

Učinki dela pri strojni sečnji

Work efficiency in mechanized cutting

Boštjan KOŠIR*

Izvleček:

Košir, B.: Učinki dela pri strojni sečnji. Gozdarski vestnik, 62/2004, št. 1. V slovenščini, z izvlečkom v angleščini, cit. lit.21. Prevod v angleščino: Jana Oštir.

V sestavku so prikazani učinki strojev za sečnjo po tujih virih ter povzetek domačih meritev. Prikazani so rezultati poskusov iz Skandinavije ter povprečni učinki strojev za sečnjo glede na njihovo velikost ter drevesno vrsto. Domače študije so nastale v različnem času in razmerah, zato med seboj niso vedno primerljive, vendar kažejo na možnost, da je strojna sečnja v nekaterih razmerah upravičena tudi pri nas. Omenjeni so tudi učinki zgibnih polprikolničarjev ter kombiniranega stroja za sečnjo in spravilo lesa.

Ključne besede: strojna sečnja, stroj za sečnjo, zgibni polprikolničar, učinek.

Abstract:

Košir, B.: Work efficiency in mechanized cutting. Gozdarski vestnik, Vol. 62/2004, No. 1. In Slovene, with abstract in English, lit. quot. 21. Translated into English by Jana Oštir.

The article presents the work efficiency of harvesters according to foreign sources and an outline of the measurements which have been performed in Slovenia. The results of experiments from Scandinavia are presented as is the average efficiency of harvesters by size of machine and tree species. The Slovene studies date to various periods and circumstances and are therefore not always comparable, but they do point at the possibility of using mechanized cutting in some situations in Slovenia as well. The author also mentions the efficiency of forwarders and forvesters.

Key words: mechanized cutting, harvester, forwarder, efficiency.

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Uvajanje strojne sečnje sproža vrsto vprašanj, saj prihajamo v obdobje, ko bomo morali premisliti o prepričanjih, zaradi katerih smo dolga leta pri tehnološkem razvoju stali na mestu (DRUSHKA, KONTTINEN 1997). Prav tako se soočamo s konkretnimi vprašanji, na katera lahko deloma odgovorimo s črpanjem iz tujih virov, verodostojneje pa le z meritvami na domačih tleh. Strojna sečnja ima več oblik in je možna pri različnih tehnologijah (KOŠIR 2002), vendar bomo v tem prispevku obravnavali le delo s stroji za sečnjo. Stroji za sečnjo so različnih oblik in velikosti. Poznamo stroje za sečnjo na kolesih in gosencih ter takšne z eno in dvema glavama. V zadnjem desetletju izrazito prevladujejo stroji za sečnjo z eno glavo za sečnjo, s katero tudi izdelajo sortimente. Ti stroji so se že v osemdesetih letih pričeli uveljavljati v redčenjih iglavcev, kjer danes v celoti prevladujejo v severnih deželah, vse bolj pa se uveljavljajo tudi v srednji Evropi in drugod. Uporabljajo jih pri sečnji iglavcev in listavcev.

2 UČINKI STROJEV ZA SEČNJO V TUJINI

2 EFFICIENCY OF HARVESTERS ABROAD

Učinke strojev pri strojni sečnji lahko opazujemo skozi več prizem: letni učinki v iglastih gozdovih Skandinavije (iglasti gozdovi) so bili v preteklih letih (NORDLUND 1996) med 15.000 (stroj za sečnjo z eno glavo) do 39.000 m³ (stroj za sečnjo z dvema glavama) pri 2.200 produktivnih urah letno (efektivni čas povečan za različne zastoje in popravila do 15 min). Ti učinki so bili doseženi pri 39% redčenj (ostalo so končne sečnje). Stroji z eno glavo so delali pretežno v redčenjih, z dvema glavama pa le v končnih sečnjah. Povprečno drevo v redčenjih je bilo med 0,09 in 0,14 m³, pri golosečnjah pa med 0,19 in 0,57 m³. Spravilna razdalja se je gibala med 270 in 450 m.

Drugi viri navajajo drugačne učinke (preglednica 1), vendar je za večino značilno naslednje:

* doc. dr. B. K. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta, UL, Večna pot 83, 1000 Ljubljana

Preglednica 1 : Učinki strojev za sečnjo na Finskem (m³/h)Table 1: Efficiency of harvesters in Finland (m³/h)

Vrsta sečnje	V efektivnem času	V produktivnem času	V delovnem času
	m ³ /h		
Končne sečnje	14,6	11,9	11,2
Redčenja	9,6	7,9	7,5
Povprečje	13,9	11,3	10,6

učinki strojev za sečnjo so nad 10.000 m³ letno, pri izkoriščenosti nad 1.700 produktivnih ur letno. To bi bila tudi nekakšna spodnja meja ekonomičnosti dela s temi stroji. Zgibni polprikoličarji imajo nekaj manjše učinke pri enaki izkoriščenosti delovnega časa.

Na produktivnost strojne sečnje vpliva najbolj povprečna velikost drevesa, nato pa število odkazanih dreves na hektar. V preglednici 2 prikazujemo rezultate poskusa na štirih raziskovalnih ploskvah (LAGESON 1996). Pomemben vpliv ima vrsta sečnje: pri končnih sečnjah so učinki večji, pri redčenjih pa manjši. V šibkih redčenjih so učinki manjši, pri močnejših redčenjih pa večji.

Drevesna vrsta vpliva na učinke s svojimi morfološki značilnostmi. Kritične so dimenzije korenovca ter debelina in razporeditev vej. Poseben problem predstavlja sečnja listavcev. Ni mogoče trditi, da so stroji za sečnjo primerni za sečnjo vseh

drevesnih vrst in oblik. Težave povzročajo tudi zelo gosti sestoji ali šopasta rast dreves (bukev, akacija, kostanj itd.). Omejitve prinašajo tudi velike debeline. V naših razmerah lahko pričakujemo uporabo glav za sečnjo z največjo odprtino od 60 do 65cm. Ta bi odgovarjala približnemu največjemu prsnemu premeru dreves okoli 40 - 50cm. Optimalna velikost glave za sečnjo bi verjetno bila taka, ki je primerna za manjše dimenzije dreves, saj te določajo tudi teža stroja in vse druge morfološke značilnosti.

Študij učinkov pri strojni sečnji je še več (ELIASSON 1998a, b, GUGLHOR, RIEHLE 1999, PORŠINSKY 2002, STAMPFER 2001, TANTTU, SIREN 2001. etc.), zato bi njihova analiza vzela veliko prostora. Menimo, da je za orientacijo dovolj, kar je povedanega zgoraj. Strojno sečnjo obravnavajo ne le z vidika učinkov, temveč tudi z vidika vplivov na okolje in ekonomičnosti ter porabe energije (LINDHOLM BERG 2003).

Preglednica 2 : Učinki strojev za sečnjo pri dveh vrstah redčenja ter samostojni izbiri strojnika (m³/h), (LAGESON 1996)Table 2: Efficiency of harvesters in two types of thinning and machine operator's own choice (m³/h), (LAGESON 1996)

Čas	Znak	Drevice označeno – nizko redčenje	Drevice označeno – visoko redčenje	Drevice za posek izbira – strojnik
Pred posegom	Dreves/ha	1.148 – 1.801	967 – 1.893	927 – 1.854
	D _{1,3} - prsni premer cm	11,8 – 17	11,4 – 18,4	11,4 – 18,6
	m ³ /ha	159 – 245	155 – 259	153 – 262
	m ³ /drevo	0,09 – 0,27	0,08 – 0,25	0,08 – 0,25
Po posegu	Dreves/ha	635 – 993	636 – 1.352	657 – 1.119
	D _{1,3} - prsni premer cm	13,5 – 19,4	11,2 – 18,6	11,5 – 19,4
	m ³ /ha	112 – 172	106 – 168	93 – 179
	m ³ /drevo	0,11 – 0,27	0,08 – 0,26	0,08 – 0,28
Redčenje	Dreves/ha	513 – 808	331 – 541	270 – 735
	D _{1,3} - prsni premer cm	10,1 – 14,2	12,2 – 17,8	11,4 – 17,4
	m ³ /ha	47 – 73	49 – 91	57 – 90
	m ³ /drevo	0,06 – 0,13	0,09 – 0,23	0,08 – 0,22
	Učinki m ³ /h, delovni čas	8,2	11,5	10,1
	D _{1,3} med sečnimi potmi	12,1	16,8	15,0
	D _{1,3} na sečnih poteh	12,8	15,0	14,3
	D _{1,3} posekanih dreves/ D _{1,3} preostalih dreves	0,73 – 0,75	0,96 – 1,09	0,87 – 0,99

Preglednica 3: Učinki strojne sečnje glede na velikost stroja in drevesno vrsto (m³/h). (ULRICH, SCHLAGHAMERSKY 2002)
 Table 3: Efficiency of mechanized cutting by machine size and tree species (m³/h). (ULRICH, SCHLAGHAMERSKY 2002)

m ³ /drevo	Moč stroja do 70kW	Moč stroja od 70 do 140kW	Moč stroja nad 140kW	Sečnja bora	Sečnja smreke	Sečnja listavcev
0,1	4,4	6,2	7,6	7,4	6,0	5,9
0,2	5,2	8,6	10,3	8,9	8,6	7,3
0,3	5,7	10,1	11,8	9,8	10,1	8,2
0,4		11,1	13,0	10,4	11,2	8,8
0,5		11,9	13,8	10,9	12,0	9,3

Preglednica 4: Učinki strojne sečnje glede na velikost stroja (m³/h), (LAN 2001)

Table 4: Efficiency of mechanized cutting by machine size (m³/h), (LAN 2001)

m ³ /drevo	Majhni stroji	Veliki stroji
0,1	8,4	14,0
0,3	16,3	27,1
0,5	20,0	33,3
0,7	22,2	37,0
1,0	24,1	40,2

3 UČINKI, IZMERJENI PRI STROJNI SEČNJI V SLOVENIJI

3 EFFICIENCY MEASURED IN MECHANIZED CUTTING IN SLOVENIA

Analize možnosti uvajanja strojne sečnje pri nas so bile že narejene (KRC, KOŠIR 2003, KRC 2002).

Do danes razpolagamo tudi z nekaj meritvami učinkov strojev za sečnjo v naših razmerah. V zadnjih letih so bile na to temo izdelane tri diplomske naloge, znani pa so tudi učinki strojne sečnje na Jelovici v jeseni 2003. Nekaj osnovnih rezultatov je prikazano v preglednici 5. Meritev je še vedno premalo, da bi bila neposredna primerjava s tujimi meritvami dovolj zanesljiva. V nekaterih dneh so bili ugotovljeni manjši, včasih pa tudi precej večji učinki kot drugod. Zaradi primerjave smo za vse primere predpostavili, da je delež neproduktivnega časa 30%, kar je nekaj manj, kot so pokazale dejanske meritve, vendar bi tak delež bilo možno doseči, če bi tehnologija že bila stabilna.

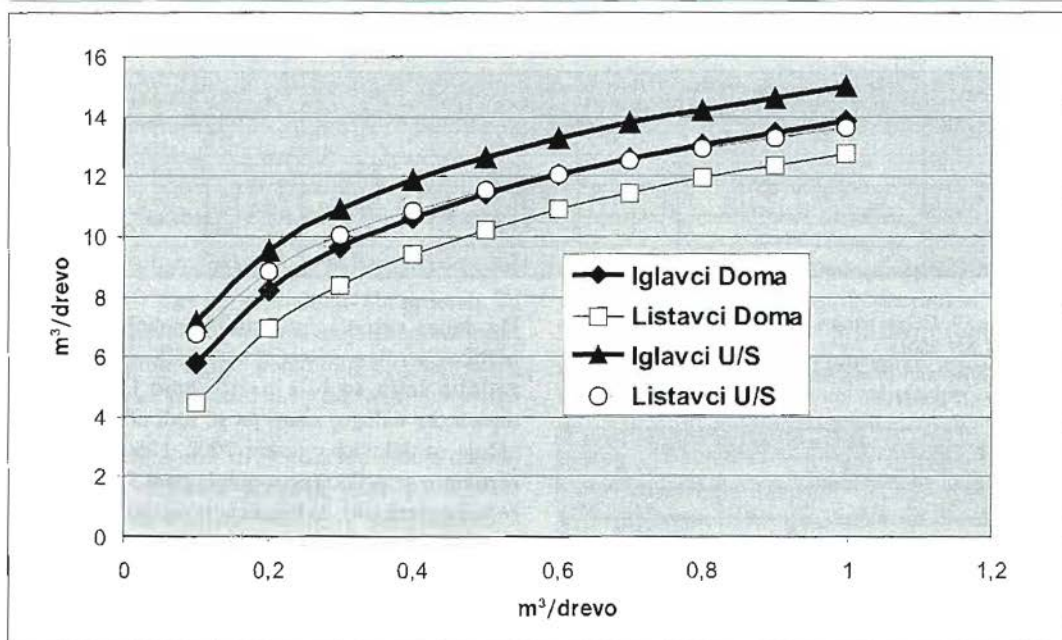
Če kljub premajhnemu številu domačih meritev naredimo primerjavo s tujimi meritvami (ULRICH, SCHLAGHAMERSKY 2002), ugotovimo (slika 1), da so doma doseženi učinki pri strojni sečnji

Preglednica 5: Učinki strojne sečnje ugotovljeni v Sloveniji

Table 5: Efficiency measured in mechanized cutting in Slovenia

Vir	Tip stroja	Dan	Vrsta sečnje	Drevesna vrsta	m ³ /drevo	Delovni čas min/m ³	Učinek v delovnem času m ³ /h
Marušič	T 1270	1	Ujme/redčenje	Smreka	0,09	15,0	4,0
Marušič	T 1270	2	Ujme/redčenje	Smreka	0,10	14,6	4,1
Marušič	T 1270	3	Ujme/redčenje	Smreka	0,09	14,1	4,3
Marušič	T 1270	4	Ujme/redčenje	Smreka	0,09	17,7	3,4
Četina	V 911	1	Krčitev/ debeljak	Ig129%/Lst71%	0,52	6,8	8,8
Četina	V 911	2	Krčitev/ debeljak	Ig129%/Lst71%	0,48	6,0	10,0
Četina	V 911	3	Krčitev/ debeljak	Ig129%/Lst71%	0,48	6,4	9,3
Četina	V 911	4	Krčitev/ debeljak	Ig129%/Lst71%	0,47	5,4	11,2
Četina	V 911	5	Redčenje	Smreka	0,32	7,3	8,2
Četina	V 911	6	Redčenje	Smreka	0,67	5,8	10,3
Četina	V 911	7	Redčenje	Smreka	0,78	5,8	10,4
Četina	V 911	8	Redčenje	Smreka	1,04	5,1	11,9
Kepic	V 911	1	Končna sečnja	Jelša+jesen	0,71	5,3	11,4
Kepic	V 911	2	Končna sečnja	Jelša+jesen	1,04	4,9	12,2
Kepic	V 911	3	Končna sečnja	Jelša+jesen	0,71	4,9	12,2
Kepic	V 911	4	Končna sečnja	Jelša+jesen	0,67	4,7	12,7

T = Timberjack, V = Valmet



Slika 1: Primerjava izravnanih učinkov v delovnem času za sečnjo iglavcev oz. listavcev med domačimi raziskavami (Iglavci Doma, Listavci Doma) in podatki po ULRICH, SCHLAGHAMERSKY 2002 (U/S)

Figure 1: Comparison of average efficiency during working time in cutting conifers and broad leaves, data from Slovene studies (conifers in Slovenia, broad-leaves in Slovenia) and data by ULRICH, SCHLAGHAMERSKY 2002 (U/S)

manjši za 11 do 14 % v območju do 1,0 m³/drevo. Razloge za to bi morali še poiskati s podrobnejšimi analizami, vendar je gotovo, da bi bili učinki ob podobnih vplivnih dejavnikih in razmerah vsekakor manj različni. Nekaj pa k razlikam prispeva tudi variabilnost podatkov (R^2 izravnanih regresijskih enačb za učinke pri nas je 0,56 pri iglavcih in 0,48 pri listavcih).

4 UČINKI PRI SPRAVILU LESA IN RAZVOJNI TRENDI

4 EFFICIENCY IN SKIDDING AND DEVELOPMENTAL TRENDS

Uvajanje strojne sečnje je celovit tehnološki sistem, ki ne bo zaživel, če ga ne bomo pravilno zasnovali in pazljivo uvedli. Posamezne tehnološke faze morajo biti obravnavane povezano. Sečnjo in spravilo moramo obravnavati hkrati, zato bomo omenili tudi orientacijske učinke zgibnih polprikoličarjev (preglednica 6).

Pred uvedbo strojev za sečnjo moramo rešiti tudi vprašanje oblik spravila lesa ter izbrati takšna sredstva, ki bodo tehnološko in tehnično kos možnostim strojev za sečnjo. To je pomembno zato,

Preglednica 6: Učinki zgibnih polprikoličarjev v m³/h, razdalja 400m (LAN 2001)

Table 6: Efficiency of forwarders in m³/h, distance 400m (LAN 2001)

m³/100m	Majhni stroji do 6t nosilnosti	Veliki stroji do 12t nosilnosti
2	5,5	8,9
6	7,9	12,7
10	8,7	14,0
14	9,2	14,7
18	9,5	15,2
22	9,7	15,5

ker vsako tehnologijo vrednotimo po njenih skupnih končnih učinkih, kjer pa lahko posamezna faza rezultat močno spremeni.

V tej luči moramo omeniti tudi najnovejše kombinirane večnamenske stroje, katerih uporaba previdno napreduje tudi v Srednji Evropi, to so t. im. forvesterji oz. harwarderji.

Učinki sečnje in spravila kombiniranega stroja so nižji od učinkov stroja za sečnjo in zgibnega polprikoličarja v primerljivih razmerah, vendar ima sistem dveh strojev pomanjkljivosti glede na sistem enega stroja predvsem v organizacijskih in ekonomskih ozirih.

Preglednica 7: Učinki stroja za sečnjo in spravilo Valmet 801 Combi (forvester) pri sečnji in spravilu lesa (po BODELSCHWINGH 2003)

Table 7: Efficiency of Valmet 801 Combi forvester in cutting and skidding (according to BODELSCHWINGH 2003)

m ³ /drevo	Učinek pri sečnji in spravilu lesa m ³ /h
0,10	5,6
0,15	7,0
0,20	8,3
0,25	9,0
0,30	9,6
0,35	10,1
0,40	10,4
0,45	10,5
0,50	10,8
0,55	11,0

Prvi preizkusi so obetavni (BODELSCHWINGH 2003). V določenih razmerah je kombiniran stroj že danes cenejši od dveh strojev, ki sta potrebna za sečnjo in spravilo v običajnem sistemu tehnologije kratkega lesa. Preizkušanje Valmet 801 Combi je dalo naslednje rezultate: vplivna dejavnika sta: velikost drevesa in količina lesa na enem mestu pri koncentraciji poseka 60 m³/ha. Močneje vpliva količina lesa, ki ga stroji posekajo brez premika. Pri zelo drobnih drevesih (0,1 m³/drevo) je meja enakih stroškov pri 250 m³/delovišče, pri neto drevesu 0,3 m³ je meja enakih stroškov pri 530 m³/delovišče, nato pa se ta meja spet zmanjša in je pri drevesu 0,5 m³ pri 440 m³/delovišče. Pri večjih deloviščih so sistemi z dvema strojema cenejši, pri manjših deloviščih (to bi veljalo za Slovenijo), pa je kombiniran stroj cenejši. Razlike v absolutnih vrednosti v začetku niso zelo velike, vendar lahko dosežajo tudi do 4 EUR/m³.

Razvoj kombiniranih strojev pomeni v dosedanem razvoju strojne sečnje novo dimenzijo. V ta razvoj so doslej ugriznile že vse večje svetovne firme gozdarske mehanizacije. V tem trenutku je najbolj obetaven razvoj pri Valmet (801 Combi).

5 ZAKLJUČEK

5 SUMMARY

Učinki pri strojni sečnji so znani iz tujih izkušenj, vendar imamo tudi že kar nekaj študij primerov v domačih razmerah (MARUŠIČ 1998, MAGAJNA 2000, KOŠIR, ROBEK 2000, KEPIC 2003, ČETINA 2003). Z domačimi študijami je potrebno nadaljevati. Strojna sečnja je le podsistem v podjetju, zato so učinki povezani z delovanjem vsega sistema podjetja in njegovo ekonomičnostjo.

Veliki učinki pri moderni tehnologiji kratkega lesa sami po sebi ne zagotavljajo uspešnega delovanja podjetja oz. podjetnika. Na učinke vpliva predvsem organizacija podjetja in organizacija dela, vendar so odvisni tudi od vrste gospodarjenja, jakosti posega in naravnih danosti.

Težnja vsake organizacije dela je, da delovno sredstvo čim več uporabljamo za namene, za katere je bilo kupljeno. Čim dražje je to sredstvo, tem pomembnejša je ta zahteva, če želimo ohraniti stroške na enoto proizvodnje v zelenih okvirih. Poznati moramo učinke v produktivnem času. Ti učinki najbolje predstavljajo razlike med posameznimi stroji, vendar nam ne povedo dovolj o dejanskih učinkih strojev. Da bi jih dobili, moramo upoštevati izgubljeni čas zaradi dela (zastoji med delom – dodatni čas) ter druge zastoje, ki nastajajo pretežno zaradi organizacije dela in razmer v katerih dela stroj.

Stroji za sečnjo so zelo učinkoviti in so sposobni doseči izjemne učinke, vendar so njihovi učinki hkrati zelo občutljivi na delovne razmere ter izkoriščenost delovnega časa (KRČ, KOŠIR 2003). Med najvažnejšimi dejavniki je velikost drevesa in jakost sečnje ter koncentracija delovišč. Ti dejavniki najmočneje vplivajo na učinke v produktivnem času (več ali manj premikov znotraj delovišča) in na izkoriščenost delovnega časa (več ali manj premikov med delovišči). Veliko težav lahko zato rešimo z ustrezno pripravo dela.

6 VIRI

6 REFERENCES

- BODELSCHWINGH, E., 2003. The new Valmet 802 Combi – first operational test results under Central European conditions, V: Austrofoma 2003, Schlaegel, Austria. s. 6.
- ČETINA, J., 2003. Analiza časov sečnje s strojem Valmet 911 na primerih krčitve gozda in redčenja, Doplnal, Ljubljana, s. 52.

- DRUSHKA, K./ KONTTINEN, I.L. 1997. Tracks in the Forest. – Timberjack Group, Helsinki, s. 254.
- ELIASSON, L.. 1998a. Comparison of Single-grip Harvester Productivity in Clear- and Shelterwood Cutting. *Silvestria* 80, Acta universitatis agriculturae Sueciae, Umea, s. 11.
- ELIASSON, L., 1998b. Effects of Establishment and Thinning of Shelterwoods on Harvester Performance. *Silvestria* 80, Acta universitatis agriculturae Sueciae, Umea, s. 12.
- GUGLHOR, W./RIEHLE, C., 1999. Group Thinning – Silvicultural Concept and Implementation by a Single Grip Harvester. – The Thinning Wood Chain, COFORD, Proc.IUFRO 3.09.00, Ennis, Ireland, s. 56–65.
- KEPIC, B., 2003. Študij časov in učinkov pri strojni sečnji s harvesterjem Valmet 911, Dipl.del. Ljubljana, s. 69.
- KOŠIR, B. / ROBEK, R., 2000. Značilnosti poškodb drevja in tal pri redčenju sestojev s tehnologijo strojne sečnje na primeru delovišča Žekanc – Research Reports, University of Ljubljana, Biotechnical Fac., Dep. of Forestry and Forest Resources, 62, s. 87–115.
- KOŠIR, B., 2002. Tehnološke možnosti strojne sečnje. V: Strojna sečnja v Sloveniji, GZS-Združ. za gozd., Ljubljana, s. 7–20.
- KRČ, J./ KOŠIR, B., 2003. Ekonomske možnosti strojne sečnje v sloveniji, Zaključno poročilo projekta, GZS, Ljubljana, s. 60.
- KRČ, J., 2002. Sestojne in terenske možnosti za strojno sečnjo v Sloveniji. V: Strojna sečnja v Sloveniji, GZS-Združ. za gozd., Ljubljana, s. 21–32.
- LAGESON, H., 1996. Effects of thinning type on the harvester productivity and on the residual stand. *Silvestria* 14, Acta universitatis agriculturae Sueciae, Umea, s. 10.
- LAN, Z., 2001. A cost model for forest machine operation in wood cutting and operation. ECOWOOD 2001. Forest machine cost model. Univ. of Helsinki, s. 15.
- J.IINDHOLM, E. L./BERG, S., 2003. Contemporary energy use in Forestry 1972–1997 and Impacts on Land-use – a life- cycle approach. Proceedings 2nd Forest engeneering conference. Vaxjo. 99 s.
- MAGAJNA, B., 2000. Drugo redčenje s strojno sečnjo.- ZGS OE Sežana, Strokovna naloga, s. 29.
- MARIŠIČ, J., 1998. Študij časa sečnje s strojem za sečnjo Timberjack FMG 1270 v gospodarski enoti Ravnik, Dipl. nal.,Ljubljana, s. 38.
- NORDLUND, S., 1996 Logging technology and methods: trends in large-scale forestry, Results No. 2, Skogforsk, Uppsala, s. 4.
- PORŠINSKY, T., 2002 Proizvodnost forwardera Timberjack 1210 pri izvoženju drva. – Znanost u potrajnom gospodarenju Hrvatskim šumama, Šum. fakultet sveučilišta u Zagrebu, Znanstvena knjiga, Zagreb, s. 491–505.
- STAMPFER, K., 2001. Harvester, Leistungs Daten, MHT Robin, Neuson 11002HV, Impex Konigstiger.- FPP, Wien, s. 15.
- TANTTU, V./SIREN, M., 2001. Small One-Grip Harvesters in First Thinnings on Pine Bogs.- Thinnings, CD Proc. IUFRO 3.09.00, Quebec, Canada, 10 s.
- ULRICH, R./SCHLAGHAMERSKY, A., 2002. Použiti harvesterove tehnologije v probirkah. Mendelova Zemedelska a Lesnicka Univerzita v Brne, Brno, s. 98.