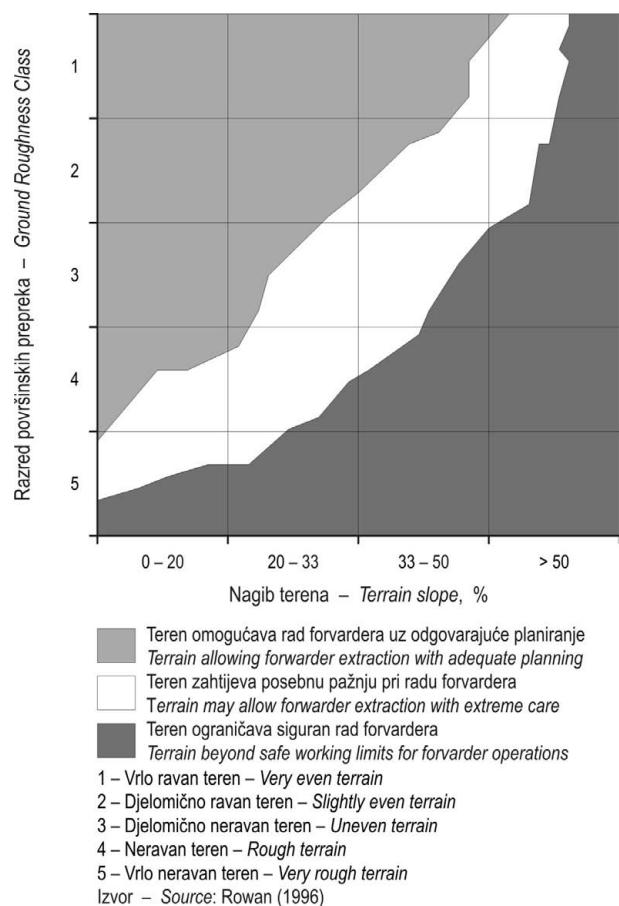
Ključne riječi: kamenitost, stjenovitost, površinske prepreke, prometnost terena

1. Uvod – Introduction

U hrvatskom šumarstvu prevladavaju djelomično mehanizirani sustavi pridobivanja drva, pri čemu se sječa i izradba drva obavlja ručno-strojn timeradom primjenom motornih pila lančanica, a privlačenje drva šumskim vozilima (Tomašić 2012, Vusić 2013). Izbor šumskoga vozila za primarni transport drva (skider s vitlom, forvarder, nadograđeni poljoprivredni traktor, traktorska ekipaža) ovisi o djelovanju terenskih čimbenika (nagib terena, površinske prepreke i nosivost podloge) te razini primarne i sekundarne otvorenosti šuma, a ujedno je i najvažnija odrednica cijeloga sustava pridobivanja drva (Poršinsky i dr. 2014). Pentek i dr. (2010) ističu i važnost oblika, prostornoga raporeda i gustoće mreže sekundarnih šumskih prometnica, koja je presudna za mogućnost prihvata i skupljanja drva

određenim šumskim vozilom za privlačenje (duljina vučnoga uža vitla ili doseg hidraulične dizalice).

Sa stajališta planiranja pridobivanja drva i otvaranja šuma na strateškoj razini nagib je terena najvažniji terenski čimbenik koji neposredno utječe na odabir sustava pridobivanja drva (Đuka 2014, Đuka i dr. 2015). Nagib terena utječe na stabilnost vozila pri kretanju jer se svi kotači vozila sukobljavaju s jednakim makrotopografskim vrijednostima, pri čemu se privlačenje drva vozilima izvodi < 35 % nagiba terena (Poršinsky i dr. 2014). Isti autori navode da se površinske prepreke ubrajaju u skupinu mikrotopografskih značajki terena, koje su neovisne o makrotopografiji terena, a obuhvaćaju sve neravnosti terena, odnosno površinske prepreke koje utječu na kretanje jednoga ili više kotača vozila. Površinske prepreke terena koje



Slika 1. Utjecaj nagiba i površinskih prepreka terena na rad forvardera
Fig. 1 Influence of terrain slope and roughness on forwarder operations

ograničavaju kretanje vozila po šumskom bespuću predstavljaju površinska mikoreljevna ispupčenja (stijenje, kamenje, džombe) i uleknuća (vodotoci, jarci, vrtače), zatim dubeća stabla, panjevi posječenih stabala, otpad te šumski ostatak pri sječi i izradbi drva.

Izraženi nagib i/ili površinske prepreke terena značajno utječu na stabilnost (uzdužnu i bočnu) šumskih vozila, samim time i na njihovu kretnost te sigurnost pri radu (slika 1, tablica 2), ali i na razinu njihove djelotvornosti (Visser i Berkett 2015, Visser i Stampfer 2015). Važnost poznavanja tih terenskih čimbenika pri operativnom planiranju izvođenja šumskih radova prepoznaje i »Smjernica za izradu Elaborata radilišta za radove u šumarstvu« (HKIŠDT 2015), koja prometnost terena za šumska vozila raščlanjuje u dva razreda: 1) prometan teren za šumska vozila – nagiba < 25 % bez većih površinskih prepreka, koji se sekundarno otvara traktorskim vlakama, 2) neprometan teren za šumska vozila – nagiba > 25 % s većim površinskim

preprekama, koji se sekundarno otvara građenim traktorskim putovima.

Löffler (1984) površinske prepreke sa stajališta kretnosti vozila opisuje kao:

⇒ depresije (uleknuća) s čvrstim i jasno određenim rubovima (duboke najmanje 0,2 m pri čemu se depresije s promjerom 6 puta većim od dubine ne uzimaju u obzir – slika 2A)

⇒ kamenje, stijenje i terenske zapreke visine najmanje 0,1 m.

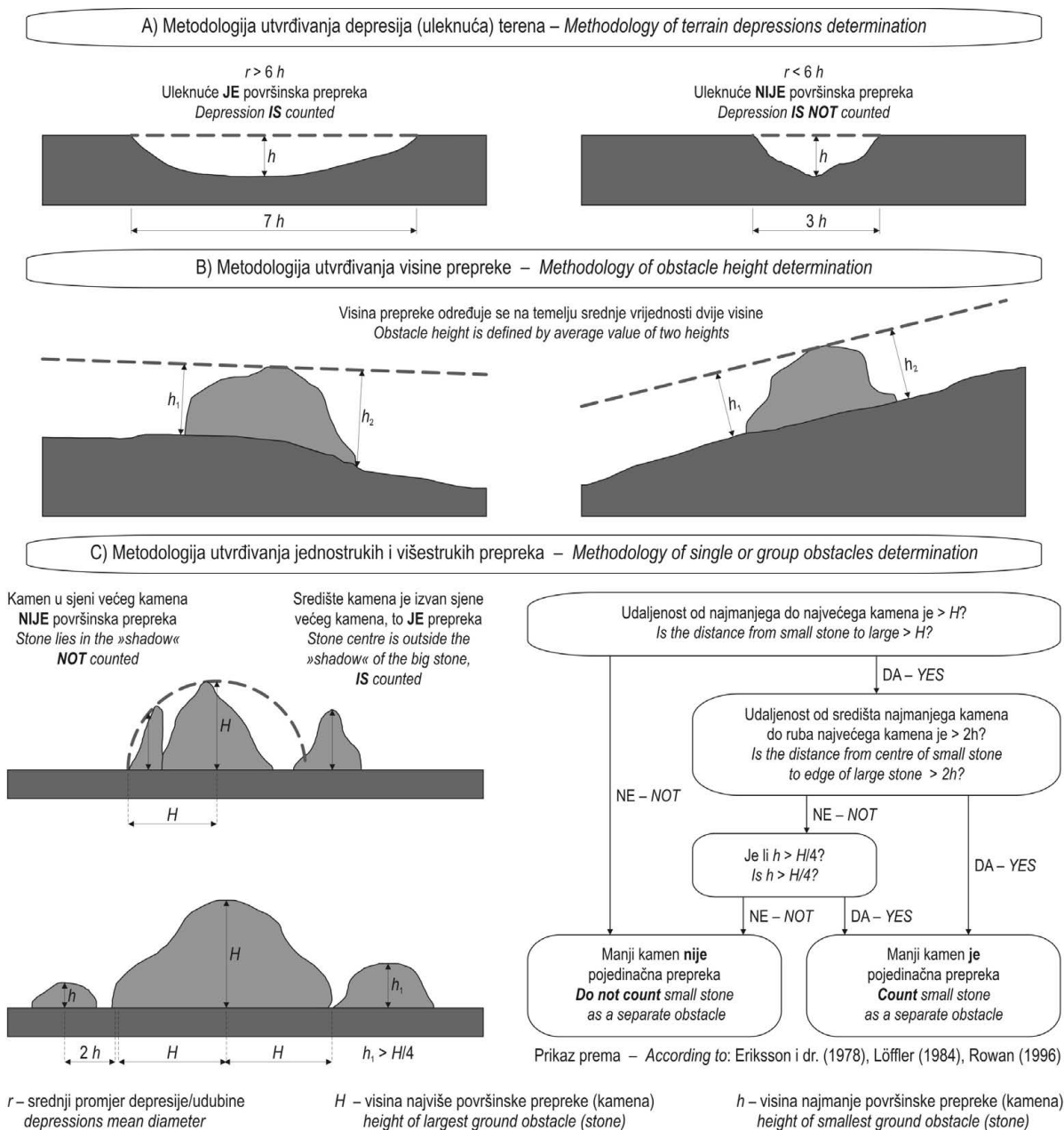
Isti autor opisuje kamenitost kao pojedinačne, odlomljene komade stijena koji se mogu pomicati po površini tla, dok je stjenovitost pojava tvrdih kamenih masa odnosno litica koje se ne mogu pomicati.

Sve raščlambe neravnosti terena (površinskih prepreka) za potrebe izrade razredbi terena pri izvođenju šumskih radova određene su veličinom i rasporedom površinskih prepreka određene šumske površine (Eriksson i dr. 1975, Mellgren 1980, Löffler 1984, Berg 1992, Rowan 1996). Metodologija izmjere visine povr-

Tablica 1. Raščlamba površinskih prepreka u kanadskom šumarstvu
Table 1 Roughness class assesment in Canadian forestry

(Ne)ravnost terena Roughness class		Visina ili dubina prepreke Obstacle height or depth	Površinska učestalost prepreka Number of obstacles
Razred Class	Opis Description	cm	No./100 m ²
1	Vrlo ravan teren Very even terrain	10 – 30	0 – 4
2	Djelomično ravan teren Slightly uneven terrain	10 – 30	> 4
		30 – 50	1 – 4
3	Djelomično neravan teren Uneven terrain	10 – 30	> 4
		30 – 50	5 – 40
		50 – 70	1 – 4
4	Neravan teren Rough terrain	10 – 30	> 4
		30 – 50	5 – 40
		50 – 70	1 – 4
5	Vrlo neravan teren Very rough terrain	70 – 90	1 – 4
		10 – 30	> 4
		30 – 50	> 40
		50 – 70	> 4
		70 – 90	> 4
		> 90	> 0

Izvor – Source: Mellgren (1980), Davis i Reisinger (1990)



Slika 2. Metodologija izmjere površinskih prepreka
Fig. 2 Methodology of measuring ground obstacles

šinskih prepreka prikazana je na slici 2B, a metodologija utvrđivanja pojedinačnih, odnosno višestrukih prepreka u skicama i ključu za određivanje prikazana je na slici 2C.

Löffler (1984) i Rowan (1996) navode da se površinske prepreke utvrđuju na primjernim ploham, kružnoga ili kvadratnoga oblika, najmanje ploštine od 100 m², te da se dijele u četiri visinska razreda: H20

(10 – 30 cm), H40 (30 – 50 cm), H60 (50 – 70 cm) i H80 (> 70 cm).

Ovisno o autorima, raščlambe površinskih prepreka terena zasnovane su s obzirom na visinu i učestalost prepreka po jedinici površine (tablica 1), odnosno na učestalost prepreka određenoga visinskoga razreda opisanu s gustoćom po jedinici površine, ali i međusobnim razmakom (tablica 2).

Tablica 2. Razredba površinskih prepreka prema Rowanu (1977) i Löffleru (1984)**Table 2** Ground obstacle classification according to Rowan (1977) and Löffler (1984)

Razredi neravnosti <i>Roughness Class</i>	Razredi visina površinskih prepreka – <i>Height Class of Obstacles</i>			
	H 20 (10 – 30 cm)	H 40 (30 – 50 cm)	H 60 (50 – 70 cm)	H 80 (> 70 cm)
1	Rijetke – <i>Infrequent</i> (40 – 400 ha ⁻¹ , 5 – 16 m)	Pojedinačne prepreke ostalih razreda – <i>Other classes combined = Isolated</i> (4 – 40 ha ⁻¹ , 16 – 50 m)		
	Umjereno učestale <i>Moderately frequent</i>	Nisu prisutne prepreke ostalih razreda – <i>No other classes present</i>		
2	(400 – 4000 ha ⁻¹ , 1,6 – 5 m)	Rijetke – <i>Infrequent</i> (40 – 400 ha ⁻¹ , 5 – 16 m)	Pojedinačne prepreke ostalih razreda – <i>Other classes combined = Isolated</i> (4 – 40 ha ⁻¹ , 16 – 50 m)	
		Nisu prisutne prepreke ostalih razreda – <i>No other classes present</i>		
3	Učestale – <i>Frequent</i> (> 4000 ha ⁻¹ , <1,6 m)	Umjereno učestale <i>Moderately frequent</i> (400 – 4000 ha ⁻¹ , 1,6 – 5 m)	Rijetke – <i>Infrequent</i> (40 – 400 ha ⁻¹ , 5 – 16 m)	Pojedinačne – <i>Isolated</i> (4 – 40 ha ⁻¹ , 16 – 50 m)
4				Rijetke – <i>Infrequent</i> (40 – 400 ha ⁻¹ , 5 – 16 m)
5	Sve površine s neravnostima terena većim od razreda 4 – <i>All combinations more severe than Class 4</i>			

U hrvatskom šumarstvu nema dostupnih prostornih podataka o površinskim preprekama sa stajališta kretnosti šumskih vozila. U osnovama i programima gospodarenja šumama, kao element staništa, kamenitost odjela i odsjeka iskazuje se udjelom pokrivenosti površine. Međutim, Pravilnik o uređivanju šuma (NN 79/15) ne navodi način, odnosno metodologiju utvrđivanja toga pokazatelja staništa. Najvjerojatnije se radi o očitavanju vrijednosti kamenitosti i stjenovitosti terena s Opće pedološke karte (1:50.000) u kojoj je ona iskazana u šest razreda pokrivenosti površine tla: 1) < 2 %, 2) 2 – 10 %, 3) 10 – 25 %, 4) 25 – 50 %, 5) 50 – 90 %, te 6) > 90 % (Bogunović i dr. 1997).

Cilj je ovoga rada, na primjeru GJ »Kupjački vrh« Nastavno-pokusnoga šumskoga objekta Zalesina, provesti terensku izmjeru i analizu pojavnosti kamenitosti terena radi procjene prometnosti terena za privlačenje drva.

2. Materijali i metode – *Materials and Methods*

Istraživanje je provedeno na području bukovo-jelovih prebornih šuma Gorskoga kotara, u gospodarskoj jedinici »Kupjački vrh« Nastavno-pokusnoga šumskoga objekta »Zalesina« kojim gospodari Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Gospodarska jedinica »Kupjački vrh« nalazi se na 45°26' sjeverne zemljopisne širine i 14°53' zemljopisne dužine istočno od Greenwicha. Zauzima površinu od 278,80 ha, od čega je na 274,87 ha obraslo proizvodno šumsko zemljište, a na 3,93 ha je neplodno šumsko zemljište. Gospodar-

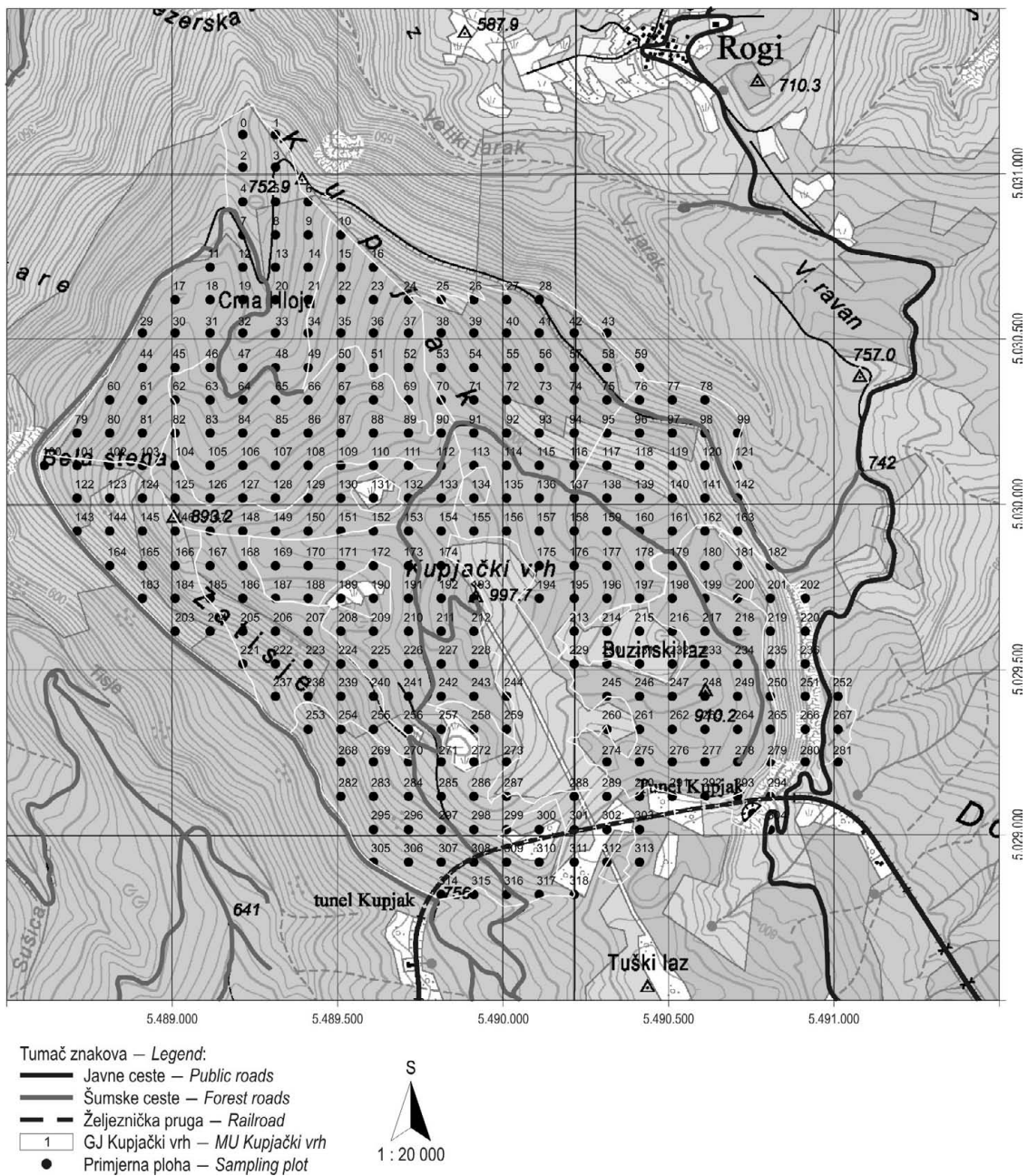
ska je jedinica podijeljena u 16 odjela. Prosječna drvena zaliha gospodarske jedinice iznosi 446 m³/ha, uz godišnji tečajni prirast od 6,25 m³/ha.

Unutar GJ »Kupjački vrh« nalaze se dva ekološko-gospodarska tipa, uz pripadajuća dva podtipa:

⇒ Ekološko-gospodarski tip I-C-10a raznodobna je mješovita sjemenjača tipičnoga stadija i normalnoga stanja te grupimičnoga prostornoga rasporeda. Najpovoljniji je omjer smjese 70 % crnogorice i 30 % bjelogorice. Sječiva je zrelost za jelu i smreku 60 cm, a za bukvu 50 cm. EGT I-C-10a pridolazi na 46,25 % površine gospodarske jedinice. Kamenitost terena iznosi 25 % površine tla. Preporučena je srednja udaljenost privlačenja drva 370 m.

⇒ Ekološko-gospodarski tip I-C-10b raznodobna je mješovita sjemenjača tipičnoga stadija i normalnoga stanja te stablimičnoga prostornoga rasporeda. Najpovoljniji je omjer smjese 60 % crnogorice i 40 % bjelogorice. Sječiva je zrelost za jelu i smreku 70 cm, a za bukvu 50 cm. EGT I-C-10b pridolazi na 46,26 % površine gospodarske jedinice. Kamenitost terena iznosi 25 – 50 % površine tla. Preporučena je srednja udaljenost privlačenja drva 390 m.

Ekološko-gospodarski tip I-J-10 jednodobna je mješovita sjemenjača normalnoga stanja, koja se nalazi u stadiju zrelosti. Najpovoljniji je omjer smjese 70 % crnogorice i 30 % bjelogorice. Vrste drveća su obični i crni bor, crni grab, crni jasen i javor gluhač. Kod optimalnoga sastojinskoga oblika proizvodnja iznosi 640 m³/ha, uz ophodnju od 80 godina. Prepo-



Slika 3. Položaj primjernih ploha u GJ »Kupjački vrh«

Fig. 3 Position of sampling plots in MU »Kupjački vrh«

ručena je srednja udaljenost privlačenja 410 m. Ovaj EGT (I-J-10) pridolazi na 7,49 % površine gospodarske jedinice.

Površinske prepreke (kamenitost i stjenovitost) snimljene su postavljanjem sistematskoga uzorka od 319 primjernih ploha, međusobnoga razmaka 100 m, veličine 10 × 10 m (slika 3). Na svakoj je primjernoj plohi, temeljem metodologije prikazane na slici 2, provedeno mjerenje visine i učestalosti površinskih prepreka radi

određivanja razreda površinskih prepreka sukladno literaturnim smjernicama (Mellgren 1980, Löffler 1984, Berg 1992, Rowan 1977). Mjerenja su obavljena GPS uređajem Garmin 60CSx (pronalazak točke, odnosno koordinata u prostoru) i visinomjerom Nikon 1000AS. Raščlamba je površinskih prepreka provedena sukladno smjernicama prikazanim u tablici 2, a metodologija izmjere visine površinskih prepreka prema slici 2B, odnosno utvrđivanje pojedinačnih, odnosno višestrukih



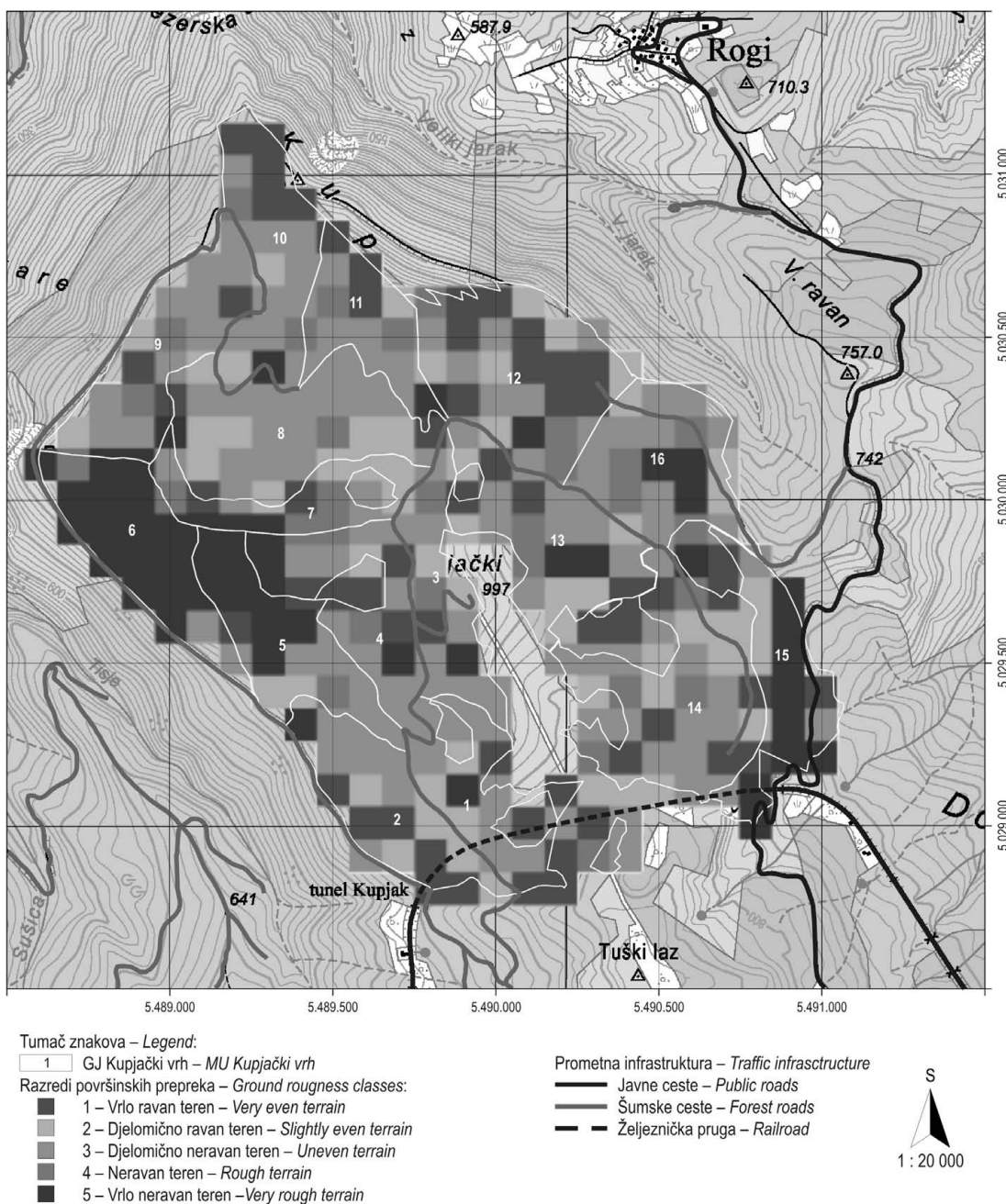
Slika 4. Vizualizacija razreda površinskih prepreka

Fig. 4 Visualization of ground roughness classes

prepreka prema skici i ključu na slici 2C. Površinske su prepreke raščlanjene s obzirom na pojavnost u četiri skupine (pojedinačne, rijetke, srednje učestale, učestale), odnosno u četiri visinska razreda: H20 (10 – 30 cm), H40 (30 – 50 cm), H60 (50 – 70 cm) i H80 (> 70 cm).

3. Rezultati s raspravom – *Results with discussion*

Na svakoj od 319 primjernih ploha teren je fotografiran s obzirom na četiri strane svijeta (S, J, I i Z),



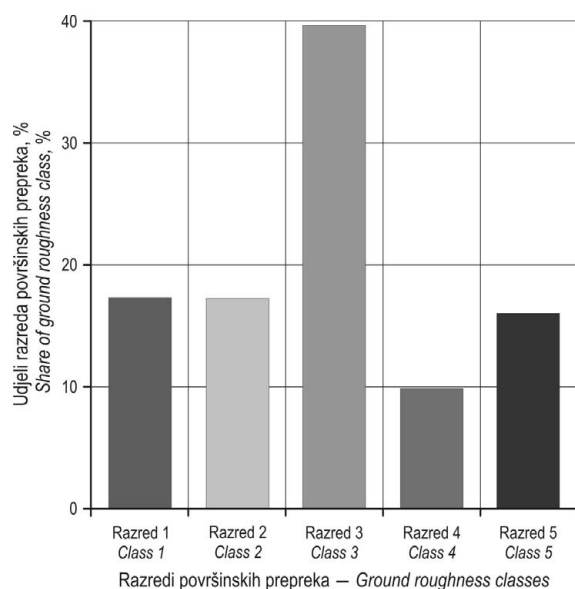
Slika 5. Prikaz razreda površinskih prepreka terena GJ »Kupjački vrh«
Fig. 5 Ground roughness classes in MU »Kupjački vrh«

što je rezultiralo s ukupno 1272 fotografije. Na slici 4 prikazane su fotografije koje najbolje opisuju svaki od razreda površinskih prepreka terena.

Prostorni prikaz primjernih ploha s razredima površinskih prepreka terena po odjelima gospodarske jedinice »Kupjački vrh« prikazan je na slici 5. Pri terenskim mjerjenjima primjerne su plohe zauzimale površinu od 100 m² te je na temelju te površine napravljena pretvorba u hektare kako je i prikazano na slici 5.

Analiza udjela pojedinih razreda površinskih prepreka na razini cijele gospodarske jedinice »Kupjački vrh« (slika 6) pokazala je da prevladava razred 3 na 39,59 % površine (djelomično neravan teren), te da razredi 3, 4 i 5 zajedno zauzimaju više od polovice ukupne površine gospodarske jedinice (65,87 %).

Za svaki od 16 odjela analizirani su i udjeli pojedinih razreda površinskih prepreka (slika 7). Odjel 12 sadrži najviše udjela razreda 1 (36 %), dok su odjeli 6



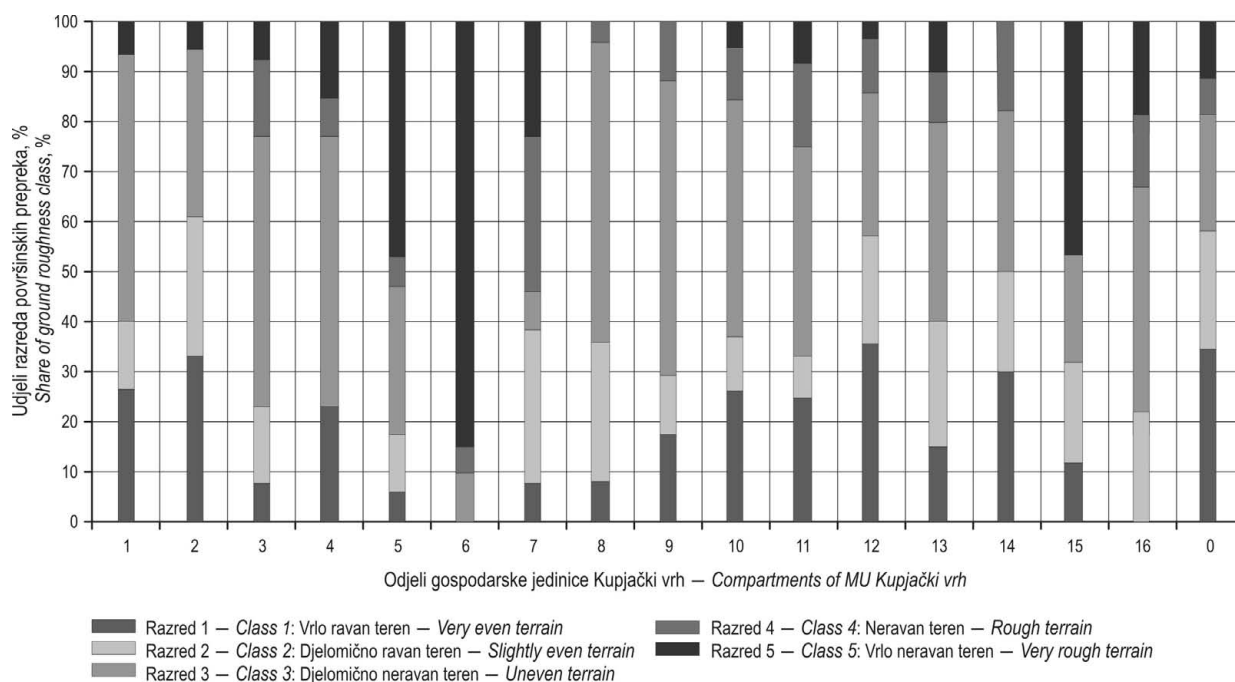
Slika 6. Udjeli razreda površinskih prepreka GJ »Kupjački vrh«
Fig. 6 Share of roughness classes in MU »Kupjački vrh«

i 16 u potpunosti bez najpovoljnijega razreda 1. Odjel 6 (inače označen kao zaštitne šume) u najvećem dijelu (85 %) sadrži najnepovoljniji razred površinskih prepreka – 5, dok odjelom 16 prevladava razred 3 (50 %). Odjel 0 predstavlja privatne površine unutar gospodarske jedinice »Kupjački vrh«.

Usporedbom podataka (tablica 3) kamenitosti terena (iskazanih udjelom pokrivenosti, %) iz Programa gospodarenja GJ »Kupjački vrh« (obraci O3) primijete su odstupanja u odnosu na terenske izmjere: najmanji udjel kamenitosti (0 – 20 %) imaju odjeli 12 i 16, dok je u zaštitnim odjelima 6 i 15 (proglašenje zaštitnih odjela temelji se na vrlo strmim nagibima terena) najveći udio kamenitosti (90 %). Unutar većine odjela (odjeli 1, 4, 7, 8, 9, 10, 13, 14) raspon udjela kamenitosti kreće se ± 40 % pokrivenosti površine, dok je u odjelu 9 raspon najveći ± 55 %. Obrazac O3 ne prikazuje veličinu (razrede) samih površinskih prepreka, odnosno kamenja i stijena, što je otežavajuća okolnost s obzirom na to da se razredi površinskih prepreka (Mellgren 1980, Löffler 1984 i dr.) jasno razlikuju.

4. Zaključak – Conclusion

Analiza udjela pojedinih razreda površinskih prepreka GJ »Kupjački vrh« pokazala je prevladavanje razreda 3 (djelomično neravan teren) na 39,59 % površine, ali i da razredi 3, 4 i 5 zajedno zauzimaju više od polovice ukupne površine gospodarske jedinice (65,87 %). S obzirom na to da razredi površinskih prepreka ne govore dovoljno u smislu ograničenja kretnosti određenoga šumskoga vozila, potrebno je napraviti dodatnu reklasifikaciju razreda površinskih prepreka u tri nova razreda neravnosti terena: 1) prelazak vozila



Slika 7. Udjeli razreda površinskih prepreka po odjelima GJ »Kupjački vrh«
Fig. 7 Share of roughness classes in each compartment of MU »Kupjački vrh«



Slika 8. Gradnja traktorskoga puta na teškim terenima omogućuje kretnost skideru

Fig. 8 Construction of skid road in rough terrain conditions ensures skidder mobility

Tablica 3. Usporedba izmjere podataka iz obrazaca O3

Table 3 Comparison of measurement and data from O3 forms

Odjel Compartment	Udjeli razreda površinskih prepreka, % Share of ground roughness class, %					Kamenitost iz obrazaca O3, % Rockiness from O3 data forms, %
	1	2	3	4	5	
1	27	13	53	0	7	25 – 50
2	33	28	33	0	6	< 50
3	8	15	54	15	8	< 20
4	23	0	54	8	15	10 – 50
5	6	12	29	6	47	80
6	0	0	10	5	85	90
7	8	31	8	31	23	10 – 50
8	8	28	60	4	0	10 – 50
9	18	12	59	12	0	25 – 80
10	26	11	47	11	5	10 – 50
11	25	8	42	17	8	10 – 20
12	36	21	29	11	4	0 – 20
13	15	25	40	10	10	20 – 50
14	20	20	43	17	0	20 – 50
15	13	20	20	0	47	90
16	0	17	50	17	17	0 – 20

preko prepreke, 2) obilazak vozila oko prepreke i 3) potrebna izgradnja traktorskoga puta koja osigurava kretnost šumskoga vozila (slika 8). Dodatna reklasifikacija, naravno, najviše ovisi o vrsti vozila (njegovoj kretnosti) koje će se koristiti za privlačenje drva.

Podaci o kamenitosti pojedinih odjela i odsjeka iz opisa sastojina (obraci O2 ili O3) osnova i programa gospodarenja šumama nisu dobar ulazni podatak sa stajališta kretnosti šumskih vozila, odnosno prometnosti terena, jer govore samo o udjelu pokrovnosti površine.

Stoga se predlaže uključivanje izmjere tj. procjene površinskih prepreka s obzirom na njihovu dubinu i visinu te učestalost kao jedne od sastavnica terenskih izmjera šuma pri izradi osnova i programa gospodarenja. Rowan (1977, 1996) navodi da se iskustvom istraživača i praktičara može na jednostavan i brz način doći do točnih vizulanih procjena visine (i učestalosti) površinskih prepreka, što će uvelike pomoći pri razredbi terena i planiranju izvođenja šumskih radova.

5. Literatura – References

- Berg, S., 1992: Terrain Classification System for Forestry Work. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Kolding Lyntryk, Denmark, 1–28.
- Bogunović, M., Ž. Vidaček, Z. Racz, S. Husnjak, M. Sraka, 1997: Namjenska pedološka karta Republike Hrvatske i njena uporaba. Agronomski glasnik, 59(5–6): 363–399.
- Davis, C. J., T. W. Reisinger, 1990: Evaluating Terrain for Harvesting Equipment Selection. Journal of Forest Engineering, 2(1): 9–16.

- Đuka, A., 2014: Razvoj modela prometnosti terena za planiranje privlačenja drva skiderom. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–303.
- Đuka, A., T. Poršinsky, D. Vusić, 2015: DTM Models to Enhance Planning of Timber Harvesting. Bulletin of The Faculty of Forestry Beograd, Special Issue, 35–44.
- Eriksson, T., G. Nilsson, G. Skråmo, 1975: The Inter-Nordic Project of Forest Terrain and Machines in 1972–1975. Acta Forestalia Fennica, 164: 1–44.
- HKIŠDT, 2015: Smjernica za izradu Elaborata radilišta za radove u šumarstvu. Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije, 1–9. (www.hkisdt.hr)
- Löffler, H. J., 1984: Terrain classification for forestry. Report TIM/EFC/WP.1/R.51, 24 August 1984, EU Timber Committee and FAO–ILO, 1–55.
- Mellgren, P. G., 1980: Terrain Classification for Canadian Forestry. Canadian Pulp and Paper Association, 1–13.
- NN, 79/15: Pravilnik o uređivanju šuma. Narodne novine, 79/2015.
- Pentek, T., H. Nevečerel, K. Dasović, T. Poršinsky, M. Šušnjar, A. Potočnik, 2010: Analiza sekundarne otvorenosti šuma gor-skog područja kao podloga za odabir duljine uža vitla. Šum. list, 134(5–6): 241–248.
- Poršinsky, T., T. Pentek, A. Đuka, 2014: Opisna i namjenska klasifikacija terena za pridobivanje drva i otvaranje šuma. Studija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–64.
- Rowan, A. A., 1977: Terrain classification. Forestry Commission, Forestry Record 114, Her Majesty's Stationery Office (HMSO), Edinburgh, 1–24.
- Rowan, A. A., 1996: Terrain Classification. British Forestry Commission, Forest Research – Technical Note 16/95, 1–6.
- Tomašić, Ž., 2012: Razvoj tehnologije i tehničkih sredstava u pridobivanju drva s obzirom na posebnosti šuma i šumarstva u Republici Hrvatskoj. Nova meh. šumar., 33: 53–67.
- Visser, R., H. Berkett, 2015: Effect of terrain steepness on machine slope when harvesting. International Journal of Forest Engineering, 26(1): 1–9.
- Visser, R., K. Stampfer, 2015: Expanding Ground-based Harvesting onto Steep Terrain: A Review. Croat. j. for. eng., 36(2): 321–331.
- Vusić, D., 2013: Pogodnost sustava pridobivanja drvne biomase u smrekovoj šumskoj kulturi. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–174.

Abstract

Analysis of Terrain Roughness in Terms of Harvesting Operations

This paper presents an analysis of terrain roughness (ground obstacles i.e. stoniness and rockiness) in MU »Kupjački vrh« of FTRC Zalesina, as one of important terrain features that affect vehicle mobility. Ground obstacles (stoniness and rockiness) were recorded and measured by setting a systematic sample of 319 sample plots, at a distance of 100 meters from each other, with the size of 10 × 10 m. Height and frequency of ground obstacles were measured on each sample plot and obstacles were divided into four groups (isolated, infrequent, moderately frequent and frequent) and in four height classes: H20 (10–30 cm), H40 (30–50 cm), H60 (50–70 cm) and H80 (> 70 cm). Analysis showed the prevalence of grade 3 (uneven terrain) on 39.59% of the area. Classes 3, 4 and 5 (grade 5 being the worst) together account for more than a half of the total area of the forest management unit (65.87%). The data of the official Management Plans on the rockiness of compartments/sub-compartments can only be found in the description of stands (forms O2 or O3) and do not represent a good input from the standpoint of vehicle mobility or terrain trafficability because they only give the share of the covered surface. Therefore, a survey/assessment of ground obstacles is proposed with respect to their depth/height and frequency, as one of the components of field measurements in the preparation of Management Plans.

Keywords: stoniness, rockiness, ground obstacles, terrain trafficability

Adresa autorâ – Authors' addresses:

Dr. sc. Andreja Đuka
 e-pošta: aduka@sumfak.hr
 Prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky
 e-pošta: tporsinsky@sumfak.hr
 Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
 Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
 Svetošimunska 25
 10 000 Zagreb
 HRVATSKA

Primljeno (Received): 26. 09. 2015.
 Prihvaćeno (Accepted): 10. 11. 2015.