

АНАЛИЗА НА ЕНЕРГЕТСКАТА ВРЕДНОСТ НА ДРВОТО ОД ЕЛА

Љупчо НЕСТОРОВСКИ, Митко НАЦЕВСКИ, Здравко ТРАЈАНОВ¹⁾

АПСТРАКТ

Предмет на истражување во овој труд е енергетската вредност на дрвото од ела (*Abies Alba*) со потекло од Република Македонија. За таа цел, беа земени проби дрво од ела од два региони, и истите се анализирани поединечно и заедно, за на крај да се изведат средните вредности за енергетската вредност на дрвото од бука како вид.

Резултатите од истражувањата покажуваат релативно добар енергетски потенцијал на овој дрвен вид, со што може да се оправда неговото користење во енергетски цели во Република Македонија.

Клучни зборови: дрво, ела, енергија, вредност, потенцијал.

1. ВОВЕД

Потрошувачката на енергија е една од мерките на развој на човештвото. Нејзината достапност за користење, технологијата на добивање, изворите на енергија, како и начинот на користење, ги разликува развиените од неразвиените држави. Светската тенденција на побарувачка на енергија постојано се зголемува, но постепено се исцрпуваат постојните извори на природни енергенси, па човекот е принуден постојано да бара нови, алтернативни и обновливи извори на енергија, кои едновремено ќе бидат и еколошки чисти. Заради тоа, потребно е да се воспостави рамнотежа помеѓу потребата од енергија и штетите по човековата околина кои настануваат при нејзиното производство и користење. Поаѓајќи од овој факт, како и од квалитетот на шумите во Р. Македонија, начинот (технологијата) на користење на шумите, количината, видот и квалитетот на шумските дрвни сортименти кои се добиваат од нашите шуми, сметаме дека истите се голем енергетски потенцијал на Државата, и со нивно правилно и трајно стопанисување, како и со промена на технологијата и механизацијата на производство, претставуваат добра основа за развој на помодерно и поголемо производство на енергија.

2. АНАЛИЗА НА ЕНЕРГЕТСКАТА ВРЕДНОСТ НА ДРВОТО ОД ЕЛА

За анализа на енергетската вредност на дрвото од ела материјал е земен од 6 стебла, од два локалитета (Маврово и Кавадарци) и од нив се земени проби од сите делови на стеблото. При тоа се анализирани разликите во енергетската вредност кои се јавуваат кај пробите од различни делови на стеблото и кората. Измерени се вкупно 80 проби и истите се анализирани во однос на енергетската вредност, грешките на средните вредности, стандардната девијација, коефициентот на варијација, како и тестирање на сигнификантноста на разликите на средните вредности. Заради подобра прегледност, резултатите ќе ги изнесеме поединечно за секој локалитет, а потоа ќе ги презентираме кумулативно за дрвниот вид.

¹⁾Д-р Љупчо Несторовски, доцент, Шумарски факултет, Скопје, Република Македонија
Д-р Митко Нацевски, редовен професор, Шумарски факултет, Скопје, Република Македонија
М-р Здравко Трајанов, асистент, Шумарски факултет, Скопје, Република Македонија

2.1. Анализа на енергетската вредност на дрвото од ела од мавровскиот регион

За анализа на енергетската вредност на дрвото од ела од мавровскиот регион, материјал е земен од 3 стебла и од нив се земени проби од сите делови на стеблото. При тоа се анализирани разликите во енергетската вредност кои се јавуваат кај пробите од различни делови на стеблото и кората. Измерени се вкупно 40 проби и истите се анализирани во однос на енергетската вредност, грешките на средните вредности, стандардната девијација, коефициентот на варијација, како и тестирање на сигнификантноста на разликите на средните вредности.

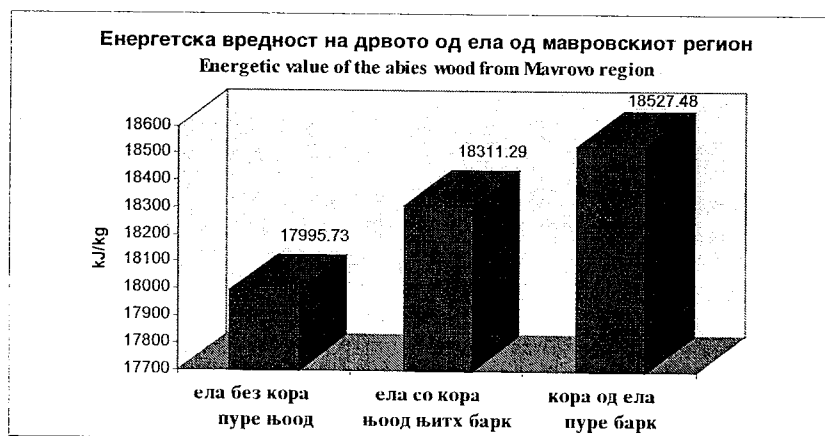
Заради подобра прегледност на добиените резултати, истите се претставени во табела 1 и графикон 1.

Табела 1 (Table 1)

Енергетската вредност на дрвото од ела од Мавровскиот регион Energetic value of the abies wood from Mavrovo region			
	Дрво без кора Wood without bark	Дрво со кора Wood with bark	Кора од ела Abies bark
$\bar{x} \pm f_x$ (kJ/kg)	17.995,73 \pm 99,6159	18.311,29 \pm 66,0396	18.527,48 \pm 112,9453
$\sigma \pm f_\sigma$ (kJ/kg)	385,8108 \pm 70,4391	255,7704 \pm 46,6971	357,1645 \pm 79,8646
$v \pm f_v$ (%)	2,1439 \pm 0,3914	1,3968 \pm 0,2550	1,9278 \pm 0,4311

Анализата на значајноста на разликите на средните вредности на дрвото без кора, дрвото со кора и само на кората, покажува дека при горење на кора се добиваат највисоки вредности, потоа при горење на дрво со кора, додека при горење на дрво со кора од ела се добива најниска средна енергетска вредност.

Графикон 1 (Chart 1)



При анализата на енергетската вредност на чисто дрво (без кора) од ела испитувани се вкупно 15 проби, при што енергетската вредност на дрвото се движеше од 17.521,00 kJ/kg до 18.690,77 kJ/kg.

Просечната енергетска вредност на дрвото од ела без кора од мавровскиот регион изнесува $17.995,73 \pm 99,6159$ kJ/kg, со стандардна девијација од $385,8108 \pm 70,4391$ kJ/kg и коефициент на варијација од $2,1439 \pm 0,3914$ %.

При анализата на енергетската вредност на дрво со кора од ела испитувани се вкупно 15 проби, при што енергетската вредност на дрвото се движеше од 17.858,94 kJ/kg до 18.846,98 kJ/kg.

Просечната енергетска вредност на дрвото од ела заедно со кората од мавровскиот регион изнесува $18.311,29 \pm 66,0396$ kJ/kg, со стандардна девијација од $255,7704 \pm 46,6971$ kJ/kg и коефициент на варијација од $1,3968 \pm 0,2550$ %.

При анализата на енергетската вредност на кората од ела испитувани се вкупно 10 проби, при што енергетската вредност на кората се движеше од $17.878,49$ kJ/kg до $18.862,44$ kJ/kg.

Просечната енергетска вредност на кората од ела од мавровскиот регион изнесува $18.527,48 \pm 112,9453$ kJ/kg, со стандардна девијација од $357,1645 \pm 79,8646$ kJ/kg и коефициент на варијација од $1,9278 \pm 0,4311$ %.

2.2. Анализа на енергетската вредност на дрвото од ела од кавадаречкиот регион

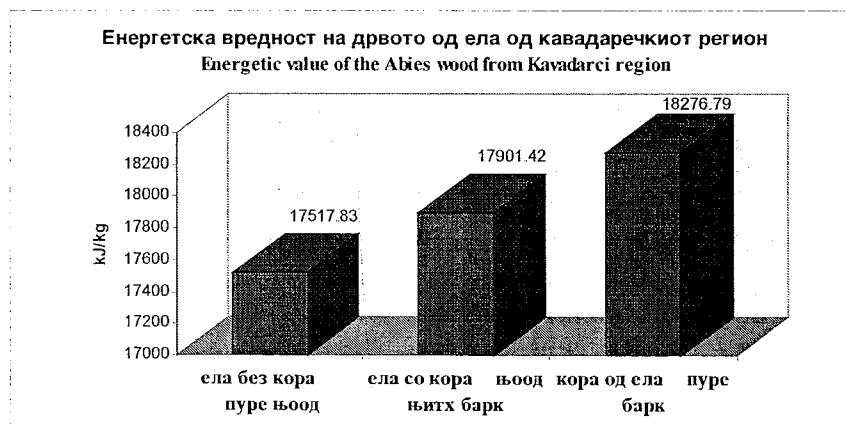
За анализа на енергетската вредност на дрвото од ела од кавадаречкиот регион, материјал е земен од 3 стебла и од нив се земени проби од сите делови на стеблото. При тоа се анализирани разликите во енергетската вредност кои се јавуваат кај пробите од различни делови на стеблото и кората. Измерени се вкупно 40 проби и истите се анализирани во однос на енергетската вредност, грешките на средните вредности, стандардната девијација, коефициентот на варијација, како и тестирање на сигнификантноста на разликите на средните вредности. Заради подобра прегледност на добиените резултати, истите се претставени во табела 2 и графикон 2.

Табела 2 (Table 2)

Енергетската вредност на дрвото од ела од кавадаречкиот регион Energetic value of the abies wood from Kavadarci region			
	Дрво без кора Wood without bark	Дрво со кора Wood with bark	Кора од ела Abies bark
$\bar{x} \pm f_x$ (kJ/kg)	$17.517,83 \pm 99,4732$	$17.901,42 \pm 83,6823$	$18.276,79 \pm 92,6515$
$\sigma \pm f_\sigma$ (kJ/kg)	$385,2580 \pm 70,3382$	$324,1003 \pm 59,1723$	$292,9898 \pm 65,5146$
$v \pm f_v$ (%)	$2,1992 \pm 0,4015$	$1,8105 \pm 0,3306$	$1,6031 \pm 0,3585$

Анализата на значајноста на разликите на средните вредности на дрвото без кора, дрвото со кора и само на кората, покажува дека при горење на кора се добиваат највисоки вредности, потоа при горење на дрво со кора, додека при горење на дрво со кора од ела се добива најниска средна енергетска вредност.

Графикон 2 (Chart 2)



При анализата на енергетската вредност на чисто дрво (без кора) од ела испитувани се вкупно 15 проби, при што енергетската вредност на дрвото се движеше од 16.892,41 kJ/kg до 18.247,99 kJ/kg.

Просечната енергетска вредност на дрвото од ела без кора од кавадаречкиот регион изнесува $17.517,83 \pm 99,4732$ kJ/kg, со стандардна девијација од $385,2580 \pm 70,3382$ kJ/kg и коефициент на варијација од $2,1992 \pm 0,4015$ %.

При анализата на енергетската вредност на дрво со кора од ела испитувани се вкупно 15 проби, при што енергетската вредност на дрвото се движеше од 17.394,14 kJ/kg до 18.525,76 kJ/kg.

Просечната енергетска вредност на дрвото од ела заедно со кората од кавадаречкиот регион изнесува $17.901,42 \pm 83,6823$ kJ/kg, со стандардна девијација од $324,1003 \pm 59,1723$ kJ/kg и коефициент на варијација од $1,8105 \pm 0,3306$ %.

При анализата на енергетската вредност на кората од ела испитувани се вкупно 10 проби, при што енергетската вредност на кората се движеше од 17.787,80 kJ/kg до 18.643,58 kJ/kg.

Просечната енергетска вредност на кората од ела од кавадаречкиот регион изнесува $18.276,79 \pm 92,6515$ kJ/kg, со стандардна девијација од $292,9898 \pm 65,5145$ kJ/kg и коефициент на варијација од $1,6031 \pm 0,3585$ %.

2.3. Анализа на енергетската вредност на дрвото од ела како дрвен вид

При анализата на енергетската вредност на дрвото од ела како дрвен вид, вкупно се анализирани вредностите од земените проби од сите делови на стеблото од двата локалитета. При тоа се анализирани разликите во енергетската вредност кои се јавуваат кај пробите од различни делови на стеблото и кората.

За анализа на енергетската вредност на дрвото, измерени се вкупно 80 проби и истите се анализирани во однос на енергетската вредност, грешките на средните вредности, стандардната девијација, коефициентот на варијација, како и тестирање на сигни-фикантноста на разликите на средните вредности и истите се претставени во табела 3.

При анализата на енергетската вредност на чисто дрво (без кора) од ела испитувани се вкупно 30 проби, при што енергетската вредност на дрвото се движеше од 16,892,41 kJ/kg до 18.690,77 kJ/kg.

Табела 3 (Table 3)

Енергетската вредност на дрвото од ела како дрвен вид Energetic value of the abies wood			
	Дрво без кора Wood without bark	Дрво со кора Wood with bark	Кора од ела Abies bark
$\bar{x} \pm f_x$ (kJ/kg)	$17.756,78 \pm 82,1742$	$18.106,39 \pm 64,7465$	$18.402,14 \pm 76,6899$
$\sigma \pm f_\sigma$ (kJ/kg)	$450,0864 \pm 58,1059$	$354,6313 \pm 45,7827$	$342,9676 \pm 54,2279$
$v \pm f_v$ (%)	$2,5347 \pm 0,3272$	$1,9586 \pm 0,2529$	$1,8637 \pm 0,2947$
T	$t_1=3,34$	$t_2=3,94$	$t_3=5,72$

Просечната енергетска вредност на дрвото од ела без кора како дрвен вид изнесува $17.756,78 \pm 82,1742$ kJ/kg, со стандардна девијација од $450,0864 \pm 58,1059$ kJ/kg и коефициент на варијација од $2,5347 \pm 0,3272$ %.

При анализата на енергетската вредност на дрво со кора од ела испитувани се вкупно 30 проби, при што енергетската вредност на дрвото се движеше од 17.394,14 kJ/kg до 18.846,98 kJ/kg.

Просечната енергетска вредност на дрвото од ела заедно со кората како дрвен вид изнесува $18.106,39 \pm 64,7465$ kJ/kg, со стандардна девијација од $354,6313 \pm 45,7827$ kJ/kg и коефициент на варијација од $1,9586 \pm 0,2529$ %.

При анализата на енергетската вредност на кората од ела испитувани се вкупно 20 проби, при што енергетската вредност на дрвото се движеше од $17.787,80$ kJ/kg до $18.862,44$ kJ/kg.

Просечната енергетска вредност на кората од ела како дрвен вид изнесува $18.402,14 \pm 76,6899$ kJ/kg, со стандардна девијација од $342,9676 \pm 54,2279$ kJ/kg и коефициент на варијација од $1,8637 \pm 0,2947$ %.

Анализата на значајноста на разликите на средните вредности на дрвото без кора, дрвото со кора и само на кората, покажува дека при горење кора се добиваат највисоки вредности, потоа при горење на дрво со кора, додека при горење на дрво без кора од ела се добива најниска средна енергетска вредност. Анализата на значајноста на разликите на средните вредности при степен на сигурност од 99%, покажува дека разликата помеѓу средната енергетска вредност на дрвото од ела со кора и дрвото без кора изнесува $t_1 = 3,34$ и е поголема од граничната вредност $t = 2,58$, односно статистички е значајна, а истото се констатира и помеѓу средните вредности на дрвото со кора и дрвото без кора во однос само на кората од ела, ($t_2 = 3,94$, $t_3 = 5,72$) е статистички значајна.

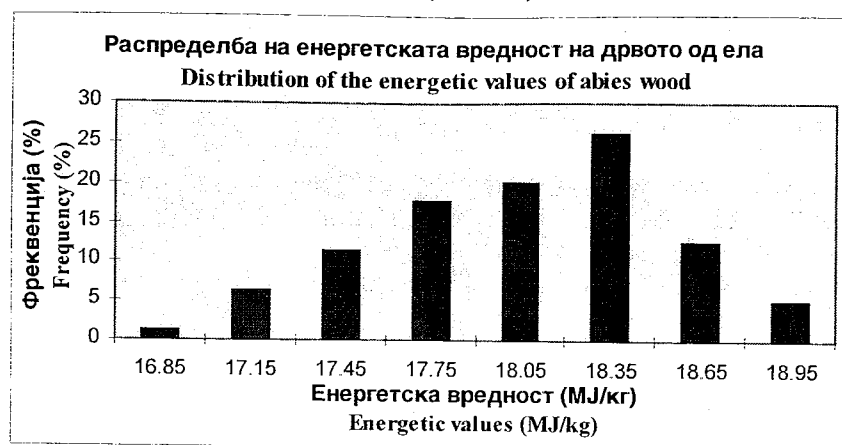
Табела 4 (Table 4)

Кумулативен приказ на енергетска вредност - ела како дрвен вид			
Distribution of the energetic values of abies wood			
Енергетска вредност (Energetic value) kJ	Средина на класа (middle of the class) 000 kJ	број на проби (number of tests) n	% f
16.701 - 17.000	16.85	1	1.30
17.001 - 17.300	17.15	5	6.20
17.301 - 17.600	17.45	9	11.30
17.601 - 17.900	17.75	14	17.50
17.901 - 18.200	18.05	16	20.00
18.201 - 18.500	18.35	21	26.20
18.501 - 18.800	18.65	10	12.50
18.801 - 19.100	18.95	4	5.00
Σn (f)		80	100.00
$\bar{x} \pm f_x$ (kJ/kg)		$18.049,22 \pm 51.6170$	
$\sigma \pm f_\sigma$ (kJ/kg)		462.6768 ± 36.7359	
$v \pm f_v$ (%)		2.5634 ± 0.2027	

Просечната енергетска вредност на дрвото од ела како вид изнесува $18.049,22 \pm 51,6170$ kJ/kg, со стандардна девијација од $462,6768 \pm 36,7359$ kJ/kg и коефициент на варијација од 2.5634 ± 0.2027 %.

Фреквенциониот полигон на распределба на енергетската вредност на дрвото од ела, е прикажан на графикон 3.

Графикон 3 (Chart 3)



3. ЗАКЛУЧОЦИ

1. Просечната енергетска вредност на дрвото од ела без кора како дрвен вид изнесува $17.756,78 \pm 82,1742$ кЈ/кг, со стандардна девијација од $450,0864 \pm 58,1059$ кЈ/кг и коефициент на варијација од $2,5347 \pm 0,3272$ %.
2. Просечната енергетска вредност на дрвото од ела заедно со кората како дрвен вид изнесува $18.106,39 \pm 64,7465$ кЈ/кг, со стандардна девијација од $354,6313 \pm 45,7827$ кЈ/кг и коефициент на варијација од $1,9586 \pm 0,2529$ %.
3. Просечната енергетска вредност на кората од ела како дрвен вид изнесува $18.402,14 \pm 76,6899$ кЈ/кг, со стандардна девијација од $342,9676 \pm 54,2279$ кЈ/кг и коефициент на варијација од $1,8637 \pm 0,2947$ %.
4. Просечната енергетска вредност на дрвото од ела како вид изнесува $18.049,22 \pm 51,6170$ кЈ/кг, со стандардна девијација од $462,6768 \pm 36,7359$ кЈ/кг и коефициент на варијација од 2.5634 ± 0.2027 %.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] van der Hem, A.B., Hoogsteen, R., Wetzels, F.J.B. (2000): Energy and environment in Macedonian industry, PSO programme, Skopje.
- [2] Dekanic, S. (2000): Energija iz biomase - cesto precenjivani energijski izvor, Mehanizacijaumarstva, broj 1-2, Zagreb.
- [3] Krpan, A.P.B. (1996): Biomasa za energiju - zbilja hrvatskog krsa?, Hrvatsko sumarsko drustvo, knjiga 2, Zagreb.
- [4] Pimentel, D. (2002): Biomass utilization, limits of, Encyclopedia of Physical science, third edition, vol.2.

ANALISYS OF THE ENERGETIC VALUE OF THE ABIES WOOD

Ljupco NESTOROVSKI, Mitko NACEVSKI, Zdravko TRAJANOV¹⁾

SUMMARY

In the paper are presented the results from the investigation of the energetic values of the *Abies alba* wood from Macedonian origin.

The research was made on the energetic values of pure wood, pure bark and mixed bark and wood. The samples were taken from two different locations (Mavrovo and Kavadarci), in order to see if that influence the energetic potential of the species.

The results from the investigation showed very high energetic value of these species, especially of the bark.

Key words: wood, energy, bark, abies.

Lupco Nestorovski, Ph.D., assistant professor, Faculty of Forestry, Skopje, Republic of Macedonia
Mitko Nacevski, Ph.D., full professor, Faculty of Forestry, Skopje, Republic of Macedonia
Zdravko Trajanov, Mr.Sc, assistant, Faculty of Forestry, Skopje, Republic of Macedonia