

RODOSITNIDBA - JEDNA METODA MEHANIZIRANJA PRIRODNE OBNOVE I NJEGE SASTOJINA

MULCHING FLAIL MOWER - ONE METHOD FOR MECHANIZATION OF STAND ESTABLISHMENT AND TREATMENT OPERATIONS*

Dubravko HORVAT, Stanislav SEVER**

SAŽETAK: Razina mehaniziranosti radova u uzgajanju šuma hrvatskoga šumarstva znatno je niža od one postignute u eksploataciji šuma. Posebno u slučaju vrijednih sastojina kakve su u Hrvatskoj šume hrasta lužnjaka, nastoji se zamijeniti ručni rad radom strojeva. Članak se bavi morfološkom analizom rodotitnilica te eksploatacijskim ispitivanjem jednoga agregata: rodotitnilice Seppi m. Miniforst 150 i traktora Steyr 8090a Forst. Na temelju morfološke raščlambе takvoga tipa uzgojnoga radnog stroja, moguće je odrediti karakteristike i pravila za njihovo konstruiranje, trend razvoja te ocijeniti novi proizvod. Eksploatacijska su istraživanja (mjerenje zakretnoga momenta) ubrzali problemi uporabe nastali preopterećenjem spojke priključnoga vratila traktora.

Ključne riječi: rodotitnilice, mehaniziranje uzgojnih radova, uzgojne stazice i šljukarice, morfološka raščlamba, zakretni moment na PV traktora

UVOD - Introduction

Iako je uzgajanje šuma temeljna šumarska djelatnost koja osigurava postojanost šuma i njihovo potrajno gospodarenje, razina je mehaniziranosti uzgojnih radova u hrvatskome šumarstvu znatno niža od one postignute u eksploataciji šuma. Jedina su iznimka rasadničarska proizvodnja s visokim stupnjem mehaniziranosti radova, čak i djelomičnom automatizacijom (tršenje sjemena, ovlaživanje i grijanje zatvorenih klijališta...) te osnutak plantaža i kultura. Osnovni su uzroci velikoga udjela ručnoga rada relativno mali opseg i vrijednost uzgojnih radova te općenito visoka zahtjevnost u svezi s biološkim radovima. Ipak, gotovo se dva desetljeća potiče mehaniziranje uzgojnih poslova, a postignuti napredak posljedak je mogućnosti nabave odgovarajućih radnih strojeva, nedostatak radne snage kao posljedica ratnih zbivanja, kratkoća razdoblja za obav-

ljanje radova, uvjetovanost sječe završetkom propisanih uzgojnih radova i dr. Posebno se nastoji ručni rad zamijeniti radom strojeva u slučaju vrijednih sastojina kakve su u Hrvatskoj šume hrasta lužnjaka.

Uvođenje mehaniziranih postupaka u uzgajanje šuma trebaju pratiti i biološki pokazatelji njihova djelovanja (Matić 1983a). Opisujući probleme uzgojnih radova Kulaš (1981) iznosi čimbenike koji pri donošenju odluke o njihovu mehaniziranju uglavnome vrijede i danas. Općenito se može reći da je početak osamdesetih godina donio novi zamah pri uvođenju mehanizacije u uzgajanje šuma. Matić (1978a i 1978b) i ranije istražuje uspjehe sadnje bušilicama i šumskim sadilicama prateći kakvoću zasada i postotak preživljavanja. Tomášević (1981) proučava uvođenje strojeva na njezi i pošumljavanju krša. Matić (1981) naglašava važnost uporabe tehnike pri pripremi tla, sadnji i njezi novoosnovanih kultura i plantaža. Isti autor razmatra bit odnosa između šume i mehanizacije (Matić 1983b), naglašavajući da je šuma osjetljiv, ali i proizvodni sustav. Sever (1981) ukazuje na ergonomske

* Pozivni poster na XX. IUFRO kongresu, održanom od 8. do 12. kolovoza 1995. u Tampere, Finska, pripremljen u suglasnosti s naputkom za objavu članka u Šumarskom listu.

** Dr. sc. Dubravko Horvat, prof. dr. sc. Stanislav Sever, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, HR-10000 Zagreb, Hrvatska.

pojave pri primjeni strojeva, na opasnosti duljega izlaganja radnika štetnom djelovanju buke, vibracija i ispušnih plinova. Istodobno daje pregled uzgojnih naprava,

alata, oruđa i strojeva. Bartovčak (1983) smatra da uvođenje mehanizacije pri prirodnoj obnovi šuma treba biti u suglasju s iskorištavanjem šuma.

UPORABA ROTOSITNILICA - Application of mulching flail mowers

U mnogim slučajevima treba na većim šumskim površinama ili prosjekama raznih širina usitnjavati postojeću vegetaciju. Ovisno o raslinstvu (zeljasto, drvenasto...), njegovoj debljini, vrsti i sl., strojevima za usitnjavanje, tzv. rotositnilicama, mogu se mehanizirano u kratko vrijeme, obaviti tehnološki zadaci s visokom proizvodnošću. Posebno je pojava tzv. malčera omogućila proširenje primjene i na pripremu šumskoga tla za sjetvu ili sadnju, pa i na izradbu protupožarnih prekidnih staza, održavanje putova i stazica i dr.

O praktičnom uvođenju rotositnilica navodi se nekoliko primjera iz kanadskoga šumarstva. FERIC-ove (Forest Engineering Research Institute of Canada) novine *Uzgojni postupci (Silvicultural Operations - Newsletter)* br. 2/1988. obavještavaju o konstruiranju sitnilice dvostruke širine zahvata (2 x 0,9 m) s neobrađivom sredinom od 1,2 m. Frekvencija vrtnje bubnja je 290 min⁻¹, a dubina prodiranja i miješanja 23 cm. Sljedeće godine *Novosti* br. 2/89. pišu o priključenju sitnilice nekih proizvođača na bagersku ruku te vodoravno, ili pod malim kutom, usitnjavaju grmlje i nisko raslinje. Br. 3/91. izvještava o praktičnoj uporabi slične sitnilice namijenjene ponajprije za čišćenje mladika i nekomercijalne prorede. Pritom se radna glava učvršćuje na krak hidraulične dizalice. Slični hidraulički pogonjen malčer ugrađen na bagerski krak, sa 6 do 8 reznih zubi duljine 10 do 30 cm, vrti se s oko 30 min⁻¹, miješajući mineralno tlo s organskom tvari. Proizvodnost takva uređaja je oko 0,3 ha po proizvodnome strojnom satu. Poznati su i mnogi drugi opisi sličnih prototipova koji rabe bager kao osnovni pogonski stroj.

St-Amour i Ryans (1992) izvještavaju o švedskom čistaču koji se rabi za čišćenje i rane prorede. Biljni se materijal usitjava rotirajućim noževima koje nosi hidraulični krak na poljoprivrednome traktoru. Dohvat kraka je 5 m, traktorski je motor snage 75 kW, a frekvencija vrtnje hidraulično pogonjene glave je 2500 min⁻¹. Jedan od navedenih razloga za uporabu mehaničkih sitnilica je i zabrana korištenja pesticida u šumi.

Ryans i Cormier (1994) opisuju svojstva šumarske opreme za usitnjavanje šiblja. Predmet morfološke raščlambe su sitnilice s vodoravnim vratilom i bubnjem po čijem su obodu smještene rezilice u obliku noževa, čekića, lanaca i dr., bilo da su s jednim ili dva ruba, ili npr. U-oblika. Autori naglašavaju važnost pravilnoga izbora *primarnoga pogonskog stroja*, u načelu nekog velikoserijskog traktora, posebno glede radnih

brzina, u načelu manjih od 1 km/h, te mogućnosti odgovarajućega hidrauličnog ili mehaničkog pogona sitnilice. Ukoliko je uzgojna oprema nošena na hidrauličnom kraku, onda se zahtjevi proširuju.

Zanimanje za uporabu šumarskih sitnilica nalazi potvrdu i u objavama tijekom 1995. godine. Mitchell i St-Amour (1995) iznose rezultate ranih proreda i čišćenja u tri šumska predjela. Učinak se kretao između 0,12 i 0,17 hektara po proizvodnome strojnom satu.

Ryans (1995) opisuje uspjeh rada sitnilica na izradi staza u svrhu provedbe ranih proreda. Stroj je imao dva noža učvršćena na vertikalnome vratilu. Učinak se kretao od 1,18 do 2,91 ha/h. Autor je istraživao i štetne biološke posljedice ovakvoga mehaničkog usitnjavanja šumske biomase nastale neposredno uz stazu.

Anon. (1992) daje pregled temeljnih postupaka mehaničke pripreme staništa za koju uzgojnu činidbu, među ostalima i usitnjavanje drvnoga ostatka. Malčeri i sitnilice jedan su od primjenjivih strojeva.

Uporaba rotositnilica je u hrvatskome šumarstvu najprije počela u ravničarskim hrastovim šumama na pripremi staništa za prirodnu naplodbu te probijanje i održavanje uzgojnih stazica i drugih prolaza nužnih za rane uzgojne radove, o kojima je jednu od prvih objava u nas napisao Kulaš (1983). Istraživanje potrebnih zakretnih momenata i horizontalnih sila vučnih za jedan agregat - poljoprivredni traktor i sitnilicu s vertikalnim vratilom i dva noža, opisuju Sever i dr. (1983). U potkrepanje strukovnih službi JP "Hrvatske šume" (Jeličić 1994), objašnjeni su uzgojni i ostali gospodarstveni razlozi za primjenu rotositnilica. Autor navodi da se primjena rotositnilica može načelno svesti na dva osnovna uzgojna rada:

1. Izradu i održavanje uzgojnih stazica i šljukarica u mladim sastojinama koje omogućuju njihovu finu razdiobu te istodobnu uspostavu transportne mreže. U mladoj se sastojini na svakih 35 m radi prolaz širine 3 m, a na svakih se 5 m proizvodne površine radi uzgojna stazica širine 1,5 m okomito na prethodni širi prolaz. Oba elementa tako stvorene putne mreže (transportnoga sustava) omogućuje uzgojno gospodarenje s jednakom pažnjom, mogućnošću i intenzitetom na svakom dijelu proizvodne ploštine (slika 1).

2. Pripremu tla pri prirodnoj obnovi sastojina, koje osigurava dodir, pa i prekrivanje sjemena (žira) zemljom i usitnjenom biomasom, ali i usitnjavanje i



Slika 1. Izrada uzgojnih stazica
Figure 1. Building of silvicultural trails

uklanjaje panjića, te time smanjenje izbojne moći nepoželjnih vrsta. Ovaj način rada posebno je važan u nizinskim šumama hrasta lužnjaka, kada je poslije neuspjele oplodne sječe došlo do zakorovljenja šumskih



Slika 2. Priprema staništa pri prirodnoj obnovi sastojina
Figure 2. Site preparation in stands natural regeneration

površina ili kada se pri propadanju šuma uslijed sušenja na nekim šumskim površinama javljaju nepoželjne vrste drveća. U ovome slučaju mlatilo stroja razbija vrat korijena prodiranjem noževa 2 do 3 cm u tlo, pri čemu se usitnjava meristemsko staničje (slika 2).

NAČINI RADA ROTOSITNILICA - Mulching flail mower working methods

Ostvaraj dviju osnovnih uzgojnih zadataka agregata koji čine sitnilica i traktor, mogu se obaviti na tri različita načina (A, B i C).

A - Pri usitnjavanju podrasta većeg promjera traktor se kreće unatrag, zaštitni poklopac rotositnilice je podignut, a njeni noževi usitnjavaju biljke na 20 do 30 cm iznad zemlje - prolaz **A1**. Izgled usitnjenoga podrsta ovim načinom pokazuje slika 3. Za potpuno usit-

njanje bilja i korijenova sustava traktor se u drugom prolazu kreće prema naprijed, poklopac je rotositnilice spušten, a noževi prodiru u tlo na dubinu od 2 do 3 cm - prolaz **A2**. Ovo je prikazano na slici 4. Iz opisanoga proizlazi da traktor treba osigurati lako, jednostavno i sigurno kretanje agregata unatrag.

B - Pri izradi uzgojnih stazica i šljukarica, kada su promjeri stabalaca u mladoj sastojini mali, agregat se



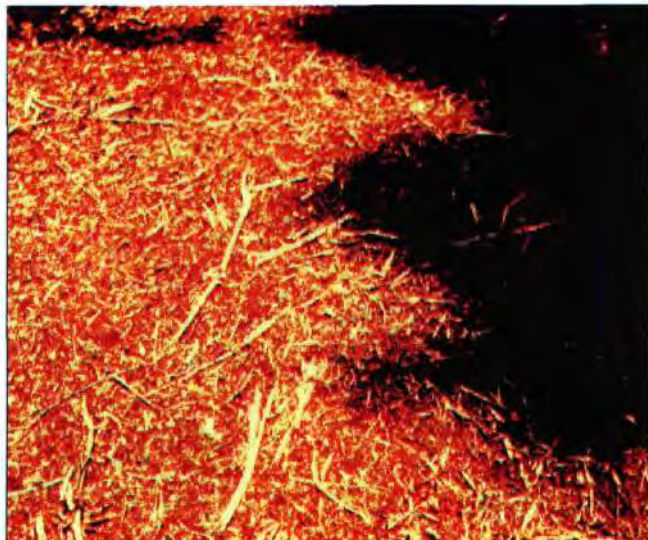
Slika 3. Usitnjavanje podrasta u prvom prolazu - A1
Figure 3. Mulching the undergrowth in first pass - A1



Slika 4. Dopršna priprema tla u drugom prolazu - A2
Figure 4. Final soil preparation in second pass - A2



Slika 5. Usitnjavanje biljaka do razine tla
Figure 5. Mulching the seedling down to the soil



Slika 6. Usitnjavanje biljaka uz istodobnu priprema tla
Figure 6. Mulching the seedling with simultaneous soil preparation



(traktor i rotositnilica) može kretati prema naprijed i u jednom proходу usitniti biljke do razine tla (slika 5).

C - Usitnjavanje biljaka uz ulazak noževa u tlo - kao A1 + A2 zajedno, ali u jednom prolazu. Ovako pripremljenu površinu prikazuje slika 6. Ovim se načinom djelomično mogu obnavljati i transportni putovi u šumi (slika 7).

Slika 7. Obnova prosjeke
Figure 7. Restoration of skid trail

OBJEKT I SVRHA ISTRAŽIVANJA - Object and aim of investigation

U već navedenim potkrepama "Hrvatskih šuma" (Jelčić 1994) razložno je obrazložen i izbor rotositnilice Seppi m. Miniforst 150 kao radnoga stroja te primarnoga pogonskog stroja - traktora Steyr 8090a Forst. Navedeni je agregat predmet ovoga istraživanja. Sitnilica je povezana traktorom s trozglobnom poteznicom, a pogonjena preko njegovoga priključnog vratila. S obzirom da su tehnički podaci ovih strojeva lako dostupni, navode se samo oni koji su važni za predviđene radove. Sitnilica po obodu vodoravnoga bubnja ima zglobno učvršćena 24 noža s ukupnom širinom zahvata od 1500 mm. Masa joj je 974 kg, a prema navodu

proizvođača za njen je pogon preko PV traktora potrebna snaga od 33 do 80 kW. Ovaj posljednji podatak svakako zahtijeva objašnjenje s obzirom na navedeni izuzetno veliki raspon. Smatramo da je za ranije navedene uzgojne radove, pogotovo za usitnjavanje biljaka većega promjera i pripremu tla, potrebna snaga traktora bliže gornjoj navedenoj granici. Na to su ukazivali i kvarovi spojke priključnoga vratila traktora Steyr, a potvrdilo je i eksploatacijsko mjerenje (Horvat i Sever 1994). Traktor Steyr 8090a Forst nazivne snage motora od 55 kW na PV nastao je iz velikoserijskoga poljoprivrednog traktora s preinakama i dodacima neophod-



nima za njegovu primjenu pri radu s rotositnilicom: ravnopravno kretanje naprijed-natrag (promjena položaja upravljača i dr.), reduktor s velikim stupnjevima prijenosa (ostvaraj tzv. pužne brzine) te zaštita donjeg dijela motora. Sever i Horvat (1994) navode da se na priključnome vratilu ovoga traktora, u ovisnosti o faktoru smanjenja frekvencije vrtnje od motora do PV-a (priključnog vratila), može ostvariti najveći zakretni moment 540 Nm. Agregat pri čišćenju sastojine pokazuje slika 8.

Slika 8. Traktor Steyr 8090a Forst i rotositnilica Seppi m. Miniforst 150
Figure 8. Tractor Steyr 8090a Forst & mulching flail mower Seppi m. Miniforst 150

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA - Investigation results with discussion

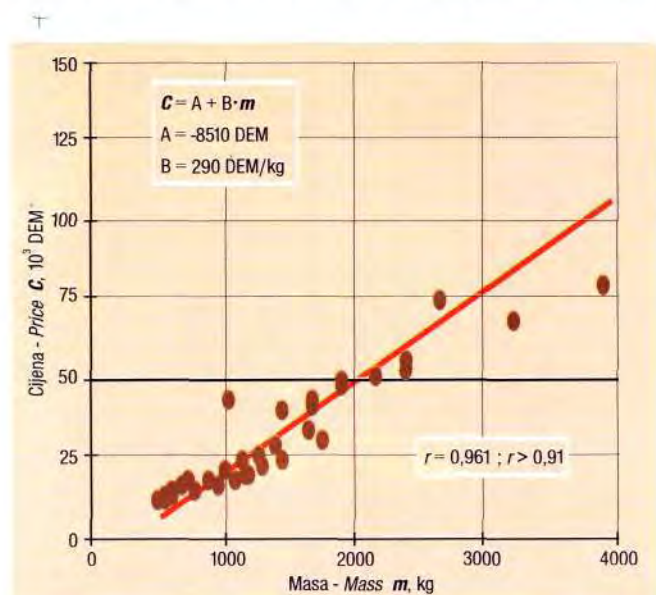
Unapređenje izbora, uporabe i projektiranja nekoga tipa stroja za određenu šumarsku proizvodnju moguće je tek nakon poznavanja njegovih temeljnih tehničkih značajki te njihove usporedbe i raščlambe. Morfološku je studiju vozila koja se kreću izvan putova kao istraživačku metodu uveo Bekker (1956; 1963). Od mnogih sličnih analiza u šumarstvu, jedan su takav primjer objavili Sever i Horvat (1992) za skidere i forvardere. Za morfološku su analizu preuzeti podaci za 52 rotositnilice iz banke podataka njemačkoga šumarstva. Sličnu je raščlambu objavila Koščak i dr. (1995).

Ovisnost nabavne cijene o masi sitnilice bitan je gospodarstveni parametar pri donošenju odluke o kupovini. Dijagram ove ovisnosti na slici 9 pokazuje čvrstu

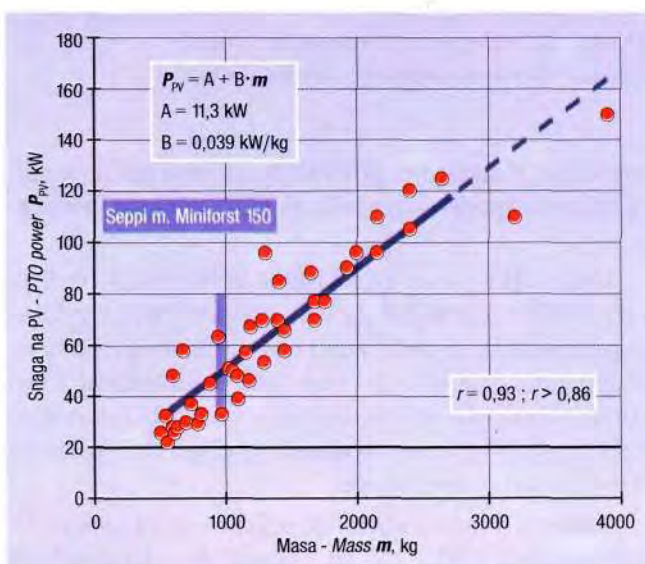
linearnu vezu. Vidi se da je najveći broj rotositnilica mase od 900 do 1000 kg te im je cijena na njemačkom tržištu oko 21 000 DEM.

Ovisnost potrebne snage na priključnome vratilu traktora o masi rotositnilice prikazana je na slici 10. Između ova dva parametra postoji čvrsta linearna veza te se može ustvrditi da se iz mase sitnilice može s dovoljnom pouzdanošću odabrati i pogonski traktor.

Za teže vrste uzgojnih poslova (priprema tla, popravak prosjeka...) treba odabrati traktor veće snage od onih utvrđenih ovim izjednačenjem. Istodobno, za takve teške radne uvjete treba ugrađivati uređaje za zaštitu pri-



Slika 9. Ovisnost nabavne cijene i mase sitnilice
Figure 9. Purchase price vs. mass of brush cutters relationship



Slika 10. Ovisnost preporučene snage na priključnome vratilu o masi sitnilice

Figure 10. Recommended power take-off as depending on the mass of mulching flail mower



Slika 11. Torzijski dinamometar ugrađen u kardansko vratilo sitnilice
Figure 11. Torque transducer assembled on PTO shaft



Slika 12. Mjerna oprema u laboratorijskome vozilu
Figure 12. Measuring equipment in laboratory vehicle

jenosnika (transmisije) priključnoga vratila traktora, npr. sigurnosnu spojku s ograničenjem zakretnoga momenta.

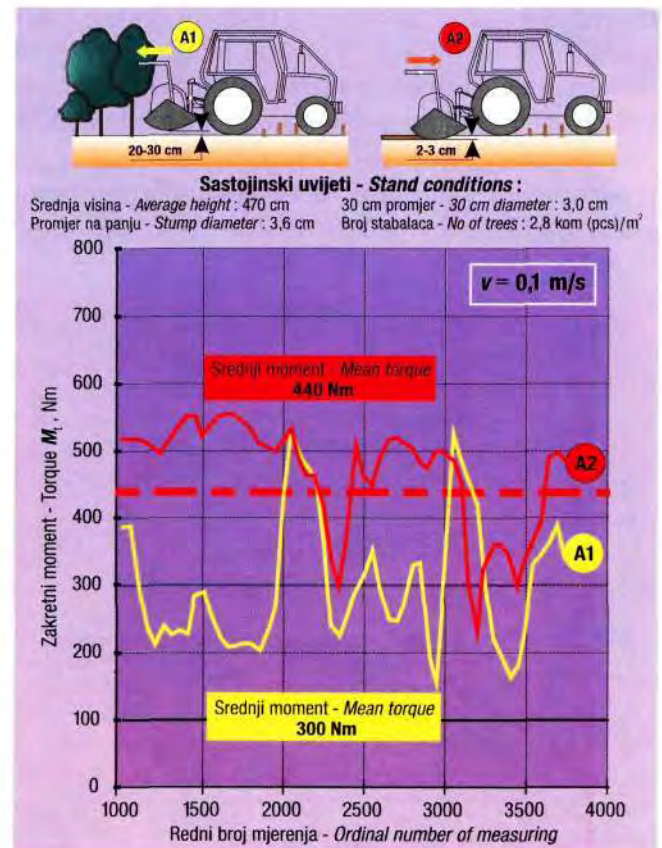
Već su Horvat i dr. (1994) te Horvat i Sever (1994) ustanovili da veličina potrebnoga zakretnoga momenta ne ovisi samo o vrsti rada nego i o brzini agregata, o čemu ovisi i njegova proizvodnost. Drugim riječima, ako se želi agregat s većom brzinom kretanja, a time i veće proizvodnosti, za pogonski stroj treba izabrati traktor veće snage.

Zakretni moment mjereno je ugrađenim torzijskim dinamometrom (slika 11) na pogonskome kardanskom vratilu sitnilice. Induktivnim mjernim pretvornikom ugrađenim u isti dinamometar mjereno su impulsi, odnosno frekvencija vrtnje vratila. Električni impulsi dobiveni iz ova dva mjerna pretvornika pojačani su u po-

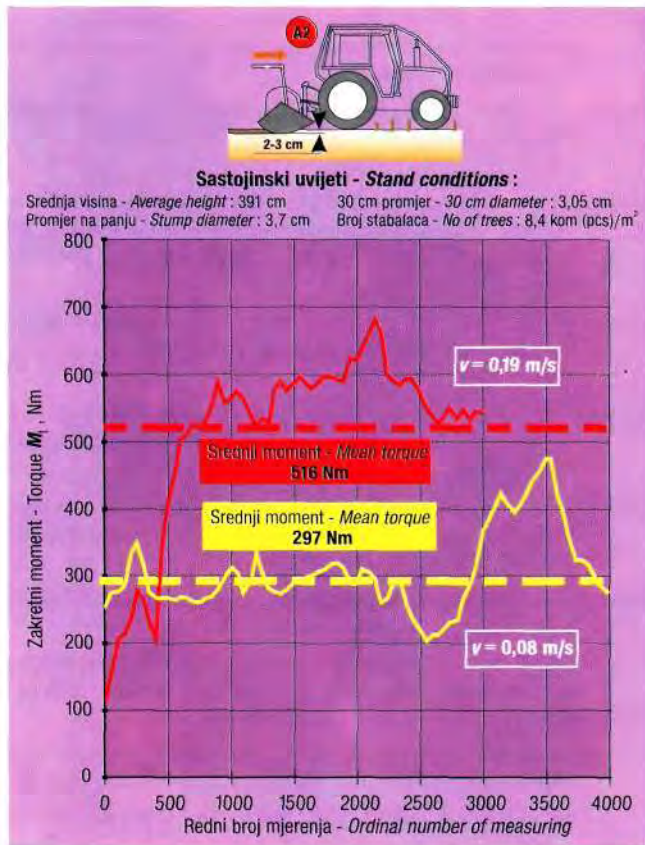
jačalu HBM DMC 9012 A u kojem je izvršena i analognog-digitalna pretvorba. Ovaj se dio mjerne opreme nalazio u laboratorijskome vozilu (slika 12).

Mjerne rezultate zakretnoga momenta u najtežim sastojinskim uvjetima, pri pripremi staništa u dva prolaza pokazuje dijagram na slici 13. Za istu brzinu kretanja agregata (0,1 m/s) u drugome su prolazu (A2) izmjereno veći zakretni momenti (440 Nm u odnosu na 300 Nm). U istom je pokusu između rednih brojeva mjerenja - uzorka 1000 i 2000, zakretni moment dosegao gornju granicu opterećenja traktora. U prvome se prolazu (A1), kada rotositnilica u hodu unatrag usitnjuje stabilca 20 do 30 cm iznad tla, zapažaju dva vršna opterećenja kada je također dostignuto granično opterećenje. Radilo se o usitnjavanju dva stabilca najvećih promjera na pokušalištu.

Da rad u drugom prolazu (A2) značajno ovisi o brzini kretanja pokazuje dijagram na slici 14. Iz njega se vidi da se pri navedenim brzinama kretanja agregata (0,08 i 0,19 m/s) potrebni zakretni moment za usitnjavanje ostataka stabilaca, uništavanje dijela korijenovoga sustava te obradu tla na dubini od 2 do 3 cm gotovo udvostručio (516 Nm naprama 297 Nm). Pri većoj brzini agregata traktor je gotovo sve vrijeme bio granično opterećen

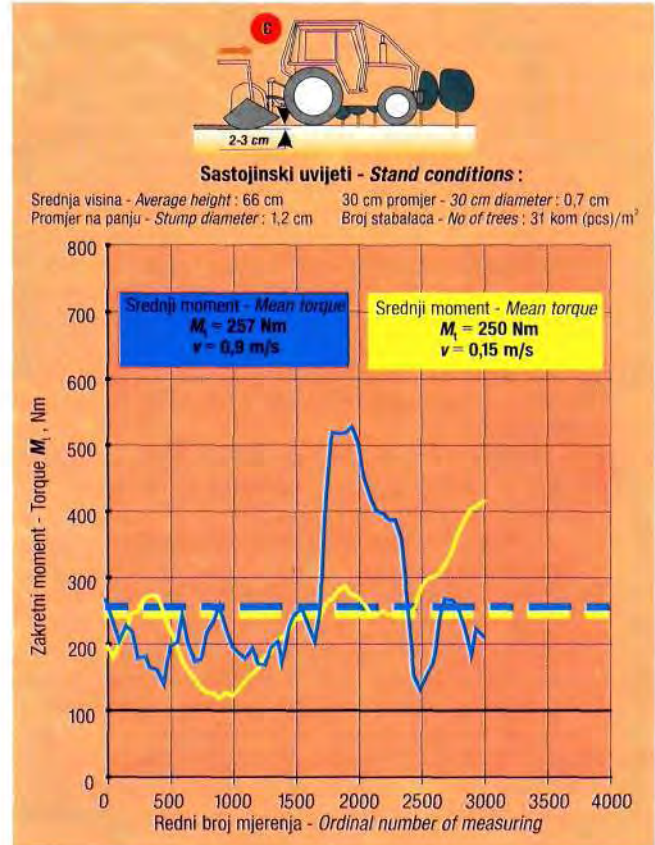


Slika 13. Promjena zakretnoga momenta u ovisnosti o vrsti rada
Figure 13. Torque change depending on the mulching methods



Slika 14. Promjena zakretnoga momenta u ovisnosti o brzini
 Figure 14. Torque change depending on the mulching speed

Za lakše uvjete, pri izradi uzgojnih stazica s obradom tla u jednome prolazu, potreban moment za pogon sitnilice neznatno ovisi o brzini agregata (slika 14), te je bitno manji nego pri teškim radnim uvjetima. H o r -



Slika 15. Promjena zakretnoga momenta u ovisnosti o brzini za lake radne uvjete
 Figure 15. Torque change depending on speed in very light stand conditions

v a t i S e v e r (1994a i 1994b) ustanovili su da se pri obnovi prosjeke javljaju najveća opterećenja

ZAKLJUČCI - Conclusions

Temeljem provedene morfološke analize i mjerenja zakretnoga momenta za agregat traktor Steyr 8090a Forst i rotositnilice Seppi m. Miniforst 150 može se zaključiti sljedeće:

Suvremene rotositnilice pripadaju jednoj porodici strojeva te se mnoge zakonitosti i ovisnosti mogu potvrditi iz njihove morfološke raščlambe. Tako se, primjerice, može smatrati da je cijena rotositnilica mase oko 1000 kg na njemačkome tržištu oko 21 000 DEM.

Pri izboru pogonskoga stroja - traktora za teže uzgojne i radne uvjete treba izabrati traktor veće snage od one koje preporučuju proizvođači sitnilica.

Rotositnilice za potrebe pripreme staništa za prirodnu obnovu nizinskih hrastovih šuma treba opremiti uređajem za ograničenje zakretnoga momenta zbog zaštite transmisijeskoga sustava traktora.

Zakretni moment potreban za pogon sitnilice ovisi o stanišnim uvjetima i brzini rada agregata, osim u najlakšim sastojinskim uvjetima

LITERATURA - References

Anon., 1992: Fundamentals of mechanical site preparation (orig. Instruktion för Markberedning, SCA Skog AB, Sundsvall, Sweden), BC, Canada, str. 25

B a r t o v č a k, D., 1983: Primjena mehanizacije na pripremi staništa u prirodnoj obnovi. Zbornik radova Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi, Opatija, str. 579-583

- Bekker, M. G., 1956: Theory of Land Locomotion. The Mechanics of Vehicle Mobility. Ann Arbor, str. 522
- Bekker, M. G., 1963: Die Mechanik der Geländefahrt; Landtechnische Forschung, Vol. 13, No. 3, str. 70-78
- Horvat, D., Sever, S., 1994: Izvješće o istraživanju rada traktora Steyr 8090a FORST i Sitnilice Seppi m. MINIFORST 150 te utvrđivanja optimalnih režima rada, Šumarski fakultet Zagreb, listopad, str. 36 + 77 priloga
- Horvat, D., Jelčić, K., Sever, S., 1994: Steyr 8090 & Seppi M. Mini forst Assembly in silvicultural work, Proc. Vol. II 6th European ISTVS Conference and 4. ÖVK Symposium "Off Road Vehicles in Theory and Practice", Vienna, Austria, September, str. 887-895
- Jelčić, K., 1994: Strukovni prinosi o uporabi agregata Steyr-8090a i sitnilice Seppi-m Miniforst, "Hrvatske šume", Zagreb, str. 8
- Košćak, B., Horvat, D., Sever, S., 1995: Morfološka raščlamba tehničkih značajki rotositnilica, Meh. šumar., god. 20, br. 3, str. 137-144
- Kulaš, J., 1981: Neki problemi mehaniziranja radova u uzgoju šuma, Meh. šumar., god. 6, br. 1-2, str. 5-9
- Kulaš, J., 1983: Unapređivanje njege mladika primjenom staza, Zbornik savjetovanja Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi, Opatija 1983, str. 607-612
- Matić, S., 1978a: Rezultati komparativnih istraživanja uspjeha pošumljavanja mehaniziranim i klasičnim načinom sadnje, Meh. šumar., god. 2, br. 9-10, str. 252-261
- Matić, S., 1978b: Istraživanja uspjeha sadnje topola dubokom sadnjom pomoću stroja Elletari i IVA-3M, Meh. šumar., god. 2, br. 9-10, str. 241-251
- Matić, S., 1981: Mjesto i uloga mehanizacije u radovima na proširenoj biološkoj reprodukciji šuma, Meh. šumar., god. 6, br. 5-6, str. 141-146
- Matić, S., 1983b: Šuma i mehanizacija, Zbornik savjetovanja Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi, Opatija 1983, str. 37-45
- Mitchell, J. L., St-Amour, M., 1995: Silvana Selective/Ford versatile cleaning machine working in western Canada: an evaluation, FERIC, Silviculture, Technical Note TN-225, March 1995, str. 10
- Tomasević, A., 1981: Uvođenje strojeva prve generacije na poslovima njege šuma i pošumljavanja krša, Meh. šumar., god. 6, br. 5-6, str. 147-152
- Ryans, M., 1995: Precommercial strip thinning with hydro-ax brush cutters in Nova Scotia, FERIC, Silviculture, Technical Note TN-227, July 1995, str. 6
- Ryans, M., Cormier, D., 1994: A review of mechanized brush-cutting equipment for forestry, FERIC, Special Report, SR-101, March 1994, str. 36
- Sever, S., 1981: Mehaniziranje radova na pošumljavanju i njezi, Meh. šumar., god. 6, br. 5-6, str. 153-179
- Sever, S., Horvat, D., Goglija, V., 1993: Prilog proučavanju rada rotosjekača, Zbornik savjetovanja Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi, Opatija 1983, str. 653-664
- St-Amour, M., Ryans, M., 1992: Evaluation of the Silvana selective/Ford versatile cleaning machine, FERIC, Silviculture, Technical Note TN-189, November 1992, str. 16

SUMMARY: The level of mechanization in Croatian silviculture is considerably lower than the one reached in forest exploitation. Special efforts are taken to replace manual work by machines when it is dealt with precious stands such as Croatian pedunculate oak forests. The paper deals with morphological analysis of mulching flail mowers and with exploitation test of one assembly: mulcher Seppi m. Miniforst 150 and tractor Steyr 8090a Forst. Based on the morphological analysis of this type of silvicultural working machines, it is possible to define characteristics and rules of its construction, trends of its evolution and evaluation. The exploitation test (torque measuring) was accelerated by the problems that had occurred in the transmission of the tractor, the coupling power take-off.

Key words: mulching flail mower, mechanized of silvicultural works, silvicultural pass and trail, morphological analysis, tractor PTO torque