

DJELOTVORNOST STROJNE SJEČE I IZRADBE U SASTOJINAMA TVRDIH I MEKIH LISTAČA – 1. DIO: PROMIŠLJANJE STRUKE O STROJNOJ SJEČI I IZRADBI DRVA

EFFICIENCY OF MECHANICAL FELLING AND PROCESSING IN SOFT
AND HARDWOOD BROADLEAVED STANDS – PART 1: ATTITUDES
OF FOREST PROFESSIONALS TOWARDS MECHANICAL
FELLING AND PROCESSING

Ante P. B. KR PAN, Tomislav PORŠINSKY*

SAŽETAK: U radu se razmatraju rezultati ankete o strojnoj sječi i izradbi harvesterom Timberjack 1270B, provedenoj među šumarskim stručnjacima, koji su tijekom rujna 2002. posjetili sječine u kojima su radovi izvođeni harvesterom. Anketa je provedena primjenom H-dijagrama. Na upit zašto nisu strojni rad ocijenili najvišom ocjenom (10) kao dominantni, javljaju se odgovori: sumnja u mogućnost uporabe u prirodnim šumama, sumnja da se može primjeniti u svim terenskim uvjetima te prigovor na visinu nabavne cijene stroja. Organizacijska su pitanja primjene strojne sječe rangirana niže, a najmanje se frekvencije odnose na odgovore o ekološkoj neprimjerenosti, povećanoj gustoći vlaka i štetama u sastojini. Na upit zašto nisu dali najmanju ocjenu (0) anketirani su s najvećom učestalošću istakli učinkovitost strojne sječe, ergonomsku pogodnost, privlačnost rada i povećanje sigurnosti na radu.

Sudionici ankete ocijenili su strojnu sječicu i izradbu ocjenama od 1 do 8, a prosječna je vrijednost 5,3. Rezultati ankete ukazuju na podijeljenost mišljenja, ali i na to da je struka općenito pozitivno ocijenila mogućnosti primjene strojne sječe i izradbe u hrvatskim šumama.

Glavne riječi: strojna sječica i izradba, harvester, ocjena primjenjivosti

UVOD – Introduction

Hrvatske šume d.o.o. Zagreb su, u suradnji s tvrtkom Timberjack, austrijskim poduzetnicima i Zavodom za iskorištavanje šuma Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, u rujnu 2002. organizirale probnu strojnu sječicu i izradbu harvesterom Timberjack 1270B. To je drugo pojavljivanje harvestera na našim prostorima, jer je prvo testiranje provedeno 2001. godine na području UŠP Ogulin u kulturi običnoga bora.

Zavod za iskorištavanje šuma znanstveno je istražio sječicu i izradbu navedenim harvesterom na dva ra-

dilišta i to: u 23-godišnjoj kulturi mekih listača na području Šumarije Kloštar Podravski i 80-godišnjoj prirodnoj mješovitoj prorednoj sastojini tvrdih listača na području Šumarije Garešnica. Uz provedeni studij rada i vremena, u prirodnoj su sastojini istražena oštećenja tla i stabala, kako bi stekli uvid u okolišnu pogodnost harvestera, jedne od dviju sastavnica vrhunske tehnologije u iskorištavanju šuma. Rezultati istraživanja objavit će se u seriji od pet članaka pod naslovima: *Promišljanje struke o strojnoj sječi drva, Djelotvornost harvestera u kulturi mekih listača, Djelotvornost harvestera u prirodnoj prorednoj sastojini tvrdih listača, Okolišna pogodnost strojne sječe u prirodnim sastojinama i Utjecaj strojne sječe na strukturu izrađenih sortimenata.*

* Prof. dr. sc. Ante P.B. Krpan, ante.krpan@zg.tel.hr
Mr. sc. Tomislav Poršinsky, porsinsky@hrast.sumfak.hr
Zavod za iskorištavanje šuma, Šumarski fakultet Sveučilišta
u Zagrebu Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

1. ZNAČAJKE VRHUNSKE TEHNOLOGIJE PRIDOBIVANJA DRVA Features of High Technology in Forest Harvesting

Metode sječe i izradbe drva određene su oblikom u kojemu se drvo doprema do pomoćnoga stovarišta, a ovise o stupnju izradbe drva na mjestu sječe. Sustav pridobivanja drva obuhvaća tehnologije, strojeve i alate koji se koriste prilikom eksploatacije neke sječne jedinice (Krpan i Poršinsky 2002A). Pojedine sastavnice sustava pridobivanja drva mogu se mijenjati, a da se ne mijenja metoda izradbe drva. Različite metode izradbe drva su: sortimentna, deblovna i stablovna metoda.

Pri sortimentnoj metodi izradbe stabla se obaraju, krešu se grane i izrađuju različiti sortimenti prema važećim normama na mjestu sječe (kod panja). U današnje doba sječa i izradba ručno-strojna, s primjenom motornih pila ili potpuno mehanizirana. Drvo se, izrađeno sortimentnom metodom, po bespuću izvozi forvarderom, iako je moguća primjena i ostalih sredstava privlačenja drva po tlu i zraku. Osnovna je značajka sortimentne metode izradbe drva njena primjenjivost pri svim uzgojnim zahvatima (prorede, oplodne sječe, preborne sječe).

Sustav mehaniziranog pridobivanja kratkog drva zasniva se na grupnom radu jednozahvatnoga harvester-a i forvardera usklađenih proizvodnih mogućnosti (slika 1). Harvester izvodi sječu stabala, kresanje grana, trupljenje debla, mjerenje sortimenata i njihovo slaganje u hrpe, koje će forvarder utovariti i izvesti do pomoćnoga stovarišta. Određen sortimentnom metodom izradbe drva (*cut to length*), skupni rad harvester-a i forvardera, predstavlja zaokruženu cjelinu kojom se rješava sječa i izradba kratke oblovine, privlačenje do

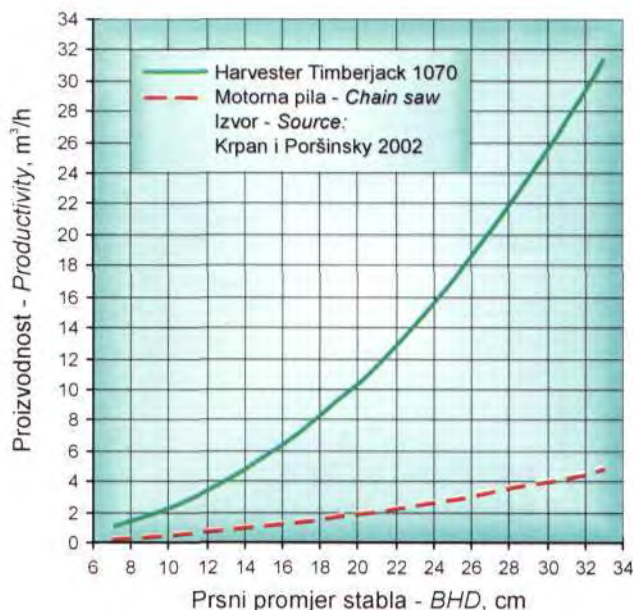
pomoćnog stovarišta, a u određenim slučajevima i daljnji transport drva.



Slika 1. Harvester i forvarder
Fig. 1 Harvester and forwarder

Strojna sječa i izradba drva harvesterom, zamjenjuje teški ljudski i za život opasan ručno-strojni rad motornom pilom. Osim navedenoga, ciljevi mehaniziranja ove sastavnice pridobivanja drva su: podizanje proizvodnosti (slika 2), sniženje troškova proizvodnje, uljudivanje rada te izbjegavanje krize ponude radne snage za rad u iskorištavanju šuma (Krpan 2000).

Harvesteri su vozila za kretanje po bespuću, čija je osnovna namijena 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



Slika 2. Usporedba proizvodnosti
Fig. 2 Productivity comparison



Slika 3. Harvarder
Fig. 3 Combi machine

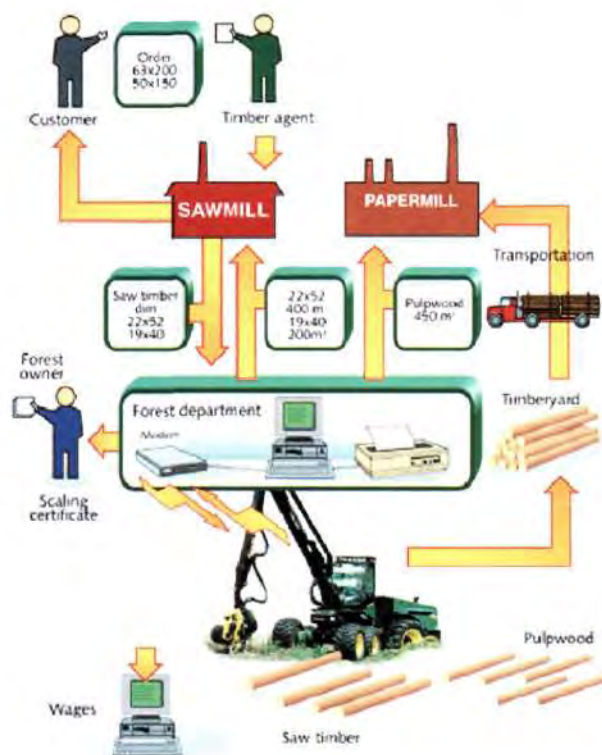
na mjestu sječe. Konstrukcijski se proizvode kao jednozahvatni i višezahvatni strojevi. U današnje doba, proizvode se i kombinirani harvesteri, tzv. harvarderi koji pored sječe i izradbe stabala, obavljaju izvoženje drva do pomoćnog stovarišta (slika 3).

Šasija harvestera se 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 harvestera s više od četiri kotača 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 njegovu povećanu stabilnost prilikom obaranja stabla.

Računalni sustav harvestera kontrolira rad sječne glave, izmjeru stabla, donošenje odluke o mjestu trupljenja u svrhu polučjenja najveće iskoristivosti debla, odnosno o izradbi sortimenata zadanih dimenzija prema zahtjevima kupaca. Korištenje računala, GIS-a i bežične razmjene podataka u sustavu strojne sječe pridonose racionalizaciji rada unutar cijeloga procesa pridobivanja drva (slika 4).

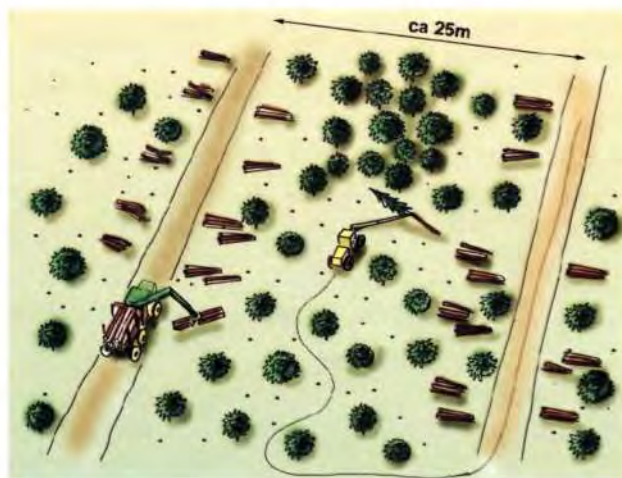
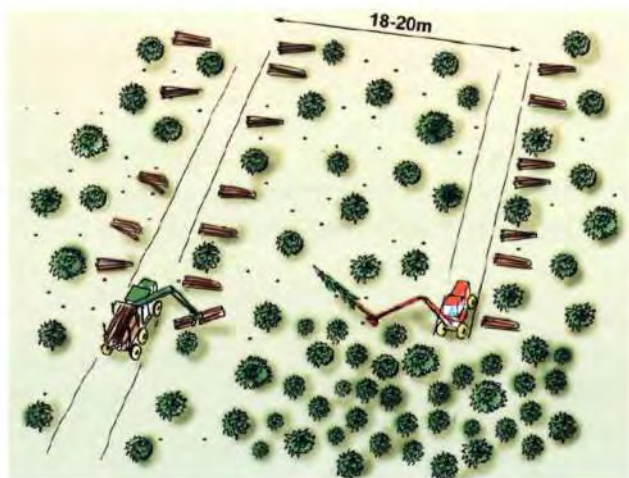
Pri sječi stabala harvesterom provodi se kontrolirano obaranje, kod čega dolazi do izražaja smanjivanje oštećivanja preostalih stabala u sastojini. Stabla s debelim i pod malim kutom u odnosu na deblu položnim granama, koje ometaju rad harvestera, okresat će se motornom pilom. Takav način rada kao i ograničenje čistih sječa na manjim plošinama (od 0,5 do 3 ha u Austriji, do 4 ha u Poljskoj) ne ograničava primjenu harvestera, ali značajno utječe na organizaciju i rentabilnost rada, kao i na veličinu šteta u sastojini (Moskalik i Paschalis 1999).

Kod čistih sječa, harvester se kreće slobodno po sječini, dok druge vrste sječa (prorede, preborne) zahtijevaju infrastrukturu. Vlake širine 3,5 do 4 metra harvester si tijekom rada prosijeca na određenim međusobnim razmacima (Sambro 1999). Najjednostavniji



Slika 4. Logistika u sustavu strojnoga pridobivanja drva
Fig. 4 Timber procurement

međusobni razmak je 20 m, pri kojem harvesteri s hidrauličnom rukom dohvata 10 m, krećući se po vlaki, mogu dosegnuti i oboriti sva stabla. Kod ovakvog načina rada, harvester okresane grane polaže pred kotače vozila, čime poboljšava nosivost podloge odnosno smanjuje oštećenje tla na vlakama. Sustav je i okolišno prihvatljiv jer važna hranjiva ostaju nakon sječe u sastojini, čime se potiče stvaranje humusa i povećavaju hranidbene mogućnosti staništa (Meek 1993, Ward i Lyons 2001). Ukoliko je razmak vlaka veći, rad harvestera kombinira se s ručno-strojnom sječom ili se pri radu harvester kreće po površini između vlaka.



Slika 5. Sheme rada harvestera i forvardera u skupnom radu
Fig. 5 Schematic review of harvester – forwarder teamwork

Pri izvoženju sortimenata forvarderima, moguće je razvrstavanje i slaganje obloga drva u visoke složajeve uz rubove šumskih cesta, što smanjuje potrebu za prostanim pomoćnim stovarištima. Izvoženjem drva smanjuje se mogućnost oštećenja i zadržava čistoća (blato, kamenje) sortimenata u odnosu na vuču drva traktorima po tlu. 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).



Slika 6. Kabina harvestera
Fig. 6 Harvester cabine

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 2) uz istodobno smanjivanje troškova rada (Tufts 1997, Bulley 1999, Meek 2000). Zbog izrazitog utjecaja obujma stabla na proizvodnost jednozahvatnoga harvestera, razvijene su sječne glave za obaranje više tanjih stabala u jednom zahvatu (Peltola i Papunen 2001). Proizvodnost forvardera pri ovoj tehnologiji nije toliko

utjecana dimenzijama stabala, jer su sortimenti izrađeni od više tanjih stabala složenih u jednu hrpu. Tako složeno drvo, čak i malih pojedinačnih dimenzija, omogućuje veću učinkovitost dizalice forvardera (Krpan 1992, Poršinsky 2002). Ipak duljina sortimenata ima velik utjecaj, jer je zamijetan pad proizvodnosti kod oba stroja u slučaju velikoga udjela prostornoga drva duljine 2,5 m (Pulkki 2001). Iz tog se razloga nastoji izrađivati trupce i prostorno drvo u što većim duljinama (do 7 m). 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 krošnjatih oborenih bukovih stabala. U pravilu potrebni su nešto teži strojevi za sječu i izradbu relativno tanjih stabala listača.

Glavni nedostatak jednozahvatnoga harvestera je njegova složenost zbog koje vozači moraju biti vrhunski obučeni. Obuka je vozača skupa i može trajati do dvije godine, dok vozač u cijelosti ne ovlada rukovanjem strojem. Ipak, kroz nekoliko mjeseci većina vozača stječe zadovoljavajuća znanja i vještine (Hoss 2001).

Jedan je od osnovnih zadataka mehaniziranja oslobađanje ljudi od teškog, zamornog i opasnog šumskog rada. Fizičko opterećenje pri radu harvesterom neuporedivo je manje nego pri radu motornom pilom. Zapravo se rukovatelj u suvremenim strojevima vrhunske strojarske i računalne tehnologije nalazi u ugodnom okruženju klimatizirane kabine i upravljačke ploče (slika 6), lišen svih neugodnih vanjskih utjecaja. Unatoč smanjenju fizičkog opterećenja i ugodnoga, ergonomski riješenog okruženja radnoga mjesta, vozači pate od psihičkoga opterećenja. Smatra se da ono nastaje zbog čestog ponavljanja jednostavnih radnji uz trajni visoki stupanj usredotočenosti i osjećaja osamljenosti, u ipak skučenom prostoru kabine. Rješenja se traže u izmjeni radnih aktivnosti. Nakon tri sata upravljanja harvesterom vozač se na primjer prebacuje na rad motornom pilom ili se izmjenjuje s vozačem forvardera.

2. MJESTO I METODA ISTRAŽIVANJA – Study Site and Method of Research

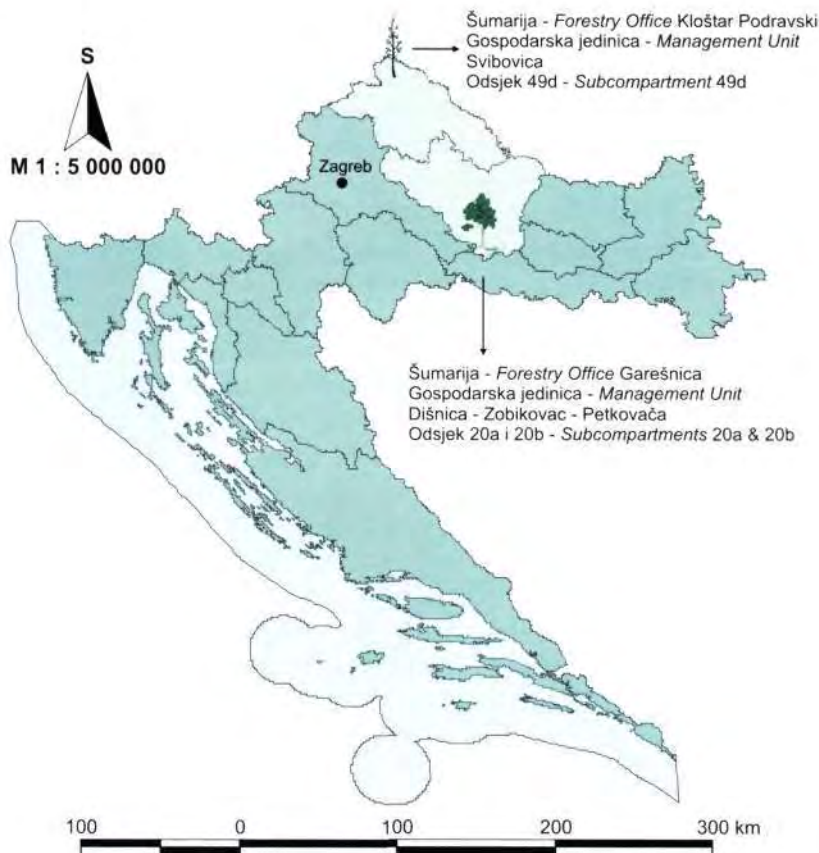
Pri pokušajima uvođenja tehničkih, tehnoloških ili organizacijskih novina je najčešća reakcija pojedinaca ili skupine, posebno u struci pretežito okrenutoj tradicionalizmu poput šumarske, stvaranje obrambenoga štita i apriorno odbijanje ponuđenih promjena. Takav je postupak uvjetovan refleksno, jer u prvi plan ne izbi-

jaju moguće dobrobiti već moguća ugroženost osobnih ili grupnih dosegâ. Manji je broj oni stručnjaka koji na prvu obavijest, također neopravdano i nekritično, prihvaćaju ponuđene promjene. Treću, također malobrojnu skupinu čine oni koji će konačan sud donijeti na temelju dužeg, sveobuhvatnijeg studija predloženih

promjena. Navedena je pojava opće poznata, a odklon od nje počiva na temeljitom upoznavanju pojedinaca i struke s prednostima ali i s manjkavostima ponuđenih promjena. Ukoliko se radi o tehnologijama određenim uporabom kojega stroja, u Hrvatskoj smo se, od samoga početka intenzivne primjene šumske mehanizacije, priklanjali prethodnoj provjeri djelotvornosti i prilagođenosti stroja i tehnologije našim realnim sastojinskim i terenskim uvjetima.

Na opisani je način postupljeno i slučaju strojne sječe harvesterom u našim bjelogoričnim prirodnim sastojinama i kulturama. Hrvatske šume d.o.o. Zagreb su u suradnji s tvrtkom Timberjack i austrijskim poduzetnicima dovele na probno ispitivanje harvester Timberjack 1270B te na taj način svojim tehnologizima omogućile upoznavanje sa strojnom sječom.

Tijekom rujna 2002. više je od 150 šumarskih operativnih stručnjaka posjetilo radilišta u 23-godišnjoj kulturi mekih listača na podru-



Slika 7. Mjesto istraživanja
Fig. 7 Study site

Kolona A - Column A Zašto ne 10 - Why not 10	Kolona B - Column B Ocjena - Remark	Kolona C - Column C Zašto ne 0 - Why not 0
1. Veliki postotak šumske površine za vlake - <i>High percentage of the forest area for the strip roads</i>	0	1. Ergonomija - Ergonomics
2. Nije upotrebljiva na svim terenima (nagib) - <i>Not usable on all terrains (slope)</i>	1	2. Motiviranje mladih za strojni rad - <i>Motivating young people for machine work</i>
3. Nije upotrebljiva u prirodnim šumama - <i>Not usable in natural forests</i>	2	3. Nadomještanje radne snage - <i>Substitute for human work force</i>
4. Velika investicija - High investment	3	4. Zahtijeva više stručnoga rada - <i>Requires greater degree of professional work</i>
5. Zahtjevna organizacija rada na svim razinama - <i>Demanding work organisation on all levels</i>	4	5. Težak fizički rad zamjenjuje "privlačnim" radom - <i>Labor is substituted with attractive work</i>
6. Zahtijeva veliku koncentraciju sječnog drva i veliki broj pogonskih sati godišnje - <i>Asks for high harvesting density and high yearly utilisation</i>	5	6. Tehnološki razvoj - Technological development
7. Usitnjenost sječina - Cut-block fragmentation	6	7. Veća učinkovitost - Higher productivity
8. Ekološki razlozi - Ecological reasons	7	8. Diferencirani pristup - Differentiated attitude
9. Štete u sastojini - Stand damages	8	9. Optimalni učinak uz zadovoljenje E kriterija - <i>Optimum result complying with E criteria</i>
	9	10. Niži trošak od ručno strojnog rada - <i>Lower cost than motor-manual work</i>
	10	11. Siguran rad - Safety work
	+	12. Manje štete - Lower damages
	Vaši dodatni kriteriji - Your additional criteria	13. Ne proizvodi invalide - Does not produce invalides
		14. Moguć je rad u svim vremenskim uvjetima - <i>Feasible work in all weather conditions</i>

POSTUPAK OCJENJIVANJA - EVALUATION PROCEDURE

Ocijenite strojnu sječom tako da zaokružite jednu od ocjena od 0 do 10 u koloni B -
Evaluate mechanical felling by selecting one of given remarks from 0 to 10 in column B
Objasnite ocjenu sa po 3, po vašem mišljenju, najvažnija razloga u kolonama A i C s rangiranjem -
Explain your evaluation with 3 most important reasons, in columns A and C with ranking
Navedite najviše tri Vaša dodatna kriterija za usvajanje ili odbacivanje strojne sječe (kolona B) -
Give your three additional criteria for acceptance or rejection of mechanical felling (column B)

Slika 8. Anketni list "H dijagram"
Fig. 8 Survey form "H diagram"

čju Šumarije Kloštar Podravski i 80-godišnjoj prirodnoj mješovitoj prorednoj sastojini tvrdih listača na području Šumarije Garešnica. Na taj se način velik broj stručnjaka upoznao s načinom rada harvesteri i njegovom djelotvornošću, te su na temelju očevida mogli donijeti vlastitu prosudbu o njegovoj primjeni u Hrvatskoj i iskazati je u posebno pripremljenoj anketi.

Osnova je za procjenu proširena spoznajama o harvesteri tehnici (Horvat i dr. 2003), rezultatima znanstvenih istraživanja djelotvornosti strojne sječe harvesterom (Krpan i Poršinsky 2002B) i operativnom razredbom sastojinskih uvjeta za primjenu harvesteri na razini etata Hrvatske i UŠ Bjelovar za 2003. godinu (Slunjski i Bedeković 2003).

Radi usporedbe s rezultatima ispitivanja strukovnog mišljenja o strojnoj sječi u Sloveniji (Beguš 2002), anketa je provedena metodom H-upitnika (slika 8).

Upitnik je jednostavan za popunjavanje. U kolonama A i C ponuđen je veći broj odgovora od kojih se izabiru po tri, prema vlastitom mišljenju, najvažnija za donošenje odluke *zašto nisu* prihvaćene ponuđene



Slika 9. Rasprava u sječini
Fig. 9 Discussion in cut-block

ocjene 10 ili 0. U koloni B zaokružuje se ocjena prema vlastitom izboru između ponuđenih vrijednosti od 0 do 10. Četvrta se sastavnica anketnog upitnika odnosi na prijedloge i kriterije za poboljšanje strojne sječe.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA – Results of research

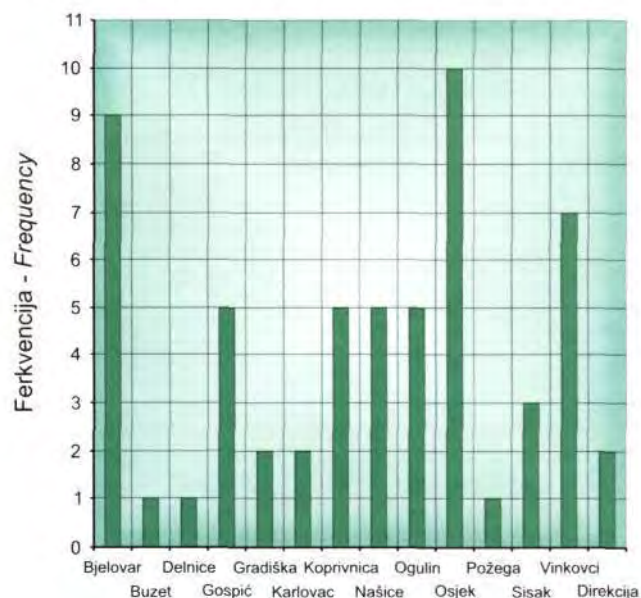
Na slici 10 prikazana je struktura odaziva anketiranih stručnjaka razvrstana po upravama šuma. Odaziv nije ravnomjeran i ukazuje na veću ili manju zainteresiranost pojedinih uprava šuma za primjenu strojne sječe. Interes za strojnu sječu izraženiji je kod onih uprava šuma na kojima je, zbog sastojinskih i terenskih uvjeta, u većoj mjeri moguća primjena harvesteri. Ovoj grupi pripadaju UŠP Osijek, Bjelovar, Vinkovci, Ogulin, Našice, Koprivnica i Gospić.

Pri analizi izbora odgovora ponuđenih u koloni A, u kojoj su sudionici trebali odabrati najznačajnija tri razloga zašto strojnoj sječi i izradbi nisu dodijelili ocjenu 10, prva tri mjesta zauzimaju odgovori pod rednim brojem 3, 2 i 4 (slika 11). Najviše su sumnji anketirani usmjerili prema uporabljivosti harvesteri u prirodnim šumama. Pri tome promišljanja nisu bila usmjerena na tehničke mogućnosti harvesteri odnosno ograničenja djelotvornosti kapacitetom sječne glave, već na sučeljavanje uvriježenih promišljanja gospodarenja šumama i usuglašavanja gospodarenja s novim, vrhunskim tehnologijama, primjenom kojih bi, nakon duge stagnacije, bio omogućen proizvodni skok.

Drugi razlog sudionici nalaze u upitnoj prilagodivosti raznolikim terenskim uvjetima. Jasno je da do sada nije razvijen šumarski stroj koji bi se mogao kreirati u svim terenskim uvjetima te da s toga postoje brojni ograničavajući čimbenici. Prema dosadašnjim spoznajama kotačni harvesteri su visokoproduktivni strojevi i pri uporabi na nagibima terena od 40 % (Stampfer 1999).

Nabavna cijena stroja je treća po rangu među izabranim odgovorima zašto ne ocjena 10. Organizacijska su pitanja primjene strojne sječe rangirana niže, a najmanji se broj frekvencija odnosi na ekološku neprimjerenost, povećanu gustoću vlaka i štete u sastojini, iz čega proizlazi da su anketirani shvatili bolju okolišnu prilagodivost vrhunske tehnologije u odnosu na aktualne tehnologije sječe, izradbe i privlačenja drva u Hrvatskoj.

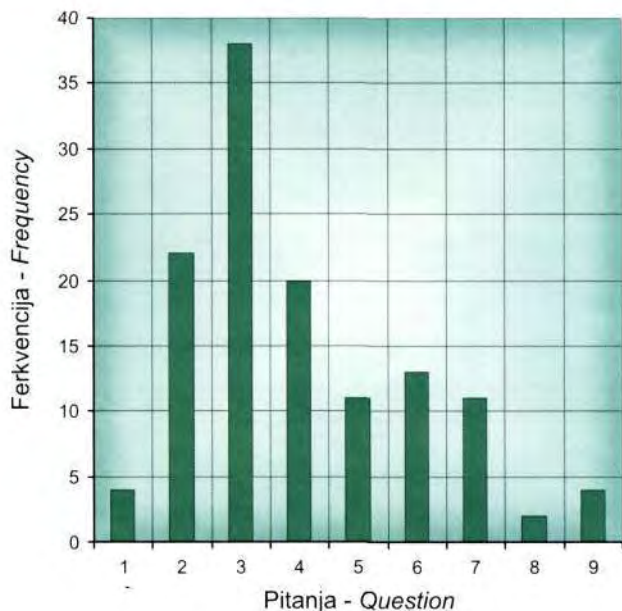
Na slici 11 prikazana je i frekvencijska raščlamba tri najčešća odgovora u koloni A, "Zašto ne 10". Vodeći



Slika 10. Odaziv ankete
Fig. 10 Survey respond

razlog zašto nije data ocjena 10, naveden pod rednim brojem 3 kolone A, pojavljuje se kao prvi odgovor 24 puta, 8 puta je rangiran na drugu poziciju te 6 puta kao treći odgovor. Odgovarajući na postavljene upite, šumarski su stručnjaci u prvi plan istakli prirodne i gospodarske raznolikosti naših šuma kao ograničavajuće čimbenike uporabi strojne sječe (filozofija gospodarenja,

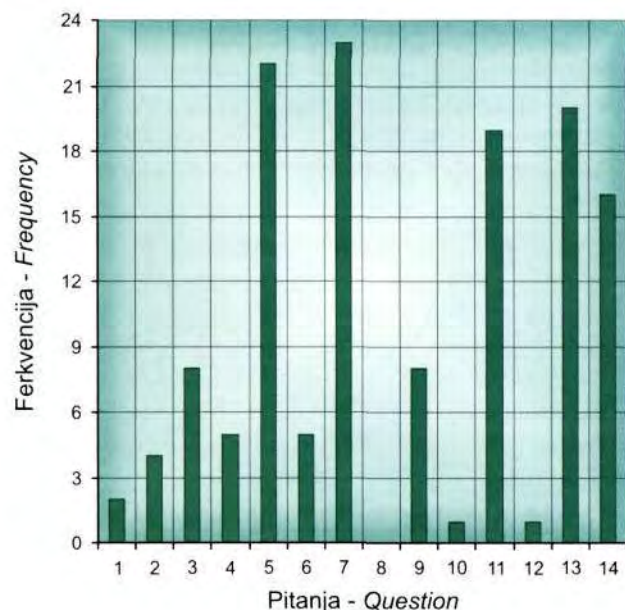
promjer na panju, krošnjatost bjelogoričnih stabala, nagib terena). Veličina investicije se na prvoj poziciji pojavljuje samo u jednom slučaju, a na drugom mjestu 14 puta. Očito je da se nabavnoj cijeni, iako je rangirana na treće mjesto, ne pridaje isključivo ograničavajuće značenje, što potvrđuje saznanje struke da je odlučujući jedinični trošak, a ne nabavna cijena kojega stroja.



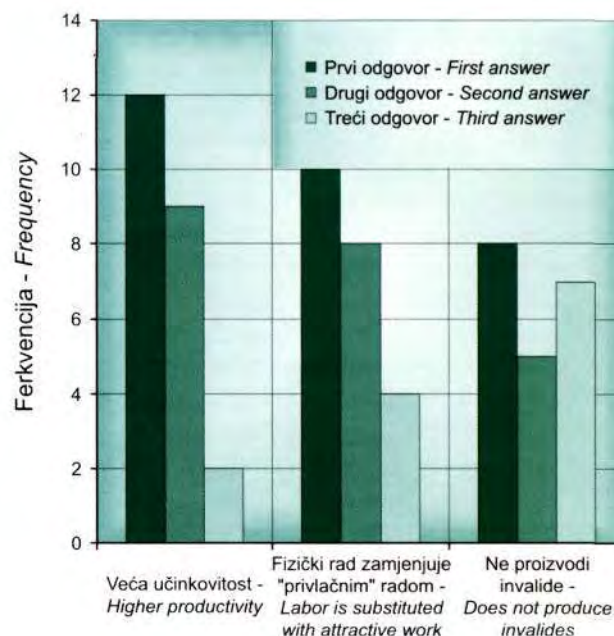
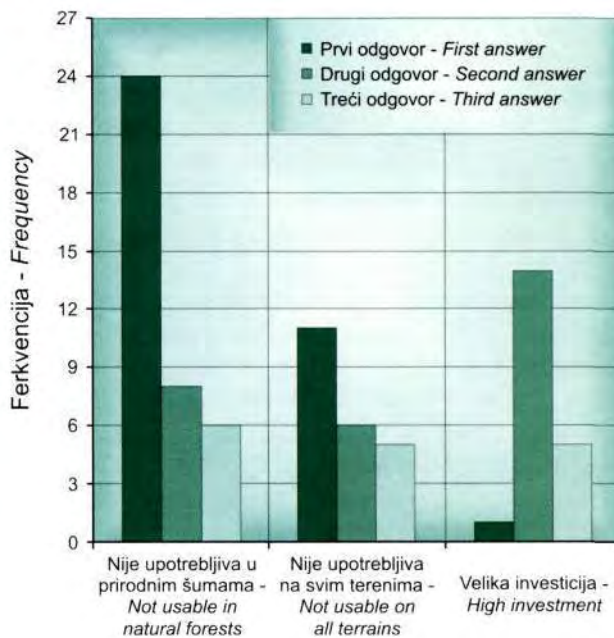
Slika 11. Odgovori "Zašto ne 10"
Fig. 11 Answers "Why not 10"

Među odgovorima u koloni B, "Zašto ne 0" (slika 12) izdvaja se po učestalosti pet odgovora. S najvećim apsolutnim brojem frekvencija struka priznaje učinko-

vitost strojne sječe. Struka procjenjuje da se vrhunskim tehnologijama teški fizički rad zamjenjuje privlačnim radom uz smanjenje invaliditeta zaposlenika i poveća-



Slika 12. Odgovori "Zašto ne 0"
Fig. 12 Answers "Why not 0"



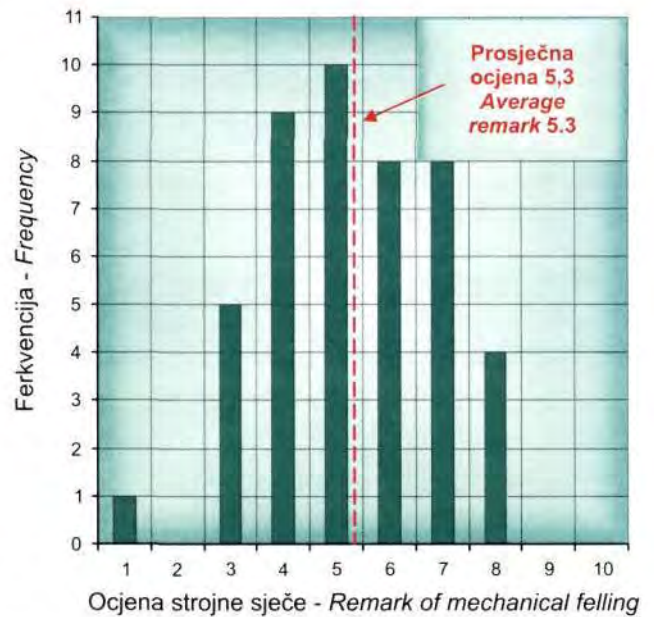
nje sigurnosti na radu. Kao peti visoko rangirani razlog zbog čega nije data ocjena 0 navodi se mogućnost rada u svim vremenskim uvjetima. Apsolutne su frekvencije svih ostalih razloga znatno niže od prvih pet.

Na slici 12 su tri najčešća odgovora "Zašto ne 0" razvrstana prema rangu pojavnosti. Veća učinkovitost se na prvom mjestu pojavljuje u 12 slučajeva, a na drugom u 9 slučajeva. Kao treći odgovor pojavljuje se u svega dva slučaja. Privlačan rad je na prvom mjestu u 10 slučajeva, na drugom u 8, a na trećem mjestu u 4 slučaja. Treći je razlog po apsolutnim frekvencijama "ne proizvodi invalide" ravnomjernije zastupljen kao prvi, drugi ili treći odgovor, a broj frekvencija nije padajući kao u prva dva slučaja.

Razredba ocjena strojne sječe prikazana je na slici 13. Najmanja prinesena ocjena je 1, a najveća je 8. Ocjene su približno normalno distribuirane sa srednjom vrijednosti od 5,3. Najveću učestalost ima ocjena 5, zatim slijede ocjene 4, 6 i 7. Ocjena 8 pojavljuje se u četiri slučaja, a ocjena jedan u jednom slučaju. Navedeno kao i prosječna ocjena od 5,3 ukazuje na to da se struka priklanja uvođenju strojne sječe u Hrvatsku, odnosno da slično rezultatima u Sloveniji u kojoj je prosječna ocjena 5,0 (Beguš 2002) nema apsolutno negativan i otklanjajući odnos prema usvajanju novih tehnologija.

Četvrti se element ankete odnosi na prijedloge i promišljanja struke o strojnoj sječi i izradbi. U okviru dodatnih kriterija sudionici ankete postavili su preko 80 upita, sugestija i zaključaka, od kojih su se neki pojavljivali u više navrata. Upiti, sugestije i zaključci grupirani su prema tematici te su doslovno preneseni:

⇒ **Grupa tehničko-tehnološke i organizacijske naravi** (usavršiti sječnu glavu za listače, limit promjera, u tehničkom smislu slabe mogućnosti smanjivanja odnosa između mase i dimenzija, velika dinamika sječne glave pa stoga i velika mogućnost nastanka kvarova, ne zamjenjuje u potpunosti motornu pilu, tehnologija za četinjače, kod listača manja učinkovitost, nije za rad u glavnom prihodu, nužnost dodatnog stroja za privlačenje, nije moguće vršiti prikrajanje po važećim normama, nije moguće doraditi žilište i sljepice, nije primjenjivo u šumama Like i Gorskog kotara, primjenjivo u panjačama, primjena samo u oplodnim sječama gdje je pomladak apsolutno zadovoljavajući, primjena u čistim sječama, neprikladno za vrste tvrdoga drva, nije upotrebljiva tehnologija kod oplodnih sječa vrijednih vrsta drveća, krševitost terena ne odgovara stroju, nemoguća primjena u hrastovim sastojinama zbog veličine stabala, strojevi za druge stanišne prilike a ne lužnjakove, nakon sječe velik trošak pripreme za sadnju, prikladan u mlađim šumskim kulturama u otvorenim, pristupačnim sastojinama u kojima je stroj ekonomski isplativ, a uz to nadomješta nedostatak sjekača, pogodan u kulturama viso-



Slika 13. Ocjena strojne sječe

Fig. 13 Evaluation of mechanical felling

koproizvodnih mekih listača, upitno optimalno iskorištenje drvene mase, tehniku rada i gospodarenja prilagoditi radu stroja, manja mogućnost razlučivanja većeg broja razreda kakvoće, mogućnost višesmjenskoga rada i skraćivanja vremena sječe i izrade, viša razina i mogućnost poboljšanja organizacije rada u sklopu biološko – tehničke proizvodnje, prilikom trupljenja dolazi do čeonog raspucavanja, lošije krojenje trupaca, ne prepoznaje greške, pogodan za proizvodnju manje vrijednih sortimenata, izračunati maksimalni broj strojeva za hrvatske šume da se ostvari puna iskorištenost kapaciteta),

- ⇒ **Grupa financijske naravi** (preskupo za naše uvjete, kako održavati i popravljati tako skupi stroj, niži trošak od ručno-strojnog rada, u kombinaciji s forvarderom zadovoljava visoke ekonomske kriterije, velika investicija, kod nas ne postoje šume u kojima se harvester može isplatiti, naročito na duže razdoblje),
- ⇒ **Grupa ekološke naravi** (moguća veća učinkovitost uz zadržavanje E kriterija, u kombinaciji s forvarderom zadovoljava visoke ekološke kriterije, zadovoljava E kriterije u sastojinama mekih listača, otežano popunjavanje sadnicama nakon prolaska harvestera, ne podržavam uklanjanje C etaže – sloja grmlja i stabala ispod taksacijske granice zbog prolaska stroja),
- ⇒ **Grupa socijalne naravi** (ugrožava radnu snagu koje kod nas ima previše, na tržištu imamo dovoljno stručne neuposlene snage),
- ⇒ **Grupa zakonske naravi** (tehnologija nije kompatibilna s Pravilnikom o uređivanju šuma i hrvatskim normama, prilagoditi legislativu).

4. ZAKLJUČAK – Conclusion

Tijekom rujna 2002. pokusno je provedena strojna sječa i izradba harvesterom Timberjack 1270 u 23-godišnjoj vrbovoj kulturi na području Šumarije Kloštar Podravski i 80-godišnjoj prirodnoj mješovitoj (bukva, hrast kitnjak, obični grab) prorednoj sastojini na području Šumarije Garešnica.

Radilišta je organizirano posjetio velik broj operativnih stručnjaka, koji su se na taj način upoznali in situ sa strojnom sječom. Među njima je provedena anketa o pogodnosti strojne sječe tzv. H – dijagramom. Interes je za strojnu sječom, ocijenjen kroz odaziv anketi, izraženiji kod onih uprava šuma na kojima je zbog sastojinskih i terenskih uvjeta u većoj mjeri moguća primjena harvestera.

Na upit zašto strojnoj sječi nisu dali najveću moguću ocjenu prema anketnom upitniku (10), iskristalizirala su se tri odgovora s najvećim frekvencijama: ograničena uporabljivost harvestera u prirodnim šumama kao prvi razlog, drugi razlog sudionici nalaze u upitnoj prilagođenosti raznolikim terenskim uvjetima, a kao treći razlog se navodi visoka nabavna cijena stroja.

Na upit zašto strojnoj sječi nisu dali najmanju moguću ocjenu (0), izdvajaju se po učestalosti sljedeći odgovori: visoka učinkovitost strojne sječe, zamjena teškog fizičkog privlačnim radom te, kao treće, smanjenje invaliditeta zaposlenika odnosno povećanje sigurnosti na radu.

Sudionici ankete su strojnu sječom ocijenili ocjenama od 1 do 8 (moguće su ocjene prema upitniku od 0 do 10), sa srednjom vrijednošću od 5,3.

U okviru dodatnih kriterija, sudionici su ankete postavili preko 80 upita, sugestija i zaključaka, koji ponajprije ukazuju na nedovoljno poznavanje problematike s jedne strane, te bojazan od sučeljavanja uvriježenog načina gospodarenja šumama i vrhunske tehnologije u našim uvjetima.

Sve navedeno, kao i prosječna ocjena od 5,3, ukazuje na to da se struka priklanja uvođenju strojne sječe u Hrvatsku odnosno da, slično rezultatima u Sloveniji, nema **apsolutno negativan i otklanjajući** odnos prema usvajanju novih tehnologija.

6. 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.
- Bensch, P., W. Urbaniak, 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 Warschau, Polen, 10–13 Juli 2000, 15–21.
- Beguš, 2002: Analiza pogledov stroke do uvajanja strojne sečnje v Sloveniji. Zbornik ob posvetovanju "Strojna sečnja v Sloveniji", Gospodarska zbornica Slovenije – Združenje za gozdarstvo, Ljubljana, oktober 2002, 83–97.
- Bručić, G., 1997: Morfološka prosudba nekih značajki harvesterskih 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.
- Drushka, K., H. Konttinen, 1997: Tracks in the Forests – The Evolution of Logging Machinery. Timberjack Group Oy, Helsinki, Finland, 1–254.
- Horvat, D., M. Šušnjar, T. Poršinsky, 2003: Harvesterska tehnika te neke značajke harvestera Timberjack 1270B. PP-prezentacija prikazana na okruglome stolu "Harvester u Hrvatskoj", Ivanska, 12. veljače 2003.
- Hoss, C., 2001: Harvester simulators as effective tools in education. Proceedings of International conference "Thinnings: A valuable forest management tool", September 9-14, 2001, IUFRO Unit 3.09.00 & FERIC & Natural Resources Canada & Canadian Forest Service, CD.
- Kellog, L. D., P. Bettinger, D. Studier, 1993: Terminology of Ground-Based Mechanized Logging in the Pacific Northwest. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis. Research Contribution 1, 1–12.
- Košir, B., 2002: Tehnološke možnosti strojne sečnje. Zbornik ob posvetovanju "Strojna sečnja v Sloveniji", Gospodarska zbornica Slovenije – Združenje za gozdarstvo, Ljubljana, oktober 2002, 7–20.
- 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.

- Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 2001: Harvester Timberjack 1070 u Hrvatskoj. (Harvester Timberjack 1070 in Croatia). Šumarski list 125 (11-12): 619-624.
- Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 2002A: Produktivnost harvester Timberjack 1070 pri proredi kulture običnoga bora (Productivity of Timberjack 1070 Harvester in Scotch Pine Thinning). Šumarski list 126 (11-12): 551-561.
- Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 2002B: Djelotvornost strojne sječe i izradbe u sastojinama mekih i tvrdih listača. Znanstvena studija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-40.
- Meek, P., 1993: An evaluation of four methods for processing timber at the stump. For. Eng. Res. Inst. Can. (FERIC), Pointe-Claire, Que. Tech. Note TN-208. 1-8.
- Meek, P., 2000: Effect of the commercial thinning prescription on the performance of single-grip harvesters. For. Eng. Res. Inst. Can. (FERIC), Pointe-Claire, Que. Advantage Vol.1 No. 42, 1-2.
- Moskalik, T., P. Paschalis, 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 Produktivität und Pfleglichkeit hochmechanisierter Starkholzernte. 33. Internationales Symposium "Mechanisierung der Waldarbeit", Zalesina - Delnice - Senj, Forstliche Fakultät Zagreb, Kroatien, 1. - 6. Juli 1999, Vortrag, 1-18.
- Peltola, A., K. Papunen, 2001: The mechanisation of thinning in the Nordic countries. Proceedings of International conference "Thinnings: A valuable forest management tool", September 9-14, 2001, IUFRO Unit 3.09.00 & FERIC & Natural Resources Canada & Canadian Forest Service, CD.
- Poršinsky, T., 2002: Čimbenici proizvodnosti forwardera Timberjack 1210 pri izvoženju obloga drva glavnoga prihoda hrvatskih nizinskih šuma (Productivity factors of Timberjack 1210 at forwarding the main felling roundwood in Croatian lowland forests) Glasnik za šumske pokuse 39: 103-132.
- Pulkki, R., 2001: Cut-to-length, tree-length or full tree harvesting. http://flash.lakeheadu.ca/~repulkki/ctl_ft.html
- Richardson, R., I. Makkonen, 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.
- Slunjski, M., M. Bedeković, 2003: Debljinska struktura Plana sječa HŠ d.o.o za 2003 godinu vezana uz mogućnost primjene harvester. PP-prezentacija prikazana na okruglome stolu "Harvester u Hrvatskoj", Ivanska, 12. veljače 2003.
- Stampfer, K., 1999: Influence of terrain conditions and thinnings regimes on productivity of a track-based steep slope harvester. In Proceedings of the International Mountain Logging and Tenth Pacific Northwest Symposium. March 28 - April 1, 1999, Cornvallis, Oregon, 78-87.
- Tufts, R. A., 1997: Productivity and cost of the Ponsse 15-series, cut-to-length harvesting system in southern pine plantations. Forest Products Journal 47 (10): 39-46.
- Ward, S. M., J. Lyons, 2001: The development of an operations protocol (OP) for wood harvesting on sensitive sites. Proceedings of International conference "Thinnings: A valuable forest management tool", September 9-14, 2001, IUFRO Unit 3.09.00 & FERIC & Natural Resources Canada & Canadian Forest Service, CD.

SUMMARY: Results of survey on mechanical felling and processing with harvester Timberjack 1270B, carried out among forestry experts, who visited felling sites, where work was deducted with harvester during September 2002, were considered in the paper. Survey was made by usage of H-diagram. Main answers on issue why the machine work was not evaluated with the highest grade (10) were: doubt in usefulness in natural forests, doubt in applicability in all terrain conditions and objection on the high purchasing price of the machine. Organizational issues of applicability of the machine felling got lower rank, and the lowest frequencies were related to the issues connected with environmental unfriendliness, increased strip roads density and damages in felling site. When asked why they did not give the lowest grade (0) surveyed pointed out the productivity of the mechanical felling, ergonomic advantages, attractiveness of the work and increased safety of the work.

Surveyed experts evaluated mechanical felling and processing with grades from 1 to 8, while the average value was 5.3. Results of the survey pointed out that opinions were divided, but also that forestry experts evaluated usefulness of the machine felling and processing in Croatian forests as generally positive.

Key words: machine felling and processing, harvester, usefulness evaluation