

Medienos ruošos medkirte ir motoriniu pjūklų eglėnuose lyginamoji ekonominė analizė

Stasys Mizaras^{1,2},

Mindaugas Matulis¹

¹ Aleksandro Stulginskio universitetas,
Studentų g. 11,
LT-53361 Akademija, Kauno r.

² Lietuvos agrarinių ir
miškų mokslų centro filialas,
Miškų institutas,
Liepų g. 1,
LT-53101 Girionys, Kauno r.
El. paštas: stasys.mizaras@gmail.com

Lietuvoje ruošiant medieną vis plačiau naudojamos medkirtės. 2010 m. valstybiniuose miškuose medkirtėmis iškirsta 784 tūkst. m³ medienos (22,2 % bendro kiekio). Svarbu išsiaiškinti, kas efektyviau: medkirtė ar motorinis pjūklas. Straipsnyje pateikta medkirtės ir motorinio pjūklų darbo eglėnuose lyginamoji ekonominė analizė. Plynai kertant eglėnus medkirtės Timberjack 1270D darbo našumas yra didesnis nei motorinio pjūklų. Kai kertamų medžių stiebo tūris mažas (0,1 m³), medienos ruošos išlaidos motoriniu pjūklų yra mažesnės nei dirbant medkirte. Didėjant stiebo tūriui, medienos ruošos išlaidos medkirte mažėja, palyginti su išlaidomis dirbant motoriniu pjūklų. Medkirtės darbo ekonominis efektyvumas didėja, kai intensyviau taikomos pamainos.

Raktažodžiai: medkirtė, motorinis pjūklas, darbo našumas, tiesioginės išlaidos

IVADAS

Lietuvos miškai dažniausiai kertami medžius nupjaunant motoriniais pjūklais. Mažėjant darbo jėgos pasiūlai tiek miškų urėdijos, tiek rangovai vis palankiau vertina medkirtes, jomis kerta mišką. Pagal kasmetinius miškų urėdijų veiklos rodiklius, 2005 m. medkirtėmis iškirsta 125,6 tūkst. m³ medienos (3,8 % bendro kiekio), 2007 m. – 516,8 tūkst. m³ (15,9 %), 2009 m. – 637,5 tūkst. m³ (18,7 %), 2010 m. – 784,0 tūkst. m³ (22,2 %).

Diegiant naujas medienos ruošos sistemas, Lietuvoje trūksta ekonominės analizės, įvertinančios įvairių medienos ruošos technologijų naudojimo išlaidas. Į naują techniką investuojama daug lėšų, todėl aktualu, kad ji duotų kuo didesnę naudą. Tai lemia įvairūs technologiniai, ekonominiai, socialiniai bei ekologiniai veiksniai, todėl aktuali šių veiksmų analizė siekiant efektyviai naudoti medkirtes. Medkirčių darbo našumas yra plačiai tyrinėtas Skandinavijos šalyse (Lageson, 1997; Glöde, 1999; Brandenberger, 2000; Hånell et al., 2000; Ovaskainen, 2004; Nurminen et al., 2006; Nuutinen et al., 2008; Laitila, 2010; Oikari et al.,

2010; Sängstuvall et al., 2011), taip pat Šiaurės Amerikoje (Tufts et al., 1993; Lanford et al., 1995; Tufts, 1997). Darbo laiko tyrimai dažniausiai atlikti siekiant nustatyti pagrindinius veiksmus, turinčius įtakos darbo našumui, ir nustatyti darbo laiko sąnaudas, reikalingas skaičiuojant produkcijos gamybos išlaidas (Nurminen et al., 2006). Medkirčių darbo našumą lemia daug veiksmų: gamtiniai, gamybiniai, organizaciniai. Nustatyta, kad vienas iš didžiausių įtaką medkirčių darbo našumui turinčių veiksmų – vidutinis medžių stiebo tūris (Nurminen et al., 2006). Ši priklausomybė nėra tiesinė – mažesnio galingumo medkirtėmis kertant didesnio negu nustatytas optimalus stiebo tūris medžius, darbo našumas mažėja (Kärhä et al., 2004). Antras pagal svarbą veiksnys yra operatorius (Kärhä et al., 2004; Nurminen et al., 2006). Tos pačios mašinos darbo našumas, dirbant skirtingiems operatoriams, skiriasi net iki 40 %. Taip pat medkirčių našumas didėja didėjant kirtimo intensyvumui. Kiti veiksniai yra mažiau svarbūs, tačiau jie taip pat turi įtakos: kirtimo būdas, medžių rūšis, augavietė, reljefas (Eliasson et al., 1999; Glöde et al., 2001; Siren et al., 2003; Dvořak et al., 2007). Lenkijos

pušynuose tiriant (Moskalik, 2004) kirtimo būdo reikšmę medkirtės Timberjack 1270B darbo našumui nustatyta, kad našiausiai dirbama plynuose kirtimuose (32,6 m³/val). Atvejiniuose ir atrankiniuose kirtimuose medkirtės našumas buvo mažesnis atitinkamai 11,3 ir 27,0 %. Tiesioginės kirtimo išlaidos atrankiniuose kirtimuose buvo 13,5 Zl/m³, atvejiniuose – 11,1 Zl/m³ ir plynuose – 9,8 Zl/m³. Vertinant Australijos medynų ugdymo medkirtėmis scenarijus (Acuna, Kellogg, 2009) nustatyta, kad kertamų medžių skersmuo turi įtakos variantų kintamumui (daugiau nei 85 %) ir yra pagrindinis veiksnys, lemiantis medkirčių darbo našumą ir išlaidas. Japonijoje irgi konstatuota (Nakagawa et al., 2007), kad medkirčių darbo našumas tiesiogiai priklauso nuo kertamų medžių tūrio.

Užsienio šalių medkirčių darbo efektyvumo tyrimai dažniausiai buvo vykdomi atsižvelgiant į šalies miškų ūkio poreikius, esamus medynus, turimą arba naujai kuriamą techniką. Tyrimų objektas labai platus, priklausantis nuo gamtinių miškų sąlygų, nuo technikos bei kirtimų būdų įvairovės. Dažniausiai buvo atliekami atvejų tyrimai (*case study*). Lietuvos LAMMC Miškų institute ir Aleksandro Stulginskio universitete buvo atlikta įvairių medkirčių, praktikuojamų Lietuvoje, naudojimo analizė (Mizaras et al., 2008; Sadauskienė ir kt., 2008; Mizaras ir kt., 2010). Nustatyta, kad svarbiausi veiksniai, lemiantys medienos ruošos medkirtėmis išlaidas, yra darbo našumas, darbo jėgos ir technikos kaina bei technikos naudojimo intensyvumas.

Visose šalyse, naudojančiose medkirtes, jos buvo diegiamos keičiant medienos ruošą motoriniais pjūklais. Tyrimų, lyginančių medienos ruošos medkirtėmis ir motoriniais pjūklais efektyvumą, nėra daug. A. Karpan ir T. Poršinsky (2002), lygindami medkirtės Timberjack 1210 darbo našumą ir medienos ruošos išlaidas spygliuočių medynų retinimo kirtimuose su motorinio pjūklų darbo našumu ir išlaidomis, nustatė, kad motorinio pjūklų darbo našumas yra 22 % mažesnis (kai kertamų medžių skersmuo 10 cm) ir 16 % mažesnis (kai skersmuo 30 cm), palyginti su medkirtės našumu. Medienos ruošos m³ išlaidos buvo mažesnės 4,8 karto kertant motoriniu pjūklų (kertamų medžių skersmuo 10 cm) ir 3,6 karto (skersmuo 30 cm). R. Spinelli ir kt. (2009), tirdami medkirčių ir motorinių pjūklų darbą

kertant buko medynus Italijos Apeninų kalnuose, nustatė, kad medienos ruošą medkirtėmis yra pigesnę nuo 27 iki 38 % (atsižvelgiant į medkirtės tipą). Islandijoje (Wöll, Jonsson, 2009) lyginta medkirtės Menai Muck 191 (104 kW) ir motorinio pjūklų darbo našumas bei medienos ruošos išlaidos retinant maumedyną. Nustatyta, kad 25 metų amžiaus medyne medkirtė dirbo truputį našiau nei darbininkas su motoriniu pjūklų ir 2,7 karto našiau 45 metų medyne. Išlaidos kertant smulkius medžius medkirte buvo 2 kartus didesnės nei kertant motoriniu pjūklų ir 20 % mažesnės kertant stambius medžius. Lietuvoje dažniausiai mediena ruošama motoriniais pjūklais, o medkirtėmis dar tik pradama darbuotis. Todėl svarbu išsiaiškinti, ką derėtų rinktis, kas efektyviau: medkirtė ar motorinis pjūklas?

Tyrimų objektas – medkirtės ir motorinio pjūklų darbo našumas ir išlaidos.

Tyrimų tikslas – palyginti medkirtės Timberjack 1270D ir motorinio pjūklų darbo našumą bei išlaidas kertant eglėnus.

Uždaviniai:

- stebėti medkirtės ir motorinio pjūklų darbą;
- nustatyti medkirtės ir motorinio pjūklų darbo našumą;
- įvertinti medkirtės ir motorinio pjūklų darbo išlaidas;
- įvertinti medkirtės pamainų reikšmę darbo išlaidoms.

TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

Darbo našumo nustatymo metodika

Tyrimo metodai: technikos darbo stebėjimas, darbo našumo bei išlaidų nustatymo metodai ir duomenų statistinio apdorojimo metodai, duomenų analizė ir apibendrinimas, loginė mokslinės literatūros analizė.

Medkirtės darbo našumo ir kaštų nustatymui darbe taikyta LAMMC Miškų institute parengta metodika (AM, 2011). Medkirčių darbo našumas matuojamas paruoštos medienos kiekiu per laiko vienetą (h). Medkirčių darbo našumas skirstomas į operatyvinį (pagamintas medienos kiekis per faktiškai dirbtą laiką) ir bendrąjį (pagamintas medienos kiekis per darbo valandą, įskaitant pertraukas, technikos aptarnavimo bei poilsio laiką).

Medkirtės darbas stebėtas filmuojant vaizdo kamera ir vėliau operacijų laikas fiksuotas pagal filmuotą medžiagą.

Medkirtės darbas skirstomas į darbo ciklus ir elementus. Visi veiksmai, susiję su vieno medžio kirtimu, sudaro kirtimo darbo ciklą. Darbo ciklas skaidomas į elementus.

Kirtimo darbo elementai (Nurminen ir kt., 2006; Sadauskienė ir kt., 2008):

- *važiavimas* – prasideda, kai medkirtė pradeda judėti, ir baigiasi, kai medkirtė sustoja ir pereina prie kito elemento;
- *pasiruošimas pjovimui* – prasideda, kai strėlė pradeda judėti link medžio, ir baigiasi, kai pjovimo galvutė atsiremia į medį, ir prasideda pjovimas;
- *pvovimas* – prasideda, kai medis pradeda pjauti, ir baigiasi, kai padavimo velenai pradeda sukintis ant stiebo;
- *apdorėjimas* (genėjimas, skersavimas, sukrovimas, pažymėjimas) – prasideda, kai padavimo velenai pradeda veikti, ir baigiasi, kai paskutinis sortimentas yra padedamas į krūvą;
- *trako ir pomiškio kirtimas* – trukdančio darbui trako ir nesaugomo pomiškio sutvarkymas;
- *šakų sukrovimas* – viršūnių, šakų krovimas į valksmus ar krūvas (procesas vyksta ne apdorėjimo metu);
- *sortimentų sukrovimas* – rąstų krovimas į krūvas (ne apdorėjimo metu);
- *įvairus laikas* – kitas laikas, įtrauktas į kirtimo laiką, taip pat darbo planavimas, pasiruošimas. Šis laikas priskiriamas tam elementui, kurio metu jis vyksta;
- *prastova* – laikas, kuris nėra priskiriamas efektyviam darbui, pvz.: priežiūra, taisymas, kalbėjimas telefonu ir pan.

Vaizdo medžiaga analizuota laikrodžio sustabdymo principu naudojant vaizdo kameros laikrodį. Kiekvienam medžiui nustatytas kiekvieno darbo elemento laikas.

Medkirčių operatyvinis darbo našumas (N_{op} m³/h) apskaičiuotas pagal formulę:

$$N_{op} = V / (t_{vaz} + t_p + t_{ap} + t_{pas} + t_s + t_{sort}); \quad (1)$$

V – medžio stiebo tūris m³;

t_{vaz} – važiavimo biržėje laikas, tenkantis vienam medžiui h;

t_p – medžio pjovimo trukmė h;

t_{ap} – medžio apdorėjimo trukmė h;

t_{pas} – pasiruošimo pjovimui laikas, tenkantis vienam medžiui h;

t_s – šakų sukrovimo laikas, tenkantis vienam medžiui h;

t_{sort} – sortimentų sukrovimo laikas, tenkantis vienam medžiui h.

Operatyvinio darbo laiko sąnaudos (t h/m³) apskaičiuotos pagal formulę:

$$t = 1/N_{op}. \quad (2)$$

Regresinės analizės metodu (naudojant kiekvieno stebėto medžio duomenis) sudaryti medkirčių operatyvinio darbo našumo priklausomybės nuo vidutinio stiebo tūrio skaičiavimo modeliai.

Perskaičiuojant iš operatyvinio darbo laiko į bendrą, įvertinamas papildomas laikas, reikalingas medkirtę paruošti darbui, operatoriui pailsėti ir pan. Jis gali būti nustatomas stebėjimo metu arba taikomi ankstesniais tyrimais apskaičiuoti koeficientai. Šiame tyrime priimtas siūlymas (Brandenberger, 2000) taikyti 1,4 koeficientą.

Vertinant motorinių pjūklų darbą stebėjimų lape užrašomi medžių duomenys: rūšis, medžio skersmuo, aukštis. Stebėtos medienos ruošos operatyvinio darbo operacijos: pasiruošimas pjovimui, medžio nupjovimas, šakų genėjimas, stiebo skersavimas, sortimentų ir šakų tvarkymas. Taikytas chronometravimo metodas. Operatyvinio darbo našumas perskaičiuojamas į bendrą pagal 1,2 koeficientą (Miško ruošos darbų išdirbio normos ir įkainiai. Vilnius. 1988).

Išlaidų skaičiavimo metodika

Medienos ruošos tiesioginės išlaidos (S Lt/m³) apskaičiuojamos pagal formulę:

$$S = t \times (d + z); \quad (3)$$

t – darbo laiko sąnaudos h/m³; d – darbo kaina, įskaitant socialinį draudimą (31 %) ir papildomą darbo užmokestį (atostogos ir kt.; 12 %) Lt/h; z – technikos eksploatavimo išlaidos Lt/h.

Technikos valandos darbo išlaidos yra apskaičiuotos pagal formulę:

$$Z = \frac{P_v - L_v}{D_{ln}} + \frac{(P_v + L_v) \times p}{2D_{lm}} + \frac{E}{D_{ln}} + \frac{R_v}{D_{lp}} + \sum_d (D_d \times k_d) + K; \quad (4)$$

Z – technikos darbo valandos išlaidos Lt/h;

P_v – technikos pradinė vertė Lt;

L_v – technikos likvidacinė vertė Lt;

D_{ln} – darbo valandų skaičius per visą technikos naudojimo laiką h;

D_{lm} – darbo valandų skaičius per metus;

p – palūkanų norma dalimis;

E – išlaidos einamajam remontui ir techninėms priežiūroms per visą technikos naudojimo laiką Lt;

R_v – padangų vertė Lt;

D_{lp} – padangų naudojimo laikas h;

D_d – degalų ir tepalų sąnaudos l/h;

k_d – degalų ir tepalų kaina Lt/l;

K – kitos išlaidos Lt/h.

Valandos darbo išlaidos, medkirtei dirbant dviem pamainom, sudarė 192,6 Lt. Darbo apmokėjimo išlaidoms apskaičiuoti taikytas 3000 Lt medkirtės operatoriaus darbo užmokestis ir 1500 Lt – motorinio pjūklų darbininko.

STEBĖJIMŲ SKAIČIAUS NUSTATYMAS

Tyrimu nesiekta aprėpti visos Lietuvos eglėnu bei kitų veiksnių, lemiančių medienos ruošos technikos naudojimo efektyvumą, įvairovės. Tyrimų objektas yra medkirtės ir motorinio pjūklų darbo našumas bei jų skirtumai, kuriuos siekta išaiškinti lyginant konkrečiomis medienos ruošos sąlygomis. Medkirtės darbas stebėtas Radviliškio miškų urėdijos Baisogalos girininkijos 48 kv. plyno kirtimo biržėje, plotas – 1,9 ha. Motorinis pjūklas

dirbo Pakruojo miškų urėdijos Gedžiūnų girininkijos plyno kirtimo biržėje: 48 kv., plotas – 3,6 ha ir 36 kv., plotas – 1,6 ha. Stebėjimai vyko eglėnu biržių dalyse. Boniteto klasė – II, augavietė – Lc, skalsumas – 0,8. Stebėta vasarą. Stebėjimų skaičius ir tikslumas nustatyti pagal formules (Никитин, Швиденко. Методы и техника обработки лесоводственной информации. 1978):

$$n = \frac{v^2}{p^2}; \quad (5)$$

n – stebėjimų skaičius;

v – variacijos koeficientas;

p – tikslumas.

$$v = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\%; \quad (6)$$

S – imties dispersija;

\bar{x} – vidurkis.

STEBĖJIMŲ DUOMENYS

Medkirtės darbas stebėtas kertant 331 eglę. Pateiktas pasiskirstymas pagal medžių skersmenis ir atrankinio stebėjimo tikslumas (1 lentelė). Stebėjimų tikslumas – 2,6–5,0 %.

Motorinio pjūklų darbas stebėtas kertant 142 eglės. Pateiktas stebėjimų skaičiaus pasiskirstymas pagal medžių skersmenis ir atrankinio stebėjimo tikslumas (2 lentelė). Stebėjimų tikslumas – 1,1–2,5 %.

1 lentelė. Medkirtės darbo stebėjimų skaičius ir tikslumas

Table 1. Number of observations and precision (harvester)

Kirstų eglė skersmuo cm / Diameter of trees, cm	16	18	20	22	24	26	28
Stebėjimų skaičius / Number of observations	57	77	28	47	41	43	38
Imties dispersija / Dispersion	4,56	5,61	6,07	6,81	6,90	10,44	16,42
Variacijos koeficientas / Coefficient of variation	19,98	21,32	20,04	21,91	18,71	22,98	30,71
Tikslumas % / Precision percent	2,6	2,4	3,8	3,2	2,9	3,5	5,0

2 lentelė. Motorinio pjūklų darbo stebėjimų skaičius ir tikslumas

Table 2. Number of observations and precision (chain-saw)

Kirstų eglė skersmuo cm / Diameter of trees, cm	16	18	20	22	24	26	28
Stebėjimų skaičius / Number of observations	17	23	26	28	37	28	23
Imties dispersija / Dispersion	0,21	0,27	0,55	0,35	1,09	1,46	10,50
Variacijos koeficientas / Coefficient of variation	5,79	5,71	9,53	5,59	13,39	13,28	8,73
Tikslumas % / Precision percent	1,4	1,2	1,9	1,1	2,2	2,5	1,8

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Medienos ruošos medkirte operatyvinis darbo našumas (1 pav.) išreikštas lygtimi:

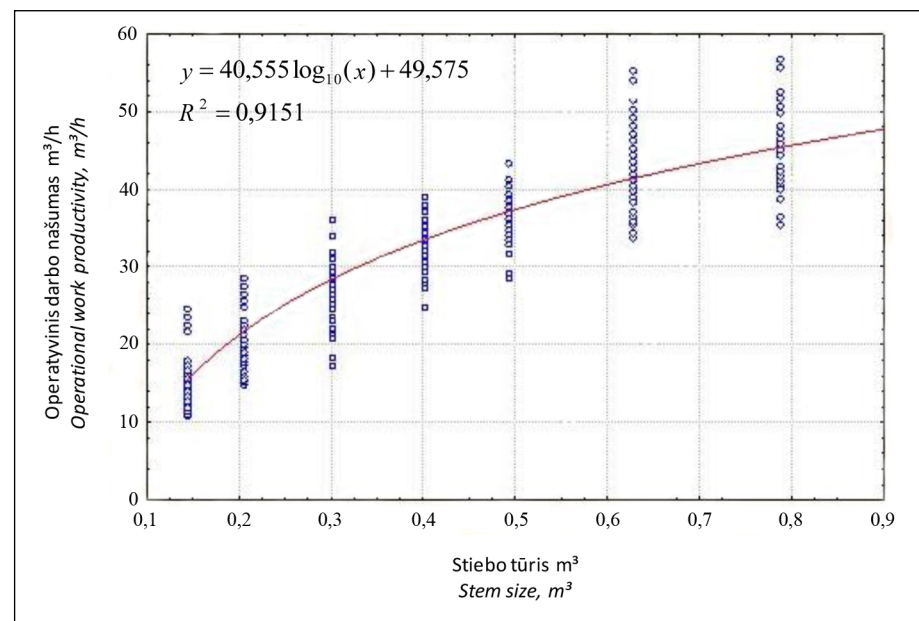
$$y = 40,555 \log_{10}(x) + 49,575; \quad (7)$$

čia y – medkirtės darbo operatyvinis našumas

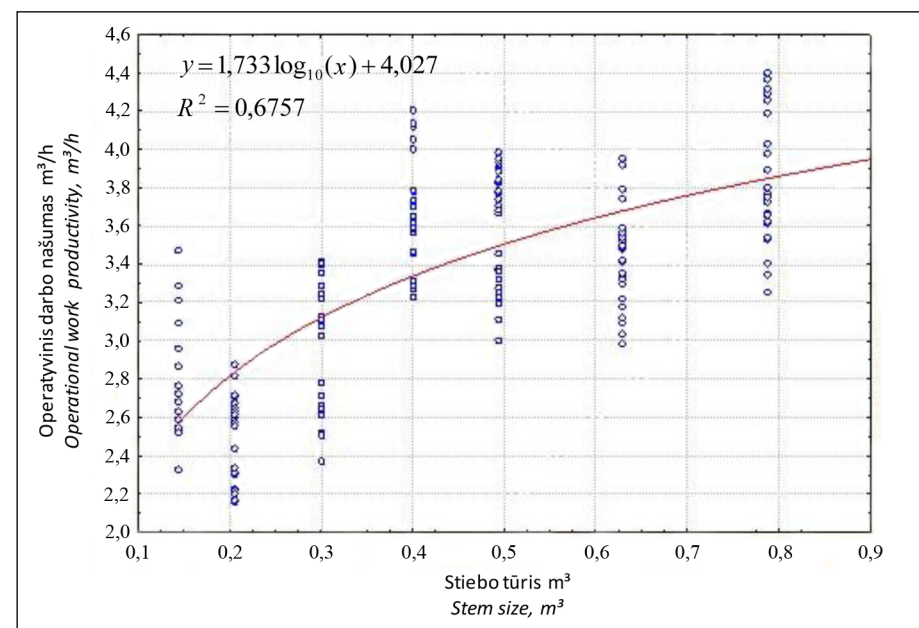
m^3/h ; x – kertamų medžių stiebo tūris m^3 .

Pateiktos pagal 7-ą lygtį išlygintos operatyvinio darbo našumo reikšmės (3 lentelė). Jos kinta nuo 9,0 m^3/h , kai kertami 0,1 m^3 stiebo tūrio medžiai, iki 49,6 m^3/h , kai kertami 1,0 m^3 stiebo tūrio medžiai.

Medienos ruošos motoriniu pjūklų operatyvinis darbo našumas (2 pav.) išreikštas lygtimi:



1 pav. Medkirtės operatyvinis darbo našumas
Fig. 1. Operational work productivity of the harvester



2 pav. Motorinio pjūklų operatyvinis darbo našumas
Fig. 2. Operational work productivity of wood production by chain-saw

$$y = 1,733 \log_{10}(x) + 4,027; \quad (8)$$

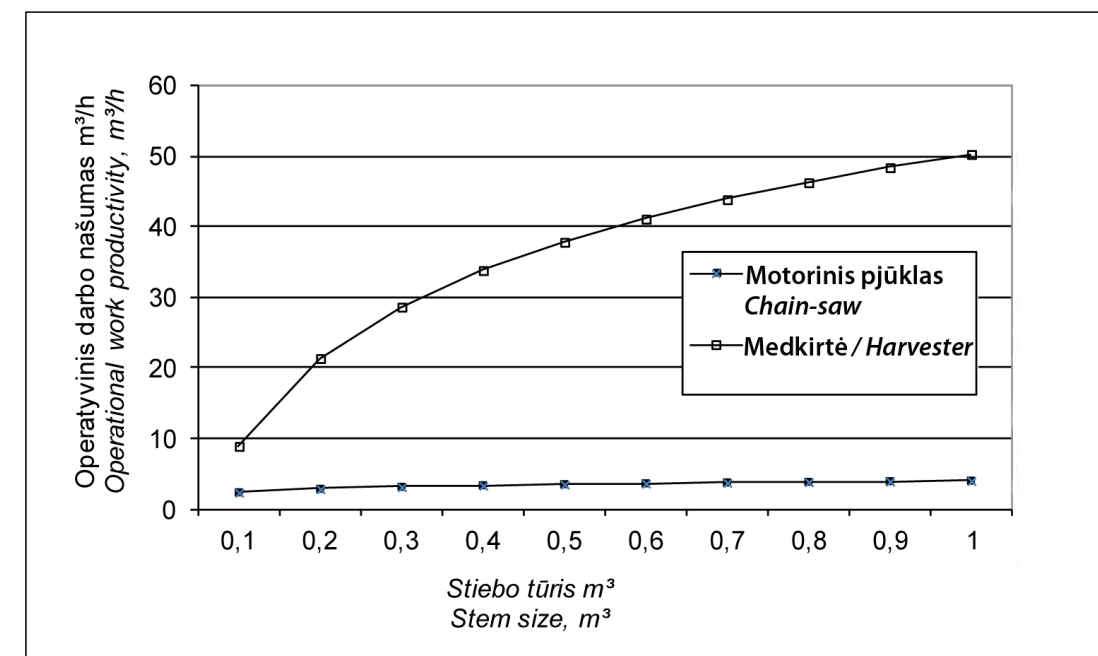
y – motorinio pjūklų operatyvinis darbo našumas m^3/h ;

x – kertamų medžių stiebo tūris m^3 .

Pateiktos pagal 8-ą lygtį išlygintos operatyvinio darbo našumo reikšmės (3 lentelė). Jos kinta nuo

1,2 m^3/h , kai kertami 0,1 m^3 stiebo tūrio medžiai, iki 2,0, kai kertami 1,0 m^3 stiebo tūrio medžiai.

Visais tirtais atvejais medkirčių darbo našumas buvo didesnis nei motorinio pjūklų. Šis skirtumas buvo didesnis nei 7,8 karto (kertant 0,1 m^3 stiebo tūrio medžius) iki 24,7 karto (kertant 1,0 m^3 stiebo tūrio medžius) (3 pav., 3 lentelė).



3 pav. Medienos ruošos medkirte ir motoriniu pjūklų operatyvinio darbo našumo palyginimas

Fig. 3. Comparison of operational work productivity of wood production by harvester and chain-saw

3 lentelė. Medienos ruošos medkirte ir motoriniu pjūklų operatyvinis darbo našumas

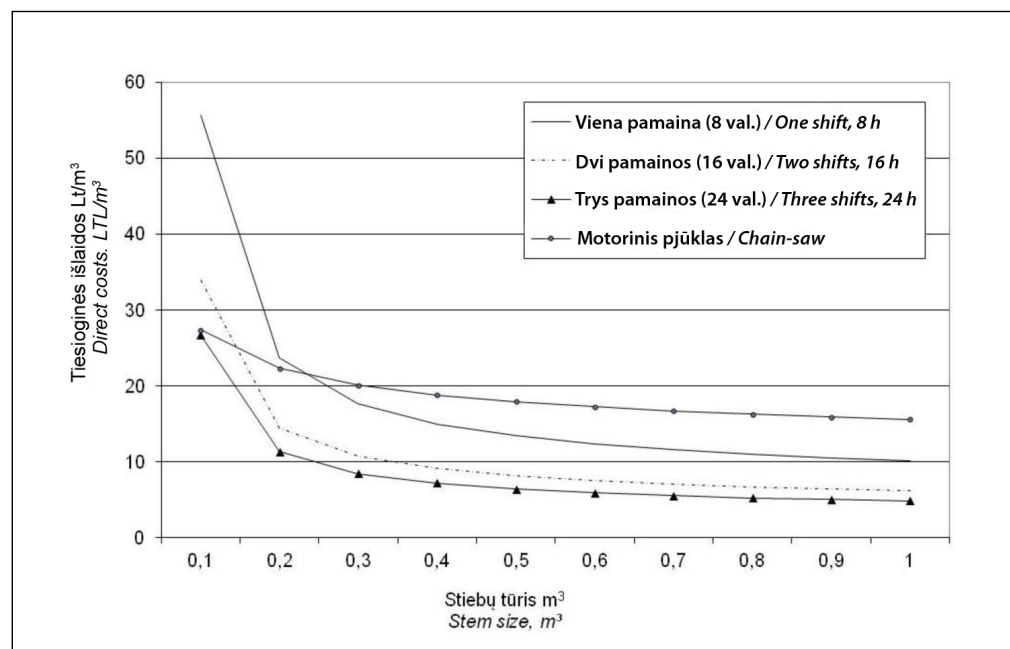
Table 3. Work productivity of wood production by harvester and chain-saw

Medžių stiebo tūris m^3 Stem size, m^3	Medkirtė / Harvester		Motorinis pjūklas / Chain-saw	
	Darbo laiko sąnaudos h/m^3 Work time expenditure, h/m^3	Darbo našumas m^3/h Work productivity, m^3/h	Darbo laiko sąnaudos h/m^3 Work time expenditure, h/m^3	Darbo našumas m^3/h Work productivity, m^3/h
0,1	0,111	9,0	0,872	1,2
0,2	0,047	21,2	0,710	1,4
0,3	0,035	28,4	0,641	1,6
0,4	0,030	33,4	0,599	1,7
0,5	0,027	37,4	0,571	1,8
0,6	0,025	40,6	0,549	1,8
0,7	0,023	43,3	0,532	1,9
0,8	0,022	45,6	0,518	1,9
0,9	0,021	47,7	0,507	2,0
1,0	0,020	49,6	0,497	2,0

Medienos ruošos medkirte tiesioginės išlaidos dirbant dviem pamainomis kinta nuo 34,0 Lt/m³, kai kertami 0,1 m³ stiebo tūrio medžiai, iki 6,2 Lt/m³, kai kertami 1,0 m³ stiebo tūrio medžiai. Medienos ruošos motoriniais pjūklais tiesioginės išlaidos kinta nuo 27,6 Lt/m³, kai kertami 0,1 m³ stiebo tūrio medžiai, iki 15,7 Lt/m³, kai kertami 1,0 m³ stiebo tūrio medžiai. Kai stiebo tūris mažas (0,1 m³), medienos ruošos išlaidos motoriniu pjūklu yra mažesnės negu medkirtės. Didėjant

stiebo tūriui iki 0,2 m³, išlaidos susilygina. Dar didėjant stiebo tūriui, medienos ruošos medkirte išlaidos tampa mažesnės nei motoriniu pjūklu (4 pav., 4 lentelė).

Pateikta medkirtės darbo pamainų įtaka medienos ruošos tiesioginėms apskaitinėms išlaidoms (5 lentelė). Dirbant medkirtei viena pamaina (8 val. per dieną), m³ medienos ruošos tiesioginės išlaidos yra labiausiai artimos darbo su motoriniu pjūklu tiesioginėms išlaidoms. Daugėjant medkirtės



4 pav. Medienos ruošos medkirte ir motoriniu pjūklu tiesioginių apskaitinių išlaidų palyginimas

Fig. 4. Comparison of direct costs of wood production by harvester and chain-saw

4 lentelė. Medienos ruošos medkirte ir motoriniu pjūklu (dirbant dviem pamainomis) išlaidų palyginimas

Table 4. Comparison of costs of wood production by harvester and chain-saw (working in two shifts)

Medžių stiebo tūris m ³ Stem size, m ³	Medienos ruošos tiesioginės išlaidos Lt/m ³ Direct costs, LTL/m ³	
	Medkirtė / Harvester	Motorinis pjūklas / Chain-saw
0,1	34,0	27,58
0,2	14,4	22,43
0,3	10,8	20,25
0,4	9,2	18,93
0,5	8,2	18,03
0,6	7,6	17,35
0,7	7,1	16,81
0,8	6,7	16,37
0,9	6,4	16,01
1,0	6,2	15,69

5 lentelė. Pamainų įtaka medkirtės darbo apskaitinėms tiesioginėms išlaidoms

Table 5. Influence of shifts on direct costs of harvester work

Medžių stiebo tūris m ³ Stem size, m ³	Tiesioginės išlaidos Lt/m ³ / Direct costs, LTL/m ³		
	Darbo trukmė per parą h / Work hours per day, h		
	8	16	24
0,1	55,7	34,0	26,7
0,2	23,7	14,4	11,4
0,3	17,7	10,8	8,5
0,4	15,0	9,2	7,2
0,5	13,4	8,2	6,5
0,6	12,4	7,6	5,9
0,7	11,6	7,1	5,6
0,8	11,0	6,7	5,3
0,9	10,5	6,4	5,1
1,0	10,1	6,2	4,9

darbo pamainų, darbo tiesioginės išlaidos tampa vis mažesnės, palyginti su motorinio pjūklų darbo tiesioginėmis išlaidomis (4 pav.).

Medienos ruošos tiesioginės išlaidos (Lt/m³) skiriasi dėl kapitalo išlaidų (nusidėvėjimo ir palūkanų), tenkančių m³ paruoštos medienos skirtumui dirbant viena, dviem ar trimis pamainomis. Tiesioginės apskaitinės išlaidos dirbant viena ir trimis pamainomis skiriasi 2 kartus.

IŠVADOS

1. Plynai kertant eglėnus (šio tyrimo sąlygomis) medkirčių operatyvinis darbo našumas yra didesnis nei dirbant motoriniais pjūklais. Skirtumas yra nuo 7,8 karto (kertant 0,1 m. stiebo tūrio medžius) iki 24,7 karto (kertant 1,0 m³ stiebo tūrio medžius).

2. Kai kertamų medžių stiebo tūris mažas (0,1 m³), medienos ruošos tiesioginės išlaidos dirbant motoriniu pjūklu yra apie 1,5 karto mažesnės nei dirbant medkirte Timberjack 1270D. Didėjant stiebo tūriui, išlaidos dirbant medkirte mažėja, palyginti su išlaidomis dirbant motoriniu pjūklu. Kai stiebo tūris 1,0 m³, išlaidos pjaunant medkirte yra 2,1 karto mažesnės už išlaidas dirbant motoriniu pjūklu.

3. Medienos ruošos medkirte Timberjack 1270D tiesioginės apskaitinės išlaidos dirbant viena ir trimis pamainomis dėl kapitalo išlaidų (nusidėvėjimo ir palūkanų) skirtumų yra 2 kartus mažesnės negu dirbant viena pamaina.

Gauta 2012 02 29
Priimta 2012 06 20

LITERATŪRA

- Acuna M. A., Kellogg L. D. 2009. Evaluation of alternative cut-to-length harvesting technology for native forest thinning in Australia. *International Journal of Forest Engineering*. Vol. 20. No. 2. P. 17–25 [žiūrėta 2012-01-18]. Prieiga per internetą: <http://journals.hil.unb.ca/index.php/IJFE/article/view/12499>
- Rekomendacijos medkirčių darbo našumui ir kaštams nustatyti. 2011. Parengė S. Mizaras, L. Sadauskienė, D. Mizaraitė. AM, LAMMC Miškų institutas. 16 p.
- Brandenberger R. 2000. Productivity analysis of harvester systems – a case study in Swedish thinning operations. *Diploma Thesis*. Swedish University of Agricultural Sciences Umea. 54 p.
- Dvořák J., Karnuot P. 2007. Preliminary technical time standards for harvesters working in a premature and mature stands. *Electronics Journal of Polish Agricultural Universities*. Vol. 10. No. 1 [žiūrėta 2012-01-19]. Prieiga per internetą: <http://www.ejpau.media.pl/volume10/issue1/art-01.html>
- Eliasson L., Bendtsson J., Cedergren J. et al. 1999. Comparison of single-grip harvester productivity in clear and shelterwood cutting. *Journal of Forest Engineering*. Vol. 10. No. 1. P. 43–48.
- Glöde D. 1999. Single- and double-grip harvesters – productivity measurements in final cutting of shelterwood. *International Journal of Forest Engineering*. Vol. 10. No. 2. P. 63–74.
- Glöde D., Sikstrom U. 2001. Two felling methods in final cutting of shelterwood, single-grip harvester productivity and damage to the regeneration. *Silva Fennica*. Vol. 35. No. 1. P. 71–83.
- Hänell B., Nordfjell T., Eliasson L. 2000. Productivity and costs in shelterwood harvesting. *Scandinavian Journal of Forest Research*. Vol. 15. No. 5. P. 561–569.

9. Karpan A. P. B., Poršinsky T. 2002. Proizvodnost harvesteru Timberjack 1070 pri proredikulture običnoga bora. *Šumarski list*. CXXVI. No. 11–12. P. 551–561 [žiūrėta 2012-01-17]. Prieiga per internetą: <http://www.sumari.hr/sumlist/pdf/200205510.pdf>
10. Kärhä K., Rönkkö E., Gumse S. I. 2004. Productivity and cutting costs of thinning harvesters. *International Journal of Forest Engineering*. Vol. 15. No. 2. P. 43–56.
11. Lageson H. 1997. Effects of thinning type on the harvester productivity and on the residual stand. *International Journal of Forest Engineering*. Vol. 8. No. 2. P. 7–11.
12. Laitila J., Heikkilä J., Anttila P. 2010. Harvesting alternatives, accumulation and procurement cost of small-diameter thinning wood for fuel in Central Finland. *Silva Fennica*. Vol. 44. No. 3. P. 465–480.
13. Lanford B. L., Stokes B. J. 1995. Comparison of two thinning systems. Part I. Stand and site impacts. *Forest Products Journal*. Vol. 45. No. 5. P. 74–79.
14. Mizaras S., Sadauskienė L., Mizaraitė D. 2008. Productivity of harvesting machines and costs of mechanised wood harvesting: Lithuanian case study. *Baltic Forestry*. Vol. 14. No. 2. P. 155–162.
15. Mizaras S., Sadauskienė L., Mizaraitė D. ir kt. 2010. Mašininio miško kirtimo kompleksinis vertinimas. *Vagos*. Nr. 89(42). P. 17–24.
16. Moskalik T. 2004. *Influence of cutting form on the harvesting productivity and costs* [žiūrėta 2012-01-18]. Prieiga per internetą: <http://www.boku.ac.at/formec/inhalt/pdf/PA%20Moskalik.pdf>
17. Nakagawa M., Hamatsu J., Saitou T. et al. 2007. Effect of tree size on productivity and time required for work elements in selective thinning by a harvester. *International Journal of Forest Engineering*. Vol. 18. No. 2 [žiūrėta 2012-01-18]. Prieiga per internetą: <http://journals.hil.unb.ca/index.php/IJFE/article/view/5708>
18. Nurminen T., Korpenen H., Uusitalo J. 2006. Time consumption analysis of mechanized cut to length harvesting system. *Silva Fennica*. Vol. 40. No. 2. P. 335–363.
19. Nuutinen Y., Väätäinen K., Heinonen J. et al. 2008. The accuracy of manually recorded time study data for harvester operation shown via simulator screen. *Silva Fennica*. Vol. 42. No. 1. P. 63–72.
20. Oikari M., Kärhä K., Palander T. et al. 2010. Analyzing the views of wood harvesting professionals related to the approaches for increasing the cost-efficiency of wood harvesting from young stands. *Silva Fennica*. Vol. 44. No. 3. P. 481–495.
21. Ovaskainen H. 2004. Comparison of harvester work in forest and simulator environments. *Silva Fennica*. Vol. 39. No. 1. P. 89–101.
22. Sadauskienė L., Mizaras S., Mizaraitė D. 2008. Medkirčių darbo našumo Lietuvos sąlygomis lyginamoji analizė. *Miškininkystė*. Nr. 2. P. 16–23.
23. Sängstuvall L., Bergström D., Låmas T. et al. 2011. Simulation of harvester productivity in selective and boomcorridor thinning of young forests. *Scandinavian Journal of Forest Research* [žiūrėta 2012-01-18]. Prieiga per internetą: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02827581.2011.628335>
24. Siren M., Aaltio H. 2003. Productivity and costs of thinning harvesters and harvester-forwarders. *International Journal of Forest Engineering*. Vol. 14. No. 1. P. 39–48.
25. Spinelli R., Magagnotti N., Nati C. 2009. Options for the mechanised processing of hardwood trees in Mediterranean forests. *International Journal of Forest Engineering*. Vol. 20. No. 1 [žiūrėta 2012-01-18]. Prieiga per internetą: <http://journals.hil.unb.ca/index.php/IJFE/article/view/12427>
26. Tufts R. A. 1997. Productivity and cost of the Ponsse 15-series, cut-to-length harvesting system in southern pine plantations. *Forest Products Journal*. Vol. 47. No. 10. P. 39–46.
27. Tufts R. A., Brinker R. W. 1993. Productivity of a Scandinavian cut-to-length system while second thinning pine plantations. *Forest Products Journal*. Vol. 43. No. 11–12. P. 24–32.
28. Wöhl Ch., Jonsson L. 2009. Productivity and cost analysis of a harvester operation in Hallormsstaður, East Iceland [žiūrėta 2012-01-18]. Prieiga per internetą: <http://www.skogur.is/media/ymislegt/PELLETime---Productivity-and-cost-analysis-of-a-harvester-operation.pdf>

A COMPARATIVE ECONOMIC ANALYSIS OF WOOD PRODUCTION BY HARVESTER AND CHAINSAW IN SPRUCE STANDS

Summary

In Lithuania harvesters for logging operations are being more widely used. In state forests, 784 thousand m³ were harvested by using harvesters during the year 2010 (22.2 percent of total harvested timber). Harvester or chainsaw – which logging technology is more effective? This paper presents a comparative economic analysis of harvester and chainsaw work productivity in spruce stands. The productivity of the Timberjack 1270D harvester appeared to be higher than that of the chainsaw. Chainsaw wood production costs were lower than those of the harvester when the stem volume of the stand was small (0.1 m³). Wood production costs of the harvester were lower than those of the chainsaw when the stem volume of the stand was large. Harvester work effectiveness was increased by increasing a number of working shifts.

Key words: harvester, chainsaw, labor productivity, direct costs