

## ИЗРАДА СОРТИМЕНАТА У САСТОЈИНАМА БАГРЕМА НА ПОДРУЧЈУ СРЕМА

МИЛОРАД ДАНИЛОВИЋ  
ЗОРАН БОРЂЕВИЋ

**Извод:** У овом раду су проучавани ефекти рада приликом сече и израде шумских сортимената у вештачки подигнутим састојинама багрема на подручју Срема. Сеча и израда шумских сортимената извршена је у две састојине, уз примену сортиментног метода рада. Снимање је извршено у одељењу 11-1 и у одељењу 40 ц. Организациона форма рада била је 1МР. Услови сече разликовали су се у односу на: старост засада, време сече и густину подраста. На основу извршених анализа установљено је да не постоје статистички значајне разлике између времена израде јединице производа у овим састојинама. Време израде јединице производа израчунато је на основу математичког модела једноструке регресионе анализе, који су добијени за обједињене податке обе састојинске ситуације. Груписање је извршено на основу резултата анализе варијансе. Поред анализа времена израде јединице производа извршена је и анализа утрошка горива и мазива. Утрошак горива и мазива израчунат је на основу математичког модела вишеструке регресионе анализе, где су као променљиве узете пречник и запреминско учешће техничког облог дрвета. Норме рада, као и нормативи утрошка горива и мазива, коришћени су приликом рачунања јединичних трошкова сече и израде у овим условима рада.

**Кључне речи:** багрем, сеча и израда, норме рада, време израде, утрошак горива и мазива.

### CROSS-CUTTING OF ASSORTMENTS IN BLACK LOCUST STANDS IN THE REGION OF SREM

**Abstract:** The effects of work on felling and cross-cutting of forest assortment were studied in artificially established black locust stands in Srem. Felling and cross-cutting of forest assortments was performed in two stands, with the application of the assortment method. The measurements were performed in compartment 11-1 and in compartment 40 c. Organisation work form was 1MR. Felling conditions differed regarding: plantation age, felling time and underwood density. Based on the analysis, it was concluded that there were no statistically significant differences between cross-cutting times of unit products in these stands. Cross-cutting time of unit products was calculated based on the mathematical model of simple regression analysis, obtained for pooled data for both stand situations. The grouping was based on the results of the analysis of variance. Fuel and lubricant consumption was also analysed in addition to the analyses of unit product cross-cutting time. The fuel and lubricant consumption was calculated based on the mathematical model of multiple regression analysis, in which the variables were the diameter and volume percentage of technical roundwood. Work norms, as well as the fuel and lubricant consumption standards were used in the calculation of unit costs of felling and cross-cutting in these working conditions.

**Key words:** black locust, felling and cross-cutting, work norms, cross-cutting time, fuel and lubricant consumption.

---

*Др Милорад Даниловић, доцент Шумарског факултета у Београду  
Зоран Борђевић, дил. инж., ШГ "Сремска Мишровица"*

## 1. УВОД

Услови рада у шумарству су веома разнолики, па постоји велики број фактора који директно или индиректно утичу на ефекте рада. На неке од ових фактора може се утицати у циљу стварања услова за веће ефекте рада. Један од начина за оцену резултата рада су норме рада које, поред осталог, омогућују боље планирање производње, ефикасније организовање процеса рада и објективну расподелу зарада радницима. Норме рада у сечи и изради шумских сортимената су веома значајне са више аспеката, а првенствено за проучавање производног процеса. Имајући у виду вишеструки значај норми и услове рада за које се доносе, најчешће су истраживања која обрађују ову проблематику сложена. У свету и код нас извршена су многобројна истраживања ове проблематике (Н и к о л и ћ, Ј е з д и ћ, 1993; Б а ј и ћ, Д а н и л о в и ћ, 1999, 2003; Ђ о к о в и ћ, 1995; Д а н и л о в и ћ, Ђ о к о в и ћ, 1997; З е ч и ћ, М а р а н ч е, 2005, и др.). Истраживања норматива рада су учесталија у састојинама где се изводе редовне сече, у односу на састојине где се врши проређивање. Норме, поред осталог, служе за рационализацију рада у производном процесу, а то као резултат има ниже трошкове по јединици производа. У том циљу, рационализовање потрошње горива и мазива по јединици производа предмет је интересовања шумарске науке и струке.

Утрошак енергената у шумарској производњи је проблематика која је била предмет истраживања више аутора (G u l k o, L., 1970; Ђ о к о в и ћ, 1995; Ђ о к о в и ћ, Д а н и л о в и ћ, 1997; Б а ј и ћ, Д а н и л о в и ћ, 2003 и др.). Та околност, као и исказана потреба шумарске праксе за објективним установљењем нивоа утрошака и фактора од којих они зависе, такође је мотивациони фактор у овим истраживањима.

## 2. ЦИЉ РАДА

Циљ ових истраживања је испитивање ефеката рада приликом сече и израде шумских сортимената у вештачки подигнутим састојинама багрема. Ефекти рада у фази сече и израде шумских сортимента зависе од великог броја фактора, што у одређеној мери утиче на време израде јединице производа. Према томе, за услове који су карактеристични за састојине багрема на подручју Срема, припремљени су подаци за статистичку обраду која се састојала у:

- испитана значајност разлика између две састојинске ситуације;
- установљена веза између времена потребног за сечу и израду дрвних сортимената и пречника стабла на прсној висини;
- установљављене су норме рада приликом сече и израде дрвних сортимената за дате услове;
- установљена веза између утрошка горива и мазива и пречника стабла;
- установљени су нормативи утрошка горива и мазива и
- утврђени су трошкови сече и израде на бази установљених норматива за услове који су били предмет истраживања.

### 3. МЕСТО И МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА

Истраживања су извршена у новембру 2005. и априлу 2006. године у вештачки подигнутим састојинама багрема, у два одељења на подручју ШУ "Кленак". Снимање је извршено у одељењу 40 ц које се налази у ГЈ "Каракуша". Састојина је једнодобна, зрела за сечу, старости 32 године. Земљиште је лесивирана гајњача, а тип шуме лужњака, граба и цера (VII/5). Склоп је 0,7, а подраст редак. Дрвна запремина у време сече састојине износила је  $282 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

У одељењу 11-1, које се налази у ГЈ "Павлака", извршено је снимање сече и израде дрвних сортимената у састојини старости 49 година. Земљиште је бескарбонатна ливадска црница, а тип шуме лужњака и граба (VII/2). Терен је раван, мртви покривач је мало заступљен, а подраст је средње густ. Састојина је једнодобна, зрела за сечу, а дрвна запремина у време сече износила је  $325 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Пречници стабала били су у распону од 15 до 50 *cm*. Снимање је извршено за организациону форму рада 1MP. Сеча и израда извршена је моторном тестером "STIHL" 026 AV, снаге 2,6 kW.

У овим истраживањима за снимање је коришћен метод фотохронометраже, а за мерење времена трајања радних операција коришћен је проточни метод.

У оквиру пројектоване технолошке шеме, сеча и израда дрвних сортимената састојала се од следећих радних операција: припрема радног места, сеча стабала, обарање стабала, кресање грана, обрада техничког дрвета, пререзивање техничког дрвета, кројење просторног дрета, цепање, приношење, израда косника, слагање. Поред тога, снимани су и други елементи технолошког процеса: време прелаза од стабла до стабла и др.

Поред снимања фазе сече и израде, снимани су и утрошци горива и мазива као значајне основе за калкулације трошкова рада при сечи и изради шумских сортимената. Снимање је извршено по методу допуне резервоара, односно, мерење утрошене количине горива и мазива извршено је помоћу стаклених мензура, са тачношћу читавања до на један милилитар (Ђоковић, 1995).

Снимљени подаци су обрађени уобичајеним математичким и статистичким методама (анализа варијансе, једнострука и вишеструка регресиона анализа и др.).

### 4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ЊИХОВА АНАЛИЗА

#### 4.1. Анализа времена сече и израде дрвних сортимената

Трајање радних операција снимано је за сва стабла, почев од пречника 15 *cm* на прсној висини.

На основу резултата анализе варијансе (F-0, 59) произилази да између времена израде две различите састојинске ситуације не постоје статистички значајне разлике, на нивоу значајности 95%. На основу тога је извршено обједињавање података, односно, третирани су као да потичу из истог статистичког скупа.

Резултати досадашњих истраживања показују да за различите врсте дрвећа постоји одређена веза између пречника стабла и времена израде јединице производа (Б а ј и ћ, Д а н и л о в и ћ, 1999, 2004, 2005). У овим истраживањима испитана је зависност трајања групе радних операција од пречника на прсној висини стабла и изабрани су математички модели који представљају ову везу.

Регресиони модели изабрани су на бази репрезентативног узорка који је дефинисан бројем анализираних стабала у дебљинском степену. Број стабала потребних за анализу одређен је на основу варијационе статистике.

Табела 1 - Број потребних и реализованих мерења  
Table 1 - Number of required and realised measurement

Дебљински степен (cm)	15	20	25	30	35	40	45	УКУПНО
ПМ	63	51	38	23	19	15	14	223
РМ	68	49	43	29	22	12	13	236

ПМ-број потребних мерења

РМ- број реализованих мерења

На бази статистичких елемената регресионе анализе (кофицијент корелације, коефицијент детерминације, тестови параметара функција, Ф-статистике и др.) усвојени су одговарајући регресиони модели функција који представљају везу између променљивих (Табела 2).

За независно промењиву узет је пречник на прсној висини стабла ( $D_{1,3}$ ), а за зависно промењиву - време израде појединих радних операција ( $t_z, t_t, t_p$ ).

Табела 2 - Резултати регресионе анализе  
Table 2 - Results regression analysis

Једначина регресије Regression equation	$t_{(a)}$	$t_{(b)}$	r	$r^2$ (%)	$S_r$	F
$t_z = 35,42 - 7,75 \cdot \ln(D_{1,3})$	35,42	-7,75	0,614	37,7	1,04	7,87
$t_p = (5,89 + 0,028 \cdot D_{1,3})^2$	5,887	0,028	-0,867	75,2	1,76	39,36
$t_t = \exp(0,89 + 19,091 \cdot D_{1,3}^{-1})$	0,888	19,09	0,723	52,3	0,281	14,24
$t_{pr} = \exp(-0,43 + 52,74 \cdot D_{1,3}^{-1})$	-0,434	52,74	0,509	25,9	0,538	4,55

$t_{pr}$  – време прелаза

$t_z$  – време заједничких радних операција

$t_t$  – време израде техничког дрвета

$t_p$  – време израде просторног дрвета

$t_{pr}$  – transition time

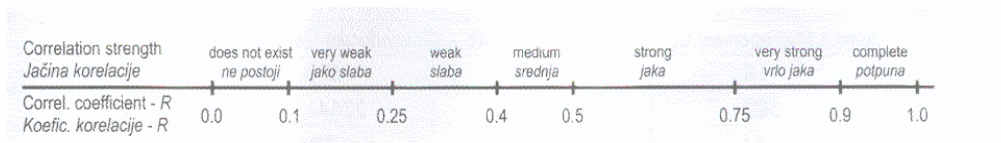
$t_z$  – time of common work operations

$t_t$  – technical wood cross-cutting time

$t_p$  – cordwood cross-cutting time

Коефицијент корелације показује да се ради о јакој до врло јакој вези између промењивих.

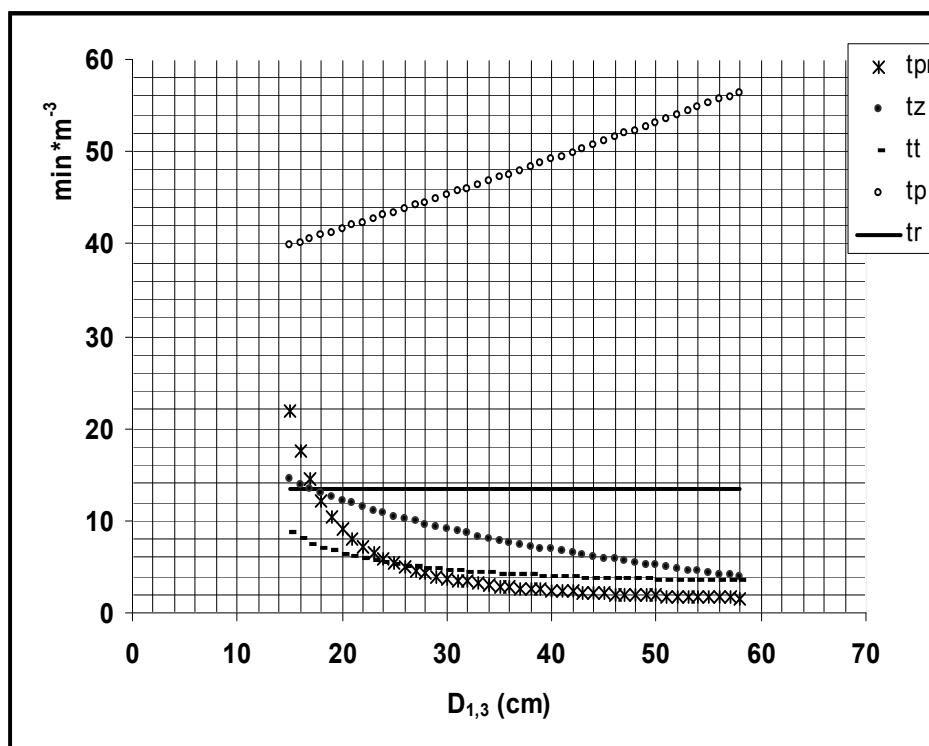
За јачину везе је коришћена Reomer-Orphalова расподела (слика 1).



Слика 1- Реомер-Орџалова расподела  
Figure 1 - Reomer-Orphal's distribution

Време прелаза од стабла до стабла, време заједничких радних операција и време израде техничког дрвета опада са повећањем пречника на прсној висини стабла, а време израде просторног дрвета расте. Израчунати параметри функција су оцењени на нивоу значајности од 99% (Табела 2).

На графикону 1 приказане су функције зависности времена израде од пречника стабла.



Графикон 1 - Зависнось времена израде од пречника стабла  
Diagram 1 - Dependence of the time of crosscutting on tree diameter

На основу регресионог модела изабраних функција времена израде, могу се израчунати норме за истраживане услове рада.

## 4. 2. Истраживање утрошка горива и мазива

Ова истраживања су, такође, имала за циљ да се установи природа и ниво зависности утрошка горива и мазива приликом сече и израде дрвних сортимената у вештачким састојинама багрема. Да би утрошци ових енергената, који иначе значајно учествују у укупним трошковима, били упоредиви са утрошцима при извођењу других видова сече и израде, сведени су на утрошак по јединици производа.

Коначан резултат ових анализа су нормативи утрошка горива и мазива, као значајна основа за калкулацију трошкова рада у редовним сечима багрема на подручју Срема. Подаци снимања за обе састојинске ситуације су обједињени на бази статистичких елемената (F-0, 14; F-0, 03) анализе варијансе. Анализа варијансе показује да између утрошка горива по јединици производа за истраживане састојинске услове не постоје статистички значајне разлике, као ни између утрошка мазива по јединици производа. То се и претпостављало, јер је утрошак горива у пропорцији са утрошком мазива. Може да дође до одступања због коришћења уља лошијег квалитета, неисправне уљне пумпе и др., што приликом ових снимања није био случај. Подаци извршених снимања су обједињени и као такви обрађени.

Табела 3 - Статистички елементи вишеструке регресионе анализе  
Table 3 - Statistical elements of multiple regression analysis

Једначина регресије Regression equation	T <sub>(a)</sub>	T <sub>(b)</sub>	T <sub>(c)</sub>	r <sup>2</sup> (%)	S <sub>r</sub>	F	DW
$U_g = 0,428615 - 0,00213309 \cdot D_{1,3} - 0,00145559 \cdot TO\%$	386,0	-34,5	-34,8	99,91	0,0015	22616	0,260
$U_m = 0,245254 - 0,000974027 \cdot D_{1,3} - 0,0011867 \cdot TO\%$	364,6	-26,0	-46,9	99,93	0,0009	25043	0,578

$U_g$  = утрошак горива

$U_m$  = утрошак мазива

ТО-техничко обло дрво

Зависност утрошка горива и мазива од пречника на прсној висини стабла представљена је математичким моделима вишеструке регресионе анализе (Табела 3). Извршене анализе показују врло јаку повезаност између променљивих. Утрошак горива и мазива значајно опада са повећањем пречника стабла.

Користећи одговарајуће функције зависности (Табела 2) установљени су нормативи утрошака горива и мазива и приказани су у табели 4.

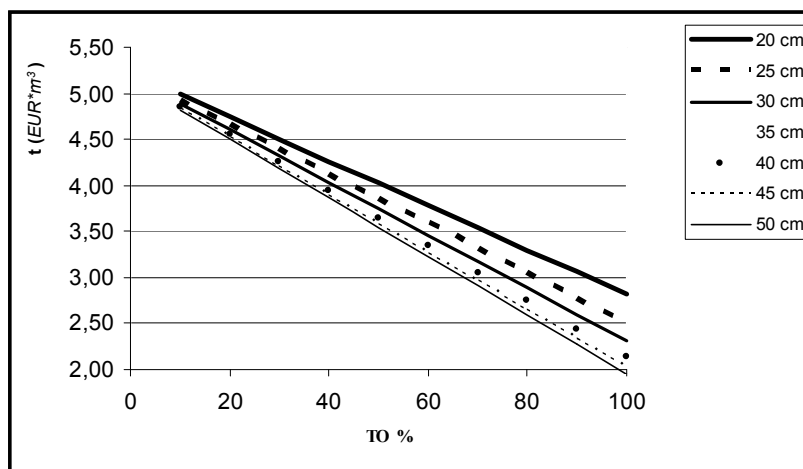
Просечни утрошак мазива у односу на утрошак горива по јединици производа је око 50% и не разликује се значајно када су у питању слична истраживања за тврде лишћаре (Боквић, 1995; Боквић, Даниловић, 1997; Бајић, Даниловић, 2003).

Табела 4 - Нормативи утрошка зорива и мазива  
Table 4 - Norms of fuel and lubricant consumption

<b>d<sub>1.3</sub></b>	<b>ТО</b>	<b>U<sub>g</sub></b>	<b>U<sub>m</sub></b>	<b>d<sub>1.3</sub></b>	<b>ТО</b>	<b>U<sub>g</sub></b>	<b>U<sub>m</sub></b>
<i>cm</i>	%	<i>ml·m<sup>-3</sup></i>		<i>cm</i>	%	<i>ml·m<sup>-3</sup></i>	
<b>15</b>	<b>25</b>	0,357	0,199	<b>35</b>	<b>74</b>	0,245	0,122
<b>16</b>	<b>30</b>	0,349	0,193	<b>36</b>	<b>75</b>	0,241	0,120
<b>17</b>	<b>35</b>	0,341	0,187	<b>37</b>	<b>76</b>	0,237	0,118
<b>18</b>	<b>39</b>	0,334	0,182	<b>38</b>	<b>77</b>	0,234	0,116
<b>19</b>	<b>43</b>	0,327	0,177	<b>39</b>	<b>78</b>	0,230	0,114
<b>20</b>	<b>46</b>	0,320	0,172	<b>40</b>	<b>79</b>	0,227	0,112
<b>21</b>	<b>49</b>	0,314	0,167	<b>41</b>	<b>80</b>	0,224	0,110
<b>22</b>	<b>52</b>	0,308	0,163	<b>42</b>	<b>81</b>	0,220	0,108
<b>23</b>	<b>55</b>	0,302	0,159	<b>43</b>	<b>81</b>	0,217	0,106
<b>24</b>	<b>57</b>	0,296	0,155	<b>44</b>	<b>82</b>	0,214	0,104
<b>25</b>	<b>59</b>	0,290	0,151	<b>45</b>	<b>83</b>	0,211	0,103
<b>26</b>	<b>61</b>	0,285	0,148	<b>46</b>	<b>83</b>	0,209	0,101
<b>27</b>	<b>63</b>	0,280	0,145	<b>47</b>	<b>84</b>	0,206	0,100
<b>28</b>	<b>65</b>	0,275	0,141	<b>48</b>	<b>85</b>	0,203	0,098
<b>29</b>	<b>67</b>	0,270	0,138	<b>49</b>	<b>85</b>	0,200	0,097
<b>30</b>	<b>68</b>	0,266	0,135	<b>50</b>	<b>86</b>	0,198	0,095
<b>31</b>	<b>70</b>	0,261	0,133	<b>51</b>	<b>86</b>	0,195	0,094
<b>32</b>	<b>71</b>	0,257	0,130	<b>52</b>	<b>87</b>	0,193	0,092
<b>33</b>	<b>72</b>	0,253	0,127	<b>53</b>	<b>87</b>	0,191	0,091
<b>34</b>	<b>73</b>	0,249	0,125	<b>54</b>	<b>88</b>	0,188	0,090

#### 4. 3. Трошкови сече и израде дрвних сортимената

Норме рада на сечи и изради дрвних сортимената, као и нормативи утрошка горива и мазива, су улазни параметри за рачунање јединичних трошкова. За услове који су били предмет истраживања, а на основу установљених норматива рада, израчунати су јединични трошкови и приказани на графикону 2.



Графикон 2 - Зависносћ јединичних трошкова од учешћа техничког облога дрвета за одређене дебљинске класе

Diagram 2 - Dependence of unit costs on the percentage of technical roundwood for the specific diameter classes

Јединични трошкови значајно опадају са повећањем запреминског учешћа техничког облога дрвета, а опадају и са повећањем пречника на прсној висини стабла (Графикон 2).

## 5. ЗАКЉУЧЦИ

На основу извршених анализа могу се извести следећи закључци:

На основу резултата анализе варијансе, произилази да између истраживаних састојина не постоје статистички значајне разлике, на основу чега су подаци обједињени.

Време прелаза од стабла до стабла, време заједничких радних операција и време израде техничког облога дрвета опада са повећањем пречника стабла, а време израде просторног дрвета расте.

Између променљивих постоји јака до врло јака корелативна зависност.

Веза између утрошка горива и мазива са једне стране, и пречника стабла и запреминског учешћа техничког облога дрвета, са друге, представљена је математичким моделом вишеструке регресионе анализе.

Утрошак горива и мазива у састојинама багрема зрелим за сечу значајно опада са повећањем пречника стабла, као и повећањем учешћа техничког облога дрвета.

Установљена потрошња горива у односу на потрошњу мазива је у просеку већа за 50%.

Трошкови сече и израде значајно опадају са повећањем запреминског учешћа техничког облога дрвета, а опадају и са повећањем пречника стабла на прсној висини.



## ЛИТЕРАТУРА

- Б а ј и ћ, В., Д а н и л о в и ћ, М. (1999): Истраживање зависности времена сече и израде дрвних сортимената од пречника на прсној висини и старости стабала у храстово грабовим састојинама, Шумарство 3-4, Београд.
- Б а ј и ћ, В., Д а н и л о в и ћ, М. (2003): Потрошња горива и мазива при сечи у младим храстово-грабовим састојинама, Гласник Шумарског факултета, стр. 59-66, 2002, Београд.
- Б а ј и ћ, В., Д а н и л о в и ћ, М. (2003): Оптимизација технологије проредних сеча у изданачком састојинама букве на подручју Црног врха, Гласник Шумарског факултета, 89, стр. 41-51, Београд.
- Д а н и л о в и ћ, М., Ђ о к о в и ћ, Р. (1997): Research of fuel and uubricant consumption in beech stand thinning, Proceeding book of the 3<sup>rd</sup> ICFWST 97, str. 521-527, Beograd.
- Д а н и л о в и ћ, М., Ђ о к о в и ћ, П. (1997): Потрошња горива и мазива у проредним сечама храстово-грабових састојина, Шумарство, стр. 75-85, 1997, Београд.
- Ђ о к о в и ћ, П. (1995): Истраживање норматива потрошње горива и мазива у проредним сечама борових култура, Јавно предузеће "СРБИЈАШУМЕ" – Истраживачко развојни центар, Шумарство бр. 3, стр. 45-56, Београд.
- Н и к о л и ћ, С., Ј е з д и ћ, Д. (1993): Техничке норме и нормативи у шумарству- јавно предузеће за газдовање шумама "СРБИЈАШУМЕ", Београд.
- З е ћ и ћ, З., М а р а н њ е, Ј. (2005): Матхематичал models for optimization of group work in harvesting operation, Croatia journal of forest engineering, 29-37, 1, Zagreb.
- Г у л к о, L. (1970): Improving the utilization of lubricant in a chain saw. Lesnaja Promyšlenost, 12, 24–25.

### CROSS-CUTTING OF ASSORTMENTS IN BLACK LOCUST STANDS IN THE REGION OF SREM

*Milorad Danilović  
Zoran Đorđević*

#### Summary

The effects of work on felling and cross-cutting of wood assortments were studied in artificially established black locust stands in Srem. The work organisation form was 1MR, and the tool was power saw STIHL 026 AV for which the fuel and lubricant consumption standards were stated. The study area was MU "Karkuša", compartment 40c and MU "Pavlaka", compartment 11-1 in stands aged 32 and 49 years. Based on the results of the analysis of variance (F=0.59), the data for both stand situations were pooled. Time norms were calculated based on regression models. The time of transition from tree to tree, time of common operations and time of cross-cutting of technical roundwood, decrease with the increase of diameter at breast height, i. e. there is a strong correlation between the above times and tree diameter. Time of cordwood cross-cutting increases with the increase of tree diameter, and the correlation between the variables is very strong.

The dependence of fuel and lubricant consumption on diameter at breast height is represented by mathematical models of multiple regression analysis. Fuel and lubricant consumption decrease with the increase of tree diameter, as well as with the increase of technical roundwood volume percentage.

Unit costs were calculated based on the calculated norms of felling and cross-cutting and norms of fuel and lubricant consumption. Unit costs decrease significantly with the increase of technical roundwood volume percentage, and also decrease with the increase of tree diameter at breast height.

