

АНАЛИЗА ШТЕТА ОД ЛЕДОЛОМА У ВЕШТАЧКИ ПОДИГНУТОЈ САСТОЈИНИ СМРЧЕ НА ПОДРУЧЈУ ИСТОЧНЕ СРБИЈЕ

МИЛУН КРСТИЋ¹
БРАНКО КАЊЕВАЦ
ВИОЛЕТА БАБИЋ

Извод: У раду су приказани резултати истраживања последица утицаја хладног таласа у источној Србији, у вештачки подигнутој састојини смрче, у ГЈ „Обла глава“, Шумска управа Сокобања. Састојина је једнодобна, старости 38 година, очувана, са врло густим склопом (1,0). Крајем новембра и почетком децембра 2014. године источну Србију је захватио хладни талас који је довео до великих штета и настанка ледолома у шумама овог подручја. Проучавана састојина смрче је, једним делом, била директно изложена утицају хладног таласа, јер се испред ње налази чистина, док је други део заштићен суседним састојинама. За приказ климатских карактеристика приликом настанка хладног таласа, применом метода висинских градијената климатских елемената, извршена је анализа на надморској висини од 700 m, на којој је локалитет проучавања, као и анализа штетног утицаја хладног таласа на вештачки подигнуте састојине смрче на овом подручју. Приказане су само годишње вредности и вредности најважнијих климатских елемената за месеце новембар и децембар, када је и дошло до леденог таласа: температуре ваздуха, падавина и влаге ваздуха. Утврђивање интензитета оштећења састојине вршено је категорисањем стабала према степену оштећења. Израчунат је индекс оштећења састојине применом метода Rebertus, A. J. *et al.* (1997), који је прилагођен класификацији оштећености стабала примењеној у овом раду.

Кључне речи: источна Србија, ледоломи, климатске карактеристике, вештачки подигнута састојина смрче, степен оштећења

THE ANALYSIS OF THE DAMAGE CAUSED BY ICE-BREAKS IN AN ARTIFICIALLY-ESTABLISHED SPRUCE STAND IN EASTERN SERBIA

Abstract: The paper presents the results of a study of the effects of a cold wave in eastern Serbia. The research was conducted in an artificially-established spruce stand in MU 'Obla glava', Sokobanja Forest Administration. The stand is even-aged, 38 years old, well-preserved with a very dense canopy closure (1.0). In late November and early December 2014, eastern Serbia was hit by a cold wave that caused serious damage and the occurrence of ice-breaks in the forests of this region. A part of the study spruce stand was directly exposed to the cold wave because there is a clearing in front of it, while the other part was protected by neighboring stands. The characteristics of the climate at the time of the cold wave were determined for the altitude of 700 m where the study stand is located. The summary of the climate was based on the study of the main meteorological elements using the method of altitudinal gradients and the study of the harmful effects of the cold wave on artificially-established spruce stands in the area. We presented the annual values and the values of the following most important climatic elements for the months of November and December when the ice wave occurred: air temperature, rainfall, and air humidity. Categorization of trees by the degree of damage was used to determine the intensity of the stand damage. The index of the stand damage was

1 др Милун Крстић, ред. проф., Бранко Кањевац, мајстор инж. шумарства, асистент; др Виолета Бабић, доцент, Универзитет у Београду - Шумарски факултет

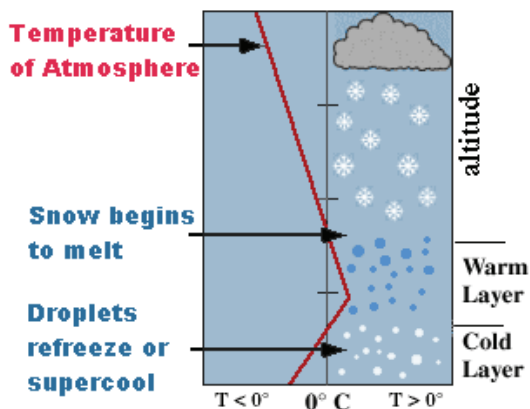
calculated using the method of Rebertus, A. J. *et al.* (1997), which was adapted to the classification of tree damage applied in this paper.

Keywords: eastern Serbia, ice-breaks, climate characteristics, artificially-established spruce stand, degree of damage

1. УВОД, ПРОБЛЕМ И ЗАДАТАК РАДА

Познато је да се приликом стварања атмосферских падавина влага уздиже и на великим висинама, када је температура ваздуха нижа од -5°C у облацима, при чему почиње да пада снег. Уколико снег пролази кроз зону топлог ваздуха, почиње да се отапа и јављају се падавине у облику кише. Након тога кишне капи се, проласком кроз зону хладног ваздуха, поново хладе и настаје тзв. прехлађена киша, која услед додира са подлогом нагло смрзава и настаје ледена покорица.

Национална метеоролошка служба Сједињених Америчких Држава ледену кишу дефинише као појаву замрзавања падавина, при чему долази до настанка талог леда дебљине изнад 6,35 mm или 1/4 инча (<http://www.weather.gov/lwx/WarningsDefined>).



Слика 1. Шематски приказ настанка ледене кише
(<http://www.islandnet.com/%7Esee/weather/elements/icestorm.htm>)

Figure 1 Schematic summary of the freezing rain formation
(<http://www.islandnet.com/%7Esee/weather/elements/icestorm.htm>)

Опште познато је, такође, да неповољне временске прилике за биљке могу изазвати нагле промене температуре ваздуха на неком подручју, настанком адвективних мразева услед наглог продора хладних ваздушних маса из других крајева, најчешће крајем јесени, које захватају велику територију и трају по неколико дана.

Једна од неповољних временских појава је и ледена кора која се јавља када после јачих отопљења наступи нагло захлађење, због чега се вода од отопљеног снега претвара у лед, и на тај начин настаје висећа или обешена ледена кора (Оторепец, С., 1991).

Бунушевац, Т. (1951) наводи да укупна количина леда, која може на овај начин да се нагомила на круни, може да буде неколико пута већа од укупне тежине самог дрвета. У двадесетогодишњој храстовој шуми констатовано је на једном стаблу 155 килограма леда, односно количина која је приближно троструко већа од тежине саме биљке. Према Плазинићу (1985), на подручју источне Србије тежина ледених наслага може бити и више од 3,5 kg/m дужном гране. Последице овакве појаве леда су штете на дрвећу у виду ледолома или ледоизвала.

На подручју западне Србије је половином новембра 1985. године дошло до појаве ледене масе у већој количини на крошњама стабала, која је изазвала катастрофалне штете. Ова елементарна непогода је захватила једно шире подручје између Ваљева, Бајине Баште, Ужица, Чачка, Краљева и Горњег Милановца, на надморској висини од 500 до 1.100 m н.в. (Стојановић, Љ., 1986).

Крајем новембра и почетком децембра 2014. године, источну Србију је захватио хладни талас² стварањем велике количине леда на дрвећу, што је довело до великих штета у шумама овог подручја, јер је под теретом леда дошло до ломљења и изваљивања великог броја стабала. Хоризонтални појас распрострањења леденог таласа је обухватио подручја шумских газдинстава „Северни Кучај“ Кучево, „Јужни Кучај“ - Деспотовић, „Тимочке шуме“ - Бољевац, „Расина“ - Крушевац и „Ниш“ - Ниш. У вертикалном смислу, распрострањење леденог таласа се кретало између 500 и 900 m надморске висине (Јанковић, В., 2015).

Према подацима из Акционог плана санације оштећених шума у државном и приватном власништву (2015–2018) у шумама источне Србије штете од леденог таласа су забележене на 19.419,78 ha, од чега су 8.301,01 ha високе природне састојине, 8.997,37 изданацке састојине и 2.121,40 ha вештачки подигнуте састојине. Укупно је оштећено 1.607.981 m³ дрвне запремине, при чему је 855.204 m³ дрвне запремине означено као предмет хитне мелиорације уклањањем одумирућих стабала. Слична ситуација забележена је и нешто раније, крајем јануара и почетком фебруара 2014. године у Хрватској (Горски Котар) и у Словенији. У Хрватској је ледени талас оштетио 500.000 m³, док су у Словенији забележене знатно веће штете, и оштећено је 9.100.000 m³, од чега 34% четинара и 66% лишћара. Осим шума, под тежином леда страдали су и бројни инфраструктурни објекти.

Проучавање настанка и утицаја ледолома и ледоизвала на шуму је био предмет многих радова у претходном периоду Стојановић, Љ. (1986), Rebertus, A. J. *et al.* (1997), Lloyd, C. I. (2000), Shortle, W. C. *et al.* (2003), Luley, C. J. и Bond, J. (2006), Kobal, M. *et al.* (2014), Kernel, L. (2015), Mezgec, I. (2015) и др. На појаву ледолома на подручју источне Србије у ранијем периоду указује Плазинић, С. (2002).

На основу наведеног, циљ рада је извршити:

- анализу климатских услова приликом појаве хладног таласа на по-

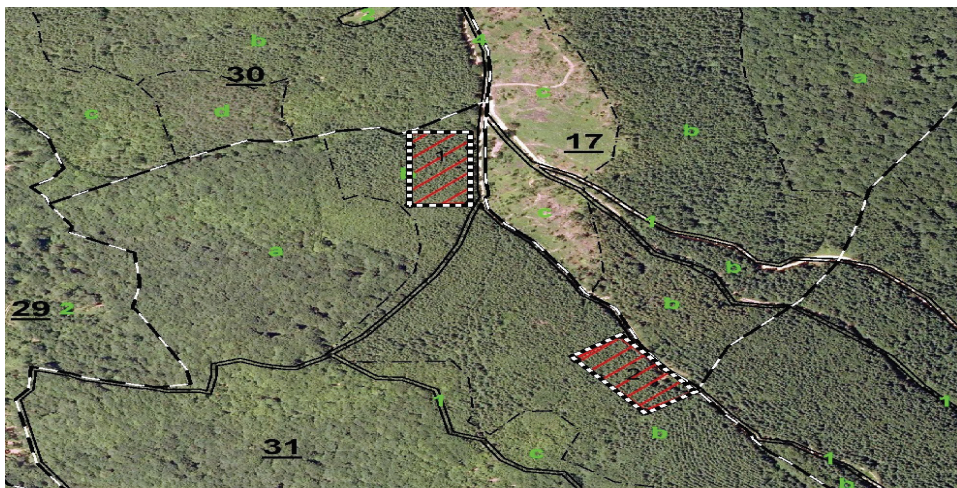
2 Према дефиницији у метеорологији, хладни талас представља континуирани низ од 5 и више дана са минималном дневном температуром значајно испод просечне (у категорији хладно и веома хладно).

дручју североисточне Србије,

- анализу штета од ледолома под утицајем насталог хладног таласа на вештачки подигнуте састојине смрче на подручју Сокобање.

2. ОБЈЕКАТ ПРОУЧАВАЊА, МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Истраживања су вршена у вештачки подигнутој састојини смрче на буковом станишту, на подручју ШГ „Ниш“, ШУ „Сокобања“, на локалитету „Обла глава“. Постављена је једна огледна површина, димензија 100x50 m (0,5 ha), на месту где је састојина била изложена директном утицају леденог таласа, односно на гребену док је испред ње чистина (слика 2).



Слика 2. Огледно поље у вештачки подигнутој састојини смрче
Figure 2 A sample plot in the artificially-established spruce stand

У овом раду су обрађени су и приказани подаци са огледне површине, која је подељена је на 5 делова величине 10x100 m, ради утврђивања интензитета оштећења састојине од гребена ка ниже.

У фази прикупљања података примењени су следећи методски поступци:

- извршен је тотални премер пречника свих стабала са тачношћу од 1 mm;
- за израду висинске криве измерено је по 10 висина стабала у сваком дебљинском степену;
- на стаблима на којима је дошло до ледолома измерена је висина прелома;
- сва оштећена стабла су подељена у 3 категорије при чему је стање сваког стабла на огледним пољима описано на следећи начин:
 - неоштећено стабло;
 - благо оштећено (превршено) стабло – оштећено до 1/3 укупне дужине круне;
 - средње оштећено стабло – оштећено између 1/3 и 1/2 укупне дужине круне;

жине круне и савијено стабло;

- јако оштећено стабло – преломљено стабло на висини испод 1/2 укупне дужине круне и изваљено стабло.

За приказ климатских карактеристика, када је дошло до појаве хладног таласа и штета од леда, прикупљени су подаци референтног тридесетогодишњег периода мерења (1981–2010) за ово подручје две карактеристичне метеоролошке станице: низијске – Ниш, и висинске Црни врх, и у 2014. години, крајем новембра и почетком децембра.

Обрада података вршена је на следећи начин:

- основни таксациони подаци о састојини су добијени применом стандардних математичко – статистичких и дендрометијских метода;
- аналитичким путем, применом Проданове функције, конструисане су висинске криве и криве расподеле висина прелома по дебљинским степенима;
- подаци о степену оштећености састојине приказани су на два начина:
 - у виду графикана по дебљинским степенима;
 - израчунат је индекс оштећења састојине применом метода Rebertus, A. J. *et al.* (1997), који је прилагођен класификацији оштећености стабала која је примењена у овом раду.
- аналитичким путем, применом регресионе анализе, установљена је зависност пречника стабала и висине прелома стабала.
- извршена је анализа климатских услова приликом настанка леденог таласа, на надморској висини од 700 m, на којој се налази локалитет проучавања. Примењиван је метод линеарних висинских градијената климатских елемената. Вредности градијената добијене су на основу података тридесетогодишњег периода мерења (1981–2010) и у 2014. години, у периоду када је дошло до појаве хладног таласа на овом подручју, крајем новембра и почетком децембра. Применом метода израчунатих линераних висинских градијената израчунате су вредности климатских елемената за надморску висину на којој је локалитет проучавања. Приказане су само годишње и вредности за месеце новембар и децембар најважнијих климатских елемената: температуре ваздуха, падавина и влаге ваздуха.

Резултати су приказани текстуално, табеларно и графички.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

3.1. Основни подаци о станишту и састојини

Огледна површина је постављена у вештачки подигнутој састојини смрче на буковом станишту (*Fagetum moesiacaе submontanum*), у газдинској јединици „Обла глава“, у одељењу 31, одсеку *b*.

Проучавана састојина се налази на надморској висини од 690 до 710 m, на уједначеном нагибу терена од 10° до 12° и северној до северозападној експозицији. Геолошку подлогу чине микашисти и лептинолити, а земљиште је плитко дистрично (кисело) смеђе.

Осим смрче која је доминантно заступљена, у подстојном спрату састо-

јине налазе се и појединачна стабла аутохтоне вегетације: буква, цер, граб и др.

Састојина је једнодобна, старости 38 година, очувана и врло густог склопа (1,0).

3.2. Климатске карактеристике локалитета

Упоредне карактеристике климе за референтни тридесетогодишњи период мерења 1981 – 2010. године, и у 2014. години, у периоду када је дошло до појаве леденог таласа на овом подручју, приказане су у табели 1.

Табела 1. Основни климатски подаци за локалитет проучавања на 700 m н.в.
Table 1 The main climate data for the study site at 700 m a.s.l.

Период мерења	Период 1981 – 2010 год.			2014 година		
	Год.	Новемб.	Децемб.	Год.	Новемб.	Децемб.
Климатски елементи	Температуре ваздуха (t° C)					
Средња годишња	8,8	3,5	-0,5	9,7	5,0	0,3
Средња минимална	4,8	0,5	-3,2	8,4	1,2	-2,6
Апсолутна минимална					-5,4	-12,9
	Падавине (mm)					
Просечне вредности	693	59	56	829	44	86
Просечни дневни макс.	45	40	38	66	44	89
	Релативна влага ваздуха (%)					
Просечне вредности	75	82	84	79	86	83

Упоређујући податке наведених основних климатских елемената запажа се следеће:

- година 2014. била је значајно топлија у односу на вишегодишњи просек јер је средња годишња теметартура била виша за око 1°С, као и у новембру и децембру. Средња годишња минимална темпертура ваздуха у току 2014. године била је скоро двостуко виша у односу на дугогодишњи просек. Посебно је важно да је апсолутни минимум температуре био веома изражен, односно, температура ваздуха је крајем новембра и почетком децембра 2014. године била скоро петоструко нижа у односу на средњу минималну температуру у истим месецима. То је свакако деловало веома неповољно на биљке и изазвало појаву велике количине леда на стаблима;

- количина падавина је исто тако у анализираним периодима била различита. У току 2014. године било је 829 mm падавина, што је за нешто око 20% више у односу на вишегодишњи просек. Идентична ситуација је и са просечном максималном дневном количином падавина, која је у току 2014. године била већа за око 47%;

- релативна влага ваздуха је такође била различита, јер је 2014. година била знатно влажнија у односу на вишегодишњи просек - средња годишња влага ваздуха је била већа за 9%, а у новембру за 4%.

На најближој главној климатолошкој станици (Црни врх, 1037 m н.в.) у периоду од 28. новембра до 3. децембра 2014. године владали су следећи климатски услови:

- средња дневна температура ваздуха 29. новембра била је $-2,4^{\circ}\text{C}$, 30. новембра $-5,1^{\circ}\text{C}$, 1 децембра $-7,7^{\circ}\text{C}$, 2. децембра $-5,5$ а 3. децембра $-3,4^{\circ}\text{C}$;

- у периоду од 30. новембра до 5. децембра било је падавина у облику суснежице, поледице је било од 28. новембра до 13. децембра, иња је било од 23. новембра до 13. децембра, снега од 1. до 3. децембра је било 15 cm (укупна количина падавина у периоду од 30. новембра до 3. децембра је била 21,1mm);

- у читавом том периоду било је магле;

- у периоду од 1. до 3. децембра 2014. године дувао је јак ветар, брзине 5,9-8,5 m/sec.

Наведене климатске карактеристике врло илустративно указују на стварање „повољних“ услова за настајање штета од леда. Година 2014. била је значајно топлија и влажнија од дугогодишњег просека. Просечна месечна температура ваздуха и у новембру и у децембру била је изнад нуле (позитивна) иако су ту урачунати и подаци из периода хладног таласа. Такође, средња минимална температура ваздуха у току новембра није била негативна а у децембру је износила свега $-2,6^{\circ}\text{C}$. Апсолутна минимална температура у току тог хладног таласа од 28. новембра и почетка децембра била је скоро петоструко нижа у одосу на просечну минималну у истим месецима. Велика количина падавина и топло време узроковало је почетак отопљавања снега. Изненадно захлађење довело је до залеђивања снега и појаве ледене кише, што је резултирало великом количином леда на стаблима. У то време, такође, дувао је јак ветар. Према Плазинићу (1985), на подручју источне Србије тежина ледених наслага може бити и више од $3,5 \text{ kg/m}$ дужном границе, што свакако доводи до ледолома. Према истом аутору, на овом подручју брзина ветра може да достигне и преко 40 m/sec (140 km/čas). При таквим „ударима ветра“ долази до ветролома и ветроизала, што се десило и у овом случају када је дошло до ледолома и ледоизвала. На такву појаву на овом подручју под утицајем леда и ветра и у ранијем периоду указао је Плазинић, С. (2002).

3.3. Састојинско стање и структура

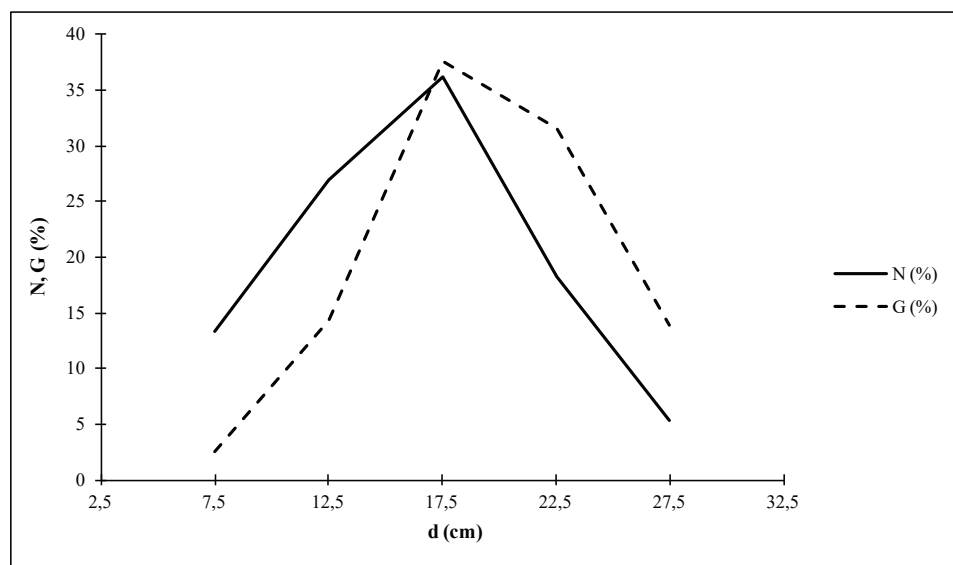
Основни подаци о истраживаној састојини смрче приказани су у табели 2.

Укупан број стабала у састојини је 1.070 по ha, док темељница износи $24,67 \text{ m}^2/\text{ha}$. Средњи састојински пречник износи 17,1 cm, а средња састојинска висина 13,3 m.

Расподела стабала и темељнице по дебљинским степенима у проучаваној састојини је приказана на графикону 1. Стабла су расподељена у дебљинским степенима од 7,5 до 27,5 cm. Линије расподеле стабала и темељнице имају облик који је карактеристичан за једнодобне састојине. Максимум заступљености стабала и темељнице је у дебљинском степену 17,5 cm и износи 36,1%, односно 37,6%.

Табела 2. Основни подаци о истраживаној састојини, огледно поље 1
Table 2 The main data on the study stand, sample plot 1

ГЈ „Обла Глава“		Одељење 31, одсек б		Огледно поље 1	
Над. висина 690 – 710 m		Нагиб терена: 12°		Експозиција N	
Типолошка припадност: Вештачки подигнута састојина смрче на станишту брдске шуме букве (<i>Fagetum moesiacaе submontanum</i>) на киселим смеђим и другим земљиштима					
Деб. степен (cm)	N – број стабала		G - темељница		
	N/ha	%	m²/ha	%	
7,5	142	13,3	0,63	2,6	
12,5	288	26,9	3,53	14,3	
17,5	386	36,1	9,28	37,6	
22,5	196	18,3	7,79	31,6	
27,5	58	5,4	3,44	13,9	
Укупно	1070	100	24,67	100	
	d _g = 17,1 cm				
	h _g = 13,3 m				



Графикон 1. Расподела стабала и темељнице по дебљинским степенима
Graph 1 Distribution of trees and basal area per diameter degrees

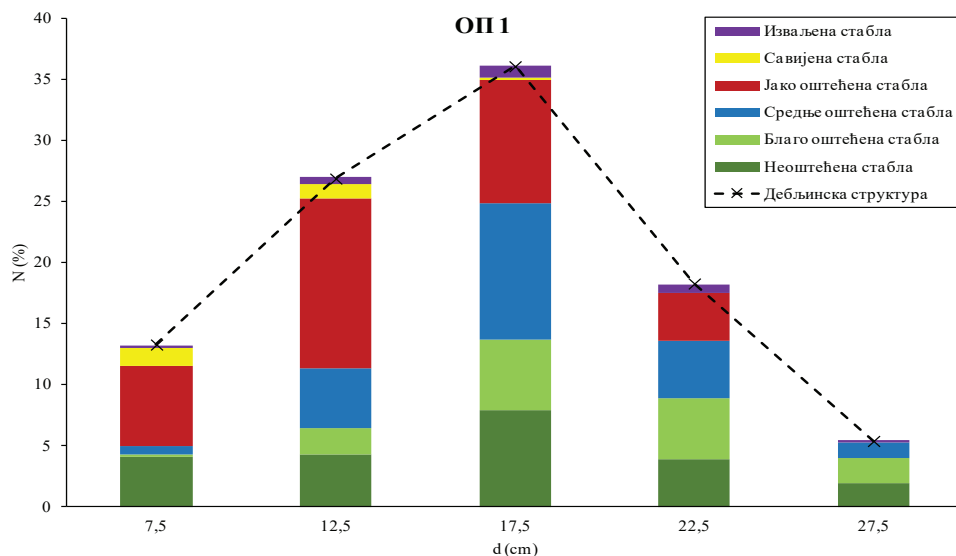
3.4. Анализа штета од ледолома

Штете настале од хладног таласа су анализиране на огледном пољу у састојини која је била изложена директном утицају хладног таласа, односно испред ње се налази чистина.

Евидентиране су следеће категорије оштећења стабала:

- неоштећена стабла (22,1%);
- оштећена преломом на одређеној висини 77,9 %, и то: благо оштећена 15,2%, средње оштећена 22,8%, и 34,5% јако оштећена, односно стабала која се могу окарактерисати као одумирућа;

У оквиру укупног броја стабала изваљена стабла су заступљена 2,6%; а савијена са 2,8%. На графикону 2 приказано је процентуално учешће стабала различитог степена оштећености по дебљинским степенима.



Графикон 2. Расподела стабала различитог степена оштећености по дебљинским степенима

Graph 2 Distribution of trees of different degrees of damage per diameter degrees

Расподела стабала различитог степена оштећености по дебљинским степенима показује да се највећи број оштећених стабала налази у дебљинским степенима 12,5 и 17,5 cm, односно 50,9%. У јачим дебљинским степенима 22,5 и 27,5 cm, уочава се да је интензитет оштећења значајно слабији и опада са порастом пречника.

У табели 3 приказано је процентуално учешће стабала са различитим степеном оштећења посматрано по ширини огледних поља, односно, од гребена на ниже. У циљу утврђивања интензитета оштећења посматрано од ивице састојине па на даље, огледна површина је, како је наведено, подељена на 5 делова правоугаоног облика димензија 50x10 m. У табелама су, такође, приказани индекс и проценат оштећења.

За потребе израчунавања индекса осетљивости савијена стабла су класификована као средње оштећена стабла (2. степен оштећења), док су изваљена стабла класификована као јако оштећена стабла (3. степен оштећења).

Од ивице састојине (од чистине) па на даље број неоштећених стабала се константно повећава крећући се од 14,5% до 34,9%, код благо оштећених и средње оштећених стабала не постоји нека изражена правилност, док је код јако оштећених (одумирућих) стабала ова тенденција супротна, односно број се константно смањује идући дубље у састојину и креће се од 50,4% до 20,5% у односу на укупан број стабала на 10 m ширине огледног поља.

Израчунати индекс осетљивости представља илустративан показатељ који, на скали од 0–3, показује колики је степен оштећења састојине узимајући у обзир број оштећених стабала и интензитет оштећења, при чему сам индекс представља параметар на основу којег се може закључити колико је смрча као врста подложна штетама од леда (Rebertus, A.I *et al.*, 1997).

Од ивице ка унутрашњости састојине, индекс осетљивости опада и креће се од 2,09 до 1,34 при чему је највише страдао ивични део састојине које се налази до чистине. Исто се може закључити и ако се погледа проценат оштећења који се креће од 85,5% на ивици састојине до 65,1% на другој страни огледног поља који се налази дубље у састојини.



Фототаблица 1 Штете од ледолома у вештачки подигнутој састојини смрче
Phototable 1 The damage caused by ice-breaks in the artificially-established spruce stand

Табела 3. Заступљеност стабала према степену оштећености, индекс и проценат оштећења састојине

Table 3 The share of trees by the degree of damage, the index and the percentage of the stand damage

ОП 1	0 – Неоштећена стабла		Оштећена стабла						Укупно	Индекс осетљи- вости	Проценат оштеће- ња
			1 – Благо оштећена		2 – Средње оштећена		3 – Јако оштећена				
	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%			
0–10 m	38	14,5	28	10,7	64	24,4	132	50,4	262	2,09	85,5
10–20 m	38	19,0	18	9,0	60	30,0	84	42,0	200	1,88	81,0
20–30 m	48	20,2	56	23,5	50	21,0	84	35,3	238	1,71	79,8
30–40 m	54	26,4	34	16,7	52	25,5	64	31,4	204	1,58	73,5
40–50 m	58	34,9	26	15,7	48	28,9	34	20,5	166	1,34	65,1
Σ	236	22,1	162	17,9	274	22,8	398	37,2	1070	1,75	77,9

Уколико се посматра читава састојина индекс осетљивост износи 1,75 а проценат оштећених стабала 77,9%, што указује на чињеницу да је састојина у значајној мери страдала од леденог таласа, а да смрча на овом станишту и у овој старости представља осетљиву врсту која је веома подложна штетама.

Однос између висинске криве и криве висина на којима је дошло до прелома за истраживану састојину приказан је на графикону 3.

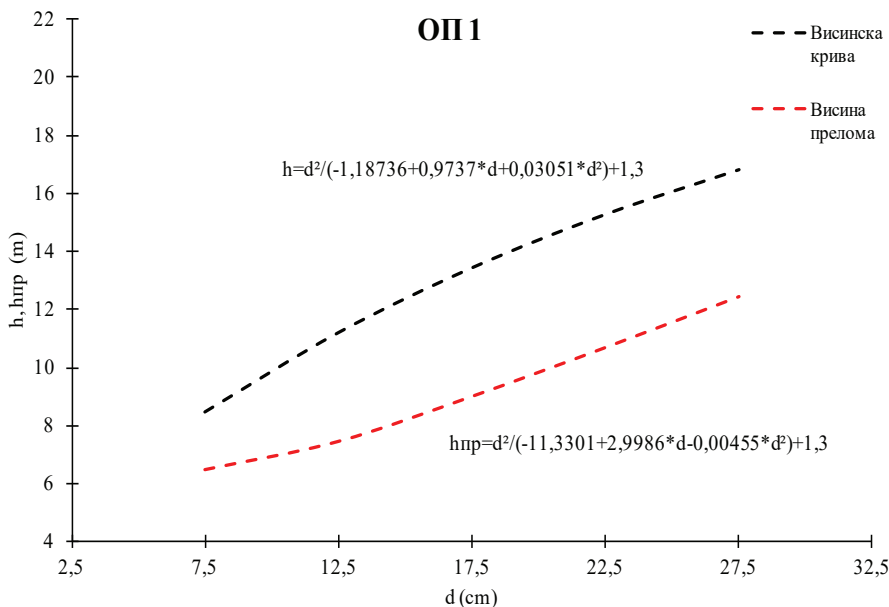
За изравнавање емпиријских података коришћена је Проданова функција. Добијена једначина регресије висине прелома стабла веома добро изражава анализирану зависност. Коефицијент корелације има вредност 0,995 и указује да је утврђена зависност статистички значајна на нивоу $p < 0,01$.

Крива висина на којима је дошло до прелома стабала се константно повећава са повећањем пречника а вредности висине прелома се крећу од 6,5 до 12,5 m. Однос између пречника стабла и висине прелома показује да се висина прелома умереније повећава од дебљинског степена од 7,5 cm до 17,5 cm а онда израженије, и даље задржава приближно исту вредност повећања.

Табела 4. Регресиони модели $h = f(d_{1,3})$ и $hpr = f(d_{1,3})$ и основни показатељи регресионе анализе

Table 4 Regression models $h = f(d_{1,3})$ and $hpr = f(d_{1,3})$ and the main parameters of the regression analysis

Регресиони модел	S_t (m)	R^2	r
$h = d^2 / (-1,18736 + 0,9737 \cdot d + 0,03051 \cdot d^2) + 1,3$	0,29464	0,987	0,994
$hpr = d^2 / (-11,3301 + 2,9986 \cdot d - 0,00455 \cdot d^2) + 1,3$	0,26357	0,990	0,995



Графикон 3. Висинска крива и крива висина прелома
Graph 3 Height curve and breakage height curve

Табела 5. Висине стабала и висине прелома по дебљинским степенима
Table 5 Tree heights and breakage heights per diameter degrees

d (cm)	Висина стабла (m)	Висина прелома (m)
7,5	8,5	6,5
12,5	11,2	7,4
17,5	13,5	9,0
22,5	15,3	10,7
27,5	16,8	12,5

Добијени подаци врло илустративно указују на последице утицаја хладног таласа и размере штете у вештачки подигнутој састојини смрче на овом локалитету. Истовремено ови резултати представљају поуздану основу за прорачун финансијских последица по шумарску оперативу и планирање неопходних активности и мера на санацији штета.

Врло честа појава штета, као последица ледолома, на читавом подручју североисточне Србије, које су посебно појачане од времена изградње хидро-акумулације Ђердап, наводе на закључак да треба избегавати уношење четинарских врста дрвећа на то подручје.

4. ЗАКЉУЧЦИ

Извршеним проучавањима последица утицаја хладног таласа у источној Србији у току 2014. године у вештачки подигнутој састојини смрче на станишту букве (*Fagetum moesiacaе submontanum*), у Газдинској јединици „Обла глава“, у оквиру ШУ „Сокобања“ добијени су следећи резултати:

1. Хладни талас, који је крајем новембра и почетком децембра 2014. године захватио источну Србију, и довео до великих штета у шумама овог подручја, на надморској висини 700 m, на којој је локалитет проучавања карактерише следеће:

- година 2014. била је значајно топлија у односу на вишегодишњи просек јер је средња годишња температура била виша за око 1°C, као и у новембру и децембру, а средња годишња минимална температура ваздуха била је скоро двостуко виша у односу на дугогодишњи просек. Апсолутни минимум температуре у току 2014. године био је веома изражен, када је температура ваздуха крајем новембра и почетком децембра била скоро петоструко нижа у односу на средњу минималну температуру у истим месецима у дугогодишњем периоду;

- количина падавина у току 2014. године била је 829 mm, што је за нешто око 20% више у односу на вишегодишњи просек. Идентична ситуација је и са просечном максималном дневном количином падавина, која је у току 2014. године била већа за око 47%;

- релативна влага ваздуха је такође била различита, јер је 2014. година била знатно влажнија у односу на вишегодишњи просек - средња годишња влага ваздуха је била већа за 9%, а у новемру за 4%.

2. Последице утицаја хладног таласа у вештачки подигнутој састојини смрче су велике штете, које су изражене следећим категоријама оштећења стабала у односу на укупан број стабала у састојини:

- неоштећена стабла (22,1%);

- оштећена преломом на одређеној висини 77,9 %, и то: благо оштећена 15,2%, средње оштећена 22,8%, и 34,5% јако оштећена, односно стабала која се могу окарактерисати као одумирућа;

У оквиру укупног броја стабала изваљена стабла су заступљена са 2,6%; а савијена са 2,8%. Све наведено указује да је потребно избегавати уношење четинара на ово подручје с обзиром да се лишћари лакше регенеришу после ледолома.

Напомена: Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Истраживање утицаја климатских промена на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“ (43007) који финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања за период 2011-2016. године.

ЛИТЕРАТУРА

- Бунушевац, Т. (1951): Гајење шума I. Научна књига. Издавачко предузеће Народне Републике Србије, Београд.
- Irland, L. C. (2000): Ice storms and forest impacts. *The Science of the Total Environment* 262, pg. 231 – 242.
- Јанковић, В. (2015). Ледоломи и ледоизвале у источној Србији. Шуме, бр. 124, стр 6-9. ЈП „Србијашуме“, Београд.
- Krenel, L. (2015): Dervesa in gozdovi po žledolomu – odzivi na človekovo gospodarjenje v preteklosti. Mednarodna konferenca – Obnova gozdov po žledu, Postojna, str. 36 – 72.
- Kobal, M., Nagel, T. A., Firm, D., Krajnc, N. (2014): Quantifying damage and potential recovery following natural disturbances in alpine forests using remote sensing techniques. Slovenian Forestry Institute, Biotechnical faculty, Ljubljana.
- Luley, C. J., Bond, J. (2006): Evaluation of the Fate of Ice Storm – Damaged Urban Maple (Acer) Trees. *Arboriculture & Urban Forestry* 32(5), pg. 214 – 220.
- Mezgec, I. (2015): O nastanku žleda. Mednarodna konferenca – Obnova gozdov po žledu, Postojna, str. 7 – 13.
- Otorepec, S. (1991). Agrometeorologija. Naučna knjiga, Brograd, 1-222.
- Rebertus, A. J., Shifley, S. R., Richards, R. H., Roovers, L. M. (1997): Ice Storm Damage to an Old – growth Oak – hickory Forest in Missouri. *American Midland Naturalist* 137, pg. 48 – 61.
- Plazinić, S. (1985) Tehnička meteorologija. Naučna knjiga, Beograd.
- Plazinić, S. (2002) Damages of structures (overhead) due to ice and wind in the Eastern Serbia. Proceedings (printed as CD version) of the 18th International Conference on Carpatian Meteorology, Belgrade, 7-11. October, Belgrade.
- Стојановић, Љ. (1986): Проблеми у вези са насталим штетама у шумама од елементарне непогоде у новембру 1985. године на подручју западне Србије и предлог мера за санирање. Шумарство 5 – 6, стр. 51 – 60.
- Shortle, W. C., Smith, K. T., Dudzik, K. R. (2003): Tree Survival and Growth Following Ice Storm Injury. USDA Forest Service, Northeastern Research Station, Durham, New Hampshire.
- *** Интернет референца <http://www.islandnet.com/%7Esee/weather/elements/icestorm.htm>
- *** Акциони план санације оштећених шума у државном и приватном власништву за период 2015 – 2018. године, ЈП „Србијашуме“, Београд.
- *** Климатолошки подаци за станице Ниш и Црни врх. Архива РХМЗ, 2016.

THE ANALYSIS OF THE DAMAGE CAUSED BY ICE-BREAKS IN AN ARTIFICIALLY-ESTABLISHED SPRUCE STAND IN EASTERN SERBIA

Milun Krstić
Branko Kanjevac
Violeta Babić

Summary

The paper presents the research results on the effects of a cold wave in the east of Serbia in 2014 in an artificially-established spruce stand at the site of beech (*Fagetum moesiacaе submontanum*), in 'Obla glava' management unit within 'Sokobanja' Forest Administration. The following results were obtained:

1. A cold wave that hit eastern Serbia in late November and early December 2014 caused substantial damage to the forests of the region, primarily the occurrence of ice-breaks. The summary of the climate conditions at the time of the cold wave was based on the data of the thirty-year measurement period (1981-2010) for this area collected at two reference meteorological stations (a lowland weather station in Niš and an upland one at Crni vrh) and the data for late November and early December 2014.

By applying the method of altitudinal gradients of the main meteorological elements, the following data were obtained for the altitude of 700 m, where the study area is located:

- it was significantly warmer in 2014 since the mean annual temperature was about 1°C above the long-term average. The same applied to the months of November and December. The mean minimum air temperature was almost twice higher than the long-term average. The absolute minimum temperature was extremely low in 2014 when the air temperature of late November and early December was almost five times lower than the average long-term minimum temperatures for these months;
- the sum of precipitation was 829 mm in 2014, which was about 20% above the long-term average. The situation was the same with the average maximum daily rainfall, which was about 47% higher in 2014;
- the relative humidity was also different in 2014 when it was considerably wetter compared to the long-term average – the average annual air humidity was higher by 9% and by 4% in November.

2. Ice-breaks caused substantial damage in the artificially-established spruce stand. All the analyzed trees were divided into 3 categories:

- category I - standing trees:
 - undamaged tree;
 - damaged trees with varying degrees of damage (breakage height)
- category II - fallen trees,
- category III - bent trees

The observed damage was expressed through the following categories of tree damage relative to the total number of trees in the stand:

- undamaged trees (22.1%);
- damaged with a breakage at a certain height (77.9%), namely, 15.2% were slightly damaged, 22.8% were moderately damaged and 34.5% were severely damaged and they can be characterized as dying trees. Out of the total number of trees 2.6% were fallen and 2.8% bent. This shows that conifers shouldn't be introduced into this area.