

HARVESTER TIMBERJACK 1070 U HRVATSKOJ

HARVESTER TIMBERJACK 1070 IN CROATIA

Ante P. B. KRPAN*, Tomislav PORŠINSKY**

SAŽETAK: U radu je opisan jednozahvatni harvester, njegov način rada, čimbenici koji ograničavaju njegovu uporabu, kao i čimbenici koji utječu na njegovu proizvodnost i jedinične troškove rada. Posebna je pozornost dana procjeni mogućnosti primjene harvestera u hrvatskom šumarstvu.

Ključne riječi: sječa i izradba drva, harvester, Timberjack 1070

1. UVOD – Introduction

U lipnju 2001. zbila su se dva prikaza novih strojeva na ispitivalištima u Hrvatskoj. Po prvi puta ispod krošanja hrvatskih šuma pojavili su se češka pokretna žičara Larix 3T i jedan harvester. Razne je tipove žičara hrvatska stručna šumarska javnost imala prilike vidjeti i provjeriti u praktičnom radu, ali je pojava harvestera nesumnjivo povjesni događaj. Po prvi se puta, naime, u našim šumama radno prikazao i u kraćem vremenu znanstveno ispitao ključni stroj iz skupa stro-

jeva vrhunskih tehnologija (harvester + forvarder → "no man on the forest ground technology").

Tijekom održavanja "Dana hrvatskog šumarstva", u organizaciji JP "Hrvatske šume" p.o. Zagreb, Zavoda za iskorištavanje šuma Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i vodećeg proizvođača šumarskih strojeva i opreme Timberjack, prikazana je hrvatskoj šumarskoj struci, ali i ostaloj javnosti, strojna sječa i izradba četinjača harvesterom Timberjack 1070.

Četverodnevni (od 11. do 14. lipnja 2001) prikaz rada harvestera održan je na području šumarije Ogulin u gospodarskoj jedinici Zalijske – Međuvode i to u odsjeku 70a. Potom su harvester (i forvarder) prebačeni na zagrebački Jarun, središnje mjesto obilježavanja spomenutih Dana, na kojem je bilo uspostavljeno glavno borilište šumskih radnika te mnogi drugi za brojno građanstvo zanimljivi sadržaji.



Slika 1. Harvester Timberjack 1070
Figure 1 Harvester Timberjack 1070



Slika 2. Forvarder Timberjack 810
Figure 2 Forwarder Timberjack 810

* Prof. dr. sc. Ante P.B. Krpan

** Mr. sc. Tomislav Poršinsky

Zavod za iskorištavanje šuma, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

ante.krpan@zg.tel.hr

tomislav.porsinsky@zg.hinet.hr

Sastojina u odsjeku 70a je 37-godišnja kultura četinjača u kojoj se je provodila proreda. Drvna je zaliha odsjeka 155 m³/ha, obrast 0,71, temeljnica 18,2 m²/ha uz 433 stabla po hektaru. U omjeru smjese prednjači bijeli bor sa 67 % drvnog obujma, a ostatak otpada na američki borovac (24 %) te europski ariš (9 %). Zbog velikog udjela sušaca i suhovrhih stabala (ledolom 1997. god.) u strukturi doznake, proreda je velikim dijelom imala značajke sanitarne sječe.

Slika 3. Studenti Šumarskog fakulteta na prikazu rada harvesteri
Figure 3 Students of Forestry Faculty on demonstration of harvester work

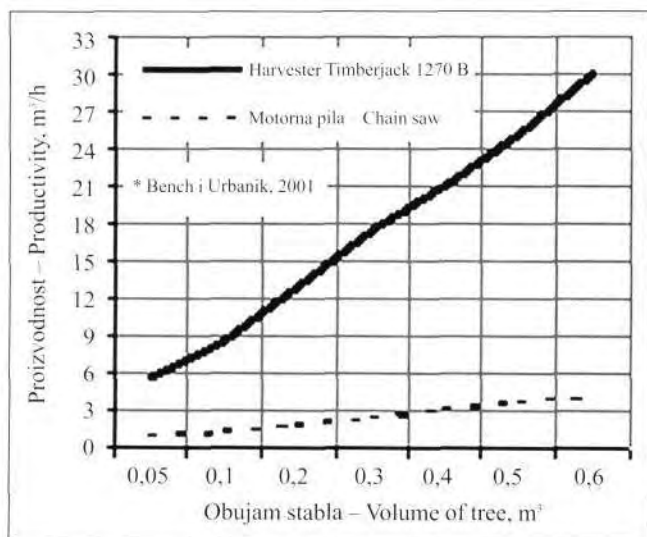


2. ŠTO JE HARVESTER – What is the harvester ?

Harvesteri su vozila za kretanje po bespuću, čija je osnovna namjena obaranje stabala i izradba kratkog drva kraj panja (Drushka i Konttinen 1997). Kellog i dr. (1993) određuju harvester kao stroj za sječu, kresanje grana, prevršivanje te trupljenje stabala na mjestu sječe. Konstrukcijski se proizvode kao jednozahvatni i višezahvatni strojevi. U današnje doba, proizvode se i višenamjenski harvesteri, tzv. harvarderi koji pored sječe i izradbe stabala vrše privlačenje drva do pomoćnog stovarišta.

Naziv harvester engleske je etiologije te prema Filipovićevom (1991) i Oxfordovom (Hornby 1993) rječniku znači žetelac, žetelica ili stroj za žetvu.

Šasija se harvesteri sastoji od dva odvojena okvira. Prednji dio vozila (kabina, hidraulična dizalica sa sječnom glavom) i stražnji (pogonski motor) spojeni su zgloбно, s mogućnošću gibanja u vodoravnoj i uspravnoj ravnini. Harvesterom se upravlja preko zgloba, promjenom kuta prednjeg i stražnjeg dijela vozila u vodoravnoj ravnini, što omogućavaju najčešće dva hidraulična cilindra. Kod harvesteri s više od 4 kotača,



Slika 4. Proizvodnost strojne i ručno strojne sječe i izradbe
Figure 4 Productivity of felling and processing by harvester and chain saw

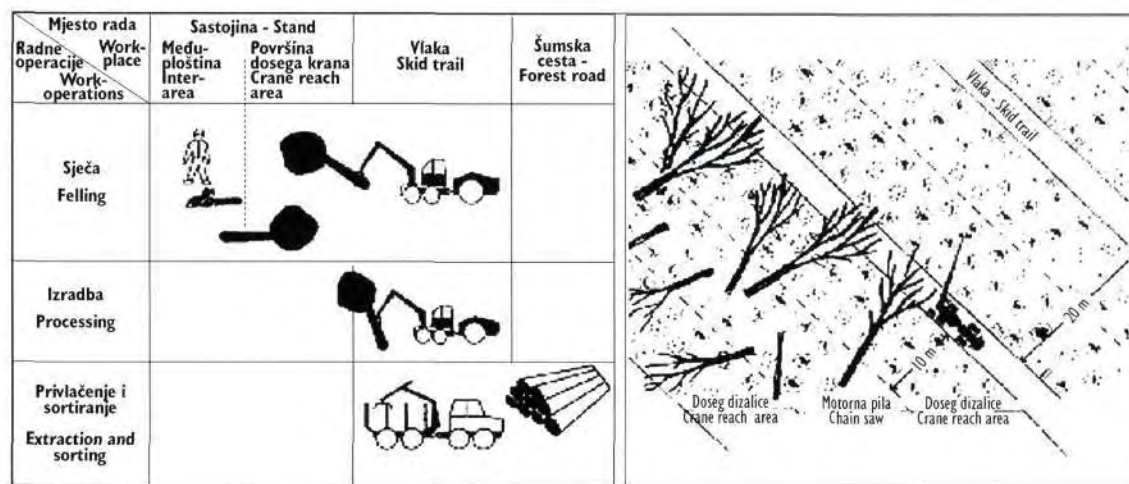
na prednju osovinu se ugrađuje bogi most, kod kojega su po dva kotača smještena jedan blizu drugoga, u tzv. tandem rasporedu. Primjena bogi mosta omogućava amortiziranje vozila pri kretanju po površinskim preprekama bespuća, ali i povećanu stabilnost prilikom obaranja stabla.

Strojna sječa i izradba drva harvesterom, zamjenjuje teški ljudski i za život opasan ručno-strojni rad motornom pilom. Osim navedenoga, ciljevi mehaniziranja ove sastavnice eksploatacije šuma su: podizanje proizvodnosti (slika 4), sniženje troškova proizvodnje, uljudivanje rada te izbjegavanje krize ponude radne snage za rad u iskorištavanju šuma (Krpan 2000).

Pri sječi stabala harvesterom provodi se kontrolirano obaranje kod čega dolazi do izražaja smanjivanje oštećivanja preostalih stabala u sastojini. Kod čistih sječa, harvester se kreće slobodno po sječini, dok druge vrste sječa (prorede, preborne) zahtijevaju infrastrukturu. Vlaka širine 3,5 do 4 metra harvester si tijekom rada prosijeca na određenim međusobnim razmacima (Sambro 1999). Najjednostavniji međusobni razmak je 20 m, pri kojem harvesteri s hidrauličnom rukom dohvata 10 m, krećući se po vlakci, mogu dosegnuti i oboriti sva stabla. Kod ovakvog načina rada, harvester okresane grane polaže pred kotače vozila čime si poboljšava uvjete nosivosti podloge, odnosno smanjuje oštećenje tla na vlakama. Ukoliko je razmak vlaka veći tada se rad harvesteri kombinira s ručno-strojnom sječom (slika 5).

Stabla s debelim i pod malim kutom u odnosu na deblo položenim granama, koje ometaju rad harvesteri oborit će se i okresati motornom pilom. Takav način rada kao i ograničenje čistih sječa na manjim ploština (od 0,5 do 3 ha u Austriji, do 4 ha u Poljskoj) ne ograničava primjenu harvesteri, ali značajno utječe na organizaciju i rentabilnost rada kao i na veličinu šteta u sastojini (Moskalik i Paschalis 1999).

Izvoženje drva izvodi se forvarderom. Određen sortimentnom metodom izradbe drva (*cut to length*), skupni rad harvesteri i forvardera, predstavlja zaokruženu cjelinu kojom se rješava proizvodnja kratke oblo-



Slika 5. Shematski prikaz rada harvestera i forvardera
Figure 5 Review of harvester and forwarder work

vine od sječe i izradbe do privlačenja, te u određenim slučajevima daljinskog transporta drva. U odnosu na ručno-strojnu sječu i izradbu stabala te privlačenje drva zglobnim traktorima vučom drva po tlu, rad harvesterom i forvarderom spada u okolišno prihvatljivije tehnologije proizvodnje obloga drva (Andersson 1994, Richardson i Makkonen 1994).

Učinkovitost harvestera kreće se u širokom rasponu od 5,5 do 30 m³ po pogonskom satu rada (Bensch i Urbaniak 2001). Na učinak harvestera djeluje sječna gustoća tj. broj doznačenih stabala po jedinici površine. Osim sječne gustoće na njegov učinak i troškove snažno djeluje zakon obujma komada, jer se njegov učinak s porastom prsnog promjera sječnoga stabla, odnosno obujma stabla povećava (slika 4) uz istodobno smanjivanje troškova rada. Za učinke i troškove harvestera također je odlučan zakon proizvodnje, tj. količina raspoloživog drva za sječu i izradbu tijekom

godine. Najbolje će rezultate davati u čistim sječama crnogoričnih sastojina, a prema skandinavskim podacima godišnji je učinak u takvim uvjetima do 40 000 m³ (Wasterlund 1996).

Najveći promjer zahvatanja sječne glave (70 cm) ograničava uporabu harvestera pri obaranju stabala većih dimenzija (Bručić 1997), dok građa stabala listača te reljefne prilike djeluju na smanjenje učinkovitosti (Krpan 2000).

U srednjoj Europi, harvester se koristi u proredama listača, ali mu je učinkovitost u odnosu na rad u četinjačama manja za oko 25 % (Pausch 1999). Smatra se, kako je primjena harvestera u bjelogoričnim sastojinama vezana samo za zimsko razdoblje. To se povezuje s mogućim povećanim oštećenjima sastojine koja nastaju pri primicanju krošnatih oborenih bukovih stabala. U pravilu potrebni su nešto teži strojevi za sječu i izradbu relativno tanjih stabala listača.

Tablica 1. Proizvodnost i troškovi rada harvestera i forvardera u proredi bukve
Table 1 Productivity and costs of harvester and forwarder in thinning of beech

Prsni promjer stabla - BHD, cm	12	15	18	21	24
Obujam stabla (bez kore), m ³ Volume of tree (bark free), m ³	0,10	0,17	0,26	0,35	0,40
Učinak po pogonskom satu – Productivity per operating hour					
Harvester, stablo/p.h. - Harvester, tree/h	52	42	34	29	28
Harvester, m ³ /p.h. - Harvester, m ³ /h	5,2	7,2	9,00	10,2	11,5
Forvarder, m ³ /p.h. - Forwarder, m ³ /h	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Troškovi – Costs					
Harvester, DEM/m ³ - Harvester, DEM/m ³	47,31	34,17	27,33	24,12	21,39
Forvarder, DEM/m ³ - Forwarder, DEM/m ³	13,80	13,80	13,80	13,80	13,80
Ukupno, DEM/m ³ - Total, DEM/m ³	61,11	47,47	41,13	37,92	35,19

Godine 1996. u okviru terenskog dijela 12. KWF dana, pripremljen je i ispitan rad harvestera u bukovoj prorednoj sastojini starosti 86 godina. Prsni je promjer srednjeg stabla u sastojini 31 cm, a srednji sječivi promjer 22 cm. Podaci o učincima i troškovima prikazani su u tablici 1 (Forbrig i Enche, 1996). Ova su stra-

na iskustva za nas posebno dragocjena, jer u Hrvatskoj pretežu sastojine bjelogorice.

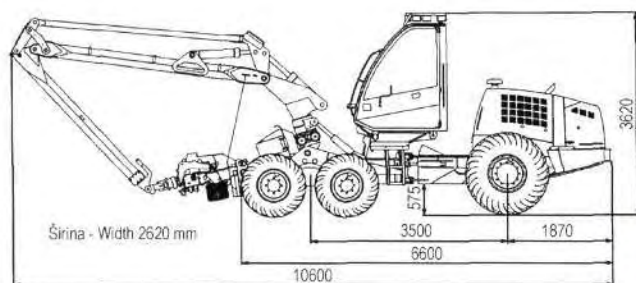
Iz podataka se u tablici 1 prepoznaje djelovanje zakona obujma komada. Pogonski sat je dobro odabrana vremenska jedinica za iskazivanje učinka harvestera, jer se radi o visokoproduktivnom stroju. Na učinak for-

vardera obujam oborenih stabala, odnosno dimenzije izrađenih sortimenata ne djeluje u značajnoj mjeri, jer su u ovoj tehnologiji sortimenti izrađeni od više stabala složeni u jednu hrpu (Bulley 1999, Poršinsky 2000). Tako složeno drvo čak i malih pojedinačnih dimenzija omogućuju veću učinkovitost dizalice (Krpan, 1992).

3. HARVESTER TIMBERJACK 1070

Jednozahvatni harvester Timberjack 1070 je šestorokotačno vozilo finske proizvodnje, formule pogona 6 x 6 s bogi sustavom na prednjoj osovini. Harvester 1070 je srednje veliki harvester, koji je svestrana dopuna u Timberjackovom proizvodnom programu između harvester 770 namijenjenog za rad u ranim proredama te harvester 1270 i 1470 namijenjenih za rad u dovršnim sječama. Osnovne tehničke značajke harvester 1070 su:

- ⇒ Masa neopterećenog vozila je 13 800 kg.
- ⇒ Motor Cummins 6BTA je vodom hlađeni linijski šestocilindarski, diesel motor s prednabijanjem, zapremine 5900 cm³, nazivne snage 123 kW pri 2200 okr. min⁻¹ te najvećeg zakretnog momenta od 694 Nm pri 1500 okr. min⁻¹. Zapremina spremnika goriva je 300 L.
- ⇒ Dimenzije su harvester 1070 dane u skici koju prikazuje slika 6.



Slika 6. Osnovne dimenzije harvester 1070
Figure 6 Basic dimensions of harvester Timberjack 1070

- ⇒ Upravljanje je zglobno s najvećim kutom od $\pm 40^\circ$, proporcijском tehnikom.
- ⇒ Transmisija je hidrostatsko-mehanička, sa sporim i brzim hodom koja omogućuje pokretanje i promjenu brzine kretanja vozila bez prekida tijekom zakretnog momenta. Brzina kretanja vozila doseže do 25 km/h, a najveća obodna sila je 150 kN. Mehanički se diferencijali uključuju hidraulički, a u brzom hodu temeljni je pogon na stražnjim kotačima kada se automatski uključuje prednji most. U bogiju je zupčanička transmisija.
- ⇒ Hidraulički je sustav s radnim tlakom od 24 MPa. Radna hidraulika ima protok od 230 L/min pri 1800 okr. min⁻¹. Spremnik ulja sadrži 170 L.

Drugi val mehaniziranja šumskih radova u austrijskom šumarstvu nastupio je 1990., uvođenjem harvester 1070. Danas u Austriji radi oko 110 harvester 1070 s godišnjim prosječnim učinkom od 1,5 do 2,0 mil. m³ drva (bez kore). U 1998. godini harvesterima je obrađeno 14 % godišnjeg etata Austrije (Dürstein, 1999).

- ⇒ Sječna glava Timberjack 745 ima širok raspon primjene, od proreda do dovršnih sječa. Najveći sječni promjer iznosi 55 cm, dok najbolje učinke postiže pri sječi stabala obujma od 0,2 do 0,7 m³. Masa sječne glave s rotatorom iznosi 850 kg. Posmik stabla kroz sječnu glavu ostvaruju četiri čelična (ili gumena) valjka, sa silom u rasponu od 16 do 20 kN uz posmičnu brzinu od 0 do 5 m/s. Kresanje grana obavljaju tri pokretna te jedan fiksni nož. Vodicica lančane pile dugačka je 64 cm, a brzina kretanja lanca je 41 m/s.

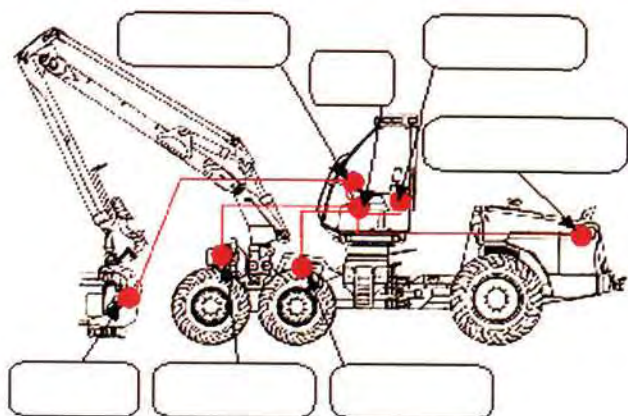
Timberjack 1070 ima mogućnost korištenja sječnih glava nove generacije i to Timberjack 742 i 752, opremljenih sa sustavom za označavanje sortimenata te poboljšanim sustavom kresanja grana.

- ⇒ Paralelna hidraulika je model TJ 180 H 97, na kojoj je ugrađena sječna glava. Dizalica ima deklarirani podizni moment od 135 kNm te zakretni moment od 38 kNm, s najvećim dosegom od 10 m. Kut zakretanja dizalice iznosi 220°, a zahvatni kut sječne glave $\pm 15^\circ$.
- ⇒ Upravljanje se i kontrola rada harvesterom izvodi preko dva sustava (slika 8). Timberjackov TMC (*Total Machine Control*) brine se za pouzdano i optimalno upravljanje pogonskim motorom, transmisijom



Slika 7. Sječna glava Timberjack 745
Figure 7 Harvester head Timberjack 745

jom, radom dizalice te stabilnošću vozila. Računalni sustav Timberjack 3000 kontrolira rad sječne glave, izmjeru stabla, donošenje odluke o mjestu trupljenja u svrhu polučjenja najveće financijske iskoristivosti debla, odnosno o izradi sortimentata zadanih dimenzija (slika 9) te pohranjuje podatke o izrađenoj oblovinini. Podaci se o izrađenim sortimentima mogu isprintati na pisaču, prenijeti u obliku datoteke na osobno računalo ili poslati korisniku e-mailom.



Slika 8. Upravljanje i nadzor rada harvester
Figure 8 Steering and control of harvester work

- ⇒ Prednje gume dimenzija su 700/45 – 22,5, a stražnje 650/65 – 26,5.
- ⇒ Kočnice su hidraulički upravljane, uljne s disk djelovanjem na oba mosta.

4. MOGUĆNOST PRIMJENE HARVESTERA U HRVATSKOJ Possibility of using harvesters in Croatia

U hrvatskom šumarstvu sječa i izradba obavlja se ručno-strojnim radom. Motornim se pilama lančanicama obaraju stabla, krešu grane, prerezuju debla u trupce te izrađuje prostorno drvo. Strojevi za sječu i izradbu drva na našim prostorima nisu u primjeni, a njihova je uporaba u našim uvjetima ograničena: pretežito prirodnom podrijetlom naših šuma, vrstom drveća i dimenzijama stabala, makro i mikroreljefom, metodama uzgajanja i uređivanja šuma i drugim. Skupoća harvesteri i viši jedinični troškovi u odnosu na ručno strojni rad (jeftina radna snaga!?) još i danas odgađa neotklonjivi priklon strojnoj sječi i izradbi stabala.

Potpuno je jasno da se harvesteri uspješno mogu primijeniti pri proredama i čistim sječama u kulturama četinjača te plantažama brzorastućih vrsta listača, kojih u Hrvatskoj ima oko 5 % od ukupne šumske ploštine. U čistim se johovim i jasenovim sastojinama, s obzirom na njihove morfološke značajke, harvester može primjenjivati jednako učinkovito kao u sastojinama smreke. U ostalim će jednodobnim listopadnim šumama granični faktori primjene biti dimenzije stabala, njihova granatost, vrsta i intenzitet sječe te ekstremni te-



Slika 9. Računalni sustav Timberjack 3000
Figure 9 Computer system Timberjack 3000

- ⇒ Električni sustav je napona 24 V, s kapacitetom akumulatora 2 · 140 Ah. Alternator napaja sustav s 100 A. Radnu rasvjetu čini 14 Twin-Power farova te 4 halogenska svjetla na dizalici, koja osiguravaju svjetlost od 30 luxa, potrebnih za nesmetan rad harvesteri u gustom šumi, odnosno po noći ili oblačnom vremenu.
- ⇒ Kabina je lagana, komforna s dobrim pregledom, za koju proizvođač navodi da je u skladu s međunarodnim normama ISO i BC.

renski uvjeti. U prebornim je šumama uz sadašnji način gospodarenja i sječne dimenzije stabala uporaba harvesteri upitna. Drugim riječima, osim kultura i plantaža, područje primjene harvesteri su proredne bjelogorične sastojine. Njemačka iskustva govore o uspješnoj primjeni harvesteri u prorednim bjelogoričnim sastojinama, gdje su se obrađivala bukova stabla do 25 cm prsnoga promjera.

Na temelju podataka o razvoju hrastovih i bukovih sastojina Bojanin i Krpan (1997) donose procjenu o mogućnosti mehanizirane sječe i izradbe drva harvesterom za 54 % godišnjeg etata Hrvatske. Navedeni se zaključci odnose samo na razmatranje debljine stabala u sastojini kao graničnog čimbenika uporabe harvesteri. Uključivanjem ostalih graničnih faktora, na primjer nagiba terena, područje bi se rada harvesteri u prorednim bjelogoričnim sastojinama smanjilo. Operativnom (funkcionalnom) razredbom terena izlučile bi se sastojine pogodne za rad harvesteri (Mellgren 1980, Berg 1992). Na taj bi se način moglo konačno ocijeniti u kojoj su mjeri opravdani zahtjevi da se u hrvatsko šumarstvo uvedu harvesteri.

5. LITERATURA – References

- Andersson, B., 1994: Cut-to-length and tree-length harvesting systems in central Alberta: a comparison. For. Eng. Res. Inst. Can. (FERIC), Pointe-Claire, Que. Tech. Rep. TR-108, 1-32.
- Berg, S., 1992: Terrain Classification System For Forestry Work. Forest Operations Institute "Skogsarbeten", 1-28.
- Bensch, P., Urbaniak, W., 2001: Timberjack today and for ever. Sammelbuch "Stand und Entwicklung der Forstlichen Verfahrenstechnik an der Wende des Jahrhunderts", 34. Internationales Symposium "Mechanisierung Der Waldarbeit" Forstliche Fakultät Varschau, Polen, 10. - 13. Juli 2000, 15-21.
- Bojanin, S., Krpan, A.P.B., 1997: Mogućnost tzv. visokoga i potpunog mehaniziranja sječe i izrade te mehaniziranja privlačenja drva u šumama Hrvatske (Möglichkeit der Hoch- und Vollmechanisierung der Einschlagsarbeiten, und Mechanisierung des Holzurückens in Wäldern Kroatiens). Šumarski list 121(7-8): 135-150.
- Bručić, G., 1997: Morfološka prosudba nekih značajki harvesterkih glava. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-31.
- Bulley, B., 1999: Effect of tree size and stand density on harvester and forwarder productivity in commercial thinning. For. Eng. Res. Inst. Can. (FERIC), Pointe-Claire, Que. Tech. Note TN-292, 1-8.
- Dürstein, H., 1999: Zukünftige Aufgaben der Forsttechnik in Österreich. Sammelbuch 33. Internationales Symposium "Mechanisierung der Waldarbeit", Zalesina - Delnice - Senj, Forstliche Fakultät Zagreb, Kroatien, 1. - 6. Juli 1999, 141-151.
- Drushka, K., Konttinen, H., 1997: Tracks in the Forests - The Evolution of Logging Machinery. Timberjack Group Oy, Helsinki, Finland, 1-254.
- Forbrig, A., Encke, B.G., 1996: 12. KWF Tagung, Tagungsfuehrer, KWF e. V. & AFZ/Der Wald, Gross Umstadt 1996, 1-136.
- Filipović, R., 1991: Englesko-hrvatski riječnik. Školska knjiga i Grafički zavod Hrvatske, 1-1435.
- Hornby, A.S., 1993: Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English. Oxford University Press, Walton Street, Oxford OX2 6DP, 1579p.
- Horvat, D., 2000: Neke značajke šumarskih strojeva nove generacije (Some characteristics of new generation of forestry machines). Znanstveni skup "Vrhunske tehnologije u uporabi šuma", Zagreb, 11. travnja 2000., HAZU, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, 65-84.
- Kellog, L.D., Bettinger, P., Studier, D., 1993: Terminology of Ground-Based Mechanized Logging in the Pacific Northwest. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis. Research Contribution 1, 1-12.
- Krpan, A.P.B., 1992: Analiza čimbenika daljinskog transporta drva. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-264.
- Krpan, A.P.B., 2000: Mogućnosti primjene vrhunskih tehnologija pri iskorištavanju šuma u Hrvatskoj (Possibilities of implementation of high technologies in forest harvesting in Croatia). Znanstveni skup "Vrhunske tehnologije u uporabi šuma", Zagreb, 11. travnja 2000., HAZU, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, 45-63.
- Mellgren, P.G., 1980: Terrain Classification for Canadian Forestry. Canadian Pulp and Paper Association, 1-13.
- Moskalik, T., Paschalis, P., 1999: Probleme der maschinellen Holzernte in Polen. Sammelbuch 33. Internationales Symposium "Mechanisierung der Waldarbeit", Zalesina - Delnice - Senj, Forstliche Fakultät Zagreb, Kroatien, 1. - 6. Juli 1999, 173-179.
- Pausch, R., 1999: Versuchsergebnisse zu Produktivitaet und Pfleglichkeit hochmechanisierter Starkholzernte. 33. Internationales Symposium "Mechanisierung der Waldarbeit", Zalesina - Delnice - Senj, Forstliche Fakultät Zagreb, Kroatien, 1. - 6. Juli 1999, Vortrag, 1-18.
- Poršinsky, T., 2000: Čimbenici učinkovitosti forvardera Timberjack 1210 pri izvoženju oblog drva glavnog prihoda nizinskih šuma Hrvatske (Efficiency factors of Timberjack 1210 at forwarding the main felling roundwood in Croatian lowland forests). Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-140.
- Richardson, R., Makkonen, I., 1994: The performance of cut-to-length systems in eastern Canada. For. Eng. Res. Inst. Can. (FERIC), Pointe-Claire, Que. Tech. Rep. TR-109, 1-16.
- Sambo, S.M., 1999: Reduction of trail density in a partial cut with a cut-to-length system. For. Eng. Res. Inst. Can. (FERIC), Pointe-Claire, Que. Tech. Note TN-293, 1-12.
- Wasterlund, I., 1996: Environmentally forestry operations - possible or must. Proceedings of the seminar Progresses in Forest Operations, 8 May 1996, Ljubljana, Slovenia, 9-14.

www.timberjack.com

SUMMARY: The paper gives a description of single-grip, together with its working methods and limiting factors of harvester use, as well as factors which have influencing on productivity and working costs. Special attention has been given to the estimation of harvester usage abilities in Croatian forestry.

Key words: felling and processing, harvester, Timberjack 1070