

## NEKE TEHNIČKE ZNAČAJKE TRAKTORA ZA PRIVLAČENJE DRVA U PRORJEDAMA SASTOJINA BRDSKO-PLANINSKOG PODRUČJA\*

### SOME PROPERTIES OF THE SKIDDER USED IN MOUNTAIN FOREST STAND THINNING

Dubravko HORVAT i Stanislav SEVER\*\*

**SAŽETAK:** U radu je opisana morfološka raščlamba 4 traktora - 2 adaptirana poljoprivredna i 2 srednja skidera, koja se temelji na usporedbi nekih tehničkih značajki, npr. mase i snage motora, odnosa indeksa oblika  $H/L = f(B/L)$ , klirensa, uzdužne i bočne stabilnosti i sl. Neke su od ovih usporednih analiza obavljene unošenjem podataka o ispitivanim traktorima u prije sastavljenu bazu podataka izabranih karakteristika osamdesetak skidera. Osim toga, proračunato je privlačenje graničnoga tereta s obzirom na tri kriterija: uzdužnu stabilnost, nosivost stražnjega mosta i upravljaljivost, a pomoću algoritma i računalnoga programa razvijenog na Šumarskome fakultetu u Zagrebu.

**Ključne riječi:** privlačenje, brdsko-planinsko područje, adaptirani poljoprivredni traktori, skideri

#### UVOD - Introduction

Traktori su na privlačenju tzv. sitnoga drva u Hrvatskoj vrlo značajni, posebno za dio industrijskoga drva dobivenoga u prorjedama šuma. Rad se bavi problemom tražnje prikladne opreme za privlačenje drva iz 50 do 60 godina starih sastojina listača. U posljednjim se desetljećima ovakva oprema temeljila na poljoprivrednim traktorima kao i velikoserijskim sastavnicama strojeva. Često je to bio i poljoprivredni traktor s nekim oruđem za dizanje i nošenje drva učvršćenim na trozglobnoj poteznici 1. kategorije. Određenju strategije prorjednih postupaka prethodi poznavanje obiju sastavnica tehnologije - radne metode i radnih sredstava, koje su usko povezane.

Udio sitnoga prorjednog drva u Hrvatskoj kreće se od 10 % do 60 % u godišnje posjećenom drvu, različito po upravama šuma i šumarijama (Tomičić 1986, Štefančić 1989).

Pridobivanje drva malih šumskih proizvodnih cjelina te tehnike koja ih obilježava, slična je ili istovjetna,

onima u prorjedama, sljedeći i zahtijevajući, kako navode M o b e r g i dr. (1988):

- malo novčano ulaganje (uobičajeno se tehnika pri radu malih proizvodnih cjelina uspoređuje s privlačenjem konjima od sjećine do vlaka);
- relativno jednostavne, nesofisticirane tehnologije;
- značajnu zastupljenost neprekidnoga ručnog rada;
- lagano održavanje opreme itd.

Do devedesetih godina postojeći pogonski strojevi bili su poljoprivredni traktori iz velikih serija, prilagođeni za rad u šumi ili neprerađeni. Iskrslji problemi s kvarovima, rezervnim dijelovima, posebno pri uporabi uvoznih strojeva i neobičnih (neuobičajenih) naprava i dr., uzrokovani su premalom čvrstoćom strojnih sastavnica (potreba za pojačanjima), malim (niskim) sigurnosnim faktorom, nepodesnim omjerom rasporedbe tereta (naprijed-straga) itd. Neki se strojevi, poput teških skidera, forvardera i sl., rabe u osnovi za konačni sijek, ali i u prorjednim radovima, unatoč neprikladnim tehničkim svojstvima, zbog čega često uzrokuju oštećenje tla i preostalih stabala te druge probleme (Sever i Knežević 1989).

\* Dobrovoljni referat na XX. IUFRO kongresu u Tampereu, Finska, proširen prema izlaganju na zasjedanju istraživačkog projekta S3.06-00 Šumarska djelatnost u planinskim uvjetima.

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

## TRENUTNO STANJE - Current situation

U porastu je spoznaja i svijest da je potreban napredak, što se često iskazuje riječima *o većoj potrebi za pogodnjim tehničkim i ergonomskim značajkama strojeva nego li ostvarenjem profita*. To je razlog za konstruiranje novih vozila za kretanje po bespuću pri prorjednim radovima koji su prikladni za sortimentnu metodu, stabalnu metodu i metodu duge oblovine.

Ponajprije je u Japanu nastao mali zglobni traktor IWAFUJI, a zatim je 1987. nekoliko šumskih gospodarstava u Hrvatskoj potaklo ustroj domaće opreme i vozila, najprije za prorjedne radove uz, u to vrijeme poznate slične napore u Sloveniji, Slovačkoj i tadašnjem DDR-u. Posljedak je bio prototip novoga stroja u grupi tzv. male tehnike za privlačenje drva, traktor koji je razvranst u srednje skidere (ECOTRAC).

Istraživanje dva adaptirana traktora (Torpedo TD 75A i Steyr 9080a) i dva skidera srednje veličine (LPKT 40 i Ecotrac - V), sviju namijenjenih privlačenju drva iz prorjeda, započelo je 1995. godine. Kušnja četiri tipa vozila za kretanje izvan putova - slika 1, odvijala se u dva koraka: prvi je bilo tehnološko, postupačno istra-



Slika 1. Ispitivanja četiri vozila za privlačenje (S lijeva: ECOTRAC - V, LPKT 40, STEYR 9080a i TORPEDO TD 75A)

Figure 1. Four investigated skidders (From left: ECOTRAC - V, LPKT 40, STEYR 9080a and TORPEDO TD 75A)

živanje (*na ispitivalištu*), a drugim su se određivale ili provjeravale tehničke značajke (*u mjerilištu*).

## SVRHA ISTRAŽIVANJA I REZULTATI - Aim of investigation and results

Oprema i vozila ispitivani su u laboratorijskim i terenskim uvjetima. Ispitivanje je i potvrđivanje ponajprije usmjerenog na prilagođavanje i provjeravanje međunarodnih postupnika pri utvrđivanju tehničkih značajki, npr. dimenzija, stabilnosti vozila, mesta u strojnoj obitelji, težišta, vučne značajke vitla, polumjera okretanja i dr., sve to *unutar mjerilišta*. Rezultati drugoga stupnja istraživanja - terenske kušnje na pokusnoj vlasti s određenjem stvarnih vučnih značajki (Sever i dr. 1994), nisu sastavni dio ove objave. Sva se istraživanja predviđaju u 1996. godini. Slika 2. iskazuje složeni prikaz pet obilježja ispitivanih traktora: dimenzijskih, položaja težišta, graničnoga kuta stabilnosti, polumjera okretanja i vučne sile vitla. Ove su veličine dobivene mjerenjem (dimenzije, položaj težišta, polumjer okretanja), proračunom (kutovi stabilnosti) i preuzimanjem iskazanih podataka proizvođača (vučna sila vitla).

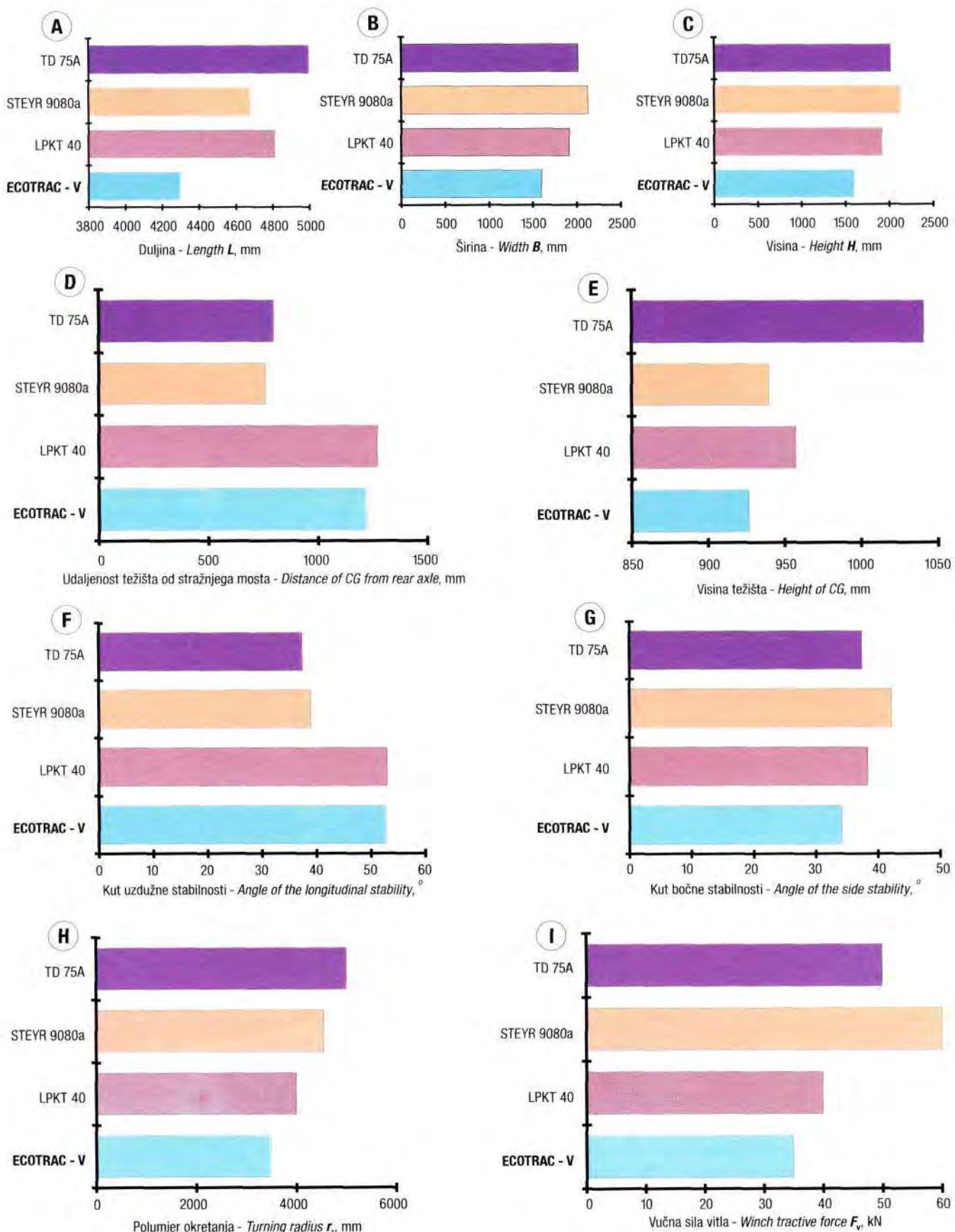
Slike A, B i C prikazuju najveću duljinu, širinu i visinu istraživanih traktora, triju posebno značajnih karakteristika pri prorjednim radovima. Napominje se da su traktori TD 75A i Steyr 9080a adaptirani poljoprivredni traktori; Steyr je bio bez prednje odrivne daske. Skideri su srednjih veličina (tzv. medium skidders) - LPKT 40 i ECOTRAC-V, i oni su u odnosu na poljoprivredne traktore *kraći, uži i niži*. Usporedbom se može zapaziti i da je ECOTRAC-V najmanjih dimenzija te da je s ovoga stajališta najpogodniji za prorjedna priv-

lačenja, što se posebno odnosi na njegovu bitno najmanju širinu.

Slika D i E pokazuju dva čimbenika vozilnog težišta: udaljenost od stražnje osovine i njegovu visinu. Karakteristično je za položaj težišta da je kod skidera bliži prednjoj osovini radi bolje uzdužne stabilnosti pri privlačenju, a da poljoprivredni traktori imaju bitno ne povoljniji položaj težišta. Po visini težišta traktor Steyr blizak je skiderima, a domaći skider ECOTRAC ima najmanju visinu težišta.

Studij uzdužne i bočne stabilnosti - slike F i G, zavrijeđuju posebno razmatranje, posebno bočna stabilnost, budući da je uzdužna stabilnost srednjih skidera ne sumnjivo zadovoljavajuća te je povoljnija nego li kod poljoprivrednih traktora. Po bočnoj se stabilnosti ova četiri traktora bitno ne razlikuju, a najmanja bočna stabilnost ECOTRAC-a posljedica je njegove izrazito najmanje širine.

Slika H pokazuje razmerni rast polumjera okretanja od traktora ECOTRAC do poljoprivrednog traktora TD 75A. I za ovaj se parametar može reći da je bitno povoljniji kod skidera, a kod ECOTRACA najbolji. Može se zaključiti da su manevarske sposobnosti - veoma važna značajka za prorjedne radove, najbolje za najmanji skider. Manji polumjer okretanja skidera posljedica je načina upravljanja, koji je kod njih zglobovi. Treba napomenuti da su polumjeri okretanja poljoprivrednih



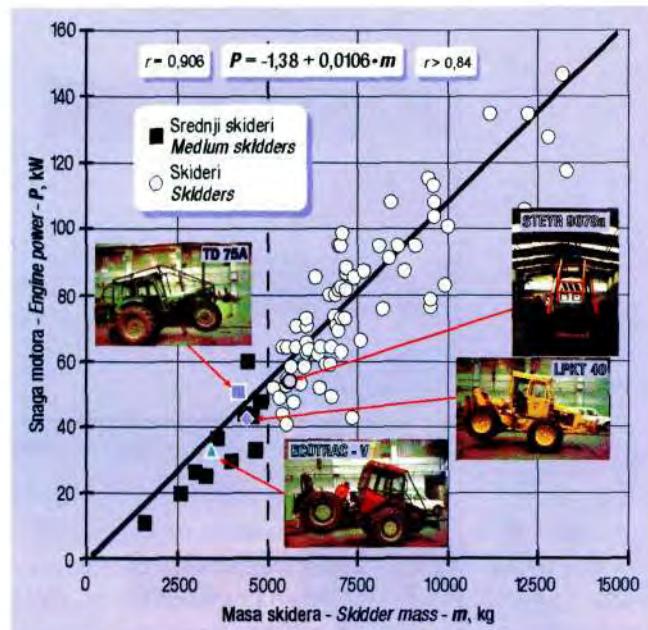
Slika 2. Složeni usporedni prikaz tehničkih značajki četiri traktora

Figure 2. Complex parallel presentation of the technical features of four tractors

traktora mjereni bez upotrebe kočnica na jednoj strani traktora.

Slika I. pokazuje iskazanu, deklariranu vučnu silu vitla, koja je u prvoj redu rezultat izbora tipa vitla, te koja u osnovi ne treba biti veća od težine skidera, što odgovara za sva četiri vozila.

Slika 3. prikazuje ovisnost efektivne snage motora o masi (težini) traktora. Masa od 5000 kg smatra se graničnom masom između srednjih skidera i skidera.



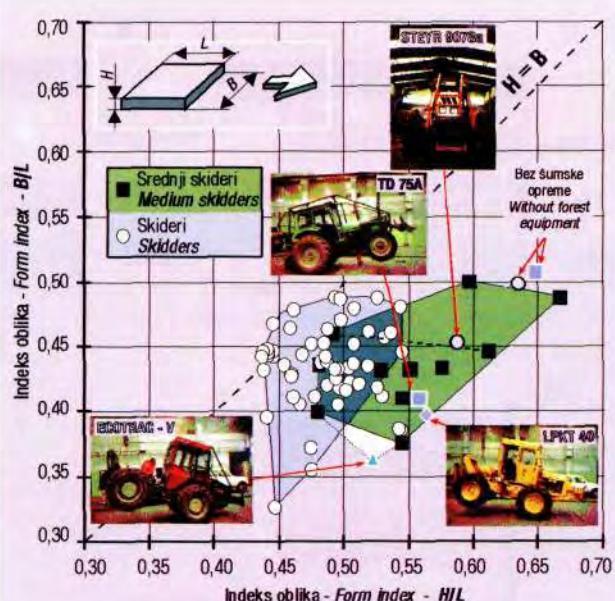
Slika 3. Odnos snage motora i mase traktora

Figure 3. Engine power vs. tractor mass relationship

Značajke ispitivanih traktora unesene su u poznatu bazu podataka (Sever i Horvat 1992). Linearna regresijska analiza pokazuje da između ova dva parametra postoji čvrsta veza ( $r = 0,9$ ; testirano:  $r > 0,8$ )

Položaj značajki za sva četiri vozila blizak je pravcu izjednačenja ( $P = -1,38 + 0,0106 \cdot m$ ). ECOTRAC ima prema očekivanju najniži položaj, a poljoprivredni traktor Steyer zbog znatne mase pripada grupi skidera a ne srednjih skidera.

Odnos između dvaju indeksa oblika,  $B/L$  i  $H/L$ , za istraživane je traktore pokazan na slici 4, uz znakovitu razliku u položaju srednjih skidera i skidera za konačni sijek (Sever i Knežević 1991). Pri šumskim radovima, posebno prorjedama, svojevrstan iskaz veličine i oblika česta su polazišta za razvrstbu strojeva. Značajno je za sve istraživane traktore da se nalaze na dijelu dijagrama gdje prevladava visina nad širinom. Ispitivani poljoprivredni traktor bez šumske opreme nalazi se u području ostalih poljoprivrednih traktora. To znači da ih dodatna oprema čini šumskim traktorom s obzirom na indeks oblika, ali i druga svojstva. I ECO-

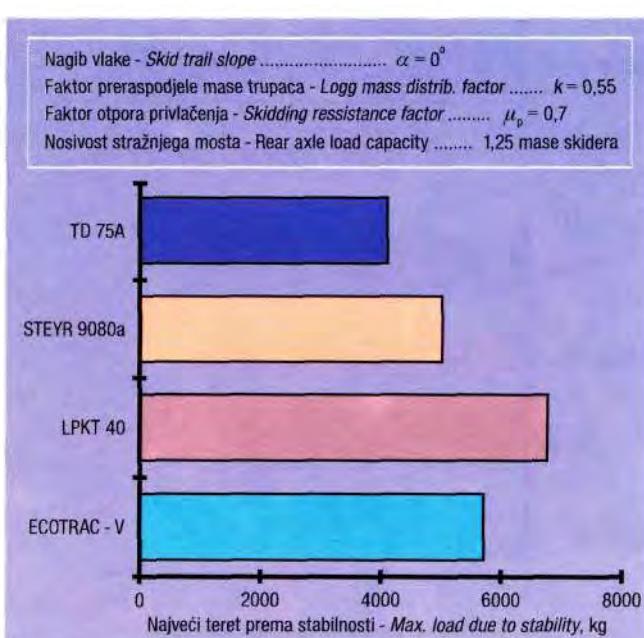


Slika 4. Odnos indeksa oblika  $B/L$  i  $H/L$

Figure 4. Relationship between form indexes  $B/L$  and  $H/L$

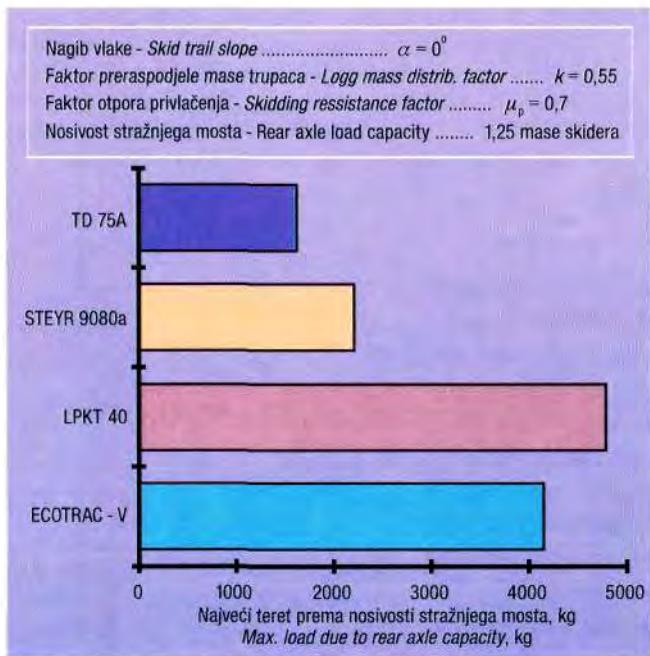
TRAC je zbog svoje male širine izvan područja srednjih skidera, ali treba naglasiti da je u povoljnijem dijelu dijagrama (ispod polja srednjih skidera) ako se ima na umu njegova namjena za prorjede. Ako se i on uvrsti u srednje skidere, što on svakako jest, tada se polje srednjih skidera širi prema dolje što nameće nove kriterije proizvođačima skidera za prorjede.

Slika 5. pokazuje granični vučeni teret ograničen uzdužnom stabilnošću traktora koji je proračunat iz iz-



Slika 5. Granični teret ograničen stabilnošću traktora pri privlačenju drva

Figure 5. Marginal load due to stability at wood skidding



mjerene karakteristika traktora pomoću računalnoga programa *Skider* Šumarskoga fakulteta u Zagrebu (Horvat 1989, 1990). Cijeli je proračun obavljen s ulaznim parametrima koji se nalaze na gornjem dijelu dijagrama, dakle za rad na vodoravnoj podlozi. Ovim proračunom, kao i proračunom granične mase privlačenih trupaca prema nosivosti stražnjega mosta koji prikazuje slika 6, nastojao se dobiti dovoljno dobar i što obuhvatniji pokazatelj potreban za usporedbu skidera, te kao jedan od temelja za donošenje zaključka o njihovoj pogodnosti za privlačenje u prorjetama. Oba su granična tereta, prema očekivanju, povoljnija za srednje skidere nego li za adaptirane poljoprivredne traktore. To je posebice vidljivo za graničnu nosivost stražnjega mosta. Prema Horvat (1983, 1985) ova je razlika još veća pri radu na nagibu.

Slika 6. Granični teret ograničen nosivošću stražnjega mosta

Figure 6. Marginal load due to rear axle capacity

## ZAKLJUČAK - Conclusions

Morfološka svojstva šumskih prorjetnih traktora prikazuju, uz opću, i njihovu manju ili veću okolišnu pogodnost za namijenjeni posao. Ta je spoznaja posebno važna u praktičnoj primjeni strojeva na prorjetama.

Poslijе nekoliko desetljeća uporabe adaptiranih poljoprivrednih traktora, devedesete godine donose rast broja uporabljenih srednjih skidera u hrvatskom šumarstvu. Pritom je moguće ocjenjivati tek jedan čimbenik i jedan tip traktora. Ipak, složena ocjena grupe srodnih

traktora, iako zahtjevna, omogućuje kakvoćniju ocjenu uporabljenih radnih sredstava.

Provedena raščlamba nekih tehničkih značajki vožila za prorjede u ovome radu, pokazala je da su srednji skideri u tome smislu bitno povoljniji od adaptiranih poljoprivrednih traktora. Pritom domaći srednji skider ECOTRAC-V, pokazuje izrazito povoljne značajke za prorjedne rade.

## LITERATURA - References

Horvat, D., 1983: Jedan pristup problemu opremanja poljoprivrednog traktora šumskim vitlom, Zbornik radova savjetovanja "Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi", Opatija, str. 149-165.

Horvat, D., 1985: Tehničko-eksploatacijske značajke adaptiranog poljoprivrednog traktora u radu na nagibu. Mehanizacija šumarstva, god. 10, br. 5-6, str. 59-65. (Rad je objavljen i u zborniku savjetovanja "Kolokvij o bukvi", str. 93-101.)

Horvat, D., 1989: Prediction of Tractive Performance for a four-wheel Drive Skidder. International seminar "Forestry transporting machinery and terrain interaction", College of forestry Garpenberg, Sweden, str. 1-12.

Horvat, D., 1990: Predviđanje vučnih karakteristika šumskog zglobovnog traktora - skidera, Mehanizacija šumarstva, god. 15, br. 7-8, str. 113-118.

Moberg, I., Nordfjell, T. and Gabrielsson, L. (1988): Small Scale Forestry, Garpenberg, 2/1988, str. 7-14.

Sever, S., Horvat, D. (1992): Skidders and forwarders database as a source and help in determining morphological relationship; Proceedings of Workshop Computer Supported planning of roads and harvesting workshop, Feldafing, Germany, str. 196-200.

Sever, S., Horvat, D., Tomasić, Ž. (1994): A contribution to damage assessment standardization resulting from the research into machine use on variable slopes. Proceedings of Interactive workshop and seminar FORSITRISK "Soil, tree, machine interactions", Feldafing, Germany, str. 1-9.

Sever, S., Knežević, I. (1989): Yugoslav experience in designing thinning machines. IUFRO P4.02.01 Meeting, Hytiälä, Finska, str. 1-24.

Sever, S., Knežević, I. (1991): Form index as possible criterion for classification of forest off-road vehicles, Proceedings, Volume II, 5th European Conference International Society for Terrain-Vehicle Systems, Budapest, 1991, str. 468-476.

Štefančić, A. (1989): Komparativno istraživanje proizvodnosti rada, troškova i oštećivanja stabala primjenom deblovne i sortimentne metode rada u proredi sastojina (Comparison investigation of productivity, production costs and the damages of tree-length and assortment method on forest stand thinning), Međ. šumar. 14(1989)5-6, str. 93-102.

Tomičić, B. (1986): Razvoj mehanizacije, tehnologije i organizacije rada u iskorišćivanju šuma u šumskom gospodarstvu "Mojica Birta" u Bjelovaru (The development of the mechanization, technology and organization of work in the exploitation of forests in the "Mojica Birta" forest enterprise in Bjelovar), Šumarski list, 110(1986)3-4, str. 29-44.

**SUMMARY:** The paper describes the morphological analysis of four skidders - two adapted farming tractors and two medium-sized skidders. It is based on the comparison of some properties such as the dependency of the motor mass and power; relations between the form indices, e.g.  $H/L=f(B/L)$ ; clearance; longitudinal and side stability, etc. Some of these parallel analyses were made by entering the data of the tested skidders into the previously made database of eighty skidders' dimensions. In addition, the computation of the limited load haul was made as to three criteria, longitudinal stability, rear axle carrying capacity and steerability, were made using an algorithm and computer program developed at the Zagreb Faculty of Forestry.

**Key words:** skidding, mountainous areas, adapted agricultural tractors, skidders