

Medienos ruošos technologijų lyginamoji ekonominė analizė

Stasys Mizaras,

Liana Sadauskienė,

Diana Mizaraitė

*Lietuvos miškų institutas,
Liepų g. 1, LT-53101 Girionys,
Kauno rajonas
El. paštas: ekonsk@mi.lt*

Lietuvos miškuose taikomos įvairios medienos ruošos technologijos: naudojami motorpjūkliai, medkirtės, medkirtės-medvežės, traktoriai su savikrovėmis priekabomis. Lietuvoje trūksta ekonominės analizės, įvertinančios įvairių medienos ruošos technologijų naudojimo kaštus.

Darbo tikslas buvo įvertinti įvairių medienos ruošos technologijų tiesioginius kaštus, kaip svarbiausią rodiklį, vertinant jų konkurencingumą. Straipsnyje įvertintos 7 medienos ruošos technologijos pagal jų tiesioginius kaštus. Technikos darbo našumas nustatytas atlikus darbo laiko stebėjimus tyrimo objektuose.

Nagrinėtomis sąlygomis plynuose kirtimuose ruošiant medieną ekonomiškai efektyviausia naudoti medkirtę „Timberjack 1270D“ ir medvežę „Timberjack 1010“. Didžiausi medienos ruošos kaštai nustatyti medienos ruošai naudojant medkirtę-medvežę „Ponsse Buffalo Dual“.

Siekiant optimizuoti medienos ruošos kaštus plynuose kirtimuose, reikėtų naudoti našias medkirtes ir medvežes.

Raktažodžiai: medienos ruoša, technologijos, medkirtės, medvežės, darbo sąnaudos, kaštai

ĮVADAS

Medienos ruošos technologija apima medžių kirtimo, apdoravimo ir išvežimo procesus bei priemones. Skiriami medienos ruošos metodai ir sistemos. Medienos ruošos metodas parodo medienos, patenkančios prie privažiavimo kelio (tarpinio sandėlio), formą. Medienos ruošos metodai yra: sortimentinė medienos ruoša (*cut-to-length (shortwood)*); stiebinė medienos ruoša (*tree-length*); medžių su šakomis ir viršūnėmis ruoša (*full tree*); viso medžio ruoša (su šakomis, viršūne, kelmu ir didžiosiomis šaknimis (*complete tree*)). Medienos ruošos sistema apima naudojamus įrankius ir techniką. Kiekvienas medienos ruošos sistemos komponentas gali būti pakeistas, nekeičiant medienos ruošos metodo (t. y. medienos, atgabenamos prie kelkraščio, formos) (Björheden, 1998; Ellason et al., 1999; Glöde, Sikström, 2001; Dabek, Kochanski, 2003; Akay, Erdas, Sessions, 2004; Andersson, Eliasson, 2004; Logging ..., 2007; Pulkki, 2007).

Iki nepriklausomybės atkūrimo Lietuvoje medienos ruošoje vyravo buvusioje Tarybų Sąjungoje gaminta technika. Vyravo ruoša stiebais, t. y. medžiai miške buvo nugunami ir nupjaunama viršūnė, o stiebai traukiami į galutinius sandėlius. Situacija iš esmės pasikeitė, liberalizavus prekybą mediena. Miškų urėdijos už eksportuotą medieną galėjo įsigyti modernesnės technikos. Jau 1998 m. daugiau kaip pusė paruoštos medienos buvo išvežta medvežėmis ir traktoriais su savikrovėmis priekabomis. Pasikeitė ir medienos ruošos

technologija. Sparčiai mažėjo medienos ruoša stiebais, o vis plačiau taikyta ruoša sortimentais miške. Šiuo metu Lietuvoje visa apvalioji mediena gaminama sortimentais.

Lietuvos valstybiniai miškai kertami daugiausia rankiniu-mechanizuotu būdu, medžius nupjaunant motoriniais pjūklais. Mažėjant darbo jėgos pasiūlai, tiek pačios miškų urėdijos, tiek rangovai vis plačiau diegia kirtimą medkirtėmis. Valstybiniuose miškuose 2007 m. medkirtėmis iškiršta 516,8 tūkst. m³ medienos, arba 15,9 % bendro kiekio, 2006 m. – 403,8 tūkst. m³ medienos, arba 12,2 % bendro kiekio, 2005 m. – atitinkamai 125,6 tūkst. m³ ir 3,8 %. Pagal Generalinės miškų urėdijos strategiją (2007), atskirų šalies regionų miškų urėdijos, įsigijusios medkirtes, turi būti inovaciniais centrais, plėtojančiais ir spartinančiais miškų kirtimą medkirtėmis. Valstybiniuose miškuose medkirtėmis yra galimybė kirsti iki 50 % pagrindinių ir iki 20 % tarpinių miško kirtimų.

Diegiant naujas medienos ruošos sistemas, Lietuvoje trūksta ekonominės analizės, įvertinančios įvairių medienos ruošos technologijų naudojimo kaštus. Tokie darbai buvo vykdyti prieš keliolika metų, kai dar nebuvo medkirčių, be to, šie darbai buvo skirti palyginti stiebinę ir sortimentinę medienos ruošą (Petrauskas, Žadeikis, 1996; Šakūnas, 1997). Pastaruoju metu Lietuvos miškų institute buvo atlikti medienos ruošos medkirtėmis darbo našumo tyrimai (Mizaras ir kt., 2008; Sadauskienė ir kt., 2008). Medienos ruošos technologijų ekonominio vertinimo daug darbų atlikta užsienio

šalyse, tačiau dėl gamtinių, gamybinių bei ekonominių sąlygų skirtumų, jų negalime pritaikyti Lietuvos sąlygomis (Bergkvist et al., 2003; Siren, Aaltio, 2003; Asikainen, 2004; Väätäinen et al., 2006).

Darbo tikslas buvo įvertinti įvairių medienos ruošos technologijų tiesioginius kaštus, kaip svarbiausių rodiklį, vertinant jų konkurencingumą. Darbo uždaviniai: nustatyti medienos ruošos darbo laiko sąnaudas, kertant medžius medkirtėmis ir motorpjūkliais; vežant sortimentus medvežėmis, medkirtėmis-medvežėmis ir traktoriais su savikrovėmis priekabomis; įvertinti ir palyginti medienos ruošos technologijų kaštus.

DARBO OBJEKTAI IR METODAI

Atsižvelgiant į tai, kad šiuo metu Lietuvoje taikoma tik sortimentinė medienos ruošos technologija, besiskirianti medžių nupjovimo ir supjaustymo technika, darbe nagrinėjamos 7 medienos ruošos technologijos (1 pav.):

I. Sortimentų gamyba motorpjūkliais, išvežimas į tarpinį sandėlį medvežėmis.

II. Sortimentų gamyba motorpjūkliais, išvežimas į tarpinį sandėlį traktoriais su savikrovėmis priekabomis.

III. Sortimentų gamyba medkirtėmis, išvežimas į tarpinį sandėlį medvežėmis.

IV. Sortimentų gamyba medkirtėmis, išvežimas į tarpinį sandėlį traktoriais su savikrovėmis priekabomis.

V. Sortimentų gamyba medkirtėmis-medvežėmis, išvežimas į tarpinį sandėlį medvežėmis.

VI. Sortimentų gamyba medkirtėmis-medvežėmis, išvežimas į tarpinį sandėlį traktoriais su savikrovėmis priekabomis.

VII. Sortimentų gamyba ir išvežimas į tarpinį sandėlį medkirtėmis-medvežėmis.

Taikytas medienos ruošos technologijų ekonominio efektyvumo rodiklis – tiesioginiai medienos ruošos kaštai Lt/m³ (tarpinis sandėlys) (Mizaras ir kt., 2008):

$$S = \sum t_j d_j + \sum n_{ej} z_e; \quad (1)$$

čia S – medienos ruošos tiesioginiai kaštai Lt/m³;

t_j – darbo laiko sąnaudos j darbui atlikti val./m³;

d_j – j darbo kaina laiko vieneto (valandos), įskaitant socialinį draudimą (31 %) ir papildomą darbo užmokestį (atostogos ir kt. – 12 %), Lt;

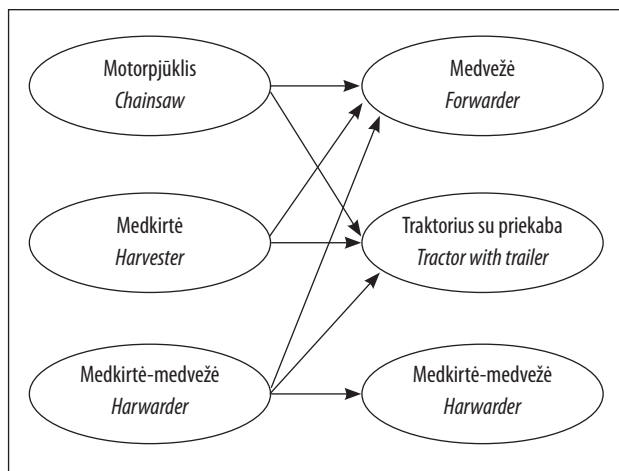
n_{ej} – e technikos darbo laiko sąnaudos j darbui val./m³;

z_e – e technikos eksploataavimo kaštai Lt/val.;

j – ruošos operacijos (kirtimas, ištraukimas);

e – technika, naudojama j darbui atlikti.

Bendra tiesioginių medienos ruošos kaštų nustatymo schema tokia: 1) stebint medienos ruošos operacijas, nustatomos darbo laiko sąnaudos tyrimo objektuose pagal analizuojamas technologijas; 2) apskaičiuojami medienos ruošos tiesioginiai kaštai; 3) apskaičiuotų kaštų palyginamumo užtikrinimas, taikant medienos ruošos kaštų diferencijavimo koeficientus.



1 pav. Medienos ruošos technologijų variantai

Fig. 1. Variants of wood production technologies

Medkirčių darbo laiko sąnaudos tirtos, filmuojant jų darbą vaizdo kamera, o medvežių ir motorpjūklių – taikant darbo laiko chronometravimo metodą. Darbo našumo tyrimai buvo atlikti 2007 m. vasarą.

Technikos darbo laiko tyrimai paremti darbo fazių klasifikacija. Visi veiksmai, susiję su medžio kirtimu, apima kirtimo darbo ciklą, o su vienu ištraukimo reisu – ištraukimo darbo ciklą. Darbo ciklai suskaidomi į elementus (Nurminen et al., 2006).

Medkirtės darbo elementai:

- judėjimas;
- pasiruošimas pjovimui;
- pjovimas;
- apdorojimas;
- valymas;
- sukrovimas;
- įvairus laikas;
- prastova.

Ištraukimo darbo elementai:

- važiavimas tuščiomis;
- pakrovimas;
- važiavimas su kroviniu;
- iškrovimas;
- įvairus laikas,
- prastova.

Pasirinktuose tyrimams medynuose abipus numatomo valksmo išskirti bareliai, užimantys per vieną darbo dieną (kertant motorpjūkliais) arba per 1 valandą (kertant medkirtėmis) iškertamą plotą. Bareliuose atliktas ištisinis medžių matavimas. Ant visų medžių užrašytas eilės numeris, stebėjimų lape užrašomi medžių duomenys: medžio rūšis, skersmuo, aukštis. Kirtimas medkirtėmis stebėtas, naudojant skaitmeninę vaizdo kamerą. Vaizdo medžiaga analizuota laikrodžio sustabdymo principu, naudojant vaizdo kameros laikrodį. Darbo laikas priskiriamas medžiui pagal jo numerį, išskiriamas atskirų darbo elementų laikas. Kiekvienam medžiui priskiriami duomenys: numeris, $D_{1,3}$, medžio rūšis, darbo elementų trukmė.

Medienos ruošos technikos darbo laiko stebėjimo objektai aprašyti skyriuje „Medienos ruošos darbo sąnaudos tyrimo objektuose“ kartu su stebėjimo rezultatais.

Įvairių medienos ruošos technologijų tiesioginiai kaštai pagal juos lemiančius veiksnius buvo apskaičiuoti taikant bazinių tiesioginių kaštų indeksavimo metodą. Nustatyti baziniai kaštai pagal žinomus juos lemiančius veiksnius (sąlygas), padauginėti iš koeficientų, parodančių veiksnio (sąlygų) pokyčio įtaką kaštams. Tiesioginių kaštų skaičiavimo normatyvinę bazę sudarė stebėjimų metu nustatytos darbo laiko sąnaudos. Technikos darbo kaštai buvo nustatyti pagal jų skaičiavimo metodikas (Logging ..., 2007).

MEDIENOS RUOŠOS DARBO SĄNAUDOS TYRIMO OBJEKTOUOSE

1 objektas. Medienos ruoša medkirte „Timberjack 1270D“ Druskininkų miškų urėdijos Druskininkų girininkijoje. Plynas pušyno kirtimas, normalios darbo sąlygos, vidutinis stiebo tūris – 0,45 m³. Buvo stebėtas 79 medžių nupjovimas.

Stebėjimo metu buvo nustatytas 32,9 m³/val. medkirtės „Timberjack 1270D“ operatyvinio darbo našumas. Operatyvinio darbo laiko sąnaudų priklausomybė nuo kertamų medžių skersmens parodyta 2 paveiksle.

2 objektas. a) Medienos ruoša medkirte-medveže „Ponsse Buffalo Dual“ Šalčininkų miškų urėdijos Dieveniškų girininkijoje. Eglynas plynas kirtimas, normalios darbo sąlygos, vidutinis stiebo tūris – 0,4 m³. Stebėtas 53 medžių nupjovimas.

Buvo nustatytas 14,8 m³/val. medkirtės-medvežės „Ponsse Buffalo Dual“ operatyvinio darbo našumas. Operatyvinio darbo laiko sąnaudų priklausomybė nuo kertamų medžių skersmens parodyta 3 paveiksle.

b) Medienos išvežimas medkirte-medveže „Ponsse Buffalo Dual“, vidutinis išvežimo atstumas – 700 m. Darbo našumas – 14,2 m³/val.

Tyrimo objekte nustatyta medienos ištraukimo medkirte-medveže „Ponsse Buffalo Dual“ darbo laiko sąnaudų priklausomybė nuo sortimentų bei ištraukimo atstumo km (L). Sudaryti medienos ištraukimo darbo laiko sąnaudų modeliai: vežant 6,0 m ilgio rąstus ($S = 0,016 \times L + 0,044$); vežant 4,8 m ilgio rąstus ($S = 0,023 \times L + 0,062$); vežant 2 m ilgio popiermedžius ir 3 m ilgio tarinius rąstelius ($S = 0,024 \times L + 0,127$); vidutinės darbo laiko sąnaudos ($S = 0,021 \times L + 0,073$). Pagal sudarytus darbo laiko sąnaudų modelius nustatyta, kad vežant medieną 350 m atstumu, medkirtės-medvežės „Ponsse Buffalo Dual“ darbo našumas kinta nuo 7,4 iki 20,1 m³/val., atsižvelgus į sortimentus (1 lentelė).

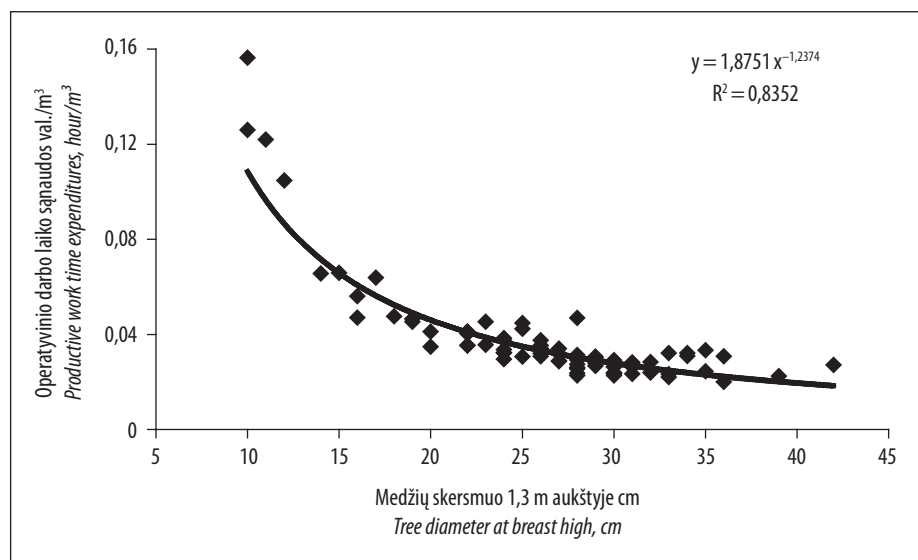
3 objektas. Medienos ruoša motorpjūkliais „Husqvarna 357“ Dubravos miškų urėdijos Pajiesio girininkijoje. Eglynas plynas kirtimas, normalios darbo sąlygos, vidutinis stiebo tūris – 0,45 m³.

2 lentelėje pateikti duomenys apie darbo našumą pagal brigadas. Per darbo dieną viena brigada paruošė nuo 14 iki 17 m³ medienos, vidutiniškai viena brigada per darbo dieną paruošė 15,6 m³ medienos. Vidutinės darbo laiko sąnaudos – 1,06 ± 0,03 val./m³.

4 objektas. Medienos išvežimas traktoriumi „Belarus 892“ su priekaba „Patu 308“ Veisiejų miškų urėdijos Stalų girininkijoje. Pušynas, vidutinis išvežimo atstumas – 60 m. Darbo našumas – 10,1 m³/val.

Tyrimo objekte nustatyta medienos ištraukimo traktoriumi „Belarus 892“ su priekaba „Patu 308“ darbo laiko sąnaudų priklausomybė nuo sortimentų bei ištraukimo atstumo km (L). Paruošti medienos ištraukimo darbo laiko sąnaudų modeliai: vežant 6,0 m ilgio rąstus ($S = 0,043 \times L + 0,062$); vežant 3,0 m ilgio rąstus ($S = 0,080 \times L + 0,077$); vežant 2,5 m ilgio popiermedžius ($S = 0,057 \times L + 0,199$); vidutinės darbo laiko sąnaudos ($S = 0,065 \times L + 0,121$).

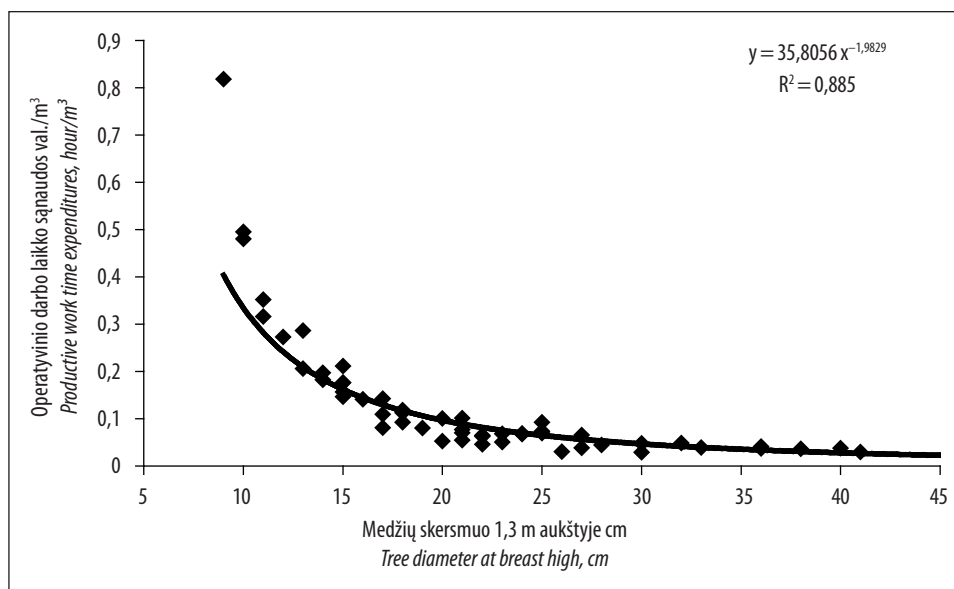
Pagal sudarytus darbo laiko sąnaudų modelius apskaičiuota, kad vežant medieną 350 m atstumu, traktoriaus „Belarus 892“ su priekaba „Patu 308“ darbo našumas kinta nuo 4,6 iki 13,0 m³/val., atsižvelgus į sortimentus (3 lentelė).



2 pav. Medkirtės „Timberjack 1270D“ operatyvinio darbo laiko sąnaudos
Fig. 2. Productive work time expenditure of Timberjack 1270D harvester

3 pav. Medkirtės-medvežės „Ponsse Buffalo Dual“ operatyvinio darbo laiko sąnaudos

Fig. 3. Productive work time expenditure of Ponsse Buffalo Dual harwarder



1 lentelė. Medkirtės-medvežės „Ponsse Buffalo Dual“ darbo našumas vežant medieną m³/val.

Table 1. Wood forwarding productivity of harwarder Ponsse Buffalo Dual, m³/hour

| Vežami sortimentai / Forwarded assortments | Ištraukimo atstumas m / Forwarding distance, m | | |
|---|--|------|------|
| | 100 | 350 | 750 |
| 6,0 m ilgio rąstai / Saw logs 6.0 m long | 21,9 | 20,1 | 17,8 |
| 4,8 m ilgio rąstai / Saw logs 4.8 m long | 15,4 | 14,1 | 12,5 |
| 2 m ilgio popiermedžiai ir 3 m ilgio rąstai / Pulpwood 2.0 m long and saw logs 3.0 m long | 7,8 | 7,4 | 6,9 |
| Vidurkis / Average | 13,3 | 12,4 | 11,3 |

2 lentelė. Medienos ruošos motorpjūkliais darbo laiko sąnaudos (eglynas, plynas kirtimas, vidutinis stiebo tūris 0,446 m³)

Table 2. Work time expenditures for wood production with chainsaws (spruce stand, clear cutting, average stem volume 0.446 m³)

| Brigada Team of workers | Barelis Study area | Operatyvinis darbo laikas min. Operating work time, min. | Bendras darbo laikas min. Total work time, min | Pagamintos medienos tūris m³ Produced wood volume, m³ | Brigados darbo našumas m³/val. Productivity of team, m³/val. | Darbo laiko sąnaudos val./m³ Work time expenditure, hour/m³ |
|-------------------------------|-----------------------|--|--|---|--|---|
| I | I | 365 | 441 | 14,660 | 1,99 | 1,002 |
| | II | 408 | 483 | 16,734 | 2,08 | 0,962 |
| II | I | 395 | 462 | 14,152 | 1,84 | 1,088 |
| | II | 399 | 460 | 15,168 | 1,98 | 1,010 |
| III | I | 402 | 475 | 15,896 | 2,01 | 0,996 |
| | II | 418 | 496 | 16,965 | 2,05 | 0,974 |
| Vidurkis Average | | 398 | 470 | 15,596 | 1,992 | 1,006 ± 0,031 |

3 lentelė. Traktorius „Belarus 892“ su priekaba „Patu 308“ darbo našumas vežant medieną m³/val.

Table 3. Wood forwarding productivity of Belarus 892 tractor with Patu 308 trailer, m³/h

| Vežami sortimentai Forwarded assortments | Ištraukimo atstumas m / Forwarding distance, m | | |
|---|--|------|------|
| | 100 | 350 | 750 |
| 6,0 m ilgio rąstai / Saw logs 6.0 m long | 15,1 | 13,0 | 10,6 |
| 3,0 m ilgio rąstai / Saw logs 3.0 m long | 11,8 | 9,6 | 7,3 |
| 2,5 m ilgio popiermedžiai / Pulpwood 2.5 m long | 4,9 | 4,6 | 4,1 |
| Vidurkis / Average | 7,9 | 7,0 | 5,9 |

5 objektas. Medienos išvežimas medveže „Timberjack 1010“ Jurbarko miškų urėdijos Smalininkų girininkijoje. Pušynas, plynas kirtimas, normalios darbo sąlygos, išvežimo atstumas – 300 m. Sudaryti medienos išvežimo medveže „Timberjack 1010“ darbo laiko sąnaudų modeliai: vežant 4,0 m ilgio sortimentus ($S = 0,056 \times L + 0,103$); vežant 5,0–6,0 m ilgio, 0,08–0,28 m³ tūrio rąstus ($S = 0,037 \times L + 0,061$); vežant 5,0–6,0 m ilgio, 0,29–0,33 m³ tūrio rąstus ($S = 0,032 \times L + 0,046$). Pagal sudarytus darbo laiko sąnaudų modelius apskaičiuota, kad vežant medieną 350 m atstumu medveže „Timberjack 1010“, darbo našumas kinta nuo 8,2 iki 17,5 m³/val., atsižvelgus į sortimentus (4 lentelė).

MEDIENOS RUOŠOS KAŠTAI

Pagal tyrimo objektuose nustatytas medienos ruošos (kirtimo, išvežimo) darbo laiko sąnaudas, taikant (1) formulę, apskaičiuoti baziniai tiesioginiai medienos ruošos kaštai (5 lentelė). Taikyti tokie technikos darbo kaštai: motorpjūklis – 3,62 Lt/val., medkirtės „Timberjack 1270D“ – 232,8 Lt/val., medkirtės-medvežės „Ponse Buffalo Dual“ – 206,8 Lt/val., medvežės „Timberjack 1010“ – 118,3 Lt/val., traktorius „Belarus 892“ su priekaba „Patu 308“ – 50,4 Lt/val. Darbo užmokestis: dirbant motorpjūkliais – 2500 Lt/mėn., medkirtėmis – 4500 Lt/mėn., medvežėmis – 3500 Lt/mėn.

4 lentelė. Medvežės „Timberjack 1010“ darbo našumas vežant medieną m³/val.

Table 4. Wood forwarding productivity of forwarder Timberjack 1010, m³/h

| Vežami sortimentai / Forwarded assortments | Ištraukimo atstumas m / Forwarding distance, m | | |
|--|--|------|------|
| | 100 | 350 | 750 |
| 4,0 m ilgio sortimentai / Saw logs 4.0 m long | 9,2 | 8,2 | 6,9 |
| 5,0–6,0 m ilgio, 0,08–0,28 m ³ tūrio rąstai / Saw logs 5.0–6.0 m long and 0.08–0.28 m ³ volume | 15,5 | 13,5 | 11,3 |
| 5,0–6,0 m ilgio, 0,29–0,33 m ³ tūrio rąstai / Saw logs 5.0–6.0 m long and 0.29–0.33 m ³ volume | 20,3 | 17,5 | 14,3 |
| Vidurkis / Average | 14,9 | 12,9 | 10,7 |

5 lentelė. Medienos ruošos kaštai stebėjimo objektuose

Table 5. Wood production costs in study areas

| Technikos variantai / Variants of technology | Gamybos sąlygos / Production conditions | Tiesioginiai kaštai Lt/m ³ Direct costs, Lt/m ³ | | |
|---|--|--|-------------------------|------------------|
| | | kirtimas cutting | išvežimas forwarding | iš viso total |
| I. Motorpjūklis „Husquarna 357“ ir medvežė „Timberjack 1010“ / Husquarna 357 chainsaw and Timberjack 1010 forwarder | Plynas kirtimas eglyne, normalios darbo sąlygos, vidutinis stiebo tūris – 0,45 m ³ , ištraukimo atstumas – 300 m / Clear cutting, spruce stand, normal work conditions, average stem volume 0.45 m ³ , forwarding distance 300 m | 25,81 | 11,88 | 37,69 |
| II. Motorpjūklis „Husquarna 357“ ir traktorius „Belarus 892“ su priekaba „Patu 308“ / Husquarna 357 chainsaw and Belarus 892 tractor with Patu-308 trailer | –“– | 25,81 | 14,10 | 39,91 |
| III. Medkirtė „Timberjack 1270D“ ir medvežė „Timberjack-1010“ / Timberjack 1270D harvester and Timberjack 1010 forwarder | Plynas kirtimas pušyne, normalios darbo sąlygos, vidutinis stiebo tūris – 0,45 m ³ , ištraukimo atstumas – 300 m / Clear cutting, pine stand, normal work conditions, average stem volume 0.45 m ³ , forwarding distance 300 m | 11,51 | 11,88 | 23,39 |
| IV. Medkirtė „Timberjack 1270D“ ir traktorius „Belarus 892“ su priekaba „Patu 308“ / Timberjack 1270D harvester and Belarus 892 tractor with Patu 308 trailer | –“– | 11,51 | 14,10 | 25,61 |
| V. Medkirtė-medvežė „Ponse Buffalo Dual“ ir medvežė „Timberjack 1010“ / Ponse Buffalo Dual harvester and Timberjack 1010 forwarder | Plynas kirtimas eglyne, normalios darbo sąlygos, vidutinis stiebo tūris – 0,4 m ³ , ištraukimo atstumas – 300 m / Clear cutting, spruce stand, normal work conditions, average stem volume 0.4 m ³ , forwarding distance 300 m | 23,57 | 11,88 | 35,45 |
| VI. Medkirtė-medvežė „Ponse Buffalo Dual“ ir traktorius „Belarus 892“ su priekaba „Patu 308“ / Ponse Buffalo Dual harvester and Belarus 892 tractor with Patu 308 trailer | –“– | 23,57 | 14,10 | 37,67 |
| VII. Medkirtė-medvežė „Ponse Buffalo Dual“ / Ponse Buffalo Dual harvester | –“– | 23,57 | 18,87 | 42,44 |

5 lentelėje pateikti medienos ruošos kaštai yra nepalyginami dėl kai kurių juos lemiančių veiksnių nepalyginamumo (medynas, vidutinis stiebo tūris). Užsienio tyrimais (Nurminen et al., 2006) nustatyta, kad kertant medkirtėmis pušynus ir eglynus, esminių darbo našumo skirtumų nėra. Tyrimai buvo vykdyti pušynuose ir eglynuose, todėl dėl rūšinės medynų sudėties duomenys yra palyginami. Dėl vidutinio stiebo tūrio skirtumų eliminavimo visi variantai buvo perskaičiuoti 0,6 m³ vidutiniam stiebo tūriui, remiantis mūsų nustatytais vidutinio stiebo tūrio įtakos medkirčių darbo laiko sąnaudoms tyrimais. Nustatyti tokie perskaičiavimo koeficientai: iš vidutinio stiebo tūrio 0,45 m³ į 0,6 m³ darbo laiko sąnaudų sumažėjimo koeficientas – 0,81 ir iš 0,40 m³ į 0,6 m³ – 0,78.

Naudojant skirtingą techniką, medienos ruošos kaštai palyginamomis gamybos sąlygomis skiriasi 1,7 karto (nuo 21,2 iki 37,4 Lt/m³) (6 lentelė).

Iš analizuotų technikos variantų mažiausi medienos ruošos kaštai yra kertant medkirte „Timberjack 1270D“ ir ištraukiant medveže „Timberjack 1010“ (21,2 Lt/m³). Kertant plynai brandžius medynus, galinga technika pasiekia didelį darbo našumą, todėl medienos ruošos kaštai yra mažesni nei kitų technikos variantų.

Medkirtės „Timberjack 1270D“ ir traktoriaus „Belarus 892“ su savikrove priekaba „Patu 308“ sistemos taikymas tokiomis pačiomis gamybos sąlygomis medienos ruošos kaštus šiek tiek padidina (iki 23,5 Lt/m³), kadangi

traktoriaus „Belarus 892“ su savikrove priekaba „Patu 308“ darbo našumas plynuose kirtimuose sumažėja daugiau negu yra technikos eksploatavimo kaštų įtaka, lyginant su medveže „Timberjack 1010“.

Medkirtės-medvežės „Ponsse Buffalo Dual“ naudojimas plynuose kirtimuose yra mažiau ekonomišką variantą, palyginti su medkirte „Timberjack 1270D“. Medynų kirtimo kaštai medkirte-medveže yra 9 Lt/m³ didesni nei medkirte, tačiau 2 Lt/m³ mažesni nei kertant medynus motorpjūkliais.

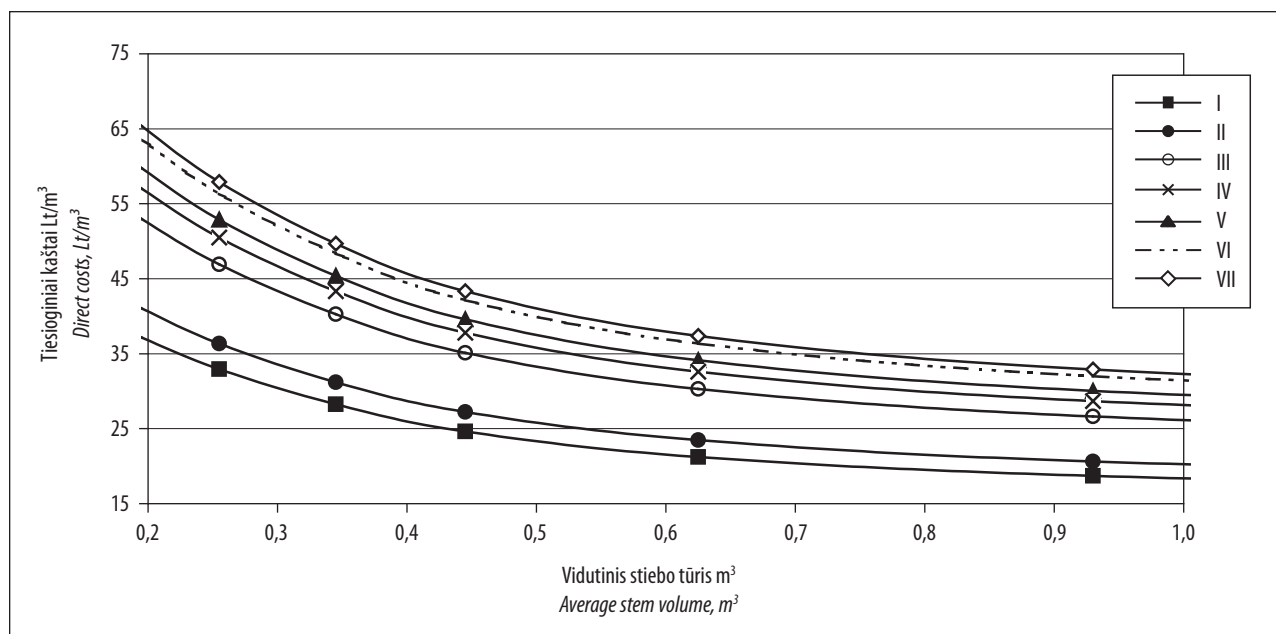
Medienos ruošos motorpjūkliais „Husquarna 357“ ir medveže arba traktoriumi su savikrove priekaba kaštai iš analizuotų 7 technikos variantų užima V ir VI vietas.

Didžiausi medienos ruošos kaštai patiriami, kai medynų kirtimui ir medienos ištraukimui naudojama universali medkirtė-medvežė „Ponsse Buffalo Dual“. Jos našumas yra mažesnis nei medkirtės, o technikos eksploatavimo kaštai – didesni. Dauguma autorių, tyrę medkirčių-medvežių naudojimą, nustatė, kad jos tinkamiausias atliekant ugdymo kirtimus, kai kertami nedidelio vidutinio stiebo tūrio medžiai ir kai išnaudojama medkirčių-medvežių galimybė krauti medieną į priekabą kirtimo metu (medį genint ir sortimentuojant) (Siren, Aaltio, 2003; Talbot et al., 2003; Asikainen, 2004).

Mažėjant vidutiniam kertamų medžių stiebo tūriui (0,2–1,0 m³), medienos ruošos kaštai didėja, tačiau tirtų technikos variantų ekonominio efektyvumo eiliškumas nesikeičia (4 pav.).

6 lentelė. Medienos ruošos kaštų, taikant įvairias technologijas, palyginimas
Table 6. Comparison of wood production costs for various technologies

| Technikos variantai Technology variants | Tiesioginiai kaštai bazinėse technologijose (plynas kirtimas eglyne, vidutinis stiebo tūris – 0,6 m ³ , normalios darbo sąlygos, ištraukimo atstumas – 300 m) Lt/m ³ Direct wood production costs (clear cutting, average stem volume 0.6 m, normal work conditions, forwarding distance 300 m), Lt/m ³ |
|--|---|
| III. Medkirtė „Timberjack 1270D“ ir medvežė „Timberjack 1010“ <i>Timberjack 1270D harvester and Timberjack 1010 forwarder</i> | 21,24 |
| IV. Medkirtė „Timberjack 1270D“ ir traktorius „Belarus 892“ su savikrove priekaba „Patu 308“ / <i>Timberjack 1270D harvester and Belarus 892 tractor with Patu 308 trailer</i> | 23,46 |
| V. Medkirtė-medvežė „Ponsse Buffalo Dual“ ir medvežė „Timberjack 1010“ / <i>Ponsse Buffalo Dual harvester and Timberjack 1010 forwarder</i> | 30,28 |
| VI. Medkirtė-medvežė „Ponsse Buffalo Dual“ ir traktorius „Belarus 892“ su savikrove priekaba „Patu 308“ / <i>Ponsse Buffalo Dual harvester and Belarus 892 tractor with Patu 308 trailer</i> | 32,59 |
| I. Motorpjūklis „Husquarna 357“ ir medvežė „Timberjack 1010“ <i>Husquarna 357 chainsaw and Timberjack 1010 forwarder</i> | 34,13 |
| II. Motorpjūklis „Husquarna 357“ ir traktorius „Belarus 892“ su savikrove priekaba „Patu 308“ / <i>Husquarna 357 chainsaw and Belarus 892 tractor with Patu 308 trailer</i> | 36,35 |
| VII. Medkirtė-medvežė „Ponsse Buffalo Dual“ / <i>Ponsse Buffalo Dual harvester</i> | 37,36 |



* I, II, III, IV, V, VI, VII technologijos apibūdintos 5 lentelėje.

* I, II, III, IV, V, VI, VII technologies are described in Table 5.

4 pav. Technikos ir vidutinio stiebo tūrio įtaka medienos ruošos kaštams (plyni kirtimai, eglynai, normalios darbo sąlygos, ištraukimo atstumas – 300 m)

Fig. 4. The influence of technology and average stem volume on wood production costs (clear cuttings, normal work conditions, forwarding distance 300 m)

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Lietuvos miškuose palankiomis sąlygomis medkirtės pasiekia didelį darbo našumą. Didžiausias tyrimų metu fiksuotas medkirtės operatyvinio darbo našumas – 32,9 m³/val., kai vidutinis medžių stiebų tūris – 0,45 m³.

2. Kertant medžius medkirte „Timberjack 1270D“ ir ištraukiant medveže „Timberjack 1010“ medienos ruošos kaštai nustatyti mažiausi (21,2 Lt/m³) iš analizuotų 7 technikos variantų, šiek tiek didesni (23,5 Lt/m³) – kertant medkirte „Timberjack 1270D“ ir ištraukiant traktoriumi „Belarus 892“ su savikrove priekaba „Patu 308“.

3. Medkirtės-medvežės „Ponsse Buffalo Dual“ naudojimas plynuose kirtimuose yra mažiau ekonomišką variantą, palyginti su medkirte „Timberjack 1270D“, tačiau efektyvesnis nei kertant medynus motorpjūkliais.

4. Medienos ištraukimas medveže „Timberjack 1010“ arba traktoriumi „Belarus 892“ su savikrove priekaba „Patu 308“ yra ekonomiškai efektyvesnis, palyginti su medkirte-medveže „Ponsse Buffalo Dual“.

5. Didžiausi medienos ruošos kaštai (36–37 Lt/m³) tirtomis sąlygomis nustatyti medienos ruošai (kirtimui ir ištraukimui) naudojant medkirtę-medvežę „Ponsse Buffalo Dual“.

6. Medienos ruošos technologijos palyginamomis sąlygomis kaštų didėjimo tvarka išsidėsto taip: medkirtė „Timberjack 1270D“ ir medvežė „Timberjack 1010“ (21,2 Lt/m³); medkirtė „Timberjack 1270D“ ir traktorius „Belarus 892“ su savikrove priekaba „Patu 308“ (23,5 Lt/m³); medkirtė-medvežė „Ponsse Buffalo Dual“ ir medvežė „Timberjack 1010“

(30,3 Lt/m³); medkirtė-medvežė „Ponsse Buffalo Dual“ ir traktorius „Belarus 892“ su savikrove priekaba „Patu 308“ (32,6 Lt/m³); motorpjūklis „Husquarna 357“ ir medvežė „Timberjack 1010“ (34,1 Lt/m³); motorpjūklis „Husquarna 357“ ir traktorius „Belarus 892“ su savikrove priekaba „Patu 308“ (36,4 Lt/m³); medkirtė-medvežė „Ponsse Buffalo Dual“ (37,4 Lt/m³). Plynuose kirtimuose rekomenduojama kirtimui naudoti medkirtes, analogiškas „Timberjack 1270D“, o ištraukimui – medvežes, analogiškas „Timberjack 1010“, arba traktorius su savikrovėmis priekabomis.

Gauta 2009 02 09

Priimta 2009 04 10

Literatūra

1. Akay A. E., Erdas O., Sessions J. Determining productivity of mechanized harvesting machines // Journal of Applied Sciences. 2004. Vol. 4. N 1. P. 100–106.
2. Andersson J., Eliasson L. Effects of three harvesting work methods on harvester productivity in final felling // Silva Fennica. 2004. Vol. 38. N 2. P. 195–2002.
3. Asikainen A. Integration of work tasks and supply chains in wood harvesting – cost saving or complex solutions? // International Journal of Forest Engineering. 2004. Vol. 15. N 2. P. 11–17.
4. Bergkvist I., Norden B., Hallonborg U. Drivaren är konkurrenskraftig // Resultat Fran Skogforsk. 2003. N 14. 4 p.
5. Björheden R. Differentiated processing in motor manual and mechanized logging // Journal of Forest Engineering. 1998. Vol. 9. N 2. P. 49–59.

6. Brandenberger R. Productivity Analysis of Harvester Systems – a Case Study in Swedish Thinning Operations. Diploma thesis. 2002. 54 p.
7. Dabek T., Kochanski R. Evaluating the technology of free pulling out with a forwarder Timberjack 1010 // Inzynieria Rolmcza. 2003. Vol. 7. N 10. P. 237–245.
8. Ellasson L. et al. Comparison of single-grip harvester productivity in clear and shelterwood cutting // Journal of Forest Engineering. 1999. Vol. 10. N 1. P. 43–48.
9. Generalinė miškų urėdija. Valstybinių miškų strategija miško ruošoje. 2007. Prieiga per internetą: <http://www.gmu.lt/?pid=335>
10. Glöde D., Sikström U. Two felling methods in final cutting of shelterwood, single-grip harvester productivity and damage to the regeneration // Silva Fennica. 2001. Vol. 35. N 1. P. 71–83.
11. Logging Cost Analysis. Virginia Tech. 2007. Prieiga per internetą: http://www.cnr.vt.edu/harvesting_systems/Costing.htm
12. McDonagh K. D. Systems Dynamics Simulation to Improve Timber Harvesting System Management. Blacksburg, Virginia, USA. 2002. Prieiga per internetą: http://scholar.lib.vt.edu/thesis/available/etd-09252002-155736/unrestricted/kierru_mcdonag
13. Miško ruošos darbų išdirbio normos ir įkainiai. Vilnius: Lietuvos TSR miškų ūkio ministerija, 1988. 147 p.
14. Mizaras S., Sadauskienė L., Mizaraitė D. Productivity of harvesting machines and costs of mechanised wood harvesting: Lithuanian case study // Baltic Forestry. 2008. Vol. 14. N 2. P. 155–162.
15. Nurminen T., Korpunen H., Uusitalo J. Time Consumption Analysis of the Mechanized Cut-to-length Harvesting System // Silva Fennica. 2006. Vol. 40. N 2. P. 335–363.
16. Petrauskas E., Žadeikis R. Medienos ruošos technologijų ekonominė analizė // Miškininkystė. 1996. Nr. 2(38). P. 135–147.
17. Pulkki R. E. Glossary of Forest Harvesting Terminology. 2007 (a). Prieiga per internetą: http://flash.lakeheadu.ca/~repulkki/REP_terminology.pdf
18. Pulkki R. E. Cut-to-length, tree-length or full tree harvesting. 2007 (b). Prieiga per internetą: http://flash.lakeheadu.ca/~repulkki/ctl_ft.html
19. Russel F., Mortimer D. A Review of Small-Scale Harvesting Systems in Use Worldwide and Their Potential Application in Irish Forestry. 2002. Prieiga per internetą: http://www.woodenergy.ie/iopen24/pub/59_smallscale.harvesting.pdf
20. Sadauskienė L., Mizaras S., Mizaraitė D. Medkirčių darbo našumo Lietuvos sąlygomis lyginamoji analizė // Miškininkystė. 2008. Nr. 2(64). P. 16–24.
21. Šakūnas Z. Miško ruošos pagrindinių technologijos variantų lyginamoji analizė // Lietuvos mokslas. 1997. T. 5. Kn. 13–14. P. 282–285.
22. Siren M., Aaltio H. Productivity and costs of thinning harvesters and harvester-forwarders // International Journal of Forest Engineering. 2003. Vol. 14. N 1. P. 39–48.
23. Talbot B., Nordfjell T., Suadicani K. Assessing the utility of two integrated harvester-forwarder machine concepts through stand-level simulation // International Journal of Forest Engineering. 2003. Vol. 14. N 2. P. 31–43.
24. Väätäinen K., Liiri H., Röser D. 2006. Cost competitiveness of harwarders in CTL-logging conditions in Finland – a discrete-event simulation study at the contractor level. In: Ackerman P., Längin D., Antonides M. (eds.). Precision Forestry in Plantations, Semi-Natural and Natural Forests – Proceedings of the International Precision Forestry Symposium. Stellenbosch University, South Africa, 5–10 March 2006. Econo Print. S–A. P. 451–463.

Stasys Mizaras, Liana Sadauskienė, Diana Mizaraitė

COMPARATIVE ECONOMIC ANALYSIS OF WOOD PRODUCTION TECHNOLOGIES

Summary

Various technologies, chainsaws, harvesters, harwarders, forwarders, trailers with crane are used for wood production in Lithuanian forests. There is a lack of the economic analysis of costs of various wood production technologies.

The study aims to estimate wood production technologies' costs as the main factor in the valuation of their competitiveness. Direct costs of wood production by seven wood production technologies were estimated. The work productivity of machines was estimated in the study areas by the time study method.

The Timberjack 1270D harvester and Timberjack 1010 forwarder technology showed the best economic effectiveness in clear cuttings in the study conditions. The highest wood production costs were calculated when a Ponsse Buffalo Dual harwarder was used.

To optimize wood production costs in clear cuttings, productive harvesters and forwarders should be used.